

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11 - 211751

(43)公開日 平成11年(1999) 8月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
G01P 21/00		G01P 21/00	
15/00		15/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全9頁)

(21)出願番号	特願平10 - 8979	(71)出願人	000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町 2 丁目 8 番地38
(22)出願日	平成10年(1998) 1月20日	(71)出願人	000000929 カヤバ工業株式会社 東京都港区浜松町 2 丁目 4 番 1 号 世界貿易センタービル
		(72)発明者	佐々木 君章 東京都国分寺市光町二丁目 8 番地38 財団法人鉄道総合技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 後藤 政喜 (外1名)

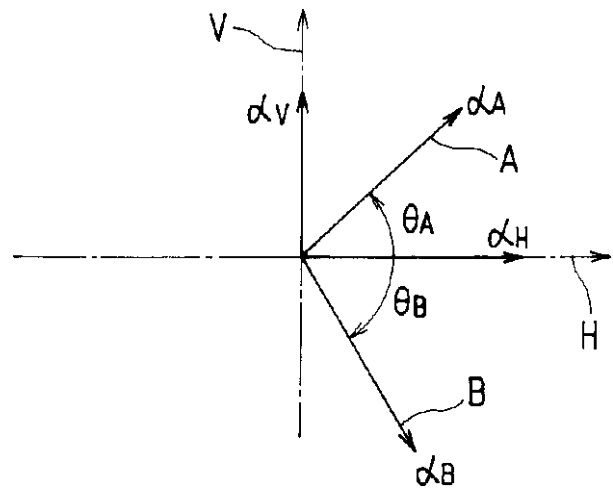
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 故障検知を容易に行い得る加速度検出装置を提供する。

【解決手段】 加速度検出装置本体 1 に備えられる一対の加速度センサの感度軸 A、B を、水平軸 H に対してそれぞれ傾斜角度 α_A 、 α_B で傾斜させて配置するとともに、演算回路 11 において、水平加速度 α_H に相当する出力信号 α_1 と、鉛直加速度 α_V に相当する出力信号 α_2 を演算する。また、加速度検出対象物の静止時において、鉛直加速度 α_V に相当する出力信号 α_2 を、重力加速度により正常時に得られるべき鉛直加速度 α_V と比較することにより、加速度検出装置 1 の故障検知を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】加速度検出対象物に設置される加速度検出装置において、感度軸方向の加速度を検出する一対の加速度センサを備え、

これらの加速度センサの感度軸を鉛直平面内で互いに平行とならないように水平軸方向に対して傾斜させて配置するとともに、

前記一対の加速度センサの出力と前記各感度軸の傾斜角度から前記鉛直平面内の所定の方向の加速度を演算する演算手段と、

加速度検出対象物の静止時に前記演算手段により演算された鉛直軸方向の加速度に対応する値を重力加速度に基づいて出力されるべき値と比較して前記一対の加速度センサの故障検知を行うことを特徴とする加速度検出装置。

【請求項 2】前記演算手段は、水平軸方向の水平加速度と、鉛直軸方向の鉛直加速度を演算することを特徴とする請求項 1 に記載の加速度検出装置。

【請求項 3】前記加速度センサは水平軸の上下に配置され、かつ鉛直軸の左右同じ側に配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の加速度検出装置。

【請求項 4】前記加速度センサは鉛直軸の左右に配置され、かつ水平軸の上下同じ側に配置されることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の加速度検出装置。

【請求項 5】前記加速度センサは水平軸の上下に等しい傾斜角度で配置されることを特徴とする請求項 3 に記載の加速度検出装置。

【請求項 6】前記加速度センサは垂直軸の左右に等しい傾斜角度で配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の加速度検出装置。

【請求項 7】前記演算手段は、前記一対の加速度センサの出力の和を演算する加算手段と、前記一対の加速度センサの出力の差を演算する減算手段とを備え、前記加算手段の出力に基づいて水平加速度を演算し、前記減算手段の出力に基づいて鉛直加速度を演算することを特徴とする請求項 5 に記載の加速度検出装置。

【請求項 8】前記演算手段は、前記一対の加速度センサの出力の和を演算する加算手段と、前記一対の加速度センサの出力の差を演算する減算手段とを備え、前記加算手段の出力に基づいて鉛直加速度を演算し、前記減算手段の出力に基づいて水平加速度を演算することを特徴とする請求項 6 に記載の加速度検出装置。

