

(43) 国際公開日
2007年9月20日 (20.09.2007)

PCT

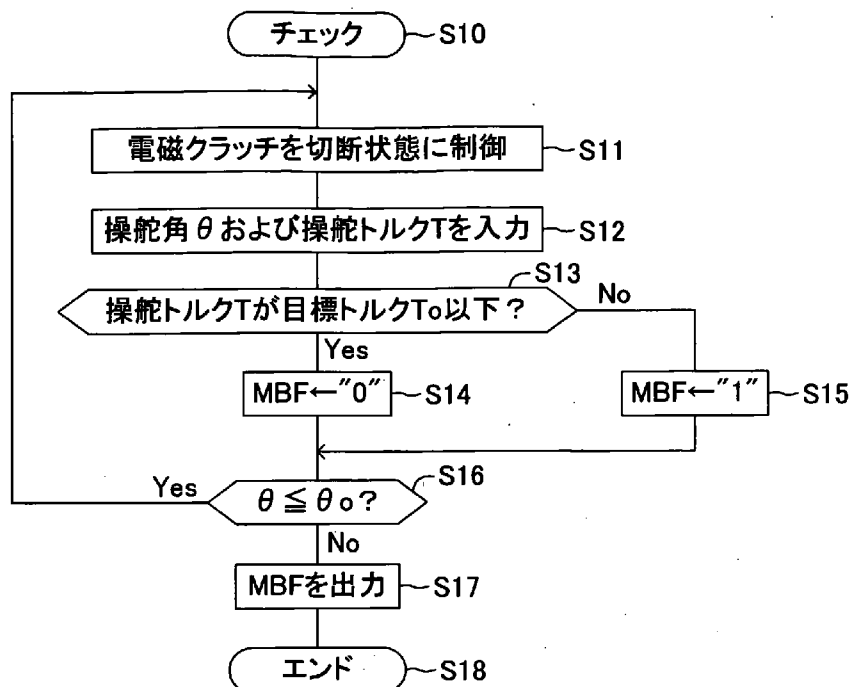
(10) 国際公開番号
WO 2007/105351 A1

- (51) 国際特許分類:
B62D 6/00 (2006.01) B62D 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/326417
- (22) 国際出願日: 2006年12月28日 (28.12.2006)
- (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2006-069568 2006年3月14日 (14.03.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大沼 豊 (ONUMA, Yutaka) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 小野田 裕一 (ONODA, Yuichi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人プロスペック特許事務所 (PROSPEC PATENT FIRM); 〒4530801 愛知県名古屋市中村区太閤三丁目1番18号 名古屋Kビル12階 Aichi (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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

/ 続葉有 /

(54) Title: STEERING SYSTEM OF VEHICLE

(54) 発明の名称: 車両の操舵装置



- S10 CHECK
S11 CONTROL ELECTROMAGNETIC CLUTCH TO DISCONNECTED STATE
S12 INPUT STEERING ANGLE θ AND STEERING TORQUE T
S13 STEERING TORQUE T IS BELOW TARGET TORQUE T_o ?
S17 OUTPUT MBF
S18 END

(57) Abstract: Under a state where a steering motor (22) is stopping, an ECU (45) for checking controls an electromagnetic clutch (31) to a disconnected state at step (S11), and inputs a steering angle (θ) and a steering torque (T) at step (S12). At step (S13), a decision is made whether the steering torque (T) is below a target torque (T_o) or not, and the control goes to step (S14) if the torque (T) is below the torque (T_o). An abnormality flag (MBF) is set at "0" indicative of normal state of the clutch (31). If the torque (T) is larger than the torque (T_o) at step (S13), the control goes to step (S15), and the flag (MBF) is set at "1" indicative of abnormal state of the clutch (31). Judgment of abnormality is performed when the steering angle (θ) is below a predetermined steering angle (θ_o) by processing at step (S16).

/ 続葉有 /

WO 2007/105351 A1



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: チェック用ECU45は、転舵用電動モータ22が停止している状態で、ステップS11にて電磁クラッチ31を切断状態に制御し、ステップS12にて操舵角 θ 、操舵トルクTを入力する。ステップS13にて、操舵トルクTが目標トルク T_0 以下であるか否かを判定し、トルクTがトルク T_0 以下であればステップS14に進む。そして、異常フラグMBFをクラッチ31に異常の正常を表す"0"に設定する。一方、ステップS13にて、トルクTがトルク T_0 よりも大きければステップS15に進む。そして、フラグMBFをクラッチ31の異常を表す"1"に設定する。ステップS16の処理により、この異常判定は操舵角 θ が所定の操舵角 θ_0 以下であるときに実行される。

明 細 書

車両の操舵装置

技 術 分 野

本発明は、ステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置に関する。

背 景 技 術

従来から、操舵ハンドルと転舵輪とを機械的に分離し、操舵ハンドルの操舵操作に応じて転舵輪側に設けた電気アクチュエータを作動制御して転舵輪を転舵すると同時に、操舵ハンドルの操舵操作に応じて操舵ハンドル側に設けた電気アクチュエータを作動制御して操舵反力を付与するようにしたステアリングバイワイヤ方式を採用した車両の操舵装置はよく知られている。そして、この種の操舵装置においては、例えば、特開 2001-301639 号公報に示されているように、転舵用の電気アクチュエータの異常時にも操舵ハンドルの操舵操作に応じた転舵輪の転舵を確保するために、操舵ハンドル側に接続された入力部材と転舵輪側に接続された出力部材との間に電磁クラッチを配置して、通常は電磁クラッチを切断状態に設定して入力部材と出力部材とを切り離し、転舵用の電気アクチュエータの異常時には電磁クラッチを接続状態に設定して入力部材と出力部材とを連結するようにしている。また、特開 2001-301639 号公報には、入力部材と出力部材との間に中間部材を設け、入力部材と中間部材との間に第 1 電磁クラッチを設けるとともに、中間部材と出力部材の間に第 2 電磁クラッチを設けるようにすることも記載されている。

しかし、上記特許文献 1 には、電気アクチュエータの異常の検出に関しては言及されているが、電磁クラッチの異常に対しては言及されていない。

発 明 の 開 示

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、操舵ハンドル側の入力部材と転舵輪側の出力部材とを選択的に切断および接続する断続器の異常を簡単かつ的確に検出することができるようにしたステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置を提供することにある。

上記目的を達成するために、本発明の特徴は、操舵ハンドルに接続されて同操舵ハンドルと連動して変位する入力部材と、転舵輪に接続されて同転舵輪と連動して変位する出力部材と、前記入力部材に接続されて同入力部材の変位を制御する第1電気アクチュエータと、前記出力部材に接続されて同出力部材の変位を制御する第2電気アクチュエータと、前記入力部材と前記出力部材との間に介装されて、切断状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達不能に切り離し、接続状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達可能に連結する断続器とを備えたステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、運転者による前記操舵ハンドルの操作に伴って前記入力部材に入力される操作量であって、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて変化する所定の操作量に基づいて、前記断続器の異常を検出する異常検出手段を設けたことにある。

この場合、前記異常検出手段は、例えば、運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力される操作量であって、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて変化する前記操舵ハンドルを操作するための操作力に基づいて、前記断続器の異常を検出するとよい。そして、この場合、前記異常検出手段を、例えば、運転者による前記操舵ハンドルの操作に応じて変位する前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力された操作力を検出する操作力検出手段と、前記変位量検出手段によって検出された変位量が予め設定された所定の変位量以下であるか否かを判定する変位量判定手段と、前記変位量判定手段によって前記入力された変位量が前記所定の変位量以下であるときに、前記出力部材に接続された第2電気アクチュエータの作動を停止する停止制御手段と、前記停止制御手段によって前記第2電気アクチュエータの作動が停止されている状態で、前記操作力検出手段によって検出された操作力が、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて、予め設定された目標操作力よりも大きいかな否かを判定する操作力判定手段と、前記操作力判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。

このように構成した本発明の特徴によれば、断続器が切断状態にあれば、運転者による操舵ハンドルの操作と第1電気アクチュエータの作動により入力部材が変位し、第2電気アクチュエータの作動により出力部材は変位する。すなわち、断続器が切断状態にあれば、入力部材と出力部材とはそれぞれ独立して変位する。一方、断続器が接続状態にあれば

、入力部材と出力部材とは一体的に変位する。この状態において、運転者が操舵ハンドルを操作するときには入力部材と出力部材とを一体的に変位させる必要があり、運転者が入力する操作量（例えば、操舵ハンドルを操作するための操作力）は、断続器が切断状態にあるときの操作量（操作力）と異なる。したがって、断続器の切断状態または接続状態に対する入力部材と出力部材との相対的な変位の関係より変化する操作量に基づいて、断続器が切替制御に無関係に切断状態を維持し続ける誤切断状態、および接続状態を維持し続ける誤接続状態すなわち断続器に発生した異常を簡単に検出できるようになる。

また、上記のように、異常検出手段を、変位置検出手段、操作力検出手段、変位置判定手段、停止制御手段、操作力判定手段および異常判定手段で構成した場合において、第2電気アクチュエータの作動を停止した状態における操作力を判定することによって、より的確にかつ簡単に断続器に発生した異常を検出することができる。また、この異常判定は、入力部材（操舵ハンドル）の変位置が所定の変位置以下であるときに行われる。このため、異常判定中においても、操舵ハンドルを操作することができるため、運転者に違和感を与えることがなく、断続器の異常を判定することができる。また、この異常判定は、通常、イグニッションスイッチの投入直後で、運転者が最初に操舵ハンドルを操作するときに行われる。

また、本発明の他の特徴は、操舵ハンドルに接続されて同操舵ハンドルと連動して変位する入力部材と、転舵輪に接続されて同転舵輪と連動して変位する出力部材と、前記入力部材に接続されて同入力部材の変位を制御する第1電気アクチュエータと、前記出力部材に接続されて同出力部材の変位を制御する第2電気アクチュエータと、前記入力部材と前記出力部材との間に介装されて、切断状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達不能に切り離し、接続状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達可能に連結する断続器とを備えたステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、前記第2電気アクチュエータの作動に伴う動力が前記出力部材を介して前記入力部材に伝達された状態を表す状態量に基づいて、前記断続器の異常を検出する異常検出手段を設けたことにもある。

このように構成した本発明の他の特徴によれば、断続器が切断状態にあれば、第2電気アクチュエータの作動に伴う動力が出力部材から入力部材へ伝達されない。このため、入力部材は運転者による操舵ハンドルの操作および第1電気アクチュエータの作動によって

変位に関連する独立した状態量（例えば、変位置、変位速度、変位加速度、外力など）を有し、出力部材や同出力部材に接続された転舵輪は第2電気アクチュエータの作動によって変位に関する独立した状態量（例えば、転舵量、転舵速度、転舵加速度など）を有する。一方、断続器が接続状態にあれば、第2電気アクチュエータの作動に伴う動力が出力部材から入力部材へ伝達される。このため、入力部材と出力部材とは、第2電気アクチュエータの作動を反映した変位に関連する共通の状態量を有する。したがって、断続器の切断状態または接続状態に対する入力部材と出力部材の変位に関する状態量により、断続器が切替制御に無関係に誤切断状態を維持する異常、および誤接続状態を維持する異常を簡単に検出できるようになる。また、この異常判定は、通常、車両の走行時に行われる。したがって、常に、断続器に発生した異常を検出することができる。

この場合、前記異常検出手段を、例えば、前記入力部材の変位置を検出する変位置検出手段と、前記変位置検出手段によって検出した変位置を用いて、同変位置を時間微分することによって表される前記入力部材の変位速度および同変位速度を時間微分することによって表される前記入力部材の変位加速度のうちの少なくとも一方を前記状態量として計算する演算手段と、前記演算手段によって計算した変位速度および変位加速度のうちの少なくとも一方が予め設定された所定値以上であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。これによれば、入力部材の変位速度および変位加速度のうちの少なくとも一方と、所定値（例えば、所定の変位速度や所定の変位加速度）とを比較することにより、断続器の異常を簡単にかつ早急に判定することができる。

また、前記異常検出手段を、例えば、前記入力部材に入力された外力を前記状態量として検出する外力検出手段と、前記外力検出手段によって検出した外力が急激に減少して変化したか否かを判定する外力変化判定手段と、前記外力変化判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。また、前記異常検出手段を、前記入力部材の変位置を検出する変位置検出手段と、運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力された操作力を前記状態量として検出する操作力検出手段と、前記入力部材の変位方向と前記検出した操作力の入力方向とが異なるか否かを判定する入力方向判定手段と、前記入力方向判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。

これらによれば、入力部材に入力される外力（例えば、運転者によって入力される操作力や第2電気アクチュエータの作動によって入力される動力の合力など）の急減や、運転者によって入力される操作力の入力方向の変化に基づいて、断続器の異常を判定することができる。すなわち、運転者が操舵ハンドルを介して入力部材に操作力を入力している状態で、断続器が誤接続状態となった場合には、第2電気アクチュエータによる動力が入力される。このとき、入力部材に入力される外力は、前記動力の入力によって急激に減少（所謂、トルク抜け）したり、運転者が外力の減少に応じて操作力の入力方向を変更したりする。このため、入力部材に入力される外力や操作力の入力方向の変化に基づくことによって、断続器の異常を簡単に判定することができ、同異常判定に要する時間を大幅に低減することができる。

また、前記異常検出手段を、例えば、前記入力部材の変位量を前記状態量として検出する変位量検出手段と、前記転舵輪の転舵量を前記状態量として検出する転舵量検出手段と、前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量と前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。また、前記異常検出手段を、前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量を用いて、同変位量を時間微分することによって表される前記入力部材の変位速度を前記状態量として計算する変位速度演算手段と、前記転舵輪の転舵量を検出する転舵量検出手段と、前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量を用いて、同転舵量を時間微分することによって表される前記転舵輪の転舵速度を前記状態量として計算する転舵速度演算手段と、前記変位速度演算手段によって計算した前記入力部材の変位速度と前記転舵速度演算手段によって計算した前記転舵輪の転舵速度とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。また、前記異常検出手段を、前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量を用いて、同変位量を2回時間微分することによって表される前記入力部材の変位加速度を前記状態量として計算する変位加速度演算手段と、前記転舵輪の転舵量を検出する転舵量検出手段と、前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量を用いて、同転舵量を2回時間微分することによって表される前記転舵輪の転舵加速度を前記状態量として計算する転舵加速度演算手段と、前記変位加速度演算手段によって計算した前記入力

部材の変位加速度と前記転舵加速度演算手段によって計算した前記転舵輪の転舵加速度とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。

これらによれば、入力部材の変位量、変位速度および変位加速度と、転舵輪の転舵量、転舵速度および転舵加速度とをそれぞれ比較することによって、断続器の異常を判定することができる。すなわち、上述したように、断続器が切断状態にあるときには、入力部材と出力部材に接続された転舵輪とはそれぞれ独立して変位することができる。このため、入力部材の変位量、変位速度および変位加速度と、転舵輪の転舵量、転舵速度および転舵加速度もそれぞれ独立の値を有する。一方、断続器が接続状態にあるときには、入力部材と出力部材に接続された転舵輪とは機械的に連結されるため、入力部材の変位量、変位速度および変位加速度と、転舵輪の転舵量、転舵速度および転舵加速度とは独立した値を有しない。したがって、入力部材の変位量、変位速度および変位加速度と、転舵輪の転舵量、転舵速度および転舵加速度とをそれぞれ比較すれば、断続器の異常を簡単に判定することができるとともに、判定に要する時間を短縮することができる。

さらに、前記異常検出手段を、例えば、前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、同変位量検出手段によって検出した変位量を用いて、前記転舵輪の目標転舵量を計算する目標転舵量計算手段と、前記転舵輪の実転舵量を検出する転舵量検出手段と、前記目標転舵量計算手段によって計算した目標転舵量と前記転舵量検出手段によって検出した実転舵量との差分量を前記状態量として計算する差分量演算手段と、前記差分量演算手段によって計算した差分量に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成するとよい。これによれば、転舵輪の目標転舵量と実転舵量との差分量に基づいて、断続器の異常を判定することができる。すなわち、ステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置においては、運転者が操舵ハンドルを持ち替えることなく車両を旋回させることができるように、入力部材の変位量に対して、目標転舵量を例えば非線形的に大きく計算することができる。このため、断続器が誤接続状態にあるときには、入力部材と出力部材に接続された転舵輪とが機械的に連結されるため、計算された目標転舵量と実転舵量との間の差分量が大きくなる。したがって、目標転舵量と実転舵量との差分量に基づけば、断続器の異常を簡単に判定することができ、異常判定に要する時間を短縮することができる。

