

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5486097号  
(P5486097)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl. F I  
**G O 1 P 15/18 (2013.01)** G O 1 P 15/00 K

請求項の数 9 外国語出願 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願2013-18248 (P2013-18248)	(73) 特許権者	507220615
(22) 出願日	平成25年2月1日(2013.2.1)		ムラタ エレクトロニクス オサケユキチ
(62) 分割の表示	特願2008-530556 (P2008-530556) の分割		ユア
原出願日	平成18年9月15日(2006.9.15)		フィンランド国、01620 ヴァンター
(65) 公開番号	特開2013-145237 (P2013-145237A)	(74) 代理人	100080791
(43) 公開日	平成25年7月25日(2013.7.25)		弁理士 高島 一
審査請求日	平成25年3月1日(2013.3.1)	(74) 代理人	100125070
(31) 優先権主張番号	20055497		弁理士 土井 京子
(32) 優先日	平成17年9月16日(2005.9.16)	(74) 代理人	100136629
(33) 優先権主張国	フィンランド(FI)		弁理士 鎌田 光宣
(31) 優先権主張番号	11/438,590	(74) 代理人	100121212
(32) 優先日	平成18年5月23日(2006.5.23)		弁理士 田村 弥栄子
(33) 優先権主張国	米国(US)	(74) 代理人	100122688
			弁理士 山本 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 加速度の微小機械式計測方法および微小機械式加速度センサー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

微小機械式加速度センサーを用いる、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法であって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、

その特徴は、

当該方法において、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が次のように実施されることであって、

- センサーが完全に機能している場合に、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対して、乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられ、

- センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  が所与の間隔で計測され、

- 式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が計算され、
  - 上記式の値が所定のしきい値と比較され、かつ
  - 上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、
- というように実施されるものである、前記加速度の計測方法。

## 【請求項 2】

上記 4 つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記 4 つの計測方向が、地球の重力が上記 4 つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択されることを特徴とする、請求項 1 記載の方法。

## 【請求項 3】

値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が m 回生じた場合に、エラーメッセージが出されることを特徴とする、請求項 1 または 2 記載の方法。

## 【請求項 4】

微小機械式加速度センサーであって、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のための該加速度センサーであり、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも 4 つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する 4 つのベクトルのうちのどの 3 つのベクトルも同じ平面には属しておらず、

その特徴は、

当該加速度センサーが、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段 (1 ~ 4) を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック (1)、センサー自己試験ブロック (2)、センサー比較ブロック (3)、および、警報ブロック (4) を有し、ここで、

- センサー計測ブロック (1) は、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラー値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  をセンサー自己試験ブロック (2) に与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロック (2) は、センサーが完全に機能している場合に、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が 0 となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラー値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値を計算するための手段、および、上記式の値をセンサー比較ブロック (3) に与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロック (3) は、上記式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロック (3) は、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロック (4) に与えるための手段をさらに有するものである

前記微小機械式加速度センサー。

## 【請求項 5】

10

20

30

40

50

上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向が、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択されることを特徴とする、請求項4記載の微小機械式加速度センサー。

【請求項6】

値0からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出されることを特徴とする、請求項4または5記載の微小機械式加速度センサー。

【請求項7】

センサー比較ブロック(3)が、センサー自己試験ブロック(2)に連結されることを特徴とする、請求項4～6のいずれか1項に記載の微小機械式加速度センサー。

10

【請求項8】

センサー計測ブロック(1)が、センサー自己試験ブロック(2)に連結されることを特徴とする、請求項4～7のいずれか1項に記載の微小機械式加速度センサー。

【請求項9】

センサー警報ブロック(4)が、センサー比較ブロック(3)に連結されることを特徴とする、請求項4～8のいずれか1項に記載の微小機械式加速度センサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

20

本発明は、加速度の計測に使用される計測デバイスに関し、より詳細には、微小機械式(マイクロメカニカル、micromechanical)加速度センサーに関する。本発明は、微小機械式加速度センサーに加えて、改良された、加速度の微小機械的な測定方法を提示しようとするものであり、これは小型微小機械式加速度センサーソリューションでの使用に適しており、数本の軸線に関して計測を行なう小型化された微小機械式加速度センサーソリューションでの使用に特に適している。

【背景技術】

【0002】

発明の背景

微小機械式加速度センサーに基づく計測は、原則として、加速度を計測するための簡潔かつ信頼性の高い方式であることが判明している。微小機械式加速度センサーの場合、計測は、例えば、キャパシタンス計測における、加速度によって生じるセンサー電極対の2表面間の隙間の変化に基づくものである。表面間のキャパシタンス、すなわち電荷の蓄積容量は、両表面の面積および両表面間の距離に依存する。キャパシタンス計測などの微小機械式加速度センサーに基づく計測は、特に微小な加速度計測領域についても使用され得る。

30

【0003】

小型の微小機械式加速度センサーは、例えば、自動車産業で使用されるABSおよびESPシステム(ABS、アンチロックブレーキシステム; ESP、電子安定化プログラム)などの特に重要な用途部位でよく使用される。このため、容量性加速度センサーの適正な機能を、始動時および連続的な使用時に確保することがきわめて重要である。要求が苛酷な用途部位では、工場での較正後に、加速度センサーの機能におけるデバイスの仕様を超えるすべての逸脱を知るという要望がある。これらの逸脱の種類としては、特に、オフセットの逸脱、感度の逸脱、または物理的な損傷があり得る。

40

【0004】

現在、数本の軸線に関して計測を行なう既知の技術による微小機械式加速度センサーソリューションがいくつか知られている。例えば、フィンランド国特許出願公報FI 20030206およびFI 20030207には、数本の軸線に関して計測を行なう既知の技術による、容量性加速度センサーソリューション(capacitive acceleration sensor solution)が記載されている。

