

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6307695号  
(P6307695)

(45) 発行日 平成30年4月11日(2018.4.11)

(24) 登録日 平成30年3月23日(2018.3.23)

(51) Int. Cl. F 1  
**B 6 2 K 5/10 (2013.01)** B 6 2 K 5/10  
**B 6 2 K 5/027 (2013.01)** B 6 2 K 5/027  
**B 6 2 K 21/00 (2006.01)** B 6 2 K 21/00

請求項の数 10 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2015-60553 (P2015-60553)	(73) 特許権者	591261509
(22) 出願日	平成27年3月24日(2015.3.24)		株式会社エクス・リサーチ
(65) 公開番号	特開2016-165986 (P2016-165986A)		東京都千代田区外神田1丁目18番13号
(43) 公開日	平成28年9月15日(2016.9.15)	(74) 代理人	100139114
審査請求日	平成29年3月13日(2017.3.13)		弁理士 田中 貞嗣
(31) 優先権主張番号	特願2015-44516 (P2015-44516)	(74) 代理人	100139103
(32) 優先日	平成27年3月6日(2015.3.6)		弁理士 小山 卓志
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100094787
			弁理士 青木 健二
		(74) 代理人	100097777
			弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100091971
			弁理士 米澤 明
		(74) 代理人	100119220
			弁理士 片寄 武彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

トレールを有する操舵輪と、車両幅方向に配置された一対の車輪とを少なくとも含む3つ以上の車輪が設けられた車体と、  
 操作することで旋回方向が入力される操作入力部と、  
 前記車体を傾斜させる傾斜部と、  
 前記操舵輪の舵角を制御する操舵輪制御部と、を有し、  
 車両の車速が所定車速より低いとき、  
 前記操舵輪制御部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記操舵輪の舵角を制御すると共に、  
 前記傾斜部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第1モードで走行し、  
 車両の車速が所定車速以上であるとき、  
 前記操舵輪制御部が、前記操舵輪を前記操作入力部とは無関係に回動自在な状態とする制御を行うと共に、  
 前記傾斜部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第2モードで走行し、  
前記第2モードにおける前記所定車速での前記車体の傾斜角に基づく旋回半径を予測し、前記旋回半径から、前記所定車速での前記操舵輪の舵角を算出し、算出された前記舵角となるように制御することを特徴とする車両。

## 【請求項 2】

前記第 1 モードでは、車速の上昇に伴い、前記車体の傾斜角が漸増し、前記第 2 モードにおける前記所定車速での前記車体の傾斜角となるように制御することを特徴とすることを特徴とする請求項 1 に記載の車両。

## 【請求項 3】

前記操作入力部は、操作される角度である入力操舵角を検出し、前記第 2 モードでは、前記傾斜部が前記入力操舵角に対し、一定の仮想ギヤ比で前記車体を傾斜することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の車両。

## 【請求項 4】

前記操舵輪が前輪であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の車両。 10

## 【請求項 5】

前記傾斜部は、前記一对の車輪を傾斜させることにより、前記車体を傾斜させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の車両。

## 【請求項 6】

車両を後退させるときには、第 1 モードで走行することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の車両。

## 【請求項 7】

前記第 1 モードから前記第 2 モードへの切り替え時における前記所定車速と、前記第 2 モードから前記第 1 モードへの切り替え時における前記所定車速と、が異なることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車両。 20

## 【請求項 8】

前記第 2 モードで、検出される前記操舵輪の舵角が、計算に基づく前記操舵輪の舵角と所定値以上の乖離があるとき、前記第 2 モードから前記第 1 モードへの切り替え時における前記所定車速を前記第 1 モードから前記第 2 モードへの切り替え時における前記所定車速より速くすることを特徴とする請求項 7 に記載の車両。

## 【請求項 9】

前記第 2 モードから前記第 1 モードへの切り替え時において検出される前記操舵輪の舵角が、前記第 1 モードにおける前記操舵輪の目標舵角と、異なる場合、前記操舵輪の舵角を、前記操舵輪の目標舵角に、連続的に近づけるように補正することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車両。 30

## 【請求項 10】

前記第 1 モードから前記第 2 モードへ切り替わったときの前記操舵輪の切り替え時舵角を検出すると共に、前記第 1 モードでは、前記切り替え時舵角に応じて、前記操舵輪の目標舵角を変更することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の車両。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】 40

## 【0001】

本発明は、トレールを有する操舵輪を含む 3 つ以上の車輪が設けられた車体からなる車両に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、エネルギー資源の枯渇問題に鑑み、車両の省燃費化が強く要求されている。その一方で、車両の低価格化等から、車両の保有者が増大し、1 人が 1 台の車両を保有する傾向にある。そのため、例えば、4 人乗りの車両を運転者 1 人のみが運転することで、エネルギーが無駄に消費されるという問題点があった。車両の小型化による省燃費化としては、車両を 1 人乗りの三輪車又は四輪車として構成する形態が最も効率的であるといえる。 50

## 【 0 0 0 3 】

しかし、走行状態によっては、車両の安定性が低下してしまうことがある。そこで、車体を横方向に傾斜（リーン）させることによって、旋回時の車両の安定性を向上させる技術が提案されている

例えば、特許文献 1（特開 2 0 1 3 - 2 3 3 8 9 5 号公報）には、車体を傾斜させる構成を有しており、操作レバーの入力に基づいて、左右輪のホイールモータの駆動力を制御することで車体を傾斜させ、操舵輪は車体が傾斜する方向へ自然と転舵し、回動する車両が開示されている。

## 【 0 0 0 4 】

また、特許文献 2（特開 2 0 1 3 - 7 1 6 8 8 号公報）には、車両において、車体を傾斜させる構成を有しており、操舵部の入力、車速センサ、横 G センサに基づいて、車体の傾斜角、操舵輪の実舵角をそれぞれ計算して専用のモータで、傾斜角、実舵角を変える技術が開示されている。

10

## 【 0 0 0 5 】

また、特許文献 3（特開平 5 - 1 4 7 5 5 4 号公報）には、旋回時の走行抵抗を減らし燃費を向上させるために、第 1 の操舵機構により一对の操舵輪をリーンさせ、第 2 の操舵機構により一对の操舵輪をステアすることで、旋回を行うことが開示されている。

## 【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 2 3 3 8 9 5 号公報

## 【特許文献 2】特開 2 0 1 3 - 7 1 6 8 8 号公報

## 【特許文献 3】特開平 5 - 1 4 7 5 5 4 号公報

20

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【 0 0 0 6 】

特許文献 1 記載の車両は車体を傾斜させることで、操舵輪に力を加えなくても、車速及び車体の傾斜角に従って自然と操舵輪の実舵角が変化し旋回することができる。しかし、高車速走行時は安定して走行できるものの、低車速時には実舵角が定まらずふらついてしまい、走行が不安定になってしまう。

## 【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 記載の車両はハンドルの入力、車速センサ、横 G センサに基づいて、車体の傾斜角、操舵輪の実舵角をモータで変化させているため、低車速時においても実舵角を安定させることができ、全車速域で安定した走行をすることができる。しかしながら、各センサの検出値から計算しているため、わずかながら応答遅れが生じてしまう。特に高車速時において、例えば、横風などの突発的な外力が生じた場合は、その応答遅れが原因で走行が不安定になってしまう。従って、走行を安定させるために車幅を広くするなどして対応する必要があった。

30

## 【 0 0 0 8 】

また、特許文献 3 記載の車両は、第 1 の操舵機構と、第 2 の操舵機構とを操作する必要があり、操作が複雑で走行が不安定になってしまうという課題があった。

## 【 0 0 0 9 】

以上まとめると、全車速域で安定して走行することが困難である、という課題があった。

40

## 【 0 0 1 0 】

そこで、本発明は、全車速域で安定して走行可能な車両を実現することを目的としている。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 1 】

上記問題を解決するために、本発明に係る車両は、トレールを有する操舵輪と、車両幅方向に配置された一对の車輪とを少なくとも含む 3 つ以上の車輪が設けられた車体と、操作することで旋回方向が入力される操作入力部と、前記車体を傾斜させる傾斜部と、前記操舵輪の舵角を制御する操舵輪制御部と、を有し、車両の車速が所定車速より低いとき、

50

前記操舵輪制御部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記操舵輪の舵角を制御すると共に、前記傾斜部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第1モードで走行し、車両の車速が所定車速以上であるとき、前記操舵輪制御部が、前記操舵輪を前記操作入力部とは無関係に回動自在な状態とする制御を行うと共に、前記傾斜部が、前記操作入力部からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第2モードで走行し、前記第2モードにおける前記所定車速での前記車体の傾斜角に基づく旋回半径を予測し、前記旋回半径から、前記所定車速での前記操舵輪の舵角を算出し、算出された前記舵角となるように制御することを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る車両は、前記第1モードでは、車速の上昇に伴い、前記車体の傾斜角が漸増し、前記第2モードにおける前記所定車速での前記車体の傾斜角となるように制御することを特徴とする。

