

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7700638号
(P7700638)

(45)発行日 令和7年7月1日(2025.7.1)

(24)登録日 令和7年6月23日(2025.6.23)

(51)国際特許分類 F I
B 6 2 D 1/14 (2006.01) B 6 2 D 1/14

請求項の数 4 (全14頁)

(21)出願番号	特願2021-179488(P2021-179488)	(73)特許権者	000001247 株式会社ジェイテクト 愛知県刈谷市朝日町一丁目1番地
(22)出願日	令和3年11月2日(2021.11.2)	(74)代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(65)公開番号	特開2023-68400(P2023-68400A)	(72)発明者	渡邊 健 愛知県刈谷市朝日町1丁目1番地 株式 会社ジェイテクト内
(43)公開日	令和5年5月17日(2023.5.17)	審査官	飯島 尚郎
審査請求日	令和6年10月11日(2024.10.11)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ステアリング制御装置、およびステアリング制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

操舵軸回りに回転する操舵軸体と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第一の回転軸周りに回転する第一の把持部材と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第二の回転軸周りに回転する第二の把持部材と、前記操舵軸体に反力を付与する操舵反力装置と、前記第一の把持部材に反力を付与する第一の反力装置と、前記第二の把持部材に反力を付与する第二の反力装置と、を備えたステアリング装置に対し、

前記操舵反力装置を制御する操舵反力制御部と、

前記第一の反力装置、および前記第二の反力装置の少なくとも一方を制御する反力制御部と、

10

前記操舵反力制御部、および前記反力制御部の一方の制御状態に基づき他方の制御状態を変更する状態変更部と、
を備えるステアリング制御装置。

【請求項2】

前記状態変更部は、

前記操舵反力制御部の制御状態の変化に応じて前記反力制御部の制御状態を変更する請求項1に記載のステアリング制御装置。

【請求項3】

前記反力制御部は、前記第一の反力装置、および前記第二の反力装置の少なくとも一方

20

を制御して前記第一の把持部材、前記第二の把持部材の少なくとも一方を回転振動させる振動制御状態を備えており、

前記状態変更部は、

前記反力制御部が前記振動制御状態になると、操舵反力が大きくなるように前記操舵反力制御部の制御状態を変更する

請求項 1 または 2 に記載のステアリング制御装置。

【請求項 4】

操舵軸回りに回転する操舵軸体と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第一の回転軸周りに回転する第一の把持部材と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第二の回転軸周りに回転する第二の把持部材と、前記操舵軸体に反力を付与する操舵反力装置と、前記第一の把持部材に反力を付与する第一の反力装置と、前記第二の把持部材に反力を付与する第二の反力装置と、を備えたステアリング装置に対し、

10

前記操舵反力装置を操舵反力制御部が制御し、

前記第一の反力装置、および前記第二の反力装置の少なくとも一方を反力制御部が制御し、

前記操舵反力制御部、および前記反力制御部の一方の制御状態に基づき他方の制御状態を状態変更部が変更する

ステアリング制御方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、運転者が車両を操舵するために用いるステアリングを制御するステアリング制御装置、およびステアリング制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、車両の操舵部材として円環状のいわゆるステアリングホイールではなく、左右に突き出たレバーの先端に設けられた左右の把持部材を運転者が把持するいわゆる操縦桿型の操舵部材が存在している。

【0003】

30

例えば特許文献 1 には、操縦桿型の操舵部材に対し操舵軸回りに操舵反力を発生させ、把持部材に対し運転者が把持部材を回転させる方向とは逆向きに回転するような把持部材反力を発生させる技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2004 - 34849 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

40

発明者は、操縦桿型の操舵部材について鋭意実験と研究とを重ねた結果、操舵時において操舵反力と把持部材反力とのバランスが崩れた場合に、運転者に違和感を与える場合があることを見出した。

【0006】

本発明は、上記発明者の知見に基づきなされたものであり、いわゆる操縦桿型の操舵部材において運転者に与える違和感を軽減するように制御するステアリング制御装置、およびステアリング制御方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の 1 つであるステアリング制御装置は、

50

操舵軸回りに回転する操舵軸体と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第一の回転軸周りに回転する第一の把持部材と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第二の回転軸周りに回転する第二の把持部材と、前記操舵軸体に反力を付与する操舵反力装置と、前記第一の把持部材に反力を付与する第一の反力装置と、前記第二の把持部材に反力を付与する第二の反力装置と、を備えたステアリング装置に対し、前記操舵反力装置を制御する操舵反力制御部と、前記第一の反力装置、および前記第二の反力装置の少なくとも一方を制御する反力制御部と、前記操舵反力制御部、および前記反力制御部の一方の制御状態に基づき他方の制御状態を変更する状態変更部と、を備える。

