

(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9日(09.06.2016)



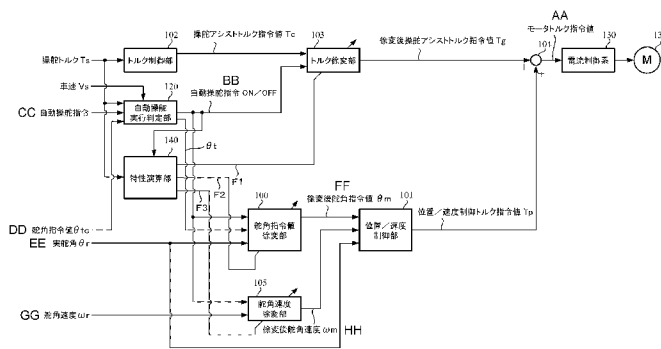
(10) 国際公開番号  
WO 2016/088718 A1

- (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/JP2015/083617
- (22) 国際出願日: 2015年11月30日(30.11.2015)
- (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 2014-244331 2014年12月2日(02.12.2014) 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: 皆木 亮(MINAKI Ryo); 〒1418560 東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内 Tokyo (JP). 菅原 孝義(SUGAWARA Takayoshi); 〒1418560 東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内 Tokyo (JP). 澤田 英樹(SAWADA Hideki); 〒1418560 東京都品川区大崎1-6-3 日本精工株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 安形 雄三(AGATA Yuzo); 〒1070052 東京都港区赤坂2-5-7 NIKKEN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



- 100 Gradual-change unit for command value of steering angle
- 101 Position/velocity control unit
- 102 Torque control unit
- 103 Gradual-change unit for torque
- 105 Gradual-change unit for steering angular velocity
- 120 Determination unit for implementation of automatic steering
- 130 Current control system
- 140 Characteristic calculation unit
- Tc Command value of steering assist torque
- Tg Command value of steering assist torque after gradual change
- Tp Command value of position/velocity control torque
- Ts Steering torque
- Vs Vehicle speed
- AA Command value of motor torque
- BB Automatic steering command ON/OFF
- CC Automatic steering command
- DD Command value θtc of steering angle
- EE Actual steering angle θr
- FF Command value θm of steering angle after gradual change
- GG Steering angular velocity ωr
- HH Steering angular velocity ωm after gradual change

(57) Abstract: [Problem] To provide an electric power steering device which is capable of switching control in a smooth and self-steerless manner by gradually changing the command values of the control torque for torque control and of position/velocity control during a fade process. [Solution] An electric power steering device having a torque sensor that detects the steering torque and having a motor control device that controls a motor which applies assist torque, which assists steering, to a steering system of a vehicle, wherein: the electric power steering device is equipped with a function with which a control mode for the motor is switched, in accordance with a prescribed switching trigger, between a torque-based torque control mode in which the motor output torque is controlled and a steering angle-based position/velocity control mode in which the steering angle is controlled; and when transitioning from the torque control mode to the position/velocity control mode or vice versa, the command value of the steering angle and the steering angular velocity of the torque control mode and the assist torque level of the torque control mode are gradually changed in accordance with the steering torque.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/088718 A1

【課題】フェード処理に際して、トルク制御の制御トルクと位置／速度制御の指令値を徐変することにより、スムーズかつセルフステアレスで、制御を切替えることが可能な電動パワーステアリング装置を提供する。【解決手段】操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵を補助するアシストトルクを車両のステアリングシステムに付与するモータを制御するモータ制御装置とを有する電動パワーステアリング装置において、所定の切替え契機に従って、モータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク系のトルク制御方式と、操舵の舵角を制御する舵角系の位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、トルク制御方式から位置／速度制御方式又は逆に移行するときに、位置／速度制御方式の舵角指令値及び舵角速度と、トルク制御方式のアシストトルクレベルとを、操舵トルクに応じてそれぞれ徐変する。

## 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、自動操舵制御（自動運転モードや駐車支援モードなど）と手動操舵制御の機能を有し、車両のステアリングシステムにモータによるアシスト力を付与するようにした電動パワーステアリング装置に関し、特にモータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク制御方式と、操舵の舵角を制御する位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、操舵トルクに応じて、舵角指令値、舵角速度及びアシストトルクレベルのフェード処理（徐変時間、ゲイン）を可変できる電動パワーステアリング装置に関する。

### 背景技術

[0002] モータ制御装置を具備し、車両のステアリングシステムにモータの回転力で操舵補助力（アシスト力）を付与する電動パワーステアリング装置（EPS）は、モータの駆動力を減速機を介してギア又はベルト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ようになっている。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、操舵補助指令値（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いる。

[0003] 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（ステアリングホイール）1のコラム軸（ステアリングシャフト）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（ス

テアリングホイール) 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)指令の操舵補助指令値の演算を行い、操舵補助指令値に補償等を施した電圧制御値 $V_{ref}$ によってモータ20に供給する電流を制御する。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、モータ20に連結された回転センサから得ることもできる。

- [0004] 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CAN40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、CAN40以外の通信、アナログ/デジタル信号、電波等を授受する非CAN41も接続可能である。
- [0005] このような電動パワーステアリング装置において、コントロールユニット30は主としてCPU( MPUやMCU等を含む) で構成されるが、そのCPU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、例えば図2に示されるような構成となっている。
- [0006] 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からの操舵トルク $T_s$ 及び車速センサ12からの車速 $V_s$ は電流指令値演算部31に入力され、電流指令値演算部31は操舵トルク $T_s$ 及び車速 $V_s$ に基づいてアシストマップ等を用いて電流指令値 $I_{ref1}$ を演算する。演算された電流指令値 $I_{ref1}$ は加算部32Aで、特性を改善するための補償部34からの補償信号 $CM$ と加算され、加算された電流指令値 $I_{ref2}$ が電流制限部33で最大値を制限され、最大値を制限された電流指令値 $I_{refm}$ が減算部32Bに入力され、モータ電流検出値 $I_m$ と減算される。

- [0007] 減算部32Bでの減算結果 $I (= I_{ref} - I_m)$ はPI制御部35でPI（比例積分）制御され、PI制御された電圧制御値 $V_{ref}$ がPWM制御部36に入力されてデューティを演算され、デューティを演算されたPWM信号でインバータ37を介してモータ20をPWM駆動する。モータ20のモータ電流値 $I_m$ はモータ電流検出手段38で検出され、減算部32Bに入力されてフィードバックされる。
- [0008] 補償部34は、検出若しくは推定されたセルフアライニングトルク（SAT）34-3を加算部34-4で慣性補償値34-2と加算し、その加算結果に更に加算部34-5で収れん性制御値34-1を加算し、その加算結果を補償信号CMとして加算部32Aに入力し、制御特性を改善する。
- [0009] このような電動パワーステアリング装置において、近年自動操舵支援機能（自動運転、パーキングアシスト等）を搭載し、自動操舵制御と手動操舵制御とを切替える車両が出現して来ており、自動操舵支援機能を搭載した車両にあってはカメラ（画像）や距離センサなどのデータを基に目標操舵角を設定し、目標操舵角に実操舵角を追従させる自動操舵制御が行われる。
- [0010] 自動運転の場合は、レーダ、カメラ、超音波センサ等の情報を基に車両周辺の環境を認識し、車両を安全に誘導できる舵角指令値を出力する。電動パワーステアリング装置は舵角指令値に追従するように実舵角を位置制御することによって自動運転が可能となる。
- [0011] 従来周知の自動操舵制御と手動操舵制御の機能を有する電動パワーステアリング装置では、予め記憶した車両の移動距離と転舵角との関係に基づいてアクチュエータ（モータ）を制御することにより、例えばバック駐車や縦列駐車を自動で行うようになっている。即ち、自動操舵制御装置は、アラウンドビューモニタや超音波センサ等の測位センサから駐車スペースを認識し、EPS側に舵角指令値を出力する。EPSは舵角指令値に追従するように実舵角及び舵角速度を位置／速度制御することによって、車両は駐車スペースへと誘導されていく。
- [0012] 図3は、自動操舵制御機能を有する電動パワーステアリング装置の制御系

を示しており、自動操舵指令装置50にはカメラ、測位センサ（超音波センサ等）から各種データが入力され、自動操舵用舵角指令値 $\theta_{tc}$ はCAN等を経てEPSアクチュエータ機能内の位置／速度制御部51に入力され、自動操舵指令はCAN等を経てEPSアクチュエータ機能内の自動操舵実行判定部52に入力される。自動操舵実行判定部52には操舵トルク $T_s$ も入力されている。EPSセンサからの実舵角 $\theta_r$ 及び舵角速度 $\omega_r$ は位置／速度制御部51に入力され、自動操舵実行判定部52の判定結果はトルク指令値徐変切替部54に入力される。また、EPSセンサの操舵トルク $T_s$ は、EPSパワーアシスト機能内のトルク制御部53に入力され、トルク制御部53からの操舵アシストトルク指令値 $T_c$ がトルク指令値徐変切替部54に入力される。位置／速度制御部51からの位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ もトルク指令値徐変切替部54に入力され、自動操舵実行判定部52の判定結果（自動操舵指令のON/OFF）に従って操舵アシストトルク指令値 $T_c$ と位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ とが切替えられ、モータトルク指令値として出力され、電流制御系を介してモータが駆動制御される。

[0013] このように通常のパワーアシストはトルク制御系であるのに対し、駐車支援などの自動運転の場合は舵角等の位置／速度制御系となる。トルク制御と位置／速度制御を互いに切替える際、制御トルクの変動が生じ、スムーズに切替わらない問題や切替え時のトルク変動がトリガとなって、意図しないセルフステアが生じる問題がある。

[0014] このような問題に対し、従来はトルク変動を低減するために、互いの制御トルクを除々に変化させる（徐変）手法が用いられてきた。例えば特開2004-17881号公報（特許文献1）では、図4に示すように時点 $t_0$ において自動操舵モードが解除された場合、 $S_\theta = OFF$ と再設定し、それ以降の所定時間 $\Delta T$ 内では、角度制御比 $\mu$ を単調に減少することにより、モータに通電すべき電流の指令値は、制御方式の切り換え時にも急変しなくなるようにしている。

先行技術文献

## 特許文献

[0015] 特許文献1：特開2004-17881号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0016] しかしながら、トルク制御と位置／速度制御の切替えにおいては、効果が十分に発揮できない。その原因は、電動パワーステアリングのようなハンドルから外乱を入力できるシステムの場合、位置／速度制御は外乱を抑えるようにトルクアシストするため、通常のパワーアシスト制御に切替わった際、逆方向へアシストされるケースがある。

[0017] このように、従来はトルク変動を低減するために、互いの制御トルクを徐々に変化させる(徐変)手法が用いられてきたが、トルク制御と位置／速度制御の切替えにおいては効果が十分に発揮できなかった。

[0018] 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、制御方式を切替えるフェード処理(徐変処理)に際して、操舵トルクに感応して、トルク制御の制御トルクと位置／速度制御の指令値を徐変することにより、スムーズかつセルフステアレスで、制御方式を切替えることが可能な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

[0019] 本発明は、操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵を補助するアシストトルクを車両のステアリングシステムに付与するモータを制御するモータ制御装置とを有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、所定の切替え契機に従って、前記モータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク系のトルク制御方式と、前記操舵の舵角を制御する舵角系の位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、前記トルク制御方式から前記位置／速度制御方式に移行するときに、前記位置／速度制御方式の舵角指令値及び舵角速度と、前記トルク制御方式のアシストトルクレベルとを、前記操舵トルクに応じてそれぞれ徐変することにより、或いは前記位

置／速度制御方式から前記トルク制御方式に移行するとき、前記位置／速度制御方式の舵角指令値及び舵角速度と、前記トルク制御方式のアシストトルクレベルとを、前記操舵トルクに応じてそれぞれ徐変することにより達成される。

[0020] 本発明の上記目的は、前記所定の切替え契機のON/OFF時に、前記操舵トルクに応じて、前記トルク系のフェード特性1を付与するフェードゲイン信号F1と、前記舵角系のフェード特性2を付与するフェードゲイン信号F2と、前記舵角速度のフェード特性3を演算する特性演算部が設けられていることにより、或いは前記切替え契機がONしたとき、前記フェードゲイン信号F2によって、前記位置／速度制御の徐変後舵角指令値を実舵角から徐々に舵角指令値へ変化させ、前記フェードゲイン信号F1によって、前記アシストトルクレベルを100%から0%に徐々に変化させ、前記フェードゲイン信号F3によって、前記舵角速度を0%から100%に徐々に変化させ、前記位置／速度制御方式で動作するようになっていることにより、或いは前記切替え契機がOFFされたとき、前記フェードゲイン信号F2によって、前記位置／速度制御の徐変後舵角指令値を舵角指令値から徐々に実舵角へ変化させ、前記フェードゲイン信号F1によって、前記アシストトルクレベルを0%から100%に徐々に変化させ、前記舵角速度を100%から0%に徐々に変化させ、前記トルク制御方式で動作するようになっていることにより、或いはフェードゲインの過去値を $FG(z^{-1})$ 、指数ゲインをA、フェードレートをFRとして、前記フェードゲイン信号F1、F2、F3を $A \times FG(z^{-1}) + FR$ の形式で算出することにより、或いは前記所定の切替え契機を自動操舵実行判定部で行うことにより、或いは前記自動操舵実行判定部が、舵角指令値を入力して角速度及び角加速度を演算する演算部と、前記舵角指令値、前記角速度及び前記角加速度をそれぞれ車速に対応する判定マップで判定するマップ判定部と、前記マップ判定部の判定結果に基づいて診断する診断部とで構成されていることにより、或いはハンドルの慣性、摩擦を補償する外乱オブザーバが更に設けられていることにより、或いは前

記外乱オブザーバが、前記ステアリングシステムの逆モデルと帯域制限を行うLPFの出力差から外乱推定トルクを推定するようになっていることにより、或いは前記ステアリングシステムの慣性及び摩擦の値が、前記逆モデルの慣性及び摩擦の値以上となっていることにより、より効果的に達成される。

### 発明の効果

[0021] 本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、徐変後舵角指令値は、実舵角から舵角指令値へ徐変され、実舵角は、徐変後の舵角指令値及び舵角速度に追従するように位置制御及び速度制御されるため、位置／速度制御のトルク指令値を自動的に滑らかに変化させることができ、運転者にとって優しい手感となる。

また、自動操舵からトルク制御に切替わるフェード処理の際、過大なトルク変動が生じて、操舵トルクに感応して、舵角指令値と舵角速度を徐々に変化させるため、トルク制御による過大なパワーアシストを自動的に位置／速度制御が補償する。これにより、運転者がハンドルを取られるような不具合を抑制することができる。

[0022] 更に、本発明に係る電動パワーステアリング装置によれば、運転者の意思を尊重した自動操舵運転（位置／速度制御）とトルク制御による通常操舵の切替えをスムーズな動作で行うことができ、自動運転中に運転者が危険を感じてハンドルを強く操舵した場合、素早く自動運転を中断して、通常のトルク制御に切替えることができる。外乱オブザーバの設置により、一層効果を上げることができる。

### 図面の簡単な説明

[0023] [図1]電動パワーステアリング装置（コラム方式）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制御系の構成例を示すブロック図である。