10

【0014】

また、本発明に係る車両は、前記操作入力部は、操作される角度である入力操舵角を検出し、前記第2モードでは、前記傾斜部が前記入力操舵角に対し、一定の仮想ギヤ比で前記車体を傾斜することを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係る車両は、前記操舵輪が前輪であることを特徴とする。

【0016】

また、本発明に係る車両は、前記傾斜部は、前記一対の車輪を傾斜させることにより、前記車体を傾斜させることを特徴とする。

20

【0017】

また、本発明に係る車両は、車両を後退させるときには、第1モードで走行することを特徴とする。

【0018】

また、本発明に係る車両は、前記第1モードから前記第2モードへの切り替え時における前記所定車速と、前記第2モードから前記第1モードへの切り替え時における前記所定車速と、が異なることを特徴とする。

【0019】

また、本発明に係る車両は、前記第2モードで、検出される前記操舵輪の操舵角が、計算に基づく前記操舵輪の操舵角と所定値以上の乖離があるとき、前記第2モードから前記第1モードへの切り替え時における前記所定車速を前記第1モードから前記第2モードへの切り替え時における前記所定車速より速くすることを特徴とする。

30

【0020】

また、本発明に係る車両は、前記第2モードから前記第1モードへの切り替え時において検出される前記操舵輪の操舵角が、前記第1モードにおける前記操舵輪の目標舵角と、異なる場合、前記操舵輪の舵角を、前記操舵輪の目標舵角に、連続的に近づけるように補正することを特徴とする。

【0021】

また、本発明に係る車両は、前記第1モードから前記第2モードへ切り替わったときの前記操舵輪の切り替え時舵角を検出すると共に、前記第1モードでは、前記切り替え時舵角に応じて、前記操舵輪の目標舵角を変更することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る車両では、車両の車速が所定車速より低いとき、操舵輪制御部が、操作入力部からの入力に応じて、操舵輪の舵角を制御すると共に、傾斜部が、操作入力部からの入力に応じて、車体を傾斜させる第1モードで走行し、車両の車速が所定車速以上であるとき、操舵輪制御部が、操舵輪を操作入力部とは無関係に回動自在な状態とする制御を行うと共に、傾斜部が、操作入力部からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第2モードで走行するので、全車速域において、走行安定性を確保することが可能となる。

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0023】

【図1】本発明の実施形態に係る車両10の構成を示す右側面図である。

【図2】本発明の実施形態に係る車両10のリーン機構の構成を示す図である。

【図3】本発明の実施形態に係る車両10の構成を示す背面図である。

【図4】本発明の実施形態に係る車両10の模式図である。

【図5】本発明の実施形態に係る車両10のシステム構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施形態に係る車両10による走行を概念的に説明する図である。

【図7】本発明の実施形態に係る車両10の制御フローチャートを示す図である。

【図8】本発明の実施形態に係る車両10によるリーン制御の例を説明する図である。

10

【図9】本発明の実施形態に係る車両10の前輪の初期操舵角を決定する際の概念図である。

【図10】本発明の実施形態に係る車両10の前輪のモード切り替え時の目標操舵角を決定する際の概念図である。

【図11】本発明の実施形態に係る車両10の前輪のモード切り替え時の目標操舵角の算出処理のフローチャートを示す図である。

【図12】本発明の実施形態に係る車両10の前輪の初期操舵角から目標操舵角への遷移を示す図である。

【図13】操舵角  $\omega_2$  で旋回時の車両の10の車輪の関係を示す図である。

【図14】第2モードから第1モードへの切り替え時の問題点を説明する図である。

20

【図15】本発明の第1実施形態に係る車両10における第2モードから第1モードへの切り替えを説明する図である。

【図16】本発明の第2実施形態に係る車両10における第2モードから第1モードへの切り替えを説明する図である。

【図17】本発明の第3実施形態に係る車両10における第2モードから第1モードへの切り替えを説明する図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0024】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

## 【0025】

30

図1は本発明の実施の形態における車両の構成を示す右側面図、図2は本発明の実施の形態における車両のリーン機構の構成を示す図、図3は本発明の実施の形態における車両の構成を示す背面図である。なお、図3において、(a)は車体が直立している状態を示す図、(b)は車体が傾斜している状態を示す図である。

## 【0026】

図において、10は、本実施の形態における車両であり、車体の駆動部としての本体部20と、乗員が搭乗して操舵する操舵部としての搭乗部11と、車体の前方において幅方向の中心に配設された前輪である操舵可能な操舵輪としての車輪12Fと、後輪として後方に配設された駆動輪であって操舵不能な非操舵輪としての左側の車輪12L及び右側の車輪12Rとを有する。

40

## 【0027】

車輪12F、車輪12L及び右側の車輪12Rが取り付けられる部分であり、搭乗部11などの車両10の車輪以外の本体部分を車体として定義する。

## 【0028】

さらに、前記車両10は、車体を左右に傾斜させる、すなわち、リーンさせるためのリーン機構、すなわち、車体傾斜機構として、左右の車輪12L及び12Rを支持するリンク機構30と、該リンク機構30を作動させるアクチュエータである傾斜用アクチュエータ装置としてのリーンモータ25とを有する。

## 【0029】

なお、車両10のリーン機構については、特許請求の範囲においては「傾斜部」と上位

50

概念的に表見している。また、特許請求の範囲における「操舵輪」が、本実施例における車輪 1 2 F に相当し、「車両幅方向に配置された一対の車輪」が左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R に相当する。

**【 0 0 3 0 】**

なお、前記車両 1 0 は、前輪が左右二輪であって後輪が一輪の三輪車であってもよいし、前輪及び後輪が左右二輪の四輪車であってもよいが、本実施の形態においては、図に示されるように、前輪が一輪であって後輪が左右二輪の三輪車である場合について説明する。また、操舵輪が駆動輪として機能してもよいが、本実施の形態においては、操舵輪は駆動輪として機能しないものとして説明する。また、車両幅方向に配置された一対の車輪が操舵輪とされてもよい。

10

**【 0 0 3 1 】**

本発明に係る車両 1 0 においては、基本的に、旋回時には、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R の路面 1 8 に対する角度、すなわち、キャンパ角を変化させるとともに、搭乗部 1 1 及び本体部 2 0 を含む車体を旋回内輪側へ傾斜させることによって、旋回性能の向上と乗員の快適性の確保とを図ることができるようになっている。

**【 0 0 3 2 】**

すなわち、前記車両 1 0 は車体を横方向（左右方向）にも傾斜させることができる。なお、図 2 及び 3 ( a ) に示される例においては、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R は路面 1 8 に対して直立している、すなわち、キャンパ角が 0 度になっている。また、図 3 ( b ) に示される例においては、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R は路面 1 8 に対して右方向に傾斜している、すなわち、キャンパ角が付与されている。

20

**【 0 0 3 3 】**

前記リンク機構 3 0 は、左側の車輪 1 2 L 及び該車輪 1 2 L に駆動力を付与する電気モータ等から成る左側の回転駆動装置 5 1 L を支持する左側の縦リンクユニット 3 3 L と、右側の車輪 1 2 R 及び該車輪 1 2 R に駆動力を付与する電気モータ等から成る右側の回転駆動装置 5 1 R を支持する右側の縦リンクユニット 3 3 R と、左右の縦リンクユニット 3 3 L 及び 3 3 R の上端同士を連結する上側の横リンクユニット 3 1 U と、左右の縦リンクユニット 3 3 L 及び 3 3 R の下端同士を連結する下側の横リンクユニット 3 1 D と、本体部 2 0 に上端が固定され、上下に延在する中央縦部材 2 1 とを有する。

**【 0 0 3 4 】**

また、左右の縦リンクユニット 3 3 L 及び 3 3 R と上下の横リンクユニット 3 1 U 及び 3 1 D とは回転可能に連結されている。さらに、上下の横リンクユニット 3 1 U 及び 3 1 D は、その中央部で中央縦部材 2 1 と回転可能に連結されている。なお、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R、左右の回転駆動装置 5 1 L 及び 5 1 R、左右の縦リンクユニット 3 3 L 及び 3 3 R、並びに、上下の横リンクユニット 3 1 U 及び 3 1 D を統合的に説明する場合には、車輪 1 2、回転駆動装置 5 1、縦リンクユニット 3 3 及び横リンクユニット 3 1 として説明する。

30

**【 0 0 3 5 】**

そして、駆動用アクチュエータ装置としての前記回転駆動装置 5 1 は、いわゆるインホイールモータであって、固定子としてのボディが縦リンクユニット 3 3 に固定され、前記ボディに回転可能に取り付けられた回転子としての回転軸が車輪 1 2 の軸に接続され、前記回転軸の回転によって車輪 1 2 を回転させる。なお、前記回転駆動装置 5 1 は、インホイールモータ以外の種類のモータであってもよい。

40

**【 0 0 3 6 】**

また、前記リールモータ 2 5 は、電気モータ等を含む回転式の電動アクチュエータであって、固定子としての円筒状のボディと、該ボディに回転可能に取り付けられた回転子としての回転軸とを備えるものであり、前記ボディが取付フランジ 2 2 を介して本体部 2 0 に固定され、前記回転軸がリンク機構 3 0 の上側の横リンクユニット 3 1 U に固定されている。

