

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5811260号
(P5811260)

(45) 発行日 平成27年11月11日(2015.11.11)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 0 G 17/018 (2006.01)	B 6 0 G 17/018
B 6 0 W 40/12 (2012.01)	B 6 0 W 40/12
B 6 0 T 8/26 (2006.01)	B 6 0 T 8/26 H
B 6 0 T 8/1766 (2006.01)	B 6 0 T 8/1766
G 0 1 B 21/02 (2006.01)	G 0 1 B 21/02 A

請求項の数 6 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2014-500009 (P2014-500009)
 (86) (22) 出願日 平成24年2月16日 (2012. 2. 16)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/053726
 (87) 国際公開番号 W02013/121569
 (87) 国際公開日 平成25年8月22日 (2013. 8. 22)
 審査請求日 平成26年4月30日 (2014. 4. 30)

(73) 特許権者 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100117075
 弁理士 伊藤 剣太
 (72) 発明者 吉見 剛
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 香村 伸吾
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 平野 貴也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車高推定装置および車高推定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各車輪の速度である車輪速を検出する車輪速検出手段と、
 前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一对の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する車高推定手段と、を備え、
 前記車高推定手段は、
前記検出された一对の左右輪の車輪速を周波数解析し、ゲイン特定周波数における前記左右輪の車輪速特性をそれぞれ算出し、
前記算出された車輪速特性の差である左右輪車輪速ゲイン差と、前記対応関係である前記ゲイン特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速ゲインと、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪の相対高さを前記車高として推定すること
を特徴とする車高推定装置。

【請求項2】

各車輪の速度である車輪速を検出する車輪速検出手段と、
 前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一对の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する車高推定手段と、
車両の車速を検出する車速検出手段と、を備え、

前記車高推定手段は、

前記検出された一対の前後輪の車輪速を周波数解析し、位相特定周波数における前後輪車輪速位相差を算出し、

前記検出された車速に基づいて、前記前輪および前記後輪の入力の位相差である入力位相差を算出し、

前記算出された前後輪車輪速位相差と、前記入力位相差と、前記対応関係である前記位相特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速位相と、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記後輪の車輪高さを前記車高として算出することを特徴とする車高推定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の車高推定装置において、

前記各車輪の前記ボディに対する懸架状態を変更する懸架状態変更装置をさらに備え、前記対応関係は、前記各車輪の前記懸架状態に応じて異なるものであり、

前記車高推定手段は、前記懸架状態に応じた前記対応関係に基づいて前記車高を推定する車高推定装置。

【請求項 4】

各車輪の速度である車輪速を検出する手順と、

前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一対の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する手順と、

前記検出された一対の左右輪の車輪速を周波数解析し、ゲイン特定周波数における前記左右輪の車輪速特性をそれぞれ算出する手順と、を含み、

前記車高を推定する手順は、前記算出された車輪速特性の差である左右輪車輪速ゲイン差と、前記対応関係である前記ゲイン特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速ゲインと、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪の相対高さを前記車高として推定することを特徴とする車高推定方法。

【請求項 5】

各車輪の速度である車輪速を検出する手順と、

前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一対の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する手順と、

前記車両の車速を検出する手順と、前記検出された一対の前後輪の車輪速を周波数解析し、位相特定周波数における前後輪車輪速位相差を算出する手順と、前記検出された車速に基づいて、前記前輪および前記後輪の入力の位相差である入力位相差を算出する手順と、を含み、

前記車高を推定する手順は、前記算出された前後輪車輪速位相差と、前記入力位相差と、前記対応関係である前記位相特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速位相と、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記後輪の車輪高さを前記車高として算出することを特徴とする車高推定方法。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載の車高推定方法において、

前記対応関係は、前記各車輪の前記ボディに対する懸架状態を変更する懸架状態変更装置による前記各車輪の前記懸架状態に応じて異なるものであり、

前記車高を推定する手順は、前記懸架状態に応じた前記対応関係に基づいて前記車高を推定する車高推定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、車両の車高を推定する車高推定装置および車高推定方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、車両は、搭乗員の数や積載物の有無や量などによる車載状態等に応じて車高が変化する。車高の変化は、各車輪のボディに対する車輪高さの変化によって生じる。従って、従来では、車輪高さを検出する車高センサを用いて実際の車高高さに基づいて車高を検出することが行われていた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2005-225339号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ABS (Antilock Brake System) を搭載している車両では、車両の左右の荷重差や前後荷重差に応じて、各車輪に対応するブレーキ装置が発生する制動力を制御することが好ましい。そのため、車両の荷重状態を直接検出する荷重センサがない場合は、車両の車高に基づいて車両の荷重状態を判断することが考えられる。従って、複数の車高センサが必要となり、車両1台のコストが増加するおそれがある。そこで、既存のセンサからの入力値に基づいて車両の車高を推定できることが望まれている。

【0005】

そこで、本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、安価に車両の車高を推定することができる車高推定装置および車高推定方法を提案することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る車高推定装置では、各車輪の速度である車輪速を検出する車輪速検出手段と、前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一对の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する車高推定手段と、を備え、前記車高推定手段は、前記検出された一对の左右輪の車輪速を周波数解析し、ゲイン特定周波数における前記左右輪の車輪速特性をそれぞれ算出し、前記算出された車輪速特性の差である左右輪車輪速ゲイン差と、前記対応関係である前記ゲイン特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速ゲインと、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪の相対高さを前記車高として推定することを特徴とする。

【0008】

本発明に係る車高推定装置では、各車輪の速度である車輪速を検出する車輪速検出手段と、前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一对の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する車高推定手段と、車両の車速を検出する車速検出手段と、を備え、前記車高推定手段は、前記検出された一对の前後輪の車輪速を周波数解析し、位相特定周波数における前後輪車輪速位相差を算出し、前記検出された車速に基づいて、前記前輪および前記後輪の入力の位相差である入力位相差を算出し、前記算出された前後輪車輪速位相差と、前記入力位相差と、前記対応関係である前記位相特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速位相と、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記後輪の車輪高さを前記車高として算出することを特徴とする。

【0009】

また、上記車高推定装置において、前記各車輪の前記ボディに対する懸架状態を変更する懸架状態変更装置をさらに備え、前記対応関係は、前記各車輪の前記懸架状態に応じて

10

20

30

40

50

異なるものであり、前記車高推定手段は、前記懸架状態に応じた前記対応関係に基づいて前記車高を推定することが好ましい。

【0010】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る車高推定方法では、各車輪の速度である車輪速を検出する手順と、前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一対の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する手順と、前記検出された一対の左右輪の車輪速を周波数解析し、ゲイン特定周波数における前記左右輪の車輪速特性をそれぞれ算出する手順と、を含み、前記車高を推定する手順は、前記算出された車輪速特性の差である左右輪車輪速ゲイン差と、前記対応関係である前記ゲイン特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速ゲインと、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪の相対高さを前記車高として推定することを特徴とする。

10

【0012】

本発明に係る車高推定方法では、各車輪の速度である車輪速を検出する手順と、前記車輪速および前記車輪に対して路面から入力される路面入力に基づいた値と前記車輪のボディに対する車輪高さとの対応関係と、前記検出された一対の車輪の車輪速とに基づいて車高を推定する手順と、前記車両の車速を検出する手順と、前記検出された一対の前後輪の車輪速を周波数解析し、位相特定周波数における前後輪車輪速位相差を算出する手順と、前記検出された車速に基づいて、前記前輪および前記後輪の入力の位相差である入力位相差を算出する手順と、を含み、前記車高を推定する手順は、前記算出された前後輪車輪速位相差と、前記入力位相差と、前記対応関係である前記位相特定周波数における前記車輪速および前記路面入力に基づいた実車輪速位相と、前記車輪高さとの関係とに基づいて前記後輪の車輪高さを前記車高として算出することを特徴とする。

20

【0013】

また、上記車高推定方法において、前記対応関係は、前記各車輪の前記ボディに対する懸架状態を変更する懸架状態変更装置による前記各車輪の前記懸架状態に応じて異なるものであり、前記車高を推定する手順は、前記懸架状態に応じた前記対応関係に基づいて前記車高を推定することが好ましい。

【発明の効果】

30

【0014】

本発明にかかる車高推定装置および車高推定方法は、一対の車輪の車輪速に基づいて車両の車高を推定することができるので、車高を検出するために車速センサを必要とせず安価に車両の車高を推定することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、実施形態1、2に係る車高推定装置の構成例を示す図である。

【図2】図2は、実施形態1に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。

【図3】図3は、前輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係を示す図である。

40

【図4】図4は、後輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係を示す図である。

【図5】図5は、ゲイン特定周波数における車輪速/路面入力ゲインと車輪高さとの関係を示す図である。

【図6】図6は、実施形態2に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。

【図7】図7は、前輪の車輪速/路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係を示す図である。

【図8】図8は、後輪の車輪速/路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係を示す図であ

50

る。

【図 9】図 9 は、位相特定周波数における車輪速 / 路面入力位相と車輪高さとの関係を示す図である。

【図 10】図 10 は、実施形態 3, 4 に係る車高推定装置の構成例を示す図である。

【図 11】図 11 は、実施形態 3 に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。

【図 12】図 12 は、前輪の車輪速 / 路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係 (減衰小) を示す図である。

【図 13】図 13 は、前輪の車輪速 / 路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係 (減衰大) を示す図である。

【図 14】図 14 は、後輪の車輪速 / 路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係 (減衰小) を示す図である。

【図 15】図 15 は、後輪の車輪速 / 路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係 (減衰大) を示す図である。

【図 16】図 16 は、ゲイン特定周波数における車輪速 / 路面入力ゲインと車輪高さとの関係を示す図である。

【図 17】図 17 は、実施形態 4 に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。

【図 18】図 18 は、前輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係 (減衰小) を示す図である。

【図 19】図 19 は、前輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係 (減衰大) を示す図である。

【図 20】図 20 は、後輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係 (減衰小) を示す図である。

【図 21】図 21 は、後輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係 (減衰大) を示す図である。

【図 22】図 22 は、位相特定周波数における車輪速 / 路面入力位相と車輪高さとの関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、下記の実施形態により本発明が限定されるものではない。また、下記の実施形態における構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【0017】