50

## 【 0 0 0 5 】

既知の技術による加速度センサーソリューションでは、連続的(constant)な使用時に加えて始動時におけるセンサーの機能的な信頼性の観察が欠点になっている。既知の技術による加速度センサーソリューションでは、既知の自己試験装置(self-testing arrangement)が使用され得、該装置では、加速度センサーは高電圧を受ける。高電圧は、計測電極とセンサーの質量部(mass)との間に静電気力を生じさせ、ばねの屈曲および質量部の転位をもたらす、それがセンサーのキャパシタンスを変化させ、それがASIC(ASIC、特定用途向け集積回路(Application Specific Integrated Circuit))を用いて計測され得る。

## 【 0 0 0 6 】

上述した自己試験装置を使用した場合、時間または温度によるオフセットの逸脱または感度の逸脱は、計測され得ない。さらに自己試験中には、加速度計測は中断されなければならない。

## 【 0 0 0 7 】

既知の技術による微小機械式加速度センサーソリューションおよびそれらの自己試験方法では、使用される回路構成に高電圧部分を具備することが欠点になっており、これが加速度センサーに関する回路技術の設計および実現における多くの欠点を生み出している。

## 【 0 0 0 8 】

要求が過酷な微小機械式加速度センサーの用途部位においては、以前の手段よりも高い機能的信頼性を有し、特に数本の軸線に関して計測を行なう小型微小機械式加速度センサーソリューションにおける信頼性の高い加速度計測での使用に適した微小機械式加速度センサーに対する必要性が明らかに高まっている。

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

発明の要旨

本発明の目的は、改良された微小機械式加速度センサーに加えて、微小機械式加速度センサーの連続的な自己試験を実行するための改良された方法である。この発明を用いれば、微小機械式加速度センサーの機能的な信頼性がコンスタントな使用においてモニターされ得、数本の軸線に関して計測を行なう小形の(small-sized)微小機械式加速度センサーソリューションでの使用に特に適している。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

本発明の第1の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、3次元の方向における、センサーに加えらるる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法が提供され、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、当該方法では、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が次のように実施され、

- センサーが完全に機能している場合に式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられ、

10

20

30

40

50

- センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

が所与の間隔で計測され、

- 式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + \dots + k_n\vec{a}_n$$

の絶対値が計算され、

- 上記式の絶対値が所定のしきい値と比較され、かつ

- 上記式の絶対値が、上記所定のしきい値を超えて

10

$\vec{0}$

の絶対値から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、  
というように実施される。

【0011】

好ましくは、上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0012】

好ましくは、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

20

$$\vec{a}_1 = c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_2 = c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_3 = -c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_4 = -c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

30

として表現され得、かつセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

に対して、 $k_1 = k_3 = 1$ かつ $k_2 = k_4 = -1$ となるように乗数 $k_1, k_2, k_3$ および $k_4$ が与えられるよう、異なる方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は対称的に選択される。

40

【0013】

好ましくは、値

$\vec{0}$

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0014】

本発明の第2の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方

50

法が提供され、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、当該方法では、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が次のように実施され、

- センサーが完全に機能している場合に、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

の対応するスカラー値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対して、乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられ、

10

- センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラー値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  が所与の間隔で計測され、

- 式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が計算され、
- 上記式の値が所定のしきい値と比較され、かつ
- 上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値0から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、

というように実施される。

20

【0015】

好ましくは、上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0016】

好ましくは、値0からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0017】

本発明の第3の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法が提供され、

30

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、当該方法では、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が、次のように線形計測または線形化された計測で実施され、

- センサーが完全に機能している場合に加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

40

の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度のスカラー値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられ、

- センサー計測デバイスにより与えられる信号レベル  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  が所与の間隔で計測され、

- 加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が計算され、

- 上記加算式の値が所定のしきい値と比較され、かつ
  - 上記加算式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、
- というように実施される。

【 0 0 1 8 】

好ましくは、上記 4 つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記 4 つの計測方向は、地球の重力が上記 4 つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【 0 0 1 9 】

好ましくは、値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が m 回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 4 の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、2 次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法が提供され、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも 3 つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する 3 つのベクトルのうちのどの 2 つのベクトルも (逆) 平行にはなっておらず、

当該方法では、始動中および / または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が次のように実施され、

- センサーが完全に機能している場合に式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  が与えられ、

- センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

が所与の間隔で計測され、

- 式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の絶対値が計算され、

- 上記式の絶対値が所定のしきい値と比較され、かつ
- 上記式の絶対値が、上記所定のしきい値を超えて

$$\vec{0}$$

の絶対値から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、  
というように実施される。

【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が、上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択される。

【0022】

好ましくは、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

$$\vec{a}_1 = d \cdot \vec{a}_x$$

$$\vec{a}_2 = d \cdot \vec{a}_y$$

$$\vec{a}_3 = -d \cdot \vec{a}_x$$

$$\vec{a}_4 = -d \cdot \vec{a}_y$$

10

として表現され得、かつセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

20

に対して、 $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 1$ となるように乗数 $k_1, k_2, k_3$ および $k_4$ が与えられるよう、異なる方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は対称的に選択される。

【0023】

好ましくは、値

$$\vec{0}$$

30

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が $m$ 回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0024】

本発明の第5の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、2次元の方向における、センサーに加えらるる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法が提供され、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも3つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する3つのベクトルのうちのどの2つのベクトルも(逆)平行にはなっておらず、

当該方法では、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が次のように実施され、

40

- センサーが完全に機能している場合に、式 $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$ の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラ値 $a_1, a_2, \dots, a_n$ に対して、乗数 $k_1, k_2, \dots, k_n$ が与えられ、

- センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

50



のスカラ値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  が所与の間隔で計測され、

- 式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$  の値が計算され、
  - 上記式の値が所定のしきい値と比較され、かつ
  - 上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、
- というように実施される。

【0025】

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が、上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択される。

