

(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2005-24310

(P2005-24310A)

(43) 公開日 平成17年1月27日(2005.1.27)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 C 19/56	GO 1 C 19/56	2 F 1 0 5
GO 1 P 9/04	GO 1 P 9/04	
HO 1 L 41/08	HO 1 L 41/08	Z
HO 1 L 41/18	HO 1 L 41/18	I O 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2003-187758 (P2003-187758)	(71) 出願人	000104722 京セラキンセキ株式会社 東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号
(22) 出願日	平成15年6月30日 (2003. 6. 30)	(72) 発明者	判治 元康 東京都狛江市和泉本町1丁目8番1号 キンセキ株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 AA02 AA03 AA06 AA08 BB01 BB13 CD02 CD06

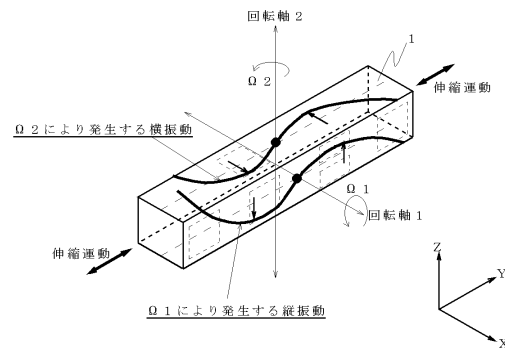
(54) 【発明の名称】 慣性センサ

(57) 【要約】

【課題】 圧電振動式慣性センサを用いて、ひとつのセンサ素子を励振させ、その振動方向と直交する2軸を中心に回転させたとき、その角速度を独立して同時に測定するセンサを得ることを目的とする。

【解決手段】 課題を解決するために本発明は、センサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、振動方向に平行な軸と直交する2本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する2軸検出式の慣性センサにおいて、励振振動のモードとして伸縮振動を用い、コリオリ力を検出するときの振動モードとして、屈曲振動を用いたことで課題を解決する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

直方体のセンサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、振動方向に平行な軸と直交する 2 本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する 2 軸検出式の慣性センサにおいて、
励振振動のモードとして伸縮振動を用い、コリオリ力を検出するときの振動モードとして、屈曲振動を用いたことを特徴とする慣性センサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の慣性センサにおいて、
初期に励振させる振動周波数を F_E 、コリオリ力発生により誘発される振動モードに関する振動体の固有振動数を、それぞれ F_{f1} 、 F_{f2} としたとき、
 $F_{f1} < F_E < F_{f2}$
となることを特徴とする慣性センサ。

【請求項 3】

直方体で + X カット水晶を用いたセンサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、Y 軸振動方向に平行な軸と直交する X 軸と Z 軸の 2 本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する 2 軸検出式の慣性センサにおいて、
励振振動のモードとして伸縮振動を用い、コリオリ力を検出するときの振動モードとして、屈曲振動を用いたことを特徴とする慣性センサ。

【請求項 4】

請求項 3 記載の慣性センサにおいて、
初期に励振させる振動周波数を F_E 、コリオリ力発生により誘発される振動モードに関する振動体の固有振動数を、それぞれ F_{f1} 、 F_{f2} としたとき、
 $F_{f1} < F_E < F_{f2}$
となることを特徴とする慣性センサ。

【請求項 5】

請求項 2 と請求項 4 の慣性センサにおいて、
 $|F_{f1} - F_E| / F_E$ 及び、 $|F_{f2} - F_E| / F_E$ の値が 0.011 から 0.038
であることを特徴とする慣性センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

圧電振動式慣性センサにおいて、ひとつのセンサ素子を励振させ、その振動方向と直交する 2 軸を中心に回転させたとき、その角速度を独立して同時に測定する慣性センサに関する。

【0002】

【従来技術】

従来より多く用いられる素子の一例として音叉型センサ素子を図 5 に示す。これは、音叉型センサ素子の振動部 2 枝 (2) の一方に励振用電極を付加し、これに交流電圧を印加することで 2 枝は共振状態となり、音叉型センサ素子は固有の振動周波数をもって一方向に振動を開始する。この状態で、振動方向に平行な第 1 軸と直交する、第 2 軸を中心に回転を加えたとき、更に直交する第 3 軸方向に発生するコリオリ力の大きさを、電荷量として振動部 2 枝の他方に具備した検出用電極により検出するものである。

【0003】

この方法では、回転軸 (第 2 軸) をひとつしか取れず、複数の軸を中心に回転している角速度を計測するには、それぞれの軸に合わせて回転軸の数だけセンサが必要となる。

