

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7707023号
(P7707023)

(45)発行日 令和7年7月14日(2025.7.14)

(24)登録日 令和7年7月4日(2025.7.4)

(51)国際特許分類 F I
 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

請求項の数 9 (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-168590(P2021-168590)	(73)特許権者	509186579 Astemo株式会社 東京都千代田区大手町二丁目2番1号
(22)出願日	令和3年10月14日(2021.10.14)	(74)代理人	100067356 弁理士 下田 容一郎
(65)公開番号	特開2023-58836(P2023-58836A)	(72)発明者	安間 友輔 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
(43)公開日	令和5年4月26日(2023.4.26)	(72)発明者	福土 恭平 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
審査請求日	令和6年4月18日(2024.4.18)	(72)発明者	菊地 典夫 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立Astemo株式会社内
		審査官	神田 泰貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 路面状態検出装置、及びこの路面状態検出装置を備えたパワーステアリング装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角検出部と、
 前記操舵角の操舵速度を検出する操舵速検出部と、
 車輪を転舵する転舵部の転舵軸の軸力を検出する軸力検出部と、
 車両に発生したヨーレートを検出するヨーレート検出部と、
 前記車両に発生した横G及び前後Gを検出するG検出部と、
 前記操舵角に対する前記軸力の値に基づいて、前記車輪が接している路面の路面状況を判断する第1の路面状況判断部と、

前記操舵角から前記ヨーレートに関する閾値であるヨーレート閾値を設定するヨーレート閾値設定部と、

前記ヨーレート検出部によって検出された前記ヨーレートの値と前記ヨーレート閾値設定部に設定された前記ヨーレート閾値とに基づいて、前記車輪が接している前記路面の路面状況を判断する第2の路面状況判断部と、

を備え、

前記ヨーレート閾値設定部は、前記操舵角、前記操舵速度、前記横G及び前記前後Gから、前記ヨーレート閾値を設定する、路面状態検出装置。

【請求項2】

前記第1の路面状況判断部は、前記軸力に関する閾値である軸力閾値によって路面状況を判断する、請求項1に記載の路面状態検出装置。

【請求項 3】

前記車両の走行速度を検出する車速検出部を、さらに備え、

前記ヨーレート閾値設定部は、前記操舵角、前記走行速度、前記操舵速度、前記横 G 及び前記前後 G から、前記ヨーレート閾値を設定する、請求項 2 に記載の路面状態検出装置。

【請求項 4】

前記操舵角及び前記走行速度から前記軸力閾値を設定する軸力閾値設定部を、さらに備える、請求項 3 に記載の路面状態検出装置。

【請求項 5】

前記軸力閾値と前記ヨーレート閾値の少なくともいずれか一方は、前記路面が低摩擦状況であるか否かを判断するための値である、請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の路面状態検出装置。

10

【請求項 6】

前記第 1 の路面状況判断部及び前記第 2 の路面状況判断部のうちの少なくとも 1 つによって、前記路面が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合に、前記車両を運転している運転者に警告を発する警告発生部を、さらに備えている、請求項 5 に記載の路面状態検出装置。

【請求項 7】

前記警告発生部は、

前記第 1 の路面状況判断部によって、前記路面が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合と、

20

前記第 2 の路面状況判断部によって、前記路面が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合とで、

互いに種類の異なる警告を発する、請求項 6 に記載の路面状態検出装置。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の路面状態検出装置を備え、

前記ステアリングホイールと前記転舵部との間は、機械的に分離または分離可能な構成である、パワーステアリング装置。

【請求項 9】

前記ステアリングホイールの操舵入力に抵抗する操舵反力を発生して前記ステアリングホイールに付加する反力付加アクチュエータと、

30

この反力付加アクチュエータを駆動制御する反力付加アクチュエータ制御部と、をさらに備え、

前記第 2 の路面状況判断部が前記低摩擦状況であるという判断をした場合には、前記反力付加アクチュエータ制御部は、前記路面に対する前記車輪のスリップを修正する方向の前記操舵反力を前記ステアリングホイールに付与して前記操舵角を補正するように、前記反力付加アクチュエータを制御する、請求項 7 に従属する請求項 8 に記載のパワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は路面状態検出装置、及びこの路面状態検出装置を備えたパワーステアリング装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、ステアリングホイールと転舵部との間が機械的に分離されている、いわゆるステアバイワイヤ式 (steer-by-wire) のパワーステアリング装置の開発が進められてきた。この種のステアバイワイヤ式パワーステアリング装置は、例えば特許文献 1 によって知られている。

【0003】

特許文献 1 のステアバイワイヤ式パワーステアリング装置は、転舵角センサによって検

50

出された転舵角が目標転舵角に近づくように、ステアリング姿勢制御をするとともに、低摩擦路面を走行中には、ステアリング姿勢制御を機能させずに、運転者の操舵に基づいて転舵部の転舵角を制御すると、いうものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2001-106110号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、車両の運転状況は多種多様であり、このような運転状況に対応した路面状況を精度良く判断することが求められている。

【0006】

本発明は、多様な操作や運転状況に対応した路面状況を、より高精度に判断することができる技術を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者等は、鋭意検討の結果、車両の運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量が、操作や運転状況に応じて変化することと、更に特定の条件（早切り、高横G、加減速）において、誤検知することを知見した。

【0008】

本発明は、このように、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量が、操作や運転状況に応じて変化し、特定の条件において、誤検知することから、舵舵速度、横G、前後Gを用いて、ヨーレート閾値を算出し、より高精度に判断できるという、知見に基づいて完成させた。

【0009】

本開示によれば、ステアリングホイールの操舵角を検出する操舵角検出部と、前記操舵角の操舵速度を検出する操舵速検出部と、車輪を転舵する転舵部の転舵軸の軸力を検出する軸力検出部と、車両に発生したヨーレートを検出するヨーレート検出部と、前記車両に発生した横G及び前後Gを検出するG検出部と、前記操舵角に対する前記軸力の値に基づいて、前記車輪が接している路面の路面状況を判断する第1の路面状況判断部と、前記操舵角から前記ヨーレートに関する閾値であるヨーレート閾値を設定するヨーレート閾値設定部と、前記ヨーレート検出部によって検出された前記ヨーレートの値と前記ヨーレート閾値設定部に設定された前記ヨーレート閾値とに基づいて、前記車輪が接している前記路面の路面状況を判断する第2の路面状況判断部と、を備え、前記ヨーレート閾値設定部は、前記操舵角、前記操舵速度、前記横G及び前記前後Gから、前記ヨーレート閾値を設定している、路面状態検出装置が提供される。

【発明の効果】

【0010】

本発明では、多様な操作や運転状況に対応した路面状況を、より高精度に判断することができる技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例1によるパワーステアリング装置の模式図である。

【図2】図1に示される制御部の制御フローチャートである。

【図3】図3(a)は図2に示される第1マップの説明図であり、図3(b)は図2に示される第2マップの説明図である。

【図4】本発明の実施例2によるパワーステアリング装置の模式図である。

【図5】図4に示される制御部の制御フローチャートである。

【図6】図6(a)は図5に示される第1マップの説明図であり、図6(b)は図5に示

10

20

30

40

50

される第 2 マップの説明図である。

【図 7】本発明の実施例 3 によるパワーステアリング装置の模式図である。

【図 8】図 7 に示される制御部の制御フローチャートである。

【図 9】本発明の実施例 4 によるパワーステアリング装置の模式図である。

【図 10】図 9 に示される制御部の制御フローチャートである。

【図 11】図 11 (a) ~ 図 11 (d) は、図 10 に示される第 2 マップの説明図であり、図 3 (b) の第 2 マップと一緒に用いるゲインである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明の実施の形態を添付図に基づいて以下に説明する。なお、添付図に示した形態は本発明の一例であり、本発明は当該形態に限定されない。

10

【0013】

< 実施例 1 >

図 1 ~ 図 3 を参照しつつ実施例 1 のパワーステアリング装置 20 を説明する。

【0014】

図 1 に示されるように、車両 10 にはパワーステアリング装置 20 が搭載されている。このパワーステアリング装置 20 は、ステアリングホイール 21 の操舵入力（操舵力または操舵トルクともいう）が生じる操舵部 22 と、左右の転舵車輪 23, 23（車輪 23, 23。タイヤを含む）を転舵する転舵部 24 とを含む。左右の転舵車輪 23, 23 は、転舵部 24 によって転舵されるものであればよく、前輪、後輪、又は両方を含む。

20

【0015】

パワーステアリング装置 20 は、ステアリングホイール 21 と転舵部 24 との間が、機械的に分離または分離可能な構成の、いわゆるステアバイワイヤ式（steer-by-wire）パワーステアリング装置であって、ステアリングホイール 21 の操舵量に応じて転舵用アクチュエータ 44 を作動させることにより、左右の転舵車輪 23, 23 を転舵することが可能である。

【0016】

操舵部 22 は、運転者が操舵するステアリングホイール 21 と、このステアリングホイール 21 に連結されているステアリング軸 31 と、ステアリングホイール 21 に対して操舵反力を付加する反力付加アクチュエータ 32 と、を含む。この操舵反力は、左右の転舵車輪 23, 23 が路面 R d から受ける転舵抵抗（路面反力）に応じて、反力付加アクチュエータ 32（第 1 アクチュエータ 32）からステアリングホイール 21 へ付加されるものであって、反力トルク（操舵トルクに抵抗するトルク）と言い換えることができる。