さらに、本発明の他の特徴は、前記異常検出手段によって前記断続器に接続状態を維持する異常が検出されると、前記第2電気アクチュエータの作動を停止制御するとともに、

運転者による前記操舵ハンドルの操作を補助するために前記第1電気アクチュエータを作動制御するアクチュエータ作動制御手段を備えたことにもある。

これによれば、断続器が誤接続状態を維持しているときには、第2電気アクチュエータの作動が停止されるとともに、第1電気アクチュエータを運転者による操舵ハンドルの操作を補助するように制御することができる。これにより、第2電気アクチュエータの作動に伴う動力が入力部材を介して操舵ハンドルに伝達される現象、所謂、セルフステアの発生を抑制することができる。また、第1電気アクチュエータの補助作動により、第2電気アクチュエータの作動が停止している状況であっても、運転者は、操舵ハンドルを軽快に操作でき、転舵輪を容易に転舵させることができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の各実施形態に係る共通の車両の操舵装置の全体概略図である。

図2は、図1のチェック用ECUにより実行されるチェックプログラムのフローチャートである。

図3は、操舵角と操舵トルクとの関係を示すグラフであって、電磁クラッチの正常または異常時における操舵トルクの変化を説明するための図である。

図4は、図1の操舵反力用ECUにより実行される操舵反力制御プログラムのフローチャートである。

図5は、図1の転舵用ECUにより実行される転舵制御プログラムのフローチャートである。

図6は、操舵角と目標操舵反力との関係を示すグラフである。

図7は、操舵角と目標アシストトルクとの関係を示すグラフである。

図8は、操舵角と目標転舵角との関係を示すグラフである。

図9は、車速と車速係数との関係を示すグラフである。

図10は、本発明の第2実施形態に係り、図1のチェック用ECUにより実行されるチェックプログラムのフローチャートである。

図11の(a)～(c)は、操舵角、操舵角速度および操舵角加速度の時間推移を概略的に示すものあって、セルフステアの発生前後における操舵角、操舵角速度および操舵角加速度の変化を説明するための図である。

図12は、上記第2実施形態の第1変形例に係るチェックプログラムのフローチャートである。

図13は、セルフステア発生時における操舵角と操舵トルクの関係を示すための図である。

図14は、上記第2実施形態の第2変形例に係るチェックプログラムのフローチャートである。

図15は、セルフステア発生時における操舵角速度と転舵角速度との関係を示すための図である。

図16は、上記第2実施形態の第3変形例に係るチェックプログラムのフローチャートである。

図17は、セルフステア発生時における操舵角と操舵トルクの関係を示すための図である。

図18は、上記第2実施形態の第4変形例に係るチェックプログラムのフローチャートである。

図19は、操舵角と転舵角の関係を示すものであって、通常転舵制御時と電磁クラッチ接続時における転舵角の変化を示すための図である。

図20は、本発明のその他の変形例に係る車両の操舵装置の全体概略図である。

発 明 の 実 施 す る た め の 最 良 の 形 態

a. 第1実施形態

以下、本発明の第1実施形態に係る車両の操舵装置について図面を用いて説明する。図1は、本第1実施形態に係る車両の操舵装置を概略的に示した全体概略図である。

この車両の操舵装置は、運転者によって操舵操作される操舵操作装置10と、転舵輪としての左右前輪FW1、FW2を運転者の操舵操作に応じて転舵する転舵装置20とを機械的に分離したステアリングバイワイヤ方式を採用している。操舵操作装置10は、運転者によって回動操作される操作部としての操舵ハンドル11を備えている。操舵ハンドル11は、操舵入力軸12の上端に固定され、操舵入力軸12の下端には操舵反力用電動モータ（電気アクチュエータ）13が組み付けられている。操舵反力用電動モータ13は、減速機構14を介して操舵入力軸12を軸線周りに回転駆動する。

転舵装置 20 は、車両の左右方向に延びて配置されたラックバー 21 を備えている。このラックバー 21 の両端部には、図示省略したタイロッドおよびナックルアームを介して、左右前輪 FW1, FW2 が転舵可能に接続されている。左右前輪 FW1, FW2 は、ラックバー 21 の軸線方向の変位により左右に転舵される。ラックバー 21 の外周上には、図示しないハウジングに組み付けられた転舵用電動モータ（電気アクチュエータ）22 が設けられている。転舵用電動モータ 22 の回転は、ねじ送り機構 23 により減速されるとともにラックバー 21 の軸線方向の変位に変換される。また、転舵装置 20 は、軸線周りに回転可能な転舵出力軸 24 も有している。転舵出力軸 24 の下端にはピニオンギア 25 が固定されており、同ピニオンギア 25 はラックバー 21 に設けたラック歯 21a に噛み合っていて、転舵出力軸 24 の軸線周りの回転によりラックバー 21 が軸線方向に変位する。

また、操舵操作装置 10 の操舵入力軸 12 と転舵装置 20 の転舵出力軸 24 との間には、断続器としての電磁クラッチ 31 が配置されている。電磁クラッチ 31 は、通電状態にて切断状態に設定されて、操舵入力軸 12 と転舵出力軸 24 との間の動力の伝達を禁止する。また、電磁クラッチ 31 は、非通電状態にて接続状態に設定されて、操舵入力軸 12 と転舵出力軸 24 との間で動力の伝達を許可する。

次に、操舵反力用電動モータ 13、転舵用電動モータ 22 および電磁クラッチ 31 の作動を制御する電気制御装置 40 について説明する。電気制御装置 40 は、操舵角センサ 41、操舵トルクセンサ 42、転舵角センサ 43 および車速センサ 44 を備えている。

操舵角センサ 41 は、操舵入力軸 12 に組み付けられていて、操舵入力軸 12 すなわち操舵ハンドル 11 の中立位置からの回転角を検出して操舵角 θ （変位置量）として出力する。操舵トルクセンサ 42 も、操舵入力軸 12 に組み付けられていて、運転者によって操舵ハンドル 11 に入力されたトルクを検出して操舵トルク T （操作力）として出力する。転舵角センサ 43 は、ラックバー 21 に組み付けられていて、ラックバー 21 の軸線方向の変位置量を検出して左右前輪 FW1, FW2 の実転舵角 δ （実転舵量）として出力する。車速センサ 44 は、車速 V を検出して出力する。

なお、上述した中立位置とは、車両を直進状態に維持するための操舵ハンドル 11、操舵入力軸 12、転舵出力軸 24 および左右前輪 FW1, FW2 の位置をいう。そして、操舵角 θ および実転舵角 δ は、中立位置にて「0」として出力され、右方向の回転角を正の

値で表すとともに左方向の回転角を負の値で表す。また、操舵トルク T は、右方向に付与されるトルクを正の値で表すとともに左方向に付与されるトルクを負の値で表す。

また、電気制御装置 40 は、互いに接続されたチェック用電子制御ユニット（以下、チェック用 ECU という）45、操舵反力用電子制御ユニット（以下、操舵反力用 ECU という）46、および転舵用電子制御ユニット（以下、転舵用 ECU という）47 を備えている。チェック用 ECU 45 には、操舵角センサ 41 および操舵トルクセンサ 42 が接続されている。操舵反力用 ECU 46 には、操舵角センサ 41、操舵トルクセンサ 42 および車速センサ 44 が接続されている。転舵用 ECU 47 には、操舵角センサ 41、転舵角センサ 43 および車速センサ 44 が接続されている。

これらの ECU 45～47 は、それぞれ、CPU、ROM、RAM などからなるマイクロコンピュータを主要構成部品とする。チェック用 ECU 45 は、駆動回路 51 を介して、電磁クラッチ 31 の切断状態または接続状態を切替制御するとともに、図 2 のチェックプログラムを実行することによって電磁クラッチ 31 の異常を検出する。操舵反力用 ECU 46 は、図 4 の操舵反力制御プログラムを実行して、駆動回路 52 を介して操舵反力用電動モータ 13 を駆動制御する。転舵用 ECU 47 は、図 5 の転舵制御プログラムを実行して、駆動回路 53 を介して転舵用電動モータ 22 を駆動制御する。

次に、上記のように構成した第 1 実施形態の動作について説明する。運転者によってイグニッションスイッチが投入されると、チェック用 ECU 45 は、同イグニッションスイッチの投入後においてチェックプログラムを 1 回だけ実行する。より具体的には、チェックプログラムは、イグニッションスイッチの投入後、最初の運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作中に 1 回だけ実行される。また、イグニッションスイッチの投入により、操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 は、操舵反力制御プログラムおよび転舵制御プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。

チェックプログラムの実行は、図示しない初期化処理の実行後、図 2 のステップ S10 にて開始され、チェック用 ECU 45 は、ステップ S11 にて、駆動回路 51 との協働により電磁クラッチ 31 に通電して、電磁クラッチ 31 を切断状態に制御する。なお、このチェックプログラムの実行に際して、転舵用 ECU 47 は、後述するように、異常フラグ MBF を取得するまで転舵用電動モータ 22 の作動を制御しないため、転舵用電動モータ 22 は停止状態を維持している。

前記ステップS 1 1の処理後、チェック用ECU 4 5は、ステップS 1 2にて、操舵角センサ4 1および操舵トルクセンサ4 2によってそれぞれ検出された操舵角 θ および操舵トルク T を入力し、ステップS 1 3に進む。ステップS 1 3においては、チェック用ECU 4 5は、入力した操舵トルク T の大きさに基づいて電磁クラッチ3 1が正常に切断状態であるか否かを判定する。以下、この判定について具体的に説明する。

まず、電磁クラッチ3 1が正常に作動している場合について説明する。この場合、電磁クラッチ3 1はステップS 1 1の切断制御処理に従い切断状態にあるため、転舵用電動モータ2 2が停止状態であっても、運転者は操舵ハンドル1 1を容易に回動操作することができる。すなわち、この状態において、操舵ハンドル1 1が回動されると、例えば、図示を省略するバネ機構による弾性力や摩擦力、慣性力あるいは粘性力などに起因する適度なトルクが発生し、運転者はこのトルクを反力として知覚する。このため、運転者は、この知覚した反力に略等しい操舵トルク T を入力して、操舵ハンドル1 1を回動操作する。

したがって、電磁クラッチ3 1が正常に切断状態にあるときには、図3にて実線で示すような変化特性を有するトルク（以下、このトルクを目標トルク T_b という）が操舵トルク T として操舵トルクセンサ4 2によって検出される。これにより、チェック用ECU 4 5は、操舵トルクセンサ4 2によって検出された操舵トルク T が目標トルク T_b 以下であれば、電磁クラッチ3 1が正常に作動しているため、ステップS 1 3にて「Yes」と判定してステップS 1 4に進む。ステップS 1 4においては、チェック用ECU 4 5は、電磁クラッチ3 1の正常および異常状態を表す異常フラグMBFを、電磁クラッチ3 1の正常を表す値”0”に設定する。

一方、電磁クラッチ3 1の作動に異常が発生している場合、具体的には、前記ステップS 1 1における切断制御処理にもかかわらず電磁クラッチ3 1が接続状態を維持している場合には、操舵トルクセンサ4 2によって検出される操舵トルク T が目標トルク T_b よりも大きくなる。すなわち、前記切断制御に反して、電磁クラッチ3 1が接続状態を維持しているときには、操舵入力軸1 2と転舵出力軸2 4とが機械的に連結された状態となる。なお、以下の説明においては、電磁クラッチ3 1が切断制御に反して接続状態を維持している場合を誤接続状態という。

ところで、転舵用電動モータ2 2は停止状態であるため、転舵出力軸2 4は操舵入力軸1 2から伝達された動力、言い換えれば、運転者が操舵ハンドル1 1を介して入力した操

舵トルク T によって回転する。これにより、運転者が操舵ハンドル 11 を介して入力する操舵トルク T は、例えば、操舵入力軸 12 の捩り剛性などに起因するトルクが付加されて、図 3 にて破線で示すように大きくなる。したがって、チェック用 ECU 45 は、操舵トルクセンサ 42 によって検出された操舵トルク T が目標トルク T_b に比して大きければ、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているため、ステップ S 13 にて「No」と判定してステップ S 15 に進む。ステップ S 15 においては、チェック用 ECU 45 は、異常フラグ MBF を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値“1”に設定する。

前記ステップ S 14 または前記ステップ S 15 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 16 にて、操舵角センサ 41 によって検出された操舵角 θ が予め設定された所定の小さな操舵角 θ_o 以下であるか否かを判定する。上述したように、このチェックプログラムは、イグニッションスイッチが投入された後、運転者による操舵ハンドル 11 の最初の回転操作中に実行されるものである。そして、このチェックプログラムは、転舵用電動モータ 22 が停止状態にあるときに実行されるものである。言い換えれば、このチェックプログラムが実行されている間は、運転者が操舵ハンドル 11 を回転操作しても、転舵用電動モータ 22 によって左右前輪 FW1, FW2 が転舵されない。したがって、電磁クラッチ 31 の作動をチェックするために必要な操舵ハンドル 11 の回転操作量（すなわち、操舵角 θ ）を小さくして、運転者が覚える違和感を抑制する必要がある。

このため、チェック用 ECU 45 は、運転者による操舵ハンドル 11 の回転操作量すなわち操舵角 θ が、違和感を覚えない程度に設定された小さな操舵角 θ_o 以下であれば、「Yes」と判定して、上述したステップ S 11 からステップ S 15 までの各処理を繰り返し実行する。一方、操舵角 θ が操舵角 θ_o よりも大きければ、「No」と判定して、ステップ S 17 に進む。ステップ S 17 においては、チェック用 ECU 45 は、前記ステップ S 14 またはステップ S 15 にて設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 に対して出力して、ステップ S 18 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 18 にてチェックプログラムの実行を終了する。

また、操舵反力用 ECU 46 は、前記イグニッションスイッチの投入後、図 4 の操舵反力制御プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行している。この操舵反力制御プログラムの実行は、ステップ S 30 にて開始され、操舵反力用 ECU 46 は、ステップ S 31 にて異常フラグ MBF をチェック用 ECU 45 から取得済みか否かを判定する。イグニッ

ションスイッチの投入後、異常フラグ MBF が未だ取得できていなければ、操舵反力用 ECU 46 は、ステップ S 31 にて「No」と判定して、ステップ S 36 にて操舵反力制御プログラムの実行を一旦終了する。この状態では、操舵反力用 ECU 46 は実質的な処理を実行せず、チェック用 ECU 45 による異常フラグ MBF の出力を待つ。

一方、チェック用 ECU 45 から異常フラグ MBF を取得すると、操舵反力用 ECU 46 はステップ S 31 にて「Yes」と判定して、ステップ S 32 以降の処理を実行し始める。ステップ S 32 においては、操舵反力用 ECU 46 は、操舵角センサ 41 から操舵角 θ 、および車速センサ 44 から車速 V を入力して、ステップ S 33 に進む。

ステップ S 33 においては、操舵反力用 ECU 46 は、チェック用 ECU 45 から取得した異常フラグ MBF の値が、電磁クラッチ 31 の異常を表す“1”に設定されているか否かを判定する。すなわち、操舵反力用 ECU 46 は、異常フラグ MBF の値が“0”に設定されていれば、電磁クラッチ 31 が正常に作動しているため、「No」と判定する。そして、操舵反力用 ECU 46 は、ステップ S 34 およびステップ S 35 を実行し、運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作に対して、適切な反力を付与するように操舵反力用電動モータ 13 を駆動制御（以下、この駆動制御を通常反力制御という）する。以下、この通常反力制御について詳細に説明する。

ステップ S 34 においては、操舵反力用 ECU 46 は、ROM 内に設けられている操舵反力テーブルを参照して、操舵角 θ および車速 V に応じて変化する目標操舵反力 Th^* を計算する。この操舵反力テーブルは、図 6 に示すように、複数の代表的な車速値ごとに、操舵角 θ の増加に従って非線形増加する複数の目標操舵反力 Th^* を記憶している。なお、この操舵反力テーブルを利用するのに代えて、操舵角 θ および車速 V に応じて変化する目標操舵反力 Th^* を関数により予め定義しておき、同関数を利用して目標操舵反力 Th^* を計算するようにしてもよい。

次に、操舵反力用 ECU 46 は、ステップ S 35 にて、駆動回路 52 と協働して前記計算した目標操舵反力 Th^* に対応した駆動電流を操舵反力用電動モータ 13 に流して、ステップ S 36 にてこの操舵反力制御プログラムの実行を一旦終了する。これにより、操舵反力用電動モータ 13 は、操舵入力軸 12 を目標操舵反力 Th^* に対応した回転トルクで駆動する。その結果、操舵ハンドル 11 の回動操作に対して、操舵反力用電動モータ 13 による目標操舵反力 Th^* が付与され、運転者は、適度な操舵反力を感じながら、操舵ハンドル

11を回動操作できる。

一方、操舵反力用ECU46は、チェック用ECU45から取得した異常フラグMBFの値が”1”に設定されていれば、電磁クラッチ31に異常が発生しているため、前記ステップS33において、「Yes」と判定する。そして、操舵反力用ECU46は、ステップS37およびステップS38を実行し、後述する転舵制御プログラムの実行により転舵用電動モータ22の作動が停止された状態において、運転者による操舵ハンドル11の回動操作を補助するように、操舵反力用電動モータ13を駆動制御（以下、この駆動制御をアシスト制御という）する。以下、このアシスト制御について詳細に説明する。