【0026】

好ましくは、値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が  $m$  回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0027】

本発明の第6の特徴によれば、微小機械式加速度センサーを用いる、2次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度の計測方法が提供され、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも3つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する3つのベクトルのうちのどの2つのベクトルも(逆)平行にはなっておらず、

当該方法では、始動中および/または動作中の加速度センサーの連続的な自己試験が、次のように線形計測または線形化された計測で実施され、

- センサーが完全に機能している場合に加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が 0 となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度のスカラ値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  が与えられ、

- センサー計測デバイスにより与えられる信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  が所与の間隔で計測され、
- 加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が計算され、

- 上記加算式の値が所定のしきい値と比較され、かつ
  - 上記加算方程式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合、エラーメッセージが出される、
- というように実施される。

【0028】

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0029】

好ましくは、値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が  $m$  回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0030】

10

20

30

40

50

本発明の第7の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

の値をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + \dots + k_n\vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + \dots + k_n\vec{a}_n$$

の絶対値を計算するための手段、および、上記式の絶対値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロックは、上記式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + \dots + k_n\vec{a}_n$$

の絶対値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて

$$\vec{0}$$

の絶対値から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

【0031】

好ましくは、上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0032】

好ましくは、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

10

20

30

40

50

$$\vec{a}_1 = c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_2 = c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_3 = -c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_4 = -c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

10

として表現され得、かつセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

に対して、 $k_1 = k_3 = 1$  かつ  $k_2 = k_4 = -1$  となるように乗数  $k_1, k_2, k_3$  および  $k_4$  が与えられるよう、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は対称的に選択される。

20

【0033】

好ましくは、値

$$\vec{0}$$

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が  $m$  回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0034】

好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

30

【0035】

本発明の第8の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

40

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

50

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値を計算するための手段、および、上記式の値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

10

- センサー比較ブロックは、上記式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値 0 から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

【0036】

好ましくは、上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0037】

好ましくは、値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が m 回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

20

【0038】

好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

【0039】

本発明の第9の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、3次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも4つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する4つのベクトルのうちのどの3つのベクトルも同じ平面には属しておらず、

30

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、加算式

40

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が 0 となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度のスカラ値  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$  に対して加算式

50

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値を計算するための手段、および、上記式の値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロックは、上記加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

10

の値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値0から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

【0040】

好ましくは、上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0041】

好ましくは、値0からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

20

【0042】

好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

【0043】

本発明の第10の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、2次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも3つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する3つのベクトルのうちのどの2つのベクトルも(逆)平行にはなっておらず、

30

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

40

の値をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の絶対値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所との間隔で計測される加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

10

の絶対値を計算するための手段、および、上記式の絶対値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロックは、上記式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の絶対値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて

$$\vec{0}$$

の絶対値から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

20

【0044】

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が、上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択される。

【0045】

好ましくは、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

$$\vec{a}_1 = d \cdot \vec{a}_x$$

30

$$\vec{a}_2 = d \cdot \vec{a}_y$$

$$\vec{a}_3 = -d \cdot \vec{a}_x$$

$$\vec{a}_4 = -d \cdot \vec{a}_y$$

40

として表現され得、かつセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

に対して、 $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 1$  となるように乗数  $k_1, k_2, k_3$  および  $k_4$  が与えられるよう、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は対称的に選択される。

【0046】

好ましくは、値

50

# 0

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0047】

好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

【0048】

本発明の第11の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、2次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

10

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも3つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する3つのベクトルのうちのどの2つのベクトルも(逆)平行にはなっておらず、

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度

20

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

のスカラー値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$  の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

30

のスカラー値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$  の値を計算するための手段、および、上記式の値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロックは、上記式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$  の値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

40

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値0から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

【0049】

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が、上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択される。

【0050】

好ましくは、値0からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0051】

50

好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

【0052】

本発明の第12の特徴によれば、微小機械式加速度センサーが提供され、該加速度センサーは、2次元の方向における、センサーに加えられる加速度の値がセンサーの計測範囲内にある、加速度測定のためのものであって、

該加速度センサーは、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスのユニットを少なくとも3つ有し、センサー計測デバイスの計測方向を記述する3つのベクトルのうちのどの2つのベクトルも(逆)平行にはなっておらず、

該加速度センサーは、始動中および/または動作中の連続的な自己試験を実施するための手段を有し、これらの手段は、センサー計測ブロック、センサー自己試験ブロック、センサー比較ブロック、および、警報ブロックを有し、ここで

- センサー計測ブロックは、センサー計測デバイスを使用して所与の間隔でいくつかの異なる方向への方向を持つ加速度を計測するための手段、および、計測結果として得られる加速度のスカラー値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  をセンサー自己試験ブロックに与えるための手段を有し、

センサー自己試験ブロックは、センサーが完全に機能している場合に、加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が0となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度のスカラー値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  を与えるための手段を有し、

- センサー自己試験ブロックは、センサー計測デバイスの計測結果として得られ所与の間隔で計測される加速度のスカラー値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  に対して加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値を計算するための手段、および、上記式の値をセンサー比較ブロックに与えるための手段をさらに有し、

- センサー比較ブロックは、上記加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値を所与の所定のしきい値と比較するための手段を有し、かつ

- センサー比較ブロックは、上記式の値が、上記所定のしきい値を超えて値0から逸脱している場合に、エラーメッセージを警報ブロックに与えるための手段をさらに有する。

【0053】

好ましくは、上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように、選択される。

【0054】

好ましくは、値0からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0055】

10

20

30

40

50



好ましくは、センサー比較ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー計測ブロックは、センサー自己試験ブロックに連結される。好ましくは、さらに、センサー警報ブロックは、センサー比較ブロックに連結される。

以下に、本発明による微小機械式加速度センサーソリューションを示す添付の図1を一例として参照し、本発明およびその好適な態様を詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明による微小機械式加速度センサーソリューションを示している。