**【 0 0 3 7 】**

50

なお、リーンモータ25の回転軸は、本体部20を傾斜させる傾斜軸として機能し、中央縦部材21と上側の横リンクユニット31Uとの連結部分の回転軸と同軸になっている。そして、リーンモータ25を駆動して回転軸をボディに対して回転させると、本体部20及び該本体部20に固定された中央縦部材21に対して上側の横リンクユニット31Uが回転し、リンク機構30が作動する、すなわち、屈伸する。これにより、本体部20を傾斜させることができる。なお、リーンモータ25は、その回転軸が本体部20及び中央縦部材21に固定され、そのボディが上側の横リンクユニット31Uに固定されていてもよい。

【0038】

また、リーンモータ25は、リンク機構30によるリーン角の変化を検出するリーン角センサ125を備える。該リーン角センサ125は、リーンモータ25においてボディに対する回転軸の回転角を検出する回転角センサであって、例えば、レゾルバ、エンコーダ等から成る。前述のように、リーンモータ25を駆動して回転軸をボディに対して回転させると、本体部20及び該本体部20に固定された中央縦部材21に対して上側の横リンクユニット31Uが回転するのであるから、ボディに対する回転軸の回転角を検出することによって、中央縦部材21に対する上側の横リンクユニット31Uの角度の変化、すなわち、リンク角の変化を検出することができる。

【0039】

なお、リーンモータ25は、回転軸をボディに対して回転不能に固定する図示されないロック機構を備える。該ロック機構は、メカニカルな機構であって、回転軸をボディに対して回転不能に固定している間には電力を消費しないものであることが望ましい。前記ロック機構によって、回転軸をボディに対して所定の角度で回転不能に固定することができる。

【0040】

前記搭乗部11は、本体部20の前端に図示されない連結部を介して連結される。該連結部は、搭乗部11と本体部20とを所定の方向に相対的に変位可能に連結する機能を有していてもよい。

【0041】

また、前記搭乗部11は、座席11a、フットレスト11b及び風よけ部11cを備える。前記座席11aは、車両10の走行中に乗員が着座するための部位である。また、前記フットレスト11bは、乗員の足部を支持するための部位であり、座席11aの前方側(図1における右側)下方に配設される。

【0042】

さらに、搭乗部11の後方若しくは下方又は本体部20には、図示されないバッテリー装置が配設されている。該バッテリー装置は、回転駆動装置51及びリーンモータ25のエネルギー供給源である。また、搭乗部11の後方若しくは下方又は本体部20には、図示されない制御装置、インバータ装置、各種センサ等が収納されている。

【0043】

そして、座席11aの前方には、操縦装置41が配設されている。該操縦装置41には、乗員が操作して操舵方向、操舵角等の操舵指令情報を入力する操舵装置としてのハンドル41a、速度メータ等のメータ、インジケータ、スイッチ等の操縦に必要な部材が配設されている。

【0044】

なお、特許請求の範囲においては、ハンドル41aを「操作入力部」として上位概念的に表記している。

【0045】

乗員は、前記ハンドル41a及びその他の部材を操作して、車両10の走行状態(例えば、進行方向、走行速度、旋回方向、旋回半径等)を指示する。なお、前記操舵装置として、ハンドル41aに代えて他の装置、例えば、ステアリングホイール、ジョグダイヤル、タッチパネル、押しボタン等の装置を使用することもできる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

なお、車輪 1 2 F は、サスペンション装置（懸架装置）の一部である前輪フォーク 1 7 を介して搭乗部 1 1 に接続されている。前記サスペンション装置は、例えば、一般的なオートバイ、自転車等において使用されている前輪用のサスペンション装置と同様の装置であり、前記前輪フォーク 1 7 は、例えば、スプリングを内蔵したテレスコピックタイプのフォークである。

## 【 0 0 4 7 】

本発明に係る車両 1 0 においては、ハンドル 4 1 a の操作に応じて操舵輪としての車輪 1 2 F が操舵角を制御するモードと、車輪 1 2 F の操舵角をハンドル 4 1 a の操作とは無関係に回動自在な状態とするモードの 2 つのモードを有している。ここで、車輪 1 2 F の操舵軸（不図示）と路面の交点 P と操舵輪の接地点 O との間には、所定のトレール  $L_T$  があり、後者のモードにおける旋回時には、回動自在な状態である車輪 1 2 F は、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R のキャンバ角に追従する形で、自動的に操舵される。また、本実施形態に係る車両 1 0 においては、車輪 1 2 F の操舵軸と路面の交点 P が、前記操舵輪の接地点 O より前方である。

10

## 【 0 0 4 8 】

なお、車輪 1 2 F の回動とは、車両 1 0 が走行しているときにおける車輪 1 2 F 自体の回転のことではなく、車輪 1 2 F の操舵軸の回動に基づく車輪 1 2 F の動作のことを言う。

## 【 0 0 4 9 】

車輪 1 2 F が回動自在な状態で車両 1 0 が走行するモードについて説明する。図 4 は本発明の実施形態における車両 1 0 の模式図であり、左右の車輪 1 2 L 及び 1 2 R にキャンバ角が付与され、リーン制御によって車両 1 0 が旋回している状態を示している。ここで、車両 1 0 の重量を  $m$ 、重力加速度を  $g$ 、車両 1 0 のリーン制御におけるリーン角を  $\theta$ 、また旋回時の車両 1 0 の速度を  $V$ 、旋回半径を  $R$  とすると、 $F_1$  及び  $F_2$  は下式（1）及び（2）によって表すことができる。

20

## 【 0 0 5 0 】

## 【数 1】

$$F_1 = \frac{mV^2}{R} \quad (1)$$

30

## 【 0 0 5 1 】

## 【数 2】

$$F_2 = mg \quad (2)$$

また、幾何学的な関係により、下式（3）、（4）が成立する。

## 【 0 0 5 2 】

## 【数 3】

$$F_1' = F_1 \cos \theta \quad (3)$$

40

## 【 0 0 5 3 】

【数 4】

$$F_2' = F_2 \sin \theta \quad (4)$$

車両 10 が、前記のような条件で旋回している時には下式 (5) が成立する。

【0054】

【数 5】

$$F_1' = F_2' \quad (5)$$

10

これに式 (1) 乃至 (4) を代入して整理を行うと、車両旋回半径 R は、下式 (6) によって求めることができる。

【0055】

【数 6】

$$R = \frac{V^2}{g \tan \theta} \quad (6)$$

式 (6) は、本発明に係る車両 10 においては、旋回時の車速 V と、車両 10 のリーン角とを決めてやることで、車両 10 の進行方向を決めることができることを示している。

20

【0056】

ハンドル 41a の説明に戻る。ハンドル 41a は、図示されない操舵軸部材の上端に接続され、該操舵軸部材の上端は、搭乗部 11 が備える図示されないフレーム部材に対して回転可能に取り付けられている。前記操舵軸部材は、上端が下端よりも後方に位置するように斜めに傾斜した状態で、前記フレーム部材に取り付けられている。

【0057】

そして、前記操舵軸部材の上端のフレーム部材に対する回転角、すなわち、乗員がハンドル 41a を操作して入力した操舵角指令値としてのハンドル角は、入力操舵角検出手段としてのハンドル操作角センサ 123 によって検出される。該ハンドル操作角センサ 123 は、例えば、エンコーダ等から成る。

30

【0058】

また、前記操舵軸部材の上端と下端との間には、操舵用アクチュエータ装置としての操舵モータ 65 が配設されており、車輪 12F を操舵輪としてハンドル 41a の操作に応じて総操舵角を制御するモードでは、該操舵モータ 65 が、前記ハンドル操作角センサ 123 によって検出されたハンドル角に基づいて、前記操舵軸部材の下端を回転させる。なお、該操舵軸部材の下端は、前記フレーム部材に対して回転可能に取り付けられ、かつ、前輪フォーク 17 の上端に接続されている。

【0059】

そして、前記操舵軸部材の下端の前記フレーム部材に対する回転角、すなわち、操舵モータ 65 が出力し、前輪フォーク 17 を介して車輪 12F に伝達される操舵角は、出力操舵角検出手段としての前輪操舵角センサ 124 によって検出される。該前輪操舵角センサ 124 は、例えば、操舵モータ 65 においてボディに対する回転軸の回転角を検出する回転角センサであって、レゾルバ、エンコーダ等から成る。なお、前輪である車輪 12F の車軸と後輪である左右の車輪 12L 及び 12R の車軸との距離、すなわち、ホイールベースは  $L_H$  である。

40

【0060】

また、車輪 12F の操舵角をハンドル 41a の操作とは無関係に回動自在な状態とするモードでは、前記操舵モータ 65 の制御を停止することで、車輪 12F の操舵角を回動自在とする。なお、車輪 12F の操舵角を回動自在とする方法として、例えば前記操

