

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6213904号
(P6213904)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

| | | |
|--------------------|------------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | | F I |
| B60W 40/114 | (2012.01) | B60W 40/114 |
| B62D 6/00 | (2006.01) | B62D 6/00 |
| B60W 30/02 | (2012.01) | B60W 30/02 |

請求項の数 4 (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|-----------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-129903 (P2016-129903) | (73) 特許権者 | 000003137 |
| (22) 出願日 | 平成28年6月30日 (2016.6.30) | | マツダ株式会社 |
| 審査請求日 | 平成28年11月10日 (2016.11.10) | | 広島県安芸郡府中町新地3番1号 |
| 早期審査対象出願 | | (74) 代理人 | 100086771 |
| | | | 弁理士 西島 孝喜 |
| | | (74) 代理人 | 100059959 |
| | | | 弁理士 中村 稔 |
| | | (74) 代理人 | 100067013 |
| | | | 弁理士 大塚 文昭 |
| | | (74) 代理人 | 100088694 |
| | | | 弁理士 弟子丸 健 |
| | | (74) 代理人 | 100168871 |
| | | | 弁理士 岩上 健 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両用挙動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

前輪が操舵される車両の挙動を制御する車両用挙動制御装置において、
ステアリングホイールに連結され、上記ステアリングホイールと共に回転するステアリングシャフトを備え、上記ステアリングホイールの回転を上記前輪に伝達する操舵装置と

上記操舵装置における操舵速度を取得する操舵速度取得手段と、
 上記操舵速度が0より大きい所定の閾値以上になったとき、上記操舵速度に応じて上記車両の駆動力を低減させる駆動力低減手段と、を有し、

上記ステアリングシャフトは、このステアリングシャフトの他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低い低剛性部を備え、

上記操舵速度取得手段は、上記操舵装置において上記低剛性部よりも上記前輪側における上記操舵速度を取得することにより、外乱による上記前輪の強制的な舵角変化による操舵速度を上記低剛性部よりも上記前輪側において取得し、

上記駆動力低減手段は、上記低剛性部よりも上記前輪側において取得された上記操舵速度に応じて、上記外乱による上記前輪の強制的な舵角変化が上記ステアリングホイールを介してドライバに伝達されるよりも早く上記車両の駆動力を低減させる、
 ことを特徴とする車両用挙動制御装置。

【請求項2】

上記操舵装置は、上記ステアリングホイールの操作に応じて上記ステアリングシャフト

10

20

に作用する操舵トルクを検出するトルクセンサと、上記トルクセンサが検出した上記操舵トルクに応じて上記低剛性部よりも上記前輪側において上記操舵装置にアシストトルクを付与するモータとを備え、

上記トルクセンサは、上記低剛性部のねじれ量に基づき上記操舵トルクを検出する、請求項 1 に記載の車両用挙動制御装置。

【請求項 3】

上記操舵装置は、上記ステアリングホイールの操作に応じて上記ステアリングシャフトに作用する操舵トルクを検出するトルクセンサと、上記トルクセンサが検出した上記操舵トルクに応じて上記低剛性部よりも上記前輪側において上記操舵装置にアシストトルクを付与するモータとを備え、

10

上記操舵速度取得手段は、上記モータの回転角に基づき上記操舵速度を取得する、請求項 1 又は 2 に記載の車両用挙動制御装置。

【請求項 4】

駆動力低減手段は、上記操舵速度に応じた駆動力の低減により上記車両に生じる減速度が 0.05 G 以下となるように、上記車両の駆動力を低減させる請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載の車両用挙動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用挙動制御装置に係わり、特に、前輪が操舵される車両の挙動を制御する車両用挙動制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、スリップ等により車両の挙動が不安定になった場合に安全方向に車両の挙動を制御するもの（横滑り防止装置等）が知られている。具体的には、車両のコーナリング時等に、車両にアンダーステアやオーバーステアの挙動が生じたことを検出し、それらを抑制するように車輪に適切な減速度を付与するようにしたものが知られている。

【0003】

一方、上述したような車両の挙動が不安定になるような走行状態における安全性向上のための制御とは異なり、日常運転領域から稼動するステアリング操作に連係した加減速を自動的に行い、限界運転領域で横滑りを低減させるようにした車両運動制御装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 5 1 9 3 8 8 5 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記の特許文献 1 に記載された車両運動制御装置では、ドライバの意思を最も良く反映したものとしてドライバのステアリング操作による操舵角を検出し、この操舵角を用いて加減速制御を行っている。操舵角は、ドライバの意思を反映するために、ステアリングホイールの直近に設けられたドライバ舵角センサによって検出される。

40

すなわち、従来の車両運動制御装置ではドライバの意思を車両の挙動に反映することに着目して操舵角の検出及び加減速制御を行っているものの、車両姿勢の安定性や乗り心地の向上という点では未だ改善の余地がある。

【0006】

本発明は、上述した従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、ドライバの意思を車両の挙動に反映するだけでなく、車両姿勢の安定感や乗り心地が一層向上するように車両の挙動を制御することができる、車両用挙動制御装置を提供することを目的

50

とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明の車両用挙動制御装置は、前輪が操舵される車両の挙動を制御する車両用挙動制御装置において、ステアリングホイールに連結され、ステアリングホイールと共に回転するステアリングシャフトを備え、ステアリングホイールの回転を前輪に伝達する操舵装置と、操舵装置における操舵速度を取得する操舵速度取得手段と、操舵速度が0より大きい所定の閾値以上になったとき、操舵速度に応じて車両の駆動力を低減させる駆動力低減手段と、を有し、ステアリングシャフトは、このステアリングシャフトの他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低い低剛性部を備え、操舵速度取得手段は、操舵装置において低剛性部よりも前輪側における操舵速度を取得することにより、外乱による前輪の強制的な舵角変化による操舵速度を低剛性部よりも前輪側において取得し、駆動力低減手段は、低剛性部よりも前輪側において取得された操舵速度に応じて、外乱による前輪の強制的な舵角変化がステアリングホイールを介してドライバに伝達されるよりも早く車両の駆動力を低減させることを特徴とする。

10

このように構成された本発明においては、操舵速度取得手段は、ステアリングシャフトの他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低い低剛性部より前輪側における操舵速度を取得し、その操舵速度に応じて車両の駆動力を低減させるので、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪が強制的に転舵した場合、前輪の舵角変化に応じた操舵速度を遅れなく取得し、それに応じて駆動力低減手段が駆動力の低減制御を行って前輪の垂直荷重を増大させることができ、これにより、外乱がステアリングホイールを介してドライバに伝達されるよりも早く前輪の舵角を直進方向に戻そうとする反力トルクを発生させることができ、車両の直進安定性を向上させることができる。

20

また、ステアリングホイールを介して外乱による前輪の転舵を感知したドライバが車両の進路保持のために修正操舵を行う場合においても、ドライバが修正操舵を開始する前に駆動力低減手段が駆動力の低減制御を行って前輪の垂直荷重を増大させているので、ドライバが修正操舵を開始したときに前輪に発生する横力をより大きくすることができ、修正操舵に対する車両の挙動の応答性を高めることができる。これにより、余計な修正操舵を抑制することができ、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

