(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4266818号
(P4266818)

(45)発行日　平成21年5月20日(2009.5.20)　(24)登録日　平成21年2月27日(2009.2.27)

(51)Int.Cl.		F I		
B60C 19/00	(2006.01)	B60C	19/00	Z
G01M 17/02	(2006.01)	B60C	19/00	H
G01M 17/06	(2006.01)	G01M	17/02	B
		G01M	17/06	

請求項の数 4　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2003-515829 (P2003-515829)
(86)(22)出願日　平成14年7月26日 (2002.7.26)
(86)国際出願番号　PCT/JP2002/007590
(87)国際公開番号　WO2003/010505
(87)国際公開日　平成15年2月6日 (2003.2.6)
審査請求日　平成17年7月7日 (2005.7.7)
(31)優先権主張番号　特願2001-225720 (P2001-225720)
(32)優先日　平成13年7月26日 (2001.7.26)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

(73)特許権者　000005278
株式会社ブリヂストン
東京都中央区京橋１丁目１０番１号
(73)特許権者　501295741
永井　正夫
東京都小金井市中町２－２４－１６　国立大学法人東京農工大学　工学部内
(74)代理人　100072051
弁理士　杉村　興作
(72)発明者　永井　正夫
東京都小金井市中町２－２４－１６　東京農工大学工学部内
(72)発明者　吉田　秀久
東京都小金井市中町２－２４－１６　東京農工大学工学部内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】操縦安定性の実時間評価用タイヤ試験機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

操縦安定性の実時間評価用タイヤ試験機に用いるシステムであって、少なくとも２本のタイヤを具える車両の走行時の挙動特性を表す情報を収集するに当たり、ホイールに組み付け、所定の内圧を充填したタイヤのみを含む駆動部分を実際の駆動時と同じような条件で駆動させ、この駆動部分の駆動により得られる情報を取り出すセンサを有する設備をハードウエアとして設け、このハードウエアのセンサから出力される情報を、車両のうち少なくとも、車体部分と、タイヤを支持するサスペンションとをモデル化したプログラムを有し車両の走行状態をシミュレートするソフトウエアにパラメータとして入力し、このソフトウエアによる処理で出力される駆動情報の少なくとも一部を前記ハードウエアにフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御しながら、前記ソフトウエアから車両全体の挙動特性を表す情報を取り出すことを特徴とするハイブリッド型シミュレーションシステム。

【請求項２】

前記ハードウエアの駆動部分を、その雰囲気温度を制御しながら駆動して、車両全体の挙動の温度特性を表す情報を取り出すことを特徴とする請求項１に記載の車両のハイブリッド型シミュレーションシステム。

【請求項３】

操縦安定性の実時間評価用タイヤ試験機に用いる、少なくとも２本のタイヤを具える車両の走行時の挙動特性を表す情報を収集する装置において、

ホイールに組み付けられ所定の内圧を充填したタイヤだけで構成される駆動部分と、前記タイヤを回転自在に保持する支持機構と、タイヤが圧接される擬似路面と、タイヤを直接または擬似路面を介して駆動させたときの擬似路面に対するタイヤの圧接状態を制御する複数のアクチュエータを有する駆動制御機構と、タイヤを実際の駆動時と同じような条件で回転駆動させるときに前記支持機構に及ぼす力を検知する複数のセンサを有する検知機構とを有するハードウエア、および、

車両のうち少なくとも、車体部分と、タイヤを支持するサスペンションとをモデル化したプログラムを有し、前記ハードウエアの検知機構から出力される複数の検知信号をパラメータとして受け、車両の走行状態をシミュレートし、その際に出力される駆動情報の少なくとも一部を前記ハードウエアの駆動制御機構の複数のアクチュエータの少なくとも一部分にフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御しながら、車両全体の挙動特性を表す情報を出力するソフトウエアを具えたことを特徴とする車両のハイブリッド型シミュレーション装置。

【請求項４】

前記ハードウエアの駆動制御機構のアクチュエータとして、タイヤおよび／または擬似路面を回転駆動するアクチュエータと、タイヤを擬似路面に圧接させる鉛直荷重を調整するアクチュエータと、タイヤの回転軸に垂直な方向と擬似路面の走行方向との成す角度として規定される操舵角とを調整するアクチュエータと、タイヤの回転軸と擬似路面との成す角度として定義されるキャンバー角を調整するアクチュエータとを設け、

前記ハードウエアの検知機構のセンサとして、タイヤの周速度を検知するセンサと、擬似路面の走行速度を検知するセンサと、タイヤの回転軸を含み、互いに直交する３軸Ｘ、Ｙ、Ｚの方向における力およびこれら３軸の周りの回転モーメントを検知する６つのセンサを設けたことを特徴とする請求項３に記載の車両のハイブリッド型シミュレーション装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

この発明は、車両の少なくともタイヤを含む駆動部分をハードウエアで構成し、このハードウエアの駆動部分を駆動して得られる情報を、車両の残余の部分をシミュレートするソフトウエアにパラメータとして入力して、車両全体の挙動特性を表す情報を取り出すことにより、車両全体をハードウエア或いはソフトウエアでシミュレーションする場合に比べて、容易に、正確に、迅速に所望の情報を取り出すことのできるハードウエアとソフトウエアのハイブリッド型シミュレーションシステムに関するものである。

【背景技術】

【０００２】

従来、自動車の走行特性をシミュレーションするに当たっては、車体にタイヤを装着した実際の車両をテストコースで実際に走行させて必要な情報を収集する実車走行テストや、このような実際の車両を少なくとも２台の回転ドラム上で擬似走行させながら必要な情報を収集する実車台走行テストが知られている。