30

【0017】

ここで、運転者がステアリングホイール 21 を操舵角 δ の増大方向へ操舵することを、「切り増し操作」という。運転者が、切り増し操作の後に、ステアリングホイール 21 を操舵角 δ の減少方向（中立方向）へ操舵することを、「切り戻し操作」という。

【0018】

反力付加アクチュエータ 32 は、運転者が操舵するステアリングホイール 21 の操舵入力（操舵トルク）に抵抗する操舵反力（反力トルク）を発生して、ステアリングホイール 21 に付加することによって、運転者に操舵感を与える。この反力付加アクチュエータ 32 は、操舵反力を発生する反力付加モータ 33（第 1 モータ 33）と、操舵反力をステアリング軸 31 に伝達する反力伝達機構 34 と、を含む。反力付加モータ 33 は、電動モータによって構成される。以下、反力付加モータ 33 のことを、適宜「反力モータ 33」と略称する。

40

【0019】

転舵部 24 は、車幅方向へ延びている転舵軸 41 と、この転舵軸 41 の両端にタイロッド 42, 42 及びナックル 43, 43 を介して連結されている左右の転舵車輪 23, 23 と、転舵軸 41 に転舵用動力を付加する転舵用アクチュエータ 44 と、を含む。

【0020】

50

転舵用アクチュエータ 4 4 (第 2 アクチュエータ 4 4) は、転舵用動力を発生する転舵用モータ 4 5 と、転舵用動力を転舵軸 4 1 に伝達する転舵動力伝達機構 4 6 とからなる。転舵用モータ 4 5 (第 2 モータ 4 5) は、例えば電動モータによって構成される。転舵用モータ 4 5 が発生した転舵用動力は、転舵動力伝達機構 4 6 によって転舵軸 3 6 に伝達される。この結果、転舵軸 4 1 は車幅方向にスライドする。

【 0 0 2 1 】

さらに、パワーステアリング装置 2 0 は、ステアリングホイール 2 1 の操舵角 s を検出する操舵角検出部 5 1 と、ステアリング軸 3 1 に発生する操舵トルクを検出する操舵トルク検出部 5 2 と、反力モータ 3 3 の回転角を検出する反力モータ回転角検出部 5 3 と、反力モータ 3 3 の電流値を検出する反力モータ電流検出部 5 4 とを備えている。反力モータ回転角検出部 5 3 は、例えば、反力モータ 3 3 に備えたレゾルバによって構成される。

10

【 0 0 2 2 】

さらに、パワーステアリング装置 2 0 は、転舵用モータ 4 5 の回転角を検出する転舵用モータ回転角検出部 5 5 と、転舵用モータ 4 5 の電流値を検出する転舵用モータ電流検出部 5 6 と、転舵軸 4 1 の中立位置からのストローク量を検出するストローク検出部 5 7 と、転舵軸 4 1 の軸力 f_r を検出する軸力検出部 5 8 とを備えている。転舵用モータ回転角検出部 5 5 は、例えば、転舵用モータ 4 5 に備えたレゾルバによって構成される。

【 0 0 2 3 】

転舵軸 4 1 のストローク量と、転舵車輪 2 3 , 2 3 の転舵角とは、相関関係を有する。検出されたストローク量に基づいて、転舵車輪 2 3 , 2 3 の転舵角を間接的に求めることができる。なお、この転舵角は、転舵用モータ回転角検出部 5 5 によって検出された転舵用モータ 4 5 の回転角により、間接的に求めることができる。

20

【 0 0 2 4 】

また、軸力 f_r は、操舵角検出部 5 1 によって検出されたステアリングホイール 2 1 の操舵角 s と、転舵用モータ回転角検出部 5 5 によって検出された転舵用モータ 4 5 の回転角と、転舵用モータ電流検出部 5 6 によって検出された転舵用モータ 4 5 の電流値とにより、間接的に求める(推定する)ことができる。

【 0 0 2 5 】

さらに、パワーステアリング装置 2 0 は、車両 1 0 の走行速度 V_s (車速 V_s) を検出する車速検出部 6 1 と、車両 1 0 の加速度(前後 G) を検出する加速度検出部 6 2 と、車両 1 0 に発生したヨーレート Y_r を検出するヨーレート検出部 6 3 と、その他の各種検出部 6 4 と、車両 1 0 を運転している運転者に警告を発する警告発生部 6 5 と、制御部 6 6 とを備えている。

30

【 0 0 2 6 】

制御部 6 6 は、上記の検出部 5 1 ~ 5 8 , 6 1 ~ 6 4 からそれぞれ検出信号を受けて、反力付加アクチュエータ 3 2 及び転舵用アクチュエータ 4 4 に電流を付与するとともに、警告発生部 6 5 に作動信号を発する。この制御部 6 6 は、反力付加アクチュエータ 3 2 を駆動制御する反力付加アクチュエータ制御部 7 1 と、転舵用アクチュエータ 4 4 を駆動制御する転舵用アクチュエータ制御部 7 2 と、警告発生部 6 5 を駆動制御する警告駆動制御部 7 3 と、を備えている。

40

【 0 0 2 7 】

実施例 1 では、操舵角検出部 5 1 と軸力検出部 5 8 とヨーレート検出部 6 3 と制御部 6 6 とによって、路面状態検出装置 8 0 が構成されている。この路面状態検出装置 8 0 において、制御部 6 6 は、前記警告駆動制御部 7 3 と、第 1 の路面状況を判断する第 1 の路面状況判断部 8 1 と、第 2 の路面状況を判断する第 2 の路面状況判断部 8 2 と、を備えていることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

第 1 の路面状況判断部 8 1 は、操舵角検出部 5 1 によって検出された操舵角 s に対する、軸力検出部 5 8 によって検出された軸力 f_r の値に基づいて、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R_d の、第 1 の路面状況を判断する。

50

【 0 0 2 9 】

第2の路面状況判断部82は、操舵角検出部51によって検出された操舵角 s に対する、ヨーレート検出部63によって検出されたヨーレート Y_r の値に基づいて、転舵車輪23, 23が接している路面 R_d の、第2の路面状況を判断する。

【 0 0 3 0 】

次に、図1を参照しつつ、図2及び図3に基づいて、制御部66による制御を説明する。制御部66は、例えばマイクロコンピュータによって構成される。マイクロコンピュータによって構成した制御部66の、具体的な制御の一例を説明すると、次の通りである。

【 0 0 3 1 】

図2は、制御部66の制御フローチャートであって、制御部66の一連の制御のなかの、第1の路面状況及び第2の路面状況の判断及び警告発生部65の作動制御の処理を実行するサブルーチンを示している。このサブルーチンは、例えば所定の条件による割込処理や、時分割処置によって実行する。

10

【 0 0 3 2 】

制御部66は制御を開始すると、先ずステップS01では、操舵角検出部51によって実際に検出された操舵角 s (実操舵角 s) を取得する。次に、ステップS11~S13の一連の第1の処理と、ステップS21~S23の一連の第2の処理とを、並列処理を実行する。

【 0 0 3 3 】

第1の処理において、先ずステップS11では、操舵角 s の値から軸力 f_r に関する閾値である軸力閾値 f_s を設定する。この軸力閾値 f_s は、例えば転舵車輪23, 23が接している路面 R_d が、低摩擦状況であるか否かを判断する第1の基準値である。この軸力閾値 f_s は、予め設定されている所定の、第1マップ(図3(a)参照)や演算によって求められる。なお、図1の制御部66は、操舵角 s から軸力閾値 f_s を設定する軸力閾値設定部69を備えている。

20

【 0 0 3 4 】

図3(a)は、横軸を操舵角 s とし、縦軸を軸力閾値 f_s として、操舵角 s に対する軸力閾値 f_s を求める第1マップを示している。この第1マップによれば、操舵角 s の増大に従って軸力閾値 f_s が増大することが判る。

【 0 0 3 5 】

前記ステップS11の次の、ステップS12では、軸力検出部58によって実際に検出された軸力 f_r (実軸力 f_r) を取得する。なお、この軸力 f_r は、操舵角検出部51によって検出されたステアリングホイール21の操舵角 s と、転舵用モータ回転角検出部55によって検出された転舵用モータ45の回転角と、転舵用モータ電流検出部56によって検出された転舵用モータ45の電流値とにより、間接的に求めた(推定した)値であってもよい。

30

【 0 0 3 6 】

次に、ステップS13では、転舵車輪23, 23が接している路面 R_d の、第1の路面状況を判断、つまり、実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っているか否かを判断する。このステップS13は、転舵車輪23, 23が接している路面 R_d の、第1の路面状況を判断する第1の路面状況判断部81を構成している。

40

【 0 0 3 7 】

一方、前記第2の処理において、先ずステップS21では、操舵角 s の値からヨーレート Y_r に関する閾値であるヨーレート閾値 Y_s を設定する。このヨーレート閾値 Y_s は、例えば転舵車輪23, 23が接している路面 R_d が、低摩擦状況であるか否かを判断する第2の基準値である。このヨーレート閾値 Y_s は、予め設定されている所定の、第2マップ(図3(b)参照)や演算によって求められる。なお、図1の制御部66は、操舵角 s からヨーレート閾値 Y_s を設定するヨーレート閾値設定部70を備えている。

