

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5293814号  
(P5293814)

(45) 発行日 平成25年9月18日(2013.9.18)

(24) 登録日 平成25年6月21日(2013.6.21)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 P 21/00 (2006.01)** GO 1 P 21/00  
**GO 1 C 19/00 (2013.01)** GO 1 C 19/00 Z

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-518126 (P2011-518126)	(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
(86) (22) 出願日	平成21年6月3日(2009.6.3)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/060161	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(87) 国際公開番号	W02010/140234	(74) 代理人	100116920 弁理士 鈴木 光
(87) 国際公開日	平成22年12月9日(2010.12.9)	(72) 発明者	清水 政行 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
審査請求日	平成23年8月3日(2011.8.3)	審査官	續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサオフセット量推定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両の走行情報を検出するセンサのオフセット量を推定するセンサオフセット量推定装置であって、

前記車両が旋回する際の路面カントを考慮した運動方程式と前記センサで検出した前記走行情報とに基づいて、前記センサとしての左右加速度センサ、操舵角センサ及びヨーレートセンサのうちの少なくとも1つのオフセット量を推定するオフセット量推定部を備え

、  
前記オフセット量推定部は、

前記車両のヨーレートに関するヨーレート演算式及び前記車両のスリップ角に関するスリップ角演算式を前記運動方程式として導出すると共に、前記車両のタイヤ周りの力のつりあい式に基づいて前記車両のセルフアライニングトルクに関するセルフアライニングトルク演算式を導出し、

前記ヨーレート演算式、前記スリップ角演算式、前記セルフアライニングトルク演算式及び前記走行情報から、前記左右加速度センサ、前記操舵角センサ及び前記ヨーレートセンサそれぞれのオフセット量を推定することを特徴とするセンサオフセット量推定装置。

【請求項2】

前記オフセット量推定部は、推定した前記センサのオフセット量に応じて、設定されている該センサのオフセット量を補正するオフセット量補正部を有することを特徴とする請求項1記載のセンサオフセット量推定装置。

## 【請求項 3】

前記オフセット量補正部は、前記車両の操舵角、スリップ角、ヨーレート、及び前記路面カントの少なくとも1つの程度に応じて、前記補正におけるオフセット量の変化率を可変することを特徴とする請求項2記載のセンサオフセット量推定装置。

## 【請求項 4】

前記オフセット量補正部は、前記車両が旋回するとき、前記補正におけるオフセット量の変化率を前記車両が直進するときよりも小さくする、又は前記補正を停止することを特徴とする請求項3記載のセンサオフセット量推定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

10

## 【0001】

本発明は、車両の走行情報を検出するセンサにおけるオフセット量を推定するオフセット量推定装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来のオフセット量推定装置としては、例えば、特許文献1記載のものが知られている。このセンサオフセット量推定装置では、車両の車速及び操舵角から推定される左右加速度と左右加速度センサによる出力値とに基づいて、該左右加速度センサにおける中立点(0点)位置のずれであるオフセット量を推定することが図られている。

## 【先行技術文献】

20

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開平8-136572号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかし、上記のセンサオフセット量推定装置では、路面カント(路面傾斜)の影響が考慮されていないことから、例えばオフセット量の変動したとしても、かかる変動が路面カントの誤差に起因するものなのか、或いはセンサの誤差に起因するものなのかを判断することが困難である。そのため、オフセット量を精度よく推定できないおそれがある。

30

## 【0005】

そこで、本発明は、センサのオフセット量を精度よく推定することができるセンサオフセット量推定装置を提供することを課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を達成するために、本発明に係るセンサオフセット量推定装置は、車両の走行情報を検出するセンサのオフセット量を推定するセンサオフセット量推定装置であって、車両が旋回する際の路面カントを考慮した運動方程式とセンサで検出した走行情報とに基づいて、センサとしての左右加速度センサ、操舵角センサ及びヨーレートセンサのうちの少なくとも1つのオフセット量を推定するオフセット量推定部を備え、オフセット量推定部は、車両のヨーレートに関するヨーレート演算式及び車両のスリップ角に関するスリップ角演算式を運動方程式として導出すると共に、車両のタイヤ周りの力のつりあい式に基づいて車両のセルフアライニングトルクに関するセルフアライニングトルク演算式を導出し、ヨーレート演算式、スリップ角演算式、セルフアライニングトルク演算式及び走行情報から、左右加速度センサ、操舵角センサ及びヨーレートセンサそれぞれのオフセット量を推定することを特徴とする。

40

## 【0007】

この本発明のセンサオフセット量推定装置では、路面カントを有する道路を走行する場合でも、かかる路面カントを好適に考慮し、センサとしての左右加速度センサ、操舵角センサ及びヨーレートセンサのうちの少なくとも1つのオフセット量を推定することができ

50

る。つまり、本発明によれば、センサのオフセット量を精度よく推定することができ、更に左右加速度センサ、操舵角センサ及びヨーレートセンサそれぞれのオフセット量を一度に精度よく推定することができる。

【0011】

また、オフセット量推定部は、推定したセンサのオフセット量に応じて、設定されている該センサのオフセット量を補正するオフセット量補正部を有することが好ましい。この場合、設定されているオフセット量が好適に補正されることとなる。

【0012】

このとき、オフセット量補正部は、車両の操舵角、スリップ角、ヨーレート、及び路面カントの少なくとも1つの程度に応じて、補正におけるオフセット量の変化率を可変することが好ましい。ここで、上記の運動方程式の誤差（以下、「モデルゲイン誤差」という）は、車両の操舵角、スリップ角、ヨーレート、及び路面カントの程度に起因して変動し易い。よって、オフセット量補正部にてオフセット量を補正する際、その変化率を車両の操舵角、スリップ角、ヨーレート、及び路面カントの少なくとも1つの程度に応じて可変すると、モデルゲイン誤差の影響を抑制することが可能となり、設定されているオフセット量を精度よく補正することができる。

