

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4063149号
(P4063149)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 P 21/00 (2006.01)	GO 1 P 21/00
GO 1 C 9/06 (2006.01)	GO 1 C 9/06 E
GO 1 C 21/00 (2006.01)	GO 1 C 21/00 D
GO 1 P 9/00 (2006.01)	GO 1 P 9/00 Z
GO 1 C 19/00 (2006.01)	GO 1 C 19/00 Z

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2003-150973 (P2003-150973)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成15年5月28日(2003.5.28)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2004-354160 (P2004-354160A)	(74) 代理人	100100022 弁理士 伊藤 洋二
(43) 公開日	平成16年12月16日(2004.12.16)	(74) 代理人	100108198 弁理士 三浦 高広
審査請求日	平成17年9月21日(2005.9.21)	(74) 代理人	100111578 弁理士 水野 史博
前置審査		(72) 発明者	小林 知一 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
		審査官	越川 康弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両角速度検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に取り付けられた加速度センサの出力Gと、前記車両の車速パルス信号に基づく車速vの時間微分である移動加速度aと、に基づいて、水平面に対する前記車両の車両前方の傾斜角を算出する第1算出手段(220)と、

他律航法によって前記車両の鉛直方向への移動速度Vを特定する鉛直速度特定手段(15)と、

前記出力Gと、前記移動加速度aと、前記鉛直速度特定手段が特定した前記鉛直方向への移動速度Vと、前記車速パルス信号に基づく前記車速vと、に基づいて、前記加速度センサの前記車両に対する車両前方の傾斜角を、式

$$= \sin^{-1} \{ (G - a - g \cdot V / v) / g \}$$

によって算出する第2算出手段(230、240)と、

前記加速度センサの感度方向に対して検出軸が直交するように前記車両に固定され、当該検出軸の周りの前記車両の旋回の角速度を出力するジャイロスコープの出力gyro_outの補正係数gainを算出し、当該補正係数gainの算出において、当該ジャイロスコープの出力から得られた角速度を積算して算出した相対方位変化量と、GPS(Global Positioning System)から得られる方位の差分より算出される相対方位変化量と、の比較により、当該補正係数gainが1/(cos) (ただし、値は前記加速度センサの定常的なゲイン誤差)となるような算出を行い、さらに、算出された当該補正係数gain、前記第1算出手段が算出した前記傾斜角、および、前記第2算出手段が算

出した前記傾斜角 に基づいて、式

$$\frac{gyro_out \times gain \times \cos}{\cos(+)}$$

の値を、車両の角速度 yaw とする補正手段 (210、250) と、を備え、

前記第1算出手段は、前記傾斜角 を、さらに重力加速度 g 、および、前記第2算出手段によって算出された傾斜角 と $g_offset = g \cdot \sin$ の関係にある値 g_offset に基づいて、

$$= \sin^{-1} \{ (G - a - g_offset) / g \}$$

によって算出することを特徴とする車両角速度検出装置。

【請求項2】

前記第2算出手段は、前記鉛直速度特定手段が特定した前記車両の鉛直方向への前記移動速度 V に基づいて、前記車両が水平走行していることを判定する水平判定手段 (130、140) と、

前記水平判定手段の判定に基づいて、車両の傾斜角がゼロであると仮定して前記加速度センサの前記車両に対する前記傾斜角 を算出するゼロ仮定手段 (150) と、を備えたことを特徴とする請求項1に記載の車両角速度検出装置。

【請求項3】

前記鉛直速度特定手段は、前記車両の緯度、経度、高度の情報およびこれら情報の検出の誤差に関する情報を出力するGPS受信機であり、

前記第2算出手段は、前記鉛直速度特定手段による位置特定の精度が良好であるか否かを、前記鉛直速度特定手段が出力した前記誤差に関する情報に基づいて判定し、良好である場合に、前記傾斜角 を算出することを特徴とする請求項1または2に記載の車両角速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、加速度センサに対して所定の角度で移動体に固定され、検出軸の周りの当該移動体の旋回の角速度を検出するジャイロスコープの一時的な傾斜の角度を、当該加速度センサの出力と当該移動体の移動加速度とに基づいて検出する移動体角速度検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、車両の走行距離および進行方向に基づいて車両の現在位置を特定する技術が、カーナビゲーション装置等において用いられている。このような技術を用いる際、車両の相対方位変化を検出する手段として、ジャイロスコープが使用されている。ジャイロスコープは検出軸周りの回転角速度に比例した出力（主として電圧値）を発生するように構成されている。このジャイロスコープを用いることにより、ジャイロスコープの出力から角速度に換算するための比例定数（すなわちゲイン）により角速度を求め、それを積算することにより車両の相対方位変化量を求めることができる。ただし、ゲインにはジャイロスコープの個体差によるばらつきがあるため、このばらつきによるゲイン誤差 を補正するためのゲイン補正係数を算出しなければならない。

【0003】

また、ジャイロスコープの設置条件によっては車両の旋回軸とジャイロスコープの検出軸の方向が一致しない場合がある。このような場合、ジャイロスコープの見かけ上のゲインは変動してしまい、車両の角速度とジャイロスコープが検出する角速度に差異が生じてしまう。具体的にはジャイロスコープの検出軸が車両の旋回軸と角度 だけ傾いている場合には、ジャイロスコープの出力から導かれる角速度は実際の値の \cos 倍となり、みかけ上のゲインが変動する。

【0004】

さらに、走行路面の状況による車両自体の傾きによっても同様の理由によりジャイロスコープの見かけ上のゲインが変動してしまう。そのため実際にはジャイロスコープの設置角

10

20

30

40

50

度と車両の傾斜の複合（つまりジャイロスコープ自身の絶対傾斜角度）により見かけ上のゲインは変動する。

【 0 0 0 5 】

図 1 2、図 1 3、図 1 4 に、このような車両の実際の旋回による旋回軸の回りの角速度と、ジャイロから出力される値との関係を説明するための図を示す。図 1 2 ~ 図 1 4 においては、車両 2 には、ナビ ECU が設置されている。このナビ ECU には、上記した車両の相対方位変化を検出する手段としてのジャイロスコープ 1 3 が、ナビ ECU に対して検出軸が垂直に固定された状態で搭載されている。また、このナビ ECU は、車両 2 の水平面に対して角度 θ だけ車両前方に傾いている。従って、ジャイロスコープ 1 3 の検出軸は、車両の垂直上方に対して角度 θ だけ車両前方に傾いている。なお、車両の水平面とは、車両に固定された面であり、車両が水平な路面にあるときは、その水平な路面と平行な面である。

