

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-1545

(P2006-1545A)

(43) 公開日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(51) Int.C1.

B60G 17/015 (2006.01)

F 1

B 6 0 G 17/015

B

テーマコード(参考)

3 D 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 47 O L 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-178679 (P2005-178679)  
 (22) 出願日 平成17年6月20日 (2005.6.20)  
 (31) 優先権主張番号 10/871796  
 (32) 優先日 平成16年6月18日 (2004.6.18)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 591009509  
 ボーズ・コーポレーション  
 BOSE CORPORATION  
 アメリカ合衆国マサチューセッツ州O 1 7  
 O 1, フラミンガム, ザ・マウンテン (番地なし)  
 (74) 代理人 100089705  
 弁理士 杜本 一夫  
 (74) 代理人 100076691  
 弁理士 増井 忠式  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100080137  
 弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

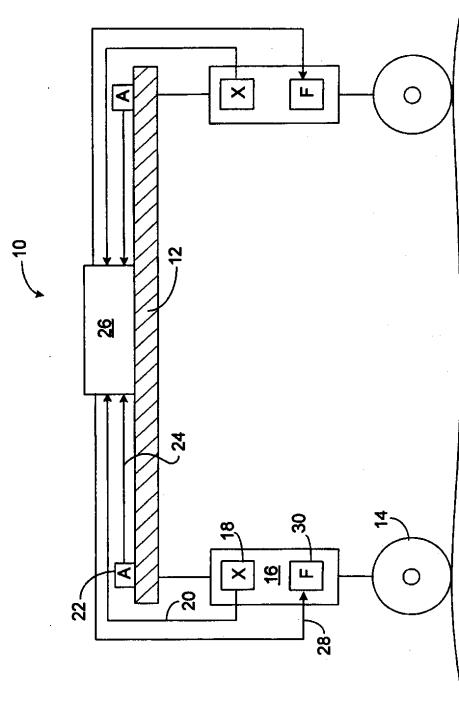
(54) 【発明の名称】アクティブサスペンションコントローラ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】自動車が旋回するとき、旋回中心から離れる方向にシャシが外方にロールしようとする傾向が存在するが、これらを克服する力を印加することにより、旋回の間にシャシのレベルを保持するアクティブサスペンションシステムを提供する。

【解決手段】自動車のためのアクティブサスペンションシステムは、コントローラ26が第1の入力部と出力部とを有する。第1の入力部は、車両により実行される旋回に応答して発生されたロール指令信号を受け取る。出力部は、車両のシャシが旋回により決定された角度にロールさせるための制御信号を提供する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

車両内のアクティブサスペンションシステムを制御するための装置であって、前記車両により実行される旋回に連係されたロール指令信号を受け取るため第1の入力部を有するコントローラと、前記ロール指令信号に応答して前記車両のシャシを所定の角度にロールさせるための制御信号を提供する出力部と、を備える、装置。

**【請求項 2】**

ロール指令信号発生器を更に備え、  
前記ロール指令信号発生器は、  
旋回の選択された属性を示すデータを受け取るための入力部と、  
前記コントローラの前記第1の入力部に前記ロール指令信号を提供するための出力部と、  
を有する、請求項1に記載の装置。

**【請求項 3】**

前記ロール指令信号発生器は、  
少なくとも部分的に前記自動車の速度の大きさを示す速度データと前記旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて、ロール指令信号を発生するように構成される、請求項2に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記ロール指令信号発生器は、  
少なくとも部分的にヨー信号に基づいて、ロール指令信号を発生するように構成され、前記ヨー信号は、前記旋回の属性を示す、請求項2に記載の装置。

**【請求項 5】**

前記ロール指令信号発生器は、前記旋回の属性を示す量を導出するように構成される、請求項2に記載の装置。

**【請求項 6】**

前記量は、旋回率である、請求項5に記載の装置。  
【請求項 7】

前記旋回率は、前記方向データにより乗算された前記速度データの二乗として計算される、請求項6に記載の装置。

**【請求項 8】**

前記ロール指令信号発生器は、前記量の関数であるロール指令信号を発生するように構成される、請求項5に記載の装置。

**【請求項 9】**

前記量の選択された値の範囲内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されている、請求項8に記載の装置。

**【請求項 10】**

前記比例定数は、タイヤ特性に基づいて選択される、請求項9に記載の装置。

**【請求項 11】**

前記量の選択された値の範囲において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に非線形に依存する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されている、請求項8に記載の装置。

**【請求項 12】**

前記量の第1の範囲の値において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、

前記量の第2の範囲の値において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラ

10

20

30

40

50

が前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成され、

前記第1及び第2の範囲の値のための比例定数が互いに異なっている、請求項8に記載の装置。

**【請求項13】**

前記量の第1の範囲の値内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成され、

前記量の第2の範囲の値内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量から独立した量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成されている、請求項8に記載の装置。 10

**【請求項14】**

閾値より小さい前記量の値に対して、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成され、

前記閾値より大きい前記量の値に対して、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量から独立した量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成されている、請求項8に記載の装置。

**【請求項15】**

閾値より大きい前記量の値に対して、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成され、 20

前記閾値より小さい前記量の値に対して、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量から独立した量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するよう構成されている、請求項8に記載の装置。

**【請求項16】**

前記コントローラは、前記シャシの垂直位置を受け取るため第2の入力部を更に備え、前記コントローラは、少なくとも部分的に前記位置信号と前記ロール指令信号との組み合わせに基づいて前記制御信号を決定するよう構成されている、請求項1に記載の装置。 30

