

(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  
2020年5月22日(22.05.2020)



(10) 国際公開番号

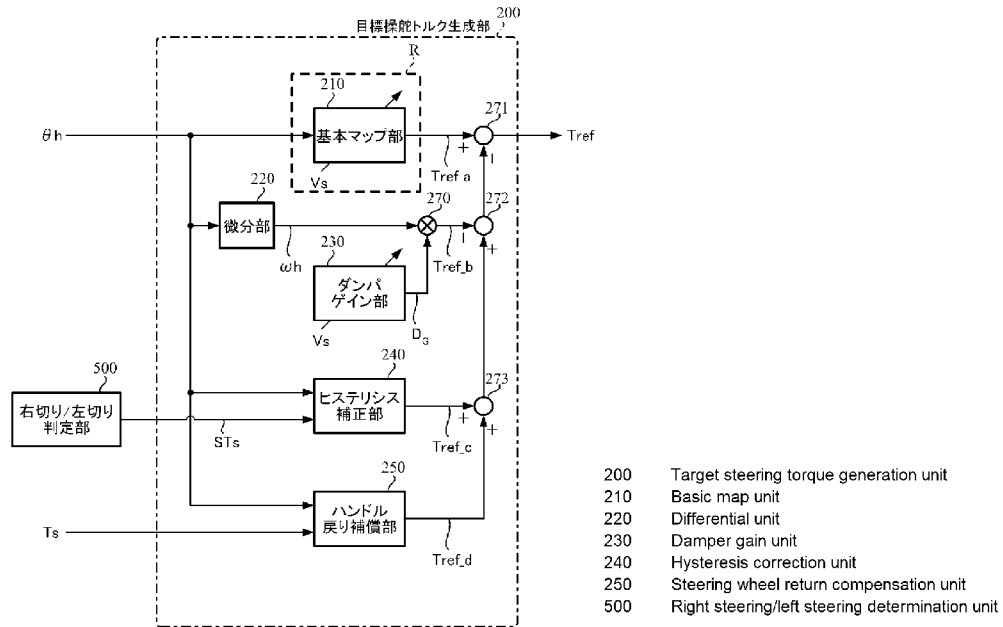
WO 2020/100411 A1

- (51) 国際特許分類:  
B62D 6/00 (2006.01) B62D 113/00 (2006.01)  
B62D 5/04 (2006.01) B62D 117/00 (2006.01)  
B62D 101/00 (2006.01) B62D 119/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036298
- (22) 国際出願日: 2019年9月17日(17.09.2019)
- (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 2018-214621 2018年11月15日(15.11.2018) 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: 椿 貴弘 (TSUBAKI Takahiro); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP), 今村 洋介 (IMAMURA Yousuke); 〒3718527 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 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,

(54) Title: VEHICLE STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 車両用操向装置

[図5]



(57) Abstract: [Problem] To provide a vehicle steering device that can easily attain a steering torque equivalent to a steering angle or the like independently of the condition of a road surface and changes in mechanical characteristics of a steering system due to aging. Also, to return a steering wheel to a position near the center position after hands are off the steering wheel. [Solution] This vehicle steering device for carrying out assist control for a steering system comprises a target steering torque generation unit for generating a target steering torque, a conversion unit for converting the target

WO 2020/100411 A1

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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 :

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

steering torque into a target torsion angle, and a torsion angle control unit for calculating a motor current command value such that the torsion angle follows the target torsion angle, wherein the target steering torque generation unit is equipped with a steering wheel return compensation unit for calculating, on the basis of a steering torque and first angular velocity information, a first torque signal for compensating return of a steering wheel, outputs the first torque signal as a target steering torque, and controls driving of a motor on the basis of the motor current command value.

(57) 要約 : 【課題】路面の状態に影響されず、経年によるステアリング操舵系の機構特性の変化に左右されず、操舵角等に対して同等の操舵トルクを容易に実現することが可能な車両用操向装置を提供する。更に、手放し後のハンドルをセンタ付近まで戻せるようにする。【解決手段】操舵系をアシスト制御する車両用操向装置において、目標操舵トルクを生成する目標操舵トルク生成部と、目標操舵トルクを目標振れ角に変換する変換部と、目標振れ角に対して振れ角を追従させるようなモータ電流指令値を演算する振れ角制御部とを備え、目標操舵トルク生成部が、操舵トルク及び第1角速度情報に基づいて、ハンドル戻りを補償する第1トルク信号を算出するハンドル戻り補償部を具備し、第1トルク信号を目標操舵トルクとして出力し、モータ電流指令値に基づいてモータを駆動制御する。

## 明 細 書

発明の名称： 車両用操向装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、トーションバー等の振れ角に基づいて所望の操舵トルクを実現し、路面の状態に影響されず、経年による機構系特性の変化に左右されない高性能な車両用操向装置に関する。

### 背景技術

[0002] 車両用操向装置の1つである電動パワーステアリング装置（EPS）は、車両の操舵系にモータの回転力でアシスト力（操舵補助力）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、減速機構を含む伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸にアシスト力として付与する。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシスト力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は減速機構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、トーションバーを有するコラム軸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 $\theta_h$ 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が減速機構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。

[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] コントロールユニット30は主としてCPU（MCU、MPU等も含む）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図2のようになる。

[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CAN40からの）車速 $V_s$ は、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PI（比例積分）制御部35に入力される。PI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。

[0007] 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)343と慣性342を加算部344で加算し、その加算結果に更に収れん性341を加算部345で加算し、加算部345の加算結果を補償信号CMとしている。

[0008] このように、従来の電動パワーステアリング装置でのアシスト制御では、運転者の手入力にて加えられた操舵トルクをトーションバーの捩れトルクとしてトルクセンサで検出し、主にそのトルクに応じたアシスト電流としてモータ電流を制御している。しかしながら、この方法で制御を行なう場合、路面の状態(例えば傾斜)の違いにより、操舵角によって異なる操舵トルクとなってしまうことがある。モータ出力特性の経年使用によるバラツキによっても、操舵トルクに影響を与えることがある。

[0009] かかる問題を解決するために、例えば、特許第5208894号公報(特許文献1)に示されるような電動パワーステアリング装置が提案されている。特許文献1の電動パワーステアリング装置では、運転者の触覚特性に基づく適切な操舵トルクを与えるために、操舵角又は操舵トルクと手応え量との関係に基づいて決定される操舵角と操舵トルクとの関係(操舵反力特性マップ)に基づいて、操舵トルクの目標値を設定している。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0010] 特許文献1：特許第5208894号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0011] しかしながら、特許文献1の電動パワーステアリング装置では、操舵反力特性マップを予め求めておかなければならず、また、操舵トルクの目標値と検出される操舵トルクとの偏差に基づいて制御を行っているので、操舵トルクに対する影響が残ってしまうおそれがある。

[0012] 一方、電動パワーステアリング装置によるアシスト制御では、ハンドルを切った状態から手放しを行った場合、ハンドルがオンセンタまで戻らずに途中で停止してしまい、収まりが悪くなってしまうことがあり、この問題の解決も望まれている。

[0013] 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、路面の状態に影響されず、経年によるステアリング操舵系の機構特性の変化に左右されず、操舵角等に対して同等の操舵トルクを容易に実現することが可能な車両用操向装置を提供することにある。更に、手放し後のハンドルをセンタ付近まで戻せるようにすることも目的である。

### 課題を解決するための手段

[0014] 本発明は、任意のバネ定数を有するトーションバー及び前記トーションバーの振れ角を検出するセンサを少なくとも備え、モータを駆動制御することにより、操舵系をアシスト制御する車両用操向装置に関し、本発明の上記目的は、目標操舵トルクを生成する目標操舵トルク生成部と、前記目標操舵トルクを目標振れ角に変換する変換部と、前記目標振れ角に対して前記振れ角を追従させるようなモータ電流指令値を演算する振れ角制御部とを備え、前記目標操舵トルク生成部が、操舵トルク及び第1角速度情報に基づいて、ハンドル戻りを補償する第1トルク信号を算出するハンドル戻り補償部を具備し、前記第1トルク信号を前記目標操舵トルクとして出力し、前記モータ電流指令値に基づいて前記モータを駆動制御することにより達成される。

[0015] また、本発明の上記目的は、前記ハンドル戻り補償部が、トルク感応ゲインマップを用いて前記操舵トルクの大きさに基づいてトルク感応ゲインを求めるトルク感応ゲイン部と、速度感応ゲインマップを用いて前記第1角速度情報の大きさに基づいて速度感応ゲインを求める速度感応ゲイン部とを具備し、前記トルク感応ゲイン、前記速度感応ゲイン及び前記第1角速度情報の符号より前記第1トルク信号を算出することにより、或いは、前記トルク感応ゲインマップが、前記操舵トルクの大きさが大きくなるに従って前記トルク感応ゲインが小さくなる特性を有することにより、或いは、前記速度感応

ゲインマップが、前記第1角速度情報の大きさがゼロから所定の値まででは、前記第1角速度情報の大きさが大きくなるに従って前記速度感応ゲインが大きくなり、前記第1角速度情報の大きさが前記所定の値を超えたら、前記第1角速度情報の大きさが大きくなるに従って前記速度感応ゲインが小さくなる特性を有することにより、或いは、前記ハンドル戻り補償部が、前記第1トルク信号の上下限値を制限する制限部を更に具備することにより、或いは、前記目標操舵トルク生成部が、基本マップを用いて操舵角及び車速より第2トルク信号を求める基本マップ部と、車速感応であるダンパゲインマップを用いて第2角速度情報に基づいて第3トルク信号を求めるダンパ演算部と、操舵状態及び前記操舵角を用いてヒステリシス補正を行って第4トルク信号を求めるヒステリシス補正部とを更に具備し、前記第2トルク信号、前記第3トルク信号及び前記第4トルク信号の内の少なくとも1つの信号並びに前記第1トルク信号より前記目標操舵トルクを算出することにより、或いは、前記基本マップ及び前記ヒステリシス補正部の特性が車速感応であることにより、或いは、前記目標操舵トルク生成部が、前記基本マップ部の前段又は後段に、位相補償を行なう位相補償部を更に具備し、前記基本マップ部及び前記位相補償部を介して、前記操舵角及び前記車速より前記第2トルク信号を求めることにより、より効果的に達成される。

### 発明の効果

[0016] 本発明の車両用操向装置によれば、目標操舵トルク生成部で生成される目標操舵トルクを基に求められる目標振れ角に対して制御を行うことにより、目標振れ角に振れ角が追従するように動作し、所望の操舵トルクを実現し、運転者の操舵の感覚に基づく適切な操舵トルクを与えることができる。

[0017] 更に、ハンドル戻り補償部によるハンドル戻りの補償により、ハンドルを切った状態から手放しを行った場合、ハンドルをセンタ付近まで戻すことができる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [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）内の構成例を示すブロック図である。

[図3]EPS操舵系と各種センサの設置例を示す構造図である。

[図4]本発明の構成例（第1実施形態）を示すブロック図である。

[図5]目標操舵トルク生成部の構成例（第1実施形態）を示すブロック図である。

[図6]基本マップの特性例を示す線図である。

[図7]ダンパゲインマップの特性例を示す線図である。

[図8]ヒステリシス補正部の特性例を示す線図である。

[図9]ハンドル戻り補償部の構成例を示すブロック図である。

[図10]トルク感応ゲインマップの特性例を示す線図である。

[図11]速度感応ゲインマップの特性例を示す線図である。

[図12]制限部での上下限值の設定例を示す線図である。

[図13]捩れ角制御部の構成例を示すブロック図である。

[図14]本発明の動作例（第1実施形態）を示すフローチャートである。

[図15]目標操舵トルク生成部の動作例（第1実施形態）を示すフローチャートである。

[図16]捩れ角制御部の動作例を示すフローチャートである。

[図17]ハンドル戻り補償部の効果を示すシミュレーションにおいて、ハンドル戻り補償がない場合の操舵角及び操舵トルクの時間応答の例を示すグラフである。

[図18]ハンドル戻り補償部の効果を示すシミュレーションにおいて、ハンドル戻り補償がある場合の操舵角及び操舵トルクの時間応答の例を示すグラフである。

[図19]目標操舵トルク生成部の構成例（第2実施形態）を示すブロック図である。

[図20]本発明の構成例（第3実施形態）を示すブロック図である。

[図21]位相補償部の挿入例を示すブロック図である。

[図22] S B Wシステムの概要を示す構成図である。

[図23]本発明の構成例（第4実施形態）を示すブロック図である。

[図24]目標転舵角生成部の構成例を示すブロック図である。

[図25]転舵角制御部の構成例を示すブロック図である。

[図26]本発明の動作例（第4実施形態）を示すフローチャートである。

### 発明を実施するための形態

[0019] 本発明は、路面の状態に影響されず、操舵角等に対して同等の操舵トルクを実現するための車両用操向装置であり、トーションバー等の振れ角を、操舵角等に応じた値に追従するように制御することにより所望の操舵トルクを実現している。

[0020] 以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

[0021] 先ず、本発明に係る車両用操向装置の1つである電動パワーステアリング装置に関連する情報を検出する各種センサの設置例について説明する。図3は、EPS操舵系と各種センサの設置例を示す図であり、コラム軸2にはトーションバー2Aが備えられている。操向車輪8L, 8Rには路面反力 $F_r$ 及び路面情報 $\mu$ が作用する。トーションバー2Aを挟んでコラム軸2のハンドル側には上側角度センサが設けられ、トーションバー2Aを挟んでコラム軸2の操向車輪側には下側角度センサが設けられており、上側角度センサはハンドル角 $\theta_1$ を検出し、下側角度センサはコラム角 $\theta_2$ を検出する。操舵角 $\theta_h$ はコラム軸2の上部に設けられた舵角センサで検出され、ハンドル角 $\theta_1$ 及びコラム角 $\theta_2$ の偏差から、下記数1及び数2によってトーションバーの振れ角 $\Delta\theta$ 及びトーションバートルク $T_t$ を求めることができる。なお、 $K_t$ はトーションバー2Aのバネ定数である。

[0022] [数1]

$$\theta_2 - \theta_1 = \Delta\theta$$

[0023] [数2]

$$-K_t \cdot \Delta\theta = T_t$$

トーションバートルク $T_t$ は、例えば特開2008-216172号公報で示されるトルクセンサを用いて検出することも可能である。なお、本実施形態では、トーションバートルク $T_t$ を操舵トルク $T_s$ としても扱うこととする。

[0024] 次に、本発明の構成例について説明する。

[0025] 図4は本発明の構成例（第1実施形態）を示すブロック図であり、運転者のハンドル操舵はEPS操舵系／車両系100内のモータでアシスト制御される。目標操舵トルク $T_{ref}$ を出力する目標操舵トルク生成部200には、操舵角 $\theta_h$ の他に、車速 $V_s$ 、操舵トルク $T_s$ 及び右切り／左切り判定部500から出力される右切り又は左切りの操舵状態 $S_{Ts}$ が入力される。目標操舵トルク $T_{ref}$ は変換部400で目標振れ角 $\Delta\theta_{ref}$ に変換され、目標振れ角 $\Delta\theta_{ref}$ は、トーションバー2Aの振れ角 $\Delta\theta$ 及びモータ角速度 $\omega_m$ と共に振れ角制御部300に入力される。振れ角制御部300は、振れ角 $\Delta\theta$ が目標振れ角 $\Delta\theta_{ref}$ となるようなモータ電流指令値 $I_{mc}$ を演算し、モータ電流指令値 $I_{mc}$ によりEPSのモータが駆動される。

