

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7328628号
(P7328628)

(45)発行日 令和5年8月17日(2023.8.17)

(24)登録日 令和5年8月8日(2023.8.8)

(51)国際特許分類		F I	
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 D	9/02 (2006.01)	B 6 2 D	9/02

請求項の数 8 (全37頁)

(21)出願番号	特願2021-567758(P2021-567758)	(73)特許権者	000000011 株式会社アイシン 愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地
(86)(22)出願日	令和2年12月26日(2020.12.26)	(74)代理人	110001058 鳳国際弁理士法人
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/049051	(72)発明者	荒木 敬造 東京都千代田区外神田1丁目18番13号秋葉原ダイビル7階株式会社エクス・リサーチ内
(87)国際公開番号	WO2021/132706	(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7階株式会社エクス・リサーチ内
(87)国際公開日	令和3年7月1日(2021.7.1)	(72)発明者	久保 昇太 東京都千代田区外神田1丁目18番13号
審査請求日	令和3年12月1日(2021.12.1)		最終頁に続く
(31)優先権主張番号	特願2019-239941(P2019-239941)		
(32)優先日	令和1年12月27日(2019.12.27)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

(54)【発明の名称】 車両

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両であって、

車体と、

1以上の前輪と1以上の後輪とを含むN個(Nは2以上の整数)の車輪であって、前記車両の幅方向に回動可能な1以上の回動輪を含む、前記N個の車輪と、

ヨー角加速度を変化させる力を生成するように構成されている力生成装置と、

前記力生成装置を制御するように構成されている力制御装置と、

を備え、

前記車体の重心は、前記車両が旋回する場合の前記車両の自転中心から前側または後側に離れた位置に配置されており、

前記力制御装置は、前記車体に作用する前記幅方向のロールトルクを、前記力生成装置を制御することによって制御し、

前記力生成装置は、前記1以上の回動輪の前記幅方向の回動を制御するトルクである回動トルクを前記1以上の回動輪に付与するように構成されており、

前記1以上の回動輪の回動によって生じるヨー角加速度の成分と、前記重心と前記自転中心との間の位置の差異と、によって生じるロールトルクを、第1種ロールトルクと呼び、

前記力制御装置は、

前記車体に作用すべき前記第1種ロールトルクの方向の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさを示す基準情報を特定し、

10

20

車速が同じであり前記 1 以上の回動輪の回動の角度が同じである場合に、前記第 1 種ロールトルクの方向が、前記基準方向と同じであり、前記基準大きさが大きいほど、前記回動トルクの付与による前記 1 以上の回動輪の回動の追加角速度の大きさが大きくなるように、前記力生成装置を制御し、

前記基準大きさが同じであり前記 1 以上の回動輪の前記回動の前記角度が同じである場合に、前記第 1 種ロールトルクの方向が、前記基準方向と同じであり、前記車速が大きいほど、前記回動トルクの付与による前記 1 以上の回動輪の前記回動の前記追加角速度の大きさが小さくなるように、前記力生成装置を制御する、

車両。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の車両であって、

前記基準情報は、前記車体のロール角から基準のロール角へ向かう基準ロール方向と、前記車体の前記ロール角と前記基準のロール角との間の差の大きさである角差大きさと、を示し、

前記基準ロール方向は、前記基準方向を示し、

前記角差大きさは、前記基準大きさを示している、

車両。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の車両であって、

前記基準情報は、前記車体のロール角加速度を示し、

前記ロール角加速度の大きさは、前記基準大きさを示し、

前記ロール角加速度の方向に反対の方向は、前記基準方向を示している、

車両。

【請求項 4】

車両であって、

車体と、

1 以上の前輪と 1 以上の後輪とを含む N 個 (N は 2 以上の整数) の車輪であって、前記車両の幅方向に回動可能な 1 以上の回動輪を含む、前記 N 個の車輪と、

ヨー角加速度を変化させる力を生成するように構成されている力生成装置と、

前記力生成装置を制御するように構成されている力制御装置と、

を備え、

前記車体の重心は、前記車両が旋回する場合の前記車両の自転中心から前側または後側に離れた位置に配置されており、

前記力制御装置は、前記車体に作用する前記幅方向のロールトルクを、前記力生成装置を制御することによって制御し、

前記力生成装置は、前記 1 以上の回動輪の前記幅方向の回動を制御するトルクである回動トルクを前記 1 以上の回動輪に付与するように構成されており、

前記 1 以上の回動輪の回動によって生じるヨー角加速度の成分と、前記重心と前記自転中心との間の位置の差異と、によって生じるロールトルクを、第 1 種ロールトルクと呼び、

前記力制御装置は、

前記車体に作用すべき前記第 1 種ロールトルクの方向の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさとを示す基準情報を特定し、

前記第 1 種ロールトルクの方向が、前記基準方向と同じであり、前記基準大きさが大きいほど前記第 1 種ロールトルクの大きさが大きくなるように、前記力生成装置に前記回動トルクを生成させ、

前記基準情報は、前記車体のロール角加速度を示し、

前記ロール角加速度の大きさは、前記基準大きさを示し、

前記ロール角加速度の方向に反対の方向は、前記基準方向を示している、

車両。

【請求項 5】

10

20

30

40

50

請求項 1 から 4 のいずれかに記載の車両であって、
車速と、前記基準方向と、前記基準大きさと、前記車両のヨー角速度と、のそれぞれが一定に維持される条件を、第 1 条件と呼び、

前記力制御装置は、前記第 1 条件下で、前記 1 以上の回動輪の回動の角度と直進を示す回動の角度との間の差が大きいほど、小さい大きさを有する回動トルクを前記力生成装置に生成させる、

車両。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の車両であって、

前記力制御装置は、

前記基準情報と、車速と、前記 1 以上の回動輪の回動の角度と、を用いて前記力生成装置を制御し、

前記回動トルクの大きさは、前記基準大きさが大きいほど大きく、前記車速が大きいほど小さく、前記 1 以上の回動輪の前記回動の前記角度と直進を示す回動の角度との間の差が大きいほど小さい

車両。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれかに記載の車両であって、

前記 1 以上の前輪は、前記 1 以上の回動輪を含み、

前記車体の重心は、前記自転中心から前側に離れた位置に配置されており、

前記回動トルクの方法は、前記基準方向とは反対側の方向である、

車両。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれかに記載の車両であって、

前記力制御装置は、

前記基準大きさが同じであり車速が同じである場合に、前記第 1 種ロールトルクの方向が、前記基準方向と同じであり、前記 1 以上の回動輪の回動の角度と直進を示す回動の角度との間の差が大きいほど、前記回動トルクの付与による前記 1 以上の回動輪の前記回動の追加角速度の大きさが小さくなるように、前記力生成装置を制御する、

車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、車両に関する。

【背景技術】

【0002】

種々の車両が提案されている。例えば、車体の車両幅方向の傾斜角を変更する傾斜角変更部と、傾斜角変更部を制御する傾斜制御部と、を備える車両が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2016 - 222024 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

車両は、力を生成する種々の装置を備え得る。例えば、車両は、操舵輪である前輪と、操舵を補助するモータと、を備え得る。このようなモータは、車両の動きを種々に変化させる。例えば、車両の前進中にモータが前輪を右に回動する場合、車両が右に旋回し始め、ヨー角加速度が増大し、ヨー角速度が増大する。一般的に、車両に作用する力と車両の動きとの関係は、複雑である。そして、車両を制御する点については、工夫の余地があっ

10

20

30

40

50

た。

【 0 0 0 5 】

本明細書は、車両を制御する新たな技術を開示する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本明細書に開示された技術は、以下の適用例として実現することが可能である。

【 0 0 0 7 】

[適用例 1]

車両であって、

車体と、

1 以上の前輪と 1 以上の後輪とを含む N 個 (N は 2 以上の整数) の車輪であって、前記車両の幅方向に回動可能な 1 以上の回動輪を含む、前記 N 個の車輪と、

ヨー角加速度を変化させる力を生成するように構成されている力生成装置と、

前記力生成装置を制御するように構成されている力制御装置と、

を備え、

前記車体の重心は、前記車両が旋回する場合の前記車両の自転中心から前側または後側に離れた位置に配置されており、

前記力制御装置は、前記車体に作用する前記幅方向のロールトルクを、前記力生成装置を制御することによって制御する、

車両。

【 0 0 0 8 】

この構成によれば、力制御装置は、ヨー角加速度を変化させる力を用いることによって、車体に作用するロールトルクを制御できる。

【 0 0 0 9 】

[適用例 2]

適用例 1 に記載の車両であって、

前記力生成装置は、前記 1 以上の回動輪の前記幅方向の回動を制御するトルクである回動トルクを前記 1 以上の回動輪に付与するように構成されており、

前記 1 以上の回動輪の回動によって生じるヨー角加速度の成分と、前記重心と前記自転中心との間の位置の差異と、によって生じるロールトルクを、第 1 種ロールトルクと呼び、

前記力制御装置は、

前記車体に作用すべき前記第 1 種ロールトルクの方向の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさとを示す基準情報を特定し、

前記第 1 種ロールトルクの方向が、前記基準方向と同じであり、前記基準大きさが大きいほど前記第 1 種ロールトルクの大きさが大きくなるように、前記力生成装置に前記回動トルクを生成させる、

車両。

【 0 0 1 0 】

この構成によれば、力制御装置は、基準情報を用いて、車体に作用するロールトルクを制御できる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 3]

適用例 2 に記載の車両であって、

車速と、前記基準方向と、前記基準大きさと、前記車両のヨー角速度と、のそれぞれが一定に維持される条件を、第 1 条件と呼び、

前記力制御装置は、前記第 1 条件下で、前記 1 以上の回動輪の回動の角度と直進を示す回動の角度との間の差が大きいほど、小さい大きさを有する回動トルクを前記力生成装置に生成させる、

車両。

【 0 0 1 2 】

10

20

30

40

50

この構成によれば、力制御装置は、第1種ロールトルクを、基準方向と基準大きさとを有するロールトルクに近づけることができる。

【0013】

[適用例4]

適用例2または3に記載の車両であって、

前記基準情報は、前記車体のロール角から基準のロール角へ向かう基準ロール方向と、前記車体の前記ロール角と前記基準のロール角との間の差の大きさである角差大きさと、を示し、

前記基準ロール方向は、前記基準方向を示し、

前記角差大きさは、前記基準大きさを示している、

車両。

10

【0014】

この構成によれば、力制御装置は、回動トルクを用いることによって、実際のロール角を基準のロール角へ近づけることができる。

【0015】

[適用例5]

適用例2または3に記載の車両であって、

前記基準情報は、前記車体のロール角加速度を示し、

前記ロール角加速度の大きさは、前記基準大きさを示し、

前記ロール角加速度の方向に反対の方向は、前記基準方向を示している、

車両。

20

【0016】

この構成によれば、力制御装置は、回動トルクを用いることによって、ロール角加速度を低減できる。

【0017】

[適用例6]

適用例2から5のいずれかに記載の車両であって、

前記力制御装置は、

前記基準情報と、車速と、前記1以上の回動輪の回動の角度と、を用いて前記力生成装置を制御し、

前記回動トルクの大きさは、前記基準大きさが大きいほど大きく、前記車速が大きいほど小さく、前記1以上の回動輪の前記回動の前記角度と直進を示す回動の角度との間の差が大きいほど小さい

車両。

30

【0018】

この構成によれば、力制御装置は、第1種ロールトルクの大きさを、基準大きさに近づけることができる。

【0019】

[適用例7]

適用例2から6のいずれかに記載の車両であって、

前記1以上の前輪は、前記1以上の回動輪を含み、

前記車体の重心は、前記自転中心から前側に離れた位置に配置されており、

前記回動トルクの方向は、前記基準方向とは反対側の方向である、

車両。

40

【0020】

この構成によれば、1以上の前輪が1以上の回動輪を含む場合に、適切に力生成装置を制御できる。

【0021】

なお、本明細書に開示の技術は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、車両、車両の制御装置、車両の制御方法、等の態様で実現することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】(A) - (C)は、一実施例としての車両10を示す説明図である。

【図2】一実施例としての車両10を示す説明図である。

【図3】(A)、(B)は、水平な地面GL上の車両10の状態を示す概略図である。(C)、(D)は、車両10の簡略化された背面図である。

【図4】旋回時の力のバランスの説明図である。

【図5】車輪角 A_w と旋回半径 R との簡略化された関係を示す説明図である。

【図6】(A) - (C)は、車両10のヨー角加速度に起因するロールトルクの説明図である。

【図7】車両10の制御に関する構成を示すブロック図である。

【図8】操舵モータ65の制御処理の例を示すフローチャートである。

【図9】(A) - (C)は、第1ゲイン G_{p1} の例を示すグラフである。(D)は、ロール角差 d_{Ar} と中間制御値 C_{tq} との関係の例を示すグラフである。(E) - (G)は、追加角速度 A_{wd}' の例を示すグラフである。【図10】(A) - (C)は、回動トルク T_{qw} の例を示すグラフである。

【図11】リーンモータ25の制御処理の例を示すフローチャートである。

【図12】第2実施例の車両の斜視図である。

【図13】操舵モータ65aの制御処理の例を示すフローチャートである。

【図14】(A)は、ロール角加速度 $A_{r''}$ と目標ロールトルク T_{qt} との関係の例を示すグラフである。(B) - (D)は、追加角速度 A_{wd}' の例を示すグラフである。(E) - (G)は、回動トルク T_{qw} の例を示すグラフである。【図15】(A)、(B)は、後輪が回動輪である場合のロールトルク T_{q3} 、 T_{q4} の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

A. 第1実施例：

A1. 車両10の構成：

図1(A) - 図1(C)、図2は、一実施例としての車両10を示す説明図である。図1(A)は、車両10の右側面図を示し、図1(B)は、車両10の上面図を示し、図1(C)は、車両10の下面図を示し、図2は、車両10の背面図を示している。図1(A) - 図1(C)、図2には、水平な地面GL(図1(A))上に配置され、傾斜していない状態の車両10が、示されている。図1(A) - 図1(C)、図2には、6つの方向DF、DB、DU、DD、DR、DLが示されている。前方向DFは、車両10の前方向(すなわち、前進方向)であり、後方向DBは、前方向DFの反対方向である。上方向DUは、鉛直上方向であり、下方向DDは、鉛直下方向(すなわち、上方向DUの反対方向)である。鉛直下方向は、重力の方向である。右方向DRは、前方向DFに走行する車両10から見た右方向であり、左方向DLは、右方向DRの反対方向である。方向DF、DB、DR、DLは、いずれも、水平な方向である。右と左の方向DR、DLは、前方向DFに垂直である。

【0024】

本実施例では、車両10は、一人乗り用の小型車両である。車両10(図1(A)、図1(B))は、車体90と、前輪12Fと、左後輪12Lと、右後輪12Rと、を有する三輪車である。前輪12Fは、回動輪の例であり、車両10の幅方向の中心に配置されている。回動輪は、車両10の幅方向(すなわち、右方向と左方向)に回動可能な車輪である。回動輪の進行方向は、前方向DFから右と左とに回転可能である。本実施例では、前輪12Fは、回動可能であるように、車体90に支持されている。後輪12R、12Lは、駆動輪である。後輪12R、12Lは、車両10の幅方向の中心に対して対称に、互いに離れて配置されている。

【0025】

10

20

30

40

50

車体 90 (図 1 (A)) は、本体部 20 を有している。本体部 20 は、底部 20 b と、底部 20 b の前方向 D F 側に接続された前壁部 20 a と、底部 20 b の後方向 D B 側に接続された後壁部 20 c と、後壁部 20 c の上端から後方向 D B に向かって延びる支持部 20 d と、を有している。本体部 20 は、例えば、金属製のフレームと、フレームに固定されたパネルと、を有している。

【0026】

車体 90 は、さらに、底部 20 b 上に固定された座席 11 と、座席 11 の前方向 D F 側に配置されたアクセルペダル 45 とブレーキペダル 46 と、底部 20 b に固定された制御装置 100 とバッテリー 120 と、前壁部 20 a の上方向 D U 側の端部に固定された前輪支持装置 41 と、前輪支持装置 41 に取り付けられたハンドル 41 a と、を有している。図示を省略するが、本体部 20 には、他の部材 (例えば、屋根、前照灯など) が固定され得る。車体 90 は、本体部 20 に固定された部材を含んでいる。

10

【0027】

前輪支持装置 41 (図 1 (A)) は、回動軸 $A \times 1$ を中心に回動可能に前輪 12 F を支持する装置である。前輪支持装置 41 は、前フォーク 17 と、軸受 68 と、操舵モータ 65 と、を有している。前フォーク 17 は、前輪 12 F を回転可能に支持しており、例えば、コイルスプリングとショックアブソーバとを有するテレスコピックタイプのフォークである。軸受 68 は、本体部 20 の前壁部 20 a と、前フォーク 17 と、を連結している。軸受 68 は、回動軸 $A \times 1$ を中心に、前フォーク 17 (ひいては、前輪 12 F) を、車体 90 に対して左右に回転可能に支持している。前フォーク 17 の回転可能範囲は、予め決められた角度範囲 (例えば、180 度未満の範囲) であってよい。例えば、前フォーク 17 が車体 90 の他の部分に接触することによって、角度範囲が制限されてよい。操舵モータ 65 は、電気モータであり、本体部 20 の前壁部 20 a と前フォーク 17 とに接続されている。操舵モータ 65 は、前フォーク 17 (ひいては、前輪 12 F) を幅方向 (すなわち、右方向と左方向) に回転させるトルクを生成する。このように、操舵モータ 65 は、前輪 12 F の幅方向の回動を制御するトルクである回動トルクを前輪 12 F に付与するように構成されている (以下、回動駆動装置 65 とも呼ぶ)。

