

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6760569号
(P6760569)

(45) 発行日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月7日(2020.9.7)

| | | |
|---------------------|------------------|----------------|
| (51) Int.Cl. | | F 1 |
| B 6 2 D 6/00 | (2006.01) | B 6 2 D 6/00 |
| B 6 2 D 5/04 | (2006.01) | B 6 2 D 5/04 |
| B 6 2 D 101/00 | (2006.01) | B 6 2 D 101:00 |
| B 6 2 D 113/00 | (2006.01) | B 6 2 D 113:00 |
| B 6 2 D 117/00 | (2006.01) | B 6 2 D 117:00 |

請求項の数 7 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-181334 (P2016-181334)
 (22) 出願日 平成28年9月16日 (2016.9.16)
 (65) 公開番号 特開2018-43699 (P2018-43699A)
 (43) 公開日 平成30年3月22日 (2018.3.22)
 審査請求日 平成31年3月5日 (2019.3.5)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100119644
 弁理士 綾田 正道
 (72) 発明者 上野 健太郎
 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内
 (72) 発明者 伊藤 博志
 神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号
 日立オートモティブ
 システムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両制御装置、車両制御方法および電動パワーステアリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、
 前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、
 前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、
 前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、
 を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御装置であって、
 前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシ
 ストトルク演算部と、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、
 前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルさ
 れた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検
 出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルク
 へ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータ
 トルク制御部と、

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回
 る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動
 操舵キャンセル判定部と、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、

10

20

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、

前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、
車両制御装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両制御装置において、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、

前記トルク差および前記転舵輪の転舵角速度の符号が一致しているとの転舵角速度条件を満足するか否かを判定する転舵角速度判定部を有し、

前記転舵角速度判定部により前記転舵角速度条件を満足すると判定された場合には、前記転舵角速度条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、

車両制御装置。

20

【請求項 3】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、

前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、

を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御装置であって、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算部と、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御部と、

30

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定部と、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、

40

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、

前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、

車両制御装置。

50

【請求項4】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、
 前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、
 前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、
 前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、
 を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御方法であって、
 前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシ
 ストトルク演算ステップと、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算ステッ
 プと、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルさ
 れた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検
 出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルク
 へ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータ
 トルク制御ステップと、

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回
 る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動
 操舵キャンセル判定ステップと、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップは、

前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モ
 ータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、
 かつ、

前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転
 舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よ
 りも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足
 するか否かを判定する変化速度切り替え判定ステップを有し、

前記変化速度切り替え判定ステップにより前記変化速度切り替え条件を満足すると判定
 された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記
 モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高く
 する、

車両制御方法。

【請求項5】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、
 前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、
 前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、
 前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、
 を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御方法であって、
 前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシ
 ストトルク演算ステップと、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算ステッ
 プと、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルさ
 れた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検
 出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルク
 へ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータ
 トルク制御ステップと、

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回
 る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動

10

20

30

40

50

操舵キャンセル判定ステップと、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップは、

前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、

前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定ステップを有し、

前記変化速度切り替え判定ステップにより前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、

車両制御方法。

【請求項6】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、

前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算部と、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御部と、

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定部と、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、

前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、

前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、

電動パワーステアリング装置。

【請求項7】

車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、

前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、

前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、

前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、

10

20

30

40

50

前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算部と、

前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、
前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御部と、

前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定部と、

を備え、

前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、
前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、
前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、

前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、

前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする、
電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両制御装置、車両制御方法および電動パワーステアリング装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、ドライバの操舵介入（オーバーライド）による自動操舵キャンセル時、モータトルクをアシストトルクへ漸近させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2004-256076号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記従来技術にあっては、自動操舵キャンセル時の操舵状態によっては、一時的にステアリングホイールに意図しない動きが発生し、操舵フィーリングが悪化するという問題があった。

本発明の目的の一つは、自動操舵キャンセル時における操舵フィーリングの悪化を抑制できる車両制御装置、車両制御方法および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】

【0005】

本発明の一実施形態における車両制御装置は、操舵トルクに基づいて自動操舵がキャンセルされた後、電動モータのモータトルクとアシストトルクとの関係と、転舵角の変化とに応じて、モータトルクをアシストトルクへ近づけるときのモータトルクの変化速度を切

10

20

30

40

50

り替える。

【発明の効果】

【0006】

よって、本発明によれば、自動操舵キャンセル時における操舵フィーリングの悪化を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態1の電動パワーステアリング装置の構成図である。

【図2】実施形態1の車両制御装置の構成図である。

【図3】実施形態1のモータトルク制御部23におけるモータトルク制御処理の流れを示すフローチャートである。

10

【図4】従来の車両制御装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

【図5】従来の車両制御装置において自動操舵キャンセル時にステアリングホイールに予期せぬ動きが発生するときのモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