【0008】

また、上記目的を達成するために、本発明の他の1つであるステアリング制御方法は、操舵軸回りに回転する操舵軸体と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第一の回転軸周りに回転する第一の把持部材と、運転者が把持して前記操舵軸体を回転させ、前記操舵軸と交差する方向に延在する第二の回転軸周りに回転する第二の把持部材と、前記操舵軸体に反力を付与する操舵反力装置と、前記第一の把持部材に反力を付与する第一の反力装置と、前記第二の把持部材に反力を付与する第二の反力装置と、を備えたステアリング装置に対し、前記操舵反力装置を操舵反力制御部が制御し、前記第一の反力装置、および前記第二の反力装置の少なくとも一方を反力制御部が制御し、前記操舵反力制御部、および前記反力制御部の一方の制御状態に基づき他方の制御状態を状態変更部が変更する。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、操縦桿型の操舵部材を用いて運転する運転者の操舵に対する違和感を抑制し、操舵精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】ステアリング装置を示す斜視図である。

【図2】ステアリング装置の内部構造を示す正面図である。

【図3】ステアリング装置の内部構造を示す上面図である。

【図4】ステアリング制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図5】ステアリング制御方法の流れを示すフローチャートである。

【図6】各モードにおける回転角に対する反力を示すグラフである。

【図7】別例1のステアリング制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図8】別例1のステアリング制御方法の流れを示すフローチャートである。

【図9】中反力モードを示すグラフに追加する摩擦項による操舵反力の一例を示す図である。

【図10】各モードにおける操舵角に対する操舵反力を示すグラフである。

【図11】各モードにおける回転角に対する反力の別例を示すグラフである。

【図12】各モードにおける回転角に対する反力の他の例を示すグラフである。

【図13】反力の制御に追加する摩擦項による反力の一例を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明に係るステアリング制御装置、およびステアリング制御方法の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施の形態は、本発明を説明するために一例を挙示するものであり、本発明を限定する主旨ではない。例えば、以下の実施の形態において示される形状、構造、材料、構成要素、相対的位置関係、接続状態、数値、数式、方法における各段階の内容、各段階の順序などは、一例であり、以下に記載されていない内容を含む場合がある。また、平行、直交などの幾何学的な表現を用いる場合があるが、これらの表現は、数学的な厳密さを示すものではなく、実質的に許容される誤差、ずれなどが含まれる。また、同時、同一などの表現も、実質的に許容される範囲を含んで

10

20

30

40

50

いる。

【0012】

また、図面は、本発明を説明するために適宜強調、省略、または比率の調整を行った模式的な図となっており、実際の形状、位置関係、および比率とは異なる。また、図中に示すX軸、Y軸、Z軸は、図の説明のために任意に設定した直交座標を示している。つまりZ軸は、鉛直方向に沿う軸とは限らず、X軸、Y軸は、水平面内に存在するとは限らない。

【0013】

また、以下では複数の発明を一つの実施の形態として包括的に説明する場合がある。また、以下に記載する内容の一部は、本発明に関する任意の構成要素として説明している。

【0014】

図1は、ステアリング装置を示す斜視図である。図2は、ステアリング装置の内部構造を示す正面図である。図3は、ステアリング装置の内部構造を示す上面図である。ステアリング装置101は、ステアリング制御装置100の制御対象となる装置である。ステアリング装置101は、自動車などの車両に取り付けられ、車両の運転に関する操作を受け付ける装置であって、操舵部材110と、操舵反力装置117と、第一の反力装置である右反力装置113と、第二の反力装置である左反力装置114と、を備えている。

【0015】

本実施の形態の場合、ステアリング装置101は、取付部材140に吊り下げられた状態で取付部材140を介して車体に取り付けられており、また操舵部材110を車体の前後方向(Y軸方向)に移動させることができるものとなっている。ステアリング装置101は、操舵部材110と転舵輪とが機械的に連結されていない状態においても転舵輪を転舵することができるいわゆるSBW(Steer by Wire)システムの構成要素の一つであり、手動運転時において運転者が操舵部材110の回転操作した角度などを信号に変換し転舵輪を転舵する転舵装置に送信するものとなっている。

【0016】

操舵部材110は、車両を操向するための運転者の操作を受け付ける部材であり、操舵軸体119と、第一の把持部材である右把持部材111と、第二の把持部材である左把持部材112と、を備えている。

【0017】

操舵軸体119は、Y軸方向に延びる部材であり、運転者が車両の操向のために把持する右把持部材111、左把持部材112(以下、これらを「把持部材」と総称する場合がある。)を支持し、運転者から把持部材に加えられた力により操舵軸219周り(Y軸周り)に回転するボス等と称される部材である。

