

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012年9月20日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/124358 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01P 15/00 (2006.01) G01C 19/5776 (2012.01)  
B60W 30/00 (2006.01) G01P 15/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/050390
- (22) 国際出願日: 2012年1月11日(11.01.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-054584 2011年3月11日(11.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 日立  
オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI  
AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503  
茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki  
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 前田 大輔  
(MAEDA Daisuke) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺  
市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製  
作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 鄭 希元(JEONG  
Heewon) [KR/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東

恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所  
中央研究所内 Tokyo (JP). 林 雅秀(HAYASHI  
Masahide) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市  
高場2520番地 日立オートモティブシステ  
ムズ株式会社内 Ibaraki (JP). 山門 誠(YA-  
MAKADO Makoto) [JP/JP]; 〒3191292 茨城県日立市  
大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所  
日立研究所内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 平木 祐輔, 外(HIRAKI Yusuke et al.); 〒  
1056232 東京都港区愛宕2丁目5番1号 愛宕  
グリーンヒルズMORIタワー32階 Tokyo  
(JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,  
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,  
RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV,  
SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC,  
VN, ZA, ZM, ZW.

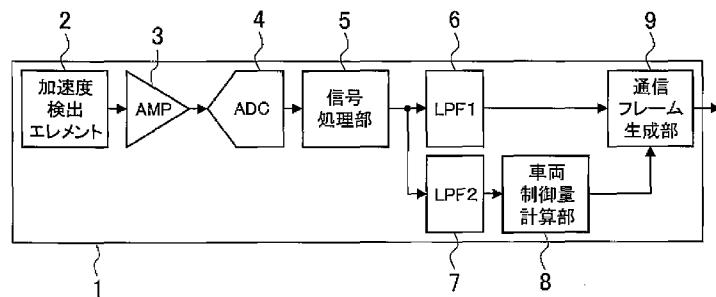
[続葉有]

(54) Title: INERTIAL SENSOR

(54) 発明の名称: 慣性センサ

[図1]

図 1



- 2 Acceleration detection element
- 5 Signal processor
- 8 Vehicle control quantity calculator
- 9 Communication frame generator

(57) Abstract: The present invention addresses the problem of providing a high precision inertial sensor having fewer delays. An inertial sensor (1) of the present invention has: an acceleration detection element (2) for detecting the acceleration of at least one axle of a vehicle; a first filter (6) for limiting an acceleration detection signal to a first band; a second filter (7) for limiting the acceleration detection signal to a second band; a vehicle control quantity calculator (8) for calculating a vehicle control quantity ( $G_{XC}$ ) based on the acceleration detection signal limited to the second band; and a sensor signal output unit (9) for outputting the acceleration detection signal limited to the first band and the vehicle control quantity.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2012/124358 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

本発明は、より遅延の少なく、高精度な慣性センサを提供することを課題とする。本発明の慣性センサ 1 は、車両の少なくとも 1 軸以上の加速度を検出する加速度検出エレメント 2 と、加速度の検出信号を第 1 の帯域に制限する第 1 のフィルタ 6 と、加速度の検出信号を第 2 の帯域に制限する第 2 のフィルタ 7 と、第 2 の帯域に制限された加速度の検出信号に基づいて車両制御量  $G_{xc}$  を計算する車両制御量計算部 8 と、第 1 の帯域に制限された加速度の検出信号と車両制御量を出力するセンサ信号出力部 9 を有する。

## 明 細 書

発明の名称： 慣性センサ

技術分野

[0001] 本発明は、物理量を検出する慣性センサに関し、例えば車両の走行制御を用途とするセンサに関する。

背景技術

[0002] 自動車のハンドル操作に応じて車両の進行方向加速度を制御することで、車両や乗員にかかる慣性力の急変を抑えたり、車両の荷重移動による強いコーナリングフォースを得たりすることが可能となることが知られている(例えば非特許文献1参照)。

[0003] この制御の基本概念は、横方向加速度および加加速度(加速度の微分値)に応じた進行方向加速度の目標値を示す式(1)で示される。

[0004] [数1]

$$G_{xc} = -\text{sgn}(G_y \cdot G'_y) \frac{C_{xy}}{1 + Ts} |G'_y| + G_{x\_DC} \quad \dots (1)$$

[0005] ここで、 $G_{xc}$ は車両の進行方向の目標加速度(車両進行方向加速度)であり、車両制御量を示す。 $G_y$ は車両横方向加速度、 $G'_y$ は車両横方向の加加速度(加速度の微分)、 $\text{sgn}$ は正負の符号を返す関数、 $C_{xy}$ はゲイン定数、 $T$ は時定数、 $G_{x\_DC}$ はバイアス定数である。各定数は質量、重心、ないし車両長等、車種に依存して変化し、また制御の調整量(いわゆるチューニング)にも依存して変化する。

[0006] 前述の式(1)に従った車両進行方向の制御を行った場合、横軸に車両の横方向加速度 $G_y$ 、縦軸に進行方向加速度 $G_x$ を示すダイアグラムに、車両に印加される進行方向加速度と横方向加速度の合成加速度を図示すると、その時間遷移が曲線的になる。この曲線的遷移は、慣性力の急激な変化が少ないことを示し、ひいては乗り心地の悪さや不要な加減速がないことを示す。このように、本制御は合成加速度を適切に制御するため「G-Vectoring制御」と呼

ばれる。

[0007] ところで、G-Vectoring制御は、車両の定常状態、すなわち横滑りの発生していない、車両のステアリング操作が効いている状態での車両制御が主であり、車両運転時のほぼ全ての状況において介入するものである。このため、制御に発生するわずかな時間的遅延や制御量の誤差がドライバーや乗員に違和感のある加速度を与えることになり、これによって乗り心地が悪化する。

[0008] そこで、例えば特許文献1では、遅延を抑えつつ誤差の少ない加加速度を検出するため、車両の状態から加加速度を推定する技術が開示されている。

[0009] これに対して、非定常状態、すなわち車両の横滑りを抑える制御は、VDC (Vehicle Dynamics Control) 制御や、ESC (Electric Stability Control) 制御と呼ばれる。

[0010] VDC制御においては、例えば、車両の進行方向および横方向の加速度、および車両走行平面に対する角速度（ヨーレート）を常時測定し、車速 $v$ と角速度 $r$ から得られる横加速度と、センサから得られる加速度との誤差を計算することで横滑り状態を検出し、この誤差を減らす方向に減速力を与え、車両の安定化を図る。

[0011] G-Vectoring制御は定常状態制御を主とし、VDC制御は非定常状態制御を主とする制御であり、両制御は共存して搭載され得るものである。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0012] 特許文献1：特開2007-280808号公報

### 非特許文献

[0013] 非特許文献1：M. Yamakado, M. Abe: Improvement of Vehicle Agility and Stability by G-Vectoring Control, Proc. of AVEC2008-080420

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0014] G-Vectoring制御において、特許文献1に記載の技術のように、制御量計算

とセンサが異なるモジュールとして構成されることには、次のような問題がある。すなわち、一般にセンサは所望の帯域外を抑圧する低域通過フィルタを有しているため、所望の帯域内信号であっても位相には遅延が発生する。また、センサ情報の伝達がCAN(Controller Area Network)バスのような多数の端末が接続されるメディアを通じて行われる場合、一般に通信調停に起因する通信遅延が発生するため、センサ情報の伝達が遅れる。これらの遅延は制御量計算開始までの制御量発生が遅延を意味するため、ドライバーや乗員に違和感のある加速度の印加を引き起こし、乗り心地の悪化を招く。

