

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6273029号
(P6273029)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int.Cl.	F I
GO 1 C 19/5755 (2012.01)	GO 1 C 19/5755
GO 1 C 19/574 (2012.01)	GO 1 C 19/574
GO 1 R 33/02 (2006.01)	GO 1 R 33/02 L

請求項の数 13 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-550590 (P2016-550590)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成27年1月21日(2015.1.21)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2017-506337 (P2017-506337A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成29年3月2日(2017.3.2)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/051055		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02015/117817		番地なし)
(87) 国際公開日	平成27年8月13日(2015.8.13)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成28年10月5日(2016.10.5)	(74) 代理人	100114890
(31) 優先権主張番号	102014202053.0		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
(32) 優先日	平成26年2月5日(2014.2.5)		ンハルト
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100116403
			弁理士 前川 純一
		(74) 代理人	100135633
			弁理士 二宮 浩康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ装置、及び、少なくとも一つのサイズモ系質量要素を有するセンサ装置の動作方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも一つの第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)と、

少なくとも一つの第2のサイズモ系質量要素(10b)と、

少なくとも、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の振動運動を第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1の空間方向(16a)における第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の第1の調和振動となるように、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)を振動運動させるための駆動装置(14)と、

を備えたセンサ装置において、

前記駆動装置(14)を用いてさらに、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の振動運動を前記第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1の空間方向(16a)における前記第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の前記第1の調和振動となり、かつ、前記第1の空間方向(16a)に対して交差する方向の第2の空間方向(16b)に前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の前記振動運動を投影したものが、前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f1)と等しくない第2の周波数(f2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の第2の調和振動となるように、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)を振動運動させることができ、

前記駆動装置(14)は、

前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f_1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、前記第1の空間方向(16a)における前記第2の周波数(f_2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f_1)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位、及び/又は、前記第1の空間方向(16a)における前記第2の周波数(f_2)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位に関する少なくとも一つの第3のパラメータを求め、

求めた前記少なくとも一つの第3のパラメータを考慮して、前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報、又は、磁界の、前記第3の空間方向(16c)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を、特定して出力するように構成されている、
ことを特徴とするセンサ装置。

10

【請求項2】

前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の振動運動を前記第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)の前記第1の調和振動に対して非対称となり、かつ、前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の前記振動運動を第2の空間方向(16b)に投影したものが、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)の前記第2の調和振動に対して非対称となるように、前記駆動装置(14)を用いて前記第2のサイズモ系質量要素(10b)を振動運動させることができる、
請求項1に記載のセンサ装置。

20

【請求項3】

前記第1のサイズモ系質量要素(10a)は、少なくとも一つの結合構造部(26)を介して前記第2のサイズモ系質量要素(10b)に接続されている、
請求項1又は2に記載のセンサ装置。

【請求項4】

前記駆動装置(14)は、

前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)における前記第1の周波数(f_1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、及び/又は、前記第3の空間方向(16c)における前記第1の周波数(f_1)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位に関する少なくとも一つの第1のパラメータを求め、

30

求めた前記少なくとも一つの第1のパラメータを考慮して、前記第2の空間方向(16b)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報、又は、磁界の、前記第2の空間方向(16b)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を、特定して出力する

ように構成されている、請求項1乃至3のいずれか一項に記載のセンサ装置。

【請求項5】

前記駆動装置(14)は、

前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)における前記第2の周波数(f_2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、及び/又は、前記第3の空間方向(16c)における前記第2の周波数(f_2)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位に関する少なくとも一つの第2のパラメータを求め、

40

求めた前記少なくとも一つの第2のパラメータを考慮して、前記第1の空間方向(16a)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報、又は、磁界の、前記第1の空間方向(16a)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を、特定して出力する

ように構成されている、請求項1乃至4のいずれか一項に記載のセンサ装置。

【請求項6】

50

前記駆動装置(14)は、前記第1の空間方向(16a)において離隔されて前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)及び/又は前記第2のサイズモ系質量要素(10b)に配置された少なくとも一つの電極(40a, 40b)、前記第2の空間方向(16b)において離隔されて前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)及び/又は前記第2のサイズモ系質量要素(10b)に配置された少なくとも一つの電極(40c, 40d)、及び/又は、前記第3の空間方向(16c)において離隔されて前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)及び/又は前記第2のサイズモ系質量要素(10b)に配置された少なくとも一つの電極(40e, 40f)を備えている、請求項1乃至5のいずれか一項に記載のセンサ装置。

【請求項7】

前記センサ装置は、サイズモ系質量要素(10a, 10b)として、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)及び前記第2のサイズモ系質量要素(10b)のみを有する、請求項1乃至6のいずれか一項に記載のセンサ装置。

【請求項8】

前記センサ装置は、回転速度センサ部品、回転速度センサ、ローレンツ力方式磁界センサ用の部品、又は、ローレンツ力方式磁界センサである、請求項1乃至7のいずれか一項に記載のセンサ装置。

【請求項9】

少なくとも一つの第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)と少なくとも一つの第2のサイズモ系質量要素(10b)とを有するセンサ装置の動作方法であって、

少なくとも、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の振動運動を第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1の空間方向(16a)における第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の第1の調和振動となるように、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)を振動運動させるステップを有する動作方法において、

さらに、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の振動運動を前記第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1の空間方向(16a)における前記第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の前記第1の調和振動となり、かつ、前記第1の空間方向(16a)に対して交差する方向の第2の空間方向(16b)に前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の前記振動運動を投影したものが、前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f1)と等しくない第2の周波数(f2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の第2の調和振動となるように、前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)を振動運動させ(S1)

前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、前記第1の空間方向(16a)における前記第2の周波数(f2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、前記第2の空間方向(16b)における前記第1の周波数(f1)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位、及び/又は、前記第1の空間方向(16a)における前記第2の周波数(f2)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)

求めた前記少なくとも一つの第3のパラメータを考慮して、前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報、又は、磁界の、前記第3の空間方向(16c)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を特定する(S5)、

ことを特徴とする動作方法。

【請求項10】

前記少なくとも一つの第2のサイズモ系質量要素(10b)の振動運動を前記第1の空間方向(16a)に投影したものが、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)の前記第

10

20

30

40

50

1の調和振動に対して非対称的に振動し、かつ、前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の振動運動を前記第2の空間方向(16b)に投影したものが、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)の前記第2の調和振動に対して非対称的に振動するように、前記第1のサイズモ系質量要素(10a)と共にさらに、前記第2のサイズモ系質量要素(10b)も振動運動させる(S2)、
請求項9に記載の動作方法。