[0026] 右切り／左切り判定部500は、モータ角速度 $\omega_m$ を基に操舵が右切りか左切りかを判定し、判定結果を操舵状態 $S_{Ts}$ として出力する。即ち、モータ角速度 $\omega_m$ が正の値の場合は「右切り」と判定し、負の値の場合は「左切り」と判定する。なお、モータ角速度 $\omega_m$ の代わりに、操舵角 $\theta_h$ 、ハンドル角 $\theta_1$ 又はコラム角 $\theta_2$ に対して速度演算を行って算出される角速度を用いても良い。

[0027] 図5は目標操舵トルク生成部200の構成例を示しており、目標操舵トルク生成部200は、基本マップ部210、微分部220、ダンパゲイン部230、ヒステリシス補正部240、ハンドル戻り補償部250、乗算部270並びに加算部271、272及び273を備え、操舵角 $\theta_h$ は基本マップ部210、微分部220、ヒステリシス補正部240及びハンドル戻り補償部250に入力され、右切り／左切り判定部500から出力される操舵状態 $S_{Ts}$ はヒステリシス補正部240に入力され、操舵トルク $T_s$ はハンドル

戻り補償部250に入力され、車速 $V_s$ は基本マップ部210及びダンパゲイン部230に入力される。

[0028] 基本マップ部210は、基本マップを有し、基本マップを用いて、車速 $V_s$ をパラメータとするトルク信号（第2トルク信号） $T_{ref\_a}$ を出力する。基本マップはチューニングにより調整されており、例えば、図6（A）に示されるように、トルク信号 $T_{ref\_a}$ は、操舵角 $\theta_h$ の大きさ（絶対値） $|\theta_h|$ が増加するにつれて増加し、車速 $V_s$ が増加するにつれて増加するようになっている。なお、図6（A）において、符号部211は操舵角 $\theta_h$ の符号（+1、-1）を乗算部212に出力しており、操舵角 $\theta_h$ の大きさからマップによりトルク信号 $T_{ref\_a}$ の大きさを求め、これに操舵角 $\theta_h$ の符号を乗算し、トルク信号 $T_{ref\_a}$ を求める構成となっているが、図6（B）に示されるように、正負の操舵角 $\theta_h$ に応じてマップを構成しても良く、この場合、操舵角 $\theta_h$ が正の場合と負の場合とで変化の態様を変えても良い。また、図6に示される基本マップは車速感応であるが、車速感応でなくとも良い。

[0029] 微分部220は、操舵角 $\theta_h$ を微分して角速度情報（第2角速度情報）である舵角速度 $\omega_h$ を算出し、舵角速度 $\omega_h$ は乗算部270に入力される。

[0030] ダンパゲイン部230は、舵角速度 $\omega_h$ に乗算されるダンパゲイン $D_g$ を出力する。乗算部270における舵角速度 $\omega_h$ 及びダンパゲイン $D_g$ の乗算結果は、トルク信号（第3トルク信号） $T_{ref\_b}$ として加算部272に入力される。ダンパゲイン $D_g$ は、ダンパゲイン部230が有する車速感応型のダンパゲインマップを用いて、車速 $V_s$ に応じて求められる。ダンパゲインマップは、例えば、図7に示されるように、車速 $V_s$ が高くなるに従って徐々に大きくなる特性を有する。ダンパゲインマップは操舵角 $\theta_h$ に応じて可変としても良い。なお、ダンパゲイン部230及び乗算部270でダンパ演算部を構成している。

[0031] ヒステリシス補正部240は操舵角 $\theta_h$ 及び操舵状態 $S T_s$ に基づき、下記数3に従ってトルク信号（第4トルク信号） $T_{ref\_c}$ を演算する。な

お、下記数3では、 $x = \theta h$ 、 $y = T r e f \_ c$ としており、 $a > 1$ 、 $c > 0$ であり、 $A_{hys}$ はヒステリシス幅である。

[0032] [数3]

$$\text{右切り時 } y_R = A_{hys} \left\{ 1 - a^{-c(x-b)} \right\}$$

$$\text{左切り時 } y_L = -A_{hys} \left\{ 1 - a^{c(x-b')} \right\}$$

右切り操舵から左切り操舵、左切り操舵から右切り操舵へ切り替える際に、最終座標 ( $x_1$ ,  $y_1$ ) の値に基づき、切り替え後の数3の“b”に以下の数4を代入する。これにより、切り替え前後の連続性が保たれる。

[0033] [数4]

$$\text{右切り時 } b = x_1 + \frac{1}{c} \log_a \left( 1 - \frac{y_1}{A_{hys}} \right)$$

$$\text{左切り時 } b' = x_1 - \frac{1}{c} \log_a \left( 1 + \frac{y_1}{A_{hys}} \right)$$

上記数4は、上記数3中のxに $x_1$ を、 $y_R$ 及び $y_L$ に $y_1$ を代入することにより導出することができる。

[0034] “a”として1より大きい任意の正数を用いることができ、例えば、ネイピア数“e”を用いた場合、数3及び数4は下記数5及び数6となる。

[0035] [数5]

$$\text{右切り時 } y_R = A_{hys} \left[ 1 - \exp \{ -c(x-b) \} \right]$$

$$\text{左切り時 } y_L = -A_{hys} \left[ 1 - \exp \{ c(x-b') \} \right]$$

[0036] [数6]

$$\text{右切り時 } b = x_1 + \frac{1}{c} \log_e \left( 1 - \frac{y_1}{A_{hys}} \right)$$

$$\text{左切り時 } b' = x_1 - \frac{1}{c} \log_e \left( 1 + \frac{y_1}{A_{hys}} \right)$$

数5及び数6において $A_{hys} = 1$  [Nm]、 $c = 0.3$ と設定し、0 [de

g] から開始し、 $+50$  [deg]、 $-50$  [deg] の操舵をした場合の、ヒステリシス補正されたトルク信号  $T_{ref\_c}$  の線図例を図 8 に示す。即ち、ヒステリシス補正部 240 からのトルク信号  $T_{ref\_c}$  は、0 の原点 → L1 (細線) → L2 (破線) → L3 (太線) のようなヒステリシス特性である。

[0037] なお、ヒステリシス特性の出力幅を表す係数である  $A_{hys}$  及び丸みを表す係数である  $c$  を、車速  $V_s$  及び/又は操舵角  $\theta_h$  に応じて可変としても良い。

[0038] ハンドル戻り補償部 250 は、ハンドル戻りを補償するためのトルク信号 (第 1 トルク信号)  $T_{ref\_d}$  を算出する。ハンドルを切った状態からハンドルを手放した場合、ハンドルがオンセンタまで戻らずに途中で停止してしまうことがあるので、ハンドルをセンタ付近まで戻すためのトルク信号  $T_{ref\_d}$  を算出する。

[0039] ハンドル戻り補償部 250 の構成例を図 9 に示す。ハンドル戻り補償部 250 は、微分部 251、絶対値部 252 及び 253、トルク感応ゲイン部 254、速度感応ゲイン部 255、符号部 256、乗算部 260 及び 261、制限部 257、フィルタ部 258 並びに符号反転部 259 を備える。

[0040] 微分部 251 は、微分部 220 と同様に、操舵角  $\theta_h$  を微分して角速度情報 (第 1 角速度情報) である舵角速度  $\omega_{h1}$  を算出する。なお、微分部 220 を共用して、微分部 251 を省略しても良い。

[0041] 絶対値部 252 及び 253 は入力データの大きさ (絶対値) を出力するもので、絶対値部 252 は操舵トルク  $T_s$  の絶対値を、絶対値部 253 は舵角速度  $\omega_{h1}$  の絶対値をそれぞれ出力する。

[0042] トルク感応ゲイン部 254 は、トルク感応ゲインマップを用いて、操舵トルク  $T_s$  の絶対値に応じたトルク感応ゲイン  $G_t$  を求める。トルク感応ゲインマップは、例えば図 10 に示されるように、トルク感応ゲイン  $G_t$  が、操舵トルク  $T_s$  の絶対値が大きくなるに従って徐々に小さくなる特性を有する。

[0043] 速度感応ゲイン部 255 は、速度感応ゲインマップを用いて、舵角速度  $\omega$

$h_1$ の絶対値に応じた速度感応ゲイン $G_v$ を求める。速度感応ゲインマップは、例えば図11に示されるように、速度感応ゲイン $G_v$ が、舵角速度 $\omega_{h_1}$ の絶対値が0から所定の値 $\omega_0$ までの範囲では、舵角速度 $\omega_{h_1}$ の絶対値が大きくなるに従って急速に大きくなり、所定の値 $\omega_0$ を超えた範囲では、舵角速度 $\omega_{h_1}$ の絶対値が大きくなるに従って徐々に小さくなる特性を有する。

- [0044] 符号部256は舵角速度 $\omega_{h_1}$ の符号(+1、-1)を出力する。
- [0045] 制限部257は、トルク感応ゲイン $G_t$ 、速度感応ゲイン $G_v$ 及び舵角速度 $\omega_{h_1}$ の符号を乗算して算出されるトルク信号 $T_{ref\_d0}$ の上下限値を制限して、トルク信号 $T_{ref\_d1}$ を出力する。トルク信号 $T_{ref\_d0}$ の上下限値を制限することにより、異常値の出力を抑える。図12に示されるように、トルク信号に対する上限値及び下限値を予め設定し、入力するトルク信号 $T_{ref\_d0}$ が、上限値以上の場合は上限値を、下限値以下の場合は下限値を、それ以外の場合はトルク信号 $T_{ref\_d0}$ を、トルク信号 $T_{ref\_d1}$ として出力する。
- [0046] フィルタ部258は、ローパスフィルタ(LPF)によるフィルタ処理により、トルク信号 $T_{ref\_d1}$ に含まれる高域のノイズ成分を低減し、トルク信号 $T_{ref\_d2}$ として出力する。
- [0047] 符号反転部259は、トルク信号 $T_{ref\_d2}$ の符号を反転し、トルク信号 $T_{ref\_d}$ として出力する。
- [0048] なお、トルク感応ゲインマップ及び速度感応ゲインマップの特性は、図10及び図11に示されるような曲線的な特性に限られず、直線的な特性でも良く、関数で特性を定義しても良い。また、トルク信号が異常値とならない場合や、他の手段で異常値の出力を抑える場合等では制限部257は省略可能であり、トルク信号に高域ノイズが重畳しない場合や、他の手段で高域ノイズを低減する場合等ではフィルタ部258は省略可能である。
- [0049] 上述のように求められたトルク信号 $T_{ref\_d}$ 、 $T_{ref\_c}$ 、 $T_{ref\_b}$ 及び $T_{ref\_a}$ は、加算部273、272及び271で順次加算さ

れていき、最終の加算結果が目標操舵トルク  $T_{ref}$  として出力される。

[0050] なお、微分部 220 及び 251 で算出される舵角速度  $\omega_h$  及び  $\omega_{h1}$  は、操舵角  $\theta_h$  に対する微分演算により求めているが、高域のノイズの影響を低減するために適度に LPF 処理を実施しても良い（微分部 251 で算出される舵角速度  $\omega_{h1}$  に関しては、この高域ノイズ低減をフィルタ部 258 で対応可能な場合、LPF 処理を実施しなくても良い）。また、ハイパスフィルタ（HPF）とゲインにより、微分演算と LPF の処理を実施しても良い。更に、舵角速度  $\omega_h$  及び  $\omega_{h1}$  は、操舵角  $\theta_h$  ではなく、上側角度センサが検出するハンドル角  $\theta_1$  又は下側角度センサが検出するコラム角  $\theta_2$  に対して微分演算と LPF の処理を行って算出しても良い。舵角速度  $\omega_h$  及び  $\omega_{h1}$  の代わりにモータ角速度  $\omega_m$  を角速度情報として使用しても良く、この場合、微分部 220 及び 251 は不要となる。

[0051] 変換部 400 は、トーションバー 2A のバネ定数  $K_t$  の逆数の符号を反転した  $-1/K_t$  の特性を有しており、目標操舵トルク  $T_{ref}$  を目標振れ角  $\Delta\theta_{ref}$  に変換する。

[0052] 振れ角制御部 300 は、目標振れ角  $\Delta\theta_{ref}$ 、振れ角  $\Delta\theta$  及びモータ角速度  $\omega_m$  に基づいてモータ電流指令値  $I_{mc}$  を演算する。図 13 は振れ角制御部 300 の構成例を示すブロック図であり、振れ角制御部 300 は、振れ角フィードバック（FB）補償部 310、振れ角速度演算部 320、速度制御部 330、安定化補償部 340、出力制限部 350、減算部 361 及び加算部 362 を備えており、変換部 400 から出力される目標振れ角  $\Delta\theta_{ref}$  は減算部 361 に加算入力され、振れ角  $\Delta\theta$  は減算部 361 に減算入力されると共に、振れ角速度演算部 320 に入力され、モータ角速度  $\omega_m$  は安定化補償部 340 に入力される。

[0053] 振れ角 FB 補償部 310 は、減算部 361 で算出される目標振れ角  $\Delta\theta_{ref}$  と振れ角  $\Delta\theta$  の偏差  $\Delta\theta_0$  に対して補償値  $C_{FB}$ （伝達関数）を乗算し、目標振れ角  $\Delta\theta_{ref}$  に振れ角  $\Delta\theta$  が追従するような目標振れ角速度  $\omega_{ref}$  を出力する。補償値  $C_{FB}$  は単純なゲイン  $K_{pp}$  でも、PI 制御の補償値など

一般的に用いられている補償値でも良い。目標振れ角速度 $\omega_{ref}$ は速度制御部330に入力される。振れ角FB補償部310と速度制御部330により、目標振れ角 $\Delta\theta_{ref}$ に振れ角 $\Delta\theta$ を追従させ、所望の操舵トルクを実現することが可能となる。

[0054] 振れ角速度演算部320は、振れ角 $\Delta\theta$ に対する微分演算により振れ角速度 $\omega_t$ を算出し、振れ角速度 $\omega_t$ は速度制御部330に入力される。微分演算として、HPFとゲインによる擬似微分を行なっても良い。また、振れ角速度 $\omega_t$ を別の手段や振れ角 $\Delta\theta$ 以外から算出し、速度制御部330に入力するようにしても良い。

[0055] 速度制御部330は、I-P制御（比例先行型PI制御）により、目標振れ角速度 $\omega_{ref}$ に振れ角速度 $\omega_t$ が追従するようなモータ電流指令値 $I_{mca1}$ を算出する。減算部333で目標振れ角速度 $\omega_{ref}$ と振れ角速度 $\omega_t$ との差分（ $\omega_{ref} - \omega_t$ ）を算出し、その差分を、ゲイン $K_{vi}$ を有する積分部331にて積分し、積分結果は減算部334に加算入力される。振れ角速度 $\omega_t$ は比例部332にも入力され、ゲイン $K_{vp}$ による比例処理を施され、減算部334に減算入力される。減算部334での減算結果がモータ電流指令値 $I_{mca1}$ として出力される。なお、速度制御部330は、I-P制御ではなく、PI制御、P（比例）制御、PID（比例積分微分）制御、PI-D制御（微分先行型PID制御）、モデルマッチング制御、モデル規範制御等の一般的に用いられている制御方法でモータ電流指令値 $I_{mca1}$ を算出しても良い。

