

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-11996
(P2012-11996A)

(43) 公開日 平成24年1月19日(2012.1.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B62K 5/04 (2006.01)	B62K 5/04 C	3D011
B60G 1/02 (2006.01)	B60G 1/02	3D301
B60G 17/015 (2006.01)	B60G 17/015 Z	
B60G 17/019 (2006.01)	B60G 17/019	
B62J 99/00 (2009.01)	B62J 39/00 J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-174245 (P2010-174245)	(71) 出願人	591261509 株式会社エクス・リサーチ 東京都千代田区外神田2丁目19番12号
(22) 出願日	平成22年8月3日(2010.8.3)	(74) 代理人	100116207 弁理士 青木 俊明
(62) 分割の表示	特願2010-174154 (P2010-174154) の分割	(74) 代理人	100089635 弁理士 清水 守
原出願日	平成22年8月3日(2010.8.3)	(74) 代理人	100096426 弁理士 川合 誠
(31) 優先権主張番号	特願2010-31451 (P2010-31451)	(72) 発明者	林 弘毅 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
(32) 優先日	平成22年2月16日(2010.2.16)	(72) 発明者	▲高▼倉 裕司 東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		最終頁に続く
(31) 優先権主張番号	特願2010-123961 (P2010-123961)		
(32) 優先日	平成22年5月31日(2010.5.31)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

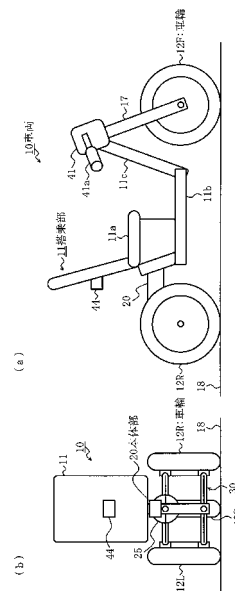
(54) 【発明の名称】 車両

(57) 【要約】

【課題】車体の安定を維持することができ、旋回性能を向上させることができるとともに、乗員が違和感を感じることがなく、乗り心地がよく、安定した走行状態を実現することができるようにする。

【解決手段】互いに連結された操舵部及び駆動部を備える車体と、車体を操舵する操舵輪と、車体を駆動する駆動輪と、操舵部又は駆動部を旋回方向に傾斜させる傾斜用アクチュエータ装置と、車体に作用する横加速度を直接的又は間接的に検出する2つのセンサと、傾斜用アクチュエータ装置を制御して車体の傾斜を制御する制御装置とを有し、制御装置は、2つのセンサが検出する横加速度に基づいて、旋回方向外向きの加速度におけるセンサの検出軸方向の加速度成分と、重力におけるセンサの検出軸方向の加速度成分との合成値を選択的に算出し、車体の傾斜を制御する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに連結された操舵部及び駆動部を備える車体と、
前記操舵部に回転可能に取り付けられた車輪であって、前記車体を操舵する操舵輪と、
前記駆動部に回転可能に取り付けられた車輪であって、前記車体を駆動する駆動輪と、
前記操舵部又は駆動部を旋回方向に傾斜させる傾斜用アクチュエータ装置と、
前記車体に作用する横加速度を直接的又は間接的に検出する 2 つのセンサと、
前記傾斜用アクチュエータ装置を制御して前記車体の傾斜を制御する制御装置とを有し

、
該制御装置は、前記 2 つのセンサが検出する横加速度に基づいて、旋回方向外向きの加速度におけるセンサの検出軸方向の加速度成分と、重力におけるセンサの検出軸方向の加速度成分との合成値を選択的に算出し、前記車体の傾斜を制御することを特徴とする車両。

10

【請求項 2】

前記 2 つのセンサは、互いに異なる高さに配設されている請求項 1 に記載の車両。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記合成値の目標値をゼロとして、前記車体の傾斜を制御する請求項 2 に記載の車両。

【請求項 4】

前記 2 つのセンサのうちの 1 つは、車体の傾斜運動の角速度を検出するロールレートセンサである請求項 3 に記載の車両。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも左右一対の車輪を有す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。

30

【0003】

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1参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-155671号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、前記従来車両においては、旋回性能を向上させるために、車体を旋回方向内側に傾斜させることができるようになっているが、車体を傾斜させる操作が困難であり、旋回性能が低いので、乗員が不快に感じたり、不安を抱いたりしてしまうことがある。

【0006】

本発明は、前記従来車両の問題点を解決して、旋回方向外向きの加速度におけるセンサの検出軸方向の加速度成分と、重力におけるセンサの検出軸方向の加速度成分との合成

50

値を選択的に算出して車体の傾斜角度を制御することによって、車体の安定を維持することができ、旋回性能を向上させることができるとともに、乗員が違和感を感じることがなく、乗り心地がよく、安定した走行状態を実現することができる安全性の高い車両を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

そのために、本発明の車両においては、互いに連結された操舵（だ）部及び駆動部を備える車体と、前記操舵部に回転可能に取り付けられた車輪であって、前記車体を操舵する操舵輪と、前記駆動部に回転可能に取り付けられた車輪であって、前記車体を駆動する駆動輪と、前記操舵部又は駆動部を旋回方向に傾斜させる傾斜用アクチュエータ装置と、前記車体に作用する横加速度を直接的又は間接的に検出する2つのセンサと、前記傾斜用アクチュエータ装置を制御して前記車体の傾斜を制御する制御装置とを有し、該制御装置は、前記2つのセンサが検出する横加速度に基づいて、旋回方向外向きの加速度におけるセンサの検出軸方向の加速度成分と、重力におけるセンサの検出軸方向の加速度成分との合成値を選択的に算出し、前記車体の傾斜を制御する。

10

【発明の効果】

【0008】

請求項1及び2の構成によれば、不要加速度成分を取り除くことができるので、路面状況の影響を受けることがなく、制御系の振動、発散等の発生を防止することができ、車体傾斜制御システムの制御ゲインを大きくして制御の応答性を向上させることができる。

20

【0009】

請求項3の構成によれば、車体及び乗員には、車体の縦方向軸線と平行な方向の力が作用することとなるので、乗員が違和感を感じることがなく、乗り心地がよく、安定した走行状態を実現することができる。

【0010】

請求項4の構成によれば、簡素な車体構成であっても、車体の安定を維持することができ、旋回性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1の実施の形態における車両の構成を示す図である。

30

【図2】本発明の第1の実施の形態における車両のリンク機構の構成を示す図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における旋回走行時の車体の傾斜動作を説明する図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態における車両の車体傾斜制御処理の動作を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第2の実施の形態における横加速度センサの検出値が受ける影響を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施の形態における車両の背面を示す図である。

40

【図8】本発明の第2の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態における力学モデルを示す図である。

【図10】本発明の第2の実施の形態における制御系のブロック図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態における横加速度演算処理の動作を示すフローチャートである。

【図12】本発明の第2の実施の形態における車両の車体傾斜制御処理の動作を示すフローチャートである。

【図13】本発明の第3の実施の形態における車両の背面を示す図である。

【図14】本発明の第4の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロッ

50

ク図である。

【図 15】本発明の第 4 の実施の形態における力学モデルを示す図である。

【図 16】本発明の第 4 の実施の形態における横加速度演算処理の動作を示すフローチャートである。

【図 17】本発明の第 5 の実施の形態における車両の各部の寸法を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。