[0015] さらに、上記した式(1)に従ったG-Vectoring制御では、計算される進行方向加速度を適切にスロットル開度やブレーキ制動力に変換することが肝要であるが、車種、乗員数、路面の抵抗や傾斜状態等の状況に応じて、この変換量が変化するため、適切な制動力を与えることは困難である。

[0016] 本発明は、このような問題点を解決することを目的としてなされたものであり、より遅延の少なく、高精度な慣性センサを提供することを目的とするものである。

### 課題を解決するための手段

[0017] 上記課題を解決するために、例えば特許請求の範囲に記載の構成を採用する。本願は上記課題を解決する手段を複数含んでいるが、その一例を挙げるならば、車両の少なくとも1軸以上の加速度を検出する加速度検出エレメントと、加速度の検出信号を第1の帯域に制限する第1のフィルタと、加速度の検出信号を第2の帯域に制限する第2のフィルタと、第2の帯域に制限された加速度の検出信号に基づいて車両制御量を計算する車両制御量計算部と、第1の帯域に制限された加速度の検出信号と車両制御量とを出力するセンサ信号出力部とを有することを特徴としている。

### 発明の効果

[0018] 本発明の慣性センサによれば、より遅延の少なく、高精度な慣性センサを提供しうる。なお、上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

## 図面の簡単な説明

- [0019] [図1]実施例1における慣性センサの構成を示す図。  
[図2]車両制御量計算部の回路構成の例を示す図。  
[図3]コーナリング時に車両に印加される合成加速度の例を示すダイアグラム。  
[図4]実施例1における通信フレームの構造を説明する図。  
[図5]実施例1における車両制御システムの全体構成図。  
[図6]実施例2における慣性センサの構成を示す図。  
[図7]車両制御量計算部の回路構成の例を示す図。  
[図8]実施例2における通信フレームの構成を示す図。  
[図9]実施例2における車両制御システムの全体構成図。  
[図10]実施例3における車両制御システムの全体構成図。

## 発明を実施するための形態

- [0020] 次に、本実施の形態について図面を用いて以下に詳細に説明する。
- [0021] 本実施の形態は、先に示したG-Vectoring制御と呼ばれる、車両に横滑りの発生していない定常状態にある車両慣性力の急激な変化を抑えることを目的としたブレーキやスロットル制御を実現するための慣性センサに関するものである。この他に、車両が横滑りしている非定常状態を制御するVDC制御と呼ばれるブレーキ制御が知られている。以下の例ではG-Vectoring制御とVDC制御が共存する車両を用いて実施形態を説明する。

### [0022] [実施例1]

図1は、実施例1における慣性センサの構成を示す図である。

慣性センサ1は、図1に示すように、加速度検出エレメント2、アンプ部3、ADC (Analogue to Digital Convertor) 4、信号処理部5、第1の低域通過フィルタ (第1のフィルタ) 6、第2の低域通過フィルタ (第2のフィルタ) 7、車両制御量計算部8、通信フレーム生成部9を有するセンサモジュールからなる。

- [0023] 本実施例において外部からの加速度を検知する加速度検出エレメント2は

、例えば加速度の印加によって発生する質量マスの変位を容量変化で捉える静電容量型のいわゆるMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) と呼ばれるエレメントであり、容量変化をC/V(Capacitance to Voltage)変換によって電圧信号に変換する。

[0024] 加速度検出エレメント2は、例えば車両の前後方向に延在するように第1軸が設定され、車両の車幅方向に延在するように第2軸が設定され、車両の鉛直方向に延在するように第3軸が設定されている場合に、第1軸の軸方向の加速度である車両進行方向加速度と、第2軸の軸方向の加速度である車両横方向加速度と、第3軸の軸方向の加速度である鉛直方向加速度を検出する。加速度検出エレメント2は、本実施例では各軸に対応して個々に設けられており、合計で3個が設けられているが、1個で第1軸から第3軸の全ての軸方向の加速度を検出するエレメントを用いてもよい。また、すべての軸方向の検出性能を有していなくともよい。

[0025] アンプ部3は、加速度検出エレメント2から出力された電気信号を適切なレベルに変換する構成を有する。ただし、共存するG-Vectoring制御とVDC制御で要求される加速度のレンジが異なる場合、適用するアプリケーションに応じてレンジを変更できるように、アンプ3のレンジが可変できる構成としてもよく、かかる構成によって以下の利点がある。

[0026] 例えば、定常状態ではG-Vectoring制御のために狭いレンジを入力できるようゲインを上げておき、非定常状態ではVDC制御のために広いレンジを入力できるようゲインを下げる構成とすることにより、G-Vectoring制御では加速度の小さな変動を細かく検出することができ、VDC制御では加速度の大きな変動を適切に検出することができ、異なる複数の仕様を一つのセンサで満たすことができる。

[0027] また、時分割によって常時レベルが変動する構成とすることもできる。例えば、1秒間で100回の処理が行われる場合に、50回分を狭いレンジが入力できるゲインとし、残りの50回分を広いレンジが入力できるゲインに切り替えることによって、車両の状態を判別することなく、広いレンジと狭

いレンジの両方を検出することができる。

[0028] そしてさらに、異なるゲインを持つアンプ部3を2つ以上並列に設ける構成としてもよい。例えば、加速度検出エレメント2からの信号を2つに分配して以降の回路をG-Vectoring制御とVDC制御で並列に設ける構成とすることで、各制御に応じた最適な検出を行うことができる。

[0029] 次に、アンプ部3から出力された電圧信号は、ADC4によって信号レベルをデジタル値に変換する。これによって、後段の信号処理部5をデジタル化することができる。低コストかつ高精度な信号処理を実現可能にする。このとき、ADC4はどのような構成であってもよく、いわゆるフラッシュ型、パイプライン型、逐次比較型、デルタシグマ型とアーキテクチャは問わない。また、必ずしもADCによるデジタル信号化を設ける必要はなく、以降の処理がアナログ回路で行われる構成とすることもできる。

[0030] 次に、ADC4を経たデジタル信号は信号処理部5に送られ、センサ出力値として適切な形に処理される。まず、ADC4を経た信号が何らかの変調を受けている場合は、ここで復調を行う。例えば、キャリア信号が重畳されている場合は、この信号処理部5においてキャリア信号の同期検波を行い、ベースバンド信号に復調する。次に、温度変化に対する補償、ゼロ点の補正、および感度の補正等の出力信号整形を実施する。以上の信号処理は、専用のLSIで構成されていてもよく、DSPとそれに対応した書き換え可能なソフトウェアから成っていてもよい。

[0031] 図1にLPF(Low Pass Filter)1で示される第1の低域通過フィルタ6は、信号処理部5で処理された信号をVDC制御向けの帯域(第1の帯域)に制限するフィルタリング処理を行い、不要なノイズ成分をカットする。そして、図2にLPF2で示される第2の低域通過フィルタ7は、低域通過フィルタ6で示されたVDC制御向けの帯域とは異なる周波数特性、すなわち異なるカットオフ特性を有するフィルタを構成し、信号処理部5で処理された信号をG-Vectoring制御向けの帯域(第2の帯域)に制限するフィルタリング処理を行う。