50

舵モータ65を0トルクに制御しても良いし、前記操舵モータ65と前記操舵軸部材とを、クラッチなどにより、切り離しても良い。

【0061】

さらに、車両10は、駆動力発生指令を入力する駆動指令装置としてのアクセル45を操縦装置41の一部として備える。アクセル45は乗員の踏み込み度合いに応じて、回転駆動装置51に駆動力を発生させる指令としての駆動力発生指令を入力する装置である。また、車両10は、ブレーキ46は乗員が踏み込むことによって、車両10に制動力を付与するものである。

【0062】

また、シフトスイッチ47は、車両10の走行モードを乗員が選択するためのスイッチであり、本実施形態では、ドライブレンジ、ニュートラルレンジ、リバースレンジ、パーキングレンジの少なくとも4つの走行モードを有している。これらの走行モードは、一般的なオートマチックトランスミッションを備える自動車などと同様のものである。

10

【0063】

また、車輪12Fの車軸を支持する前輪フォーク17の下端には、車両10の走行速度である車速を検出する車速検出手段としての車速センサ122が配設されている。該車速センサ122は、車輪12Fの回転速度に基づいて車速を検出するセンサであり、例えば、エンコーダ等から成る。

【0064】

次に、本発明に係る車両10のシステムについて説明する。図5は本発明の実施形態における車両10のシステム構成を示すブロック図である。図5において、ECUはElectronic Control Unitの略であり、CPUとCPU上で動作するプログラムを保持するROMとCPUのワークエリアであるRAMなどからなる汎用の情報処理機構である。

20

【0065】

車両ECU100は、図示されている車両ECU100と接続される各構成と協働・動作する。また、車両ECU100は、本発明の車両10における種々の制御処理は、車両ECU100内のROMなどの記憶手段に記憶保持されるプログラムやデータに基づいて実行されるものである。

【0066】

さらに、本発明に係る車両10においては、車両ECU100から出力される指令値に基づいて回転駆動装置51R、回転駆動装置51Lを制御する回転駆動装置ECU101、及び、車両ECU100から出力される指令値に基づいてリーンモータ25の制御を行うリーンモータECU102、及び、車両ECU100から出力される指令値に基づいて操舵モータ65の制御を行う操舵モータECU103を備えている。

30

【0067】

なお、特許請求の範囲に記載された「操舵輪制御部」などは、上記のような各ECUによる制御動作を上位概念的に表現したものである。

【0068】

車速センサ122は車両10の車速を検出するものであり、車速センサ122によって検出した車速データは車両ECU100に入力される。

40

【0069】

また、ハンドル操作角センサ123はハンドル41aのハンドル角を検出するものであり、ハンドル操作角センサ123によって検出されたハンドル41aのハンドル角データは車両ECU100に入力される。

【0070】

また、前輪操舵角センサ124は前輪12Fの操舵角を検出するものであり、前輪操舵角センサ124によって検出された車輪12Fの操舵角データは車両ECU100に入力される。

【0071】

50

また、リーン角センサ 125 は、車両 10 の傾き量を検出するものであり、リーン角センサ 125 によって検出された車両 10 の傾き量データは車両 ECU 100 に入力される。

【0072】

また、アクセルポジションセンサ 145 は乗員によるアクセル 45 の踏み込み量を検出するものであり、アクセルポジションセンサ 145 によって検出されたアクセル 45 の踏み込み量データは車両 ECU 100 に入力される。

【0073】

また、ブレーキポジションセンサ 146 は乗員によるブレーキ 46 の踏み込み量を検出するものであり、ブレーキポジションセンサ 146 によって検出されたブレーキ 46 の踏み込み量データは車両 ECU 100 に入力される。

10

【0074】

また、シフトスイッチポジションセンサ 147 は、シフトスイッチ 47 がドライブレンジ、ニュートラルレンジ、リバースレンジのどのポジションにあるのかを検出するものであり、シフトスイッチポジションセンサ 147 によって検出されたポジションは車両 ECU 100 に入力される。

【0075】

以上のように、車両 ECU 100 に入力された各データは、回転駆動装置 51R、回転駆動装置 51L、リーンモータ 25、操舵モータ ECU 103 の制御に利用される。

【0076】

20

次に、以上のように構成される車両 10 による走行モードについて説明する。本発明に係る車両 10 は、走行安定性を向上させるために、低速時には、操舵輪である車輪 12F を積極的に操舵させるが、高速時には操舵輪の操舵角を回動自在な状態として、車輪 12L 及び 12R のリーン制御に倣わせるようにする。なお、低速時、高速時の両方において、必要に怖じて車輪 12L 及び 12R のリーン制御を行うようにする。以下、車両 10 の低速時の走行モードを第 1 モード、高速時の走行モードを第 2 モードと呼ぶ。

【0077】

図 6 は本発明の実施形態における車両 10 による走行を概念的に説明する図である。図 6 においては、ハンドル 41a のハンドル角を右に 60° とし、車速を 0 km/h から上げていった場合を例に説明する。また、以下、第 1 モードと第 2 モードとの切り替えの境界の車速が、15 km/h の場合を例にとり説明するが、境界値がこれに限定されるものではない。

30

【0078】

なお、本実施形態においては、第 1 モードと第 2 モードとの切り替えを車速センサ 122 により検出された車両 10 の車速に基づいて行っているが、このような切り替えは、車速センサ 122 により検出された車速以外のパラメータに基づいて行うようにしてもよく、結果として低車速時に第 1 モード、高速時に第 2 モードに切り替われば良い。

【0079】

また、本実施形態においては、ハンドル角  $\delta_H$  に対する前輪操舵角  $\delta_{w1}$  ( $\delta_{w1}$  は車輪 12F (前輪) の初期操舵角) 及びリーン角  $\delta_L$  の関係には、下式 (7) 及び (8) の関係を規定している。

40

【0080】

【数 7】

$$\delta_{w1} = \delta_H / k_2 \quad (7)$$

【0081】

## 【数 8】

$$\theta = \delta_H / k_1 \quad (8)$$

ただし、 $k_1$ 及び $k_2$ は定数であり、本実施形態では $k_1 = 60 / 30$ 、 $k_2 = 60 / 40$ としているが、本発明がこれらに限定されるものではない。 $k_1$ は、仮想的なリーングア比であり、 $k_2$ は仮想的な操舵ギア比のようなものであり、車両10の運転操作がしやすいものであれば任意の数値を選定することができる。

## 【0082】

また、図6において、点線は車輪12Fの操舵角 $\delta_w$ を示しており、実線は車両10におけるリーン角 $\theta$ を示している。

10

## 【0083】

ハンドル角 $\delta_H = 60^\circ$ で車速を0 km/hから上げて行くと、第1モードによる車両10の走行が開始される。0 km/hからの立ち上がりにおいては、操舵輪としての車輪12Fは $40^\circ$ の操舵角で操舵され、車輪12Fの操舵角は漸減される。一方、車両10におけるリーン角 $\theta$ は0から漸増されていく。なお、操舵輪12Fの漸減、及び、車両10のリーン角の漸増は、それぞれ1次関数である場合を例に説明しているが、1次関数に限定されるものではない。また、車両10におけるリーン角 $\theta$ が所定速度（例えば3 km/h）まで、0のまま推移し、その後漸増してもよい。なお、特許請求の範囲に記載された漸増には、このように、リーン角 $\theta$ が所定速度（例えば3 km/h）まで、0のまま推移する本実施形態の内容も含む。

20

## 【0084】

境界値である15 km/hにおいて第1モードから第2モードへと切り替わるが、切り替わるタイミング以降の第2モードでは、操舵輪である車輪12Fの操舵角を回動自在な状態となり、リーン角 $\theta$ は式(8)により規定される $30^\circ$ となる。以降、さらに車速Vが上がっていても、高速時の第2モードではリーン角 $\theta$ のみによって車両10の旋回を制御し、車輪12Fについては操舵角を回動自在な状態として、リーン角 $\theta$ に基づく旋回に倣うようにする。

## 【0085】

なお、第1モードから第2モードへと切り替わる際の境界値となる車両10の速度、又は、第2モードから第1モードへと切り替わる際の境界値となる車両10の速度を、特許請求の範囲においては、「所定速度」と表現している。

30

## 【0086】

次に、以上のような第1モードと第2モードに基づく車両10の制御のより詳細な説明を行う。図7は本発明の実施形態に係る車両10の制御フローチャートを示す図である。

## 【0087】

図7において、ステップS100で処理が開始されると、続いて、ステップS101では、車速Vが検出され、ステップS102では、ハンドル41aのハンドル角 $\delta_H$ が検出される。また、次のステップS103においては、シフトスイッチポジションセンサ147からシフトスイッチ47で指定されるモードが検出される。

40

## 【0088】

ステップS104では、シフトスイッチ47による指定が、リバース又はパーキングであるか否かが判定される。

## 【0089】

ステップS104における判定がYESであればステップ106に進み、NOであればステップ105に進む。

## 【0090】

ステップS105では、車速 $V < 15$  km/hであるか否かが判定される。ステップS105における判定がYESであれば（すなわち低速であれば）、ステップ106に進み、NOであればI（高速であれば）ステップ109に進む。