。

[図3]駐車支援モード（自動操舵）機能を有する電動パワーステアリング装置

の制御系の構成例を示すブロック図である。

[図4]従来の電動パワーステアリング装置の動作系を示す特性図である。

[図5]電動パワーステアリング装置（シングルピニオン方式）の概要を示す構成図である。

[図6]電動パワーステアリング装置（デュアルピニオン方式）の概要を示す構成図である。

[図7]電動パワーステアリング装置（デュアルピニオン方式（変形例））の概要を示す構成図である。

[図8]電動パワーステアリング装置（ラック同軸方式）の概要を示す構成図である。

[図9]電動パワーステアリング装置（ラックオフセット方式）の概要を示す構成図である。

[図10]本発明の構成例を示すブロック図である。

[図11]自動操舵実行判定部の構成例を示すブロック図である。

[図12]判定マップ（舵角指令値、角速度、角加速度）の一例を示す特性図である。

[図13]センサの装着例及び本発明で使用する実舵角の関係を示す図である。

[図14]本発明の動作例を示すフローチャートである。

[図15]自動操舵判定部の一部の動作例を示すフローチャートである。

[図16]本発明の動作例を示すタイミングチャートである。

[図17]指数ゲインの一例を示す特性図である。

[図18]指数ゲインの他の例を示す特性図である。

[図19]本発明の効果（フェード処理）を説明するための特性図である。

[図20]本発明の効果（フェード処理）を説明するための特性図である。

[図21]外乱オブザーバの構成例を示すブロック図である。

[図22]外乱オブザーバを設けたときの効果例を示す特性図である。

### 発明を実施するための形態

[0024] 電動パワーステアリング装置における従来のトルク徐変制御では、トルク

制御と位置／速度制御を互いに切替える際、スムーズに制御が切替わらない問題や意図しないセルフステアが生じる問題がある。このため、本発明では、トルク制御の制御トルク（アシストトルクレベル）と位置／速度制御の指令値（舵角指令値、舵角速度）を、操舵トルクに応じて徐変（フェード処理）することにより、スムーズかつセルフステアレスで、制御を切替える処理を実現している。

[0025] 本発明では、所定の切替え契機（例えば自動操舵指令）に従って、モータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク制御方式と、操舵の舵角を制御する位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、更にフェード処理（徐変時間、ゲイン）を操舵トルクに応じて可変し、スムーズかつセルフステアレスなフェード処理を実現している。

[0026] 以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照して詳細に説明する。本発明は図1に示すコラム方式の他に、図5に概略構成を示すシングルピニオン方式、図6に概略を示すデュアルピニオン方式、図7に概略構成を示すデュアルピニオン方式（変形例）、図8に概略を示すラック同軸方式、図9に概略を示すラックオフセット方式にも適用することができるが、以下ではコラム方式について説明する。

[0027] 図10は本発明の構成例を示しており、操舵トルク $T_s$ はトルク制御部102に入力されると共に、自動操舵実行判定部120及び特性演算部140に可変パラメータとして入力され、トルク制御部102からの操舵アシストトルク指令値 $T_c$ はトルク系のトルク徐変部103に入力される。また、CAN等からの舵角指令値 $\theta_{tc}$ は自動操舵実行判定部120に入力され、自動操舵実行判定部120での演算処理後の舵角指令値 $\theta_t$ は、舵角系の舵角指令値徐変部100に実舵角 $\theta_r$ と共に入力される。自動操舵実行判定部120からは、更に判定結果である自動操舵指令のON/OFFが出力され、自動操舵指令のON/OFFはトルク徐変部103、舵角指令値徐変部100、舵角速度徐変部105及び特性演算部140に入力される。

[0028] 実舵角 $\theta_r$ は舵角指令値徐変部100及び位置／速度制御部101に入力

され、舵角速度 $\omega_r$ は舵角速度徐変部105に入力される。舵角指令値徐変部100からの徐変後舵角指令値 $\theta_m$ 及び舵角速度徐変部105からの徐変後舵角速度 $\omega_m$ は、位置／速度制御部101に入力される。また、操舵トルク $T_s$ に基づいて、特性演算部140で演算されたトルク系のフェードゲイン信号F1はトルク徐変部103に入力され、舵角系のフェードゲイン信号F2は舵角指令値徐変部100に入力され、舵角速度系のフェードゲイン信号F3は舵角速度徐変部105に入力される。

[0029] トルク徐変部103におけるトルク徐変後の操舵アシストトルク指令値 $T_g$ は加算部104に入力され、位置／速度制御部101からの位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ も加算部104に入力され、加算部104の加算結果がモータトルク指令値として出力される。モータトルク指令値は電流制御系130に入力され、電流制御系130を経てモータ131が駆動制御される。

[0030] 特性演算部140は、自動操舵実行判定部120により自動操舵指令がONになったとき、或いは自動操舵指令がOFFになったときに、それぞれトルク徐変のためのフェードゲイン信号F1、舵角指令値徐変のためのフェードゲイン信号F2、舵角速度徐変のためのフェードゲイン信号F3を演算し、各要素について操舵トルク $T_s$ に応じた徐変（時間、ゲイン）を行うようになっている。

[0031] また、自動操舵実行判定部120は図11に示すような構成であり、舵角指令値 $\theta_{tc}$ は演算部121に入力され、演算部121は舵角指令値 $\theta_{tc}$ に基づいて角速度 $\omega_{tc}$ 及び角加速度 $\alpha_{tc}$ を演算する。角速度 $\omega_{tc}$ 及び角加速度 $\alpha_{tc}$ は判定マップを用いて判定するマップ判定部122に入力され、マップ判定部122には舵角指令値 $\theta_{tc}$ 及び車速 $V_s$ も入力されている。マップ判定部122は、図12(A)のような特性A1又はB1を有する舵角指令値 $\theta_{tc}$ 用の判定マップ#1と、図12(B)のような特性A2又はB2を有する角速度 $\omega_{tc}$ 用の判定マップ#2と、図12(C)のような特性A3又はB3を有する角加速度 $\alpha_{tc}$ 用の判定マップ#3とを備えている。

[0032] 舵角指令値 $\theta_{tc}$ に対する判定マップ#1の特性は、低速の車速 $V_{s1}$ まで一定値 $\theta_{tc0}$ であり、車速 $V_{s1}$ 以上の範囲において特性A1又は特性B1のように減少する。角速度 $\omega_{tc}$ に対する判定マップ#2の特性は、低速の車速 $V_{s2}$ まで一定値 $\omega_0$ であり、車速 $V_{s2}$ 以上の範囲において特性A2又は特性B2のように減少する。また、角加速度 $\alpha_{tc}$ に対する判定マップ#3の特性は、低速の車速 $V_{s3}$ まで一定値 $\alpha_{c0}$ であり、車速 $V_{s3}$ 以上の範囲において特性A3又は特性B3のように減少する。判定マップ#1~#3の特性はいずれもチューニング可能であり、線形に減少する特性であっても良い。

[0033] マップ判定部122は舵角指令値 $\theta_{tc}$ が判定マップ#1の特性値範囲を超えているか否かを判定し、角速度 $\omega_{tc}$ が判定マップ#2の特性値範囲を超えているか否かを判定し、更に角加速度 $\alpha_{tc}$ が判定マップ#3の特性値範囲を超えているか否かを判定する。判定結果MDは診断部123に入力され、時間や回数による診断の結果に基づき、診断部123は自動操舵指令のON/OFFを出力すると共に、自動操舵指令のON/OFFは出力部124に入力される。出力部124は、自動操舵指令がONの時にのみ舵角指令値 $\theta_t$ を出力する。

[0034] 舵角指令値 $\theta_t$ は実舵角 $\theta_r$ と共に、舵角指令値徐変部100に入力されるが、本発明では実舵角 $\theta_r$ を以下のように算出している。

[0035] トーションバー23を具備する機構については、例えば図13に示すようなセンサがコラム軸2(2A(入力側), 2B(出力側))に装着され、操舵角度が検出される。即ち、コラム軸2のハンドル1側の入力シャフト2Aには、角度センサとしてのホールICセンサ21及びトルクセンサ入力側ロータの20°ロータセンサ22が装着されている。ホールICセンサ21は296°周期のAS\_\_IS角度 $\theta_h$ を出力する。トーションバー23よりもハンドル1側に装着された20°ロータセンサ22は、20°周期のコラム入力側角度 $\theta_s$ を出力し、コラム入力側角度 $\theta_s$ は舵角演算部132に入力される。また、コラム軸2の出力シャフト2Bには、トルクセンサ出力側ロ

ータの40°ロータセンサ24が装着されており、40°ロータセンサ24からコラム出力側角度 $\theta_o$ が出力され、コラム出力側角度 $\theta_o$ は舵角演算部132に入力される。コラム入力側角度 $\theta_s$ 及びコラム出力側角度信号 $\theta_o$ は共に舵角演算部132で絶対角度に演算され、舵角演算部132から絶対角度のコラム入力側の舵角 $\theta_r$ 及びコラム出力側の舵角 $\theta_{r1}$ が出力される。

[0036] 本発明ではコラム入力側の舵角 $\theta_r$ を実舵角として説明しているが、コラム出力側の舵角 $\theta_{r1}$ を実舵角として用いることも可能である。

[0037] このような構成において、その動作例を図14及び図15のフローチャート並びに図16のタイミングチャートを参照して説明する。

[0038] 自動操舵指令がONされない場合（ステップS1）には、アシストトルクレベルが100%の通常操舵、つまりトルク制御が実施される（ステップS17）。そして、自動操舵実行判定部120により、時点 $t_2$ において自動操舵指令がONされると（ステップS1）、この時点 $t_2$ よりEPSのフェード処理1が開始される（ステップS2）。このとき、特性演算部140で、操舵トルク $T_s$ に基づいてフェードゲイン信号 $F_1 \sim F_3$ が演算され、フェードゲイン信号 $F_1$ はトルク徐変部103に入力され、フェードゲイン信号 $F_2$ は舵角指令値徐変部100に入力され、フェードゲイン信号 $F_3$ は舵角速度徐変部105に入力される（ステップS3）。フェードゲイン信号 $F_1 \sim F_3$ によってそれぞれ、フェード処理時間及びフェードゲイン特性が設定される。特性演算部140は、下記数1に従ってフェードゲイン信号 $F_1$ を算出し、下記数2に従ってフェードゲイン信号 $F_2$ を算出し、下記数3に従ってフェードゲイン信号 $F_3$ を算出する。

（数1）

$$F_1 = A_1 \times FG(z^{-1}) + FR_1$$

ただし、 $FR_1$ は制御周期に変化するフェードの割合を決めるフェードレート、 $A_1$ は指数の傾きを決める指数ゲインであり、 $FG(z$

) はフェードゲインの過去値である。

(数2)

$$F_2 = A_2 \times FG(z^{-1}) + FR_2$$

ただし、 $FR_2$  は制御周期に変化するフェードの割合を決めるフェードレート、 $A_2$  は指数の傾きを決める指数ゲインであり、 $FG(z^{-1})$  はフェードゲインの過去値である。

(数3)

$$F_3 = A_3 \times FG(z^{-1}) + FR_3$$

ただし、 $FR_3$  は制御周期に変化するフェードの割合を決めるフェードレート、 $A_3$  は指数の傾きを決める指数ゲインであり、 $FG(z^{-1})$  はフェードゲインの過去値である。

数1～数3において、指数ゲイン $A_1 \sim A_3$ を“1.0”とした時、フェード特性はいずれも直線となる。また、操舵トルク $T_s$ に応じて指数ゲイン $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ を可変させることにより、フェード処理の時間、ゲインを制御する。時点 $t_2 \sim t_4$ のフェード処理においては、指数ゲイン $A_1$ はトルク徐変に関連し、例えば図17に示すように、操舵トルク $T_s$ の所定値 $T_{11}$ まで一定値 $A_{12}$ であり、所定値 $T_{11}$ 以上でかつ所定値 $T_{12} (> T_{11})$ 以下において徐々に値 $A_{11} (< A_{12})$ まで減少し、所定値 $T_{12}$ より大きい領域で一定値 $A_{11}$ となっている。また、指数ゲイン $A_2$ は舵角指令値徐変に関連し、例えば図18に示すように、操舵トルクの所定値 $T_{21}$ まで一定値 $A_{21}$ であり、所定値 $T_{21}$ 以上でかつ所定値 $T_{22} (> T_{21})$ 以下において徐々に値 $A_{22} (< a_2)$ まで増加し、所定値 $T_{22}$ より大きい領域で一定値 $A_{22}$ となっている。

[0039] また、舵角速度については上記数3が適用されるが、図16の例では、時点 $t_2$ から時点 $t_3$ まで直線的に徐変( $A_3 = 0$ )し、時点 $t_3$ 以降時点 $t_4$ まで一定値としている。

[0040] なお、図17及び図18における操舵トルク $T_{11}$ 及び $T_{21}$ 、操舵トル

ク $T_{12}$ 及び $T_{22}$ は同一値であっても良く、また、減少特性及び増加特性は非線形や関数であっても良い。更に、手感に応じて自由にチューニングできるようにしても良い。

[0041] 舵角指令値徐変部100は、フェードゲイン信号F2に従って、位置/速度制御の徐変後舵角指令値 $\theta_m$ を実舵角 $\theta_r$ から徐々に舵角指令値 $\theta_t$ へ変化させる(ステップS4)。また、トルク徐変部103は、フェードゲイン信号F1に従って、トルクレベルを100%から0%へ徐々に変化させる(ステップS5)。舵角速度徐変部105は、フェードゲイン信号F3に従って、徐変後舵角速度 $\omega_m$ を0%から100%へ、時点 $t_3$ までに徐々に変化させる(ステップS6)。以後、フェード処理1の終了(時点 $t_4$ )となるまで上記動作が繰り返される(ステップS7)。

[0042] なお、フェード区間(徐変時間)における位置/速度制御の指令値徐変、トルク制御のレベル徐変、舵角速度の徐変の順番は、任意である。また、図16のタイミングチャートでは、操舵トルク $T_s$ に応じてフェード処理時間(時点 $t_2 \sim t_4$ )が可変することは示していない。

[0043] このようなフェード処理1の終了となる時点 $t_4$ 以降、トルク制御から自動操舵(位置/速度制御)へ切替わっていき、自動操舵が継続される(ステップS8)。

[0044] その後、自動操舵実行判定部120により自動操舵指令がOFFされると(時点 $t_5$ )、或いは自動操舵中に運転者がハンドルを操舵し、操舵トルク $T_s$ がある閾値を超え、自動操舵指令がOFFされると(時点 $t_5$ )、自動操舵終了となり(ステップS10)、フェード処理2が開始される(ステップS11)。

[0045] この場合にも、特性演算部140で上記数1~数3に従って、操舵トルク $T_s$ に基づいたフェードゲイン信号F1~F3が演算され、フェードゲイン信号F2は舵角指令値徐変部100に入力され、フェードゲイン信号F1はトルク徐変部103に入力され、フェードゲイン信号F3は舵角速度徐変部105に入力される(ステップS12)。

[0046] これにより、舵角指令値徐変部100は、位置／速度制御の徐変後舵角指令値 $\theta_m$ を舵角指令値 $\theta_t$ から徐々に実舵角 $\theta_r$ へ変化させ（ステップS13）、トルク徐変部103はトルクレベルを0%から100%へ徐々に変化させ（ステップS14）、舵角速度徐変部105は徐変後舵角速度 $\omega_m$ を100%から0%へ徐々に変化させる（ステップS15）。このフェード処理2は時点 $t_{63}$ まで継続され（ステップS16）、フェード処理終了となる時点 $t_{63}$ 以降、自動操舵から通常操舵のトルク制御へ切替わる（ステップS17）。