【図6】実施形態1の車両用操舵装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

【図7】実施形態2のモータトルク制御部23におけるモータトルク制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】実施形態2のモータトルク制御部23におけるモータトルク変化速度補正制御処理の流れを示すフローチャートである。

20

【図9】実施形態2の車両用操舵装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

〔実施形態1〕

図1は、実施形態1の電動パワーステアリング装置の構成図である。

操舵機構1は、ステアリングホイール2の回転に伴い前輪（転舵輪）3,3を転舵させるもので、ラック&ピニオン式のステアリングギア4を有する。ステアリングギア4のピニオンギア5は、ピニオン軸6に設けられている。ピニオン軸6は、ジョイント7を介してコラム軸8と連結されている。コラム軸8はステアリングホイール2と連結されている。コラム軸8の途中にはジョイント9が設けられている。ステアリングギア4のラックギア10は、ラック軸11に設けられている。ラック軸11の両端は、タイロッド12,12を介して前輪3,3と連結されている。ピニオン軸6には、減速機13を介して電動モータ（以下、モータ）14が連結されている。モータ14からの回転トルクは、減速機13を介してピニオン軸6に伝達される。ピニオン軸6には、トルクセンサ15が設けられている。トルクセンサ15は、ピニオン軸6に設けられたトーションバー（不図示）の捩れ量に基づきピニオン軸6に作用するトルクを検出する。モータ14には、レゾルバ16が取り付けられている。レゾルバ16は、モータ14の回転角を検出する。EPSコントローラ18は、操舵トルクや走行状態（車速等）に基づいてモータ14を駆動制御することにより、操舵機構1にアシストトルクを付与するアシスト制御を実行する。また、EPSコントローラ18は、ドライバにより自動運転が選択されている場合、ADコントローラ17（図2参照）からの自動操舵用転舵角目標、操舵トルクおよびモータ回転角に基づいてモータ14を駆動制御することにより、前輪3,3を自動的に操舵する自動操舵制御を実行する。

30

40

【0009】

図2は、実施形態1の車両制御装置の構成図である。

ADコントローラ17は、自動運転時に車両を目標経路に沿って走行させるための自動車速制御用車速目標および自動操舵用転舵角目標を生成する。実施形態1では、自動車速制御用車速目標は図外のエンジンコントローラおよびブレーキコントローラに送信され、自動操舵用転舵角目標はEPSコントローラ18へ送信される。エンジンコントローラおよびブレ

50

ーキコントローラは、自動運転時、車速が自動車速制御用車速目標となるようにエンジンおよびブレーキ装置を制御する自動車速制御を実行する。

転舵角検出部19は、前輪3,3の転舵角を検出する。実施形態1では、レゾルバ16により検出されたモータ回転角から転舵角を算出する。なお、ステアリングホイール2、コラム軸8またはピニオン軸6の回転角から転舵角を算出してもよい。

EPSコントローラ18は、アシストトルク演算部20、自動操舵トルク演算部21、自動操舵キャンセル判定部22およびモータトルク制御部23を有する。アシストトルク演算部20は、操舵トルクに応じてドライバの操舵負担を軽減するためのアシストトルクを演算する（アシストトルク演算ステップ）。アシストトルクは、操舵トルクが大きいほど大きくなり、車速が低いほど小さくなる特性とする。自動操舵トルク演算部21は、前輪3,3の転舵角を自動操舵用転舵角目標とするために必要な自動操舵トルクを演算する（自動操舵トルク演算ステップ）。自動操舵キャンセル判定部22は、操舵トルクに基づいてドライバの操舵介入（オーバーライド）の有無を判定し、オーバーライドと判定した場合には自動操舵をキャンセルする指令をモータトルク制御部23に出力する。モータトルク制御部23は、自動操舵（自動運転）中は自動操舵トルクを目標値としてモータ14への供給電流を制御し、手動操舵中はアシストトルクを目標値としてモータ14への供給電流を制御する。モータトルク制御部23は、自動操舵中にオーバーライドにより自動操舵がキャンセルされた場合、モータ14の出力トルク（モータトルク）の目標を自動操舵トルクからアシストトルクへ切り替える。実施形態1のモータトルク制御部23では、自動操舵キャンセル時における操舵フィードバックの悪化を抑制することを狙いとし、以下に示すようなモータトルク制御を実行する。

【0010】

図3は、実施形態1のモータトルク制御部23におけるモータトルク制御処理の流れを示すフローチャートである。なお、ドライバから見て右操舵を正の値、左操舵を負の値とする。モータトルク制御部23は、実施形態1のモータトルク制御処理を実施するための構成として、速度変化切り替え判定部23aを有する。