50

## 【0091】

ステップS106では、車両10は第1モードとなり、ステップS107では、第1モードに基づく車輪12R、Lのリーン制御1を行い、ステップS108では、第1モードに基づく車輪12Fの操舵制御1を行う。

## 【0092】

ステップS109では、車両10は第2モードとなり、ステップS110では、第2モードに基づく車輪12R、Lのリーン制御2を行い、ステップS111では、第2モードに基づく車輪12Fの操舵制御2を行う。

## 【0093】

ステップS112では、処理を終了する。

10

## 【0094】

第1モード、第2モードに基づく車輪12R、Lのリーン制御や、車輪12Fの操舵制御については以下で例示的に説明する。以下の例では、車両10の車速V1（初期車速）からV2（モード切り替え時車速）となる場合について説明する。また、例として、V1 = 0 km/h、V2 = 15 km/hに説明するが、本発明がこれに限られるものではない。

## 【0095】

図8は本発明の実施形態に係る車両10によるリーン制御の例を説明する図である。以下、本実施形態における車両10においては、車両のハンドル角 $\theta_H$ に基づいて車両10のリーン角 $\theta$ を決定する。なお、図8、9、10、12において、図面右側にはハンドル41aのハンドル角 $\theta_H$ が図示されており、それに対応する車速と角度（リーン角 $\theta$ 、操舵角 $\theta_w$ ）の関係がグラフ化されている。

20

## 【0096】

図8に示す第2モード（すなわち、車速がV2以上である場合）においては、先に説明した式(8)に基づいて、リーン角 $\theta$ が決定される。

## 【0097】

そして、上記のようなリーン角 $\theta$ に基づいて、第1モード下におけるリーン角 $\theta'$ は、下式(9)によって求めるようにする。

## 【0098】

## 【数9】

30

$$\theta' = \frac{\theta}{v2 - v1} \times v1 \quad (9)$$

以上のように車輪12R、Lのリーン制御においては、車速がV2となるまでは、1次関数的に増加するようにし、車速V2より速い車速では一定となるように制御している。本実施形態に係る車両10のリーン制御では、ハンドル角 $\theta_H$ からリーン角 $\theta$ を式(8)又は(9)で求めるようにしている。なお、式(9)は車速Vの1次関数としているが、漸増する関数であれば、これに限られるものではない。

## 【0099】

40

次に、前輪12Fの第1モード及び第2モードに係る操舵制御について説明する。図9は本発明の実施形態に係る車両10の前輪の初期操舵角（V1時）を決定する際の概念図である。図10は本発明の実施形態に係る車両10の前輪のモード切り替え時の目標操舵角（V2時）を決定する際の概念図である。

## 【0100】

以下、車輪12Fの初期操舵角を $\theta_w1$ とし、モード切り替え時の車輪12Fの目標操舵角を $\theta_w2$ とする。

## 【0101】

V1時における車輪12Fの初期操舵角 $\theta_w1$ は、ハンドル角 $\theta_H$ から、式(7)によって求めるようにする。一方、V2時における車輪12Fの目標操舵角 $\theta_w2$ は、車輪12

50

Fの操舵角を回動自在とするタイミングでのリーン角 に倣うように制御する。

【0102】

切り替え時の目標操舵角  $\delta_w 2$  の算出方法を、図11を参照して説明する。図11は本発明の実施形態に係る車両10の前輪のモード切り替え時の目標操舵角の算出処理のフローチャートを示す図である。

【0103】

図11において、ステップS200で、切り替え時目標操舵角算出処理が開始されると、続いて、ステップS201では、式(8)からハンドル角  $\delta_H$  とリーン角  $\theta$  の関係を求め、さらに、車速V2時の旋回半径Rを算出する。ここで、半径Rは、式(6)を用いれば、下式(10)のように表すことができる。

10

【0104】

【数10】

$$R = \frac{V 2^2}{g \tan \theta} = \frac{V 2^2}{g \tan(\delta_H / k1)} \quad (10)$$

ステップS202では、予測した旋回半径から前輪(車輪12F)の目標操舵角  $\delta_w 2$  を算出する。図13は操舵角  $\delta_w 2$  で旋回時の車両の10の車輪の関係を示す図であるが、図13に示す目標操舵角  $\delta_w 2$  と旋回半径Rとホイールベース  $L_H$  との関係から、目標操舵角  $\delta_w 2$  は下式(11)により求めることができる。

20

【0105】

【数11】

$$\delta_w 2 = \arctan \frac{L_H}{R} = \frac{L_H}{\frac{V 2^2}{g \tan(\delta_H / k1)}} \quad (11)$$

ステップS203で、切り替え時目標操舵角算出処理を終了する。

【0106】

30

以上のように求められるモード切り替え時の目標操舵角算まで、車輪12Fを操舵する。図12は本発明の実施形態に係る車両10の前輪の初期操舵角  $\delta_w 1$  から目標操舵角  $\delta_w 2$  への遷移を示す図である。

【0107】

図12の実線に示すように、初期操舵角  $\delta_w 1$  から目標操舵角  $\delta_w 2$  への遷移させるようにしてもよいが、これ限らず、例えば点線で示すように遷移させるようにすることもできる。

【0108】

そして、車速がV2より高い状態では、車輪12Fの操舵角を回動自在な状態とする。

【0109】

40

以上、本発明に係る車両10では、車両の車速が所定車速より低いとき、操舵輪制御部が、操作入力部(ハンドル41a)からの入力に応じて、操舵輪(12F)の舵角を制御すると共に、傾斜部(リーン機構)が、操作入力部(ハンドル41a)からの入力に応じて、車体を傾斜させる第1モードで走行し、車両の車速が所定車速以上であるとき、操舵輪制御部が、操舵輪(12F)を操作入力部(ハンドル41a)とは無関係に回動自在な状態とする制御を行うと共に、傾斜部(リーン機構)が、操作入力部(ハンドル41a)からの入力に応じて、前記車体を傾斜させる第2モードで走行するので、全車速域において、走行安定性を確保することが可能となる。

【0110】

また、本発明に係る車両10では、第1モードでは、車速の上昇に伴い、車体の傾斜角

50

が漸増し、第2モードにおける前記所定車速での車体の傾斜角となるように制御するので、車両10の乗員にとって違和感なくモード間の移行を行うことができる。

【0111】

また、本発明に係る車両10では、第2モードにおける所定車速での車体の傾斜角に基づく旋回半径を予測し、旋回半径から、所定車速での操舵輪(12F)の舵角を算出し、算出された舵角となるように制御するので、車両10の乗員にとって違和感なくモード間の移行を行うことができる。

【0112】

また、本発明に係る車両10では、操作入力部(ハンドル41a)は、操作される角度である入力操舵角を検出し、第2モードでは、傾斜部(リーン機構)が前記入力操舵角に対し、一定の仮想ギヤ比で車体を傾斜するので、車両10の乗員の意図にあった操舵が可能となる。

10

【0113】

また、本発明に係る車両10では、操舵輪(12F)が前輪であるので、第2モードにおいて、より適切に操舵輪(12F)である前輪が回動し、リーン角に基づく旋回に倣うようになる。

【0114】

また、本発明に係る車両10では、傾斜部(リーン機構)は、一对の車輪(12R、12L)を傾斜させることにより、車体を傾斜させるので、一对の車輪(12R、12L)のキャンバラストが利用でき、車両10を適切に旋回させることが可能となる。

20

【0115】

また、本発明に係る車両10では、車両を後退させるときには、第1モードで走行するので、車両10の後退時でも安定した走行が可能となる。

【0116】

以上、本発明に係る車両10において、第1モードから第2モードへの切り替えについて説明したが、次に、第2モードから第1モードへの切り替えについて説明する。

【0117】

これまで説明したように、第1モードから第2モードへの移行後は、車輪12Fがハンドル41aとは無関係に回動自在な状態となり、車輪12Fは外力に倣って操舵されるので、スムーズに回動される。これに対して、第2モードから第1モードへの移行時は、ハンドル41aからの入力に応じて、操舵モータ65で車輪12Fの操舵角を強制的に制御するために、搭乗者に違和感を与える、という問題がある。

30

【0118】

図14は第2モードから第1モードへの切り替え時の問題点を説明する図である。図14は、ハンドル41aのハンドル角を右に60°とし、車両10の車速V1(初期車速: = 0 km/h)からV2(モード切り替え時の所定車速)となり、モードが切り替えられ、車両10が第2モードで所定期間走行後、V2以下の車速となり、再び第2モードから第1モードに切り替えられ、再び車速V1に戻るときの、車両10の車速と車輪12Fの操舵角 $\delta_w$ 、車両10のリーン角 $\theta$ の関係を示している。

【0119】

なお、以降の図14乃至図17においては、車両10のリーン角 $\theta$ については一点鎖線で示している。また、図14乃至図17の各図において、第1モードの領域における点線は、車輪12Fの操舵角 $\delta_w$ の目標値を示しており、第2モードの領域における点線は、車輪12Fの操舵角 $\delta_w$ の計算値を示している。また、図14乃至図17は、車両10の走行の一例を示すものであって、本発明が、これらの走行パターンに限定されるものではない。