【0013】

10

図 1 は本発明の第 1 の実施の形態における車両の構成を示す図、図 2 は本発明の第 1 の実施の形態における車両のリンク機構の構成を示す図、図 3 は本発明の第 1 の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロック図である。なお、図 1 において、(a) は右側面図、(b) は背面図である。

【0014】

20

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輪としての車輪 12 F と、後輪として後方に配設された駆動輪である左側の車輪 12 L 及び右側の車輪 12 R とを有する。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 12 L 及び 12 R 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ンクモータ 25 とを有する。なお、前記車両 10 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。

【0015】

30

旋回時には、左右の車輪 12 L 及び 12 R の路面 18 に対する角度、すなわち、キャンバ角を変化させるとともに、搭乗部 11 及び本体部 20 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になっている。すなわち、前記車両 10 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、図に示される例においては、左右の車輪 12 L 及び 12 R は路面 18 に対して直立している、すなわち、キャンバ角が 0 度になっている。

【0016】

40

前記リンク機構 30 は、左側の車輪 12 L 及び該車輪 12 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 51 L を支持する左側の縦リンクユニット 33 L と、右側の車輪 12 R 及び該車輪 12 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 51 R を支持する右側の縦リンクユニット 33 R と、左右の縦リンクユニット 33 L 及び 33 R の上端同士を連結する上側の横リンクユニット 31 U と、左右の縦リンクユニット 33 L 及び 33 R の下端同士を連結する下側の横リンクユニット 31 D と、本体部 20 に上端が固定され、上下に延在する中央縦部材 21 とを有する。また、左右の縦リンクユニット 33 L 及び 33 R と上下の横リンクユニット 31 U 及び 31 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 31 U 及び 31 D は、その中央部で中央縦部材 21 と回転可能に連結されている。なお、左右の車輪 12 L 及び 12 R、左右の回転駆動装置 51 L 及び 51 R、左右の縦リンクユニット 33 L 及び 33 R、並びに、上下の横リンクユニット 31 U 及び 31 D を統合的に説明する場合には、車輪 12、回転駆動装置 51、縦リンクユニット 33 及び横リンクユニット 31 として説明する。

【0017】

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 51 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 33 に固定され、前記

50

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。

【0018】

また、前記リンクモータ 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。なお、リンクモータ 2 5 の回転軸は、本体部 2 0 を傾斜させる傾斜軸として機能し、中央縦部材 2 1 と上側の横リンクユニット 3 1 U との連結部分の回転軸と同軸になっている。そして、リンクモータ 2 5 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 2 0 及び該本体部 2 0 に固定された中央縦部材 2 1 に対して上側の横リンクユニット 3 1 U が回動し、リンク機構 3 0 が作動する、すなわち、屈伸する。これにより、本体部 2 0 を傾斜させることができる。なお、リンクモータ 2 5 は、その回転軸が本体部 2 0 及び中央縦部材 2 1 に固定され、そのボディが上側の横リンクユニット 3 1 U に固定されていてもよい。

10

【0019】

なお、リンクモータ 2 5 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。

20

【0020】

前記搭乗部 1 1 は、本体部 2 0 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 1 1 と本体部 2 0 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。

【0021】

また、前記搭乗部 1 1 は、座席 1 1 a、フットレスト 1 1 b 及び風よけ部 1 1 c を備える。前記座席 1 1 a は、車両 1 0 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 1 1 b は、乗員の足部を支持するための部位であり、座席 1 1 a の前方側（図 1 (a) における右側）下方に配設される。

30

【0022】

さらに、搭乗部 1 1 の後方若しくは下方又は本体部 2 0 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 5 1 及びリンクモータ 2 5 のエネルギー供給源である。また、搭乗部 1 1 の後方若しくは下方又は本体部 2 0 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。

【0023】

そして、座席 1 1 a の前方には、操縦装置 4 1 が配設されている。該操縦装置 4 1 には、操舵装置としてのハンドルバー 4 1 a、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。乗員は、前記ハンドルバー 4 1 a 及びその他の部材を操作して、車両 1 0 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、乗員が要求する車体の要求旋回量を検出するための手段である操舵装置として、ハンドルバー 4 1 a 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操舵装置として使用することもできる。

40

【0024】

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

50

フォークである。そして、一般的なオートバイ、自転車等の場合と同様に、乗員によるハンドルバー 4 1 a の操作に応じて操舵輪としての車輪 1 2 F は舵角を変化させ、これにより、車両 1 0 の進行方向が変化する。

【 0 0 2 5 】

具体的には、前記ハンドルバー 4 1 a は、図示されない操舵軸部材の上端に接続され、操舵軸部材の下端には前輪フォーク 1 7 の上端が接続されている。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、搭乗部 1 1 が備える図示されないフレーム部材に、回転可能に取り付けられている。

【 0 0 2 6 】

本実施の形態において、車両 1 0 は横加速度センサ 4 4 を有する。該横加速度センサ 4 4 は、一般的な加速度センサ、ジャイロセンサ等から成るセンサであって、車両 1 0 の横加速度、すなわち、車体の幅方向としての横方向（図 1（b）における左右方向：車体の縦方向軸線に対して垂直な方向）の加速度を検出する。

10

【 0 0 2 7 】

車両 1 0 は、旋回時に車体を旋回内側に傾斜させて安定させるので、車体を傾斜させることによって、旋回時の旋回外側への遠心力と重力とが釣り合うような角度になるように制御される。このような制御を行うことによって、例えば、路面 1 8 が進行方向と垂直な方向（進行方向に対する左右方向）に傾斜していたとしても、常に車体を水平に保つことが可能になる。これにより、車体及び乗員には、見かけ上、常に重力が鉛直下向きにかかっていることになり、違和感が低減され、また、車両 1 0 の安定性が向上する。

20

【 0 0 2 8 】

そこで、本実施の形態においては、傾斜する車体の横方向の加速度を検出するために、横加速度センサ 4 4 を車体に取り付け、横加速度センサ 4 4 の出力がゼロとなるように（横加速度センサ 4 4 の出力の目標値をゼロとして）フィードバック制御を行う。これにより、旋回時に作用する遠心力と重力とが釣り合う傾斜角まで、車体を傾斜させることができる。また、進行方向と垂直な方向に路面 1 8 が傾斜している場合でも、車体が鉛直になる傾斜角となるように制御することができる。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示される例において、横加速度センサ 4 4 は搭乗部 1 1 の背面に配設されている。また、前記横加速度センサ 4 4 は、車体の幅方向の中心、すなわち、車体の縦方向軸線上に位置するように配設され、車体の縦方向軸線に垂直な方向（横方向）の加速度を検出する。すなわち、横加速度センサ 4 4 の検出軸方向が車体の横方向に一致するように、配設されている。

30

【 0 0 3 0 】

また、本実施の形態における車両 1 0 は、制御装置の一部としての車体傾斜制御システムを有する。該車体傾斜制御システムは、一種のコンピュータシステムであり、図 3 に示されるように、傾斜制御装置として機能する傾斜制御 ECU（Electronic Control Unit）4 6 を備える。該傾斜制御 ECU 4 6 は、プロセッサ等の演算手段、磁気ディスク、半導体メモリ等の記憶手段、入出力インターフェイス等を備え、横加速度センサ 4 4 及びリンクモータ 2 5 に接続されている。また、前記傾斜制御 ECU 4 6 は、横加速度センサ 4 4 が検出した横加速度に基づいてリンクモータ 2 5 を作動させるためのトルク指令値を出力する傾斜制御部 4 7 を含む。