【請求項 9】前記演算手段は、少なくとも一方の加速度センサの出力に所定のゲインを与える増幅手段を備え、前記加算手段においてはこの増幅手段によりゲインを与えられた一方の加速度センサの出力と他方の加速度センサの出力との和および差を演算するようにしたことを特徴とする請求項 7 または請求項 8 に記載の加速度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速度検出装置に関し、特に、検出対象物の静止時にも故障検出を容易に行い得るようにした改良に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、加速度検出対象物に設置されて、その加速度を検出する加速度センサが知られている。このような加速度センサとしては、例えば、加速度検出対象物の動きに合わせて揺れようとする振り子と、この振り子の位置を検出する検出装置とを備え、この検出装置により検出される振り子の位置を電磁コイルへの通電により発生する力で動かないようにフィードバック制御するものがある。そして、このとき振り子に働く力が振り子に加わる加速度（すなわち加速度検出対象物の加速度）と等しいことに着目して、加速度検出対象物の加速度を電磁コイルに流れる電流値として検出する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような加速度センサは、例えば、地震計として用いられ、鉄道車両における車両の揺動を制御に用いられるので、常に正確な加速度検出を行えるように、故障検知を行う必要がある。

【0004】このため、上述したような加速度センサには、セルフテスト端子を備えたものがある。具体的には、セルフテスト端子に電気信号を入力することにより、振り子の位置検出装置の振り子に実際加速度が与えられたのと同様な電気回路の状態を作り出し、このときの加速度センサの出力が、セルフテスト端子に入力された電気信号に相当するものであるかどうかをチェックする。

【0005】しかしながら、このようなチェック方法は、上述したような振り子などを用いたタイプの加速度センサにしか適用できず、また、セルフテスト端子を設けることは回路の複雑化につながり、コストアップの原因となる。

【0006】また、加速度センサごとに加振装置を備え付けておいて、加速度センサに実際に振動を与えて故障検出する方法が考えられるが、加振装置の分だけ、コストアップを招くうえ、装置が大型化してしまう。

【0007】本発明は、このような問題点に着目してなされたもので、検出対象物に設置され検出対象物の加速度を検出する加速度検出装置において、検出対象物の静止時においても故障検知を容易に行い得るものを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第 1 の発明では、加速度検出対象物に設置される加速度検出装置において、感度軸方向の加速度を検出する一対の加速度センサを備え、これらの加速度センサの感度軸を鉛直平面内で互いに平

行とならないように水平軸方向に対して傾斜させて配置するとともに、前記一对の加速度センサの出力と前記各感度軸の傾斜角度から前記鉛直平面内の所定の方向の加速度を演算する演算手段と、加速度検出対象物の静止時に前記演算手段により演算された鉛直軸方向の加速度に対応する値を重力加速度に基づいて出力されるべき値と比較して前記一对の加速度センサの故障検知を行う。

【 0 0 0 9 】第 2 の発明では、前記演算手段は、水平軸方向の水平加速度と、鉛直軸方向の鉛直加速度を演算する。

【 0 0 1 0 】第 3 の発明では、前記加速度センサは水平軸の上下に配置され、かつ鉛直軸の左右同じ側に配置される。

【 0 0 1 1 】第 4 の発明では、前記加速度センサは鉛直軸の左右に配置され、かつ水平軸の上下同じ側に配置される。

【 0 0 1 2 】第 5 の発明では、前記加速度センサは水平軸の上下に等しい傾斜角度で配置される。

【 0 0 1 3 】第 6 の発明では、前記加速度センサは垂直軸の左右に等しい傾斜角度で配置される。

【 0 0 1 4 】第 7 の発明では、前記演算手段は、前記一对の加速度センサの出力の和を演算する加算手段と、前記一对の加速度センサの出力の差を演算する減算手段とを備え、前記加算手段の出力に基づいて水平加速度を演算し、前記減算手段の出力に基づいて鉛直加速度を演算する。

【 0 0 1 5 】第 8 の発明では、前記演算手段は、前記一对の加速度センサの出力の和を演算する加算手段と、前記一对の加速度センサの出力の差を演算する減算手段とを備え、前記加算手段の出力に基づいて鉛直加速度を演算し、前記減算手段の出力に基づいて水平加速度を演算する。

【 0 0 1 6 】第 9 の発明では、前記演算手段は、少なくとも一方の加速度センサの出力に所定のゲインを与える増幅手段を備え、前記加算手段においてはこの増幅手段によりゲインを与えられた一方の加速度センサの出力と他方の加速度センサの出力との和および差を演算するようにした。

【 0 0 1 7 】

【発明の作用および効果】第 1、第 2 の発明では、加速度検出対象物にかかる加速度にしたがって一对の加速度センサから検出信号が出力され、演算手段は、これらの検出手段に基づいて、加速度を検出すべき所定の方向の加速度（例えば、第 2 の発明のように水平軸方向の水平加速度または鉛直軸方向の鉛直加速度）を演算し、加速度検出装置による加速度検出が行われるが、一对の加速度センサは水平軸に対して所定の傾斜角度をもって配置され、加速度検出対象物の静止時においても、重力加速度に基づく出力をするので、この出力の値を、正常時に出力されるべき値と比較することにより、静止時に

ても加速度センサの故障検知を容易に行い得る。

【 0 0 1 8 】このように本発明によれば、静止状態で故障検知できる加速度検出装置が容易に構成できる。また、加速度検出装置の構成部分である一对の加速度センサの形式は特に限定されないので、装置の低コスト化を図ることができる。