【発明を実施するための形態】

【0057】

10

発明の詳細な説明

本発明による微小機械式加速度センサーソリューションは、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスを使用して実施される。3次元の方向を持つ加速度の計測のためには、いくつかの異なる方向における計測を行なうこれらのセンサー計測デバイスのユニットが少なくとも4個なければならない。さらにこの場合、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向を記述するベクトルの中で4つのベクトルが、これら4つのベクトルのうちどの3つのベクトルも同じ平面に属さないように選択され得るよう、センサー計測デバイスの計測方向を選択しなければならない。

【0058】

20

上記4つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記4つの計測方向は、地球の重力が上記4つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択することができる。これは、選択された4つの計測方向のいずれも、地球の重力に対し直角またはほとんど直角であることを意味する。地球の重力が上記4つの計測方向の各々に影響を与えるので、これにより微小機械式加速度センサーのエラー検出能力が高められる。

【0059】

通常のデカルト直交空間座標では、x、yおよびz方向における単位ベクトルは、

$\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  および  $\vec{k}$

30

である。センサー計測デバイスの選択された方向において得られる加速度

$\vec{a}_i$

は、x、yおよびz方向における成分

$$\vec{a}_i = \vec{a}_{xi} + \vec{a}_{yi} + \vec{a}_{zi}$$

に分解され得るか、あるいはx、yおよびz方向の単位ベクトル

40

$\vec{i}$ ,  $\vec{j}$  および  $\vec{k}$

を使用して

$$\vec{a}_i = a_{xi}\vec{i} + a_{yi}\vec{j} + a_{zi}\vec{k}$$

として記述され得る。選択された計測方向とx、yおよびz方向との間の角度として、

50

$i$ 、 $i$  および  $i$  が選択され得、ここで  $i$  は

$$\vec{a}_i$$

と

$$\vec{a}_{xi}$$

との間の角度を記述するものであり、これに対応して  $i$  は

$$\vec{a}_i$$

10

と

$$\vec{a}_{yi}$$

との間の角度を記述するものであり、さらに  $i$  は

$$\vec{a}_i$$

20

と

$$\vec{a}_{zi}$$

との間の角度を記述するものである。これに対応して、 $a_i$  は計測方向における加速度ベクトル

$$\vec{a}_i$$

の加速度のスカラー読取値を記述するものである。

30

【 0 0 6 0 】

微小機械式加速度センサーを使用する3次元の方向を持つ加速度の計測のための本発明による方法では、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度は、 $x$ 、 $y$  および  $z$  方向の成分に分解した場合に、方程式：

$$\vec{a}_1 = a_1 \cos\alpha_1 \cdot \vec{i} + a_1 \cos\beta_1 \cdot \vec{j} + a_1 \cos\chi_1 \cdot \vec{k}$$

$$\vec{a}_2 = a_2 \cos\alpha_2 \cdot \vec{i} + a_2 \cos\beta_2 \cdot \vec{j} + a_2 \cos\chi_2 \cdot \vec{k}$$

40

$$\vec{a}_3 = a_3 \cos\alpha_3 \cdot \vec{i} + a_3 \cos\beta_3 \cdot \vec{j} + a_3 \cos\chi_3 \cdot \vec{k}$$

...

$$\vec{a}_n = a_n \cos\alpha_n \cdot \vec{i} + a_n \cos\beta_n \cdot \vec{j} + a_n \cos\chi_n \cdot \vec{k}$$

として記述され得る。

【 0 0 6 1 】

50

センサー計測デバイスの計測方向は予め選択されるので、方程式の組における定数の値  $\cos \alpha_1, \cos \alpha_2, \cos \alpha_3, \dots, \cos \alpha_n, \cos \beta_1, \cos \beta_2, \cos \beta_3, \dots, \cos \beta_n$  および  $\cos \chi_1, \cos \chi_2, \cos \chi_3, \dots, \cos \chi_n$  も計測の前に既知である。さらに、方向余弦に関しては：

$$(\cos \alpha_i)^2 + (\cos \beta_i)^2 + (\cos \chi_i)^2 = 1$$

が成り立つ。

【 0 0 6 2 】

ベクトル

$$\vec{a}_i$$

は、

$$\vec{a}_i = a_i \cdot \vec{u}_i$$

の形でも表現され得、ここで  $a_i$  はベクトル

$$\vec{a}_i$$

のスカラー値であり、これに対応して、

$$\vec{u}_i$$

は、方向余弦を使用して

$$\vec{u}_i = \cos \alpha_i \cdot \vec{i} + \cos \beta_i \cdot \vec{j} + \cos \chi_i \cdot \vec{k}$$

として表される計測方向の単位ベクトルである。

【 0 0 6 3 】

加速度

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

がセンサーに影響を与える場合、計測結果のベクトル

$$\vec{a}_i$$

のスカラー値  $a_i$  は、センサーに影響を与える加速度ベクトル

$$\vec{a}$$

と計測方向における単位ベクトル

$$\vec{u}_i$$

との内積：

10

20

30

40

$$a_i = \vec{a} \cdot \vec{u}_i = a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i + a_z \cos \chi_i$$

として計算され得る。

【 0 0 6 4 】

これに対応して、計測結果のベクトル

$$\vec{a}_i$$

は、センサーに影響を与える加速度ベクトル

$$\vec{a}$$

10

の計測方向における射影：

$$\vec{a}_i = (\vec{a} \cdot \vec{u}_i) \cdot \vec{u}_i = (a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i + a_z \cos \chi_i) \cdot (\cos \alpha_i \cdot \vec{i} + \cos \beta_i \cdot \vec{j} + \cos \chi_i \cdot \vec{k})$$

として計算され得る。

【 0 0 6 5 】

本発明による方法では、センサーが完全に機能している場合に式

20

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

30

に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられるように、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施される。