【0018】

操舵反力装置117は、操舵軸219周りにおいて運転者が右把持部材111、左把持部材112に加えた力により操舵軸体119に発生するトルクに対する反力を右把持部材111と左把持部材112に付与し、転舵輪と機械的に連結されていない操舵部材110を操作する運転者に操舵の重さなど感知させる装置である。操舵反力装置117の種類は限定されるものではない。本実施の形態の場合、操舵反力装置117は、モータと、軸体回転角検出装置118(図4参照)と、ベルトドライブ、減速ギアなどの操舵反力伝達機構(図示せず)と、を備えている。

【0019】

軸体回転角検出装置118は、操舵軸体119の操舵軸219周りの回転角を検出する装置である。本実施の形態の場合、軸体回転角検出装置118が検出した操舵軸体119の回転角は、把持部材に付与する反力の制御に用いられ、また車両の走向の制御、操舵軸体119に付与する反力の制御などにも用いられている。軸体回転角検出装置118の種類は、特に限定されるものではなく、例えばレゾルバ、ロータリーエンコーダーなどを例示することができる。

【0020】

右把持部材111は、手動運転時などにおいて運転者が右手で把持して操舵軸体119

10

20

30

40

50

を操舵軸 2 1 9 周りに回転させる部材である。また右把持部材 1 1 1 は、操舵軸 2 1 9 と交差する方向 (X 軸 + 方向) に延在する第一の回転軸である右回転軸 2 1 1 周りに操舵軸 2 1 9 に対して回転するように取り付けられている。本実施の形態の場合、右把持部材 1 1 1 は、操舵軸 2 1 9 を中心とした放射方向において操舵軸体 1 1 9 から離れた位置に配置されており、円筒状の右連結部材 1 1 5 により操舵軸体 1 1 9 と右把持部材 1 1 1 は連結されている。操舵軸体 1 1 9 と右連結部材 1 1 5 は、固定的に連結され、右把持部材 1 1 1 と右連結部材 1 1 5 は、右回転軸 2 1 1 周り (X 軸周り) に回転可能に連結されている。

【0021】

左把持部材 1 1 2 は、手動運転時などにおいて運転者が左手で把持して操舵軸体 1 1 9 を操舵軸 2 1 9 周りに回転させる部材である。また左把持部材 1 1 2 は、操舵軸 2 1 9 と交差する方向 (X 軸 - 方向) に延在する第二の回転軸である左回転軸 2 1 2 周りに操舵軸 2 1 9 に対して回転するように取り付けられている。なお、右回転軸、および左回転軸を「把持部材回転軸」と総称する場合がある。本実施の形態の場合、左把持部材 1 1 2 は、操舵軸 2 1 9 を中心とした放射方向において操舵軸体 1 1 9 から離れた位置に配置されており、円筒状の左連結部材 1 1 6 により操舵軸体 1 1 9 と左把持部材 1 1 2 は連結されている。操舵軸体 1 1 9 と左連結部材 1 1 6 は、固定的に連結され、左把持部材 1 1 2 と左連結部材 1 1 6 は左回転軸 2 1 2 周り (X 軸周り) に回転可能に連結されている。

10

【0022】

本実施の形態の場合、操舵軸 2 1 9 と右回転軸 2 1 1 と左回転軸 2 1 2 とは一平面 (X Y 平面) 内に配置され、操舵軸 2 1 9 と右回転軸 2 1 1、および左回転軸 2 1 2 は、直角に交差するように配置されている。右回転軸 2 1 1 と左回転軸 2 1 2 とは一直線上に配置されている。なお、操舵軸 2 1 9 と右回転軸 2 1 1 と左回転軸 2 1 2 との位置関係は、上記に限定されるものではなく、操舵軸 2 1 9 と右回転軸 2 1 1 と左回転軸 2 1 2 とは一平面内に配置されなくても良い。また、操舵軸 2 1 9 と右回転軸 2 1 1、および左回転軸 2 1 2 は、直角に交差しなくても良い。また、右回転軸 2 1 1 と左回転軸 2 1 2 とは交差してもよい。なお、「交差」とは軸が交わる平面内の交差、および軸が交わらない立体的な交差 (ねじれ) も含む。

20

【0023】

右反力装置 1 1 3 は、右回転軸 2 1 1 周りににおいて運転者が右把持部材 1 1 1 に加えたトルクに対する反力を右把持部材 1 1 1 に付与する装置である。右反力装置 1 1 3 の種類は限定されるものではない。本実施の形態の場合、右反力装置 1 1 3 は、右モータ 1 2 1 と、エンコーダ、レゾルバなどの右回転角検出装置 1 2 3 と、ベルトドライブ、減速ギアなどの右伝達機構 1 2 5 と、を備えている。