40

【 0 0 3 1 】

該傾斜制御部 4 7 は、旋回走行の際には、旋回外側への遠心力と重力とが釣り合うような角度になるように車体の傾斜角度を制御する。具体的には、フィードバック制御を行い、車体の傾斜角度が、横加速度センサ 4 4 が検出する横加速度の値がゼロ又はゼロ近傍となるような角度になるように、リンクモータ 2 5 を作動させる。つまり、旋回外側への遠心力と重力とが釣り合って、横加速度センサ 4 4 の検出軸方向の加速度成分、すなわち、横方向の加速度成分がゼロ又はゼロ近傍となるような角度になるように、車体の傾斜角度を制御する。つまり、横方向の加速度成分の値ゼロを目標値として、車体の傾斜角度を制

50

御する。これにより、車体及び搭乗部 11 に搭乗している乗員には、車体の縦方向軸線と平行な方向の力が作用することとなる。したがって、車体の安定を維持することができ、また、旋回性能を向上させることができる。また、乗員が違和感を感じることもなく、乗り心地が向上する。

【0032】

次に、前記構成の車両 10 の動作について説明する。ここでは、旋回走行時における車体傾斜制御処理の動作についてのみ説明する。

【0033】

図 4 は本発明の第 1 の実施の形態における旋回走行時の車体の傾斜動作を説明する図、図 5 は本発明の第 1 の実施の形態における車両の車体傾斜制御処理の動作を示すフローチャートである。

10

【0034】

旋回走行が開始されると、車体傾斜制御システムは車体傾斜制御処理を開始する。姿勢制御が行われることで、車両 10 は、リンク機構 30 によって、旋回走行時には、図 4 に示されるように、車体を旋回内側（図において右側）に傾けた状態で旋回する。また、旋回走行時には、旋回外側への遠心力が車体に作用するとともに、車体を旋回内側に傾けたことによって重力の横方向成分が発生する。そして、横加速度センサ 44 は、前記遠心力と重力の横方向成分との合力を横方向の加速度として検出し、検出値 a を横加速度センサ値として傾斜制御部 47 に出力する。すると、該傾斜制御部 47 は、フィードバック制御を行い、検出値 a の値がゼロとなるような制御値をリンクモータ 25 に出力する。

20

【0035】

なお、車体傾斜制御処理は、車両 10 の電源が投入されている間、車体傾斜制御システムによって繰り返し所定の制御周期 T_s （例えば、5 [ms]）で実行される処理であり、旋回時において、旋回性能の向上と乗員の快適性の確保とを図る処理である。

【0036】

傾斜制御部 47 は、まず、横加速度センサ値 a を取得する（ステップ S1）。

【0037】

続いて、傾斜制御部 47 は、 a_{old} 呼出を行う（ステップ S2）。 a_{old} は、前回の車体傾斜制御処理実行時に保存された横加速度センサ値 a である。なお、初期設定においては、 $a_{old} = 0$ とされている。

30

【0038】

続いて、傾斜制御部 47 は、制御周期 T_s を取得し（ステップ S3）、 a の微分値を算出する（ステップ S4）。ここで、 a の微分値を da/dt とすると、該 da/dt は次の式（1）によって算出される。

$$da/dt = (a - a_{old}) / T_s \quad \dots \text{式 (1)}$$

そして、傾斜制御部 47 は、 $a_{old} = a$ として保存する（ステップ S5）。つまり、今回の車体傾斜制御処理実行時に取得した横加速度センサ値 a を a_{old} として、記憶手段に保存する。

【0039】

続いて、傾斜制御部 47 は、第 1 制御値 U_p を算出する（ステップ S6）。ここで、比例制御動作の制御ゲイン、すなわち、比例ゲインを C_p とすると、第 1 制御値 U_p は次の式（2）によって算出される。

40

$$U_p = C_p a \quad \dots \text{式 (2)}$$

続いて、傾斜制御部 47 は、第 2 制御値 U_D を算出する（ステップ S7）。ここで、微分制御動作の制御ゲイン、すなわち、微分時間を C_D とすると、第 2 制御値 U_D は次の式（3）によって算出される。

$$U_D = C_D da/dt \quad \dots \text{式 (3)}$$

続いて、傾斜制御部 47 は、制御値 U を算出する（ステップ S8）。該制御値 U は、第 1 制御値 U_p と第 2 制御値 U_D との合計であり、次の式（4）によって算出される。

$$U = U_p + U_D \quad \dots \text{式 (4)}$$

50

最後に、傾斜制御部 47 は、制御値 U をリンクモータ 25 へ出力して（ステップ S9）、処理を終了する。

【0040】

このように、本実施の形態においては、旋回走行時には、旋回外側への遠心力と重力とが釣り合うような角度になるように車体の傾斜角度を制御する。これにより、車体の安定を維持することができ、旋回性能を向上させることができるとともに、乗員が違和感を感じることがなく、乗り心地が向上する。

【0041】

具体的には、横加速度センサ 44 が検出する横加速度の値がゼロ又はゼロ近傍となるように、車体の傾斜角度を制御する。つまり、横方向の加速度成分の値ゼロを目標値として、車体の傾斜角度を制御する。

10

【0042】

これにより、旋回外側への遠心力と重力とが釣り合うような角度になるように車体の傾斜角度を制御することができ、横方向の加速度成分がゼロ又はゼロ近傍となり、車体及び乗員には車体の縦方向軸線と平行な方向の力が作用する。

【0043】

したがって、車体の安定を維持することができ、また、旋回性能を向上させることができる。また、乗員が違和感を感じることがなく、乗り心地が向上する。これにより、安定した走行状態を実現することができ、安全性の高い車両 10 を提供することができる。

【0044】

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、第 1 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

20

【0045】

図 6 は本発明の第 2 の実施の形態における横加速度センサの検出値が受ける影響を説明する図、図 7 は本発明の第 2 の実施の形態における車両の背面を示す図、図 8 は本発明の第 2 の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロック図である。なお、図 6 において、(a) ~ (c) は片側の車輪が落下する状態を示す図、(d) は車両の各部のガタ等の影響を説明する図であり、図 7 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。

30

【0046】

前記第 1 の実施の形態においては、単一の横加速度センサ 44 によって横方向の加速度を検出する場合について説明した。しかし、横加速度センサ 44 が 1 つであると、不要加速度成分をも検出してしまうことがある。

【0047】

横加速度センサ 44 で検出されるものは、旋回による遠心力、及び、車体が傾斜することによる重力成分のみでなく、リンク機構 30 によって車体を傾斜させる動作で発生する周方向の加速度成分や、路面 18 の凹部に左側の車輪 12L 又は右側の車輪 12R の一方のみが落ちたような場合に発生する同様の周方向の加速度成分が含まれる。これらの周方向の加速度成分、すなわち、遠心力や重力に直接由来しない加速度成分は、制御性を悪化させる。例えば、応答性を向上させようとして制御ゲインを大きくしようとしても、これらの遠心力や重力に直接由来しない加速度成分が観測されることで、制御系の振動や、最悪の場合には、発散を招くため、制御ゲインを大きくすることができない。