【 0 0 6 6 】

本発明による方法では、センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

が所与の間隔で計測され、その後、式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

40

の値が計算される。式の値は上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が、値

$$\vec{0}$$

から上記所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージが出される。典型的には、値

$$\vec{0}$$

50

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0067】

本発明による方法では、加速度のベクトル方程式およびベクトル式の計算は、実際にはスカラー値を使用して実施され得る。方程式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n = \vec{0}$$

の代わりに、方程式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n = 0$  と書かれ得る。これに各計測方向における主加速度ベクトル

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

の射影が挿入されると、得られる方程式は：

$$\sum_{i=1}^n k_i a_i = \sum_{i=1}^n k_i (a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i + a_z \cos \chi_i) = 0$$

である。

【0068】

これは、任意の主加速度

$$\vec{a}$$

の値を使用して実施される必要があり、それにより、乗数  $k_i$  を解くための方程式の組

$$\sum_{i=1}^n k_i \cos \alpha_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^n k_i \cos \beta_i = 0$$

$$\sum_{i=1}^n k_i \cos \chi_i = 0$$

が得られる。

【0069】

乗数  $k_i$  は、計測方向が方向について適切に異なるように選択された場合に求めることができる。本発明による方法において、このように求められた乗数を使用して、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n$  の値が算出されて所定のしきい値と比較され得る。

【0070】

典型的には、加速度の線形計測または線形化された計測においては、加速度は線形信号値として計測され、ここで各加速度のスカラー値  $a_i$  は、以下の方法：

10

20

30

40

$$a_i = b_i \cdot (s_i - s_{0i})$$

で信号レベルから計算され得る。

【0071】

本発明による方法では、加速度の結果に基づく方程式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + k_3 a_3 + \dots + k_n a_n = 0$  の代わりに、信号値に基づく方程式が使用され得る：

$$k_1 s_1 + k_2 s_2 + k_3 s_3 + \dots + k_n s_n - k_0 = 0$$

【0072】

以前に解かれた方程式からの加速度計測結果に対応する信号値

10

$$s_i = \frac{a_i}{b_i} + s_{0i}$$

、および各計測方向における主加速度ベクトル

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

の計測結果のベクトル

20

$$\vec{a}_i$$

のスカラ値  $a_i$  がこれに挿入されれば、得られる方程式は：

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0 = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} (a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i + a_z \cos \chi_i) + \sum_{i=1}^n k_i s_{0i} - k_0 = 0$$

である。

【0073】

これは、任意の主加速度

30

$$\vec{a}$$

の値を使用して実施される必要があり、それにより、乗数  $k_i$  を解くための方程式の組

$$\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} \cos \alpha_i = \sum_{i=1}^n k_i h_{ix} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} \cos \beta_i = \sum_{i=1}^n k_i h_{iy} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} \cos \chi_i = \sum_{i=1}^n k_i h_{iz} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n k_i s_{0i} = k_0 .$$

10

20

が得られる。

【0074】

定数  $k_0$  は、センサーの構成全体のオフセット定数を記述し、これを使用することにより、例えば、センサーの零位の較正誤差、ならびに湿度または温度の変動によって生じる計測事象への影響を考慮することが可能になり得る。定数  $h_{ix}$ 、 $h_{iy}$  および  $h_{iz}$  は、 $x$ 、 $y$  および  $z$  方向におけるセンサーの計測信号  $s_i$  の感度を記述している。

【0075】

本発明による別の方法では、センサー計測デバイスの  $x$ 、 $y$  および  $z$  方向の信号計測感度  $h_{ix}$ 、 $h_{iy}$  および  $h_{iz}$ 、ならびにオフセット定数  $k_0$  が前もって知られている場合に、センサーが完全に機能している場合に加算式

30

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が 0 となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られるスカラー値  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$ 、 $\dots$ 、 $a_n$  に対応する信号レベル  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、 $\dots$ 、 $s_n$  に対して乗数  $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $\dots$ 、 $k_n$  が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が、線形計測または線形化された計測として実施される。

40

【0076】

本発明による方法では、センサー計測デバイスにより与えられる信号レベル  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、 $\dots$ 、 $s_n$  が所与の間隔で計測され、その後、加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が計算される。加算式の値は、上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が、値 0 から所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージが出される。典

50

型的には、値 0 からの上記所定のしきい値を超えた上記加算式の値の逸脱が m 回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【 0 0 7 7 】

これに対応して、2次元の方向を持つ加速度の計測では、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスが少なくとも3個なければならない。さらにこの場合、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向を記述するベクトルのうち、3つのベクトルが選択可能であり、これら3つのベクトルのうちの2つのベクトルも(逆)平行でないようにセンサー計測デバイスの計測方向を選択しなければならない。

【 0 0 7 8 】

上記3つのベクトルにより記述されるセンサー計測デバイスの上記3つの計測方向は、地球の重力が上記3つの計測方向の各々に作用する本質的な成分を持つように選択することができる。これは、選択された3つの計測方向のいずれも、地球の重力に対し垂直ないしほぼ垂直ではないことを意味する。地球の重力が上記3つの計測方向の各々に影響を与えるので、これにより微小機械式加速度センサーのエラー検出能力が高められる。

【 0 0 7 9 】

通常のデカルト直交平面座標では、xおよびy方向における単位ベクトルは、

$\vec{i}$  および  $\vec{j}$

である。センサー計測デバイスの選択された方向において得られる加速度

$\vec{a}_i$

は、xおよびy方向における成分

$$\vec{a}_i = \vec{a}_{xi} + \vec{a}_{yi}$$

に分解され得るか、あるいはxおよびy方向の単位ベクトル

$\vec{i}$  および  $\vec{j}$

を使用して

$$\vec{a}_i = a_{xi}\vec{i} + a_{yi}\vec{j}$$

として記述され得る。選択された計測方向とxおよびy方向との間の角度として、 $\theta_i$  および  $\phi_i$  が選択され得、ここで  $\theta_i$  は