【０００３】

さらに、最近のコンピュータ技術の発展に伴い、タイヤ、それを支持するサスペンションおよび車体の全てをモデル化し、種々の条件の基での演算を行って車両の挙動特性に関する情報を得るようにしたフルコンピュータシミュレーションも提案されている。

【０００４】

上述した実車走行テストや実車台走行テストでは、タイヤ、それを支持するサスペンションおよび車体の全てを具える実際の車両を準備しなければならないので、必要な情報を得るまでにきわめて長時間を要すると共に、相当なコストも掛かるという問題がある。また、例えばタイヤおよびサスペンションを共通とし、種々の車体と組み合わせた車両の走行特性に関する情報を収集する必要がある場合には、必要な車両を全て準備し、これらの車体に対してタイヤおよびサスペンションの組立て体を着脱しなければならず、作業員に

多大の労力が要求されるという問題もある。

【０００５】

さらに、車両の走行特性を調べるに当たっては、タイヤの温度特性が非常に問題となるが、実車走行テストでは、タイヤ温度を必要な温度に設定することは殆ど不可能であり、車両の挙動の温度特性を正確に得ることはできない。タイヤの特性はその温度によって大きく変動するので、車両の挙動の温度特性を知ることは最近では益々重要となってきている。

【０００６】

また、実車走行テストや実車台走行テストでは実際の車両を使用するものであるから、走行実験に危険が伴う場合もあり、したがって危険回避に細心の注意を払う必要があり、この点に作業者の労力のかなりの部分が割かれてしまうという問題もある。

【０００７】

一方、タイヤ、サスペンションおよび車体の全てをモデル化し、種々の条件の基での演算を行って車両の挙動特性に関する情報を得るようにしたフルコンピュータシミュレーションにおいては、モデルを構築する作業に多大の労力とコストが掛かるという問題がある。特にタイヤは種々の材料から成る複合体であるので、そのモデル化は非常に複雑であり、これを簡単なモデルでシミュレーションすると正確な情報が得られなくなってしまう。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

したがって本発明の目的は、上述した従来の実車走行テスト、実車台走行テストおよびフルコンピュータシミュレーションの種々の欠点を解消し、車両の走行挙動に関する正確な情報を簡単にかつ低コストで得ることができる車両のシミュレーションシステムおよび装置を提供しようとするものである。

【０００９】

本発明の他の目的は、タイヤ温度を制御することによって車両の走行挙動の温度特性を正確かつ容易に取り出すことができる車両のシミュレーションシステムおよび装置を提供しようとするものである。

【問題を解決するための手段】

【００１０】

本発明による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムは、操縦安定性の実時間評価用タイヤ試験機に用いるシステムであって、少なくとも２本のタイヤを具える車両の走行時の挙動特性を表す情報を収集するに当たり、ホイールに組み付け、所定の内圧を充填したタイヤのみを含む駆動部分を実際の駆動時と同じような条件で駆動させ、この駆動部分の駆動により得られる情報を取り出すセンサを有する設備をハードウエアとして設け、このハードウエアのセンサから出力される情報を、車両のうち少なくとも、車体部分と、タイヤを支持するサスペンションとをモデル化したプログラムを有し前記車両の走行状態をシミュレートするソフトウエアにパラメータとして入力し、このソフトウエアによる処理で出力される駆動情報の少なくとも一部を前記ハードウエアにフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御しながら、前記ソフトウエアから車両全体の挙動特性を表す情報を取り出すことを特徴とするものである。

【００１１】

このように本発明による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムにおいては、車両全体の内、少なくともホイールに組み付け、所定の内圧を充填したタイヤのみを含む駆動部分を実際の駆動時と同じような条件で駆動して得られる情報をハードウエアから出力するように構成したので、タイヤをソフトウエアで処理する場合のモデル化が不要となり、またこのようなハードウエアから出力される情報を、少なくとも、車体部分と、タイヤを支持するサスペンションとをモデル化して処理するソフトウエアに入力するように構成したので、所望のタイヤを装着した車両の走行特性を簡単に、迅速に、正確にしかも低コストで収集することができる。

