

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5088198号
(P5088198)

(45) 発行日 平成24年12月5日 (2012. 12. 5)

(24) 登録日 平成24年9月21日 (2012. 9. 21)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 1 M 17/06 (2006. 01)

B 6 O W 40/10 (2012. 01)

B 6 2 D 6/00 (2006. 01)

B 6 2 D 113/00 (2006. 01)

B 6 2 D 137/00 (2006. 01)

G O 1 M 17/06 Z Y W

B 6 O R 16/02 6 6 1 Z

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 113/00

B 6 2 D 137/00

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-78604 (P2008-78604)
 (22) 出願日 平成20年3月25日 (2008. 3. 25)
 (65) 公開番号 特開2009-229412 (P2009-229412A)
 (43) 公開日 平成21年10月8日 (2009. 10. 8)
 審査請求日 平成22年11月19日 (2010. 11. 19)

(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 100088155
 弁理士 長谷川 芳樹
 (74) 代理人 100113435
 弁理士 黒木 義樹
 (74) 代理人 100116920
 弁理士 鈴木 光
 (72) 発明者 金山 浩之
 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 福田 裕司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 重心高推定装置、及びこれを備えた車両挙動制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

実際の車両の横加加速度及びロールレートに基づいて算出された伝達特性である実測伝達特性と、前記車両の運動特性を表現する車両モデルに基づいて算出された伝達特性である解析伝達特性とを比較して、前記車両の重心高を推定する重心高演算部を備えることを特徴とする重心高推定装置。

【請求項 2】

前記実際の車両の横加加速度及びロールレートとは異なる他のパラメータに基づいて算出された伝達特性である他の実測伝達特性を用いて、前記重心高演算部によって推定された前記重心高を検定する重心高検定部を更に備えることを特徴とする請求項 1 記載の重心高推定装置。

【請求項 3】

前記重心高検定部は、前記他のパラメータとして、前記実際の車両の横加加速度及びヨーレートに基づいて算出された前記他の実測伝達特性を用いて、前記重心高を検定することを特徴とする請求項 2 記載の重心高推定装置。

【請求項 4】

前記重心高が推定されたことによって推定可能となったパラメータを算出するパラメータ推定部を更に備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の重心高推定装置。

【請求項 5】

10

20

前記パラメータ推定部は、前記推定可能となったパラメータとして、タイヤのコーナリングパワーを算出することを特徴とする請求項４記載の重心高推定装置。

【請求項６】

請求項１～５の何れか一項に記載の重心高推定装置と、

前記重心高推定装置の前記重心高演算部によって推定された前記重心高を用いて、車両の挙動制御を行う制御部と、備えることを特徴とする車両挙動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、重心高推定装置、及びこれを備えた車両挙動制御装置に関するものである。

10

【背景技術】

【０００２】

従来、この分野の技術として、車両走行中に運転者が入力する操舵角に対するロールを含む自由度を持つ力学モデルの伝達関数と、実車によって採取されたデータに基づいて算出される操舵角に対するロールの伝達関数とを比較して、車両の重心高さを推定するものがある（例えば、特許文献１参照）。

【０００３】

この特許文献１に記載の車両の重心高さの推定演算装置では、下記式（１）の伝達関数を用いて、重心高さ h_s を推定している（ただし、 K_f ：前輪のコーナリングパワー、 K_r ：後輪のコーナリングパワー、 M_s ：バネ上重量、 M_u ：バネ下重量、 K_{fa} ：ロール剛性、 I ：ヨーイングモーメント、 V ：車速）。

20

【数１】

$$h_s = \frac{eK_{fa} \left(\frac{2K_f K_r (L_f + L_r)^2}{V} - (K_f L_f - K_r L_r) (M_s + M_u) V \right)}{IK_f M_s V} \quad \dots (1)$$