【 0 0 1 9 】第 3、第 5、第 7 の発明では、一对の加速度センサが水平方向に同じ側を向いて配置されることになるので、水平加速度の検出においては、2 つの加速度センサが組合わされた分、検出の感度を高めることができる。

【 0 0 2 0 】さらに、第 5、第 7 の発明では、加速度センサは水平軸の上下に等しい傾斜角度で対称に配置されているので、演算手段による演算を単純化することができ、演算手段を簡素化することができる。

【 0 0 2 1 】第 4、第 6、第 8 の発明では、一对の加速度センサが鉛直方向に同じ側を向いて配置されることになるので、鉛直加速度の検出においては、2 つの加速度センサが組合わされた分、検出の感度を高めることができる。

【 0 0 2 2 】さらに、第 6、第 8 の発明では、加速度センサは鉛直軸の左右に等しい傾斜角度で対称に配置されているので、演算手段による演算を単純化することができ、演算手段を簡素化することができる。

【 0 0 2 3 】第 9 の発明では、加速度センサの感度軸にアライメント誤差があった場合など、加速度センサが正しい傾斜角度で配置されなかった場合でも、演算手段において、加算手段に入力される前の少なくとも一方の加速度センサの出力に、増幅手段で所定のゲインを与えることにより、加速度検出装置の水平加速度に相当する出力に鉛直加速度の影響が及ばないように、または鉛直加速度に相当する出力に水平加速度の影響が及ばないようにできる。したがって、加速度検出装置を構成する加速度センサとしてアライメント精度の低い安価なセンサを用いることができ、装置の低コスト化を図ることができる。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて、本発明の実施の形態について説明する。

【 0 0 2 5 】図 1 または図 2 に示すように、加速度検出装置 1 は、一对の加速度センサ A、B を備えている。この加速度センサ A、B は、定常加速度を測定できるものであれば、いかなる形式のセンサであってもよい。また、加速度検出装置 1 は、一对の加速度センサ A、B を一つのケーシング内に一体に内蔵したものでもよいし、一对の独立の加速度センサ A、B を組み合わせて構成するようにしてもよい。

【 0 0 2 6 】図 1 または図 2 には、これらの加速度センサ A、B の感度軸の方向をベクトルで示している。一对の加速度センサ A、B は、それぞれ、これらの感度軸の

方向の加速度を検出するものである。

【 0 0 2 7 】 図示されるように、これらの加速度センサ A、B の感度軸は、(仮想的に考えられた) 水平軸 H および鉛直軸 V を含む平面内において、それぞれ水平軸 H に対して所定の傾斜角度 α_A 、 α_B で固定されている。なお、図 1 においては、反時計回りを正としているので、 α_A は正の値、 α_B は負の値となっている。

【 0 0 2 8 】 この場合、加速度センサ A、B の配置は、傾斜角度 α_A 、 α_B がいずれもゼロでなく、加速度センサ A、B が一直線上に配置されないのであれば (すなわち、加速度センサ A、B の感度軸を表すベクトルが一次独立であれば)、他に特に限定されない。したがって、図 1 のように、一对の加速度センサ A、B を水平軸 H の上下に配置してもよいし、図 2 のように、上下の同じ側 (上側または下側) に配置するようにしてもよい。

【 0 0 2 9 】 このように、加速度センサ A、B は水平軸 H に対して傾斜している (したがって感度軸を表すベクトルは鉛直軸 V 方向への成分を持っている)、加速度センサ A、B からは、加速度検出対象物 (加速度検出装置 1) の静止時においても、鉛直軸 V 方向の加速度、すなわち重力加速度が検出される。したがって、後述するように、この加速度センサ A、B の重力加速度分の出力を用いれば、静止時においても、加速度検出装置 1 (加速度センサ A、B) の故障検知を行うことができる。

$$H = (\alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \alpha_B \cdot \sin \alpha_A) / (\cos \alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \cos \alpha_B \cdot \sin \alpha_A) \dots (4)$$

$$V = (\alpha_A \cdot \cos \alpha_B - \alpha_B \cdot \cos \alpha_A) / (\sin \alpha_A \cdot \cos \alpha_B - \sin \alpha_B \cdot \cos \alpha_A) \dots (5)$$

が得られ、これらの式 (4)、(5) から、それぞれ水平加速度 H と鉛直加速度 V が、自動的に求められる。

【 0 0 3 5 】 本発明の加速度検出装置 1 では、この連立方程式 (2)、(3) を解くのに相当する演算は、具体的には、例えば図 4 に示すような演算回路 1 1 において実行される。