10

【 0 0 0 6 】

図 1 2 においては、車両 2 は、水平な道路 3 を走行している。この場合、ジャイロスコープ 1 3 の検出軸方向の、鉛直方向に対する角度は (< 0) に等しい。なお以降本明細書では、図中反時計回り方向の角度を正の角度として表現する。従って、値 $y a w$ を、車両の真の旋回角速度を定格のゲインで除算したものであるとすると、ジャイロスコープ 1 3 の出力値は、 $y a w \times \cos \theta$ となる。なお、本明細書では、この定格のゲインが 1 となる単位系を採用するものとする。

【 0 0 0 7 】

また、図 1 3 においては、車両 2 は、傾斜角 α の上り坂 4 を走行している。この場合、ジャイロスコープ 1 3 の検出軸方向の、鉛直方向に対する角度は $\theta + \alpha$ ($= \theta - | \alpha |$) に等しい。従って、ジャイロスコープ 1 3 の出力値は、 $y a w \times \cos (\theta + \alpha)$ となる。

20

【 0 0 0 8 】

また、図 1 4 においては、車両 2 は、傾斜角 α (< 0) の下り坂 5 を走行している。この場合、ジャイロスコープ 1 3 の検出軸方向の、鉛直方向に対する角度は $\theta - \alpha$ ($= \theta + | \alpha |$) に等しい。従って、ジャイロスコープ 1 3 の出力値は、 $y a w \times \cos (\theta - \alpha)$ となる。

【 0 0 0 9 】

このように、車両の相対方位変化量を正しく算出するためには、ジャイロスコープ自身のゲイン誤差 δg 、ジャイロスコープ設置角 θ 、および車両の傾斜 α による、見かけ上のゲインの変動 $\cos (\theta + \alpha)$ を補正する必要がある。これらの補正方法としては、GPS (Global Positioning System) による補正 (例えばカルマンフィルタ) が一般的である。これは、ジャイロスコープの出力から得られた角速度を積算して算出した相対方位変化量と、GPS から得られる絶対方位の差分より算出される相対方位変化量とを比較し、ゲイン補正係数を求める方法である (例えば、特許文献 1 参照)。

30

【 0 0 1 0 】

ところがこの方法は、補正のための処理を長時間繰り返し実行することによって実現されるため、定常的な誤差であるゲイン誤差 δg およびジャイロスコープ設置角 θ の組み合わせの誤差 $\cos \theta$ は補正できるが、一時的な誤差である車両の傾斜 α の変化によって生ずる誤差の補正が困難である。したがってこのような従来の方法にて補正を実施した場合、車両の傾斜による影響は補正されず、傾斜面を走行する時に相対方位誤差が発生してしまう問題があった。この時の誤差の大きさはジャイロスコープの設置角 θ および車両の傾斜角 α が大きいほど大きくなる。

40

【 0 0 1 1 】

上記のような問題を解決するためには、ジャイロスコープの設置角および車両の傾斜角度を算出し、GPS による補正にて補正しきれない車両の傾斜 α の影響を除去する必要がある。

【 0 0 1 2 】

50

車両の傾斜を検出する手段としては、車両の加速度および重力加速度を検出できる加速度センサ、および車速パルス信号の使用が一般的である（例えば、特許文献1参照）。加速度センサを車両進行方向と車両垂直方向（すなわち車両旋回軸方向）を含む平面内に対して感度が大きくなるように設置すると、加速度センサは車両の加速度と重力加速度の加速度センサの感度方向成分との合成を検出して出力する。図15に、車両進行方向の加速度成分を検出するように設置された加速度センサ16を搭載した車両2が、角度 θ の上り坂4を走行している状態を示す。この図に示すように、加速度センサの車両水平面に対する設置角が 0° で、車両が傾いている場合は、重力加速度の車両進行方向成分が $g \cdot \sin \theta$ となり、加速度センサ16が検出する加速度は、車両の進行方向への速度の時間微分を a とすると、 $a + g \cdot \sin \theta$ となる。ここで、 g は重力加速度の大きさとする。

10

【0013】

この加速度センサの出力から、車速パルス信号を基に得られた車速の時間微分を除去することにより、重力加速度の進行方向成分の大きさのみを抽出でき、車両の傾斜角度の変化を算出することができる。

【0014】

【特許文献1】

特開2000-055678号公報

【0015】

【発明が解決しようとしている課題】

ところがこの方法では、加速度センサの設置角度の車両水平面から上下へのずれにより、算出される傾斜角度が変化してしまうことと、加速度センサにおいても同じ加速度に対する出力値が個体間でばらつきがあることから、車両の相対的な傾斜の値を算出することはできても、加速度センサの設置角や車両の絶対的な傾斜角度を算出することができない。

20

【0016】

図16、図17に、車両2への加速度センサ16の取り付け角が図15に示した場合と異なるものを示す。図16においては、車両2は図15と同様に傾斜角 θ の上り坂4を走行しているが、図16においては加速度センサの感度方向は車両前方に対して角度 α (> 0)を成し、図17においては角度 α (< 0)を成している。この場合、加速度センサ16の感度方向は水平方向に対して角度 $\theta + |\alpha|$ 、または $\theta - |\alpha|$ を成す。従って、重力加速度の感度方向の成分は $g \cdot \sin(\theta + |\alpha|)$ となる。この場合、加速度センサの出力とパルス信号から得られるのは、 $a + g \cdot \sin(\theta + |\alpha|)$ の値のみである。

30

【0017】

また、絶対的な傾斜の値 θ を計算することができたとしても、上記したGPSによる補正にて得られる補正值 $\cos \theta$ および $\sin \theta$ からは、ゲインの変動 $\Delta G \cdot \cos(\theta + \alpha)$ の値を直接導くことはできない。

【0018】

上記した特許文献1においては、これらの問題に対して、加速度センサ16の車両への取り付け角度を予め測定し、またジャイロスコープの検出軸と加速度センサの感度方向が垂直になるように（すなわちジャイロスコープと加速度センサが所定の角度を成すように）一体に形成するようにして対処している。