〔実施形態 1〕

図 1 は、実施形態 1, 2 に係る車高推定装置の構成例を示す図である。本実施形態に係る車高推定装置 1-1 は、図 1 に示すように、車両 10 に搭載されており、少なくとも各車輪である左前輪 11FL、右前輪 11FR、左後輪 11RL、右後輪 11RR のそれぞれに対応して設けられた車輪速センサ 2FL, 2FR, 2RL, 2RR と、車速センサ 3 と、ECU (Electric Control Unit) 4 とを含んで構成されている。なお、左前輪 11FL、右前輪 11FR、左後輪 11RL、右後輪 11RR は、ドライブシャフト 12FL, 12FR, 12RL, 12RR がそれぞれ連結されており、懸架装置 13FL, 13FR, 13RL, 13RR によりボディ 14 に対してそれぞれ回転自在に支持されている。ここで、左右前輪 11FL, 11FR に対応する懸架装置 13FL, 13FR の構成は同一であり、左右後輪 11RL, 11RR に対応する懸架装置 13RL, 13RR の構成は同一である。

【0018】

車輪速センサ 2FL, 2FR, 2RL, 2RR は、各車輪 11FL ~ 11RR のそれぞれの回転速度である左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} 、左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} [m/s] を検出するものである。車輪速センサ 2FL ~ 2RR により

10

20

30

40

50

検出された車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ は、例えばCAN通信システムによりECU4に入力され、ECU4が車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ を取得する。

【0019】

車速センサ3は、車両10の速度である車速 v [m/s] を検出するものであり、検出された車速 v が車輪速センサ2FL ~ 2RRと同様にECU4に入力され、ECU4が車速 v を取得する。車速センサ3は、例えば図示しないデファレンシャルギヤやアウトプットシャフトなどの動力源（例えば、エンジン、モータなど）が発生した動力を駆動輪（例えば、後輪1RL、1RR）に伝達する動力伝達経路上の回転体に設けられており、回転体の回転速度に基づいて車速 v を検出する。なお、車速センサ3は、車輪速センサ2FL ~ 2RRであってもよく、この場合、車輪速センサ2FL ~ 2RRにより検出された車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ に基づいて車速 v を検出することとなる。また、車速センサ3は、GPSに代表される車両10の位置データを検出するセンサでもよく、この場合検出された車両10の位置データの変化に基づいて車速 v を検出することとなる。

【0020】

ECU4は、車両10の制駆動力や挙動などを制御するものである。また、ECU4は、車高推定手段としての機能を有する車高推定部41を有する。車高推定部41は、本実施形態では、一对の左右輪である左右前輪1FL, 1FR（以下、単に「1FLR」と称する）の左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} 、あるいは左右後輪1RL, 1RR（以下、単に「1RLR」と称する）の左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} と、後述する車輪速および車輪に対して路面から入力される上下方向の路面入力 $[m]$ に基づいた値と車輪11のボディ14に対する車輪高さ h [mm] との対応関係と、に基づいて一对の左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪、例えば左前輪1FLに対する右前輪1FRの相対車輪高さである左右前輪車高差 H_{FLR} 、あるいは左後輪1RLに対する右後輪1RRの相対車輪高さである左右後輪車高差 H_{RLR} を車高として推定する。ここで、車輪11のボディ14に対する車輪高さ h [mm] とは、各車輪1FL ~ 1RRの車軸と、各懸架装置13FL ~ 13RRのボディ14に対する連結部との鉛直方向における長さをいう。例えば前輪1FL, 1FRでは、前輪1FL, 1FRの車軸と、前輪懸架装置13FL, 13FRのロワーアームのNO.2ブッシュがボディ14と連結する連結部との鉛直方向における長さである。また、例えば後輪1RL, 1RRでは、後輪1RL, 1RRの車軸と、後輪懸架装置13RL, 13RRのロワーアームがボディ14と連結する連結部との鉛直方向における長さである。ECU4のハード構成は、主に演算処理を行うCPU (Central Processing Unit)、プログラムや情報を格納するメモリ (SRAMなどのRAM、EEPROMなどのROM (Read Only Memory))、入出力インターフェースなどから構成され、既知の車両に搭載されるECUと同様であるため、詳細な説明は省略する。なお、ECU4には、車両10に搭載された図示しない駆動源、例えばエンジンを制御するエンジンECU5や、ブレーキ装置を制御するブレーキECU6、ステアリングのアシスト量などを制御するステアリングECU7などが電氣的に接続されている。

【0021】

次に、実施形態1に係る車高推定装置1-1による車高推定方法について説明する。左右前輪車高差 H_{FLR} の推定方法と左右後輪車高差 H_{RLR} の推定方法は、実質的に同じであるため、左右前輪車高差 H_{FLR} の推定方法について主に説明する。図2は、実施形態1に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。図3は、前輪における車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係を示す図である。図4は、後輪における車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係を示す図である。図5は、ゲイン特定周波数における車輪速/路面入力ゲインと車輪高さとの関係を示す図である。なお、図3は、縦軸を車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) [dB] とし、横軸を周波数 f [Hz] とし、右前輪1FRの右前輪車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G_{FR}/Z_{FR})$) と、周波数 f と、右前輪車輪高さ h_{FR} 、すなわち右前輪1FRの車輪速のゲイン特性線図である。図4は、縦軸を車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G$

10

20

30

40

50

G/Z))とし、横軸を周波数 f として、右後輪 11RR の右後輪車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G_{RR}/Z_{RR})$) と、周波数 f と、右後輪車輪高さ h_{RR} との関係を示す図、すなわち右後輪 11RR の車輪速のゲイン特性線図である。また、図 5 は、縦軸を車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) とし、横軸を車輪高さ h として、左右前輪 FLR のゲイン特性周波数 f_{GF} における右前輪 11FR の車輪速 / 路面入力ゲイン $\log(G_{FR}/Z_{FR})$ と、右前輪車輪高さ h_{FR} との関係を示す図である。

【0022】

まず、ECU4 の車高推定部 41 は、左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} を取得する (ステップ ST11)。ここでは、検出された車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ のうち、左右前輪 11FLR の左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} を取得する。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪 11RLR の左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} を取得する。

10

【0023】

次に、車高推定部 41 は、取得された左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} に基づいて、左右前輪 11FLR のゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪車輪速ゲイン ($\log G_{FL}$)、右前輪車輪速ゲイン ($\log G_{FR}$) を算出する (ステップ ST12)。ここでは、車高推定部 41 は、FFT などの周波数解析により、左右前輪 11FLR のゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪車輪速特性 ($\log G_{FL}$)、右前輪車輪速特性 ($\log G_{FR}$) を算出する。ここで、ゲイン特定周波数 f_{GF} は、左前輪車輪高さ h_{FL} 、右前輪車輪高さ h_{FR} に応じて、左前輪車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G_{FL}/Z_{FL})$)、右前輪車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G_{FR}/Z_{FR})$) がそれぞれ変化する周波数であり、本実施形態では、さらに後述するゲイン特性関数が成立する周波数をいう。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪 11RLR のゲイン特定周波数 f_{GR} における左後輪車輪速特性 ($\log G_{RL}$)、右後輪車輪速特性 ($\log G_{RR}$) を算出する。ここで、ゲイン特定周波数 f_{GR} は、左後輪車輪高さ h_{RL} 、右後輪車輪高さ h_{RR} に応じて、左後輪車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G_{RL}/Z_{RL})$)、右後輪車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G_{RR}/Z_{RR})$) がそれぞれ変化する周波数であり、本実施形態では、さらに後述するゲイン特性関数が成立する周波数をいう。つまり、ゲイン特定周波数 f_G は、車輪高さ h に応じて車輪速 / 路面入力ゲイン ($\log(G/F)$) が変化する周波数であり、ゲイン特性関数が成立する周波数をいう。

20

30

【0024】

次に、車高推定部 41 は、算出された左前輪車輪速特性 ($\log G_{FL}$)、右前輪車輪速特性 ($\log G_{FR}$) に基づいて左右前輪車輪速ゲイン差 G_F を算出する (ステップ ST13)。ここでは、車高推定部 41 は、左前輪車輪速特性 ($\log G_{FL}$) から右前輪車輪速特性 ($\log G_{FR}$) を引いた値を左右前輪車輪速ゲイン差 G_F として算出する ($G_F = \log G_{FL} - \log G_{FR}$)。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左後輪車輪速特性 ($\log G_{RL}$) から右後輪車輪速特性 ($\log G_{RR}$) を引いた値を左右後輪車輪速ゲイン差 G_R として算出する ($G_R = \log G_{RL} - \log G_{RR}$)。

【0025】

40

次に、車高推定部 41 は、算出された左右前輪車輪速ゲイン差 G_F に基づいて、左右前輪車高差 H_{FLR} を算出する (ステップ ST14)。ここでは、車高推定部 41 は、左右前輪車輪速ゲイン差 G_F と、下記の式 (1) とに基づいて、左右前輪車高差 H_{FLR} を算出する。ここで、 a_F は、ゲイン特定周波数 f_{GF} における左右前輪 11FLR に対応した定数である。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪車輪速ゲイン差 G_R と、下記の式 (2) とに基づいて、左右後輪車高差 H_{RLR} を算出する。ここで、 a_R は、ゲイン特定周波数 f_{GR} における左右後輪 11RLR に対応した定数である。

$$H_{FLR} = G_F / a_F \quad \dots (1)$$

$$H_{RLR} = G_R / a_R \quad \dots (2)$$

50

【0026】

ここで、上記式(1)、(2)により、左右前輪車高差 H_{FLR} 、左右後輪車高差 H_{RLR} を算出できる理由について説明する。車両10が走行する図示しない路面には、上下方向に凹凸があるため、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ が路面から入力される上下方向の路面入力の影響を受ける。つまり、車輪速特性 ($\log G$) は、路面入力に基づいた路面入力特性 ($\log Z$) が含まれている。車輪速特性 ($\log G$) から路面入力特性 ($\log Z$) を引くと、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ および車輪11FL~11RRに対して路面から入力される路面入力に基づいた値である車輪速/路面入力ゲイン ($\log G - \log Z = \log(G/Z)$)、すなわち車輪速のみに基づいた実車輪速ゲインが導き出される。図3に示すように、右前輪車輪高さ h_{FR} が標準値(実線で示すA1)に対して高い場合(一点鎖線でB1)と、標準値に対して低い場合(二点鎖線で示すC1)とで、周波数 f によって右前輪11FRのゲイン特性線に差が生じたり、生じなかったりする。また、図4に示すように、右後輪車輪高さ h_{RR} が標準値(実線で示すD1)に対して高い場合(一点鎖線でE1)と、標準値に対して低い場合(二点鎖線で示すF1)とで、周波数 f によって右後輪11RRのゲイン特性線に差が生じたり、生じなかったりする。つまり、車輪11FL~11RRにおける車輪速/路面入力ゲイン ($\log G/Z$) は、両図に示すように、車輪高さ h の変化、すなわちジオメトリが変化することによって変化するものである。これは、ジオメトリの変化が、ばね下振動特性に影響を与えるものである。従って、車輪11FL~11RRにおける車輪速と路面入力の伝達関係、すなわち車輪速特性は、車輪高さ h によって変化する事となる。

