

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6845601号
(P6845601)

(45) 発行日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年3月2日(2021.3.2)

(51) Int. Cl.	F I
B 6 O G 17/015 (2006.01)	B 6 O G 17/015 B
B 6 O G 21/073 (2006.01)	B 6 O G 21/073

請求項の数 3 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2020-545152 (P2020-545152)	(73) 特許権者	514276562
(86) (22) 出願日	令和1年8月1日(2019.8.1)		燕山大学
(65) 公表番号	特表2021-508644 (P2021-508644A)		YANSHAN UNIVERSITY
(43) 公表日	令和3年3月11日(2021.3.11)		中華人民共和国 ホーアベイ 06600
(86) 国際出願番号	PCT/CN2019/098904		4 チンホワンダオ シティ ハイガ
(87) 国際公開番号	W02020/052365		ン ディストリクト ホーアベイ ストリ
(87) 国際公開日	令和2年3月19日(2020.3.19)		ート ナンバー 438
審査請求日	令和2年8月27日(2020.8.27)		No. 438, Hebei Stre
(31) 優先権主張番号	201811051382.5		et, Haigang Distric
(32) 優先日	平成30年9月10日(2018.9.10)		t, Qinhuangdao City
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		, HeBei 066004 P. R.
			China
(31) 優先権主張番号	201910708295.0	(74) 代理人	110002262
(32) 優先日	令和1年8月1日(2019.8.1)		TRY国際特許業務法人
(33) 優先権主張国・地域又は機関	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージ及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージの制御方法であって、前記車載運動シミュレーションステージは、車体と、車体に固定接続された運動シミュレーションステージと、ポーズ制御用上位機と、ジャイロスコープと、電子制御ユニットと、サーボコントローラ群と、複数の車輪と、各車輪に一对一で対応するサスペンションサーボシリンダ及び変位センサとを含み、ジャイロスコープは、運動シミュレーションステージに固定され、電子制御ユニット及びサーボコントローラ群は、車体に固定され、車輪は、サスペンションサーボシリンダを介して車体の下方に接続され、変位センサは、サスペンションサーボシリンダのストローク測定用であり、前記電子制御ユニットは、ジャイロスコープ及びサーボコントローラ群にそれぞれ通信接続され、サーボコントローラ群は、変位センサに通信接続され、電子制御ユニットは、上位機から入力されたステージポーズ指令及びジャイロスコープによって測定されたステージポーズ情報に基づいてポーズ制御パラメータを算出してから、ポーズ制御パラメータをサーボコントローラ群に出力し、サーボコントローラ群は、ポーズ制御パラメータに従って各サスペンションサーボシリンダの伸縮を制御してステージのポーズに対するフォローアップ制御を実現し、前記制御方法は、

車体に固定接続された座標系 O X Y Z を確立し、車体に固定接続された任意の点を座標原点 O とし、座標原点 O を通って運動シミュレーションステージの位置する平面に垂直な上方向を Z 軸正方向と定義し、車両前進の真前方を Y 軸正方向とし、車両前進の右側方向

をX軸正方向とし、運動シミュレーションステージのZ軸方向に沿うヒープ変位を w 、X軸周りの回転角即ちピッチ角を θ 、Y軸周りの回転角即ちロール角を ϕ と定義する過程1)と、

車載運動シミュレーションステージの位置する場所の初期勾配を測定し、運動シミュレーションを開始する前に、車両の各サスペンションサーボシリンダを、ストロークの中位まで伸縮するように制御し、ジャイロスコープは、予め運動シミュレーションステージのピッチ角 θ_0 及びロール角 ϕ_0 を測定して電子制御ユニットに出力しておき、運動シミュレーション時の使用に供する過程2)と、