30

【0008】

また、本発明において、好ましくは、操舵装置は、ステアリングホイールの操作に応じてステアリングシャフトに作用する操舵トルクを検出するトルクセンサと、トルクセンサが検出した操舵トルクに応じて低剛性部よりも前輪側において操舵装置にアシストトルクを付与するモータとを備え、トルクセンサは、低剛性部のねじれ量に基づき操舵トルクを検出する。

このように構成された本発明においては、操舵装置がトルクセンサ及びモータを備えた電動パワーステアリングとして構成されている場合に、操舵速度取得手段はトルクセンサが取り付けられている低剛性部よりも前輪側における操舵速度を取得し、その操舵速度に応じて車両の駆動力を低減させるので、電動パワーステアリングである操舵装置を搭載した車両において、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪が強制的に転舵した場合、前輪の舵角変化に応じた操舵速度を遅れなく取得し、それに応じて駆動力低減手段が駆動力の低減制御を行うことができ、これにより、前輪の舵角を直進方向に戻そうとする反力トルクを迅速に発生させるとともに余計な修正操舵を抑制することができ、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

40

【0009】

また、本発明において、好ましくは、操舵装置は、ステアリングホイールの操作に応じてステアリングシャフトに作用する操舵トルクを検出するトルクセンサと、トルクセンサが検出した操舵トルクに応じて低剛性部よりも前輪側において操舵装置にアシストトルクを付与するモータとを備え、操舵速度取得手段は、モータの回転角に基づき操舵速度を取得する。

50

このように構成された本発明においては、操舵速度取得手段は、低剛性部より前輪側に配置されたモータの回転角に基づき操舵速度を取得するので、操舵角を検出するためのセンサを別途設ける場合と比べて部品コストの低減や製造工程の簡略化を図ることができる。

【0010】

また、本発明において、好ましくは、駆動力低減手段は、操舵速度に応じた駆動力の低減により車両に生じる減速度が0.05G以下となるように、車両の駆動力を低減させる。

このように構成された本発明においては、駆動力低減手段は、操舵速度に応じた駆動力の低減により車両に生じる減速度が0.05G以下となるように、車両の駆動力を低減させるので、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪が強制的に転舵した場合、前輪の舵角変化に応じた操舵速度に基づき、制御介入があったとドライバーが感じない程度の減速度を生じさせるように駆動力の低減制御を行うことができ、これにより、強い制御介入感を生じさせることなく、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

【発明の効果】

【0011】

本発明による車両用挙動制御装置によれば、ドライバーの意思を車両の挙動に反映するだけでなく、車両姿勢の安定感や乗り心地が一層向上するように車両の挙動を制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両の全体構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置の電氣的構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施形態による操舵装置を示す概略斜視図である。

【図4】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置がエンジンを制御するエンジン制御処理のフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置がトルク低減量を決定するトルク低減量決定処理のフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置が決定する目標付加減速度と操舵速度との関係を示したマップである。

【図7】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両がステアリングホイールの操作により旋回を行う場合における、エンジン制御に関するパラメータの時間変化を示したタイムチャートであり、図7(a)は右旋回を行う車両を概略的に示す平面図、図7(b)は右旋回を行う車両の操舵角の変化を示す線図、図7(c)は右旋回を行う車両の操舵速度の変化を示す線図、図7(d)は操舵速度に基づき設定されたトルク低減フラグの値を示す線図、図7(e)は操舵速度及びトルク低減フラグに基づき決定された付加減速度の変化を示す線図、図7(f)は付加減速度に基づいて決定されたトルク低減量の変化を示す線図、図7(g)は基本目標トルクとトルク低減量とに基づき決定された最終目標トルクの変化を示す線図である。

【図8】本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両の前輪の舵角が外乱により変化したときのエンジン制御及び車両挙動に関するパラメータの時間変化を示したタイムチャートであり、図8(a)は前輪の舵角の変化を示す線図、図8(b)は操舵角センサにより検出された操舵角の変化を示す線図、図8(c)は操舵角センサの検出値から算出した操舵速度の変化を示す線図、図8(d)は図8(c)の操舵速度に基づき設定されたトルク低減フラグの値を示す線図、図8(e)は操舵速度及びトルク低減フラグに基づき決定された付加減速度の変化を示す線図、図8(f)は前輪の垂直荷重の変化を示す線図、図8(g)は前輪に発生する横力の変化を示す線図、図8(h)は路面から前輪を介してステアリングシャフトに伝わる反力トルクの変化を示す線図である。

10

20

30

40

50

【図 9】本発明の実施形態の変形例による操舵装置を示す概略斜視図である。

【図 10】本発明の実施形態の変形例による操舵装置を示す概略斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を説明する。

【0014】

まず、図 1 により、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両について説明する。図 1 は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両の全体構成を示すブロック図である。

【0015】

図 1 において、符号 1 は、本実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両を示す。車両 1 の車体前部には、駆動輪（図 1 の例では左右の前輪 2）を駆動するエンジン 4 が搭載されている。エンジン 4 は、ガソリンエンジンやディーゼルエンジンなどの内燃エンジンである。

【0016】

また、車両 1 は、ステアリングホイール 6 の回転を前輪 2 に伝達する操舵装置 8 を備えている。本実施形態の操舵装置 8 は、ステアリングホイール 6 の操舵を電動モータによりアシストする E P A S（Electric Power Assisted Steering）として構成されている。操舵装置 8 は、この操舵装置 8 における操舵角を P C M（Power-train Control Module）14 に出力する。

【0017】

また、車両 1 は、アクセルペダルの開度（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 10、及び、車速を検出する車速センサ 12 を有する。これらの各センサは、それぞれの検出値を P C M 14 に出力する。

【0018】

次に、図 2 により、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置の電気的構成を説明する。図 2 は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置の電気的構成を示すブロック図である。

本発明の実施形態による P C M 14 は、操舵装置 8 からの入力信号や上述したセンサ 10、12 の検出信号の他、エンジン 4 の運転状態を検出する各種センサが出力した検出信号に基づいて、エンジン 4 の各部（例えば、スロットルバルブ、ターボ過給機、可変バルブ機構、点火装置、燃料噴射弁、E G R 装置等）に対する制御を行うべく、制御信号を出力する。

【0019】

P C M 14 は、アクセルペダルの操作を含む車両 1 の運転状態に基づき基本目標トルクを決定する基本目標トルク決定部 16 と、ステアリング系の操舵速度に基づき車両 1 に減速度を付加するためのトルク低減量を決定するトルク低減量決定部 18 と、基本目標トルクとトルク低減量とに基づき最終目標トルクを決定する最終目標トルク決定部 20 と、最終目標トルクを出力させるようにエンジン 4 を制御するエンジン制御部 22 とを有する。