[0056] 安定化補償部340は補償値 $C_s$ （伝達関数）を有しており、モータ角速度 $\omega_m$ よりモータ電流指令値 $I_{mca2}$ を算出する。追従性及び外乱特性を向上させるために、振れ角FB補償部310及び速度制御部330のゲインを上げると、高域の制御的な発振現象が発生してしまう。この対策として、モータ角速度 $\omega_m$ に対し、安定化するために必要な伝達関数（ $C_s$ ）を安定化補償部340に設定する。これにより、EPS制御システム全体の安定化を実現することができる。安定化補償部340の伝達関数（ $C_s$ ）として、

例えば1次のHPFの構造を用いた擬似微分とゲインにより設定した、下記数7で表わされる1次フィルタを使用する。

[0057] [数7]

$$C_s = K_{sta} \frac{\frac{1}{2\pi f_c} s}{1 + \frac{s}{2\pi f_c}}$$

ここで、 $K_{sta}$ はゲインで、 $f_c$ は中心周波数であり、 $f_c$ として例えば150 [Hz]を設定する。 $s$ はラプラス演算子である。なお、伝達関数として、2次フィルタ、4次フィルタ等を使用しても良い。

[0058] 速度制御部330からのモータ電流指令値 $I_{mca1}$ 及び安定化補償部340からのモータ電流指令値 $I_{mca2}$ は加算部362で加算され、モータ電流指令値 $I_{mcb}$ として出力される。

[0059] 出力制限部350は、モータ電流指令値 $I_{mcb}$ の上下限値を制限して、モータ電流指令値 $I_{mc}$ を出力する。ハンドル戻り補償部250内の制限部257と同様に、モータ電流指令値 $I_{mcb}$ に対する上限値及び下限値を予め設定して制限をかける。

[0060] なお、EPS制御システムが安定している場合、安定化補償部を省略しても良い。出力制限部も省略可能である。

[0061] このような構成において、本実施形態の動作例を図14～図16のフローチャートを参照して説明する。

[0062] 動作を開始すると、右切り／左切り判定部500は、モータ角速度 $\omega_m$ を入力し、モータ角速度 $\omega_m$ の符号を基に操舵が右切りか左切りかを判定し、判定結果を操舵状態 $ST_s$ として、目標操舵トルク生成部200に出力する(ステップS10)。

[0063] 目標操舵トルク生成部200は、操舵状態 $ST_s$ と共に、操舵角 $\theta_h$ 、操舵トルク $T_s$ 及び車速 $V_s$ を入力し、目標操舵トルク $T_{ref}$ を生成する(ステップS20)。目標操舵トルク生成部200の動作例については、図15のフローチャートを参照して説明する。

- [0064] 目標操舵トルク生成部200に入力された操舵角 $\theta_h$ は基本マップ部210、微分部220、ヒステリシス補正部240及びハンドル戻り補償部250に、操舵状態 $ST_s$ はヒステリシス補正部240に、操舵トルク $T_s$ はハンドル戻り補償部250に、車速 $V_s$ は基本マップ部210及びダンパゲイン部230にそれぞれ入力される（ステップS21）。
- [0065] 基本マップ部210は、図6（A）又は（B）に示される基本マップを用いて、操舵角 $\theta_h$ 及び車速 $V_s$ に応じたトルク信号 $T_{ref\_a}$ を生成して、加算部271に出力する（ステップS22）。
- [0066] 微分部220は操舵角 $\theta_h$ を微分して舵角速度 $\omega_h$ を出力し（ステップS23）、ダンパゲイン部230は図7に示されるダンパゲインマップを用いて車速 $V_s$ に応じたダンパゲイン $D_g$ を出力し（ステップS24）、乗算部270は舵角速度 $\omega_h$ 及びダンパゲイン $D_g$ を乗算してトルク信号 $T_{ref\_b}$ を演算し、加算部272に出力する（ステップS25）。
- [0067] ヒステリシス補正部240は、操舵角 $\theta_h$ に対して、操舵状態 $ST_s$ に応じて数5及び数6による演算を切り替えてヒステリシス補正を実施し（ステップS26）、トルク信号 $T_{ref\_c}$ を生成し、加算部273に出力する（ステップS27）。なお、数5及び数6におけるヒステリシス幅 $A_{hys, c}$ 、 $x_1$ 及び $y_1$ は予め設定し保持されているが、数6より $b$ 及び $b'$ を予め算出し、 $x_1$ 及び $y_1$ の代わりに $b$ 及び $b'$ を保持するようにしても良い。
- [0068] ハンドル戻り補償部250は、入力した操舵トルク $T_s$ 及び操舵角 $\theta_h$ を絶対部252及び微分部251にそれぞれ入力し、微分部251は、操舵角 $\theta_h$ を微分して舵角速度 $\omega_{h1}$ を算出し（ステップS28）、舵角速度 $\omega_{h1}$ は絶対値部253及び符号部256に入力される。絶対値部252は操舵トルク $T_s$ の絶対値を算出し、トルク感応ゲイン部254に出力し、絶対値部253は舵角速度 $\omega_{h1}$ の絶対値を算出し、速度感応ゲイン部255に出力する（ステップS29）。トルク感応ゲイン部254は、図10に示されるような特性を有するトルク感応ゲインマップを用いて、操舵トルク $T_s$ の絶対値に応じたトルク感応ゲイン $G_t$ を決定する（ステップS30）。速度

感応ゲイン部255は、図11に示されるような特性を有する速度感応ゲインマップを用いて、舵角速度 $\omega_{h1}$ の絶対値に応じた速度感応ゲイン $G_v$ を決定する(ステップS31)。トルク感応ゲイン $G_t$ 及び速度感応ゲイン $G_v$ は乗算部260で乗算され(ステップS32)、その乗算結果に、符号部256で求められた舵角速度 $\omega_{h1}$ の符号が乗算部261で乗算され(ステップS33)、トルク信号 $T_{ref\_d0}$ として出力される。トルク信号 $T_{ref\_d0}$ は制限部257に入力され、制限部257は予め設定された上限値及び下限値によりトルク信号 $T_{ref\_d0}$ の上下限値を制限し、トルク信号 $T_{ref\_d1}$ としてフィルタ部258に出力する(ステップS34)。フィルタ部258は、トルク信号 $T_{ref\_d1}$ に対してフィルタ処理を行い、トルク信号 $T_{ref\_d2}$ として符号反転部259に出力する(ステップS35)。符号反転部259は、トルク信号 $T_{ref\_d2}$ の符号を反転したトルク信号 $T_{ref\_d}$ を加算部273に出力する(ステップS36)。

[0069] そして、加算部273にてトルク信号 $T_{ref\_c}$ 及び $T_{ref\_d}$ が加算され、その加算結果にトルク信号 $T_{ref\_b}$ が加算部272にて加算され、更にその加算結果にトルク信号 $T_{ref\_a}$ が加算部271にて加算され、目標操舵トルク $T_{ref}$ が演算される(ステップS37)。

[0070] 目標操舵トルク生成部200で生成された目標操舵トルク $T_{ref}$ は変換部400に入力され、変換部400で目標揺れ角 $\Delta\theta_{ref}$ に変換される(ステップS40)。目標揺れ角 $\Delta\theta_{ref}$ は揺れ角制御部300に入力される。

[0071] 揺れ角制御部300は、目標揺れ角 $\Delta\theta_{ref}$ と共に、揺れ角 $\Delta\theta$ 及びモータ角速度 $\omega_m$ を入力し、モータ電流指令値 $I_{mc}$ を演算する(ステップS50)。揺れ角制御部300の動作例については、図16のフローチャートを参照して説明する。

[0072] 揺れ角制御部300に入力された目標揺れ角 $\Delta\theta_{ref}$ は減算部361に、揺れ角 $\Delta\theta$ は減算部361及び揺れ角速度演算部320に、モータ角速度

$\omega_m$ は安定化補償部340にそれぞれ入力される(ステップS51)。

[0073] 減算部361では、目標振れ角 $\Delta\theta_{ref}$ から振れ角 $\Delta\theta$ を減算することにより、偏差 $\Delta\theta_0$ が算出される(ステップS52)。偏差 $\Delta\theta_0$ は振れ角FB補償部310に入力され、振れ角FB補償部310は、偏差 $\Delta\theta_0$ に補償値 $C_{FB}$ を乗算することにより偏差 $\Delta\theta_0$ を補償し(ステップS53)、目標振れ角速度 $\omega_{ref}$ を速度制御部330に出力する。

[0074] 振れ角 $\Delta\theta$ を入力した振れ角速度演算部320は、振れ角 $\Delta\theta$ に対する微分演算により振れ角速度 $\omega_t$ を算出し(ステップS54)、速度制御部330に出力する。

[0075] 速度制御部330では、目標振れ角速度 $\omega_{ref}$ と振れ角速度 $\omega_t$ の差分が減算部333で算出され、その差分が積分部331で積分(Kv i/s)されて減算部334に加算入力される(ステップS55)。更に、振れ角速度 $\omega_t$ は比例部332で比例処理(Kv p)され、比例結果が減算部334に減算入力され(ステップS55)、減算部334の減算結果であるモータ電流指令値 $I_{mca1}$ が出力され、加算部362に入力される。

[0076] 安定化補償部340は、入力したモータ角速度 $\omega_m$ に対して、数7で表される伝達関数 $C_s$ を用いて安定化補償を行い(ステップS56)、安定化補償部340からのモータ電流指令値 $I_{mca2}$ は加算部362に入力される。

[0077] 加算部362ではモータ電流指令値 $I_{mca1}$ 及び $I_{mca2}$ の加算が行われ(ステップS57)、加算結果であるモータ電流指令値 $I_{mcb}$ は出力制限部350に入力される。出力制限部350は、予め設定された上限値及び下限値によりモータ電流指令値 $I_{mcb}$ の上下限値を制限し(ステップS58)、モータ電流指令値 $I_{mc}$ として出力する(ステップS59)。

[0078] 振れ角制御部300から出力されたモータ電流指令値 $I_{mc}$ に基づいてモータを駆動し、電流制御が実施される(ステップS60)。

[0079] なお、図14~図16におけるデータ入力及び演算等の順番は適宜変更可能である。

- [0080] 本実施形態でのハンドル戻り補償部の効果について、シミュレーション結果を基に説明する。
- [0081] シミュレーションでは、操舵角 $\theta_h$ が約60degの状態で作動を開始し、動作を開始してから2秒後に手放しを行ったとして、ハンドル戻り補償部によるハンドル戻り補償がある場合とない場合の操舵角（トーションバーの上側の角度）、目標操舵トルク及び操舵トルク（トーションバートルク）の時間応答をシミュレーションする。
- [0082] 図17はハンドル戻り補償がない場合のシミュレーション結果である。図17（A）は操舵角の時間応答を示しており、図17（B）は、目標操舵トルクの時間応答を破線で、操舵トルクの時間応答を実線で示している。図17（A）より、動作開始から2秒後に手放しを行った後、操舵角が約17degの箇所で止まっていることがわかる。この状態は、運転者からは見栄えとして不快に感じられ、車両は直進走行から大きく外れてしまっているため、安全性の面から不適切な状態である。
- [0083] これに対して、図18はハンドル戻り補償がある場合のシミュレーション結果を示しており、図18（A）及び（B）はそれぞれ図17（A）及び（B）に対応しており、図18（A）より、手放しを行った後、操舵角が約2degまで改善していることがわかる。ここまで改善すれば、直進走行に近い状態を維持することができ、運転者からの見栄えも不快に感じられることはない。
- [0084] 第1実施形態での目標操舵トルク生成部200は基本マップ部210、ダンパ演算部（ダンパゲイン部230及び乗算部270）、ヒステリシス補正部240及びハンドル戻り補償部250を備えているが、ハンドル戻り補償のみに特化し、ハンドル戻り補償部250のみを備える構成としても良い。この場合の目標操舵トルク生成部の構成例（第2実施形態）を図19に示す。目標操舵トルク生成部600では、ハンドル戻り補償部250から出力されるトルク信号 $T_{ref\_d}$ が、目標操舵トルク $T_{ref}$ として出力されることになる。なお、目標操舵トルク生成部を、基本マップ部210、ダンパ

演算部及びヒステリシス補正部240の少なくとも1つとハンドル戻り補償部250を組み合わせた構成としても良い。

[0085] 第1及び第2実施形態での捩れ角制御部から出力されるモータ電流指令値 $I_{mc}$ に、従来のEPSにおいて操舵トルクに基づいて演算される電流指令値(以下、「アシスト電流指令値」とする)を、例えば、図2に示される電流指令値演算部31から出力される電流指令値 $I_{ref1}$ 又は電流指令値 $I_{ref1}$ に補償信号CMを加算した電流指令値 $I_{ref2}$ 等を加算して良い。

[0086] 第1実施形態に対して、上記の内容を適用した構成例(第3実施形態)を図20に示す。アシスト制御部700は、電流指令値演算部31、又は、電流指令値演算部31、補償信号生成部34及び加算部32Aから構成される。アシスト制御部700から出力されるアシスト電流指令値 $I_{ac}$ (図2における電流指令値 $I_{ref1}$ 又は $I_{ref2}$ に相当)と、捩れ角制御部300から出力されるモータ電流指令値 $I_{mc}$ は、加算部710で加算され、加算結果である電流指令値 $I_c$ は電流制限部720に入力され、最大電流を制限された電流指令値 $I_{cm}$ に基づいてモータを駆動し、電流制御が実施される。

[0087] 第1～第3実施形態のうち、基本マップ部210を備える目標操舵トルク生成部200において、基本マップ部210の前段又は後段に位相補償を行なう位相補償部280を挿入しても良い。つまり、図5中の破線で囲まれた領域Rの構成を、図21(A)又は(B)に示されるような構成にしても良い。位相補償部280において、位相補償として位相進み補償を設定し、例えば、分子のカットオフ周波数を1.0Hz、分母のカットオフ周波数を1.3Hzとした1次フィルタで位相進み補償を行う場合、スッキリしたフィールを実現することができる。目標操舵トルク生成部に関しては、操舵角に基づいた構成であるならば、上述の構成に限られない。

[0088] 図1及び図3では本発明をコラム型EPSに適用しているが、本発明はコラム型等の上流型に限られず、ラック&ピニオン等の下流型EPSにも適用

可能である。更に、目標振れ角に基づくフィードバック制御を行うということでは、トーションバー（バネ定数任意）及び振れ角検出用のセンサを少なくとも備えるステアバイワイヤ（S B W）反力装置等にも適用可能である。本発明を、トーションバーを備えたS B W反力装置に適用した場合の実施形態（第4実施形態）について説明する。

[0089] まずは、S B W反力装置を含むS B Wシステム全体について説明する。図22はS B Wシステムの構成例を、図1に示される電動パワーステアリング装置の一般的な構成に対応させて示した図である。なお、同一構成には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

[0090] S B Wシステムは、ユニバーサルジョイント4 aにてコラム軸2と機械的に結合されるインターミディエイトシャフトがなく、ハンドル1の操作を電気信号によって操向車輪8 L, 8 R等からなる転舵機構に伝えるシステムである。図22に示されるように、S B Wシステムは反力装置6 0及び駆動装置7 0を備え、コントロールユニット（E C U）5 0が両装置の制御を行う。反力装置6 0は、舵角センサ1 4にて操舵角 $\theta h$ の検出を行うと同時に、操向車輪8 L, 8 Rから伝わる車両の運動状態を反力トルクとして運転者に伝達する。反力トルクは、反力用モータ6 1により生成される。なお、S B Wシステムの中には反力装置内にトーションバーを有さないタイプもあるが、本発明を適用するS B Wシステムはトーションバーを有するタイプであり、トルクセンサ1 0にて操舵トルク $T s$ を検出する。また、角度センサ7 4が、反力用モータ6 1のモータ角 $\theta m$ を検出する。駆動装置7 0は、運転者によるハンドル1の操舵に合わせて、駆動用モータ7 1を駆動し、その駆動力を、ギア7 2を介してピニオンラック機構5に付与し、タイロッド6 a, 6 bを経て、操向車輪8 L, 8 Rを転舵する。ピニオンラック機構5の近傍には角度センサ7 3が配置されており、操向車輪8 L, 8 Rの転舵角 $\theta t$ を検出する。E C U 5 0は、反力装置6 0及び駆動装置7 0を協調制御するために、両装置から出力される操舵角 $\theta h$ や転舵角 $\theta t$ 等の情報に加え、車速センサ1 2からの車速 $V s$ 等を基に、反力用モータ6 1を駆動制御する電圧