運動シミュレーションを行って、電子制御ユニットの制御プログラムの内部に走査周期を設定し、それぞれの走査周期において、電子制御ユニットは、上位機から送られたポーズ指令であって、ピッチ角 θ_1 、ロール角 ϕ_1 、ヒープ変位 w_1 及び過程2)で得られた θ_0 、 ϕ_0 値を含むポーズ指令を受けて、 $\theta_1 - \theta_0$ 、 $\phi_1 - \phi_0$ 及び w_1 を相対ポーズ目標値とし、車両サスペンション機構の逆運動アルゴリズムを通じて各サスペンションサーボシリンダの伸縮量の目標値を算出し、当該目標値をサーボコントローラ群に伝送して各サスペンションサーボシリンダの変位サーボ制御を行い、運動シミュレーションステージにより所定運動のシミュレーションを実現させる過程3)と、を含む

ことを特徴とするアクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージの制御方法。

【請求項2】

車体の図心は、座標原点0とされる

ことを特徴とする請求項1に記載のアクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージの制御方法。

【請求項3】

車輪(4.1)、(4.2)は、1つの等価支点であり、車輪(4.1)、(4.2)に対応するサスペンションサーボシリンダ(7.1)、(7.2)の上チャンバ及び下チャンバをそれぞれ連通し、サスペンションサーボシリンダ(7.1)、(7.2)の上チャンバを、上チャンバ接続管路(16.1)を介して接続し、サスペンションサーボシリンダ(7.1)、(7.2)の下チャンバを、下チャンバ接続管路(16.2)を介して接続することで、車輪(4.1)、(4.2)及びそれらのサスペンションによる車体の支持作用が1つの支点に等価するようにする一方で、他の2つの車輪(2)、(3)についても、それぞれの車輪及びそのサスペンションサーボシリンダが、車体(13)に対する支点を1つずつ形成し、合計として、車体(13)は3つの支点を有し、両後輪及びそのサスペンションサーボシリンダが全く同じ構造を採用しているため、前記等価支点は、車輪(4.1)、(4.2)に対応するサスペンションサーボシリンダ(7.1)、(7.2)の上ヒンジ点の midpoint となり、当該等価支点の高さの制御は、サスペンションサーボシリンダ(7.1)、(7.2)伸縮量の平均値(17)を制御することで実現される

ことを特徴とする請求項1又は2に記載のアクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、運動制御技術分野に関し、特に、アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージ及びその制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

運動シミュレーションステージは、飛行シミュレーション、車両道路シミュレーション、航海設備動揺シミュレーション及び娯楽施設において広く使用されており、通常、ベースと、運動ステージと、これらを接続する駆動機構とによって構成される。運動シミュレーションステージに搭載されるシミュレーションキャabinは、一般に重くて、運動時に慣性が大きく、転倒する恐れがあるため、ベースは、地面に固定されることが一般的で、固

10

20

30

40

50

定設置後の移転が困難である。しかし、一部の運動シミュレーション施設や娯楽施設等は、時々移転が必要となる場合があり、例えば、一部の軍事訓練用運動シミュレーション施設は駐屯地に伴って頻繁に移動する必要があり、一部の娯楽用運動シミュレーション施設が集会に伴って絶えず移転する必要がある等、従来の運動シミュレーションステージは、これを達成することが困難であった。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の解決すべき技術的課題は、アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージ及びその制御方法を提供することであり、本発明は、車両と運動シミュレーションステージとを一体に統合し、運動シミュレーションステージが車両と共に自由に移動して、不整地においてピッチ、ロール及びヒープといった3つの自由度のシミュレーションを実現する。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