【００１２】
さらに、本発明においては、ソフトウエア処理で出力される駆動情報の少なくとも一部をハードウエアにフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御するようにしたので、車両全体の挙動特性を表す一層正確な情報をリアルタイムで取り出すことができる。
【００１３】
さらに、本発明による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムにおいては、前記ハードウエアの、少なくともタイヤを含む駆動部分を、その雰囲気温度を制御しながら駆動することにより、車両全体の挙動の温度特性を表す情報を簡単に取り出すことができる。
【００１４】
さらに、本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置は、操縦安定性の実時間評価用タイヤ試験機に用いる、少なくとも２本のタイヤを具える車両の走行時の挙動特性を表す情報を収集する装置において、
ホイールに組み付けられ所定の内圧を充填したタイヤだけで構成される駆動部分と、前記タイヤを回転自在に保持する支持機構と、タイヤが圧接される擬似路面と、タイヤを直接または擬似路面を介して駆動させたときの擬似路面に対するタイヤの圧接状態を制御する複数のアクチュエータを有する駆動制御機構と、タイヤを実際の駆動時と同じような条件で回転駆動させるときに前記支持機構に及ぼす力を検知する複数のセンサを有する検知機構とを有するハードウエア、および、
車両のうち少なくとも、車体部分と、タイヤを支持するサスペンションとをモデル化したプログラムを有し、プログラムを有し、前記ハードウエアの検知機構から出力される複数の検知信号をパラメータとして受け、車両の走行状態をシミュレートし、その際に出力される駆動情報の少なくとも一部を前記ハードウエアの駆動制御機構の複数のアクチュエータの少なくとも一部分にフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御しながら、車両全体の挙動特性を表す情報を出力するソフトウエアとを具えることを特徴とするものである。
【００１５】
このような実施例においては、前記ハードウエアの駆動制御機構のアクチュエータとして、タイヤおよび／または擬似路面を回転駆動するアクチュエータと、タイヤを擬似路面に圧接させる鉛直荷重を調整するアクチュエータと、タイヤの回転軸に垂直な方向と擬似路面の走行方向との成す角度として規定される操舵角とを調整するアクチュエータと、タイヤの回転軸と擬似路面との成す角度として定義されるキャンバー角を調整するアクチュエータとを設け、
前記ハードウエアの検知機構のセンサとして、タイヤの周速度を検知するセンサと、擬似路面の走行速度を検知するセンサと、タイヤの同転軸を含み、互いに直交する３軸Ｘ，Ｙ，Ｚの方向における力およびこれら３軸の周りの回転モーメントを検知する６つのセンサを設けることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１６】
図１は本発明の第一の実施形態による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムの全体の構成を示すブロック図である。このハイブリッド型シミュレーションシステムは、ホイールに組み付け、所定の内圧を充填したタイヤを含む駆動部分を実際の駆動時と同じような条件で駆動させるハードウエア１１と、このハードウエア１１から出力される情報を入力し、車両の走行状態をシミュレートするソフトウエア２１とを具えるものである。ハードウエア１１においては、ホイール１３に組み付けられ、所定の内圧が充填されたタイヤ１２を圧接する擬似路面１４を有する回転ドラム１５を設けると共に擬似路面１４に対するタイヤ１２の圧接状態を制御する複数のアクチュエータを有する駆動制御機構１６と、タイヤ１２がその支持機構に及ぼす力を検知する複数のセンサを有する検知機構１７とを設ける。

【００１７】
駆動制御機構１６のアクチュエータによってタイヤ１２および回転ドラム１５を回転駆動し、タイヤ１２を実際の駆動時と同じような条件で回転駆動させたときに検知機構１７のセンサから出力される情報をソフトウエア２１へ供給する。ソフトウエア２１においては、車両の少なくとも車体をモデル化したプログラムを用意し、ハードウエア１１の検知機構１７から出力される情報をパラメータとして入力して演算を行い、車両の挙動特性を表す情報を出力する。この際、ソフトウエア２１から出力される駆動情報の少なくとも一部をハードウエア１１の駆動制御機構１６のアクチュエータへフィードバックして、車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御する。

【００１８】
また、一般にＣＰＵとして構成されるソフトウエア２１の周辺には、必要な条件を入力するためのキーボードのような入力部２２と、ソフトウエアから出力される情報を表示する表示部２３と、この情報を出力するプリンタのような出力部２４とを配置する。

【００１９】
例えば、車両として二輪車の挙動特性を調べる場合には、前輪タイヤおよび後輪タイヤに対してそれぞれ回転ドラム、駆動制御機構や検知機構を設けるが、図１では図面を簡単とするためにこれらを一括して示した。また、車両として四輪車の挙動特性を調べる場合には、左右の前輪および左右の後輪の各々に対して回転ドラム、駆動制御機構および検知機構を設けることは勿論である。ただし、挙動特性の測定に要求される精度を勘案して、一部の機構を共通化することは可能である。また、擬似路面１４を有する回転ドラム１５の代わりに、エンドレスベルトを用いることも可能である。

【００２０】
本発明による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムにおいては、先ず試験すべき所望のタイヤ１２をホイール１３に組み付けて所望の内圧を充填し、これをハードウエア１１にセットする。また、入力部２２を操作して、タイヤ１２を擬似路面１４に圧接させる鉛直荷重、タイヤ１２の回転速度、回転ドラム１５の回転速度、タイヤ１２の回転軸に垂直な方向と擬似路面１４の走行方向との成す角度として規定される操舵角、タイヤ１２の回転軸と擬似路面１４との成す角度として定義されるキャンバー角などの条件を入力する。

【００２１】
ソフトウエア２１はこのようにして入力された条件に応じた駆動制御信号を生成し、これらをハードウエア１１の駆動制御機構１６の所定のアクチュエータへ供給し、タイヤ１１を所定の入力条件にしたがって駆動する。ハードウエア１１の検知機構１７には、タイヤの周速度を検知するセンサと、擬似路面の走行速度を検知するセンサと、タイヤの回転軸を含み、互いに直交する３軸Ｘ，Ｙ，Ｚの方向における力およびこれら３軸の周りの回転モーメントを検知する６つのセンサを設けられており、タイヤ１１を駆動しているときに、これらのセンサから出力される検知信号をソフトウエア２１へ供給する。ソフトウエア２１においては、これらの検知信号をパラメータとして、予め準備されたプログラムにしたがって所定の演算を行い、走行挙動を表す情報を出力する。この際に、ハードウエア１１から出力される情報をソフトウエア２１で処理して得られる駆動制御信号をハードウエア１１の駆動制御機構１７へフィードバックすることによって、例えばコーナリングの際の車両の操縦応答性や、コーナリング後の車両の直進応答性などを正確に調べることができる。