【請求項11】

前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)における前記第1の周波数(f1)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、及び/又は、前記第3の空間方向(16c)における前記第1の周波数(f1)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位に関する少なくとも一つの第1のパラメータを求め、

求めた前記少なくとも一つの第1のパラメータを考慮して、前記第2の空間方向(16b)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報を、又は、磁界の、前記第2の空間方向(16b)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を特定する(S3)、

請求項9又は10に記載の動作方法。

【請求項12】

前記第1の空間方向(16a)及び前記第2の空間方向(16b)に対して交差する方向の第3の空間方向(16c)における前記第2の周波数(f2)での前記第1のサイズモ系質量要素(10, 10a)の周期的な変位、及び/又は、前記第3の空間方向(16c)における前記第2の周波数(f2)での前記第2のサイズモ系質量要素(10b)の周期的な変位に関する少なくとも一つの第2のパラメータを求め、

求めた前記少なくとも一つの第2のパラメータを考慮して、前記第1の空間方向(16a)を中心とする前記センサ装置の回転運動に関する少なくとも一つの情報、又は、磁界の、前記第1の空間方向(16a)に沿った方向の成分に関する少なくとも一つの情報を特定する(S4)、

請求項9乃至11のいずれか一項に記載の動作方法。

【請求項13】

前記センサ装置としての回転速度センサ又はローレンツ力方式磁界センサを動作させる、
請求項9乃至12のいずれか一項に記載の動作方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はセンサ装置に関する。本発明はまた、少なくとも一つのサイズモ系質量要素を有するセンサ装置の動作方法にも関する。

【背景技術】

【0002】

従来技術

独国特許出願公開第102008042369号明細書(DE 10 2008 042 369 A1)に、回転速度センサ装置用の結合構造と、これを備えた回転速度センサ装置とが記載されている。独国特許出願公開第102008042369号明細書に記載された、第1の回転軸回りの物体の回転と第2の回転軸回りの物体の回転との双方を検出するための回転速度センサ装置は少なくとも、第1の空間方向において所与の周波数で調和振動し得る第1のサイズモ系質量要素と、第2の空間方向において同一の周波数で調和振動し得る第2のサイズモ系質量要素とを有する。独国特許出願公開第102008042369号明細書の、全三つの空間方向における物体の回転を検出するための回転速度センサ装置は、少なくとも三つのサイズモ系質量要素を有する。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】独国特許出願公開第102008042369号明細書

【0004】

発明の開示

本発明は、請求項1に記載の構成を備えたセンサ装置と、請求項10に記載の特徴を有する、サイズモ系質量要素を備えたセンサ装置の動作方法とを提供するものである。

【0005】

発明の利点

本発明により、一つのセンサ装置に必要なサイズモ系質量要素の数を削減することができる。例えば、本発明により、最大二つのサイズモ系質量要素、特に一つのサイズモ系質量要素のみを備えた、三つのセンシング軸を有するセンサ装置を実現することができる。特に、本発明により、最大二つのサイズモ系質量要素、特に一つのみのサイズモ系質量要素を有し、かつ、全三つの空間方向を中心とする回転可能物体の回転速度を測定できる回転速度センサ装置を実現することができる。よって、本発明によりセンサ装置の小型化が可能になる。その上、本発明を使用すると、センサ装置をより軽量化することもできる。本発明によってセンサ装置の小型化が実現可能であることにより、センサ装置を測定位置に配置することが容易になる。さらに、より小型かつより軽量の構成のセンサ装置は、回転運動を検出又は測定したい対象である物体に、より簡単に取り付けることができる。

【0006】

一つの有利な実施形態では、センサ装置はさらに、少なくとも一つの第2のサイズモ系質量要素を有する。第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第1の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第1の調和振動に対して非対称となり、かつ、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第2の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第2の調和振動に対して非対称となるように、駆動装置を用いて第2のサイズモ系質量要素を振動運動させることができる。「第2のサイズモ系質量要素の振動が非対称である」とは、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第1の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第1の調和振動に対して180°の位相角だけ位相シフトし乃至逆位相であり、かつ、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第2の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第2の調和振動に対して180°の位相角だけ位相シフトし乃至逆位相であることをいうことができる。第1のサイズモ系質量要素の振動運動に対して第2のサイズモ系質量要素の振動運動がこのように非対称であることにより、駆動装置によって行われ得る信号処理が容易になり、かつ、誤差の自動的なフィルタリング除去も容易になる。

【0007】

例えば、少なくとも一つの結合構造部を介して第1のサイズモ系質量要素を第2のサイズモ系質量要素に接続することができる。特に、独国特許出願公開第102008042369号明細書に記載された結合構造部を、両サイズモ系質量要素の接続のために用いることができることを述べておく。しかし、上述の少なくとも一つの結合構造部は、同刊行物の結合構造部でしか実現できないものではない。

【0008】

有利には駆動装置は、第1の空間方向及び第2の空間方向に対して交差する方向の第3の空間方向における第1の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位、及び/又は、当該第3の空間方向における第1の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位に関する少なくとも一つの第1のパラメータを求め、この求めた少なくとも一つの第1のパラメータを考慮して、少なくとも、第2の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動に関する情報、又は、磁界の、当該第2の空間方向に沿った方向の成分に関する情報を、特定して出力するように構成されている。斯かる構成により、センサ装置において、例えば回転レート、角速度、回転速度、回転強度、回転力及び/又は磁界強度を特定することができるセンシング軸が、第2の空間方向において実現される。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

磁界センサとして動作するためには、電流伝送線を用いてサイズモ系質量要素に周期的に通電する。その電流の方向は、機械的励振の軸に相当する。

【 0 0 1 0 】

上述の実施形態に代えて、又は、これと共に併用して、駆動装置は、第1の空間方向及び第2の空間方向に対して交差する方向の第3の空間方向における第2の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位、及び/又は、当該第3の空間方向における第2の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位に関する少なくとも一つの第2のパラメータを求め、この求めた少なくとも一つの第2のパラメータを考慮して、少なくとも、第1の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動に関する情報、又は、磁界の、当該第1の空間方向に沿った方向の成分に関する情報を、特定して出力するようにも構成することができる。よって、特に上記にて挙げた値に対応して、センサ装置においてさらにもう一つのセンシング軸が実現される。