10

20

【0027】

左右前輪11FLRのゲイン特定周波数 f_{GF} における右前輪車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G_{FR}/Z_{FR})$)、すなわち実右前輪車輪速特性と、右前輪車輪高さ h_{FR} との関係は、図5のI1に示すように、右前輪車輪高さ h_{FR} の増加に伴い、右前輪車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G_{FR}/Z_{FR})$) が減少する。つまり、ゲイン特定周波数 f_G における車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) と車輪高さ h との関係は、車輪高さ h の増減に伴い車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) が増減する。ここで、ゲイン特定周波数 f_G は、車輪高さ h に応じて車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$)、すなわち実車輪速ゲインと車輪高さ h との関係が、図5のI1に示すゲイン特性関数 ($a \times h + b$) で表すことができる周波数に設定される (a, b は、ゲイン特定周波数 f_G における定数)。本実施形態では、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ および路面入力に基づいた値と車輪高さ h との対応関係とは、ゲイン特定周波数 f_G における実車輪速ゲインと車輪高さ h との関係である。このことから、ゲイン特定周波数 f_G における車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) と車輪高さ h との関係は、下記の(3)で表される。

30

$$\log(G/Z) = a \times h + b \quad \dots (3)$$

【0028】

ここで、左前輪11FLに入力される路面入力と、右前輪11FRに入力される路面入力は、長期的に見れば同じと仮定することができるので、左右前輪11FLRには、同じ路面入力が入力される。つまり、左前輪車輪速特性 ($\log G_{FL}$) および右前輪車輪速特性 ($\log G_{FR}$) は、左右前輪11FLRに対応する路面入力特性 ($\log Z_F$) が含まれることとなる。一方、左後輪11RLに入力される路面入力と、右後輪11RRに入力される路面入力は、長期的に見れば同じと仮定することができるので、左右後輪11RLRには、同じ路面入力が入力される。つまり、左後輪車輪速特性 ($\log G_{RL}$) および右後輪車輪速特性 ($\log G_{RR}$) は、左右後輪11RLRに対応する路面入力ゲイン ($\log Z_R$) が含まれることとなる。各車輪11FL~11RRのゲイン特定周波数 f_G における車輪速/路面入力ゲイン ($\log(G/Z)$) と車輪高さ h との関係は、上記の式(3)を参考に、下記の式(4)~(7)で表すことができる。ここで、 b_F はゲイン特定周波数 f_{GF} における左右前輪11FLRに対応した定数であり、 b_R はゲイン特定周波数 f_{GR} における左右後輪11RLRに対応した定数である。

40

$$\log(G_{FL}/Z_F) = a_F \times h_{FL} + b_F \quad \dots (4)$$

50

$$\log(G_{FR}/Z_F) = a_F \times h_{FR} + b_F \quad \dots (5)$$

$$\log(G_{RL}/Z_R) = a_R \times h_{RL} + b_R \quad \dots (6)$$

$$\log(G_{RR}/Z_R) = a_R \times h_{RR} + b_R \quad \dots (7)$$

【0029】

左右前輪11FLRでは、上記式(4)、(5)から、左右前輪車輪速ゲイン差 G_F を求めると、下記の式(8)のように、左右前輪11FLRに入力される路面入力の影響を除去することができる。同様に、左右後輪11RLRでは、上記式(6)、(7)から、左右後輪車輪速ゲイン差 G_R を求めると、下記の式(9)のように、左右後輪11RLRに入力される路面入力の影響を除去することができる。ここで、下記の式(10)のように、左前輪車輪高さ h_{FL} と右前輪車輪高さ h_{FR} との差は、左右前輪車高差 H_{FLR} である。従って、図5のI1に示すゲイン特性線上に位置する、2つの左前輪車輪速/路面入力ゲイン($\log(G_{FL}/Z_{FL})$)と右前輪車輪速/路面入力ゲイン($\log(G_{FR}/Z_{FR})$)との縦軸での差が左右前輪車輪速ゲイン差 G_F となり、横軸での差が左右前輪車高差 H_{FLR} となる。また、下記の式(11)のように、左後輪車輪高さ h_{RL} と右後輪車輪高さ h_{RR} との差は、左右後輪車高差 H_{RLR} である。従って、左右輪車輪速ゲイン差 G は、一对の左右輪のうち一方の車輪に対する他方の車輪の高さ、すなわち左右輪車高差 H に基づいたものとなる。

$$G_F = \log G_{FR} - \log G_{FL} = a_F (h_{FL} - h_{FR}) \quad \dots (8)$$

$$G_R = \log G_{RR} - \log G_{RL} = a_R (h_{RL} - h_{RR}) \quad \dots (9)$$

$$H_{FLR} = h_{FL} - h_{FR} \quad \dots (10)$$

$$H_{RLR} = h_{RL} - h_{RR} \quad \dots (11)$$

【0030】

以上のように、本実施形態に係る車高推定装置1-1では、一对の左右前輪11FLRの左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} を入力パラメータとして、左右前輪11FLRのゲイン特定周波数 f_{GF} における車輪速/路面入力ゲイン($\log(G/Z)$)、すなわち実車輪速ゲインと、車輪高さ h との関係に基づいて左右前輪車高差 H_{FLR} を車高として推定することができる。また、一对の左右後輪11RLRの左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} を入力パラメータとして、左右後輪11RLRのゲイン特定周波数 f_{GR} における車輪速/路面入力ゲイン($\log(G/Z)$)、すなわち実車輪速ゲインと、車輪高さ h との関係に基づいて左右後輪車高差 H_{RLR} を車高として推定することができる。従って、各車輪11FL~11RRの車高を検出する車高センサを必要とせず、ABSを代表する制動制御や車両10の挙動制御を行うために車輪速センサ2FL~2RRがすでに搭載されている車両10の場合、車高を推定するために新たにセンサを追加することがないので、安価に車両10の左右輪の車高差を推定することができる。また、左右輪の車高差が推定できれば、左右輪での懸架装置が同一構成であれば、左右前輪11FLRの懸架装置13FL, 13FRにおけるホイールレート K_F および左右後輪11RLRの懸架装置13RL, 13RRにおけるホイールレート K_R を左右前輪車高差 H_{FLR} および左右後輪車高差 H_{RLR} にそれぞれかけることで、車高に起因するパラメータとして左右前輪重量差 W_{FLR} および左右後輪重量差 W_{RLR} を算出し、推定することもできる。つまり、左右前輪車高差 H_{FLR} および左右後輪車高差 H_{RLR} を推定することで、車両重量の左右差を推定することができ、例えばABSなどの制動制御や車両10の挙動制御における入力パラメータとして用いることができ、車両10の走行状態に応じて精度の高い制御を行うことができる。

【0031】

なお、車高推定部41は、本実施形態では、左右前輪車高差 H_{FLR} および左右後輪車高差 H_{RLR} を推定するが、本発明はこれに限定されるものではなく、いずれか一方でもよい。例えば、左右前輪11FLRは、左右後輪11RLRと比較して、車両10の回転時などに左右輪の車高差が大きくなるので、左右前輪車高差 H_{FLR} のみを推定してもよい。

【0032】

10

20

30

40

50

〔実施形態 2〕

次に、実施形態 2 に係る車高推定装置について説明する。実施形態 2 に係る車高推定装置 1 - 2 の基本構成は、実施形態 1 に係る車高推定装置 1 - 1 と同様であるので、構成の説明は省略する。実施形態 2 に係る車高推定装置 1 - 2 は、ECU 4 の車高推定部 4 1 が、一对の前後輪である右前後輪 1 1 F R , 1 1 R R (以下、単に「右前後輪 1 1 R F R」と称する)の右前輪車輪速 $V_{F R}$ 、右後輪車輪速 $V_{R R}$ と、後述する車輪速および車輪に対して路面から入力される上下方向の路面入力に基づいた値と車輪高さ h [mm] との対応関係と、に基づいて一对の前後輪のうち後輪、右後輪車輪高さ $h_{R R}$ を車高として推定する。

【0033】

次に、実施形態 2 に係る車高推定装置 1 - 2 による車高推定方法について説明する。図 6 は、実施形態 2 に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。図 7 は、前輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係を示す図である。図 8 は、後輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係を示す図である。図 9 は、位相特定周波数における車輪速 / 路面入力位相と車輪高さとの関係を示す図である。なお、図 7 は、縦軸を車輪速 / 路面入力位相 [deg] とし、横軸を周波数 f [Hz] とし、右前輪 1 1 F R の右前輪車輪速 / 路面入力位相と、周波数 f と、右前輪車輪高さ $h_{F R}$ との関係を示す図、すなわち右前輪 1 1 F R の車輪速の位相特性線図である。図 8 は、縦軸を車輪速 / 路面入力位相とし、横軸を周波数 f とし、右後輪 1 1 R R の右後輪車輪速 / 路面入力位相と、周波数 f と、右後輪車輪高さ $h_{R R}$ との関係を示す図、すなわち右後輪 1 1 R R の車輪速の位相特性線図である。また、図 9 は、縦軸を車輪速 / 路面入力位相とし、横軸を車輪高さ h とし、位相特性周波数 $f_{P R}$ における右前輪 1 1 F R の車輪速 / 路面入力位相と右前輪車輪高さ $h_{F R}$ との関係および右後輪 1 1 R R の車輪速 / 路面入力位相と右後輪車輪高さ $h_{R R}$ との関係を示す図である。

【0034】

まず、ECU 4 の車高推定部 4 1 は、右前輪車輪速 $V_{F R}$ 、右後輪車輪速 $V_{R R}$ を取得する (ステップ S T 2 1)。ここでは、検出された車輪速 $V_{F L} \sim V_{R R}$ のうち、右前後輪 1 1 R F R の右前輪車輪速 $V_{F R}$ 、右後輪車輪速 $V_{R R}$ を取得する。