20

【0028】

ハンドル 41 a は、右方向と左方向とに回転可能な部材である。直進を示す所定の回転位置 (直進回転位置と呼ぶ) に対するハンドル 41 a の回転角度 (入力角とも呼ぶ) は、旋回方向と旋回の程度とを表す旋回入力情報の例である。本実施例では、「入力角 = ゼロ」は、直進を示し、「入力角 > ゼロ」は、右旋回を示し、「入力角 < ゼロ」は、左旋回を示している。入力角の大きさ (すなわち、絶対値) は、旋回の程度を示している。運転者は、ハンドル 41 a を操作することによって、旋回入力情報を入力できる。

30

【0029】

なお、本実施例では、ハンドル 41 a と前フォーク 17 とは、機械的には接続されていない。ただし、弾性体 (例えば、コイルバネや板バネなどのバネ、ゴムやシリコンなどの樹脂) が、ハンドル 41 a と前フォーク 17 とを接続してもよい。

【0030】

車輪角 A_w (図 1 (B)) は、車体 90 に対する前輪 12 F の方向を示す角度である。本実施例では、車輪角 A_w は、前方向 D F を基準とする、前輪 12 F の進行方向 D 1 2 の角度である。車輪角 A_w は、車体 90 の上方向 (車体 90 が鉛直上方向 D U に対して傾斜していない場合には、鉛直上方向 D U と同じ) に平行な軸まわりの角度を示している。進行方向 D 1 2 は、前輪 12 F の回動軸 $A \times w 1$ に垂直な方向である。本実施例では、「 $A_w = \text{ゼロ}$ 」は、「方向 D 1 2 = 前方向 D F」を示している。「 $A_w > \text{ゼロ}$ 」は、方向 D 1 2 が右方向 D R 側を向いていることを示している (旋回方向 = 右方向 D R)。「 $A_w < \text{ゼロ}$ 」は、方向 D 1 2 が左方向 D L 側を向いていることを示している (旋回方向 = 左方向 D L)。車輪角 A_w は、前輪 12 F の回動の角度を示している。前輪 12 F が操舵される場合、車輪角 A_w は、いわゆる操舵角に対応する。

40

【0031】

50

操舵モータ65は、制御装置100(図1(A))によって制御される。操舵モータ65によって生成される回動トルクが小さい場合、前輪12Fの方向D12が入力角とは独立に左または右に回動することが許容される。操舵モータ65の制御の詳細については、後述する。

【0032】

図1(A)中の角度CAは、いわゆるキャスター角である。キャスター角CAは、車体90の上方向(車体90が鉛直上方向DUに対して傾斜していない場合には、鉛直上方向DUと同じ)と、回動軸Ax1に沿って鉛直上方向DU側へ向かう方向と、のなす角度である。本実施例では、キャスター角CAがゼロよりも大きい。従って、回動軸Ax1に沿って鉛直上方向DU側へ向かう方向は、斜め後ろに傾斜している。

10

【0033】

図1(A)に示すように、本実施例では、前輪支持装置41の回動軸Ax1と地面GLとの交点P2は、前輪12Fの地面GLとの接触中心P1よりも、前方向DF側に位置している。これらの点P1、P2の間の後方向DBの距離Ltは、トレールと呼ばれる。正のトレールLtは、接触中心P1が交点P2よりも後方向DB側に位置していることを示している。なお、図1(A)、図1(C)に示すように、接触中心P1は、前輪12Fと地面GLとの接触領域Ca1の重心である。接触領域の重心は、接触領域内に質量が均等に分布していると仮定する場合の重心の位置である。右後輪12Rと地面GLとの接触領域CaRの接触中心PbRと、左後輪12Lと地面GLとの接触領域CaLの接触中心PbLとも、同様に特定される。

20

【0034】

図2に示すように、2つの後輪12R、12Lは、後輪支持部80に回転可能に支持されている。後輪支持部80は、リンク機構30と、リンク機構30の上部に固定されたリールモータ25と、リンク機構30の上部に固定された第1支持部82と、リンク機構30の前部に固定された第2支持部83(図1(A))と、を有している。説明のために、図1(A)では、後輪支持部80のうちの右後輪12Rに隠れている部分も実線で示されている。図1(B)では、本体部20に隠れている後輪支持部80と後輪12R、12Lと後述する連結棒75とが、実線で示されている。図1(A)~図1(C)では、リンク機構30が簡略化して示されている。

【0035】

第1支持部82(図2)は、後輪12R、12Lの上方向DU側において、右方向DRに平行に延びる板状の部分を含んでいる。第2支持部83(図1(A)、図1(B))は、リンク機構30の前方向DF側の、左後輪12Lと右後輪12Rとの間に配置されている。

30

【0036】

右後輪12R(図1(B)、図2)は、右駆動モータ51Rに接続されている。右駆動モータ51Rは、電気モータであり、後輪支持部80の右側の部分に固定されている。右駆動モータ51Rの回転軸Axw2(図2)は、右後輪12Rの回転軸と同じである。左後輪12Lと左駆動モータ51Lとの構成は、右後輪12Rと右駆動モータ51Rとの構成と、それぞれ同様である。これらの駆動モータ51L、51Rは、後輪12R、12Lを直接的に駆動するインホイールモータである。以下、左駆動モータ51Lと右駆動モータ51Rとの全体を、駆動システム51Sとも呼ぶ。

40

【0037】

図1(A)-図1(C)、図2には、車体90が水平な地面GL上で傾斜せずに直立している状態(後述するロール角Arがゼロである状態)が、示されている。以下、この状態を、直立状態と呼ぶ。直立状態で、左後輪12Lの回転軸Axw3(図2)と右後輪12Rの回転軸Axw2とは、同じ直線上に位置しており、右方向DRに平行である。

【0038】

リンク機構30(図2)は、いわゆる、平行リンクである。リンク機構30は、右方向DRに向かって順番に並ぶ3つの縦リンク部材33L、21、33Rと、下方向DDに向

50

かって順番に並ぶ2つの横リンク部材31U、31Dと、を有している。水平な地面GL上で車体90が傾斜せずに直立している場合、縦リンク部材33L、21、33Rは、鉛直方向に平行であり、横リンク部材31U、31Dは、水平方向に平行である。2つの縦リンク部材33L、33Rと、2つの横リンク部材31U、31Dとは、平行四辺形リンク機構を形成している。中縦リンク部材21は、横リンク部材31U、31Dの中央部分を連結している。これらのリンク部材33L、33R、31U、31D、21は、互いに回転可能に連結されている。本実施例では、回転軸は、前方向DFに平行である。互いに連結されたリンク部材は、予め決められた角度範囲（例えば、180度未満の範囲）内で、回転軸を中心に相対的に回転可能であってよい。左縦リンク部材33Lには、左駆動モータ51Lが固定されている。右縦リンク部材33Rには、右駆動モータ51Rが固定されている。中縦リンク部材21の上部には、第1支持部82と第2支持部83（図1（A））とが、固定されている。リンク部材33L、21、33R、31U、31Dと、支持部82、83とは、例えば、金属で形成されている。

10

【0039】

本実施例では、リンク機構30は、複数のリンク部材を回転可能に連結するための軸受けを有している。例えば、軸受38は、下横リンク部材31Dと中縦リンク部材21とを回転可能に連結し、軸受39は、上横リンク部材31Uと中縦リンク部材21とを回転可能に連結している。説明を省略するが、他の複数のリンク部材も、軸受けによって連結されている。

【0040】

リーンモータ25は、リンク機構30を駆動するように構成されている傾斜駆動装置の例であり、本実施例では、電気モータである。リーンモータ25は、中縦リンク部材21と上横リンク部材31Uとに接続されている。リーンモータ25の回転軸は、軸受39の回転軸と同じであり、車両10の幅方向の中心に位置している。リーンモータ25は、上横リンク部材31Uを、中縦リンク部材21に対して、回転させる。これにより、車両10は、幅方向（すなわち、右方向、または、左方向）に向かって傾斜する。このように傾斜する運動は、ロール運動とも呼ばれる。

20

【0041】

図3（A）、図3（B）は、水平な地面GL上の車両10の状態を示す概略図である。図中には、車両10の簡略化された背面図が示されている。図3（A）は、車両10が直立している状態を示し、図3（B）は、車両10が傾斜している状態を示している。図3（A）に示すように、上横リンク部材31Uが中縦リンク部材21に対して直交する場合、全ての車輪12F、12R、12Lが、水平な地面GLに対して直立する。そして、車体90を含む車両10の全体は、地面GLに対して、直立する。図中の車体上方向DVUは、車体90の上方向である。車両10が傾斜していない状態では、車体上方向DVUは、上方向DUと同じである。本実施例では、車体90に対して予め決められた上方向が、車体上方向DVUとして用いられる。

30

【0042】

図3（B）に示すように、背面図上で、中縦リンク部材21が上横リンク部材31Uに対して時計回り方向に回転することによって、車体90に対して相対的に、右後輪12Rが車体上方向DVU側に移動し、左後輪12Lが反対側に移動する。この結果、全ての車輪12F、12R、12Lが地面GLに接触した状態で、これらの車輪12F、12R、12Lは、地面GLに対して右方向DR側に傾斜する。そして、車体90を含む車両10の全体は、地面GLに対して、右方向DR側に傾斜する。図示を省略するが、中縦リンク部材21が上横リンク部材31Uに対して反時計回り方向に回転することによって、車両10は、左方向DL側に傾斜する。

40

【0043】

このように、上横リンク部材31Uが中縦リンク部材21に対して傾斜する場合、右後輪12Rと左後輪12Lとの一方が、車体90に対して相対的に、車体上方向DVU側に移動し、他方は、車体90に対して相対的に、車体上方向DVUとは反対方向側に移動す

50

る。リンク機構 30 は、左後輪 12 L と右後輪 12 R との車体上方向 DVU の相対位置を変化させることが可能である。この結果、車体 90 は、地面 GL に対して傾斜する。

【0044】

なお、本実施例では、横リンク部材 31 U、31 D は、車体 90 に回転可能に支持されている（中縦リンク部材 21 と第 1 支持部 82 と後述するサスペンションシステム 70 とを介して）。そして、後輪 12 R、12 L は、横リンク部材 31 U、31 D を含む複数の部材を介して、車体 90 に接続されている。従って、車体 90 に対して横リンク部材 31 U、31 D を回転させることによって、後輪 12 R、12 L と車体 90 との間の車体上方向 DVU の距離は、変化する。横リンク部材 31 U、31 D の回転軸（軸受 39、38）は、右後輪 12 R と左後輪 12 L との間に配置されている。従って、横リンク部材 31 U、31 D が回転する場合、右後輪 12 R の移動方向は、左後輪 12 L の移動方向とは反対の方向である。

10

【0045】

図 3 (B) では、車体上方向 DVU は、上方向 DU に対して、右方向 DR 側に傾斜している。以下、前方向 DF を向いて車両 10 を見る場合の、上方向 DU と車体上方向 DVU との間の角度を、ロール角 Ar、または、傾斜角 Ar と呼ぶ。ここで、「Ar > ゼロ」は、右方向 DR 側への傾斜を示し、「Ar < ゼロ」は、左方向 DL 側への傾斜を示している。車両 10 が傾斜する場合、車体 90 を含む車両 10 の全体が、おおよそ、同じ方向に傾斜する。従って、車体 90 のロール角 Ar は、車両 10 のロール角 Ar であるということが出来る。

20

【0046】

図 3 (B) には、リンク機構 30 の制御角 Ac が示されている。制御角 Ac は、上横リンク部材 31 U の向きに対する中縦リンク部材 21 の向きの角度を示している。「Ac = ゼロ」は、上横リンク部材 31 U に対して中縦リンク部材 21 が垂直であることを、示している。「Ac > ゼロ」は、図 3 (B) の背面図において、中縦リンク部材 21 が、上横リンク部材 31 U に対して、時計回り方向に傾いていることを示している。図示を省略するが、「Ac < ゼロ」は、中縦リンク部材 21 が、上横リンク部材 31 U に対して、反時計回り方向に傾いていることを示している。図示するように、車両 10 が、水平な地面 GL（すなわち、鉛直上方向 DU に垂直な地面 GL）上に位置している場合、制御角 Ac は、ロール角 Ar と、おおよそ同じである。

30

【0047】

図 3 (A)、図 3 (B) 中の地面 GL 上の軸 AxL は、傾斜軸 AxL である。リンク機構 30 とリーンモータ 25 とは、車両 10 を、傾斜軸 AxL を中心に、右と左に傾斜させることができる。以下、傾斜軸 AxL を、ロール軸とも呼ぶ。本実施例では、ロール軸 AxL は、前輪 12 F と地面 GL との接触中心 P1 を通り、前方向 DF に平行な直線である。リンク機構 30 は、車体 90 を車両 10 の幅方向に傾斜させるように構成されている傾斜装置の例である（傾斜装置 30 と呼ぶ）。

【0048】

図 3 (C)、図 3 (D) は、図 3 (A)、図 3 (B) と同様に、車両 10 の簡略化された背面図を示している。図 3 (C)、図 3 (D) では、地面 GLx は、鉛直上方向 DU に対して斜めに傾斜している（右側が高く、左側が低い）。図 3 (C) は、制御角 Ac がゼロである状態を示している。この状態では、全ての車輪 12 F、12 R、12 L が、地面 GLx に対して直立する。そして、車体上方向 DVU は、地面 GLx に対して垂直であり、また、鉛直上方向 DU に対して左方向 DL 側に傾斜している。

40

【0049】

図 3 (D) は、ロール角 Ar がゼロである状態を示している。この状態では、上横リンク部材 31 U は、地面 GLx におおよそ平行であり、中縦リンク部材 21 に対して反時計回りの方向に傾斜している。また、車輪 12 F、12 R、12 L は、地面 GL に対して傾斜している。

【0050】

50

このように、地面 GLx が傾斜している場合、車体 90 のロール角 Ar は、リンク機構 30 の制御角 Ac と、異なり得る。

【0051】

なお、後輪支持部 80 は、リンク機構 30 の動きを止める図示しないロック機構を有している。ロック機構を作動させることによって、制御角 Ac が固定される。例えば、車両 10 の駐車時に、制御角 Ac はゼロに固定される。

【0052】

図 1 (B)、図 2 に示すように、本実施例では、本体部 20 は、サスペンションシステム 70 と連結棒 75 とによって、後輪支持部 80 に連結されている。サスペンションシステム 70 は、左サスペンション 70 L と右サスペンション 70 R とを有している。サスペンション 70 L、70 R は、それぞれ、本体部 20 の支持部 20 d と後輪支持部 80 の第 1 支持部 82 とに接続されている。サスペンション 70 L、70 R は、コイルスプリング 71 L、71 R とショックアブソーバ 72 L、72 R とを有しており、伸縮可能である。サスペンションシステム 70 は、後輪支持部 80 と本体部 20 との間の相対的な動きを、許容する。

10

【0053】

連結棒 75 は、図 1 (A)、図 1 (B) に示すように、前方向 DF に延びる棒である。連結棒 75 は、車両 10 の幅方向の中心に配置されている。連結棒 75 の前方向 DF 側の端部は、本体部 20 の後壁部 20 c に、回転可能に連結されている (例えば、玉継ぎ手)。連結棒 75 の後方向 DB 側の端部は、後輪支持部 80 の第 2 支持部 83 に、回転可能に連結されている (例えば、玉継ぎ手)。

20

【0054】

図 4 は、旋回時の力のバランスの説明図である。図中には、旋回方向が右方向である場合の後輪 12 R、12 L の背面図が示されている。後述するように、旋回方向が右方向である場合、制御装置 100 (図 1 (A)) は、後輪 12 R、12 L (ひいては、車体 90) が地面 GL に対して右方向 DR に傾斜するように、操舵モータ 65 とリーンモータ 25 を制御する場合がある。

【0055】

図 4 には、重心 90 c が示されている。重心 90 c は、車体 90 の重心である。車体 90 の重心 90 c は、車体 90 が乗員 (可能なら荷物も) を積んだ状態での重心である。