上述した技術的課題を解決するために、本発明によって採用される技術案は、以下の通りである。

【0005】

アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージであって、車体と、車体に固定接続された運動シミュレーションステージと、ポーズ制御用上位機と、ジャイロスコープと、電子制御ユニットと、サーボコントローラ群と、複数の車輪と、各車輪に一対一で対応するサスペンションサーボシリンダ及び変位センサとを含み、ジャイロスコープは、運動シミュレーションステージに固定され、電子制御ユニット及びサーボコントローラ群は、車体に固定され、車輪は、サスペンションサーボシリンダを介して車体の下方に接続され、変位センサは、サスペンションサーボシリンダのストローク測定用であり、前記電子制御ユニットは、ジャイロスコープ及びサーボコントローラ群にそれぞれ通信接続され、サーボコントローラ群は、変位センサに通信接続され、電子制御ユニットは、上位機から入力されたステージポーズ指令及びジャイロスコープによって測定されたステージポーズ情報に基づいてポーズ制御パラメータを算出してから、ポーズ制御パラメータをサーボコントローラ群に出力し、サーボコントローラ群は、ポーズ制御パラメータに従って各サスペンションサーボシリンダの伸縮を制御してステージのポーズに対するフォローアップ制御を実現する。

20

30

【0006】

アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージの制御方法であって、

車体に固定接続された座標系 $OXYZ$ を確立し、車体に固定接続された任意の点を座標原点 O とし、座標原点 O を通って運動シミュレーションステージの位置する平面に垂直な上方向を Z 軸正方向と定義し、車両前進の真前方を Y 軸正方向とし、車両前進の右側方向を X 軸正方向とし、運動シミュレーションステージの Z 軸方向に沿うヒープ変位を w 、 X 軸周りの回転角即ちピッチ角を θ_x 、 Y 軸周りの回転角即ちロール角を θ_y と定義する過程 1) と、

40

車載運動シミュレーションステージの位置する場所の初期勾配を測定し、運動シミュレーションを開始する前に、車両の各サスペンションサーボシリンダを、ストロークの中位まで伸縮するように制御し、ジャイロスコープは、予め運動シミュレーションステージのピッチ角 θ_{x0} 及びロール角 θ_{y0} を測定して電子制御ユニットに出力しておき、運動シミュレーション時の使用に供する過程 2) と、

運動シミュレーションを行って、電子制御ユニットの制御プログラムの内部に走査周期を設定し、それぞれの走査周期において、電子制御ユニットは、上位機から送られたポーズ指令であって、ピッチ角 θ_{x1} 、ロール角 θ_{y1} 、ヒープ変位 w_1 及び過程 2) で得られた θ_{x0} 、 θ_{y0} 値を含むポーズ指令を受けて、 $\theta_{x1} - \theta_{x0}$ 、 $\theta_{y1} - \theta_{y0}$ 及び w_1 を相対ポーズ

50

目標値とし、車両サスペンション機構の逆運動アルゴリズムを通じて各サスペンションサーボシリンダの伸縮量の目標値を算出し、当該目標値をサーボコントローラ群に伝送して各サスペンションサーボシリンダの変位サーボ制御を行い、運動シミュレーションステージにより所定運動のシミュレーションを実現させる過程3)と、を含む。

【0007】

本発明に係るシミュレーション方法のさらなる改良として、車体の図心は、座標原点Oとされる。

【発明の効果】

【0008】

上述した技術案を採用することで、本発明により達成された技術的進歩は、以下の通りである。

10

【0009】

本発明は、車両と運動シミュレーションステージとを一体に統合し、車輪サスペンション機構を運動シミュレーションステージのサーボアクチュエータとし、位置する場所の異なる勾配に応じて車体のポーズを制御することができる。このような運動シミュレーションステージは、車両とともにどこにでも移動可能であるとともに、不整地や一定の勾配のある地面に停まって使用可能である。本発明は、従来の運動シミュレーションステージが移動し難いという欠点を克服しており、一部の軍事訓練用運動シミュレーション施設が駐屯地に伴って絶えず移動する必要があり、一部の民間娯楽用運動シミュレーション施設が集会に伴って絶えず移転する必要がある等のニーズを満たすことができるため、幅広い応用が見込まれる。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージ及び制御システムの構造原理図である。