30

【0024】

左反力装置 1 1 4 は、右反力装置 1 1 3 と同様であり、左回転軸 2 1 2 周りににおいて運転者が左把持部材 1 1 2 に加えたトルクに対する反力を左把持部材 1 1 2 に付与する装置である。左反力装置 1 1 4 の種類は限定されるものではない。本実施の形態の場合、左反力装置 1 1 4 は、右反力装置 1 1 3 と同様、左モータ 1 2 2 と、左回転角検出装置 1 2 4 と、左伝達機構 1 2 6 と、を備えている。なお、右反力装置 1 1 3、および左反力装置 1 1 4 を「把持反力装置」と総称する場合がある。

40

【0025】

図 4 は、ステアリング制御装置の機能構成を示すブロック図である。ステアリング制御装置 1 0 0 は、操舵軸体 1 1 9 に付与される操舵反力と把持部材に付与される把持反力とが連携するように制御する装置である。ステアリング制御装置 1 0 0 が備えるプロセッサにプログラムを実行させることにより実現される処理部として、ステアリング制御装置 1 0 0 は、操舵反力制御部 1 5 7 と、反力制御部である右反力制御部 1 5 1 と、反力制御部である左反力制御部 1 5 2 と、軸体回転角取得部 1 5 8 と、右回転角取得部 1 5 3 と、左回転角取得部 1 5 4 と、状態変更部 1 5 9 と、を備えている。

【0026】

50

軸体回転角取得部 158 は、軸体回転角検出装置 118 から出力される信号に基づき、操舵軸体 119 の操舵軸 219 周りの回転角、いわゆる操舵角を取得する。本実施の形態の場合、軸体回転角取得部 158 は、図 1 に示すような右把持部材 111 と左把持部材 112 とが水平に配置されている状態における操舵軸体 119 の回転角を 0 度とし、運転者から見て時計回り（右回り）を正方向 P、反時計回り（左回り）を負方向 N として操舵軸体 119 の回転角を取得する。なお、操舵軸体 119 の許容する回転角は、左右にそれぞれ 90 度以上 180 度未満であればよい。

【0027】

右回転角取得部 153 は、右回転角検出装置 123 から出力される信号に基づき、右把持部材 111 の右回転軸 211 周りの回転角である右回転角を取得する。本実施の形態の場合、右回転角取得部 153 は、図 1 に示すように、右把持部材 111 と左把持部材 112 とが水平に配置されている状態において右把持部材 111 の上端部が、運転者から見て手前から奥へ回転する方向を上方向 U、奥から手前へ回転する方向を下方向 D として右把持部材 111 の右回転角を取得する。また、右回転角取得部 153 は、中立位置を 0 度として設定している。なお、本実施の形態の場合、右把持部材 111 は、球形であるため中立位置と右把持部材 111 の回転姿勢とは対応付けられていないが、右把持部材 111 に形状的特徴がある場合、中立位置と右把持部材 111 の回転姿勢とを対応付けても構わない。

10

【0028】

左回転角取得部 154 は、左回転角検出装置 124 から出力される信号に基づき、左把持部材 112 の左回転軸 212 周りの回転角である左回転角を取得する。なお、右回転角、および左回転角を「把持部材回転角」と総称する場合がある。本実施の形態の場合、左回転角取得部 154 は、図 1 に示すように、右把持部材 111 と左把持部材 112 とが水平に配置されている状態において左把持部材 112 の上端部が、運転者から見て手前から奥へ回転する方向を上方向 U、奥から手前へ回転する方向を下方向 D として左把持部材 112 の左回転角を取得する。また、左回転角取得部 154 は、中立位置を 0 度として設定している。なお、本実施の形態の場合、左把持部材 112 は、球形であるため中立位置と左把持部材 112 の回転姿勢とは対応付けられていないが、左把持部材 112 に形状的特徴がある場合、中立位置と左把持部材 112 の回転姿勢とを対応付けても構わない。

20

【0029】

操舵反力制御部 157 は、操舵反力装置 117 を制御し、転舵輪が路面から受ける力などを運転者が操舵部材 110 を介して認識できる力、車両が直進に戻るときの復元力に応じて操舵部材 110 を操舵軸 219 周りに回転させる力などを操舵反力装置 117 に発生させる。本実施の形態の場合、操舵反力制御部 157 は、高速道路において比較的高速で巡航する際などに比較的高い操舵反力を操舵反力装置 117 に発生させるように制御する高反力モード、市街地などにおいて中速で走行する際などに中程度の操舵反力を操舵反力装置 117 に発生させるように制御する中反力モード、駐車場などにおいて比較的低速で大きく転舵する際などに比較的低い操舵反力を操舵反力装置 117 に発生させるように制御する低反力モードを備えている。操舵反力制御部 157 が備える上記 3 つの制御状態（反力モード）は、車両の走行情報に基づいて、いずれかを選択する。