【0004】

これら慣性センサは、圧電振動式角速度センサ (PVG) と呼ばれ、一軸方向に速度 $V_{sin}(t)$ を持って振動している質量 m の物体に、この振動方向と直交する第 2 軸を中心

として加速度を伴って回転運動を与えると、加速度系に現れる慣性力（見かけの力）のひとつとして、コリオリ力 F_c が発生する。この時、角速度を ω とすると、

$$F_c = 2m \omega v \sin(\theta) \dots (1式)$$

で表すことができる。1式から、コリオリ力は角速度の大きさに比例することが判る。

【0005】

また、圧電センサ素子が、コリオリ力の大きさに応じて発生する機械的歪に対応して電荷発生量が比例することから、この電荷量を電氣的に計測する方法で角速度の大きさを検知することが可能となる。

【0006】

そして、これら慣性センサは、ロボット・車両・航空機などに搭載され、移動の状態把握、姿勢制御、移動体の軌跡確認、画像補正処理（手ブレセンサ）などに使用されている。

【0007】

近年では、センシング情報の多様化により、複数の異種のセンサとを組み合わせる「ハイブリッド化」や、省スペース化により複数のセンサ素子をひとつの容器に組込んで、複数の作用軸に対応して計測をする「多軸一体化」（特許文献1、2）などが行われている。

【0008】

【特許文献1】

特開平07-092175号公報

【特許文献2】

特開2000-314744号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

従来は、計測精度向上を求め、センサ単体の分解能を重点的に開発されてきた。しかし、近年では、計測情報の多様化や、更なる小型化が要求され、単にひとつの物理量を計測するだけに留まらず、たとえば、加速度センサと角速度センサとを組み合わせ、演算処理により移動体の航跡を読み取ったり、現在位置を判定するなどのセンサのハイブリッド化や、デジタルスチルカメラ（DSC）、カメラ付き携帯端末などの小型製品・省スペース内への採用に対応すべく、小型の角速度センサの要求が高まっている。

【0010】

また、カメラなどを手で保持して撮影する場合、手ブレの発生する軸としては2つの軸が存在する。従って、現在では一台のカメラに2個の角速度センサが搭載されている。これは、著しくスペースを占有することになり、小形の汎用DSCや、カメラ付き携帯端末などに組込むことが困難となっている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

今、DSC、カメラ付き携帯端末などは、ますますの高画素化が進行しており、画像品位を向上させる方向にある。その中で、センサが組込め無い為画像補正処理が出来ず、手ブレにより発生する画像の「ぼけ」は画像品位を著しく劣化させる原因となる。

【0012】

本発明が解決しようとするのは、従来の手ブレセンサ一個分と同等か、それ以下の大きさの容器内に、ひとつのセンサ素子を用い、2軸方向の角速度を同時に独立して計測できる角速度センサを提案するもので、小型・省スペース化された製品へも使用することを可能とするものである。

【0013】

そこで本発明は、直方体のセンサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、振動方向に平行な軸と直交する2本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する2軸検出式の慣性センサにおいて、励振振動のモードとして伸縮振動を用い、コリオリ力を検出するときの振動モードとして、屈曲振動を用いたことを特徴とする慣性センサである。

【0014】

10

20

30

40

50

そして、直方体のセンサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、振動方向に平行な軸と直交する2本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する2軸検出式の慣性センサにおいて、初期に励振させる振動周波数を F_E 、コリオリ力発生により誘発される振動モードに關与する方向の振動体の固有振動数を、それぞれ F_{f1} 、 F_{f2} としたとき、 $F_{f1} < F_E < F_{f2}$ となることを特徴とするものである。

【0015】

また、直方体のセンサ素子の振動部を一方向に励振させた状態で、振動方向に平行な軸と直交する2本の軸を中心に回転させた時、それぞれの回転により発生するコリオリ力の大きさを、それぞれ独立して検出する2軸検出式の慣性センサにおいて、初期に励振させる振動周波数を F_E 、コリオリ力発生により誘発される振動モードに關与する方向の振動体の固有振動数を、それぞれ F_{f1} 、 F_{f2} としたとき、