【図2】アクティブサスペンションに基づく四輪移動式運動シミュレーションステージ及び制御システムの構造原理図である。

【図3】試験に使用される三軸車の模式図である。

【図4】三軸車載運動シミュレーションステージがピッチ運動をシミュレーションした時に測定されたステージの実際ピッチ角と指令ピッチ角との対比曲線図である。

30

【図5】三軸車載運動シミュレーションステージがロール運動をシミュレーションした時に測定されたステージの実際ロール角と指令ロール角との対比曲線図である。

【図6】三軸車載運動シミュレーションステージがヒープ運動をシミュレーションした時に測定されたステージの実際ヒープ量と指令ヒープ量との対比曲線図である。

【図7】三軸車載運動シミュレーションステージが3°の縦断勾配路面でピッチ運動をシミュレーションした時に測定されたステージの実際ピッチ角と指令ピッチ角との対比曲線図である。

【図8】三軸車載運動シミュレーションステージが2°の横断勾配路面でロール運動をシミュレーションした時に測定されたステージの実際ロール角と指令ロール角との対比曲線図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、実施例を参照して、本発明を更に詳細に説明する。

【0012】

本発明は、車両と運動シミュレーションステージとを一体に統合し、車輪サスペンション機構を運動シミュレーションステージのサーボアクチュエータとし、ピッチ、ロール及びヒープといった3つの自由度をシミュレーション可能なアクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージ及びその制御方法を提供する。

【0013】

以下、よく見られる三輪車両及び四輪車両を例にして、移動式運動シミュレーションス

50

ページの構築方法、及び勾配のある不整路面に停まって作業する時の制御方法を説明する。三輪以上の他の移動式運動シミュレーションステージの構築方法及び制御方法は、同様な原理に基づいて実現可能である。

【 0 0 1 4 】

実施例一：アクティブサスペンションに基づく三輪車両移動式運動シミュレーションステージ及びその制御方法

図 1 に示すように、システムは、車体 1 3 と、車体 1 3 に固定接続された運動シミュレーションステージ 1 4 と、ポーズ制御用上位機 1 5 と、ジャイロスコープ 1 と、車輪 2、3、4 及び車輪 2、3、4 に一対一で対応するサスペンションサーボシリンダ 5、6、7 及び対応する変位センサ 8、9、10 と、電子制御ユニット 11 及びサーボコントローラ群 12 とを含む。ジャイロスコープ 1 は、運動シミュレーションステージ 1 4 に固定され、車輪 2、3、4 は、それぞれサスペンションサーボシリンダ 5、6、7 を介して車体 1 3 の下方に接続され、変位センサ 8、9、10 は、それぞれサスペンションサーボシリンダ 5、6、7 のストローク測定用であり、電子制御ユニット 11 及びサーボコントローラ群 12 は、車体 1 3 に固定され、電子制御ユニット 11 は、ジャイロスコープ 1 及びサーボコントローラ群 12 に通信接続され、サーボコントローラ群 12 は、変位センサ 8、9、10 に通信接続されている。

【 0 0 1 5 】

電子制御ユニット 11 は、ポーズ制御用上位機 15 から入力された運動シミュレーションステージ 1 4 のポーズ指令及びジャイロスコープ 1 によって測定された運動シミュレーションステージのポーズ情報に基づいてそのポーズ制御パラメータを算出してから、ポーズ制御パラメータをサーボコントローラ群 12 に出力し、サーボコントローラ群 12 は、ポーズ制御パラメータに従って各サスペンションサーボシリンダ 5、6、7 の伸縮を制御して運動シミュレーションステージ 1 4 のポーズ（位置及び姿勢；pose）に対するフォローアップ制御を実現する。

【 0 0 1 6 】

本実施例は、三輪車両であり、それぞれの車輪及びそのサスペンションサーボシリンダによって、車体に対する支点が 1 つ形成可能であるため、三点により 1 つの平面が定められるという原理により、車体のポーズを制御することができる。