制御指令値  $V_{ref1}$  及び駆動用モータ 71 を駆動制御する電圧制御指令値  $V_{ref2}$  を生成する。

[0091] このようなSBWシステムに本発明を適用した第4実施形態の構成について説明する。

[0092] 図23は第4実施形態の構成を示すブロック図である。第4実施形態は、捩れ角  $\Delta\theta$  に対する制御（以下、「捩れ角制御」とする）と、転舵角  $\theta_t$  に対する制御（以下、「転舵角制御」とする）を行い、反力装置を捩れ角制御で制御し、駆動装置を転舵角制御で制御する。なお、駆動装置は他の制御方法で制御しても良い。

[0093] 捩れ角制御では、第1実施形態と同様の構成及び動作により、捩れ角  $\Delta\theta$  が、操舵角  $\theta_h$  等を用いて目標操舵トルク生成部 200 及び変換部 400 を経て算出される目標捩れ角  $\Delta\theta_{ref}$  に追従するような制御を行う。モータ角  $\theta_m$  は角度センサ 74 で検出され、モータ角速度  $\omega_m$  は、角速度演算部 951 にてモータ角  $\theta_m$  を微分することにより算出される。転舵角  $\theta_t$  は角度センサ 73 で検出される。また、第1実施形態ではEPS操舵系／車両系 100 内の処理として詳細な説明は行われていないが、電流制御部 130 は、図2に示される減算部 32B、PI制御部 35、PWM制御部 36 及びインバータ 37 と同様の構成及び動作により、捩れ角制御部 300 から出力されるモータ電流指令値  $I_{mc}$  及びモータ電流検出器 140 で検出される反力用モータ 61 の電流値  $I_{mr}$  に基づいて、反力用モータ 61 を駆動して、電流制御を行う。

[0094] 転舵角制御では、目標転舵角生成部 910 にて操舵角  $\theta_h$  に基づいて目標転舵角  $\theta_{tref}$  が生成され、目標転舵角  $\theta_{tref}$  は転舵角  $\theta_t$  と共に転舵角制御部 920 に入力され、転舵角制御部 920 にて、転舵角  $\theta_t$  が目標転舵角  $\theta_{tref}$  となるようなモータ電流指令値  $I_{mct}$  が演算される。そして、モータ電流指令値  $I_{mct}$  及びモータ電流検出器 940 で検出される駆動用モータ 71 の電流値  $I_{md}$  に基づいて、電流制御部 930 が、電流制御部 130 と同様の構成及び動作により、駆動用モータ 71 を駆動して、電

流制御を行う。

- [0095] 目標転舵角生成部 910 の構成例を図 24 に示す。目標転舵角生成部 910 は、制限部 931、レート制限部 932 及び補正部 933 を備える。
- [0096] 制限部 931 は、操舵角  $\theta_h$  の上下限値を制限して、操舵角  $\theta_{h1}$  を出力する。ハンドル戻り補償部 250 内の制限部 257 及び捩れ角制御部 300 内の出力制限部 350 と同様に、操舵角  $\theta_h$  に対する上限値及び下限値を予め設定して制限をかける。
- [0097] レート制限部 932 は、操舵角の急変を回避するために、操舵角  $\theta_{h1}$  の変化量に対して制限値を設定して制限をかけ、操舵角  $\theta_{h2}$  を出力する。例えば、1 サンプル前の操舵角  $\theta_{h1}$  からの差分を変化量とし、その変化量の絶対値が所定の値（制限値）より大きい場合、変化量の絶対値が制限値となるように、操舵角  $\theta_{h1}$  を加減算し、操舵角  $\theta_{h2}$  として出力し、制限値以下の場合、操舵角  $\theta_{h1}$  をそのまま操舵角  $\theta_{h2}$  として出力する。なお、変化量の絶対値に対して制限値を設定するのではなく、変化量に対して上限値及び下限値を設定して制限をかけるようにしても良く、変化量ではなく変化率や差分率に対して制限をかけるようにしても良い。
- [0098] 補正部 933 は、操舵角  $\theta_{h2}$  を補正して、目標転舵角  $\theta_{tref}$  を出力する。例えば、目標操舵トルク生成部 200 内の基本マップ部 210 のように、操舵角  $\theta_{h2}$  の大きさ  $|\theta_{h2}|$  に対する目標転舵角  $\theta_{tref}$  の特性を定義したマップを用いて、操舵角  $\theta_{h2}$  より目標転舵角  $\theta_{tref}$  を求める。或いは、単純に、操舵角  $\theta_{h2}$  に所定のゲインを乗算することにより、目標転舵角  $\theta_{tref}$  を求めるようにしても良い。
- [0099] 転舵角制御部 920 の構成例を図 25 に示す。転舵角制御部 920 は、図 13 に示される捩れ角制御部 300 の構成例において安定化補償部 340 及び加算部 362 を除いた構成と同様の構成をしており、目標捩れ角  $\Delta\theta_{ref}$  及び捩れ角  $\Delta\theta$  の代わりに目標転舵角  $\theta_{tref}$  及び転舵角  $\theta_t$  を入力し、転舵角フィードバック (FB) 補償部 921、転舵角速度演算部 922、速度制御部 923、出力制限部 926 及び減算部 927 が、それぞれ捩れ角

F B補償部310、捩れ角速度演算部320、速度制御部330、出力制限部350及び減算部361と同様の構成で同様の動作を行う。

[0100] このような構成において、第4実施形態の動作例を図26のフローチャートを参照して説明する。

[0101] 動作を開始すると、角度センサ73は転舵角 $\theta_t$ を検出し、角度センサ74はモータ角 $\theta_m$ を検出し（ステップS110）、転舵角 $\theta_t$ は転舵角制御部920に、モータ角 $\theta_m$ は角速度演算部951にそれぞれ入力される。

[0102] 角速度演算部951は、モータ角 $\theta_m$ を微分してモータ角速度 $\omega_m$ を算出し、右切り／左切り判定部500に出力する（ステップS120）。

[0103] その後、図14に示されるステップS10～S60と同様の動作を実行し、反力用モータ61を駆動し、電流制御を実施する（ステップS130～S170）。

[0104] 一方、転舵角制御においては、目標転舵角生成部910が操舵角 $\theta_h$ を入力し、操舵角 $\theta_h$ は制限部931に入力される。制限部931は、予め設定された上限値及び下限値により操舵角 $\theta_h$ の上下限値を制限し（ステップS180）、操舵角 $\theta_{h1}$ としてレート制限部932に出力する。レート制限部932は、予め設定された制限値により操舵角 $\theta_{h1}$ の変化量に対して制限をかけ（ステップS190）、操舵角 $\theta_{h2}$ として補正部933に出力する。補正部933は、操舵角 $\theta_{h2}$ を補正して目標転舵角 $\theta_{tref}$ を求め（ステップS200）、転舵角制御部920に出力する。

[0105] 転舵角 $\theta_t$ 及び目標転舵角 $\theta_{tref}$ を入力した転舵角制御部920は、減算部927にて目標転舵角 $\theta_{tref}$ から転舵角 $\theta_t$ を減算することにより、偏差 $\Delta\theta_{t0}$ を算出する（ステップS210）。偏差 $\Delta\theta_{t0}$ は転舵角F B補償部921に入力され、転舵角F B補償部921は、偏差 $\Delta\theta_{t0}$ に補償値を乗算することにより偏差 $\Delta\theta_{t0}$ を補償し（ステップS220）、目標転舵角速度 $\omega_{tref}$ を速度制御部923に出力する。転舵角速度演算部922は転舵角 $\theta_t$ を入力し、転舵角 $\theta_t$ に対する微分演算により転舵角速度 $\omega_{tt}$ を算出し（ステップS230）、速度制御部923に出力する。速度制

御部 923 は、速度制御部 330 と同様に I-P 制御によりモータ電流指令値  $I_{mcta}$  を算出し（ステップ S240）、出力制限部 926 に出力する。出力制限部 926 は、予め設定された上限値及び下限値によりモータ電流指令値  $I_{mcta}$  の上下限値を制限し（ステップ S250）、モータ電流指令値  $I_{mct}$  として出力する（ステップ S260）。

[0106] モータ電流指令値  $I_{mct}$  は電流制御部 930 に入力され、電流制御部 930 は、モータ電流指令値  $I_{mct}$  及びモータ電流検出器 940 で検出された駆動用モータ 71 の電流値  $I_{md}$  に基づいて、駆動用モータ 71 を駆動し、電流制御を実施する（ステップ S270）。

[0107] なお、図 26 におけるデータ入力及び演算等の順番は適宜変更可能である。また、転舵角制御部 920 内の速度制御部 923 は、捩れ角制御部 300 内の速度制御部 330 と同様に、I-P 制御ではなく、PI 制御、P 制御、PID 制御、PI-D 制御等、実現可能で、P、I 及び D のいずれかの制御を用いていれば良く、更に、転舵角制御部 920 及び捩れ角制御部 300 での追従制御は、一般的に用いられている制御構成で行っても良い。転舵角制御部 920 については、目標角度（ここでは目標転舵角  $\theta_{tref}$ ）に対して実角度（ここでは転舵角  $\theta_t$ ）が追従する制御構成であれば、車両用装置に用いられている制御構成に限定されず、例えば、産業用位置決め装置や産業用ロボット等に用いられている制御構成を適用しても良い。

[0108] 第 4 実施形態では、図 22 に示されるように、1 つの ECU 50 で反力装置 60 及び駆動装置 70 の制御を行っているが、反力装置 60 用の ECU と駆動装置 70 用の ECU をそれぞれ設けても良い。この場合、ECU 同士は通信によりデータの送受信を行うことになる。また、図 22 に示される SBW システムは反力装置 60 と駆動装置 70 の間には機械的な結合を持たないが、システムに異常が発生した場合に、コラム軸 2 と転舵機構をクラッチ等で機械的に結合する機械的トルク伝達機構を備える SBW システムにも、本発明は適用可能である。このような SBW システムでは、システム正常時はクラッチをオフにして機械的トルク伝達を開放状態とし、システム異常時は

クラッチをオンにして機械的トルク伝達を可能状態とする。

[0109] 上述の第1～第4実施形態での振れ角制御部300及び第3実施形態でのアシスト制御部700は、直接的にモータ電流指令値 $I_{mc}$ 及びアシスト電流指令値 $I_{ac}$ を演算しているが、それらを演算する前に、先ず出力したいモータトルク（目標トルク）を演算してから、モータ電流指令値及びアシスト電流指令値を演算するようにしても良い。この場合、モータトルクからモータ電流指令値及びアシスト電流指令値を求めるには、一般的に用いられている、モータ電流とモータトルクの関係を使用する。

[0110] なお、上述で使用した図は、本発明に関して定性的な説明を行うための概念図であり、これらに限定されるものではない。また、上述の実施形態は本発明の好適な実施の一例ではあるが、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可能である。また、ハンドルと、モータ又は反力モータの間に任意のバネ定数を有する機構であれば、トーションバーに限定しなくても良い。

[0111] 本発明の主たる目的は、ハンドル戻り補償を行うための目標操舵トルクの実現手段についてであり、目標操舵トルクに対する操舵トルクの追従性の実現手段に関しては、上記の変換部、振れ角制御部に限定しなくても良い。

## 符号の説明

[0112] 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）
2A	トーションバー
3	減速機構
10	トルクセンサ
12	車速センサ
14	舵角センサ
20	モータ
30、50	コントロールユニット（ECU）
31	電流指令値演算部

33、720	電流制限部
34	補償信号生成部
38、140、940	モータ電流検出器
60	反力装置
61	反力用モータ
70	駆動装置
71	駆動用モータ
72	ギア
73、74	角度センサ
100	E P S 操舵系／車両系
130、930	電流制御部
200、600	目標操舵トルク生成部
210	基本マップ部
230	ダンパゲイン部
240	ヒステリシス補正部
250	ハンドル戻り補償部
254	トルク感応ゲイン部
255	速度感応ゲイン部
257、931	制限部
280	位相補償部
300	揺れ角制御部
310	揺れ角フィードバック（F B）補償部
320	揺れ角速度演算部
330、923	速度制御部
340	安定化補償部
350、926	出力制限部
400	変換部
500	右切り／左切り判定部

700	アシスト制御部
910	目標転舵角生成部
920	転舵角制御部
921	転舵角フィードバック (FB) 補償部
922	転舵角速度演算部
932	レート制限部
933	補正部
951	角速度演算部

## 請求の範囲

- [請求項1] 任意のバネ定数を有するトーションバー及び前記トーションバーの振れ角を検出するセンサを少なくとも備え、モータを駆動制御することにより、操舵系をアシスト制御する車両用操向装置において、
- 目標操舵トルクを生成する目標操舵トルク生成部と、
- 前記目標操舵トルクを目標振れ角に変換する変換部と、
- 前記目標振れ角に対して前記振れ角を追従させるようなモータ電流指令値を演算する振れ角制御部とを備え、
- 前記目標操舵トルク生成部が、
- 操舵トルク及び第1角速度情報に基づいて、ハンドル戻りを補償する第1トルク信号を算出するハンドル戻り補償部を具備し、前記第1トルク信号を前記目標操舵トルクとして出力し、
- 前記モータ電流指令値に基づいて前記モータを駆動制御することを特徴とする車両用操向装置。
- [請求項2] 前記ハンドル戻り補償部が、
- トルク感応ゲインマップを用いて前記操舵トルクの大きさに基づいてトルク感応ゲインを求めるトルク感応ゲイン部と、
- 速度感応ゲインマップを用いて前記第1角速度情報の大きさに基づいて速度感応ゲインを求める速度感応ゲイン部とを具備し、
- 前記トルク感応ゲイン、前記速度感応ゲイン及び前記第1角速度情報の符号より前記第1トルク信号を算出する請求項1に記載の車両用操向装置。
- [請求項3] 前記トルク感応ゲインマップが、前記操舵トルクの大きさが大きくなるに従って前記トルク感応ゲインが小さくなる特性を有する請求項2に記載の車両用操向装置。
- [請求項4] 前記速度感応ゲインマップが、前記第1角速度情報の大きさがゼロから所定の値まででは、前記第1角速度情報の大きさが大きくなるに従って前記速度感応ゲインが大きくなり、前記第1角速度情報の大き