ステップS1では、自動操舵中であるかを判定する。YESの場合はステップS2へ進み、NOの場合はステップS9へ進む。

ステップS2では、操舵トルクの絶対値が所定トルクよりも大きな状態が所定時間以上継続したかを判定する（自動操舵キャンセル判定ステップ）。YESの場合はステップS3へ進み、NOの場合はステップS8へ進む。所定トルクは、ドライバがステアリングホイール2を握っていることを判定できるトルクとする。例えば、所定トルクは、ドライバがステアリングホイール2から手を離している状態でトルクセンサ15により検出されるステアリングホイール2の慣性モーメント分のトルクよりも大きなトルクとする。自動操舵のキャンセル判定にある程度の時間（所定時間）を持たせることにより、センサノイズ等による自動操舵キャンセルの誤判定を抑制でき、ドライバのオーバーライドによる自動操舵から手動操舵への移行を精度よく判定できる。

ステップS3では、モータトルクの絶対値がアシストトルクの絶対値に一致しているかを判定する。YESの場合はステップS9へ進み、NOの場合はステップS4へ進む。

ステップS4では、速度変化切り替え判定部23aにおいて、現在のモータトルクから現在のアシストトルクを減じたトルク差が所定のトルク差閾値 T_{th} よりも大きく、かつ、現在の転舵角からキャンセル前転舵角を減じた角度差が所定の角度差閾値 A_{th} よりも大きい、との変化速度切り替え条件を満足するかを判定する（変化速度切り替え判定ステップ）。YESの場合はステップS6へ進み、NOの場合はステップS5へ進む。トルク差閾値 T_{th} は、0以上とする。キャンセル前転舵角は、自動操舵キャンセル判定前であって、自動キャンセル判定時点から直近の転舵角とする。角度差閾値 A_{th} は、0を超える角度差とする。

ステップS5では、速度変化切り替え判定部23aにおいて、現在のモータトルクから現在のアシストトルクを減じたトルク差が所定のトルク差閾値 $-T_{th}$ よりも小さく、かつ、現在の転舵角からキャンセル前転舵角を減じた角度差が所定の角度差閾値 $-A_{th}$ よりも小さい、との変化速度切り替え条件を満足するかを判定する（変化速度切り替え判定ステップ

10

20

30

40

50

)。YESの場合はステップS6へ進み、NOの場合はステップS7へ進む。

ステップS6では、モータトルクの変化速度(単位時間当たりの変化量)が第1変化速度となるようにモータトルクの目標値を決定する(自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップ)。第1変化速度は、モータトルクを速やかにアシストトルクへ近づけるためのモータトルクの変化速度である。モータトルクの目標値をアシストトルクとし、モータトルクを即座にアシストトルクと一致させてもよい。

ステップS7では、モータトルクの変化速度が第2変化速度となるようにモータトルクの目標値を決定する(自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップ)。第2変化速度は、モータトルクを徐々にアシストトルクへ近づけるためのモータトルクの変化速度であって、第1変化速度よりも低く、かつ、ドライバに違和感を与えない速度とする。

ステップS8では、モータトルクの目標値を自動操舵トルクとする。

ステップS9では、モータトルクの目標値をアシストトルクとする。

【0011】

次に、実施形態1の作用効果を説明する。

図4は、従来の車両制御装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

時刻t1では、自動操舵中に自動操舵トルクが立ち上がる。時刻t1~t2の間では、自動操舵トルクに追従してモータトルクが増加し、これにより前輪の転舵角が増加する。ドライバはステアリングホイールから手を離しているため、操舵トルク(=トーションパートトルク)は0であり、アシストトルクも0を維持する。

時刻t2では、自動操舵トルクの増加が停止する。時刻t2~t3の間では、モータトルクおよび転舵角は一定に維持される。

時刻t3では、ドライバがステアリングホイールの切り戻しを開始する。時刻t3~t4の間では、操舵トルクが増加するため、アシストトルクが増加する。一方、自動操舵トルクは転舵角を維持しようとして減少し、これにモータトルクが追従する。

時刻t4では、オーバーライド判定により自動操舵がキャンセルされ、手動操舵へ移行する。従来の車両制御装置では、自動操舵から手動操舵への移行時、モータトルクをアシストトルクへ一致させるにあたり、アシストトルクと自動操舵トルクとのトルク差が漸近するようにモータトルクを変化させている。これにより、モータトルクが自動操舵トルクからアシストトルクへと急変するのを抑制でき、良好な操舵フィーリングが維持される。