【 0 0 1 7 】

本実施例の具体的な制御方法は、以下の内容を含む。

【 0 0 1 8 】

1) 座標系の確立

確立された座標系 $OXYZ$ は、車体に固定接続されるもので、車体 1 3 の図心（若しくは、車体に固定接続された任意の点）を座標原点 O とし、座標原点 O を通って運動シミュレーションステージ 1 4 の位置する平面に垂直な上方向を Z 軸正方向と定義し、車両前進の真前方を Y 軸正方向とし、車両前進の右側方向を X 軸正方向とする。運動シミュレーションステージの Z 軸方向に沿うヒープ変位を w 、 X 軸周りの回転角即ちピッチ角を θ 、 Y 軸周りの回転角即ちロール角を ϕ と定義する。

【 0 0 1 9 】

2) 運動シミュレーションの制御過程

第一のステップとして、車載運動シミュレーションステージの位置する場所の初期勾配を測定する。移動式運動シミュレーションステージの停まる不整路面の勾配は作業中に変わらないため、ジャイロスコープによって測定されるピッチ角 θ_0 及びロール角 ϕ_0 は 1 回の測定だけで済む。運動シミュレーションを開始する前に、3 つの車輪のサスペンションサーボシリンダの伸縮量が何れもストロークの半分即ちストロークの中位まで到達するように制御して、ジャイロスコープにより運動シミュレーションステージのピッチ角 θ_0 及びロール角 ϕ_0 を測定して電子制御ユニットに出力し、運動シミュレーション時の使用に供する。

【 0 0 2 0 】

10

20

30

40

50

第二のステップとして、運動シミュレーションを行う。電子制御ユニット11の制御プログラムの内部に走査周期を設定し、それぞれの走査周期において、電子制御ユニット11は、ポーズ制御用上位機15から送られた目標ポーズ指令であって、運動シミュレーションステージのピッチ角 θ_1 、ロール角 ϕ_1 、ヒープ変位 w_1 及び前記の第一のステップで得られた θ_0 、 ϕ_0 値を含むポーズ指令を受けて、 $\theta_1 - \theta_0$ 、 $\phi_1 - \phi_0$ 及び w_1 を相対ポーズ目標値とし、各サスペンションサーボシリンダ5、6、7の伸縮量の目標値 l_5 、 l_6 、 l_7 を算出し、当該目標値をサーボコントローラ群12に伝送して各サスペンションサーボシリンダ5、6、7の変位サーボ制御を行い、運動シミュレーションステージにより所定運動のシミュレーションを実現させる。サスペンションサーボシリンダの伸縮量の目標値を算出する時、車両サスペンション機構の逆運動アルゴリズムを通じて算出してもよく、サーボコントローラ群は、各サスペンションサーボシリンダの変位制御を行う時、変位センサによって測定されたサスペンションサーボシリンダのストローク及び伸縮量の目標値に従ってサスペンションサーボシリンダの伸縮を制御する。

10

【0021】

移動式運動シミュレーションステージが平地に停まって作業する場合は、最も多く使用されるケースであり、平地で作業する場合は、不整地で作業する場合の特殊なケースの1つであるため、勿論、上記の制御方法を使用することができる。

【0022】

実施例二：アクティブサスペンションに基づく四輪移動式運動シミュレーションステージ及びその制御方法

20

図2に示すように、システムは、車体13と、車体13に固定接続された運動シミュレーションステージ14と、ポーズ制御用上位機15と、ジャイロスコープ1と、車輪2、3、4、1、4、2及び車輪2、3、4、1、4、2に一对一で対応するサスペンションサーボシリンダ5、6、7、1、7、2及び対応する変位センサ8、9、10、1、10、2と、電子制御ユニット11及びサーボコントローラ群12とを含む。ジャイロスコープ1は、運動シミュレーションステージ14に固定され、車輪2、3、4、1、4、2は、それぞれサスペンションサーボシリンダ5、6、7、1、7、2を介して車体13の下方に接続され、変位センサ8、9、10、1、10、2は、それぞれサスペンションサーボシリンダ5、6、7、1、7、2のストローク測定用であり、電子制御ユニット11及びサーボコントローラ群12は、車体13に固定され、前記電子制御ユニット11は、ジャイロスコープ1及びサーボコントローラ群12に通信接続され、サーボコントローラ群12は、変位センサ8、9、10、1、10、2に通信接続されている。