10

【 0 0 1 1 】

また駆動装置は、第2の空間方向における第1の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位、第1の空間方向における第2の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位、第2の空間方向における第1の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位、及び/又は、第1の空間方向における第2の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位に関する少なくとも一つの第3のパラメータを求め、この求めた少なくとも一つの第3のパラメータを考慮して、少なくとも、第1の空間方向及び第2の空間方向に対して交差する方向の第3の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動に関する情報、又は、磁界の、当該第3の空間方向に沿った方向の成分に関する情報を、特定して出力するようにも構成することができる。このようにしてセンサ装置において、第1の空間方向及び第2の空間方向により定まる平面に対して交差する方向の(有利には直交する)第3のセンシング軸も実現することができる。このようにして、使用されるサイズモ系質量要素が最大二つ、特に一つのみであるにもかかわらず、三つのセンシング軸を有するセンサ装置が実現される。

20

【 0 0 1 2 】

他の一つの実施形態では駆動装置は、第1の空間方向において離隔されて第1のサイズモ系質量要素及び/又は第2のサイズモ系質量要素に配置された少なくとも一つの電極、第2の空間方向において離隔されて第1のサイズモ系質量要素及び/又は第2のサイズモ系質量要素に配置された少なくとも一つのフラップ電極、及び/又は、第3の空間方向において離隔されて第1のサイズモ系質量要素及び/又は第2のサイズモ系質量要素に配置された少なくとも一つの電極を備えている。斯かる場合、この少なくとも一つの電極は、第1のサイズモ系質量要素及び/又は第2のサイズモ系質量要素を所望の振動運動にするために使用することができ、また、上記にて特定した少なくとも一つの第1のパラメータ、第2のパラメータ及び/又は第3のパラメータを求めるためにも使用することができる。このようにして、多機能、低コストかつ簡単に製造可能な部品を、駆動装置に備えつけることができる。

30

【 0 0 1 3 】

磁界センサとして動作するための他の一つの有利な実施形態では、電流伝送路はサイズモ系質量要素の懸架ばねを介して敷設されている。

40

【 0 0 1 4 】

有利には、センサ装置はサイズモ系質量要素として第1のサイズモ系質量要素及び第2のサイズモ系質量要素のみを有する。これにより、センサ装置を比較的小型かつ軽量に構成することができる。

【 0 0 1 5 】

有利にはセンサ装置は、回転速度センサ部品、回転速度センサ、ローレンツ力方式磁界センサ用の部品、又は、ローレンツ力方式磁界センサとすることができる。斯かる構成により、多数の用途に対応した有利なセンサ装置を実現することができる。

50

【0016】

上述の利点は、少なくとも一つのサイズモ系質量要素を有するセンサ装置を動作させるための、対応する方法を実施する際にも、保証されるものである。本方法は、センサ装置の上述の実施形態に対応して発展させることができる。

【0017】

以下、図面を参照して、本発明の別の特徴及び利点を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】第1の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【図2】第2の実施形態のセンサ装置の概略図である。

10

【図3】第3の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【図4】第4の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【図5】第5の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【図6】少なくとも一つのサイズモ系質量要素を有するセンサ装置の動作方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

本発明の実施形態

図1は、第1の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【0020】

20

図1に概略的に示されたセンサ装置は、サイズモ系質量要素10を一つだけ有する。「サイズモ系質量要素10」とは、当該サイズモ系質量要素が(固定位置の)保持部12に対して変位可能であるように、(図示されていない)少なくとも一つのばね及び/又は(図示されていない)少なくとも一つの結合構造部を介して保持部12に接続されている質量要素をいうことができる。

【0021】

センサ装置はさらに、サイズモ系質量要素10を振動運動させるための駆動装置14も有する。サイズモ系質量要素10を振動運動させることは、駆動装置14を用いて、当該サイズモ系質量要素10の振動運動を第1の空間方向/空間軸16aに投影したものが、第1の空間方向16aにおける第1の周波数 f_1 での当該サイズモ系質量要素10の第1の調和振動となり、かつ、サイズモ系質量要素10の振動運動を第2の空間方向/空間軸16bに投影したものが、第2の空間方向16bにおける第2の周波数 f_2 での当該サイズモ系質量要素10の第2の調和振動となるように、行うことができる。第2の周波数 f_2 は第1の周波数 f_1 に等しくない。また、第2の空間方向16bの向きは、第1の空間方向16aに対して斜行している。特に、第1の空間方向16aの向きと第2の空間方向16bの向きとを互いに直交させることができる。

30

【0022】

図1において、サイズモ系質量要素10の振動運動は、矢印18によって描画されている。有利には、サイズモ系質量要素10が保持部に対する振動運動から、第1の空間方向16a及び第2の空間方向16bに対して斜行する方向の第3の空間方向16cにおいても変位可能となるように、当該サイズモ系質量要素10は保持部12に接続されている。第3の空間方向/空間軸16cの向きは特に、空間方向16a及び16bによって定まる平面に対して直交し、第1の空間方向16aに対して直交し、及び/又は、第2の空間方向16bに対して直交することができる。

40

【0023】

図1のセンサ装置のサイズモ系質量要素10は一つだけであるが、駆動装置14を適切に構成することにより、少なくとも二つのセンシング軸/空間方向16a, 16b及び16c、特に三つのセンシング軸/空間方向16a, 16b及び16cにおけるセンサ装置(乃至、センサ装置による検査対象である回転可能な物体)の回転運動に関する情報、又は、磁界(図示されていない)の磁界強度に関する情報を少なくとも特定することができ

50

る。(これについては、下記にて詳細に説明する。)駆動装置14によって出力され得る上述の少なくとも一つの情報は、例えば、回転レート、角速度、回転速度、回転強度、回転力及び/又は磁界強度とすることができる。しかし、上記にて列挙した、駆動装置14により特定可能な情報の例は、単なる例であると解すべきものである。

【0024】

図1のセンサ装置は、高周波振動する少なくとも二つの振動質量要素を備えた従来技術の回転速度センサや、高周波振動する少なくとも二つの振動質量要素を備えた従来の磁力計と、同じ機能を果たすことができる。特に、サイズモ系質量要素10を第1の高周波振動(第1の空間方向16aにおける第1の周波数 f_1 での高周波振動)と第2の高周波振動(第2の空間方向16bにおける第2の周波数 f_2 での高周波振動)とに同時に励振できることにより、従来は併用する必要があった少なくとももう一つの高周波振動する振動質量要素を削減することができる。このことは、第1の調和振動と同時に(同一の)サイズモ系質量要素10の第2の調和振動を引き起こすことができることにより、サイズモ系質量要素10の多機能性が実現され、これにより、従来は追加的に必要であった少なくとも一つの振動質量要素が不要となる、と言い換えることもできる。よって、図1のセンサ装置はその多面性にもかかわらず、小型化かつ軽量化することができる。