30

【特許文献１】特開平１１－３０４６６３号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

操舵に対する車両の応答は、テストコースのような限られた路面では、一定であるが、路面状況、タイヤ特性が変化した場合には、誤差が大きくなるという問題がある。

【０００５】

上記特許文献１の技術では、上記式（１）によって表現された伝達関数を用いて、タイヤ特性・重心位置など重心高さと共に変化するパラメータ（変数）を固定値としてそのまま用いて推定するため、最終的な推定結果に誤差が生じるという問題がある。

40

【０００６】

本発明は、このような課題を解決するために成されたものであり、重心高の推定精度の向上が図られた重心高推定装置、及びこれを備えた車両挙動制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明による重心高推定装置は、実際の車両の横加加速度及びロールレートに基づいて算出された伝達特性である実測伝達特性と、車両の運動特性を表現する車両モデルに基づいて算出された伝達特性である解析伝達特性とを比較して、車両の重心高を推定する重心

50

高演算部を備えることを特徴としている。

【0008】

また、本発明による車両挙動制御装置は、上記の重心高推定装置と、当該重心高推定装置の重心高演算部によって推定された重心高を用いて、車両の挙動制御を行う制御部と、備えることを特徴としている。

【0009】

このような重心高推定装置、及びこれを備えた車両挙動制御装置によれば、実際の車両の横加加速度及びロールレートに基づいて算出された伝達特性である実測伝達特性と、車両の運動特性を表現した車両モデルに基づいて算出された伝達特性である解析伝達特性とを比較して、車両の重心高を推定する重心高演算部を備えているため、路面状況、タイヤ特性の違いなどの外的要因に左右されない伝達特性を定義することで、重心高の推定精度の向上が図られる。また、重心高推定装置を備えた車両挙動制御装置では、推定精度が向上された重心高を用いて、制御精度の向上を図ることができる。

10

【0010】

ここで、実際の車両の横加加速度及びロールレートとは異なる他のパラメータに基づいて算出された伝達特性である他の実測伝達特性を用いて、重心高演算部によって推定された重心高を検定する重心高検定部を更に備えることが好ましい。他のパラメータとして、実際の車両の横加加速度及びヨーレートが挙げられる。

【0011】

また、重心高が推定されたことによって推定可能となったパラメータを算出するパラメータ推定部を更に備える構成としてもよい。これにより、路面状況、タイヤ状況など、重心高とともに変化するパラメータ（例えば、タイヤのコーナリングパワー（タイヤCP）、タイヤ特性、重心位置など）を推定することが可能となる。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、重心高の推定精度の向上が図られた重心高推定装置、及びこれを備えた車両挙動制御装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、図面の説明において同一または相当要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。図1は、本発明の第1実施形態に係る重心高推定装置のブロック図である。

30

【0014】

本実施形態に係る重心高推定装置は、実際に測定された実測データに基づいて算出された伝達特性である実測伝達特性と、車両の運動特性が表現された車両モデルに基づいて算出された伝達特性である解析伝達特性とを比較して車両の重心高を推定するものである。

【0015】

重心高推定装置では、図1に示すように、運転操作によって変化する実際の車両の横加加速度、ロールレートなどのパラメータを取得し、取得されたロールレート及び横加加速度に基づいて、ロールレートRR/横加加速度LJの伝達特性（実測伝達特性）を算出すると共に、車両モデルから導出されたロールレート及び横加加速度に基づいて、ロールレートRR/横加加速度LJの伝達特性（解析伝達特性）を算出する。そして、これらの実測伝達特性と解析伝達特性とを比較して、車両の重心高を推定する。また推定された重心高に基づいて、ロール剛性、ロール慣性モーメント、ロール減衰力を算出する。

40

【0016】

図2は、本発明の第1実施形態に係る重心高推定装置の概略構成図である。重心高推定装置1は、自車両の加速度を計測する加速度センサ2、自車両のロールレートを計測するロールレートセンサ3、ステアリング操作した時の操舵方向及び操舵角度を計測するステアリングセンサ4、車両のその他のデータを取得する各種センサ5、車両の重心高を推定する電子制御ユニット（以下、「ECU」という）6を備えている。ECU6は、これら