**【請求項17】**

請求項1に記載の装置を備える、アクティブサスペンションシステム。

**【請求項18】**

請求項1に記載の装置システムを備える、自動車。

**【請求項19】**

前記コントローラは、タイヤ圧縮に依存する角度でロールするため制御信号を発生するよう構成されている、請求項1に記載の装置。

**【請求項20】**

自動車により実行される旋回に応答して該自動車のシャシのロール角度を制御するための方法であって、 40

前記シャシの垂直変位を示すフィードバック信号を受け取り、

前記旋回の選択された属性を示すロール指令信号を前記フィードバック信号と組み合わせて修正されたフィードバック信号を発生し、

少なくとも部分的に前記修正されたフィードバック信号に基づいて前記ロール角度を所望値に向かわせるための制御信号を決定する、各工程を備える、方法。

**【請求項21】**

旋回の選択された属性を決定して該旋回の属性を示す量を導出する工程を更に備える、請求項20に記載の方法。

**【請求項22】**

前記ロール指令信号発生器は、前記量の関数であるロール指令信号を発生するよう構 50

成されている、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記量が選択された範囲の値内にあることを決定し、  
前記コントローラが、前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生する、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

量を導出する工程は、少なくとも部分的に前記自動車の速度の大きさを示す速度データと前記旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて量を導出する工程を備える、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記速度データを二乗し、その結果を前記方向データで乗算することにより前記量を計算する工程を更に備える、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

少なくとも部分的にヨー信号に基づいて量を導出する工程を更に備え、該ヨー信号は、前記旋回の属性を示す、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 7】

請求項 2 0 に記載の方法を実行するように構成されたアクティブサスペンションシステム。

【請求項 2 8】

自動車内でアクティブサスペンションシステムを制御するための装置であって、  
前記装置は、コントローラを備え、該コントローラは、前記車両により実行される旋回に連係されたロール指令信号を受け取るため第 1 の入力部と、前記車両のシャシを前記旋回の中心に向かってロールさせるための制御信号を提供するための出力部と、を有する、装置。

【請求項 2 9】

前記コントローラは、負のロール角度を達成するため前記旋回の中心に向かって内側に前記車両のシャシをロールさせるように構成される、請求項 2 8 に記載の装置。

【請求項 3 0】

ロール指令信号発生器を更に備え、  
前記ロール指令信号発生器は、  
旋回の選択された属性を示すデータを受け取るための入力部と、  
前記コントローラの前記第 1 の入力部に前記ロール指令信号を提供するための出力部と、  
を有する、請求項 2 8 に記載の装置。

【請求項 3 1】

前記ロール指令信号発生器は、  
少なくとも部分的に前記自動車の速度の大きさを示す速度データと前記旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて、ロール指令信号を発生するように構成される、請求項 3 0 に記載の装置。

【請求項 3 2】

前記ロール指令信号発生器は、  
少なくとも部分的にヨー信号に基づいて、ロール指令信号を発生するように構成され、  
前記ヨー信号は、前記旋回の属性を示す、請求項 3 0 に記載の装置。

【請求項 3 3】

前記ロール指令信号発生器は、前記旋回の属性を示す量を導出するように構成される、  
請求項 3 0 に記載の装置。

【請求項 3 4】

前記ロール指令信号発生器は、前記量の関数であるロール指令信号を発生するように構成される、請求項 3 3 に記載の装置。

【請求項 3 5】

10

20

30

40

50

前記量の選択された値の範囲内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されている、請求項34に記載の装置。

【請求項36】

前記量の第1の範囲の値内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、

前記量の第2の範囲の値内において、前記ロール指令信号発生器は、前記コントローラが前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、

前記第1及び第2の範囲の値のための比例定数が互いに異なっている、請求項34に記載の装置。

【請求項37】

前記コントローラは、前記シャシの垂直位置を受け取るため第2の入力部を更に備え、

前記コントローラは、少なくとも部分的に前記位置信号と前記ロール指令信号との組み合わせに基づいて前記制御信号を決定するように構成されている、請求項28に記載の装置。

【請求項38】

請求項28に記載の装置を備える、自動車。

【請求項39】

請求項28に記載の装置を備える、アクティプサスペンションシステム。

【請求項40】

自動車により実行される旋回に応答して該自動車のシャシのロール角度を制御するための方法であって、

前記シャシの垂直変位を示すフィードバック信号を受け取り、

前記旋回の選択された属性を示すロール指令信号を前記フィードバック信号と組み合わせて修正されたフィードバック信号を発生し、

少なくとも部分的に前記修正されたフィードバック信号に基づいて前記シャシを前記旋回の中心に向かってロールさせるための制御信号を決定する、各工程を備える、方法。

【請求項41】

負のロール角度を達成するため、前記車両のシャシを前記旋回の中心に向かって内方にロールさせる工程を更に備える、請求項40に記載の方法。

【請求項42】

旋回の属性を示す量を備えるため該旋回の選択された属性を画定する工程を更に備える、請求項40に記載の方法。

【請求項43】

前記ロール指令信号発生器は、前記量の関数であるロール指令信号を発生するように構成されている、請求項42に記載の方法。

【請求項44】

前記量が選択された範囲の値内にあることを決定し、

前記コントローラが、前記量に比例する量で前記シャシをロールさせるためのロール指令信号を発生する、請求項43に記載の方法。

【請求項45】

量を導出する工程は、少なくとも部分的に前記自動車の速度の大きさを示す速度データと前記旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて量を導出する工程を備える、請求項43に記載の方法。