10

【0025】

図2は、第2の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【0026】

図2に概略的に示されたセンサ装置はサイズモ系質量要素10を有し、これは、四つの輪状ばね部20を介して保持部12に接続されている。例えば、サイズモ系質量要素10は直方体形の基本構造を有し、この直方体の、保持部12に対して直交する各稜線部から、それぞれ一つの輪状ばね部20が、保持部12にある係留領域22まで延在している。斯かる輪状ばね部20により、第1の空間方向16aと、第2の空間方向16bと、第3の空間方向16cとにおいて選択的に、サイズモ系質量要素10が変位できるという利点が保証される。しかし、図2に示された、四つの輪状ばね部20を介してサイズモ系質量要素10を保持部12に結合した構成は、単なる一例であると解すべきことを述べておく。輪状ばね部20に代えて、又は輪状ばね部20と共に、他の種類のばね部を介してサイズモ系質量要素10を保持部12に接続することも可能である。

20

【0027】

図2のセンサ装置も、矢印18により表された振動運動をサイズモ系質量要素10にさせるための上述の駆動装置14を備えている。これにより、図2に示されたサイズモ系質量要素10も、第1の空間方向16aにおいて第1の周波数 f_1 で調和振動するように、かつ、第2の空間方向16bにおいて第2の周波数 f_2 で調和振動するように励振することができる。

30

【0028】

図3は、第3の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【0029】

図3のセンサ装置は、駆動装置14によって矢印18により描画された振動運動をさせることができる第1のサイズモ系質量要素10aの他に、さらに第2のサイズモ系質量要素10bも有する。この「第2のサイズモ系質量要素10b」も、(図示されていない)少なくとも一つのばね及び/又は(図示されていない)少なくとも一つの結合構造部を介して保持部12に接続されている質量要素をいうことができる。第2のサイズモ系質量要素10bの振動運動を第1の空間方向16aに投影したものが、第1のサイズモ系質量要素10aの第1の調和振動に対して非対称となり、かつ、第2のサイズモ系質量要素10bの振動運動を第2の空間方向16bに投影したものが、第1のサイズモ系質量要素10aの第2の調和振動に対して非対称となるように、駆動装置14を用いて第2のサイズモ系質量要素10bに、矢印24によって表された振動運動をさせることができる。よって、矢印24によって表された振動運動状態にされた第2のサイズモ系質量要素10bは、第1の空間方向16aにおいて第1の周波数 f_1 で調和運動し、かつ、第2の空間方向1

40

50

6 bにおいて第2の周波数 f_2 で調和運動する。さらに、第2のサイズモ系質量要素10 bの振動運動を第1の空間方向16 aに投影したものは、第1のサイズモ系質量要素10 aの第1の調和振動に対して 180° の位相角だけ位相シフトし、かつ、第2のサイズモ系質量要素10 bの振動運動を第2の空間方向16 bに投影したものが、第1のサイズモ系質量要素10 aの第2の調和振動に対して 180° の位相角だけ位相シフトする。矢印18及び24によって描画された、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの相互間の振動の非対称性は、「調和振動が逆位相である」と言い換えることもできる。

【0030】

両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの振動運動が非対称であることにより、センサ装置により出力され得る少なくとも一つの情報を特定するための信号処理が容易になる。その上、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの振動運動が非対称であることにより、誤差信号の自動的なフィルタリング除去も実現される。その例については従来技術から既に公知であるため、ここでは詳細に説明しない。

【0031】

有利には、少なくとも一つの結合構造部26を介して第1のサイズモ系質量要素10 aを第2のサイズモ系質量要素10 bに接続することができる。斯かる結合構造部26により、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの振動運動の所望の非対称性を容易に実現することができる。例えば、独国特許出願公開第102008042369号明細書に記載された結合構造部を、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの接続のために用いることができる。しかし、サイズモ系質量要素10 a及び10 bの結合手段は、同刊行物の結合構造部のいずれかの使用に限定されることはないことを述べておく。

【0032】

図4は、第4の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【0033】

図4のセンサ装置では、各サイズモ系質量要素10 a及び10 bはそれぞれ四つの輪状ばね部20を介して保持部12に接続されている。さらに、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bは結合構造部26を介して互いに接続されており、この結合構造部26は、両サイズモ系質量要素10 a及び10 b間の中央を延在する第1の対称軸28を基準として鏡像対称であり、かつ、両サイズモ系質量要素10 a及び10 bの中央と交差する第2の対称軸30を基準として鏡像対称に構成されている。各サイズモ系質量要素10 a及び10 bからそれぞれ、第2の対称軸30に沿って第1のウェブ部分32が延在しており、これは、結合構造部26の八つの撓みばね34により構成された冠状体に結合されている。さらに、この八つの撓みばね34により構成される冠状体は、二つの第2のウェブ部分36を介して保持部12に接続されており、この第2のウェブ部分36はそれぞれ、第1の対称軸28に沿って、保持部12にある一つの係留領域38まで延在している。各ウェブ部分32及び36の両側には、それぞれ一つの撓みばね34が結合されており、第1のウェブ部分32に結合された撓みばね34はそれぞれ、第2のウェブ部分36に結合された撓みばね34のいずれか一つに接続されている。各撓みばねはU字形である。総てのU字形の撓みばねの端部は、冠状体の内側を向いている。第1のウェブ部分32に結合された撓みばね34は、第1の対称軸28に沿った比較的小さい力によって伸長することができる。第2のウェブ部分36に結合された撓みばね34も同様に、第2の対称軸30に沿った比較的小さい力によって伸長することができる。しかし、サイズモ系質量要素10 a及び10 bの振動運動の所望の非対称性を保証できるのは、図4に示された結合装置26だけではないことを述べておく。

【0034】

図5は、第5の実施形態のセンサ装置の概略図である。

【0035】

図5の実施形態では、駆動装置14は二つの第1の電極40 aと二つの第2の電極40 bとを備えており、第1の電極40 aのうち一方と第2の電極40 bのうち一方とは、第1の空間方向16 aにおいて離隔されて第1のサイズモ系質量要素10 aに配置されてお