40

【0019】

本発明は上記点に鑑み、加速度センサに対して所定の角度で移動体に固定され、検出軸の周りの当該移動体の旋回の角速度を検出するジャイロスコープの一時的な傾斜の角度を、前記加速度センサの出力と前記移動体の移動加速度とに基づいて検出する移動体角速度検出装置において、前記加速度センサの前記移動体に対する絶対傾斜角を走行しながら算出することができるようにすることを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための請求項1に記載の発明は、車両に取り付けられた加速度センサの出力 G と、前記車両の車速パルス信号に基づく車速 v の時間微分である移動加速度 a

50

と、に基づいて、水平面に対する前記車両の車両前方の傾斜角 を算出する第1算出手段(220)と、他律航法によって前記車両の鉛直方向への移動速度Vを特定する鉛直速度特定手段(15)と、前記出力Gと、前記移動加速度aと、前記鉛直速度特定手段が特定した前記鉛直方向への移動速度Vと、前記車速パルス信号に基づく前記車速vと、に基づいて、前記加速度センサの前記車両に対する車両前方の傾斜角 を、式

$$= \sin^{-1} \{ (G - a - g \cdot V / v) / g \}$$

によって算出する第2算出手段(230、240)と、前記加速度センサの感度方向に対して検出軸が直交するように前記車両に固定され、当該検出軸の周りの前記車両の旋回角速度を出力するジャイロスコープの出力 gyro__out の補正係数 gain を算出し、当該補正係数 gain の算出において、当該ジャイロスコープの出力から得られた角速度を積算して算出した相対方位変化量と、GPS(Global Positioning System)から得られる方位の差分より算出される相対方位変化量と、の比較により、当該補正係数 gain が $1 / (\cos)$ (ただし、値 は前記加速度センサの定常的なゲイン誤差) となるような算出を行い、さらに、算出された当該補正係数 gain、前記第1算出手段が算出した前記傾斜角、および、前記第2算出手段が算出した前記傾斜角 に基づいて、式 $gyro_out \times gain \times \cos / \cos(+)$

の値を、車両の角速度 yaw とする補正手段(210、250)と、を備え、前記第1算出手段は、前記傾斜角 を、さらに重力加速度g、および、前記第2算出手段によって算出された傾斜角 と $g_offset = g \cdot \sin$ の関係にある値 g_offset に基づいて、

$$= \sin^{-1} \{ (G - a - g_offset) / g \}$$

によって算出することを特徴とする車両角速度検出装置である。

【0021】

これによって、車両検出装置は、他律航法によって特定した鉛直方向への移動速度Vを用いることによって、水平面に対する車両の傾斜角 および加速度センサの車両に対する傾斜角 を算出することができる。

【0023】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の車両角速度検出装置において、前記第2算出手段は、前記鉛直速度特定手段が特定した前記車両の鉛直方向への前記移動速度Vに基づいて、前記車両が水平走行していることを判定する水平判定手段(130、140)と、前記水平判定手段の判定に基づいて、車両の傾斜角がゼロであると仮定して前記加速度センサの前記車両に対する前記傾斜角 を算出するゼロ仮定手段(150)と、を備えたことを特徴とする。

【0024】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の車両角速度検出装置において、前記鉛直速度特定手段は、前記車両の緯度、経度、高度の情報およびこれら情報の検出の誤差に関する情報を出力するGPS受信機であり、前記第2算出手段は、前記鉛直速度特定手段による位置特定の精度が良好であるか否かを、前記鉛直速度特定手段が出力した前記誤差に関する情報に基づいて判定し、良好である場合に、前記傾斜角 を算出することを特徴とする。

【0025】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0026】

【発明の実施の形態】

(第1実施形態)

図1に、本発明の第1実施形態に係る移動体角速度検出装置としてのカーナビゲーション装置1の構成を示す。カーナビゲーション装置1は、位置検出器11、操作スイッチ群17、外部メモリ制御装置19、表示装置20、リモコンセンサ21およびこれらに接続された制御回路18を備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 7 】

表示装置 20 は、液晶ディスプレイ等の表示面およびマイクを有し、制御回路 18 から映像信号の入力があると液晶ディスプレイ等の表示面に当該映像を表示し、また制御回路 18 から音声信号の入力があるとスピーカに当該音声を出力させる。

【 0 0 2 8 】

操作スイッチ群 17 は、表示装置 20 の表示面の周囲に設けられた複数の押しボタン、当該表示面に重ねて設けられたタッチパネル等の入力装置から成り、ユーザによる押しボタンの押下、タッチパネルのタッチおよびトレースに基づいた信号を制御回路 18 に出力する。

【 0 0 2 9 】

リモコンセンサ 21 は、ユーザの操作に基づいて赤外線等による無線信号を送信するリモコン 22 から受信した信号を制御回路 18 に出力する。

【 0 0 3 0 】

位置検出器 11 は、いずれも周知の地磁気センサ 12、ジャイロスコープ 13、車速センサ 14、GPS (Global Positioning System) 受信機 15、および加速度センサ (以下 G センサと記す) 16 を有する、車両に固定されるナビ ECU であり、これらのセンサ等 12 ~ 16 の検出に基づいた現在位置情報を制御回路 18 に出力する。これらのセンサ等 12 ~ 16 は各々が性質の異なる誤差を持っているため、複数のセンサを相補的に使用するように構成されている。なお精度によっては上述した内の一部で構成されていてもよく、更に図示しないステアリングの回転センサ、各駆動輪の車輪センサ等を有していてもよい。

【 0 0 3 1 】

ジャイロスコープ 13 は、所定の検出軸の周りの車両の回転角速度を検出し、その値を電気信号として制御回路 18 に出力する。この検出軸は、車両の進行方向および車両の垂直方向を含む平面内にあり、かつ車両の垂直方向に概ね一致している。なお、車両の垂直方向とは、正常な状態の車両が水平面上にあるときに鉛直方向と一致するような、当該車両に固定された方向である。

【 0 0 3 2 】

車速センサ 14 は、車両のエンジン ECU から車速パルス信号を取得して制御回路 18 に出力する。この車速センサ 14 は、車両の移動速度を検出するセンサである。

【 0 0 3 3 】

G センサ 16 は、車両の進行方向および車両の垂直方向を含む平面内の、概ね車両の進行方向に一致する方向の加速度を検出し、その値を電気信号として制御回路 18 に出力する他律航法による位置特定のための装置である。以下、G センサ 16 が加速度を検出する方向を G センサ 16 の感度方向と記す。