【0013】

このとき、オフセット量補正部は、車両が旋回するとき、補正におけるオフセット量の変化率を車両が直進するときよりも小さくする、又は補正を停止する場合がある。車両が旋回するときには、車両が直進するときよりもモデルゲイン誤差が大きくなることが懸念される。よって、このように、旋回するときの変化率を直進するときの変化率よりも小さく、又は補正を停止することで、モデルゲイン誤差の影響を抑制することができ、設定されているオフセット量を精度よく補正することができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、センサのオフセット量を精度よく推定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。

【図2】図1のセンサオフセット量推定装置の処理を示すフローチャートである。

【図3】ロードキャンバ量を説明するための図である。

【図4】車両の運動方程式を説明するための2輪モデルを示す図である。

【図5】(a)はタイヤ周りの力のつりあい式を説明するための斜視図、(b)はタイヤ周りの力のつりあい式を説明するための側面図、(c)はタイヤ周りの力のつりあい式を説明するための上面図である。

【図6】オフセット量の補正を説明するための図である。

【図7】重み係数マップの一例を示す図である。

【図8】本発明の第2実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。

【図9】本発明の第3実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明では、同一又は相当要素には同一符号を付し、重複する説明は省略する。ちなみに、記号の上に付される「 $\wedge$ 」は、補正前の値を意味し、記号の上に付される「 $-$ 」は、平均値を意味し、記号の上に付される「 $\sim$ 」は、補正後の値を意味する。これら、「 $\wedge$ 」「 $-$ 」「 $\sim$ 」は、記載の都合のために記号の右上に付して記載される場合がある。

【0017】

10

20

30

40

50

(第1実施形態)

まず、本発明の第1実施形態について説明する。図1は本発明の第1実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。図1に示すように、センサオフセット量推定装置1は、自動車等の車両Xに搭載されるものである。このセンサオフセット量推定装置1は、車両Xの走行に関する走行情報を検出するセンサ2のオフセット量を推定して補正(学習)する。

【0018】

センサ2は、左右加速度センサ3、操舵角センサ4、ヨーレートセンサ5、スリップ角センサ6、及びセルフアライニングトルク(Self Aligning Torque: 通称、「SAT」)センサ7を含んで構成されている。

10

【0019】

左右加速度センサ3は、車両Xの横Gである左右加速度 $g^{\wedge}_y$ を検出する。操舵角センサ4は、車両Xの操舵角 $\delta^{\wedge}$ を検出する。ヨーレートセンサ5は、車両Xのヨーレート $\dot{\psi}^{\wedge}$ を検出する。スリップ角センサ6は、車両Xのスリップ角 $\theta_{true}$ を検出する。ここでのスリップ角センサ6は、例えば出射した光を受光すること等で得られた対地車速に基づいて、スリップ角 $\theta_{true}$ を検出する。

【0020】

SATセンサ7は、セルフアライニング $T_h$ を検出する。ここでのSATセンサ7は、パワーステアリングによるトルクと運転者によるトルクとに基づいて、セルフアライニングトルク $T_h$ を検出する。

20

【0021】

ここで、センサオフセット量推定装置1は、センサ補正演算部8を備えている。センサ補正演算部8は、例えばCPU、ROM、及びRAM等を含むECU(Electronic Control Unit)で構成されている。このセンサ補正演算部8は、センサ2に接続され、該センサ2で検出された走行情報(以下、「センサ値」ともいう)が入力される。

【0022】

このセンサ補正演算部8は、車両Xが旋回する際のロードキャンバ(路面カント)を考慮した運動方程式と、車両Xのタイヤ周りの力のつりあい式と、センサ2で検出したセンサ値と、に基づいて、左右加速度センサ3、操舵角センサ4及びヨーレートセンサ5それぞれのオフセット量を推定し補正する。そして、補正後のセンサ値として、補正後左右加速度 $g_{y\_true}$ 、補正後操舵角 $\delta_{true}$ 、及び補正後ヨーレート $\dot{\psi}_{true}$ を出力する(詳しくは、後述)。

30

【0023】

次に、以上のように構成されたセンサオフセット量推定装置1の動作について、図2に示すフローチャートを参照しつつ説明する。

【0024】

本実施形態のセンサオフセット量推定装置1では、車両Xの走行中に以下の処理を実行する。すなわち、まず、例えばカメラやGPS(Global Positioning System)を利用し、車両Xが走行する道路形状が直線(若しくは、直線に近い)か否かを判定する(S1)。具体的には、道路の曲率や車両Xのヨー角を検出し、これらが一定値以下であるか否かを判定する。

40

【0025】

これと共に、車両Xの走行状態が、定常的に直進する状態(若しくは、直進に近い)であるか否かを判定する(S2)。具体的には、操舵角センサ4及びヨーレートセンサ5で検出した操舵角 $\delta^{\wedge}$ 及びヨーレート $\dot{\psi}^{\wedge}$ が一定域にあるか否かを判定する。なお、上記S2においては、操舵角 $\delta^{\wedge}$ 及びヨーレート $\dot{\psi}^{\wedge}$ をハイパスフィルタでフィルタリングした後の値が一定域にあるか否かを、判定条件としてもよい

【0026】

続いて、上記S1, 2でYESの場合、センサ補正演算部8において、車両Xが旋回する際のロードキャンバを考慮した運動方程式と、車両Xのタイヤ周りの力のつりあい式と

50

、各センサ 3 ~ 7 で検出した左右加速度  $g_y$ 、操舵角  $\delta$ 、ヨーレート  $\dot{\gamma}$ 、スリップ角  $\beta$ 、 $\beta_{true}$ 、セルフアライニングトルク  $T_{h_{true}}$  とに基づいて、センサ 3 ~ 5 のオフセット量を推定する (S3)。ここでのセンサ補正演算部 8 では、以下のようにして得られた演算式が「ロードキャンバを考慮した運動方程式」及び「タイヤ周りの力のつりあい式」として組み込まれている。

【0027】

[ロードキャンバを考慮した運動方程式]