【0012】

ここで、従来の車両制御装置では、自動操舵キャンセル時の操舵状態によっては、一時的にステアリングホイールに予期しない動きが発生し、操舵フィーリングが悪化することがある。このときのモータトルクの動きを図5に示す。

時刻t1~t3の間は、図4と同じであるため説明は省略する。

時刻t3では、ドライバがステアリングホイールの切り増しを開始する。時刻t3~t4の間では、ドライバは図4の場合よりもステアリングホイールを大きく切り増ししているため、操舵トルクおよび操舵トルクに基づくアシストトルクの増加速度は図4の場合と比較して高くなる。また、自動操舵トルクおよびモータトルクの減少速度についても図4の場合と比較して高くなる。

時刻t4では、オーバーライド判定により自動操舵がキャンセルされ、手動操舵へ移行する。

時刻t5では、ドライバがステアリングホイールの保持力を弱めたため、操舵トルクが急減し、これに伴いアシストトルクも急減する。このとき、モータトルクは、アシストトルクと自動操舵トルクとのトルク差を漸減させるように発生するため、アシストトルクの減少分だけ低下し、ステアリングホイールの操舵方向と逆方向に大きなモータトルクが発生する。その後、モータトルクは徐々に増大する。これにより、ステアリングホイールはドライバの意図に反して操舵方向とは逆方向に急回転し(以下、ステアリングホイールの逆方向への急回転)、操舵フィーリングが悪化する。また、ステアリングホイールの動きに応じて前輪も転舵されるため、ドライバの意図しない旋回挙動が生じる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

これに対し、実施形態1のモータトルク制御部23では、自動操舵キャンセルの判定後、モータトルクとアシストトルクとの関係と、前輪3,3の転舵角の変化とに応じて、ステアリングホイール2の逆方向への急回転を検出し、モータトルクをアシストトルクへ近づけるときのモータトルクの変化速度を切り替える。具体的には、自動操舵キャンセルの判定後、モータトルクからアシストトルクを減じたトルク差がトルク差閾値 T_{th} よりも大きく（または $-T_{th}$ よりも小さく）、かつ、転舵角からキャンセル前転舵角を減じた角度差が角度差閾値 A_{th} よりも大きい（または $-A_{th}$ よりも小さい）、との変化速度切り替え条件を満足するかを判定する（ステップS4およびステップS5）。

つまり、自動操舵キャンセル後のモータトルクがアシストトルクに対して過剰であって、自動操舵キャンセル前の転舵角に対してキャンセル後の転舵角が減少した場合には、ステアリングホイール2の操舵方向と逆方向に大きなモータトルクが発生している状態であると判定できる。よって、変化速度切り替え条件が成立した場合には、モータトルクの変化速度を第1変化速度に設定し（ステップS6）、モータトルクを速やかにアシストトルクへ近づける。これにより、ステアリングホイール2の逆方向への急回転を抑制できる。この結果、ステアリングホイール2および車両の意図しない動きを抑制できる。

一方、自動操舵キャンセル後のモータトルクがアシストトルクに対して不足している場合、または自動操舵キャンセル前の転舵角に対してキャンセル後の転舵角が増加している場合には、ステアリングホイール2の逆方向への急回転が生じていないと判定できる。よって、変化速度切り替え条件が不成立の場合には、モータトルクの変化速度を第2変化速度に設定し（ステップS7）、モータトルクを緩やかにアシストトルクへ近づける。これにより、ステアリングホイール2の逆方向への急回転が生じていない場合には、モータトルクの急変を抑制することにより、良好な操舵フィーリングを維持できる。

【 0 0 1 4 】

図6は、実施形態1の車両用操舵装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

時刻 $t_1 \sim t_5$ の区間は、図5と同じであるため説明は省略する。

時刻 $t_5 \sim t_6$ の区間では、ドライバがステアリングホイール2の保持力を弱めたため、モータトルクが急減し、アシストトルクに対して符号が反転している。

時刻 t_6 では、現在の転舵角からキャンセル前転舵角を減じた角度差が角度差閾値 $-A_{th}$ よりも小さくなるため、速度変化切り替え条件が成立し、モータトルクの変化速度が第2変化速度から第1変化速度へと切り替えられる。実施形態1では、ステアリングホイール2の操舵方向と逆方向に大きなモータトルクが発生していることを検出した場合には、モータトルクをアシストトルクへ近づける速度を高めているため、図5に示した従来技術と比べて、ステアリングホイール2の逆方向への急回転が抑えられている。