40

【0048】

例えば、図 6 (a) ~ (c) に示されるように、車両 10 の走行中、路面 18 の窪（くぼ）みに左右の車輪 12L 及び 12R のいずれか一方のみが落下する場合があります。この場合、車体が傾斜するので、図 6 (c) における矢印で示されるように、横加速度センサ 44 は、周方向に変位し、該周方向の加速度を検出することになる。つまり、遠心力や重力に直接由来しない加速度成分、すなわち、不要加速度成分が検出されてしまう。

【0049】

50

また、車両 10 は、例えば、左右の車輪 12 L 及び 12 R のタイヤ部分のように弾性を備え、ばねとして機能する部分を含み、また、各部材の接続部等に不可避免的なガタが含まれる。そのため、図 6 (d) に模式的に示されるように、横加速度センサ 44 は、不可避免的なガタやばねを介して車体に取り付けられていると考えられるので、ガタやばねの変位によって生じる加速度をも不要加速度成分として検出してしまふ。

【0050】

このような不要加速度成分は、車体傾斜制御システムの制御性を悪化させる可能性がある。例えば、車体傾斜制御システムの制御ゲインを大きくすると、不要加速度成分に起因する制御系の振動、発散等が発生するので、応答性を向上させようとしても制御ゲインを大きくすることができなくなってしまう。

10

【0051】

そこで、本実施の形態においては、横加速度センサ 44 が複数であって、互いに異なる高さに配設されている。図 7 に示される例において、横加速度センサ 44 は、第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b の 2 つであって、第 1 横加速度センサ 44 a と第 2 横加速度センサ 44 b とは互いに異なる高さ位置に配設されている。第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b の位置を適切に選択することで、効果的に不要加速度成分を取り除くことができる。

【0052】

具体的には、図 7 (a) に示されるように、第 1 横加速度センサ 44 a は、搭乗部 11 の背面において、路面 18 からの距離、すなわち、高さが L_1 の位置に配設されている。また、第 2 横加速度センサ 44 b は、搭乗部 11 の背面又は本体部 20 の上面において、路面 18 からの距離、すなわち、高さが L_2 の位置に配設されている。なお、 $L_1 > L_2$ である。そして、旋回走行時に、図 7 (b) に示されるように、車体を旋回内側 (図において右側) に傾けた状態で旋回すると、第 1 横加速度センサ 44 a は、横方向の加速度を検出して検出値 a_1 を出力し、第 2 横加速度センサ 44 b は、横方向の加速度を検出して検出値 a_2 を出力する。なお、車体が傾く際の傾斜運動の中心、すなわち、ロール中心は、厳密には路面 18 よりわずかに下方に位置するが、実際には、概略路面 18 と等しい位置であると考えられる。

20

【0053】

前記第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b は、ともに、十分に剛性の高い部材に取り付けられることが望ましい。また、 L_1 と L_2 との差は、小さいと検出値 a_1 及び a_2 の差が小さくなるので、十分に大きいこと、例えば、0.3 [m] 以上、とすることが望ましい。さらに、車体がサスペンション等のばねで支持されている場合、前記第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b は、ともに、いわゆる「ばね上」に配設されることが望ましい。さらに、前記第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b は、ともに、前輪である車輪 12 F の車軸と後輪である左右の車輪 12 L 及び 12 R の車軸との間に配設されることが望ましい。さらに、前記第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b は、ともに、可能な限り乗員の近くに配設されることが望ましい。さらに、前記第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b は、ともに、上側から観て進行方向に延在する車体の中心軸上に位置すること、すなわち、進行方向に関してオフセットされないことが望ましい。

30

40

【0054】

また、本実施の形態における車体傾斜制御システムは、図 8 に示されるようになっている。傾斜制御 ECU 46 は、第 1 横加速度センサ 44 a 及び第 2 横加速度センサ 44 b が検出した横加速度に基づいて合成横加速度を算出する横加速度演算部 48 を備える。そして、傾斜制御部 47 は、横加速度演算部 48 が算出した横加速度としての合成横加速度に基づいてリンクモータ 25 を作動させるためのトルク指令値を出力する。

【0055】

なお、その他の点の構成については、前記第 1 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

50

【 0 0 5 6 】

次に、本実施の形態における車両 10 の動作について説明する。ここでは、旋回走行時における車体傾斜制御処理の動作についてのみ説明する。

【 0 0 5 7 】

図 9 は本発明の第 2 の実施の形態における力学モデルを示す図、図 10 は本発明の第 2 の実施の形態における制御系のブロック図、図 11 は本発明の第 2 の実施の形態における横加速度演算処理の動作を示すフローチャート、図 12 は本発明の第 2 の実施の形態における車両の車体傾斜制御処理の動作を示すフローチャートである。

【 0 0 5 8 】

図 9 において、44A は車体において第 1 横加速度センサ 44a の配設された位置を示す第 1 センサ位置であり、44B は車体において第 2 横加速度センサ 44b の配設された位置を示す第 2 センサ位置である。

【 0 0 5 9 】

第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出してその検出値を出力する加速度は、1 旋回時に車体に作用する遠心力（旋回による遠心力の分力）、2 車体を旋回内側に傾けたことによって発生する重力の横方向成分（重力の分力）、3 左右の車輪 12L 及び 12R のいずれか一方のみが路面 18 の窪みに落下することによる車体の傾斜、ガタやばねの変位等により第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が周方向に変位することによって生じる加速度（リンクモータ 25 によらない回転加速度）、並びに、4 リンクモータ 25 の作動又はその反作用により第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が周方向に変位することによって生じる加速度（リンクモータ 25 による回転加速度）、の 4 つであると考えられる。これら 4 つの加速度のうち、前記 1 及び 2 は、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b の高さ、すなわち、 L_1 及び L_2 と無関係である。一方、前記 3 及び 4 は、周方向に変位することによって生じる加速度であるから、ロール中心からの距離に比例する、すなわち、概略 L_1 及び L_2 に比例する。

【 0 0 6 0 】

ここで、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出してその検出値を出力する 3 の加速度を a_{x1} 及び a_{x2} とし、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出してその検出値を出力する 4 の加速度を a_{M1} 及び a_{M2} とする。また、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出してその検出値を出力する 1 の加速度を a_T とし、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出してその検出値を出力する 2 の加速度を a_G とする。なお、前記 1 及び 2 は、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b の高さとは無関係なので、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b の検出値は等しい。

【 0 0 6 1 】

そして、左右の車輪 12L 及び 12R のいずれか一方のみが路面 18 の窪みに落下することによる車体の傾斜、ガタやばねの変位等による周方向の変位の角速度を ω_R とし、その角加速度を ω_R' とする。また、リンクモータ 25 の作動又はその反作用による周方向の変位の角速度を ω_M とし、その角加速度を ω_M' とする。

【 0 0 6 2 】

すると、 $a_{x1} = L_1 \omega_R'$ 、 $a_{x2} = L_2 \omega_R'$ 、 $a_{M1} = L_1 \omega_M'$ 、 $a_{M2} = L_2 \omega_M'$ となる。

