

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5372244号
(P5372244)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.

G O 1 C 19/5776 (2012.01)

F 1

G O 1 C 19/56 276

請求項の数 10 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2012-511210 (P2012-511210)
 (86) (22) 出願日 平成22年4月6日 (2010.4.6)
 (65) 公表番号 特表2012-527604 (P2012-527604A)
 (43) 公表日 平成24年11月8日 (2012.11.8)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2010/054479
 (87) 國際公開番号 WO2010/133394
 (87) 國際公開日 平成22年11月25日 (2010.11.25)
 審査請求日 平成24年1月23日 (2012.1.23)
 (31) 優先権主張番号 102009003217.7
 (32) 優先日 平成21年5月19日 (2009.5.19)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 390023711
 ローベルト ポツシュ ゲゼルシヤフト
 ミット ペシユレンクテル ハフツング
 ROBERT BOSCH GMBH
 ドイツ連邦共和国 シュツットガルト (番地なし)
 Stuttgart, Germany
 (74) 代理人 100099483
 弁理士 久野 琢也
 (74) 代理人 100112793
 弁理士 高橋 佳大
 (74) 代理人 100114292
 弁理士 来間 清志
 (74) 代理人 100128679
 弁理士 星 公弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ヨーレートセンサのためのセルフテスト

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可動質量体構造部(12)と、駆動要素(13)と、評価要素(15)と、を含み、前記駆動要素(13)は、可動質量体構造部(12)を運動(14)中にずらす及び/又は保持するように適合化され、

前記評価要素(15)は、角速度()に対する可動質量体構造部(12)のリアクション(40)を検出するように適合化され、

前記可動質量体構造部(12)は、駆動用質量体(16)および検出用質量体(18)を含み、

前記駆動用質量体(16)は、ばね装置を用いた機械的結合によって前記検出用質量体(18)に接続され、

前記駆動用質量体(16)は、駆動振動(14)の方向に可動である、ヨーレートセンサ(10)において、

直交成分補償電極(38)が設けられており、

前記駆動質量体(16)は、前記直交成分補償電極(38)を用いて前記検出質量体(18)の検出振動(40)に対する応力作用が消滅するまで回転可能であり、

前記直交成分補償電極(38)は、検査信号(42)の検査信号供給側(22)に接続され、

前記検査信号供給側(22)は、検査信号(42)を前記直交成分補償電極(38)に送出し、

10

20

検査信号(42)の処理方向(45)に関する応答信号(47)の読み出し箇所(50)が、検査信号(42)の給電箇所(48)と、可動質量体構造部(12)の偏倚量(40)をフィードバックするための調整部材(38)と、の間、かつ、調整部材(38)の前に設けられていることを特徴とするヨーレートセンサ。

【請求項2】

前記可動質量体構造部(12)への検査信号(42)の給電に対して、別のアクチュエータ(39)又は別の電極(39)が直交成分の補償のための要素として設けられている、請求項1記載のヨーレートセンサ。

【請求項3】

前記検査信号(42)は、実質的に平均ゼロの特性を有する応答信号(47)を引き起こすために利用されている、請求項1または2記載のヨーレートセンサ。 10

【請求項4】

前記検査信号(42)のレベルと、該検査信号(42)の処理ループ(43)を介して引き起こされる応答信号(47)のレベルとの間の関係が線形である、請求項1から3いずれか1項記載のヨーレートセンサ。

【請求項5】

ヨーレートセンサ(10)の機能性検査のための方法であって、

駆動用質量体(16)および検出用質量体(18)を含む可動質量体構造部(12)を駆動するステップと、

直交成分制御ループ(44)の給電箇所(48)にて直交成分制御ループ(44)に検査信号(42)を給電するステップと、 20

可動質量体構造部(12)の偏倚量(40)をフィードバックするステップと、

可動質量体構造部(12)からフィードバックされた度量を検出するステップと、

直交成分制御ループ(44)から、検査信号(42)に依存する応答信号(47)を読み出すステップと、を含み、

前記直交成分制御ループ(44)は、駆動質量体(16)の直交成分補償電極(38)に接続され、前記駆動質量体(16)は、前記検出質量体(18)と作用結合され、

検査信号(42)の処理方向(45)に関連して、応答信号(47)の読み出しが、検査信号(42)の給電箇所(48)と、可動質量体構造部(12)のフィードバック箇所(49)と、の間、かつ、フィードバック箇所(49)の前で行われるようにしたことを特徴とする方法。 30