【 0 0 1 5 】

〔 実施形態2 〕

実施形態2の基本的な構成は実施形態1と同じであるため、実施形態1と相違する部分のみを説明する。

図7は、実施形態2のモータトルク制御部23におけるモータトルク制御処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS14では、速度変化切り替え判定部23aにおいて、現在のモータトルクから現在のアシストトルクを減じたトルク差が所定のトルク差閾値 T_{th} よりも大きく、かつ、現在の転舵角からキャンセル前自動操舵用転舵角目標を減じた角度差が所定の角度差閾値 A_{th} よりも大きい、との変化速度切り替え条件を満足するかを判定する（変化速度切り替え判定ステップ）。YESの場合はステップS6へ進み、NOの場合はステップS15へ進む。キャンセル前自動操舵用転舵角目標は、自動操舵キャンセル判定前であって、自動キャンセル判定時点から直近の自動操舵用転舵角目標とする。キャンセル前転舵角はキャンセル前自動操舵用転舵角目標で決まるため、キャンセル前転舵角に代えてキャンセル前自動操舵用転舵角目標を用いた場合であっても、ステアリングホイール2の操舵方向と逆方向に大き

10

20

30

40

50

なモータトルクが発生している状態を検出できる。

ステップS15では、速度変化切り替え判定部23aにおいて、現在のモータトルクから現在のアシストトルクを減じたトルク差が所定のトルク差閾値- T_{th} よりも小さく、かつ、現在の転舵角からキャンセル前自動操舵用転舵角目標を減じた角度差が所定の角度差閾値- A_{th} よりも小さい、との変化速度切り替え条件を満足するかを判定する（変化速度切り替え判定ステップ）。YESの場合はステップS6へ進み、NOの場合はステップS7へ進む。

【0016】

実施形態2のモータトルク制御部23では、図7に示したモータトルク制御のステップS2でYESと判定されてから、ステップS4またはステップS5でYESと判定されるまでの間、すなわち、モータトルク変化速度が第2変化速度に設定されているとき、以下に示すようなモータトルク変化速度補正制御を実行する。モータトルク制御部23は、実施形態2のモータトルク変化速度補正制御処理を実施するための構成として、転舵角速度判定部23bを有する。

10

図8は、実施形態2のモータトルク制御部23におけるモータトルク変化速度補正制御処理の流れを示すフローチャートである。

ステップS21では、転舵角速度判定部23bにおいて、モータトルクからアシストトルクを減じたトルク差が正の値であり、かつ、前輪3,3の転舵角速度が正の値である、との転舵角速度条件を満足するかを判定する（転舵角速度判定ステップ）。YESの場合はステップS23へ進み、NOの場合はステップS22へ進む。

ステップS22では、転舵角速度判定部23bにおいて、モータトルクからアシストトルクを減じたトルク差が負の値であり、かつ、前輪3,3の転舵角速度が負の値である、との転舵角速度条件を満足するかを判定する（転舵角速度判定ステップ）。YESの場合はステップS23へ進み、NOの場合はステップS24へ進む。

20

ステップS23では、ステップS7におけるモータトルクの変化速度の目標値である第2変化速度を増加補正する。第2変化速度の補正量は、例えば、前輪3,3の転舵角速度に所定のゲインを乗じた値とする。よって、第2変化速度は、転舵角速度が高いほど高い値に補正される。

ステップS24では、第2変化速度の増加補正を行わない。

【0017】

図9は、実施形態2の車両用操舵装置における自動操舵キャンセル時のモータトルクの動きを示すタイムチャートである。

30

時刻 $t_1 \sim t_5$ の区間は、図6と同じであるため説明は省略する。

時刻 $t_5 \sim t_6$ の区間では、ドライバがステアリングホイール2の保持力を弱めたため、ステアリングホイール2の操舵方向と逆方向に大きなモータトルクが発生しているが、実施形態2では、転舵角速度が高いほど第2変化速度をより高くしているため、第2変化速度を一定とした実施形態1の場合と比較して、モータトルクの変化が抑制される。これにより、ステアリングホイール2の逆方向への急回転を抑制でき、操舵フィーリングの悪化を抑制できる。

時刻 t_6 では、速度変化切り替え条件が成立し、モータトルクの変化速度が第2変化速度から第1変化速度へと切り替えられる。実施形態2では、転舵角速度が高いほどモータトルクの変化が抑制されるため、実施形態1の場合と比較して、速度切り替え条件が成立するタイミングが遅れる。これにより、アシストトルクがより低下した状態でモータトルクの変化速度が切り替えられるため、第1変化速度でモータトルクを変化させるときのトルク段差を実施形態1の場合よりも小さくできる。よって、操舵フィーリングの悪化をさらに抑制できる。

40

【0018】

〔他の実施形態〕

以上、本発明を実施するための実施形態を説明したが、本発明の具体的な構成は実施形態の構成に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等があっても本発明に含まれる。