【００２２】
このようにして求めた車両の挙動特性は、例えばモニタより成る表示部２３で表示したり、例えばプリンタより出力部２４でハードコピーとして出力したりすることができると共に、ソフトウエア２１に設けた記憶装置に格納することができる。このように格納した情報を、後で取り出して処理することにより、さらに精度および信頼性の高い情報を得ることができる。

【００２３】

図２は、本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の第一の実施例の全体の構成を示す線図であり、図３は主としてその駆動制御機構の構成を示す線図であり、図４は操舵角を示す線図であり、図５はキャンパー角を示す線図である。本例では、四輪車の走行挙動に関する特性を調べるものであり、したがってハードウエア３１には、左右の前輪タイヤおよび左右の後輪タイヤの４本のタイヤを装着するが、図面を簡単とするために右側の前輪タイヤと関連する部分だけを示す。タイヤ３２を組み付けたホイール３３に装着した回転軸３４を第一の保持部材３５によって保持し、この回転軸にはタイヤ回転サーボアクチュエータ３６を連結し、タイヤを所定の方向に所定の速度で回転できるように構成する。

【００２４】

第一の保持部材３５は、これに作用する六分力を検出する六分力センサ７０とタイヤ３２の操舵角を調整する操舵角サーボアクチュエータ３７とを介して、第二の保持部材３８に連結する。ここで、六分力とは、互いに直交する３軸Ｘ、Ｙ、Ｚの方向における力およびこれら三軸の周りの回転モーメントをいう。この第二の保持部材３８は、これを併進ガイド４８に沿って併進変位させ、タイヤ３２を回転ドラム３９の擬似路面４０に所定の圧力で圧接させる鉛直荷重サーボアクチュエータ４１を介して、第三の保持部材４５に連結し、さらに、第三の保持部材４５は、これを円弧ガイド４７に沿って、揺動変位させ、タイヤ３２のキャンバー角を調整できるキャンバー角サーボアクチュエータ４２を介して、ベース４６に連結する。図３は、上述した駆動部分をタイヤ３２の回転軸３４に垂直な平面で示したものである。

【００２５】

今、タイヤ３２に連結された回転軸３４の延在方向をＸ軸方向とし、このＸ軸方向と直交し、タイヤ３２の進行方向をＹ軸方向とし、これらＸ軸方向およびＹ軸方向と直交する方向をＺ軸方向とする。したがって、鉛直荷重サーボアクチュエータ４１はＺ軸方向にタイヤ３２を回転ドラム３９の擬似路面４０に押圧するものである。また、操舵角サーボアクチュエータ３７は、図４に示すように、タイヤ３２の回転軸３４に垂直な方向と擬似路面４０の走行方向、すなわちＹ軸方向との成す角度αとして規定される操舵角を調整するものである。さらに、キャンバー角サーボアクチュエータ４２は、タイヤ３２の回転軸３４と擬似路面４０、すなわちＺ軸方向との成す角度βとして定義されるキャンバー角を調整するものである。

【００２６】

上述したように本例のハードウエア３１には、左側の前輪タイヤおよび左右の後輪タイヤが設けられており、これら３本のタイヤについても上述したところと同様の駆動制御機構を設けることができる。また、タイヤ回転サーボアクチュエータ３６の他に回転ドラム３９を回転駆動するドラムサーボアクチュエータ４３を設けるが、このようにタイヤ３２および回転ドラム３９を独立して駆動することにより、制動時や加速時におけるタイヤ３２と擬似路面４０との間のスリップを考慮した一層正確なシミュレーションが可能となる。

【００２７】

ハードウエア３１には、六分力センサ７０を設けると共に、タイヤ３２の周速度を検知するセンサおよび回転ドラム３９の周速度、すなわち擬似路面４０の移動速度を検知するセンサを設ける。さらに、本例では、車両の走行挙動の温度特性を調べるために、タイヤ３２の周囲雰囲気の温度を検知するセンサも設けることができ、これらのセンサは、検知機構を構成する。

【００２８】

図２に示すように、上述した構成のハードウエア３１の他にソフトウエア５１や、入力部５２、表示部５３および出力部５４を設ける。ソフトウエア５１には、ハードウエア３１の検知機構から出力される各種の検知信号を供給する。ソフトウエア３１においては、車体をモデル化したプログラムにしたがって、これらの検知信号および入力部５２から入力される各種の初期条件および設定条件に基づいて所定の演算を行い、車両の挙動を表す

情報を出力する。このとき、ソフトウエア５１は、ハードウエア３１の種々のサーボアクチュエータに対する駆動信号を作成し、これらをそれぞれのサーボアクチュエータに供給し、タイヤ３２の回転速度、回転ドラム３９の回転速度、鉛直荷重、操舵角、キャンバー角などを所定の値に設定する。しかも、ソフトウエア５１は、駆動信号を、リアルタイムに変化させて、これらのサーボアクチュエータに与えることにより、これらのサーボアクチュエータは、その出力、例えば、鉛直荷重サーボアクチュエータであればタイヤ接地荷重、を動的に変化させることができ、車両の過渡特性を詳細に調べることができる。このようにして、車両の操舵応答性や直進安定性などの挙動に関する有用な情報を取り出すことができる。さらに、ハードウエア３１において、タイヤ３２の雰囲気温度を温度センサの検知信号に基づいて制御することにより、車両の挙動の温度特性を調べることができる。