30

【0056】

図中の第 1 力 $F1$ は、車体 90 に作用する遠心力である。第 2 力 $F2$ は、車体 90 に作用する重力である。以下、車体 90 に作用する力は、車体 90 の重心 90 c に作用することとする。ここで、車体 90 の質量を M (kg) とし、重力加速度を g (おおよそ、 $9.8 m/s^2$) とし、鉛直方向に対する車両 10 のロール角を Ar (度) とし、旋回時の車両 10 の速度 (すなわち、車速) を V (m/s) とし、旋回半径を R (m) とする。第 1 力 $F1$ と第 2 力 $F2$ とは、以下の式 1、式 2 で表される。

$$(式1) F1 = (M * V^2) / R$$

$$(式2) F2 = M * g$$

ここで、* は、乗算記号 (以下、同じ)。

40

【0057】

また、図中の力 $F1b$ は、第 1 力 $F1$ の、車体上方向 DVU に垂直な方向の成分である。力 $F2b$ は、第 2 力 $F2$ の、車体上方向 DVU に垂直な方向の成分である。力 $F1b$ と力 $F2b$ とは、以下の式 3、式 4 で表される。

$$(式3) F1b = F1 * \cos(Ar)$$

$$(式4) F2b = F2 * \sin(Ar)$$

ここで、「 $\cos()$ 」は、余弦関数であり、「 $\sin()$ 」は、正弦関数である (以下、同じ)。

【0058】

力 $F1b$ は、車体上方向 DVU を左方向 DL 側に回転させる成分であり、力 $F2b$ は、

50

車体上方向DVUを右方向DR側に回転させる成分である。車両10がロール角Ar(さらには、速度Vと旋回半径R)を保ちつつ旋回を続ける場合には、F1bとF2bとの関係は、以下の式5で表される

$$(式5) F1b = F2b$$

式5に上記の式1~式4を代入すると、旋回半径Rは、以下の式6で表される。

$$(式6) R = V^2 / (g * \tan(Ar))$$

ここで、「tan()」は、正接関数である(以下、同じ)。

式6は、車体90の質量Mに依存せずに、成立する。ここで、式6の「Ar」を、左方向と右方向とを区別せずにロール角Arの大きさを表すパラメータAra(ここでは、ロール角Arの絶対値)に置換することによって得られる以下の式6aは、車体90の傾斜方向に拘わらずに、成立する。

$$(式6a) R = V^2 / (g * \tan(Ara))$$

【0059】

図5は、車輪角Awと旋回半径Rとの簡略化された関係を示す説明図である。図中には、下方向DDを向いて見た車輪12F、12R、12Lが示されている。ここで、説明を簡略化するために、ロール角Arがゼロであることとする(すなわち、車体上方向DVUは、下方向DDに平行)。図中では、前輪12Fの進行方向D12は、右方向DRに回動しており、車両10は、右方向DRに旋回する。図中の前中心Cfは、前輪12Fの接触中心P1(図1(C))である。下方向DDを向いて車両10を見る場合、前中心Cfは、前輪12Fの回転軸Axw1を含む直線上に位置している。後中心Cbは、2つの後輪12R、12Lの接触中心PbR、PbL(図1(C))の間の中心である。直立している車両10を下方向DDを向いて見る場合、後中心Cbは、後輪12R、12Lの回転軸Axw2、Axw3を含む直線上の、後輪12R、12Lの間の中央に位置している。車両10の右方向DR側に位置する中心Crは、旋回を中心である。車両10の旋回運動は、車両10の公転運動と、車両10の自転運動と、を含んでいる。中心Crは、公転運動の中心である(公転中心Crとも呼ぶ)。なお、本実施例では、後輪12R、12Lは回動輪ではなく、前輪12Fが回動輪である。従って、自転中心は、後中心Cbとおおよそ同じである。ホイールベースLhは、前中心Cfと後中心Cbとの間の前方向DFの距離である。図1(A)に示すように、ホイールベースLhは、前輪12Fの回転軸Axw1と、後輪12R、12Lの回転軸Axw2、Axw3との間の前方向DFの距離と同じである。

【0060】

図5に示すように、前中心Cfと後中心Cbと公転中心Crとは、直角三角形を形成する。点Cbの内角は、90度である。点Crの内角は、車輪角Awと同じである。従って、車輪角Awと旋回半径Rとの関係は、以下の式7で表される。

$$Aw = \arctan(Lh / R) \quad (式7)$$

ここで「arctan()」は、正接関数の逆関数である(以下、同じ)。

【0061】

上記の式6、式6a、式7は、車両10が、速度Vと旋回半径Rとが変化しない状態で、旋回している場合に成立する関係式である。具体的には、式6、式6a、式7は、遠心力に起因する力F1b(図4)と重力に起因する力F2bとが釣り合う静的な状態を示している。式7は、車輪角Awと旋回半径Rとの関係を示す良い近似式として、利用可能である。なお、現実の車両10の挙動と、図5の簡略化された挙動と、の間には、種々の差異が存在する。例えば、車両に作用する現実の力は、動的に変化する。力の動的な変化を考慮して車両10を制御することによって、車両10の制御による意図された動きと車両10の現実の動きとの間のずれを小さくできる。本実施例では、制御装置100は、車体90に作用するロールトルクを考慮して、車両10を制御する。以下、ロールトルクについて、説明する。

【0062】

図6(A) - 図6(C)は、車両10のヨー角加速度に起因するロールトルクの説明図

である。図 6 (A)、図 6 (C) は、前方向 D F を向いて見た後輪 1 2 R、1 2 L と重心 9 0 c との説明図である。ここで、車両 1 0 は、水平な地面 G L 上に位置している。図 6 (A) は、直立状態を示している ($A_r = \text{ゼロ}$)。図 6 (C) は、車体 9 0 が右方向 D R へ傾斜した状態を示している ($A_r > \text{ゼロ}$)。図 6 (B) は、車体上方向 D V U とは反対の方向を向いて見た車輪 1 2 F、1 2 R、1 2 L と重心 9 0 c との説明図である。図 6 (B) には、参考のために、右方向 D R と左方向 D L とが示されている。ロール角 A_r がゼロとは異なる場合、これらの方向 D R、D L は、車体上方向 D V U に垂直ではなく斜めである。

【 0 0 6 3 】

変数 Z (図 6 (A)、図 6 (C)) は、ロール軸 $A \times L$ と車体 9 0 の重心 9 0 c との間の距離である。本実施例では、ロール軸 $A \times L$ が地面 G L 上に位置している。従って、距離 Z は、直立状態 (図 6 (A)) での地面 G L と重心 9 0 c との間の鉛直上方向 D U の距離と同じである。直立状態において、重心 9 0 c を鉛直下方向 D D に向かって地面 G L 上に投影する場合の投影点 $P c L$ は、ロール軸 $A \times L$ 上に位置している。鉛直軸 $U \times$ は、投影点 $P c L$ を通り、鉛直上方向 D U に平行な軸である。車両上軸 $V U \times$ は、投影点 $P c L$ を通り、車体上方向 D V U に平行な軸である。車両上軸 $V U \times$ は、投影点 $P c L$ と重心 9 0 c とを通過している。図 6 (C) に示すように、車両上軸 $V U \times$ と鉛直軸 $U \times$ とがなす角度は、ロール角 A_r である。

10

【 0 0 6 4 】

図 6 (B) 中には、自転中心 $R c$ が示されている。本実施例では、後輪 1 2 R、1 2 L は回動輪ではなく、前輪 1 2 F が回動輪である。走行する車両 1 0 の向き (例えば、前方向 D F) は、後輪 1 2 R、1 2 L の近傍を中心に、右、または、左に、変化する。車輪 1 2 F、1 2 R、1 2 L が地面に対して滑らない場合、自転中心 $R c$ は、後輪 1 2 R、1 2 L の間の中心 (具体的には、図 5 の後中心 $C b$) に位置し得る。車輪 1 2 F、1 2 R、1 2 L が地面に対して滑る場合、自転中心 $R c$ は、後中心 $C b$ からずれ得る。いずれの場合も、自転中心 $R c$ は、後輪 1 2 R、1 2 L の間の中心の近傍に位置する。通常は、図 6 (B) の上面図において、車体 9 0 の重心 9 0 c は、車体 9 0 の中央部分に近い。従って、車体 9 0 の重心 9 0 c は、自転中心 $R c$ から前方向 D F 側に離れた位置に配置される。図中の距離 X は、重心 9 0 c と自転中心 $R c$ との間の前方向 D F の位置の差 (距離) である。

20

【 0 0 6 5 】

変数 $A y''$ (図 6 (B)) は、車両 1 0 のヨー角加速度である (変数 $A y$ は、ヨー角に相当する)。本明細書では、変数の後ろに付された 1 個のクォーテーションマーク「 ' 」は、時間に関する 1 階微分を示している。2 個のクォーテーションマーク「 ' ' 」は、時間に関する 2 階微分を示している。例えば、 $A y''$ は、ヨー角 $A y$ の時間に関する二階微分、すなわち、ヨー角加速度を示している。

30

【 0 0 6 6 】

本実施例では、ヨー角加速度 $A y''$ は、車体上方向 D V U に平行な軸まわりのヨー角加速度である。ヨー角加速度 $A y''$ は、自転中心 $R c$ を中心とする車両 1 0 の自転の角加速度を示している。ここで、地面に垂直な軸を、地面垂直軸と呼ぶ。ヨー角加速度 $A y''$ は、地面垂直軸まわりのヨー角加速度のうちの車体上方向 D V U に平行な軸まわりの成分を示している。図 6 (B) の上面図上で、ヨー角加速度 $A y''$ の方向が時計回り方向である場合、右旋回の程度が大きくなるように、ヨー角速度 $A y'$ は変化する。以下、上面図上で、ヨー角加速度 $A y''$ の方向が時計回り方向である場合、ヨー角加速度 $A y''$ の方向を、右方向と呼ぶ。上面図上で、ヨー角加速度 $A y''$ の方向が反時計回り方向である場合、ヨー角加速度 $A y''$ の方向は左方向である。

40

【 0 0 6 7 】

車体 9 0 の重心 9 0 c は、自転中心 $R c$ から距離 X だけ前方向 D F 側に離れた位置に、配置されている。従って、車体 9 0 には、ヨー角加速度 $A y''$ の方向とは反対の方向の慣性の力の成分 $F 1 2$ が、作用する (慣性力成分 $F 1 2$ と呼ぶ)。この慣性力成分 $F 1 2$ の方向は、車体上方向 D V U に垂直である。また、本実施例では、図 6 (B) の上面図上で

50

、自転中心 R_c から重心 $90c$ に向かう方向は、前方向 DF におおよそ平行である。従って、慣性力成分 F_{12} の方向は、前方向 DF におおよそ垂直である。慣性力成分 F_{12} の大きさは、質量 M と、ヨー角加速度 $A_{y''}$ に起因する重心 $90c$ の加速度 A_{90} と、の積で表される。加速度 A_{90} は、距離 X とヨー角加速度 $A_{y''}$ との積で表される。従って、慣性力成分 F_{12} の大きさは、計算式「 $M * X * A_{y''}$ 」によって、算出される。図 6 (B) の上面図においては、ヨー角加速度 $A_{y''}$ の方向、すなわち、ヨー角速度 $A_{y'}$ の変化方向は、時計回り方向である。この場合、慣性力成分 F_{12} の方向は、左方向 DL 側を向いている。

【0068】

図 6 (C) には、慣性力成分 F_{12} が示されている。慣性力成分 F_{12} は、車体 90 をロールさせる。慣性力成分 F_{12} に起因するロールトルク T_{q1} の大きさは、距離 Z に、慣性力成分 F_{12} の大きさを乗じることによって算出される ($T_{q1} = Z * F_{12} = M * X * Z * A_{y''}$)。ロールトルク T_{q1} の方向 (ヨー角加速度ロール方向と呼ぶ) は、右方向、または、左方向であり、ヨー角加速度 $A_{y''}$ の方向とは反対の方向である。例えば、ヨー角加速度 $A_{y''}$ の方向が右旋回の場合、ロールトルク T_{q1} の方向は、左方向である。

【0069】

前輪 $12F$ が回転する場合、車輪角 A_w が変化する。車輪角 A_w が変化する場合、ヨー角速度 $A_{y'}$ が変化する。ヨー角加速度 $A_{y''}$ の大きさは、ゼロよりも大きくなる。非ゼロのヨー角加速度 $A_{y''}$ によって、車体 90 には、ロールトルク T_{q1} が作用する。このように、車輪角 A_w の変化 (すなわち、車輪角 A_w の角速度 $A_{w'}$) に起因して、ロールトルクが生じる (以下、第 1 種ロールトルクとも呼ぶ)。

【0070】

第 1 種ロールトルクの大きさは、以下のように特定可能である。まず、車輪角 A_w とヨー角加速度 $A_{y''}$ との関係について、説明する。図 5 で説明したように、前中心 C_f と後中心 C_b と公転中心 C_r とは、直角三角形を形成する。ロール角 A_r がゼロである場合、車体上方向 DVU は鉛直下方向 DD と平行である。従って、図 5 に示す点 C_f 、 C_b 、 C_r の配置は、車体上方向 DVU に平行な方向を向いて点 C_f 、 C_b 、 C_r を見る場合の配置と、同じである。ここで、前輪 $12F$ の進行方向 D_{12} は、ロール角 A_r に拘わらず、車輪角 A_w に対応付けられていると推定される。従って、車体上方向 DVU に平行な方向を向いて点 C_f 、 C_b 、 C_r を見る場合、ロール角 A_r に拘わらずに、前中心 C_f と後中心 C_b と公転中心 C_r とは、直角三角形を形成する。この直角三角形の 3 個の辺のうち公転中心 C_r と後中心 C_b とを結ぶ辺の長さを R_x とする。この場合、式 A 1 が成立する。

$$(式 A 1) \tan(A_w) = L_h / R_x$$

式 A 1 は、式 A 2 に変形される。

$$(式 A 2) 1 / R_x = \tan(A_w) / L_h$$

車両 10 がヨー角速度 $A_{y'}$ で回転している場合、式 A 3 が成立する。

$$(式 A 3) V = R_x * A_{y'}$$

式 A 3 は、式 A 4 に変形される。

$$(式 A 4) A_{y'} = V / R_x$$

式 A 4 に式 A 2 を代入することによって、式 A 5 が導かれる。

$$(式 A 5) A_{y'} = (V * \tan(A_w)) / L_h$$

式 A 5 の両辺を時間で微分することによって、式 A 6 が導かれる。

$$(式 A 6) A_{y''} = (V / L_h) * (1 / \cos^2(A_w)) * A_{w'}$$

図 6 (B)、図 6 (C) で説明したように、ヨー角加速度 $A_{y''}$ に起因して、ロールトルクが車体 90 に作用する。第 1 種ロールトルクは、式 A 6 のヨー角加速度 $A_{y''}$ に起因するロールトルクである。第 1 種ロールトルク T_{qa} の大きさは、図 6 (C) のロールトルク T_{q1} の大きさの計算式のヨー角加速度 $A_{y''}$ に、式 A 6 を代入することによって導かれ、式 A 7 で表される。

$$(式 A 7) T_{qa} = M * X * Z * A_{y''}$$

10

20

30

40

50

$$= (M * X * Z * V * A w') / (L h * \cos^2 (A w))$$

以上のように、車輪角 $A w$ の角速度 $A w'$ を用いて、車体 90 に第 1 種ロールトルク $T q a$ を付与することができる。第 1 種ロールトルク $T q a$ の方向（回動ロール方向とも呼ぶ）は、車輪角 $A w$ の角速度 $A w'$ の方向とは反対の方向である。例えば、車輪角 $A w$ が右方向 $D R$ に回動する場合（ $A w' > 0$ ）、第 1 種ロールトルク $T q a$ の方向は、左方向である。

【0071】

なお、式 A 7 から式 A 8 が導かれる。

$$(式 A 8) A w' = (T q a * L h * \cos^2 (A w)) / (M * X * Z * V)$$

式 A 8 は、第 1 種ロールトルク $T q a$ を生成するために必要な車輪角 $A w$ の角速度 $A w'$ の大きさを示している。 10

【0072】

なお、操舵モータ 65 は、回動トルクを生成することによって、車輪角 $A w$ 、ひいては、その角速度 $A w'$ を変化させることができる。式 A 6 に示すように、車輪角 $A w$ の角速度 $A w'$ は、車両 10 のヨー角加速度 $A y''$ を変化させる。このように、回動トルクは、ヨー角加速度 $A y''$ を変化させる力の例である。操舵モータ 65 は、ヨー角加速度 $A y''$ を変化させる力を生成するように構成されている力生成装置の例である（力生成装置 65 と呼ぶ）。

【0073】

図 7 は、車両 10 の制御に関する構成を示すブロック図である。車両 10 は、車速センサ 122 と、入力角センサ 123 と、車輪角センサ 124 と、方向センサ 126 と、アクセルペダルセンサ 145 と、ブレーキペダルセンサ 146 と、制御装置 100 と、右駆動モータ 51R と、左駆動モータ 51L と、リーンモータ 25 と、操舵モータ 65 と、を有している。 20

【0074】

車速センサ 122 は、車両 10 の車速を検出するセンサである。本実施例では、車速センサ 122 は、前フォーク 17（図 1（A））の下端に取り付けられており、前輪 12F の回転速度を検出する。回転速度は、車両 10 の速度（車速とも呼ぶ）と相関を有している。従って、回転速度を検出するセンサ 122 は、車速を検出しているといえることができる。 30

【0075】

入力角センサ 123 は、ハンドル 41a の向き（すなわち、入力角）を検出するセンサである。本実施例では、入力角センサ 123 は、ハンドル 41a（図 1（A））に取り付けられている。入力角センサ 123 は、入力角 $A I$ （旋回入力情報の例）を取得するように構成されている旋回入力情報取得装置の例である。

【0076】

車輪角センサ 124 は、前輪 12F の車輪角を検出するセンサである。本実施例では、車輪角センサ 124 は、本体部 20 の前壁部 20a（図 1（A））に取り付けられている。車輪角センサ 124 は、回動軸 $A x 1$ まわりの車輪角を検出する（検出角 $A w x$ と呼ぶ）。回動軸 $A x 1$ は、車体 90 とともに、ロールする。また、回動軸 $A x 1$ に平行な方向（回動軸 $A x 1$ の方向とも呼ぶ）は、車体上方向 $D V U$ とは異なり得る。この場合、車体上方向 $D V U$ に平行な軸まわりの車輪角 $A w$ は、回動軸 $A x 1$ の方向と車体上方向 $D V U$ との間の差を用いて検出角 $A w x$ を補正することによって、算出される。例えば、車体上方向 $D V U$ に対するキャスト角 $C A$ がゼロではない場合、近似式「 $A w = \cos(C A) * A w x$ 」に従って、車輪角 $A w$ が算出されてよい。車体上方向 $D V U$ に対するキャンパー角がゼロではない場合も、同様である。 40