さが前記所定の値を超えたら、前記第1角速度情報の大きさが大きくなるに従って前記速度感応ゲインが小さくなる特性を有する請求項2に記載の車両用操向装置。

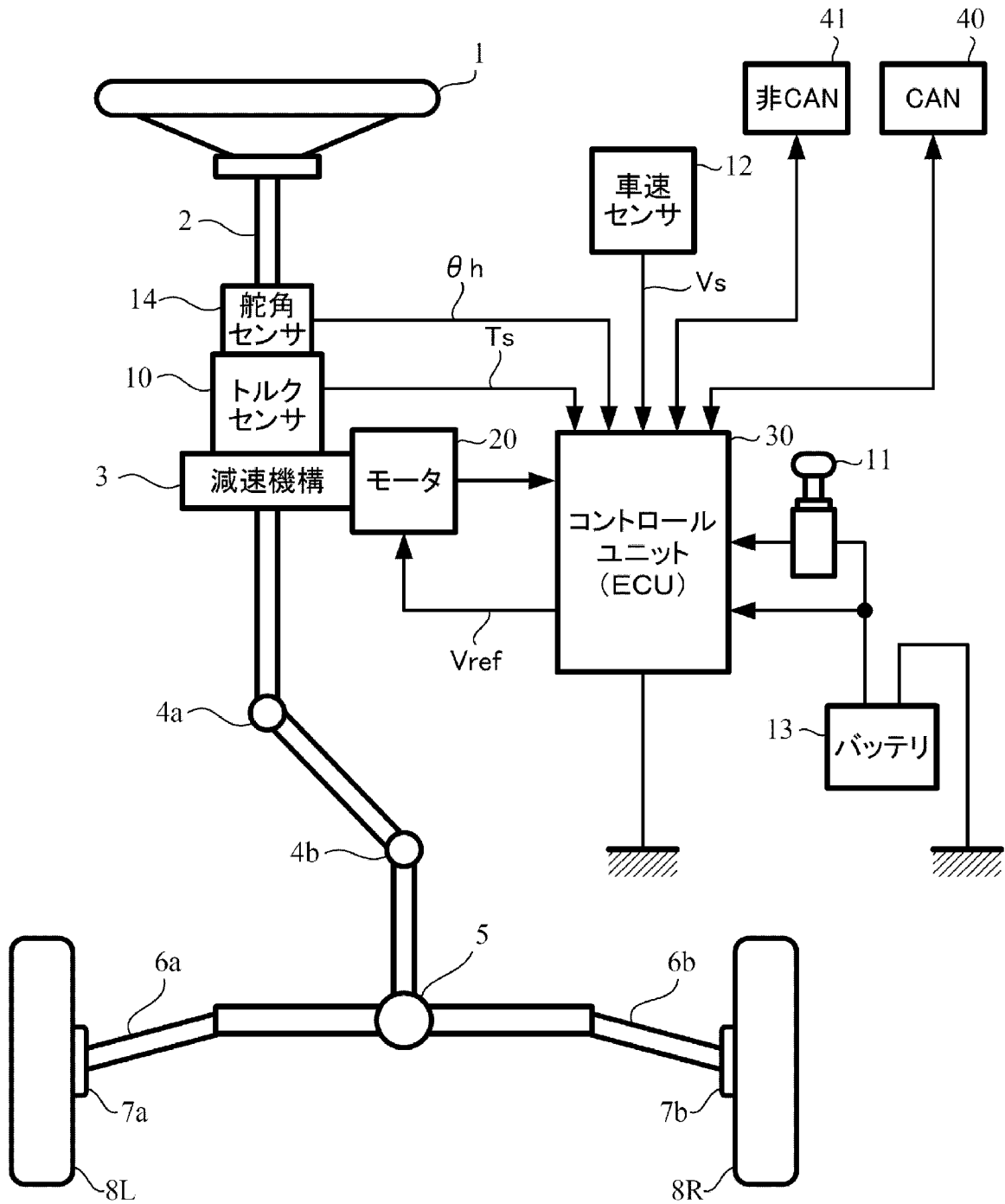
[請求項5] 前記ハンドル戻り補償部が、  
前記第1トルク信号の上下限値を制限する制限部を更に具備する請求項2乃至4のいずれかに記載の車両用操向装置。

[請求項6] 前記目標操舵トルク生成部が、  
基本マップを用いて操舵角及び車速より第2トルク信号を求める基本マップ部と、  
車速感応であるダンパゲインマップを用いて第2角速度情報に基づいて第3トルク信号を求めるダンパ演算部と、  
操舵状態及び前記操舵角を用いてヒステリシス補正を行って第4トルク信号を求めるヒステリシス補正部とを更に具備し、  
前記第2トルク信号、前記第3トルク信号及び前記第4トルク信号の内の少なくとも1つの信号並びに前記第1トルク信号より前記目標操舵トルクを算出する請求項1乃至5のいずれかに記載の車両用操向装置。

[請求項7] 前記基本マップ及び前記ヒステリシス補正部の特性が車速感応である請求項6に記載の車両用操向装置。

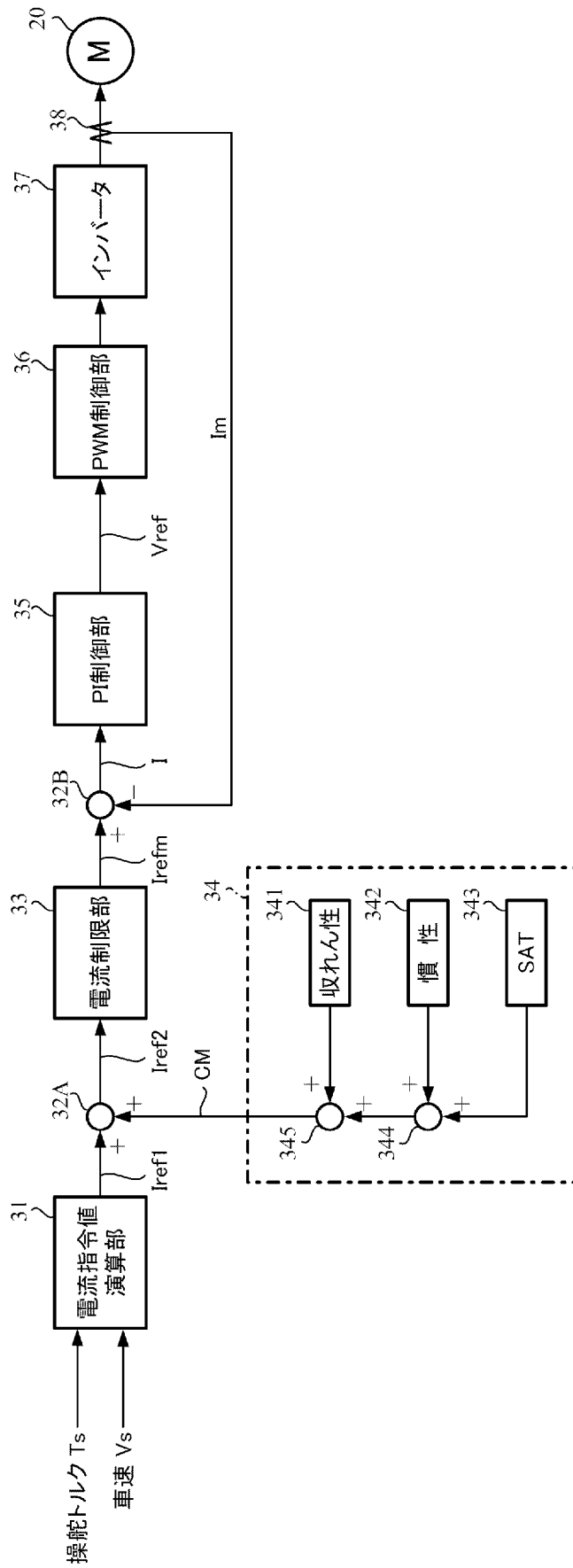
[請求項8] 前記目標操舵トルク生成部が、  
前記基本マップ部の前段又は後段に、位相補償を行なう位相補償部を更に具備し、  
前記基本マップ部及び前記位相補償部を介して、前記操舵角及び前記車速より前記第2トルク信号を求める請求項6又は7に記載の車両用操向装置。

[図1]



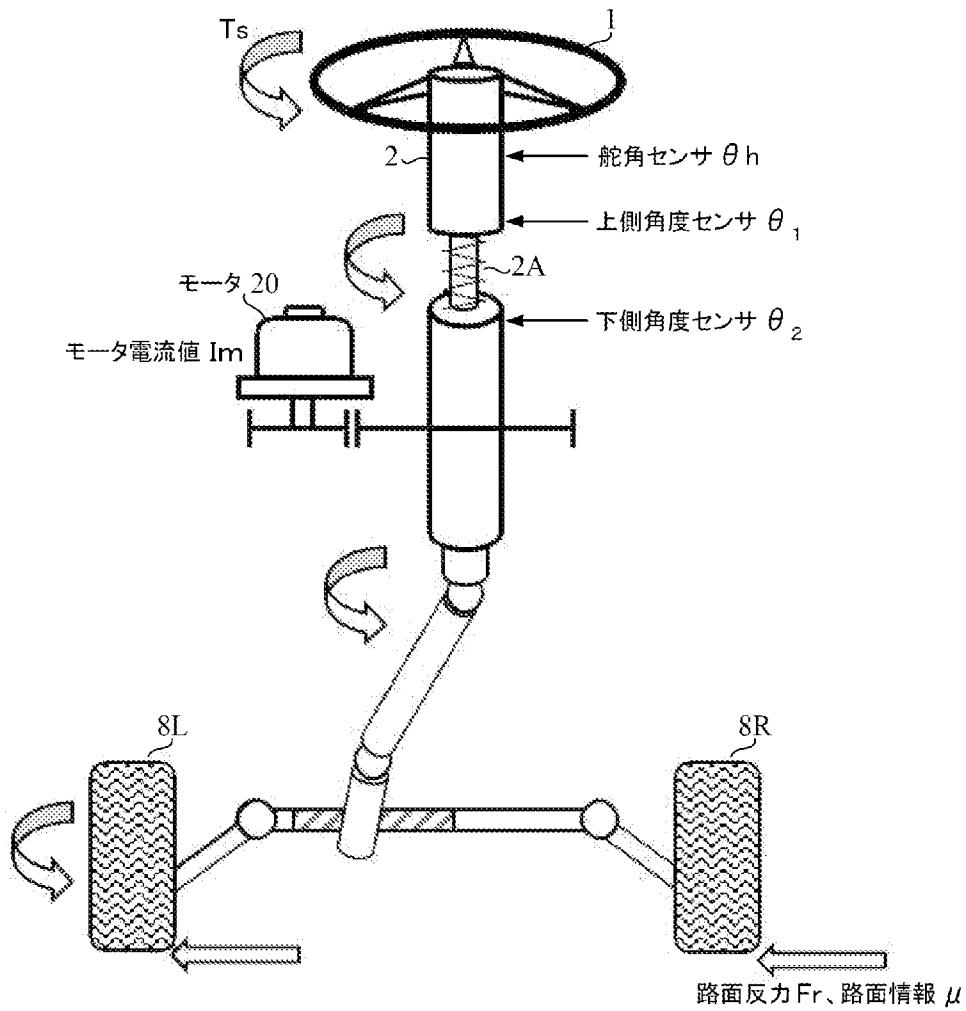
従来例

[図2]

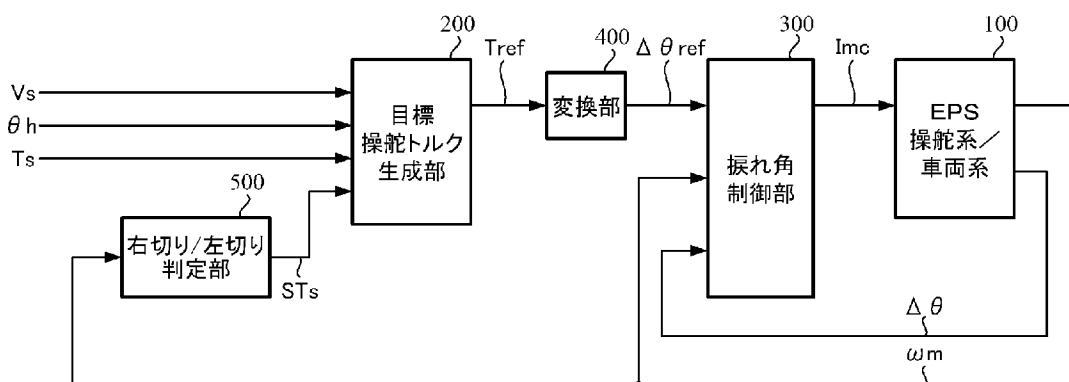


従来例

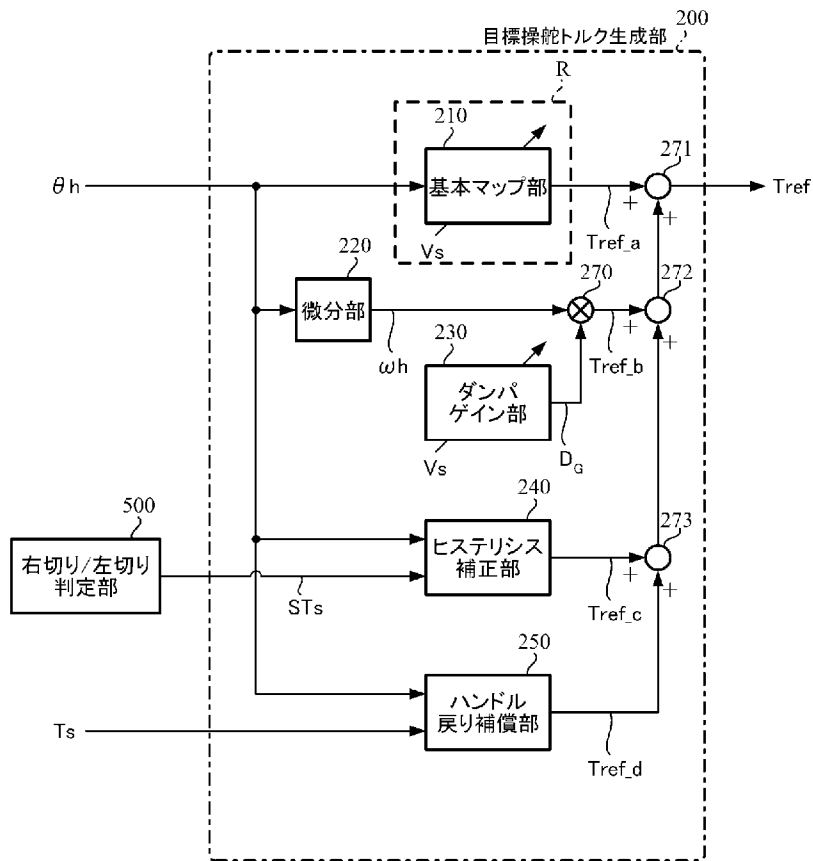
[図3]



[図4]

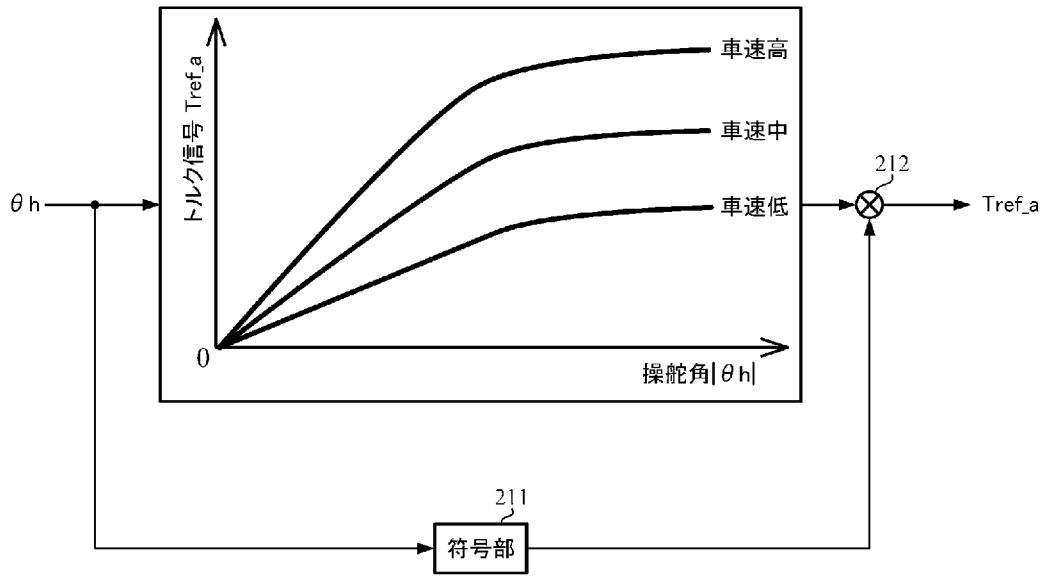


[図5]