図 3 に示すように、ロードキャンバ路 10 をヨーレート  $\dot{\gamma}$  で巡回走行する車両 X には、車両 X の重力  $mg$ 、ロードキャンバ路 10 からの反力  $R$ 、遠心力  $mV^2/r$ 、及び左右加速度  $g_y$  が作用していることから、ロードキャンバ量  $Y$  が下式 (1) により推定される。

10

【数 1】

$$Y = m(V\dot{\gamma} + g_y) \quad \dots(1)$$

但し、 $Y$  : ロードキャンバ量、 $m$  : 車両 X の質量、 $V$  : 車速、 $\dot{\gamma}$  : ヨーレート、 $g_y$  : 左右加速度。

【0028】

よって、車両 X が旋回する際のロードキャンバを考慮した運動方程式は、例えば図 4 の 2 輪モデルに示すと、下式 (2) で表すことができる。

【数 2】

$$mV\left(\frac{d\beta}{dt} + \dot{\gamma}\right) = 2F_{yf} + 2F_{yr} + Y$$

20

$$I_z \frac{d\dot{\gamma}}{dt} = 2l_f F_{yf} - 2l_r F_{yr} \quad \dots(2)$$

但し、 $\beta$  : スリップ角、 $I_z$  : 車両 X の断面 2 次モーメント、 $l_f$  : 重心から前輪軸中心までの距離、 $l_r$  : 重心から後輪軸中心までの距離。

【0029】

この上式 (2) に下式 (3) で示す  $F_{yf}$ 、 $F_{yr}$  を代入して整理すると、下式 (4) となる。

【数 3】

$$F_{yf} = -C_f \beta_f = -C_f \left(\beta + \frac{l_f}{V} \dot{\gamma} - \delta\right)$$

30

$$F_{yr} = -C_r \beta_r = -C_r \left(\beta + \frac{l_r}{V} \dot{\gamma}\right) \quad \dots(3)$$

【数 4】

$$mV \frac{d\beta}{dt} + 2(C_f + C_r)\beta + \left\{mV + \frac{2}{V}(l_f C_f - l_r C_r)\right\} \dot{\gamma} = 2C_f \delta + Y$$

$$2(l_f C_f - l_r C_r)\beta + I_z \frac{d\dot{\gamma}}{dt} + \frac{2}{V}(l_f^2 C_f - l_r^2 C_r)\dot{\gamma} = 2l_f C_f \delta \quad \dots(4)$$

40

但し、 $C_f$  : 前輪コーナリングフォース、 $\delta$  : 操舵角、 $C_r$  : 後輪コーナリングフォース。

【0030】

さらに、定常の条件 ( $d\beta/dt = d\dot{\gamma}/dt = 0$ ) で整理すると、下式 (5) となる。

【数5】

$$\beta = \begin{vmatrix} 2C_f\delta + Y & mV + \frac{2}{V}(l_f C_f - l_r C_r) \\ 2l_f C_f \delta & \frac{2}{V}(l_f^2 C_f - l_r^2 C_r) \end{vmatrix} \frac{1}{\Delta} \quad \gamma = \begin{vmatrix} 2(C_f + C_r) & 2C_f\delta + Y \\ 2(l_f C_f - l_r C_r) & 2l_f C_f \delta \end{vmatrix} \frac{1}{\Delta}$$

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2(C_f + C_r) & mV + \frac{2}{V}(l_f C_f - l_r C_r) \\ 2(l_f C_f - l_r C_r) & \frac{2}{V}(l_f^2 C_f - l_r^2 C_r) \end{vmatrix} \quad \dots(5)$$

10

【0031】

そして、上式(5)は、行列式の定理から下式(6)へと変形することができ、この下式(6)の行列式を解くと、運動方程式として下式(7)が得られることとなる。

【数6】

$$\beta = \begin{vmatrix} 2C_f & mV + \frac{2}{V}(l_f C_f - l_r C_r) \\ 2l_f C_f & \frac{2}{V}(l_f^2 C_f - l_r^2 C_r) \end{vmatrix} \frac{\delta}{\Delta} + \begin{vmatrix} mV + \frac{2}{V}(l_f C_f - l_r C_r) \\ \frac{2}{V}(l_f^2 C_f - l_r^2 C_r) \end{vmatrix} \frac{Y}{\Delta}$$

$$\gamma = \begin{vmatrix} 2(C_f + C_r) & 2C_f \\ 2(l_f C_f - l_r C_r) & 2l_f C_f \end{vmatrix} \frac{\delta}{\Delta} + \begin{vmatrix} 2(C_f + C_r) \\ 2(l_f C_f - l_r C_r) \end{vmatrix} \frac{Y}{\Delta} \quad \dots(6)$$

20

【数7】

$$\beta = \beta_\delta + \beta_c = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{l_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} \delta + \frac{l_f^2 C_f + l_r C_r}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y$$

$$\gamma = \gamma_\delta + \gamma_c = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r)V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y \quad \dots(7)$$

30

但し、 $\delta$  : 操舵により発生するスリップ角、 $\beta_c$  : ロードキャンバにより発生するスリップ角、 $\dot{\delta}$  : 操舵により発生するヨーレート、 $\dot{\beta}_c$  : ロードキャンバにより発生するヨーレート、A : スタビリティファクタ。

【0032】

[タイヤ周りの力のつりあい式]

車両Xのタイヤ周りの力のつりあい式は、例えば図5に示すキングピン14周りの力のつりあいから、下式(8)で表すことができる。なお、図中の $\alpha_p$ はピニオン角、 $x_r$ はラック変位、 $F_r$ はラック軸力、 $T_s$ はキングピン14周りのトルク、 $F_{y_f}$ はコーナリングフォースを示している。ちなみに、図5では、運転者によるハンドル11の操作にตอบสนองして駆動されるラック・アンド・ピニオン型のEPS(Electric Power Steering)13を例示して示している。

40

【数8】

$$T_h = \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta + \frac{l_f}{V} \gamma - \delta \right) \quad \dots(8)$$