【 0 0 6 3 】

また、第 1 横加速度センサ 44a 及び第 2 横加速度センサ 44b が検出して出力する加速度の検出値を a_1 及び a_2 とすると、 a_1 及び a_2 は、4 つの加速度 1 ~ 4 の合計であるから、次の式 (5) 及び (6) で表される。

$$a_1 = a_T + a_G + L_1 \omega_R' + L_1 \omega_M' \quad \dots \text{式 (5)}$$

$$a_2 = a_T + a_G + L_2 \omega_R' + L_2 \omega_M' \quad \dots \text{式 (6)}$$

10

20

30

40

50

そして、式(5)から式(6)を減算すると、次の式(7)を得ることができる。

$$a_1 - a_2 = (L_1 - L_2) \cdot R' + (L_1 - L_2) \cdot M' \quad \dots \text{式(7)}$$

ここで、 L_1 及び L_2 の値は、第1横加速度センサ44a及び第2横加速度センサ44bの高さであるから既知である。また、 M' の値は、リンクモータ25の角速度 M の微分値であるから既知である。すると、前記式(7)の右辺においては、第1項の R' の値のみが未知であり、他の値はすべて既知である。したがって、第1横加速度センサ44a及び第2横加速度センサ44bの検出値 a_1 及び a_2 から、 R' の値を得ることが可能である。つまり、第1横加速度センサ44a及び第2横加速度センサ44bの検出値 a_1 及び a_2 に基づいて、不要加速度成分を取り除くことができる。

【0064】

本実施の形態における車体傾斜制御処理では、図10に示されるようなフィードバック制御が行われる。図10において、 f_1 は後述される式(10)で表される伝達関数である。また、 G_p は比例制御動作の制御ゲインであり、 G_D は微分制御動作の制御ゲインであり、 s は微分要素である。

【0065】

車体傾斜制御システムが車体傾斜制御処理を開始すると、横加速度演算部48は、横加速度演算処理を開始し、まず、第1横加速度センサ値 a_1 を取得するとともに(ステップS11)、第2横加速度センサ値 a_2 を取得する(ステップS12)。そして、横加速度演算部48は、加速度差 a を算出する(ステップS13)。該 a は次の式(8)によって表される。

$$a = a_1 - a_2 \quad \dots \text{式(8)}$$

続いて、横加速度演算部48は、 L 呼出を行うとともに(ステップS14)、 L_2 呼出を行う(ステップS15)。前記 L は次の式(9)によって表される。

$$L = L_1 - L_2 \quad \dots \text{式(9)}$$

続いて、横加速度演算部48は、合成横加速度 a を算出する(ステップS16)。なお、合成横加速度 a は、前記第1の実施の形態のように、横加速度センサ44が1つである場合における横加速度センサ値 a に相当する値であって、第1横加速度センサ値 a_1 と第2横加速度センサ値 a_2 とを合成した値であり、次の式(10)及び(11)によって得られる。

$$a = a_2 - (L_2 / L) \cdot a \quad \dots \text{式(10)}$$

$$a = a_1 - (L_1 / L) \cdot a \quad \dots \text{式(11)}$$

理論上は、式(10)によっても式(11)によっても、同じ値を得ることができるが、周方向の変位によって生じる加速度はロール中心からの距離に比例するので、実際上は、ロール中心により近い方の横加速度センサ44、すなわち、第2横加速度センサ44bの検出値である a_2 を基準にすることが望ましい。そこで、本実施の形態においては、式(10)によって合成横加速度 a を算出することとする。

【0066】

最後に、横加速度演算部48は、傾斜制御部47へ合成横加速度 a を送出して(ステップS17)、横加速度演算処理を終了する。

【0067】

また、傾斜制御部47は、車体傾斜制御処理を開始し、まず、横加速度演算部48から合成横加速度 a を受信する(ステップS21)。

【0068】

続いて、傾斜制御部47は、 a_{old} 呼出を行う(ステップS22)。 a_{old} は、前回の車体傾斜制御処理実行時に保存された合成横加速度 a である。なお、初期設定においては、 $a_{old} = 0$ とされている。

【0069】

これ以降の動作、すなわち、図12に示されるステップS23～S29の動作は、前記第1の実施の形態において説明したステップS3～S9の動作と同様であるので、その説明を省略する。

10

20

30

40

50

【0070】

このように、本実施の形態においては、第1横加速度センサ44aと第2横加速度センサ44bとを互いに異なる高さ位置に配設し、第1横加速度センサ値 a_1 と第2横加速度センサ値 a_2 とを合成した合成横加速度 a を算出し、該合成横加速度 a の値がゼロ又はゼロ近傍となるように、車体の傾斜角度を制御する。つまり、合成横加速度 a の値ゼロを目標値として、車体の傾斜角度を制御する。

【0071】

前記合成横加速度 a は、第1横加速度センサ44a及び第2横加速度センサ44bが検出した加速度から前記3及び4を除去し、前記1及び2のみを抽出したものであると言える。すなわち、車両10の旋回によって発生する旋回方向外向きの加速度における横加速度センサの検出軸方向の加速度成分と、車体が傾斜することによって発生する重力における横加速度センサの検出軸方向の加速度成分との合成値のみを選択的に算出した値が合成横加速度 a の値である。

10

【0072】

これにより、不要加速度成分を取り除くことができるので、路面状況の影響を受けることがなく、制御系の振動、発散等の発生を防止することができ、車体傾斜制御システムの制御ゲインを大きくして制御の応答性を向上させることができる。

【0073】

なお、本実施の形態においては、横加速度センサ44が2つである場合について説明したが、横加速度センサ44は、複数であって互いに異なる高さに配設されていれば、3つ以上であってもよく、いくつであってもよい。

20

【0074】

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。なお、第1及び第2の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第1及び第2の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

【0075】

図13は本発明の第3の実施の形態における車両の背面を示す図である。なお、図において、(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。

30

【0076】

本実施の形態における車両10は、リンク機構30を有しておらず、本体部20と搭乗部11とが、ロール軸20aを中心に、ロール方向に揺動可能に連結され、傾斜用アクチュエータ装置としてのリンクモータ25を回転させることによって、図13(b)に示されるように、本体部20に対して搭乗部11を揺動させてロールさせる、すなわち、傾斜させることができる。前記ロール軸20aは、本体部20に対して搭乗部11が揺動してロールする動作の中心、すなわち、ロール中心である。なお、車体の進行方向に延在するリンクモータ25の回転軸を、前記ロール軸20aと一致させるようにしてもよい。

【0077】

旋回時にも、左右の車輪12L及び12Rの路面18に対する角度、すなわち、キャンバ角は変化せず、搭乗部11を前輪である車輪12Fとともに、本体部20に対して揺動させ、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。なお、図に示される例においては、直進時も旋回時も、左右の車輪12L及び12Rは路面18に対して直立している、すなわち、キャンバ角が0度になっている。

40

【0078】

その他の点の構成については、前記第1の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0079】

なお、横加速度センサ44は、前記第2の実施の形態と同様に、第1横加速度センサ4

50

4 a 及び第 2 横加速度センサ 4 4 b を含み、前記第 1 横加速度センサ 4 4 a と第 2 横加速度センサ 4 4 b とは互いに異なる高さ位置に配設されている。