【請求項46】

前記量を画定する工程は、少なくとも部分的にヨー信号に基づいて量を導出する工程を備える、請求項42に記載の方法。

【請求項47】

10

20

30

40

50

請求項 40 に記載の方法を実行するように構成されたアクティブサスペンションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車のためのサスペンションシステムに係り、特にアクティブサスペンションシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車が旋回するとき、その旋回中心から離れる方向に、そのシャシが外方にロールしようとする傾向が存在している。多くの乗員にとっては、これは、警告が無ければ、不快な感覚となり得る。

【0003】

アクティブサスペンションシステムは、車輪に対するシャシの姿勢を測定し、自動車を旋回中心から離れる方にロールさせるこれらの力を克服しようとする力を印加することにより、外方にロールさせようとする上記傾向を克服することを試みている。これらのシステムは、旋回の間にシャシのレベルを保持しようとする。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明は、自動車内のアクティブサスペンションシステムを制御するための装置、該装置を備えるアクティブサスペンションシステム、及び／又は、該装置を備える自動車に関する。

【0005】

一態様では、本装置は、第1の入力部と、出力部とを有するコントローラを備える。第1の入力部は、車両により実行された旋回に連係されたロール指令信号を受け取る。出力部は、ロール指令信号に応答した角度へと車両のシャシをロールさせるための制御信号を提供する。

【0006】

幾つかの実施形態では、コントローラは、シャシの垂直位置を受け取るための第2の入力部を更に備える。そのような実施例では、コントローラは、少なくとも部分的に位置信号とロール指令信号との組み合わせに基づいて制御信号を決定するように構成されている。

【0007】

他の実施形態では、コントローラは、タイヤ圧縮に依存する角度にロールするため制御信号を発生するように構成されている。

他の幾つかの実施形態は、旋回の選択された属性を示すデータを受け取るための入力部と、コントローラの第1の入力部にロール指令信号を提供するための出力部と、を有するロール指令信号発生器を更に備える。

【0008】

ロール指令信号発生器は、少なくとも部分的に速度データと方向データとに基づいてロール指令信号を発生するように構成することができる。速度データは、自動車の速度の大きさを指し示す。方向データは、旋回の曲率半径を更に示す。

【0009】

代替例として、ロール指令信号発生器は、少なくとも部分的にヨー信号に基づいてロール指令信号を発生するように構成することができる。そのような実施例におけるヨー信号は、旋回の属性を示す。

【0010】

ロール指令信号発生器は、旋回の属性を示す量を導出するように構成することもできる。一例としての量は旋回率である。旋回率は、例えば速度データを二乗し、その結果を方

10

20

30

40

50

向データにより乗算することにより、計算することができる。

【0011】

ロール指令信号発生器が旋回の属性を示す量を導出するように構成される当該実施形態について、ロール指令信号発生器を様々な仕方で構成することができる。

これらの実施例の中には、ロール指令信号発生器が、当該量の関数であるロール指令信号を発生するように構成されているものがある。例えば、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されてもよい。その比例定数は、例えばタイヤ特性に基づいて選択することができる。或いは、当該量の選択された範囲の値内で、コントローラが当該量に非線形に依存する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生させるようにロール指令信号発生器を構成することができる。

10

【0012】

代替例として、当該量の第1の範囲の値内で、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、当該量の第2の範囲の値内で、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成される。第1及び第2の範囲の値に対する比例定数は、一般に、互いに異なり得る。

10

【0013】

他の実施形態では、当該量の第1の範囲の値内において、ロール指令信号発生器は、コントローラが該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成される。当該量の第2の範囲の値内において、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量から独立した量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成される。

20

【0014】

更に他の形態では、閾値より小さい当該量の値に対して、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成される。閾値より大きい当該量の値に対して、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量から独立した量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されている。

30

【0015】

閾値より大きい前記量の値に対して、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成される、実施形態も存在する。閾値より小さい当該量の値に対して、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量から独立した量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成されている。

30

【0016】

別の態様では、本発明は、自動車により実行される旋回に応答して該自動車のシャシのロール角度を制御するための方法と、本方法を実行するためのアクティブサスペンションシステムと、を備える。

40

【0017】

本方法は、シャシの垂直変位を示すフィードバック信号を受け取り、旋回の選択された属性を示すロール指令信号をフィードバック信号と組み合わせる、各工程を備える。これは、修正されたフィードバック信号を発生する。少なくとも部分的に該修正されたフィードバック信号に基づいてロール角度を所望値に向かわせるための制御信号を決定する。

40

【0018】

本方法の実施形態では、旋回の選択された属性を決定して該旋回の属性を示す量を導出する工程を更に備える。

当該実施形態の中には、旋回の属性を示す量の関数であるロール指令信号を発生するためロール指令信号発生器を構成する工程を備える形態が存在する。これは、当該量が選択された範囲の値内にあることを決定し、コントローラが、該量に比例する量でシャシをロ

50

ールさせるためのロール指令信号を発生する、各工程を備える。

【0019】

他の実施形態では、当該量を導出する工程は、少なくとも部分的に速度データと方向データとに基づいて量を導出する工程を備える。速度データは自動車の速度の大きさを示し、方向データは旋回の曲率半径を示す。