【 0 0 3 8 】

図3(b)は、横軸を操舵角 s とし、縦軸をヨーレート閾値 Y_s として、操舵角 s

50

に対するヨーレート閾値 Y_s を求める第 2 マップを示している。この第 2 マップによれば、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大することが判る。

【 0 0 3 9 】

前記ステップ S 2 1 の次の、ステップ S 2 2 では、ヨーレート検出部 6 3 によって実際に検出されたヨーレート Y_r (実ヨーレート Y_r) を取得する。

【 0 0 4 0 】

次に、ステップ S 2 3 では、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 2 の路面状況を判断、つまり、実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っているか否かを判断する。このステップ S 0 4 は、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 2 の路面状況を判断する第 2 の路面状況判断部 8 2 を構成している。

10

【 0 0 4 1 】

前記ステップ S 1 3 において実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていると判断、及び / 又は、前記ステップ S 2 3 において実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていると判断をした場合、つまり、路面 R d が低摩擦状況であるという判断をした場合には、次のステップ S 3 1 において警告駆動制御部 7 3 により警告発生部 6 5 を作動させた後に、このサブルーチンを終了する。この結果、警告発生部 6 5 は車両 1 0 を運転している運転者に警告を発する。

【 0 0 4 2 】

一方、前記ステップ S 1 3 において実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていないと判断をするとともに、前記ステップ S 2 3 において実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていないと判断をした場合には、警告発生部 6 5 を作動させることなく、このサブルーチンを終了する。

20

【 0 0 4 3 】

以上の説明から明らかなように、パワーステアリング装置 2 0 は路面状態検出装置 8 0 を備えている。この路面状態検出装置 8 0 は、第 1 の路面状況判断部 8 1 (ステップ S 1 3) と、第 2 の路面状況判断部 8 2 (ステップ S 2 3) と、警告駆動制御部 7 3 (ステップ S 3 1) と、を備えている。

【 0 0 4 4 】

以上の実施例 1 の説明をまとめると、次の通りである。

路面状態検出装置 8 0 は、ステアリングホイール 2 1 の操舵角 δ を検出する操舵角検出部 5 1 と、車輪 2 3 , 2 3 (転舵車輪 2 3 , 2 3) を転舵する転舵部 2 4 の転舵軸 4 1 の軸力 f_r を検出する軸力検出部 5 8 と、車両 1 0 に発生したヨーレート Y_r を検出するヨーレート検出部 6 3 と、前記操舵角 δ に対する前記軸力 f_r の値に基づいて、前記車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の路面状況 (第 1 の路面状況) を判断する第 1 の路面状況判断部 8 1 と、前記操舵角 δ に対する前記ヨーレート Y_r の値に基づいて、前記車輪 2 3 , 2 3 が接している前記路面 R d の路面状況 (第 2 の路面状況) を判断する第 2 の路面状況判断部 8 2 と、を備えている。

30

【 0 0 4 5 】

このため、操舵角 δ に対する転舵軸 4 1 の軸力 f_r の値に基づいて、第 1 の路面状況を判断することができる。操舵角 δ に対する車両 1 0 のヨーレート Y_r の値に基づいて、第 2 の路面状況を判断することができる。2 種類の路面状況判断部を有することによって、多様な操作や運転状況に対応した路面状況を、より高精度に判断することができる。

40

【 0 0 4 6 】

しかも、路面 R d が摩擦低下の状況にあることを、運転者が認知することが可能な程度の状態量を定義して、運転者の認知に基づく低摩擦路面を判断することが可能なので、実際に路面 R d の状況を計測する必要がない。

【 0 0 4 7 】

さらに、前記第 1 の路面状況判断部 8 1 は、前記軸力 f_r に関する閾値である軸力閾値 f_s によって、前記第 1 の路面状況を判断している。前記第 2 の路面状況判断部 8 2 は、前記ヨーレート Y_r に関する閾値であるヨーレート閾値 Y_s によって、前記第 2 の路面状

50

況を判断している。

【0048】

このように、路面が摩擦低下の状況にあることを、運転者が認知することが可能な程度の軸力閾値 f_s やヨーレート閾値 Y_s を設定することによって、運転者の認知に基づく低摩擦路面を、より明確に且つ確実に判断することが可能である。

【0049】

さらに、前記軸力閾値 f_s と前記ヨーレート閾値 Y_s の少なくとも一方は、前記路面 R_d が低摩擦状況であるか否かを判断するための値である。

【0050】

このため、例えば次の3つの状態の場合に、路面状態検出装置80は、路面 R_d と転舵車輪23, 23との間の摩擦力(路面摩擦)が低下したと判断することができる。

10

【0051】

第1に、路面状態検出装置80は、ステアリングホイール21を切り増し操作している(操舵角 δ が増大している)ときには、軸力 f_r が軸力閾値 f_s よりも低下した場合に、路面 R_d が低摩擦状況であると判断する。軸力は、車両の低速走行中(例えば、車速が約20 km/h以下)において、運転者が、路面の摩擦力が低下したと判断し修正操舵を行う契機となる状態量であり、当該車速域において特に効果を奏する。

【0052】

第2に、路面状態検出装置80は、操舵角 δ が増大しているときには、ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を超えた場合に、路面 R_d が低摩擦状況であると判断する。ヨーレートは、車両の高速走行中(例えば、車速が約50 km/h以上)において、運転者が、路面の摩擦力が低下したと判断し修正操舵を行う契機となる状態量であり、当該車速域において特に効果を奏する。

20

【0053】

第3に、路面状態検出装置80は、操舵角 δ が増大しているときには、運転者は、軸力 f_r が軸力閾値 f_s よりも低下するとともに、ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を超えた場合に、前記路面 R_d が低摩擦状況であると判断する。軸力及びヨーレートの2つの指標は、車両の加速走行時において、運転手が、路面の摩擦力が低下したと判断し修正操舵を行う契機となる状態量であり、加速走行時において特に効果を奏する。

【0054】

さらに、前記第1の路面状況判断部81及び/又は前記第2の路面状況判断部82によって、前記路面 R_d が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合に、前記車両10を運転している運転者に警告を発する警告発生部65を備えている。

30

【0055】

このため、警告発生部65は、第1の路面状況判断部81と第2の路面状況判断部82との、少なくともいずれか一方が、路面 R_d が摩擦低下の状況にあるとの判断結果に従って、警告を発することができる。従って、運転者は、運転の習熟度の大小にかかわらず、路面が摩擦低下の状況にあることを明確に且つ速やかに判断することができる。

【0056】

パワーステアリング装置20は、前記ステアリングホイール21と前記転舵部24との間が、機械的に分離または分離可能な構成である、いわゆるステアバイワイヤ式のパワーステアリング装置であって、路面状態検出装置80を備える。

40

【0057】

このように、ステアバイワイヤ式のパワーステアリング装置20は、ステアリングホイール21と転舵車輪23, 23との間が機械的に分離している。そのため、転舵軸41の軸力 f_r の変化による前記第1の路面状況を運転者が認知することはできない。これに対し、ステアバイワイヤ式のパワーステアリング装置20に路面状態検出装置80を備えたことによって、ステアリングホイール21と転舵車輪23, 23との間が機械的に分離しているにもかかわらず、運転者は前記第1の路面状況を確実に認知することができる。

【0058】

50

< 実施例 2 >

次に、図 4 ~ 図 6 を参照しつつ実施例 2 の路面状態検出装置 80A、及びこの路面状態検出装置 80A を備えたパワーステアリング装置 20A を説明する。実施例 2 は、実施例 1 と比較して、運転者の認知に基づく低摩擦路面を、より一層、明確に且つ確実に判断することが可能である。

【0059】

図 4 は、実施例 2 のパワーステアリング装置 20A の模式図であり、実施例 1 のパワーステアリング装置 20 を説明する図 1 に対応させて表している。図 5 は、実施例 2 の制御部 66A の制御フローチャートであり、実施例 1 の制御部 66 の制御フローチャートを説明する図 2 に対応させて表している。図 6 (a) は、実施例 2 の第 1 マップの説明図であり、実施例 1 の第 1 マップを説明する図 3 (a) に対応させて表している。図 6 (b) は、実施例 2 の第 2 マップの説明図であり、実施例 1 の第 2 マップを説明する図 3 (b) に対応させて表している。

【0060】

実施例 2 のパワーステアリング装置 20A の路面状態検出装置 80A は、軸力閾値 f_s とヨーレート閾値 Y_s の少なくともいずれか一方が、車速検出部 61 によって検出された走行速度 V_s に基づいて変化することを特徴とする。その他の基本的な構成については、実施例 1 のパワーステアリング装置 20 と共通する。実施例 1 のパワーステアリング装置 20 と共通する部分については、符号を流用すると共に、詳細な説明を省略する。

【0061】

実施例 2 の制御部 66A は、実施例 1 の制御部 66 に対して、前記走行速度 V_s に基づいて軸力閾値 f_s とヨーレート閾値 Y_s の少なくともいずれか一方を変化させるという、路面状態検出装置 80A の機能を有している。言い換えれば、軸力閾値 f_s とヨーレート閾値 Y_s の両者が、車速検出部 61 によって検出された走行速度 V_s に基づいて変化する場合、制御部 66A は、操舵角 δ から軸力閾値 f_s を設定する軸力閾値設定部 69A と、操舵角 δ 及び走行速度 V_s からヨーレート閾値 Y_s を設定するヨーレート閾値設定部 70A と、を備えることができる。