50

電動パワーステアリング装置のモータは、コラム軸と連結してもよい。また、第2のピニオン軸またはベルトを介してモータとラック軸とを連結してもよい。

以下に本発明が適用されるシーン、すなわちステアリングホイールの逆方向への急回転が発生するシーンを列挙する。

(1) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：正側、転舵角：正側）に緊急回避的なオーバーライドにより操舵トルクが大きく増加（正側）した後、操舵トルクが抜けた場合

(2) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：正側、転舵角：正側）に緊急回避的なオーバーライドにより操舵トルクが大きく増加（正側）した後、反対方向（負側）に操舵された場合

(3) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：正側、転舵角：負側）に緊急回避的なオーバーライドにより操舵トルクが大きく増加（正側）した後、操舵トルクが抜けた場合

(4) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：正側、転舵角：負側）に緊急回避的なオーバーライドにより操舵トルクが大きく増加（正側）した後、反対方向（負側）に操舵された場合

(5) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：中立、転舵角：正側）に操舵トルクが抜けた場合

(6) 自動操舵中（自動操舵用転舵角目標：中立、転舵角：正側）に反対方向（負側）に操舵された場合

上記各シーンでは、自動操舵キャンセル後、モータトルク（負側）＜アシストトルク（正側）となるため、ステアリングホイールが負側へ急回転する。なお、上記各シーンにおいて正負を入れ替えた場合も同様である。

上記各シーンで本発明を適用することにより、ステアリングホイールの急回転を抑制できる。

【0019】

以上説明した実施形態から把握し得る技術的思想について、以下に記載する。

車両制御装置は、その一つの態様において、車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御装置であって、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算部と、前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御部と、を備える。

より好ましい態様では、上記態様において、前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定部を有する。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

【0020】

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記トルク差および前記転舵輪の転舵角速度の符号が一致しているとの転舵角速度条件を満足するか否かを判定する転舵角速度判定部を有し、前記転舵角速度判定部により前記転舵角速度条件を満足すると判定された場合には、前記転舵角速度条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

【0021】

また、他の観点から、車両制御方法は、ある態様において、車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、を有する電動パワーステアリング装置を備えた前記車両の車両制御方法であって、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算ステップと、前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算ステップと、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップと、を備える。

より好ましい態様では、上記態様において、前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定ステップを有する。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップは、前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定ステップを有し、前記変化速度切り替え判定ステップにより前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

【0022】

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御ステップは、前記トルク差および前記転舵輪の転舵角速度の符号が一致しているとの転舵角速度条件を満足するか否かを判定する転舵角速度判定ステップを有し、前記転舵角速度判定ステップにより前記転舵角速度条件を満足すると判定された場合には、前記転舵角速度条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル

10

20

30

40

50

時モータトルク制御ステップは、前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定ステップによる前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定ステップを有し、前記変化速度切り替え判定ステップにより前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

10

【0023】

さらに、他の観点から、電動パワーステアリング装置は、ある態様において、車両の転舵輪を転舵させる操舵機構と、前記操舵機構に操舵力を付与する電動モータと、前記操舵機構に発生する操舵トルクを検出するトルクセンサと、前記転舵輪の転舵角を検出する転舵角検出部と、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに応じたアシストトルクを演算するアシストトルク演算部と、前記転舵輪を自動操舵するための自動操舵トルクを演算する自動操舵トルク演算部と、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクに基づいて前記自動操舵がキャンセルされた後、前記電動モータのモータトルクと前記アシストトルクとの関係と、前記転舵角検出部により検出された転舵角の変化と、に応じて前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を切り替える自動操舵キャンセル時モータトルク制御部と、を備える。

20

より好ましい態様では、上記態様において、前記自動操舵中に、前記トルクセンサにより検出された操舵トルクが所定トルクを上回る時間が所定時間以上継続した場合に、前記自動操舵がキャンセルされたと判定する自動操舵キャンセル判定部を有する。

別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の自動操舵中の前記転舵角との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

30

【0024】

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記トルク差および前記転舵輪の転舵角速度の符号が一致しているとの転舵角速度条件を満足するか否かを判定する転舵角速度判定部を有し、前記転舵角速度判定部により前記転舵角速度条件を満足すると判定された場合には、前記転舵角速度条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータトルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