【 0 0 3 6 】 この演算回路 1 1 では、速度検出装置本体 1 0 の加速度センサ A からの出力信号 A_1 には、アンプ 1 3 において所定のゲイン K_1 を与えらえる一方、加速度センサ B からの出力信号 B_1 には、アンプ 1 4 においてゲイン $-K_2$ が与えられる。そして、これらのアンプ 1 3、1 4 の出力は、加算器 1 7 において加え合わされ、この加算器 1 7 の出力に出力アンプ 4 においてゲイン K_3 を与えたものが、水平加速度 H に対応する出力 1_1 となる。

【 0 0 3 7 】 また、加速度センサ A からの出力信号 A_1 には、アンプ 1 5 において所定のゲイン K_3 が与えられる一方、加速度センサ B からの出力信号 B_1 には、アンプ 1 6 において所定のゲイン $-K_4$ が与えられる。これらのアンプ 1 5、1 6 の出力は、加算器 1 8 において加え合わされ、この加算器 1 8 の出力に出力アンプ 7 にお

10

20

30

40

50

【 0 0 3 0 】 図 3 には、水平軸 H に対して傾斜角度 α をもって加速度センサが配置され、この加速度センサに水平加速度 H と鉛直加速度 V が与えられたときの、加速度センサの出力 A を示す。

【 0 0 3 1 】 図から明らかなように、加速度センサの出力 A は、

$$A = H \cdot \cos \alpha + V \cdot \sin \alpha \dots (1)$$

と表すことができる。このように、図 1 または図 2 の加速度センサ A、B の出力 A_A 、 A_B には、水平加速度 H からの寄与分と、鉛直加速度 V からの寄与分が含まれてしまうので、一つの加速度センサのみでは、加速度が水平方向に与えられたのか、垂直方向に与えられたのか判別できない。

【 0 0 3 2 】 そこで、本発明では、一对の加速度センサ A、B を備え、以下に説明するように、加速度センサ A、B の出力 A_A 、 A_B から、水平加速度 H 、鉛直加速度 V を演算することができるようになっている。

【 0 0 3 3 】 すなわち、式 (1) に傾斜角度 α_A 、 α_B を代入すれば、図 1 または図 2 の加速度センサ A、B の出力 A_A 、 A_B は、

$$A_A = H \cdot \cos \alpha_A + V \cdot \sin \alpha_A \dots (2)$$

$$A_B = H \cdot \cos \alpha_B + V \cdot \sin \alpha_B \dots (3)$$

と表わすことができる。

【 0 0 3 4 】 したがって、この連立方程式 (2)、(3) を、 H 、 V について解くと、

いてゲイン K_6 を与えたものが、鉛直加速度 V に対応する出力 2_2 となる。

【 0 0 3 8 】 なお、この演算回路 1 1 は、加速度センサを実装したモジュール内に一体にアナログ回路として備えてもよいし、モジュール外部に外部回路として備えるようにしてもよい。

【 0 0 3 9 】 なお、上記のゲイン $K_1 \sim K_6$ は、例えば、 $K_1 = \sin \alpha_B / (\cos \alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \cos \alpha_B \cdot \sin \alpha_A)$
 $K_2 = \sin \alpha_A / (\cos \alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \cos \alpha_B \cdot \sin \alpha_A)$
 $K_3 = \cos \alpha_B / (\cos \alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \cos \alpha_B \cdot \sin \alpha_A)$
 $K_4 = \cos \alpha_A / (\cos \alpha_A \cdot \sin \alpha_B - \cos \alpha_B \cdot \sin \alpha_A)$
 $K_5 = 1$
 $K_6 = 1$

と設定すればよい。

【 0 0 4 0 】 このようにして式 (4)、(5) に相当する演算が実行され、加速度検出装置 1 の出力 1_1 、 2_2 として、加速度の水平成分 H と鉛直成分 V が求められる。したがって、加速度センサ A、B が配置された平面内の任意の方向の加速度を検出することができる。

【 0 0 4 1 】 一方、加速度検出対象物の静止時において、式 (2)、(3) で表される加速度センサ A、B の

7

出力 A 、 B を直接に確認することにより、または、式 (5) により演算された加速度の鉛直成分に相当する出力 z を、重力により与えられるべき加速度 ($v = -G$) と比較することにより、加速度センサ A、B の故障を検知することができる。

【 0 0 4 2 】具体的には、静止時においては、 $H = 0$ 、 $v = -G$ であるから、これを式 (2) に代入した、

$$A = -G \cdot \sin A \dots (6)$$

が成り立てば、加速度センサ A は正常であるし、式 (3) に代入した、

$$z = -G \cdot (-\sin B \cdot \cos A) / (\sin A \cdot \cos B - \sin B \cdot \cos A) \dots (8)$$

となるし、加速度センサ B が故障し、ゼロ出力 (すなわ

$$z = -G \cdot (\sin A \cdot \cos B) / (\sin A \cdot \cos B - \sin B \cdot \cos A) \dots (9)$$

となるので、これらの値は正しい $v (= -G)$ と異なって来る。また、加速度センサ A、B がともに故障し、 $A = 0$ 、 $B = 0$ となった場合には、当然に、 $z = 0$ となる。したがって、加速度検出装置 1 の鉛直加速度に相当する出力 z を監視していれば、加速度センサ A、B の故障を直ちに検知できる。