これらの P C M 14 の各構成要素は、C P U、当該 C P U 上で解釈実行される各種のプログラム（O S などの基本制御プログラムや、O S 上で起動され特定機能を実現するアプリケーションプログラムを含む）、及びプログラムや各種のデータを記憶するための R O M や R A M の如き内部メモリを備えるコンピュータにより構成される。

詳細は後述するが、P C M 14 は本発明における車両用挙動制御装置の一部に相当し、操舵速度取得手段、駆動力低減手段として機能する。

【0020】

次に、図 2 及び図 3 により本発明の実施形態による操舵装置 8 について説明する。図 3 は、本発明の実施形態による操舵装置 8 を示す概略斜視図である。

【0021】

図 3 に示すように、ステアリングホイール 6 は、ステアリングシャフト 24 の上端に連

10

20

30

40

50

結されており、ステアリングホイール6を操作する操舵力がステアリングシャフト24に伝達されるようになっている。ステアリングシャフト24の下端には、ピニオンギヤ及びラックシャフトを介してタイロッド30が連結されており、タイロッド30の両端に前輪2(転舵輪)が取り付けられている。

【0022】

ステアリングシャフト24には、減速機構を介してモータ32が連結されている。このモータ32は、ステアリングシャフト24にアシストトルクを付与する。

【0023】

また、ステアリングシャフト24は、ステアリングホイール6とモータ32との間において、ステアリングシャフト24の他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低いトーションバー(低剛性部)24aを含んでいる。

10

【0024】

トーションバー24aの近傍には、ステアリングホイール6の操作に応じてステアリングシャフト24に作用する操舵トルクを検出するトルクセンサ34が設けられている。トルクセンサ34は、トーションバー24aのねじれ量に基づき操舵トルクを検出する。

また、操舵装置8においてトーションバー24aよりも前輪2側に、操舵角としてステアリングシャフト24の回転角度を検出する操舵角センサ36が設けられている。

【0025】

これらのトルクセンサ34及び操舵角センサ36から出力される信号は、アシスト制御部38に入力される。アシスト制御部38は、トルクセンサ34及び操舵角センサ36から入力される信号に基づき、モータ32を制御する。また、アシスト制御部38は、操舵角センサ36の検出値をPCM14に出力すると共に、PCM14から車速等の情報を取得する。

20

【0026】

次に、図4乃至図6により、車両用挙動制御装置が行うエンジン制御処理について説明する。

図4は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置がエンジン4を制御するエンジン制御処理のフローチャートであり、図5は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置がトルク低減量を決定するトルク低減量決定処理のフローチャートであり、図6は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置が決定する目標付加減速度と操舵速度との関係を示したマップである。

30

【0027】

図4のエンジン制御処理は、車両1のイグニッションがオンにされ、車両用挙動制御装置に電源が投入された場合に起動され、繰り返し実行される。

エンジン制御処理が開始されると、図4に示すように、ステップS1において、PCM14は車両1の運転状態に関する各種情報を取得する。具体的には、PCM14は、操舵角センサ36が検出した操舵角、アクセル開度センサ10が検出したアクセル開度、車速センサ12が検出した車速、車両1の変速機に現在設定されているギヤ段等を含む、上述した各種センサが出力した検出信号を運転状態に関する情報として取得する。

【0028】

40

次に、ステップS2において、PCM14の基本目標トルク決定部16は、ステップS1において取得されたアクセルペダルの操作を含む車両1の運転状態に基づき、目標加速度を設定する。具体的には、基本目標トルク決定部16は、種々の車速及び種々のギヤ段について規定された加速度特性マップ(予め作成されてメモリなどに記憶されている)の中から、現在の車速及びギヤ段に対応する加速度特性マップを選択し、選択した加速度特性マップを参照して現在のアクセル開度に対応する目標加速度を決定する。

【0029】

次に、ステップS3において、基本目標トルク決定部16は、ステップS2において決定した目標加速度を実現するためのエンジン4の基本目標トルクを決定する。この場合、基本目標トルク決定部16は、現在の車速、ギヤ段、路面勾配、路面 μ などに基づき、工

50

エンジン 4 が出力可能なトルクの範囲内で、基本目標トルクを決定する。

【 0 0 3 0 】

また、ステップ S 2 及び S 3 の処理と並行して、ステップ S 4 において、トルク低減量決定部 1 8 は、ステアリング操作に基づき車両 1 に減速度を付加するためのトルク低減量を決定するトルク低減量決定処理を実行する。このトルク低減量決定処理について、図 5 を参照して説明する。

【 0 0 3 1 】

図 5 に示すように、トルク低減量決定処理が開始されると、ステップ S 2 1 において、トルク低減量決定部 1 8 は、ステップ S 1 において取得した操舵角に基づき操舵速度を算出する。

10

【 0 0 3 2 】

次に、ステップ S 2 2 において、トルク低減量決定部 1 8 は、操舵速度が所定の閾値 T_{s1} より大きいかなかを判定する。

その結果、操舵速度が閾値 T_{s1} より大きい場合、ステップ S 2 3 に進み、トルク低減量決定部 1 8 は、車両 1 に減速度を付加するためにエンジン 4 の出力トルクを低減させる条件が満たされているかなを示すトルク低減フラグを、トルクを低減させる条件が満たされている状態を示す `True` (真値) に設定する。

【 0 0 3 3 】

次に、ステップ S 2 4 において、トルク低減量決定部 1 8 は、操舵速度に基づき目標付加減速度を取得する。この目標付加減速度は、ドライバの意図した車両挙動を正確に実現するために、ステアリング操作に応じて車両 1 に付加すべき減速度である。

20

【 0 0 3 4 】

具体的には、トルク低減量決定部 1 8 は、図 6 のマップに示した目標付加減速度と操舵速度との関係に基づき、ステップ S 2 1 において算出した操舵速度に対応する目標付加減速度を取得する。

図 6 における横軸は操舵速度を示し、縦軸は目標付加減速度を示す。図 6 に示すように、操舵速度が閾値 T_{s1} 以下である場合、対応する目標付加減速度は 0 である。即ち、操舵速度が閾値 T_{s1} 以下である場合、PCM 1 4 は、ステアリング操作に基づき車両 1 に減速度を付加するための制御 (具体的にはエンジン 4 の出力トルクの低減) を停止する。

一方、操舵速度が閾値 T_{s1} を超えている場合には、操舵速度が増大するに従って、この操舵速度に対応する目標付加減速度は、所定の上限値 D_{max} に漸近する。即ち、操舵速度が増大するほど目標付加減速度は増大し、且つ、その増大量の増加割合は小さくなる。この上限値 D_{max} は、ステアリング操作に応じて車両 1 に減速度を付加しても、制御介入があったとドライバが感じない程度の減速度に設定される (例えば $0.5 \text{ m/s}^2 \sim 0.05 \text{ G}$) 。

30

さらに、操舵速度が閾値 T_{s1} よりも大きい閾値 T_{s2} 以上の場合には、目標付加減速度は上限値 D_{max} に維持される。

【 0 0 3 5 】

次に、ステップ S 2 5 において、トルク低減量決定部 1 8 は、付加減速度の変化率が閾値 R_{max} (例えば 0.5 m/s^3) 以下となる範囲で今回の処理における付加減速度を決定する。