【 0 0 3 4 】

GPS 受信機 15 は、GPS 衛星から送信される位置情報に基づいて車両の緯度、経度、高度を検出し、これら緯度、経度、高度の情報および検出の誤差に関する情報を制御回路 18 に出力する。検出の誤差に関する情報としては、衛星配置、DOP (Dilution Of Precision) 値等がある。

【 0 0 3 5 】

なお、ジャイロスコープ 13 の検出軸と G センサ 16 の感度方向とは、互いに所定の角度を成してナビ ECU に固定されている。具体的には、ジャイロスコープ 13 の検出軸と G センサ 16 の感度方向は直交関係にある。図 2 に、車両 2 内におけるジャイロスコープ 13 と G センサ 16 との配置関係を示す。ジャイロスコープ 13 の検出軸が車両の垂直方向に対して傾いている角度を θ とすると、G センサ 16 の感度方向が車両の進行方向に対して傾いている角度も θ となる。

【 0 0 3 6 】

外部メモリ制御装置 19 は、DVD-ROM、HDD (ハードディスクドライブ)、あるいはメモリカード等の外部記憶媒体に対して、データの読み出しおよび可能であればデー

10

20

30

40

50

タの書き込みの制御を行う。上記外部記憶媒体が記憶している情報としては、上記した位置検出の精度向上のためのいわゆるマップマッチング用データ、地図データおよび目印データを含む各種データ、カーナビゲーション装置 1 の動作のためのプログラム等がある。

【 0 0 3 7 】

また、カーナビゲーション装置は、携帯電話 1 3 など移動体通信機器により、外部ネットワーク 1 4 との接続を介して、インターネット、専用の情報センター等に接続することができる。

【 0 0 3 8 】

制御回路 1 8 は、通常のコンピュータとして構成されており、内部には CPU、ROM、RAM、フラッシュメモリ、I/O およびこれらの構成を接続するバスラインが備えられている。制御回路 1 8 は、ROM、外部メモリ制御装置 1 9 から読み出したカーナビゲーション装置 1 の動作のためのプログラムを実行し、その実行の際には ROM、RAM、フラッシュメモリから情報を読み出し、RAM、フラッシュメモリに対して情報の書き込みを行い、I/O を介して位置検出器 1 1、操作スイッチ群 1 7、外部メモリ制御装置 1 9、表示装置 2 0、リモコンセンサ 2 1 等と信号の授受を行う。

【 0 0 3 9 】

具体的には、この制御回路 1 8 は、カーナビゲーション装置 1 が起動するとき、ROM からブートプログラム、オペレーティングシステム（以下 OS と記す）等を読み出して実行し、この OS に基づいたハードウェア制御およびプロセス管理を行う。OS 上で動作するプロセスとしては、メニュープログラム、経路探索プログラム、地図表示プログラム、およびその他のプログラムがある。

【 0 0 4 0 】

メニュープログラムは、OS 上で動作する各種プログラムを、そのプログラムの機能や目的別に階層的にメニュー表示し、そのメニュー表示されたものの中からユーザが選択したプログラムの実行を開始させる。なお、メニュー表示は表示装置 2 0 の表示面に当該メニューの画像データを出力することで行い、また、ユーザの選択は、リモコンセンサ 2 1 を介したリモートコントロール端末（以下リモコンと称する）2 2 または操作スイッチ群 1 7 に対する選択操作（カーソル移動、確定ボタン押下等）によって制御回路 1 8 に入力された信号に基づいて検出する。

【 0 0 4 1 】

経路探索プログラムは、リモコン 2 2 により、あるいは操作スイッチ群 1 7 により目的地の位置が入力されると、現在位置からその目的地までの最適な経路を自動的に選択して誘導経路を形成し表示装置 2 0 に表示させる。自動的に最適な経路を設定する手法としては、ダイクストラ法等が知られている。

【 0 0 4 2 】

地図表示プログラムは、位置検出器 1 1 から入力された現在位置情報に基づく車両現在位置マークと、外部メモリ制御装置 1 9 より読み出した地図データと、経路探索プログラムによって形成した誘導経路等の付加データとを重ねてその表示装置 2 0 の表示面に表示させる。

【 0 0 4 3 】

なお、この地図表示プログラムにおいて車両の現在位置を特定する場合には、GPS 受信機 1 5 による現在位置検出と併せて、推測航法による現在位置検出も行う。

【 0 0 4 4 】

この推測航法による現在位置検出に必要な情報として、車両の旋回による相対的な方位変化の量がある。この車両の相対方位変化を算出するためのプログラムとして、相対方位変化量補正プログラムが OS 上で定期的に行われている。以下、この相対方位変化量補正プログラムについて説明する。

【 0 0 4 5 】

この相対方位変化量補正プログラムは、基本的にジャイロ스코ープ 1 3 の検出する角速度から車両の空間中の旋回による方位変化を算出するものである。しかし、ジャイロスコ

10

20

30

40

50

プ 1 3 の検出軸は、検出軸の車両の垂直方向からのずれ、路面の変化による車両の角度のずれ等によって空間中の鉛直方向からずれる（図 1 2 ~ 図 1 4 参照）。またジャイロスコープ 1 3 の個体間のばらつきにより、検出した角速度に対する制御回路 1 8 への出力値の比（ゲイン）が個々のジャイロスコープ 1 3 で異なり、ゲイン誤差が生ずる。そこで、相対方位変化量補正プログラムは、方位変化の算出の際に、これらのずれの成分を補正する。

【 0 0 4 6 】

図 3 に、この相対方位変化量補正プログラムのフローチャートを示す。なお、このステップ 2 1 0 ~ 2 5 0 の処理は、繰り返し実行され、その繰り返しの過程において計算結果が漸次精度のよいものに近づいていくようになっている。なお、この繰り返しの処理において繰り返し用いられる変数については、制御回路 1 8 のフラッシュメモリに記録されるようになっている。

10

【 0 0 4 7 】

まずステップ 2 1 0 では、周知のカルマンフィルタの方法を用いて、図 2 における検出軸の車両の垂直方向からのずれ角度 とゲイン誤差 から成る値 \cos を求める。

