

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-160758

(P2013-160758A)

(43) 公開日 平成25年8月19日(2013.8.19)

(51) Int.Cl.

G O 1 P 15/10 (2006.01)

F 1

G O 1 P 15/10

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-261042 (P2012-261042)  
 (22) 出願日 平成24年11月29日 (2012.11.29)  
 (31) 優先権主張番号 13/365,574  
 (32) 優先日 平成24年2月3日 (2012.2.3)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 500575824  
 ハネウェル・インターナショナル・インコ  
 ーポレーテッド  
 アメリカ合衆国ニュージャージー州079  
 62-2245, モーリスタウン, コロン  
 ピア・ロード 101, ピー・オー・ボッ  
 クス 2245  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100096013  
 弁理士 富田 博行  
 (74) 代理人 100092967  
 弁理士 星野 修

最終頁に続く

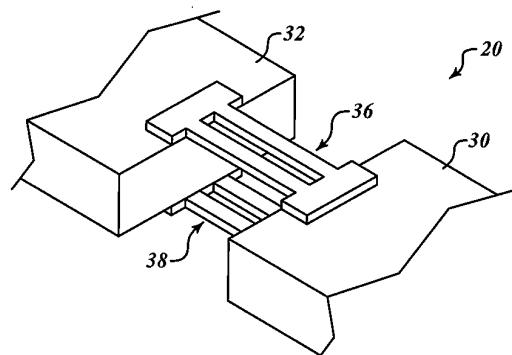
(54) 【発明の名称】振動ビーム加速度計

## (57) 【要約】

【課題】用途を問わずに高い精度のコモンモードキャンセルをもたらす、改善された振動ビーム加速度計を提供すること。

【解決手段】複数の共振モードを使用することによって、振動ビーム加速度計(VBA)において、コモンモードキャンセルを改善するためのシステムおよび方法。VBA(20)は、2つの両終端音叉(DETF)(136、138)を含む。付加的な発振器(140、142、150、152)が、DETFを特別な共振モードに至らせる。このことが、コモンモード除去を2つのモードから4つのモードに増加させる。加えて、追加のモードの尺度因子は、従来の設計より大きな尺度因子をもたらすことができる。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

ブルーフマス(30)と支持基底(32)との間で、前記ブルーフマスおよび前記支持基底の第1の側面上に結合される第1の共振子(36)と、

前記ブルーフマスと前記支持基底との間で、前記ブルーフマスおよび前記支持基底の第2の側面上に結合される第2の共振子(38)と、

前記第1の共振子の第1の共振モードに基づいて、第1の周波数において第1の駆動信号を生成するように構成された第1の発振器(140)と、

前記第1の共振子の第2の共振モードに基づいて、第2の周波数において第2の駆動信号を生成するように構成された第2の発振器(142)と、

前記第2の共振子の第1の共振モードに基づいて、第3の周波数において第3の駆動信号を生成するように構成された第3の発振器(150)と、

前記第2の共振子の第2の共振モードに基づいて、第4の周波数において第4の駆動信号を生成するように構成された第4の発振器(152)と、

前記生成された第1および第2の駆動信号に基づいて、前記第1および第2の共振モードにおいて前記第1の共振子を共振させるように構成された第1の駆動機構(146)と

、  
前記生成された第3および第4の駆動信号に基づいて、前記第1および第2の共振モードにおいて前記第2の共振子を共振させるように構成された第2の駆動機構(158)と

、  
前記第1および第2の共振子によって出力された信号に基づいて、加速度の値を生成するように構成された処理デバイス(170)と、を備えるシステム(120)であって、

前記第1および第2の共振子が両終端音叉(DETF)を備え、

前記第1の周波数と前記第3の周波数とが異なり、前記第2の周波数と前記第4の周波数とが異なる、システム。

**【請求項 2】**

前記第1の共振子に関連する前記第1の共振モードに基づいて前記第1の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするように構成された第1の帯域通過フィルタ(160)と、

前記第1の共振子に関連する前記第2の共振モードに基づいて前記第1の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするように構成された第2の帯域通過フィルタ(162)と、

前記第2の共振子に関連する前記第1の共振モードに基づいて前記第2の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするように構成された第3の帯域通過フィルタ(172)と、

前記第2の共振子に関連する前記第2の共振モードに基づいて前記第2の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするように構成された第4の帯域通過フィルタ(174)と、