[0032] このことは、低域通過フィルタ6によって定義されるセンサとしての出力

周波数特性にとらわれず、加速度検出エレメント 2 からの信号を自由な帯域で使用できることを意味する。例えば、低い帯域だけを制御に用いる場合は、第 2 の低域通過フィルタ 7 を第 1 の低域通過フィルタ 6 よりも低いカットオフ特性とすればよく、応答性を確保するために、その逆としてもよい。

[0033] また、第 2 の低域通過フィルタ 7 が無限大に高いカットオフ特性を有する構成、すなわち一切の低域通過特性を有さない構成とし、車両制御量計算部 8 による制御量計算までに加速度信号の位相遅延を極力発生させないようにすることもできる。例えばベースバンド信号を次段の後述される車両制御量計算部 8 に直接伝送する構成にしたとしても、ノイズ除去は別段で実施したり、アクチュエータが持つ応答性によって間接的に実現したりすることが可能なためである。なお、本実施例では、第 2 の低域通過フィルタ 7 の帯域の方が、第 1 の低域通過フィルタ 6 の帯域よりも広い帯域に設定されている。

[0034] 図 2 は、車両制御量計算部の回路構成の一例を示す図である。

車両制御量計算部 8 は、例えば図 2 (a) に示す回路 10 の構成によって、上記背景技術に示した式 (1) の演算、すなわち、横方向加速度および横方向加加速度(横方向加速度の微分値)に応じた進行方向加速度の制御量を得る。

[0035] 図 3 は、コーナリング時に車両に印加される合成加速度の例を示すダイアグラムのイメージ図であり、図 3 (a) は G-Vectoring 制御が無い時の一般的なドライバーの合成加速度を示し、図 3 (b) は G-Vectoring 制御を適用した場合の合成加速度を示す。ダイアグラムの横軸は、車両の横方向加速度  $G_y$ 、縦軸は、進行方向加速度  $G_x$  を示す。図 3 (b) に示す G-Vectoring 制御を適用した場合の合成加速度の曲線的な時間遷移は、慣性力の急激な変化が少ないことを示し、ひいては乗り心地の悪さや不要な加減速がないことを示す。

[0036] 図 2 (a) の回路 10 は、デジタル回路もしくは DSP ソフトウェアで構成される。ただし、式 (1) は必ずしもその形を限定するものではなく、回路 10 の構成に限定する必要はないが、横方向の慣性量に連動した進行方向の加速度制御を示す式である必要がある。また、慣性センサ 1 に搭載された加速

度検出エレメント2の信号を由来とする加速度信号の他に、別の入力があっても良い。例えば、ステアリングの舵角に基づいて横加加速度を算出することができるので、加速度信号の他に舵角信号を加えて入力することによって、誤差を補正でき、センサ値の精度を向上させて、信頼性を高めることができる。

[0037] また、車両制御量計算部8が持つ定数は、PROM(Programmable Read Only Memory)やFlash ROM(Read Only Memory)によって出荷時に書き込まれた状態で保持される。ただし、後述のように定数を動的に変更するためにRAM(Random Access Memory)で保持してもよい。

[0038] また、慣性センサ1内で、加速度検出エレメント2と車両制御量計算部8が閉じていること、すなわち、加速度検出エレメント2と車両制御量計算部8がモジュールとして一体に形成されてモジュール内で信号のやりとりが行われることを活用すると、別段のハードウェアの追加なしで制御が適切に効いているかどうかをフィードバック構成によって確認し、動的に調整することが可能となる。

[0039] 例えば、図2(b)に示す回路11の構成とすることで、車両方向にかかる実際の加速度 $A_a$ に対し、目標として与える加速度 $A_c$ を計算し、制御遅延と車両ダイナミクス遅延を経た後の加速度 $A_a'$ が、実際の加速度 $A_a$ と目標加速度 $A_c$ との差 $(A_a - A_c)$ と等しいか否かを確認し、これが正しくなるように、車両制御量のゲインやバイアスを動的に変更する調整を行うことができる。

[0040] 一般に、車種が異なったり、自動車に乗っている乗員数が変わったり、路面および車両の状態(斜面であるか否か、降雨状態か否か等)が異なったりすると、重量やそのバランスは異なったものになり、所望の加速度変化量に対するブレーキやスロットル開度の適切な作動量は変化する。

[0041] したがって、回路11の構成とし、この動的なゲイン調整の機能を搭載することによって、例えば、車種を問わずに慣性センサ1を特段の事前調整なく任意の自動車に搭載することを可能にし、また乗員数が1名から8名へと極端に変化するような状況においても調整を実施することなく、適切な車両進

行方向加速度（車両制御量）を与えることができるようになり、調整コストの削減において有効である。

[0042] このように、慣性センサ1内で、加速度の検出、処理、車両制御の計算、さらにそのフィードバック調整をすべて閉じている構成にすることは、遅延量の削減に有効であるばかりか、システム構築コストの削減においても有効である。

[0043] また、慣性センサ1内で加速度検出エレメント2と、車両制御量計算部8が閉じていることを別に活用し、別段のハードウェアの追加なしで、現状の車両の傾斜状態を加速度センサのバイアス成分から確認し、あらかじめブレーキ作動量やスロットル開度のゲインを調整しておく構成が実現できる。

[0044] 例えば、車両にかかる重力加速度 $g(=9.8\text{m/s}^2)$ に対し、下り坂が水平面に対して $\theta$ の角度であるとき、車両進行方向の加速度検知エレメント2には、 $g \cdot \sin(\theta)$ のバイアスが現れ、また、車両鉛直方向の加速度検知エレメント2にかかる重力加速度は、 $g \cdot \cos(\theta)$ に減少する。つまり、少なくとも1軸の加速度検知エレメント2の信号成分を解析することで、斜面判定が可能となる。

[0045] これを用いて、単純には、図2(c)に示す回路12の調整部12aにおいて、下り坂ではブレーキ制御量を大きく、かつスロットル開度制御量を小さくし、また、上り坂ではその逆にブレーキ制御量を小さく、かつスロットル開度制御量を大きくするように、予め調整することで、車両制御の発生後、その誤差の補正のため発生する追加の車両制御印加によって発生する慣性量変化を減らすことができ、乗り心地の悪化を防ぐことができる。

[0046] このように、慣性センサ1内で加速度の検出、処理、車両状態の推定、さらにその状況に応じた調整量をすべて閉じられた構成にすることは、斜面のように車両制御量が増えるような状況においても、適切な車両制御量を与えられるため、乗り心地向上に有効である。

[0047] また、慣性センサ1内で加速度検出エレメント2と、車両制御量計算部8が閉じていることを別に活用して、別段のハードウェアの追加なしで、制御

によって生じる加速度検出エレメントの変化量を常時検知し、変化量がある一定の閾値を超えるような急激な制御が発生した場合、制御量を一定範囲内に収める構成としていても良い。