ステップS37においては、操舵反力用ECU46は、ROM内に設けられているアシスト指令値テーブルを参照して、操舵角 θ および車速Vに応じて変化する目標アシストトルク Ta^* を計算する。このアシスト指令値テーブルは、図7に示すように、複数の代表的な車速値ごとに、操舵角 θ の増加に従って非線形増加する複数の目標アシストトルク Ta^* を記憶している。なお、このアシスト指令値テーブルを利用するのに代えて、操舵角 θ および車速Vに応じて変化する目標アシストトルク Ta^* を関数により予め定義しておき、同関数を利用して目標アシストトルク Ta^* を計算するようにしてもよい。

次に、操舵反力用ECU46は、ステップS38にて、駆動回路52と協働して前記計算した目標アシストトルク Ta^* に対応した駆動電流を操舵反力用電動モータ13に流して、ステップS36にてこの操舵反力制御プログラムの実行を一旦終了する。これにより、操舵反力用電動モータ13は、操舵入力軸12を目標アシストトルク Ta^* に対応した回転トルクで駆動する。その結果、転舵用電動モータ22の作動が停止された状態では、操舵ハンドル11の回動操作による左右前輪FW1、FW2の転舵が目標アシストトルク Ta^* によって補助されるため、運転者は、操舵ハンドル11を軽快に回動操作できる。

また、転舵用ECU47は、前記イグニッションスイッチの投入後、図5の転舵制御プログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行している。この転舵制御プログラムの実行はステップS50にて開始され、転舵用ECU47は、ステップS51にて異常フラグMBFをチェック用ECU45から取得済みか否かを判定する。イグニッションスイッチの投入後、異常フラグMBFが未だ取得できていなければ、転舵用ECU47は、ステップS51にて「No」と判定して、ステップS58にて転舵制御プログラムの実行を一旦終了する。この状態では、転舵用ECU47は実質的な処理を実行せず、チェック用EC

U 4 5 による異常フラグ MBF の出力を待つ。

一方、チェック用 ECU 4 5 から異常フラグ MBF を取得すると、転舵用 ECU 4 7 はステップ S 5 1 にて「Y e s」と判定して、ステップ S 5 2 以降の各処理を実行し始める。ステップ S 5 2 においては、転舵用 ECU 4 7 は、操舵角センサ 4 1 から操舵角 θ 、転舵角センサ 4 3 から実転舵角 δ 、および車速センサ 4 4 から車速 V を入力して、ステップ S 5 3 に進む。

ステップ S 5 3 においては、転舵用 ECU 4 7 は、チェック用 ECU 4 5 から取得した異常フラグ MBF の値が、電磁クラッチ 3 1 の異常を表す” 1 ”に設定されているか否かを判定する。すなわち、転舵用 ECU 4 7 は、異常フラグ MBF の値が” 0 ”に設定されていれば、電磁クラッチ 3 1 が正常に作動しているため、「N o」と判定する。そして、転舵用 ECU 4 7 は、ステップ S 5 4 からステップ S 5 7 の各ステップを実行し、運転者による操舵ハンドル 1 1 の回動操作に対して、左右前輪 FW 1, FW 2 を適切に転舵するように転舵用電動モータ 2 2 を駆動制御（以下、この駆動制御を通常転舵制御という）する。以下、この通常転舵制御について詳細に説明する。

ステップ S 5 4 においては、転舵用 ECU 4 7 は、ROM 内に記憶されている転舵角テーブルを参照して、操舵角 θ に応じて変化する目標転舵角 δ^* を計算する。この転舵角テーブルは、図 8 に示すように、操舵角 θ の増加に伴って非線形に増加する目標転舵角 δ^* を記憶している。この目標転舵角 δ^* の操舵角 θ に対する変化率は、操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ の小さな範囲内で小さく、操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ が大きくなると大きくなるように設定されている。なお、この転舵角テーブルを利用するのに代えて、操舵角 θ と目標転舵角 δ^* との関係を示す関数を予め用意しておき、同関数を利用して目標転舵角 δ^* を計算するようにしてもよい。

次に、転舵用 ECU 4 7 は、ステップ S 5 5 にて、ROM 内に記憶されている車速係数テーブルを参照して、車速 V に応じて変化する車速係数 K を計算する。この車速係数テーブルは、図 9 に示すように、車速 V の小さな範囲内で「1」よりも大きく、車速 V の大きな範囲内で「1」よりも小さく、車速 V の増加に従って「1」を挟んで非線形に減少する車速係数 K を記憶している。なお、この車速係数テーブルを利用するのに代えて、車速 V と車速係数 K との関係を示す関数を予め用意しておき、同関数を利用して車速係数 K を計算するようにしてもよい。

これらの目標転舵角 δ^* および車速係数 K の決定後、転舵用 ECU 47 は、ステップ S 56 にて、下記式 1 の演算の実行により、目標転舵角 δ^* を車速係数 K で補正して最終的な目標転舵角 δ^* を計算する。

$$\delta^* = K \cdot \delta^* \quad \cdots \text{式 1}$$

そして、ステップ S 57 にて、実転舵角 δ が最終的に目標転舵角 δ^* に等しくなるように、両転舵角 δ^* 、 δ の差分 $\delta^* - \delta$ を用いて駆動回路 53 を介して転舵用電動モータ 22 の回転を制御する。これにより、転舵用電動モータ 22 は回転駆動され、ねじ送り機構 23 を介してラックバー 21 を軸線方向に駆動して、左右前輪 FW1、FW2 を目標転舵角 δ^* に転舵する。

このような転舵制御により、図 8 に示すように、左右前輪 FW1、FW2 は、操舵角 θ の小さな範囲で同操舵角 θ の変化に対して小さく転舵され、操舵角 θ の大きな範囲で同操舵角 θ の変化に対して大きく転舵される。その結果、操舵ハンドル 11 の持ち替えなしで左右前輪 FW1、FW2 は大きな転舵角まで転舵される。また、図 9 に示すように、左右前輪 FW1、FW2 は、車速 V が小さいときには操舵角 θ に対して大きく転舵され、車速 V が大きくなると操舵角 θ に対して小さく転舵される。前記ステップ S 57 の処理後、転舵用 ECU 47 は、ステップ S 58 にて、転舵制御プログラムの実行を終了する。

一方、転舵用 ECU 47 は、チェック用 ECU 45 から取得した異常フラグ MBF の値が "1" に設定されていれば、ステップ S 53 において「Yes」と判定し、ステップ S 59 にて転舵用電動モータ 22 の作動を停止制御する。このことを、具体的に説明する。

チェック用 ECU 45 から値が "1" に設定された異常フラグ MBF が出力された状態においては、電磁クラッチ 31 は誤接続状態にある。このように、電磁クラッチ 31 が誤接続状態にあるときに転舵用電動モータ 22 を駆動させると、同電動モータ 22 の回転駆動力が、ラックバー 21、ピニオンギア 25、転舵出力軸 24、電磁クラッチ 31 および操舵入力軸 12 を介して、操舵ハンドル 11 に伝達される。

ところで、電磁クラッチ 31 の作動が正常であるときに実行される通常転舵制御においては、上述したように、例えば、操舵ハンドル 11 の操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ がある程度大きくなると目標転舵角 δ^* が非線形的に大きく計算され、左右前輪 FW1、FW2 の実転舵角 δ が目標転舵角 δ^* となるように、転舵用電動モータ 22 が駆動制御される。このため、誤接続状態で転舵用電動モータ 22 が通常転舵制御された場合には、運転者が操舵

ハンドル 11 を介して入力した操舵角 θ と計算された目標転舵角 δ^* との差分だけ、操舵ハンドル 11 が運転者の意図に反して自動的に回動されて、所謂、セルフステアが発生することになる。

そして、セルフステアが発生した状況においては、操舵ハンドル 11 が自動的に回動することによって操舵角 θ が大きくなり、その結果、計算される目標転舵角 δ^* もより大きくなる。これにより、操舵角 θ と目標転舵角 δ^* との差分がより大きくなって操舵ハンドル 11 がさらに回動しやすくなるため、運転者が意図する旋回態様で車両を旋回させることが難しくなる。このように、セルフステアが発生した状況では、運転者は、自身が意図する旋回態様で車両を旋回させるために、自動的に回動する操舵ハンドル 11 の回動方向とは逆方向により大きなトルク（逆方向の操舵トルク T ）を付与して操舵ハンドル 11 の自動的な回動を止めて、適正な操舵角 θ を維持する必要がある。

したがって、転舵用 ECU 47 は、チェック用 ECU 45 から "1" に設定された異常フラグ MBF を取得すると、ステップ S 59 にて、転舵用電動モータ 22 の作動を停止制御し、セルフステアの発生を防止する。ここで、電磁クラッチ 31 が誤接続状態にあり、転舵用電動モータ 22 に作動が停止された状況においては、運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作量すなわち操舵角 θ に対して、実転舵角 δ が線形的に変化するように左右前輪 FW1, FW2 が転舵される。言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動が正常であり、転舵用電動モータ 22 が通常転舵制御されている場合に比して、運転者は、車両を旋回させるために、より大きな操舵ハンドル 11 の回動操作量が必要となる。

ところで、このように、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生している状況においては、上述した操舵反力制御プログラムステップ S 37 およびステップ S 38 で説明したように、操舵反力用 ECU 46 は、操舵反力用電動モータ 13 をアシスト制御する。したがって、車両を旋回させるために操舵ハンドル 11 の回動操作量が増大した場合であっても、操舵ハンドル 11 を軽快に回動操作することができ、運転者の負担を軽減することができる。

このように、転舵用 ECU 47 は、前記ステップ S 59 にて転舵用電動モータ 22 の作動を停止制御すると、ステップ S 58 にて転舵制御プログラムの実行を終了する。

以上の説明からも理解できるように、この第 1 実施形態においては、電磁クラッチ 31 に発生した異常を的確に検出することができる。そして、この異常検出は、運転者による

操舵ハンドル 11 の回動操作中に行うことができる。このため、例えば、チェック用 ECU 45 による電磁クラッチ 31 の異常検出中において、運転者が操舵ハンドル 11 を回動操作できないなど、回動操作に対して運転者が覚える違和感を抑制することができる。また、操舵ハンドル 11 の回動操作中に異常検出を行うことによって、別途、異常検出に要する時間を設ける必要がなく、効率よく電磁クラッチ 31 の作動状態をチェックすることができる。

また、電磁クラッチ 31 の作動状態に応じて、操舵反力用電動モータ 13 および転舵用電動モータ 22 の作動を切り替えることができる。すなわち、電磁クラッチ 31 の作動が正常であるときには、操舵反力用電動モータ 13 は、操舵反力用 ECU 46 によって、運転者の操舵ハンドル 11 の回動操作に対して所定の反力を付与するように、通常反力制御される。また、転舵用電動モータ 22 は、転舵用 ECU 47 によって、左右前輪 FW1, FW2 が運転者によって入力された操舵角 θ に対して非線形的に変化する目標転舵角 δ^* となるように、通常転舵制御される。これにより、運転者は操舵ハンドル 11 を持ち替えることなく車両を良好に旋回させることができる。

一方、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているときには、操舵反力用電動モータ 13 は、操舵反力用 ECU 46 によって、運転者の操舵ハンドル 11 の回動操作を補助するように、アシスト制御される。また、転舵用電動モータ 22 は、転舵用 ECU 47 によって停止制御される。これにより、セルフステアの発生を未然に確実に防止することができる。電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生している場合であっても、運転者の意図に合わせて、車両を旋回させることができる。

b. 第 2 実施形態

上記第 1 実施形態においては、イグニッションスイッチの投入後、最初に操舵ハンドル 11 が回動操作されたときに、電磁クラッチ 31 の作動状態をチェックするチェックプログラムを 1 回だけ実行するように実施した。しかし、これに加えてまたは代えて、車両の走行中において、常に電磁クラッチ 31 の作動状態をチェックするように実施することができる。以下、この第 2 実施形態について詳細に説明するが、操舵反力制御プログラムおよび転舵制御プログラムの実行に関しては、上記第 1 実施形態と同一であるため、その説明を省略する。また、第 2 実施形態における構成に関しても、図 1 に示した上記第 1 実施形態と同一であるため、その説明を省略する。

この第2実施形態においては、イグニッションスイッチが投入された後、チェック用ECU45は、図10に示すチェックプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。なお、この第2実施形態においては、イグニッションスイッチが投入されると、ステアリングバイワイヤ方式の操舵装置とするべく、電磁クラッチ31が切断状態に制御されるものとして説明する。

チェック用ECU45は、図示しない初期化処理の実行後、ステップS70にてチェックプログラムの実行を開始し、ステップS71にて、操舵角センサ41によって検出された操舵角 θ を入力して、ステップS72に進む。ステップS72においては、チェック用ECU45は、前記入力した操舵角 θ を用いて、同操舵角 θ を時間微分した時間微分値 $d\theta/dt$ （以下、この微分値を操舵角速度 θ' という）と、操舵角速度 θ' をさらに時間微分した時間微分値 $d\theta'/dt$ （以下、この微分値を操舵角加速度 θ'' という）とを、それぞれ計算する。

前記ステップS72の演算処理後、チェック用ECU45は、電磁クラッチ31が切断状態に制御されているにもかかわらず誤接続状態となっているか否かを判定するために、ステップS73およびステップS74の各処理を実行する。具体的に説明すると、チェック用ECU45は、ステップS73において、前記ステップS72にて計算した操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ が予め実験的に決定された所定の操舵角速度 $\theta'a$ 以下であるか否かを判定する。また、チェック用ECU45は、ステップS74において、前記ステップS72にて計算した操舵角加速度 θ'' の絶対値 $|\theta''|$ が予め実験的に決定された所定の操舵角加速度 $\theta'a$ 以下であるか否かを判定する。ここで、所定の操舵角速度 $\theta'a$ および所定の操舵角加速度 $\theta'a$ は、電磁クラッチ31の誤接続状態により発生したセルフステアによって、操舵ハンドル11が回動しているか否かを判定できる程度に決定されるものである。

そして、チェック用ECU45は、ステップS73およびステップS74における判定処理にてそれぞれ「Yes」と判定、すなわち、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ の値が所定の操舵角速度 $\theta'a$ 以下であり、操舵角加速度 θ'' の絶対値 $|\theta''|$ の値が所定の操舵角加速度 $\theta'a$ 以下であれば、セルフステアが発生しておらず、電磁クラッチ31の作動が正常であると判定する。具体的に説明すると、電磁クラッチ31の作動が正常である場合には、操舵入力軸12と転舵出力軸24の機械的な連結が解除されているため、転舵用電動モータ22の回転駆動力（動力）が操舵入力軸12を介して操舵ハンドル11に伝達されな

い。このため、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ の値および操舵角加速度 θ'' の絶対値 $|\theta''|$ の値は、運転者による回動操作に基づくものであり、所定の操舵角速度 $\theta a'$ および所定の操舵角加速度 $\theta a''$ よりも小さくなる。したがって、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 75 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の正常を表す値 "0" に設定する。

一方、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 73 における判定処理にて「No」と判定、すなわち、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ が所定の操舵角速度 $\theta a'$ よりも大きければ、電磁クラッチ 31 の作動が異常であると判定する。また、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 73 における判定処理にて「Yes」と判定し、かつ、ステップ S 74 における判定処理にて「No」と判定、すなわち、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ は所定の操舵角速度 $\theta a'$ 以下であり、かつ、操舵角加速度 θ'' の絶対値 $|\theta''|$ が所定の操舵角加速度 $\theta a''$ よりも大きければ、電磁クラッチ 31 の作動が異常であると判定する。この判定について、図 11 を用いて詳細に説明する。

図 11 は、操舵角 θ 、操舵角速度 θ' および操舵角加速度 θ'' の時間推移を概略的に示したものである。電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しておらず、操舵入力軸 12 と転舵出力軸 24 との機械的な連結が解除された状態では、セルフステアが発生しない。このため、運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作量すなわち操舵角 θ の時間推移は、図 11 (a) に示すように、運転者による回動操作に基づいて、ある程度小さな変化量で推移する。また、このときの操舵角速度 θ' および操舵角加速度 θ'' の時間推移も、それぞれ、図 11 (b), (c) に示すように、ある程度小さな変化量で推移する。

ところが、ある時間にて電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生し、同クラッチ 31 が誤接続状態となると、セルフステアが発生するようになる。このように、セルフステアが発生した状況では、図 11 (a) に示すように、操舵角 θ が一様に増加する。そして、操舵角 θ の増加に伴って、図 11 (b) に示すように、操舵角速度 θ' も一様に増加し、その後、所定の操舵角速度 $\theta a'$ を超えるようになる。したがって、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 73 にて、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ と所定の操舵角速度 $\theta a'$ とを比較することによって、セルフステアの発生、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定することができる。