【0077】

方向センサ 126 は、ロール角 $A r$ とヨー角速度を特定するセンサである。本実施例では、方向センサ 126 は、車体 90（図 1（A））に固定されている（具体的には、後壁部 20c）。また、本実施例では、方向センサ 126 は、加速度センサ 126a と、ジャ 50

イロセンサ 1 2 6 g と、制御部 1 2 6 c と、を含んでいる。加速度センサは、任意の方向の加速度を検出するセンサであり、例えば、3軸の加速度センサである。以下、加速度センサ 1 2 6 a によって検出される加速度の方向を、検出方向と呼ぶ。車両 1 0 が停止している状態では、検出方向は、鉛直下方向 D D と同じである。ジャイロセンサ 1 2 6 g は、任意の方向の回転軸を中心とする角速度を検出するセンサであり、例えば、3軸の角速度センサである。制御部 1 2 6 c は、加速度センサ 1 2 6 a からの信号とジャイロセンサ 1 2 6 g からの信号と車速センサ 1 2 2 からの信号とを用いて、ロール角 A r とヨー角速度とを特定する。制御部 1 2 6 c は、例えば、コンピュータを含むデータ処理装置である。

【 0 0 7 8 】

制御部 1 2 6 c は、車速センサ 1 2 2 によって特定される速度 V を用いることによって、車両 1 0 の加速度を算出する。そして、制御部 1 2 6 c は、加速度を用いることによって、車両 1 0 の加速度に起因する現実の鉛直下方向 D D に対する検出方向のずれを特定する（例えば、検出方向の前方向 D F または後方向 D B のずれが特定される）。また、制御部 1 2 6 c は、ジャイロセンサ 1 2 6 g によって特定される角速度を用いることによって、車両 1 0 の角速度に起因する現実の鉛直下方向 D D に対する検出方向のずれを特定する（例えば、検出方向の右方向 D R または左方向 D L のずれが、特定される）。制御部 1 2 6 c は、特定されたずれを用いて検出方向を修正することによって、鉛直下方向 D D を特定する。このように方向センサ 1 2 6 は、車両 1 0 の種々の走行状態において、適切な鉛直下方向 D D を特定できる。そして、制御部 1 2 6 c は、鉛直下方向 D D の反対の鉛直上方向 D U を特定し、鉛直上方向 D U と予め決められた車体上方向 D V U との間のロール角 A r を算出する。また、制御部 1 2 6 c は、ジャイロセンサ 1 2 6 g によって特定される角速度から車体上方向 D V U に平行な軸を中心とする角速度の成分を特定し、特定した角速度をヨー角速度として算出する。

【 0 0 7 9 】

アクセルペダルセンサ 1 4 5 は、アクセルペダル 4 5（図 1（A））に取り付けられており、アクセル操作量を検出する。ブレーキペダルセンサ 1 4 6 は、ブレーキペダル 4 6（図 1（A））に取り付けられており、ブレーキ操作量を検出する。

【 0 0 8 0 】

各センサ 1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 4 5、1 4 6 は、例えば、レゾルバ、または、エンコーダを用いて構成されている。

【 0 0 8 1 】

制御装置 1 0 0 は、主制御部 1 1 0 と、駆動装置制御部 3 0 0 と、リーンモータ制御部 4 0 0 と、操舵モータ制御部 5 0 0 と、を有している。制御装置 1 0 0 は、バッテリー 1 2 0（図 1（A））からの電力を用いて動作する。本実施例では、制御部 1 1 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0 は、それぞれ、コンピュータを有している。具体的には、制御部 1 1 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0 は、プロセッサ 1 1 0 p、3 0 0 p、4 0 0 p、5 0 0 p（例えば、CPU）と、揮発性記憶装置 1 1 0 v、3 0 0 v、4 0 0 v、5 0 0 v（例えば、DRAM）と、不揮発性記憶装置 1 1 0 n、3 0 0 n、4 0 0 n、5 0 0 n（例えば、フラッシュメモリ）と、を有している。不揮発性記憶装置 1 1 0 n、3 0 0 n、4 0 0 n、5 0 0 n には、対応する制御部 1 1 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0 の動作のためのプログラム 1 1 0 g、3 0 0 g、4 0 0 g、5 0 0 g が、予め格納されている。また、主制御部 1 1 0 の不揮発性記憶装置 1 1 0 n には、マップデータ M A r、M C w が、予め格納されている。プロセッサ 1 1 0 p、3 0 0 p、4 0 0 p、5 0 0 p は、それぞれ、対応するプログラム 1 1 0 g、3 0 0 g、4 0 0 g、5 0 0 g を実行することによって、種々の処理を実行する。

【 0 0 8 2 】

主制御部 1 1 0 のプロセッサ 1 1 0 p は、センサ 1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 6、1 4 5、1 4 6 からの信号を受信する。そして、プロセッサ 1 1 0 p は、受信した信号を用いて、駆動装置制御部 3 0 0 とリーンモータ制御部 4 0 0 と操舵モータ制御部 5 0 0 とに指示を出力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

駆動装置制御部 3 0 0 のプロセッサ 3 0 0 p は、主制御部 1 1 0 からの指示に従って、駆動モータ 5 1 L、5 1 R を制御する。リーンモータ制御部 4 0 0 のプロセッサ 4 0 0 p は、主制御部 1 1 0 からの指示に従って、リーンモータ 2 5 を制御する。操舵モータ制御部 5 0 0 のプロセッサ 5 0 0 p は、主制御部 1 1 0 からの指示に従って、操舵モータ 6 5 を制御する。これらの制御部 3 0 0、4 0 0、5 0 0 は、それぞれ、制御対象のモータ 5 1 L、5 1 R、2 5、6 5 にバッテリー 1 2 0 からの電力を供給する電力制御部 3 0 0 c、4 0 0 c、5 0 0 c を有している。電力制御部 3 0 0 c、4 0 0 c、5 0 0 c は、電気回路（例えば、インバータ回路）を用いて、構成されている。なお、主制御部 1 1 0 のうちの操舵モータ 6 5 を制御するための処理を実行する部分と、操舵モータ制御部 5 0 0 と、の全体は、力生成装置 6 5 を制御するように構成されている力制御装置の例である（力制御装置 9 1 0 と呼ぶ）。

10

【 0 0 8 4 】

A 2 . 操舵モータの制御：

図 8 は、操舵モータ 6 5 の制御処理の例を示すフローチャートである。本実施例では、ロール角 A_r を目標のロール角に近づけるロールトルクが車輪角 A_w の変化によって生成されるように、操舵モータ 6 5 が制御される。以下、フローチャートでは、各ステップに、文字「S」と、文字「S」に続く数字と、を組み合わせた符号が、付与される。図 8 は、車両 1 0 が前進している場合の処理を示している。後述するように、制御処理では、種々のパラメータが用いられる。なお、車体 9 0 の質量 M と、重力加速度 g と、距離 X と、距離 Z と、ホイールベース L_h と、のそれぞれは、実験的に測定可能である。本実施例では、これらのパラメータ M 、 g 、 X 、 Z 、 L_h のそれぞれとしては、予め決められた値が用いられる（基準値 M 、 g 、 X 、 Z 、 L_h と呼ぶ）。なお、車体 9 0 の質量 M は、いわゆるバネ上質量に相当する。

20

【 0 0 8 5 】

S 2 1 0 では、主制御部 1 1 0（図 7）のプロセッサ 1 1 0 p は、センサ 1 2 2、1 2 3、1 2 4、1 2 6、1 4 5、1 4 6 から、データを取得する。そして、プロセッサ 1 1 0 p は、現行の情報、具体的には、速度 V と、入力角 A_I と、車輪角 A_w と、ロール角 A_r と、ヨー角速度 A_y' と、アクセル操作量 P_a と、ブレーキ操作量 P_b とを、特定する。

【 0 0 8 6 】

S 2 2 0 では、プロセッサ 1 1 0 p は、入力角 A_I を用いて、目標ロール角 A_{r_t} を特定する。入力角 A_I と目標ロール角 A_{r_t} との対応関係は、マップデータ M_{A_r} （図 7）によって、予め決められている。プロセッサ 1 1 0 p は、マップデータ M_{A_r} を参照して、目標ロール角 A_{r_t} を特定する。本実施例では、入力角 A_I の絶対値が大きいほど、目標ロール角 A_{r_t} の絶対値が大きい。また、目標ロール角 A_{r_t} の方向（右、または、左）は、入力角 A_I によって特定される旋回方向と同じである。S 2 3 0 では、プロセッサ 1 1 0 p は、目標ロール角 A_{r_t} から現行のロール角 A_r を減算することによって、ロール角差 d_{A_r} を算出する。

30

【 0 0 8 7 】

S 2 4 0 では、プロセッサ 1 1 0 p は、制御パラメータを決定する。本実施例では、プロセッサ 1 1 0 p は、比例制御のための P ゲイン G_{p1} を、決定する（第 1 ゲイン G_{p1} と呼ぶ）。なお、プロセッサ 1 1 0 p は、S 2 2 0 - S 2 3 0 と、S 2 4 0 とを、並列に実行する。そして、S 2 5 0 では、プロセッサ 1 1 0 p は、ロール角差 d_{A_r} と第 1 ゲイン G_{p1} とを用いる比例制御によって、中間制御値 C_{tq} を決定する（例えば、 $C_{tq} = G_{p1} * d_{A_r}$ ）。

40

【 0 0 8 8 】

後述するように、中間制御値 C_{tq} は、基準のロールトルクを示している。ゼロの中間制御値 C_{tq} は、ゼロのロールトルクを示している。正の中間制御値 C_{tq} は、右方向 D_R のロールトルクを示している。負の中間制御値 C_{tq} は、左方向 D_L のロールトルクを示している。中間制御値 C_{tq} の絶対値が大きいほど、ロールトルクの絶対値は大きい。

50

操舵モータ 65 は、車輪角 A_w の角速度 A_w' に起因して生じる第 1 種ロールトルク T_{qa} が、基準のロールトルクに近づくように、制御される。なお、ロール角差 dAr の大きさが大きいほど、中間制御値 Ctq (すなわち、基準のロールトルク) の大きさは大きい。また、第 1 ゲイン G_{p1} が大きいほど、基準のロールトルクの大きさは大きい。

【0089】

図 9 (A) - 図 9 (C) は、第 1 ゲイン G_{p1} の例を示すグラフである。図 9 (A) では、横軸は、速度 V を示し、縦軸は、第 1 ゲイン G_{p1} を示している。速度 V がゼロ以上、第 1 閾値 V_1 以下の第 1 範囲 VR_1 内である場合、速度 V が小さいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は小さい (第 1 閾値 V_1 は、例えば、時速 1 km 以上、時速 5 km 以下の範囲の値)。そして、 $V = \text{ゼロ}$ の場合、 $G_{p1} = \text{ゼロ}$ である (すなわち、 $Ctq = \text{ゼロ}$)。この理由は、以下の通りである。後述するように、本実施例では、車輪角 A_w の角速度 A_w' が、上記の式 A 8 に従って算出される値に近づくように、操舵モータ 65 が制御される。式 A 8 に示されるように、車輪角 A_w の角速度 A_w' の絶対値は、速度 V に反比例する。角速度 A_w' が式 A 8 に厳密に従う場合、速度 V がゼロに近づくと、角速度 A_w' の絶対値は、発散する。本実施例では、速度 V が小さい場合のパラメータの発散を防止するために、速度 V が小さい場合に、第 1 ゲイン G_{p1} が小さい。これにより、中間制御値 Ctq (すなわち、基準ロールトルク) が小さくなるので、角速度 A_w' の発散は抑制される。

【0090】

速度 V が第 2 閾値 V_2 以上である第 2 範囲 VR_2 では、速度 V が大きいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は小さい (第 2 閾値 V_2 は、例えば、時速 30 km 以上、時速 40 km 以下の範囲内の値)。この理由は、以下の通りである。回転する物体に回転軸に垂直な軸を中心とする外部トルクが印加される場合、物体には、回転軸と外部トルクの軸とに垂直な軸を中心とするトルクが作用する (ジャイロモーメントとも呼ばれる)。そして、物体は、ジャイロモーメントによって、回転する。このような運動は、歳差運動とも呼ばれる。例えば、車両 10 (図 1 (A)) が前進中に、車体 90 が右方向 DR に傾斜する場合、回転軸 A_{xw1} を中心に回転する前輪 12F も、車体 90 とともに、右方向 DR に傾斜する。このように、前輪 12F には、回転軸 A_{xw1} に垂直であって前方向 DF に平行な軸を中心とするトルクが作用する。この場合、前輪 12F (図 1 (B)) には、回動軸 A_{x1} を中心に進行方向 D12 を右方向 DR へ回動させるトルクが作用する。そして、前輪 12F は、右方向 DR へ回動する。前輪 12F を回動させるトルクは、前輪 12F の角運動量が大きいほど、すなわち、速度 V が大きいほど、強い。このように、速度 V が大きい場合には、車輪 12F は、車体 90 の傾斜方向に、自然に回動し得る。本実施例では、速度 V が大きい場合には、前輪 12F の自然な回動を許容するために、第 1 ゲイン G_{p1} は小さくなる。後述するように、第 1 ゲイン G_{p1} が小さい場合、中間制御値 Ctq (すなわち、基準のロールトルク) の大きさが小さいので、操舵モータ 65 の回動トルクの大きさも小さくなる。これにより、前輪 12F の自然な回動が、許容される。

【0091】

なお、速度 V が一定である場合、第 1 ゲイン G_{p1} は、入力角 A_I の角速度 A_I' と角加速度 A_I'' とに応じて変化し得る。図 9 (B) は、速度 V が一定である場合のグラフであり、横軸は、入力角 A_I の角速度 A_I' の絶対値を示し、縦軸は、第 1 ゲイン G_{p1} を示している。図示するように、角速度 A_I' の絶対値が大きいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は大きい。図 9 (C) は、速度 V が一定である場合のグラフであり、横軸は、入力角 A_I の角加速度 A_I'' の絶対値を示し、縦軸は、第 1 ゲイン G_{p1} を示している。図示するように、角加速度 A_I'' の絶対値が大きいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は大きい。これらの理由は、以下の通りである。運転者は、車両 10 の進行方向を素早く変化させるために、ハンドル 41a を素早く回転させる。従って、角速度 A_I' の絶対値が大きい場合と、角加速度 A_I'' の絶対値が大きい場合とは、ロール角 Ar の素早い変化が要求される。そこで、本実施例では、中間制御値 Ctq (すなわち、基準のロールトルク) の絶対値を大きくするために、角速度 A_I' の絶対値が大きいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は大きく、角加速度 A_I'' の絶対値が大きいほど、第 1 ゲイン G_{p1} は大きい。なお、中間制御値 Ctq の過度の増大を抑

10

20

30

40

50

制するために、プロセッサ 110p は、第 1 ゲイン G_{p1} の上限を、第 2 上限値 L_{m2} に制限する。

【0092】

なお、第 1 ゲイン G_{p1} と他のパラメータとの対応関係は、図 9 (A) - 図 9 (C) に示す対応関係に代えて、他の種々の対応関係であってよい。例えば、第 2 範囲 $VR2$ (図 9 (A)) において、速度 V が増大する場合に、第 1 ゲイン G_{p1} は、低減せずに維持されてよく、増大してもよい。また、第 1 閾値 $V1$ 以上の速度 V の範囲は、低速範囲、中速範囲、高速範囲の 3 つの範囲に区分されてよい。そして、低速範囲の第 1 ゲイン G_{p1} と高速範囲の第 1 ゲイン G_{p1} とが、中速範囲の第 1 ゲイン G_{p1} と比べて、大きい値に設定されてよい。低速範囲の大きな第 1 ゲイン G_{p1} は、ジャイロモーメントが小さい場合に、前輪 12F の旋回方向への回動を補助できる。また、速度 V が大きい場合には、前輪 12F の回転速度が大きいので、前輪 12F の角運動量も大きい。この場合、前輪 12F を旋回方向へ回動させるために、大きいトルクが必要であり得る。高速範囲の大きな第 1

10

【0093】

図 9 (D) は、ロール角差 dAr と中間制御値 Ctq との関係の例を示すグラフである。横軸は、ロール角差 dAr の絶対値を示し、縦軸は、中間制御値 Ctq の絶対値を示している。このグラフは、速度 V が一定である場合を示している。図示するように、ロール角差 dAr の絶対値が大きいほど、中間制御値 Ctq の絶対値は大きい。ロール角差 dAr の絶対値が一定である場合、入力角 AI の角速度 AI' の絶対値が大きいほど、中間制御値 Ctq の絶対値は大きい。また、入力角 AI の角加速度 AI'' の絶対値が大きいほど、中間制御値 Ctq の絶対値は大きい。

20

【0094】

S260 (図 8) では、プロセッサ 110p は、中間制御値 Ctq を用いて、車輪角 Aw の角速度を特定する (追加角速度 Awd' と呼ぶ)。追加角速度 Awd' は、車輪角 Aw の現行の角速度 Aw' に追加角速度 Awd' が追加されることによって、中間制御値 Ctq に対応付けられた基準のロールトルクが生成されるような角速度を示している。このような追加角速度 Awd' と中間制御値 Ctq との関係は、上記の式 A8 によって表される。式 A8 において、第 1 種ロールトルク Tqa に代えて中間制御値 Ctq が用いられ、角速度 Aw' が、追加角速度 Awd' を示している。プロセッサ 110p は、基準値 Lh 、 M 、 X 、 Z と、中間制御値 Ctq と、車輪角 Aw と、速度 V と、を用いて、追加角速度 Awd' を算出する。