【００２９】

図６は本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の参考例の全体の構成を示す線図であり、図７は主として駆動機構部分を示す部分を、ＶＩＩ－ＶＩＩ矢視よりみた線図であり、前例と同様の部分には同じ符号を付けて示した。前例では、ハードウエア３１は、ホイール３３に組み付けたタイヤ３２を含むものとし、したがってソフトウエア５１には車両の車体およびサスペンションをモデル化したプログラムを用意するようにしたが、本例ではハードウエア３１は、ホイール３３に組み付けたタイヤ３２の他にこれを支持するサスペンション６１をも含むものとする。したがってソフトウエア５１ではサスペンションをモデル化する必要がなくなり、車体のみをモデル化したプログラムを用意すればよい。このように構成することにより、構造および動作が複雑なサスペンション６１をモデル化しないので、ソフトウエア５１が簡単とする利点がある。

【００３０】

図６に示すように、タイヤ３２の回転軸３４はタイヤ３２を回転駆動するタイヤ回転サーボアクチュエータ３６を介して、サスペンション６１の先端に取り付けられている。サスペンション６１は、これを構成するリンク７５とショックアブソーバ７６のそれぞれの基端部に設けた六分力センサ７１と７２とを介して、第一の保持部材６２と連結している。第一の保持部材６２には、操舵角サーボアクチュエータ３７を設け、この操舵角サーボアクチュエータ３７を駆動することにより、操舵リンク７７を介して、タイヤ３２の操舵角を制御できる。

【００３１】

この第一の保持部材６２は、これを併進ガイド４８に沿って併進変位させ、タイヤ３２を回転ドラム３９の擬似路面４０に所定の圧力で圧接させる併進ガイド４８を介して、第二の保持部材６３に連結する。第一の保持部材６２を支持する併進ガイド４８と併進ガイド４８との間には六分力センサ７３を設け、この第一の保持部材６２に作用する六分力を検出することができる。さらに、第二の保持部材６３は、車両傾斜サーボアクチュエータ７７と車両揺動サーボアクチュエータ７８とを介して、ベース７９に連結している。この、車両傾斜サーボアクチュエータ７７と車両揺動アクチュエータ７８とはそれぞれ、第二の保持部材６３に対して、ベース７９を、傾斜方向、および、水平面内で、揺動変位することができる。

【００３２】

本例においては、タイヤ３２を回転させるタイヤ回転サーボアクチュエータ３６、回転ドラム３９を回転させるドラム回転サーボアクチュエータ４３、鉛直荷重サーボアクチュエータ４１、第二の保持部材６３を揺動させる、車両傾斜サーボアクチュエータ７７と車両揺動サーボアクチュエータ７８を、ソフトウエア５１から供給される駆動信号によって駆動することによって、サスペンション６１を含めたタイヤ３２の駆動状態を、より一層実際の走行状態に近いものとすることができる。

【００３３】

このようにタイヤ３２を駆動し、サスペンション６１を介して第一の保持部材６２に加わる力および回転モーメントを、六分力センサ７１、７２、７３によって検知する。ソフ

トウエア５１においては、これらのセンサから供給される検知信号を処理して車体に及ぼす力および回転モーメントを生成することができる。

【００３４】

図８は、本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の第二の実施例の全体の構成を示す線図であり、前例と同様の部分には同じ符号を付けて示した。本例も、四輪車の走行挙動に関する特性を調べるものであり、ハードウエア３１には、前後左右４本のタイヤを装着するが、図面を分かりやすくするために、右側の前輪タイヤと関連する部分だけを示す。本例は、第一の実施例と同様、タイヤ３２を組み付けたホイール３３に装着した回転軸３４を第一の保持部材３５によって保持し、この回転軸３４にはタイヤ回転サーボアクチュエータ３６を連結し、タイヤ３２を所定の方向に所定の速度で回転できるように構成するが、本実施例でのハードウエア３１には、第一の実施例の構成に加えて、タイヤ３２の回転を制動するブレーキ装置８０を設けている。このブレーキ装置８０は、タイヤの回転軸に固定したディスク８１、ディスク８１を挟持し制動するディスクブレーキ８２、ディスクブレーキ８２に油圧を供給するブレーキ油圧装置８３よりなり、さらに、ブレーキ油圧装置８３に、油圧を生成する油圧ポンプ８４、油圧の一次圧を制御するマスター油圧制御弁８５、ディスクブレーキに加える油圧の圧力を調整する油圧回路８６を設けている。

【００３５】

また、本実施例でのハードウエア３１には、第一の実施例と同様、六分力センサ７０、操舵角サーボアクチュエータ３７、第二の保持部材３８、併進ガイド４８、鉛直荷重サーボアクチュエータ４１、第三の保持部材４５、円弧ガイド４７、キャンバー角サーボアクチュエータ４２およびベース４６を設けていて、これらの構成、機能に関しても第一の実施例と同様であり、これらに関する詳細の説明を省略する。

【００３６】

ハードウエア３１には、六分力センサ７０のほか、タイヤ３２の回転速度を検知するセンサおよび回転ドラム３９の回転速度を検知するセンサ、および、タイヤ３２の周囲雰囲気の温度を検知するセンサも設けていて、これらのセンサは、検知機構１７を構成する点も第一の実施例と同様である。