【請求項6】

前記応答信号(47)のパワースペクトルの主要部分が、角速度情報(30)に対する出力フィルタ(51)の帯域幅の上方に存在している、請求項5記載の方法。

【請求項7】

応答信号(47)のパワースペクトルの主要部分が、直交成分制御ループ(44)の帯域幅の上方に存在している、請求項5記載の方法。

【請求項8】

前記検査信号(42)の周波数(T)が、直交成分制御ループ(44)の制御時定数の逆数値よりも小さい、請求項5から7いずれか1項記載の方法。 40

【請求項9】

前記検査信号(42)は、正弦波状の経過特性を有している、請求項5から8いずれか1項記載の方法。

【請求項10】

前記検査信号(42)は、直交成分制御ループ(44)の逆の作動点依存性に相応して調整される、請求項5から9いずれか1項記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可動質量体構造部と、駆動要素と、評価要素とを含み、前記駆動要素は、可動質量体構造部を運動中にずらす及び／又は保持するように適合化され、前記評価要素は、角速度に対する可動質量体構造部のリアクションを検出するように適合化されている、ヨーレートセンサに関するものである。また本発明は、可動質量体構造部を駆動するステップと、直交成分制御ループの給電箇所において直交成分制御ループに検査信号を給電するステップと、可動質量体構造部の偏倚量をフィードバックするステップと、可動質量体構造部からフィードバックされた度量（尺度量）を検出するステップと、直交成分制御ループからの応答信号を読み出すステップとを含んだヨーレートセンサの機能性検査方法に関するものである。

【背景技術】

10

【0002】

従来方式のセンサ、例えばDE102005004775A1明細書に記載されているセンサでは、応答信号（若しくは検査信号）のための読み出し箇所が、可動質量体構造部の偏倚量をフィードバックするための調整部材と、検査信号を供給するための給電箇所との間に設けられていない。そのような従来方式のセンサにおける欠点は、前記給電箇所と読み出し箇所との間の、直交成分をコントロールしている制御ループ区間が、機能性検査によって把握できないことである。

【0003】

20

発明の開示

そこで本発明が基礎とする課題は、このような従来技術の欠点に鑑み、より改善された機能性検査を提供することにある。この課題は請求項1の特徴部分に記載された本発明によるヨーレートセンサと、請求項5の特徴部分に記載された本発明による方法とによって解決される。これらの本発明によれば、検査信号の処理方向に関連して、応答信号のための読み出し箇所が、検査信号のための読み出し箇所と、可動質量体構造部の偏倚量をフィードバックするための調整部材との間に配設されることによって従来技術では得られなかった利点が得られるようになる。

【0004】

本発明の有利な実施形態は従属請求項にも記載されている。

【0005】

30

本発明の有利な実施形態によれば、可動質量体構造部への検査信号の給電に対して、別のアクチュエータ、特に別の電極が直交成分の補償のための要素として設けられている。これによりコストが低減される。

【0006】

また有利には、前記検査信号が、実質的に平均ゼロの特性を有する応答信号を引き起こすために利用される。これにより、オフセットエラーが回避される。

【0007】

さらに本発明の別の有利な実施形態によれば、検査信号のレベルと、該検査信号の処理ループを介して引き起こされる応答信号のレベルとの間の関係が線形となっている。これにより、さらなるオフセットエラーの回避が達成される。

【0008】

40

本発明の方法によれば、検査信号の処理方向に関連して応答信号の読みしが、検査信号の給電箇所と、可動質量体構造部のフィードバック箇所との間で行われる。これにより、直交成分制御ループにおける全ての区間が検査可能となる。

【0009】

本発明の有利な実施形態によれば、前記応答信号のパワースペクトルの主要部分が、角速度情報のための出力フィルタの帯域幅の上方に存在するようになる。これにより検査信号と有効信号（検出信号）の間のクロストークが回避される。