【 0 0 4 4 】なお、故障検出は、このように鉛直加速度 (重力加速度) を用いて行われるので、非静止時 (走行時) においても行い得る。この場合には、ローパスフィルタを用いたり、平均化処理をしたりすることにより、鉛直加速度に相当する出力 z を安定化させるようにすればよい。

【 0 0 4 5 】このように本発明によれば、非静止状態のみならず、静止状態で故障検出できる加速度検出装置 1 が容易に構成できる。また、加速度検出装置 1 の構成部分である一対の加速度センサ A、B の形式は特に限定されないの、装置の低コスト化を図ることができる。したがって、本発明の加速度検出装置 1 は、例えば鉄道車両の揺動制御用に設置されるなど、静的なセルフテストが行えることが要求される加速度センサとして最適である。

【 0 0 4 6 】図 5 には、本発明の他の実施の形態を示す。

【 0 0 4 7 】この実施の形態では、一対の加速度センサ A、B の感度軸は、水平軸 H および鉛直軸 V を含む平面内において、水平軸 H に対して上下に対称となるように配設される。すなわち、図 1 の実施の形態において、 $A = \alpha$ 、 $B = -\alpha$ とし、加速度センサ A の感度軸は水平軸 H から上方に角度 α だけ上方に回転した方向を向き、加速度センサ B の感度軸は角度 α だけ下方に回転した方向を向くようにしている。

【 0 0 4 8 】この場合には、加速度センサ A、B からの出力信号 A 、 B は、上述の式 (2)、(3) に、 $A = \alpha$ 、 $B = -\alpha$ を代入することにより、

8

$$B = -G \cdot \sin B \dots (7)$$

が成り立てば、加速度センサ B は正常であることが分かる。

【 0 0 4 3 】あるいは、加速度センサ A、B のいずれか一方または両方が故障した場合には、式 (5) に基づいて演算される鉛直加速度に相当する出力 z が、本来出力されるべき値 $v (= -G)$ とは異なる値となることを用いて故障検知を行う。すなわち、加速度センサが故障したときには、一般に、ゼロ出力または最大出力になることが多いが、例えば加速度センサ A が故障し、ゼロ出力 (すなわち $A = 0$) となった場合には、

ち $B = 0$) となった場合には、

$$A = H \cdot \cos \alpha + v \cdot \sin \alpha \dots (1 0)$$

$$B = H \cdot \cos \alpha - v \cdot \sin \alpha \dots (1 1)$$

と表すことができる。したがって、本実施の形態では、水平加速度 H および鉛直加速度 v を求める演算が単純化できる。すなわち、式 (1 0)、(1 1) の連立方程式は容易に解け、

$$H = (A + B) / (2 \cos \alpha) \dots (1 2)$$

$$v = (A - B) / (2 \sin \alpha) \dots (1 3)$$

となる。

【 0 0 4 9 】この実施の形態の加速度検出装置 1 では、具体的に図 6 に示す演算回路 1 2 において、この演算が実行される。

【 0 0 5 0 】この演算回路 1 2 においては、速度検出装置本体 1 0 の加速度センサ A からの出力信号 A は、同じく加速度検出装置本体 1 0 の加速度センサ B からの出力信号 B と、加算器 3 において加え合わせられる。この加算器 3 の出力が、出力アンプ 4 を介して増幅され ($1 / (2 \cos \alpha)$ 倍され)、水平加速度についての出力信号 H となる。

【 0 0 5 1 】また、出力信号 B は、反転アンプ 5 において正負を反転され、加算器 6 において出力信号 A と加え合わせられる。この加算器 6 の出力が、出力アンプ 7 を介して増幅され ($1 / (2 \sin \alpha)$ 倍され)、鉛直加速度についての出力信号 v となる。

【 0 0 5 2 】なお、アンプ 2 0 は、以下に説明するように誤差補正用のものであり、上述のような通常の動作では、出力信号 A にゲインを与えることはない。具体的には、このアンプ 2 0 におけるゲイン C は 1 となる。

【 0 0 5 3 】図 7 には、図 5 に示した実施の形態において、加速度センサ A、B の設置角度に、それぞれ誤差 ϵ 、 δ が生じてしまった場合を示している。この場合には、図 6 の演算回路 1 2 に設けたアンプ 2 0 において、加算器 3、6 に入力される前の加速度センサ出力 A に適切なゲイン C を乗じるようにして、加速度検出装置 1

10

20

30

40

50

の出力を補正する。

【 0 0 5 4 】具体的には、アンプ 2 0 のゲイン C の設定は、加速度検出装置 1 が静止状態にある初期状態 ($H = 0$ 、 $V = -G$) において、水平加速度出力 A_1 がゼロ

$$A = H \cdot \cos(\theta) + V \cdot \sin(\theta) \dots (14)$$

$$B = H \cdot \cos(\theta) - V \cdot \sin(\theta) \dots (15)$$

となる。この式 (1 4) にゲイン C を乗じて式 (1 5)

$$C \cdot A + B = C [H \cdot \cos(\theta) + V \cdot \sin(\theta)] + [H \cdot \cos(\theta) - V \cdot \sin(\theta)] \dots (16)$$