[0048] 例えば図2(d)に示す回路13は、加速度変化量測定部13aで加速度変化量を測定し、その加速度変化量に基づいてリミッタ13bで車両制御量 $G_x$ を制限する構成を有している。この場合、運転者や同乗者が危険や恐怖を感じるほどの制御が発生しないように、ユーザが所望の最大制御量を自ら設定したり、車両の出荷時に車種に応じた最大制御量を設定したりすることができ、適切な制御量の最大値を低コストに設けることができる。

[0049] また、回路11に示したフィードバック構成と、回路12に示した斜面検知構成、および回路13に示したリミッタ付き構成は全て共存可能であり、回路11~13の各構成を全て組み合わせた回路とすることもでき、また、各構成の中から二つの構成を選択して組み合わせた回路とすることもできる。このように、回路11~13の各構成の少なくとも二以上を組み合わせた回路とすることで、回路数を増大させることなく、一つの回路で組み合わせた構成に相当する分の効果を得ることができる。

[0050] なお、回路11~13を互いに組み合わせず、いずれか一つのみを単独で用いた場合でも、G-Vectoring制御に有効な車両制御量は得られており、さらに、フィードバック構成などの、各回路特有の構成による効果が付加的に得られるので、回路10の構成よりも多くの効果を得ることができ、有益である。

[0051] 図4は、本実施例における通信フレームの構造の一例を説明する図である。

通信フレーム生成部9は、加速度と車両制御量を有する通信フレームを生成し、センサ信号として出力する構成（センサ信号出力部）を有している。これにより、例えば、第1の低域通過フィルタ6でフィルタリング処理されてVDC制御向けの帯域（第1の帯域）に制限された車両進行方向の加速度1及び車両横方向の加速度2と、車両制御量とが同一フレームで送信される。

[0052] 図4では、例としてフレームを2バイト毎に異なる情報に割り当てている。通信フレーム生成部9は、少なくとも1軸以上の加速度と車両制御量を出力する。このとき、必ずしも同一フレームである必要はないが、遅延時間削減の観点からフレームの分割は適当でない。また、ブレーキ制御を行うという安全面に重要なシステムであるので、同一フレーム内に、ビット誤りを検出するためのCRC(Cyclic Redundancy Check)コードや、センサ自身の故障を検出し通知する自己診断結果を示すビットを含んでいてもよい。

[0053] 図5は、図1に示す慣性センサを用いた車両制御システムの全体構成図である。

車両制御システム20は、慣性センサ1、角速度センサ21、ECU(Electric Control Unit)23、ブレーキユニット24を有している。角速度センサ21は、図1に示す慣性センサ1の符号2~6の構成と同等の構成を有しており、角速度検出エレメント38、アンプ部、ADC、信号処理部、低域通過フィルタを有するセンサモジュールからなる(図示せず)。

[0054] 慣性センサ1と角速度センサ21は、それぞれ通信線22を介してECU23に接続されている。通信線22は、慣性センサ1及び角速度センサ21とECU23との間の通信を実現する通信手段であり、例えばSPI(Serial Peripheral Interface)通信と呼ばれるデジタル通信方式を用いる。このとき、通信フレームの衝突等による通信遅延を防ぐため、統計的多重や時間的多重を用いていない方式が望ましい。

[0055] ECU23は、慣性センサ1および角速度センサ21から、加速度、角速度、および車両制御量を受信し、それに応じて車両のVDC制御およびG-Vectoring制御を実際に行うために、ブレーキユニット24やスロットル開度(図示せず)を作動させる。なお、一般にVDC制御においては、ステアリングの舵角や車速情報を併用して制御を行うため、これらの情報がECU23に入力されるが、ここでは図示しない。

[0056] 以上のように、慣性センサ1から出力された車両制御量は、遅延の発生要素が省かれているため、制御による制動力ないしは加速力の発生までの遅延

を抑制し、さらに、動的な条件変化にも対応した適切な制御量を遅延なく出力することができる。このため、ドライバーや同乗者に与える不自然な慣性力を抑え、条件によらずに良い乗り心地を維持する車両制御を実現する。さらに、VDC制御との共存においても特段のハードウェアの追加を必要としないため、VDC制御搭載車からのハードウェア的追加を必要としないという点で、コスト的にも有利である。

[0057] [実施例2]

図6は、実施例2における慣性センサの構成を示す図である。

慣性センサ31は、図6に示すように、加速度検出エレメント32、アンプ部33、ADC34、信号処理部35、第1の低域通過フィルタ（第1のフィルタ）36、第2の低域通過フィルタ（第2のフィルタ）37、角速度検出エレメント38、アンプ部39、ADC40、信号処理部41、第3の低域通過フィルタ（第3のフィルタ）42、第4の低域通過フィルタ（第4のフィルタ）43、車両制御量計算部44、通信フレーム生成部45を有するセンサモジュールからなる。

[0058] 本実施例では、上記した実施例1に加え、少なくとも1軸以上の角速度検出エレメント38およびそれに付随する回路が、慣性センサ31内に設けられており、センサモジュールを形成している。ここで、符号32～37の構成については、実施例1の符号2～7の構成と同様であるのでその詳細な説明は省略する。

[0059] 角速度検出エレメント38と、加速度検出エレメント32の実装形態は、シングルチップであっても多チップに分かれていても良い。ただし、後段の回路実装形態については、多チップであるよりも、通信フレーム生成部45までを一貫したシングルチップ構成とし、通信遅延を削減する。

[0060] 角速度検出エレメント38は、例えば角速度の印加によって発生するコリオリ力をもたらす質量マスの変位を、容量変化で捉える静電容量型検出エレメントであり、容量変化をC/V変換によって電圧信号に変換する。

[0061] 角速度検出エレメント38は、第1軸の軸回りの角速度であるロール方向

角速度と、第2軸の軸回りの角速度であるピッチング方向角速度と、第3軸の軸回りの角速度であるヨー方向角速度を検出する。角速度検出エレメント38は、本実施例では各軸に対してそれぞれ設けられており、合計で3個が設けられているが、1個で第1軸から第3軸の全ての軸回りの角速度を検出するものを用いてもよい。

[0062] アンプ部39、ADC40、信号処理部41の構成については、実施例1のアンプ部3、ADC4、信号処理部5と同様の構成であるため、説明を省略する。

[0063] 図6にLPF3で示された第3の低域通過フィルタ42（第3のフィルタ）では、信号処理部41で処理された角速度の検出信号をVDC制御向けの帯域（第3の帯域）に制限するフィルタリング処理を行い、不要なノイズ成分をカットする。このとき、周波数特性はLPF1で示される第1の低域通過フィルタ36と同じであっても、異なってもよい。

[0064] LPF4で示される第4の低域通過フィルタ43（第4のフィルタ）では、第3の低域通過フィルタ42で示されたVDC制御向けの帯域とは異なる周波数特性、すなわち異なるカットオフ特性を有するフィルタを構成し、信号処理部41で処理された角速度の検出信号をG-Vectoring制御向けの帯域（第4の帯域）に制限するフィルタリング処理を行う。このことは、低域通過フィルタ42によって定義されるセンサとしての出力周波数特性にとらわれず、角速度検出エレメント38からの信号を自由な帯域で使用できることを意味する。

[0065] 例えば、低い帯域だけを制御に用いる場合は、第4の低域通過フィルタ43を第3の低域通過フィルタ42よりも低いカットオフ特性とすればよいし、応答性を確保するために、その逆としてもよい。