$\vec{a}_i$

と

$\vec{a}_{xi}$

との間の角度を記述するものであり、これに対応して  $\theta_i$  は

$\vec{a}_i$



と

$$\vec{a}_{yi}$$

との間の角度を記述するものである。これに対応して、 $a_i$  は計測方向における加速度ベクトル

$$\vec{a}_i$$

10

の加速度のスカラー読取値を記述するものである。

【0080】

微小機械式加速度センサーを使用する2次元の方向を持つ加速度の計測のための本発明による方法では、いくつかの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度は、 $x$  および  $y$  方向の成分に分解した場合に、方程式：

$$\vec{a}_1 = a_1 \cos\alpha_1 \cdot \vec{i} + a_1 \cos\beta_1 \cdot \vec{j}$$

$$\vec{a}_2 = a_2 \cos\alpha_2 \cdot \vec{i} + a_2 \cos\beta_2 \cdot \vec{j}$$

20

...

$$\vec{a}_n = a_n \cos\alpha_n \cdot \vec{i} + a_n \cos\beta_n \cdot \vec{j}$$

として記述され得る。

【0081】

センサー計測デバイスの計測方向は予め選択されるので、方程式の組における定数の値  $\cos\alpha_1, \cos\alpha_2, \cos\alpha_3, \dots, \cos\alpha_n$  および  $\cos\beta_1, \cos\beta_2, \cos\beta_3, \dots, \cos\beta_n$  も計測の前に既知である。さらに、方向余弦に関しては：

30

$$(\cos\alpha_i)^2 + (\cos\beta_i)^2 = 1$$

が成り立つ。

【0082】

ベクトル

$$\vec{a}_i$$

40

は、

$$\vec{a}_i = a_i \cdot \vec{u}_i$$

の形でも表現され得、ここで  $a_i$  はベクトル

$$\vec{a}_i$$

のスカラー値であり、これに対応して、

$$\vec{u}_i$$

は、方向余弦を使用して

$$\vec{u}_i = \cos\alpha_i \cdot \vec{i} + \cos\beta_i \cdot \vec{j}$$

として表される計測方向の単位ベクトルである。

【 0 0 8 3 】

加速度

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j}$$

がセンサーに影響を与える場合、計測結果のベクトル

$$\vec{a}_i$$

のスカラー値  $a_i$  は、センサーに影響を与える加速度ベクトル

$$\vec{a}$$

と計測方向における単位ベクトル

$$\vec{u}_i$$

との内積：

$$a_i = \vec{a} \cdot \vec{u}_i = a_x \cos\alpha_i + a_y \cos\beta_i$$

として計算され得る。

【 0 0 8 4 】

これに対応して、計測結果のベクトル

$$\vec{a}_i$$

は、センサーに影響を与える加速度ベクトル

$$\vec{a}$$

の計測方向における射影：

$$\vec{a}_i = (\vec{a} \cdot \vec{u}_i) \cdot \vec{u}_i = (a_x \cos\alpha_i + a_y \cos\beta_i) \cdot (\cos\alpha_i \cdot \vec{i} + \cos\beta_i \cdot \vec{j})$$

として計算され得る。

【 0 0 8 5 】

本発明による方法では、センサーが完全に機能している場合に式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

10

20

30

40

50

の値が

$$\vec{0}$$

となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられるように、始動中および / または 10  
動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施される。

【0086】

本発明による方法では、センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

が所与の間隔で計測され、その後、式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

20

の値が計算される。式の値は上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が、値

$$\vec{0}$$

から上記所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージが出される。典型的には、値

$$\vec{0}$$

からの上記所定のしきい値を超えた上記式の値の逸脱が  $m$  回生じた場合に、エラーメッセ 30  
ージが出される。

【0087】

本発明による方法では、加速度のベクトル方程式およびベクトル式の計算は、実際には  
スカラー値を使用して実施され得る。方程式

$$k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n = 0$$

の代わりに、方程式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n = 0$  と書かれ得る。各計測方  
向における主加速度ベクトル

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j}$$

40

の射影がこれに挿入されれば、得られる方程式は：

$$\sum_{i=1}^n k_i a_i = \sum_{i=1}^n k_i (a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i) = 0$$

である。

50

【 0 0 8 8 】

これは、任意の主加速度

 $\vec{a}$ の値を使用して実施される必要があり、それにより、乗数  $k_i$  を解くための方程式の組

$$\sum_{i=1}^n k_i \cos \alpha_i = 0$$

10

$$\sum_{i=1}^n k_i \cos \beta_i = 0$$

が得られる。

【 0 0 8 9 】

乗数  $k_i$  は、計測方向が方向について適切に異なるように選択された場合に求めることができる。本発明による方法において、このように求められた乗数を使用して、式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n$  の値が計算されて所定のしきい値と比較され得る。

20

【 0 0 9 0 】

典型的には、加速度の線形計測または線形化された計測においては、加速度は線形信号値として計測され、ここで各加速度のスカラー値  $a_i$  は、以下の方法：

$$a_i = b_i \cdot (s_i - s_{0i})$$

で信号レベルから計算され得る。

【 0 0 9 1 】

本発明による方法では、加速度の結果に基づく方程式  $k_1 a_1 + k_2 a_2 + \dots + k_n a_n = 0$  の代わりに、信号値に基づく方程式が使用され得る：

30

$$k_1 s_1 + k_2 s_2 + \dots + k_n s_n - k_0 = 0$$

【 0 0 9 2 】

以前に解かれた方程式からの加速度計測結果に対応する信号値

$$s_i = \frac{a_i}{b_i} + s_{0i}$$

40

、ならびに各計測方向における主加速度ベクトル

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j}$$

の計測結果のベクトル

 $\vec{a}_i$ 

50

のスカラ値  $a_i$  がこれに挿入されれば、得られる方程式は：

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0 = \sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} (a_x \cos \alpha_i + a_y \cos \beta_i) + \sum_{i=1}^n k_i s_{0i} - k_0 = 0$$