が得られる。この式 (1 6) の値は、加速度検出装置 1 の水平加速度出力 A_1 に相当するので、初期調整とし

$$C \cdot A + B = [C \cdot \cos(\theta) + \cos(\theta)] \cdot H + [C \cdot \sin(\theta) - \sin(\theta)] \cdot V \dots (16)$$

と変形し、この式 (1 6) の右辺が、初期条件 $H = 0$ 、 $V = -G$ においてゼロとなるように、式 (1 6) の H の項のみが残り、 V の項が消えるようにする。すなわち、

$$C = \sin(\theta) / \sin(\theta) \dots (17)$$

とする。これにより、式 (1 6) の左辺、すなわち $C \cdot A + B$ に出力アンプ 4 において所定のゲインを与えたものとして出力される加速度検出装置 1 の水平加速度に相当する出力 (出力アンプ 4 からの出力) は、取り付け誤差 (θ) があつたとしても、水平軸 H 方向の水平加速度のみを反映し、鉛直加速度の影響を受けないものことができる。

【 0 0 5 6 】このように本実施の形態によれば、加速度検出装置を構成する加速度センサ A、B としてアライメント精度の低い安価なセンサを用いたとしても、水平軸 H 方向の水平加速度 H を正しく検出することができ、加速度センサ A、B が安価な分、装置の低コスト化を図ることができる。

【 0 0 5 7 】図 8 には、本発明のさらに他の実施の形態を示す。

【 0 0 5 8 】この実施の形態では、加速度検出装置 1 として、一對の加速度センサ A、B の感度軸が互いに直角に配置されたものを用い、かつ加速度センサ A、B が水平軸 H に対して上下に対称に配置されるようにしている。すなわち、本実施の形態は、図 5 に示した実施の形態において、 $\theta = \pi / 4$ (rad) としたものである。

【 0 0 5 9 】この場合には、式 (1 2)、(1 3) は、

$$H = (A + B) / 2^{1/2} \dots (18)$$

$$A = H \cdot (2^{-1/2} \cos \theta - 2^{-1/2} \sin \theta) + V \cdot (2^{-1/2} \cos \theta + 2^{-1/2} \sin \theta) \dots (20)$$

$$B = H \cdot (2^{-1/2} \cos \theta + 2^{-1/2} \sin \theta) + V \cdot (2^{-1/2} \sin \theta - 2^{-1/2} \cos \theta) \dots (21)$$

と表せる。したがって、

$$A + B = 2^{1/2} \cdot H \cdot \cos \theta + 2^{1/2} \cdot V \cdot \sin \theta \dots (22)$$

$$A - B = - 2^{1/2} \cdot H \cdot \sin \theta + 2^{1/2} \cdot V \cdot \cos \theta \dots (23)$$

が得られる。そして、 θ が十分小さければ、 $\sin \theta = 0$ 、 $\cos \theta = 1$ とできるので、この式 (2 2)、(2

になるように、アンプ 2 0 を調整することにより実行される。

【 0 0 5 5 】これを数式を用いて説明すると、誤差 θ がある場合には、式 (1 0)、(1 1) は、

に加えれば、

て、この出力 A_1 ($= C \cdot A + B$) がゼロになるようにゲイン C を調整する。具体的には、式 (1 6) を、

$$V = (A - B) / 2^{1/2} \dots (19)$$

となる。この演算は、図 6 に示した演算回路 6 で実行される。なお、この場合はアンプ 2 0 のゲイン C は 1 である。

【 0 0 6 0 】そして、静止時において、式 (1 9) で表される鉛直加速度出力 V_1 の値を確認すれば、加速度センサ A、B の故障を検知できる。

【 0 0 6 1 】なお、式 (1 8) から明らかなように、本実施の形態では、水平加速度 H に対応する加算器 3 の出力 ($A + B$) は、水平加速度 H の約 1 . 4 倍であるので、加速度検出装置 1 の水平方向の感度を、水平加速度検出を 1 個の加速度センサのみで行う場合よりも、高めることができる。

【 0 0 6 2 】また、本実施の形態では、一對の加速度センサ A、B の感度軸が互いに直角となっているので、垂直な 2 軸方向に一對の感度軸を備えたタイプの加速度センサをそのまま援用でき、加速度センサの各感度軸が水平軸 H に対して対称になるように傾けて設置するだけで、簡単に加速度検出装置を構成することができる。

【 0 0 6 3 】図 9 には、図 8 の実施の形態の加速度検出装置の設置角度に、時計回りに誤差 θ が生じてしまった場合を示している。このような場合でも、本実施の形態の加速度検出装置 1 では、そのずれ角度 θ が小さい限り、水平軸 H 方向の加速度の検出および故障検知を問題なく行い得る。