前記第1の帯域通過フィルタの出力を第1のデジタル周波数に変換するように構成された第1のアナログデジタル変換機(ADC)(164)およびデジタルカウンタと、

前記第2の帯域通過フィルタの出力を第2のデジタル周波数に変換するように構成された第2のアナログデジタル変換機(ADC)(166)およびデジタルカウンタと、

前記第3の帯域通過フィルタの出力を第3のデジタル周波数に変換するように構成された第3のアナログデジタル変換機(ADC)(176)およびデジタルカウンタと、

前記第4の帯域通過フィルタの出力を第4のデジタル周波数に変換するように構成された第4のアナログデジタル変換機(ADC)(178)およびデジタルカウンタと、をさらに備える、請求項1に記載のシステム。

**【請求項 3】**

第1の共振子を駆動して第1の共振モードにおいて共振させる、第1の発振器を使用するステップと、

10

20

30

40

50

前記第1の共振子を駆動して第2の共振モードにおいて共振させる、第2の発振器を使用するステップと、

第2の共振子を駆動して前記第1の共振モードにおいて共振させる、第3の発振器を使用するステップと、

前記第2の共振子を駆動して前記第2の共振モードにおいて共振させる、第4の発振器を使用するステップと、

処理デバイスにおいて、前記第1および第2の共振子によって出力された信号に基づいて、加速度の値を生成するステップと、

前記第1の共振子に関連する前記第1の共振モードに基づいて、前記第1の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするステップと、

前記第1の共振子に関連する前記第2の共振モードに基づいて、前記第1の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするステップと、

前記第2の共振子に関連する前記第1の共振モードに基づいて前記第2の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするステップと、

前記第2の共振子に関連する前記第2の共振モードに基づいて、前記第2の共振子によって出力された前記信号をフィルタリングするステップと、

第1のアナログデジタル変換機(ADC)およびデジタルカウンタにおいて、第1の帯域通過フィルタの出力を第1のデジタル周波数に変換するステップと、

第2のアナログデジタル変換機(ADC)およびデジタルカウンタにおいて、第2の帯域通過フィルタの出力を第2のデジタル周波数に変換するステップと、

第3のアナログデジタル変換機(ADC)およびデジタルカウンタにおいて、第3の帯域通過フィルタの出力を第3のデジタル周波数に変換するステップと、

第4のアナログデジタル変換機(ADC)およびデジタルカウンタにおいて、第4の帯域通過フィルタの出力を第4のデジタル周波数に変換するステップと、を含む方法であつて、

前記第1および第2の共振子が両終端音叉(DETF)を備え、

前記第1の周波数と前記第3の周波数とが異なり、前記第2の周波数と前記第4の周波数とが異なる、方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【技術分野】

##### 【0001】

本願発明は、振動ビーム加速度計に関する。

##### 【背景技術】

##### 【0002】

[0001]振動ビーム加速度計(VBA)デバイスは、面内異相モード(in-plane, out-of-phase mode)で動作する2つのデュアルビーム共振子(dual beam resonator)を使用する。

##### 【発明の概要】

##### 【課題を解決するための課題】

##### 【0003】

2つの共振周波数の差が、力または加速度を測定するために使用される。共振周波数の合計が、温度、放射、湿度、経年変化、又は静電荷等によって生成される外力を追跡するために使用される。この差は、通常コモンモードと呼ばれ、コモンモードは、非加速度(g)誤差(non acceleration(g) error)を低減するために使用される。いくつかの用途に対して、コモンモードは、十分な精度をもたらさない。

##### 【課題を解決するための手段】

##### 【0004】

[0002]本発明は、複数の共振モードを使用することによって、振動ビーム加速度計(VBA)におけるコモンモードキャンセルを改善するためのシステムおよび方法を提供する。VBAは、2つの両終端音叉(double-ended tuning fork)(DETF)を含む。追加

10

20

30

40

50

の発振器が、D E T F を特別な (extra) 共振モードに至らせる。このことが、コモンモード除去を 2 つのモードから 4 つのモードに増加させる。加えて、追加のモードの尺度因子 (scale factor) が、従来の設計より大きな尺度因子をもたらすことができる。

#### 【0005】

[0003] 本発明の好ましい代替実施形態が、以下の図面を参照して、以下に詳細に説明される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0006】