【0062】

実施例 2 の制御部 66A は制御を開始すると、まずステップ S01 では、検出された操舵角 δ (実操舵角 δ) を取得する。次に、ステップ S02 では、車速検出部 61 によって実際に検出された車速 V_s (実車速 V_s) を取得する。次に、ステップ S11A ~ S13A の一連の第 1 の処理と、ステップ S21A ~ S23A の一連の第 2 の処理とを、並列処理を実行する。

【0063】

第 1 の処理において、まずステップ S11A では、操舵角 δ と車速 V_s との値から軸力 f_r に関する閾値である軸力閾値 f_s を設定する。この軸力閾値 f_s は、路面 Rd が低摩擦状況であるか否かを判断する第 1 の基準値である。この軸力閾値 f_s は、予め設定されている所定の、第 1 マップ (図 6 (a) 参照) や演算によって求められる。

【0064】

図 6 (a) は、横軸を操舵角 δ とし、縦軸を軸力閾値 f_s として、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots , V_{sn} 毎に、操舵角 δ に対する軸力閾値 f_s を求める第 1 マップを示している。ここで、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots , V_{sn} は、車速検出部 61 によって検出された車速 V_s のうち、値 V_{s1} が最も低速であり、値 V_{sn} が最も高速である。この第 1 マップによれば、操舵角 δ の増大に従って軸力閾値 f_s が増大するとともに、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots , V_{sn} が高速であるほど、操舵角 δ の増大に従って軸力閾値 f_s の増大する割合が大きくなることが判る。

【0065】

前記ステップ S11A の次のステップ S12A では、上記実施例 1 と同様に、軸力検出部 58 によって実際に検出された軸力 f_r (実軸力 f_r) を取得する。

【0066】

10

20

30

40

50

次に、ステップS 1 3 Aでは、上記実施例 1と同様に、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 1 の路面状況を判断、つまり、実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っているか否かを判断する。このステップS 1 3 Aは、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 1 の路面状況を判断する第 1 の路面状況判断部 8 1 A を構成している。

【 0 0 6 7 】

一方、前記第 2 の処理において、先ずステップS 2 1 Aでは、操舵角 δ と車速 V_s との値からヨーレート Y_r に関する閾値であるヨーレート閾値 Y_s を設定する。このヨーレート閾値 Y_s は、路面 R d が低摩擦状況であるか否かを判断する第 2 の基準値である。このヨーレート閾値 Y_s は、予め設定されている所定の、第 2 マップ (図 6 (b) 参照) や演算によって求められる。

10

【 0 0 6 8 】

図 6 (b) は、横軸を操舵角 δ とし、縦軸をヨーレート閾値 Y_s として、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots V_{sn} 毎に、操舵角 δ に対するヨーレート閾値 Y_s を求める第 2 マップを示している。ここで、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots V_{sn} の配列は、上記図 6 (a) に示される第 1 マップに対して逆順である。この第 2 マップによれば、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots V_{sn} が高速であるほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さくなることが判る。

【 0 0 6 9 】

前記ステップS 2 1 Aの次の、ステップS 2 2 Aでは、上記実施例 1と同様に、ヨーレート検出部 6 3 によって実際に検出されたヨーレート Y_r (実ヨーレート Y_r) を取得する。

20

【 0 0 7 0 】

次に、ステップS 2 3 Aでは、上記実施例 1と同様に、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 2 の路面状況を判断、つまり、実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っているか否かを判断する。このステップS 2 3 Aは、転舵車輪 2 3 , 2 3 が接している路面 R d の、第 2 の路面状況を判断する第 2 の路面状況判断部 8 2 A を構成している。

【 0 0 7 1 】

前記ステップS 1 3 Aにおいて実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていると判断、及び / 又は、前記ステップS 2 3 Aにおいて実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていると判断をした場合、つまり、路面 R d が低摩擦状況であるという判断をした場合には、次のステップS 3 1 において警告駆動制御部 7 3 により警告発生部 6 5 を作動させた後に、このサブルーチンを終了する。この結果、警告発生部 6 5 は車両 1 0 を運転している運転者に警告を発する。

30

【 0 0 7 2 】

一方、前記ステップS 1 3 Aにおいて実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていないと判断をするとともに、前記ステップS 2 3 Aにおいて実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていないと判断をした場合には、警告発生部 6 5 を作動させることなく、このサブルーチンを終了する。

40

【 0 0 7 3 】

以上の説明から明らかなように、パワーステアリング装置 2 0 A は路面状態検出装置 8 0 A を備えている。この路面状態検出装置 8 0 A は、第 1 の路面状況判断部 8 1 A (ステップS 1 3 A) と、第 2 の路面状況判断部 8 2 A (ステップS 2 3 A) と、警告駆動制御部 7 3 (ステップS 3 1) と、を備えている。

【 0 0 7 4 】

以上の実施例 2 の説明をまとめると、次の通りである。

路面状態検出装置 8 0 A は、前記車両 1 0 の走行速度 V_s (車速 V_s) を検出する車速検出部 6 1 を備える。前記軸力閾値 f_s と前記ヨーレート閾値 Y_s の少なくともいずれか一方 (好ましくは、前記軸力閾値 f_s と前記ヨーレート閾値 Y_s の両者) は、前記走行速

50

度 V_s に基づいて変化する。

【 0 0 7 5 】

一般に、運転者が路面摩擦低下であるとの認知は、走行速度 V_s (車速 V_s) に従って変化し得る。これに対し、実施例 2 では、走行速度 V_s (車速 V_s) に基づいて軸力閾値 f_s やヨーレート閾値 Y_s を変化させている。例えば、車速が高速であるほど、軸力閾値 f_s を高く設定するとともに、ヨーレート閾値 Y_s を低く設定することができる。このため、多様な操作や運転状況に対応した路面状況を、より一層高精度に判断することができる。その他の作用、効果は、上記実施例 1 の作用、効果と同じである。

【 0 0 7 6 】

< 実施例 3 >

次に、図 7 及び図 8 を参照しつつ実施例 3 の路面状態検出装置 8 0 B、及びこの路面状態検出装置 8 0 B を備えたパワーステアリング装置 2 0 B を説明する。実施例 3 は、実施例 1 及び実施例 2 と比較して、運転者は、速やかに且つ容易に路面状況の危険度合いを認知することができる。

【 0 0 7 7 】

図 7 は、実施例 3 のパワーステアリング装置 2 0 B の模式図であり、実施例 2 のパワーステアリング装置 2 0 A を説明する図 4 に対応させて表している。図 7 の実施例 3 の制御部 6 6 B は、図 4 の実施例 2 の制御部 6 6 B と同様に、軸力閾値設定部 6 9 A 及びヨーレート閾値設定部 7 0 A を備えることができる。なお、軸力閾値設定部 6 9 A 及びヨーレート閾値設定部 7 0 A の一方は、図 1 の軸力閾値設定部 6 9 及びヨーレート閾値設定部 7 0 の一方であってもよく、すなわち、実施例 3 の制御部 6 6 B は、実施例 1 の制御部 6 6 に対して、走行速度 V_s に基づいて軸力閾値 f_s とヨーレート閾値 Y_s の少なくともいずれか一方を変化させるといふ、路面状態検出装置 8 0 B の機能を有していればよい。

【 0 0 7 8 】

図 8 は、実施例 3 の制御部 6 6 B の制御フローチャートであり、実施例 2 の制御部 6 6 A の制御フローチャートを説明する図 5 に対応させて表している。

【 0 0 7 9 】

実施例 3 のパワーステアリング装置 2 0 B の路面状態検出装置 8 0 B は、(1) 警告発生部 6 5 B が、第 1 の路面状況と第 2 の路面状況とで互いに異なる警告を発するとともに、(2) 第 2 の路面状況が低摩擦状況であるときには転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップを修正する方向の操舵反力をステアリングホイール 2 1 に付与することを特徴とする。その他の基本的な構成については、実施例 1 のパワーステアリング装置 2 0 と共通する。実施例 2 のパワーステアリング装置 2 0 A と共通する部分については、符号を流用すると共に、詳細な説明を省略する。

【 0 0 8 0 】

実施例 2 の警告発生部 6 5 に対して、実施例 3 の警告発生部 6 5 B は、第 1 警告部 1 0 1 と第 2 警告部 1 0 2 という 2 つの警告部を有していることを特徴とする。第 1 警告部 1 0 1 は、第 1 の路面状況の場合に報知するものであって、例えば運転者が視覚によって認識することが可能な構成(点滅する警告灯など)であり、車室内において運転者が認知しやすい位置、例えばインストルメントパネルに配置される。第 2 警告部 1 0 2 は、第 2 の路面状況の場合に報知するものであって、例えば運転者が聴覚によって認識することが可能な構成(ブザー等の警音器など)あり、車室内に配置される。

【 0 0 8 1 】

実施例 3 の警告駆動制御部 7 3 B は、第 1 警告部 1 0 1 を駆動制御する第 1 警告駆動制御部 1 0 3 と、第 2 警告部 1 0 2 を駆動制御する第 2 警告駆動制御部 1 0 4 とによって構成されている。