50

のセンサ 2 ～ 5 と電氣的に接続され、センサ 2 ～ 5 から各種信号を受信して、加速度、ロールレート、操舵方向、操舵角度、その他の値を算出する。

【 0 0 1 7 】

また、重心高推定装置 1 は、GPS 測位データを受信する GPS 受信機 7 を備えている。ECU 6 は、GPS 受信機 7 と電氣的に接続され、GPS 受信機 7 によって受信した GPS 測位データに基づいて、自車両の走行軌跡を作成する。ECU 6 は、この走行軌跡に基づいて、センサ 2 ～ 5 の精度向上及びゼロ点調整を行う。例えば、走行軌跡によると直線走行しているにも関わらず、加速度センサ 2 によって横加速度が検出された場合には、センサのゼロ点調整を行う。

【 0 0 1 8 】

ECU 6 は、演算処理を行う CPU、記憶部となる ROM 及び RAM、入力信号回路、出力信号回路、電源回路などにより構成されている。この ECU 6 では、記憶部に記憶されたプログラムを実行することで、実測伝達特性算出部 8、解析伝達特性算出部 9、比較部 10 が構築され、重心高が推定される。また、ECU 6 の記憶部には、車両の運動モデルに関するデータなどが記憶されている。

【 0 0 1 9 】

ECU 6 では、下記式 (2) によって表現される横加加速度 (LJ) のロールレート (RR) への伝達特性を用いて、重心高 h_s を推定する (ただし、RR: ロールレート、LJ: 横加加速度、m: 車両重量、Ix: ロール慣性モーメント、Cx: ロール減衰力、Kx: ロール剛性)。

【数 2】

$$\frac{RR}{LJ} = \frac{hs \cdot ms}{Ix s^2 + Cx s - ms hs g + Kx} \quad \dots(2)$$

【 0 0 2 0 】

横加加速度 LJ は、横加速度を微分して算出することができる。車両重量 m は、各種センサ 5 によって計測された値に基づいて、算出することができる。例えば、特開 2007 号公報に記載の技術を用いて、駆動力源の出力したエネルギーを検出すると共に、車速の変化量を検出し、検出された駆動力源の出力エネルギー及び車速の変化量に基づいて、車両重量 m を算出することができる。また、ロール減衰力 Cx、ロール剛性 Kx は、車両のサスペンションの特性から求めることができる。

【 0 0 2 1 】

実測伝達特性算出部 8 は、センサ 2 ～ 5 によって計測されたデータに基づいて、上記式 (2) を適用し、各パラメータ違いの伝達特性 (周波数応答) を算出する。

【 0 0 2 2 】

解析伝達特性算出部 9 は、車両の運動モデルに基づいて、上記式 (2) を適用し、各パラメータ違いの伝達特性を算出する。図 3 は、各パラメータ違いの伝達特性 (周波数応答) の一例を示すグラフである。図 3 では、横軸に周波数 w 、縦軸にゲイン (RR / LJ) を示し、基準 L1、重心高違い L2、ヨー慣性モーメント違い L3、ロール減衰違い L4、ロール剛性違い L5 を各々示している。

【 0 0 2 3 】

図 3 では、重心高違い L2 及びヨー慣性モーメント違い L3 のピークは、基準 L1 のピークより高く、ロール減衰違い L4 及びロール剛性違い L5 のピークは、基準 L1 のピークより低くなっている。また、ロール減衰違い L4 がピークとなる周波数 w は、基準 L1 がピークとなる周波数より大きい値となっている。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

因みに、既存の方法では、タイヤＣＰの違いや、ヨー慣性モーメントの違いによる差は、重心高など推定したいパラメータに変化が無い場合においても、後述する図６程度の違いが生じる。そのためタイヤＣＰの値等を固定値として式に代入している従来技術では、この違いを吸収することができないため、推定されるパラメータの誤差が大きくなるという問題があった。

【００２５】

比較部１０は、実測伝達特性算出部８によって算出された伝達特性と、解析伝達特性算出部９によって算出された伝達特性とを比較することにより重心高 h_s を推定する。この比較部１０では、実測伝達特性と解析伝達特性とが一致した場合の値に基づいて、重心高 h_s を推定する。