40

【0120】

図14において、第1モードから第2モードへの切り替え時においては、車輪12Fの目標操舵角は $\delta_w2$ とされているので、車速がV2となる瞬間に、車輪12Fの操舵角が $\delta_w2$ となるように制御され、切り替えタイミングと同時に、車輪12Fの操舵角は、ハ

50

ハンドル 41a とは無関係に回動自在な状態となる。

【0121】

以降、第2モードにおける車両10の走行では、車輪12Fの操舵角は回動自在となり、車両10のリーン角のみの制御に基づく走行が行われる。ここで、第2モードで走行中の車両10が減速し、再び第2モードから第1モードに切り替えられ場合について検討する。

【0122】

第2モードにおいて、回動自在な状態である車輪12Fの操舵角が図14の(a)に示めす軌跡の挙動を示し、第2モードから第1モードに切り替えられる瞬間に、車輪12Fの操舵角が $\omega_2$ となっていることが理想的である。しかしながら、第2モードにおいて、回動自在な状態である車輪12Fの操舵角が図14の(b)に示めす軌跡の挙動を示し、第2モードから第1モードに切り替えられる瞬間に、車輪12Fの操舵角が $\omega_2$ と乖離してしまう、こともある。このような場合、モードが第2モードから第1モードに切り替えられる瞬間に、ハンドル41aからの入力(本例の場合、ハンドル角は $60^\circ$ )に応じて、操舵モータ65で車輪12Fの操舵角が強制的に $\omega_2$ となるように制御されるために、搭乗者に違和感を与える、という問題がある。

【0123】

次に、以上のような第2モードから第1モードへの切り替え時に発生する問題に対する解決手段を説明していく。図15は本発明の第1実施形態に係る車両10における第2モードから第1モードへの切り替えを説明する図である。

【0124】

図15においては、ハンドル41aのハンドル角が右に $60^\circ$ である場合を例にとり説明を行う。

【0125】

図中(1)では、車両10の車速 $V_1$ から $V_2$ となっている期間を示している。車速が $V_2$ となった瞬間には、車輪12Fの操舵角が $\omega_2$ となり、これと同時に、第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車輪12Fはハンドル41aとは無関係に回動自在な状態となる。

【0126】

上記のように第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車両10が第2モードで所定期間走行後、車両10の車速が減速されていき、再び、車速が $V_2$ 以下となる場合を例に挙げ、本実施形態に係る車両10の制御について説明する。なお、(4)は第2モードから第1モードに切り替え後に車両10の車速 $V_2$ から $V_1$ となっている期間を示している。

【0127】

前輪操舵角センサ124によって検出される車輪12Fの操舵角を $\omega_S$ とする。また、 $\omega_C$ は車輪12Fの操舵角の計算値である。本実施形態においては、2つの操舵角の差分 $\omega$ を、 $\omega = \omega_C - \omega_S$ により求め、差分 $\omega$ の大小に応じて、第2モードから第1モードに切り替える所定車速を変更することを特徴としている。

【0128】

すなわち、本実施形態においては、第1モードから第2モードへの切り替え時における所定車速と、第2モードから第1モードへの切り替え時における所定車速と、が異なっている。さらに、第2モードから第1モードへの切り替え時における所定車速は、第1モードから第2モードへの切り替え時における所定車速より速く設定される。以下、詳細に説明する。

【0129】

ここで、操舵角の差分 $\omega$ に基づいて、具体的にどのようにモード切り替えの判断を行うかを、図を参照して説明する。ここで、車速 $V_2$ 以上であり、車速 $V_2$ に近い判定車速として、図示するような $V_{ht1}$ 及び $V_{ht2}$ を導入する。2つの判定車速の間には、 $V_{ht1} < V_{ht2}$ の関係があるものとする。なお、本例では、判定車速として $V_{ht1}$

10

20

30

40

50

及び  $V_{ht2}$  の 2 つが存在する場合に基づいて説明するが、導入し得る判定車速の数は任意である。

【0130】

また、判定車速  $V_{ht1}$  及び  $V_{ht2}$  のそれぞれに対して、判定のための閾値  $w_{th1}$  及び、 $w_{th2}$  を導入する。2 つの閾値の間には、 $w_{th1} < w_{th2}$  の関係があるものとする。

【0131】

さて、第 2 モードにおいて、車両 10 の車速が減速されていき、判定車速  $V_{ht2}$  となると、操舵角の差分  $w$  と、閾値  $w_{th2}$  とが比較される。差分  $w$  が閾値  $w_{th2}$  より小さい場合には、そのまま第 2 モードでの走行を継続する。

10

【0132】

これに対して、差分  $w$  が閾値  $w_{th2}$  以上である場合には、第 2 モードから第 1 モードに切り替え、操舵モータ 65 によって車輪 12 F の操舵角をハンドル 41 a の操作に応じて制御する。判定車速  $V_{ht2}$  で開始される第 1 モードでは、車輪 12 F の操舵角が、図 15 の (2) 及び (3) に示めす軌跡となるように制御を行い、車速が  $V_2$  となった瞬間に、車輪 12 F の操舵角が  $w_2$  となるようにする。

【0133】

さて、車速  $V_{ht2}$  で第 1 モードに切り替えられずに、そのまま減速され、車両 10 の車速が減速され判定車速  $V_{ht1}$  となると、次に  $V_{ht1}$  での判定を行うべく、操舵角の差分  $w$  と、閾値  $w_{th1}$  とが比較される。差分  $w$  が閾値  $w_{th1}$  より小さい場合には、そのまま第 2 モードでの走行を継続して、 $V_2$  で第 2 モードから第 1 モードへの切り替えを行う。

20

【0134】

一方、差分  $w$  が閾値  $w_{th1}$  以上である場合には、第 2 モードから第 1 モードに切り替え、操舵モータ 65 によって車輪 12 F の操舵角をハンドル 41 a の操作に応じて制御する。車速  $V_{ht1}$  で開始される第 1 モードでは、車輪 12 F の操舵角が、図 15 の (2) に示めす軌跡となるように制御を行い、車速が  $V_2$  となった瞬間に、車輪 12 F の操舵角が  $w_2$  となるようにする。

【0135】

以上のように、本実施形態では、実測値の操舵角と計算値の操舵角の差分  $w$  が比較的大きいとき（すなわち、実測値の操舵角と計算値の操舵角の乖離が比較的大きいとき）には、より速い車速（ $V_{ht2}$ ）で第 2 モードから第 1 モードへの切り替えが行われる。一方、前記の差分  $w$  が比較的小さいとき（すなわち、実測値の操舵角と計算値の操舵角の乖離が比較的小さいとき）には、 $V_{ht2}$  より遅く  $V_2$  より速い車速（ $V_{ht1}$ ）で第 2 モードから第 1 モードへの切り替えが行われる。判定車速  $V_{ht1}$  で、前記の差分  $w$  に、顕著な差が見られないときには、 $V_2$  でモード切り替えが実行される。

30

【0136】

以上のような第 1 実施形態によれば、第 2 モードから第 1 モードへの切り替え時において、ハンドル 41 a の操作に対する車両運動特性が変化することがないので、搭乗者に違和感を与えずモードの切り替えを行うことが可能となる。

40

【0137】

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。図 16 は本発明の第 2 実施形態に係る車両 10 における第 2 モードから第 1 モードへの切り替えを説明する図である。

【0138】

図 16 においても、ハンドル 41 a のハンドル角が右に  $60^\circ$  である場合を例にとり説明を行う。

【0139】

図中 (1) は、車両 10 の車速が  $V_1$  から  $V_2$  となっている期間を示している。車速が  $V_2$  となった瞬間には、車輪 12 F の操舵角が  $w_2$  となり、これと同時に、第 1 モードから第 2 モードへとモードが切り替えられ、車輪 12 F はハンドル 41 a とは無関係に回

50

動自在な状態となる。

【0140】

上記のように第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車両10が第2モードで所定期間走行後、車両10の車速が減速されていき、再び、車速がV2以下となる場合を例に挙げ、本実施形態に係る車両10の制御について説明する。

【0141】

ここで、車速V1と車速V2との間における、すなわち、第1モードの期間における車輪12Fの目標操舵角(第1モードの点線で示される軌跡)を検討する。図16において、目標操舵角は(V1,  $w_1$ )と、(V2,  $w_2$ )の2点を通る1次関数であるので、車速Vに対する車輪12Fの目標操舵角は、下式(12)により求めることができる。

10

【0142】

【数12】

$$\delta_w(V) = \frac{\delta_w 2 - \delta_w 1}{V 2 - V 1} V + \frac{\delta_w 1 \cdot V 2 - \delta_w 2 \cdot V 1}{V 2 - V 1} \quad (12)$$

なお、本例では、車輪12Fの目標操舵角が、上記のような1次関数によって決まる場合をあくまで例示的に説明しているが、第1モードにおける車輪12Fの目標操舵角は、1次関数に限定されるものではない。