40

具体的には、トルク低減量決定部 1 8 は、前回の処理において決定した付加減速度から今回の処理のステップ S 2 4 において取得した目標付加減速度への変化率が R_{max} 以下である場合、ステップ S 2 4 において取得した目標付加減速度を今回の処理における付加減速度として決定する。

一方、前回の処理において決定した付加減速度から今回の処理のステップ S 2 4 において取得した目標付加減速度への変化率が R_{max} より大きい場合、トルク低減量決定部 1 8 は、前回の処理において決定した付加減速度から今回の処理時まで変化率 R_{max} により変化させた値を今回の処理における付加減速度として決定する。

【 0 0 3 6 】

50

次に、ステップS 2 6において、トルク低減量決定部 1 8 は、ステップS 2 5において決定した今回の付加減速度に基づき、トルク低減量を決定する。具体的には、トルク低減量決定部 1 8 は、今回の付加減速度を実現するために必要となるトルク低減量を、ステップS 1 において取得された現在の車速、ギヤ段、路面勾配等に基づき決定する。

【 0 0 3 7 】

また、ステップS 2 2 において、操舵速度が閾値 T_{S1} より大きくない（閾値 T_{S1} 以下である）場合、ステップS 2 7 に進み、トルク低減量決定部 1 8 は、車両 1 に減速度を付加するためにエンジン 4 の出力トルクを低減させる条件が満たされているか否かを示すトルク低減フラグを、トルクを低減させる条件が満たされていない状態を示す *F a l s e*（偽値）に設定する。

【 0 0 3 8 】

ステップS 2 6 又はS 2 7 の後、トルク低減量決定部 1 8 はトルク低減量決定処理を終了し、メインルーチンに戻る。

【 0 0 3 9 】

図 4 に戻り、ステップS 2 及びS 3 の処理及びステップS 4 のトルク低減量決定処理を行った後、ステップS 5 において、最終目標トルク決定部 2 0 は、ステップS 3 において決定した基本目標トルクから、ステップS 4 のトルク低減量決定処理において決定したトルク低減量を減算することにより、最終目標トルクを決定する。

【 0 0 4 0 】

次に、ステップS 6 において、エンジン制御部 2 2 は、ステップS 5 において設定した最終目標トルクを出力させるようにエンジン 4 を制御する。具体的には、エンジン制御部 2 2 は、ステップS 5 において設定した最終目標トルクと、エンジン回転数とに基づき、最終目標トルクを実現するために必要となる各種状態量（例えば、空気充填量、燃料噴射量、吸気温度、酸素濃度等）を決定し、それらの状態量に基づき、エンジン 4 の各構成要素のそれぞれを駆動する各アクチュエータを制御する。この場合、エンジン制御部 2 2 は、状態量に応じた制限値や制限範囲を設定し、状態値が制限値や制限範囲による制限を遵守するような各アクチュエータの制御量を設定して制御を実行する。

ステップS 6 の後、P C M 1 4 は、エンジン制御処理を終了する。

【 0 0 4 1 】

次に、図 7 により、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両 1 の前輪 2 の舵角がステアリングホイール 6 の操作により変化したときの挙動制御の例を説明する。図 7 は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両 1 がステアリングホイール 6 の操作により旋回を行う場合における、エンジン制御に関するパラメータの時間変化を示したタイムチャートである。

【 0 0 4 2 】

図 7 (a) は、右旋回を行う車両 1 を概略的に示す平面図である。この図 7 (a) に示すように、車両 1 は、位置 A から右旋回を開始し、位置 B から位置 C まで操舵角一定で右旋回を継続する。

【 0 0 4 3 】

図 7 (b) は、図 7 (a) に示したように右旋回を行う車両 1 の操舵角の変化を示す線図である。図 7 (b) における横軸は時間を示し、縦軸は操舵角を示す。

この図 7 (b) に示すように、位置 A において右向きの操舵が開始され、ステアリングの切り足し操作が行われることにより右向きの操舵角が徐々に増大し、位置 B において右向きの操舵角が最大となる。その後、位置 C まで操舵角が一定に保たれる（操舵保持）。

【 0 0 4 4 】

図 7 (c) は、図 7 (b) に示したように右旋回を行う車両 1 の操舵速度の変化を示す線図である。図 7 (b) における横軸は時間を示し、縦軸は操舵速度を示す。

車両 1 の操舵速度は、車両 1 の操舵角の時間微分により表される。即ち、図 7 (c) に示すように、位置 A において右向きの操舵が開始された場合、右向きの操舵速度が生じ、位置 A と位置 B との間において操舵速度がほぼ一定に保たれる。その後、右向きの操舵速

10

20

30

40

50

度は減少し、位置Bにおいて右向きの操舵角が最大になると、操舵速度は0になる。更に、位置Bから位置Cまで右向きの操舵角が保持される間、操舵速度は0のままである。

【0045】

図7(d)は、操舵速度に基づき設定されたトルク低減フラグの真偽値を示す線図である。図7(d)における横軸は時間を示し、縦軸はトルク低減フラグの真偽値を示す。

図7(d)に示すように、位置Aにおいて右向きの操舵が開始される前においては、トルク低減フラグはFalseに設定されている。そして、位置Aにおいて右向きの操舵が開始されると、操舵速度が閾値 T_{S1} を超えたときにトルク低減フラグはFalseからTrueに変化する。その後、位置Bに接近するにつれて操舵速度が低下し、閾値 T_{S1} 以下になると、トルク低減フラグはTrueからFalseに変化する。

10

【0046】

図7(e)は、操舵速度及びトルク低減フラグに基づき決定された付加減速度の変化を示す線図である。図7(e)における横軸は時間を示し、縦軸は付加減速度を示す。

図5を参照して説明したように、トルク低減量決定部18は、ステップS22において操舵速度が閾値 T_{S1} より大きい場合(すなわちトルク低減フラグがTrueである場合)、ステップS24において操舵速度に基づき目標付加減速度を取得する。続いて、ステップS25において、トルク低減量決定部18は、付加減速度の増大率が閾値Rmax以下となる範囲で各処理サイクルにおける付加減速度を決定する。

【0047】

図7(e)に示すように、付加減速度は、トルク低減フラグがFalseからTrueに切り替わったときから増大し始め、位置Aと位置Bとの間においてほぼ一定に保たれ、その後操舵速度の減少に応じて減少し、トルク低減フラグがTrueからFalseに切り替わったときに0になる。

20

【0048】

図7(f)は、図7(e)に示した付加減速度に基づき決定されたトルク低減量の変化を示す線図である。図7(f)における横軸は時間を示し、縦軸はトルク低減量を示す。

上述したように、トルク低減量決定部18は、付加減速度を実現するために必要となるトルク低減量を、現在の車速、ギヤ段、路面勾配等のパラメータに基づき決定する。従って、これらのパラメータが一定である場合、トルク低減量は、図7(e)に示した付加減速度の変化と同様に変化するように決定される。