【0010】

50

本発明の別の実施形態によれば、応答信号のパワースペクトルの主要部分が、直交成分制御ループの帯域幅の上方に存在するようになる。これによっても、検査信号と有効信号

(検出信号)の間のクロストークが回避されるものとなる。

【0011】

本発明のさらに別の実施形態によれば、前記検査信号の周波数が、直交成分制御ループの制御時定数の逆数よりも小さくなる。これにより機能性検査の制度が向上する。

【0012】

有利には、前記検査信号は、正弦波状の経過特性を有している。これにより、電磁障害が低減する。

【0013】

更に有利には、前記検査信号は、直交成分制御ループの逆の作動点依存性に相応して調整される。これによってS/N比の変動性がセーブされるようになる。

10

【0014】

以下では本発明の有利な実施態様を図面に基づいて説明する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明によるヨーレートセンサの第1実施例の概略的なブロック回路図

【図2】本発明によるヨーレートセンサの第2実施例の概略的なブロック回路図

【図3】本発明によるヨーレートセンサの第3実施例の概略的なブロック回路図

【0016】

実施例

マイクロメカニカルなヨーレートセンサ10(振動ジャイロ)では、外力によって発生した物体の角速度(ヨーレート)を検出するためにコリオリ効果が利用されている。それに対しては、センサ10の可動な質量体構造部12の第1方向xの動きが速度vに変換される。これは、周波数_Aの駆動振動14を用いて行われる。可動の質量体構造部12は、駆動用質量体16と検出用質量体18を含み、駆動用質量体16の有利な振動方向xは、検出用質量体18の有利な振動方向yに対して垂直方向に配向される。検出用質量体18を有利な振動方向yでバネ装置を用いて機械的に結合20することによって、駆動用質量体16に作用するコリオリ力F_Cが検出用質量体18に伝達される。このコリオリ力F_Cは質量体構造部12の角速度に基づいて発生している。一般に、2つの振動方向x、yの正確な直交性は厳密には存在し得ないので、駆動用質量体16の偏倚に起因して第2の(前記コリオリ力F_Cとは異なった)応力成分F_Q(直交成分)が検出用質量体18の有利な振動方向yに沿って発生する。このコリオリ成分と直交成分は、互いに90°位相がずれているため、これらの2つの成分F_C、F_Qは、別々に求めることができる。詳細には駆動周波数_Aを用いた復調24、26によって求めることができる。復調器24は、直交信号28を生成する。移相器27を用いて90°位相のずらされた検出信号32の復調によって復調器26からは角速度に比例した測定信号30が供給される。検出信号32の検出は、開ループ又は閉ループ構成を用いて行われる。積分制御器36の出力信号34は、電圧に変換された出力信号34(直交信号)を直交成分補償電極38に与えることによって、直交成分F_Qの要因に対抗し得る。相應に形成された電極構造を用いることによって、偏倚量xに比例する横方向応力が生成され、駆動振動14の方向は、その応力作用F_qが検出振動40に対して消滅するまで転回される。

20

30

40

【0017】

機能性検査のために、検査信号供給アンテナ22を用いて、周期的な検査信号42が提供される。この信号は周期的なパルス若しくは正弦波状の経過特性を有しており、直交成分制御ループ44に供給されている(図1参照)。この有効信号は、典型的には全く悪影響を及ぼさないか、許容範囲内でしか作用を及ぼさないため、当該機能性検査は途切れることなく連続して、すなわち永続的に行うことができ、機能性検査を目的とした有効信号の検出を中断する必要性はない。ここではまず第1の方法ステップとして、検査信号42を、積分制御器36の出力信号34に加算することから開始される。それに続く、後続ステップでは、個々の手段を用いて、あるいはそれらの組み合わせによって、加算された検査信号の制御器36によるリセットが回避され、応答信号47の顕著な特徴を支援する。

50

例えば検査信号 4 2 の周波数 T を選択するにあたって直交成分制御ループ 4 4 の帯域幅よりも著しく上方になるように選択してもよい。それに対しては、積分制御器 3 6 の入力側には、バンドパスフィルタ 4 6 を配置してもよい。またそれとは代替的に、積分制御器 3 6 の入力側に、当該制御器 3 6 の周期的なブランкиング機能ないし停止機能を用いて、時間領域での選択的な作用を及ぼすタイミング - パスフィルタ 4 6 を配置してもよい。その際には走査スキーマのデューティ比と位相が、応答信号 4 7 の形態と経過時間に適合化される。