20

【0143】

前輪操舵角センサ124によって検出される車輪12Fの操舵角を $w_s$ とする。車両10が第2モードで所定期間走行し、そこから減速していき、車速がV2となる第2モードから第1モードへの切り替え時において、前輪操舵角センサ124によって車輪12Fの操舵角を $w_s$ を検出する。

【0144】

本実施形態では、前輪操舵角センサ124によって検出される車輪12Fの操舵角( $w_s$ )が、第1モードにおける車輪12Fの目標舵角( $w_2$ )と、異なる場合(すなわち、 $w_s \neq w_2$ である場合)、車輪12Fの舵角を、車輪12Fの目標舵角(例えば、式(12)で示される車輪12Fの目標操舵角)に、連続的に近づけるように補正することを特徴としている。

30

【0145】

ここで、「車輪12Fの舵角を、車輪12Fの目標舵角に連続的に近づける」とは、「車輪12Fの舵角を、車輪12Fの目標舵角に、不連続的、或いはステップ的に近づける」ものではないことを言っている。例えば、本実施形態においては、車輪12Fを、図16の(2)及び(3)に示めず軌跡となるように制御を行い、式(12)で示される車輪12Fの目標操舵角に近づけるようにする。

【0146】

上記のような第2実施形態によれば、安定走行可能な第2モードの領域を減らすことなく、搭乗者に違和感を与えることなくモードの切り替えを行うことが可能となる。

40

【0147】

次に、本発明の第3実施形態について説明する。図16は本発明の第3実施形態に係る車両10における第2モードから第1モードへの切り替えを説明する図である。

【0148】

図17においても、ハンドル41aのハンドル角が右に60°である場合を例にとり説明を行う。

【0149】

図中(1)は、車両10の車速がV1からV2となっている期間を示している。車速がV2となった瞬間には、車輪12Fの操舵角が $w_2$ となり、これと同時に、第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車輪12Fはハンドル41aとは無関係に回

50

動自在な状態となる。

【0150】

上記のように第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車両10が第2モードで所定期間走行後、車両10の車速が減速されていき、再び、車速がV2以下となる場合を例に挙げ、本実施形態に係る車両10の制御について説明する。

【0151】

ここで、車速V1と車速V2との間における、すなわち、第1モードの期間における車輪12Fの目標操舵角(第1モードの点線で示される軌跡)を検討する。図17において、目標操舵角は(V1,  $w_1$ )と、(V2,  $w_2$ )の2点を通る1次関数であるので、車速Vに対する車輪12Fの目標操舵角は、前記した式(12)により求めることができる。

10

【0152】

なお、本例では、車輪12Fの目標操舵角が、上記のような1次関数によって決まる場合をあくまで例示的に説明しているが、第1モードにおける車輪12Fの目標操舵角は、1次関数に限定されるものではない。

【0153】

前輪操舵角センサ124によって検出される車輪12Fの操舵角を $w_s$ とする。第1モードから第2モードへとモードが切り替えられ、車輪12Fはハンドル41aとは無関係に回動自在な状態となった瞬間、目標操舵角 $w_2$ から操舵角 $w_s2$ に遷移した場合、この操舵角 $w_s2$ を前輪操舵角センサ124によって検出しておき、この検出値のログをとっておくようにする。なお、操舵角 $w_s2$ を、特許請求の範囲においては、「切り替え時操舵角」と表現している。

20

【0154】

さて、車両10が第2モードで所定期間走行し、そこから減速していき、車速がV2となる第2モードか第1モードへの切り替え時においては、車輪12Fは、ログに記録されている操舵角 $w_s2$ をとることが予想される。

【0155】

そこで、本実施形態においては、第2モードから第1モードに切り替え後、車速V2から車速V1に移行する際の第1モードにおいては、車輪12Fの操舵角の当初の目標値(式(12)で示されるもの)に基づく制御から、先の(V2,  $w_s2$ )に応じて決められる、新たな変更後の車輪12Fの操舵角の目標値に基づく制御に、切り替えるようにする。

30

【0156】

より具体的には、変更後の車輪12Fの目標操舵角は(V1,  $w_1$ )と、(V2,  $w_s2$ )の2点を通る1次関数であるので、車速Vに対する車輪12Fの目標操舵角は、下式(13)により求めるようにする。

【0157】

【数13】

$$\delta_w(V) = \frac{\delta_{ws2} - \delta_w1}{V2 - V1} V + \frac{\delta_w1 \cdot V2 - \delta_{ws2} \cdot V1}{V2 - V1} \quad (13)$$

40

したがって、本実施形態においては、第2モードから第1モードに切り替えられた後の期間においては、車輪12Fを、式(13)で示される車輪12Fの目標操舵角に基づく軌跡(図17の(2)に示めず軌跡)となるように制御を行うようにする。

【0158】

上記のような第3実施形態によれば、安定走行可能な第2モードの領域を減らすことなく、搭乗者に違和感を与えることなくモードの切り替えを行うことが可能となる。

【0159】

50

次に、本発明の第4実施形態について説明する。第1実施形態においては、第2モードで所定期間走行後、減速し、第2モードから第1モードへの切り替えられる際、差分 $w$ の大小に応じて、必要に応じて、早めにモード切り替えを実行し、車速 $V_2$ において車輪12Fの操舵角が $w_2$ となるように制御していた。これに対して、第4実施形態においては、車速 $V_2$ において車輪12Fの操舵角が、第3実施形態で説明した操舵角 $w_{S2}$ となるように制御を実施する。

【0160】

このような第4実施形態によれば、第2モードから第1モードへの切り替え時において、ハンドル41aの操作に対する車両運動特性が変化することがなくなると共に、さらに、安定走行可能な第2モードの領域をあまり減らすことなく、搭乗者に違和感を与えることなくモードの切り替えを行うことが可能となる。

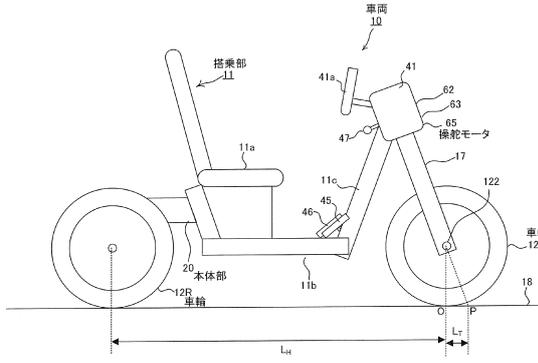
10

【符号の説明】

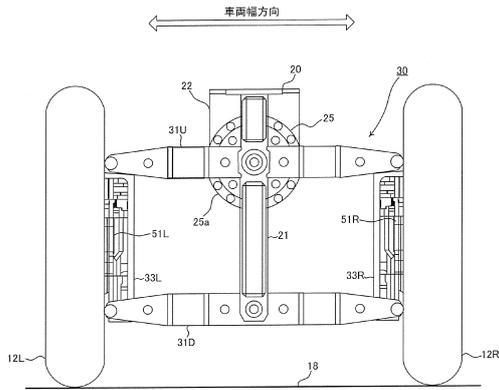
【0161】

10	車両	
11	搭乗部	
11a	座席	
11b	フットレスト	
11c	風よけ部	
12F	車輪	
12R	車輪	20
12L	車輪	
17	前輪フォーク	
18	路面	
20	本体部	
21	中央縦部材	
25	リーンモータ	
30	リンク機構	
33L	縦リンクユニット	
33R	縦リンクユニット	
31U	横リンクユニット	30
31D	横リンクユニット	
41	操縦装置	
41a	ハンドル	
45	アクセル	
46	ブレーキ	
47	シフトスイッチ	
51L	回転駆動装置	
51R	回転駆動装置	
65	操舵モータ	
100	車両ECU	40
101	回転駆動装置ECU	
102	リーンモータECU	
103	操舵モータECU	
122	車速センサ	
123	ハンドル操作角センサ	
124	前輪操舵角センサ	
125	リーン角センサ	
145	アクセルポジションセンサ	
146	ブレーキポジションセンサ	
147	シフトスイッチポジションセンサ	50