[0047] この場合のフェード処理2においても、上記数1～数3によってフェードゲイン信号 $F_1$ ～ $F_3$ がそれぞれ演算される。つまり、今回のフェード処理2では、下記数4～数6の演算が行われる。

（数4）

$$F_1 = A_2 \times FG(z^{-1}) + FR_2$$

（数5）

$$F_2 = A_1 \times FG(z^{-1}) + FR_1$$

（数6）

$$F_3 = A_3 \times FG(z^{-1}) + FR_3$$

この場合のフェードゲイン信号 $F_1$ 及び $F_3$ の指数ゲイン $A_2$ 及び $A_3$ はそれぞれ図18に示す特性となっており、フェードゲイン信号 $F_2$ の指数ゲイン $A_1$ は図17に示す特性となっている。

[0048] なお、図16では、位置／速度制御の舵角指令値フェード特性を指数曲線、トルク制御のトルク徐変を直線（線形）としているが、非線形特性、関数特性であっても良く、更には手感に応じて自由にチューニングできるようにすることもできる。舵角速度の徐変についても同様である。また、図16の時点 $t_3$ ～時点 $t_4$ の間は自動操舵区間であり、偏差0となっていることを示している。

[0049] 自動操舵実行判定部120の動作例は図15のフローチャートのようにな

っており、自動操舵実行判定部120内の演算部121はCAN等から舵角指令値 $\theta_{tc}$ を入力し（ステップS20）、舵角指令値 $\theta_{tc}$ に基づいて角速度 $\omega_{tc}$ 及び角加速度 $\alpha_{tc}$ を演算する（ステップS21）。角速度 $\omega_{tc}$ 及び角加速度 $\alpha_{tc}$ はマップ判定部122に入力され、車速 $V_s$ もマップ判定部122に入力され（ステップS22）、マップ判定部122は先ず車速 $V_s$ に対応して、舵角指令値 $\theta_{tc}$ が図12（A）に示す判定マップ#1の特性値範囲内、つまり図12（A）の特性線の下側になっているか否かを判定し（ステップS23）、判定マップ#1の特性値範囲内であれば、次に車速 $V_s$ に対応して、角速度 $\omega_{tc}$ が図12（B）に示す判定マップ#2の特性値範囲内、つまり図12（B）の特性線の下側になっているか否かを判定する（ステップS24）。そして、判定マップ#2の特性値範囲内であれば、次に車速 $V_s$ に対応して、角加速度 $\alpha_{tc}$ が図12（C）に示す判定マップ#3の特性値範囲内、つまり図12（C）の特性線の下側になっているか否かを判定する（ステップS25）。全ての判定対象が特性範囲内であれば、自動操舵実行判定部120は自動操舵指令をONとし（ステップS31）、舵角指令値 $\theta_{tc}$ を舵角指令値 $\theta_t$ として出力し、舵角指令値徐変部100に入力する（ステップS32）。

[0050] また、上記ステップS23において、車速 $V_s$ に対応して、舵角指令値 $\theta_{tc}$ が図12（A）に示す判定マップ#1の特性値範囲内でないとき、上記ステップS24において、車速 $V_s$ に対応して、角速度 $\omega_{tc}$ が図12（B）に示す判定マップ#2の特性値範囲内でないとき、上記ステップS25において、車速 $V_s$ に対応して、角加速度 $\alpha_{tc}$ が図12（C）に示す判定マップ#3の特性値範囲内でないときは、診断部123はその範囲外となった回数を所定の回数閾値と比較し、或いはその範囲外となった時間を所定の時間閾値と比較する（ステップS30）。そして、閾値以下の場合には上記ステップS31に移行して自動操舵指令をONとする。また、回数や時間が閾値を超えた場合には、自動操舵指令をOFFとし（ステップS33）、舵角指令値 $\theta_t$ を遮断して出力しない（ステップS34）。

- [0051] なお、上記ステップS 23～25の順番は適宜変更可能である。
- [0052] 図19に示すように自動操舵指令がONしたとき（時点 $t_{10}$ ）、フェード処理が開始される。徐変後舵角指令値 $\theta_m$ は、実舵角 $\theta_r$ から舵角指令値 $\theta_t$ へ徐変される。実舵角 $\theta_r$ は、徐変後舵角指令値 $\theta_m$ に追従するように位置／速度制御されるため、位置／速度制御のトルク指令値を自動的に滑らかに変化させることができ、運転者にとって優しい手感となる。なお、図19（B）は、位置の偏差分がトルクに現れていることを示している。
- [0053] 一方、図20に示すように、自動操舵からトルク制御に切替わるフェード処理の際（時点 $t_{20}$ ）、時点 $t_{21}$ 以降において過大な操舵トルク変動が生じても、徐変後舵角指令値 $\theta_m$ を舵角指令値 $\theta_t$ から実舵角 $\theta_r$ へ徐々に変化させるため、過大な操舵トルク変動を自動的に位置／速度制御が補償する。これによって、運転者がハンドルを取られるようなこともなくなる。即ち、本発明では、図20（A）に示すように、実舵角 $\theta_r$ が徐変後舵角指令値 $\theta_m$ に追従するように位置／速度制御されるためピークの発生が遅れ、徐変後舵角指令値 $\theta_m$ と実舵角 $\theta_r$ の差分に応じて位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ が発生され、滑らかに収束している。しかしながら、従来の制御では、図20（A）の破線に示すように、トルクのピークから徐変が始まっているので滑らかに収束していない。また、トルク（加速度）を2回積分した位置 $\theta_r$ は、図20（A）に示す破線のような軌跡となり、ハンドルがより大きく動いてしまう。
- [0054] なお、上述では、トルク制御から位置／速度制御へのフェード処理及び位置／速度制御からトルク制御へのフェード処理の両方で、操舵トルクに基づいてフェードゲイン特性を演算し、フェード処理（時間、ゲイン）を可変しているが、少なくとも位置／速度制御からトルク制御へのフェード処理において実行すれば良い。
- [0055] 本発明では更に図21に示すように、位置／速度制御部101内において、運転者のハンドル手入力が妨げられないように、ハンドルの慣性や摩擦を補償する外乱オブザーバ150を設けている。また、外乱オブザーバ150

は、運転者のトルク入力をモータの電流で推定し、手入力を高速度に検出するトルクセンサとしても機能する。

[0056] 図10の位置／速度制御部101は、図21に示す位置／速度フィードバック制御部170及び外乱オブザーバ150で構成される。つまり、位置／速度制御部101の入力は徐変後舵角指令値 $\theta_m$ であり、出力は位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ であり、状態フィードバック変数は舵角 $\theta_r$ 及び舵角速度 $\omega_r$ となる。位置／速度フィードバック制御部170は、徐変後舵角指令値 $\theta_m$ と舵角 $\theta_r$ の舵角偏差を求める減算部171と、舵角偏差を位置制御する位置制御器172と、位置制御器172からの角速度と舵角速度 $\omega_r$ の速度偏差を求める減算部173と、速度偏差を速度制御する速度制御器174とで構成されており、速度制御器174の出力は外乱オブザーバ150内の減算部154に加算入力されている。また、外乱オブザーバ150は、伝達関数“( $J_2 \cdot s + B_2$ ) / ( $\tau \cdot s + 1$ )”で表わされる制御対象のステアリングの逆モデル151と、位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ を入力して帯域制限する伝達関数“(1 / ( $\tau \cdot s + 1$ ))”のローパスフィルタ(LPF)152と、外乱推定トルク $T_{d*}$ を求める減算部153と、減算により位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ を出力する減算部154とで構成されている。

[0057] 制御対象となるステアリングシステム160は、位置／速度制御トルク指令値 $T_p$ に未知の外乱トルク $T_d$ を加算する加算部161と、伝達関数“(1 / ( $J_1 \cdot s + B_1$ ))”で表わされるステアリングシステム162と、ステアリングシステム162からの角速度 $\omega_r$ を積分(1 /  $s$ )して舵角 $\theta_r$ を出力する積分部163とで構成されている。舵角速度 $\omega_r$ は位置／速度フィードバック制御部170にフィードバックされると共に、積分部163に入力され、舵角 $\theta_r$ は位置／速度フィードバック制御部170にフィードバックされる。

[0058] 伝達関数の $J_1$ はステアリングシステム162の慣性、 $B_1$ はステアリングシステム162の摩擦、 $J_2$ は逆モデル151の慣性、 $B_2$ は逆モデル151の

摩擦、 $\tau$ は所定の時定数であり、下記数7及び数8の関係を有している。

(数7)

$$J_1 \geq J_2$$

(数8)

$$B_1 \geq B_2$$

外乱オブザーバ150は、ステアリングの逆モデル151とLPF152の出力差から、未知である外乱トルク $T_d$ を推定し、推定値として外乱推定トルク $T_d^*$ を求める。外乱推定トルク $T_d^*$ は減算部154に減算入力され、減算部154で速度制御器174の出力から減算されることにより、ロバストな位置/速度制御が可能としている。しかしながら、ロバストな位置/速度制御は運転者の介入に対して、ハンドルが止められない等の背反が生じる。これを改善するため、実際のステアリングシステム162が持つ慣性 $J_1$ 、摩擦 $B_1$ 以下の小さな慣性 $J_2$ と摩擦 $B_2$ をステアリングの逆モデル151として入力することにより、運転者が感じるハンドルの慣性や摩擦が見かけ上、小さくなる。これにより、運転者は自動操舵に対して容易に操舵介入が可能となる。

[0059] また、外乱オブザーバ150の外乱推定トルク $T_d^*$ をモニタすることにより、トルクセンサの代わりに運転者の操舵トルクを検出することが可能となる。特にトルクセンサがデジタル信号である場合は、通信遅れ等の影響により、運転者の操舵介入の検出が遅れる場合がある。トルクセンサと同様に外乱推定トルク $T_d^*$ が一定時間、閾値より大きな値を示した場合、操舵介入が行われたと判断して、フェード処理を行うことが可能である。

[0060] 図22(A)及び(B)は外乱オブザーバ150を設けた場合の特性を、位置/速度制御からトルク制御へのフェード処理における角度及びトルクについて示している。運転者は、自動運転による舵角指令値 $\theta_t$ の向きに対して反対方向へハンドルを切って、自動操舵OFF(フェード処理開始)となったら手を放す。図22ではそのときの外乱オブザーバ150の特性につい

て、慣性及び摩擦を  $J_1 > J_2$  かつ  $B_1 > B_2$  の場合と、 $J_1 = J_2$  かつ  $B_1 = B_2$  の場合とを示している。図 2 2 (A) は、外乱オブザーバ 1 5 0 を設けた場合の実舵角  $\theta_r$  の変化例を示し、図 2 2 (B) は外乱オブザーバ 1 5 0 を設けた場合の操舵トルク  $T_s$  及び位置／速度制御トルク指令値  $T_p$  の変化例を示している。

[0061] 外乱オブザーバ 1 5 0 を設けることにより、より滑らかな操舵感が得られ、高速度な制御切替が可能となる。また、慣性と摩擦を小さくした方が、操舵介入を容易にできる。

### 符号の説明

[0062]	1	ハンドル (ステアリングホイール)
	2	コラム軸 (ステアリングシャフト、ハンドル軸)
	1 0	トルクセンサ
	1 2	車速センサ
	2 0、1 3 1	モータ
	3 0	コントロールユニット (ECU)
	4 0	CAN
	4 1	非CAN
	5 0	自動操舵指令装置
	5 1、1 0 1	位置／速度制御部
	5 2、1 2 0	自動操舵実行判定部
	5 3	トルク制御部
	5 4	トルク指令値徐変切替部
	1 0 0	舵角指令値徐変部
	1 0 2	トルク制御部
	1 0 3	トルク徐変部
	1 0 5	舵角速度徐変部
	1 3 0	電流制御系
	1 4 0	特性演算部

150

外乱オブザーバ

## 請求の範囲

- [請求項1] 操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵を補助するアシストトルクを車両のステアリングシステムに付与するモータを制御するモータ制御装置とを有する電動パワーステアリング装置において、所定の切替え契機に従って、前記モータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク系のトルク制御方式と、前記操舵の舵角を制御する舵角系の位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、前記トルク制御方式から前記位置／速度制御方式に移行するときに、前記位置／速度制御方式の舵角指令値及び舵角速度と、前記トルク制御方式のアシストトルクレベルとを、前記操舵トルクに感応してそれぞれ徐変す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2] 操舵トルクを検出するトルクセンサと、操舵を補助するアシストトルクを車両の操舵機構に付与するモータを制御するモータ制御装置とを有する電動パワーステアリング装置において、所定の切替え契機に従って、前記モータの制御方式を、モータ出力トルクを制御するトルク系のトルク制御方式と、前記操舵の舵角を制御する舵角系の位置／速度制御方式との間で切替える機能を具備し、前記位置／速度制御方式から前記トルク制御方式に移行するときに、前記位置／速度制御方式の舵角指令値及び舵角速度と、前記トルク制御方式のアシストトルクレベルとを、前記操舵トルクに感応してそれぞれ徐変す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3] 前記所定の切替え契機のON/OFF時に、前記操舵トルクに応じて、前記トルク系のフェード特性1を付与するフェードゲイン信号F1と、前記舵角系のフェード特性2を付与するフェードゲイン信号F2と、前記舵角速度のフェード特性3を付与するフェードゲイン信号F3とを演算する特性演算部が設けられている請求項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] 前記切替え契機がONしたとき、前記フェードゲイン信号F2によっ

て、前記位置／速度制御の徐変後舵角指令値を実舵角から徐々に舵角指令値へ変化させ、前記フェードゲイン信号F 1によって、前記アシストトルクレベルを100%から0%に徐々に変化させ、前記フェードゲイン信号F 3によって、前記舵角速度を0%から100%に徐々に変化させ、前記位置／速度制御方式で動作するようになっている請求項3に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項5] 前記切替え契機がOFFされたとき、前記フェードゲイン信号F 2によって、前記位置／速度制御の徐変後舵角指令値を舵角指令値から徐々に実舵角へ変化させ、前記フェードゲイン信号F 1によって、前記アシストトルクレベルを0%から100%に徐々に変化させ、前記フェードゲイン信号F 3によって、前記舵角速度を100%から0%に徐々に変化させ、前記トルク制御方式で動作するようになっている請求項3に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項6] フェードゲインの過去値を $FG(z^{-1})$ 、指数ゲインをA、フェードレートをFRとして、前記フェードゲイン信号F 1、F 2、F 3を $A \times FG(z^{-1}) + FR$ の形式で算出する請求項4又は5に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項7] 前記所定の切替え契機を自動操舵実行判定部で行う請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項8] 前記自動操舵実行判定部が、  
舵角指令値を入力して角速度及び角加速度を演算する演算部と、  
前記舵角指令値、前記角速度及び前記角加速度をそれぞれ車速に対応する判定マップで判定するマップ判定部と、  
前記マップ判定部の判定結果に基づいて診断する診断部と、  
で構成されている請求項7に記載の電動パワーステアリング装置。