10

【００２６】

このような重心高推定装置１では、取得した実際の車両挙動を伝達特性に変換すると共に、車両モデルから求まる伝達特性のパラメータを、車両挙動から得たものに合わせ込む。重心高推定装置１では、車両の運動のうち、重心高によって変化する車両挙動の伝達特性について、測定値から逆算される伝達特性と車両モデルから導かれる伝達特性と比較することで重心高を推定することができる。

【００２７】

ここで、重心高推定装置１では、車両挙動の伝達特性が、例えば横加加速度（ LJ ）のロールレート（ RR ）への伝達特性（上記式（２））など、タイヤ特性・路面状況によって変動するパラメータを含まない伝達特性を構成することにより、路面やタイヤ違いなどの外的要因に左右されない伝達特性が定義されている。そして、車両の運動から実測における伝達特性が求まり、車両モデルから求まる伝達特性と比較することにより、重心高 h_s 、ロール剛性 K_x 、ロール減衰 C_x 、ロール慣性モーメント I_x が精度良く算出される。

20

【００２８】

次に、本発明の第２実施形態に係る重心高推定装置を備えた車両挙動制御装置について説明する。図４は、本発明の第２実施形態に係る重心高推定装置を備えた車両挙動制御装置の概略構成図、図５は、本発明の第２実施形態に係る重心高推定装置のブロック図である。なお、第１実施形態と同一または相当要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

30

【００２９】

第２実施形態に係る重心高推定装置１１は、図４に示すように、加速度センサ２、ロールレート３、ステアリングセンサ４、各種センサ（ヨーレートセンサ）５、GPS受信機７、ECU１６を備えている。ECU１６は、これらのセンサ２～５と電氣的に接続され、センサ２～５から各種信号を受信して、加速度、ロールレート、操舵方向、操舵角度、ヨーレート、その他の値を算出する。

【００３０】

ECU１６は、演算処理を行うCPU、記憶部となるROM及びRAM、入力信号回路、出力信号回路、電源回路などにより構成されている。このECU１６では、記憶部に記憶されたプログラムを実行することで、実測伝達特性算出部８、解析伝達特性算出部９、比較部１０が構築され、重心高が推定される。また、ECU１６の記憶部には、車両の運動モデルに関するデータなどが記憶されている。

40

【００３１】

さらに、ECU１６では、検定部１２、パラメータ推定部１３が構築されている。検定部１２は、比較部１０によって取得した重心高などのパラメータの確かさを、比較部１０でパラメータを推定する際に用いた以外の伝達特性に基づいて確認する。

【００３２】

具体的には、検定部１２では、比較部１０によって取得したパラメータを用いて、車両モデルの他の伝達特性（例えばYR/LA（ヨーレート/横加加速度））を計算し、実車によって取得されたパラメータを用いた他の伝達特性（YR/LA）と比較することにより

50

、比較部 10 によって取得したパラメータの精度を確認する。

【0033】

図 6 は、各パラメータ違いの伝達特性（周波数応答）の一例を示すグラフである。図 6 では、横軸に周波数 w 、縦軸にゲイン（ RR/MA ）を示している（ただし、 RR ：ロールレート、 MA ：操舵角度）。また、図 6 では、図 3 と同様に、基準、重心高違い、ヨー慣性モーメント違い、ロール減衰違い、ロール剛性違いなど、各パラメータ違いの伝達特性を示している。

【0034】

パラメータ推定部 13 は、比較部 10 によって取得した重心高などのパラメータに基づいて、他のパラメータを推定する。パラメータ推定部 13 では、検定部 12 によって精度が確認されたパラメータを用いて、路面状況、タイヤ状況（タイヤと路面との摩擦係数）など、重心高とともに変化する他のパラメータ（例えば、タイヤ CP ）を推定する。