30

【0049】

図7(g)は基本目標トルクとトルク低減量とに基づき決定された最終目標トルクの変化を示す線図である。図7(g)における横軸は時間を示し、縦軸はトルクを示す。また、図7(g)における破線は基本目標トルクを示し、実線は最終目標トルクを示す。

図4を参照して説明したように、最終目標トルク決定部20は、ステップS3において決定した基本目標トルクから、ステップS4のトルク低減量決定処理において決定したトルク低減量を減算することにより、最終目標トルクを決定する。

すなわち、図7(g)に示すように、位置Aと位置Bとの間においてトルク低減フラグがTrueに設定されている間、最終目標トルクが基本目標トルクからトルク低減量の分だけ低減され、そのトルク低減に応じた減速度が車両1に生じるので、前輪2への荷重移動が生じる。その結果、前輪2と路面との間の摩擦力が増加し、前輪2のコーナリングフォースが増大する。これにより、ドライバによるステアリング操作に対して良好な応答性で車両1の挙動を制御することができ、ドライバの意図した挙動を正確に実現できる。

40

【0050】

次に、図8により、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両1の前輪2の舵角が外乱により変化したときの車両挙動を説明する。図8は、本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両1の前輪2の舵角が外乱により変化したときのエンジン制御及び車両挙動に関するパラメータの時間変化を示したタイムチャートである。

この図8は、車両1が直進しているとき、例えば路面の凹凸や横風の影響等により前輪

50

2 が強制的に右方向へ転舵した場合を例示している。

また、図 8 における実線は、操舵角センサ 3 6 がトーションバー 2 4 a よりも前輪 2 側に設けられた本発明の実施形態による車両用挙動制御装置を搭載した車両 1 の挙動を示し、破線は、従来のように操舵角センサがトーションバー 2 4 a よりもステアリングホイール 6 側に設けられた場合の車両の挙動を示している。

【 0 0 5 1 】

図 8 (a) は前輪 2 の舵角の変化を示す線図であり、図 8 (b) は操舵角センサ 3 6 により検出された操舵角の変化を示す線図である。

図 8 (a) に示すように車両 1 の前輪 2 の舵角が右方向に増大したとき、ドライバがステアリングホイール 6 を保持していると、前輪 2 の舵角を右方向に増大させる外乱によるトルクと、ドライバがステアリングホイール 6 を保持するトルクとに応じて、ねじり剛性の低いトーションバー 2 4 a にねじれが発生し、トーションバー 2 4 a を挟んで前輪 2 側とステアリングホイール 6 との間でステアリングシャフト 2 4 の回転角に差が生じる。

すなわち、図 8 (b) に実線により示すように、トーションバー 2 4 a より前輪 2 側に設けられている操舵角センサ 3 6 の検出値は、前輪 2 の舵角の増大開始からほとんど遅れなく時刻 t_0 に増大し始めている。一方、操舵角センサがトーションバー 2 4 a よりもステアリングホイール 6 側に設けられている場合、トーションバー 2 4 a のステアリングホイール 6 側における回転はトーションバー 2 4 a のねじれにより前輪 2 側よりも遅れるので、図 8 (b) に破線により示すように、操舵角センサの検出値は前輪 2 の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_1 に増大し始める。

【 0 0 5 2 】

図 8 (c) は操舵角センサ 3 6 の検出値から算出した操舵速度の変化を示す線図、図 8 (d) は図 8 (c) の操舵速度に基づき設定されたトルク低減フラグの値を示す線図である。

図 8 (c) に示すように、トーションバー 2 4 a より前輪 2 側に設けられている操舵角センサ 3 6 の検出値から算出した操舵速度は、時刻 t_0 から迅速に立ち上がっているが、操舵角センサがトーションバー 2 4 a よりもステアリングホイール 6 側に設けられている場合、操舵角センサの検出値は前輪 2 の舵角の増大開始から遅れるので、その検出値から算出した操舵速度も、前輪 2 の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_1 から立ち上がっている。

したがって、図 8 (d) に示すように、トルク低減フラグが `False` から `True` へ変化するタイミングも、トーションバー 2 4 a より前輪 2 側に設けられている操舵角センサ 3 6 の検出値を用いた場合には前輪 2 の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 であるのに対し、操舵角センサがトーションバー 2 4 a よりもステアリングホイール 6 側に設けられている場合には、前輪 2 の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_3 となっている。

【 0 0 5 3 】

図 8 (e) は操舵速度及びトルク低減フラグに基づき決定された付加減速度の変化を示す線図である。

図 8 (e) に示すように、付加減速度は、トルク低減フラグが `False` から `True` に切り替わったときから増大し始め、付加減速度の上限値 D_{max} (例えば 0.5 m/s^2 0.05 G) 以下且つ変化率が閾値 R_{max} (例えば 0.5 m/s^3) 以下となる範囲で、操舵角センサ 3 6 の検出値から算出した操舵速度に応じて変化する。

すなわち、エンジン 4 の出力トルク低減が開始されるタイミングは、トーションバー 2 4 a より前輪 2 側に設けられている操舵角センサ 3 6 の検出値を用いた場合には前輪 2 の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 であるのに対し、操舵角センサがトーションバー 2 4 a よりもステアリングホイール 6 側に設けられている場合には、前輪 2 の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_3 となっている。

【 0 0 5 4 】

図 8 (f) は、前輪 2 の垂直荷重の変化を示す線図である。

操舵角センサ 3 6 の検出値から算出した操舵速度に応じた出力トルクの低減により車両

10

20

30

40

50

1に減速度が発生すると、その減速度に応じて車両1の後部から前部への荷重移動が生じ、前輪2の垂直荷重が増大する。

すなわち、図8(f)に示したように、前輪2の垂直荷重が増大するタイミングも、トーションバー24aより前輪2側に設けられている操舵角センサ36の検出値を用いた場合には前輪2の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 であるのに対し、操舵角センサがトーションバー24aよりもステアリングホイール6側に設けられている場合には、前輪2の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_3 となっている。

【0055】

図8(g)は前輪2に発生する横力の変化を示す線図である。図8(g)における一点鎖線は出力トルクの低減制御を行わない場合の横力の変化を示している。

10

タイヤのスリップ角が比較的小さいタイヤ線形領域においては、横力はスリップ角にほぼ比例するので、出力トルクの低減制御を行わない場合、図8(g)において一点鎖線により示すように、前輪2の舵角の増大に応じて横力も増大する

さらに、前輪2の垂直荷重が増大すると、前輪2の接地面における摩擦力が増大するので、前輪2の接地面において発生する横力が増大する。すなわち、図8(g)に一点鎖線により示した出力トルクの低減制御を行わない場合と比較して、前輪2に発生する横力が大きくなる。

【0056】

上述したように、トーションバー24aより前輪2側に設けられている操舵角センサ36の検出値から算出した操舵速度に応じて出力トルクの低減制御を行った場合には、前輪2の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 から前輪2の垂直荷重が増大するので、それに応じて前輪2に発生する横力も前輪2の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 から増大している。