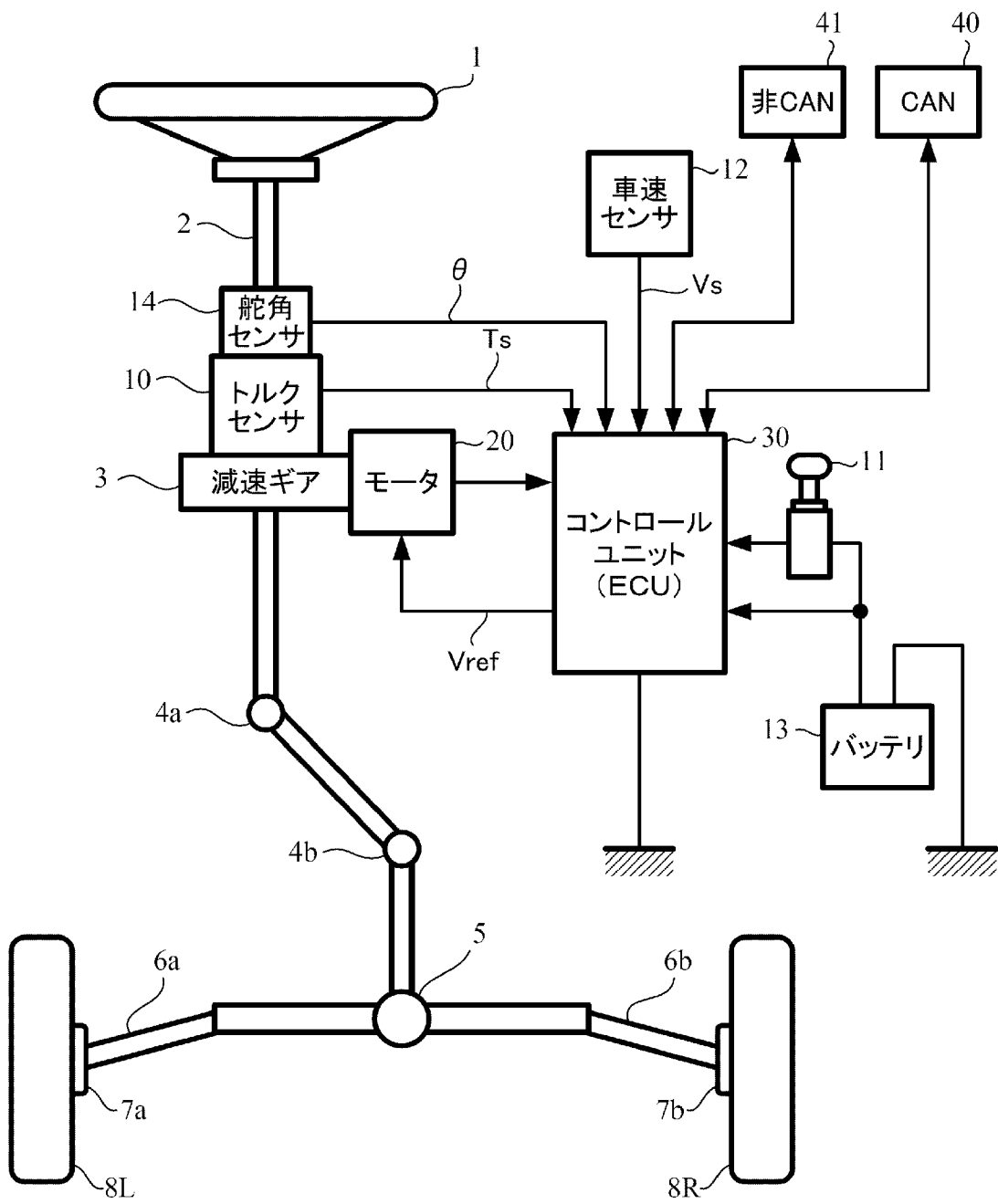
[請求項9] ハンドルの慣性、摩擦を補償する外乱オブザーバが更に設けられている請求項1に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項10] 前記外乱オブザーバが、

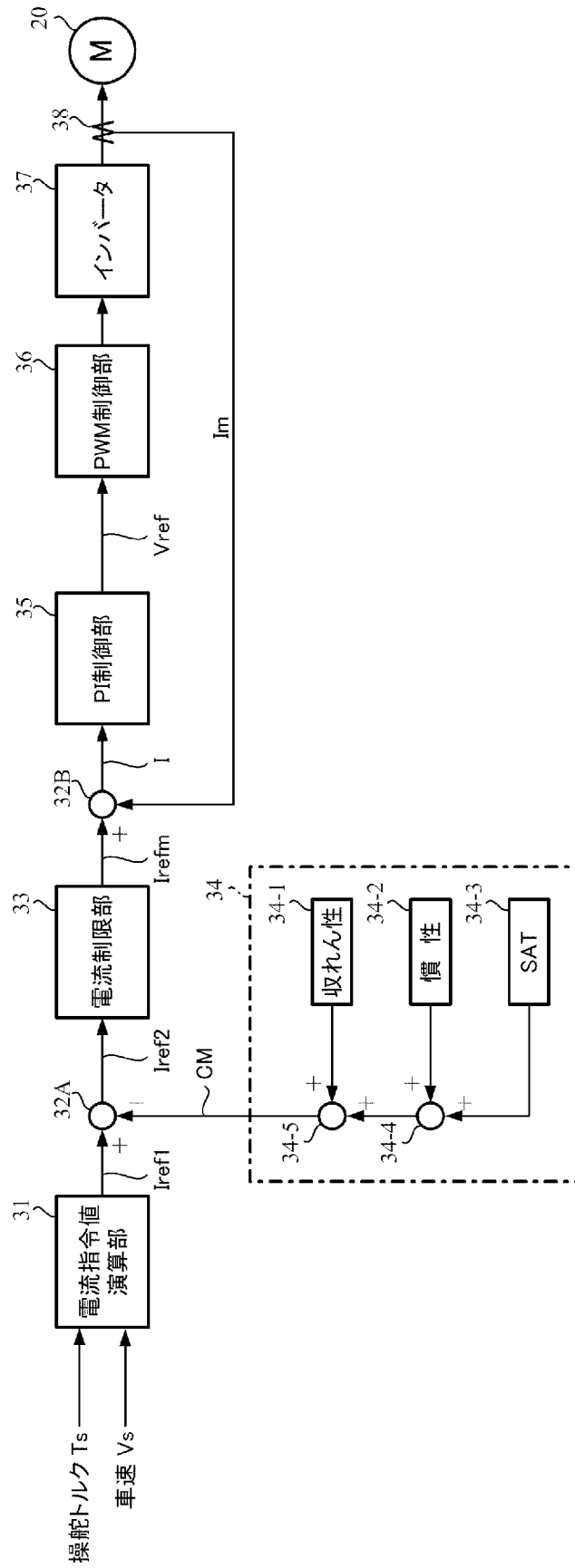
前記ステアリングシステムの逆モデルと帯域制限を行うLPFの出力差から外乱推定トルクを推定している請求項9に記載の電動パワーステアリング装置。

[請求項11] 前記ステアリングシステムの慣性及び摩擦の値が、前記逆モデルの慣性及び摩擦の値以上となっている請求項10に記載の電動パワーステアリング装置。

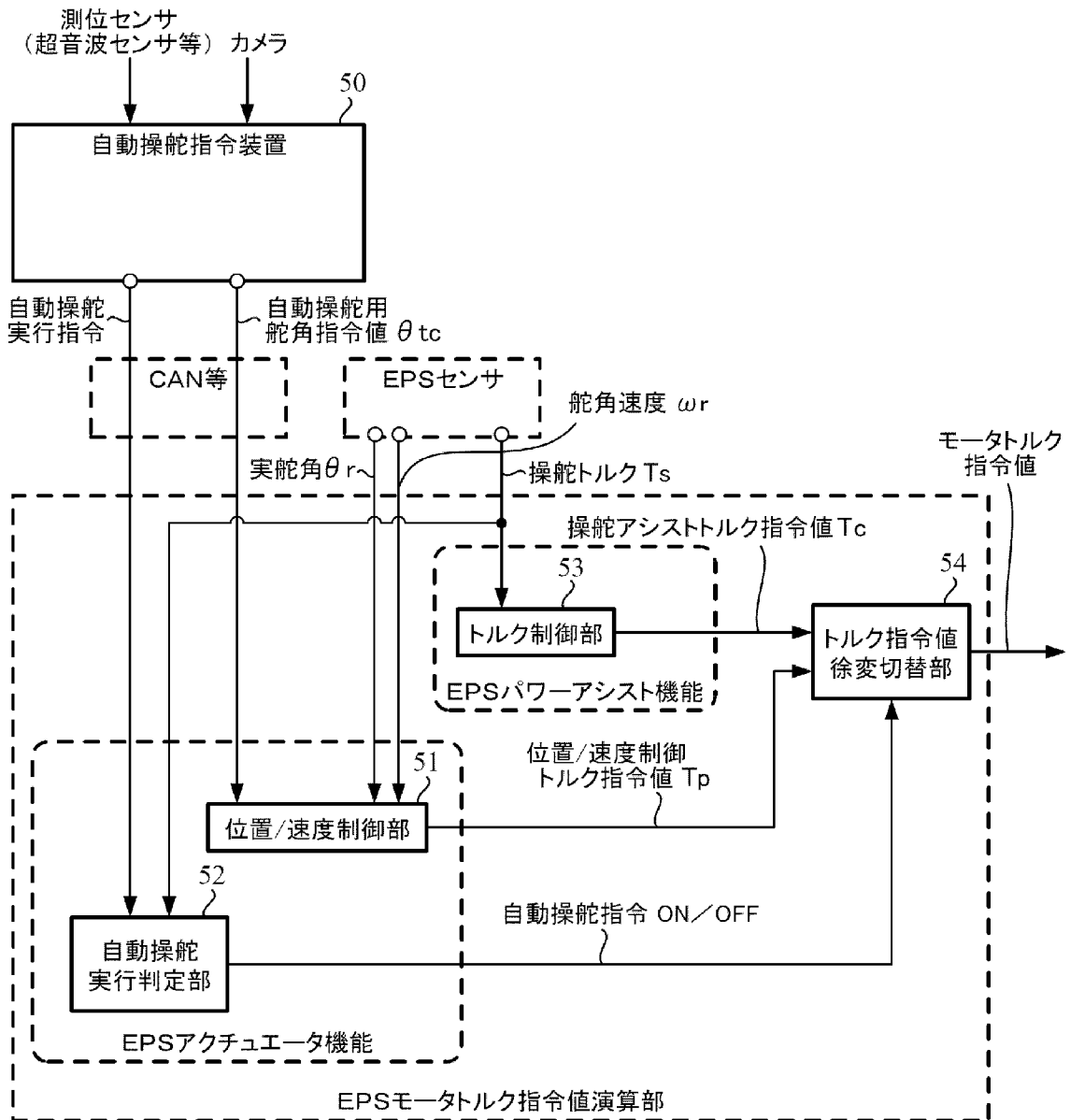
[図1]



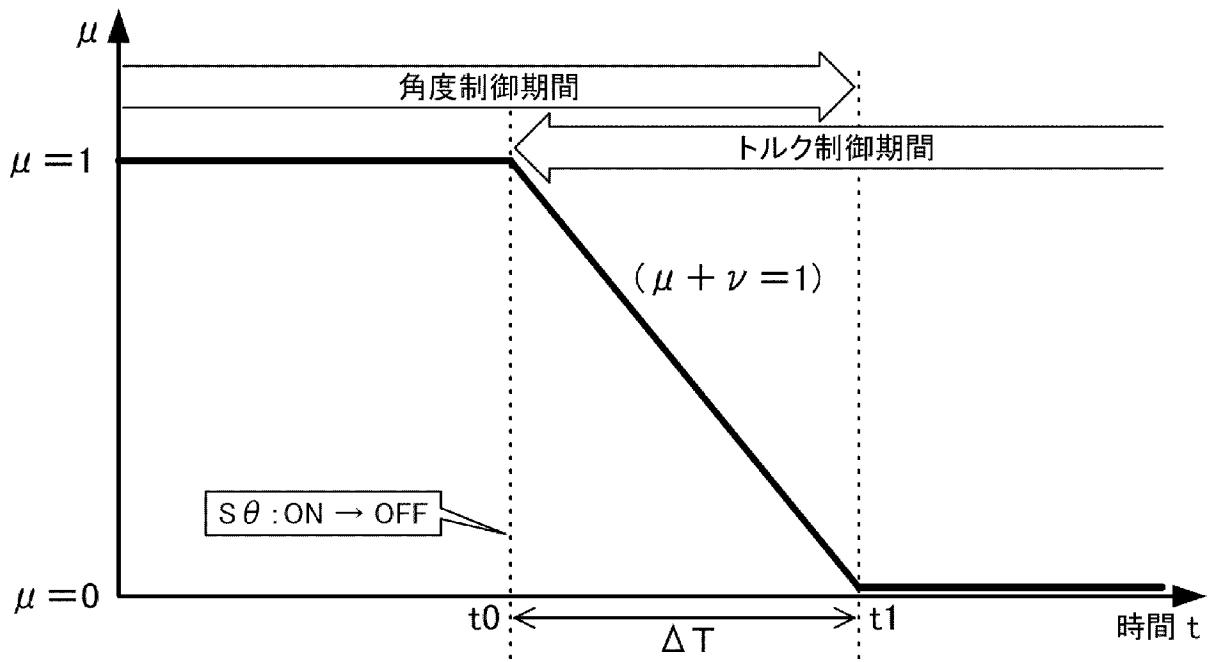
[図2]