【0080】

本実施の形態においては、搭乗部 1 1 が傾く際の傾斜運動の中心、すなわち、ロール中心はロール軸 2 0 a と一致する。そこで、第 1 横加速度センサ 4 4 a 及び第 2 横加速度センサ 4 4 b の高さ L_1 及び L_2 は、ロール軸 2 0 a からの距離として設定される。

【0081】

前記第 1 横加速度センサ 4 4 a 及び第 2 横加速度センサ 4 4 b は、ロール軸 2 0 a の上側又は下側に、両者ともに配設されることが望ましい。また、前記第 1 横加速度センサ 4 4 a 及び第 2 横加速度センサ 4 4 b の一方は、できる限りロール軸 2 0 a に近接した位置に配設されることが望ましい。

10

【0082】

横加速度センサ 4 4 について、その他の点は、前記第 2 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。また、車体傾斜制御システムについても、前記第 2 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。さらに、本実施の形態における車両 1 0 の動作についても、前記第 2 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0083】

次に、本発明の第 4 の実施の形態について説明する。なお、第 1 ~ 第 3 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 ~ 第 3 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

20

【0084】

図 1 4 は本発明の第 4 の実施の形態における車体傾斜制御システムの構成を示すブロック図である。

【0085】

前記第 2 及び第 3 の実施の形態においては、2 つの横加速度センサ 4 4、すなわち、第 1 横加速度センサ 4 4 a と第 2 横加速度センサ 4 4 b とによって横方向の加速度を検出する場合について説明した。しかし、横方向の加速度を検出可能なセンサであれば、加速度センサ以外の種類のセンサを使用することもできる。なお、横方向の加速度を検出可能なセンサとは、加速度センサのように加速度を直接的に検出するセンサのみならず、速度センサのように検出値を微分して加速度を得ることが可能なセンサ、すなわち、加速度を間接的に検出するセンサをも含むものである。

30

【0086】

本実施の形態においては、前記第 2 横加速度センサ 4 4 b に代えて、加速度を間接的に検出するセンサとしてのロールレートセンサ 4 4 c を使用する例について説明する。なお、該ロールレートセンサ 4 4 c は、車体の傾斜運動の角速度を検出する一般的なロールレートセンサであって、例えば、ジャイロセンサを、地面と垂直方向の面内での回転角速度を検出できるように取り付けたものである。

【0087】

本実施の形態における車体傾斜制御システムは、図 1 4 に示されるようになっていて、傾斜制御 ECU 4 6 には、第 1 横加速度センサ 4 4 a 及びロールレートセンサ 4 4 c が接続されている。そして、横加速度演算部 4 8 は、ロールレートセンサ 4 4 c が検出した車体の傾斜運動の角速度の微分値及び第 1 横加速度センサ 4 4 a が検出した横加速度に基づいて合成横加速度を算出する。そして、傾斜制御部 4 7 は、横加速度演算部 4 8 が算出した横加速度としての合成横加速度に基づいてリンクモータ 2 5 を作動させるためのトルク指令値を出力する。

40

【0088】

なお、その他の点の構成については、前記第 2 及び第 3 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0089】

50

次に、本実施の形態における車両 10 の動作について説明する。ここでは、旋回走行時における車体傾斜制御処理の動作についてのみ説明する。

【0090】

図 15 は本発明の第 4 の実施の形態における力学モデルを示す図、図 16 は本発明の第 4 の実施の形態における横加速度演算処理の動作を示すフローチャートである。

【0091】

図 15 において、44A は車体において第 1 横加速度センサ 44a の配設された位置を示す第 1 センサ位置であり、44C は車体においてロールレートセンサ 44c の配設された位置を示す第 2 センサ位置である。また、 ω_1 は、ロールレートセンサ 44c が検出した車体の傾斜運動の角速度の値、すなわち、ロールレートセンサ値である。

10

【0092】

なお、ロールレートセンサ 44c は、任意の高さ位置に取り付けることができる。図に示される例においては、第 1 横加速度センサ 44a よりも低い位置に取り付けられているが、第 1 横加速度センサ 44a と同じ高さ位置に取り付けられていてもよいし、第 1 横加速度センサ 44a よりも高い位置に取り付けられていてもよい。

【0093】

もっとも、ロールレートセンサ 44c は、第 1 横加速度センサ 44a と同様に、十分に剛性の高い部材に取り付けられることが望ましい。また、車体がサスペンション等のばねで支持されている場合、ロールレートセンサ 44c は、第 1 横加速度センサ 44a と同様に、いわゆる「ばね上」に配設されることが望ましい。さらに、ロールレートセンサ 44c は、第 1 横加速度センサ 44a と同様に、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 の車軸との間に配設されることが望ましい。さらに、ロールレートセンサ 44c は、第 1 横加速度センサ 44a と同様に、可能な限り乗員の近くに配設されることが望ましい。それ以外の点について、ロールレートセンサ 44c は、車体の傾斜運動、すなわち、ロールを検出可能な位置であれば、いかなる位置に取り付けられていてもよい。

20

【0094】

なお、第 1 横加速度センサ 44a とロールレートセンサ 44c とは互いに異なるセンサなので、両者の応答特性を、あらかじめ、理論的又は実験的に合わせておく必要がある。例えば、どちらかの等価モデルの時定数が小さい（速い）場合、時定数が大きい方の出力と同等の時定数となるようにフィルタ等で調整することになる。

30

【0095】

本実施の形態において、車体傾斜制御システムが車体傾斜制御処理を開始すると、横加速度演算部 48 は、横加速度演算処理を開始し、まず、横加速度センサ値としての第 1 横加速度センサ値 a_1 を取得するとともに（ステップ S31）、ロールレートセンサ値 ω_1 を取得する（ステップ S32）。

【0096】

続いて、横加速度演算部 48 は、 ω_{old} 呼出を行う（ステップ S33）。 ω_{old} は、前回の車体傾斜制御処理実行時に保存されたロールレートセンサ値 ω_1 である。なお、初期設定においては、 $\omega_{old} = 0$ とされている。

40

【0097】

続いて、横加速度演算部 48 は、制御周期 T_s を取得し（ステップ S34）、 ω_1 の微分値を算出する（ステップ S35）。ここで、 ω_1 の微分値を $\dot{\omega}_1$ とすると、該 $\dot{\omega}_1$ は次の式（12）によって算出される。

$$\dot{\omega}_1 = (\omega_1 - \omega_{old}) / T_s \quad \dots \text{式 (12)}$$

続いて、横加速度演算部 48 は、 L_1 呼出を行う（ステップ S36）。

【0098】

そして、横加速度演算部 48 は、合成横加速度 a を算出する（ステップ S37）。なお、該合成横加速度 a は、前記第 1 の実施の形態のように、横加速度センサ 44 が 1 つである場合における横加速度センサ値 a に相当する値であって、第 1 横加速度センサ値 a_1 と