20

一方、操舵角センサがトーションバー24aよりもステアリングホイール6側に設けられている場合には、前輪2に発生する横力は、前輪2の舵角の増大開始から遅れた時刻 t_3 から増大し始めている。

【0057】

図8(h)は、路面から前輪2を介してステアリングシャフト24に伝わる反力トルク(転舵した前輪2を直進方向に戻そうとするトルク)の変化を示す線図である。図8(h)における一点鎖線は出力トルクの低減制御を行わない場合の反力トルクの変化を示している。

30

転舵した前輪2を直進方向に戻そうとするトルクの大きさは、前輪2のスリップ角が比較的小さいタイヤ線形領域においては、前輪2に発生する横力に比例することが知られている。したがって、出力トルクの低減制御を行わない場合、図8(h)において一点鎖線により示すように、前輪2の舵角の増大に応じて横力が増大すると、反力トルクは横力に比例して増大する。また、出力トルクの低減制御による前輪2の垂直荷重の増大に応じて横力が増大すると、反力トルクもさらに増大する。

【0058】

上述したように、操舵角センサがトーションバー24aよりもステアリングホイール6側に設けられている場合には、前輪2の舵角変化の検出がトーションバー24aのねじれにより遅れるので、図8(h)において破線により示すように、前輪2の舵角の増大開始より遅れた時刻 t_3 から出力トルクの低減制御により前輪2の垂直荷重が増大すると共に横力が増大し、それに応じて反力トルクも前輪2の舵角の増大開始より遅れた時刻 t_3 から増大する。

40

すなわち、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪2が強制的に右方向へ転舵した場合、操舵角センサが前輪2の舵角変化を検出し、それに応じてPCM14が出力トルクの低減制御を行うことにより、前輪2に働く反力トルクが増大したときには、既に車両1の進路の横振れが発生しており、ドライバもステアリングホイール6を介して外乱を感知している。

【0059】

50

一方、トーションバー 24 a より前輪 2 側に設けられている操舵角センサ 36 の検出値から算出した操舵速度に応じて出力トルクの低減制御を行った場合には、前輪 2 の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 から前輪 2 の垂直荷重が増大すると共に横力が増大するので、それに伴って反力トルクも前輪 2 の舵角の増大開始とほぼ変わらない時刻 t_2 から増大している。すなわち、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪 2 が強制的に右方向へ転舵した場合、操舵角センサ 36 が前輪 2 の舵角変化を即座に検出し、それに伴って P C M 1 4 が出力トルクの低減制御を行うことにより、前輪 2 に働く反力トルクが瞬時に増大するので、外乱がステアリングホイール 6 を介してドライバに伝達されるよりも早く前輪 2 の舵角を直進方向に戻そうとする力が働く。これにより、外乱による車両 1 の進路の横振れが抑制され、車両 1 の直進安定性が向上する。

10

その後、ステアリングホイール 6 を介して外乱による前輪 2 の転舵を感知したドライバが車両 1 の進路保持のために修正操舵を行う場合においても、ドライバが修正操舵を開始する前に P C M 1 4 が出力トルクの低減制御を行って前輪 2 の垂直荷重を増大させているので、ドライバが修正操舵を開始したときの横力をより大きくすることができ、修正操舵に対する車両 1 の挙動の応答性を高めることができる。これにより、余計な修正操舵を抑制することができ、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

【 0 0 6 0 】

次に、本発明の実施形態のさらなる変形例を説明する。図 9 及び図 10 は、本発明の実施形態の変形例による操舵装置 8 を示す概略斜視図である。

【 0 0 6 1 】

20

上述した実施形態においては、トーションバー 24 a よりも前輪 2 側に、操舵角としてステアリングシャフト 24 の回転角度を検出する操舵角センサ 36 が設けられていると説明したが、図 9 に示すように、モータ 32 の回転角を検出するモータ角センサ 40 を操舵角センサ 36 として用いてもよい。

【 0 0 6 2 】

また、上述した実施形態による操舵装置 8 は、ステアリングシャフト 24 にモータ 32 が配置されたコラムアシスト型の E P A S として構成されているが、操舵装置 8 が他の形式の E P A S である場合にも本発明を適用できる。

例えば、図 10 に示すように、操舵装置 8 が、ラックシャフト 28 にモータ 32 が配置されたデュアルピニオン型の E P A S であってもよい。この場合でも、トーションバー 24 a よりも前輪 2 側であるラックシャフト 28 に配置されたモータ 32 の回転角を検出するモータ角センサ 40 を操舵角センサ 36 として用いることにより、上述した実施形態と同様の作用を奏することができる。

30

【 0 0 6 3 】

また、上述した実施形態においては、車両用挙動制御装置を搭載した車両 1 は、駆動輪を駆動するエンジン 4 を搭載すると説明したが、バッテリーやキャパシタから供給された電力により駆動輪を駆動するモータを搭載した車両についても、本発明による車両用挙動制御装置を適用することができる。この場合、P C M 1 4 は、車両 1 の操舵速度に応じてモータのトルクを低減させる制御を行う。

【 0 0 6 4 】

40

次に、上述した本発明の実施形態及び本発明の実施形態の変形例による車両用挙動制御装置の効果を説明する。

【 0 0 6 5 】

まず、P C M 1 4 は、ステアリングシャフト 24 の他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低いトーションバー 24 a より前輪 2 側に配置された操舵角センサ 36 が検出した操舵角に基づき操舵速度を取得し、その操舵速度に応じて車両 1 の駆動力を低減させるので、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪 2 が強制的に転舵した場合、操舵角センサ 36 が前輪 2 の舵角変化を即座に検出し、それに伴って P C M 1 4 が出力トルクの低減制御を行うことができ、これにより、外乱がステアリングホイール 6 を介してドライバに伝達されるよりも早く前輪 2 の舵角を直進方向に戻そうとする反力トルクを発生させるこ

50

とができ、車両 1 の直進安定性を向上させることができる。

また、ステアリングホイール 6 を介して外乱による前輪 2 の転舵を感知したドライバが車両 1 の進路保持のために修正操舵を行う場合においても、ドライバが修正操舵を開始する前に P C M 1 4 が出力トルクの低減制御を行って前輪 2 の垂直荷重を増大させているので、ドライバが修正操舵を開始したときに前輪 2 に発生する横力をより大きくすることができ、修正操舵に対する車両 1 の挙動の応答性を高めることができる。これにより、余計な修正操舵を抑制することができ、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

【 0 0 6 6 】

特に、操舵装置 8 は、トーションバー 2 4 a のねじれ量に基づき操舵トルクを検出するトルクセンサ 3 4 と、トルクセンサ 3 4 が検出した操舵トルクに応じてトーションバー 2 4 a よりも前輪 2 側において操舵装置 8 にアシストトルクを付与するモータ 3 2 とを備えている。すなわち、操舵装置 8 がトルクセンサ 3 4 及びモータ 3 2 を備えた E P A S として構成されている場合に、トルクセンサ 3 4 が取り付けられているトーションバー 2 4 a よりも前輪 2 側に配置された操舵角センサ 3 6 が検出した操舵角に基づき操舵速度を取得し、その操舵速度に応じて車両 1 の駆動力を低減させるので、E P A S である操舵装置 8 を搭載した車両 1 において、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪 2 が強制的に転舵した場合、操舵角センサ 3 6 が前輪 2 の舵角変化を即座に検出し、これに応じて P C M 1 4 が出力トルクの低減制御を行うことができ、これにより、前輪 2 の舵角を直進方向に戻そうとする反力トルクを迅速に発生させるとともに余計な修正操舵を抑制することができ、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