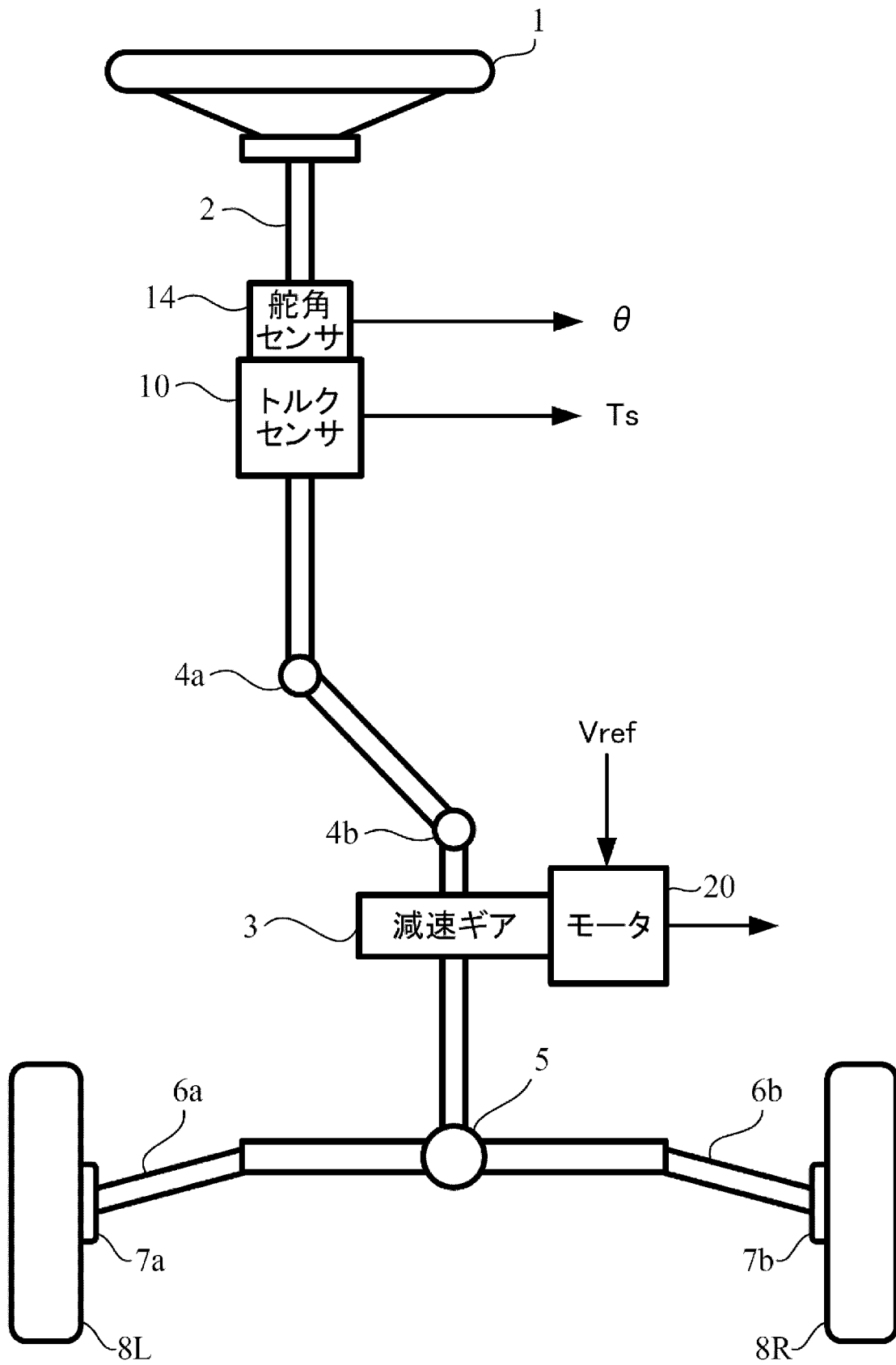
[図3]



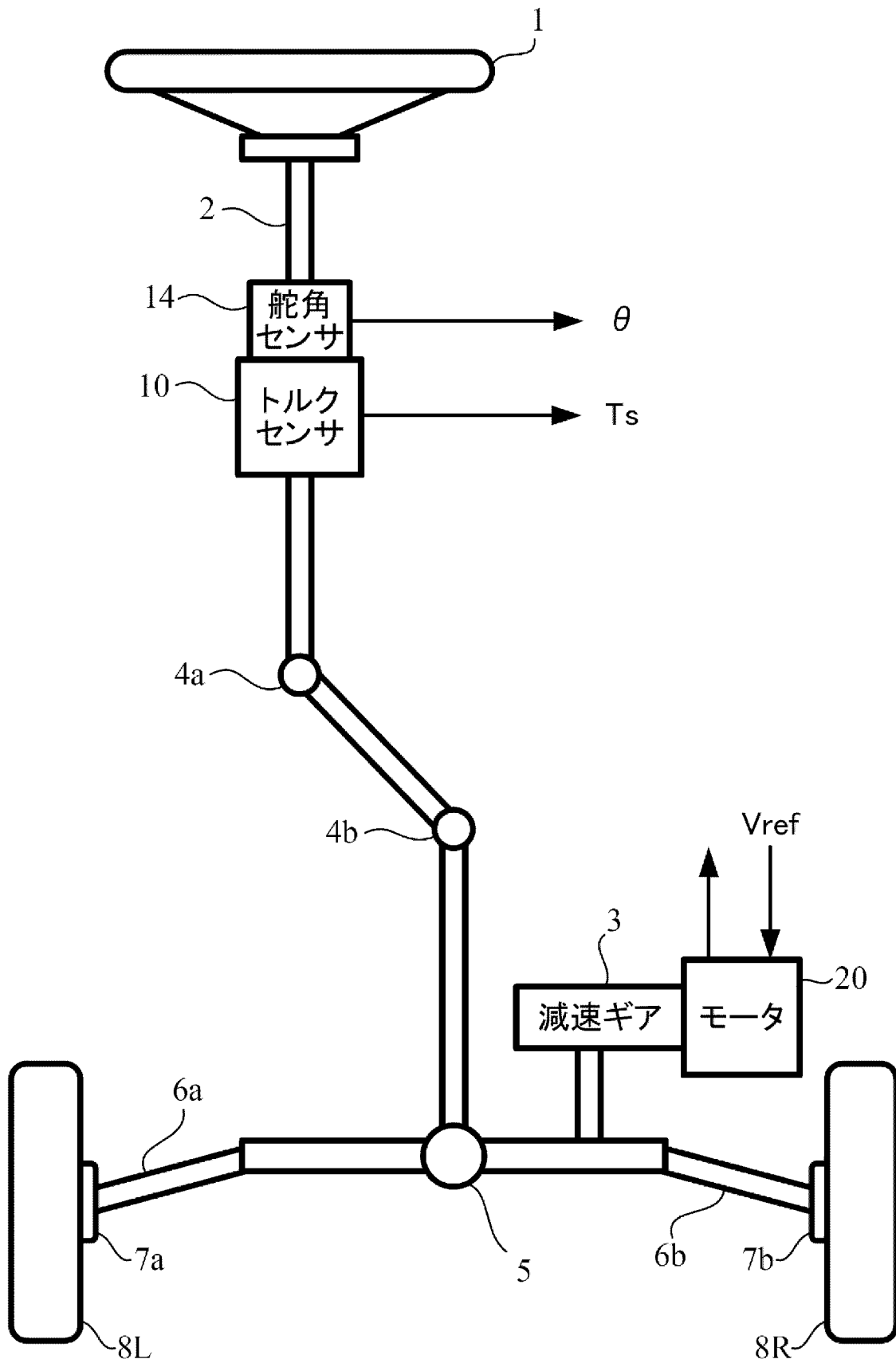
[図4]



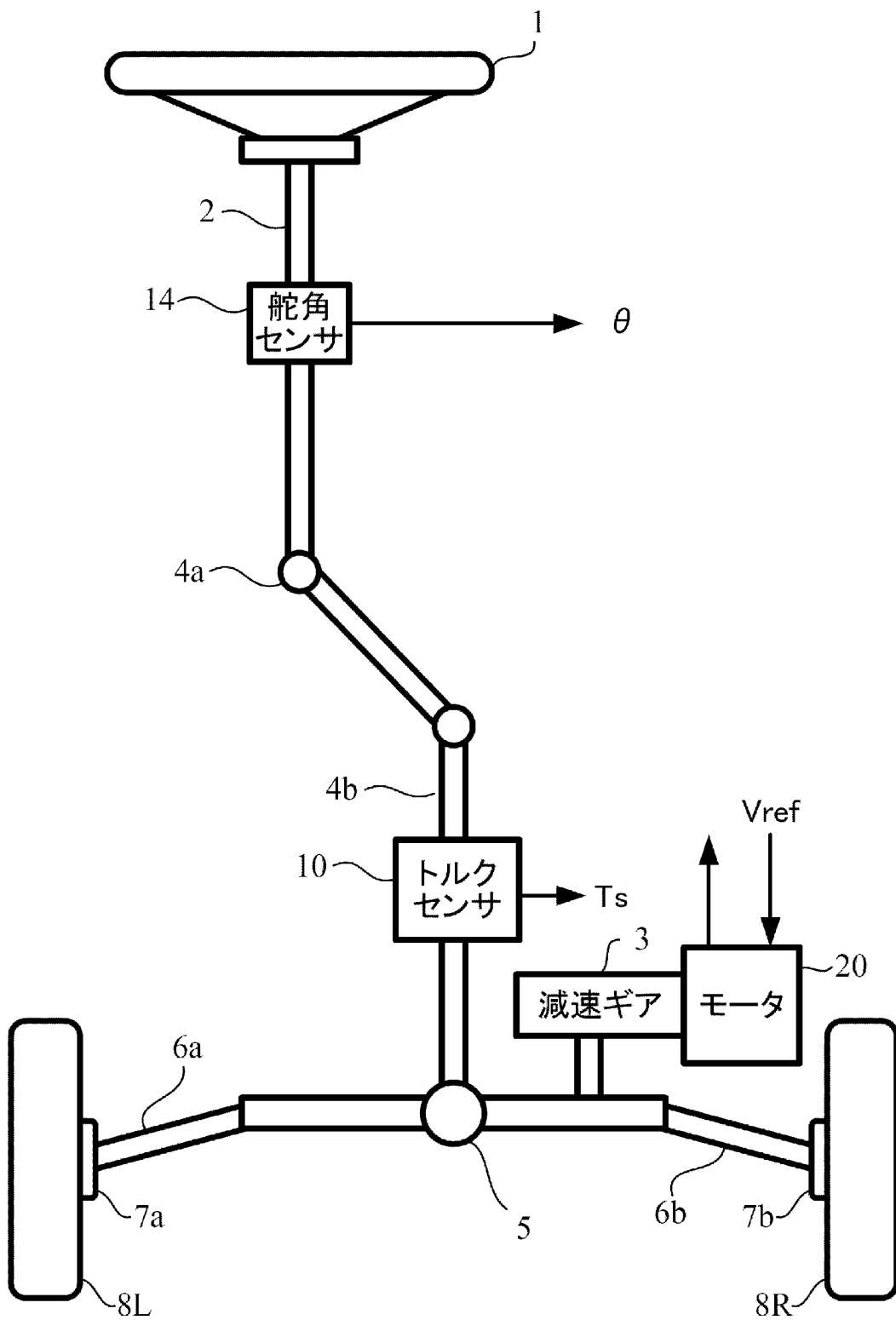
[図5]



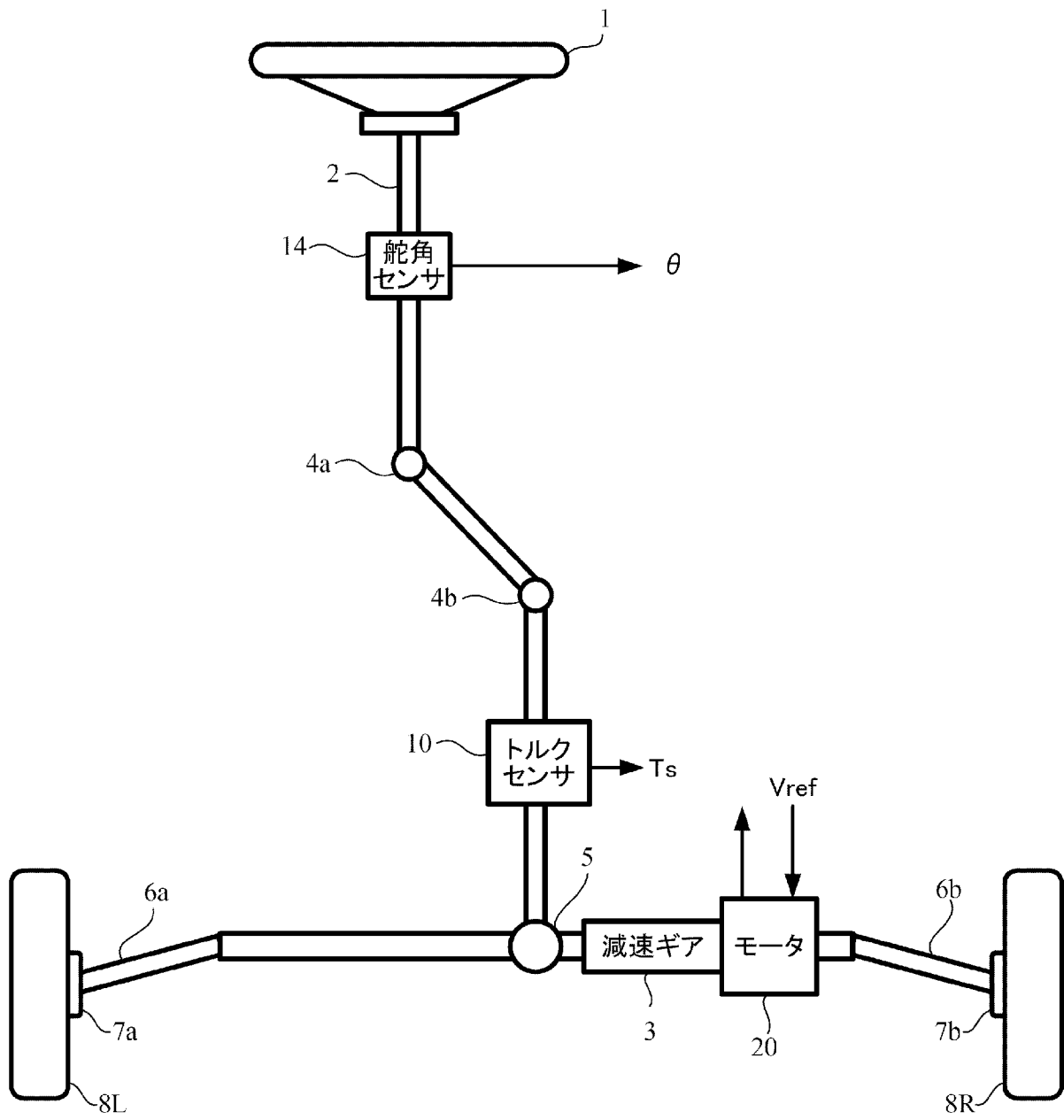
[図6]