である。

【0093】

これは、任意の主加速度

$\vec{a}$

10

の値を使用して実施される必要があり、それにより、乗数  $k_i$  を解くための方程式の組

$$\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} \cos \alpha_i = \sum_{i=1}^n k_i h_{ix} = 0$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{b_i} \cos \beta_i = \sum_{i=1}^n k_i h_{iy} = 0$$

20

$$\sum_{i=1}^n k_i s_{0i} = k_0 .$$

が得られる。

【0094】

定数  $k_0$  は、センサーの構成全体のオフセット定数を記述し、これを使用することにより、例えば、センサーの零位の較正誤差、ならびに湿度または温度の変動によって生じる計測事象への影響を考慮することが可能になり得る。定数  $h_{ix}$  および  $h_{iy}$  は、x および y 方向におけるセンサーの計測信号  $s_i$  の感度を記述している。

30

【0095】

本発明による別の方法では、センサー計測デバイスの x および y 方向の信号計測感度  $h_{ix}$  および  $h_{iy}$ 、ならびにオフセット定数  $k_0$  が前もって知られている場合に、センサーが完全に機能している場合に加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

40

の値が 0 となるよう、センサー計測デバイスの計測結果として得られるスカラ値  $a_1, a_2, \dots, a_n$  に対応する信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  が与えられるように、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が、線形計測または線形化された計測として実施される。

【0096】

本発明による方法では、センサー計測デバイスにより与えられる信号レベル  $s_1, s_2, \dots, s_n$  が所与の間隔で計測され、その後、加算式

$$\sum_{i=1}^n k_i s_i - k_0$$

の値が計算される。加算式の値は上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が、値0から所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージが出される。典型的には、値0からの上記所定のしきい値を超えた上記加算式の値の逸脱がm回生じた場合に、エラーメッセージが出される。

【0097】

図1は、本発明による微小機械式加速度センサーソリューションを示している。本発明による微小機械式加速度センサーソリューションは、センサー計測ブロック1、センサー自己試験ブロック2、センサー比較ブロック3、および、警報ブロック4を含む。

【0098】

本発明による微小機械式加速度センサーソリューションは、最初に、センサー計測ブロック1において、3つの方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

が得られるように、始動中および/または動作中における連続的自己試験を実施するための手段1~4を含む。次に、センサー自己試験ブロック2において、センサーが完全に機能している場合に式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

となるように、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$  が与えられる。

【0099】

本発明による微小機械式加速度センサーソリューションでは、センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3, \dots, \vec{a}_n$$

がセンサー計測ブロック1において所与の間隔で計測され、その後、式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値がセンサー自己試験ブロック2において計算される。さらに、センサー比較ブロック3において、式の値が上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が値

$$\vec{0}$$

から上記所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージがセンサー警報ブ

10

20

30

40

50

ロック 4 に与えられる。

【 0 1 0 0 】

本発明による手段では、センサー比較ブロック 3 は、センサー自己試験ブロック 2 に連結され得る。さらに、センサー計測ブロック 1 は、センサー自己試験ブロック 2 に連結され得る。さらに、センサー警報ブロック 4 は、センサー比較ブロック 3 に連結され得る。

【 0 1 0 1 】

同様に本発明による別の手段は、最初に、センサー計測ブロック 1 において、異なる計測方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

10

が得られるように、始動中および/または動作中における連続的自己試験を実施するための手段 1 ~ 4 を含む。次に、センサー自己試験ブロック 2 において、センサーが完全に機能している場合に式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値が

$$\vec{0}$$

20

となるように、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

に対して乗数  $k_1, k_2, \dots, k_n$  が与えられる。

【 0 1 0 2 】

本発明による別の微小機械式加速度センサーソリューションでは、センサー計測デバイスにより与えられる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_n$$

30

が、センサー計測ブロック 1 において所与の間隔で計測され、その後、式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + \dots + k_n \vec{a}_n$$

の値がセンサー自己試験ブロック 2 において計算される。さらに、センサー比較ブロック 3 において、式の値が上記所与の所定のしきい値と比較され、上記式の値が値

$$\vec{0}$$

40

から上記所定のしきい値を超えて逸脱している場合、エラーメッセージが警報ブロック 4 に与えられる。

【 0 1 0 3 】

また、本発明による別の手段では、センサー比較ブロック 3 は、センサー自己試験ブロック 2 に連結され得る。さらに、センサー計測ブロック 1 は、センサー自己試験ブロック 2 に連結され得る。さらに、センサー警報ブロック 4 は、センサー比較ブロック 3 に連結され得る。

【 0 1 0 4 】

微小機械式加速度センサーを使用する 3 次元の方向を持つ加速度の計測のための本発明

50

による方法では、異なる計測方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は、例えば、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

$$\vec{a}_1 = c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_2 = c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_3 = -c \cdot \vec{a}_x + c \cdot \vec{a}_z$$

$$\vec{a}_4 = -c \cdot \vec{a}_y + c \cdot \vec{a}_z$$

10

として表現され得るように、対称的に選択され得る。

【0105】

この場合、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

20

に対して、 $k_1 = -k_3 = k_3 = -k_4$ となるように乗数 $k_1, k_2, k_3$ および $k_4$ が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施され得る。このように、本発明の基本的発想によれば、センサーが完全に機能している場合に方程式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + k_4 \vec{a}_4 = \vec{0}$$

30

が満たされる。当該方程式は、より明瞭な形で

$$k_1 (\vec{a}_1 + \vec{a}_3 - (\vec{a}_2 + \vec{a}_4)) = \vec{0}$$

とも書かれ得る。

【0106】

さらに、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

40

に対して、 $k_1 = k_3 = 1$ かつ $k_2 = k_4 = -1$ となるように乗数 $k_1, k_2, k_3$ および $k_4$ が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施され得る。このように、本発明の基本的発想によれば、センサーが完全に機能している場合に方程式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + k_4 \vec{a}_4 = \vec{0}$$