【0035】

次に、車高推定部 4 1 は、取得された右前輪車輪速 $V_{F R}$ 、右後輪車輪速 $V_{R R}$ に基づいて、右前後輪 1 1 R F R の位相特定周波数 $f_{P R}$ における右前後輪車輪速位相差 $P_{W R}$ を算出する (ステップ S T 2 2)。ここでは、車高推定部 4 1 は、FFT などの周波数解析により、右前後輪 1 1 R F R の位相特定周波数 $f_{P R}$ における右前輪車輪速位相、右後輪車輪速位相を算出し、下記の式 (12) に基づいて右前後輪車輪速位相差 $P_{W R}$ を算出する。ここで、FFT (右前輪車輪速) は、右前輪車輪速位相であり、FFT (右後輪車輪速) は右後輪車輪速位相である。ここで、位相特定周波数 $f_{P R}$ は、右前輪車輪高さ $h_{F L}$ に応じて左前輪車輪速 / 路面入力位相が変化せず、右後輪車輪高さ $h_{R R}$ に応じて右後輪車輪速 / 路面入力位相が変化する周波数である。つまり、位相特定周波数 f_P は、前輪車輪高さ h_F に応じて前輪車輪速 / 路面入力位相が変化せず、後輪車輪高さ h_R に応じて後輪車輪速 / 路面入力位相が変化する周波数である。ここで、右前輪 1 1 F R に入力される路面入力と、右後輪 1 1 R R に入力される路面入力は、長期的に見れば同じと仮定することができるので、右前後輪 1 1 R F R には、同じ路面入力が入力される。つまり、右前輪車輪速位相および右後輪車輪速位相は、右後前輪 1 1 R F R に対応する路面入力位相が含まれることとなる。従って、右前後輪車輪速位相差 $P_{W R}$ を算出することで、右前輪路面入力位相と右後輪路面入力位相とが相殺されることとなる。

$$P_{W R} = \text{Phase} (\text{FFT} (\text{右後輪車輪速}) / \text{FFT} (\text{右前輪車輪速}))$$

... (12)

【0036】

次に、車高推定部 4 1 は、入力位相差 P_U を算出する (ステップ S T 2 3)。車高推定部 4 1 は、車両 10 のホイールベース L (右前後輪 1 1 R F R の長さ) と、車速 v と、

位相特性周波数 f_{P_R} と、下記の式 (13) とに基づいて入力位相差 P_U を算出する。ここで、入力位相差 P_U を算出するのは、後輪 11RL, 11RR は、前輪 11FL, 11FR に対してホイールベース L (右前後輪 11RFR の長さ) および車速 v に依存する位相遅れがあるため、この位相遅れ分である入力位相差 P_U を右前後輪車輪速位相差 P_{WR} から除くためである。

$$P_U = L / v \times 2 \cdot f_{P_R} \quad \dots (13)$$

【0037】

次に、車高推定部 41 は、算出された右前後輪車輪速位相差 P_{WR} 、入力位相差 P_U に基づいて、右後輪車輪高さ h_{RR} を算出する (ステップ S24)。ここでは、車高推定部 41 は、右前後輪車輪速位相差 P_{WR} と、入力位相差 P_U と、下記の式 (14) 10

$$h_{RR} = P_M^{-1} [P_{WR} - P_U] \quad \dots (14)$$

【0038】

ここで、上記式 (14) により、右後輪車輪高さ h_{RR} を算出できる理由について説明する。車両 10 が走行する図示しない路面には、上下方向に凹凸があるため、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ が路面から入力される上下方向の路面入力の影響を受ける。つまり、車輪速位相は、路面入力に基づいた路面入力位相が含まれている。車輪速位相から路面入力位相を引くと、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ および車輪 11FL ~ 11RR に対して路面から入力される路面入力に基づいた値である車輪速 / 路面入力位相、すなわち車輪速のみに基づいた実車輪速位相が導き出される。図 7 に示すように、右前輪車輪高さ h_{FL} が標準値 (実線 20

【0039】

右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{P_R} における右前輪車輪速 / 路面入力位相、すなわち実右前輪車輪速位相と、右前輪車輪高さ h_{FR} との関係は、図 9 の R1 に示すように、右前輪車輪高さ h_{FR} の変化にかかわらず一定である。つまり、位相特定周波数 f_{P_R} における前輪の車輪速 / 路面入力位相と車輪高さ h との関係である前輪位相特性関数 ($P_F = P_F(h)$) の結果は一定である ($P_F = \text{const}$)。一方、右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{P_R} における右後輪車輪速 / 路面入力位相、すなわち実右後輪車輪速位相と、右後輪車輪高さ h_{RR} との関係は、同図の S1 に示すように、右後輪車輪高さ h_{RR} の増加に伴い、右後輪車輪速 / 路面入力位相が増加する。つまり、位相特定周波数 f_{P_R} における車輪速 / 路面入力位相と車輪高さ h との関係である後輪位相特性関数 ($P_R = P_R(h)$) の結果は、車輪高さ h の増減に伴い車輪速 / 路面入力位相が増減する。本実施形態では、車輪速 $V_{FL} \sim V_{RR}$ および路面入力に基づいた値と車輪高さ h との対応関係とは、位相特定周波数 f_p における実車輪速位相と車輪高さ h との関係である。 40

【0040】

前輪に対する後輪の位相差は、同図の T に示すように、前輪位相特性関数 ($P_F = P_F(h)$) と後輪位相特性関数 ($P_R = P_R(h)$) とに基づいた前後輪車輪速の伝達関数 ($P_M(h)$) の結果として、下記の式 (15) により求めることができる。

$$P_M(h) = P_R(h) - P_F \quad \dots (15)$$

【0041】

10

20

30

40

50

従って、右前後輪車輪速位相差 P_{WR} から入力位相差 P_U を引いた値と、前後輪車輪速の伝達関数 ($P_M(h)$) の結果とは同じになるので、下記の式 (16) から上記の式 (14) が導き出される。

$$P_M(h) = P_{WR} - P_U \quad \dots (16)$$

【0042】

以上のように、本実施形態に係る車高推定装置 1 - 2 では、一对の右前後輪 11RFR の右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} を入力パラメータとして、右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{PR} における車輪速 / 路面入力位相、すなわち実車輪速位相と、車輪高さ h との関係に基づいて右後輪車輪高さ h_{RR} を車高として推定することができる。従って、各車輪 11FL ~ 11RR の車高を検出する車高センサを必要とせず、実施形態 1 と同様に、安価に車両 10 の後輪の車高を推定することができる。

10

【0043】

また、一对の左前後輪 11FL, 11RL (以下、単に「左前後輪 11LFR」と称する) の左前輪車輪速 V_{FL} 、左後輪車輪速 V_{RL} を入力パラメータとして、左前後輪 11LFR の位相特定周波数 f_{PL} における車輪速 / 路面入力位相、すなわち実車輪速位相と、車輪高さ h との関係に基づいて左後輪車輪高さ h_{RL} を車高として推定することもできる。従って、右後輪車輪高さ h_{RR} と、左後輪車輪高さ h_{RL} とに基づいて左右後輪車高差 H_{RLR} を推定することもできる ($H_{RLR} = h_{RL} - h_{RR}$)。左右後輪車高差 H_{RLR} を推定できれば、左右後輪での懸架装置が同一構成であれば、左右後輪 11RLR の懸架装置 13RL, 13RR におけるホイールレート K_R を左右後輪車高差 H_{RLR} にそれぞれかけることで、左右後輪重量差 W_{RLR} を算出し、推定することもできる。つまり、上記実施形態 1 と同様に車両 10 の走行状態に応じて精度の高い制御を行うことができる。

20

【0044】

また、上記実施形態 1 において車高として推定された左右前輪車高差 H_{FLR} と組み合わせることで、例えば車両 10 の左前輪 11FL に対する右前輪 11FR の相対車輪高さ、左右後輪 RL R の車輪高さを車高として推定することができるので、車両 10 の走行状態に応じてさらに精度の高い制御を行うことができる。

【0045】

なお、車高推定部 41 は、本実施形態では、一对の右前後輪 11RFR の右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} から後輪の車高を推定するが、本発明はこれに限定されるものではなく、右前輪車輪速 V_{FR} および左前輪車輪速 V_{FL} の平均値と、右後輪車輪速 V_{RR} および左後輪車輪速 V_{RL} の平均値から後輪の車高を推定してもよい。

30

【0046】

〔実施形態 3〕

次に、実施形態 3 に係る車高推定装置について説明する。図 10 は、実施形態 3, 4 に係る車高推定装置の構成例を示す図である。実施形態 3 に係る車高推定装置 1 - 3 の基本構成のうち、実施形態 1 に係る車高推定装置 1 - 1 の基本構成と同一部分は、その説明を省略する。実施形態 3 に係る車高推定装置 1 - 3 は、図 10 に示すように、懸架状態変更装置 15FL ~ 15RR を備える。懸架状態変更装置 15FL ~ 15RR は、各車輪 11FL ~ 11RR のボディ 14 に対する懸架状態を変更するものであり、各懸架装置 13FL ~ 13RR にそれぞれ設けられている。各懸架状態変更装置 15FL ~ 15RR は、本実施形態では各懸架装置 13FL ~ 13RR の減衰力を変更するものであり、ECU4 から指令値として出力される懸架制御値 X に基づいて減衰力を変更する。つまり、本実施形態 3 に係る車高推定装置 1 - 3 を搭載した車両 10 は、AVS (Adaptive Variable Suspension system) を搭載している。ここでは、減衰力を大、中、小と変更できるものとする。

40

【0047】

車高推定部 41 は、本実施形態では、左右前輪 11FLR の左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} 、あるいは左右後輪 11RLR の左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR}

50

R と、懸架状態（減衰力）に応じて異なる車輪速および路面入力に基づいた値と車輪高さ h との対応関係と、に基づいて左右前輪車高差 H_{FLR} 、あるいは左右後輪車高差 H_{RLR} を車高として推定する。