【0035】

また、第 2 実施形態に係る重心高推定装置 11 を備えた車両挙動制御装置は、重心高推定装置 11 によって推定された重心高、その他のパラメータに基づいて、車両挙動を制御する車両挙動制御部 17 を有している。この車両挙動制御部 17 は、例えば、ブレーキ ECU 18、エンジン ECU 19、操舵 ECU 20 などによって構成され、各 ECU 16, 18, 19, 20 は、例えば CAN （Control Area Network）等の通信回路で接続されることにより、相互にデータ交換が可能な構成とされている。

【0036】

車両挙動制御部 17 では、重心高推定装置 11 によって取得した重心高、その他のパラメータを用いて、車両挙動の制御機能（例えば ABS ：Antilock Brake System、 VSC ：Vehicle Stability Control、 ESC ：Electronic Stability Control、 $VDIM$ ：Vehicle Dynamics Integrated Management）における制御側を変更する。

【0037】

次に、第 2 実施形態に係る重心高推定装置 11 を備えた車両挙動制御装置の動作手順について説明する。図 5 に示すように、重心高推定装置 11 では、センサ 2～5 からの信号に基づいて各種パラメータ（ヨーレート YR 、横加速度 LA 、横加減速度 LJ 、ロールレート RR ）を取得する（ $S1$ ）。

【0038】

次に、 ECU 16 は、取得した車両挙動に関するパラメータを伝達特性に変換する（ $S2$ ）。実測伝達特性算出部 8 では、取得された横加減速度 LJ 及びロールレート RR を用いて、式（2）によって表現された伝達特性 RR/LJ を算出する。

【0039】

続いて、 ECU 16 は、車両モデルから求められた伝達特性 RR/LJ のパラメータを、車両挙動から得た伝達特性 RR/LJ に合わせ込みを行う（ $S3$ ）。比較部 10 では、実測値から逆算される伝達特性 RR/LJ と車両モデルから導かれる伝達特性 RR/LJ とを比較することで重心高などのパラメータを推定する。

【0040】

次に、 ECU 16 は、ステップ 3 で推定されたパラメータの確かさ（精度）を、ステップ 3 で用いて伝達特性 RR/LJ 以外の他の伝達特性を用いて確認する（ $S4$ ）。検定部 12 では、ステップ 3 で推定されたパラメータを用いて、車両モデルの他の伝達特性（例えば YR/LJ ）を計算し、実車の伝達特性と比較することにより、ステップ 3 で求めたパラメータの精度を確認する。

【0041】

続いて、 ECU 16 は、ステップ 4 で精度が確認された重心高などのパラメータを用いて、車両モデルの修正を行う（ $S5$ ）。

【0042】

次に、 ECU 16 は、ステップ 5 で修正された推定後の車両モデルに基づいて計算されたヨーレートと、実車測定されたヨーレートとを比較して、例えばタイヤ CP など、重心

10

20

30

40

50

高が推定された後に推定可能なパラメータを推定する（Ｓ６）。パラメータ推定部１３では、路面状況、タイヤ状況など重心高と共に変化するパラメータ（タイヤＣＰ）を推定する。

【００４３】

次に、挙動制御部１７は、推定された重心高、及びこの重心高に基づいて推定されたタイヤＣＰ等のパラメータに従い、挙動制御（車両運動制御システム）における制御則の最適化を行う（Ｓ７）。また、推定されたパラメータの精度に応じて、制御則を変更してもよい。例えば、パラメータの精度が低い場合には、パラメータの精度が高い場合と比較して、安全側に制御する、或いは、推定されたパラメータによる制御則の変更を禁止してもよい。そして、ブレーキＥＣＵ１８、エンジンＥＣＵ１９、操舵ＥＣＵ２０は、各車輪毎のブレーキ制御、エンジンのトラクション制御、操舵量制御等を行い、車両運動の最適化を行う。

【００４４】

このような重心高推定装置１１では、タイヤ特性や車両の前後方向の重心位置の影響を排除して、重心高を推定することができる。これにより、路面違い、タイヤ違いなど条件が変化した場合であっても精度良く重心高を推定することが可能となる。また、このように推定された重心高などのパラメータを利用して、車両運動制御における制御則を変更することで、車両運動の最適化が図られる。