30

40

【0030】

右反力制御部 151 は、右反力装置 113 を独立して制御し、運転者が右把持部材 111 に対し右回転軸 211 周りの力を加えた場合、加えられた力に抗する反力トルクを右反力装置 113 に発生させる。本実施の形態の場合、右反力制御部 151 は、軸体回転角取得部 158 から取得した軸体回転角、および右回転角取得部 153 から取得した右回転角に基づき右反力装置 113 を制御する。

【0031】

左反力制御部 152 は、左反力装置 114 を独立して制御し、運転者が左把持部材 112 に対し左回転軸 212 周りの力を加えた場合、加えられた力に抗する反力トルクを左反力装置 114 に発生させる。本実施の形態の場合、左反力制御部 152 は、軸体回転角取

50

得部 158 から取得した軸体回転角、および左回転角取得部 154 から取得した左回転角に基づき左反力装置 114 を制御する。

【0032】

状態変更部 159 は、操舵反力制御部 157、および反力制御部の一方の制御状態に基づき他方の制御状態を変更する。本実施の形態の場合、操舵反力制御部 157 が備える 3 つの異なる制御状態である高反力モード、中反力モード、低反力モードに対応して反力制御部の制御状態を変更する。

【0033】

図 5 は、ステアリング制御方法の流れを示すフローチャートである。ステアリング制御装置 100 の制御方法は、特に限定されるものではないが、本実施の形態の場合、車両の速度、加速度、ヨーレートなどの走行情報を操舵反力制御部 157 が ECU (Electronic Control Unit) などから取得する (S101)。右回転角取得部 153、および左回転角取得部 154 がそれぞれ把持部材回転角を取得する (S102)。操舵反力制御部 157 は、走行情報に基づき高反力モード、中反力モード、低反力モードのいずれかを選択する (S103)。

【0034】

操舵反力制御部 157 が高反力モードを選択した場合 (S104、高)、右反力制御部 151 は、図 6 に示すグラフ内の高把持モードのように、右回転角の増加に伴って反力が比較的急激に増加するように右反力装置 113 を制御する (S105)。同時に左反力制御部 152 は、左回転角の増加に伴って反力が比較的急激に増加する (高把持モード) ように左反力装置 114 を制御する (S106)。

【0035】

操舵反力制御部 157 が中反力モードを選択した場合 (S104、中)、右反力制御部 151 は、図 6 に示すグラフ内の中把持モードのように、右回転角の増加に伴って反力が中程度に増加するように右反力装置 113 を制御する (S107)。同時に左反力制御部 152 は、左回転角の増加に伴って反力が中程度に増加する (中把持モード) ように左反力装置 114 を制御する (S108)。

【0036】

操舵反力制御部 157 が低反力モードを選択した場合 (S104、低)、右反力制御部 151 は、図 6 に示すグラフ内の低把持モードのように、右回転角の増加に伴って反力が比較的ゆっくり増加するように右反力装置 113 を制御する (S109)。同時に左反力制御部 152 は、左回転角の増加に伴って反力が比較的ゆっくり増加する (低把持モード) ように左反力装置 114 を制御する (S110)。

【0037】

右反力制御部 151、左反力制御部 152 は、図 6 に示すような傾きが異なる複数のマップを備えて右反力装置 113、左反力装置 114 を制御してもよい。ここで図 6 のマップでは、下記の計算式 1 を用いて制御されている。 $T = k \times \theta$ …… 計算式 1。なお、 T : 反力 (トルク)、 θ : 把持部材回転角、 k : 係数である。 k は、高把持モードにおいては k_1 を用い、中把持モードにおいては k_2 を用い、低把持モードにおいては k_3 を用いる ($k_1 > k_2 > k_3$)。

【0038】

上記実施の形態に係るステアリング制御装置 100、およびステアリング制御方法によれば、操舵反力の制御モードに応じて把持部材の把持反力の制御モードが変化するため、操舵部材 110 を把持して運転する運転者の違和感を抑制することができ、操舵精度の向上を図ることができる。例えば、操舵反力が高反力モードになると把持部材の反力制御は高把持モードに変化して把持部材に力が入れやすくなり、しっかりと操舵を行うことができる。一方、操舵反力が低反力モードになると把持部材の反力制御は低把持モードに変化して把持部材が回りやすくなり、楽な状態で操舵を行うことができる。