30

【0023】

本実施例は、四輪車両であり、車両のポーズ制御のために、本実施例は、車輪4、1、4、2を1つの等価支点と見なし、即ち、車輪4、1、4、2に対応するサスペンションサーボシリンダ7、1、7、2の上チャンバ及び下チャンバをそれぞれ連通し、つまり、サスペンションサーボシリンダ7、1、7、2の上チャンバを、上チャンバ接続管路16、1を介して接続し、サスペンションサーボシリンダ7、1、7、2の下チャンバを、下チャンバ接続管路16、2を介して接続することで、車輪4、1、4、2及びそれらのサスペンションによる車体の支持作用が1つの支点到等価するようになる一方で、他の2つの車輪2、3についても、それぞれの車輪及びそのサスペンションサーボシリンダが、車体13に対する支点を1つずつ形成し、合計として、車体13は、3つの支点を有する。一般的な車両の場合、両後輪及びそのサスペンションサーボシリンダは、通常全く同じ構造を採用しているため、前記等価支点是、車輪4、1、4、2に対応するサスペンションサーボシリンダ7、1、7、2の上ヒンジ点の midpoint に位置すると見られる。当該等価支点の高さの制御は、サスペンションサーボシリンダ7、1、7、2伸縮量の平均値(図2に l_7 で示す)を制御することで実現されてもよい。以降の本実施例の制御方法は、実施例一と全く同じであり、ここで繰り返して説明しない。

40

【0024】

車輪の数が4を超えている場合、ある車輪グループ内の車輪数は、1つ又は複数であっ

50

てもよい。1つの車輪グループによって、車体を支持する支点が1つ構成され、3つの車輪グループによって3つの支点が形成され、これら3つの支点は、1つの平面を定めることができ、三点により1つの平面が定められるという原理に基づいて車体のポーズを制御する。各車輪グループの車体を支持する支点は、グループ内の各サスペンションサーボシリンダによる車体の支持点の幾何学的中心点であり、当該支点の高さの制御は、車輪グループ内の各サスペンションサーボシリンダの平均伸縮量を制御することで実現される。本発明は、三輪以上の車載運動シミュレーションステージの制御方法を与えているが、三輪を超えた車載運動シミュレーションステージを3つの車輪グループに変換でき、車載運動シミュレーションステージ制御分野での制御方法の適用範囲を拡大させた。そして、近い位置にある車輪を選択して車輪グループを結成させており、グループ内の車輪のサスペンションサーボシリンダの上下チャンバの連通に便利である。

10

本発明に係るアクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージが所定運動のシミュレーションを実現可能であることをより良く示すために、本発明に係るアクティブサスペンションに基づく三軸六輪車載運動シミュレーションステージに、正弦ピッチ運動シミュレーション、正弦ロール運動シミュレーション及び正弦ヒープ運動シミュレーションを行わせた。

【0025】

アクティブサスペンションに基づく三軸車載運動シミュレーションステージは、図3に示すとおりである。車全長は10m、ホイールベースは(2.95 + 1.65)m、総重量は36t、車軸荷重は12t、サスペンションストロークは±0.11mである。試験中に、本発明に係る三軸六輪車両の2つの前車輪に対応するサスペンションサーボシリンダの上チャンバ及び下チャンバを、それぞれ接続管路を介して連通することで、2つの前車輪及びそれらのサスペンションによる車体の支持作用が1つの支점에等価するようにし、車両後部の2つの軸の右側における2つの車輪に対応するサスペンションサーボシリンダの上チャンバ及び下チャンバを、それぞれ接続管路を介して連通することで、後部右側の2つの車輪による車体の支持作用が1つの支点を形成するようにし、車両後部の2つの軸の左側における2つの車輪に対応するサスペンションサーボシリンダの上チャンバ及び下チャンバを、それぞれ接続管路を介して連通することで、後部左側の2つの車輪による車体の支持作用が1つの支点を形成するようにしており、こうして、車体は、合計3つの支点を有することになっている。車両後部の4つの車輪及びそのサスペンションサーボシリンダは、全く同じ構造を採用している。