【００４５】

以上、本発明をその実施形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態では、上記式（２）によって表現された伝達特性を用いているが、横加加速度及びロールレートに基づいて算出されたその他の伝達特性を用いて、重心高を推定してもよい。

【図面の簡単な説明】

【００４６】

【図１】本発明の第１実施形態に係る重心高推定装置の概要を説明するためのブロック図である。

【図２】本発明の第１実施形態に係る重心高推定装置の概略構成図である。

【図３】各パラメータ違いの伝達特性（ＲＲ／ＬＪ）の一例を示すグラフである。

【図４】本発明の第２実施形態に係る重心高推定装置を備えた車両挙動制御装置の概略構成図である。

【図５】本発明の第２実施形態に係る重心高推定装置の概要を説明するためのブロック図である。

【図６】各パラメータ違いの伝達特性（ＲＲ／ＭＡ）の一例を示すグラフである。

【符号の説明】

【００４７】

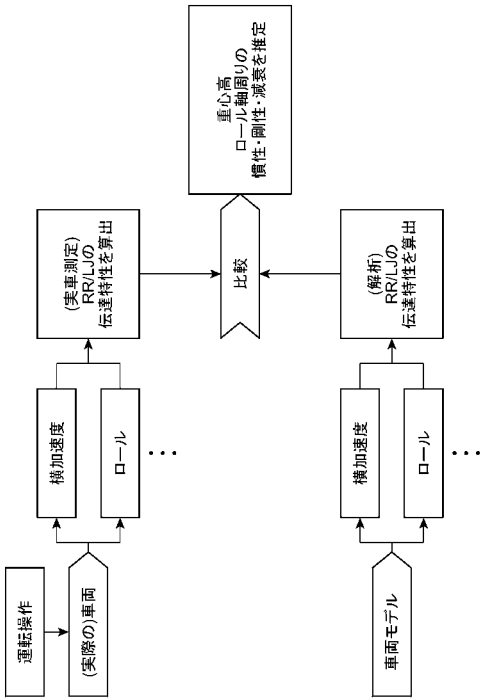
１，１１…重心高推定装置、６，１６…ＥＣＵ（重心高演算部）、１７…挙動制御部、ＬＪ…横加加速度、ＲＲ…ロールレート。