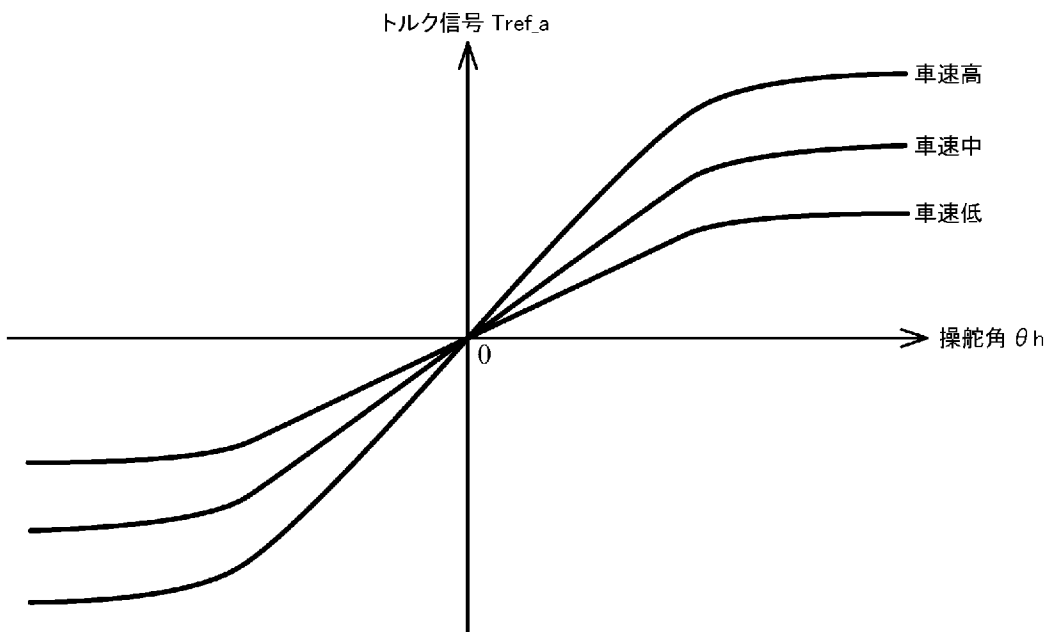


[図6]

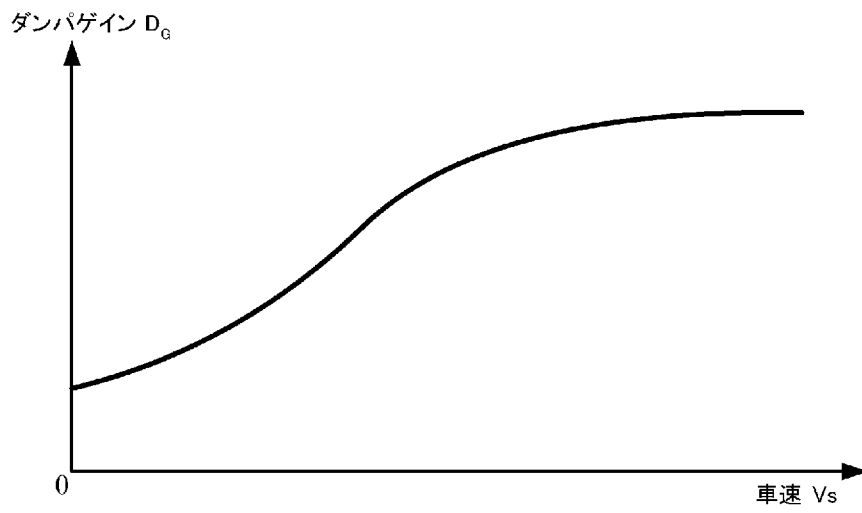
(A)



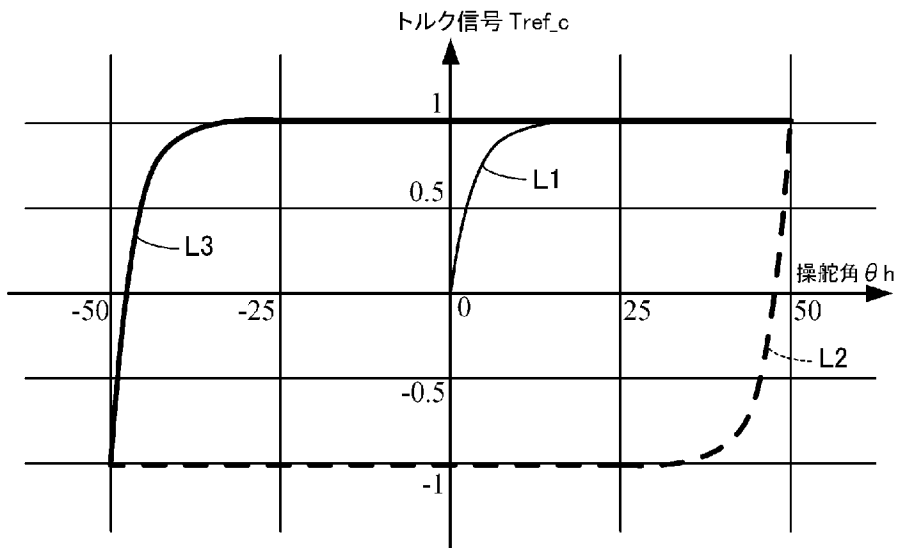
(B)



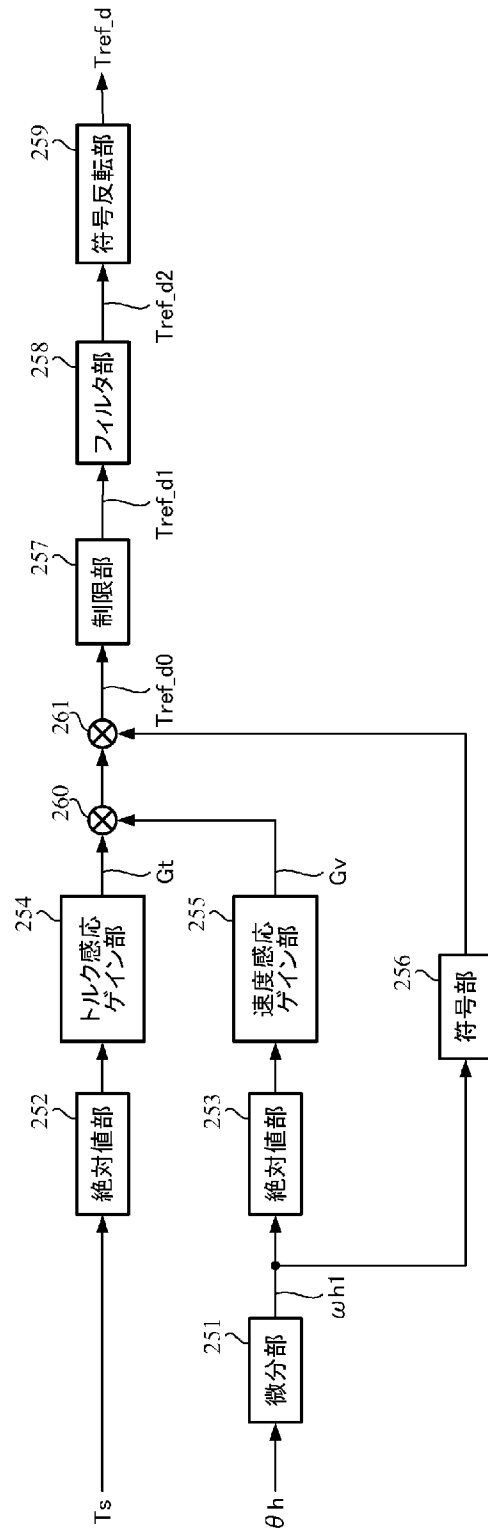
[図7]



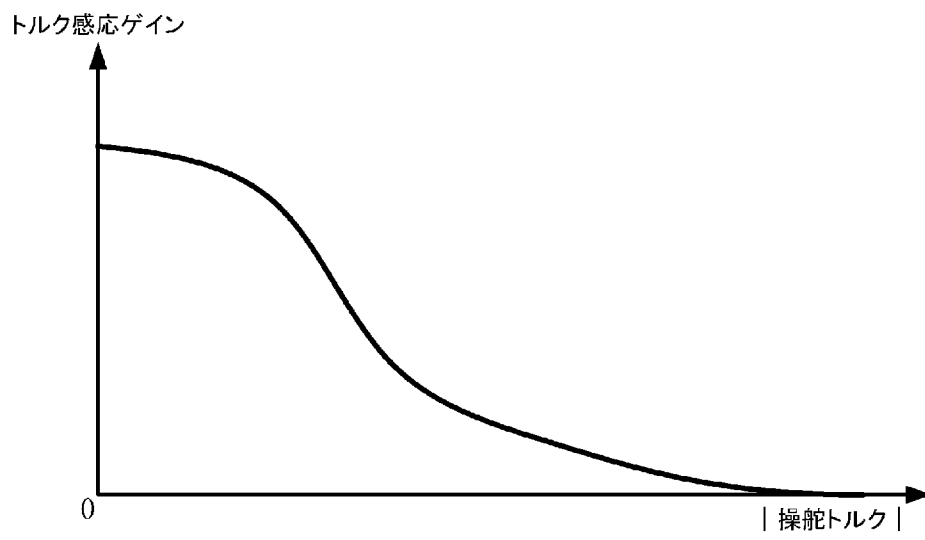
[図8]



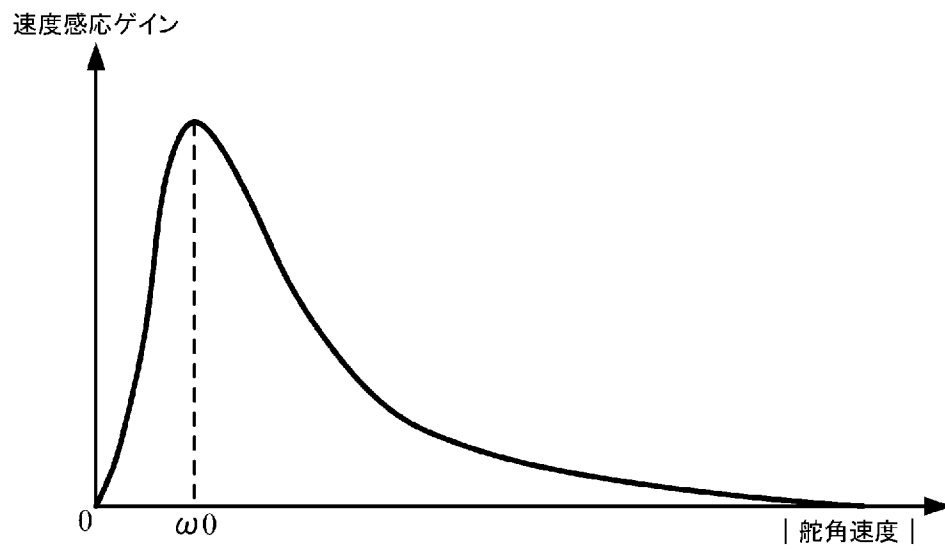
[図9]



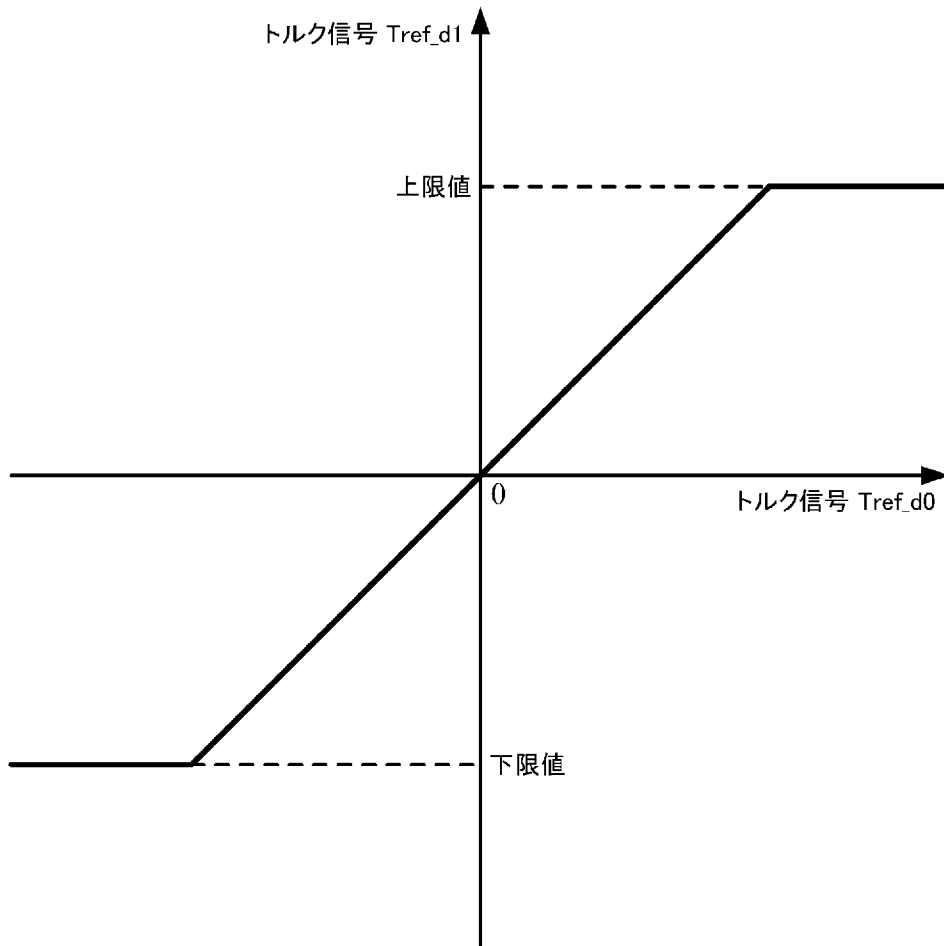
[図10]