【0048】

次に、実施形態3に係る車高推定装置1-3による車高推定方法について説明する。実施形態3に係る車高推定装置1-3による車高推定方法の基本的な手順は、実施形態1に係る車高推定装置1-1による車高推定方法の手順とほぼ同一であるので、その説明は省略あるいは簡略化する。図11は、実施形態3に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。図12は、前輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係（減衰小）を示す図である。図13は、前輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係（減衰大）を示す図である。図14は、後輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係（減衰小）を示す図である。図15は、後輪の車輪速/路面入力ゲインと周波数と車輪高さとの関係（減衰大）を示す図である。図16は、ゲイン特定周波数における車輪速/路面入力ゲインと車輪高さとの関係を示す図である。図12および図13は、図3とほぼ同様の図であるが、図3が減衰中（減衰力が基準レベル）の場合のものであるのに対して、図12が減衰小（減衰力が最小レベル）の場合のものであり、図13が減衰大（減衰力が最大レベル）の場合のものである。同様に、図14および図15は、図4とほぼ同様の図であるが、図4が減衰中（減衰力が基準レベル）の場合のものであるのに対して、図14が減衰小（減衰力が最小レベル）の場合のものであり、図15が減衰大（減衰力が最大レベル）の場合のものである。また、図16は、図5とほぼ同様の図であるが、左右前輪FLRのゲイン特性周波数 f_{GF} における右前輪11FRの車輪速/路面入力ゲイン $\log(G_{FR}/Z_{FR})$ と、右前輪車輪高さ h_{FR} との懸架状態に応じた関係を示す図である。

【0049】

まず、ECU4の車高推定部41は、左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} 、左前輪懸架制御値 X_{FL} 、右前輪懸架制御値 X_{FR} を取得する（ステップST31）。ここでは、左右前輪11FLRの左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} のみならず、左前輪11FLの懸架状態、すなわち左前輪懸架装置13FLの減衰力を制御するために左前輪懸架状態変更装置15FLに出力する左前輪懸架制御値 X_{FL} および右前輪11FRの懸架状態、すなわち右前輪懸架装置13FRの減衰力を制御するために右前輪懸架状態変更装置15FRに出力する右前輪懸架制御値 X_{FR} を取得する。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪11RLRの左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} のみならず、左後輪11RLの懸架状態、すなわち左後輪懸架装置13RLの減衰力を制御するために左後輪懸架状態変更装置15RLに出力する左後輪懸架制御値 X_{RL} および右後輪11RRの懸架状態、すなわち右後輪懸架装置13RRの減衰力を制御するために右後輪懸架状態変更装置15RRに出力する右後輪懸架制御値 X_{RR} を取得する。

【0050】

次に、車高推定部41は、取得された左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} に基づいて、左右前輪11FLRのゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪車輪速特性（ $\log G_{FL}$ ）、右前輪車輪速特性（ $\log G_{FR}$ ）を算出する（ステップST32）。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪11RLRのゲイン特定周波数 f_{GR} における左後輪車輪速特性（ $\log G_{RL}$ ）、右後輪車輪速特性（ $\log G_{RR}$ ）を算出する。

【0051】

次に、車高推定部41は、算出された左前輪車輪速特性（ $\log G_{FL}$ ）、右前輪車輪速特性（ $\log G_{FR}$ ）に基づいて左右前輪車輪速ゲイン差 G_F を算出する（ステップST33）。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左後輪車輪速特性（ $\log G_{RL}$ ）、右後輪車輪速特性（ $\log G_{RR}$ ）に基づいて左右後輪車輪速ゲイン差 G_R を算出する。

【0052】

10

20

30

40

50

次に、車高推定部 41 は、算出された左右前輪車輪速ゲイン差 G_F に基づいて、左右前輪車高差 H_{FLR} を算出する（ステップ S T 3 4）。ここでは、車高推定部 41 は、左右前輪車輪速ゲイン差 G_F と、下記の式（17）とに基づいて、左右前輪車高差 H_{FLR} を算出する。ここで、 b_{FL} はゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪 11FL に対応する減衰力に応じた定数であり、 b_{FR} はゲイン特定周波数 f_{GF} における右前輪 11FR に対応する減衰力に応じた定数である。なお、左右後輪車高差 H_{RLR} を推定する場合は、左右後輪車輪速ゲイン差 G_R と、下記の式（18）とに基づいて、左右後輪車高差 H_{RLR} を算出する。ここで、 b_{RL} はゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪 11FL に対応する減衰力に応じた定数であり、 b_{RR} はゲイン特定周波数 f_{GF} における右前輪 11FR に対応する減衰力に応じた定数である。

$$H_{FLR} = (G_F - (b_{FL} - b_{FR})) / a_F \quad \dots (17)$$

$$H_{RLR} = (G_R - (b_{RL} - b_{RR})) / a_R \quad \dots (18)$$

【0053】

ここで、上記式（17）、（18）により、懸架状態に応じた左右前輪車高差 H_{FLR} 、左右後輪車高差 H_{RLR} を算出できる理由について説明する。なお、実施形態 1 と同様の部分は、その説明を省略あるいは簡略化する。各車輪 11FL ~ 11RR の懸架状態が変化、すなわち各懸架状態変更装置 15FL ~ 15RR により各懸架装置 13FL ~ 13RR の減衰力が変化すると車輪速に影響を与えるため、車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G_{FR} / Z_{FR})$ ）、すなわち実車輪速ゲインにも影響を与える。右前輪懸架装置 13FR の減衰力が最小レベルの場合は、図 12 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、ゲイン特性線（同図における A2, B2, C2）のゲイン特定周波数 f_{GF} における位置が低くなる。また、右前輪懸架装置 13RL の減衰力が最大レベルの場合は、図 13 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、ゲイン特性線（同図における A3, B3, C3）のゲイン特定周波数 f_{GF} における位置が高くなる。一方、右後輪懸架装置 13RR の減衰力が最小レベルの場合は、図 14 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、ゲイン特性線（同図における D2, E2, F2）のゲイン特定周波数 f_{GR} における位置が高くなる。また、右後輪懸架装置 13RR の減衰力が最大レベルの場合は、図 15 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、ゲイン特性線（同図における D3, E3, F3）のゲイン特定周波数 f_{GR} における位置が低くなる。つまり、車輪 11FL ~ 11RR における車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log G / Z$ ）は、車輪高さ h の変化のみならず、懸架状態の変化、すなわち減衰力が変化することによっても変化するものである。つまり、車輪 11FL ~ 11RR における車輪速と路面入力の伝達関係、すなわち車輪速のゲイン特性は、懸架状態に応じて異なることとなる。

【0054】

左右前輪 11FLR のゲイン特定周波数 f_{GF} における右前輪車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G_{FR} / Z_{FR})$ ）、すなわち実右前輪車輪速特性と、右前輪車輪高さ h_{FR} との関係は、図 16 の I1, I2, I3 に示すように、右前輪車輪高さ h_{FR} の増加に伴い、右前輪車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G_{FR} / Z_{FR})$ ）が同じように減少するが、同じ車輪高さにおける車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G / Z)$ ）が I3, I1, I2 の順番で小さくなる。つまり、ゲイン特定周波数 f_G における車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G / Z)$ ）と車輪高さ h との関係は、車輪高さ h の増減に伴い車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G / Z)$ ）が同じように増減するとともに、懸架状態に応じて同じ車輪高さにおける車輪速 / 路面入力ゲイン（ $\log(G / Z)$ ）が異なる。従って、ゲイン特性関数は、懸架状態に応じて異なるので、減衰力に応じて定数の b が変化する。例えば、減衰力が基準レベルの場合を $a \times h + b_1$ とすると、減衰力が最小レベルの場合が $a \times h + b_2$ と、減衰力が最大レベルの場合が $a \times h + b_3$ となる。ただし、 $b_1 > b_2 > b_3$ （左右前輪 11FLR の場合は、 $b_2 < b_1 < b_3$ ）。

【0055】

従って、上記式（4）、（5）、（6）、（7）における定数 b_F , b_R は、各車輪 11FL ~ 11RR に対応する減衰力が異なると左右前輪 11FLR および左右後輪 11R

10

20

30

40

50

L Rでそれぞれ同じ値ではなく、下記の式(19)、(20)、(21)、(22)で表すことができる。ただし、 b_{FL} はゲイン特定周波数 f_{GF} における左前輪11FLに対応した定数であり、 b_{FR} はゲイン特定周波数 f_{GF} における右前輪11FRに対応した定数であり、 b_{RL} はゲイン特定周波数 f_{GF} における左後輪11RLに対応した定数であり、 b_{RR} はゲイン特定周波数 f_{GF} における右後輪11RRに対応した定数であり、定数 b_{FL} 、 b_{FR} は左右前輪11FLRにおける b_1 、 b_2 、 b_3 のいずれかであり、定数 b_{RL} 、 b_{RR} は左右後輪11RLRにおける b_1 、 b_2 、 b_3 のいずれかである。

$$\log(G_{FL}/Z_F) = a_F \times h_{FL} + b_{FL} \quad \dots (19)$$

$$\log(G_{FR}/Z_F) = a_F \times h_{FR} + b_{FR} \quad \dots (20)$$

$$\log(G_{RL}/Z_R) = a_R \times h_{RL} + b_{RL} \quad \dots (21)$$

$$\log(G_{RR}/Z_R) = a_R \times h_{RR} + b_{RR} \quad \dots (22)$$

10

【0056】

左右前輪11FLRでは上記式(19)、(20)から左右前輪車輪速ゲイン差 G_F を求めると、下記の式(23)のように、左右前輪11FLRに入力される路面入力の影響を除去することができる。同様に、左右後輪11RLRでは、上記式(21)、(22)から、左右後輪車輪速ゲイン差 G_R を求めると、下記の式(24)のように、左右後輪11RLRに入力される路面入力の影響を除去することができる。そして、上記式(10)、(23)から左右前輪車高差 H_{FLR} を算出する上記式(17)を導き出すことができ、上記式(11)、(24)から左右後輪車高差 H_{RLR} を算出する上記式(18)を導き出すことができる。

20

$$G_F = \log G_{FR} - \log G_{FL} = a_F (h_{FL} - h_{FR}) + b_{FL} - b_{FR} \quad \dots (23)$$

$$G_R = \log G_{RR} - \log G_{RL} = a_R (h_{RL} - h_{RR}) + b_{RL} - b_{RR} \quad \dots (24)$$