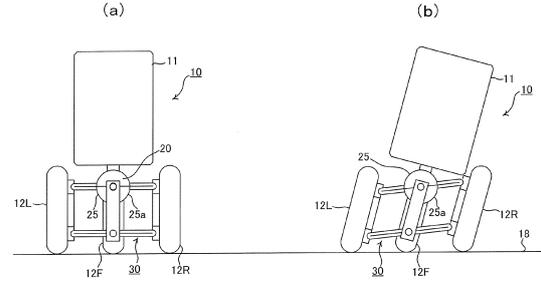
【図1】



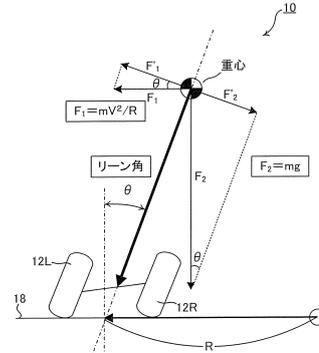
【図2】



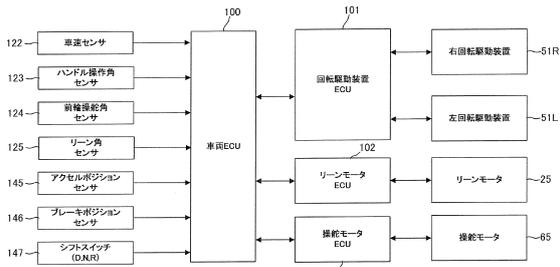
【図3】



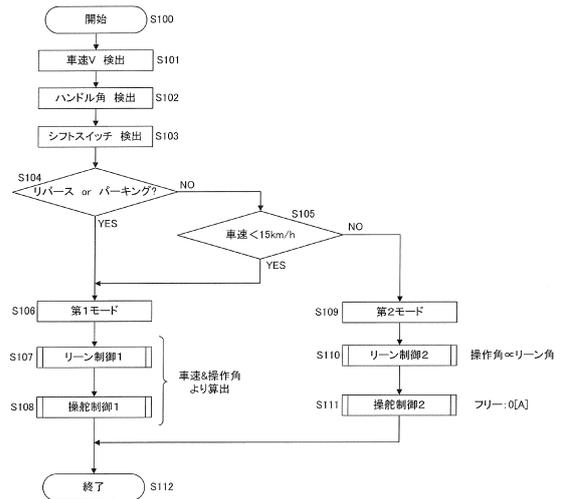
【図4】



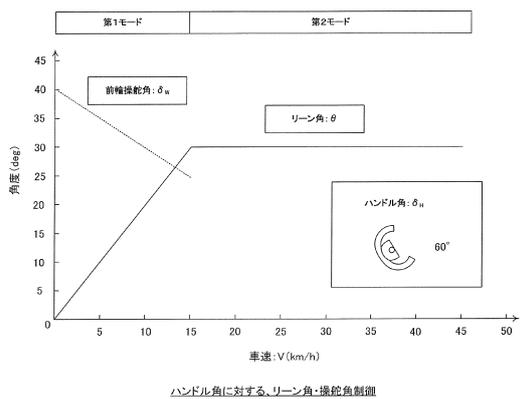
【図5】



【図7】

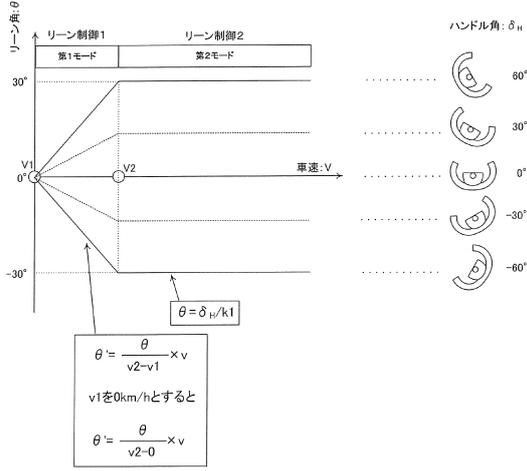


【図6】

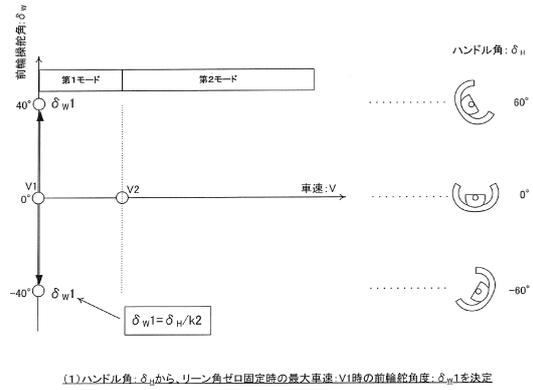


ハンドル角に対する、リーン角-操舵角制御

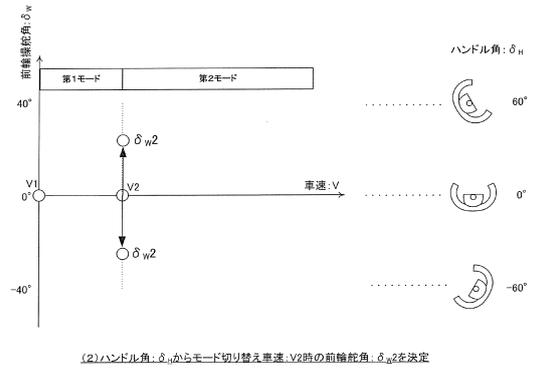
【図8】



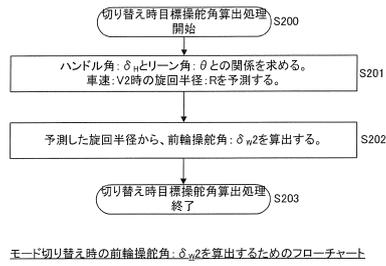
【図9】



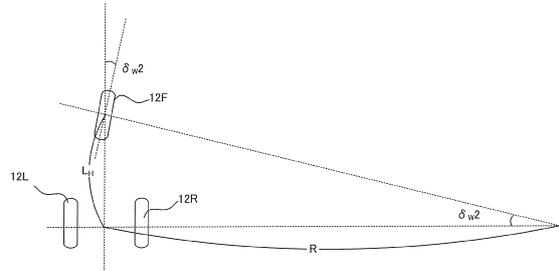
【図10】



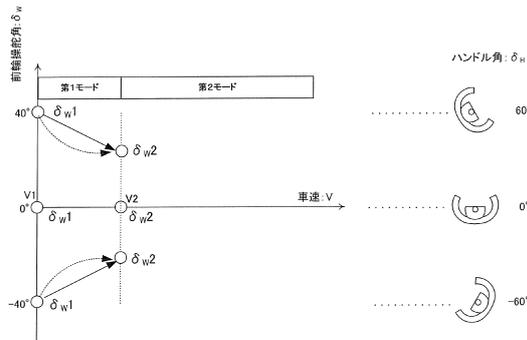
【図11】



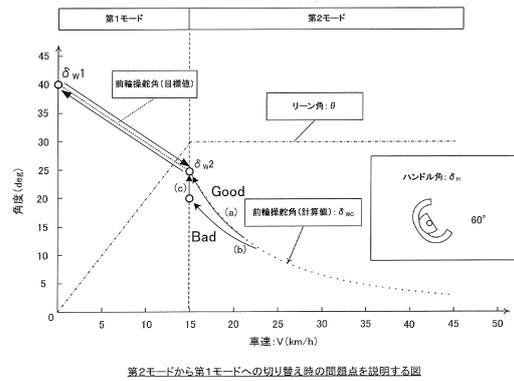
【図13】



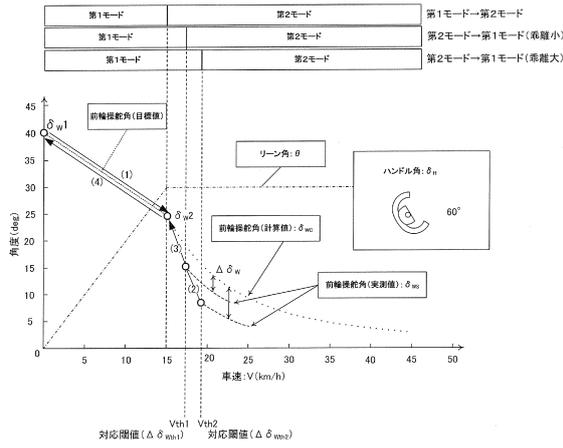
【図12】



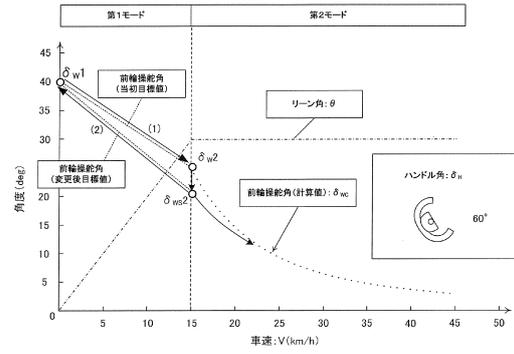
【図14】



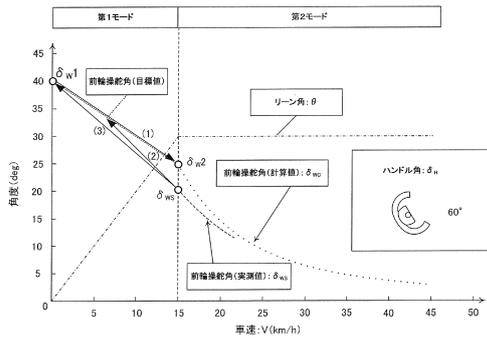
【図15】



【図17】



【図16】



## フロントページの続き

- (72)発明者 堀口 宗久  
東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内
- (72)発明者 水野 晃  
東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内
- (72)発明者 岡田 真規  
東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内
- (72)発明者 神谷 斉  
東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内

審査官 山尾 宗弘

- (56)参考文献 特表2014-524864(JP,A)  
特開2013-071688(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62K 5/10  
B62K 5/027  
B62K 21/00