但し、 $T_h$  : 操舵トルク、 $\xi$  : キャスタートレール $\alpha_c$ +ニューマチックトレール $\alpha_n$ 、 $N_r$  : 比ストローク(ナットリード)、 $l_k$  : 有効ナックルアーム長。

【0033】

これに上式(7)の関係を代入して整理すると、タイヤ周りの力のつりあい式として下式(9)が得られることとなる。

50

【数 9】

$$T_h = \tau_\delta + \tau_c = \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta_\delta + \frac{l_f}{V} \gamma_\delta - \delta \right) + \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta_c + \frac{l_f}{V} \gamma_c \right) \quad \dots(9)$$

但し、 $\tau_\delta$  : 操舵により発生するセルフアライニングトルク、 $\tau_c$  : ロードキャンバにより発生するセルフアライニングトルク。

【0034】

従って、センサ補正演算部 8 では、最終的に、下式 (10) に示す 3 つの連立方程式からなる演算式 (モデル) によって、車両 X の車両運動を表している。

【数 10】

$$\beta = \beta_\delta + \beta_c = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{l_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} \delta + \frac{l_f^2 C_f + l_r C_r}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y$$

$$\gamma = \gamma_\delta + \gamma_c = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y$$

$$T_h = \tau_\delta + \tau_c = \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta_\delta + \frac{l_f}{V} \gamma_\delta - \delta \right) + \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta_c + \frac{l_f}{V} \gamma_c \right) \quad \dots(10)$$

【0035】

そして、センサ 3 ~ 5 による各センサ値及びロードキャンバ量 Y (下式 (11) 参照) を、 $\beta_{true} = \beta$ 、 $\gamma_{true} = \gamma$  として上式 (10) に代入することで、未知変数 3 で方程式の数 3 つとなる下式 (12) を導出している。その結果、下式 (12) を演算して解くことで、センサ 3 ~ 5 のオフセット量  $g_{y\ offset}$ 、 $\delta_{\ offset}$ 、 $\beta_{\ offset}$  が導出され、推定されることとなる。

【数 11】

$$\hat{\gamma} = \gamma_{true} + \gamma_{\ offset} \quad \hat{\delta} = \delta_{true} + \delta_{\ offset} \quad \hat{g}_y = g_{y\ true} + g_{y\ \ offset}$$

$$Y = m(V\hat{\gamma} + \hat{g}_y) = m(V\gamma_{true} + V\gamma_{\ offset} + g_{y\ true} + g_{y\ \ offset}) \quad \dots(11)$$

【数 12】

$$\beta_{true} = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{l_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} (\hat{\delta} - \delta_{\ offset}) + \frac{l_f^2 C_f + l_r C_r}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} (m(V\hat{\gamma} + \hat{g}_y) - m(V\gamma_{\ offset} + g_{y\ \ offset}))$$

$$\hat{\gamma} - \gamma_{\ offset} = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} (\hat{\delta} - \delta_{\ offset}) + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} (m(V\hat{\gamma} + \hat{g}_y) - m(V\gamma_{\ offset} + g_{y\ \ offset}))$$

$$T_h = \frac{2\xi N_r}{l_k} C_f \left( \beta_{true} + \frac{l_f}{V} (\hat{\gamma} - \gamma_{\ offset}) + (\hat{\delta} - \delta_{\ offset}) \right) \quad \dots(12)$$

但し、 $\beta_{true}$  : ヨーレートの真値、 $\delta_{\ offset}$  : ヨーレート量センサのオフセット量、 $\beta_{\ offset}$  : 操舵角の真値、 $\delta_{\ offset}$  : 操舵角センサのオフセット量、 $g_{y\ true}$  : 左右加速度の真値、 $g_{y\ \ offset}$  : 左右加速度センサのオフセット量。

【0036】

続いて、上記 S 3 を T 秒間 (例えば、4 秒間) 繰り返し、推定した各オフセット量  $\beta_{\ offset}$ 、 $\delta_{\ offset}$ 、 $g_{y\ \ offset}$  を T 秒間で平均したオフセット量平均値をそれぞれ算出する。そして、今回の T 秒間のオフセット量平均値と、前回の T 秒間のオフセット量平均値とに基づいて、設定されているオフセット量を補正する、つまり、最終オフセット量を算出する (S 4)。

【0037】

具体的には、オフセット量平均値と、オフセット量真値 (真値とみなされるオフセット

10

20

30

40

50

量)との乖離に基づいて、T秒間の演算における有効、一部無効(若しくは無効率)、又は無効を判定する。そして、下式(13)に従って、最終オフセット量を算出する。このとき、かかる演算の判定結果に応じて、下式(13)の重み係数Kを可変する。

【数13】

$$\begin{aligned}\tilde{g}_{y\text{offset}} &= K\bar{g}_{y\text{offset}}(n) + (1-K)\bar{g}_{y\text{offset}}(n-1) \\ \tilde{\delta}_{\text{offset}} &= K\bar{\delta}_{\text{offset}}(n) + (1-K)\bar{\delta}_{\text{offset}}(n-1) \\ \tilde{\gamma}_{\text{offset}} &= K\bar{\gamma}_{\text{offset}}(n) + (1-K)\bar{\gamma}_{\text{offset}}(n-1) \quad \dots(13)\end{aligned}$$

10

但し、 $\bar{g}_{y\text{offset}}$ ：左右加速度センサの最終オフセット量、 $\bar{g}_{y\text{offset}}(n)$ ：今回の左右加速度センサのオフセット量平均値、 $\bar{g}_{y\text{offset}}(n-1)$ ：前回の左右加速度センサのオフセット量平均値、 $\bar{\delta}_{\text{offset}}$ ：操舵角センサの最終オフセット量、 $\bar{\delta}_{\text{offset}}(n)$ ：今回の操舵角センサのオフセット量平均値、 $\bar{\delta}_{\text{offset}}(n-1)$ ：前回の操舵角センサのオフセット量平均値、 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ ：ヨーレートセンサの最終オフセット量、 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}(n)$ ：今回のヨーレートセンサのオフセット量平均値、 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}(n-1)$ ：前回のヨーレートセンサのオフセット量平均値。