り、かつ、第1の電極40aのうち他方と第2の電極40bのうち他方とは、第1の空間方向16aにおいて離隔されて第2のサイズモ系質量要素10bに配置されている。各第1の電極40aはそれぞれ、各サイズモ系質量要素10a及び10bの、結合構造部26とは反対側に位置する。各第2の電極40bはそれぞれ、対応するサイズモ系質量要素10a又は10bと結合構造部26との間に位置する。第1の電極40a及び第2の電極40bは有利には、平板電極40a及び40bとして形成されている。好適には、平板電極40a及び40bとしての第1の電極40a及び第2の電極40bの向きは、第2の空間方向16b及び/又は結合構造部26の(図示されていない)第1の対称軸28に対して平行である。

【0036】

追加的に、駆動装置14は二つの第3の平板電極40cと二つの第4の平板電極40dとを備えており、第3の電極40cのうち一方と第4の電極40dのうち一方とは、第2の空間方向16bにおいて離隔されて第1のサイズモ系質量要素10aに配置されており、かつ、第3の電極40cのうち他方と第4の電極40dのうち他方とは、第2の空間方向16bにおいて離隔されて第2のサイズモ系質量要素10bに配置されている。サイズモ系質量要素10aと10bとが同時に、それぞれ対応する第3の電極40cに向かう方向に振動するように、又は、それぞれ対応する第3の電極40cから離れる方向に同時に振動するように、第3の電極40cは位置決めされている。このことは、二つの第3の電極40cが互いに非対称的に位置するとも言い換えることができる。また第4の電極40dも、サイズモ系質量要素10aと10bとが同時に、それぞれ対応する第4の電極40dに向かう方向に振動するように、又は、それぞれ対応する第4の電極40dから離れる方向に同時に振動するように、互いに非対称的にセンサ装置に配置することができる。第3の電極40c及び第4の電極40dも、平板電極40c及び40dとすることができる。平板電極40c及び40dとしては好適には、第3の電極40c及び第4の電極40dの向きは、第1の空間方向16a及び/又は結合構造部26の(図示されていない)第2の対称軸30に対して平行である。

【0037】

さらに、駆動装置14は二つの第5の電極40eと二つの第6の電極40fとを備えており、第5の電極40eのうち一方と第6の電極40fのうち一方とは、第3の空間方向16cにおいて離隔されて第1のサイズモ系質量要素10aに配置されており、かつ、第5の電極40eのうち他方と第6の電極40fのうち他方とは、第3の空間方向16cにおいて離隔されて第2のサイズモ系質量要素10bに配置されている。第5の電極40eも、サイズモ系質量要素10aと10bとが同時に、それぞれ対応する第5の電極40eに向かう方向に振動するように、又は、それぞれ対応する第5の電極40eから離れる方向に同時に振動するように位置決めすることができる。第6の電極40fも、サイズモ系質量要素10aと10bとが同時に、それぞれ対応する第6の電極40fに向かう方向に振動するように、又は、それぞれ対応する第6の電極40fから離れる方向に同時に振動するように配置することができる。第5の電極40e及び第6の電極40fは、平板電極40e及び40fとすることができる。斯かる場合、有利には、第5の電極40e及び第6の電極40fの向きは、両空間方向16a及び16b(乃至、両対称軸28及び30)によって定まる平面に対して平行であり、及び/又は、第3の空間方向16cに対して垂直である。

【0038】

各電極40a乃至40fはそれぞれ、対向電極としての隣接するサイズモ系質量要素10a又は10bと共に、容量性の平行平板コンデンサを実現する。電極40a乃至40dは、サイズモ系質量要素10a及び10bを励振して所望の振動運動をさせるため、また、コリオリ力又はローレンツ力に基づいて(振動運動の他にさらに)サイズモ系質量要素10a及び10bの変位運動を求める/検出するためにも使用することができる。例えば駆動装置14は、クロック制御により電極40a乃至40dを駆動のために、又は求める/検出するために使用するように構成することができる。反復実施される第1のクロック

10

20

30

40

50

周期中には、駆動装置 14 はサイズモ系質量要素 10 a 及び 10 b の第 1 の調和振動を励振するために、第 1 の電極 40 a 及び / 又は第 2 の電極 40 b に、第 1 の周波数 f_1 で変化する電圧を印加することができ、かつ、サイズモ系質量要素 10 a 及び 10 b の第 2 の調和振動を励振するために、第 3 の電極 40 c 及び / 又は第 4 の電極 40 d に、第 2 の周波数 f_2 で変化する電圧を印加することができる。各二つの第 1 のクロック周期中に実施される第 2 のクロック周期中に、駆動装置 14 は、電極 40 a 乃至 40 d の各コンデンサに生じた電圧及び / 又は容量を求めることができる。第 1 の電極 40 a 及び / 又は第 2 の電極 40 b によって、第 1 の空間方向 16 a におけるサイズモ系質量要素 10 a 及び 10 b の変位運動を求めることができる。第 3 の電極 40 c 及び / 又は第 4 の電極 40 d では、第 2 の空間方向 16 b におけるサイズモ系質量要素 10 a 及び 10 b の変位運動を検出することができる。クロック制御により電極 40 a 乃至 40 d を駆動検出電極として多重動作方式により使用する他に択一的に、さらに他の電極をセンサ装置に設けることもできる。電極 40 e 及び 40 f は、第 3 の空間方向 16 c におけるサイズモ系質量要素 10 a 及び 10 b の変位運動を検出するために用いることができる。

【0039】

図 1 から図 4 までの実施形態でも、同時に複数周波数で励振するため、及び / 又は、変位運動を検出するために、電極 40 a 乃至 40 f を設けることができる。しかし、上述のいずれの実施形態においても、平板電極 40 a 乃至 40 f として構成された電極 40 a 乃至 40 f に代えて他の種類の電極を、例えば櫛形電極を設けることも可能である。また、いずれの実施形態においても、サイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の有利な同時複数周波数励振を行うため、及び / 又は、その変位運動を求める / 検出するため、磁気アクチュエータ及び / 又は圧電アクチュエータを用いることも可能である。