ところで、セルフステアが発生した後、操舵角速度 θ' が所定の操舵角速度 $\theta a'$ を超える

までには、図 11 (b) から明らかなように、ある程度の時間を要する場合がある。すなわち、例えば、転舵用電動モータ 22 が大きな回転駆動力を発生しており、操舵ハンドル 11 が大きな操舵角速度 θ' で回転した場合には、急峻に所定の操舵角速度 θ_a' よりも大きくなり、ステップ S 73 にて「No」と判定することができる。しかし、操舵ハンドル 11 が比較的急峻に回転している場合には、セルフステアが発生しているにもかかわらず、ステップ S 73 の処理実行時点で精度よく判定できない可能性がある。

これに対して、操舵角加速度 θ'' の時間推移は、図 11 (c) から明らかなように、操舵角速度 θ' の時間推移に比して、セルフステアの発生に対して鋭敏に変化する。したがって、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 74 の判定処理を実行することにより、セルフステアの発生、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の異常発生を短時間にかつ確実に判定することができる。すなわち、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 73 にて「Yes」と判定した場合であっても、ステップ S 74 を実行することによって「No」と判定することができる。これにより、セルフステアの発生を確実に検出できて、電磁クラッチ 31 の異常を的確に判定することができる。このように、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 73 およびステップ S 74 を実行することによって、電磁クラッチ 31 の異常発生を確実に判定することができる。そして、チェック用 ECU 45 は、前記ステップ S 73 および前記ステップ S 74 の判定処理のうち的一方で「No」と判定すると、ステップ S 76 に進み、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値 "1" に設定する。

前記ステップ S 75 または前記ステップ S 76 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 77 にて、設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 に対して出力する。このように、異常フラグ MBF を出力すると、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 78 にて、チェックプログラムの実行を一旦終了し、所定の短時間経過後、ふたたび、チェックプログラムの実行を開始する。一方で、操舵反力用 ECU 46 は図 4 に示した操舵反力制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行し、転舵用 ECU 47 は図 5 に示した転舵制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行する。したがって、上記第 1 実施形態と同様に、異常フラグ MBF の設定値に応じて、操舵反力制御と転舵制御が適切に行われる。

以上の説明からも理解できるように、この第 2 実施形態によれば、車両が走行中であっ

ても、電磁クラッチ 31 の異常を的確に検出することができる。また、セルフステアの発生に基づいて電磁クラッチ 31 の異常を検出し、同異常に適切に対応して、上記第 1 実施形態と同様に操舵反力用電動モータ 13 および転舵用電動モータ 22 の作動を制御することができる。したがって、運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作に対する発生したセルフステアの影響を極めて小さくすることができて、運転者の意図に合わせて、車両を旋回させることができる。

c. 第 2 実施形態の第 1 変形例

次に、操舵角 θ の入力方向に対する操舵トルク T の入力方向の変化に基づいて、的確かつ早急に、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定する上記第 2 実施形態の第 1 変形例について詳細に説明する。この第 1 変形例においては、イグニッションスイッチが投入された後、チェック用 ECU 45 は、図 12 に示すチェックプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。なお、この第 1 変形例においても、イグニッションスイッチが投入されると、電磁クラッチ 31 が切断状態に制御されるものとして説明する。

チェック用 ECU 45 は、図示しない初期化処理の実行後、ステップ S90 にてチェックプログラムの実行を開始し、ステップ S91 にて、操舵角センサ 41 によって検出された操舵角 θ を入力するとともに、操舵トルクセンサ 42 によって検出された操舵トルク T を入力する。そして、チェック用 ECU 45 は、操舵角 θ および操舵トルク T を入力すると、ステップ S92 にて、検出された操舵角 θ の入力方向と操舵トルク T の入力方向が一致しているか否かを判定する。以下、この判定を、図 13 を用いて詳細に説明する。

上記第 1 実施形態で説明したように、電磁クラッチ 31 が正常に作動している状況では、操舵反力用 ECU 46 は操舵反力用電動モータ 13 を通常反力制御し、転舵用 ECU 47 は転舵用電動モータ 22 を通常転舵制御する。この状況においては、運転者は、操舵ハンドル 11 を介して、操舵反力用電動モータ 13 の駆動によって付与される操舵反力を知覚しながら操舵ハンドル 11 を回動操作する。すなわち、運転者は、操舵反力と略等しい操舵トルク T を操舵ハンドル 11 に入力し、操舵ハンドル 11 を操舵トルク T の入力方向に回動操作する。したがって、電磁クラッチ 31 が正常に作動しており、操舵反力用 ECU 46 によって操舵反力用電動モータ 13 が通常反力制御されている場合には、図 13 に示すように、操舵角 θ の入力方向と操舵トルク T の入力方向が一致する。一方、電磁

クラッチ 31 が正常に作動している状況においては、左右前輪 FW1, FW2 は、通常転舵制御された転舵用電動モータ 22 によって、目標転舵角 δ^* となるように転舵される。

ところが、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生した場合、より詳しくは、電磁クラッチ 31 が誤接続状態となった場合には、操舵角 θ の入力方向と操舵トルク T の入力方向が一致しなくなる。具体的に説明すると、今、操舵反力用 ECU 46 が通常反力制御し、転舵用 ECU 47 が通常転舵制御しており、車両が旋回している状況を考える。この状況において、電磁クラッチ 31 が誤接続状態になると、上述したように、セルフステアが発生し、操舵ハンドル 11 が自動的に回動を開始する状態となる。このようにセルフステアが発生した状態においては、運転者は、自身が意図した車両の旋回状態を維持するために、操舵ハンドル 11 の自動的な回動を止めるべく、これまで入力していた方向とは逆方向に操舵トルク T を付与するようになる。すなわち、操舵角 θ の入力方向と操舵トルク T の入力方向とが一致せず、操舵角 θ と操舵トルク T との関係を図示すれば、図 13 に示す領域 A に包含される関係となる。

このことに基づき、チェック用 ECU 45 は、ステップ S92 にて、検出された操舵角 θ の入力方向と操舵トルク T の入力方向、より具体的には、検出された操舵角 θ と操舵トルク T の符号を比較する。そして、操舵角 θ と操舵トルク T の符号が一致していれば、セルフステアが発生していない、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生していないため、「Yes」と判定してステップ S93 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S93 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の正常を表す値 "0" に設定する。

一方、チェック用 ECU 45 は、操舵角 θ と操舵トルク T の符号が一致していなければ、セルフステアが発生している、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているため、「No」と判定してステップ S94 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S94 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値 "1" に設定する。

前記ステップ S93 または前記ステップ S94 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S95 にて、設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 に対して出力する。このように、異常フラグ MBF を出力すると、チェック用 ECU 45 は、ステップ S96 にて、チェックプログラムの実行を一旦終了し、所定の短時間

経過後、ふたたび、チェックプログラムの実行を開始する。一方で、操舵反力用 ECU 46 は図 4 に示した操舵反力制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行し、転舵用 ECU 47 は図 5 に示した転舵制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行する。したがって、上記第 1 実施形態と同様に、異常フラグ MBF の設定値に応じて、操舵反力制御と転舵制御が適切に行われる。

以上の説明からも理解できるように、この第 2 実施形態の第 1 変形例によれば、操舵角 θ の入力方向に対する操舵トルク T の入力方向の変化に基づき、セルフステアの発生すなわち電磁クラッチ 31 の異常発生を判定することができる。これにより、上述した第 2 実施形態に比して、より早急にかつ的確に、電磁クラッチ 31 の異常発生を検出することができる。

すなわち、上記第 2 実施形態においては、操舵ハンドル 11 の操舵角 θ を入力し、同入力した操舵角 θ に基づく操舵角速度 θ' および操舵角加速度 θ'' を所定の操舵角速度 $\theta a'$ および操舵角加速度 $\theta a''$ と比較することにより、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定するようにした。しかしながら、この場合には、セルフステア発生時における操舵角速度 θ' や操舵角加速度 θ'' は、転舵用電動モータ 22 が発生する回転駆動力に依存するものであり、例えば、バッテリー電圧や路面の状態、車速などによって変化する可能性がある。また、このように変化する操舵角速度 θ' や操舵角加速度 θ'' に応じて所定の操舵角速度 $\theta a'$ や所定の操舵角加速度 $\theta a''$ を適切に設定しておく必要もある。そして、このように変化する要素を用いてセルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定する場合には、判定処理における時間遅れも懸念される。

これに対して、第 1 変形例においては、操舵角 θ の入力方向に対する操舵トルク T の入力方向の変化に基づいて電磁クラッチ 31 の異常発生を判定することができる。これにより、上述したような異常判定に影響を及ぼす外的な要素がなく、判定処理における時間遅れを低減することができる。したがって、電磁クラッチ 31 の異常発生を、より早急にかつ的確に判定することができる。

d. 第 2 実施形態の第 2 変形例

次に、操舵角速度 θ' と実転舵角 δ の時間微分値 $d\delta/dt$ (以下、この微分値を転舵角速度 δ' という) とに基づいて、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定する第 2 変形例を説明する。この第 2 変形例においては、図 1 にて破線で示す

ように、チェック用ECU45に対して、転舵角センサ43が接続されて構成される。そして、この第2変形例においては、イグニッションスイッチが投入された後、チェック用ECU45は、図14に示すチェックプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。なお、この第2変形例においても、イグニッションスイッチが投入されると、電磁クラッチ31が切断状態に制御されるものとして説明する。

チェック用ECU45は、図示しない初期化処理の実行後、ステップS110にてチェックプログラムの実行を開始し、ステップS111にて、操舵角センサ41によって検出された操舵角 θ を入力するとともに、転舵角センサ43によって検出された実転舵角 δ を入力する。そして、チェック用ECU45は、続くステップS112にて、前記入力した操舵角 θ を用いて操舵角速度 θ' を計算するとともに、前記入力した転舵角 δ を用いて転舵角速度 δ' を計算する。

前記ステップS112の演算処理後、チェック用ECU45は、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ と転舵角速度 δ' の絶対値 $|\delta'|$ の大きさを比較することによって、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ31の異常発生を判定する。以下、この判定を、図15を用いて詳細に説明する。

上記第1実施形態で説明したように、電磁クラッチ31が正常に作動している状況では、転舵用ECU47は転舵用電動モータ22を通常転舵制御する。この状況においては、運転者による操舵ハンドル11の回動操作量（すなわち操舵角 θ ）に対して、非線形的に大きく計算された目標転舵角 δ^* まで左右前輪FW1、FW2を転舵させるため、図15に示すように、操舵角速度 θ' に比して転舵角速度 δ' が大きくなる。ところが、電磁クラッチ31が誤接続状態となった場合には、操舵角速度 θ' と転舵角速度 δ' が一致する、または、ラックバー21とピニオンギア25との間の減速比を考慮すれば転舵角速度 δ' が操舵角速度 θ' よりも小さくなる。すなわち、操舵角速度 θ' と転舵角速度 δ' との関係を図示すれば、図15に示す領域Bに包含される関係となる。

このことに基づき、チェック用ECU45は、ステップS113にて、計算した転舵角速度 δ' が計算した操舵角速度 θ' よりも大きければ、セルフステアが発生していない、言い換えれば、電磁クラッチ31の作動に異常が発生していないため、「Yes」と判定してステップS114に進む。そして、チェック用ECU45は、ステップS114にて、異常フラグMBFの値を、電磁クラッチ31の正常を表す値”0”に設定する。

一方、計算した転舵角速度 δ' が計算した操舵角速度 θ' 以下であれば、セルフステアが発生している、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているため、「No」と判定してステップ S115 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S115 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値 "1" に設定する。

前記ステップ S114 または前記ステップ S115 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S116 にて、設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 に対して出力する。このように、異常フラグ MBF を出力すると、チェック用 ECU 45 は、ステップ S117 にて、チェックプログラムの実行を一旦終了し、所定の短時間経過後、ふたたび、チェックプログラムの実行を開始する。一方で、操舵反力用 ECU 46 は図 4 に示した操舵反力制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行し、転舵用 ECU 47 は図 5 に示した転舵制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行する。したがって、上記第 1 実施形態と同様に、異常フラグ MBF の設定値に応じて、操舵反力制御と転舵制御が適切に行われる。

以上の説明からも理解できるように、この第 2 変形例によれば、操舵トルクセンサ 42 を採用することなく、的確かつ早急に、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定することができる。したがって、特に、ステアリングバイワイヤ方式の操舵装置においては、操舵入力軸 12 と転舵出力軸 24 とが分離されているため、操舵トルクセンサ 42 の配置が制限される場合があるが、この第 2 変形例によれば、操舵トルクセンサ 42 を設置するためのスペースを確保する必要がなく、操舵装置の搭載自由度を十分に確保することができる。その他の効果については、上記第 1 変形例と同様の効果が期待できる。

ここで、上記第 2 変形例においては、操舵角速度 θ' の絶対値 $|\theta'|$ と転舵角速度 δ' の絶対値 $|\delta'|$ の大きさを比較することによって、セルフステアの発生、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定するようにした。この場合、操舵角 θ の絶対値 $|\theta|$ と実転舵角 δ の絶対値 $|\delta|$ の大きさを比較するようにしてもよい。このように、操舵角センサ 41 によって検出された操舵角 θ および転舵角センサ 43 によって検出された転舵角 δ を採用することにより、操舵角速度 θ' および転舵角速度 δ' の計算を省略することができる。また、操舵角加速度 θ'' の絶対値 $|\theta''|$ と、転舵角速度 δ' の時間微分値 $d\theta'/dt$

(以下、この微分値を操舵角加速度 δ'' という) の絶対値 $|\delta''|$ の大きさを比較するようにしてもよい。このように、操舵角加速度 θ'' および操舵角加速度 δ'' を採用することにより、セルフステアの発生を鋭敏に検出することができる。そして、これらの場合においても、上記第2変形例と同様の効果が期待できる。

e. 第2実施形態の第3変形例

次に、操舵トルクセンサ42によって検出される操舵トルク T の大きさの変化に基づいて、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ31の異常発生を判定する第2実施形態の第3変形例を説明する。

この第3変形例においては、イグニッションスイッチが投入された後、チェック用ECU45は、図16に示すチェックプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。なお、この第3変形例においても、イグニッションスイッチが投入されると、電磁クラッチ31が切断状態に制御されるものとして説明する。

チェック用ECU45は、図示しない初期化処理の実行後、ステップS130にてチェックプログラムの実行を開始し、ステップS131にて、操舵トルクセンサ42によって検出された操舵トルク T を入力する。そして、チェック用ECU45は、ステップS132にて、入力した操舵トルク T の大きさが急激に変化しているか否かを判定する。以下、この判定を、図17を用いて詳細に説明する。

上述した第2実施形態の第1変形例で説明したように、操舵反力用ECU46によって操舵反力用電動モータ13が通常反力制御されている状況では、運転者は、付与される操舵反力に抗して操舵トルク T を入力する。しかし、セルフステアが発生すると、運転者が回動操作している方向へ操舵ハンドル11が自動的に回動するため、運転者は急激に操舵トルク T が小さくなる感覚、所謂、トルク抜けを知覚する。すなわち、図17に示すように、破線で示す通常反力制御時に知覚する操舵トルク T の変化特性が、セルフステアが発生することによって実線で示すように急激に小さく変化する。

このことに基づき、チェック用ECU45は、ステップS132にて、入力した操舵トルク T が通常反力制御時における変化特性で推移していれば、セルフステアが発生していない、言い換えれば、電磁クラッチ31の作動に異常が発生していないため、「Yes」と判定してステップS133に進む。そして、チェック用ECU45は、ステップS133にて、異常フラグMBFの値を、電磁クラッチ31の正常を表す値“0”に設定する。

。一方、入力した操舵トルク T が通常反力制御時における変化特性から急激に変化していれば、セルフステアが発生している、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているため、「No」と判定してステップ S 134 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 134 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値 "1" に設定する。

前記ステップ S 133 または前記ステップ S 134 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 135 にて、設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵用 ECU 47 に対して出力する。このように、異常フラグ MBF を出力すると、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 136 にて、チェックプログラムの実行を一旦終了し、所定の短時間経過後、ふたたび、チェックプログラムの実行を開始する。一方で、操舵反力用 ECU 46 は図 4 に示した操舵反力制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行し、転舵用 ECU 47 は図 5 に示した転舵制御プログラムを上記第 1 実施形態と同様に実行する。したがって、上記第 1 実施形態と同様に、異常フラグ MBF の設定値に応じて、操舵反力制御と転舵制御が適切に行われる。