【0020】

様々な方法が当該量を計算するため利用可能である。本方法の一つの形態は、速度データの二乗値を方向データで乗算することにより当該量を計算する工程を更に備える。別の実施形態は、少なくとも部分的にヨー信号に基づいて当該量を導出する工程を備える。この場合には、ヨー信号は、旋回の属性を示している。

10

【0021】

別の態様では、本発明は、自動車のためのアクティブサスペンションシステムを備える。本システムは、第1の入力部と出力部とを備えるコントローラを有する。第1の入力部は、車両により実行される旋回に応答して発生されるロール指令信号を受け取る。出力部は、車両のシャシを、旋回中心に向ってロールさせるための制御信号を提供する。

【0022】

幾つかの実施形態では、コントローラは、負のロール角度を達成するため車両のシャシを旋回の中心に向って内側にロールさせるように構成される。

他の実施形態は、入力部と出力部とを有するロール指令信号発生器を備える。当該入力部は、旋回の選択された属性を示すデータを受け取る。出力部は、コントローラの第1の入力部にロール指令信号を提供する。幾つかの実施形態では、ロール指令信号発生器は、少なくとも部分的に自動車の速度の大きさを示す速度データと旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて、ロール指令信号を発生するように構成される。

20

【0023】

他の実施形態では、ロール指令信号発生器は、少なくとも部分的にヨー信号に基づいてロール指令信号を発生するように構成され、該ヨー信号は、旋回の属性を示す。

他の実施形態では、ロール指令信号発生器は、旋回の属性を示す量を導出するように構成される。

【0024】

他の実施形態では、ロール指令信号発生器は、当該量の関数であるロール指令信号を発生するように構成される。例えば、当該量の選択された値の範囲内において、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成することができる。又は、当該量の第1の範囲の値内において、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、当該量の第2の範囲の値内において、ロール指令信号発生器は、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生するように構成され、第1及び第2の範囲の値のための比例定数が互いに異なるようにすることもできる。

30

【0025】

追加の実施形態は、コントローラが、シャシの垂直位置を受け取るため第2の入力部を備える実施形態を含んでいる。これらの実施形態では、コントローラは、少なくとも部分的に位置信号とロール指令信号との組み合わせに基づいて制御信号を決定するように構成される。

40

【0026】

別の態様では、本発明は、自動車により実行される旋回に応答して自動車のシャシのロール角度を制御するための方法と、該方法を実行するためのアクティブサスペンションシステムと、に関する。

【0027】

当該実施形態は、シャシの垂直変位の尺度を示すフィードバック信号が受信される形態を含んでいる。ロール指令信号はフィードバック信号と組み合わされて修正されたフィー

50

ドバック信号を発生する。ロール指令信号は、旋回の選択された属性を示す。少なくとも部分的に修正されたフィードバック信号に基づいて、シャシが旋回中心に向かってロールされるように制御信号が決定される。

【0028】

当該実施形態は、車両のシャシが負のロール角度を達成するため旋回中心に向かって内側にロールされる形態を含んでいる。

他の実施形態は、旋回の属性を示す量を画定する工程を含む。これらの実施形態では、ロール指令信号発生器は、当該量の関数であるロール指令信号を発生するように構成することができる。

【0029】

そのようなロール指令信号を発生する特定の例は、当該量が選択された範囲の値内にあることを決定し、コントローラが当該量に比例する量でシャシをロールさせるためのロール指令信号を発生する、各工程を備える。

【0030】

様々な方法が当該量を導出するため利用可能となる。例えば、当該量は、少なくとも部分的に自動車の速度の大きさを示す速度データと旋回の曲率半径を示す方向データとに基づいて導出されることがある。又は、当該量は、少なくとも部分的にヨー信号に基づいて導出されることもできる。

【0031】

本発明の他の特徴及び利点は、次の詳細な説明及び請求の範囲から明らかとなろう。

10

【実施例】

【0032】

図1に示された自動車10は、その4つのコーナーの各々で、アクティブサスペンション要素16によって4輪14（そのうちの2つだけが図示されている）に連結されたシャシ12を備えている。アクティブサスペンション要素16の各々は、アクティブサスペンション要素を究極的に変化させ又は他の仕方で車輪14に対するシャシ12の姿勢を制御する制御信号を動的に受信する（制御信号は、サスペンション要素と一緒に配置されるか又は車両の他の箇所に配置された構成部品により発生させることができる）。アクティブサスペンションシステムは、車両の姿勢を動的に制御するため4つのアクティブサスペンション要素16を使用する。

30

【0033】

シャシ12の姿勢を制御するため、最初にその姿勢を測定することが有用となる。この目的のために、自動車10は、8つのセンサーを備え、そのうちの2つのセンサーは、自動車10の各コーナーと連係されている。該センサーのうち4つのセンサーは、位置センサー18であり、それらの各々は、参照データと自動車10のシャシ12上の対応する位置ポイントとの間の垂直距離を示す位置信号20を提供する。参照データは、車輪上的一点であってもよい。代替例として、位置センサー18は、シャシ12と道路表面との間の距離を報告するようにしてもよい。適切な位置センサー18は、「デジタル絶対位置エンコーダ」と題された、共有された米国特許番号5,574,445号に記載されている。その内容は、ここで参照したことで本願に組み込まれる。

40

【0034】

残りの4つのセンサーは、シャシ12の4つのコーナー上に取り付けられた加速度計22である。各々の加速度計は、積分されたとき車両の参照フレームに対するシャシ12の垂直速度を示す速度信号24となる出力信号を提供する。総じて、これらのセンサー18、22は、シャシ12の姿勢を示す情報を提供する。