【図 1】 [0004] 本発明の一実施形態によって形成された例示的な振動ビーム加速度計 (V B A) の部分斜視図である。  
10

【図 2】 [0005] 図 1 に示される V B A を操作するための例示的なプロセスの流れ図である。

【図 3】 [0006] 図 2 に示されるプロセスを実施するための例示的なシステムのブロック図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0007】

[0007] 図 1 は、改善されたコモンモードキャンセルをもたらす、例示的な振動ビーム加速度計 (V B A) 20 の部分斜視図である。V B A 20 は、フレクシャ (図示されず) を介して基底部 32 に接続されるプルーフマス 30 を含む。2 つの両終端音叉 (D E T F) 36、38 が、プルーフマス 30 と基底部 32 との間に取り付けられる。一方の D E T F 36 は、プルーフマス 30 の頂部と基底部 32 とに取り付けられ、他方の D E T F 38 は、プルーフマス 30 の底部と基底部 32 とに取り付けられる。D E T F 36、38 は、異なる周波数において共振するように設計される。D E T F 36、38 は、2 つの異なる共振モード (たとえばモード 1 およびモード 3) において駆動され、それにより、モード間の干渉を避けるためにわずかに異なる周波数であるが、2 つの共振モードにおいて、出力信号を生じさせる。これらの出力された信号は、温度、放射、湿度、経年変化、静電荷、および他のコモンモード異常 (anomaly) のような、より大きなコモンモード除去を有する力 / 加速度信号を生じさせるために使用される。

#### 【0008】

[0008] 図 2 は、V B A 20 を動作させるために使用される例示的なプロセス 40 の流れ図を示す。最初に、ブロック 44 で、第 1 の D E T F 36 が、2 つの異なる共振モードにおいて駆動される。同時に、ブロック 46 で、第 2 の D E T F 38 が、同様に、2 つの異なる共振モードにおいて駆動される。第 2 の D E T F 38 の 2 つの共振モードを駆動するために使用される周波数は、第 1 の D E T F 36 の 2 つの共振モードを駆動するために使用される周波数とは異なる。2 つの共振モード、たとえばモード 1 およびモード 3 は、同じである。他の共振モードが使用されてよい。

#### 【0009】

[0009] ブロック 50 で、加速事象 (すなわち、センサ信号 (sensor reading) が要求される時) の間、D E T F 36、38 それぞれのための 2 つのモードに対する共振周波数のサンプルが得られる。ブロック 52 で、改善された加速度の値が、4 つのサンプリングされた共振周波数に基づいて生成される。より詳細な例が、以下に示される。

#### 【0010】

[0010] 図 3 は、例示的な V B A システム 120 のブロック図である。システム 120 は、2 つの D E T F 136、138 を含む。一実施形態では、D E T F 136、138 は、D E T F 136、138 の歯 (tine) 上に電極のパターンを含む。駆動電極パッド 146、158 が、D E T F 136、138 上の電極パターンに隣接して配置される。駆動電極パッド 146 は 2 つの発振器 140、142 から入力信号を受け、駆動電極パッド 158 は、2 つの発振器 150、152 から入力信号を受ける。第 1 の発振器 140 は、第 1 の共振モードにおいて D E T F 136 を発振させる第 1 の信号をパッド 146 に供給し、第 1 の発振器 150 は、第 1 の共振モードにおいて D E T F 138 を発振させる第 1 の信号

をパッド 158 に供給する。第 2 の発振器 142 は、第 2 の共振モードにおいて D E T F 136 を発振させる第 2 の信号をパッド 146 に供給し、第 2 の発振器 152 は、第 2 の共振モードにおいて D E T F 138 を発振させる第 2 の信号をパッド 158 に供給する。第 1 の信号の周波数は異なり、第 2 の信号の周波数は異なる。D E T F 136、138 は、わずかに異なる周波数において共振するように、(たとえば、わずかに異なるビーム幅に)構成される。

## 【0011】

[0011] D E T F 36 によって出力されたアナログ信号が、2つの帯域通過フィルタ 160、162 によってフィルタリングされ、D E T F 38 によって出力されたアナログ信号が、2つの帯域通過フィルタ 172、174 によってフィルタリングされる。帯域通過フィルタ 160、162 は、D E T F 136 がおかれ (experience) 2つの共振周波数モードに従って選択され、帯域通過フィルタ 172、174 は、D E T F 138 がおかれ 2つの共振周波数モードに従って選択される。フィルタ 160、162 からの出力が、デジタルカウンタを有するアナログデジタル変換機 (A D C) 164、166 によってデジタル周波数の値に変換され、フィルタ 172、174 からの出力が、デジタルカウンタを有するアナログデジタル変換機 (A D C) 176、178 によってデジタル周波数の値に変換される。生成されたデジタル周波数の値は、次いで、プロセッサ 170 に送られる。プロセッサ 170 は、デジタル周波数の値とシステムメモリ内に予め記憶された所定の係数とに基づいて、加速度の値を生成する。