【0040】

図 1 から図 5 までの実施形態では、センサ装置は回転速度センサ部品乃至回転速度センサとして構成されている。各センサ装置は小型かつ軽量に製造できるので、各センサ装置が、回転可能な物体の回転時に共に回転するように、センサ装置を回転可能な物体に簡単に配置 / 固定することができる。回転可能な物体が、これに取り付けられたセンサ装置と共に回転する限りは、コリオリ力によって、駆動運動に対して垂直かつ回転軸に対して垂直に、少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の変位運動が生じる。少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b のこの変位運動は、駆動装置 14 の少なくとも一つの測定要素を用いて特定 / 測定することができる。駆動装置 14 のこの少なくとも一つの測定要素は、例えば容量式測定要素（特に電極 40 a 乃至 40 f）、圧電式測定要素、ピエゾ抵抗式測定要素及び / 又は磁気式測定要素とすることができる。次に、駆動装置 14 は自己の電子回路を用いて、少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の上述の特定 / 測定された変位運動を解析し、これにより、センサ装置乃至回転可能な物体の行われた回転運動についての情報を特定及び出力することができる。例えば駆動装置 14 は、少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の変位運動を表す少なくとも一つのパラメータを考慮して、回転レート、回転速度、角速度、回転強度及び / 又は回転力を特定して出力するように構成することができる。センサ装置乃至回転可能な物体の回転運動についての情報としては、回転可能な物体が回転したことを示す信号 / 警報信号のみが出力されるように構成することも可能である。

【0041】

また、上述の実施形態に基づいて、ローレンツ力方式磁界センサを実現することもできる。斯かるローレンツ力方式磁界センサでは、磁界が、少なくとも一つの運動中のサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b に及ぼされるローレンツ力を発生させ、このローレンツ力もまた、駆動運動及び磁界に対して垂直方向における当該少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の変位運動を生じさせる。よって駆動装置 14 は、少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の変位運動を表す少なくとも一つのパラメータを考慮して、磁界の磁界強度についての情報を特定して出力するよう

10

20

30

40

50

にも構成することができる。磁界の磁界強度についての情報として信号／警報信号も、駆動装置によって出力されるように構成することができる。よって、上記のいずれのセンサ装置も（場合によっては変更を加えた態様で）、ローレンツ力方式磁界センサ用の部品として、又はローレンツ力方式磁界センサとして使用することもできる。

【 0 0 4 2 】

回転速度センサの場合も、またローレンツ力方式磁界センサの場合も、比較的簡単かつ低コストの電子回路を用いて駆動装置 1 4 を構成できることを述べておく。よって、センサ装置に必要なサイズモ系質量要素 1 0 , 1 0 a 及び 1 0 b の削減によってだけでなく、駆動装置 1 4 用に簡単な構成の電子回路を使用できることによっても、上記のセンサ装置の構成を非常にコンパクトかつ高面積効率とすることができる。

10

【 0 0 4 3 】

いずれのセンサ装置においても、駆動装置 1 4 は、第 3 の空間方向 1 6 c における第 1 の周波数 f_1 での第 1 のサイズモ系質量要素 1 0 若しくは 1 0 a の周期的な変位、及び／又は、第 3 の空間方向 1 6 c における第 1 の周波数 f_1 での第 2 のサイズモ系質量要素 1 0 b の周期的な変位についての少なくとも一つの第 1 のパラメータを求めるように構成することができる。次に、この求めた少なくとも一つの第 1 のパラメータを考慮して、第 2 の空間方向 1 6 b を中心とするセンサ装置（乃至回転可能な物体）の回転運動／部分回転運動についての、又は、磁界の、第 2 の空間方向 1 6 b に沿った方向の成分についての少なくとも一つの情報を特定して出力することができる。少なくとも一つのサイズモ系質量要素 1 0 , 1 0 a 及び 1 0 b が第 1 の空間方向 1 6 a において第 1 の周波数 f_1 で調和振動している間、センサ装置（乃至、センサ装置による検査対象である回転可能な物体）が第 2 の空間方向 1 6 b を中心として回転運動／部分回転運動することにより、又は、第 2 の空間方向 1 6 b に沿った方向の成分（ 0 ）を有する磁界により、第 3 の空間方向 1 6 c に沿った向きのコリオリ力／ローレンツ力が生じる（ 0 ）。この第 3 の空間方向 1 6 c に沿った向きのコリオリ力／ローレンツ力（ 0 ）によって、第 3 の空間方向 1 6 c において（乃至、空間方向 1 6 a と 1 6 b とによって定まる平面から）第 1 の周波数 f_1 での少なくとも一つのサイズモ系質量要素 1 0 , 1 0 a 及び 1 0 b の周期的な変位が発生する。駆動装置 1 4 は、斯かる物理学的な事実を利用することができる。

20

【 0 0 4 4 】

また駆動装置 1 4 は、第 3 の空間方向 1 6 c における第 2 の周波数 f_2 での第 1 のサイズモ系質量要素 1 0 若しくは 1 0 a の周期的な変位、及び／又は、当該第 3 の空間方向 1 6 c における第 2 の周波数 f_2 での第 2 のサイズモ系質量要素 1 0 b の周期的な変位に関する少なくとも一つの第 2 のパラメータを求め、この求めた少なくとも一つの第 2 のパラメータを考慮して、少なくとも、第 1 の空間方向 1 6 a を中心とするセンサ装置の回転運動／部分回転運動に関する情報を、又は、磁界の、当該第 1 の空間方向 1 6 a に沿った方向の成分に関する情報を、特定して出力するようにも構成することができる。これにより、第 1 の空間方向 1 6 a を中心とするセンサ装置の回転運動／部分回転運動が、又は、第 1 の空間方向 1 6 a に沿った方向の成分（ 0 ）を有する磁界が、第 3 の空間方向 1 6 c に沿った向きのコリオリ力／ローレンツ力（ 0 ）を、乃至、第 3 の空間方向 1 6 c における空間方向 1 6 a と 1 6 b とにより定まる平面からの少なくとも一つのサイズモ系質量要素 1 0 , 1 0 a 及び 1 0 b の周期的な変位を引き起こすときの、第 2 の空間方向 1 6 b における第 2 の周波数 f_2 での少なくとも一つのサイズモ系質量要素 1 0 , 1 0 a 及び 1 0 b の運動も、第 1 の空間方向 1 6 a を中心とするセンサ装置（乃至、センサ装置による検査対象の回転可能な物体）の回転運動／部分回転運動を求めるために、又は、第 1 の空間方向 1 6 a における磁界の磁界強度を求めるために利用することができる。