以上の説明からも理解できるように、この第 3 変形例によれば、操舵トルク T の大きさの変化に基づいて電磁クラッチ 31 の異常発生を判定することができる。これにより、この第 3 変形例においても、上記第 2 実施形態における異常判定に影響を及ぼす外的な要素がなく、判定処理における時間遅れを低減することができる。したがって、電磁クラッチ 31 の異常発生を、より高速にかつ的確に判定することができる。

f. 第 2 実施形態の第 4 変形例

次に、目標転舵角 δ^* と実転舵角 δ との差分値の変化に基づいて、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ 31 の異常発生を判定する第 4 変形例を説明する。

この第 4 変形例においては、イグニッションスイッチが投入された後、チェック用 ECU 45 は、図 18 に示すチェックプログラムを所定の短時間ごとに繰り返し実行し始める。なお、この第 4 変形例においても、イグニッションスイッチが投入されると、電磁クラッチ 31 が切断状態に制御されるものとして説明する。

チェック用 ECU 45 は、図示しない初期化処理の実行後、ステップ S 150 にてチェックプログラムの実行を開始し、ステップ S 151 にて、転舵角センサ 43 によって検出

された実転舵角 δ を入力する。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 152 にて、入力した実転舵角 δ と転舵用 ECU 47 によって計算された目標転舵角 δ^* との差分値の変化比率が一定の比率で変化しているか否かを判定する。以下、この判定を、図 19 を用いて詳細に説明する。

上述した第 1 実施形態で説明したように、電磁クラッチ 31 が正常に作動している状況では、転舵用 ECU 47 は、転舵制御プログラムのステップ S 54 ~ S 56 の各処理を実行することによって、非線形的に変化する目標転舵角 δ^* を計算する。そして、転舵用 ECU 47 は、転舵制御プログラムのステップ S 57 にて、検出した実転舵角 δ が目標転舵角 δ^* と一致するように、転舵用電動モータ 22 の回転を制御する。この状況において、電磁クラッチ 31 が誤接続状態になると、上述したように、操舵入力軸 12 と転舵出力軸 24 とが機械的に連結され、運転者による操舵ハンドル 11 の回動操作によって、操舵角 θ に対して実転舵角 δ が線形的に変化するように左右前輪 FW1, FW2 が転舵される。ここで、通常転舵制御時の実転舵角 δ (目標転舵角 δ^*) とセルフステア発生時すなわち電磁クラッチ 31 が誤接続状態にある時の実転舵角 δ との差分値を考えると、図 19 に示すように、操舵角 θ の変化に対して差分値が一定の比率で増加する。

このことに基づき、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 152 にて、計算された目標転舵角 δ^* と入力した実転舵角 δ との差分値が一定の比率で増加していなければ、すなわち、目標転舵角 δ^* と実転舵角 δ とが略一致した状態で変化していれば、セルフステアが発生していない、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生していないため、「Yes」と判定してステップ S 153 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 153 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の正常を表す値” 0 ”に設定する。

一方、計算された目標転舵角 δ^* と入力した実転舵角 δ との差分値が一定の比率で増加していれば、セルフステアが発生している、言い換えれば、電磁クラッチ 31 の作動に異常が発生しているため、「No」と判定してステップ S 154 に進む。そして、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 154 にて、異常フラグ MBF の値を、電磁クラッチ 31 の異常を表す値” 1 ”に設定する。

前記ステップ S 153 または前記ステップ S 154 の処理後、チェック用 ECU 45 は、ステップ S 155 にて、設定した異常フラグ MBF を操舵反力用 ECU 46 および転舵

用ECU47に対して出力する。このように、異常フラグMBFを出力すると、チェック用ECU45は、ステップS156にて、チェックプログラムの実行を一旦終了し、所定の短時間経過後、ふたたび、チェックプログラムの実行を開始する。一方で、操舵反力用ECU46は図4に示した操舵反力制御プログラムを上記第1実施形態と同様に実行し、転舵用ECU47は図5に示した転舵制御プログラムを上記第1実施形態と同様に実行する。したがって、上記第1実施形態と同様に、異常フラグMBFの設定値に応じて、操舵反力制御と転舵制御が適切に行われる。

以上の説明からも理解できるように、この第4変形例によれば、目標転舵角 δ^* と実転舵角 δ との差分値の変化比率に基づいて電磁クラッチ31の異常発生を判定することができる。これにより、この第4変形例においても、上記第2実施形態における異常判定に影響を及ぼす外的な要素がなく、判定処理における時間遅れを低減することができる。したがって、電磁クラッチ31の異常発生を、より高速にかつ的確に判定することができる。

また、この第4変形例においても、操舵トルクセンサ42を採用することなく、的確かつ早急に、セルフステアの発生、すなわち、電磁クラッチ31の異常発生を判定することができる。したがって、特に、ステアリングバイワイヤ方式の操舵装置においては、操舵入力軸12と転舵出力軸24とが分離されているため、操舵トルクセンサ42の配置が制限される場合があるが、この第4変形例によれば、操舵トルクセンサ42を設置するためのスペースを確保する必要がなく、操舵装置の搭載自由度を十分に確保することができる。その他の効果については、上記第1変形例と同様の効果が期待できる。

g. その他の変形例

上記第1実施形態、第2実施形態およびその各変形例においては、車両の操舵装置をステアリングバイワイヤ方式で作動させるべく、チェック用ECU45が電磁クラッチ31の誤接続状態を検出するように実施した。しかしながら、ステアリングバイワイヤ方式の操舵装置においては、必要に応じて、操舵入力軸12と転舵出力軸24とを連結した状態で作動させる場合もある。この場合には、電磁クラッチ31が接続状態に確実に移行している必要があり、チェック用ECU45は、電磁クラッチ31が接続状態に制御されているにもかかわらず切断状態を維持する（以下、この状態を誤切断状態という）しているか否かを判定する必要がある。このように、チェック用ECU45が電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する場合であっても、上述した各チェックプログラムを実行することによ

って、簡単にかつ的確に判定することができる。以下、具体的に説明しておく。

まず、上記第1実施形態におけるチェックプログラムを用いて、運転者による最初の回動操作時に電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する場合から説明する。この場合、チェック用ECU45は、図2におけるチェックプログラムにおける前記ステップS12に代えて、電磁クラッチ31を接続状態に制御する。そして、チェック用ECU45は、前記ステップS14に代えて、操舵トルクTが目標トルク T_b よりも大きいか否かを判定する。これにより、チェック用ECU45は、電磁クラッチ31が誤切断状態であるか否かを判定することができる。すなわち、この判定において、操舵トルクTが目標トルク T_b よりも大きければ、電磁クラッチ31が正常に作動しているため、異常フラグMBFの値を”0”に設定する。一方、操舵トルクTが目標トルク T_b 以下であれば、電磁クラッチ31が誤切断状態を維持しているため、異常フラグMBFを”1”に設定する。このように、電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する場合であっても、簡単にかつ的確に判定することができる。

次に、上記第2実施形態および各変形例におけるチェックプログラムを用いて、走行中において電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する場合を説明する。この場合においては、チェック用ECU45は、敢えて僅かなセルフステアを発生させて、電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する。すなわち、チェック用ECU45は、上記第2実施形態におけるチェックプログラムのステップS73、74、第1変形例におけるチェックプログラムのステップS92、第2変形例におけるチェックプログラムのステップS113、第3変形例におけるチェックプログラムのステップS132、および第4変形例におけるチェックプログラムのステップS152の判定処理にて、セルフステアの発生が認められれば、電磁クラッチ31が正常であると判定する。そして、チェック用ECU45は、異常フラグMBFを”0”に設定する。一方、セルフステアの発生が認められなければ、電磁クラッチ31が誤切断状態を維持していると判定し、異常フラグMBFを”1”に設定する。そして、この場合においても、電磁クラッチ31の誤切断状態を簡単にかつ的確に判定することができる。

なお、上述のように、電磁クラッチ31の誤切断状態を判定するようにした場合、言い換えれば、上記各実施形態および各変形例における電磁クラッチ31の正常と異常とが逆転する場合には、操舵反力用ECU46による操舵反力用電動モータ13の制御内容と転舵

用ECU47による転舵用電動モータ22の制御内容も逆転する。すなわち、チェック用ECU45が電磁クラッチ31の誤切断状態を判定する場合において、異常フラグMBFが”0”に設定されていれば、操舵反力用ECU46は操舵反力制御プログラムを実行することによって操舵反力用電動モータ13をアシスト制御し、転舵用ECU47は転舵制御プログラムを実行することによって転舵用電動モータ22を停止制御する。一方、異常フラグMBFが”1”に設定されていれば、操舵反力用ECU46は操舵反力制御プログラムを実行することによって操舵反力用電動モータ13を通常反力制御し、転舵用ECU47は転舵制御プログラムを実行することによって転舵用電動モータ22を通常転舵制御する。

また、上記各実施形態および各変形例においては、図1に示したように、操舵入力軸12と転舵出力軸24とを電磁クラッチ31が直接連結する構造を採用して実施した。しかしながら、操舵装置の車両搭載性を考慮して、例えば、図20に示すように、操舵入力軸12と転舵出力軸24との間に中間部材としてのケーブル32を配置して実施することもできる。

この構成において、ケーブル32は、操舵入力軸12の軸線周りの回転を転舵出力軸24に伝達する。したがって、ケーブル32の上端の固定部材32aと操舵入力軸12の下端との間には電磁クラッチ31が配置される。また、ケーブル32の下端の固定部材32bと転舵出力軸24の上端との間には電磁クラッチ33が配置される。なお、電磁クラッチ33は、電磁クラッチ31と同様に、非通電状態にて接続状態に設定されて、ケーブル32と転舵出力軸24とを動力伝達可能に連結し、通電状態にて切断状態に設定されて、ケーブル32と転舵出力軸24とを動力伝達不能に切り離す。

そして、このように構成された操舵装置においては、チェック用ECU45は、電磁クラッチ31および電磁クラッチ33の両方に作動異常が発生して誤接続状態にあるときに、異常フラグMBFの値を”1”に設定して出力する。これは、両電磁クラッチ31、33が誤接続状態にあるときには、操舵入力軸12、ケーブル32および転舵出力軸24が機械的に連結された状態であり、セルフステアを発生するからである。一方、電磁クラッチ31および電磁クラッチ33のいずれか一方、または、両電磁クラッチ31、33が正常に作動しているときに、異常フラグMBFの値を”0”に設定して出力する。これは、電磁クラッチ31および電磁クラッチ33のいずれか一方、または、両電磁クラッチ31

、33が切断状態にあれば、操舵入力軸12、ケーブル32および転舵出力軸24が少なくとも機械的に（一体的に）連結されておらず、セルフステアを発生しないからである。

そして、このように構成した操舵装置においても、上述した各実施形態および各変形例と同様の効果を期待できる。さらに、操舵装置を車両に搭載するときの自由度を良好に確保することができる。

さらに、本発明の実施にあたっては、上記各実施形態および各変形例に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

例えば、上記各実施形態および各変形例においては、チェック用ECU45が電磁クラッチ31の作動に異常が発生したと判定したとき、運転者に対して、電磁クラッチ31の作動異常を報知するように実施することも可能である。具体的には、チェック用ECU45は、電磁クラッチ31の作動に異常が発生したと判定した後、異常フラグMBFを”1”に設定するとともに、例えば、警報器に警報を発生させるようにするとよい。これにより、運転者は、電磁クラッチ31の作動異常を知ることができる。

また、上記各実施形態および各変形例においては、車両を操舵するために回動操作される操舵ハンドル11を用いるようにした。しかし、これに代えて、例えば、直線的に変位するジョイスティックタイプの操舵ハンドルを用いてもよいし、その他、運転者によって操作されるとともに車両に対する操舵を指示できるものであれば、いかなるものを用いてもよい。

また、上記各実施形態および各変形例においては、転舵用電動モータ22がラックバー21をリニアに変位させて、左右前輪FW1、FW2を転舵するようにした。これに代えて、転舵用電動モータ22が転舵出力軸24を回転させることにより、左右前輪FW1、FW2を転舵するようにしてもよい。

請 求 の 範 囲

1. 操舵ハンドルに接続されて同操舵ハンドルと連動して変位する入力部材と、転舵輪に接続されて同転舵輪と連動して変位する出力部材と、前記入力部材に接続されて同入力部材の変位を制御する第1電気アクチュエータと、前記出力部材に接続されて同出力部材の変位を制御する第2電気アクチュエータと、前記入力部材と前記出力部材との間に介装されて、切断状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達不能に切り離し、接続状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達可能に連結する断続器とを備えたステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

運転者による前記操舵ハンドルの操作に伴って前記入力部材に入力される操作量であって、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて変化する所定の操作量に基づいて、前記断続器の異常を検出する異常検出手段を設けたことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

2. 請求項1に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段は、

運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力される操作量であって、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて変化する前記操舵ハンドルを操作するための操作力に基づいて、前記断続器の異常を検出することを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

3. 請求項2に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

運転者による前記操舵ハンドルの操作に応じて変位する前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、

運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力された操作力を検出する操作力検出手段と、

前記変位量検出手段によって検出された変位量が予め設定された所定の変位量以下であるか否かを判定する変位量判定手段と、

前記変位量判定手段によって前記入力された変位量が前記所定の変位量以下であるとき

に、前記出力部材に接続された第2電気アクチュエータの作動を停止する停止制御手段と

、
前記停止制御手段によって前記第2電気アクチュエータの作動が停止されている状態で、前記操作力検出手段によって検出された操作力が、前記入力部材と前記出力部材との相対的な変位の関係に応じて、予め設定された目標操作力よりも大きいかな否かを判定する操作力判定手段と、

前記操作力判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

4. 操舵ハンドルに接続されて同操舵ハンドルと連動して変位する入力部材と、転舵輪に接続されて同転舵輪と連動して変位する出力部材と、前記入力部材に接続されて同入力部材の変位を制御する第1電気アクチュエータと、前記出力部材に接続されて同出力部材の変位を制御する第2電気アクチュエータと、前記入力部材と前記出力部材との間に介装されて、切断状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達不能に切り離し、接続状態にて前記入力部材と前記出力部材とを動力伝達可能に連結する断続器とを備えたステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記第2電気アクチュエータの作動に伴う動力が前記出力部材を介して前記入力部材に伝達された状態を表す状態量に基づいて、前記断続器の異常を検出する異常検出手段を設けたことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

5. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、

前記変位量検出手段によって検出した変位量を用いて、同変位量を時間微分することによって表される前記入力部材の変位速度および同変位速度を時間微分することによって表される前記入力部材の変位加速度のうちの少なくとも一方を前記状態量として計算する演算手段と、

前記演算手段によって計算した変位速度および変位加速度のうちの少なくとも一方が予め設定された所定値以上であるかな否かを判定する判定手段と、

前記判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

6. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材に入力された外力を前記状態量として検出する外力検出手段と、

前記外力検出手段によって検出した外力が急激に減少して変化したか否かを判定する外力変化判定手段と、

前記外力変化判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

7. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、

運転者によって前記操舵ハンドルを介して前記入力部材に入力された操作力を前記状態量として検出する操作力検出手段と、

前記入力部材の変位方向と前記検出した操作力の入力方向とが異なるか否かを判定する入力方向判定手段と、

前記入力方向判定手段による判定結果に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

8. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材の変位量を前記状態量として検出する変位量検出手段と、

前記転舵輪の転舵量を前記状態量として検出する転舵量検出手段と、

前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量と前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

9. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、

前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量を用いて、同変位量を時間微分することによって表される前記入力部材の変位速度を前記状態量として計算する変位速度演算手段と、

前記転舵輪の転舵量を検出する転舵量検出手段と、

前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量を用いて、同転舵量を時間微分することによって表される前記転舵輪の転舵速度を前記状態量として計算する転舵速度演算手段と、

前記変位速度演算手段によって計算した前記入力部材の変位速度と前記転舵速度演算手段によって計算した前記転舵輪の転舵速度とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

10. 請求項4に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、

前記異常検出手段を、

前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、

前記変位量検出手段によって検出した前記入力部材の変位量を用いて、同変位量を2回時間微分することによって表される前記入力部材の変位加速度を前記状態量として計算する変位加速度演算手段と、

前記転舵輪の転舵量を検出する転舵量検出手段と、

前記転舵量検出手段によって検出した前記転舵輪の転舵量を用いて、同転舵量を2回時間微分することによって表される前記転舵輪の転舵加速度を前記状態量として計算する転舵加速度演算手段と、

前記変位加速度演算手段によって計算した前記入力部材の変位加速度と前記転舵加速度演算手段によって計算した前記転舵輪の転舵加速度とに基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

1 1. 請求項 4 に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、
前記異常検出手段を、
前記入力部材の変位量を検出する変位量検出手段と、
同変位量検出手段によって検出した変位量を用いて、前記転舵輪の目標転舵量を計算する目標転舵量計算手段と、
前記転舵輪の実転舵量を検出する転舵量検出手段と、
前記目標転舵量計算手段によって計算した目標転舵量と前記転舵量検出手段によって検出した実転舵量との差分量を前記状態量として計算する差分量演算手段と、
前記差分量演算手段によって計算した差分量に基づいて、前記断続器の異常を判定する異常判定手段とで構成したことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