[0066] また、第4の低域通過フィルタ43が無限大に高いカットオフ特性を有する構成、すなわち一切の低域通過特性を有さない構成であってもよい。この構成は、制御量計算までに角速度信号の位相遅延を発生させないために、ベースバンド信号を直接次段の車両制御量計算部44に伝送する構成であって、ノイズ除去は別段で実施したり、アクチュエータが持つ応答性によって間接

的に実現したりすることが可能である。なお、本実施例では、第4の低域通過フィルタ43の帯域の方が、第3の低域通過フィルタ42の帯域よりも広い帯域に設定されている。

[0067] 図7は、車両制御量計算部の回路構成の一例を示す図である。

車両制御量計算部44は、例えば図7に示す回路50の構成によって、上記した式(1)の演算、すなわち、車両の横方向加速度および横方向加加速度に応じた進行方向加速度の制御量を得る。このとき、特許文献1に示されるように、角速度検出エレメント38のうち、車両の第1軸の軸回りの角速度である第1軸回り角速度、すなわち、車両のロール方向角速度を用いて、横方向加加速度を推定する回路構成を備える。横方向加加速度は、下記の式(2)で示される伝達関数

[数2]

$$G'_y(s) = A(s)p(s) = \frac{T_1s+1}{T_2s+1} \cdot \frac{K_x - m_sgh}{m_sgh} p(s) \quad \dots (2)$$

により推定可能である。

[0068] ここでA(s)はロール方向角速度を車両横方向加加速度に変換する伝達関数、T1およびT2は適当な時定数、Kxはロール剛性、msはばね上質量、gは重力加速度、hはロールセンターから重心までの高さ、p(s)はロール方向角速度である。

[0069] このような構成により、加速度の微分によるノイズの増大を抑えつつ、フィルタや通信による遅延を含まない横方向加加速度を得ることができ、遅延による制御発生までの遅れの抑制効果を更に得ることができる。なお、横方向加加速度は積分することで横方向加速度を得られるので、加速度検出エレメント32から信号との整合性を判断したり、加速度検出エレメント32の信号を利用せずにG-Vectoring制御を実現したりすることも可能である。

[0070] また、VDC制御を併用する場合、加速度および角速度はVDC制御においても必要なセンサ情報であるので、一つのセンサで両制御を実現することができ

、G-Vectoring制御用とVDC制御用にそれぞれ専用のセンサを設ける必要がなく、より設置コストを低減しうる。

[0071] 図8は、本実施例における通信フレームの構造の一例を説明する図である。

通信フレーム生成部45は、加速度と、角速度と、車両制御量とを有する通信フレームを生成し、センサ信号として出力する構成（センサ信号出力部）を有している。これにより、例えば、第1の低域通過フィルタ36でフィルタリング処理されてVDC制御向けの帯域（第1の帯域）に制限された車両進行方向加速度1及び車両横方向加速度2と、第3の低域通過フィルタ42でフィルタリング処理されてVDC制御向けの帯域（第3の帯域）に制限されたロール方向角速度1及びピッチング方向角速度2と、車両制御量 $G_{xc}$ とが同一フレームで送信される。

[0072] 図8では、例としてフレームを2バイト毎に異なる情報に割り当てている。通信フレーム生成部45は、少なくとも1軸以上の角速度と、1軸以上の加速度と、車両制御量を出力する。このとき、必ずしも同一フレームである必要はないが、遅延時間削減の観点からフレームの分割は適当でない。また、ブレーキ制御を行うという安全面に重要なシステムであるので、同一フレーム内に、ビット誤りを検出するためのCRC(Cyclic Redundancy Check)コードや、センサ自身の故障を検出し通知する自己診断結果ビットを含ませて、通信精度の向上を図る構成としてもよい。また、角速度検出エレメントを備えていても、実施例1に示した各種フィードバック補正、状態推定補正、リミッタ補正を利用可能である。

[0073] 図9は、図6に示す慣性センサを用いた車両制御システムの全体構成図である。

車両制御システム60は、慣性センサ31、ECU62、ブレーキユニット63を有している。慣性センサ31は、通信線61を介してECU62に接続されている。通信線61は、慣性センサ31とECU62との間の通信を実現する通信手段であり、例えばSPI通信と呼ばれるデジタル通信方式を用

いる。

[0074] ECU62は、慣性センサ31から加速度、角速度、および車両制御量を受信し、それに応じてVDC制御およびG-Vectoring制御を車両に実際に与えるために、ブレーキユニット63のブレーキ作動量やスロットルバルブ（図示せず）のスロットル開度を制御する。なお、一般にVDC制御においては、ステアリングの舵角や車速情報を併用して制御を行うため、これらの情報がECU62に入力されるが、ここでは図示しない。

[0075] 以上のように、慣性センサ31から出力された車両制御量は、前述の通り、遅延の発生要素を省いているため、制御による制動力ないしは加速力の発生までの遅延を抑制し、さらに、動的な条件変化にも対応した適切な制御量を遅延なく出力することができる。このため、ドライバーや同乗者に与える不自然な慣性力を抑え、条件によらずに良い乗り心地を維持する車両制御を実現する。さらに、VDC制御との共存においても特段のハードウェアの追加を必要としないため、VDC制御搭載車からのハードウェア的追加を必要としないという点で、コスト的にも有利である。

[0076] [実施例3]

図10は、実施例3における車両制御システムの全体構成図である。

本実施例において特徴的なことは、G-Vectoring制御が実行中であることを運転者に報知する構成としたことである。車両制御システム70は、慣性センサ31と、車両制御ECU72と、ブレーキユニット73と、通信バス74と、エンタメ系ECU75と、モニタ76を有している。

[0077] 慣性センサ31は、通信線71を介して車両制御ECU72に接続されている。通信線71は、慣性センサ31と車両制御ECU72との間の通信を実現する通信手段であり、例えばSPI通信を用いる。車両制御ECU72は、ブレーキユニット73にブレーキ作動量や、スロットルバルブ（図示せず）のスロットル開度を制御する。通信バス74は、CAN(Controller Area Network)バスのような、多数の端末が接続可能な通信バスである。

[0078] 車両制御ECU72は、通信バス74を介して、エンタメ系ECU75に

、加速度と車両制御量を通知する。モニタ76は、例えば車室内で運転者が視認可能な位置に設定されており、車両に印加されている水平面上の加速度を表示する。モニタ76には、例えば図3に示すような、横軸に車両の横方向加速度、縦軸に進行方向加速度を示すダイアグラムイメージが図示され、さらに、車両制御量も合わせて図示される。

[0079] これにより、運転者は、G-Vectoring制御の効果を視覚的に確認でき、また、G-Vectoring制御の制御量が小さくなるように運転することで、運転技術を向上し得る。このことは、万一G-Vectoring制御が故障した際も、運転時に意図していたよりも車両が曲がらない、というような違和感を大きく与えることなく、運転継続を実現するものである。

[0080] なお、本発明は、上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

### 符号の説明

- [0081] 1、31 慣性センサ  
2、32 加速度検出エレメント  
6、36 第1の低域通過フィルタ（第1のフィルタ）  
7、37 第2の低域通過フィルタ（第2のフィルタ）  
8、44 車両制御量計算部  
9、45 通信フレーム生成部（センサ信号出力部）  
38 角速度検出エレメント  
42 第3の低域通過フィルタ（第3のフィルタ）  
43 第4の低域通過フィルタ（第4のフィルタ）