40

さらに別の好ましい態様では、上記態様のいずれかにおいて、前記自動操舵キャンセル時モータトルク制御部は、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記モータトルクと前記アシストトルクとの差分であるトルク差がトルク差閾値よりも大きく、かつ、前記自動操舵キャンセル判定部による前記自動操舵のキャンセル判定後の前記転舵角とキャンセル判定前の前記自動操舵の転舵角目標との差分である角度差が角度差閾値よりも大きく、かつ、前記トルク差および前記角度差の符号が一致しているとの変化速度切り替え条件を満足するか否かを判定する変化速度切り替え判定部を有し、前記変化速度切り替え判定部により前記変化速度切り替え条件を満足すると判定された場合には、前記変化速度切り替え条件を満足しないと判定された場合よりも、前記モータ

50

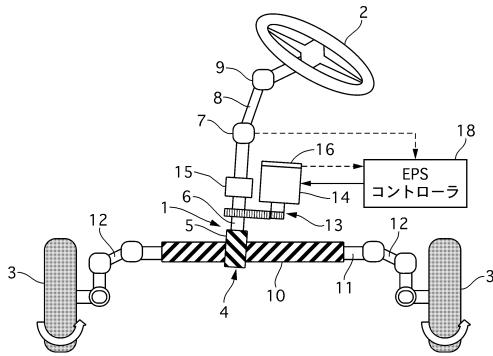
トルクを前記アシストトルクへ近づけるときの前記モータトルクの変化速度を高くする。

【符号の説明】

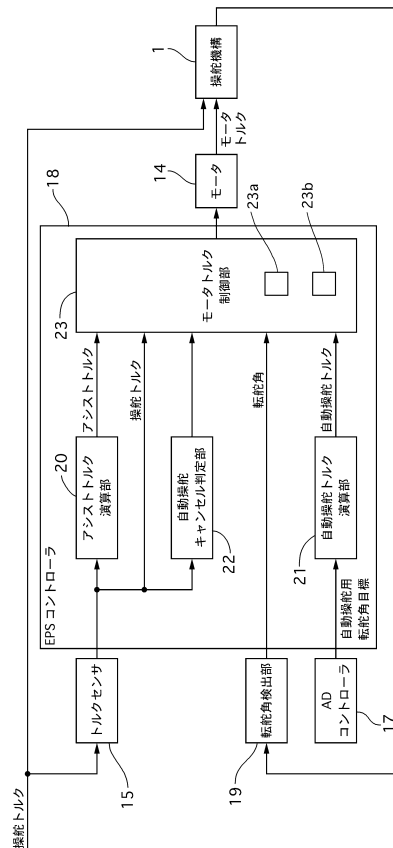
【0025】

- 1 操舵機構
- 2 ステアリングホイール
- 3 前輪（転舵輪）
- 14 電動モータ
- 15 トルクセンサ
- 19 転舵角検出部
- 20 アシストトルク演算部
- 21 自動操舵トルク演算部
- 22 自動操舵キャンセル判定部
- 23 モータトルク制御部（自動操舵キャンセル時モータトルク制御部）
- 23a 変化速度切り替え判定部
- 23b 転舵角速度判定部