50

ロールレートセンサ値 α_1 の微分値 $\dot{\alpha}_1$ とを合成した値であり、次の式 (13) によって得られる。

$$a = a_1 - L_1 \dot{\alpha}_1 \quad \dots \text{式 (13)}$$

最後に、横加速度演算部 48 は、傾斜制御部 47 へ合成横加速度 a を送出して (ステップ S38)、横加速度演算処理を終了する。

【0099】

なお、傾斜制御部 47 による車体傾斜制御処理の動作については、前記第 2 の実施の形態と同様であるので、その説明を省略する。

【0100】

このように、本実施の形態においては、横方向の加速度を検出可能な複数のセンサのうちの一つとしてロールレートセンサ 44c を採用しているため、高さ方向に関するロールレートセンサ 44c の取付位置の自由度が高くなり、車両 10 の設計自由度を高くすることができる。

【0101】

なお、本実施の形態においては、前記第 2 及び第 3 の実施の形態における第 2 横加速度センサ 44b に代えてロールレートセンサ 44c を使用する例についてのみ説明したが、第 1 横加速度センサ 44a に代えてロールレートセンサ 44c を使用することもできる。また、車両 10 は、第 2 の実施の形態における車両 10 のようにリンク機構 30 を有するものであってもよいし、第 3 の実施の形態における車両 10 のようにリンク機構 30 を有していないものであってもよい。

【0102】

次に、本発明の第 5 の実施の形態について説明する。なお、第 1 ~ 第 4 の実施の形態と同じ構造を有するものについては、同じ符号を付与することによってその説明を省略する。また、前記第 1 ~ 第 4 の実施の形態と同じ動作及び同じ効果についても、その説明を省略する。

【0103】

図 17 は本発明の第 5 の実施の形態における車両の各部の寸法を説明する模式図である。なお、図において、(a) は上面図、(b) は右側面図である。

【0104】

本実施の形態において、車体傾斜制御システムは、横加速度の値 a が所定の範囲内に収まるように制御する。なお、前記値 a は、前記第 1 の実施の形態のように、横加速度センサ 44 が一つである場合の横加速度センサ値 a のみならず、前記第 2 ~ 4 の実施の形態において説明した合成横加速度 a も含むものである。

【0105】

前記所定の範囲は、図に示されるように、各車輪 12 の接地点と車両 10 の重心 M との三次元的配置で決定される安定範囲である。なお、前記重心 M は、車両 10 のみならず、搭乗している乗員及び搭載されている積載物をも含む全体の重心である。

【0106】

図において、 h は、重心 M の高さ、すなわち、路面 18 から重心 M までの距離である。また、 K は、前輪である車輪 12F の接地点と、後輪である左右の車輪 12L 及び 12R の接地点とを頂点とする二等辺三角形である。

【0107】

図 17 (a) に示されるように、上方から観て、重心 M が二等辺三角形 K 内にあれば、車両 10 の左右方向の安定性が確実に維持されることが分かる。

【0108】

そこで、二等辺三角形 K の底辺 $K1$ と平行で、2 つの斜辺を両端とし、重心 M を通る線分を $M1$ とすると、重心 M から線分 $M1$ の両端までの範囲を前記安定範囲とする。ここで、車体が傾斜していないとき、すなわち、車体の縦方向軸線が鉛直であるときの重心 M から線分 $M1$ の片側端までの距離を L_M とすると、重心 M が線分 $M1$ の端に位置するまで車体が傾斜したときの前記値 a は、次の式 (14) 及び (15) で表される。

10

20

30

40

50

$$a_{INres} = LM \cdot 9.807 / (h - LM \cdot \sin(\theta)) \quad \dots \text{式}(14)$$

$$a_{OUTres} = LM \cdot 9.807 / (h + LM \cdot \sin(\theta)) \quad \dots \text{式}(15)$$

なお、前記式(14)及び(15)における定数9.807は、重力加速度を、 θ は車体の傾斜角度を表す。

【0109】

そして、旋回内側を正とし、旋回外側を負とした場合、次の式(16)が満足されるとき、前記値aは前記安定範囲内に収まっていると言える。

$$-a_{OUTres} < a < a_{INres} \quad \dots \text{式}(16)$$

また、 $a_{res} = \min(a_{INres}, a_{OUTres})$ とすると、次の式(17)が満足されるとき、前記値aは前記安定範囲内に収まっていると言える。

$$-a_{res} < a < a_{res} \quad \dots \text{式}(17)$$

このように、本実施の形態において、車体傾斜制御システムは、横加速度の値aが前記式(16)又は(17)を満足するように、すなわち、所定の範囲内に収まるように制御する。つまり、横加速度の値aが、重心Mの高さと、車輪12の接地点を頂点とする三角形Kの斜辺までの前記重心Mからの距離とに基づいて決定される安定範囲内に収まるように、車体の傾斜を制御する。

【0110】

これにより、車両10の横方向の安定性が向上する。

【0111】

なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々変形させることが可能であり、それらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

【0112】

本発明は、少なくとも左右一对の車輪を有する車両に利用することができる。

【符号の説明】

【0113】

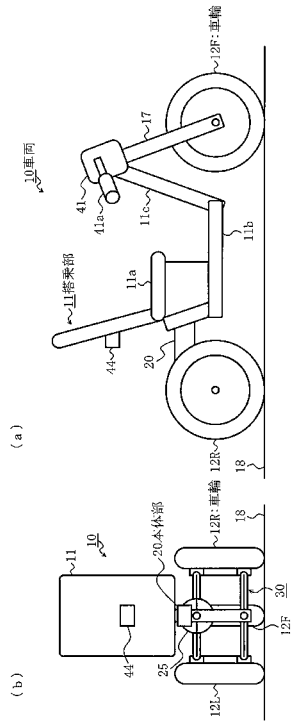
- 10 車両
- 11 搭乗部
- 12 F、12 L、12 R 車輪
- 20 本体部
- 25 リンクモータ
- 44 横加速度センサ
- 44 a 第1横加速度センサ
- 44 b 第2横加速度センサ
- 44 c ロールレートセンサ