## 請求の範囲

- [請求項1] 車両の少なくとも1軸以上の加速度を検出する加速度検出エレメントと、  
前記 加速度の検出信号を 第1の帯域に制限する第1のフィルタと、  
、  
前記加速度の検出信号を第2の帯域に制限する第2のフィルタと、  
前記第2の帯域に制限された前記加速度の検出信号に基づいて、前記車両の車両制御量を計算する車両制御量計算部と、  
前記第1の帯域に制限された前記加速度の検出信号と、前記車両制御量とを 出力するセンサ信号出力部と、  
を有することを特徴とする慣性センサ。
- [請求項2] 前記加速度検出エレメントは、第1軸方向加速度と第2軸方向加速度を検出し、  
前記第1のフィルタは、前記各加速度の検出信号を前記第1の帯域に制限し、  
前記第2のフィルタは、前記第2軸方向加速度の検出信号を前記第2の帯域に制限し、  
前記車両制御量計算部は、前記第2の帯域に制限された前記第2軸方向加速度の検出信号に基づいて、前記車両制御量を計算することを特徴とする請求項1に記載の慣性センサ。
- [請求項3] 前記第2の帯域は、前記第1の帯域よりも広いことを特徴とする請求項1又は2に記載の慣性センサ。
- [請求項4] 前記加速度検出エレメントは、前記車両の横方向加速度を検出し、  
前記車両制御量計算部は、前記車両の横方向加速度と、前記横方向加速度の微分値である横方向加加速度を用いて前記車両制御量を計算することを特徴とする請求項1に記載の慣性センサ。
- [請求項5] 前記加速度検出エレメントは、前記車両の進行方向加速度を検出し、  
、

前記車両制御量計算部は、前記車両制御量として計算した前記車両の進行方向加速度との差に基づいて、前記車両制御量のゲインないしバイアスを動的に変更することを特徴とする請求項4に記載の慣性センサ。

[請求項6] 前記車両制御量計算部は、前記加速度検出エレメントに印加されている信号成分に応じて前記車両制御量のゲインないしバイアスを動的に変更することを特徴とする請求項4に記載の慣性センサ。

[請求項7] 少なくとも1以上の角速度を検出する角速度検出エレメントと、前記角速度の検出信号を第3の帯域に制限する第3のフィルタと、前記角速度の検出信号を第4の帯域に制限する第4のフィルタと、を有し、

前記車両制御量計算部は、前記第2の帯域に制限された前記加速度の検出信号と、前記第4の帯域に制限された前記角速度の検出信号に基づいて、前記車両制御量を計算し、

前記センサ信号出力部は、前記第1の帯域に制限された前記加速度の検出信号と、前記第3の帯域に制限された前記角速度の検出信号と、前記車両制御量とを出力することを特徴とする請求項1に記載の慣性センサ。

[請求項8] 前記第4の帯域は、前記第3の帯域よりも広いことを特徴とする請求項6に記載の慣性センサ。

[請求項9] 前記加速度検出エレメントは、前記車両の横方向加速度を検出し、前記角速度検出エレメントは、前記車両のロール方向角速度を検出し、

前記車両制御量計算部は、前記車両の横方向加速度と、前記車両のロール方向角速度を用いて前記車両制御量を計算することを特徴とする請求項1に記載の慣性センサ。

[請求項10] 前記車両制御量計算部は、前記加速度検出エレメントで検出した前記車両の進行方向加速度と、前記車両制御量として計算した前記車両

の進行方向加速度に基づいて、前記車両制御量のゲインないしバイアスを動的に変更することを特徴とする請求項 9 に記載の慣性センサ。

[請求項11] 前記車両制御量計算部は、前記角速度検出エレメントに印加されている信号成分に応じて前記車両制御量のゲインないしバイアスを動的に変更することを特徴とする請求項 9 に記載の慣性センサ。

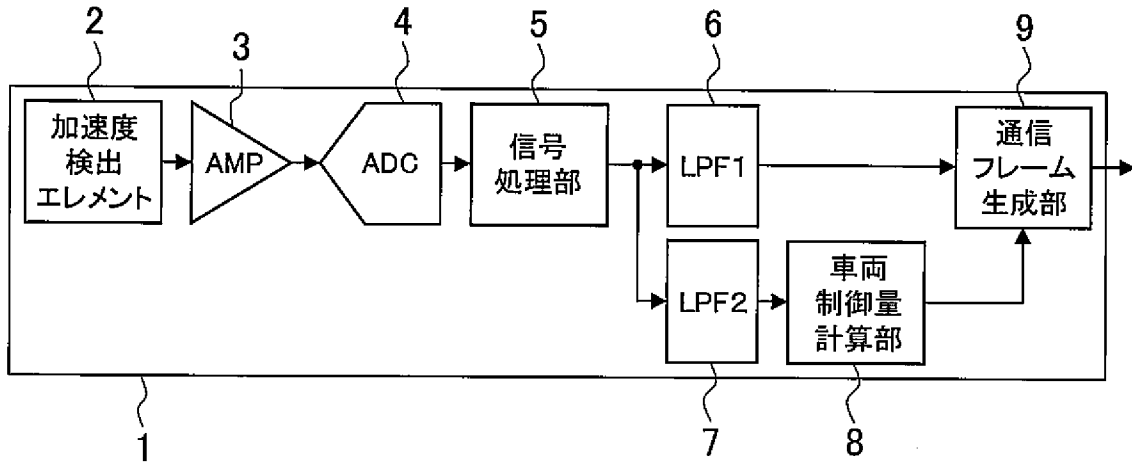
[請求項12] 前記センサ信号出力部は、前記第 1 の帯域に制限された前記加速度の検出信号と、前記第 3 の帯域に制限された前記角速度の検出信号と、前記車両制御量計算部によって計算された車両制御量とを同一の通信フレームで出力することを特徴とする請求項 7 に記載の慣性センサ。