【 0 0 8 2 】

実施例 2 の制御部 6 6 A に対して、実施例 3 の制御部 6 6 B は、(1) 第 1 の路面状況と第 2 の路面状況とで互いに異なる警告を警告発生部 6 5 B に発生させるとともに、(2) 第 2 の路面状況が低摩擦状況であるときには転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップを修正する

10

20

30

40

50

方向の操舵反力を反力付加アクチュエータ 3 2 に発生させるという、路面状態検出装置 8 0 B の機能を有している。

【 0 0 8 3 】

図 8 に示される実施例 3 の制御部 6 6 B の制御フローチャートにおいて、ステップ S 0 1 , S 0 2 , S 1 1 A ~ S 1 3 A , S 2 1 A ~ S 2 3 A の制御内容は、上記図 5 に示される実施例 2 の制御部 6 6 A の制御フローチャートの制御内容と同じであり、説明を省略する。

【 0 0 8 4 】

前記ステップ S 1 3 A において実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていると判断、つまり、路面 R d が低摩擦状況であるという判断をした場合には、次のステップ S 3 1 A において第 1 警告駆動制御部 1 0 3 により第 1 警告部 1 0 1 を作動させた後に、このサブルーチンを終了する。この結果、第 1 警告部 1 0 1 は車両 1 0 を運転している運転者に、第 1 の路面状況であるという警告を発する。一方、前記ステップ S 1 3 A において実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていないと判断をした場合には、第 1 警告部 1 0 1 を作動させることなく、このサブルーチンを終了する。

10

【 0 0 8 5 】

前記ステップ S 2 3 A において実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていると判断、つまり、路面 R d が低摩擦状況であるという判断をした場合には、次のステップ S 3 1 B において第 2 警告駆動制御部 1 0 4 により第 2 警告部 1 0 2 を作動させた後に、ステップ S 3 2 に進む。この結果、第 2 警告部 1 0 2 は車両 1 0 を運転している運転者に、第 2 の路面状況であるという警告を発する。一方、前記ステップ S 2 3 A において実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていないと判断をした場合には、第 2 警告部 1 0 2 を作動させることなく、このサブルーチンを終了する。

20

【 0 0 8 6 】

前記ステップ S 3 1 B の次の、ステップ S 3 2 では、反力付加アクチュエータ制御部 7 1 により反力付加アクチュエータ 3 2 を駆動制御することによって、路面 R d に対する転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップを修正する方向の操舵反力を、反力付加アクチュエータ 3 2 から発生させる。

【 0 0 8 7 】

以上の説明から明らかなように、パワーステアリング装置 2 0 B は路面状態検出装置 8 0 B を備えている。この路面状態検出装置 8 0 B は、第 1 の路面状況判断部 8 1 A (ステップ S 1 3 A) と、第 2 の路面状況判断部 8 2 A (ステップ S 2 3 A) と、第 1 警告駆動制御部 1 0 3 (ステップ S 3 1 A) と、第 2 警告駆動制御部 1 0 4 (ステップ S 3 1 B) と、反力付加アクチュエータ制御部 7 1 と、を備えている。

30

【 0 0 8 8 】

以上の実施例 3 の説明をまとめると、次の通りである。

前記警告発生部 6 5 B は、前記第 1 の路面状況判断部 8 1 によって、前記路面 R d が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合と、前記第 2 の路面状況判断部 8 2 によって、前記路面 R d が前記低摩擦状況であるという判断がなされた場合とで、互いに種類の異なる警告を発する。

40

【 0 0 8 9 】

一般に、車両の走行している路面が、(1) 滑りやすい路面であることと、(2) 実際に滑っている状態であることとは、運転者の危険度合いが異なるので、警告発生部 6 5 B が発する警告も異なることが好ましい。

【 0 0 9 0 】

第 1 の路面状況は、運転者が、ステアリングホイール 2 1 の操舵トルクが過小な状態になったと感じることによって、路面摩擦が低下したことを認知する、滑りやすい路面状況である。また、第 2 の路面状況は、運転者が、車両 1 0 に発生したヨーレート Y_r が過大な状態になったと感じることによって、路面摩擦が低下したことを認知する、車両運動に影響を与えている路面状況である。

50

【 0 0 9 1 】

これに対し、警告発生部 6 5 B は、軸力 f_r の変化から第 1 の路面状況であると判断した場合には、第 1 警告部 1 0 1 を駆動する（例えば警告灯を点滅させる）。また、警告発生部 6 5 B は、ヨーレート Y_r の変化から、低摩擦の第 2 の路面状況であると判断した場合には、第 2 警告部 1 0 2 を駆動する（例えばブザー等の警音器を鳴らす）。このように、警告発生部 6 5 B から発せられる警告が異なることによって、運転者は速やかに且つ容易に路面状況の危険度合いを認知することができる。

【 0 0 9 2 】

さらに、前記ステアバイワイヤ式のパワーステアリング装置 2 0 は、前記ステアリングホイール 2 1 の操舵入力に抵抗する操舵反力を発生して前記ステアリングホイール 2 1 に付加する反力付加アクチュエータ 3 2 と、この反力付加アクチュエータ 3 2 を駆動制御する反力付加アクチュエータ制御部 7 1 とを備える。前記第 2 の路面状況判断部 8 2 A が前記低摩擦状況であるという判断をした場合には、前記反力付加アクチュエータ制御部 7 1 は、前記路面 R_d に対する前記転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップを修正する方向の前記操舵反力を前記ステアリングホイール 2 1 に付与して前記操舵角 δ を補正するように、前記反力付加アクチュエータ 8 2 を制御する。

10

【 0 0 9 3 】

このように、操舵角 δ に対するヨーレート Y_r の変化から、低摩擦の第 2 の路面状況であると第 2 の路面状況判断部 8 2 が判断した場合には、転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップを修正する方向の操舵反力をステアリングホイール 2 1 に付与することによって、操舵角 δ や、操舵トルクに基づいて変化する転舵用アクチュエータ 4 4 の制御量が変化することとなるため、速やかに修正操舵をおこなうことができ、路面 R_d に対する転舵車輪 2 3 , 2 3 のスリップ状態を迅速に解消することができる。

20

【 0 0 9 4 】

その他の作用、効果は、上記実施例 1 及び実施例 2 の作用、効果と同じである。

【 0 0 9 5 】

< 実施例 4 >

次に、図 9 ~ 図 1 1 (及び図 6、図 3) を参照しつつ実施例 4 の路面状態検出装置 8 0 C、及びこの路面状態検出装置 8 0 C を備えたパワーステアリング装置 2 0 C を説明する。実施例 4 は、実施例 2 と比較して、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量の誤検知を防止して、運転者は、路面状況を、より一層高精度に判断することが可能である。

30

【 0 0 9 6 】

図 9 は、実施例 4 のパワーステアリング装置 2 0 C の模式図であり、実施例 2 のパワーステアリング装置 2 0 A を説明する図 4 に対応させて表している。図 1 0 は、実施例 4 の制御部 6 6 C の制御フローチャートであり、実施例 2 の制御部 6 6 A の制御フローチャートを説明する図 5 に対応させて表している。

【 0 0 9 7 】

図 6 (a) は、実施例 2 の第 1 マップの説明図であり、実施例 1 の第 1 マップを説明する図 3 (a) に対応させて表している。実施例 4 の第 1 マップは、実施例第 2 の第 1 マップと同じであり、図 6 (a) を参照して、実施例 4 の第 1 マップを説明することができる。

40

【 0 0 9 8 】

図 6 (b) は、実施例 2 の第 2 マップの説明図であり、実施例 1 の第 2 マップを説明する図 3 (b) に対応させて表している。図 6 (b) は、横軸を操舵角 δ とし、縦軸をヨーレート閾値 Y_s として、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots V_{sn} 毎に、操舵角 δ に対するヨーレート閾値 Y_s を求める第 2 マップを示している。この第 2 マップによれば、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、各車速 V_{s1} , V_{s2} , \dots V_{sn} が高速であるほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さくなることが判る。

【 0 0 9 9 】

図 1 1 (a) は、基本のヨーレート閾値 Y_s が車速 V_s によって増減する第 1 ゲイン g

50

a (第1係数)を示す。操舵角 δ に対応する基本のヨーレート閾値 Y_s を図3(b)で求め、車速 V_s に対応する第1ゲイン g_a を図11(a)で求め、求めた基本のヨーレート閾値 Y_s と求めた第1ゲイン g_a とを乗算することで、図6(b)のマップで求めるヨーレート閾値 Y_s と同じヨーレート閾値 Y_s を求めることができる。言い換えれば、図3(b)の第2マップと図11(a)の第1ゲイン g_a とを用いることで、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、各車速 $V_{s1}, V_{s2}, \dots, V_{sn}$ が高速であるほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さくなることが判る。

【0100】

図11(b)は、基本のヨーレート閾値 Y_s が第1閾値 TH 以上の操舵速度 d_s/d_t の絶対値によって増加する第2ゲイン g_b (第2係数)を示す。図3(b)の第2マップと図11(b)の第2ゲイン g_b とを用いることで、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、第1閾値 TH_1 以上の $|d_s/d_t|$ が大きいほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さいことが判る。