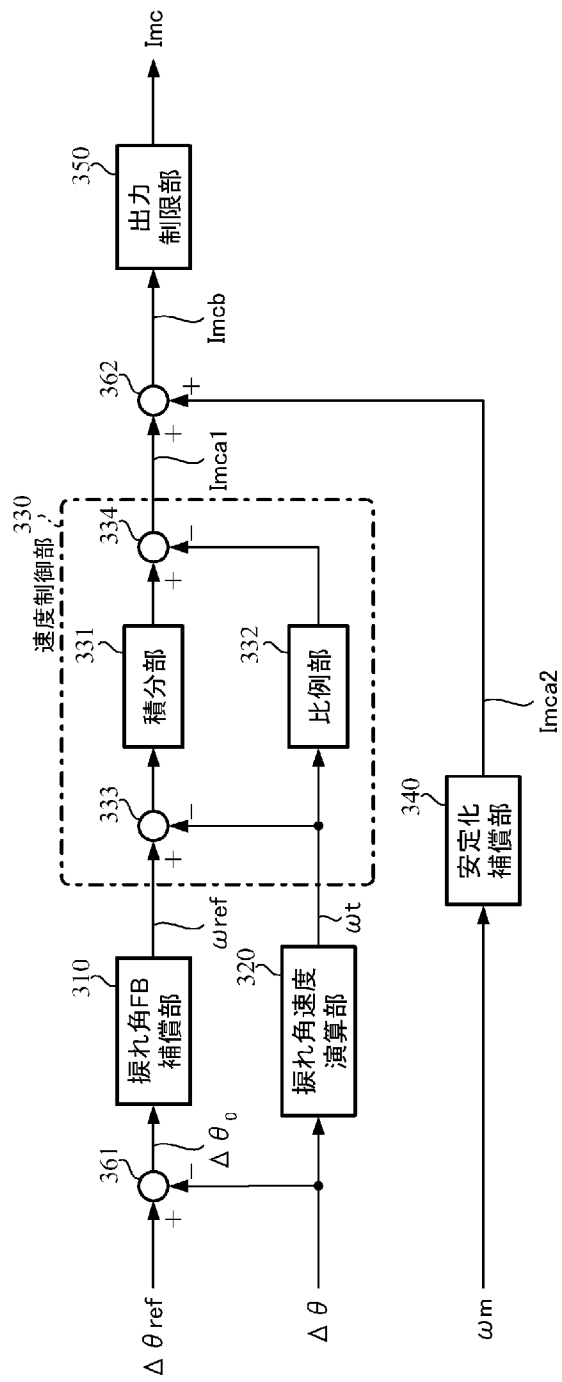
[図11]



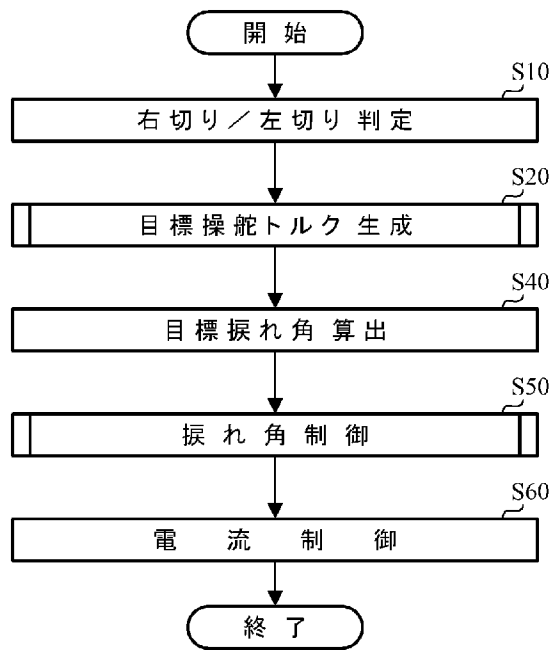
[図12]



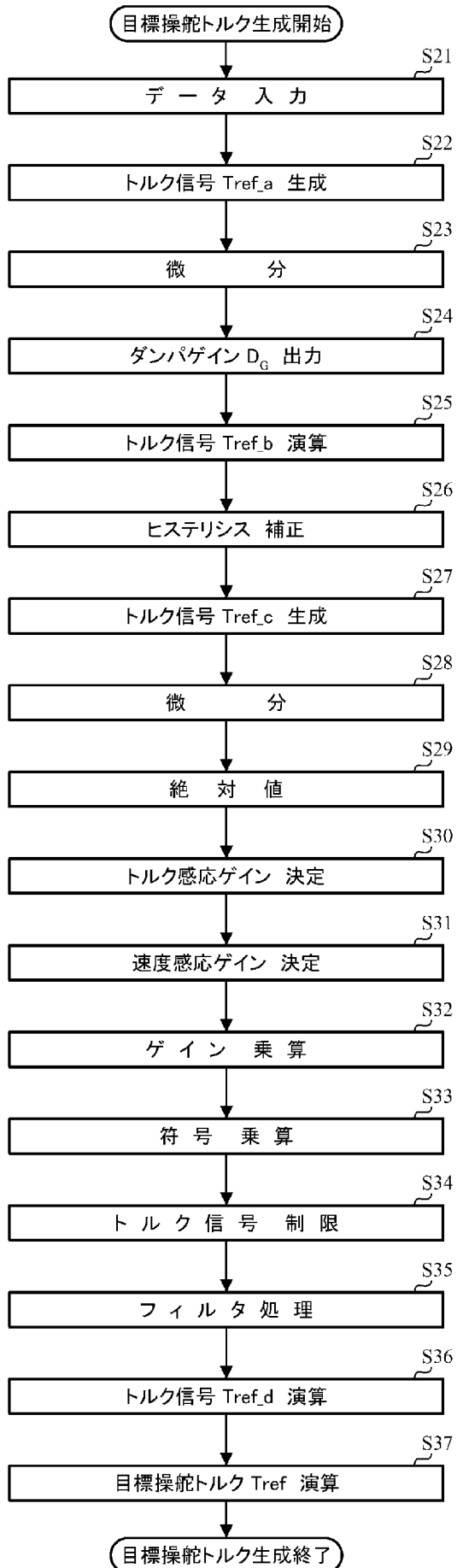
[図13]



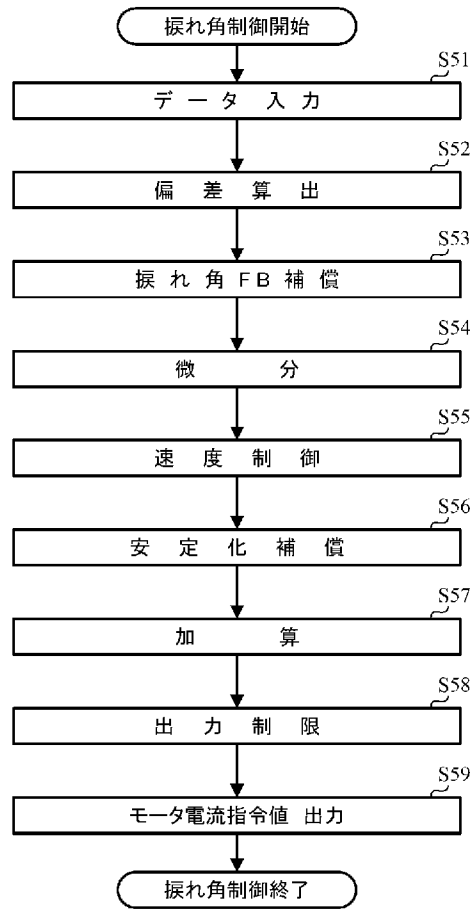
[図14]



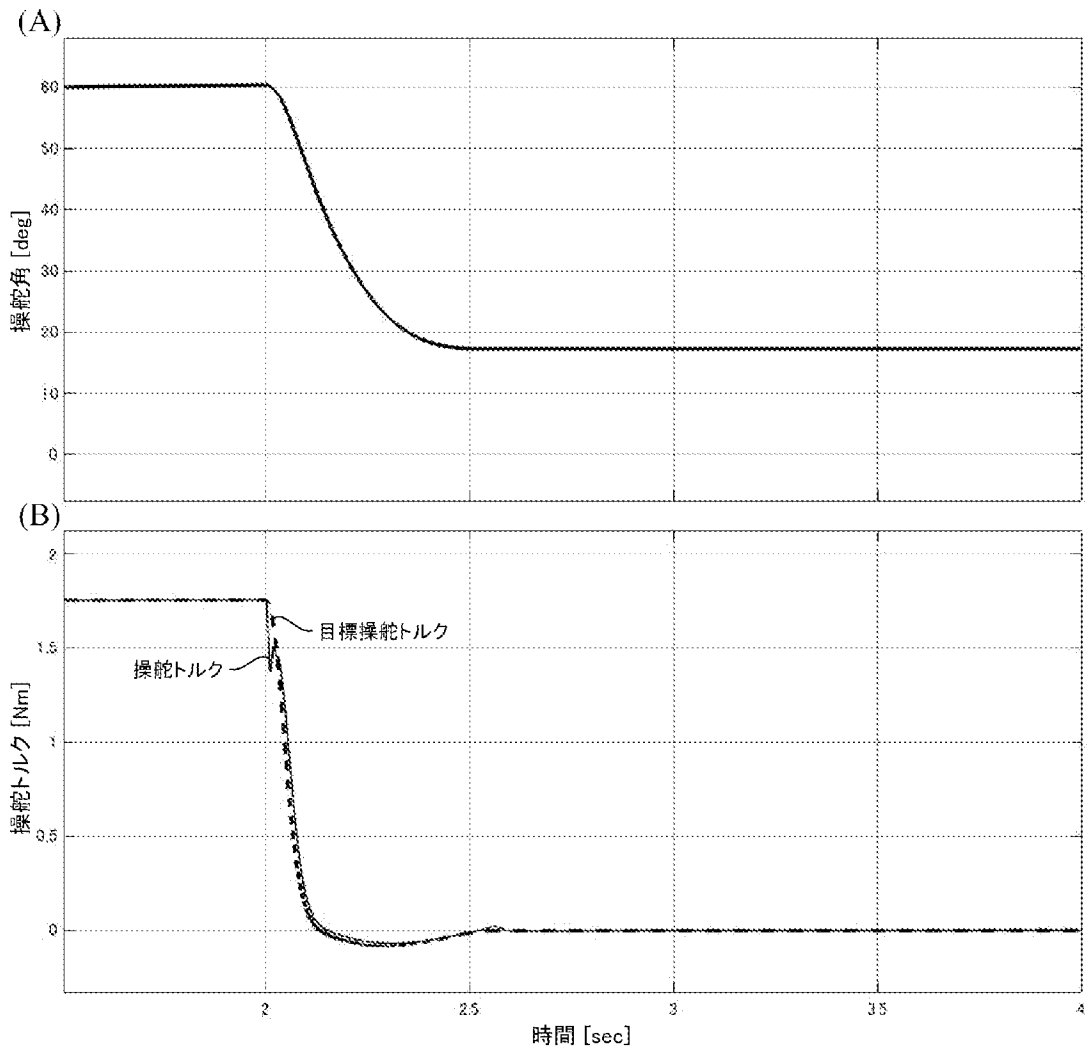
[図15]



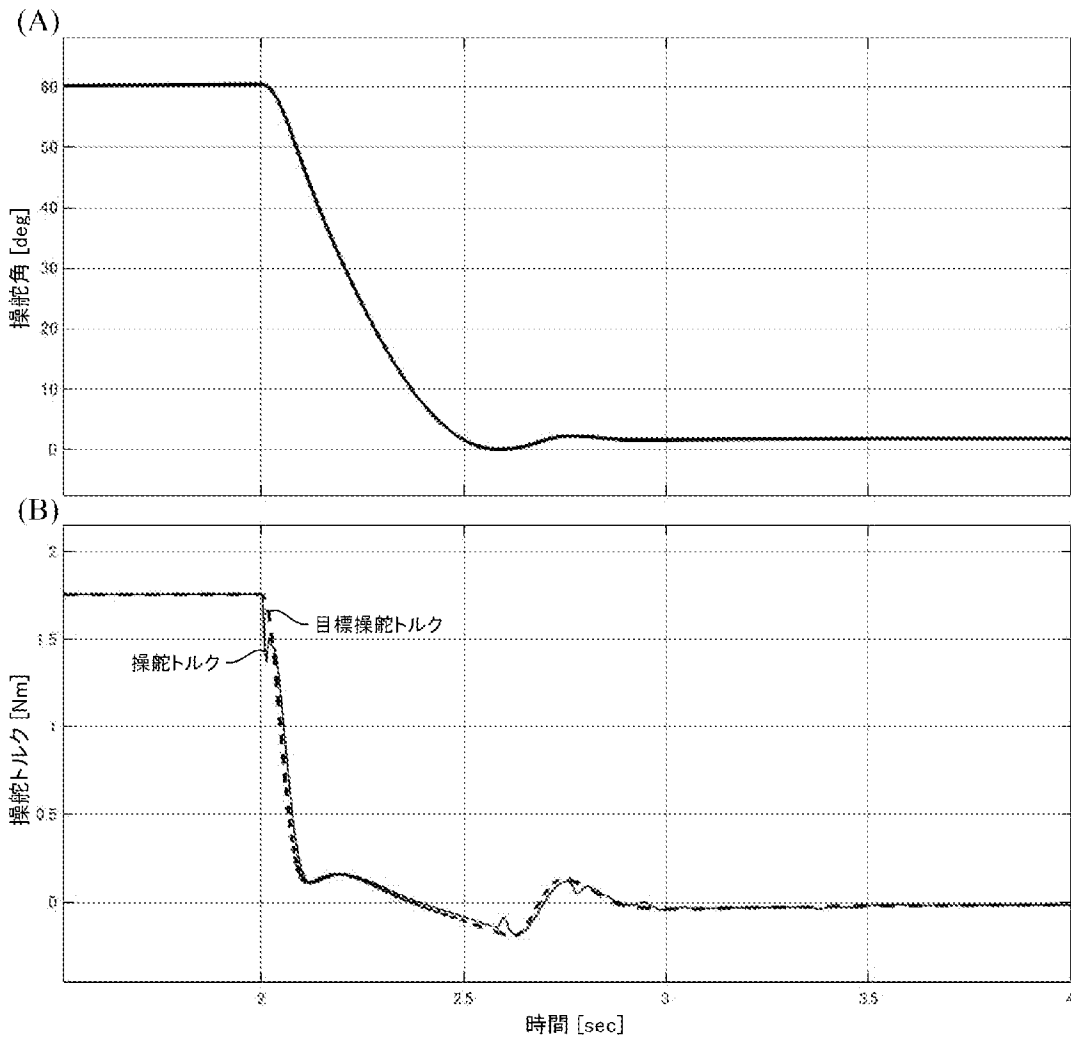
[図16]



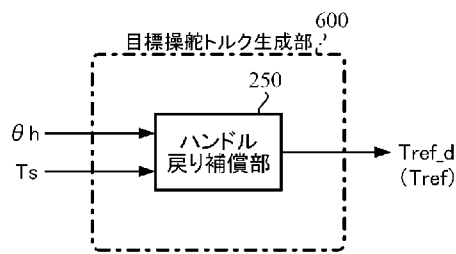
[図17]



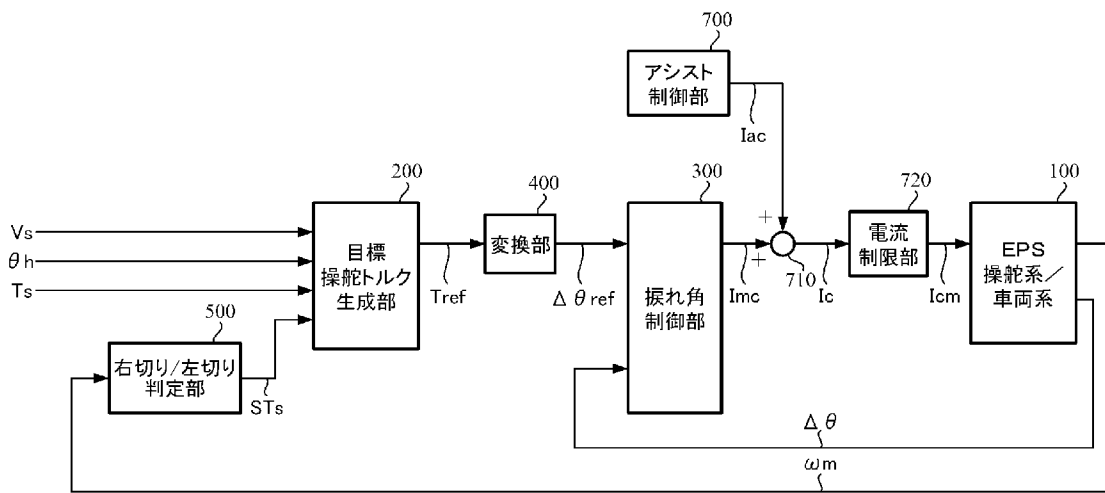
[図18]