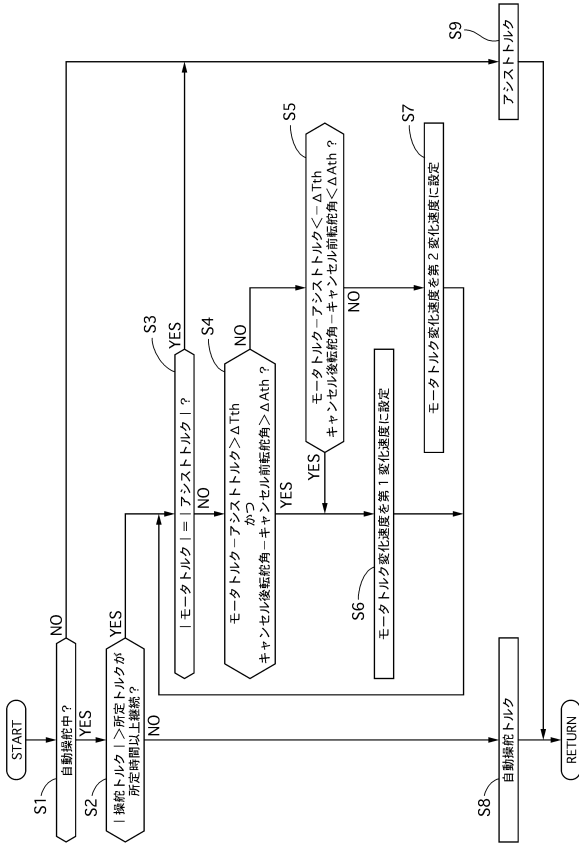
【図1】



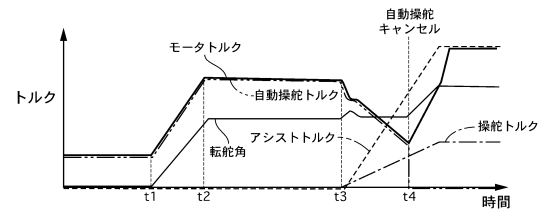
【図2】



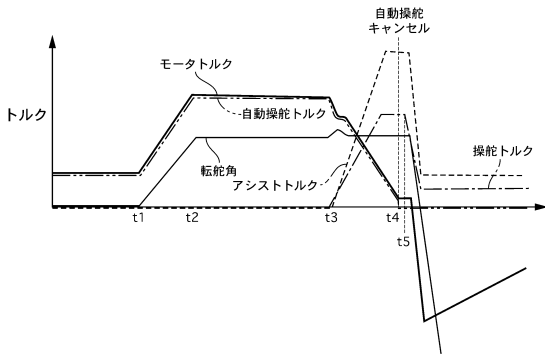
【図3】



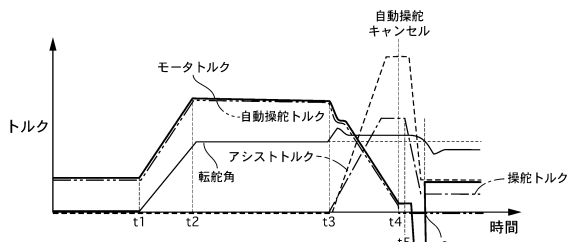
【図4】



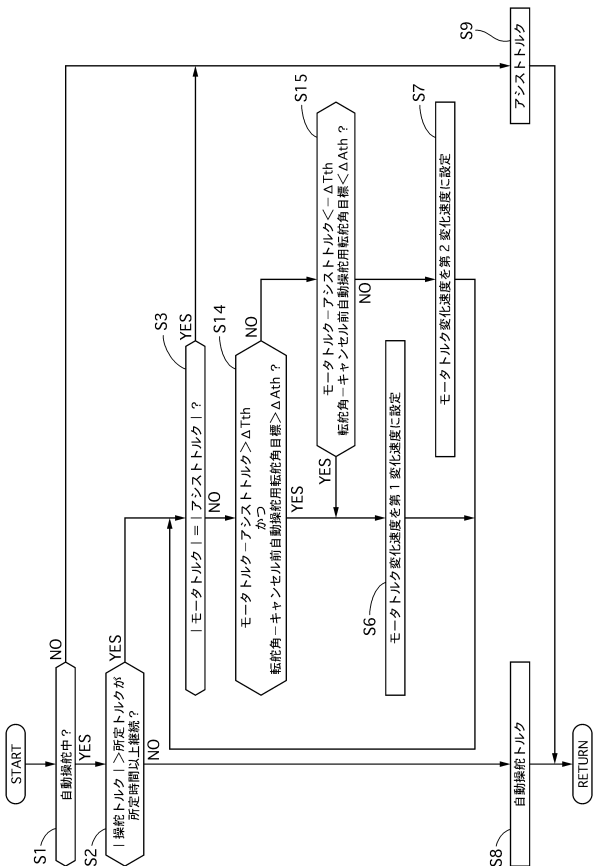
【図5】



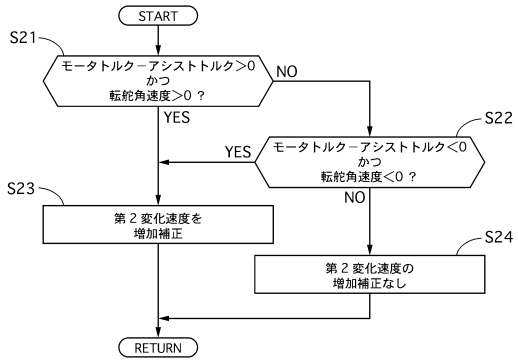
【図6】



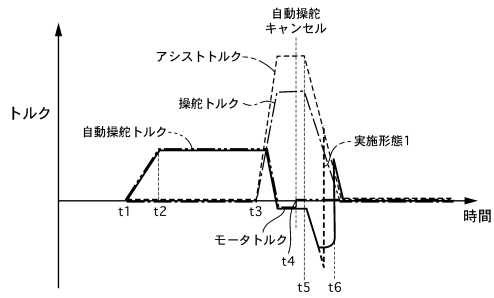
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 2 D 119/00 (2006.01) B 6 2 D 119:00

(72)発明者 筒井 隆
神奈川県厚木市恩名四丁目7番1号 日立オートモティブシステムズ株
式会社内

審査官 森本 康正

(56)参考文献 特開2004-352001(JP,A)
特開平11-078936(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 2 D 5 / 0 4 - 6 / 1 0
B 6 2 D 1 0 1 / 0 0 - 1 3 7 / 0 0