【0035】

位置センサー18及び加速度計22は、対応する位置信号20及び速度信号24をコントローラ26に伝達する。これらの信号に応答して、コントローラ26は、4つの動的に発生した制御信号28を計算し、これらの信号を、各々のサスペンション要素16内の4つの対応する力変換器30に伝達する。制御信号28に応答して、各々の力変換器30は

50

、対応する車輪 14 とシャシ 12 との間で力を惹起させる。コントローラ 26 は、シャシ 12 と各車輪 14 との間に印加された、その結果として生じた力がシャシ 12 の所望の姿勢を維持するため協働するように、制御信号 28 を計算する。

【0036】

「経路に沿った直線変換」と題された共有の米国特許番号 4,981,309 号は、自動車 10 で使用するのに適した力変換器 30 を記載している。「車輪アッセンブリサスペンディング」と題された、共有の米国特許番号 4,960,290 号は、各車輪 14 において力変換器 30 及びセンサーを組み込む例を記載している。これらの両特許の内容は、ここで参照したことで本願に組み込まれる。

【0037】

自動車 10 が旋回するとき、その結果として生じた運動量の変化は、自動車に遠心力を経験させる。遠心力は、旋回の外側にあるサスペンション要素及びタイヤを圧縮させ、旋回の内側にあるサスペンション要素及びタイヤを広げようとする。これらの効果は組み合わされて、図 2 に示されるように、自動車 10 を旋回の中心 32 から離れる方に外方にロールする。

【0038】

コントローラ 26 のタスクのうちの一つは、ロール角度 15 を所望のセットポイントに維持する制御信号 28 を動的に発生することである。所望のセットポイントを、任意にセットすることができる。このセットポイントは、車両ダイナミックスの任意機能としてセットすることができる。例えば、コントローラ 26 は、図 3 に示されるように、旋回が如何に鋭く又は速く起こるかに係らず、シャシ 12 を道路に水平に維持させるように構成され得る。しかし、この場合には、乗員は、横方向の力によってそれらの座席から離れて側面に押される不快な感覚を経験し得る。

【0039】

代替例として、所望のセットポイントを、遠心力に依存させることができる。例えば、コントローラ 26 は、図 4 に示されるように、旋回の中心 32 に向ってシャシ 12 を内側にロールさせることができる。乗員が適切に横傾斜された飛行機上で旋回を経験するときと同じ程度に乗員が旋回を経験するように、内側ロールの範囲を動的に制御させることができる。

【0040】

説明の目的のために、正のロール角度 15 は、図 2 に示されるように、旋回中心に対して外方にロールされる車両シャシを示し、負のロール角度 15 は、図 4 に示されるように、旋回中心に対して内方にロールされる車両シャシを示している。

【0041】

図 5 に示されるように、ロール角度 15 を制御するためのコントローラ 26 は、ロール速度信号 24 を受信するロール速度コントローラ 34 を備えている。ロール速度コントローラは、従来の型式の単純な比例ゲインコントローラであってもよい。

【0042】

コントローラ 26 は、ロール位置信号 20 を受信するロール位置コントローラ 36 を更に備えている。しかし、ロール位置信号 20 は、それが位置コントローラ 36 に提供される前に、ロール指令信号 38 によりバイアスされている。

【0043】

セットポイントの姿勢を達成するため車両のコーナーの各々で必要とされる力を計算するプロセスは、ロール速度  $V_{roll,24}$  及びロール変位  $X_{roll,20}$  を計算することにより、開始する。これらの計算結果は、車両のコーナーにおける速度及びロール変位測定値に基づいて、ブロック 22 及び 18 で各々計算することができる。ブロック 22 で実行される  $V_{roll,24}$  を計算するための一つの共通の方法は、次式により与えられる。

【0044】

【数1】

$$V_{ROLL} = \frac{1}{4} (V_{LF} + V_{LR} - V_{RR} - V_{RF})$$

【0045】

ここで、 $V_{LF}$ 、 $V_{LR}$ 、 $V_{RR}$ 及び $V_{RF}$ は、各々、車両の左前、左後、右後及び右前における各コーナーの速度である。同様に、前輪車両20のロール変位は、ブロック18で実行されるとときに次式を使用して4つの位置信号を結合することにより計算することができる。

【0046】

【数2】

$$X_{ROLL} = \frac{1}{4} (X_{LF} + X_{LR} - X_{RR} - X_{RF})$$

10

【0047】

ここで、 $X_{LF}$ 、 $X_{LR}$ 、 $X_{RR}$ 及び $X_{RF}$ は、各々、車両の左前、左後、右後及び右前における各コーナーの変位である。かくして、ロール速度の大きさは、自動車10が如何に速くロールしているかの尺度を提供し、ロール速度の符号は、自動車10が、旋回の中心に向って内方にロールしているか、又は、旋回の中心から離れて外方にロールしているかを示している。同様に、ロール変位は、ロール角度15の尺度であり、自動車10が旋回の中心に向って内方に横傾斜されるか、又は、旋回の中心から離れて外方に横傾斜されるかを示している。

20

【0048】

車両ボディの固体ボディロール速度及びロール変位を計算するための様々な方法が存在する。他の線形的な組み合わせを使用してもよい。加えて、固体ボディの自由度を、センサーのサブセットだけを使用して、又は、センサーの異なる組み合わせ及び種類を使用して計算することができる。