30

【0095】

図 9 (E) - 図 9 (G) は、追加角速度 Awd' の例を示すグラフである。図 9 (E) では、横軸は、中間制御値 Ctq の絶対値を示し、縦軸は、追加角速度 Awd' の絶対値を示している。図示するように、 Ctq の絶対値が大きいほど、 Awd' の絶対値は大きい。また、中間制御値 Ctq が一定である場合、追加角速度 Awd' は、速度 V と車輪角 Aw とに応じて変化し得る。なお、本実施例では、プロセッサ 110p は、 Awd' の絶対値の上限を、第 1 上限値 $Lm1$ に制限する。図 9 (F) では、横軸は、速度 V を示し、縦軸は、追加角速度 Awd' の絶対値を示している。速度 V が大きいほど、 Awd' の絶対値は小さい。上記の式 A8 にも示されるように、本実施例では、 Awd' の絶対値は、 V に反比例する。速度 V が小さい場合の追加角速度 Awd' の発散を防止するために、 Awd' の絶対値の上限は、第 1 上限値 $Lm1$ に制限される。図 9 (G) では、横軸は、車輪角 Aw の絶対値を示し、縦軸は、追加角速度 Awd' の絶対値を示している。車輪角 Aw の絶対値が大きいほど、 Awd' の絶対値は小さい。上記の式 A8 にも示されるように、本実施例では、 Aw の絶対値が増大する場合、 Awd' の絶対値は、 $\cos^2(Aw)$ に従って小さくなる。

40

【0096】

S270 (図 8) では、プロセッサ 110p は、追加角速度 Awd' を用いて、駆動制御値 Cw を決定する (単に制御値 Cw と呼ぶ)。制御値 Cw は、操舵モータ 65 によって生成されるべき回動トルクを示している。本実施例では、制御値 Cw は、操舵モータ 65

50

に供給すべき電流の向きと大きさを示している。制御値 C_w の絶対値は、電流の大きさ（すなわち、回動トルクの大きさ）を示している。制御値 C_w の正負の符号は、電流の向き（すなわち、回動トルクの方法）を示している（例えば、正は右方向を示し、負は左方向を示す）。追加角速度 A_{wd}' と制御値 C_w との対応関係は、マップデータ M_{C_w} （図 7）によって、予め決められている。追加角速度 A_{wd}' の絶対値が大きいほど、制御値 C_w の絶対値は大きい。また、制御値 C_w の正負の符号（すなわち、回動トルクの方法）は、追加角速度 A_{wd}' の方向と同じである。プロセッサ 110p は、マップデータ M_{C_w} を参照して、追加角速度 A_{wd}' に対応付けられた駆動制御値 C_w を特定する。

【0097】

S280では、プロセッサ110pは、駆動制御値 C_w を示すデータを、操舵モータ制御部500に供給する。操舵モータ制御部500のプロセッサ500pは、駆動制御値 C_w に従って、操舵モータ65に供給される電力を制御する。具体的には、プロセッサ500pは、駆動制御値 C_w を示すデータを、電力制御部500cに供給する。電力制御部500cは、駆動制御値 C_w に従って、操舵モータ65に供給される電力を制御する。操舵モータ65は、供給された電力に応じて、回動トルクを出力する。そして、図8の処理が終了する。制御装置100は、図8の処理を繰り返し実行する。これにより、制御装置100は、車両10の状態に適した回動トルクを出力するように、操舵モータ65を制御し続ける。

【0098】

以上のように、駆動制御値 C_w は、追加角速度 A_{wd}' に対応付けられた回動トルクを示している（S270）。式A8に従って追加角速度 A_{wd}' に対応付けられるパラメータ T_{qa} は、追加角速度 A_{wd}' に起因して生成される第1種ロールトルク T_{qa} を示している。S260では、式A8に従って追加角速度 A_{wd}' を算出するために、第1種ロールトルクを示すパラメータ T_{qa} として、中間制御値 C_{tq} が用いられる。従って、中間制御値 C_{tq} は、第1種ロールトルクを示している。S250では、中間制御値 C_{tq} は、ロール角差 dAr と制御パラメータ（ここでは、Pゲイン G_{p1} ）を用いる比例制御によって、決定される。本実施例では、中間制御値 C_{tq} の大きさ（すなわち、第1種ロールトルクの大きさ）は、ロール角差 dAr の大きさが大きいほど、大きい。また、中間制御値 C_{tq} の正負の符号（すなわち、第1種ロールトルクの方法）は、ロール角差 dAr の正負の符号（すなわち、ロール角 Ar から目標ロール角 Art へ向かうロール方向）と同じである（以下、ロール角 Ar から目標ロール角 Art へ向かうロール方向を「ロール角差 dAr の方向とも呼ぶ」）。このように、ロール角差 dAr は、追加角速度 A_{wd}' に起因して生成される第1種ロールトルクの基準である基準ロールトルクを示している。ロール角差 dAr の大きさは、基準ロールトルクの大きさである基準大きさを示している。ロール角差 dAr の正負の符号は、基準ロールトルクの方法である基準方向を示している。ロール角差 dAr は、車体90に作用すべき第1種ロールトルクの方法の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさを示す基準情報の例である（以下、ロール角差 dAr を、基準情報 dAr とも呼ぶ）。制御装置100は、基準情報 dAr を用いて決定される駆動制御値 C_w に従って操舵モータ65を制御する。これにより、操舵モータ65は、第1種ロールトルクの方法が、基準方向と同じであり、基準大きさが大きいほど第1種ロールトルクの大きさが大きくなるように、回動トルクを生成する。駆動制御値 C_w に従って操舵モータ65が制御される場合、ロール角 Ar が目標ロール角 Art に近づくので、車両10は、入力角 AI に適したロール角 Ar （すなわち、目標ロール角 Art ）で、走行できる。

【0099】

図10(A) - 図10(C)は、図8の処理で制御される回動トルク T_{qw} の例を示すグラフである。図10(A)では、横軸は、駆動制御値 C_w の絶対値を示し、縦軸は、回動トルク T_{qw} の絶対値を示している。回動トルク T_{qw} の絶対値は、駆動制御値 C_w の絶対値が大きいほど、大きい。なお、本実施例では、プロセッサ110pは、図8のS280で、駆動制御値 C_w の絶対値が予め決められた上限値 C_{wM} 以上である場合には、駆

10

20

30

40

50

動制御値 C_w の絶対値を上限值 C_{wM} に修正する。従って、回動トルク T_{qw} の絶対値の上限は、上限値 C_{wM} に対応付けられた上限値 L_{m3} に制限される。この結果、車輪角 A_w の急な変化は、抑制される。

【0100】

図10(B)では、横軸は、ロール角差 dAr を示し、縦軸は、回動トルク T_{qw} を示している。原点 O では、 $dAr = 0$ 、 $T_{qw} = 0$ である。ここでは、速度 V 、入力角 AI 、車輪角 A_w 、ヨー角速度 Ay' のそれぞれが、一定であることとしている。このような状態は、鉛直上方向 DU に平行な軸を中心に車両10を回転させることが可能なターンテーブル上に車両10を載せることによって、再現可能である。ターンテーブルの回転の角速度は、鉛直上方向 DU に平行な軸まわりのヨー角速度を示している。車体上方向 DVU に平行な軸まわりのヨー角速度 Ay' は、方向センサ126からのデータを用いて特定可能である。このヨー角速度 Ay' の大きさは、ターンテーブルの回転の角速度が大きいほど、大きい。ターンテーブルは、速度 V に応じた回転速度で車輪12F、12R、12Lのそれぞれを回転させる複数のローラを有している。車輪角 A_w を一定に維持するために、前フォーク17は、車体90に固定される。回動トルク T_{qw} は、操舵モータ65に供給される電流を用いて、特定可能である。

10

【0101】

S250(図8)で決定される中間制御値 C_{tq} の絶対値は、ロール角差 dAr の絶対値が大きいほど大きい。従って、ロール角差 dAr の絶対値が大きいほど、回動トルク T_{qw} の絶対値も大きい(ただし、回動トルク T_{qw} の絶対値の上限は、上限値 L_{m3} に制限される)。

20

【0102】

また、正值のロール角差 dAr は、ロール角 Ar から目標ロール角 Art へ向かう基準ロール方向が右方向であることを示している。図6(B)、図6(C)から理解できるように、前輪12Fの方向 $D12$ を右方向 DR へ回動する場合、第1種ロールトルク T_{qa} の方向は左方向 DL である。従って、右方向 DR の第1種ロールトルク T_{qa} を生成するためには、前輪12Fの方向 $D12$ を左方向 DL へ回動させる負値の回動トルク T_{qw} が、生成される。反対に、ロール角差 dAr が負値である場合には、正值の回動トルク T_{qw} が、生成される。

【0103】

図10(C)では、横軸は、車輪角 A_w の絶対値を示し、縦軸は、回動トルク T_{qw} の絶対値を示している。このグラフは、速度 V と、基準情報 dAr (すなわち、基準方向と基準大きさ) と、のそれぞれが一定に維持されるという条件(第1条件と呼ぶ)の下での特性を示している(dAr の絶対値は、ゼロよりも大きい)。車輪角 A_w と回動トルク T_{qw} との関係特定するために、他のパラメータ(例えば、 AI 、 Ar 、 Ay') も一定であることとする。また、車輪角 A_w は、可変である。このような状態を実現するために、上述したターンテーブル上に車両10が載せられる。ここで、前輪12Fを支持するローラは、前輪12Fの回動に応じて同じ方向に回動できるように、構成される。操舵モータ65が回動トルクを生成する場合、前輪12Fを支持するローラは、前輪12Fとともに、回動トルクの方向へ回動する。

30

【0104】

図示するように、基準情報 dAr が一定であっても、車輪角 A_w の絶対値が増大することに応じて、回動トルク T_{qw} の絶対値は減少する。この理由は、上記の式A8に示すように、車輪角 A_w の角速度 A_w' (すなわち、回動トルク T_{qw}) が、 $c o s^2(A_w)$ に従って小さくなるからである。このように、式A8に従って回動トルク T_{qw} が制御されるので、制御装置100は、角速度 A_w' に起因する第1種ロールトルクを、基準ロールトルクに近づけることができる。

40

【0105】

以上のように、制御装置100は、図8の処理を実行することによって、ロール角 Ar が目標ロール角 Art に近づくように、操舵モータ65を制御する。この結果、車両10

50

は、入力角 A_I に適したロール角 A_r で、走行できる。例えば、ロール角差 dA_r の大きさが大きく、現行のロール角 A_r から目標ロール角 A_{rt} へ向かうロール方向が右である場合（すなわち、ロール角差 dA_r の方向は右）、操舵モータ 65 は、ロール角差 dA_r の方向とは反対の左方向に、前輪 12F を回動させる。これにより、ロール角 A_r は、速やかに、目標ロール角 A_{rt} に近づく。その後、操舵モータ 65 は、ロール角 A_r がロール角差 dA_r に維持されるように、同様の制御によって回動トルクを出力する。これにより、車輪角 A_w は、ロール角 A_r に適した角度に、近づき得る（図 4、図 5）。ロール角差 dA_r の大きさが小さい場合、回動トルクの大きさも小さくなる。上述したように、前輪 12F は、ジャイロモーメントによって、車体 90 のロール方向に自然に回動し得る。従って、車両 10 は、入力角 A_I に適した旋回を行うことができる。例えば、車両 10 は、図 4、図 5 に示す旋回を行うことができる。

10

【0106】

また、図 6 (B)、図 6 (C) で説明したように、車輪角 A_w の角速度 A_w' を用いて得られる第 1 種ロールトルク T_{qa} は、ヨー角加速度 A_y'' の方向とは反対の方向の慣性の力 F_{12} を利用して生成される。従って、リーンモータ 25 によって直接的に生成されるロールトルクによって車体 90 がロールする場合と比べて、第 1 種ロールトルク T_{qa} によって車体 90 がロールする場合には、運転者が感じる横加速度が抑制される。

【0107】

A3. リーンモータの制御：

図 11 は、リーンモータ 25 の制御処理の例を示すフローチャートである。本実施例では、ロール角 A_r を目標のロール角に近づけるロールトルクを生成するように、リーンモータ 25 が制御される。S510 では、主制御部 110（図 7）のプロセッサ 110p は、センサ 123、126 から、信号を取得する。そして、プロセッサ 110p は、現行の情報、具体的には、入力角 A_I と、ロール角 A_r とを、特定する。

20

【0108】

S520、S530 は、図 8 の S220、S230 と、それぞれ同じである。S540 では、プロセッサ 110p は、ロール角差 dA_r を用いて制御値 C_{wL} を決定する。本実施例では、プロセッサ 110p は、ロール角差 dA_r を用いる比例制御によって、制御値 C_{wL} を決定する。S550 では、プロセッサ 110p は、制御値 C_{wL} を示すデータを、リーンモータ制御部 400 に供給する。リーンモータ制御部 400 のプロセッサ 400p は、制御値 C_{wL} に従って、リーンモータ 25 に供給される電力を制御する。具体的には、プロセッサ 400p は、制御値 C_{wL} を示すデータを、電力制御部 400c に供給する。電力制御部 400c は、制御値 C_{wL} に従って、リーンモータ 25 に供給される電力を制御する。リーンモータ 25 は、供給された電力に応じて、ロールトルクを出力する。そして、図 11 の処理が終了する。制御装置 100 は、図 11 の処理を繰り返し実行する。これにより、制御装置 100 は、車両 10 の状態に適したロールトルクを出力するように、リーンモータ 25 を制御し続ける。

30

【0109】

以上のように、制御装置 100 は、リーンモータ 25 と操舵モータ 65 とのそれぞれを、ロール角 A_r を目標ロール角 A_{rt} に近づけるロールトルクを生成するように制御する。この結果、車両 10 は、入力角 A_I に適したロール角 A_r で、走行できる。そして、車両 10 は、入力角 A_I に適した旋回を行うことができる。

40

【0110】

なお、図示を省略するが、主制御部 110（図 7）と駆動装置制御部 300 とは、駆動モータ 51R、51L を制御する駆動制御装置 900 として機能する。駆動制御装置 900 は、アクセル操作量 P_a に適した加速と、ブレーキ操作量 P_b に適した減速と、を行うように、駆動モータ 51R、51L を制御する。

【0111】

B. 第 2 実施例：

図 12 は、第 2 実施例の車両の斜視図である。本実施例では、車両 10a は、2 個の前

50

輪FRa、FLaと、2個の後輪RRa、RLaとを有する四輪車である。2個の前輪FRa、FLaは、回動輪であり、車両10aの幅方向に回動可能である。2個の後輪RRa、RLaは、駆動輪である。車両10aは、さらに、車体90aと、サスペンションFRs、FLs、RRs、RLsと、操舵装置42と、ハンドル42aと、駆動モータ51aと、制御装置100aと、を有している。車輪FRa、FLa、RRa、RLaは、それぞれ、サスペンションFRs、FLs、RRs、RLsによって、車体90aに連結されている。サスペンションFRs、FLs、RRs、RLsは、ダブルウィッシュボーンサスペンション、トーションビームサスペンションなどの、種々のサスペンションであってよい。後輪RRa、RLaには、駆動モータ51aが接続されている。後輪RRa、RLaは、駆動モータ51aの動力によって、回転する。前輪FRa、FLaには、操舵装置42が接続されている。操舵装置42の構成は、ラック・アンド・ピニオン型などの種々の構成であってよい。操舵装置42には、ハンドル42aが接続されている。運転者は、ハンドル42aを回転させることによって、前輪FRa、FLaの進行方向を右または左に回動させることができる。操舵装置42は、操舵モータ65aを有している。操舵モータ65aは、操舵を補助するトルクを生成する。制御装置100aは、操舵モータ65aと駆動モータ51aとを制御する装置である。距離Lhは、いわゆるホイールベースである。本実施例でも、ロール軸AxLは、地面上の、車体90aの幅方向の中心位置に、位置している。前輪FRa、FLaが回動輪であり、後輪RRa、RLaは回動輪ではないので、自転中心Racは、後輪RRa、RLaの間の中心位置の近傍に位置している。車体90aの重心90acは、自転中心Racよりも前方向DF側に位置している。距離Xは、自転中心Racと車体90aの重心90acとの間の前方向DFの距離である。距離Zは、ロール軸AxLと重心90acとの間の距離である。距離Zは、重心90acの地面からの高さと同じである。

10

20

【0112】

車両10aは、制御に関する構成として、図7の構成に以下の変更を行って得られる構成を有している。

- 1) 駆動装置制御部300は、駆動モータ51aを制御する。
- 2) 操舵モータ制御部500は、操舵モータ65に代えて、操舵モータ65aを制御する。
- 3) リーンモータ制御部400とリーンモータ25とは、省略される。

【0113】

図13は、操舵モータ65aの制御処理の例を示すフローチャートである。本実施例では、制御装置100aは、ロール角Arの角加速度Ar''(ロール角加速度Ar''と呼ぶ)を小さくするロールトルクが車輪角Awの変化によって生成されるように、操舵モータ65を制御する。本実施例においても、車体90aの質量Mと、重力加速度gと、距離Xと、距離Zと、ホイールベースLhと、のそれぞれとしては、予め決められた値が用いられる。車輪角Awは、車両10aの前方向DFを基準とする、前輪の方向(例えば、右前輪FRa、または、左前輪FLaの方向)の角度である。