10

【0101】

図11(c)は、基本のヨーレート閾値 Y_s が第2閾値 TH 以下の左右方向加速度(横 G)によって減少する第3ゲイン g_c (第3係数)を示す。図3(b)の第2マップと図11(c)の第3ゲイン g_c とを用いることで、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、第2閾値 TH_2 以下の $|横G|$ が大きいほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さいことが判る。

20

【0102】

図11(d)は、基本のヨーレート閾値 Y_s が前後方向加速度(前後 G)によって減増する第4ゲイン g_d (第4係数)を示す。図3(b)の第2マップと図11(d)の第4ゲイン g_d とを用いることで、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s が増大するとともに、前方向加速度の前 G (加速度)が大きいほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が小さくなる一方、後方向加速度の後 G (減速度)が大きいほど、操舵角 δ の増大に従ってヨーレート閾値 Y_s の増大する割合が大きくなることが判る。

【0103】

実施例4のパワーステアリング装置20Cの路面状態検出装置80Cは、例えば図3(b)の基本のヨーレート閾値 Y_s が、車速検出部61によって検出された走行速度 V_s 、操舵速検出部51Aによって検出された操舵速度 d_s/d_t 、 G 検出部62Aによって検出された横 G 、 G 検出部62Aによって検出された前後 G に基づいて変化することを特徴とする。その他の基本的な構成については、実施例2のパワーステアリング装置20Aと共通する。実施例2のパワーステアリング装置20Aと共通する部分については、符号を流用すると共に、詳細な説明を省略する。

30

【0104】

実施例4の制御部66Cは、実施例2の制御部66Aに対して、操舵速度 d_s/d_t 、横 G 、前後 G に基づいてヨーレート閾値 Y_s を変化させるといふ、路面状態検出装置80Cの機能を有している。

40

【0105】

実施例4の制御部66Cは制御を開始すると、先ずステップS01では、検出された操舵角 δ (実操舵角 δ) を取得する。次に、ステップS02では、車速検出部61によって実際に検出された車速 V_s (実車速 V_s) を取得する。次に、ステップS11A~S13Aの一連の第1の処理と、ステップS21B~S23Bの一連の第2の処理とを、並列処理を実行する。

【0106】

第1の処理において、先ずステップS21Aでは、操舵角 δ と車速 V_s との値から軸力 f_r に関する閾値である軸力閾値 f_s を設定する。この軸力閾値 f_s は、路面 R_d が低摩擦状況であるか否かを判断する第1の基準値である。この軸力閾値 f_s は、予め設定さ

50

れている所定の、第1マップ(図6(a)参照)や演算によって求められる。ここで、図6(a)の第1マップの代わりに、図3(a)の第1マップと車速 V_s に応じたゲイン(係数)とを用いてもよい。

【0107】

前記ステップS11Aの次のステップS12Aでは、上記実施例2と同様に、軸力検出部58によって実際に検出された軸力 f_r (実軸力 f_r)を取得する。

【0108】

次に、ステップS13Aでは、上記実施例2と同様に、転舵車輪23, 23が接している路面Rdの、第1の路面状況を判断、つまり、実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っているか否かを判断する。このステップS13Aは、転舵車輪23, 23が接している路面Rdの、第1の路面状況を判断する第1の路面状況判断部81Aを構成している。

10

【0109】

一方、前記第2の処理において、先ずステップS21Bでは、操舵角 δ と車速 V_s と操舵速度 $d\delta/dt$ と横Gと前後Gとの値からヨーレート Y_r に関する閾値であるヨーレート閾値 Y_s を設定する。このヨーレート閾値 Y_s は、路面Rdが低摩擦状況であるか否かを判断する第2の基準値である。このヨーレート閾値 Y_s は、予め設定されている所定の、第2マップ(図3(b)参照)及びゲイン(図11(a)~図11(d)参照)や演算によって求められる。

【0110】

例えば図3(b)の第2マップによって求められる基本のヨーレート閾値 Y_s と、図11(a)~図11(d)のゲインによって求められる係数と、を乗算することで、操舵角 δ と車速 V_s と操舵速度 $d\delta/dt$ と横Gと前後Gとに基づくヨーレート閾値 Y_s を求めることができる。ここで、図3(b)の第2マップ(2次元マップ)及び図11(a)の第1ゲイン g_a の代わりに、図6(b)の第2マップ(3次元マップ)を用いてもよい。代替的に、図3(b)の第2マップ(2次元マップ)及び図11(a)の第1ゲイン g_a ~図11(d)の第4ゲイン g_d の代わりに、図示されない第2マップ(6次元マップ)を用いてもよい。

20

【0111】

前記ステップS21Bの次の、ステップS22Bでは、上記実施例2と同様に、ヨーレート検出部63によって実際に検出されたヨーレート Y_r (実ヨーレート Y_r)を取得する。

30

【0112】

次に、ステップS23Bでは、上記実施例2と同様に、転舵車輪23, 23が接している路面Rdの、第2の路面状況を判断、つまり、実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っているか否かを判断する。このステップS23Aは、転舵車輪23, 23が接している路面Rdの、第2の路面状況を判断する第2の路面状況判断部82Bを構成している。

【0113】

前記ステップS13Aにおいて実軸力 f_r が軸力閾値 f_s を下回っていると判断、及び/又は、前記ステップS23Bにおいて実ヨーレート Y_r がヨーレート閾値 Y_s を上回っていると判断をした場合、つまり、路面Rdが低摩擦状況であるという判断をした場合には、次のステップS31において警告駆動制御部73により警告発生部65を作動させた後に、このサブルーチンを終了する。この結果、警告発生部65は車両10を運転している運転者に警告を発する。

40

【0114】

以上の実施例4の説明をまとめると、次の通りである。

路面状態検出装置80Cは、ステアリングホイールの操舵角 δ の操舵速度 $d\delta/dt$ を検出する操舵速検出部51Aを備え、ヨーレート閾値 Y_s は、 $d\delta/dt$ にも基づく。図9の操舵速検出部51Aは、操舵角検出部51によって検出された操舵角 δ を時間微分することによって操舵速度 $d\delta/dt$ を検出する。なお、操舵角検出部51それ

50

自身が操舵角 δ 及び操舵速度 $d\delta/dt$ を検出して制御部 66C に出力してもよく、言い換えれば、操舵角検出部 51 は、操舵角及び操舵速度検出部 51, 51A として構成されてもよい。

【0115】

また、路面状態検出装置 80C は、車両 10 に発生した横 G 及び前後 G を検出する G 検出部 62A を備え、ヨーレート閾値 Y_s は、横 G 及び前後 G にも基づく。図 9 の G 検出部 62A は、少なくとも 2 軸方向（左右方向及び前後方向）の加速度を検出可能である 1 つの加速度センサで構成することができる。なお、図 9 の G 検出部 62A は、少なくとも 1 軸方向（左右方向）の加速度（横 G）を検出可能である 1 つの加速度センサと、少なくとも 1 軸方向（前後方向）の車両 10 の加速度（前後 G）を検出可能である 1 つの加速度センサと、で構成してもよい。

10

【0116】

一般に、運転者がステアリングホイールを早切りする場合、車両 10 は、操舵速度に応答できない。この場合、ヨーレート検出部 63 によって検出される、車両 10 に発生したヨーレート Y_r は、小さくなる。したがって、操舵速度 $d\delta/dt$ の絶対値が第 1 閾値 T_H 以上である場合、ヨーレート閾値 Y_s を小さくしないと、第 2 の路面状況判断部 82B は、誤検知してしまう。ヨーレート閾値 Y_s が操舵速度 $d\delta/dt$ に基づく第 4 実施例では、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量の誤検知を防止することができる。

【0117】

また、一般に、横 G が高い場合、ヨーレート閾値 Y_s はヨーレート Y_r よりも大きくなる。したがって、横 G の絶対値が第 2 閾値 T_H 以上である場合、ヨーレート閾値 Y_s を小さくしないと、第 2 の路面状況判断部 82B は、誤検知してしまう。ヨーレート閾値 Y_s が横 G に基づく第 4 実施例では、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量の誤検知を防止することができる。

20

【0118】

さらに、一般に、車両 10 が運転者によってブレーキングされる場合、前輪荷重及び後輪荷重が変化する。前 G（加速度）が大きいほど、ヨーレート閾値 Y_s を小さくしないと、また、後 G（減速度）が大きいほど、ヨーレート閾値 Y_s を大きくしないと、第 2 の路面状況判断部 82B は、誤検知してしまう。ヨーレート閾値 Y_s が前後 G に基づく第 4 実施例では、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量の誤検知を防止することができる。その他の作用、効果は、上記実施例 2 の作用、効果と同じである。

30

【0119】

<実施例 5>

図示は省略するが、実施例 5 は、実施例 4 と比較して、実施例 1 と同様に、軸力閾値 f_s とヨーレート閾値 Y_s の少なくともいずれか一方が、車速検出部 61 によって検出された走行速度 V_s に基づいて変化しないことを特徴とする。

【0120】

実施例 5 では、実施例 4 のステップ S11A ~ S13A の一連の第 1 の処理は、実施例 1 のステップ S11 ~ S13 の一連の第 1 の処理であってもよい。