【 0 0 6 7 】

また、P C M 1 4 は、トーションバー 2 4 a より前輪 2 側に配置されたモータ 3 2 の回転角に基づき操舵速度を取得するので、モータ角センサ 4 0 を操舵角センサ 3 6 として用いることができ、操舵角センサ 3 6 を別途設ける場合と比べて部品コストの低減や製造工程の簡略化を図ることができる。

【 0 0 6 8 】

また、P C M 1 4 は、操舵速度に応じた駆動力の低減により車両 1 に生じる減速度が 0 . 0 5 G 以下となるように、車両 1 の駆動力を低減させるので、路面の凹凸や横風の影響等の外乱により前輪 2 が強制的に転舵した場合、操舵角センサ 3 6 が検出した前輪 2 の舵角変化に応じて、制御介入があったとドライバが感じない程度の減速度を生じさせるように出力トルクの低減制御を行うことができ、これにより、強い制御介入感を生じさせることなく、車両姿勢の安定感や乗り心地を向上することができる。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

- 1 車両
- 2 前輪
- 4 エンジン
- 6 ステアリングホイール
- 8 操舵装置
- 1 0 アクセル開度センサ
- 1 2 車速センサ
- 1 4 P C M
- 1 6 基本目標トルク決定部
- 1 8 トルク低減量決定部
- 2 0 最終目標トルク決定部
- 2 2 エンジン制御部
- 2 4 ステアリングシャフト
- 2 6 ピニオンギヤ
- 2 8 ラックシャフト

10

20

30

40

50

- 3 0 タイロッド
- 3 2 モータ
- 3 4 トルクセンサ
- 3 6 操舵角センサ
- 3 8 アシスト制御部
- 4 0 モータ角センサ

【要約】 (修正有)

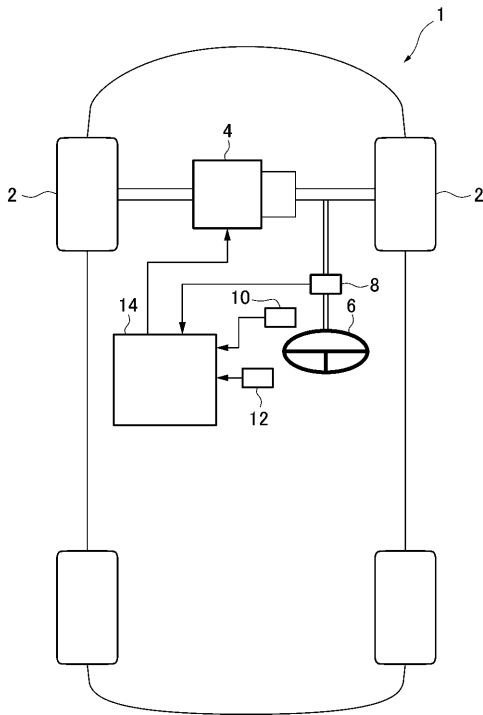
【課題】ドライバの意思を車両の挙動に反映するだけでなく、車両姿勢の安定感や乗り心地が一層向上するように車両の挙動を制御することができる、車両用挙動制御装置を提供する。

【解決手段】車両用挙動制御装置は、ステアリングホイール6の回転を前輪2に伝達する操舵装置8と、操舵装置における操舵速度を取得し、操舵速度が0より大きい所定の閾値 T_{S1} 以上になったとき、操舵速度に応じて車両の駆動力を低減させるPCMとを有し、操舵装置は、ステアリングホイールに連結され、ステアリングホイールと共に回転するステアリングシャフト24を備え、ステアリングシャフトは、このステアリングシャフトの他の部分よりも回転軸周りのねじり剛性が低いトーションバー24aを備え、PCMは、操舵装置においてトーションバーよりも前輪側における操舵速度を取得する。