【0038】

図6は、オフセット量の補正を説明するための図である。図6(a)は、推定したヨーレートのオフセット量 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ の時間変化の一例を示し、図6(b)は、図6(a)のオフセット量 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ についての有効フラグを示している。

20

【0039】

図6に示すように、 $T_1$ 、 $T_2$ では、オフセット量平均値 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ とオフセット量真値Nとの乖離が所定値より小さくなっているため、演算フラグが1となる。よって、判定が有効とされる。 $T_3$ 、 $T_5$ では、オフセット量平均値 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ とオフセット量真値Nとの乖離が、一部時間で所定値以上となっているため、演算フラグが一部で0(他部で1)となる。よって、判定が一部無効とされる。 $T_4$ では、オフセット量平均値 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ とオフセット量真値Nとの乖離が所定値以上となっているため、演算フラグが0となり、判定が無効とされる。なお、無効率については、無効率=(無効時間/T秒間)として算出される。

30

【0040】

図7は、重み係数マップの一例を示す図である。図7(a)に示す例では、重み係数Kが、T秒間の演算における上記判定結果により離散的に可変するように構成されている。また、図7(b)に示す例では、重み係数Kが、無効率に応じてリニアに可変するように構成されている。

【0041】

他方、上記S1、2にてNoの場合、オフセット量の推定及び補正が実施されず、前回の最終オフセット量がそのまま維持される。

【0042】

そして最後に、最終オフセット量及びセンサ3~5による各センサ値から、補正後センサ値として、補正後左右加速度 $g_{y\text{true}}$ 、補正後操舵角 $\delta_{\text{true}}$ 、及び補正後ヨーレート $\gamma_{\text{true}}$ が導出されて出力される(S5)。

40

【0043】

以上、本実施形態のセンサオフセット量推定装置1では、ロードキャンバ量Yを好適に考慮してセンサ3~5の各オフセット量 $\bar{g}_{y\text{offset}}$ 、 $\bar{\delta}_{\text{offset}}$ 、 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ を推定できる。よって、ロードキャンバを有する道路を走行する場合でも、これらセンサ3~5の各オフセット量 $\bar{g}_{y\text{offset}}$ 、 $\bar{\delta}_{\text{offset}}$ 、 $\bar{\gamma}_{\text{offset}}$ を、一度に精度よく推定することが可能となる。

【0044】

その結果、本実施形態では、車両制御用の走行情報取得手段として重要な役割を果たす

50



センサ 3 ~ 5 における誤差を走行中にて最小化することができる。よって、本実施形態を用いて車両制御を実施すると、その車両制御の精度も高まることとなる。

【 0 0 4 5 】

ここで、車両 X が旋回する際、例えば上式 ( 1 0 ) に示す演算式における誤差であるモデルゲイン誤差が大きくなることから、オフセット量  $g_{y \text{ offset }', \text{ offset }', \text{ offset}}$  の推定精度が低下する場合がある。この点、本実施形態では、上述したように、道路形状が直線で、車両 X の走行状態が定常的に直進する状態のときのみ、オフセット量  $g_{y \text{ offset }', \text{ offset }', \text{ offset}}$  の補正を実施している ( 上記 S 1 , 2 で NO )。よって、本実施形態によれば、モデルゲイン誤差の影響を抑制でき、オフセット量  $g_{y \text{ offset }', \text{ offset }', \text{ offset}}$  の補正を高精度化することが可能となる。

10

【 0 0 4 6 】

ところで、従来、センサ 3 ~ 5 のセンサ値を精度よく取得するため、かかるセンサ値をハイパスフィルタでフィルタリングする場合がある。しかし、この場合、検出したい走行情報としての成分 ( 周波数の低い領域における定常的なセンサ値 ) をも除去されてしまうおそれがある。これに対し、本実施形態では、上述したように、フィルタリングが不要であり、簡易な構成で上記作用効果 ( オフセット量  $g_{y \text{ offset }', \text{ offset }', \text{ offset}}$  を精度よく推定するという効果 ) が奏される。よって、本実施形態は、特に有効なものといえる。

【 0 0 4 7 】

なお、本実施形態では、上記のように、車両 X が直進するときのみオフセット量を補正したが、これに限定されるものではない。例えば、車両 X が旋回するとき、上式 ( 1 3 ) の重み係数 K を、車両 X が直進するときよりも小さくしてもよい。要は、車両 X の操舵角、スリップ角、ヨーレート、及びロードキャンバ量 Y の少なくとも 1 つの程度に応じて、重み係数 K ( つまり、オフセット量の補正の変化率 ) を可変すればよい。

20

【 0 0 4 8 】

( 第 2 実施形態 )

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第 1 実施形態と異なる点について主に説明する。

【 0 0 4 9 】

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。図 8 に示すように、本実施形態のセンサ 2 は、左右加速度センサ 3、操舵角センサ 4、ヨーレートセンサ 5 及びスリップ角センサ 6 を含んで構成されている。

30

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態のセンサオフセット量推定装置 2 0 は、ヨーレートセンサオフセット量補正部 2 1 をさらに備えている。ヨーレートセンサオフセット量補正部 2 1 は、ヨーレートセンサ 5 のオフセット量  $\text{offset}$  を補正するためのものであり、ここでは、車両 X が停止中のときにオフセット量  $\text{offset}$  を 0 とする補正を実行する。

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態のセンサ補正演算部 8 は、車両 X が旋回する際のロードキャンバを考慮した運動方程式と、センサ 2 で検出したセンサ値と、に基づいて、左右加速度センサ 3 及び操舵角センサ 4 それぞれのオフセット量を推定し補正する。そして、補正後のセンサ値として、補正後左右加速度  $g_{y \text{ true}}$  及び補正後操舵角  $\text{true}$  を出力する。