【 0 0 6 4 】すなわち、この場合には、加速度センサ A、B の出力は、それぞれ、

3) は、式 (1 8)、(1 9) と一致する。すなわち、本実施の形態では、設置角度に小さな誤差 θ があつたと

20

30

40

50

しても、問題なく加速度検出装置 1 を構成できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態の加速度検出装置を示す構成図である。

【図 2】同じく構成図である。

【図 3】同じく加速度センサ出力に対する水平加速度と鉛直加速度の寄与を説明するための説明図である。

【図 4】同じく演算回路を示す構成図である。

【図 5】同じく他の実施の形態を示す構成図である。

【図 6】同じく演算回路を示す構成図である。

【図 7】同じく加速度検出装置にアライメント誤差がある場合を示す説明図である。

【図 8】同じく他の実施の形態を示す構成図である。

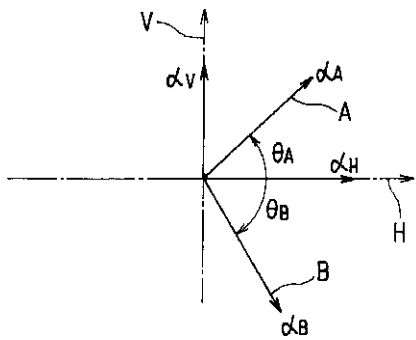
【図 9】同じく設置誤差がある場合を示す説明図である。

【符号の説明】

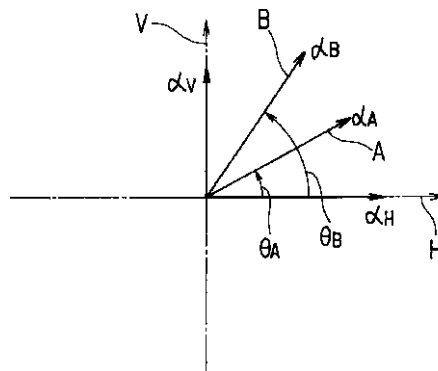
- 1 加速度検出装置
- 2 演算回路

- 3 加算器
- 4 出力アンプ
- 5 反転アンプ
- 6 加算器
- 7 出力アンプ
- 11 演算回路
- 12 演算回路
- 13 アンプ
- 14 アンプ
- 10 15 アンプ
- 16 アンプ
- 17 加算器
- 18 加算器
- 20 アンプ
- A 感度軸
- B 感度軸
- H 水平軸
- V 鉛直軸