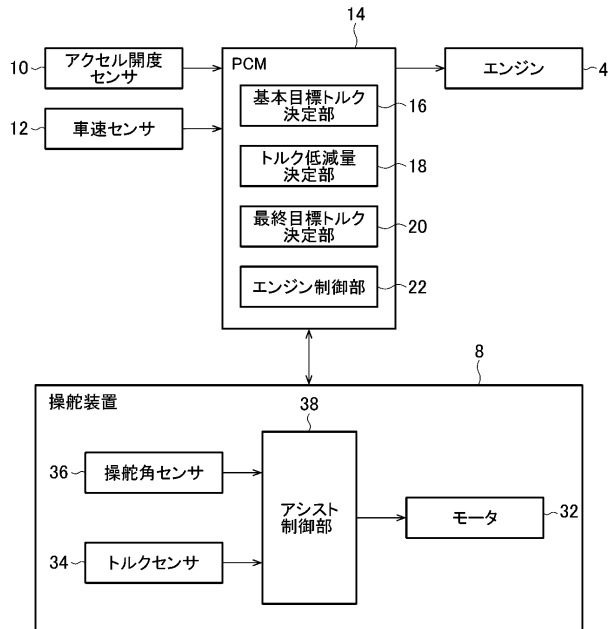
【選択図】図3

10

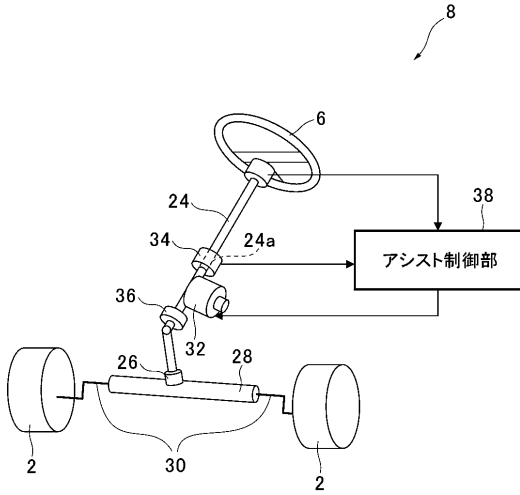
【図1】



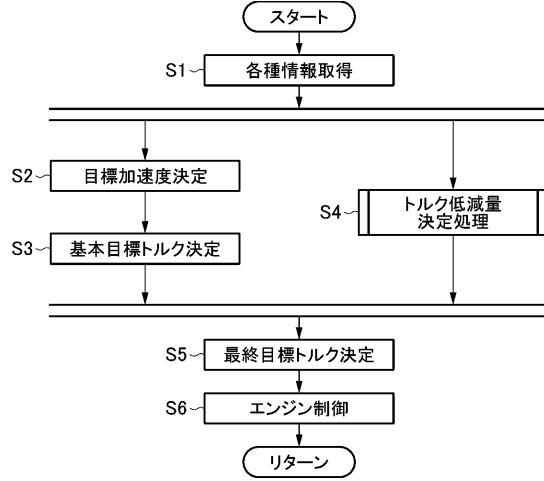
【図2】



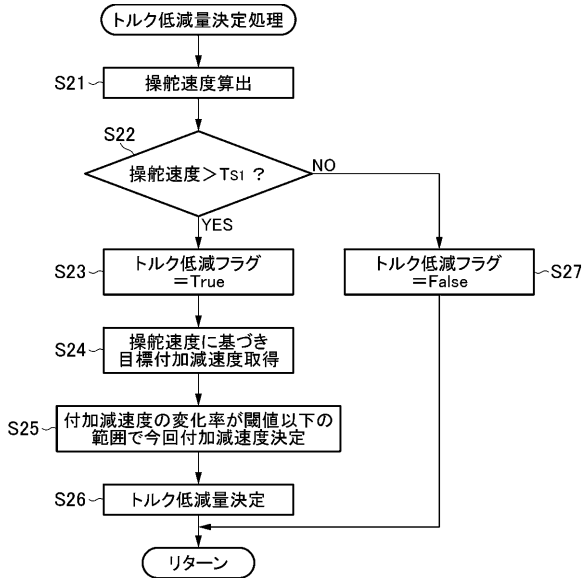
【図3】



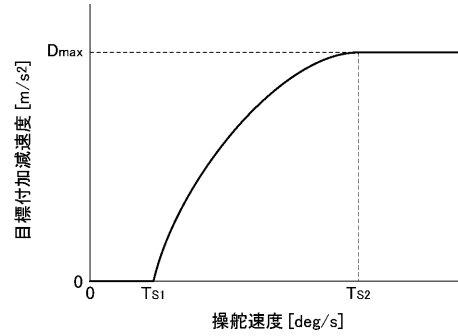
【図4】



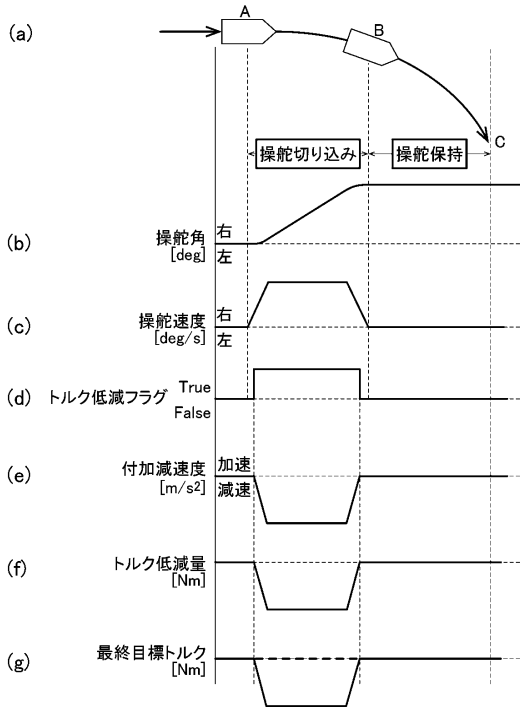
【図5】



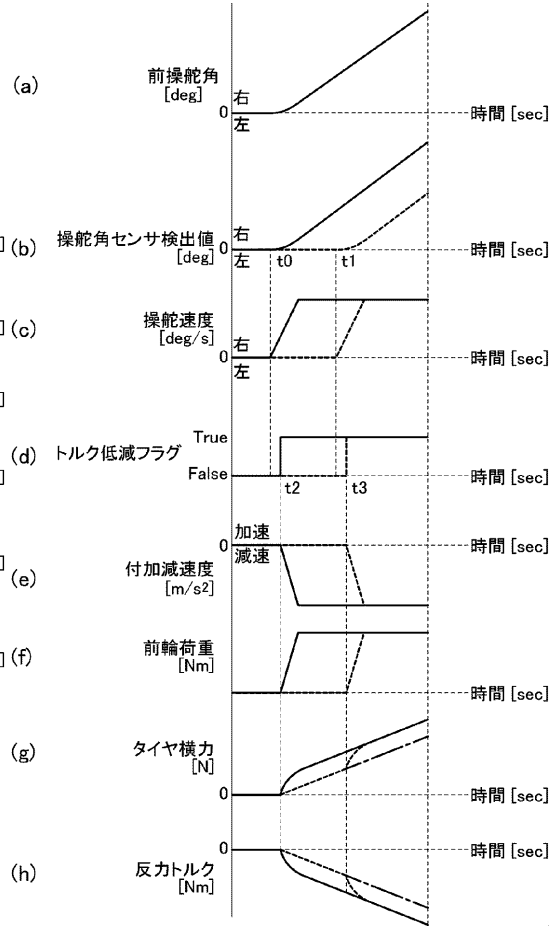
【図6】



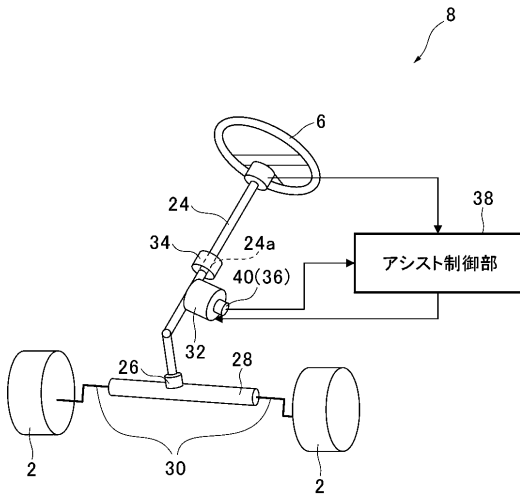
【図7】



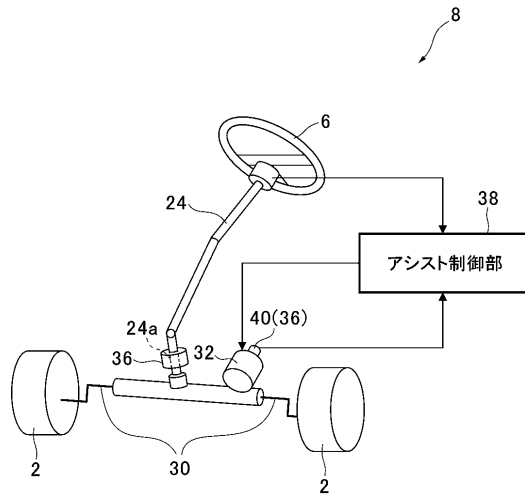
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (72)発明者 高原 康典
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 和泉 知示
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 梅津 大輔
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 砂原 修
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 千葉 正基
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 佐々木 淳

- (56)参考文献 特開2016-068649(JP, A)
特開2016-091198(JP, A)
特開2015-127194(JP, A)
特開2008-110620(JP, A)
特開2002-248966(JP, A)
特許第5193885(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60W 40/114
B60W 30/02
B62D 6/00