【0057】

以上のように、本実施形態に係る車高推定装置1-3では、一对の左右前輪11FLRの左前輪車輪速 V_{FL} 、右前輪車輪速 V_{FR} 、左前輪懸架制御値 X_{FL} 、右前輪懸架制御値 X_{FR} を入力パラメータとして、左右前輪11FLRのゲイン特定周波数 f_{GF} における車輪速/路面入力ゲイン($\log(G/Z)$)、すなわち実車輪速ゲインと、車輪高さ h との懸架状態に応じて異なる関係に基づいて、左右前輪懸架状態変更装置による減衰力制御での左右前輪における懸架状態の変化を考慮した左右前輪車高差 H_{FLR} を車高として推定することができる。また、一对の左右後輪11RLRの左後輪車輪速 V_{RL} 、右後輪車輪速 V_{RR} 、左後輪懸架制御値 X_{RL} 、右後輪懸架制御値 X_{RR} を入力パラメータとして、左右後輪11RLRのゲイン特定周波数 f_{GR} における車輪速/路面入力ゲイン($\log(G/Z)$)、すなわち実車輪速ゲインと、車輪高さ h との懸架状態に応じて異なる関係に基づいて、左右後輪懸架状態変更装置による減衰力制御での左右後輪における懸架状態の変化を考慮した左右後輪車高差 H_{RLR} を車高として推定することができる。従って、各車輪11FL~11RRの車高を検出する車高センサを必要とせず、各車輪11FL~11RRの懸架状態がそれぞれ異なっても、ABSを代表する制動制御やAVSによる減衰力制御を代表する挙動制御を行うために車輪速センサ2FL~2RRおよび懸架状態変更装置15FL~15RRがすでに搭載されている車両10の場合、車高を推定するために新たにセンサを追加することがないので、安価に車両10の左右輪の車高差を推定することができる。また、実施形態1と同様に、懸架状態に応じた左右前輪重量差 W_{FLR} および左右後輪重量差 W_{RLR} を算出し、推定することもでき、車両10の走行状態に応じて精度の高い制御を行うことができる。

30

40

【0058】

〔実施形態4〕

次に、実施形態4に係る車高推定装置について説明する。実施形態4に係る車高推定装置1-4の基本構成は、実施形態3に係る車高推定装置1-3と同様であるので、構成の説明は省略する。実施形態4に係る車高推定装置1-4は、ECU4の車高推定部41が

50

、右前後輪 1 1 R F R の右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} と、懸架状態（減衰力）に応じて異なる車輪速および路面入力に基づいた値と車輪高さ h との対応関係と、に基づいて一対の前後輪のうち後輪、右後輪車輪高さ h_{RR} を車高として推定する。

【 0 0 5 9 】

次に、実施形態 4 に係る車高推定装置 1 - 4 による車高推定方法について説明する。実施形態 4 に係る車高推定装置 1 - 4 による車高推定方法の基本的な手順は、実施形態 2 に係る車高推定装置 1 - 2 による車高推定方法の手順とほぼ同一であるので、その説明は省略あるいは簡略化する。図 1 7 は、実施形態 4 に係る車高推定装置による車高推定方法を示すフロー図である。図 1 8 は、前輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係（減衰小）を示す図である。図 1 9 は、前輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係（減衰大）を示す図である。図 2 0 は、後輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係（減衰小）を示す図である。図 2 1 は、後輪の車輪速 / 路面入力位相と周波数と車輪高さとの関係（減衰大）を示す図である。図 2 2 は、位相特定周波数における車輪速 / 路面入力位相と車輪高さとの関係を示す図である。図 1 8 および図 1 9 は、図 7 とほぼ同様の図であるが、図 7 が減衰中（減衰力が基準レベル）の場合のものであるのに対して、図 1 8 が減衰小（減衰力が最小レベル）の場合のものであり、図 1 9 が減衰大（減衰力が最大レベル）の場合のものである。同様に、図 2 0 および図 2 1 は、図 8 とほぼ同様の図であるが、図 8 が減衰中（減衰力が基準レベル）の場合のものであるのに対して、図 2 0 が減衰小（減衰力が最小レベル）の場合のものであり、図 2 1 が減衰大（減衰力が最大レベル）の場合のものである。また、図 2 2 は、図 9 とほぼ同様の図であるが、左右前輪 F L R のゲイン特性周波数 f_{GF} における右前輪 1 1 F R の車輪速 / 路面入力ゲイン $\log(G_{FR} / Z_{FR})$ と、右前輪車輪高さ h_{FR} との懸架状態に応じた関係を示す図である。

【 0 0 6 0 】

まず、ECU 4 の車高推定部 4 1 は、右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} 、右前輪懸架制御値 X_{FR} 、右後輪懸架制御値 X_{RR} を取得する（ステップ S T 4 1）。ここでは、右前後輪 1 1 R F R の右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} のみならず、右前輪 1 1 F R の懸架状態、すなわち右前輪懸架装置 1 3 F R の減衰力を制御するために右前輪懸架状態変更装置 1 5 F R に出力する右前輪懸架制御値 X_{FR} および右後輪 1 1 R R の懸架状態、すなわち右後輪懸架装置 1 3 R R の減衰力を制御するために右後輪懸架状態変更装置 1 5 R R に出力する右後輪懸架制御値 X_{RR} を取得する。

【 0 0 6 1 】

次に、車高推定部 4 1 は、取得された右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} に基づいて、右前後輪 1 1 R F R の位相特定周波数 f_{PR} における右前後輪車輪速位相差 P_{WR} を算出する（ステップ S T 4 2）。次に、車高推定部 4 1 は、入力位相差 P_U を算出する（ステップ S T 4 3）。

【 0 0 6 2 】

次に、車高推定部 4 1 は、算出された右前後輪車輪速位相差 P_{WR} 、入力位相差 P_U に基づいて、右後輪車輪高さ h_{RR} を算出する（ステップ S T 4 4）。ここでは、車高推定部 4 1 は、右前後輪車輪速位相差 P_{WR} と、入力位相差 P_U と、下記の式（2 5）とに基づいて、右後輪車輪高さ h_{RR} を算出する。なお、ここで、 $P_{RR}(h)$ は減衰力に応じた右後輪 1 1 R R の後輪位相特性関数であり、 P_{FR} は減衰力に応じた右前輪 1 1 F R の前輪位相特性関数（ $P_{FR} = P_{FR}(h)$ ）の結果である。

$$h_{RR} = P_{RR}^{-1} [P_{WR} - P_U + P_{FR}] \quad \dots (25)$$

【 0 0 6 3 】

ここで、上記式（2 5）により、右後輪車輪高さ h_{RR} を算出できる理由について説明する。なお、実施形態 2 と同様の部分は、その説明を省略あるいは簡略化する。各車輪 1 1 F L ~ 1 1 R R の懸架状態が変化、すなわち各懸架状態変更装置 1 5 F L ~ 1 5 R R により各懸架装置 1 3 F L ~ 1 3 R R の減衰力が変化すると車輪速に影響を与えるため、車輪速 / 路面入力位相、すなわち実車輪速位相にも影響を与える。右前輪懸架装置 1 3 R L

10

20

30

40

50

の減衰力が最小レベルの場合は、図 18 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、位相特性線（同図における K_2 , L_2 , M_2 ）の位相特定周波数 f_{pR} における位置が低くなる。また、右前輪懸架装置 13RL の減衰力が最大レベルの場合は、図 19 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、位相特性線（同図における K_3 , L_3 , M_3 ）の位相特定周波数 f_{pR} における位置が高くなる。一方、右後輪懸架装置 13RR の減衰力が最小レベルの場合は、図 20 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、位相特性線（同図における N_2 , O_2 , Q_2 ）の位相特定周波数 f_{pR} における位置が高くなる。また、右後輪懸架装置 13RR の減衰力が最大レベルの場合は、図 21 に示すように、減衰力が基準レベルの場合と比較して、位相特性線（同図における N_3 , O_3 , Q_3 ）の位相特定周波数 f_{pR} における位置が低くなる。つまり、車輪 11FL ~ 11RR における車輪速 / 路面入力位相は、車輪高さ h の変化のみならず、懸架状態の変化、すなわち減衰力が変化することによっても変化するものである。つまり、車輪 11FL ~ 11RR における車輪速と路面入力の伝達関係、すなわち車輪速の位相特性は、懸架状態に応じて異なることとなる。

【0064】

右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{pR} における右前輪車輪速 / 路面入力位相、すなわち実右前輪車輪速位相と、右前輪車輪高さ h_{FR} との関係は、図 22 の R_1 , R_2 , R_3 に示すように、右前輪車輪高さ h_{FR} の変化にかかわらず一定であるが、 R_2 , R_1 , R_3 の順番で小さくなる。つまり、位相特定周波数 f_{pR} における前輪位相特性関数は、結果は一定であるが懸架状態に応じて値が異なる。減衰力が基準レベルの場合 $P_{F1} = P_{F1}(h)$ とすると、減衰力が最小レベルの場合 $P_{F2} = P_{F2}(h)$ と、減衰力が最大レベルの場合 $P_{F3} = P_{F3}(h)$ となる。ただし、 $P_{F2} > P_{F1} > P_{F3}$ 。

【0065】

一方、右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{pR} における右後輪車輪速 / 路面入力位相、すなわち実右後輪車輪速位相と、右後輪車輪高さ h_{RR} との関係は、同図の S_1 , S_2 , S_3 に示すように、右後輪車輪高さ h_{RR} の増加に伴い、右後輪車輪速 / 路面入力位相が増加するが、同じ車輪高さにおける車輪速 / 路面入力位相が S_2 , S_1 , S_3 の順番で小さくなる。つまり、位相特定周波数 f_{pR} における後輪位相特性関数は、懸架状態に応じて異なる。減衰力が基準レベルの場合 $P_{R1} = P_{F1}(h)$ とすると、減衰力が最小レベルの場合 $P_{F2} = P_{F2}(h)$ と、減衰力が最大レベルの場合 $P_{F3} = P_{F3}(h)$ となる。ただし、 $P_{R2} > P_{R1} > P_{R3}$ 。

【0066】

右前後輪 11RFR の前輪位相特性関数 ($P_{FR} = P_{FR}(h)$) および後輪位相特性関数 ($P_{RR} = P_{RR}(h)$) は、懸架状態に応じて異なるものとなるため、前後輪車輪速の伝達関数 ($P_M(h)$) も懸架状態に応じて異なるものとなる。例えば、図 22 の T に示すように、右前輪 11FR に対応する減衰力が基準レベルで、右後輪 11RR に対応する減衰力が最大レベルの場合、前後輪車輪速の伝達関数は、下記の式 (26) で表される。

$$P_M(h) = P_{RR}(h) - P_{FR} = P_{R3}(h) - P_{F1} \quad \dots (26)$$

【0067】

従って、右前後輪車輪速位相差 P_{WR} から入力位相差 P_U を引いた値と、前後輪車輪速の伝達関数 ($P_M(h)$) の結果とは同じになるので、下記の式 (27) から上記の式 (25) が導き出される。

$$P_{RR}(h) - P_{FR} = P_{WR} - P_U \quad \dots (27)$$

【0068】

以上のように、本実施形態に係る車高推定装置 1-4 では、一对の右前後輪 11RFR の右前輪車輪速 V_{FR} 、右後輪車輪速 V_{RR} 、右前輪懸架制御値 X_{FR} 、右後輪懸架制御値 X_{RR} を入力パラメータとして、右前後輪 11RFR の位相特定周波数 f_{pR} における車輪速 / 路面入力位相、すなわち実車輪速位相と、車輪高さ h との懸架状態に応じて異なる関係に基づいて、右前後輪における懸架状態の変化を考慮した右後輪車輪高さ h_{RR} を