【0049】

図5を再び参照する。速度 $V_{roll}$ のロール成分は、ロール速度コントローラ34により処理され、変位 $X_{roll}$ のロール成分は、ロール位置コントローラ36により処理される。これらのコントローラの出力は、ロール制御信号28を形成するため結合される。ロール制御信号28は、 $V_{roll}$ 及び $X_{roll}$ の各公式を逆転することにより、4つのコーナーに分配される。詳しくは、与えられた例に関しては、車両の左コーナーは、ロール制御信号28を使用し、車両の右コーナーは、信号28の負値を使用する。

30

【0050】

より一般的には、マトリックス表示において、位置コントローラ36の出力は、

【0051】

【数3】

$$\mathbf{T}^1 \mathbf{KT}(\bar{\mathbf{x}} + \bar{\mathbf{y}})$$

40

【0052】

であり、ここで、

【0053】

【数4】

$$\bar{\mathbf{x}}$$

【0054】

は、次の位置センサー測定値から構成されたベクトルである。

【0055】

【数5】

$$\begin{pmatrix} X_{LF} \\ X_{LK} \\ X_{RK} \\ X_{RF} \end{pmatrix}$$

【0056】

【数6】

$$\vec{y}$$

10

【0057】

は、位置指令信号から構成されたベクトルである。Tは、

【0058】

【数7】

$$\vec{x}$$

【0059】

を、ロールを含む逆座標系へと変換する行列である。そのような座標系の一つが、次式のようにヒーブ、ピッチ、ロール及びねじれ座標により画定されたものである。

20

【0060】

【数8】

$$T = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

【0061】

他の座標系も使用することができる。Kは、ロール制御を含む、任意の $4 \times 4$ 位置コントローラ行列である。

一実施例では、ロール位置コントローラ36は、比例積分(PI)コントローラ又はPIDコントローラである。この場合には、ロールコマンド信号38とロール位置信号20との間の任意の誤差は、結局、積分される。別の実施例では、ロール位置コントローラ36は、比例(P)ゲインコントローラである。この場合には、非ゼロのDC誤差が存在する。PI、PID又はPコントローラのパラメータを、様々な性能基準に合致するように選択することができる。例えば、パラメータは、数Hz(例えば1乃至5Hz)等の所定の範囲内にある、閉ループバンド幅を達成するため選択されてもよい。

【0062】

ロールコマンド信号38は、速度センサー42と方向センサー44とに接続されたロールコマンド信号発生器40により発生される。方向センサー44は、旋回の曲率半径を示す方向信号46を提供する。方向センサー44は、例えば、自動車10の長さ方向軸に対して前輪がなす角度に対応する方向信号46を提供するためハンドルに連結することができる。速度センサー42は、自動車の速度ベクトルの大きさを示す速度信号48を提供する。速度センサー42は、速度計を制御するのと同じ信号に連結することができる。

40

【0063】

ロール指令信号発生器40は、速度信号及び方向信号を結合して、旋回率と称される量を発生する。この旋回率は、移動のその平面に垂直な軸の周りに自動車10により経験される角速度の尺度を提供する。このように旋回率は、旋回がどのくらい急であるかを測定する。例えば、ロール指令信号発生器40は、速度信号の二乗を方向信号により乗算し

50

て旋回率<sub>1</sub>を発生することができる。代替例として、ロール指令信号発生器40は、ヨーセンサーに接続することができる。この場合には、旋回率<sub>1</sub>は、測定されたヨー率から導出することができる。

#### 【0064】

一実施例では、<sub>1</sub>は、ロール位置信号20と結合されるべきロール指令信号38として使用することができる。しかし、シャシ12がロールする範囲を制御するため、その大きさが<sub>1</sub>に依存するゲインA( )を提供するのが望ましい。この場合には、ロール指令信号38は、A( )となる。<sub>1</sub>の符号に依存するロール指令信号38の符号は、シャシ12が旋回の間に内方又は外方のいずれにロールするべきかを制御する。ゲインA( )の大きさは、シャシ12が旋回に応じてロールする所望の範囲を制御する。ロール位置コントローラ36のゲインは、シャシ12が旋回に応じてロールするロール率を制御する。

10

#### 【0065】

例えば、図6は、A( )と<sub>1</sub>との間の線形関係を示す。タイヤ圧縮と<sub>1</sub>との間の線形関係を仮定すると、A( )の勾配を適切に選択することにより、図示されたゲイン関数は、ロールを中和化するため使用することができる。ロールを中和化しなければタイヤ圧縮を伴うであろう。タイヤ圧縮と<sub>1</sub>との間の非線形関係の一般的な場合に対しては、A( )と<sub>1</sub>の非線形関係(例えば、以下のように図10)を使用することができる。実際には、ゲインA( )の勾配は、<sub>1</sub>の異なる値に関連してタイヤ圧縮の量を測定することにより実験的に決定することができる。更に、ゲインA( )の大きさを増大させることは、タイヤ圧縮を補償するだけではなく、旋回の間の内方へのロールをも引き起こす。内方へのロールの量は、ゲインA( )の勾配によって決定される。この関数は、<sub>1</sub>の正の値がシャシ12を第1の方向にロールさせ、<sub>1</sub>の負の値がシャシ12を第1の方向とは反対の第2の方向にロールさせるように、<sub>1</sub>=0の軸の周りに対称的となっている。