20

30

【0026】

図4は、三軸車載運動シミュレーションステージが水平路面に停まってピッチ運動をシミュレーションした時のステージの実際ピッチ角と指令ピッチ角との対比曲線を示す。図5は、三軸車載運動シミュレーションステージが水平路面に停まってロール運動をシミュレーションした時のステージの実際ロール角と指令ロール角との対比曲線を示す。図6は、三軸車載運動シミュレーションステージがヒープ運動をシミュレーションした時のステージの実際ヒープ量と指令ヒープ量との対比曲線を示す。図4、図5及び図6から分かるように、アクティブサスペンションに基づく三軸車載運動シミュレーションステージは、水平路面に停まってピッチ運動、ロール運動及びヒープ運動をシミュレーションした時、その実際のピッチ角、ロール角及びヒープ量が、ポーズ制御用上位機から出力された指令ピッチ角、指令ロール角及び指令ヒープ量に比べると、少しのタイムラグを除いてほぼ一致している。

40

【0027】

図7は、三軸車載運動シミュレーションステージが3°の縦断勾配路面に停まってピッチ運動をシミュレーションした時のステージの実際ピッチ角と指令ピッチ角との対比曲線を示し、図8は、三軸車載運動シミュレーションステージが2°の横断勾配路面に停まってロール運動をシミュレーションした時のステージの実際ロール角と指令ロール角との対比曲線図を示す。

【0028】

50

図7及び図8から分かるように、アクティブサスペンションに基づく三軸車載運動シミュレーションステージは、非水平路面に停まってピッチ運動及びロール運動をシミュレーションした時、その実際のピッチ角及びロール角が、ポーズ制御用上位機から出力された指令ピッチ角及び指令ロール角に比べると、少しのタイムラグを除いてほぼ一致している。

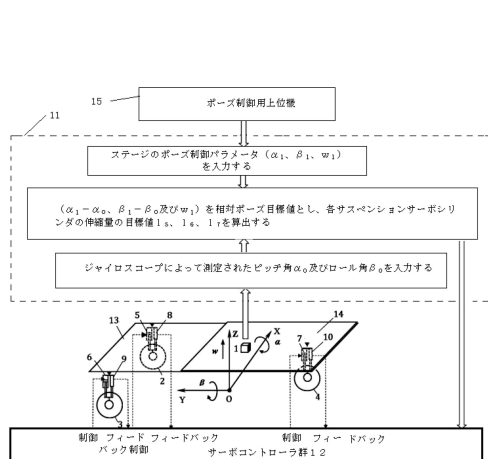
【0029】

水平路面又は非水平路面のどちらに停まっても、アクティブサスペンションに基づく車載運動シミュレーションステージは、様々な運動の効果的なシミュレーションを良好に実現することができる。

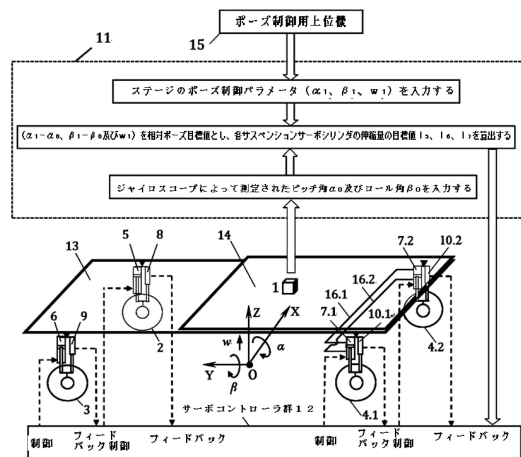
【0030】

最後に述べたいのは、上述した各実施例は、あくまでも本発明を説明するための技術案であり、本発明を制限するものではおらず、上記実施例を参照して本発明を詳細に説明したが、当業者であれば、上記実施例に記載の技術案を変更したり、その中の一部又は全部の技術的特徴を均等に置き換えたりすることも可能であり、これらの変更や置換により、その対応する技術案の本質が本発明の各実施例に係る技術案の範囲から逸脱しないことを理解すべきである。