【0039】

なお、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではない。例えば、本明細書におい

10

20

30

40

50

て記載した構成要素を任意に組み合わせ、また、構成要素のいくつかを除外して実現される別の実施の形態を本発明の実施の形態としてもよい。また、上記実施の形態に対して本発明の主旨、すなわち、請求の範囲に記載される文言が示す意味を逸脱しない範囲で当業者が思いつく各種変形を施して得られる変形例も本発明に含まれる。

【0040】

例えば、操舵反力の制御状態に応じて把持反力の制御状態を変更するのではなく、把持反力の制御状態に応じて操舵反力の制御状態を変更してもかまわない。一例として図7に示すように、把持反力制御部は、警告情報を取得することができるものであり、右反力装置113、および左反力装置114の少なくとも一方を制御して右把持部材111、左把持部材112を回転振動させて運転者に警告する振動制御状態を創出してもよい。警告情報とは、車両とレーンとの距離がレーン閾値以下になる、運転閾時間以上継続して手動運転をしている、次に侵入するカーブの曲率に対し現在速度が早すぎるなど運転者に通知すべき状態が発生した場合に発せられる情報である。

10

【0041】

図8は、把持部材を振動させて警告する場合のステアリング制御方法の流れを示すフローチャートである。振動警告モードが有効の場合(S201、Yes)であって、警告情報を把持反力制御部が取得した場合(S202)、把持反力制御部は、警告情報が把持部材の振動により運転者に警告が必要か否かを判断し(S203)、振動による警告が必要と判断した場合(S203、Yes)、把持反力制御部は、把持反力装置を高把持モードで制御し、かつ把持部材を振動させる(S204)。振動制御状態となった場合、状態変更部159は、操舵反力が大きくなるように操舵反力制御部157の制御状態を高反力モードに変更する(S205)。これによれば、把持部材が振動した場合でも、操舵反力を高めることで操舵の安定性を確保することができる。高反力モードとしては、例えば図9の上段に示すように、ヒステリシスを描くような中反力モードのマップに、図9の下段に示すような回転角速度に基づき反力を回転角に基づき変化する反力に変換して加えた高反力モードを例示することができる。なお図9の下段に示すマップは、例えばLuGre(ル・グレ)モデルと呼ばれる、仮想の摩擦項を計算する手法で求めることが可能である。また、図10に示すように、中反力モード操舵反力装置に電流を供給する電源装置の中電流制御制限値よりも高い高電流制限値を設定することにより高反力モードとしてもかまわない。

20

30

【0042】

一方、振動警告モードが無効の場合(S201、No)、または振動による警告が不要と判断された場合(S203、No)、走行情報に基づき操舵反力制御部157は、対応するモードで操舵反力装置117を制御し(S206)、把持反力制御部は、操舵反力制御部157の制御モードに応じて状態変更部159が変更したモードにより把持反力装置を制御する(S207)。この部分のフローチャートについては、図5で示す、ステアリング制御方法の流れを示すフローチャートに対応する。

【0043】

また、図11に示すように、所定の回転角以上の回転角になると反力を強い一定値とし、把持部材を所定の回転角以上回転させないようにしてもかまわない。この場合、把持部材に対して把持反力制御部は、図11に示す各モードに対応したマップに基づき制御してもよく、下記の計算式2を用いて反力を制御しても良い。 $T = -$ ($< -$)、 $T = k \times$ ($- < <$)、 $T =$ ($>$)・・・計算式2。なお、 T ：反力(トルク)、 θ ：把持部材回転角、 T_0 ：反力の固有値、 k ：把持部材回転角の固有値である。また、図12にしめすように、対応する反力装置に電流を供給する電源装置の電流制御制限値を低電流、中電流、高電流と切り替えることによりモードを変更してもかまわない。

40

【0044】

また、図13に示すような把持部材の回転角速度に基づき変化する反力を回転角に基づき変化する反力に変換して制御してもかまわない。なお図13に示すマップは、例えばLuGre(ル・グレ)モデルと呼ばれる、仮想の摩擦項を計算する手法で求めることが可

50

能である。一方で、図 13 に示すマップをあらかじめ記憶しておき、図 6 に示すマップに加えるように制御部が制御しても良い。もしくは、LuGre (ル・グレ) モデルで用いる摩擦項の計算式を直接、計算式 1 に加えて制御してもかまわない。