20

#### 【0066】

図7は、ゲイン関数A( )の別の例を示している。図示のゲイン関数は、<sub>1</sub>が閾値t<sub>1</sub>より低い大きさを持つとき、<sub>1</sub>に関して線形に変化する。該閾値を超えると、ゲインは一定値に保持される。これは、<sub>1</sub>のより大きい値に対してロール補償の最大量を制限するコントローラに対応する。

#### 【0067】

図8は、ゲイン関数A( )の別の例を示す。図示のゲイン関数は、第1の閾値t<sub>1</sub>より低い大きさを有する<sub>1</sub>の値並びに第2の閾値t<sub>2</sub>を越える大きさを有する<sub>1</sub>の値に対しては一定である。これらの2つの閾値の間では、ゲイン関数は、特定の勾配を備える線形関数となる。これは、一旦、旋回が十分に急となった場合(即ち、一旦、<sub>1</sub>がt<sub>1</sub>を超えた場合)、自動車10をより大きい角度へと漸近的にロールさせ、その時点までは、何もないコントローラに対応することになる。<sub>1</sub>が第2の閾値t<sub>2</sub>に達したとき、最大量のロール補償が到達される。

30

#### 【0068】

図9は、ゲイン関数の一例を示す。該ゲイン関数では、閾値の大きさt<sub>1</sub>より低い大きさを有する<sub>1</sub>に対しては、当該関数は、ロールを中和化するため選択された浅い勾配を有する線形関数である。ロールを中和化しなければタイヤ圧縮を伴うであろう。当該閾値を超えると、当該関数は、より急な勾配を持つ線形関数となる。これは、追加のロールを提供し、その範囲が旋回中の乗員の快適さを向上させるため選択される。ロール角度15の最適値と、その旋回率の依存性とは、独自のものであり、実験的に決定される。典型的には、自動車10の望ましい内側ロール角度15は、数度より小さい。<sub>1</sub>の大きさが第2の閾値t<sub>2</sub>に達したとき、ロール補償の最大量に到達する。

40

#### 【0069】

図10は、任意の非線形関数の一例を示す。

図6、7、8、9及び10は、一例としてのゲイン関数を示す。しかし、他のゲイン関数を、類似の効果及び他の効果を達成するため使用することができる。例えば、開示された関数は、<sub>1</sub>=0の軸の周りに全て対称的であるが、このことは、その場合である必要は

50

ない。ゲイン関数は、当該軸の周りに非対称であってもよい。ゲイン関数は、図6乃至図9に示されるもの等、の区分的線形関数として表すことができ、或いは、それらは、図10に示されるように、の任意の非線形関数であってもよい。

【0070】

他の手段は請求の範囲内に属している。例えば、アクティブサスペンションシステムが、4つの車輪14により支持されるシャシ12の文脈で説明されたが、本システムは、3つの車輪又は4つより多い車輪により支持されるシャシ12の場合に容易に適合することができる。

【0071】

力変換器30は、各車輪における唯一のサスペンション要素とすることができる。代替例として、力変換器30は、例えばスプリング又はダンパー等の追加のサスペンション要素と共に存してもよい。例えば、リニア電磁アクチュエータ、液圧ラム、回転電気モーター、又は、可変スプリング等の任意の型式の力変換器30を使用することができる。一般には、本発明は、任意の型式の制御可能なサスペンション要素を備える車両サスペンションシステムに適用可能である。

【0072】

幾つかの実施例では、コントローラ26は、スカイフックダンパーコントローラの一種である。しかし、シャシ12のロール角度15は、ロール指令信号38を任意の線形又は非線形コントローラへと導入することにより制御することもできる。加えて、前述した説明は、自動車のアクティブサスペンションのためのコントローラに言及しているが、当該コントローラは、例えばトラック、バス及びヴァン等の他の自動車におけるアクティブサスペンションを制御するため並びに3輪駆動車両又は列車におけるアクティブサスペンションを制御するため使用することができる。

【0073】

更には、コントローラは、車輪付き車両に関連して説明されたが、それは、例えばスノーモービル、又は、タンク若しくは重量構造設備等の鉄道車両等の他の陸上車両におけるアクティブサスペンションを制御するためにも使用することができる。

【0074】

本説明は、本発明を解説することを意図しており、添付の請求の範囲を制限するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】図1は、アクティブサスペンションの概略側面図である。