10

$|F_{f1} - F_E| / F_E$ 及び、 $|F_{f2} - F_E| / F_E$ の値が0.011から0.038の範囲にとることで、ひとつのセンサ素子を励振させ、その振動方向と直交する2軸を中心に回転させたとき、2つの屈曲振動モードの縮退現象を回避できると共に、最適な感度に設定することで可能となり、その角速度を独立して同時に測定する慣性センサを得ることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に従ってこの発明の実施例を説明する。なお、各図において同一の符号は同様の対象を示すものとする。本発明における角速度センサについて、素子材料に圧電結晶である水晶を用いた例について、図を参照しながらその実施例について詳述する。図1は、センサ素子の構成図であり、図中、1は水晶素子、2は支持構造体、3は励振振動用の電極（励振電極）、4は、X軸と平行な回転軸1を中心として回転したときの角速度（1）により発生するコリオリ力を検知するための電極（検出1）、及び、5は、Z軸と平行な回転軸2を中心として回転したときの角速度（2）により発生するコリオリ力を検知するための電極（検出2）を示す。更に、直交座標方位は、水晶結晶の切り出し方位を示す。そしてセンサ素子の形状は直方体である。

20

【0017】

図2は、励振の方向と、角速度印加時のコリオリ力発生により誘起される振動モードを示すもので、描画が煩雑になるため、それぞれの電極は省略してある。そして、図3には図1に記載したセンサ素子断面位置での電極配置をそれぞれ表したものである。図3(a)は図1のA-A断面部の電極配置で、図3(b)は図1のB-B断面部の電極配置で、図3(c)は図1のC-C断面部の電極配置を示すものである。なお電極はそれぞれ2端子構成となり、支持構造体2の表面を經由して外部の回路と接続されている。

30

【0018】

上記センサ素子において、外部の励振回路（発振回路）と励振用電極3とを接続し、交流電圧を印加すると、水晶素子1はY軸と平行方向に伸縮運動が発生し、縦振動が誘発される。この状態で、回転軸1を中心として角速度1を加えると、コリオリ力が発生し、Y-Z平面と平行な面に沿う様に屈曲振動が誘発される。

40

【0019】

また、回転軸2を中心として角速度2を加えると、同様にコリオリ力が発生し、X-Y平面と平行な面に沿う様に屈曲振動が誘発される。この屈曲振動の機械歪により発生した電荷（圧電効果）は、それぞれ検出1、及び、検出2の電極に誘導され、支持構造体2の表面を經由して外部にある検出回路に接続される。これら独立した信号は検出回路内で、交流信号として増幅された後、回転方向を判定する手段として励振信号と位相比較・整流された後、直流信号となりセンサ信号として独立して出力される。ここで応用として、ふたつの信号を融合して演算処理をすると、回転軸1、2から形成される平面上の任意の軸の回転による角速度も検知することが可能となる。

【0020】

50

なお、図 4 に示すのは本発明の特徴である素子に対して初期に励振させる振動周波数を F_E 、コリオリ力発生により誘発される振動モードに關与する方向の振動体の固有振動数を、それぞれ F_{f1} 、 F_{f2} としたとき、 $|F_{f1} - F_E| / F_E$ 及び、 $|F_{f2} - F_E| / F_E$ の値が 0.011 から 0.038 の範囲が最適であることを示すグラフである。上記の範囲外で例えば 0.011 以下の場合には縮退現象が発生してしまい、0.038 を越すと著しく感度が低下することを示すものである。本実施例では、支持点として X 軸方向または Z 軸方向を固定するが、支持構造を簡素化するために Y 軸の片端を固定しても良い。

【0021】

【発明の効果】

本発明では動作中の本センサ素子に、2 方向の回転軸を中心に回転を印加すると、センサ素子には、1 つの縦振動と、直交する 2 つの屈曲振動の合計 3 種類の振動モードが成立することになる。この屈曲振動の周波数は、励振振動である縦振動周波数に支配的であるが、センサ素子構造上（寸法上）、屈曲振動が成立する 2 軸の周波数（それぞれの固有周波数）が近似していると、相互振動モードの縮退現象により、他軸の振動を検出するような誤動作が発生する。本発明では、センサ素子が持つ基本的な 2 つの屈曲振動の周波数を、励振周波数値を境に上下に分離し、振動モードの縮退現象を回避することを可能とし、2 振動間の振動モレを無くすことで、精度・確度の高い計測を可能としたものである。

10

【0022】

なお、この時の離調度（励振振動と、それぞれの屈曲振動との周波数の差）は、縦振動の周波数を F_E 、一方の屈曲振動周波数を F_{f1} 、他方の屈曲振動周波数を F_{f2} としたとき、