30

【0114】

S210では、主制御部110(図7)のプロセッサ110pは、センサ122、123、124、126、145、146から、データを取得する。そして、プロセッサ110pは、現行の情報、具体的には、速度Vと、入力角AIと、車輪角Awと、ロール角Arと、ヨー角速度Ay'と、アクセル操作量Paと、ブレーキ操作量Pbとを、特定する。

40

【0115】

S220aでは、プロセッサ110pは、ロール角Arの角加速度Ar''を算出する。まず、プロセッサ110pは、ロール角Arを用いて、角速度Ar'を算出する。角速度Ar'の算出方法(より一般的には、パラメータの微分値の算出方法)は、種々の方法であってよい。本実施例では、プロセッサ110pは、現在から予め決められた時間差だけ過去の時点でのロール角Arを現行のロール角Arから減算して差分を算出する。そして、プロセッサ110pは、差分を時間差で除算することによって得られる値を、角速度Ar'として採用する。プロセッサ110pは、角速度Ar'を用いて、同じ方法で、角速度Ar'

50

の微分値である角加速度 $A r''$ を算出する。

【0116】

S230aでは、プロセッサ110pは、ロール角加速度 $A r''$ を小さくするための目標ロールトルク $T q t$ を特定する。以下の式B1は、ロール角加速度が $A r''$ である場合に、車体90aに作用するロールトルク $T q r$ の計算式である。

$$(式B1) T q r = (I + M * Z^2) * A r''$$

ロールトルク $T q r$ は、「 $I * A r''$ 」と「 $M * Z^2 * A r''$ 」との2つの成分で近似される。変数 I は、回転軸が重心90cを通る場合の車体90の慣性モーメントである（ここで、回転軸は、ロール軸 $A x L$ に平行である）。「 $M * Z^2$ 」は、回転軸が重心90cから距離 Z だけ離れている場合の追加の項である。係数「 $I + M * Z^2$ 」は、ロールトルク $T q r$ とロール角加速度 $A r''$ との比率を実験で測定することによって、予め決定される。プロセッサ110pは、車体90aのロール角加速度が $A r''$ である場合に車体90aに作用するロールトルク $T q r$ を、上記の式B1によって算出する。そして、プロセッサ110pは、ロールトルク $T q r$ の方向を反転して得られるロールトルクを、目標ロールトルク $T q t$ として採用する。

10

【0117】

図14(A)は、ロール角加速度 $A r''$ と目標ロールトルク $T q t$ との関係の例を示すグラフである。横軸は、ロール角加速度 $A r''$ を示し、縦軸は、目標ロールトルク $T q t$ を示している。原点Oでは、 $A r'' = 0$ 、 $T q t = 0$ である。図示するように、ロール角加速度 $A r''$ の絶対値が大きいほど、目標ロールトルク $T q t$ の絶対値は大きい。また、目標ロールトルク $T q t$ の方向（すなわち、正負の符号）は、ロール角加速度 $A r''$ の方向（すなわち、正負の符号）とは反対である。

20

【0118】

S235a(図13)では、プロセッサ110pは、目標ロールトルク $T q t$ を生成するために必要な車輪角 $A w$ の角速度を特定する（追加角速度 $A w d'$ と呼ぶ）。追加角速度 $A w d'$ は、上記の式A8の第1種ロールトルク $T q a$ に目標ロールトルク $T q t$ を代入することによって、算出される。

【0119】

図14(B) - 図14(D)は、追加角速度 $A w d'$ の例を示すグラフである。図14(B)では、横軸は、目標ロールトルク $T q t$ の絶対値を示し、縦軸は、追加角速度 $A w d'$ の絶対値を示している。図示するように、 $T q t$ の絶対値が大きいほど、 $A w d'$ の絶対値は大きい。また、目標ロールトルク $T q t$ が一定である場合、追加角速度 $A w d'$ は、速度 V と車輪角 $A w$ とに応じて変化し得る。なお、本実施例では、プロセッサ110pは、 $A w d'$ の絶対値の上限を、第4上限値 $L m 4$ に制限する。図14(C)では、横軸は、速度 V を示し、縦軸は、追加角速度 $A w d'$ の絶対値を示している。速度 V が大きいほど、 $A w d'$ の絶対値は小さい。上記の式A8にも示されるように、本実施例では、 $A w d'$ の絶対値は、 V に反比例する。速度 V が小さい場合の追加角速度 $A w d'$ の発散を防止するために、 $A w d'$ の絶対値の上限は、第5上限値 $L m 5$ に制限される。図14(D)では、横軸は、車輪角 $A w$ の絶対値を示し、縦軸は、追加角速度 $A w d'$ の絶対値を示している。車輪角 $A w$ の絶対値が大きいほど、 $A w d'$ の絶対値は小さい。上記の式A8にも示されるように、本実施例では、 $A w$ の絶対値が増大する場合、 $A w d'$ の絶対値は、 $\cos^2(A w)$ に従って小さくなる。

30

40

【0120】

S240a(図13)では、プロセッサ110pは、制御パラメータを決定する。本実施例では、プロセッサ110pは、比例制御のためのPゲイン $G p 2$ を、決定する（第2ゲイン $G p 2$ とも呼ぶ）。なお、プロセッサ110pは、S220a - S235aと、S240aとを、並列に実行する。そして、S270aでは、プロセッサ110pは、追加角速度 $A w d'$ と第2ゲイン $G p 2$ とを用いる比例制御によって、制御値 $C w 2$ を決定する（例えば、 $C w 2 = A w d' * G p 2$ ）。なお、本実施例では、第2ゲイン $G p 2$ は、予め決められた値に決定される。これに代えて、第2ゲイン $G p 2$ は、他のパラメータに応じ

50

て変化する可変値であってよい。

【0121】

S280aでは、プロセッサ110pは、制御値Cw2を示すデータを、操舵モータ制御部500に供給する。操舵モータ制御部500のプロセッサ500pは、制御値Cw2に従って、操舵モータ65aに供給される電力を制御する。具体的には、プロセッサ500pは、制御値Cw2を示すデータを、電力制御部500cに供給する。電力制御部500cは、制御値Cw2に従って、操舵モータ65aに供給される電力を制御する。操舵モータ65aは、供給された電力に応じて、回動トルクを出力する。そして、図13の処理が終了する。制御装置100aは、図13の処理を繰り返し実行する。これにより、制御装置100aは、ロール角加速度Ar''を抑制する回動トルクを出力するように、操舵モータ65aを制御し続ける。車両10aが粗い道路を走行する場合、車体90aの横揺れ（すなわち、ロール振動）は、抑制される。

10

【0122】

以上のように、制御値Cw2は、追加角速度Awd'に対応付けられた回動トルクを示している(S270a)。式A8に従って追加角速度Awd'に対応付けられるパラメータTqaは、追加角速度Awd'に起因して生成される第1種ロールトルクTqaを示している。S235aでは、式A8に従って追加角速度Awd'を算出するために、第1種ロールトルクを示すパラメータTqaとして、目標ロールトルクTqtが用いられる。従って、目標ロールトルクTqtは、第1種ロールトルクの目標トルクを示している。S230aでは、目標ロールトルクTqtとして、ロール角加速度がAr''である場合に車体90aに作用するロールトルクTqrの方向を反転して得られるロールトルクが用いられる。上述の式B1に示すように、目標ロールトルクTqtの大きさ（すなわち、ロールトルクTqrの大きさ）は、ロール角加速度Ar''の大きさが大きいほど大きい。また、目標ロールトルクTqtの方向（すなわち、ロールトルクTqrの方向とは反対の方向）は、ロール角加速度Ar''の方向とは反対の方向である。このように、ロール角加速度Ar''は、追加角速度Awd'に起因して生成される第1種ロールトルクの基準である基準ロールトルクを示している。ロール角加速度Ar''の大きさは、基準ロールトルクの大きさである基準大きさを示している。ロール角加速度Ar''の方向に反対の方向は、基準ロールトルクの方向である基準方向を示している。ロール角加速度Ar''は、車体90aに作用すべき第1種ロールトルクの方向の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさを示す基準情報の例である（以下、ロール角加速度Ar''を、基準情報Ar''とも呼ぶ）。制御装置100aは、基準情報Ar''を用いて決定される制御値Cw2に従って操舵モータ65aを制御する。これにより、操舵モータ65aは、第1種ロールトルクの方向が、基準方向と同じであり、基準大きさが大きいほど第1種ロールトルクの大きさが大きくなるように、回動トルクを生成する。制御値Cw2に従って操舵モータ65aが制御される場合、ロール角加速度Ar''の増大が抑制されるので、ロール角Arの変化が抑制される。

20

30

【0123】

図14(E) - 図14(G)は、図13の処理で制御される回動トルクTqwの例を示すグラフである。図14(E)では、横軸は、制御値Cw2の絶対値を示し、縦軸は、回動トルクTqwの絶対値を示している。回動トルクTqwの絶対値は、制御値Cw2の絶対値が大きいほど、大きい。なお、本実施例では、プロセッサ110pは、図13のS280aで、制御値Cw2の絶対値が予め決められた上限値CwM2以上である場合には、制御値Cw2の絶対値を上限値CwM2に修正する。従って、回動トルクTqwの絶対値の上限は、上限値CwM2に対応付けられた上限値Lm6に制限される。この結果、車輪角Awの急な変化は、抑制される。

40

【0124】

図14(F)では、横軸は、ロール角加速度Ar''を示し、縦軸は、回動トルクTqwを示している。原点Oでは、Ar'' = ゼロ、Tqw = ゼロである。ここでは、速度V、入力角AI、車輪角Aw、ヨー角速度Ay'のそれぞれが、一定であることとしている。このような状態は、図10(B)の状態と同様に、ターンテーブル上に車両10aを載せるこ

50

とによって、再現可能である。S 2 3 0 a (図 1 3) で決定される目標ロールトルク T_{qt} の絶対値は、ロール角加速度 $A_{r''}$ の絶対値が大きいほど大きい。従って、ロール角加速度 $A_{r''}$ の絶対値が大きいほど、回動トルク T_{qw} の絶対値も大きい(ただし、回動トルク T_{qw} の絶対値の上限は、上限値 L_{m6} に制限される)。

【 0 1 2 5 】

また、正值のロール角加速度 $A_{r''}$ は、基準ロール方向が、ロール角加速度 $A_{r''}$ の方向である右方向とは反対の左方向であることを示している。図 6 (B)、図 6 (C) から理解できるように、前輪 $F R a$ 、 $F L a$ の方向を右方向 $D R$ へ回動する場合、第 1 種ロールトルク T_{qa} の方向は左方向 $D L$ である。従って、左方向 $D L$ の第 1 種ロールトルク T_{qa} を生成するためには、前輪 $F R a$ 、 $F L a$ の方向を右方向 $D R$ へ回動させる正值の回動トルク T_{qw} が、生成される。反対に、ロール角加速度 $A_{r''}$ が負値である場合には、負値の回動トルク T_{qw} が、生成される。

10

【 0 1 2 6 】

図 1 4 (G) では、横軸は、車輪角 A_w の絶対値を示し、縦軸は、回動トルク T_{qw} の絶対値を示している。このグラフは、速度 V と、ロール角加速度 $A_{r''}$ (すなわち、基準方向と基準大きさ) と、のそれぞれが一定に維持されるという条件(第 1 条件と呼ぶ)の下での特性を示している(ロール角加速度 $A_{r''}$ の絶対値は、ゼロよりも大きい)。車輪角 A_w と回動トルク T_{qw} との関係を特定するために、他のパラメータ(例えば、 A_I 、 $A_{y'}$) も一定であることとする。また、車輪角 A_w は、可変である。このような状態を実現するために、図 1 0 (C) で説明したターンテーブル上に車両 1 0 a が載せられる。

20

【 0 1 2 7 】

図示するように、ロール角加速度 $A_{r''}$ が一定であっても、車輪角 A_w の絶対値が増大することに依りて、回動トルク T_{qw} の絶対値は減少する。この理由は、上記の式 A 8 に示すように、車輪角 A_w の角速度 A_w' (すなわち、回動トルク T_{qw}) が、 $c o \varphi^2 (A_w)$ に従って小さくなるからである。このように、式 A 8 に従って回動トルク T_{qw} が制御されるので、制御装置 1 0 0 a は、角速度 A_w' に起因する第 1 種ロールトルクを、基準ロールトルクに近づけることができる。

【 0 1 2 8 】

以上のように、制御装置 1 0 0 a は、図 1 3 の処理を実行することによって、ロール角加速度 $A_{r''}$ が小さくなるように、操舵モータ 6 5 a を制御する。この結果、車体 9 0 a の横揺れ(すなわち、ロール振動)は、抑制される。また、図 6 (B)、図 6 (C) で説明したように、車輪角 A_w の角速度 A_w' を用いて得られる第 1 種ロールトルク T_{qa} は、ヨー角加速度 $A_{y'}$ の方向とは反対の方向の慣性の力 F_{12} を利用して生成される。従って、第 1 種ロールトルク T_{qa} が車体 9 0 a に付与される場合に、運転者が感じる横加速度が抑制される。

30

【 0 1 2 9 】

C . 第 3 実施例 :

上記の実施例では、前輪 1 2 F、 $F R a$ 、 $F L a$ が回動輪である。これに代えて、後輪が回動輪であってよい。図 1 5 (A)、図 1 5 (B) は、後輪が回動輪である場合のロールトルク T_{q1} 、 T_{qa} の説明図である。図 1 5 (A)、図 1 5 (B) は、図 6 (B)、図 6 (C) と同様の説明図である。本実施例の車両 1 0 b は、2 個の前輪(右前輪 $F R$ と左前輪 $F L$) と、1 個の後輪 $R R$ と、を有している。車両 1 0 b が右方向 $D R$ に旋回する場合、後輪 $R R$ は、左方向 $D L$ に回動する。

40

【 0 1 3 0 】

図 1 5 (A) には、自転中心 $R b c$ が示されている。本実施例では、前輪 $F R$ 、 $F L$ は回動輪ではなく、後輪 $R R$ が回動輪である。従って、自転中心 $R b c$ は、前輪 $F R$ 、 $F L$ の間の中心の近傍に位置する。車体の重心 $9 0 b c$ は、自転中心 $R b c$ から後方向 $D B$ 側に離れた位置に配置される。図中の距離 X は、重心 $9 0 b c$ と自転中心 $R b c$ との間の前方向 $D F$ の距離である。

【 0 1 3 1 】

50

車体の重心 $90bc$ は、自転中心 Rbc から距離 X だけ後方向 DB 側に離れた位置に、配置されている。従って、車体には、ヨー角加速度 Ay'' の方向と同じ方向の慣性力成分 $F12$ が、作用する。慣性力成分 $F12$ の方向は車体上方向 DVU に垂直である。また、本実施例では、図 15 (A) の上面図上で、自転中心 Rbc から重心 $90bc$ へ向かう方向は、後方向 DB におおよそ平行である。従って、慣性力成分 $F12$ の方向は、後方向 DB におおよそ垂直である。図 15 (A) の上面図においては、ヨー角加速度 Ay'' の方向、すなわち、ヨー角速度 Ay' の変化方向は、時計回り方向である。この場合、慣性力成分 $F12$ の方向は、右方向 DR 側を向いている。慣性力成分 $F12$ の大きさの算出式は、図 6 (B) の算出式と同じである。

【0132】

図 15 (B) には、慣性力成分 $F12$ が示されている。図 6 (B)、図 6 (C) との差異は、慣性力成分 $F12$ の方向（すなわち、ロールトルク $Tq1$ の方向）が、反対である点だけである。

【0133】

このように、後輪 RR が回動輪である場合、ロールトルク $Tq1$ の方向は、ヨー角加速度 Ay'' の方向と同じである。また、図 15 (A)、図 15 (B) から理解できるように、後輪 RR が左方向 DL へ回動する場合、第 1 種ロールトルク Tqa の方向は右方向 DR である。従って、右方向 DR の第 1 種ロールトルク Tqa を生成するためには、後輪 RR を左方向 DL へ回動させる角速度 Aw' が用いられる。本実施例においても、図 8、または、図 13 の処理に従って、回動輪の回動トルクが制御されてよい。ここで、上述したロールトルク $Tq1$ 、 Tqa の方向が、考慮される。

【0134】

D. 変形例：

(1) 回動駆動装置 65、65a の制御処理は、図 8、図 13 の実施例の制御処理に代えて、他の種々の処理であってよい。例えば、上記実施例の制御処理は、比例制御によって入力パラメータから出力パラメータを決定する処理を含んでいる（例えば、S250 (図 8)、S270a (図 13) など)。ここで、比例制御に代えて、他の種々の制御が、採用されてよい（例えば、PD (Proportional-Differential) 制御、または、PID (Proportional-Integral-Differential) 制御)。