【0121】

実施例 5 では、実施例 4 のステップ S21B ~ S23B の一連の第 2 の処理は、以下のような第 2 の処理であってもよい。先ずステップ S21B の代わりに、操舵角 δ と操舵速度 $d\delta/dt$ と横 G と前後 G との値からからヨーレート Y_r に関する閾値であるヨーレート閾値 Y_s を設定する。このヨーレート閾値 Y_s は、路面 R_d が低摩擦状況であるか否かを判断する第 2 の基準値である。このヨーレート閾値 Y_s は、予め設定されている所定の、第 2 マップ（図 3（b）参照）及びゲイン（図 11（b）~ 図 11（d）参照）や演算によって求められる。

40

【0122】

次に、実施例 5 では、上記実施例 4 と同様に、ステップ S22B を実行し、ヨーレート検出部 63 によって実際に検出されたヨーレート Y_r （実ヨーレート Y_r ）を取得する。

50

次に、実施例 5 では、上記実施例 4 と同様に、ステップ S 2 3 B を実行し、転舵車輪 2 3、2 3 が接している路面 R d の、第 2 の路面状況を判断、つまり、実ヨーレート Y r がヨーレート閾値 Y s を上回っているか否かを判断する。

【 0 1 2 3 】

ヨーレート閾値 Y s が、操舵速度 $d \quad s / d t$ 、横 G 及び前後 G にも基づく実施例 5 では、実施例 1 と比較して、運転者が路面摩擦の低下を感じる状態量の誤検知を防止して、運転者は、路面状況を、より一層高精度に判断することが可能である。

【 0 1 2 4 】

< 実施例 6 >

図示及び説明は省略するが、実施例 6 は、実施例 4 と比較して、実施例 3 と同様に、警告駆動制御部 7 3 の代わりに、警告駆動制御部 7 3 B を備えることを特徴とする。言い換えれば、実施例 6 では、ステップ S 3 1 の代わりに、ステップ S 3 1 A 及びステップ S 3 1 B を実行してもよい。また、実施例 6 では、ステップ S 3 2 を実行してもよい。

10

【 0 1 2 5 】

なお、本発明による緩衝器は、本発明の作用及び効果を奏する限りにおいて、上記実施例に限定されるものではない。

例えば、上記実施例 1 ~ 6 のパワーステアリング装置 2 0、2 0 A、2 0 B、2 0 C は、いずれか 2 つ、または全てを組み合わせることが可能である。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 6 】

本発明の路面状態検出装置 8 0、8 0 A、8 0 B、8 0 C、及びこの路面状態検出装置 8 0、8 0 A、8 0 B、8 0 C を備えたパワーステアリング装置 2 0、2 0 A、2 0 B、2 0 C は、自動車に搭載するのに好適である。

20

【 符号の説明 】

【 0 1 2 7 】

- 1 0 車両
- 2 0、2 0 A、2 0 B、2 0 C パワーステアリング装置
- 2 1 ステアリングホイール
- 2 2 操舵部
- 2 3 車輪
- 2 4 転舵部
- 3 2 反力付加アクチュエータ
- 4 4 転舵用アクチュエータ
- 5 1 操舵角検出部
- 5 1 A 操舵速検出部
- 5 3 反力モータ回転角検出部
- 5 8 軸力検出部
- 6 1 車速検出部
- 6 2 A G 検出部
- 6 3 ヨーレート検出部
- 6 5、6 5 B 警告発生部
- 6 6、6 6 A、6 6 B、6 6 C 制御部
- 6 9、6 9 A 軸力閾値設定部
- 7 0、7 0 A、7 0 B ヨーレート閾値設定部
- 7 1 反力付加アクチュエータ制御部
- 7 3、7 3 B 警告駆動制御部
- 8 0、8 0 A、8 0 B、8 0 C 路面状態検出装置
- 8 1、8 1 A 第 1 の路面状況判断部
- 8 2、8 2 A、8 2 B 第 2 の路面状況判断部
- 1 0 1 第 1 警告部

30

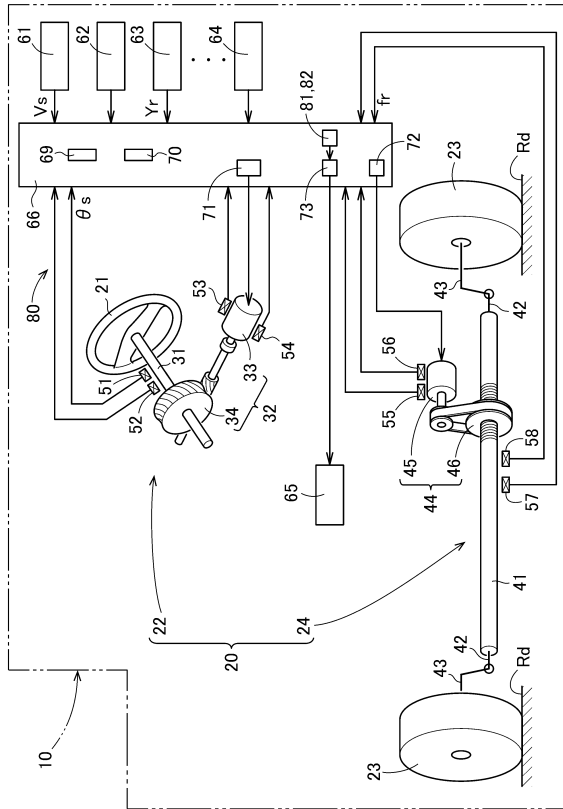
40

50

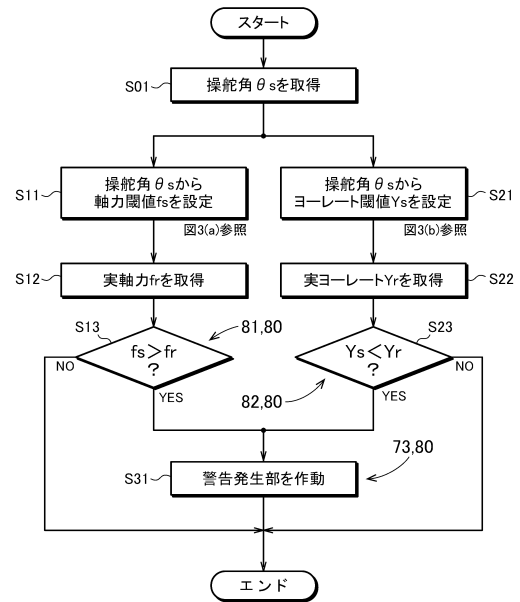
- 102 第2警告部
- 103 第1警告駆動制御部
- 104 第2警告駆動制御部
- fr 転舵軸の軸力
- Rd 路面
- Vs 車両の走行速度(車速)
- Yr 車両に発生したヨーレート
- s ステアリングホイールの操舵角