50



が満たされる。当該方程式は、より明瞭な形で

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_3 - (\vec{a}_2 + \vec{a}_4) = \vec{0}$$

とも書かれ得る。

【0107】

本発明による方法では、加速度のベクトル方程式およびベクトル式の計算は、実際には多くの場合、スカラー値を用いて実施される。

【0108】

微小機械式加速度センサーを使用する2次元の方向を持つ加速度の計測の本発明による別の方法では、いくつかの異なる方向において計測を行なうセンサー計測デバイスの計測方向は、例えば、4つの異なる方向における計測を行なうセンサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度が、方程式：

$$\vec{a}_1 = d \cdot \vec{a}_x$$

$$\vec{a}_2 = d \cdot \vec{a}_y$$

$$\vec{a}_3 = -d \cdot \vec{a}_x$$

$$\vec{a}_4 = -d \cdot \vec{a}_y$$

として表現され得るように、対称的に選択され得る。

【0109】

この場合、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \text{ および } \vec{a}_4$$

に対して、 $k_1 = k_3$  かつ  $k_2 = k_4$  となるように乗数  $k_1, k_2, k_3$  および  $k_4$  が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施され得る。このように、本発明の基本的発想によれば、センサーが完全に機能している場合に方程式

$$k_1 \vec{a}_1 + k_2 \vec{a}_2 + k_3 \vec{a}_3 + k_4 \vec{a}_4 = \vec{0}$$

が満たされる。当該方程式は、より明瞭な形で

$$k_1 (\vec{a}_1 + \vec{a}_3) + k_2 (\vec{a}_2 + \vec{a}_4) = \vec{0}$$

とも書かれ得る。

【0110】

さらに、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

10

20

30

40

$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$  および  $\vec{a}_4$

に対して、 $k_1 = k_2 = k_3 = k_4$  となるように乗数  $k_1, k_2, k_3$  および  $k_4$  が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施され得る。このように、本発明の基本的発想によれば、センサーが完全に機能している場合に方程式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + k_4\vec{a}_4 = \vec{0} \quad 10$$

が満たされる。当該方程式は、より明瞭な形で

$$k_1(\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4) = \vec{0}$$

とも書かれ得る。

【0 1 1 1】

さらには、センサー計測デバイスの計測結果として得られる加速度

20

$\vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3$  および  $\vec{a}_4$

に対して、 $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 1$  となるように乗数  $k_1, k_2, k_3$  および  $k_4$  が与えられるよう、始動中および/または動作中における加速度センサーの連続的自己試験が実施され得る。このように、本発明の基本的発想によれば、センサーが完全に機能している場合に方程式

$$k_1\vec{a}_1 + k_2\vec{a}_2 + k_3\vec{a}_3 + k_4\vec{a}_4 = \vec{0} \quad 30$$

が満たされる。当該方程式は、より明瞭な形で

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \vec{a}_4 = \vec{0}$$

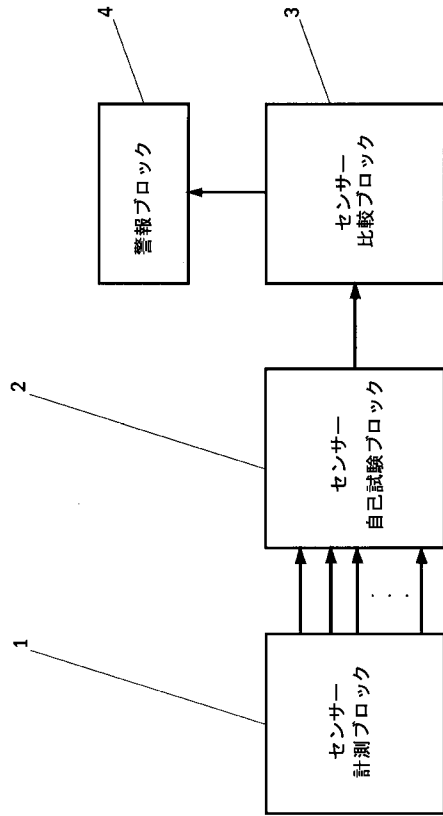
とも書かれ得る。

【0 1 1 2】

本発明を使用すれば、改良された微小機械式加速度センサーに加えて、微小機械式加速度センサーを使用して3次元または2次元の方向を持つ加速度の計測のための改良された方法が提供される。本発明を使用すれば、センサーの機能的信頼性が連続的使用時に監視され得、また、数本の軸線に関して計測を行なう小型微小機械式加速度センサーソリューションでの使用に特に適している。

40

【図1】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100117743  
弁理士 村田 美由紀
- (74)代理人 100163658  
弁理士 小池 順造
- (74)代理人 100174296  
弁理士 當麻 博文
- (72)発明者 レートネン、トゥオモ  
フィンランド国、エフィー - 0 1 6 2 0 ヴァンター、ヴィヘルティエ 7 ペー 3
- (72)発明者 モウルジャルヴィ、リスト  
フィンランド国、エフィー - 0 1 8 6 0 ペルトウラ、クウシハンティエ 4 3
- (72)発明者 サロ、テーム  
フィンランド国、エフィー - 0 1 8 2 0 クラウッカラ、ハイカランカヤ 3 ペー
- (72)発明者 トゥーラオ、イエンス  
ドイツ国、5 5 2 7 8 セルゼン、リンデンシュミシュトラーセ 6

審査官 深田 高義

- (56)参考文献 特開2006 - 010520 (JP, A)  
特開2001 - 258870 (JP, A)  
特開平08 - 285952 (JP, A)  
特開平06 - 201449 (JP, A)  
特開平10 - 048251 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 1 P 1 5 / 1 8