【 0 0 1 8 】

応答信号 4 7 の読み出しは、直交チャネル 2 8 へ向けての検出信号 3 2 の復調 2 4 の後で行われる。検査信号 4 2 の周波数 T を用いた復調 5 5 とローパスフィルタリング 5 1 によって、直流に類似した信号が応答信号 4 7 として供給される。代替的に給電点 4 8 と読み出し点 5 0 の位置は入れ替わってもよい。例えば検査信号 4 2 のための給電点 4 8 が積分制御器 3 6 の入力側 5 2 に設けられていてもよい(図 2 参照)。応答信号 4 7 は、積分制御器 3 6 の出力側 5 4 から取り出され、検査信号 4 2 を用いた復調 5 0 によって直流に類似した信号に変換される。これに対して直交成分制御ループ 4 4 の帯域幅を、検査信号 4 2 の周波数 T よりも大きくすることが可能である。

【 0 0 1 9 】

機能性検査の十分な精度を達成するためには、応答信号 4 7 の評価ないし重み付けにおいて、少なくとも検査信号 4 2 への実質的な影響の全てを考慮する必要がある。有利には応答信号 4 7 は、駆動構造部 1 2 の振動特性には依存しない。このことは、検査信号 4 2 の周波数 T を十分に低く選択することによって達成される。また応答信号 4 7 は、例えば駆動振動 1 4 に同期化させられるクロック発生器を有しているような構成においては、"外的"な時定数にも依存しない。角速度測定が機能性検査によって不所望に損なわれることがないようにするために、場合によっては、角速度成分と直交成分との分離と復調の際に、エラー源を考慮するようにしてよい。それ故、有利には、検査信号 4 2 の周波数 T を、出力フィルタ 5 3 の帯域幅よりもさらに上に選択するとよい。それにより、検査信号 4 2 と応答信号 4 7 が有効信号 3 0 の周波数から明確に分離されるようになる。オフセットエラーを避けるために、給電される検査信号 4 2 に対して推定される応答信号 4 7 が平均ゼロ(mittelwertfrei)の特性を有するものであってもよい。

【 0 0 2 0 】

直交信号は、直交成分補償電極 3 8 の応力作用に比例し、前記電極 3 8 の電位の直交分に比例する。検査信号 4 2 は、存在する制御成分 3 4 の電位に加算されるので、検査信号 4 2 のレベルと応答信号 4 7 のレベル(振幅又は直流レベル)との間の関係は、線形ではなく、積分制御器 3 6 の作動点に依存する。この作動点への依存性を考慮するために、次のような構想、すなわち"経過時間に対する計算"という構想が提案される。直交成分補償電極 3 8 における電位とそれによって生成される直交成分 F_q との間の関係は、分析的に記述可能であり、実質的には当該センサ 1 0 の補償可能性に依存する。

【 0 0 2 1 】

例えばマイクロコントローラのような計算機構において、連続的な計算を用いることにより、検査信号 4 2 と応答信号 4 7 からは、補償可能性に対する尺度が抽出できる。この補償可能性の評価は、新規部分の値との比較において行うことが可能である。代替的な構想によれば、計算機構が次のことに用いられる。すなわち検査信号のレベルを、実際の作動点(直交値)に基づいて、応答信号 4 7 が常に所定の値に相応するように定めるのに用いられる。この種の補償は、有利には、作動点に依存しない一定の S/N 比を有する応答信号 4 7 につながる。

【 0 0 2 2 】

"探索テーブル(ルックアップテーブル)"構想では、機能性検査の作動点への依存性を考慮するために、計算機構に代えて、測定すべき作動点(直交値)毎にそれぞれ推定される応答信号 4 7 レベルを提供するテーブルを含んだ不揮発性メモリが用いられる。応答信号 4 7 の推定レベルは、実際に測定された応答信号 4 7 レベルと比較されてもよい。こ

10

20

30

40

50

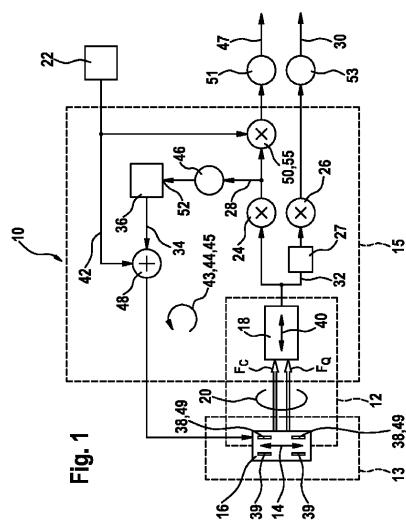
こでは代替手段として、給電すべき信号 42 が作動点への依存性の逆関数に相応して（すなわち逆の作動点依存性に応じて）調整される。それに対しては、複数の可能な作動点毎のテーブルがそのつど利用すべきレベルの尺度を含む。これは、所定の応答信号 47 の目標レベルを制御するのに要する、利用すべき検査信号レベルに対する尺度となる。