40

【 0 0 5 2 】

具体的には、センサ補正演算部 8 では、最終的に、下式 ( 1 4 ) に示す 2 つの連立方程式からなる演算式 ( モデル ) によって、車両 X の車両運動を表している。そして、センサ 3 , 4 による各センサ値及びロードキャンバ量 Y ( 下式 ( 1 5 ) 参照 ) を、 $\text{true} =$  ,  $\text{true} =$  として上式 ( 1 4 ) に代入することで、未知変数 2 で方程式の数が 2 つとなる下式 ( 1 5 ) を導出している。その結果、下式 ( 1 5 ) を演算して解くことで、センサ 3 , 4 のオフセット量  $g_{y \text{ offset }', \text{ offset}}$  が導出され、推定されることとなる。

【数 1 4】

$$\beta = \beta_\delta + \beta_c = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{l_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} \delta + \frac{l_f^2 C_f + l_r C_r}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y$$

$$\gamma = \gamma_\delta + \gamma_c = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y \quad \dots(14)$$

【数 1 5】

$$\hat{\delta} = \delta_{true} + \delta_{offset} \quad \hat{g}_y = g_{y true} + g_{y offset} \quad 10$$

$$Y = m(V\gamma + \hat{g}_y) = m(V\gamma + g_{y true} + g_{y offset}) \quad \dots(15)$$

【数 1 6】

$$\beta_{true} = \frac{1 - \frac{m}{2l} \frac{l_f}{l_r} V^2}{1 + AV^2} \frac{l_r}{l} (\hat{\delta} - \delta_{offset}) + \frac{l_f^2 C_f + l_r C_r}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} (m(V\gamma + \hat{g}_y - g_{y offset}))$$

$$\gamma = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} (\hat{\delta} - \delta_{offset}) + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} (m(V\hat{\gamma} + \hat{g}_y - g_{y offset})) \quad \dots(16)$$

20

【0053】

以上、本実施形態においても、ロードキャンバ量 Y を好適に考慮してセンサ 3, 4 の各オフセット量  $g_{y offset, offset}$  を推定できることから、これらセンサ 3, 4 の各オフセット量  $g_{y offset, offset}$  を精度よく推定することが可能となる。

【0054】

また、本実施形態では、上述したように、ヨーレートセンサ 5 のオフセット量  $offset$  を補正するヨーレートセンサオフセット量補正部 21 を別途備えており、センサ補正演算部 8 では、センサ 3, 4 の各オフセット量  $g_{y offset, offset}$  が推定される。この場合、上式(12), (16)に示すように、上記第 1 実施形態に対し、連立方程式の数を 3 から 2 に減らすことができ、演算を簡易化することができる。これと共に、SAT センサ 7 が不要となるため、構造を単純化することが可能となる。

30

【0055】

なお、本実施形態では、センサ 3 ~ 5 のうちセンサ 3, 4 のオフセット量  $g_{y offset, offset}$  を推定して補正したが、これに代えて、センサ 3, 5 のオフセット量  $g_{y offset, offset}$  を推定して補正してもよいし、センサ 4, 5 のオフセット量  $offset, offset$  を推定して補正してもよい。

【0056】

ちなみに、ヨーレートセンサ 5 のオフセット量  $offset$  は、横滑り防止機構（例えば、Vehicle Stability Control (VSC)）等に用いられているような一般的手法によっても比較的求め易いものである。この点から、ヨーレートセンサ 5 以外のセンサ 3, 4 のオフセット量  $g_{y offset, offset}$  を推定する本実施形態の構成は、実用的なものともいえる。

40

【0057】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態について説明する。なお、本実施形態の説明においては、上記第 2 実施形態と異なる点について主に説明する。

【0058】

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係るセンサオフセット量推定装置を示すブロック図である。図 9 に示すように、本実施形態のセンサ 2 は、左右加速度センサ 3、操舵角センサ 4 及びヨーレートセンサ 5 を含んで構成されている。

50

## 【 0 0 5 9 】

また、本実施形態のセンサオフセット量推定装置 30 は、操舵角センサオフセット量補正部 31 をさらに備えている。操舵角センサオフセット量補正部 31 は、操舵角センサ 4 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を補正するためのものである。ここでは、ヨーレートセンサオフセット量補正部 21 でヨーレートを補正した後、車両 X 走行中においてヨーレートが 0 を所定時間維持したとき、操舵角を 0 とする補正を実行する。

## 【 0 0 6 0 】

また、本実施形態のセンサ補正演算部 8 は、車両 X が旋回する際のロードキャンバを考慮した運動方程式と、センサ 2 で検出したセンサ値と、に基づいて、左右加速度センサ 3 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を推定し補正する。そして、補正後のセンサ値として、補正後左右加速度  $g_{y\ true}$  を出力する。

10

## 【 0 0 6 1 】

具体的には、センサ補正演算部 8 では、最終的に、下式 (17) に示す 1 つの演算式 (モデル) によって、車両 X の車両運動を表している。そして、左右加速度センサ 3 によるセンサ値及びロードキャンバ量 Y (下式 (18) 参照) を上式 (14) に代入することで、未知変数 1 で方程式の数が 1 つとなる下式 (19) を導出している。その結果、下式 (19) を演算して解くことで、左右加速度センサ 3 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  が導出され、推定されることとなる。

## 【 数 1 7 】

$$\gamma = \gamma_{\delta} + \gamma_c = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} Y \quad \dots(17)$$

20

## 【 数 1 8 】

$$\hat{g}_y = g_{y\ true} + g_{y\ offset}$$

$$Y = m(V\gamma + \hat{g}_y) = m(V\gamma + g_{y\ true} + g_{y\ offset}) \quad \dots(18)$$

## 【 数 1 9 】

$$\gamma = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta + \frac{-(l_f C_f - l_r C_r) V}{2l^2 C_f C_r (1 + AV^2)} (m(V\hat{\gamma} + \hat{g}_y - g_{y\ offset})) \quad \dots(19)$$

30

## 【 0 0 6 2 】

以上、本実施形態においても、ロードキャンバ量 Y を好適に考慮して左右加速度センサ 3 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を推定できることから、オフセット量  $g_{y\ offset}$  を精度よく推定することが可能となる。