【００３７】

図８に示すように、上述した構成のハードウエア３１の他にソフトウエア５１や、入力部５２、表示部５３および出力部５４を設ける。ソフトウエア５１には、ハードウエア３１の検知機構から出力される各種の検知信号を供給する。ソフトウエア３１においては、車体をモデル化したプログラムにしたがって、これらの検知信号および入力部５２から入力される各種の初期条件および設定条件に基づいて所定の演算を行い、車両の挙動を表す情報を出力する。このとき、ソフトウエア５１は、ハードウエア３１の種々のサーボアクチュエータおよびブレーキ装置８０のマスター油圧制御弁８５に対する駆動信号を作成し、これらをそれぞれのサーボアクチュエータとマスター油圧制御弁８５とに供給し、タイヤ３２の回転速度、回転ドラム３９の回転速度、鉛直荷重、操舵角、キャンバー角やブレーキ装置８０のマスター油圧などを所定の値に設定する。

【００３８】

しかも、第一の実施例と同様、ソフトウエア５１は、駆動信号を、リアルタイムに変化させて、これらのサーボアクチュエータに与えることにより、これらのサーボアクチュエータは、その出力、例えば、鉛直荷重サーボアクチュエータであればタイヤ接地荷重、を動的に変化させることができ、車両の過渡特性を詳細に調べることができ、このようにして、車両の操舵応答性や直進安定性、さらには、車両に制動を加えたときの応答性などの挙動に関する有用な情報を取り出すことができる。この他、ハードウエア３１において、タイヤ３２の雰囲気温度を温度センサの検知信号に基づいて制御することにより、車両全体の挙動の温度依存性を調べることができる。

【００３９】

上述したように本例のハードウエア３１には、左側の前輪タイヤおよび左右の後輪タイ

ヤが設けられており、これら３本のタイヤについても上述したところと同様のタイヤ操縦機構を設けることができる。また、タイヤ回転サーボアクチュエータ３６の他に回転ドラム３９を回転駆動するドラムサーボアクチュエータ４３を設けるが、このようにタイヤ３２および回転ドラム３９を独立して駆動することにより、制動時や加速時におけるタイヤ３２と擬似路面４０との間のスリップを考慮した一層正確なシミュレーションが可能となる点も、第一の実施例と同様である。

【００４０】

ハイブリッド型シミュレーション装置の第二の実施例においては、制動特性のソフトウエア化が難しいブレーキ装置８０をハードウエア１１に含ませたので、車両の制動特性をより正確にシミュレートすることができる。また、ブレーキ装置８０はその温度特性が複雑であり、ブレーキ装置８０をハードウエア１１に含ませることにより、制動の際の、温度依存性も含めた、車両の挙動をより精度よくシミュレートすることができる。

【００４１】

さらに、特に車両の制動時の挙動を調査する場合は、図９にこの車両のシミュレーション装置のハードウエアの構成を略線図で示すように、四本のタイヤに共通して接地する擬似路面４０を有し、車体慣性部分を構成する、一つの回転ドラム３９を設けると、車両の持つ慣性もハードウエアでシミュレートすることができ、精度の高いシミュレーションが可能となり好適である。

【００４２】

この図９に示す実施例は、図８に示すハードウエア３１から、擬似路面４０を有する回転ドラム３９とドラム回転サーボアクチュエータ４３を除く部分を車輪部ハードウエア３０と称したとき、回転ドラム３９の周上に四個の車輪部ハードウエア３０を配置し、擬似路面４０に、それぞれの車輪部ハードウエア３０のタイヤ１２を接地させるものである。回転ドラム３９は、駆動力の伝達を入切りできるクラッチ付きドラム回転サーボアクチュエータ９７により、チェーンを介して回転駆動される。この回転ドラム３９の回転軸には、また、無段変速機９５を介して、フライホイール７６を連結して設けている。

【００４３】

車両の制動時の挙動をシミュレートするに際して、例えば、図１２に示す回転ドラム３９の回転を一定速度にした後、クラッチ付きドラム回転サーボアクチュエータ９７のクラッチを切って、回転ドラムの回転をフリーにし、その後、ソフトウエア５１から、ブレーキ装置８０のマスター制御弁に油圧を上昇させる指令を与えて、タイヤ３２の回転を制動し、回転ドラム３９が停止するまでのタイヤ回転数の変化を測定して制動性能を精査することができる。

【００４４】

このとき、無段変速機９５の減速比を調整して、フライホール９６が回転ドラム３９の回転軸の周りに作用する慣性モーメントを、車両のもつ慣性と等価にすることにより、車両の慣性をハードウエアでシミュレートすることができる。さらに、無段変速機の変速比を調整することにより、種々の車体をシミュレートすることができる。

【００４５】

なお、車両の慣性は、これをソフトウエアでシミュレートすることもでき、図９において、無段変速機９５とフライホール９６とで構成される車体慣性シミュレート部の代りに、回転サーボアクチュエータ９７を制御して回転ドラム３９の回転数を変化させ車体の慣性をシミュレートすることにより、車体慣性シミュレート部のハードウエアを省略することができる。

【００４６】

ソフトウエアで車両の慣性をシミュレートするには、それぞれのタイヤの回転数の時間変化とそれぞれのタイヤに対応する六分力センサ７０で測定された測定値とから、タイヤが路面から受けるべき力を求めることができ、そして、この路面からの力を得るよう、回転サーボアクチュエータ９７を制御すればよい。

【００４７】

また、上述の車両の慣性のシミュレート方法は、ブレーキ装置８０を作動させて車両に制動をかけるときも、タイヤ回転サーボアクチュエータ３６を作動させて車両を加速したり減速したりするときも用いることができる。