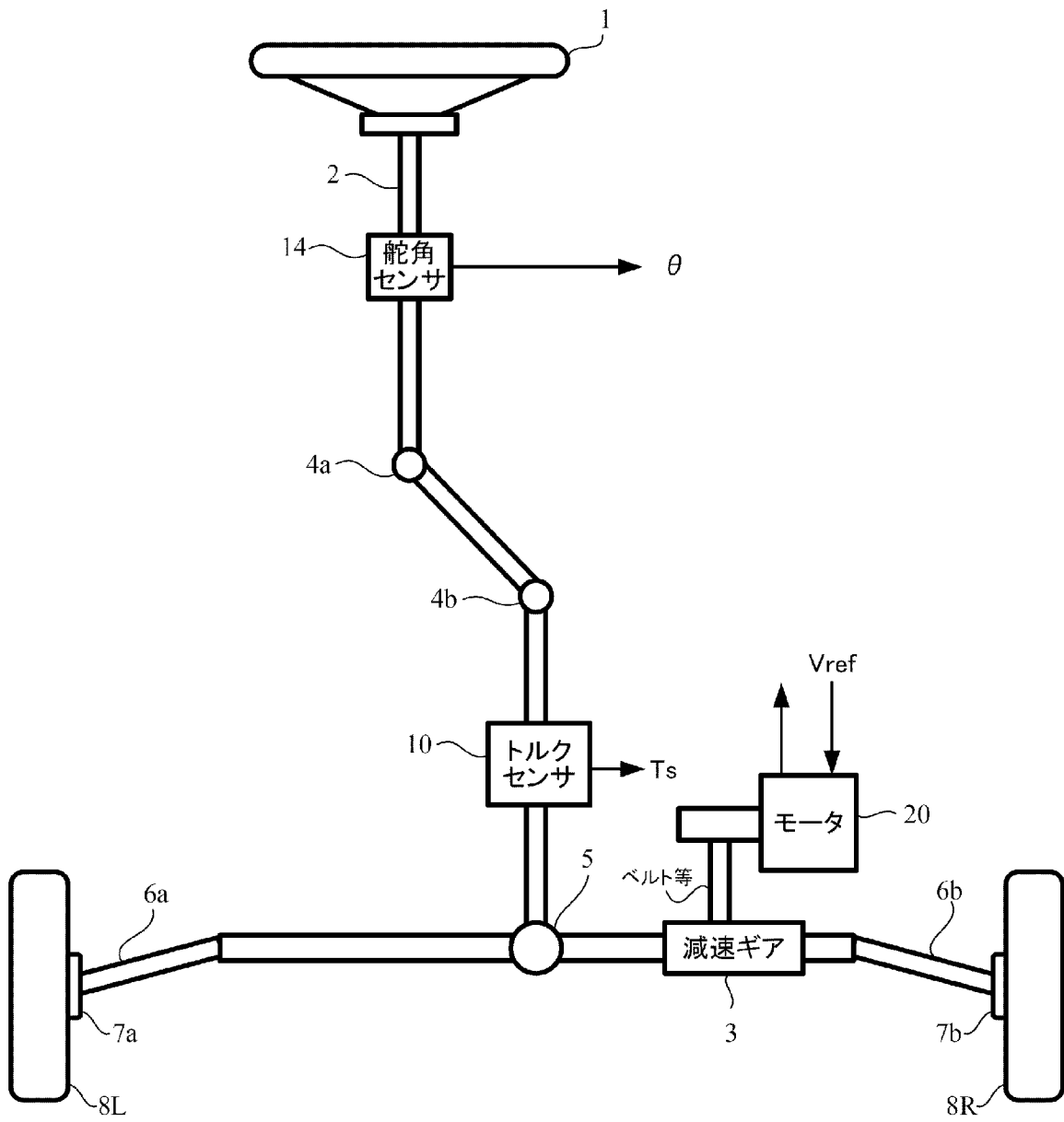
[図7]



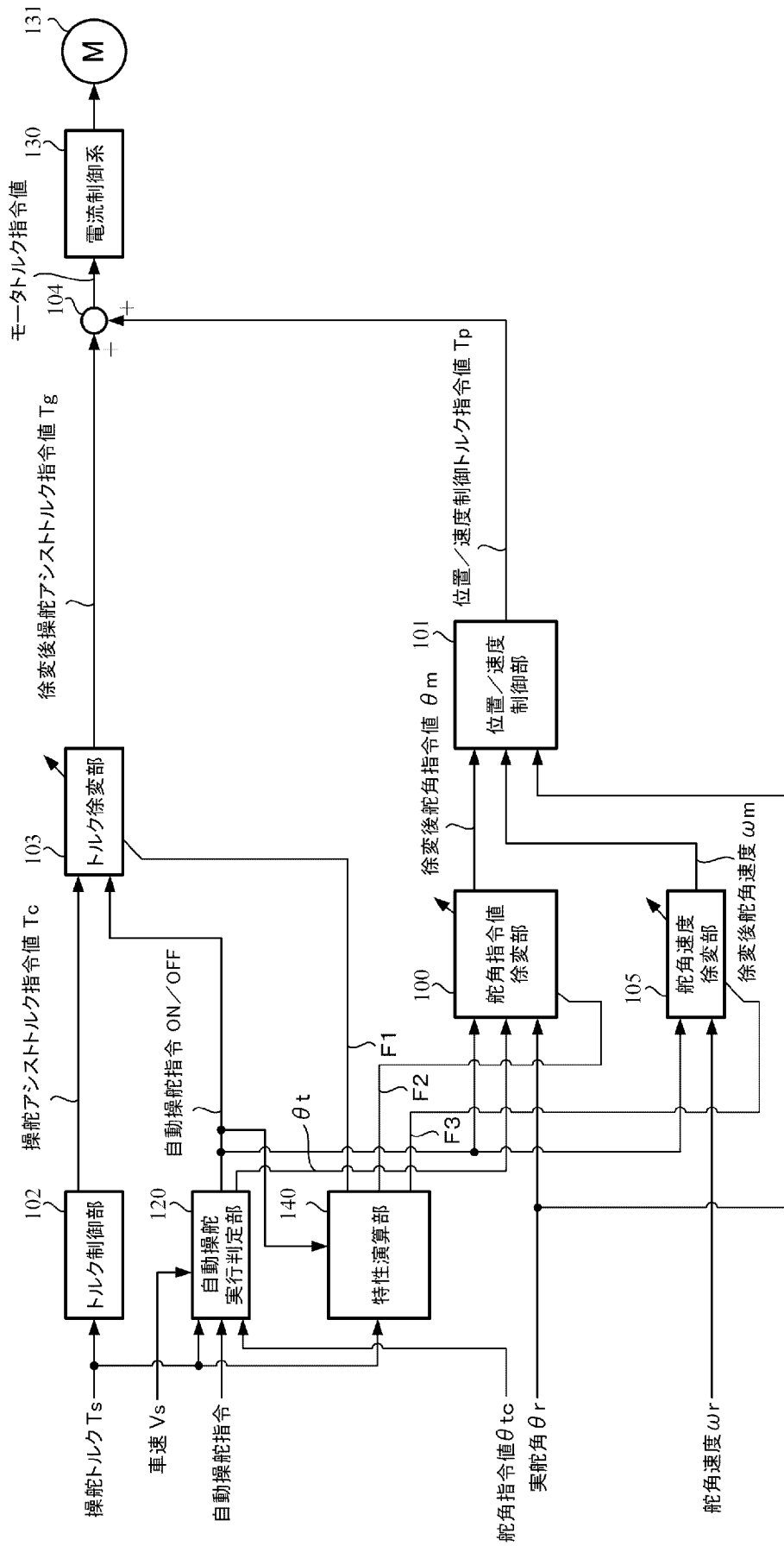
[図8]



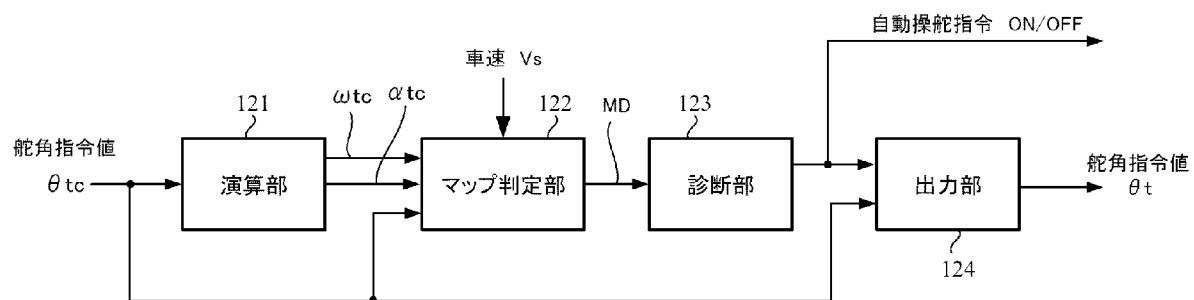
[図9]



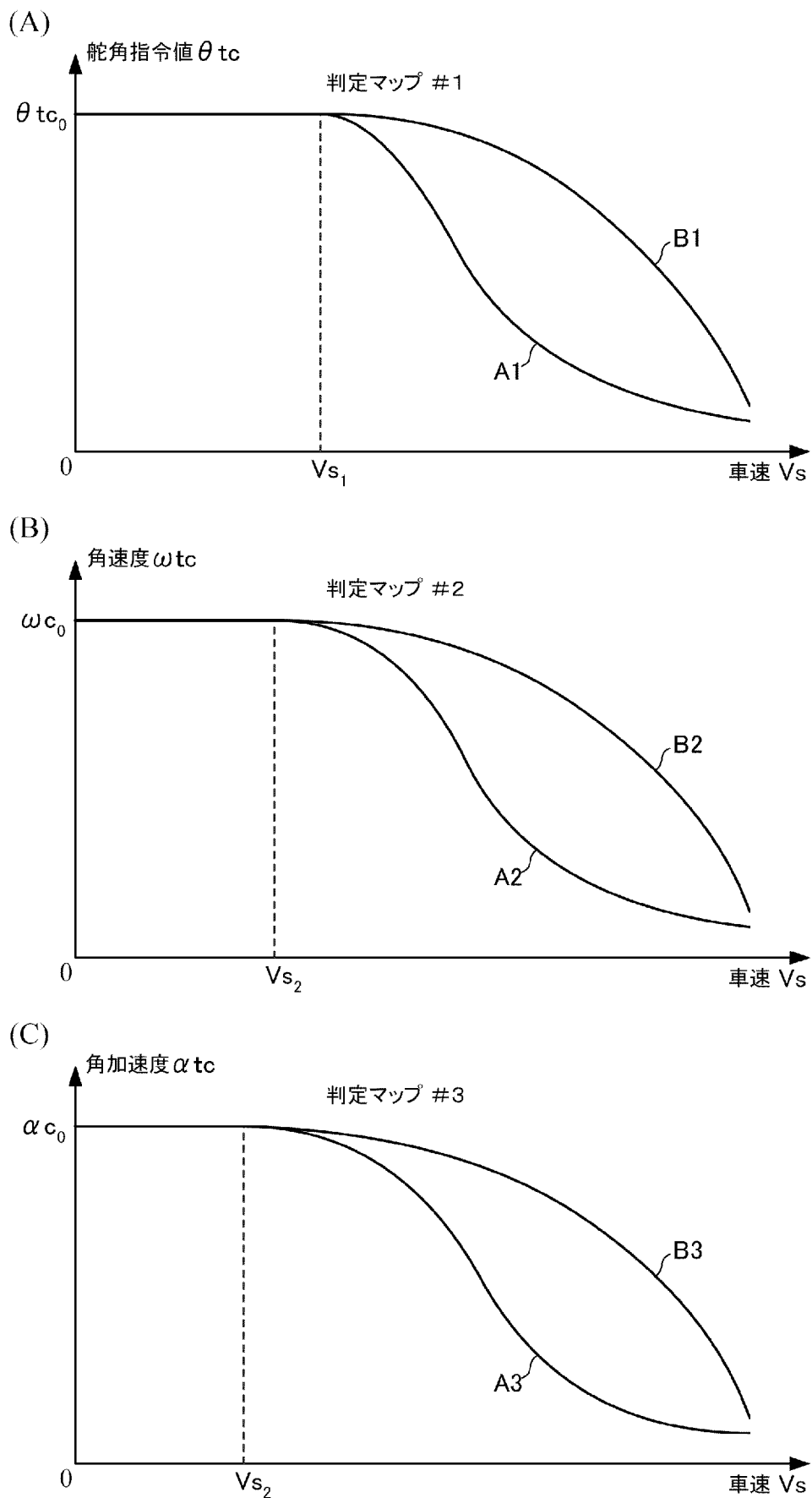
[図10]



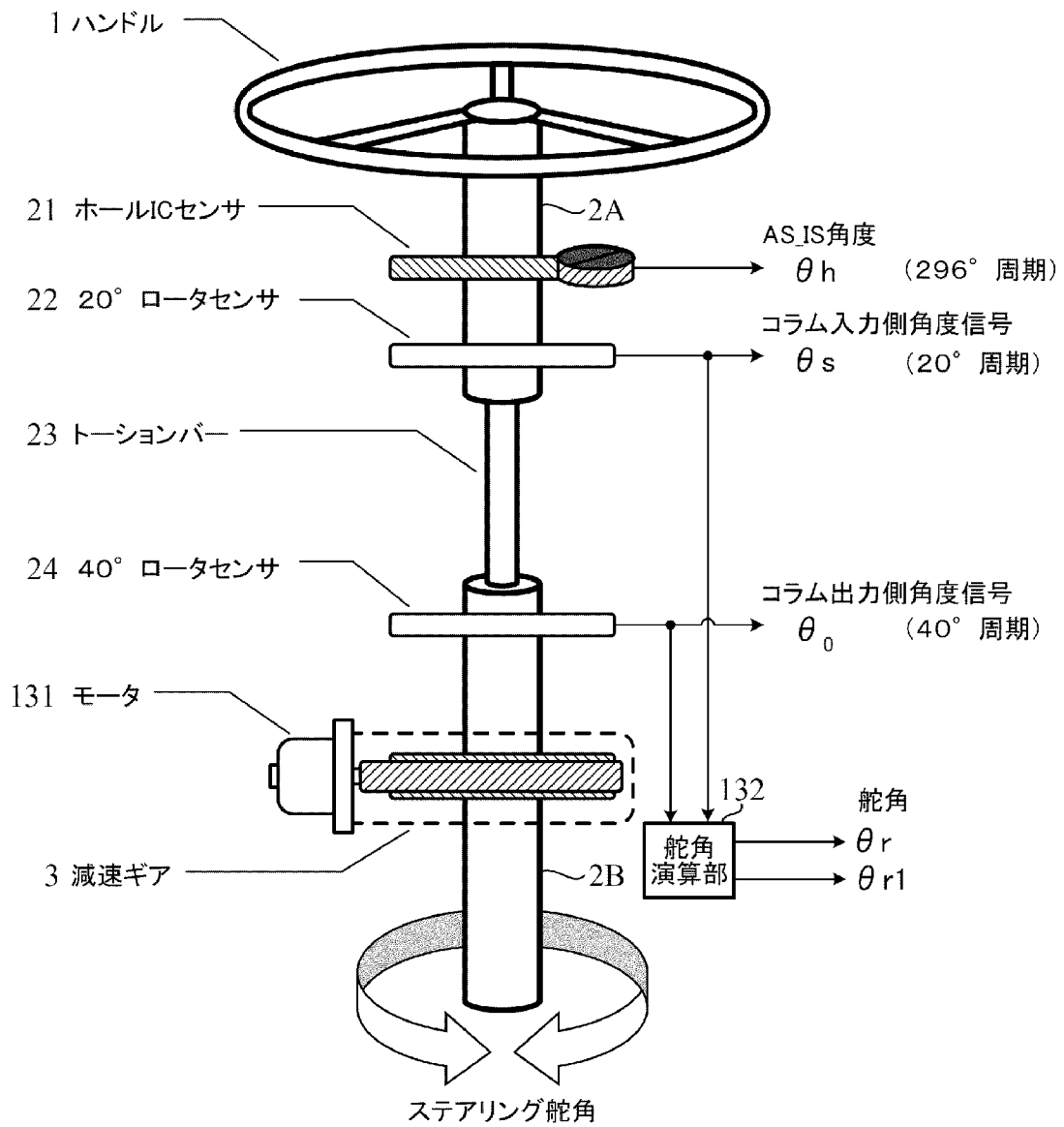
[図11]