【0023】

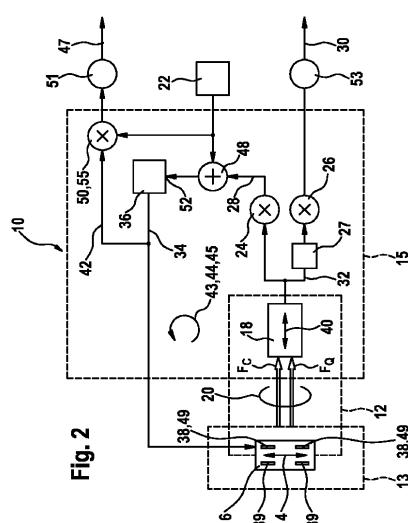
センサ 10 の相應の設計仕様によれば、直交電極 38 に対する検査信号 42 と、発生した直交成分との間の機能的な関係が簡素化され、それに伴って、作動点の依存性を考慮するためのコストも低減される。検査信号の給電 48 に対して固有の電極 39（これは直交成分制御 36 のための電極 38 とは異なるものである）を利用することによって、応答信号 47 のレベルが、給電された検査信号 42 の直交成分に比例することが達成される（図 3 参照）。経過時間を計算するための方法が、乗算機能としてより高い計算能力（計算機能）を求める事はない。そのため、検査信号を給電するための電極 39 は、検査信号 42 レベルと応答信号 47 レベルの間の関係が線形となるように構成される。

10

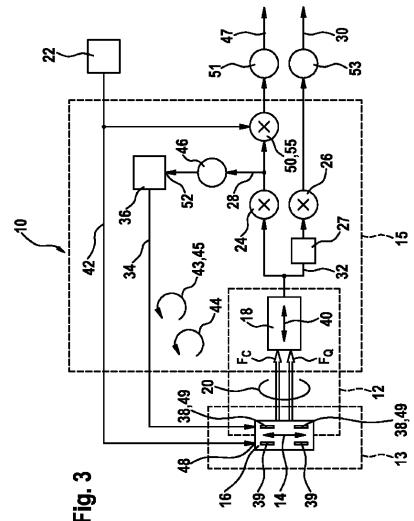
【図 1】



【図 2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100143959
弁理士 住吉 秀一

(74)代理人 100156812
弁理士 篠 良一

(74)代理人 100162880
弁理士 上島 類

(74)代理人 100167852
弁理士 宮城 康史

(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト

(72)発明者 ヴォルフラム バウアー
ドイツ連邦共和国 テュービンゲン ヴィクトア-レナー-シュトラーセ 65

(72)発明者 ヨハネス クラッセン
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン ザンクト-レオンハルト-シュトラーセ 33

(72)発明者 ライナー ヴィリッヒ
ドイツ連邦共和国 タム フエルバッハ-ヴェーク 21

(72)発明者 マティアス マイアー
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン カイザーシュトラーセ 69

(72)発明者 ブルクハルト クールマン
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン アウフ デア プロス 18

(72)発明者 マティアス ライマン
ドイツ連邦共和国 ディツィングен シーンブリックシュトラーセ 9

(72)発明者 エアミン エシュ
ドイツ連邦共和国 プリーツハウゼン ゼーダンシュトラーセ 29

(72)発明者 ハンス-ディーター シュヴァルツ
ドイツ連邦共和国 バーリンゲン ヴェッテガッセ 9

(72)発明者 ミヒヤエル ファイト
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン フクスハルデヴェーク 11

(72)発明者 クリストフ ラング
アメリカ合衆国 カリフォルニア クパチーノ メディナ レーン (番地なし)

(72)発明者 ウド-マルティン ゴメス
ドイツ連邦共和国 レオンベルク ブルッケンバッハシュトラーセ 17/1

審査官 梶田 真也

(56)参考文献 独国特許出願公開第102005004775(DE, A1)
特表2006-515423(JP, A)
特開2000-146590(JP, A)
特表2006-504112(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 01 C	19 / 56	-	19 / 5783
G 01 P	15 / 00	-	15 / 16