【産業上の利用可能性】

【0045】

本発明は、自動車などの車両に利用可能である。

【符号の説明】

【0046】

100 ...ステアリング制御装置、101 ...ステアリング装置、110 ...操舵部材、111 ...右把持部材、112 ...左把持部材、113 ...右反力装置、114 ...左反力装置、115 ...右連結部材、116 ...左連結部材、117 ...操舵反力装置、118 ...軸体回転角検出装置、119 ...操舵軸体、121 ...右モータ、122 ...左モータ、123 ...右回転角検出装置、124 ...左回転角検出装置、125 ...右伝達機構、126 ...左伝達機構、140 ...取付部材、151 ...右反力制御部、152 ...左反力制御部、153 ...右回転角取得部、154 ...左回転角取得部、157 ...操舵反力制御部、158 ...軸体回転角取得部、159 ...状態変更部、211 ...右回転軸、212 ...左回転軸、219 ...操舵軸

10

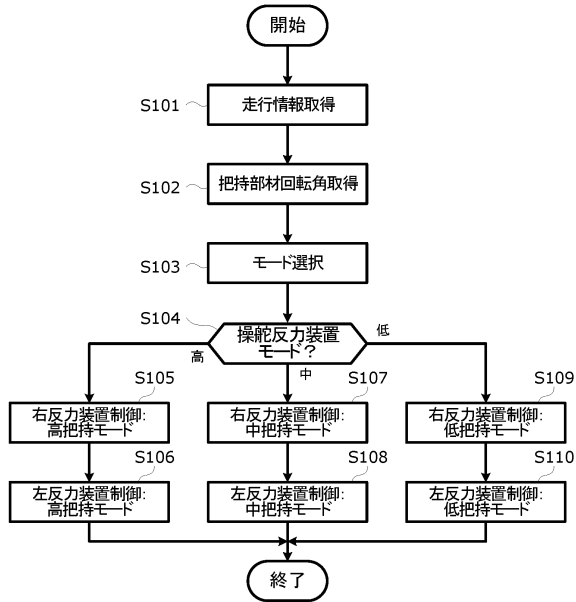
20

30

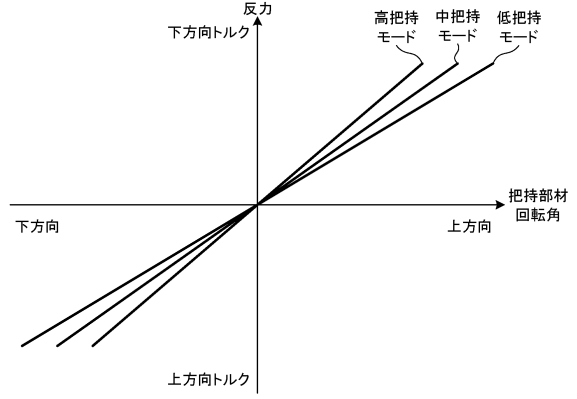
40

50

【 図 5 】

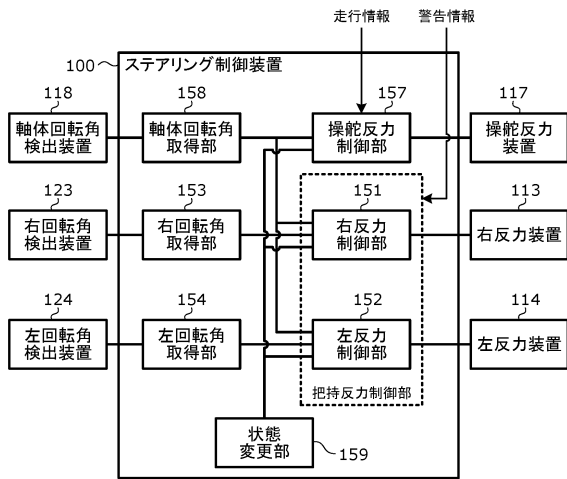


【 図 6 】

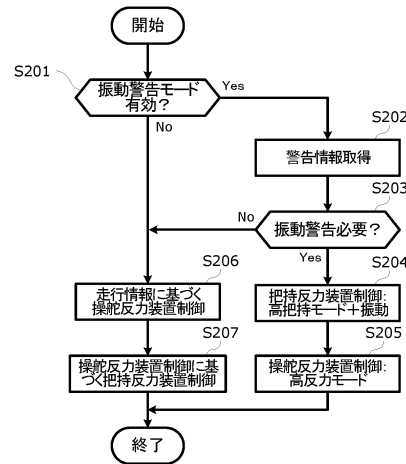


10