30

40

【 0 0 4 5 】

上述の実施態様に代えて、又は、これと共に、駆動装置 1 4 は、第 2 の空間方向 1 6 b における第 1 の周波数 f_1 での第 1 のサイズモ系質量要素 1 0 若しくは 1 0 a の周期的な変位についての、第 1 の空間方向 1 6 a における第 2 の周波数 f_2 での第 1 のサイズモ系質量要素 1 0 若しくは 1 0 a の周期的な変位についての、第 2 の空間方向 1 6 b における

50

第1の周波数 f_1 での第2のサイズモ系質量要素 10 b の周期的な変位についての、及び / 又は、第1の空間方向 16 a における第2の周波数 f_2 での第2のサイズモ系質量要素 10 b の周期的な変位についての、少なくとも一つの第3のパラメータを求めるように構成することも可能である。場合によっては、駆動装置 14 は、この求めた少なくとも一つの第3のパラメータを考慮して、第3の空間方向 16 c を中心とするセンサ装置（乃至回転可能な物体）の回転運動 / 部分回転運動についての、又は、磁界の、第3の空間方向 16 c に沿った方向の成分についての少なくとも一つの情報を特定して出力するように構成することが有利となり得る。少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b が第1の空間方向 16 a において第1の周波数 f_1 で振動運動しているとき、センサ装置（乃至、センサ装置による検査対象である回転可能な物体）が第3の空間方向 16 c を中心として回転運動 / 部分回転運動することにより、又は、第3の空間方向 16 c に沿った方向の成分（0）を有する磁界により、第2の空間方向 16 b において第1の周波数 f_1 での当該少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b の周期的な変位が生じる。斯かる状況においても、少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b が第2の空間方向 16 b において第2の周波数 f_2 で振動することにより、第1の空間方向 16 a に沿った向きのコリオリ力 / ローレンス力が発生し、これにより、当該少なくとも一つのサイズモ系質量要素 10, 10 a 及び 10 b は第1の空間方向 16 a において第2の周波数 f_2 で周期的に変位する。斯かる物理学的な事実も、駆動装置 14 によって利用することができる。

【0046】

上述の少なくとも一つの第1のパラメータを求めるためには、図5の実施形態では、例えば、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第5の電極 40 e との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第5の電極 40 e との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_e として測定し、かつ、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第6の電極 40 f との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第6の電極 40 f との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_f として測定することができる。次に、第1の周波数 f_1 による差分容量信号 C_e と C_f との差の復調を、上述の少なくとも一つの第1のパラメータとしてさらに処理して、情報を特定することができる。少なくとも一つの第2のパラメータとしては、第2の周波数 f_2 による差分容量信号 C_e と C_f との差の復調を求めることができる。上述の少なくとも一つの第3のパラメータを求めるためには、図5の実施形態では例えば、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第1の電極 40 a との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第1の電極 40 a との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_a として測定し、かつ、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第2の電極 40 b との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第2の電極 40 b との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_b として測定することができる。次に、第2の周波数 f_2 による差分容量信号 C_a と C_b との差の復調により、少なくとも一つの第3のパラメータを特定することができる。上述の態様に代えて、又は、当該態様と共に、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第3の電極 40 c との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第3の電極 40 c との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_c として測定し、かつ、第2のサイズモ系質量要素 10 b とこれに隣接する第4の電極 40 d との間に存在する容量から、第1のサイズモ系質量要素 10 a とこれに隣接する第4の電極 40 d との間に存在する容量を差し引いた差を、差分容量信号 C_d として測定することも可能である。第1の周波数 f_1 による差分容量信号 C_c と C_d との差の復調によっても、少なくとも一つの第3のパラメータを特定することができる。

【0047】

オプションとして、図5の実施形態において第1の周波数 f_1 による差分容量信号 C_a と C_b との差の復調、及び / 又は、第2の周波数 f_2 による差分容量信号 C_c と C_d との

10

20

30

40

50

差の復調を、駆動検出のために使用することも可能である。図5のセンサ装置の駆動の仕方によって、自ずと、第1の周波数 f_1 による差分容量信号 C_a と C_b との差の復調、及び/又は、第2の周波数 f_2 による差分容量信号 C_c と C_d との差の復調を行うことにより、(周波数 f_1 と f_2 とが異なることによって)センサ検出のノイズの無い駆動運動を測定することができるだけでなく、例えばノイズ信号や外乱信号を抑圧するための追加の冗長性も保証できることとなる。

【0048】

このようにして有利には、最大二つのサイズモ系質量要素10、10a又は10bを使用して、特に一つのサイズモ系質量要素10のみを使用して、全三つの空間方向16a、16b及び16cについての情報/値を特定するために、(第1の空間方向16aにおける第1の周波数 f_1 での)第1の調和振動と(第2の空間方向16bにおける第2の周波数 f_2 での)第2の調和振動とが重畳したものということもできる、少なくとも一つのサイズモ系質量要素10、10a及び10bの振動運動を利用することができる。よって、サイズモ系質量要素10、10a又は10bが最大二つであるにもかかわらず、各センサ信号のセンシング軸を三つとすることができる。図3から図5までのいずれの実施形態においても、サイズモ系質量要素10a及び10bとして第1のサイズモ系質量要素10a及び第2のサイズモ系質量要素10bしか含まない/備えていないにもかかわらず、比較的多数のセンシング軸を保証できると同時に逆平行振動の利点も保証されることも述べておく。

【0049】

図6は、少なくとも一つのサイズモ系質量要素を有するセンサ装置の動作方法の一実施形態を説明するためのフローチャートである。

【0050】

ここで詳細に説明する方法は、例えば、上記にて説明したいずれのセンサ装置によっても実施することができる。しかし、本方法は、斯かるセンサ装置を用いてしか実施できないものではないことを述べておく。

【0051】

ステップS1において、少なくとも一つの(第1の)サイズモ系質量要素の振動運動を第1の空間方向/空間軸に投影したものが、第1の空間方向における第1の周波数での当該(第1の)サイズモ系質量要素の第1の調和振動となり、かつ、当該第1の空間方向に対して交差する方向の第2の空間方向に当該(第1の)サイズモ系質量要素の振動運動を投影したものが、第2の空間方向における第1の周波数と等しくない第2の周波数での当該(第1の)サイズモ系質量要素の第2の調和振動となるように、当該(第1の)サイズモ系質量要素を振動運動させる。