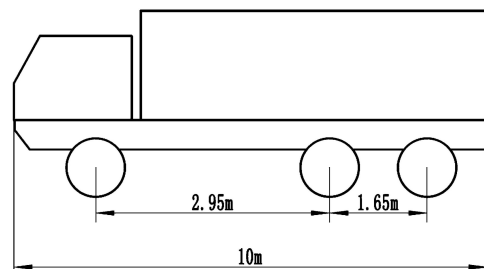
【図1】



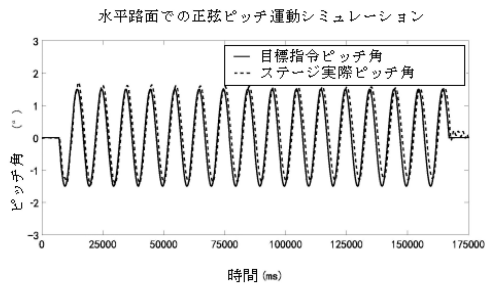
【図2】



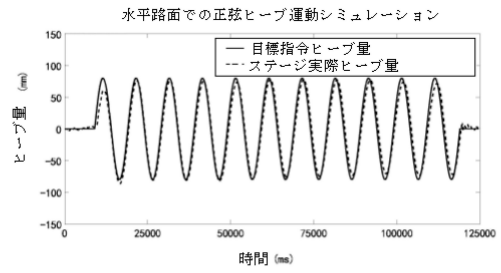
【図3】



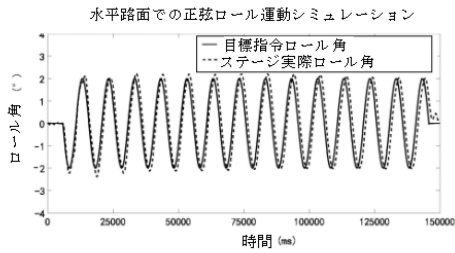
【図4】



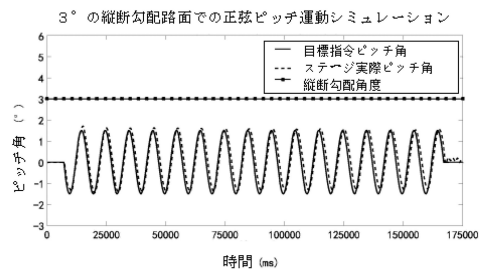
【図6】



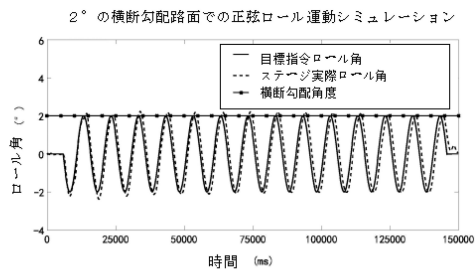
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

早期審査対象出願

- (72)発明者 趙 丁選
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 劉 爽
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 鞏 明 とく
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 孫 志国
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 張 祝新
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 倪 涛
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 楊 彬
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 郭 慶賀
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438
- (72)発明者 楊 夢軻
中華人民共和国 ホーアベイ 066004 チンホワンダオ シティ ハイガン ディスト
リクト ホーアベイ ストリート ナンバー 438

審査官 上谷 公治

- (56)参考文献 特開平07-195923(JP,A)
特開2010-083329(JP,A)
中国特許出願公開第109109601(CN,A)
特表平05-500491(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B60G 17/015
B60G 21/073