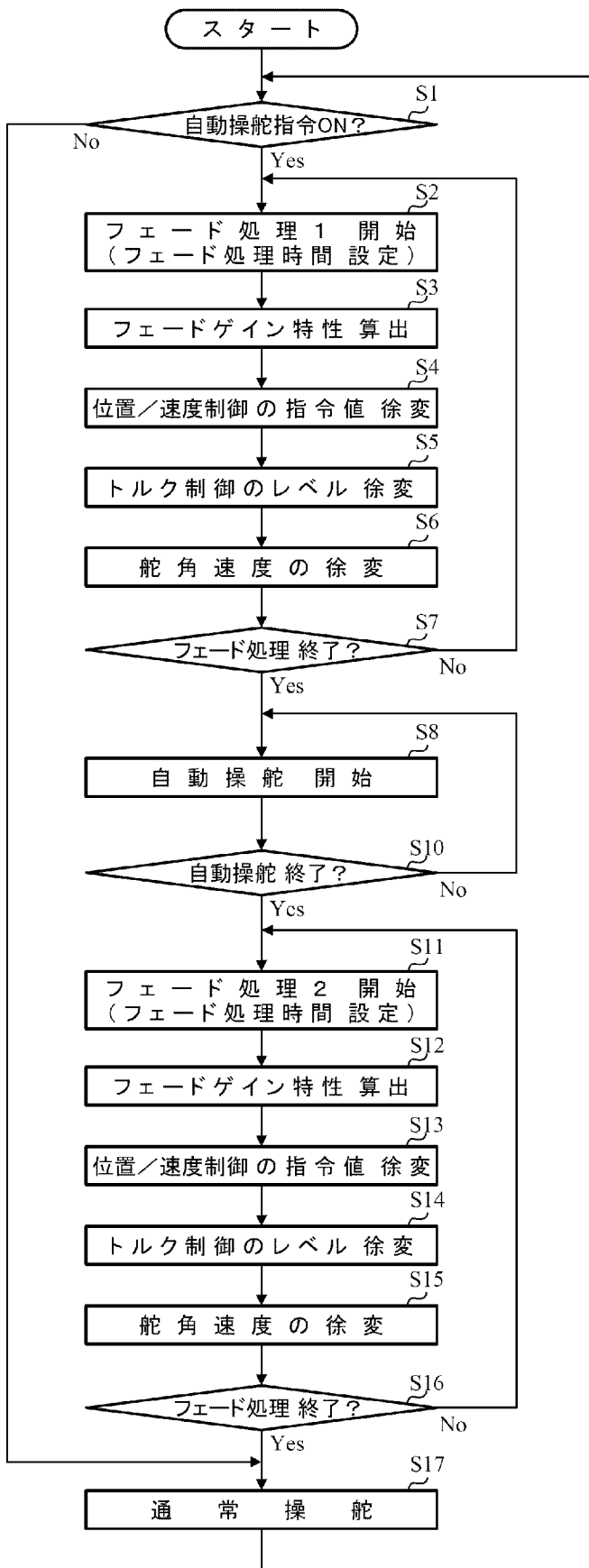
[図12]



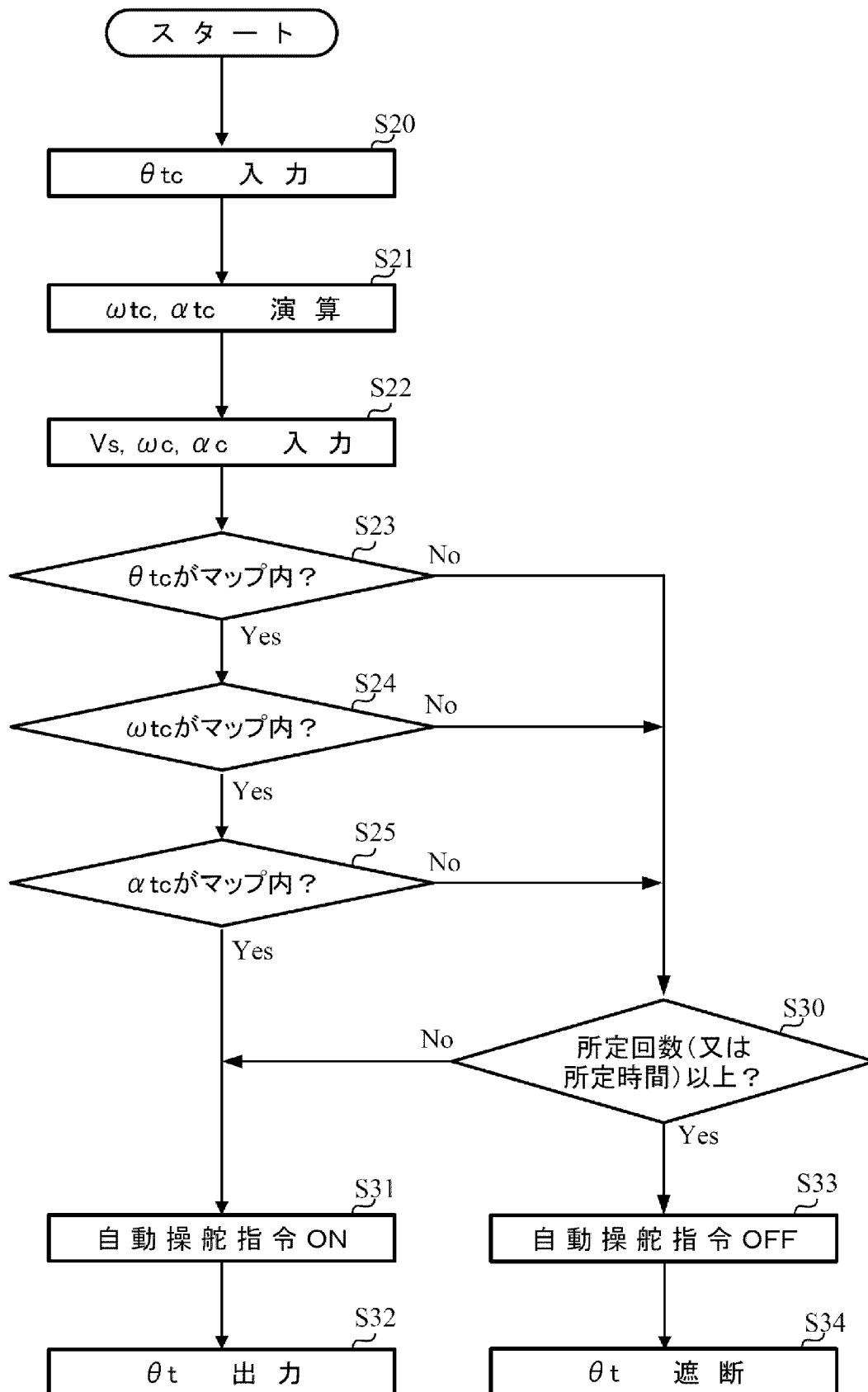
[図13]



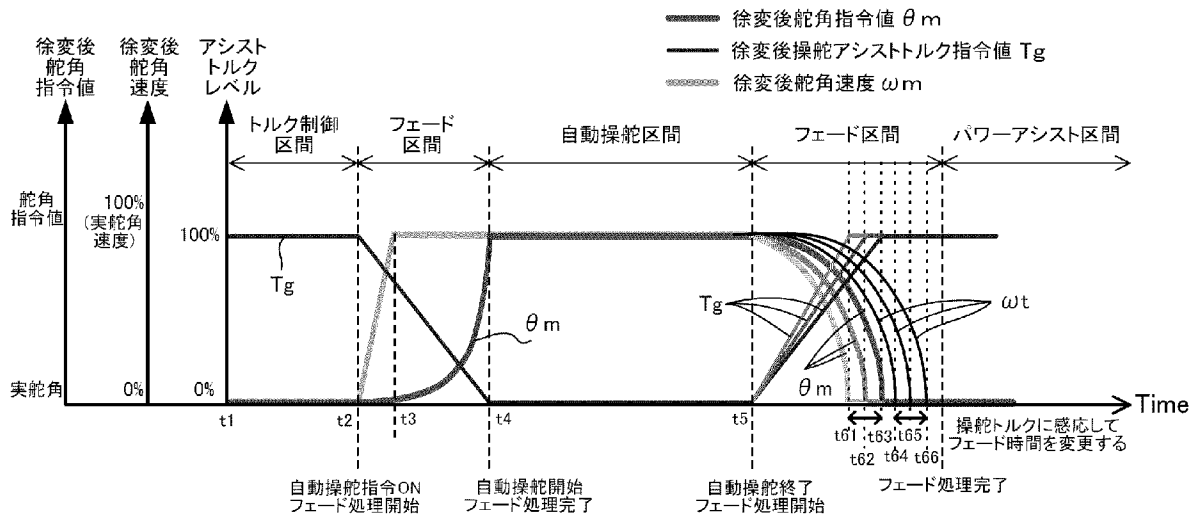
[図14]



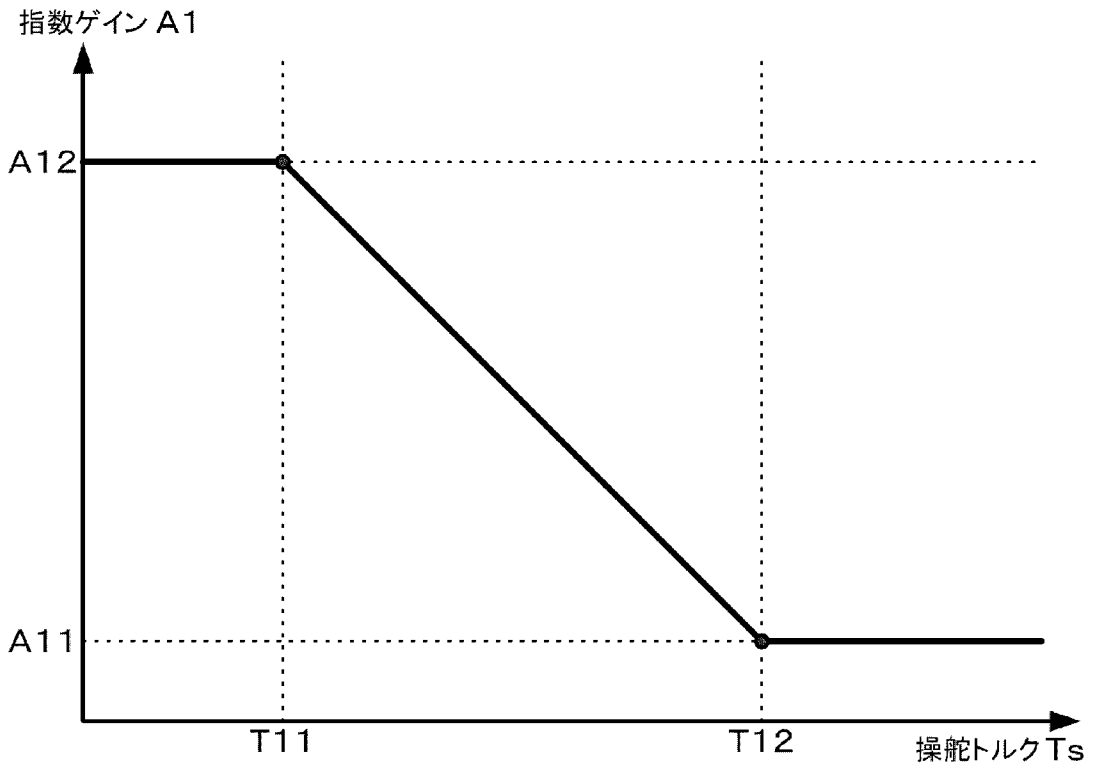
[図15]



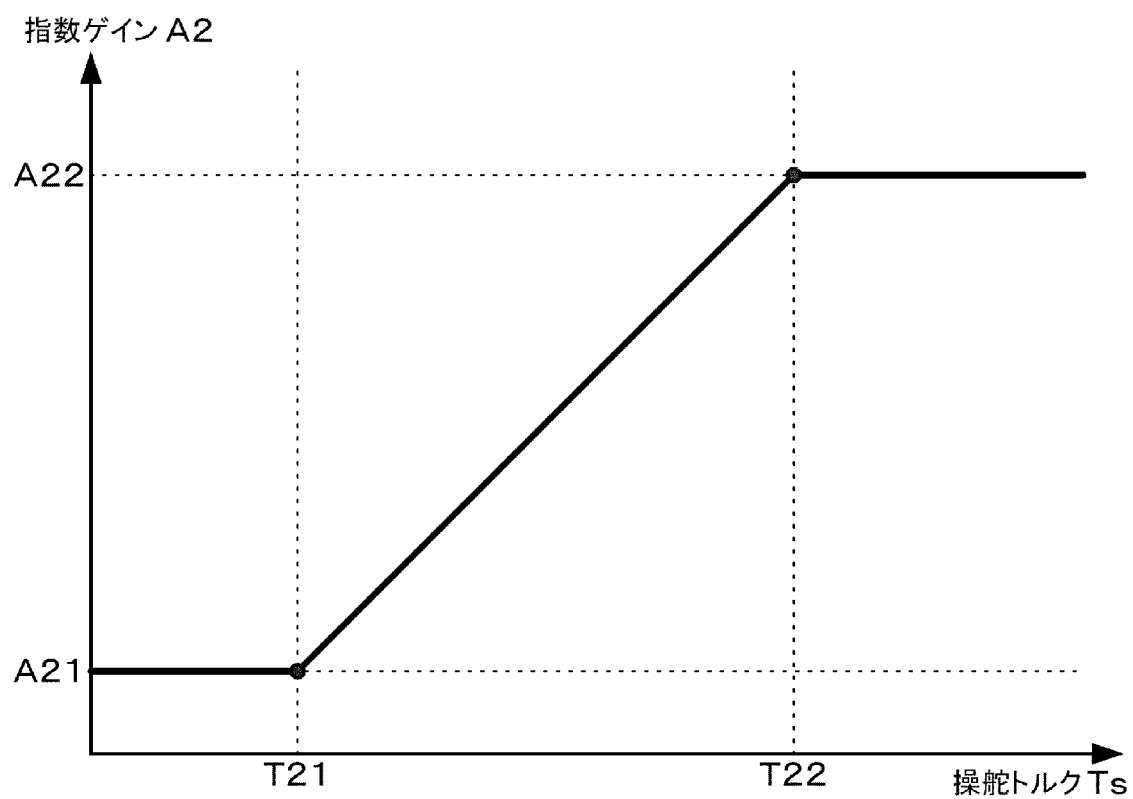
[図16]