【 0 0 4 8 】

このステップ 2 1 0 の処理の詳細を図 4 に示す。まずステップ 3 1 0 で、GPS 受信機 1 5 から受信している現在位置情報に基づいて、車両の相対方位変化量、すなわち車両の旋回角を算出する。次にステップ 3 2 0 では、カルマンフィルタを用いてゲイン補正係数 $gain = 1 / (\cos)$ を求める。なお、カルマンフィルタによってジャイロスコープ 1 3 のゲイン補正係数を求める方法の詳細は、上記した特許文献 1 に詳述されている。

20

【 0 0 4 9 】

次にステップ 2 2 0 では、G センサ 1 6 の出力 G 、車速センサ 1 4 からの入力に基づく車速の時間微分、および前回のステップ 2 4 0 の処理において求めた角度 から、車両の傾斜角、すなわち車両の垂直方向が鉛直方向に対して成す角 を算出する。

【 0 0 5 0 】

このステップ 2 2 0 の処理の詳細を図 5 に示す。ステップ 5 1 0 では、車速センサ 1 4 から入力された車速パルス信号から車速を算出し、その車速の時間微分をとることで車両 2 の加速度 a を算出する。次にステップ 5 2 0 では、前回のサイクルにおけるステップ 2 3 0 の処理にて算出した g_offset 値、G センサ 1 6 の出力 G 、およびステップ 5 1 0 で算出した車両加速度 a から、車両の水平面に対する絶対傾斜角 を算出する。

30

【 0 0 5 1 】

ここで、 g_offset 値について説明する。いま G センサ 1 6 の感度方向が車両の水平方向に対して角度 だけ傾いており、また車両が水平から 傾いている場合、G センサ 1 6 の出力 G は、 $G = g \cdot \sin(+) + a \cos +$ で表される。ここで、 a は上記した車両加速度 a であり、 は G センサ 1 6 の固体差に起因する出力値の設計値からのずれ、すなわち単体オフセット誤差である。図 6 に、車両 2 の傾き角が (< 0)、G センサ 1 6 の感度方向の車両に対する傾きが (< 0) の場合の G センサ 1 6 の傾きの状態を示す。

【 0 0 5 2 】

本実施形態においては、 $\sin(+)$ を $\sin + \sin$ に近似し、 $a \cos$ を a に近似する。本実施形態においては、 は $- 3 0 ^\circ \sim + 5 ^\circ$ 、 は $- 5 ^\circ \sim + 5 ^\circ$ の範囲内にある場合を想定しており、この範囲内においては上記近似は十分精度のよいものである。図 7 に、上記 、 の範囲内における $\sin(+)$ と $\sin + \sin$ の差をグラフで示す。横軸は 、縦軸は $\sin + \sin - \sin(+)$ を表し、曲線 5 1 ~ 5 8 のそれぞれが特定の角度 の値における縦軸と横軸の値の関係を示している。

40

【 0 0 5 3 】

上記のように近似することで G センサ 1 6 の式は $G = g \cdot \sin + a + (g \cdot \sin +)$ となる。 g_offset 値は、この括弧内の値 $g \cdot \sin +$ である。これが、図 3 のステップ 2 3 0 で算出される値である。

50

【 0 0 5 4 】

この近似された式を θ について解くと、 $\theta = \sin^{-1} \{ (G - a - g_offset) / g \}$ となる。ステップ 5 2 0 では、この式を用いて出力 G 、 a 、 g_offset から θ を算出する。

【 0 0 5 5 】

次にステップ 2 3 0 では、GPS 受信機 1 5 から受信した位置情報に基づく車両の鉛直方向の速度に基づいて、 g_offset 値を算出する。

【 0 0 5 6 】

図 8 に、ステップ 2 3 0 の処理の詳細を示す。ステップ 8 1 0 では、GPS 受信機 1 5 の測位条件の判定、すなわち、GPS 受信機 1 5 の位置特定の精度が良好であるか否かの判定を行う。位置特定の精度が良好であるか否かは、GPS 受信機 1 5 から出力される検出の誤差が所定の値より小さいか大きいかによって判定してもよいし、また、DOP 値が所定の値より小さいか大きいかによって判定してもよい。

10

【 0 0 5 7 】

そして、ステップ 8 2 0 では、GPS 受信機 1 5 が使用可能であるか否かを判定し、使用可能であればステップ 8 4 0 に進み、使用可能でなければステップ 2 3 0 の処理を終了する。GPS 受信機 1 5 が使用可能であるか否かは、GPS 受信機 1 5 の位置特定の精度が良好であるか否かによつて判定する。

【 0 0 5 8 】

ステップ 8 4 0 では、車速センサ 1 4 から受信した車速パルス信号から得られた車速 v の鉛直方向の成分 $v \sin \theta$ が、GPS 受信機 1 5 から出力された車両 2 の鉛直方向の位置の変化から算出される車両 2 の鉛直方向の速度 V と同じ値になるような g_offset 値を設定する。具体的には、 $G - a - g \cdot V / v$ の値を g_offset 値とする。これは、算出された 2 つの鉛直方向の速度が等しいという条件 $v \sin \theta = V$ と、ステップ 5 2 0 において近似的に得られた条件 $G = g \cdot \sin \theta + a + g_offset$ から θ を除去することによつて得られる式である。

20

【 0 0 5 9 】

次にステップ 2 4 0 では、 g_offset から、加速度センサの車両に対する絶対傾斜角 α を算出する。図 9 に、ステップ 2 3 0 の処理の詳細を示す。ステップ 9 1 0 では、G センサ 1 6 の単体オフセット誤差がないものと仮定することによつて成り立つ式 $g_offset = g \cdot \sin \alpha$ を用いて、ステップ 2 3 0 で算出された g_offset の値から $\alpha = \sin^{-1} (g_offset / g)$ を算出する。

30

【 0 0 6 0 】

次にステップ 2 5 0 では、ステップ 2 1 0 で算出した $gain$ 、ステップ 2 2 0 で算出した ω 、ステップ 2 4 0 で算出した α から、車両の旋回の角速度を算出する。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 に、ステップ 2 5 0 の処理の詳細を示す。ステップ 4 1 0 では、 $gyro_out \cdot gain \cdot \cos \alpha / \cos (\alpha + \theta)$ の値を、車両の旋回の角速度 yaw とする。これは、ステップ 2 1 0 でカルマンフィルタを用いて算出した $gain$ の値は、ステップ 2 1 0 が何度も繰り返されることによつて、 $1 / (\omega \cdot \cos \alpha)$ の値に収束するから、最終的には $gyro_out \cdot gain \cdot \cos \alpha / \cos (\alpha + \theta) = gyro_out / \{ \omega \cdot \cos (\alpha + \theta) \}$ となるからである。