【0052】

オプションとして、ステップS1と時間的に重複して/同時に、ステップS2も行う。ステップS2では、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第1の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第1の調和振動に対して非対称的に振動し、かつ、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第2の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第2の調和振動に対して非対称的に振動するように、(第1のサイズモ系質量要素と共にさらに)少なくとも一つの第2のサイズモ系質量要素も振動運動させる。このことは、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第1の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第1の調和振動に対して180°位相シフトする/逆位相となり、かつ、第2のサイズモ系質量要素の振動運動を第2の空間方向に投影したものが、第1のサイズモ系質量要素の第2の調和振動に対して180°位相シフトする/逆位相となる、と言い換えることもできる。

【0053】

さらに、後続のステップS3からS5までの少なくとも一つを追加的に実施することができる。ステップS3において、第1の空間方向及び第2の空間方向に対して交差する方向の第3の空間方向における第1の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位

10

20

30

40

50

、及び/又は、第3の空間方向における第1の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位についての少なくとも一つの第1のパラメータを求める。次に、この求めた少なくとも一つの第1のパラメータを考慮して、第2の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動/部分回転運動についての、又は、磁界の、第2の空間方向に沿った方向の成分についての少なくとも一つの情報を特定する。

【0054】

またステップS4において、第3の空間方向における第2の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位、及び/又は、当該第3の空間方向における第2の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位に関する少なくとも一つの第2のパラメータを求めることもできる。その際には、この求めた少なくとも一つの第2のパラメータを考慮して、少なくとも、第1の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動/部分回転運動に関する情報、又は、磁界の、当該第1の空間方向に沿った方向の成分に関する情報を特定する。

10

【0055】

ステップS3及びS4に代えて、又は、これと共に、ステップS5において、第2の空間方向における第1の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位についての、第1の空間方向における第2の周波数での第1のサイズモ系質量要素の周期的な変位についての、第2の空間方向における第1の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位についての、及び/又は、第1の空間方向における第2の周波数での第2のサイズモ系質量要素の周期的な変位についての少なくとも一つの第3のパラメータを求めることも可能である。有利にはその後、この求めた少なくとも一つの第3のパラメータを考慮して、第3の空間方向を中心とするセンサ装置の回転運動/部分回転運動についての、又は、磁界の、第3の空間方向に沿った方向の成分についての少なくとも一つの情報を特定する。上述の少なくとも一つの第1、第2及び/又は第3のパラメータの例については、上記にて既に説明した。

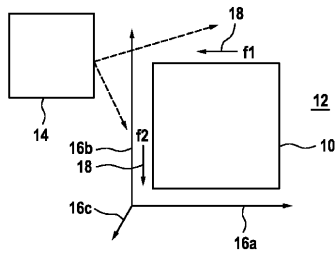
20

【0056】

ここで述べた方法を用いて、上記のセンサ装置として回転速度センサ又はローレンツ力方式磁界センサを動作させることができる。このことによって、上記にて既に挙げた利点が奏される。

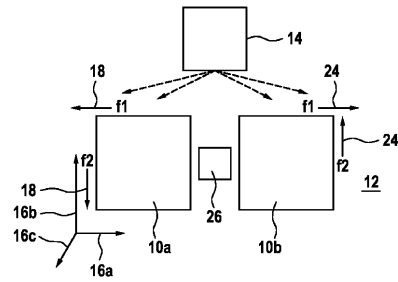
【 図 1 】

Fig. 1



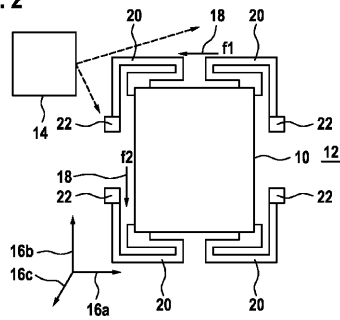
【 図 3 】

Fig. 3



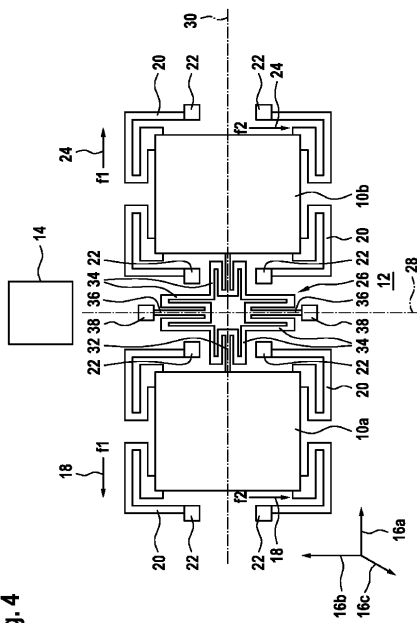
【 図 2 】

Fig. 2



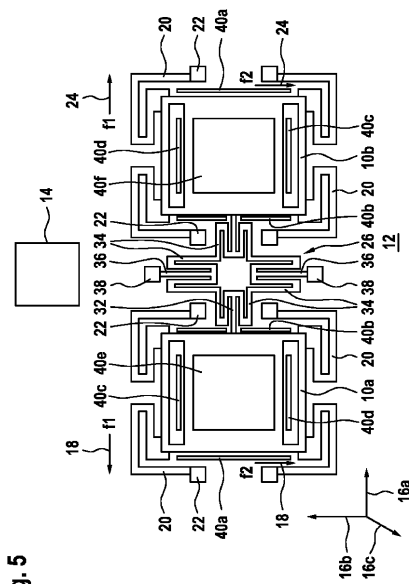
【 図 4 】

Fig. 4



【 図 5 】

Fig. 5



【 6 】

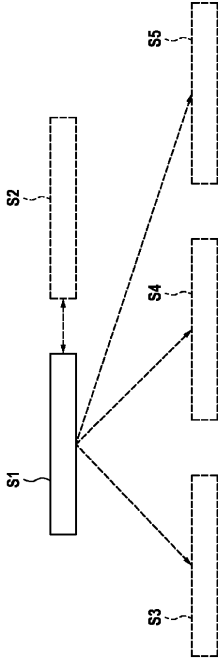


Fig. 6

フロントページの続き

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 ローベアト マウル

ドイツ連邦共和国 プフォアツハイム ハイダハシュトラーセ 7

(72)発明者 ミルコ ハッタス

ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート エアツベアガーシュトラーセ 19

(72)発明者 ロルフ シェーベン

ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート ミッテンフェルトシュトラーセ 3

審査官 八木 智規

(56)参考文献 特開2009-198206(JP,A)

特開2012-202799(JP,A)

米国特許出願公開第2013/98153(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/00 - 19/72

G01R 33/02