## 【 0 0 6 3 】

また、本実施形態では、上述したように、操舵角センサ 4 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を補正する操舵角センサオフセット量補正部 31 を別途備え、センサ補正演算部 8 では、左右加速度センサ 3 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  のみが推定される。この場合、上式 (16) , (19) に示すように、上記第 2 実施形態に対し、連立方程式の数を 2 から 1 に減らすことができ、演算を一層簡易化することができる。これとと共に、スリップ角センサ 6 が不要となるため、構造を一層単純化することが可能となる。

40

## 【 0 0 6 4 】

なお、本実施形態では、センサ 3 ~ 5 のうち左右加速度センサ 3 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を推定して補正したが、これに代えて、操舵角センサ 4 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を推定して補正してもよいし、ヨーレートセンサ 5 のオフセット量  $g_{y\ offset}$  を推定して補正してもよい。

## 【 0 0 6 5 】

以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明に係るセンサオフセット量

50

推定装置は、実施形態に係る上記センサオフセット量推定装置 1, 20, 30 に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

【0066】

例えば、スリップ角センサ 6 として、カメラやGPSを利用したオブザーバによってスリップ角  $\gamma_{true}$  を推定する推定手段を用いてもよい。また、SATセンサ 7 として、歪ゲージ等を用いてセルフアライニングトルクを直接検出する手段を用いてもよい。

【0067】

また、オフセット量の補正については、上式(13)に示すような重み付け補正に限定されず、種々の一般的な手法であってもよい。以上において、センサ補正演算部 8 がオフセット量推定部及びオフセット量補正部を構成する。

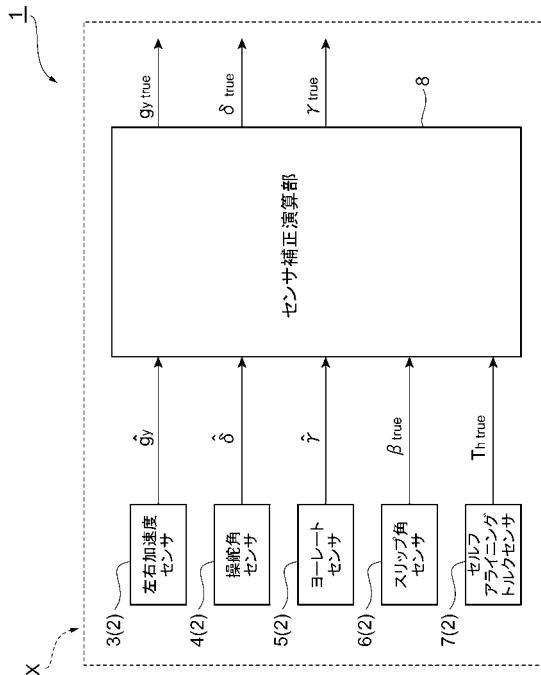
10

【符号の説明】

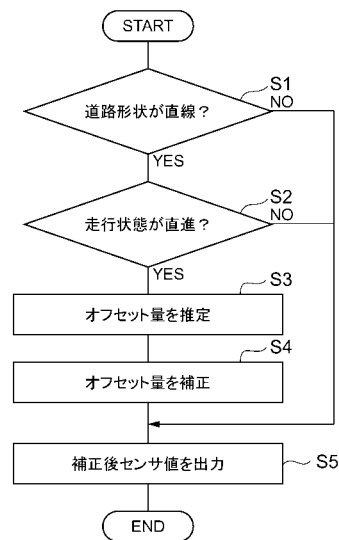
【0068】

1, 20, 30 ... センサオフセット量推定装置、 2 ... センサ、 3 ... 左右加速度センサ、 4 ... 操舵角センサ、 5 ... ヨーレートセンサ、 8 ... センサ補正演算部 (オフセット量推定部, オフセット量補正部)、 X ... 車両。