40

【 0 0 6 2 】

このようなカーナビゲーション装置 1 の作動により、図 3 のステップ 2 1 0 ~ 2 5 0 の処理が繰り返され、結果としてカーナビゲーション装置 1 は、カーナビゲーション装置 1 によつて特定した鉛直方向への走行速度を用いることによつて、加速度センサの車両に対する絶対傾斜角を算出することができる。従つて、G センサ 1 6 に対して所定の角度で車両 2 に固定され、検出軸の周りの車両 2 の旋回の角速度を検出するジャイロスコープ 1 3 の一時的な傾斜の角度を、G センサ 1 6 の出力と車速センサ 1 4 によつて得られた車両 2 の移動加速度とに基づいて検出するカーナビゲーション装置 1 において、G センサ 1 6 の車

50

両 2 に対する絶対傾斜角 θ を走行しながら算出することができるようにすることができ、ひいては車両 2 の鉛直軸の周りの旋回角を検出することができる。

(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。本実施形態は、図 3 に示した処理のステップ 230 の詳細な処理のみが第 1 実施形態とことなる。図 11 に、本実施形態におけるステップ 230 の詳細処理の内容を示す。

【0063】

ステップ 110、ステップ 120 の処理は、それぞれ図 8 のステップ 810、820 の処理と同等である。

【0064】

ステップ 130 では、車両 2 が水平走行をしているか否かを検出する。具体的には、GPS 受信機 15 から受信した車両の鉛直方向の位置情報の変化から、車両 2 の鉛直方向の速度を算出し、この速度が所定の値以下であるか否かによって、水平走行をしているか否かを判定する。この場合、例えば小さな丘の上り下りの場合には水平走行を行っていると判定せず、高速道路の平坦な道を走行している場合には水平走行を行っていると判定するように、上記所定の値を設定する。

【0065】

ステップ 140 では、ステップ 130 の検出結果が水平走行しているものである旨のものか否かを判定し、水平走行している旨のものなら処理はステップ 150 に進み、そうでないならステップ 230 の処理は終了する。

【0066】

ステップ 150 では、車速センサ 14 から受信した車速パルス信号から得られた車速 v の鉛直方向の成分 $v \sin \theta$ が、ゼロになるような g_offset 値を設定する。具体的には、 $G - a$ の値を g_offset 値とする。これは、現在車両は平坦な道を走行しているという条件 $\sin \theta = 0$ と、ステップ 520 において近似的に得られた条件 $G = g \cdot \sin \theta + a + g_offset$ によって得られる式である。

【0067】

以上の様なカーナビゲーション装置 1 の作動により、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るカーナビゲーション装置 1 の構成を示す図である。

【図 2】車両 2 内におけるジャイロスコープ 13 と G センサ 16 との配置関係を示す図である。

【図 3】相対方位変化量補正プログラムのフローチャートである。

【図 4】図 3 のステップ 210 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 5】図 3 のステップ 220 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 6】車両 2 の傾き角が θ 、G センサ 16 の感度方向の車両に対する傾き角が α の場合の G センサ 16 の傾きの状態を示す図である。

【図 7】本実施形態で想定する θ 、 α の範囲内における $\sin(\theta + \alpha)$ と $\sin \theta + \sin \alpha$ の差を示すグラフである。

【図 8】図 3 のステップ 230 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 9】図 3 のステップ 240 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 10】図 3 のステップ 250 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 11】第 2 実施形態における、図 3 のステップ 230 の処理の詳細のフローチャートである。

【図 12】車両の実際の旋回による旋回軸の回りの角速度と、ジャイロから出力される値との関係を説明するための図である。

【図 13】車両の実際の旋回による旋回軸の回りの角速度と、ジャイロから出力される値との関係を説明するための図である。

【図 14】車両の実際の旋回による旋回軸の回りの角速度と、ジャイロから出力される値

10

20

30

40

50

との関係を説明するための図である。

【図 1 5】車両進行方向の加速度成分を検出するように設置された加速度センサ 1 6 を搭載した車両 2 が、角度 α の上り坂 4 を走行している状態を示す図である。

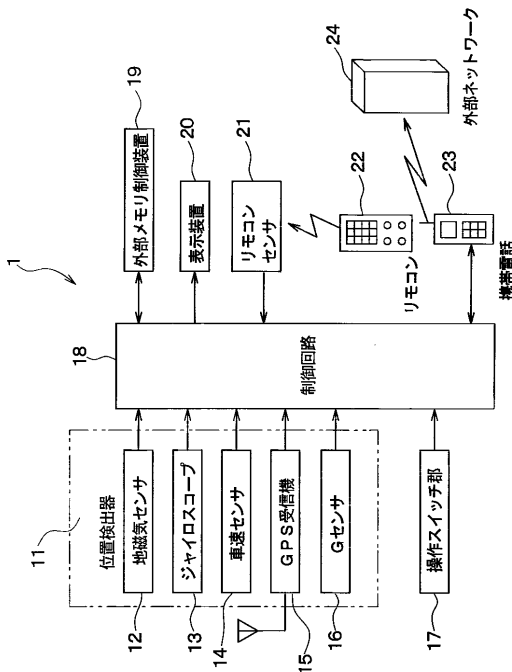
【図 1 6】車両 2 への加速度センサ 1 6 の取り付け角が図 1 5 に示した場合と異なるものを示す図である。

【図 1 7】車両 2 への加速度センサ 1 6 の取り付け角が図 1 5 に示した場合と異なるものを示す図である。

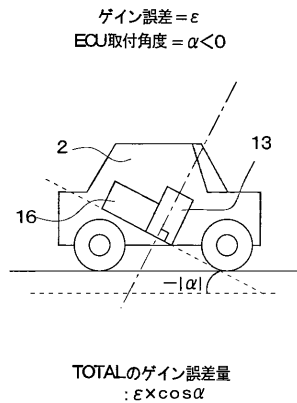
【符号の説明】

- 1 ...カーナビゲーション装置、 2 ...車両、 3 ...水平な道路、 4 ...上り坂、
- 5 ...下り坂、 1 1 ...位置検出器、 1 2 ...地磁気センサ、
- 1 3 ...ジャイロスコープ、 1 4 ...車速センサ、 1 5 ...GPS 受信機、
- 1 6 ...Gセンサ、 1 7 ...操作スイッチ群、 1 8 ...制御回路、
- 1 9 ...外部メモリ制御装置、 2 0 ...表示装置、 2 1 ...リモコンセンサ、
- 2 2 ...リモコン、 2 3 ...携帯電話、 2 4 ...外部ネットワーク。