10

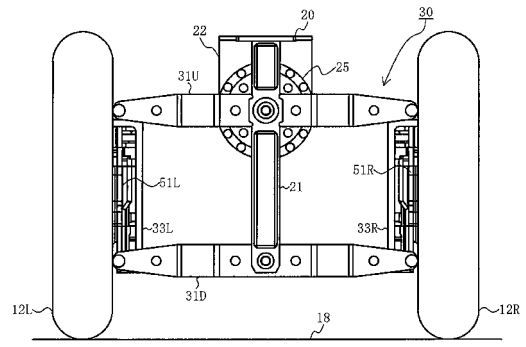
20

30

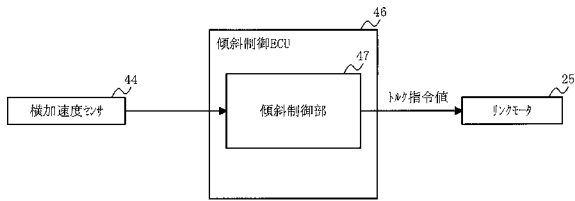
【 図 1 】



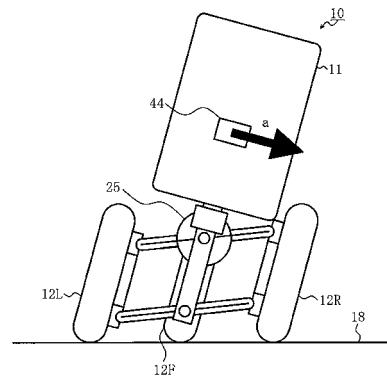
【 図 2 】



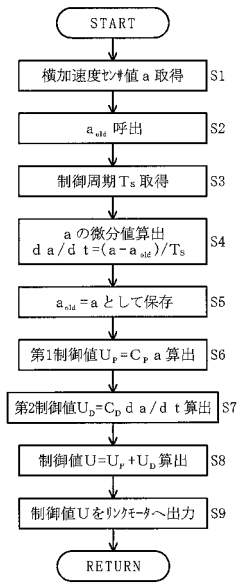
【 図 3 】



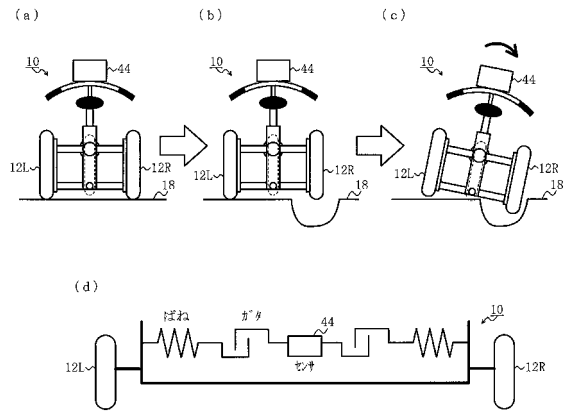
【 図 4 】



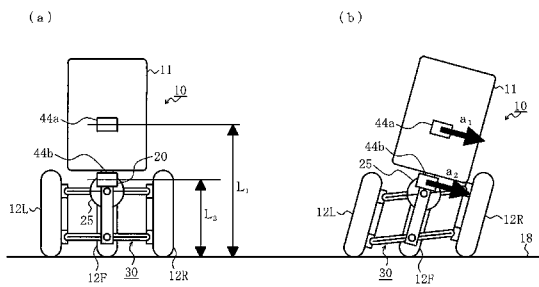
【 図 5 】



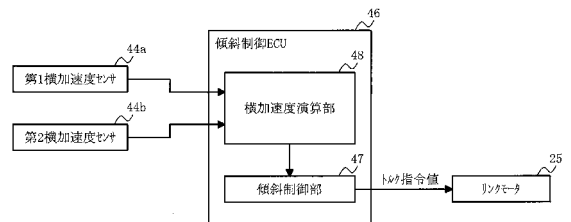
【 図 6 】



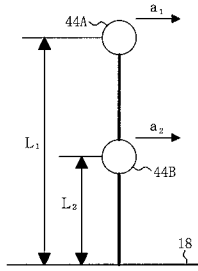
【 図 7 】



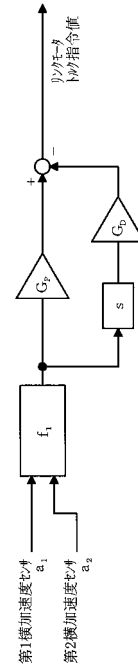
【 図 8 】



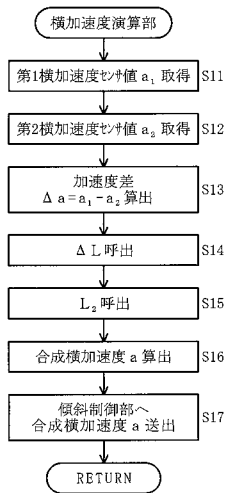
【 図 9 】



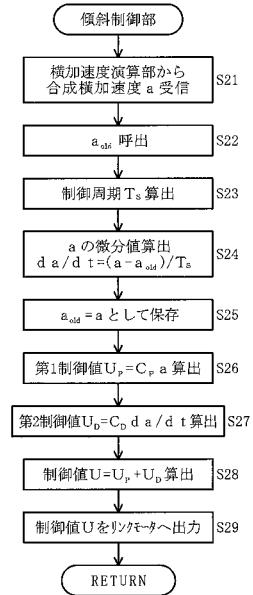
【 図 10 】



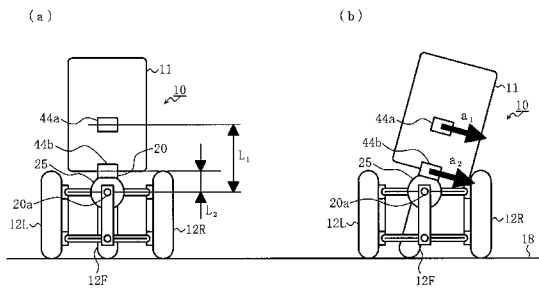
【 図 11 】



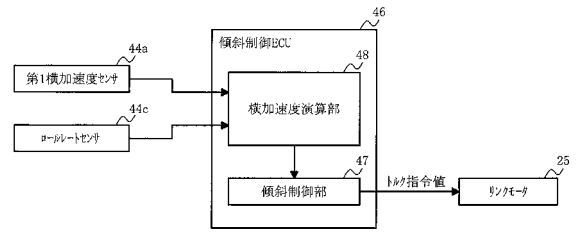
【 図 12 】



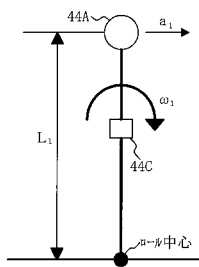
【図13】



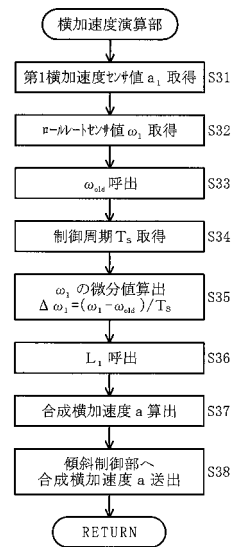
【図14】



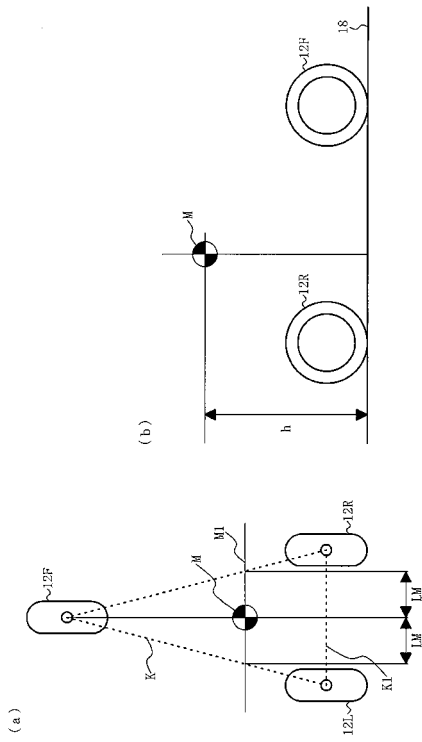
【図15】



【図16】



【 図 17 】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 伸司

東京都千代田区外神田2丁目19番12号 株式会社エクス・リサーチ内

Fターム(参考) 3D011 AA04 AD01 AD04 AD11 AD21

3D301 AA01 AA04 AA25 AA40 AA53 AA54 AB02 AB27 BA16 BA20

CA33 CA47 CA50 DA30 DB11 DB13 DB15 DB20 DB32 DB50

DB53 EA21 EA34 EB05 EB39 EC01 EC18 EC26 EC62