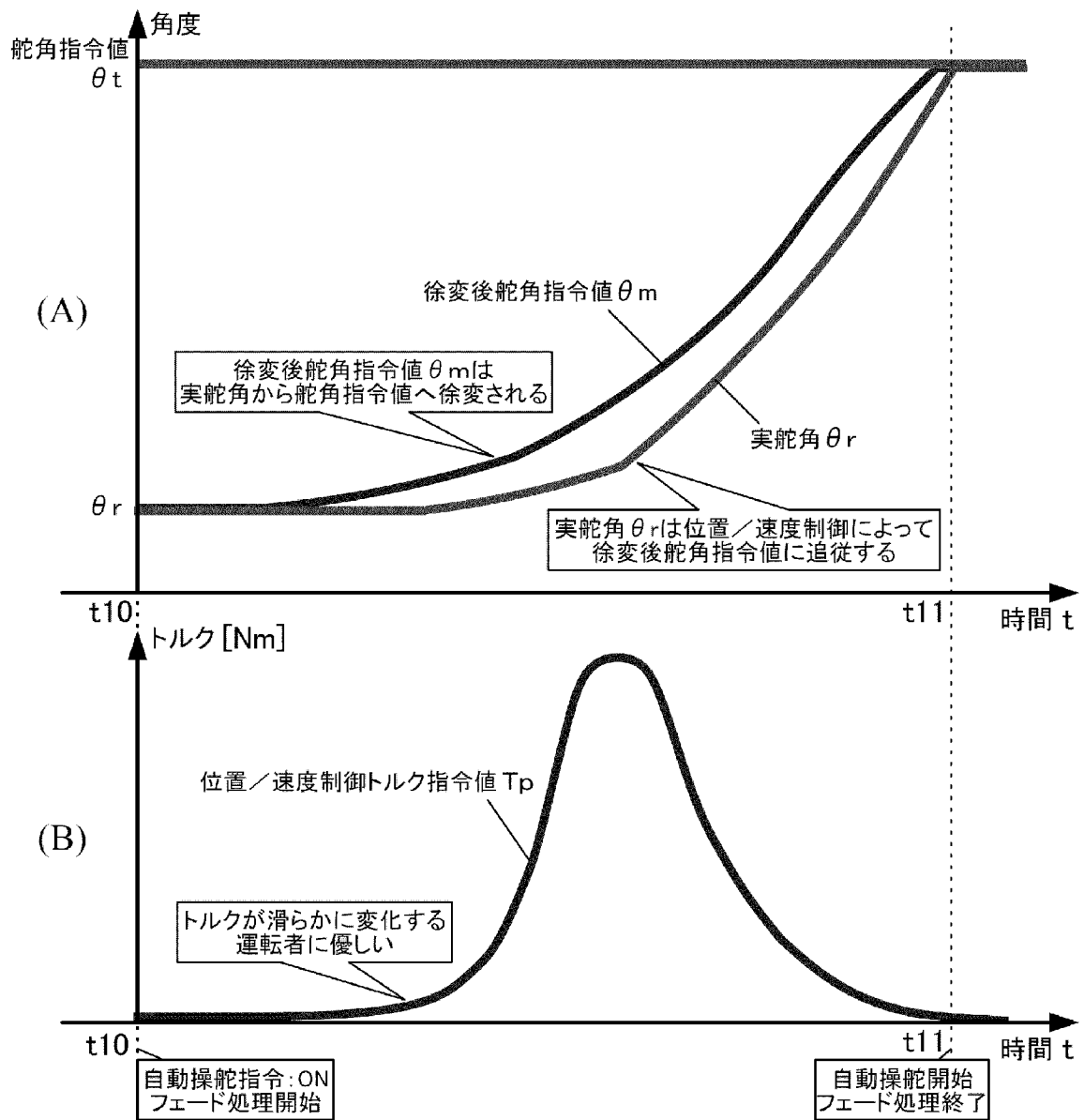
[図17]



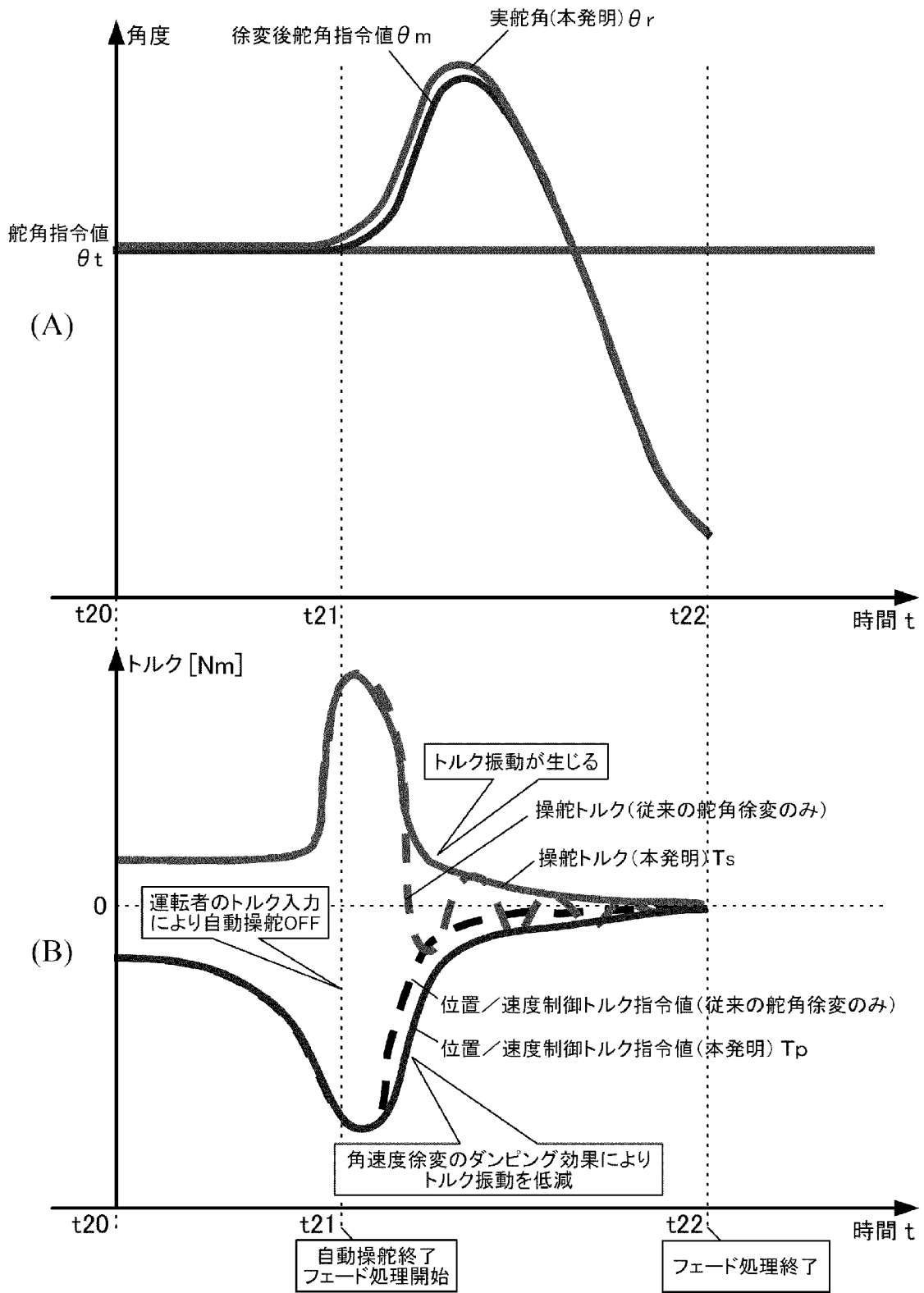
[図18]



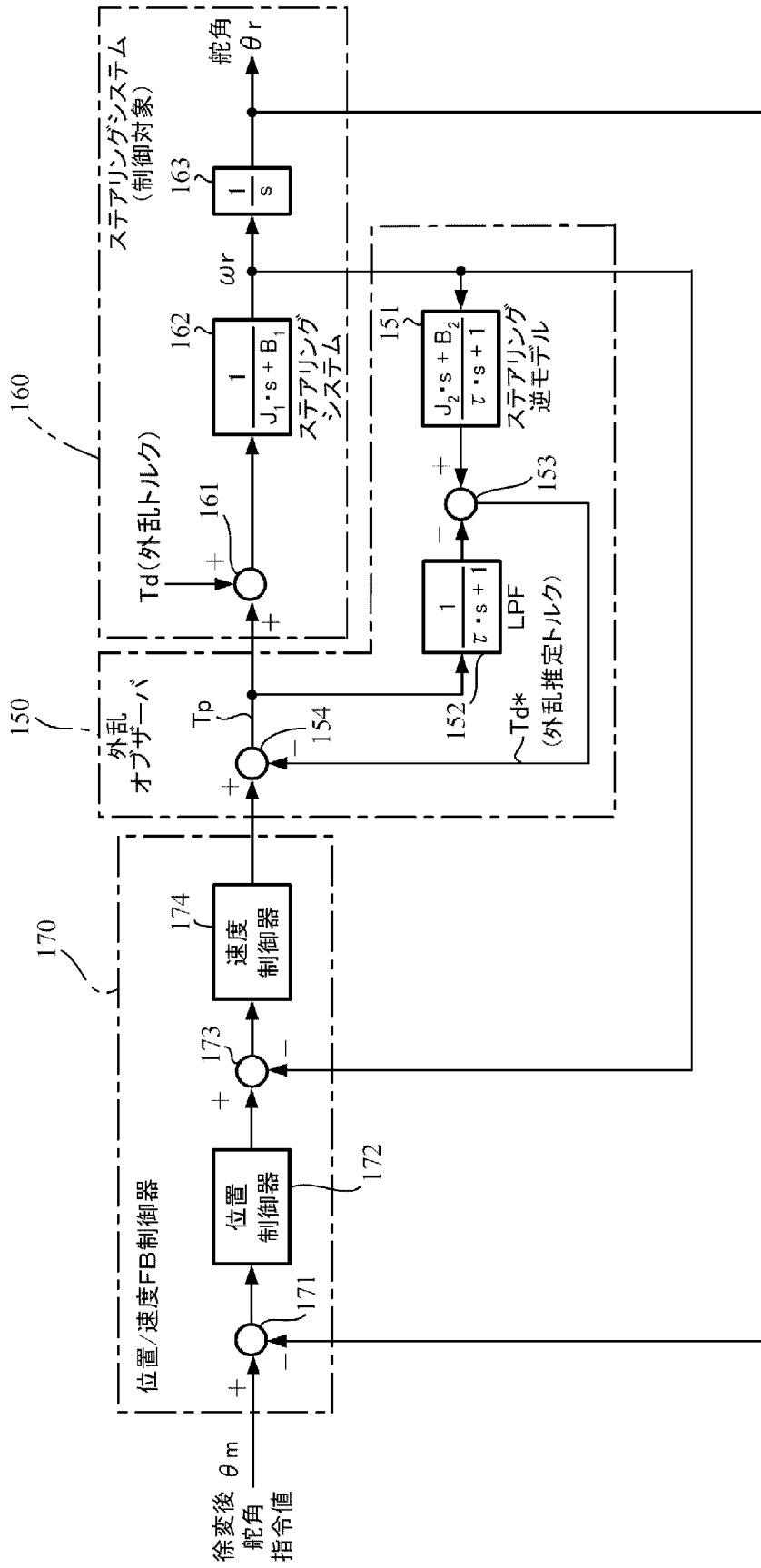
[図19]



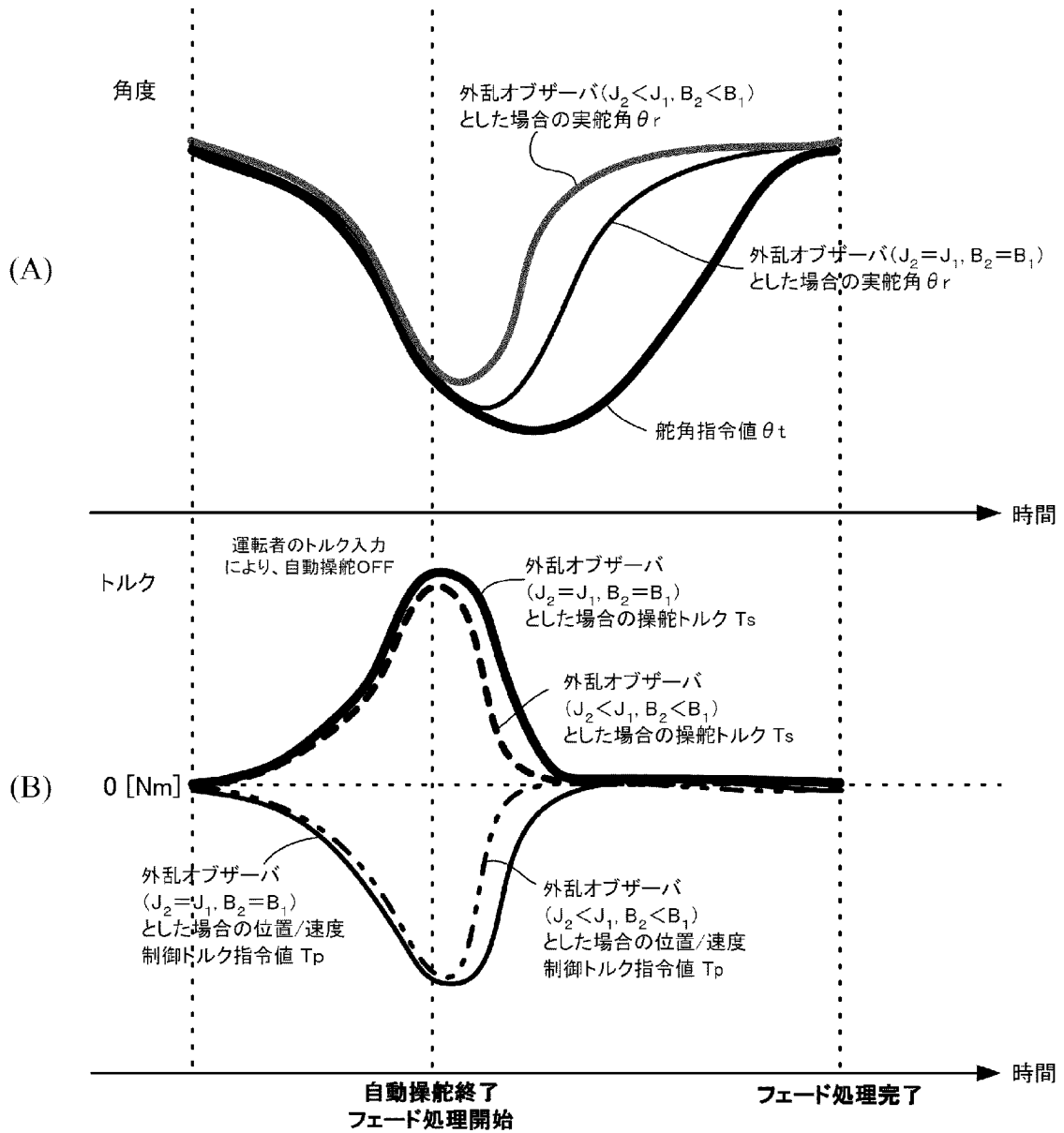
[図20]



[図21]



[図22]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/083617

**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	1996-2016
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 2008-189058 A (Toyota Motor Corp.), 21 August 2008 (21.08.2008), paragraphs [0036] to [0047]; fig. 2 (Family: none)	1-11
A	JP 2004-17881 A (Toyoda Machine Works, Ltd.), 22 January 2004 (22.01.2004), paragraphs [0027] to [0028], [0041] to [0046]; fig. 2 to 7 (Family: none)	1-11
A	WO 2014/162769 A1 (NSK Ltd.), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraphs [0057] to [0063] & US 2015/0191199 A1 fig. 16 & EP 2933169 A1 & CN 104583057 A	1-11

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 28 January 2016 (28.01.16)	Date of mailing of the international search report 09 February 2016 (09.02.16)
---	---

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

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

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 2008-189058 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.08.21, [0036] - [0047]、図2 (ファミリーなし)	1-11
A	JP 2004-17881 A (豊田工機株式会社) 2004.01.22, [0027] - [0028]、[0041] - [0046]、図2-7 (ファミリーなし)	1-11
A	WO 2014/162769 A1 (日本精工株式会社) 2014.10.09, [0057] - [0063] & US 2015/0191199 A1, FIG.16 & EP 2933169 A1 & CN 104583057 A	1-11

☐ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

28.01.2016

国際調査報告の発送日

09.02.2016

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)

柳元 八大

3Q

3917

電話番号 03-3581-1101 内線 3381