[請求項13] 前記車両の前後方向加速度と横方向加速度をそれぞれ平面上の 2 軸としたダイアグラムを表示する表示部を有し、

請求項 1 に記載の前記慣性センサから出力される前後方向加速度と横方向加速度を前記表示部に表示することを特徴とするセンサシステム。

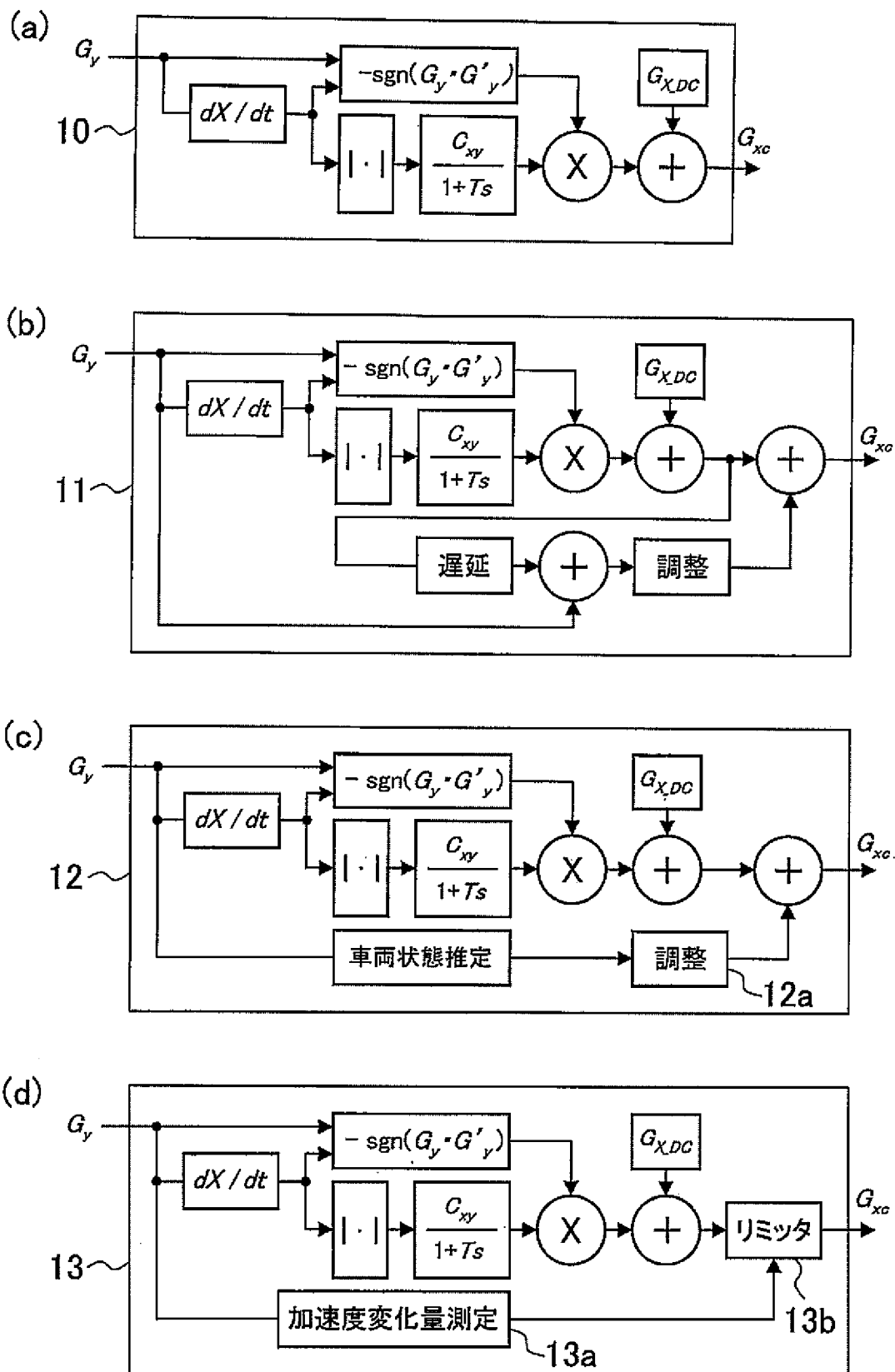
[図1]

図 1



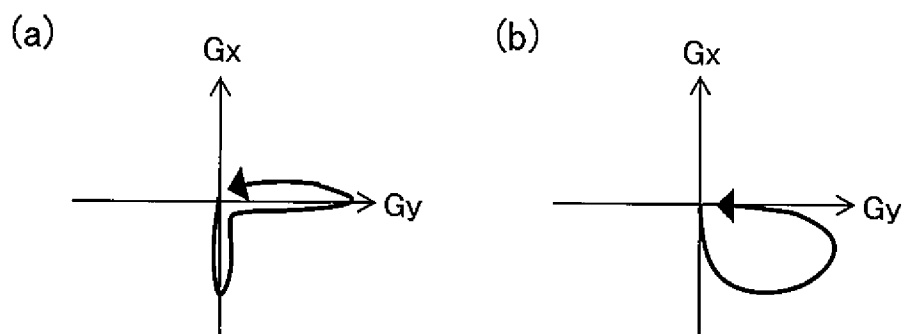
[図2]

図 2



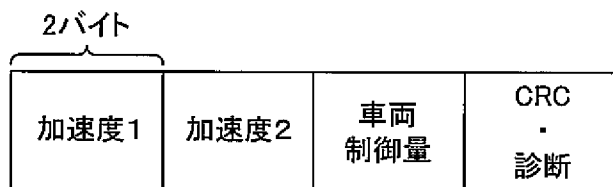
[図3]

図 3



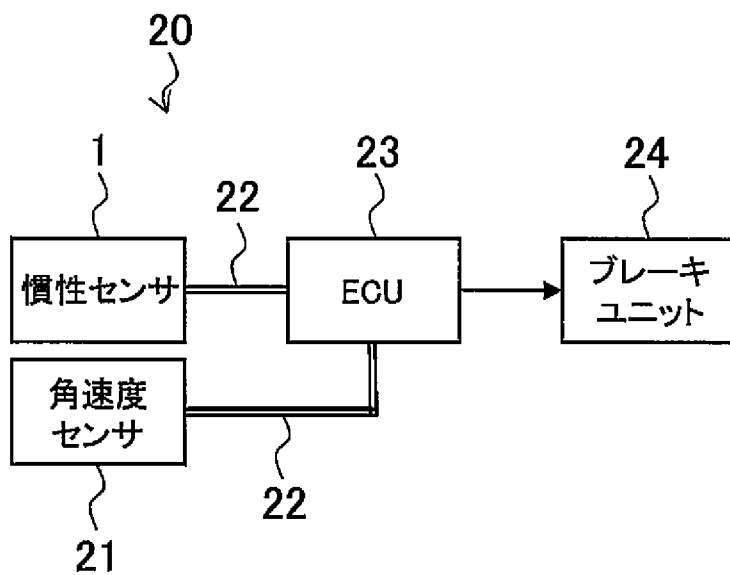
[図4]

図 4



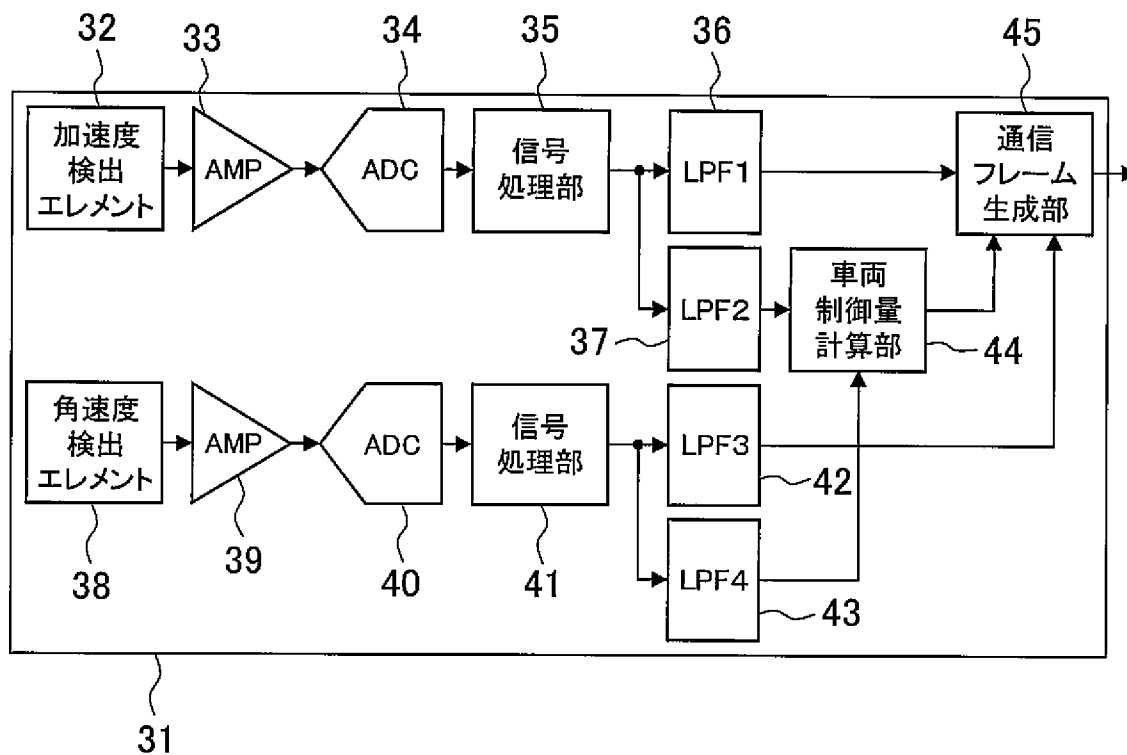
[図5]