10

20

30

40

50

車高として推定することができる。従って、各車輪 1 1 F L ~ 1 1 R R の車高を検出する車高センサを必要とせず、実施形態 2 と同様に、安価に車両 1 0 の後輪の車高を推定することができる。

【 0 0 6 9 】

また、左前後輪 1 1 L F R の左前輪車輪速 $V_{F L}$ 、左後輪車輪速 $V_{R L}$ 、左前輪懸架制御値 $X_{F L}$ 、左後輪懸架制御値 $X_{R L}$ を入力パラメータとして、左前後輪 1 1 L F R の位相特定周波数 $f_{P L}$ における車輪速 / 路面入力位相、すなわち実車輪速位相と、車輪高さ h との関係に基づいて左後輪車輪高さ $h_{R L}$ を車高として推定することもできる。従って、左右後輪車高差 $H_{R L R}$ を推定でき、左右後輪重量差 $W_{R L R}$ を算出し、推定することもできる。つまり、上記実施形態 2 と同様に車両 1 0 の走行状態に応じて精度の高い制御を行うことができる。

10

【 0 0 7 0 】

なお、上記実施形態 3 , 4 では、懸架状態の変更として減衰力の変更を用いたが、本実施形態はこれに限定されるものではなく、車高調整装置による車輪高さの変更、アクティブスタビライザシステムによるスタビライザの剛性の変更などであってもよい。路面から所定の入力があった場合に、車高推定を行っても良い。

【 0 0 7 1 】

また、上記実施形態 1 ~ 4 では、車高推定部 4 1 による車高推定を特定の路面入力がある車輪 1 1 F L ~ 1 1 R R に作用された場合に、実行しても良い。バネ下の上下加速度の値は、路面入力の影響を受けるので、バネ下、懸架装置 1 3 F L ~ 1 3 R R よりも車輪 1 1 F L ~ 1 1 R R 側における上下加速度を検出できる上下加速度センサ（例えば、電磁サスペンションなどに搭載されている）を車両 1 0 に設け、検出された値に基づいて特定の路面入力があったか否かを判定し、特定の路面入力があったと判定した場合に、車高推定部 4 1 による車高推定を実行してもよい。ここで、特定の路面入力とは、車輪高さ h が大きく変化する状況における路面入力をいう。これにより、車輪高さ h が大きく変化する場合に、積極的に車高推定を行なうことで、車輪高さ h が大きく変化する、すなわち車両 1 0 の挙動が安定していないときに、車高推定に基づいた車両 1 0 の挙動制御を確実に実行することができるとともに、支援 E C U 8 の演算負担を軽減することができる。

20

【符号の説明】

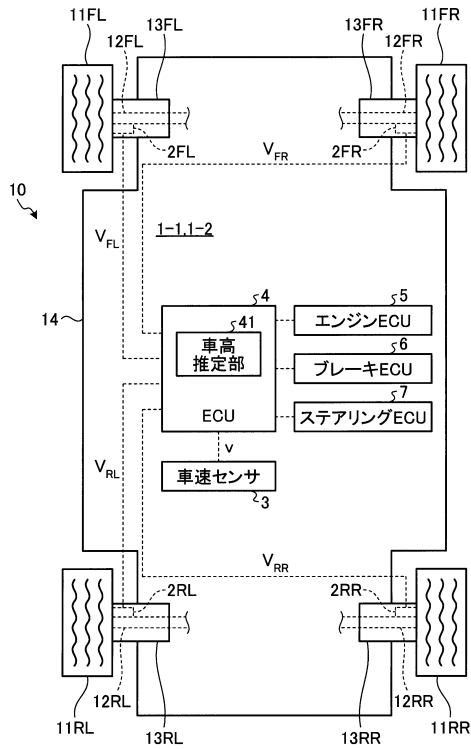
【 0 0 7 2 】

- 1 - 1 ~ 1 - 4 車高推定装置
- 2 F L , 2 F R , 2 R L , 2 R R 車輪速センサ
- 3 車速センサ
- 4 E C U
- 4 1 車高推定部
- 5 エンジン E C U
- 6 ブレーキ E C U
- 7 ステアリング E C U
- 1 0 車両
- 1 1 F L 左前輪
- 1 1 F R 右前輪
- 1 1 R L 左後輪
- 1 1 R R 右後輪
- 1 2 F L , 1 2 F R , 1 2 R L , 1 2 R R ドライブシャフト
- 1 3 F L , 1 3 F R , 1 3 R L , 1 3 R R 懸架装置
- 1 4 ボディ
- 1 5 F L , 1 5 F R , 1 5 R L , 1 5 R R 懸架状態変更装置