【００４８】

他のシミュレーション装置の実施例のハードウエア構成を、図１３（ａ）と図１３（ｂ）に、それぞれ正面図および側面図で示す。この実施例においては、図９に示す回転ドラム３９の代わりに、回転体として、回転リング５９を用い、回転リングの内周面に擬似路面４０Ａを形成し、四個の車輪部ハードウエア３０をこの擬似路面４０Ａに接地させて配設している。この場合、散水装置５８により、擬似路面４０Ａ上に散水して、擬似路面４０Ａの摩擦係数を調整しようとする場合、回転ドラムの外周面を擬似路面とする場合に対比して、散水した水を擬似路面４０Ａ上に保持することができるので、水で厚く覆われた路面をもシミュレートすることができる。

【００４９】

本発明は上述した実施例にのみ限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。例えば、上述した実施例では四輪車両を取り扱うものとしたが、二輪車両を取り扱うこともできる。この場合には、前輪と後輪との２本のタイヤをハードウエアに設ければ良い。さらに、この場合には、内輪差がないので、これら２本のタイヤを１台の回転ドラムの疑似路面に圧接させることもできる。また、上述した実施例では、タイヤを回転するサーボアクチュエータと、回転ドラムを回転させるサーボアクチュエータとを設けたが、いずれか一方のサーボアクチュエータを設けるだけでも良い。さらに、上述した実施例では疑似路面を回転ドラムで構成したが、エンドレスベルトとすることもできる。

【産業上の利用可能性】

【００５０】

本発明によれば、車両全体の内、少なくともホイールに組み付け、所定の内圧を充填したタイヤを含む駆動部分を実際の駆動時と同じような条件で駆動して得られる情報をハードウエアから出力するように構成したので、タイヤをソフトウエアで処理する場合のモデル化が不要となり、またこのようなハードウエアから出力される情報を、少なくとも車体部分をモデル化して処理するソフトウエアに入力するように構成したので、所望のタイヤを装着した車両の走行特性を簡単に、迅速に、正確にしかも低コストで収集することができる。

【００５１】

さらに、本発明においては、ソフトウエア処理で出力される駆動情報の少なくとも一部をハードウエアにフィードバックして車両の駆動部分の駆動条件を車両の挙動に応じて制御するようにしたので、車両全体の挙動特性を表す一層正確な情報をリアルタイムで取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】

【００５２】

【図１】本発明による車両のハイブリッド型シミュレーションシステムの基本的な構成を示す線図である。

【図２】本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の第一の実施例の全体の構成を示す線図である。

【図３】同じくその駆動機構の構成を示す線図である。

【図４】操舵角を示す線図である。

【図５】キャンバー角を示す線図である。

【図６】車両のハイブリッド型シミュレーション装置の参考例の全体の構成を示す線図である。

【図７】同じくその駆動機構の構成を示す線図である。

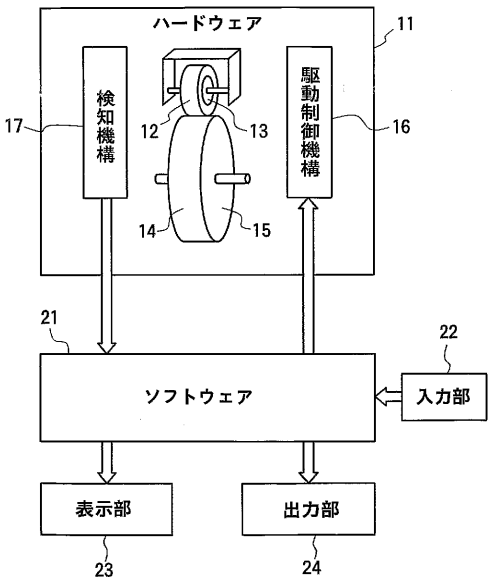
【図８】本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の第二の実施例の全体の構成を示す線図である。