【図2】図2は、旋回中のシャシの概略側面図である。

【図3】図3は、旋回中のシャシの概略側面図である。

【図4】図4は、旋回中のシャシの概略側面図である。

【図5】図5は、コントローラのプロック図である。

【図6】図6は、一例としてのゲイン関数を示す。

【図7】図7は、一例としてのゲイン関数を示す。

【図8】図8は、一例としてのゲイン関数を示す。

【図9】図9は、一例としてのゲイン関数を示す。

【図10】図10は、一例としてのゲイン関数を示す。

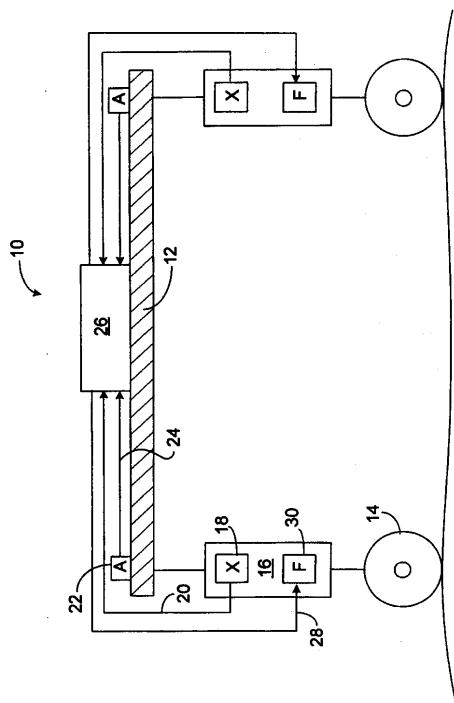
10

20

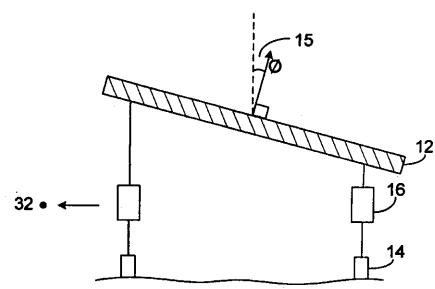
30

40

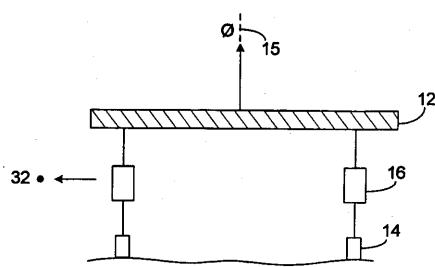
【図1】



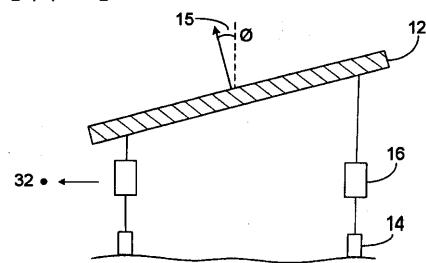
【図2】



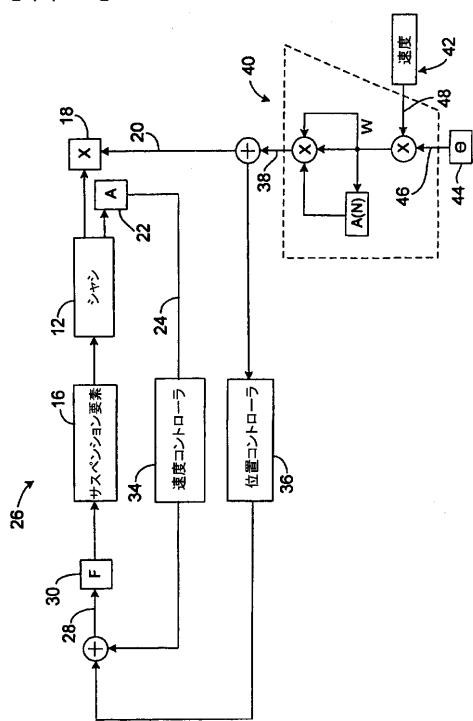
【図3】



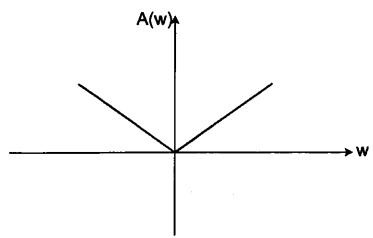
【図4】



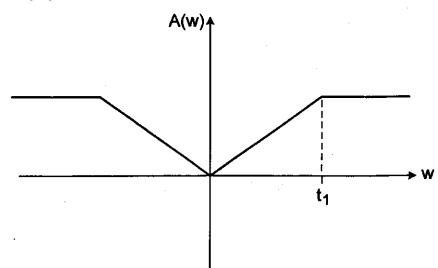
【図5】



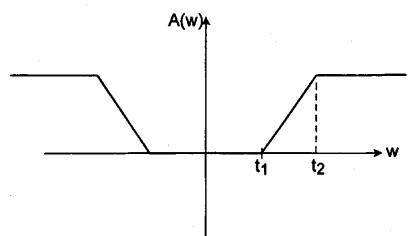
【図6】



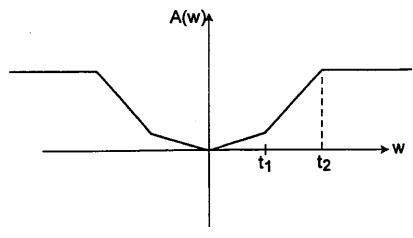
【図7】



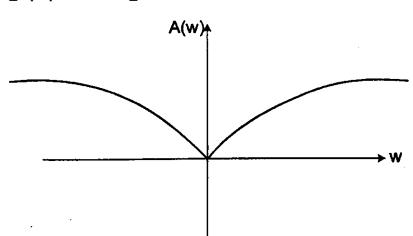
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100106644

弁理士 戸塚 清貴

(72)発明者 アマー・ジー・ボーズ

アメリカ合衆国マサチューセッツ州 01778, ウェイランド, ディアー・ラン・ロード 17

F ターム(参考) 3D301 AA03 AA04 AA05 AA48 AB02 DA15 DA22 DA23 DA33 DA35

DA38 DB25 EA04 EA11 EA14 EA19 EA34 EA35 EA43 EA73

EA74 EB02 EB03 EB07 EB08 EB09 EB13 EC01 EC05 EC08

EC18 EC26 EC28

【外國語明細書】

2006001545000001.pdf