【0135】

また、上記の各実施例では、回動トルク Tqw の大きさは、上述の式 A8 を用いて、決定される。従って、回動トルク Tqw の大きさは、基準情報（例えば、ロール角差 dAr やロール角加速度 Ar'' ）によって示される基準大きさが大きいほど大きくなる。回動トルク Tqw の大きさは、速度 V が大きいほど小さくなる。回動トルク Tqw の大きさは、車輪角 Aw が大きいほど小さくなる。回動トルク Tqw の大きさと他のパラメータ（例えば、速度 V 、車輪角 Aw など）との関係は、図 10 (A) - 図 10 (C)、図 14 (E) - 図 14 (G) の関係とは異なってよい。例えば、車輪角 Aw の大きさが増大する場合に、回動トルク Tqw の大きさは、車輪角 Aw の大きさの変化に対して直線的に低減してよい。また、回動トルク Tqw の大きさは、基準大きさと比べて、小さくてよい。例えば、図 12、図 13 の実施例で、回動トルク Tqw の大きさは、ハンドル 42a を持つ運転者の力に逆らって前輪 FR 、 FL が大きく動くことがないように、小さい値に設定されてよい。

【0136】

(2) 回動トルク（例えば、制御値 Cw 、 $Cw2$ ）の決定には、図 8、図 13 に示すパラメータに限らず、他の種々のパラメータが用いられてよい。例えば、以下の 3 個のロールトルクは、車両の状態に応じて車体に作用するロールトルクである。

- 1) 車体に作用する重力に起因するロールトルク
- 2) 車体に作用する遠心力に起因するロールトルク
- 3) 車両のヨー角加速度に起因するロールトルク (図 6 (B)、図 6 (C))

回動トルクの決定には、これらの 3 個のパラメータから選択される 1 以上のパラメータ

10

20

30

40

50

が、用いられてよい。回動トルクは、基準ロールトルクからこれらのロールトルクを減算して得られる残りのロールトルクを生成するように、構成されてよい。

【0137】

車両が直進運動から旋回運動へ素早く移行するためには、車体は、旋回方向に素早くロールする。ここで、車体の重心は急には移動できないので、車体の下側の部分は、旋回方向とは反対の方向に移動し得る。例えば、図1(A)の回動輪(ここでは、前輪12F)の回動軸Ax1と地面GLとの交点P2は、旋回方向とは反対の方向に移動し得る。この結果、車両が正のトレールLtを有する場合、回動輪は、旋回方向とは反対の方向に回動し得る。そこで、プロセッサ110pは、車体のロールが速い場合に、回動輪を旋回方向へ回動させる回動トルクの成分を示す制御値を用いて最終の制御値Cw、Cw2を決定してよい。このような制御値は、例えば、以下のいずれかのパラメータにゲインを乗じて得られる値であってよい。

10

- 1) 車輪角Awの角速度Aw'
- 2) リーンモータ25のトルク
- 3) ロール角Arの角速度Ar'
- 4) ロール角Arの角加速度Ar''
- 5) 入力角AIの角速度AI'
- 6) 入力角AIの角加速度AI''

これらのパラメータの大きさが大きい場合には、車体のロールが速いので、これらのパラメータは、制御値の決定に適している。なお、上述したように、速度Vが大きい場合には、回動輪は、ジャイロモーメントによって、ロール方向に回動可能である。従って、ゲインは、速度Vが小さい場合に大きいことが好ましい。

20

【0138】

上述したように、回転する車輪には、ジャイロモーメントによって、回動トルクが作用する。プロセッサ110pは、この回動トルクを用いて、操舵モータ65、65aの回動トルクTqwを補正してよい。ジャイロモーメントによる回動トルクは、例えば、速度Vとロール角Arとを用いて算出可能である。

【0139】

また、車輪が右または左に傾いている場合、車輪にはいわゆるキャンバースラストが作用する。そして、車輪には、キャンバースラストによって、回動トルクが作用する。プロセッサ110pは、この回動トルクを用いて、操舵モータ65、65aの回動トルクTqwを補正してよい。キャンバースラストによる回動トルクは、例えば、速度Vとロール角Arとを用いて算出可能である。

30

【0140】

(3) 追加角速度Awd'から回動トルクを特定する方法は、図8、図13の方法に代えて、他の種々の方法であってよい。例えば、プロセッサ110pは、追加角速度Awd'を積分することによって、目標車輪角を特定してよい。そして、プロセッサ110pは、現行の車輪角Awが目標車輪角に近づくように、操舵モータ65を制御してよい。

【0141】

(4) 回動トルクの上限を制限する方法は、種々の方法であってよい。例えば、図9(F)の例では、速度Vが閾値VL以下である場合に、追加角速度Awd'の絶対値が第1上限値Lm1に制限される。これに代えて、プロセッサ110pは、速度Vが閾値VL以下である場合には、速度Vが閾値VLであることとして、操舵モータ65、65aを制御してよい。

40

【0142】

(5) 目標ロール角Art(図8:S220)は、入力角AIに加えて、他の情報(例えば、速度V)を用いて、特定されてよい。

【0143】

(6) 車体の質量Mとしては、予め決められた値に代えて、測定値が用いられてよい。車両10(図1(A))は、車体90の質量Mを測定するセンサを備えてよい。このような

50

センサは、例えば、右サスペンション 70 R (図 2) のストローク位置を検出するセンサであってよい。車体 90 の質量 M が大きいほど、右サスペンション 70 R の全長は短くなる。従って、ストローク位置は、質量 M と相関を有するパラメータである。プロセッサ 110 p は、ストローク位置から全長を特定し、特定された全長から質量 M を推定してよい。
【0144】

(7) 車体の重心の位置としては、予め決められた位置に代えて、測定された位置が用いられてよい。例えば、車両 10 (図 1 (A)) は、前フォーク 17 のストローク位置を測定する前センサと、右サスペンション 70 R (図 2) のストローク位置を検出する後センサと、を備えてよい。重心が前方向 DF 側に位置する場合には、前フォーク 17 に大きな荷重が印加されるので、前フォーク 17 の全長が短くなる。重心が後方向 DB 側に位置する場合には、右サスペンション 70 R に大きな荷重が印加されるので、右サスペンション 70 R の全長が短くなる。プロセッサ 110 p は、前フォーク 17 の全長と右サスペンション 70 R の全長とを用いることによって、重心の前方向 DF の位置を推定できる。プロセッサ 110 p は、推定された重心の位置を用いて、自転中心と重心との距離 X (図 6 (E)) など) を算出できる。自転中心としては、予め決められた位置が用いられてよい。

10

【0145】

また、プロセッサ 110 p は、車体を左右に振動させることによって、重心の距離 Z を推定してよい。例えば、プロセッサ 110 p は、リーンモータ 25 に、車体をロールさせるトルクを出力させる。距離 Z が短い場合、ロール角 A_r は、素早く変化する。距離 Z が長い場合、ロール角 A_r は、ゆっくり変化する。このように、一定のトルクによって生じるロール角 A_r の角速度 A_r' 、または、角加速度 A_r'' が大きいほど、距離 Z が短いと推定できる。

20

【0146】

(8) 制御に用いられるパラメータ (例えば、速度 V などの物理量) を示すデータは、パラメータと相関を有する種々のデータであってよい。例えば、車速センサ 122 は、前輪 12 F の回転速度を示すデータを、速度 V を示すデータとして出力する。

【0147】

(9) 方向センサ 126 (図 1 (A)) は、鉛直上方向 DU (図 6 (D)) に平行な軸を中心とするヨー角速度を示すデータを出力してよい。この場合、プロセッサ 110 p は、鉛直上方向 DU を基準とするヨー角速度の大きさと、車体上方向 DVU を基準とするヨー角速度 A_y' の大きさと、の間のずれを、ロール角 A_r を用いて補正可能である。また、方向センサ 126 は、ヨー角速度に代えて、ヨー角加速度を示すデータを出力してよい。この場合、プロセッサ 110 p は、ヨー角加速度を積分することによって、ヨー角速度を特定してよい。

30

【0148】

(10) 速度 V 、入力角 A_I などの 1 以上の制御パラメータと、制御値 C_w 、 $C_w 2$ (すなわち、回動トルク) と、の対応関係を規定する方法は、上述した演算を行う方法に代えて、他の任意の方法であってよい。例えば、1 以上の制御パラメータと制御値 C_w 、 $C_w 2$ との対応関係を規定するマップデータが、予め準備されてよい。プロセッサ 110 p は、このマップデータを参照して、制御値 C_w 、 $C_w 2$ を特定してよい。

40

【0149】

(11) 基準情報は、ロール角差 $d A_r$ とロール角加速度 A_r'' とに代えて、車体に作用すべき第 1 種ロールトルクの方向の基準である基準方向と大きさの基準である基準大きさを示す種々の情報であってよい。

【0150】

また、基準情報の特定方法は、種々の方法であってよい。例えば、車両は、車両を自動運転する自動運転制御装置 (例えば、コンピュータ) を備えてよい。自動運転制御装置は、予め決められた走行経路上の車両の現行の位置に従って、目標の旋回半径を特定してよい。プロセッサ 110 p は、目標の旋回半径と現行の速度 V を用いて、上述の式 6 に従って、目標のロール角 A_r を算出する。そして、プロセッサ 110 p は、目標のロール角 A

50

r と現行のロール角 A_r を用いて、ロール角差 $d A_r$ (すなわち、基準情報 $d A_r$) を特定してよい。

【0151】

(12) ヨー角加速度を変化させる力を生成するように構成されている力生成装置は、操舵モータ 65、65a に代えて、他の任意の装置であってよい。例えば、力生成装置は、車体に対して右または左へ流れる空気流を生成するファン装置であってよい。また、駆動システム 51S (図2)、すなわち、駆動モータ 51R、51L は、右後輪 12R と左後輪 12L との間のトルクの比率を制御することによって、ヨー角加速度を変化させることができる(このようなトルクの比率の制御は、トルクベクタリングとも呼ばれる)。また、車両 10 は、右後輪 12R 用のブレーキ装置と、左後輪 12L 用のブレーキ装置を備える場合に、これらのブレーキ装置は、右後輪 12R と左後輪 12L との間のブレーキ力の比率を制御することによって、ヨー角加速度を変化させることができる。力生成装置は、1種類以上の装置(操舵モータ 65、駆動システム 51S、ブレーキ装置など)を含んでよい。また、力制御装置は、1種類以上の力生成装置をそれぞれ制御する1種類以上の制御装置を含んでよい。

10

【0152】

(13) 車体を車両の幅方向に傾斜させるように構成されている傾斜装置の構成は、リンク機構 30 (図2) の構成に代えて、他の種々の構成であってよい。例えば、リンク機構 30 が台に置換されてよい。台には、駆動モータ 51L、51R が固定される。そして、第1支持部 82 は、軸受によって、幅方向に回転可能に台に連結される。リーンモータ 25 は、台に対して、第1支持部 82 を、幅方向に回転させる。これにより、車体 90 は、右方向 DR 側と左方向 DL 側とのそれぞれに、傾斜できる。また、傾斜装置は、左スライド装置と右スライド装置を備えてよい(例えば、液圧シリンダ)。左スライド装置が、左後輪 12L と車体とを接続し、右スライド装置が、右後輪 12R と車体とを接続してもよい。各スライド装置は、車体に対する車輪の車体上方向 DVU の相対位置を変化させることができる。

20

【0153】

(14) 複数の車輪の総数と配置としては、種々の構成を採用可能である。例えば、複数の車輪は、車両の幅方向に互いに離れて配置された一対の車輪を含んでよい。前輪(例えば、図1(A)の前輪 12F) が駆動輪であってよい。回動輪の総数は、1以上の任意の数であってよい。前輪と後輪との少なくとも一方が、回動輪を含んでよい。前輪と後輪の双方が、回動輪であってもよい。回動輪は、車両の幅方向に互いに離れて配置された一対の車輪を含んでよい。

30

【0154】

(15) 回動輪を支持する回動輪支持装置の構成は、図1(A)等で説明した前輪支持装置 41 の構成に代えて、他の種々の構成であってよい。例えば、回動輪を回転可能に支持する支持部材は、フォーク 17 に代えて、片持ちの部材であってよい。また、支持部材を車体に対して幅方向に回動可能に支持する回動装置は、軸受 68 に代えて、他の種々の装置であってよい。例えば、回動装置は、車体と支持部材とを連結するリンク機構であってよい。一般的には、回動輪支持装置は、回動輪の方向が車両の幅方向に回動可能であるように回動輪を支持する種々の装置であってよい。

40

【0155】

ここで、回動輪支持装置は、K個(Kは1以上の整数)の支持部材を備えてよい。各支持部材は、1以上の回動輪を回転可能に支持してよい。そして、回動輪支持装置は、車体に固定されたK個の回動装置を備えてよい。K個の回動装置は、K個の支持部材を、それぞれ幅方向に回動可能に支持してよい。

【0156】

(16) 回動駆動装置の構成は、操舵モータ 65 (図1) の構成に代えて、回動輪の幅方向の回動を制御するトルクである回動トルクを回動輪に付与するように構成されている種々の構成であってよい。例えば、回動駆動装置は、ポンプを含み、ポンプからの液圧(例

50

えば、油圧)を用いて回動トルクを生成してよい。いずれの場合も、回動駆動装置は、K個の支持部材のそれぞれに回動トルクを付与するように構成されてよい。例えば、回動駆動装置は、K個の支持部材のそれぞれに連結されてよい。

【0157】

(17) 制御装置100の構成は、力生成装置(例えば、操舵モータ65、65a)を制御するように構成された力制御装置を含む種々の構成であってよい。例えば、制御装置100は、1つのコンピュータを用いて構成されてもよい。制御装置100の少なくとも一部は、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)などの専用のハードウェアによって、構成されてよい。例えば、図7の操舵モータ制御部500は、ASICによって構成されてよい。また、制御装置100は、コンピュータを含む電気回路であってよく、これに代えて、コンピュータを含まない電気回路であってよい。また、マップデータ(例えば、マップデータMArなど)によって対応付けられる入力値と出力値とは、他の要素によって対応付けられてよい。例えば、数学的関数、アナログ電気回路などの要素が、入力値と出力値とを対応付けてよい。

10

【0158】

(18) 車両の構成は、実施例の構成に代えて、他の種々の構成であってよい。例えば、駆動輪を駆動する駆動装置は、電気モータと内燃機関の少なくとも1つを含んでよい。車両の最大定員数は、1人に代えて、2人以上であってよい。車両は、人と荷物との少なくとも一方を乗せずに移動する装置であってよい。車両は、遠隔操作によって移動する装置であってよい。車両の制御に用いられる対応関係(例えば、マップデータによって示される対応関係)は、車両が適切に走行できるように、実験的に決定されてよい。

20

【0159】

上記各実施例において、ハードウェアによって実現されていた構成の一部をソフトウェアに置き換えるようにしてもよく、逆に、ソフトウェアによって実現されていた構成の一部あるいは全部をハードウェアに置き換えるようにしてもよい。例えば、図7の制御装置100の機能を、専用のハードウェア回路によって実現してもよい。

【0160】

また、本発明の機能の一部または全部がコンピュータプログラムで実現される場合には、そのプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体(例えば、一時的ではない記録媒体)に格納された形で提供することができる。プログラムは、提供時と同一または異なる記録媒体(コンピュータ読み取り可能な記録媒体)に格納された状態で、使用され得る。「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」は、メモリーカードやCD-ROMのような携帯型の記録媒体に限らず、各種ROM等のコンピュータ内の内部記憶装置や、ハードディスクドライブ等のコンピュータに接続されている外部記憶装置も含み得る。

30

【0161】

以上、実施例、変形例に基づき本発明について説明してきたが、上記した発明の実施の形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれる。

【産業上の利用可能性】

40

【0162】

本発明は、車両に、好適に利用できる。

【符号の説明】

【0163】

10、10a、10b...車両、11...座席、12F、FRa、FLa、FR、FL...前輪、12L...左後輪、12R...右後輪、RRa、RLa、RR...後輪、17...前フォーク、20...本体部、20a...前壁部、20b...底部、20c...後壁部、20d...支持部、21...中縦リンク部材、25...リーンモータ、30...傾斜装置(リンク機構)、31D...下横リンク部材、31U...上横リンク部材、33L...左縦リンク部材、33R...右縦リンク部材、38...軸受、39...軸受、41...前輪支持装置、41a...ハンドル、42...操舵装置