20

$$F_{f1} < F_E < F_{f2} \quad \dots \dots (2 \text{ 式})$$

の条件の下に、

$$(F_E - F_{f1}) / F_E \quad \dots \dots (3 \text{ 式})$$

及び、

$$(F_{f2} - F_E) / F_E \quad \dots \dots (4 \text{ 式})$$

の値が、0.011 から 0.038 の間になるように設定すれば、コリオリ力を効率良く屈曲振動に変換することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

30

【図 1】本発明のセンサ素子の外観図である。

【図 2】本発明のセンサ素子の角速度印可時の振動モードを示す概念図である。

【図 3】図 1 のそれぞれの振動箇所（断面部）での電極配置図である。

【図 4】本発明の初期に励振させる振動周波数 F_E と、コリオリ力発生により誘発される振動モードに關与する方向の振動体の固有振動数 F_{f1} 、 F_{f2} の最適領域を示すグラフである。

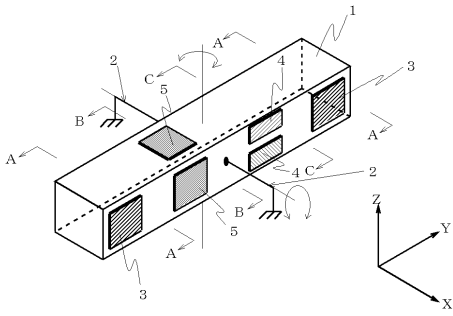
【図 5】従来技術で用いられる音叉型のセンサ素子の一例を示す平面図である。

【符号の説明】

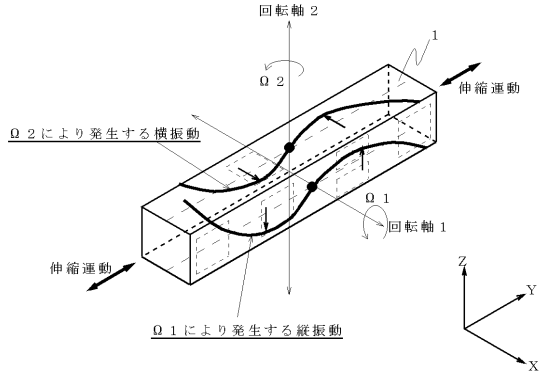
- 1 センサ素子本体
- 2 支持構造体
- 3 励振（縦振動）用電極
- 4 屈曲振動 1 の検出電極
- 5 屈曲振動 2 の検出電極

40

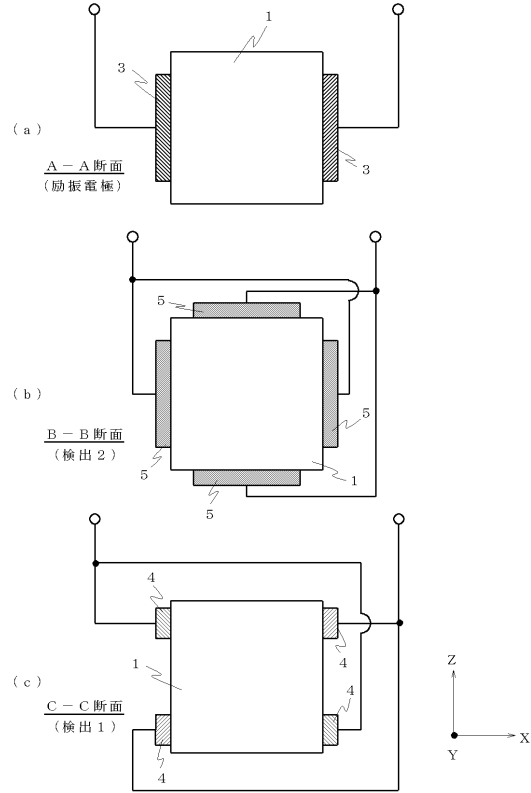
【図1】



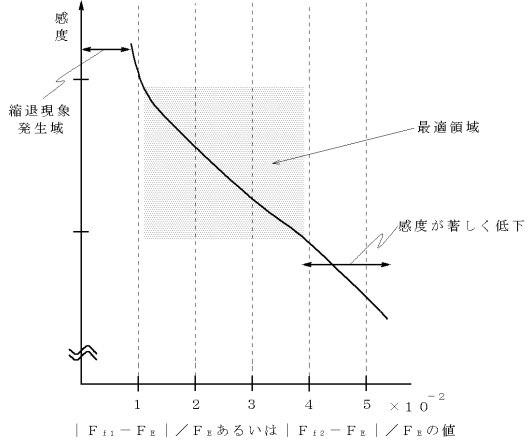
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