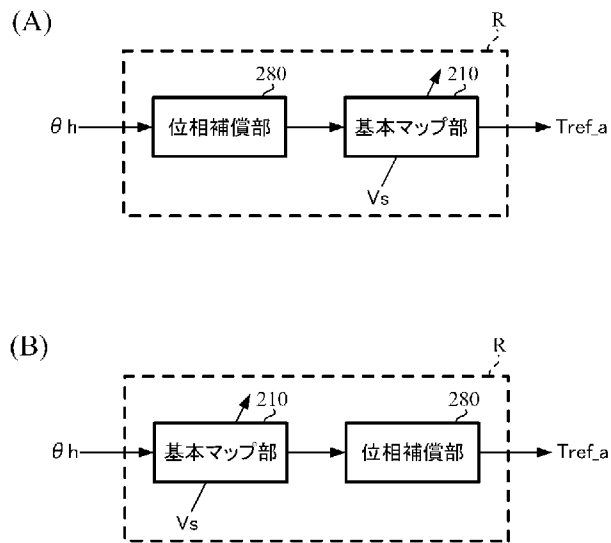
[図19]



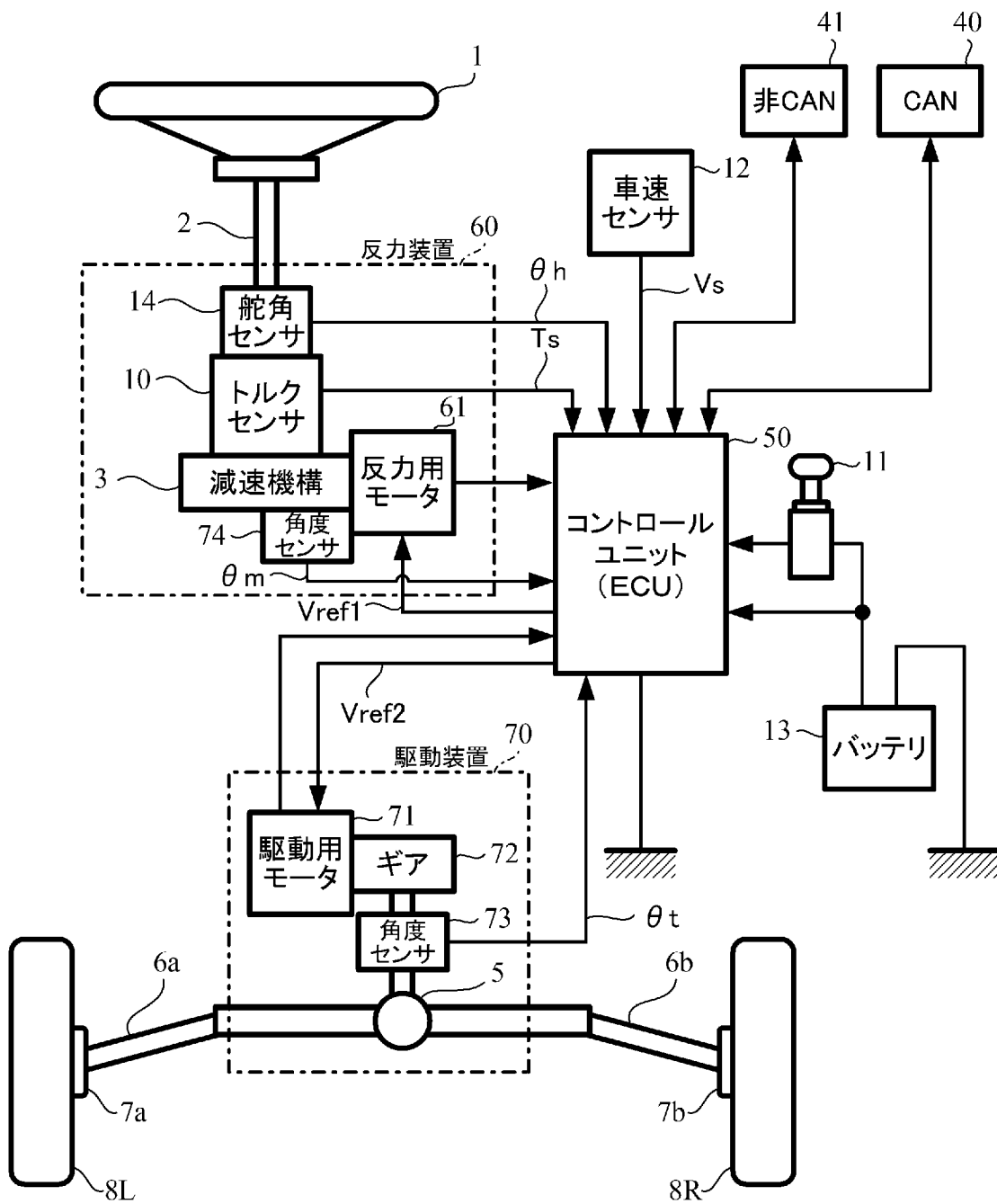
[図20]



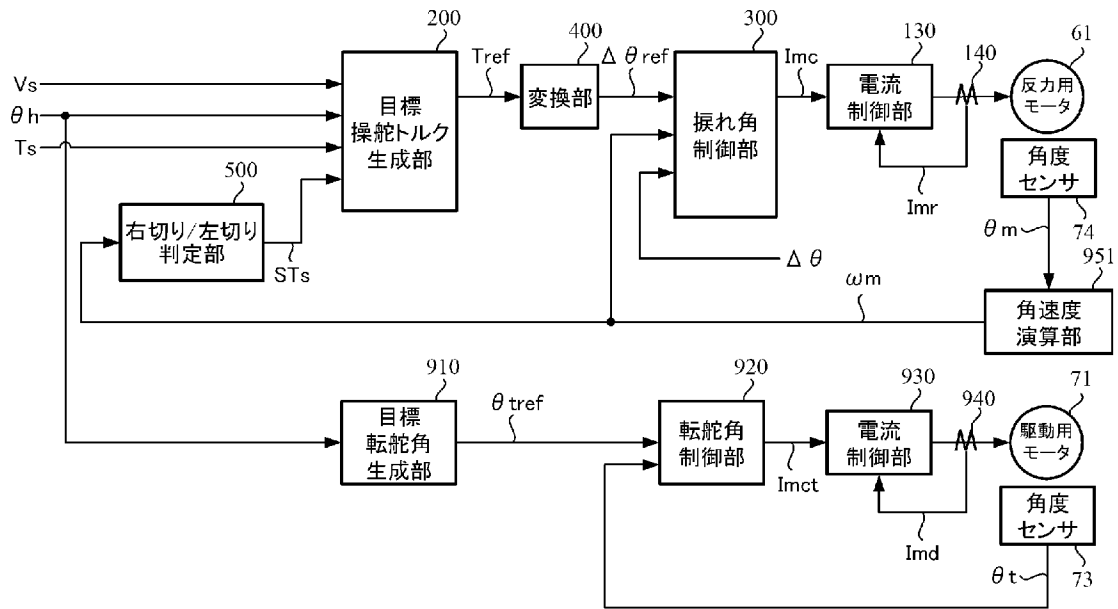
[図21]



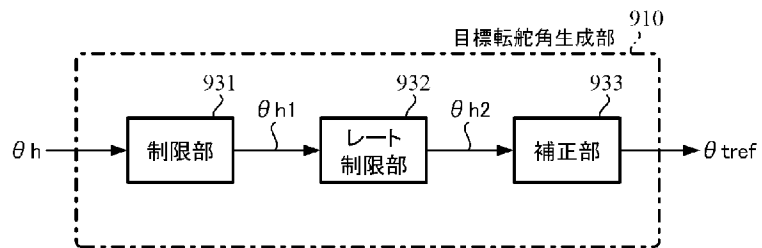
[図22]



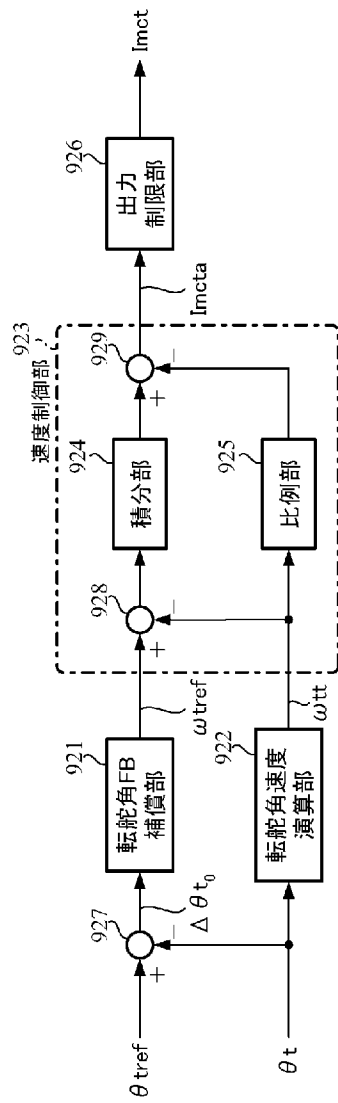
[図23]



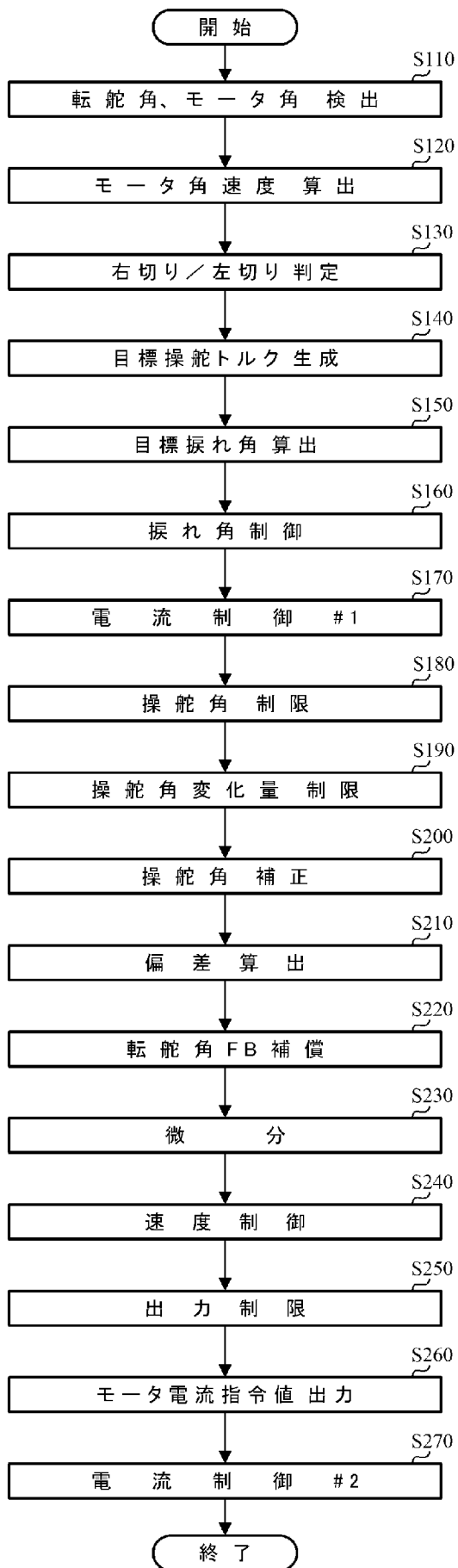
[図24]



[図25]



[図26]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/036298

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl. B62D6/00(2006.01)i, B62D5/04(2006.01)i, B62D101/00(2006.01)n,  
B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(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)

Int.Cl. B62D6/00, B62D5/04, B62D101/00, B62D113/00, B62D117/00, B62D119/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
Y	WO 2018/147371 A1 (NSK LTD.) 16 August 2018, paragraphs [0026], [0072], fig. 1-3, 7-9 & EP 3511227 A1, paragraphs [0025], [0067], fig. 1-3, 7-9 & CN 110248860 A	1-8
Y	WO 2014/167631 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 October 2014, paragraphs [0008], [0009], [0020]-[0022], [0028], [0058], [0088] & US 2016/0001814 A1, paragraphs [0010], [0011], [0035]-[0037], [0045], [0078], [0109] & EP 2985206 A1 & CN 105102302 A	1-8

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 19.11.2019	Date of mailing of the international search report 03.12.2019
---	--

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/JP2019/036298

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-175404 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 09 July 1996, paragraphs [0061], [0104], [0141], fig. 2, 30 & US 5740040 A, column 6, lines 48-54, column 14, lines 18-33, column 20, lines 19-24 & EP 718174 A2	4-8
Y	JP 2011-131629 A (JTEKT CORPORATION) 07 July 2011, paragraphs [0003], [0008], [0056], [0057] (Family: none)	7-8
A	JP 2008-273246 A (HONDA MOTOR CO., LTD.) 13 November 2008 (Family: none)	1-8
A	JP 2006-137281 A (SHOWA CORPORATION) 01 June 2006 (Family: none)	1-8
A	JP 2003-306161 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD.) 28 October 2003 (Family: none)	1-8

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, B62D113/00(2006.01)n, B62D117/00(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, B62D113/00, B62D117/00, 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 1971-2019年 日本国実用新案登録公報 1996-2019年 日本国登録実用新案公報 1994-2019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	
Y	WO 2018/147371 A1（日本精工株式会社）2018.08.16, [0026], [0072], 図 1-3, 7-9 & EP 3511227 A1 [0025], [0067], FIG. 1-3, 7-9 & CN 110248860 A	1-8	
Y	WO 2014/167631 A1（三菱電機株式会社）2014.10.16, [0008]-[0009], [0020]-[0022], [0028], [0058], [0088] & US 2016/0001814 A1 [0010]-[0011], [0035]-[0037], [0045], [0078], [0109] & EP 2985206 A1 & CN 105102302 A	1-8	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 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 19.11.2019		国際調査報告の発送日 03.12.2019	
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） 森本 康正	3Q 2920
		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
Y	JP 8-175404 A (三菱電機株式会社) 1996. 07. 09, [0061], [0104], [0141], 図 2, 30 & US 5740040 A 第 6 欄 48-54 行, 第 14 欄 18-33 行, 第 20 欄 19-24 行 & EP 718174 A2	4-8
Y	JP 2011-131629 A (株式会社ジェイテクト) 2011. 07. 07, [0003], [0008], [0056]-[0057] (ファミリーなし)	7-8
A	JP 2008-273246 A (本田技研工業株式会社) 2008. 11. 13, (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2006-137281 A (株式会社ショーワ) 2006. 06. 01, (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2003-306161 A (豊田工機株式会社) 2003. 10. 28, (ファミリーなし)	1-8