10

20

## 【0012】

[0012] 一実施形態では、以下のように

- A / D 164 の第 1 のモードの出力を  $f_{1,1}$  として
- A / D 166 の第 2 のモードの出力を  $f_{1,2}$  として
- A / D 176 の第 1 のモードの出力を  $f_{2,1}$  として
- A / D 178 の第 2 のモードの出力を  $f_{2,2}$  として

みなす。

## 【0013】

[0013] プロセッサ 170 は、デジタル周波数の値における以下の演算

- $F_{m o d \ 1} = a * f_{1,1} + b * a f_{1,2}$
- $F_{m o d \ 2} = c * f_{2,1} + d * a f_{2,2}$
- Common Mode Acceleration estimate =  $u * F_{m o d \ 1} + v * F_{m o d \ 2} + q$

30

を実施する。

## 【0014】

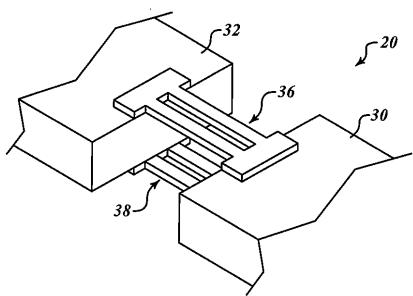
[0014] 係数 a、b、c、d、u、v、q は、システムメモリ内に記憶された表形式の校正係数である。一実施形態では、係数は、計器をシステム 120 に接続する前に、一連の校正試験において確定される。一実施形態では、これらの係数の値に対する第 1 の推測がなされ、カルマンフィルタが、校正用連続落下試験 (calibration tumble test) の間にそれらの値を適応させるために使用される。

40

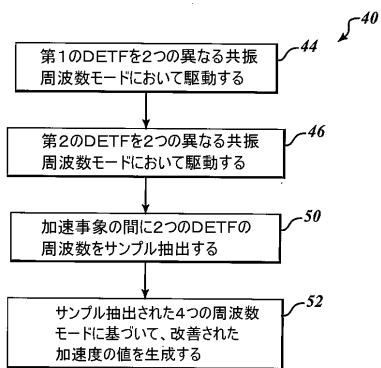
## 【0015】

[0015] 本発明の実施形態の独占的な使用権または特権は、添付の特許請求の範囲において規定される。

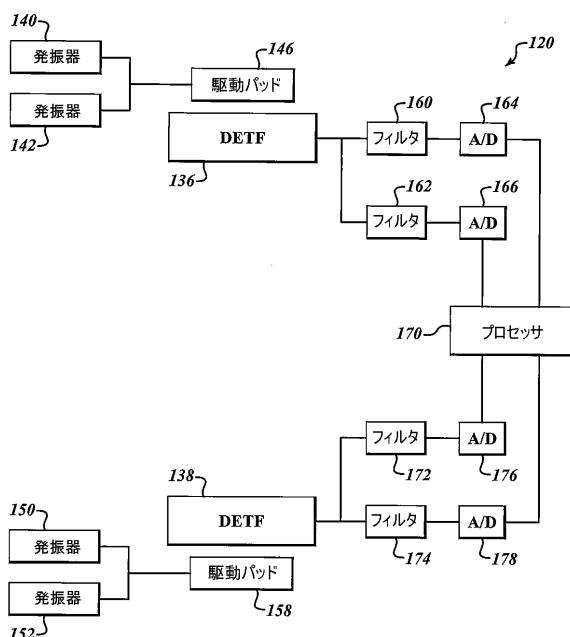
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100146710

弁理士 鐘ヶ江 幸男

(72)発明者 アーサー・サブチェンコ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイピー/2ピー

(72)発明者 フレッド・ペトリ

アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード  
101, ピー・オー・ボックス 2245, ハネウェル・インターナショナル・インコーポレー  
テッド, パテント・サーヴィシズ エム/エス エイピー/2ピー

【外国語明細書】

2013160758000001.pdf