【図面】

【図1】



【図2】



10

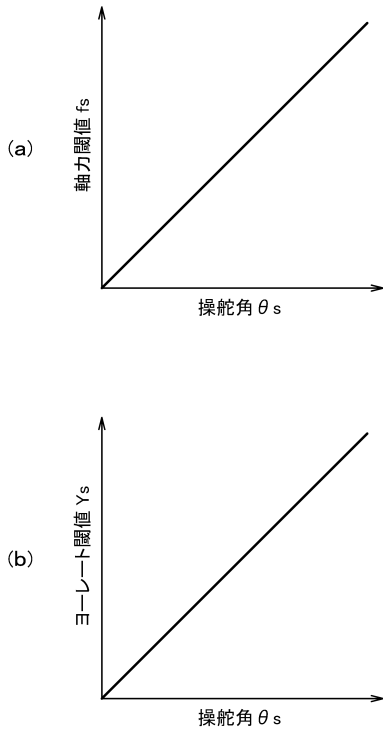
20

30

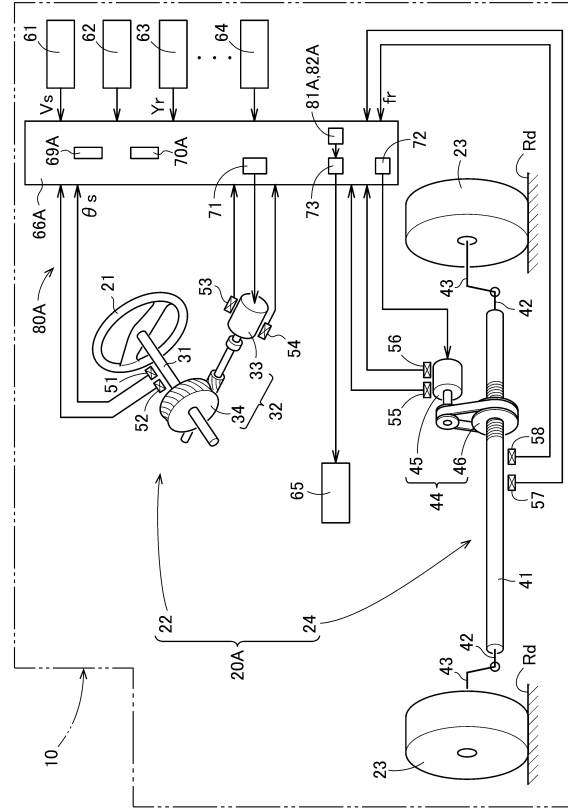
40

50

【図3】



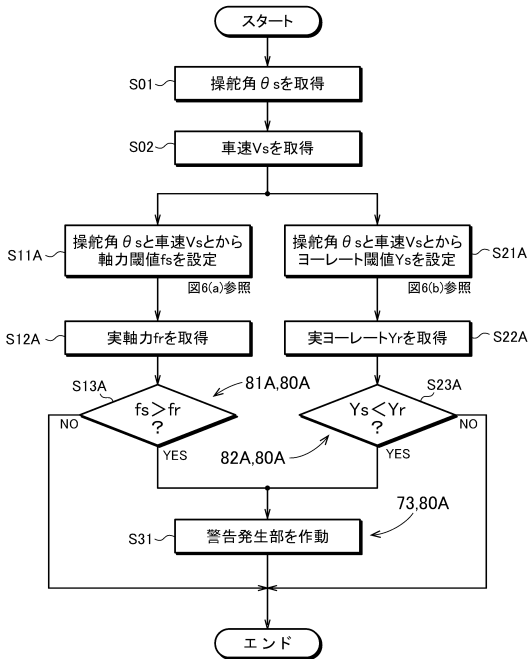
【図4】



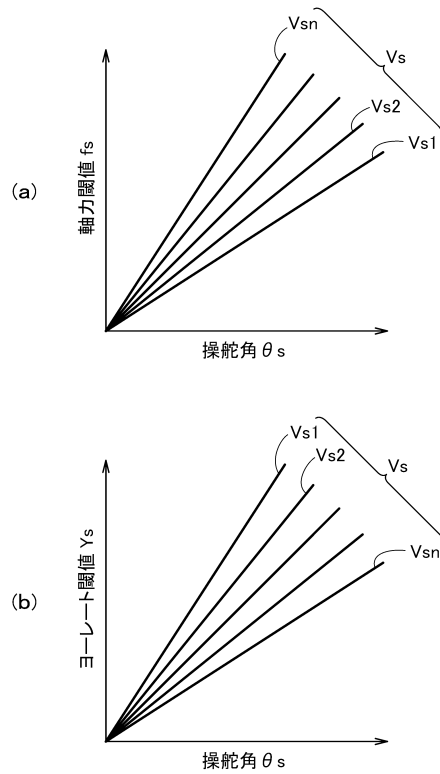
10

20

【図5】



【図6】

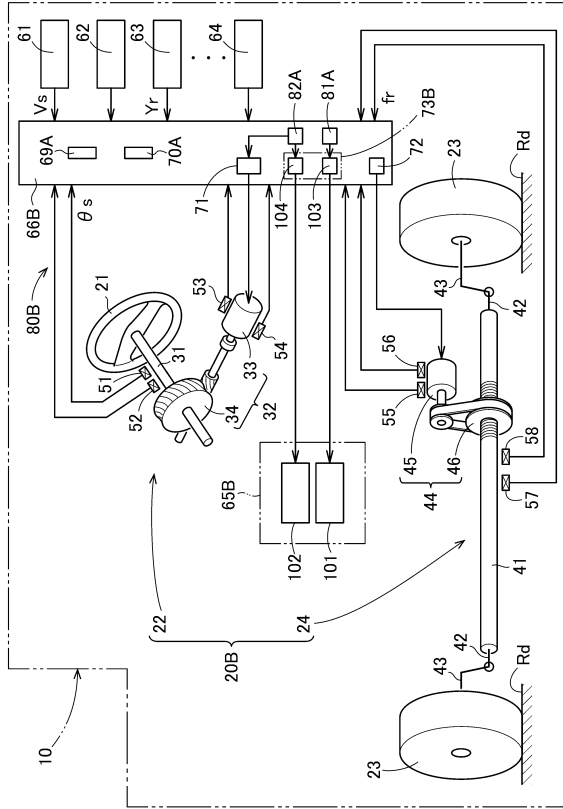


30

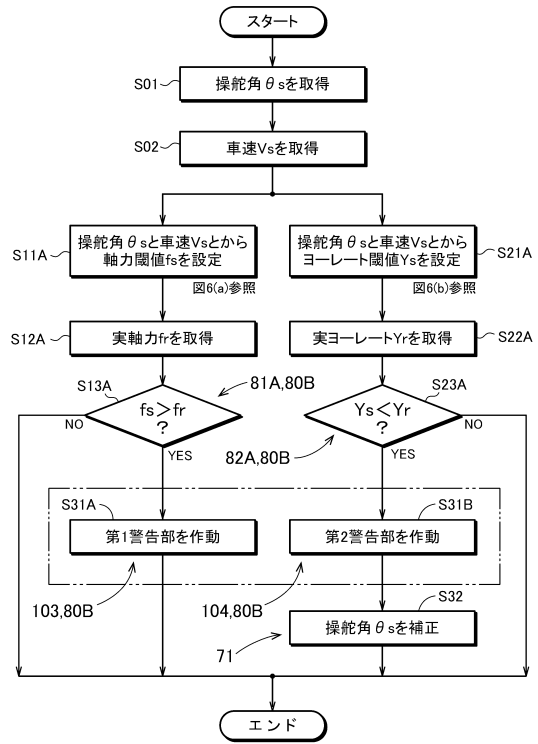
40

50

【図7】



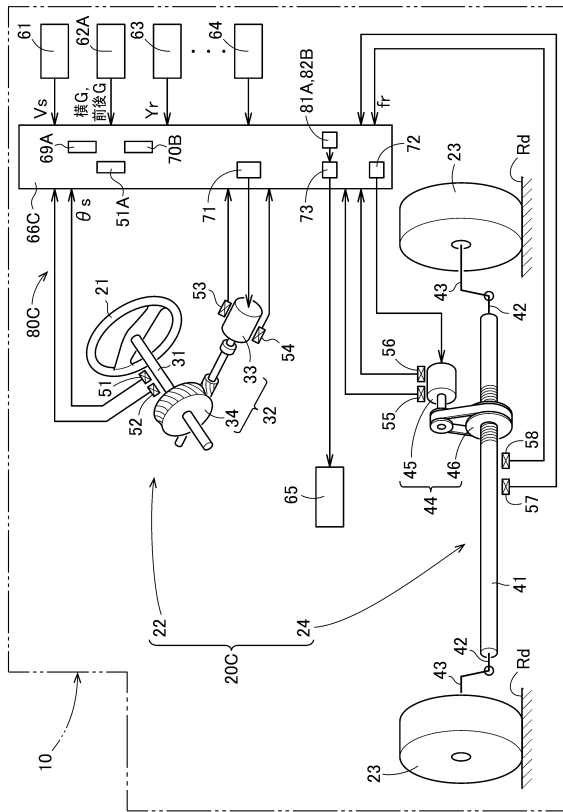
【図8】



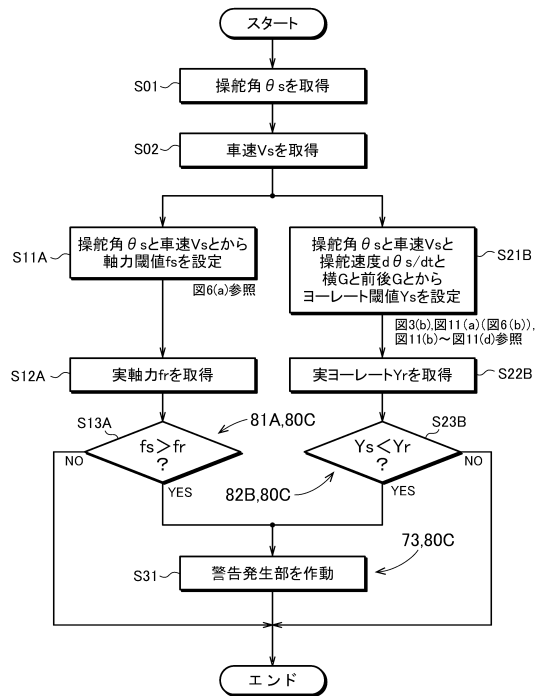
10

20

【図9】



【図10】

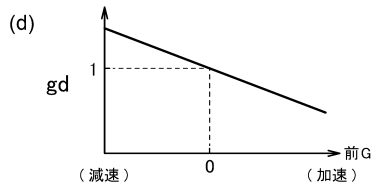
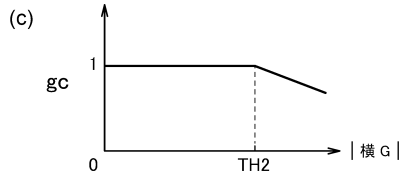
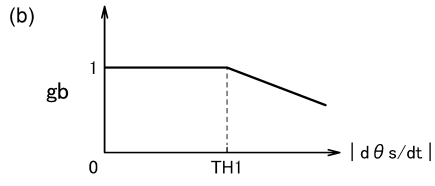
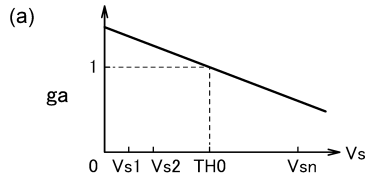


30

40

50

【 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2019/073513(WO, A1)
特開2012-016977(JP, A)
特開2006-327550(JP, A)
特開2007-137138(JP, A)
特開2010-195142(JP, A)
特開2005-067485(JP, A)
米国特許出願公開第2020/0262468(US, A1)
特開2008-265687(JP, A)
特開2022-092855(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-------------|
| B 6 2 D | 6 / 0 0 |
| B 6 2 D | 5 / 0 4 |
| B 6 0 W | 5 0 / 1 4 |
| B 6 0 W | 4 0 / 0 6 8 |
| B 6 0 W | 3 0 / 0 2 |