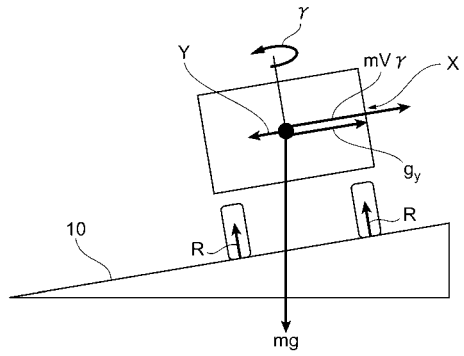
【図1】



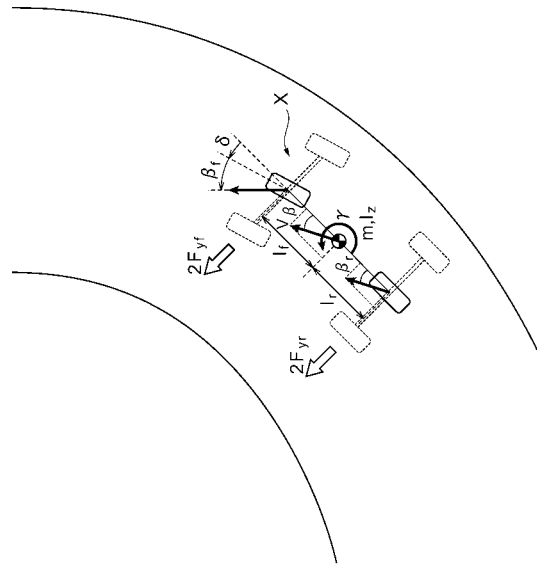
【図2】



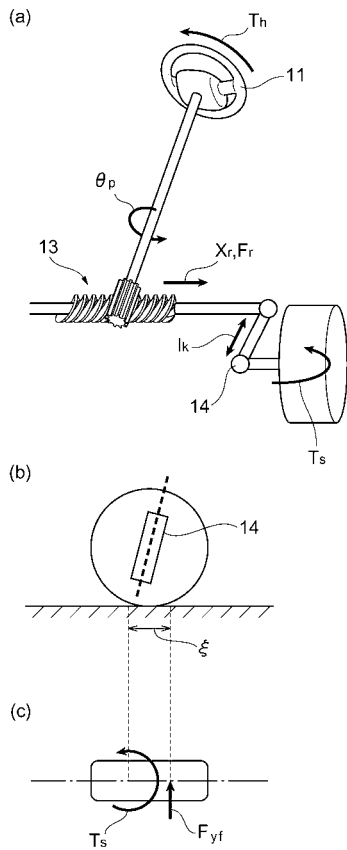
【 図 3 】



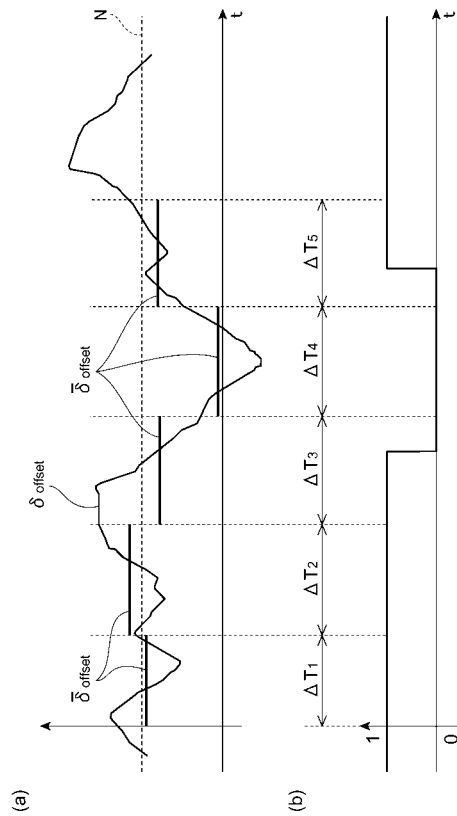
【 図 4 】



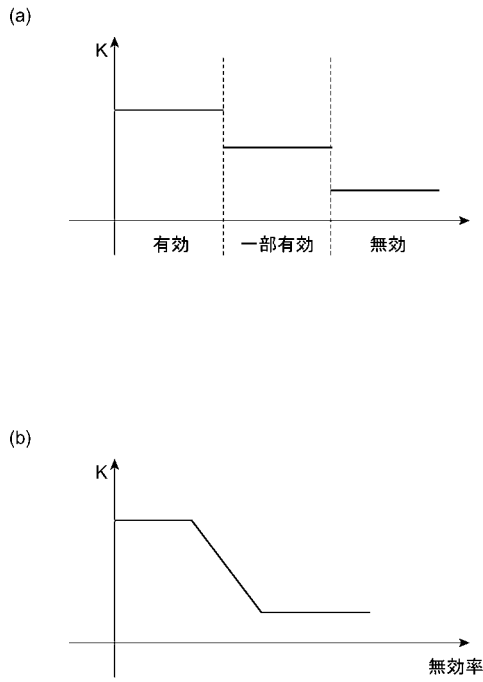
【 図 5 】



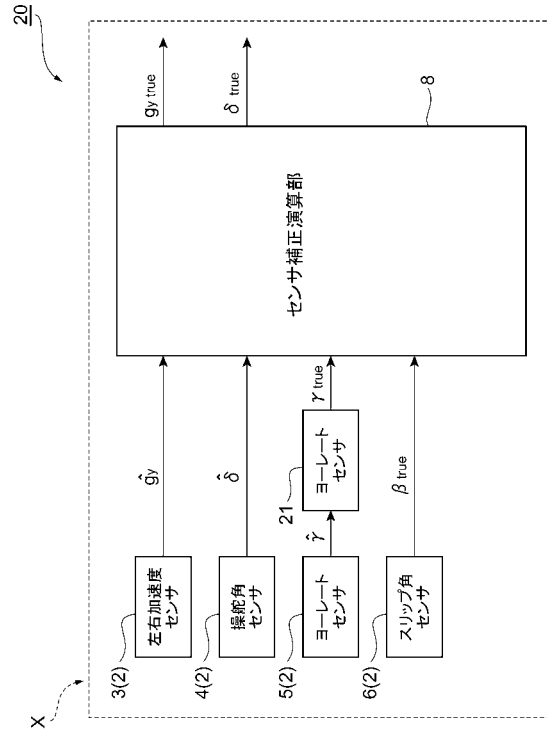
【 図 6 】



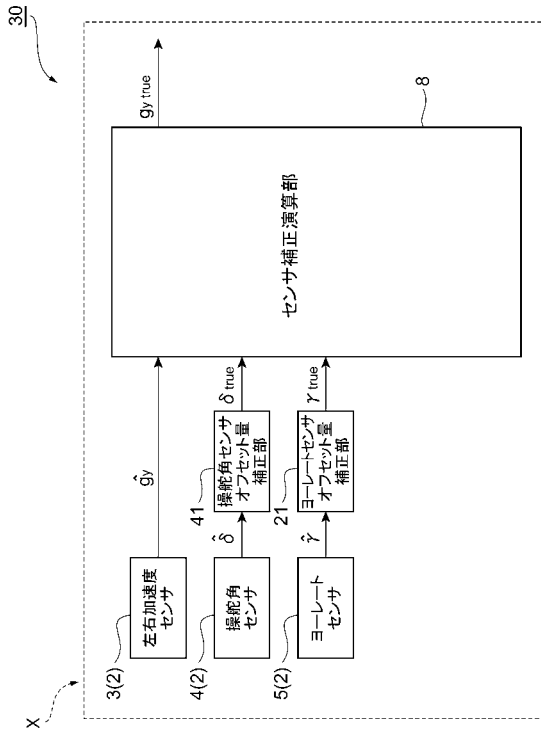
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-070184(JP,A)  
特開平08-136572(JP,A)  
特開2001-108701(JP,A)  
特開2008-094375(JP,A)  
特開2004-224172(JP,A)  
特開2004-325095(JP,A)  
特開2009-006837(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01P 21/00  
G01C 19/00  
B60W 10/00 - 50/00  
B60T 7/00 - 8/00  
B62D 6/00