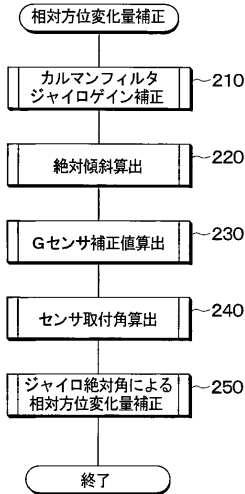
【図 1】



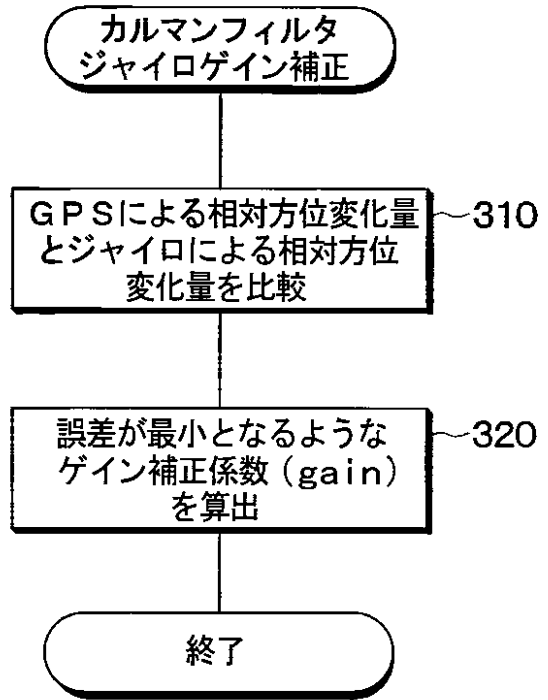
【図 2】



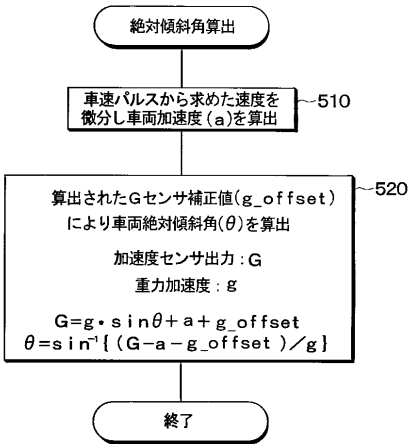
【図3】



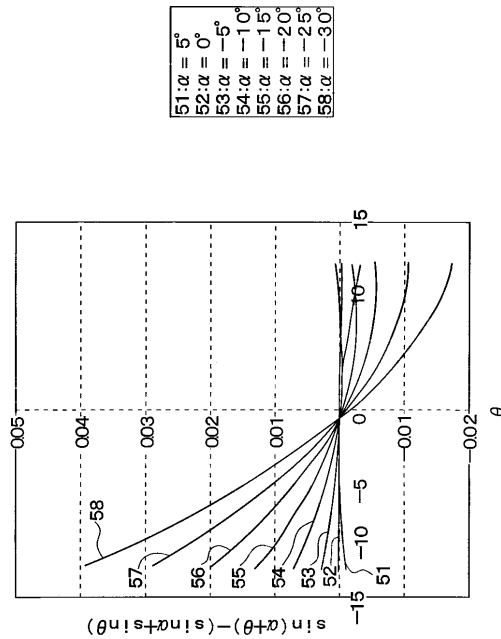
【図4】



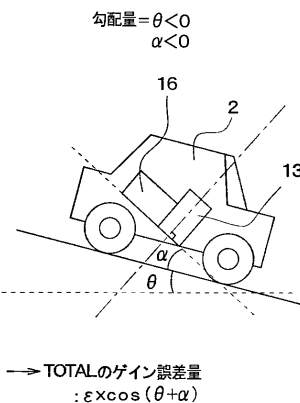
【図5】



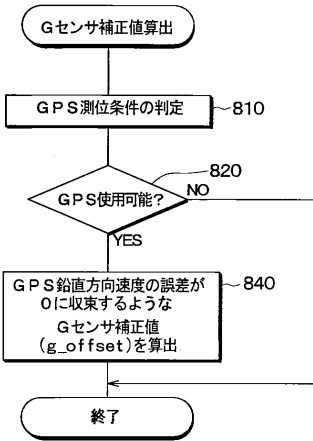
【図7】



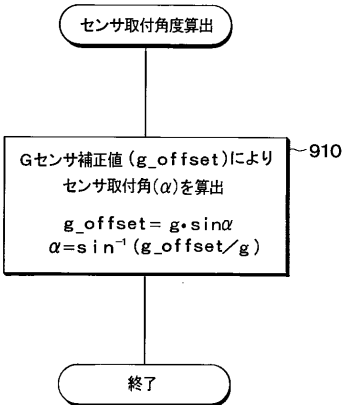
【図6】



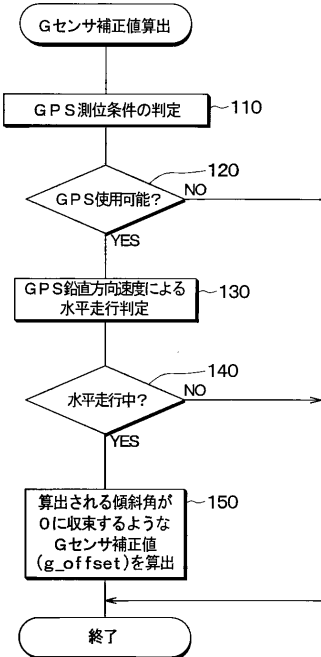
【図 8】



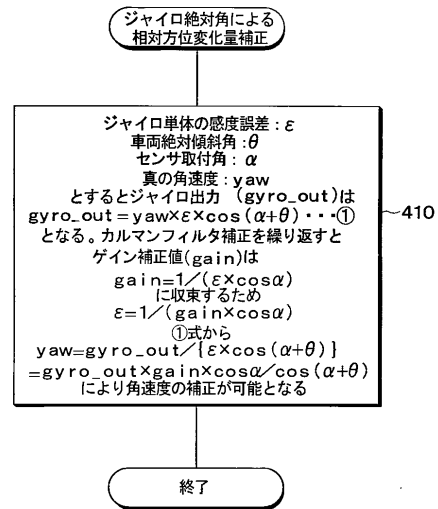
【図 9】



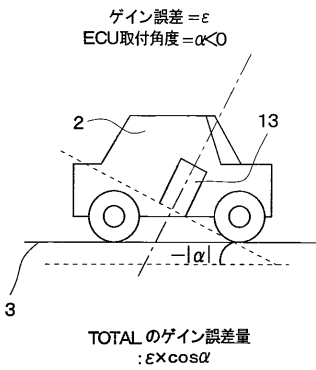
【図 11】



【図 10】

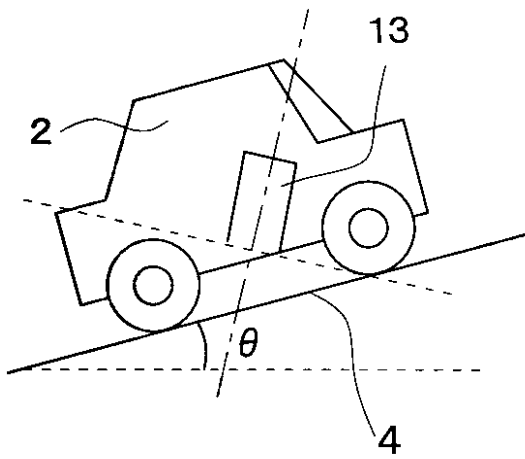


【図 12】



【図13】

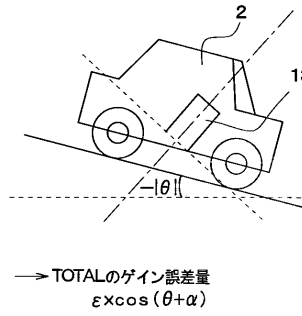
勾配 = θ



→ TOTAL のゲイン誤差量
 $\varepsilon \times \cos(\theta + \alpha)$