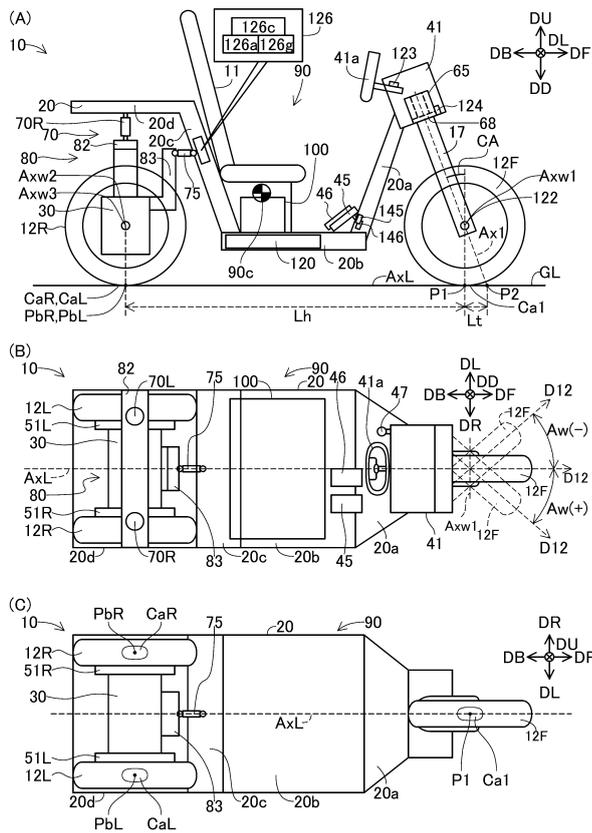
50

、 4 2 a ... ハンドル、 4 5 ... アクセルペダル、 4 6 ... ブレーキペダル、 5 1 L ... 左駆動モータ、 5 1 R ... 右駆動モータ、 5 1 S ... 駆動システム、 5 1 a ... 駆動モータ、 6 5 ... 回動駆動装置、 6 5、 6 5 a ... 操舵モータ、 6 8 ... 軸受、 7 0 ... サスペンションシステム、 7 0 L ... 左サスペンション、 7 0 R ... 右サスペンション、 7 1 R、 7 1 L ... コイルスプリング、 7 2 R、 7 2 L ... ショックアブソーバ、 7 5 ... 連結棒、 8 0 ... 後輪支持部、 8 2 ... 第 1 支持部、 8 3 ... 第 2 支持部、 9 0、 9 0 a ... 車体、 9 0 c、 9 0 a c、 9 0 b c ... 重心、 1 0 0、 1 0 0 a ... 制御装置、 1 1 0 ... 主制御部、 1 1 0 p、 3 0 0 p、 4 0 0 p、 5 0 0 p ... プロセッサ、 1 1 0 v、 3 0 0 v、 4 0 0 v、 5 0 0 v ... 揮発性記憶装置、 1 1 0 n、 3 0 0 n、 4 0 0 n、 5 0 0 n ... 不揮発性記憶装置、 1 1 0 g、 3 0 0 g、 4 0 0 g、 5 0 0 g ... プログラム、 3 0 0 c、 4 0 0 c、 5 0 0 c ... 電力制御部、 1 2 0 ... バッテリ、 1 2 2 ... 車速センサ、 1 2 3 ... 入力角センサ、 1 2 4 ... 車輪角センサ、 1 2 6 ... 方向センサ、 1 2 6 a ... 加速度センサ、 1 2 6 c ... 制御部、 1 2 6 g ... ジャイロセンサ、 1 4 5 ... アクセルペダルセンサ、 1 4 6 ... ブレーキペダルセンサ、 3 0 0 ... 駆動装置制御部、 4 0 0 ... リーンモータ制御部、 5 0 0 ... 操舵モータ制御部、 9 0 0 ... 駆動制御装置、 9 1 0 ... 回動制御装置、 A x w 1 ... 回転軸、 A x w 2 ... 回転軸、 A x w 3 ... 回転軸

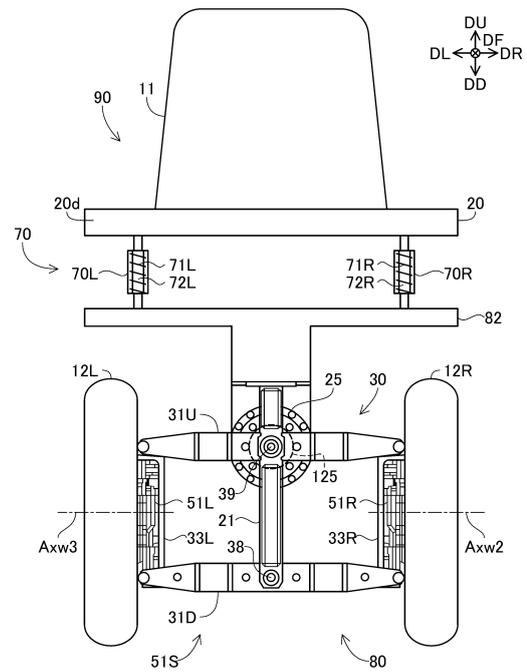
10

【 図 面 】

【 図 1 】



【 図 2 】



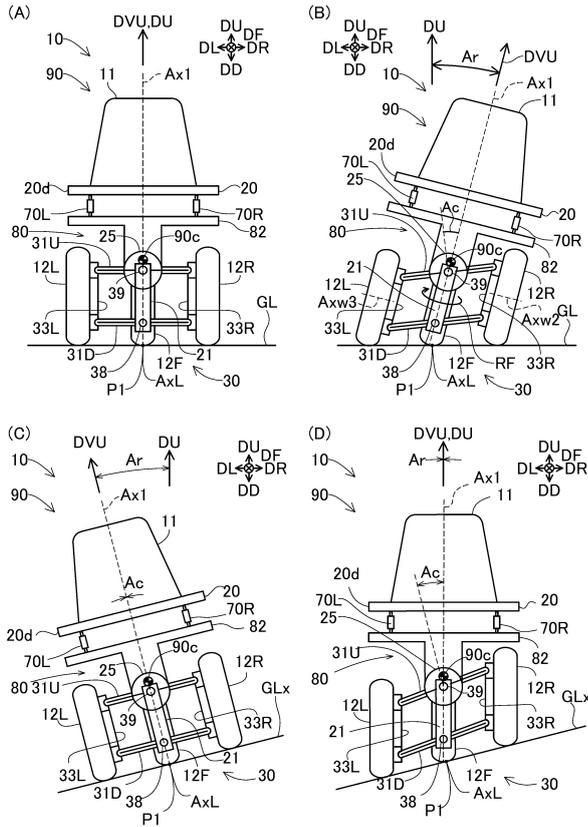
20

30

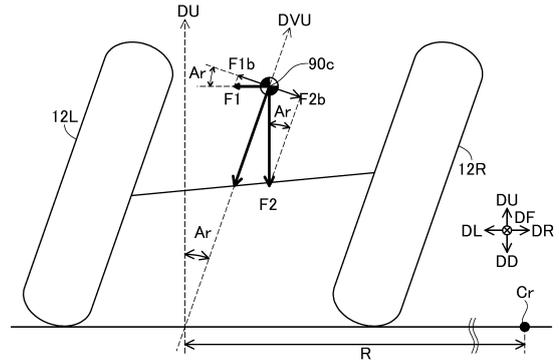
40

50

【 図 3 】



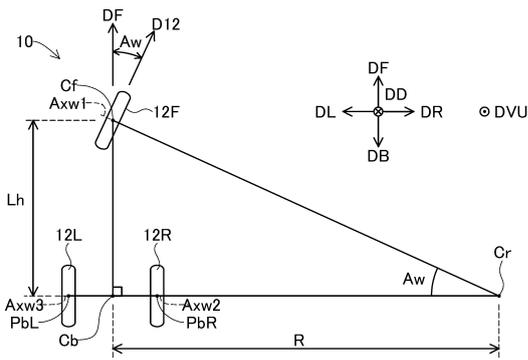
【 図 4 】



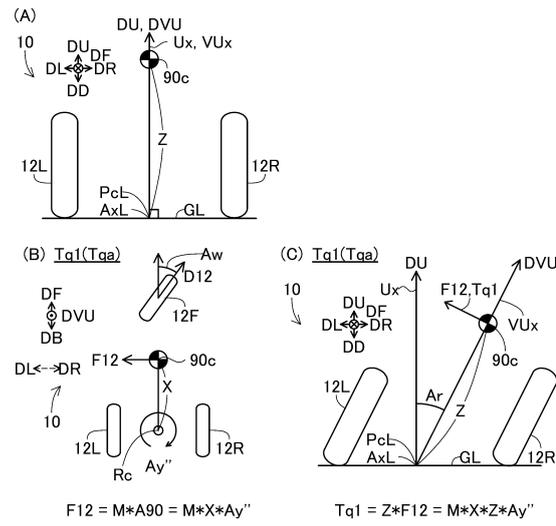
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

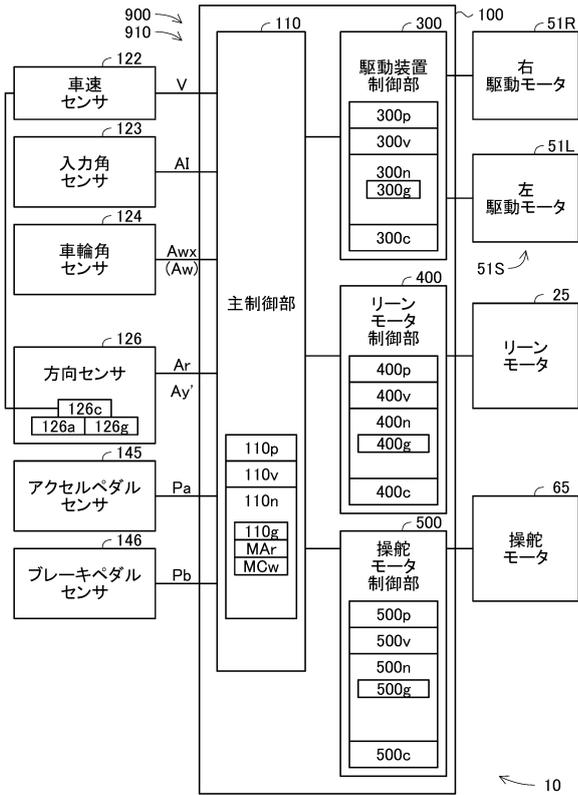


30

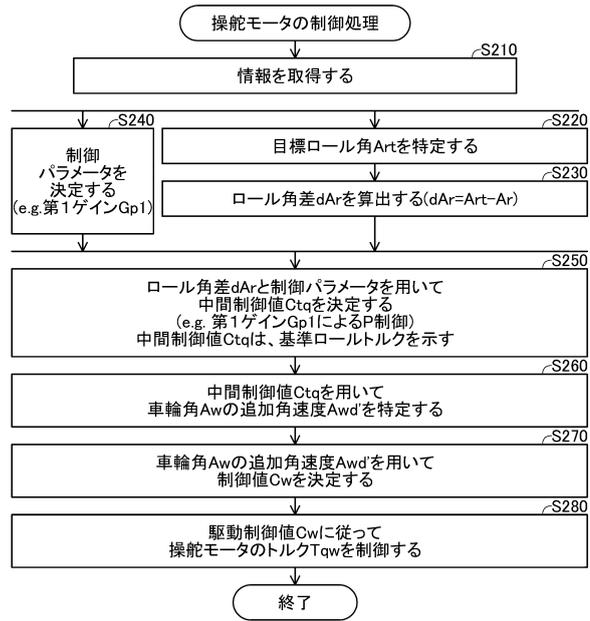
40

50

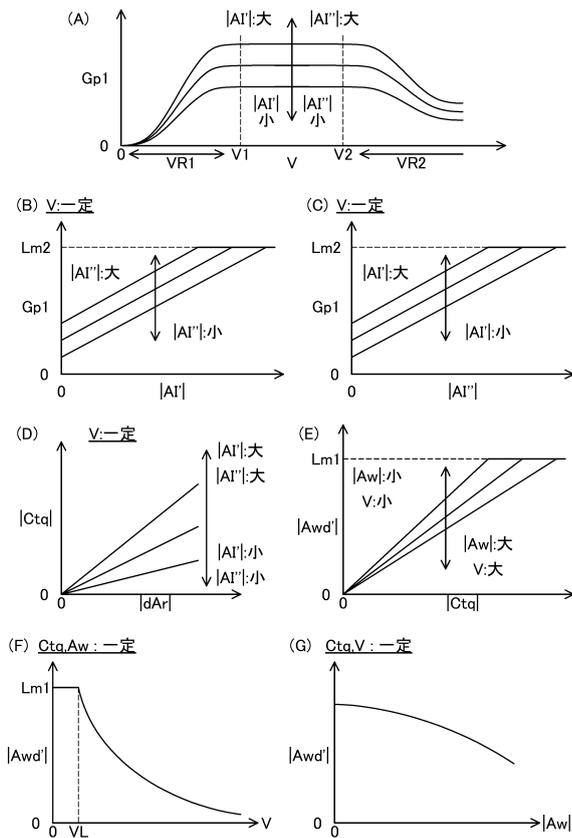
【図7】



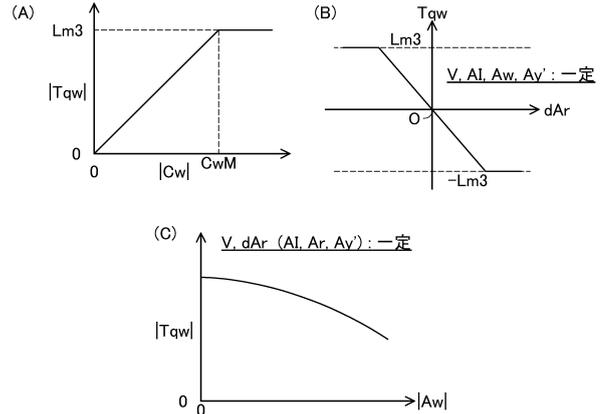
【図8】



【図9】



【図10】



10

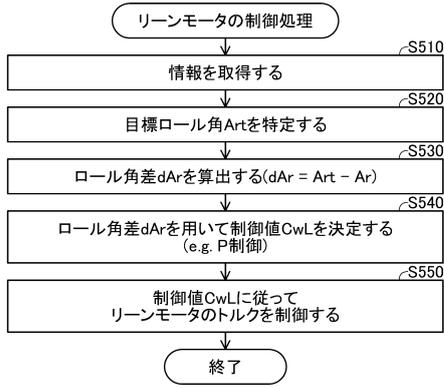
20

30

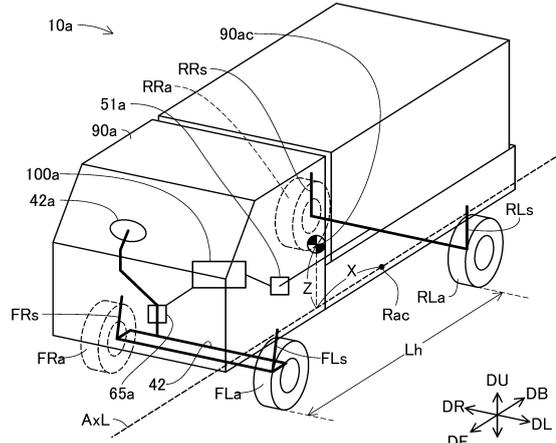
40

50

【図11】

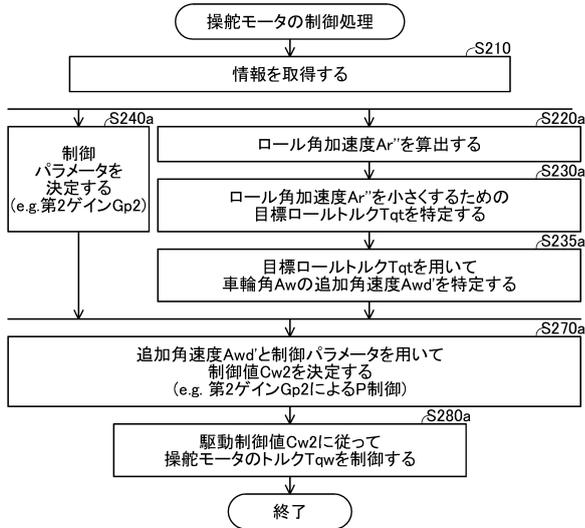


【図12】

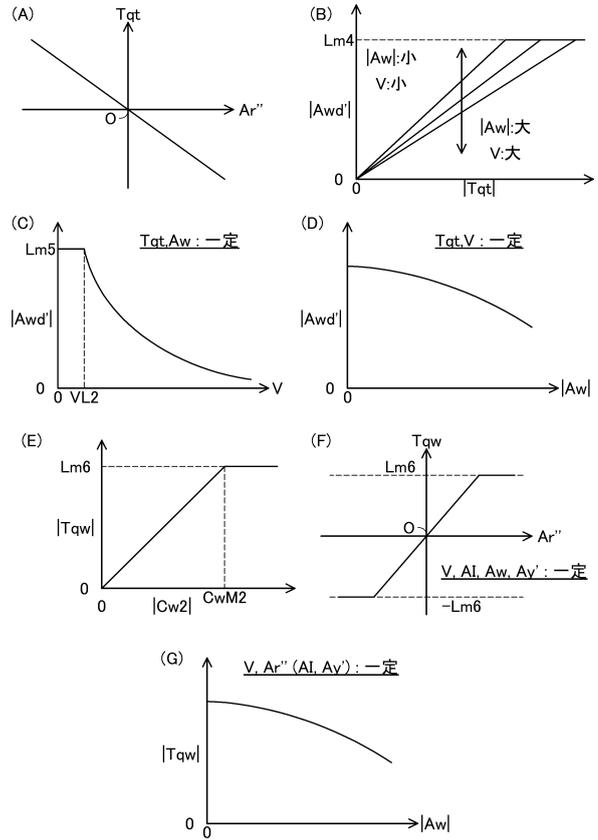


10

【図13】



【図14】

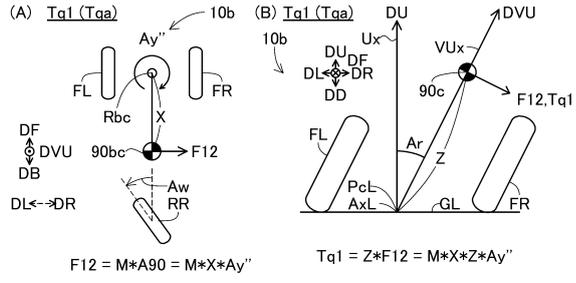


20

30

40

【 15 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

号秋葉原ダイビル7階株式会社エクス・リサーチ内

審査官 三宅 龍平

- (56)参考文献 特開2019-218007(JP,A)
国際公開第2018/212360(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------|
| B 6 2 K | 5 / 1 0 |
| B 6 2 K | 5 / 0 2 7 |
| B 6 2 D | 9 / 0 2 |
| B 6 2 D | 6 / 0 0 |