1 2. 請求項 1 または請求項 4 に記載したステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置において、さらに、
前記異常検出手段によって前記断続器に接続状態を維持する異常が検出されると、前記第 2 電気アクチュエータの作動を停止制御するとともに、運転者による前記操舵ハンドルの操作を補助するために前記第 1 電気アクチュエータを作動制御するアクチュエータ作動制御手段を備えたことを特徴とするステアリングバイワイヤ方式の車両の操舵装置。

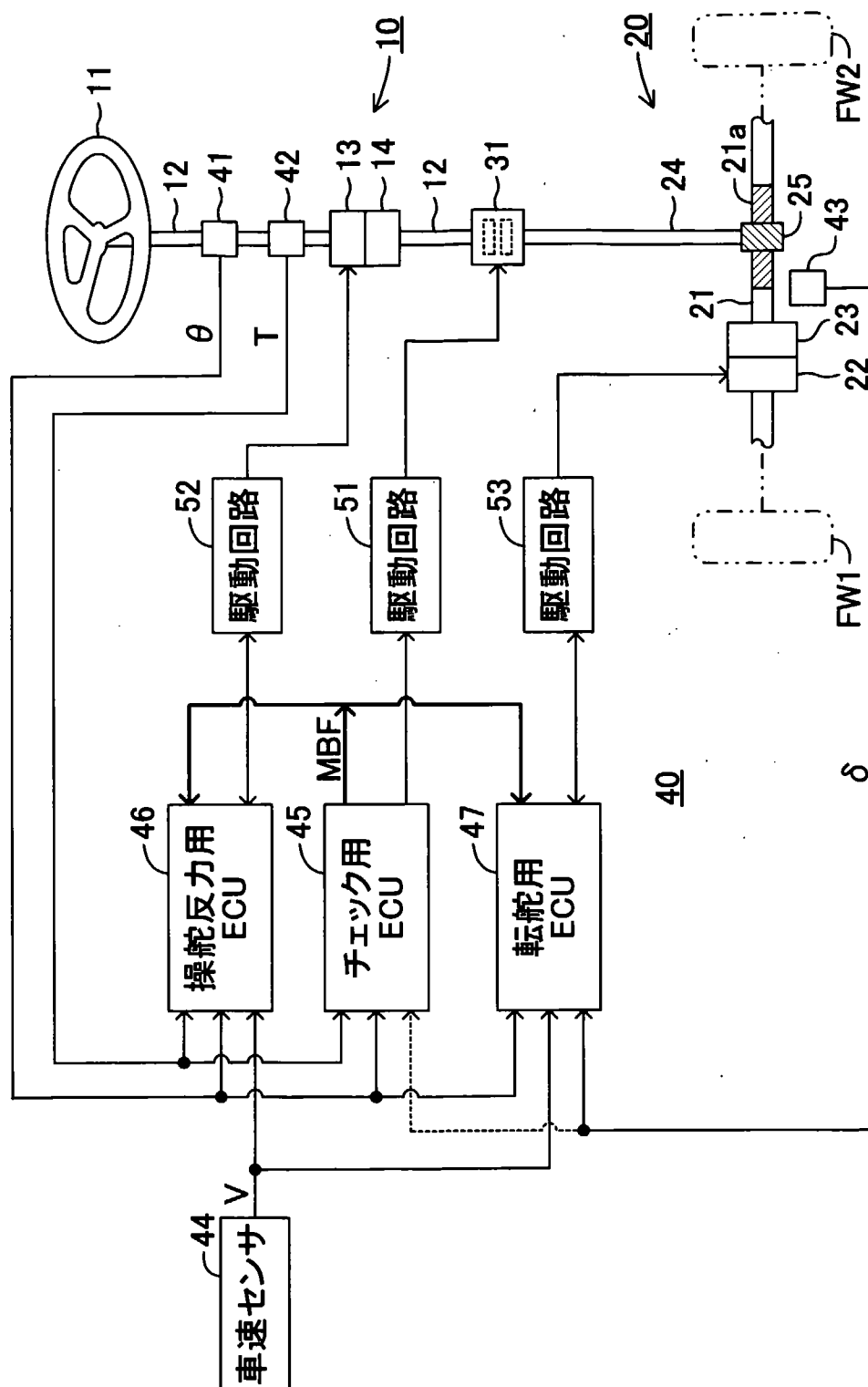


図2

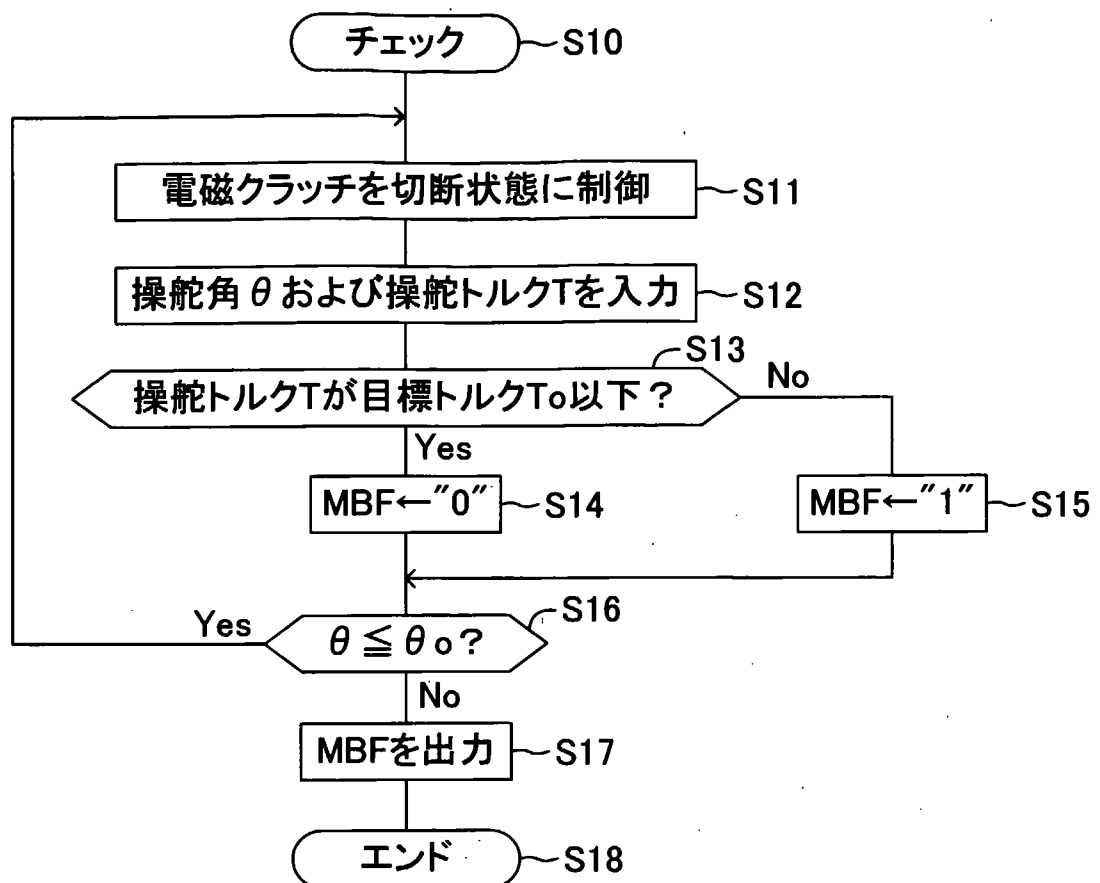


図3

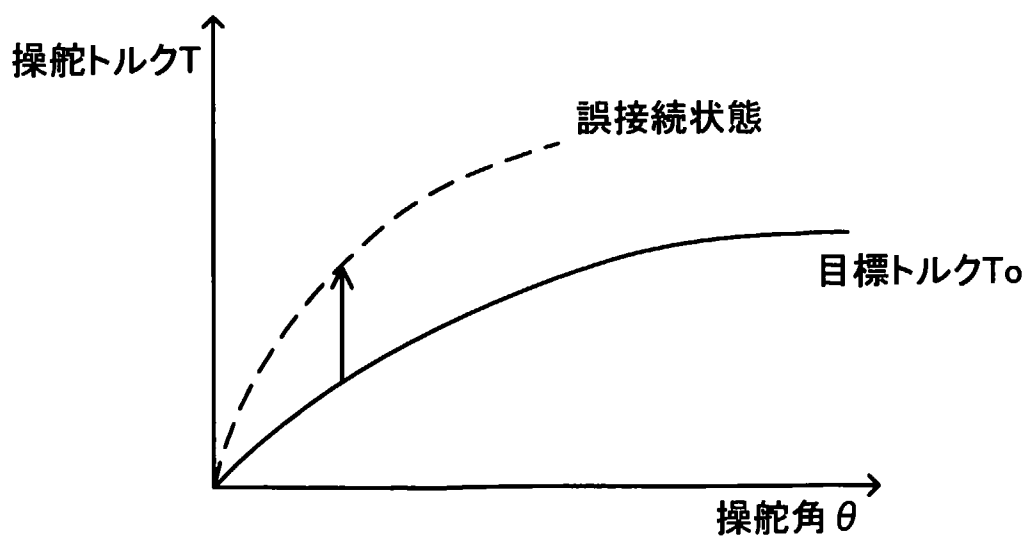


図4

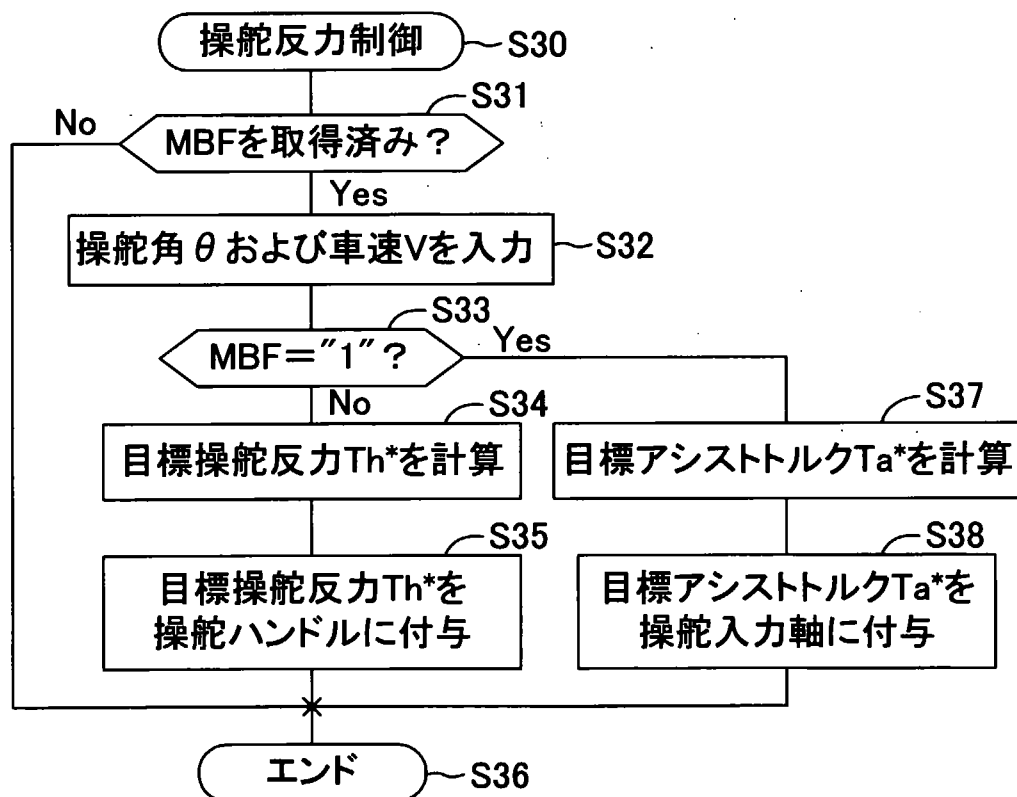


図5

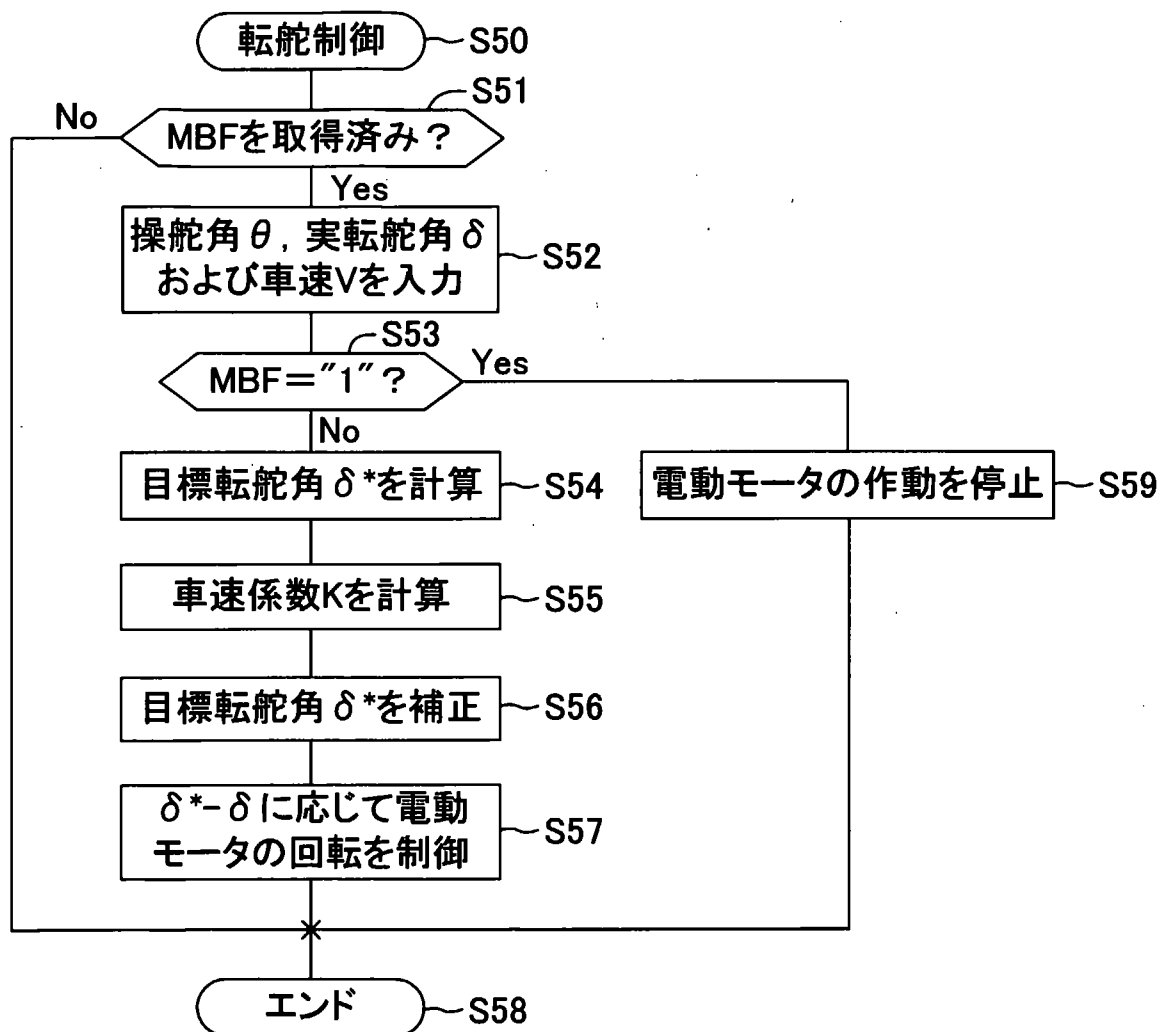


図6

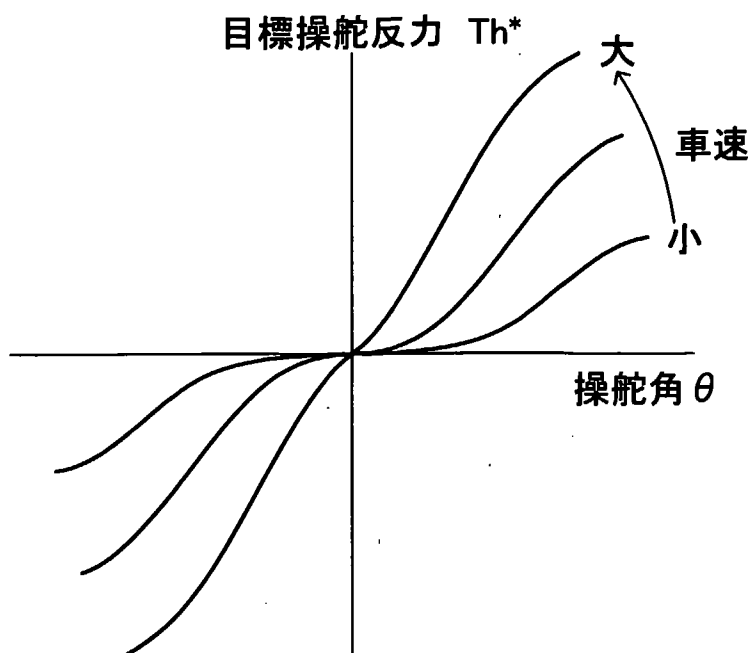


図7

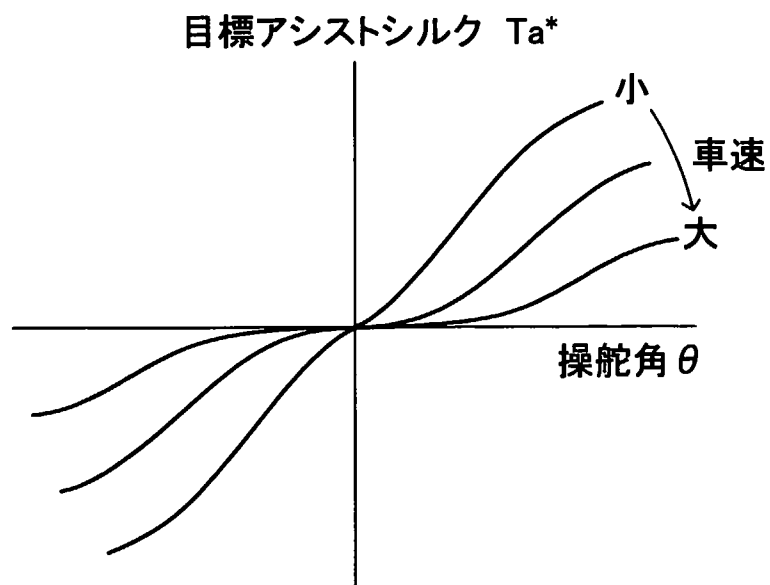


図8

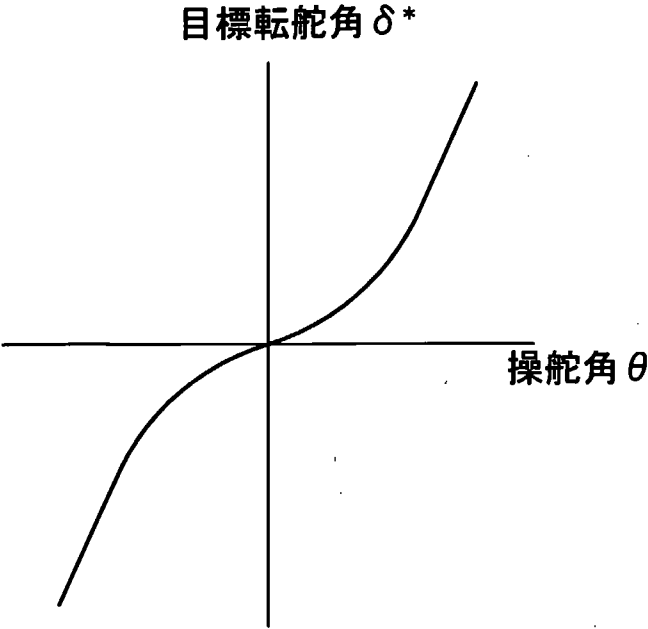


図9

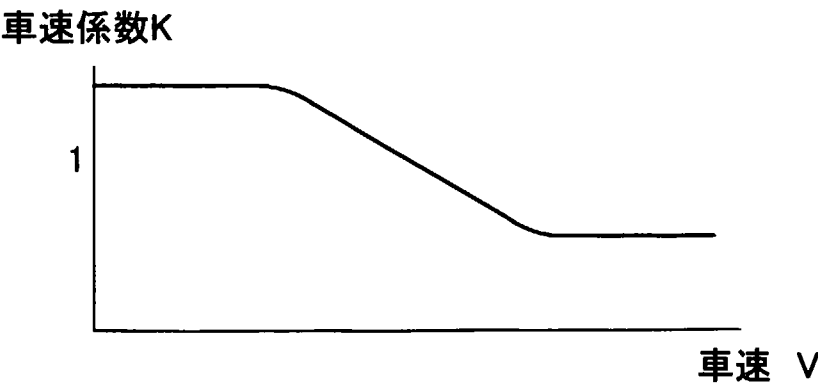


図10

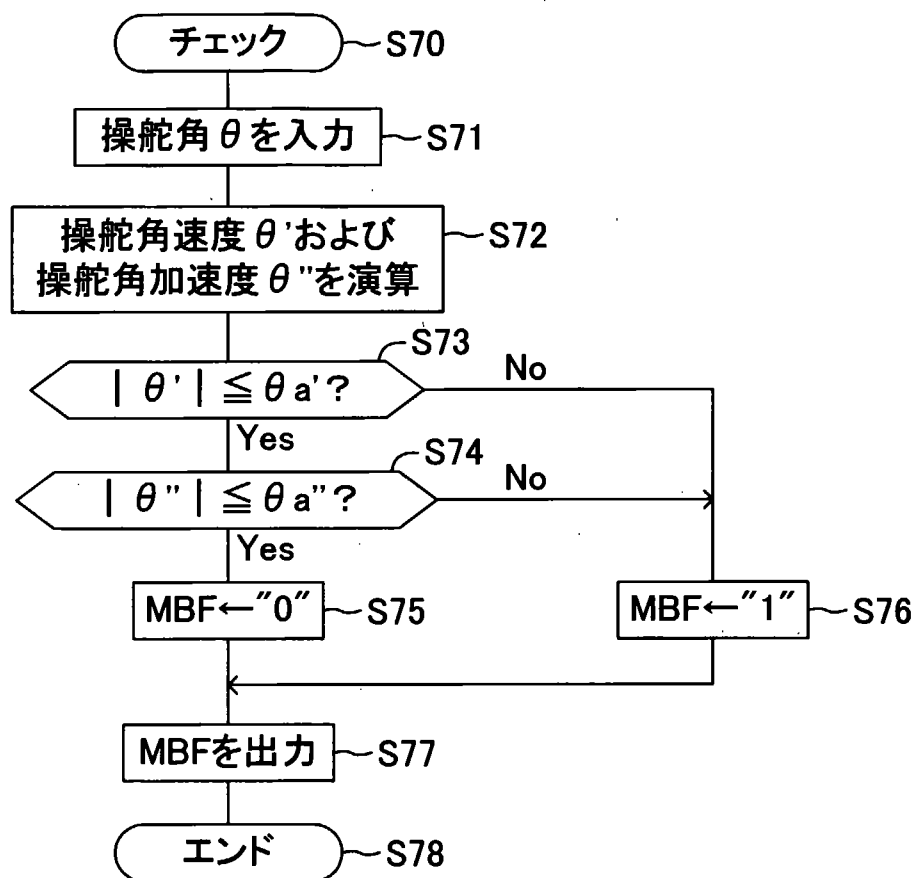


図11

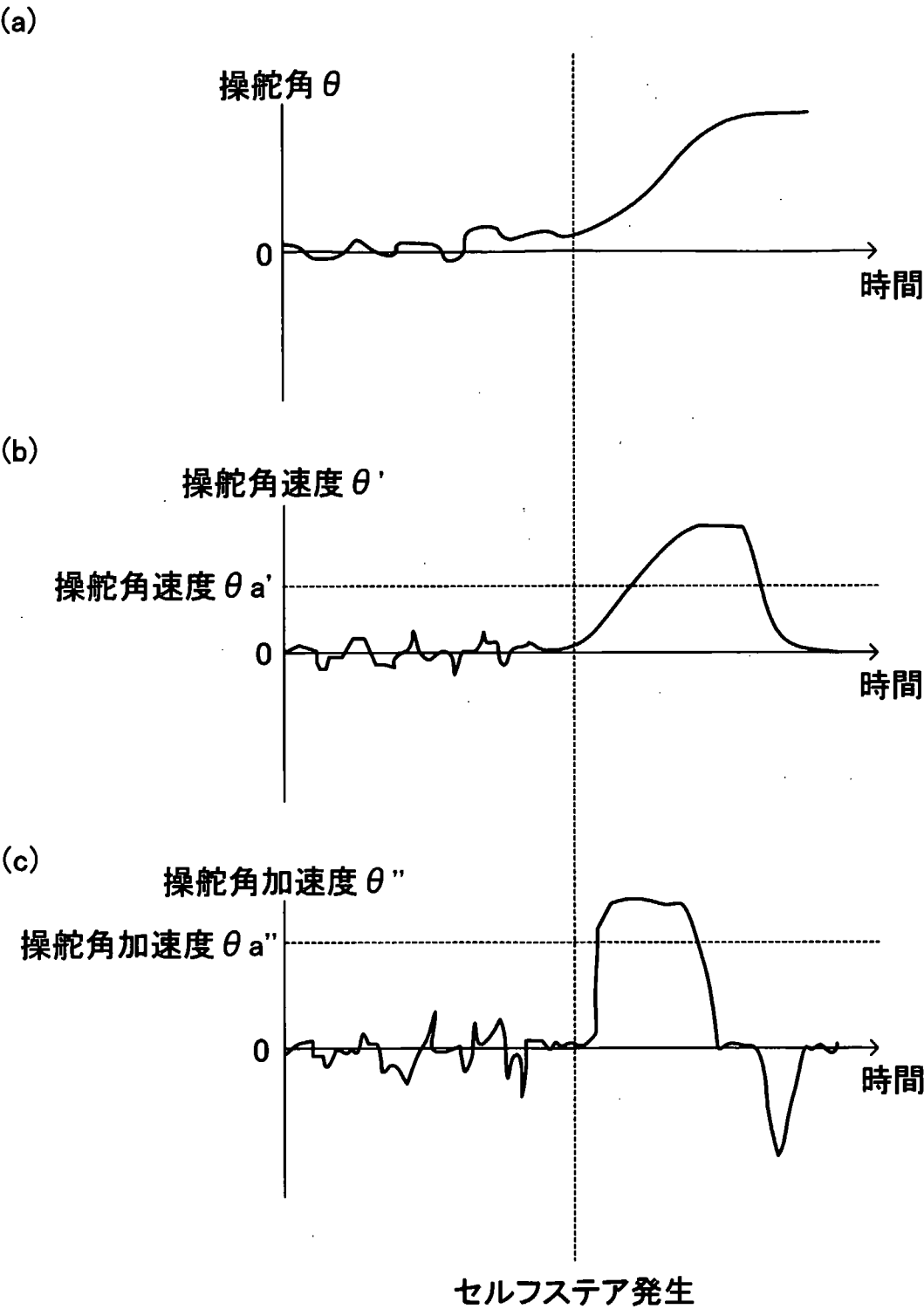


図12

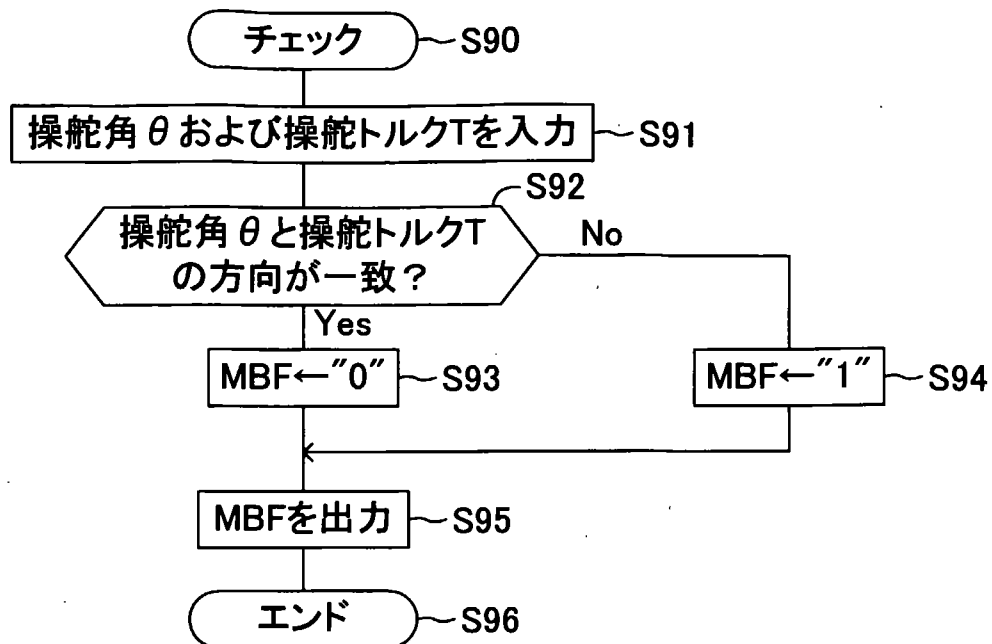


図13

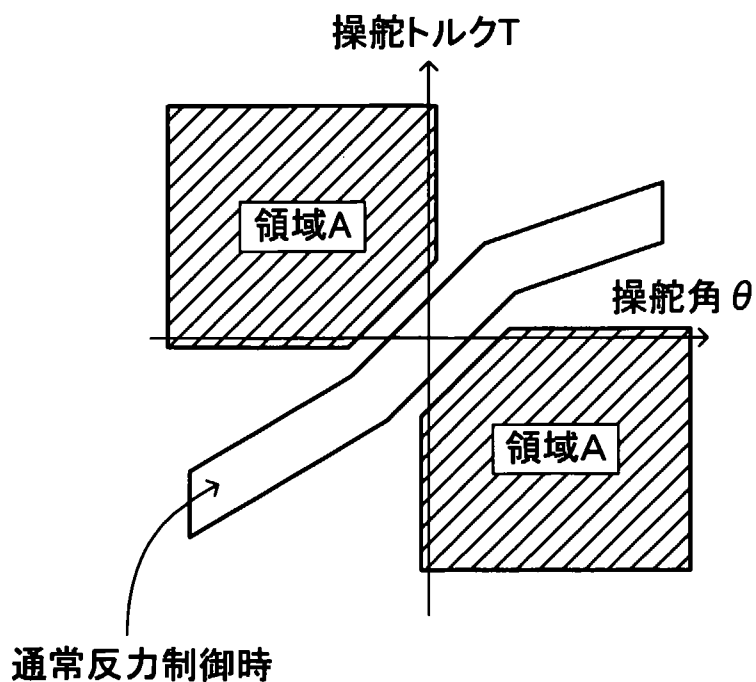


図14

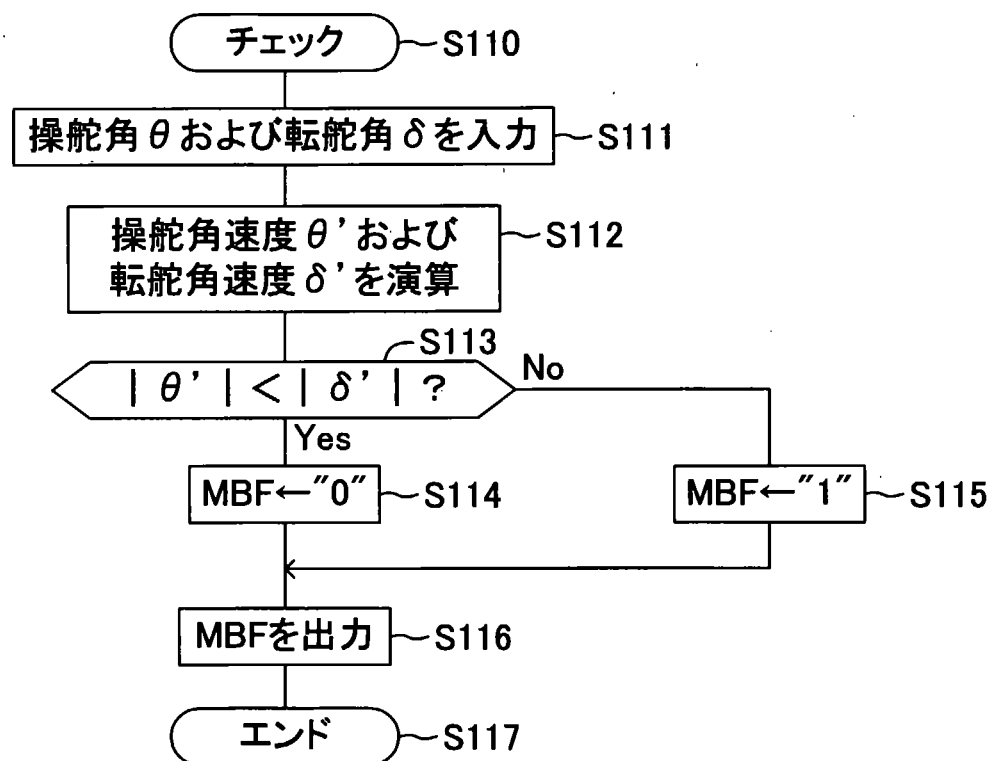


図15

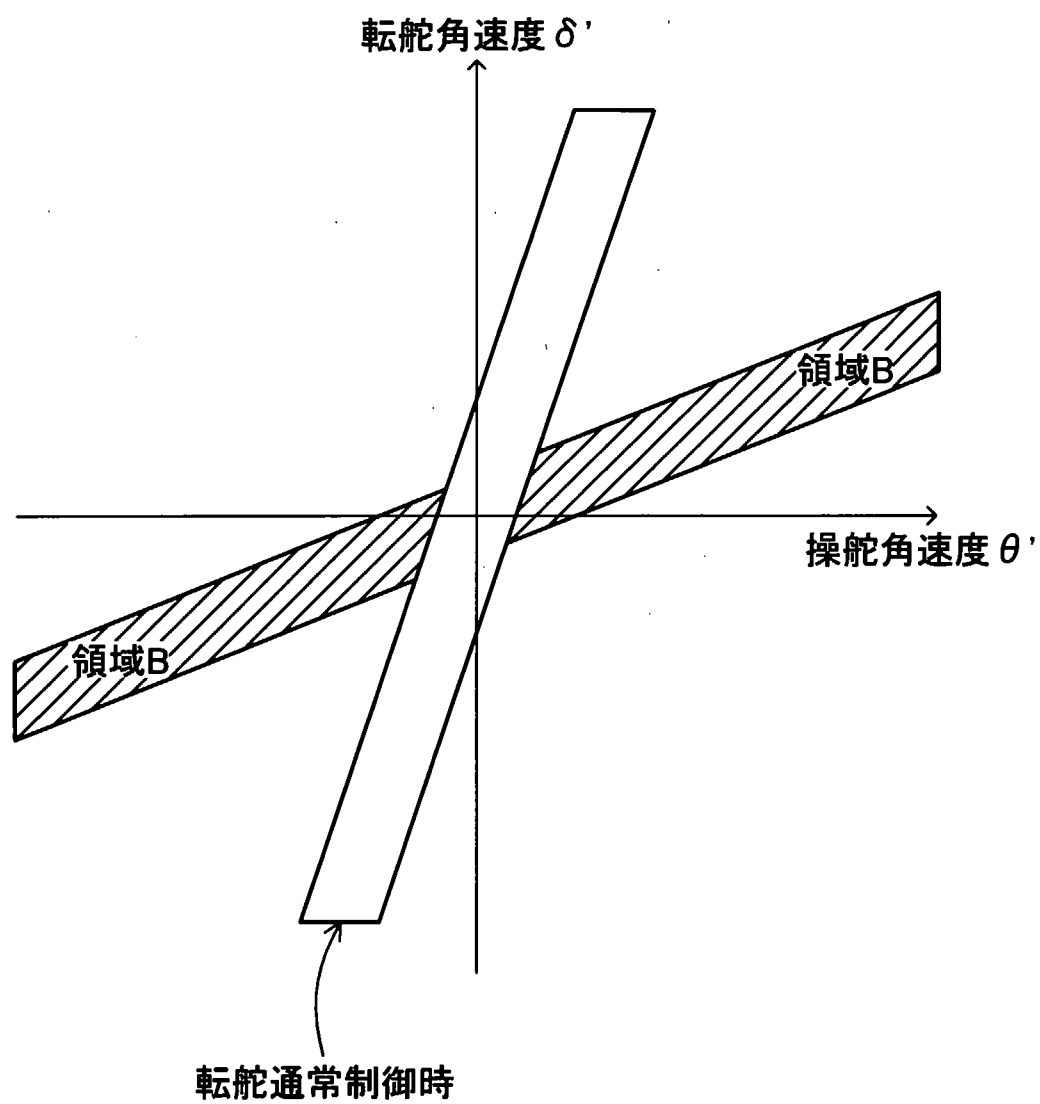


図16

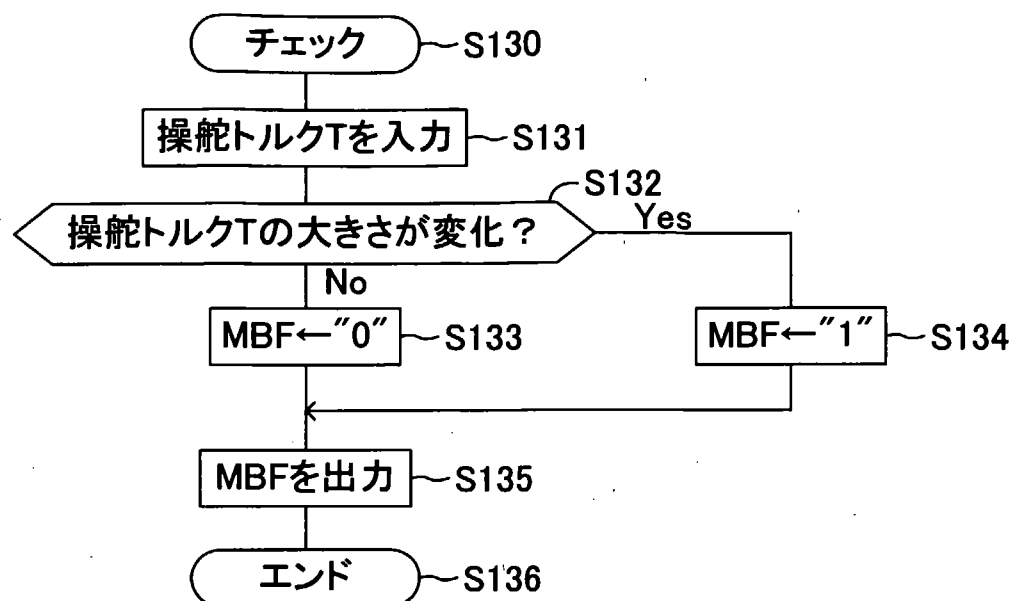


図17

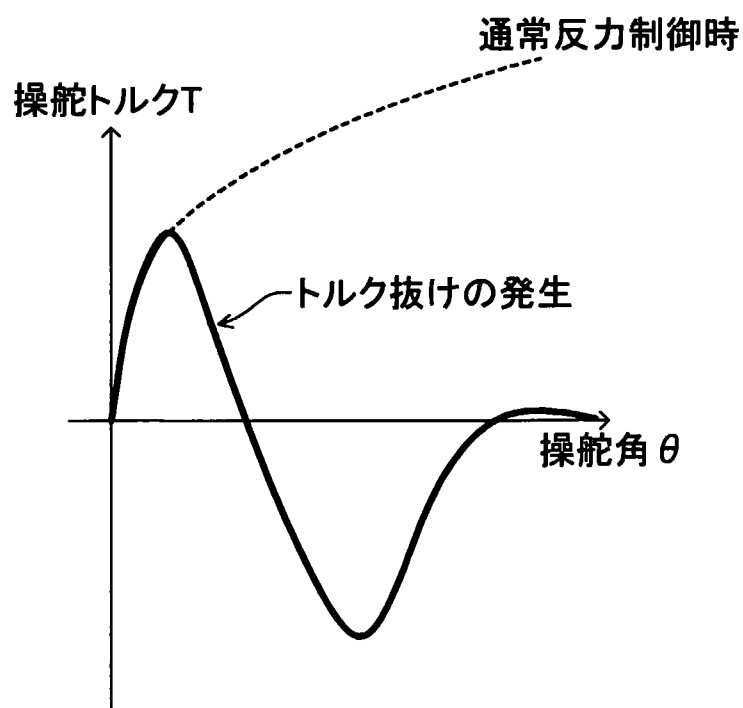


図18

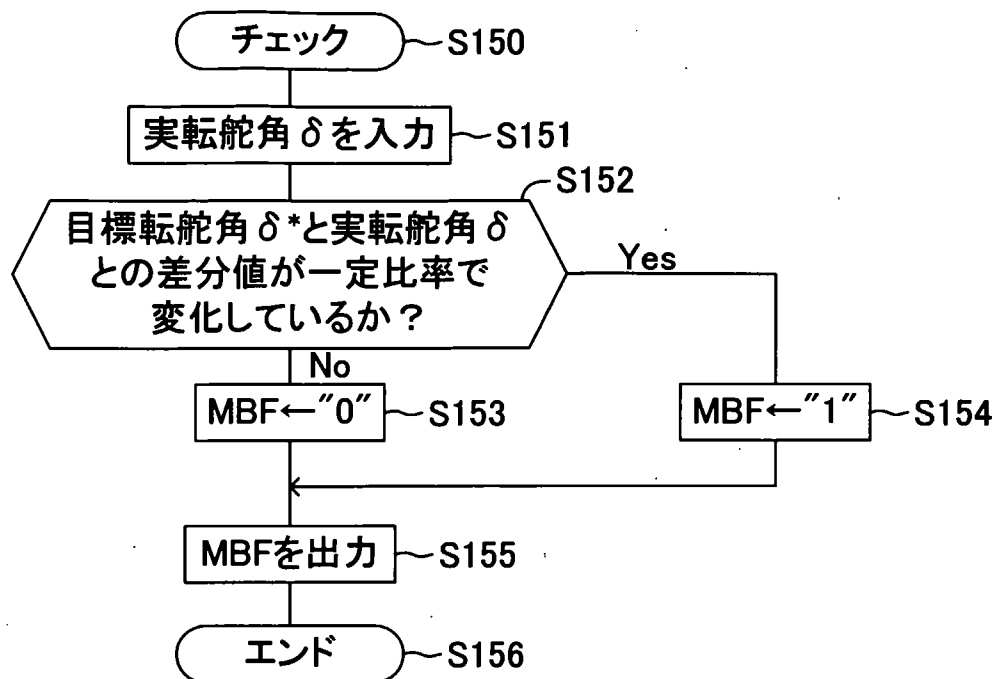
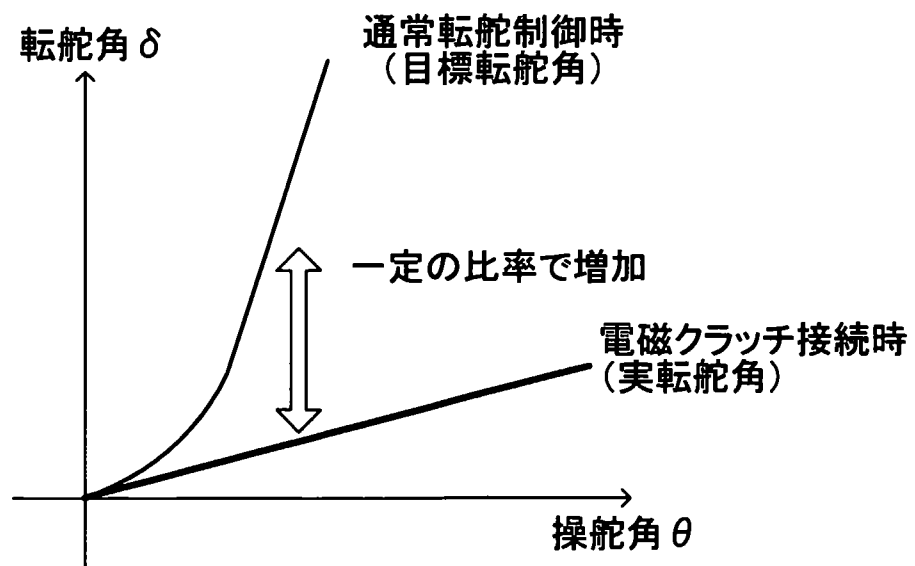