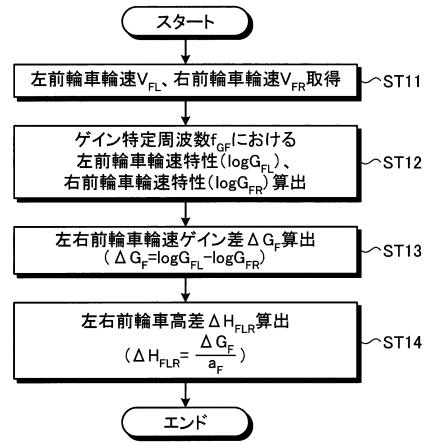
30

40

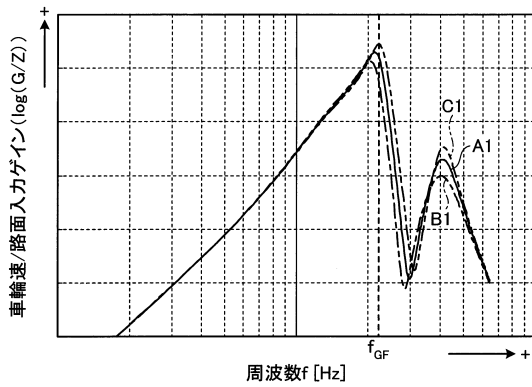
【図1】



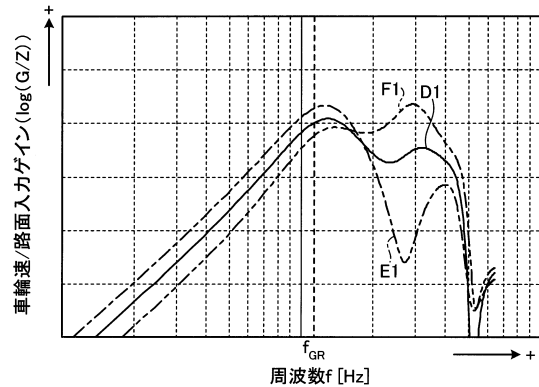
【図2】



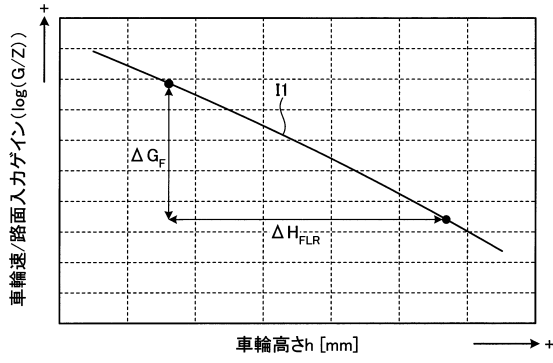
【図3】



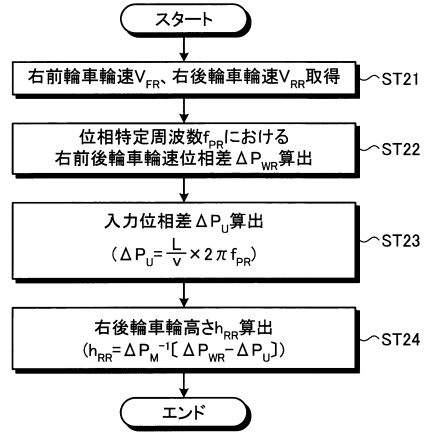
【図4】



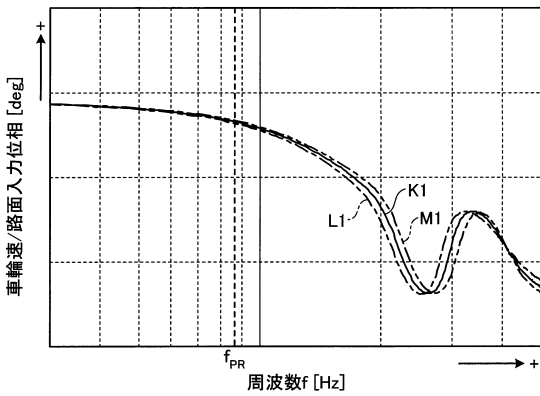
【図5】



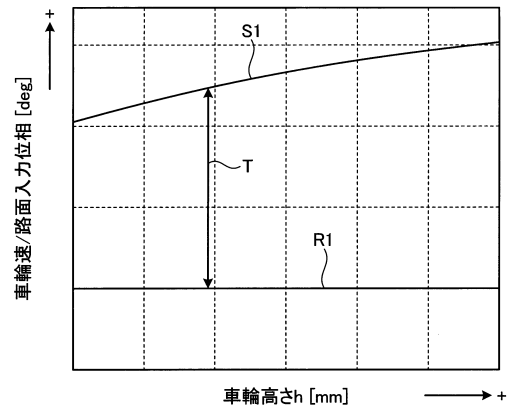
【図6】



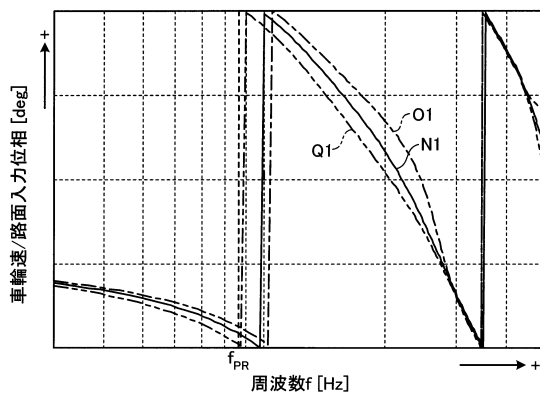
【図7】



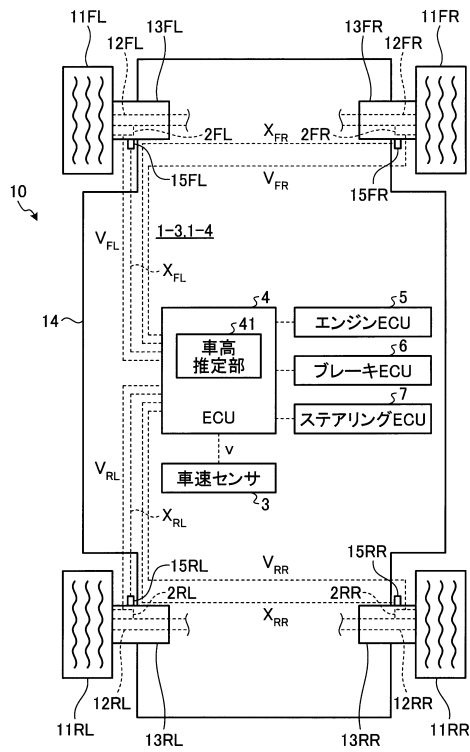
【図9】



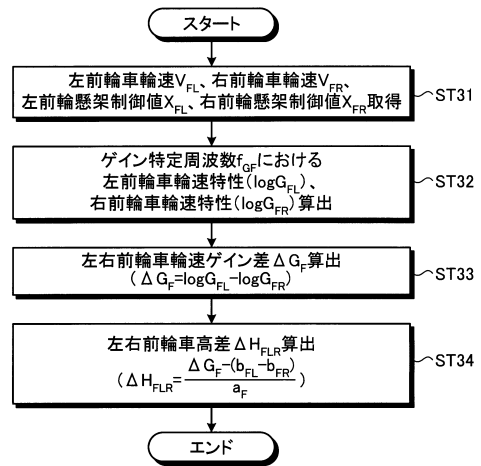
【図8】



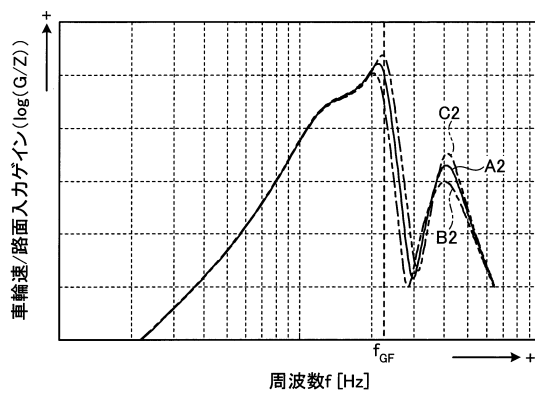
【図10】



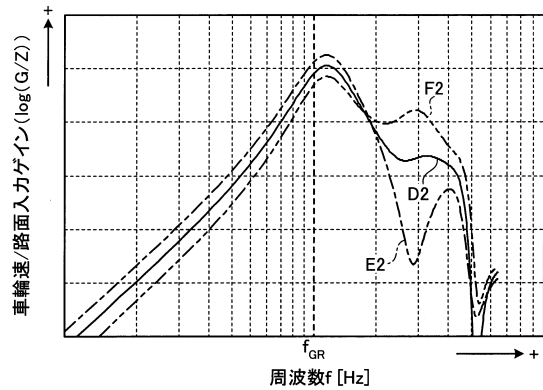
【図11】



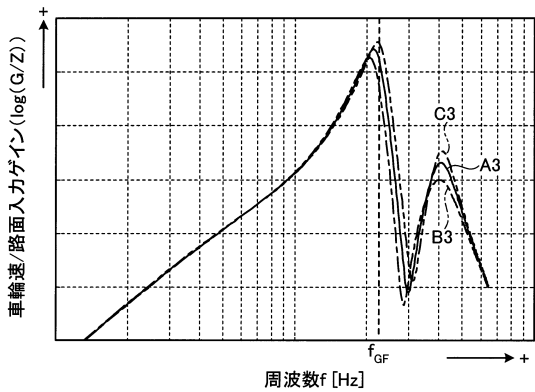
【図12】



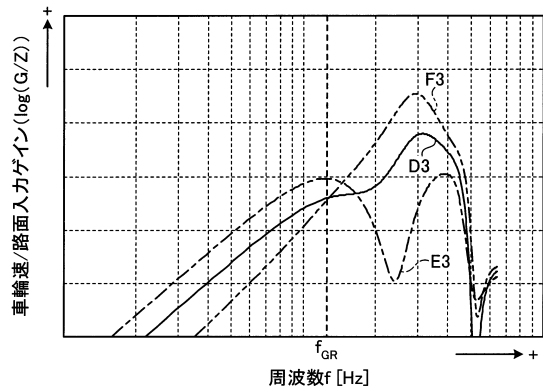
【図14】



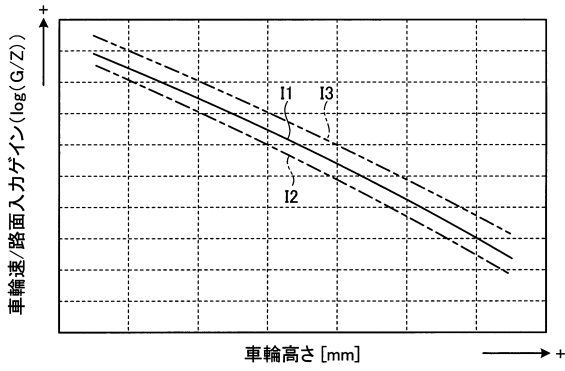
【図13】



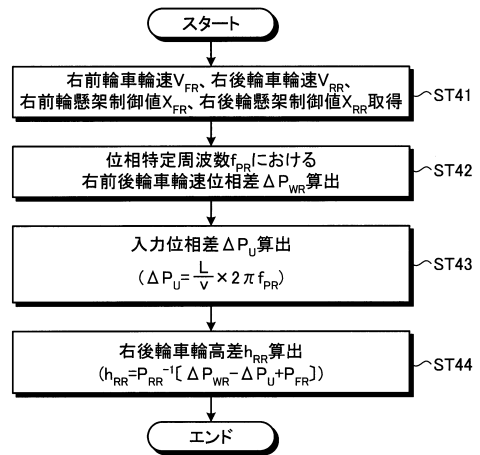
【図15】



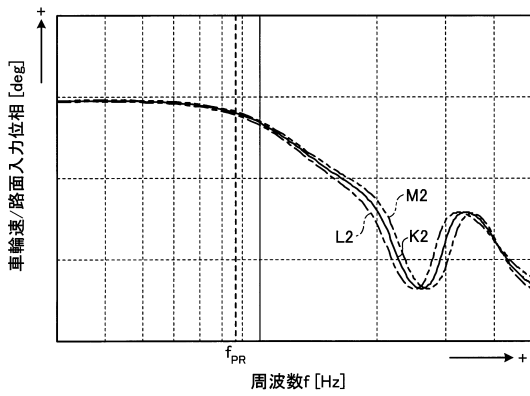
【図16】



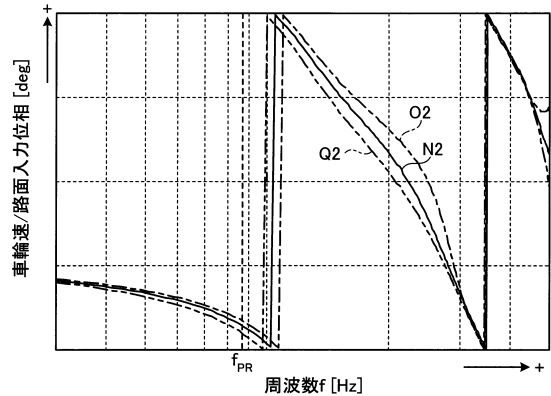
【図17】



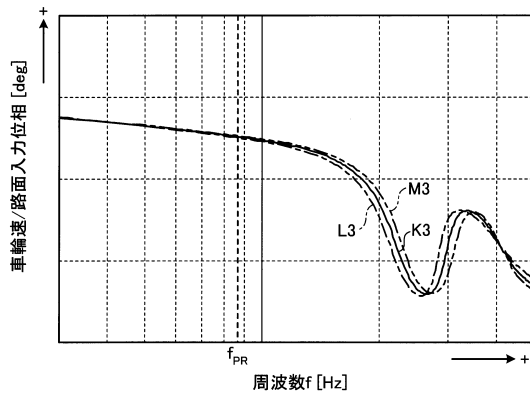
【図18】



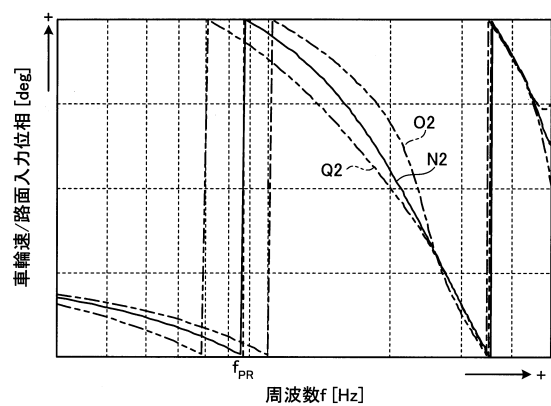
【図20】



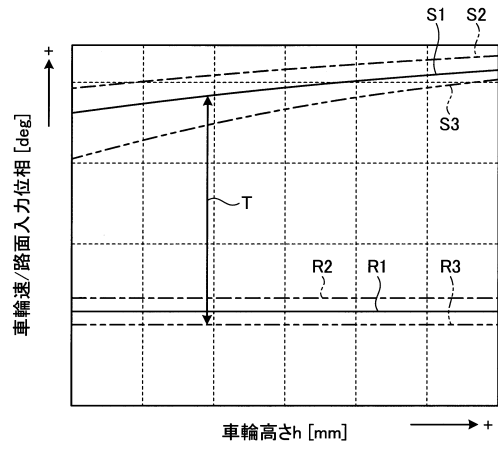
【図19】



【図21】



【図 22】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 048139 (JP, A)
特開2009 - 040354 (JP, A)
特開平06 - 270643 (JP, A)
特表2005 - 510397 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60G 1/00 - 99/00