図 5



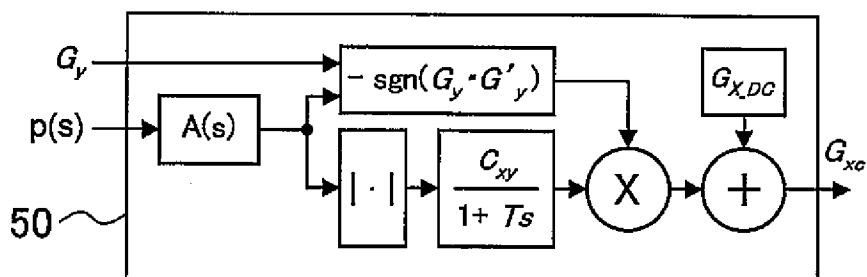
[図6]

図 6



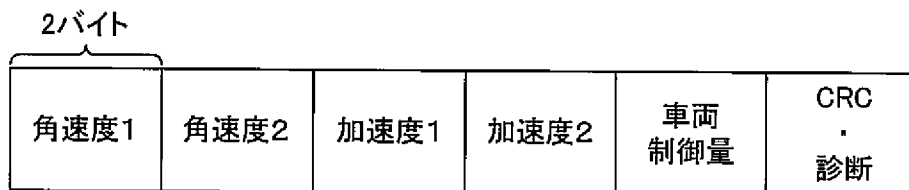
[図7]

図 7



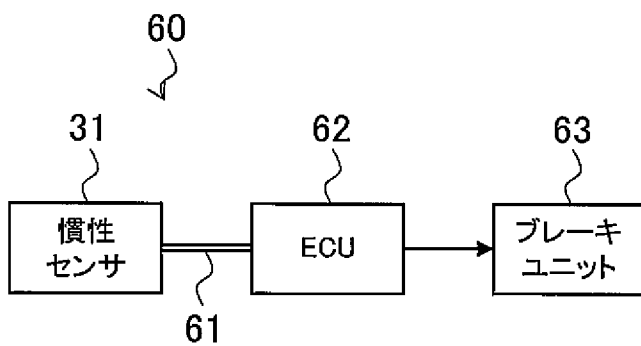
[図8]

図 8



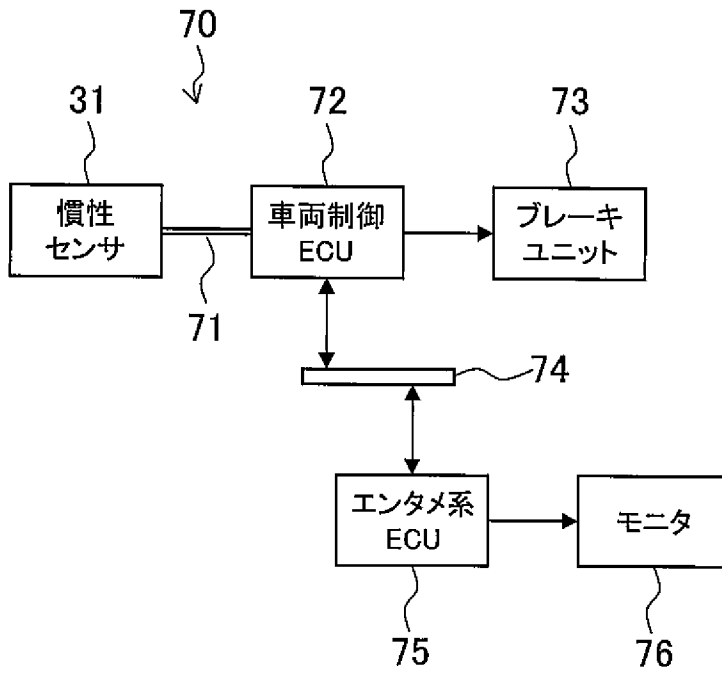
[図9]

図 9



[図10]

図 10



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/050390

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01P15/00(2006.01)i, B60W30/00(2006.01)i, G01C19/5776(2012.01)i,  
G01P15/18(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01P15/00, B60W30/00, G01C19/5776, G01P15/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-162911 A (Hitachi Automotive Systems, Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0028] to [0136]; fig. 1 to 17 (Family: none)	1-13
Y	JP 2005-104339 A (Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), paragraphs [0019] to [0063]; fig. 1 to 6 & US 2005/0102084 A1 & US 2005/0110345 A1 & DE 102004047394 A & KR 10-2005-0031934 A & CN 1603182 A	1-13

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
31 January, 2012 (31.01.12)

Date of mailing of the international search report  
07 February, 2012 (07.02.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/050390

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-290133 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 26 October 2006 (26.10.2006), paragraphs [0010] to [0039]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-13
A	JP 2009-107447 A (Hitachi, Ltd.), 21 May 2009 (21.05.2009), entire text; all drawings & US 2009/0112404 A1 & EP 2055600 A2	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01P15/00(2006.01)i, B60W30/00(2006.01)i, G01C19/5776(2012.01)i, G01P15/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01P15/00, B60W30/00, G01C19/5776, G01P15/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2012年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2012年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-162911 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.07.29 段落【0028】 - 【0136】、【図1】 - 【図17】 (ファミリーなし)	1-13
Y	JP 2005-104339 A (三菱ふそうトラック・バス株式会社) 2005.04.21 段落【0019】 - 【0063】、【図1】 - 【図6】 & US 2005/0102084 A1 & US 2005/0110345 A1 & DE 102004047394 A & KR 10-2005-0031934 A & CN 1603182 A	1-13

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー                  「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの                  「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの                  「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)                  「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                  「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献                  「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの                  「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの                  「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 31.01.2012	国際調査報告の発送日 07.02.2012
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 續山 浩二 電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2006-290133 A (日産自動車株式会社) 2006. 10. 26 段落【0010】－【0039】、【図1】－【図3】 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2009-107447 A (株式会社日立製作所) 2009. 05. 21 全文、全図 & US 2009/0112404 A1 & EP 2055600 A2	1-13