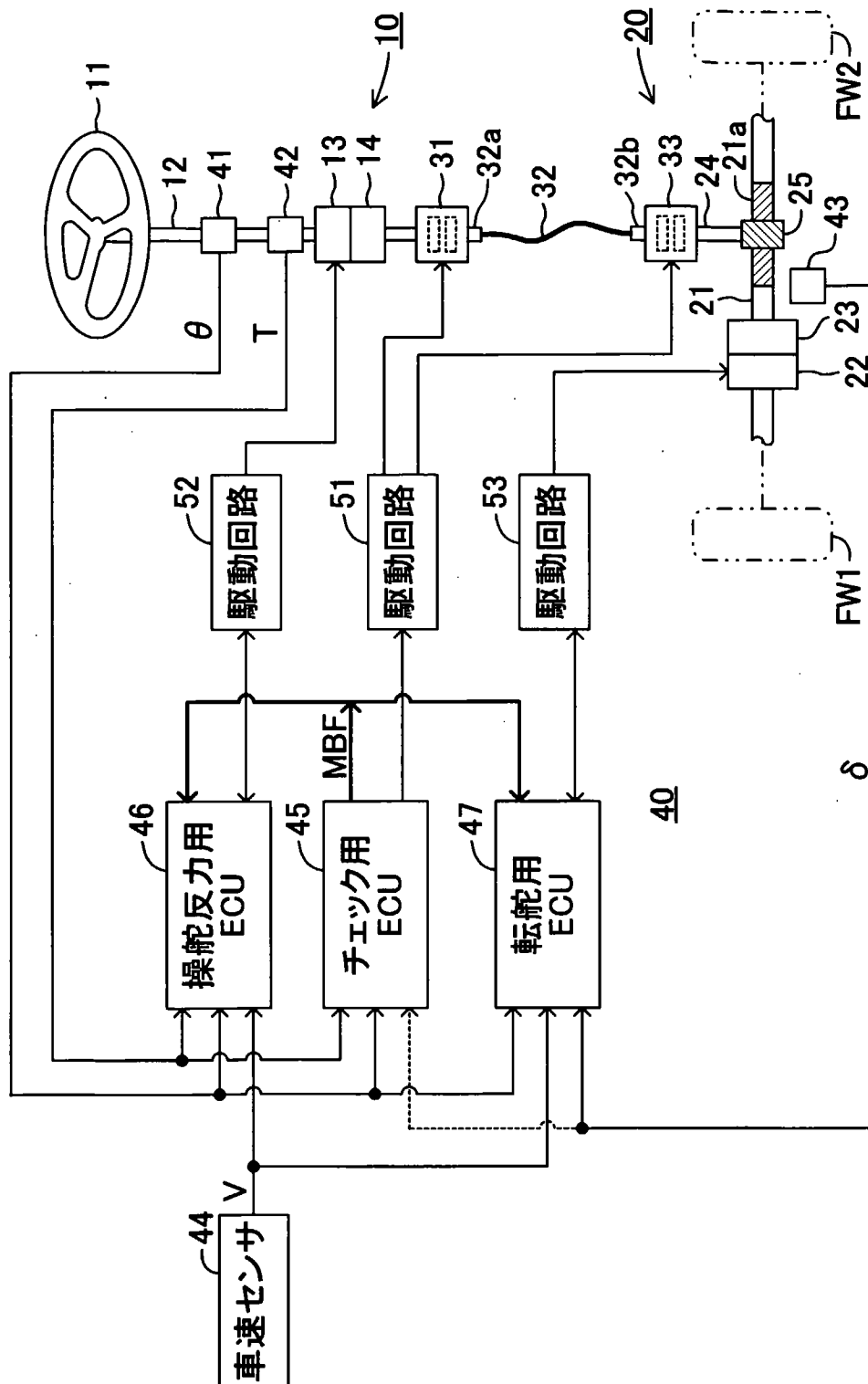


図19



20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/326417

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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

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	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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 2004-351975 A (NTN Corp.), 16 December, 2004 (16.12.04), Full text; all drawings & US 2005/0000749 A1 & EP 1481873 A1	1-12
A	JP 2003-267249 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 25 September, 2003 (25.09.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2002-145098 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 22 May, 2002 (22.05.02), Full text; all drawings & US 2002/0059021 A1 & EP 1205371 A2	1-12



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
30 January, 2007 (30.01.07)

Date of mailing of the international search report
06 February, 2007 (06.02.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/326417

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-149247 A (Mitsubishi Electric Corp.), 13 June, 1995 (13.06.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2001-301639 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 31 October, 2001 (31.10.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04

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	1971-2007年
日本国実用新案登録公報	1996-2007年
日本国登録実用新案公報	1994-2007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 請求の範囲の番号
A	JP 2004-351975 A (N T N株式会社) 2004. 12. 16, 全文、全図 & US 2005/0000749 A1 & EP 1481873 A1	1-12
A	JP 2003-267249 A (光洋精工株式会社) 2003. 09. 25, 全文、全図（ファミリーなし）	1-12
A	JP 2002-145098 A (光洋精工株式会社) 2002. 05. 22, 全文、全図 & US 2002/0059021 A1 & EP 1205371 A2	1-12

☒ 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

30.01.2007

国際調査報告の発送日

06.02.2007

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号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）

鳥居 稔

3Q

8513

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 請求の範囲の番号
A	JP 7-149247 A (三菱電機株式会社) 1995. 06. 13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2001-301639 A (日産自動車株式会社) 2001. 10. 31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12