【 図 7 】



【 図 8 】



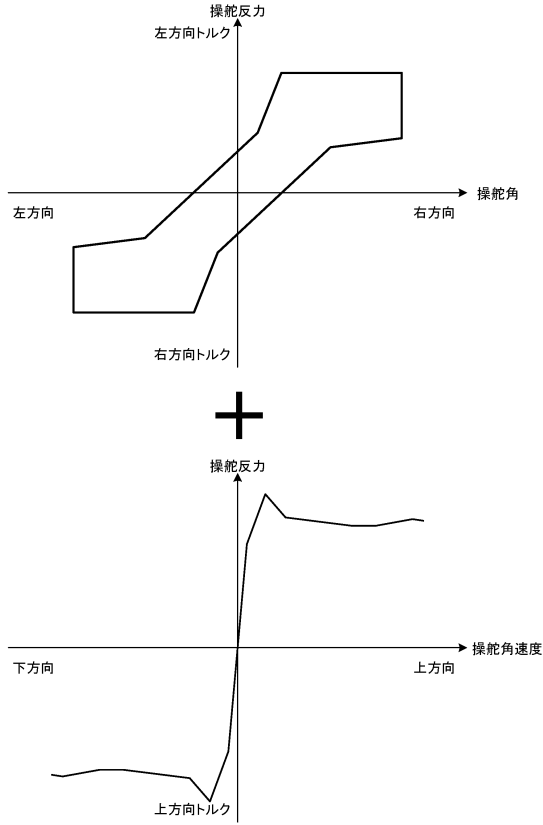
20

30

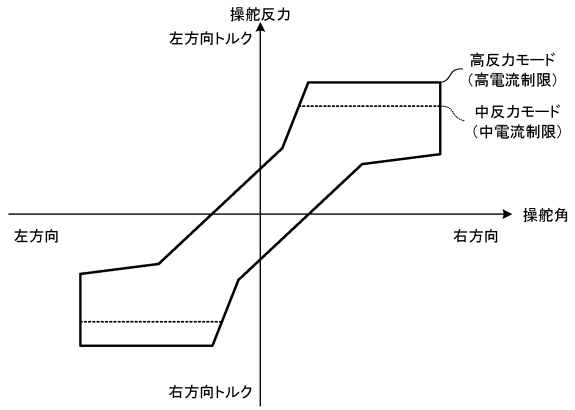
40

50

【 図 9 】



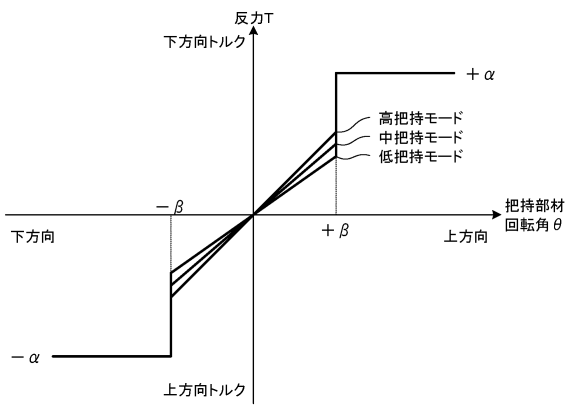
【 図 1 0 】



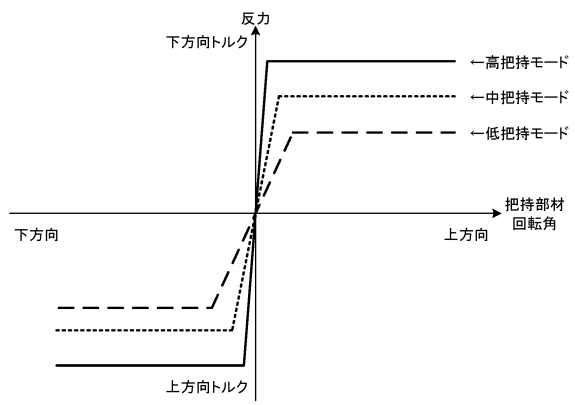
10

20

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】

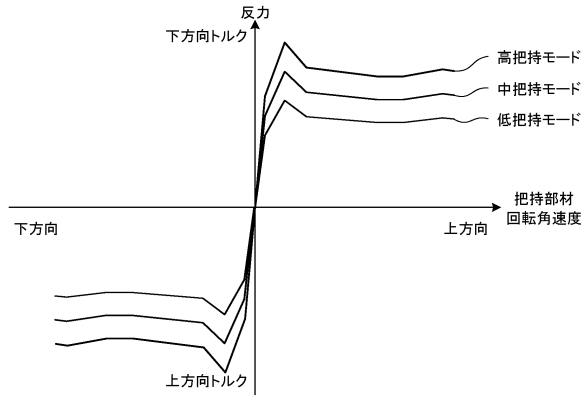


30

40

50

【 図 1 3 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-213769(JP,A)
特開2008-184045(JP,A)
特開2014-043147(JP,A)
特開2009-062003(JP,A)
特開2004-034849(JP,A)
特開2003-291821(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0199436(US,A1)
独国特許出願公開第10024455(DE,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B62D 1/00 - 1/28