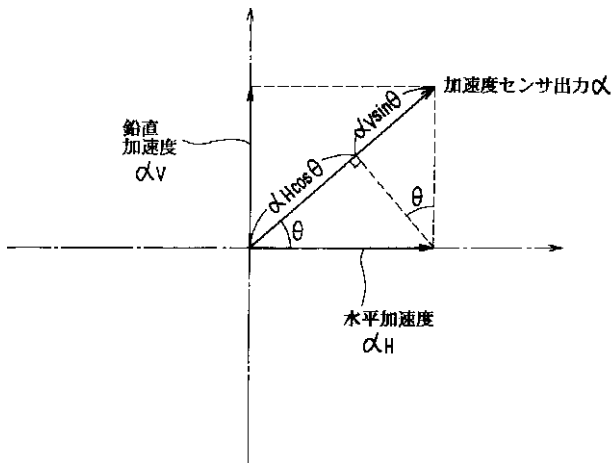
【図 1】



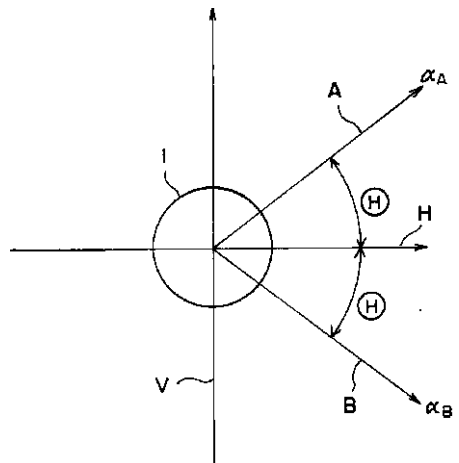
【図 2】



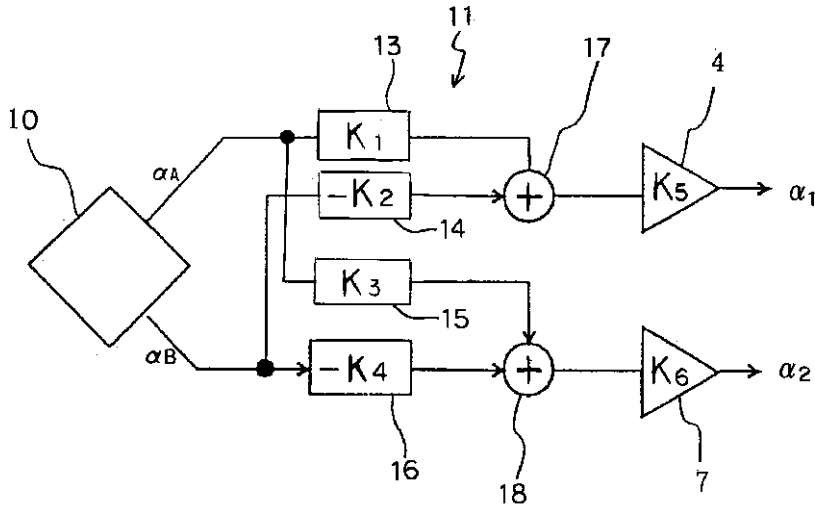
【図 3】



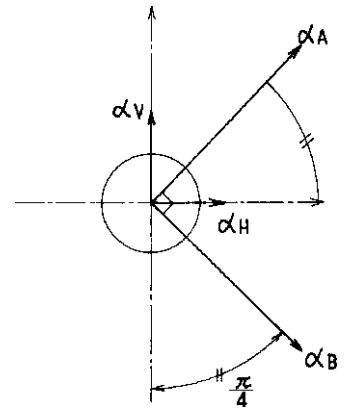
【図 5】



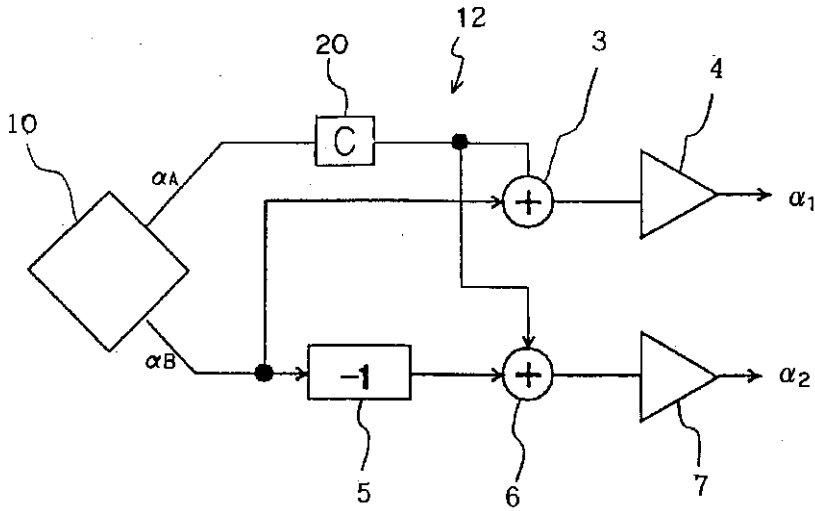
【 図 4 】



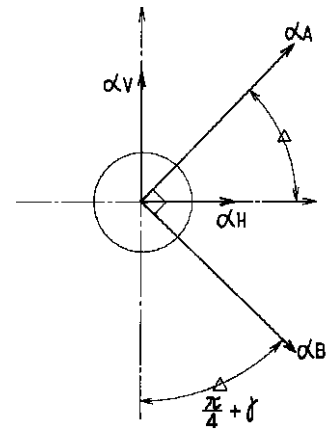
【 図 8 】



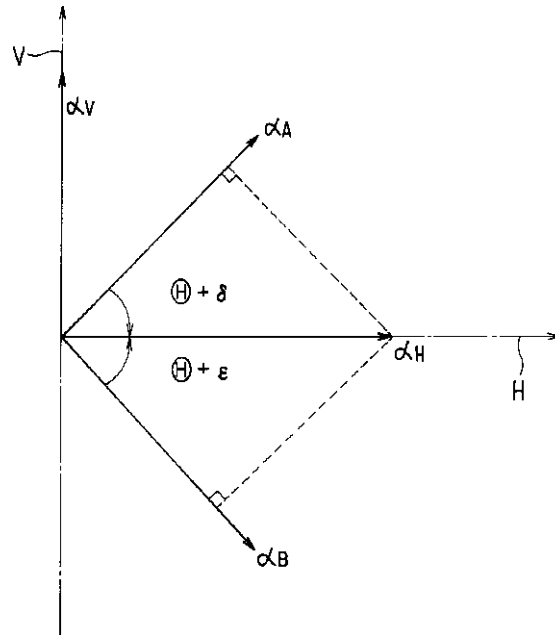
【 図 6 】



【 図 9 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 葛西 健一
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 菅原 能生
東京都国分寺市光町二丁目 8 番地38 財団
法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 中里 雅一
東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 世界貿
易センタービル カヤバ工業株式会社内

(72)発明者 杉原 雅道
東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 世界貿
易センタービル カヤバ工業株式会社内

(72)発明者 原 靖彦
東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 世界貿
易センタービル カヤバ工業株式会社内