 $= \varepsilon \times \cos(\theta - |\alpha|)$

【図14】

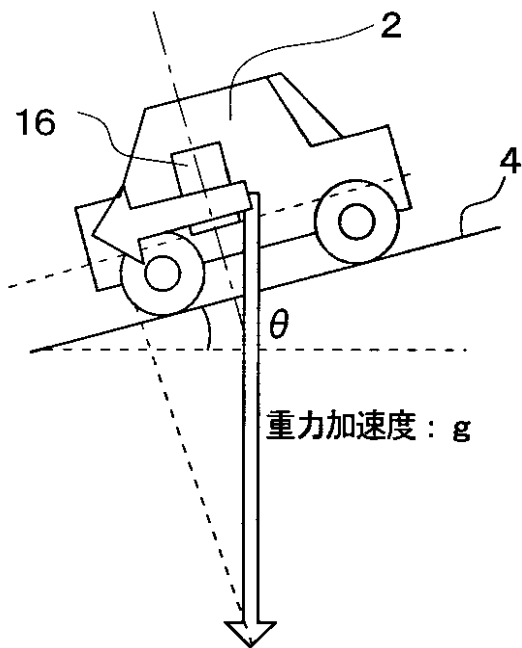
勾配 = $\theta < 0$



→ TOTAL のゲイン誤差量
 $\varepsilon \times \cos(\theta + \alpha)$

【図15】

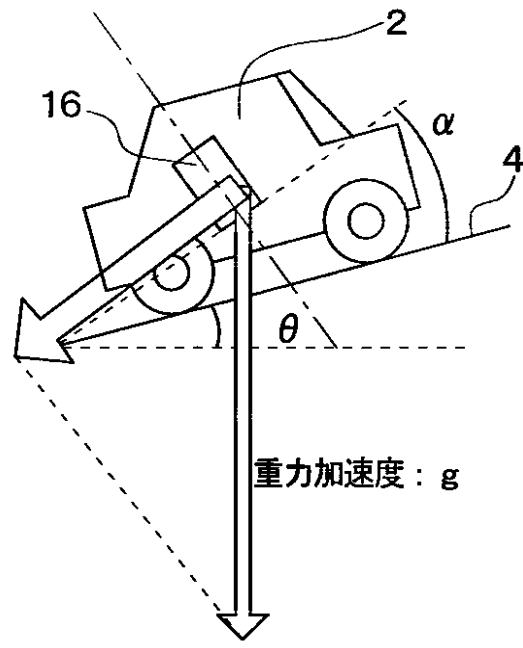
加速度センサ設置角 = 0°



検出傾斜角度: θ

【図16】

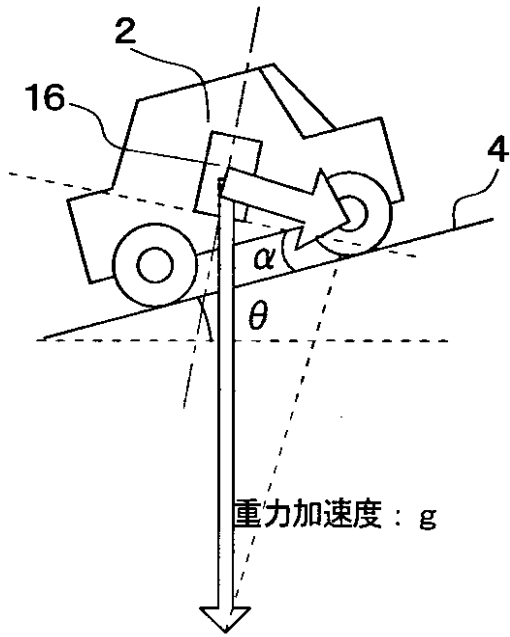
加速度センサ設置角 = α



検出傾斜角度: $\theta + \alpha$

【図17】

加速度センサ設置角 = $\alpha < 0$



検出傾斜角度 : $\theta + \alpha = \theta - |\alpha|$

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-055678(JP,A)
特開平10-221098(JP,A)
特開平10-332415(JP,A)
特開2002-243494(JP,A)
特開2002-206934(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01P 21/00
G01C 9/06
G01C 21/00
G01P 9/00
G01C 19/00