10

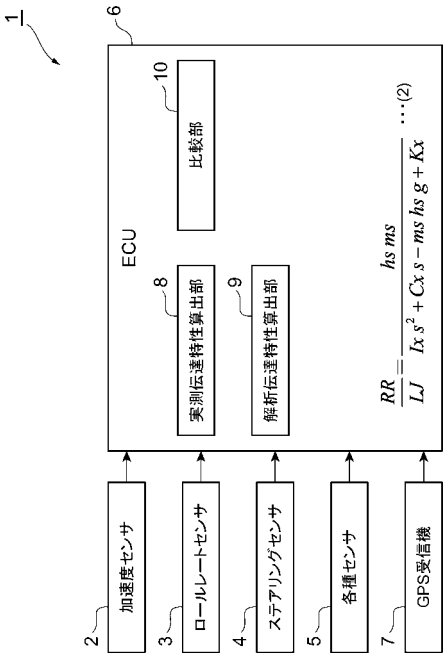
20

30

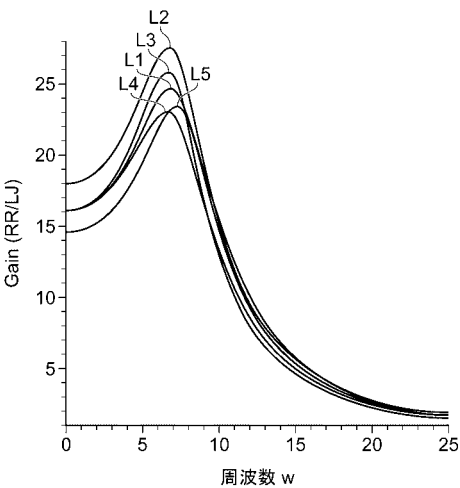
【図 1】



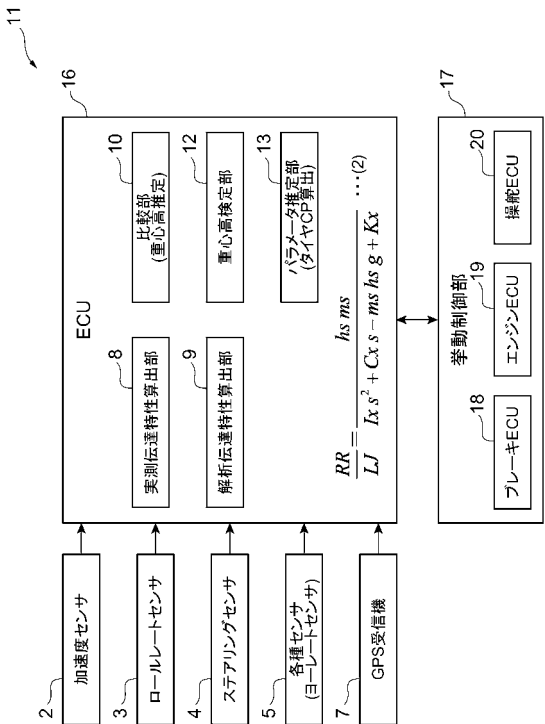
【図 2】



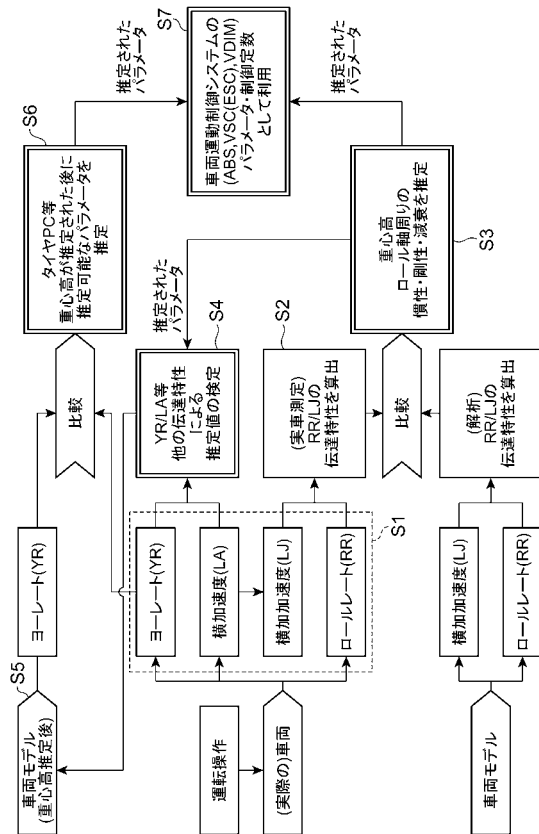
【図 3】



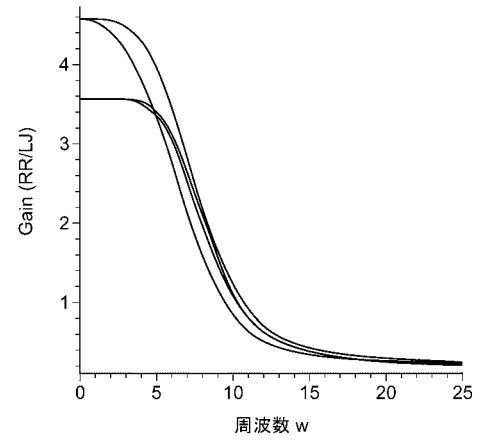
【図 4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-083534(JP,A)
特開2001-097072(JP,A)
特開2003-207424(JP,A)
特開2001-050973(JP,A)
特開昭62-163867(JP,A)
特開平11-160205(JP,A)
特開平10-315940(JP,A)
特開平11-304663(JP,A)
特開2000-233736(JP,A)
特開平08-002274(JP,A)
特開平11-321267(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 17/06
B60W 40/10
B62D 6/00
B62D 113/00
B62D 137/00