【図９】本発明による車両のハイブリッド型シミュレーション装置の別の実施例のハード

ウエアの構成を示す線図である。
【図１０】図９の例を変形した別の実施例のハードウエアの構成を示す線図である。

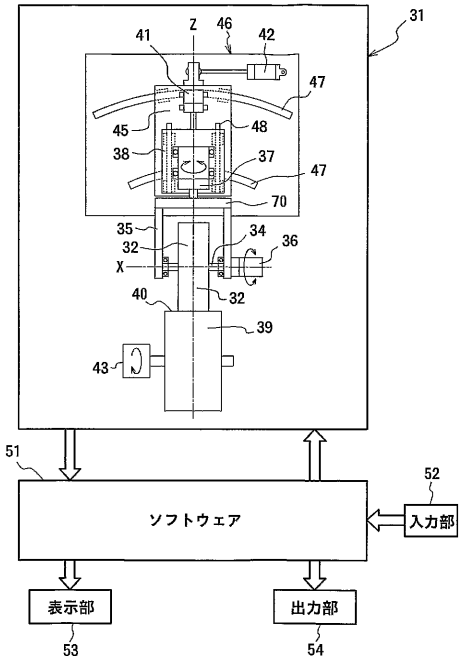
【図１】

FIG. 1



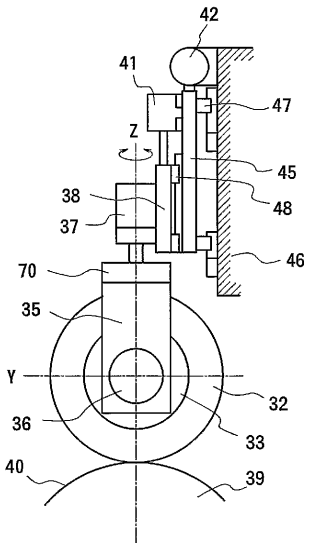
【図２】

FIG. 2



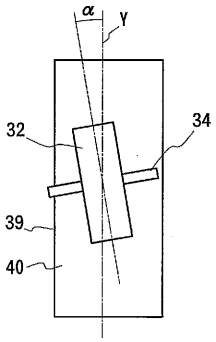
【図３】

FIG. 3



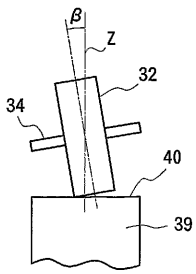
【図４】

FIG. 4



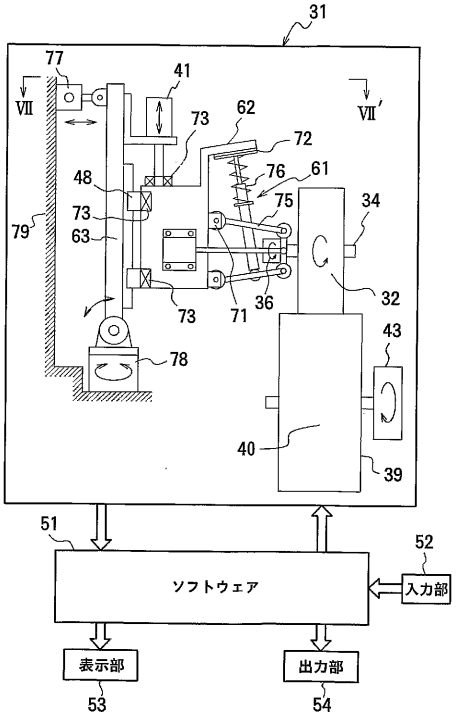
【図５】

FIG. 5



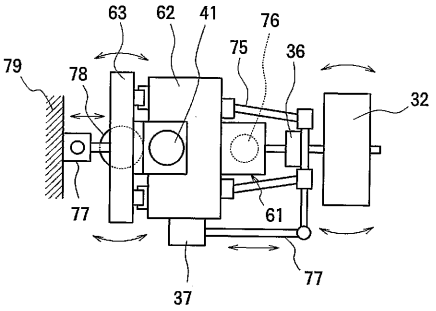
【図６】

FIG. 6



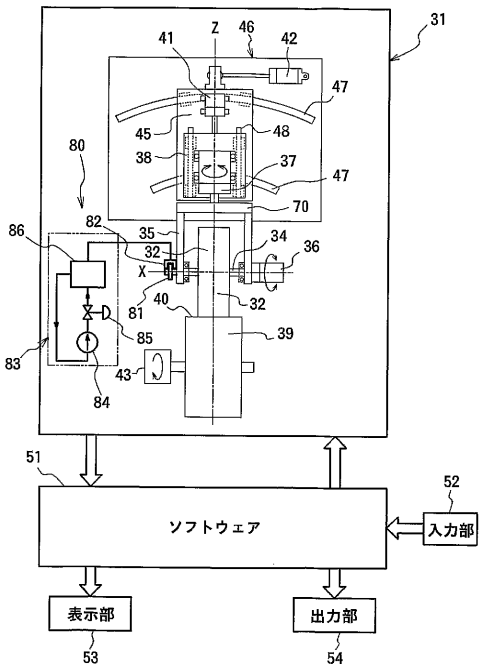
【図７】

FIG. 7



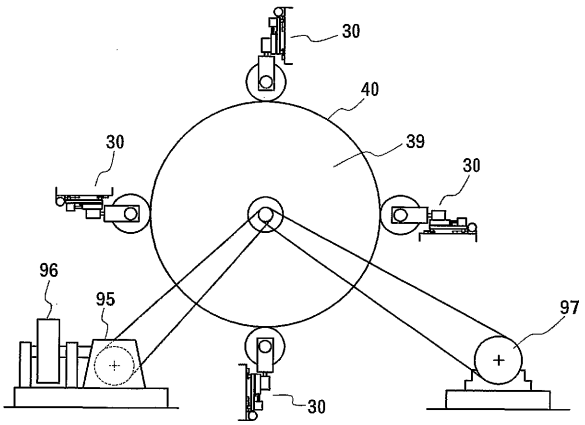
【図８】

FIG. 8



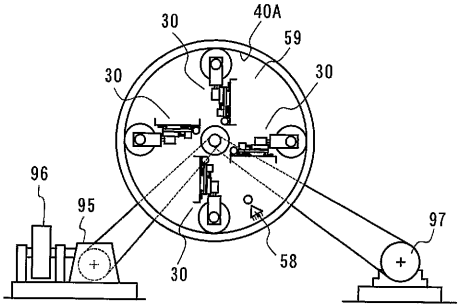
【図９】

FIG. 9



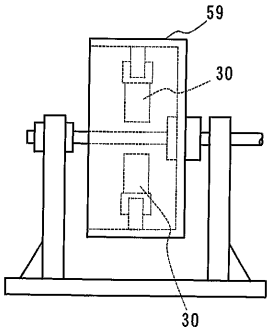
【図１０ａ】

FIG. 10a



【図１０ｂ】

FIG. 10b



フロントページの続き

(72)発明者　川眞田　智
東京都小平市小川東町３－１－１　株式会社　ブリヂストン　技術センター内
(72)発明者　村上　和朋
東京都小平市小川東町３－１－１　株式会社　ブリヂストン　技術センター内

審査官　郡山　順

(56)参考文献　特開平１０－２８１９４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０４３１０９（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－０３７９０４（ＪＰ，Ａ）
独国特許出願公開第１９５０５５３３（ＤＥ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B60C 19/00
G01M 17/02
G01M 17/06