

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5205725号  
(P5205725)

(45) 発行日 平成25年6月5日(2013.6.5)

(24) 登録日 平成25年3月1日(2013.3.1)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G O 1 C 19/5607 (2012.01)</b>	G O 1 C 19/56 1 O 7
<b>H O 1 L 41/08 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/08 Z
<b>H O 1 L 41/18 (2006.01)</b>	H O 1 L 41/18 1 O 1 Z

請求項の数 5 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2006-223807 (P2006-223807)
(22) 出願日	平成18年8月21日 (2006.8.21)
(65) 公開番号	特開2008-46058 (P2008-46058A)
(43) 公開日	平成20年2月28日 (2008.2.28)
審査請求日	平成21年6月19日 (2009.6.19)

(73) 特許権者	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(74) 代理人	100109667 弁理士 内藤 浩樹
(74) 代理人	100120156 弁理士 藤井 兼太郎
(74) 代理人	100137202 弁理士 寺内 伊久郎
(72) 発明者	大内 智 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニックエレクトロニクス株式会社 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、

Y軸回りの角速度又はZ軸回りの角速度を検出する検出素子を備え、

前記検出素子は、

支持部と、前記支持部からX軸方向に延在した2つの第1アームと、前記支持部からY軸方向に延在した4つの第2アームと、2つの前記第1アームのそれぞれに連結するとともに、実装基板に固定した2つの固定用アームと、4つの前記第2アームのそれぞれの先端部に連結した錘部とを備え、前記錘部のそれぞれには凹部を設けるとともに、前記凹部のそれぞれに前記第2アームの先端部を連結しており、前記第2アームのそれぞれは、Y-X-Yと各3方向に延在するように屈曲するとともに、前記錘部をX軸方向に駆動振動させる角速度センサ。

【請求項2】

前記錘部の凹部の深さは前記錘部の長さの0.25倍から0.4倍とした請求項1記載の角速度センサ。

【請求項3】

前記第1アームに第3アームを略直交方向に連結するとともに、前記第3アームの両端に

10

20

て前記実装基板に固定した請求項 1 記載の角速度センサ。

【請求項 4】

2つの前記第 2 アームには前記錘部を駆動振動させる駆動手段を配置し、他の 2つの前記第 2 アームには前記第 2 アームの歪を感知する感知手段を配置し、前記駆動手段および前記感知手段は圧電体を介在させた上部電極と下部電極とからなる請求項 1 記載の角速度センサ。

【請求項 5】

前記下部電極および前記圧電体は、全ての前記第 2 アーム上に配置した請求項 4 記載の角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、航空機、自動車、ロボット、船舶、車両等の移動体の姿勢制御やナビゲーション等、各種電子機器に用いる角速度を検出する角速度センサに関するものである。

【背景技術】

【0002】

以下、従来 of 角速度センサについて説明する。

【0003】

従来 of 角速度センサは、例えば、音さ形状や H 形状や T 形状等、各種形状の検出素子を振動させて、コリオリ力の発生に伴う検出素子の歪を電氣的に検知して角速度を検出する。

20

【0004】

例えば、互いに略直交した X 軸と Y 軸と Z 軸において、X 軸と Y 軸との X Y 平面に車両を配置した場合、ナビゲーション装置用の角速度センサでは、車両の X 軸周りや、Z 軸周りの角速度を検出する必要がある。

【0005】

従来、複数の検出軸 (X 軸、Y 軸、Z 軸) の角速度を検出する場合は、検出軸の数に対応するように複数の角速度センサを用いていた。また、Z 軸周りの角速度を検出するためには、Y X 平面に対して、検出素子を立設して用いていた。

【0006】

30

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献 1 が知られている。

【特許文献 1】特開 2001 - 208546 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記構成では、複数の検出軸の角速度を検出する場合、各々の検出軸に対応させて、複数の検出素子や複数の角速度センサを実装基板に実装するための実装面積を確保する必要があり、各種電子機器の小型化を図れないという問題点を有していた。

【0008】

40

本発明は上記問題点を解決し、複数の検出軸の角速度を検出する場合、複数の検出素子や複数の角速度センサを実装するための実装面積を確保する必要がなく、各種電子機器の小型化を図れる角速度センサを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために本発明は、検出素子は、支持部と、前記支持部から X 軸方向に延在した 2つの第 1 アームと、前記支持部から Y 軸方向に延在した 4つの第 2 アームと、2つの前記第 1 アームのそれぞれに連結するとともに、実装基板に固定した 2つの固定用アームと、4つの前記第 2 アームのそれぞれの先端部に連結した錘部とを備え、前記錘部のそれぞれには凹部を設けるとともに、前記凹部のそれぞれに前記第 2 アームの先端部

50

を連結しており、前記第2アームのそれぞれは、Y - X - Yと各3方向に延在するように屈曲するとともに、前記錘部をX軸方向に駆動振動させる構成である。

【発明の効果】

【0010】

上記構成により、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸に対して、第1アームをX軸方向に配置し、第2アームをY軸方向に配置した場合、例えば、錘部をX軸方向に駆動振動させれば、Y軸周りまたはZ軸周りの角速度に起因した歪を第2アームに発生させることができ、この歪を検知すれば各々の軸周りの角速度を検出できる。したがって、複数の検出軸の角速度を検出する場合、複数の検出素子や複数の角速度センサを実装するための実装面積を確保する必要がなく、1つの検出素子を実装するための実装面積を確保すればよく、各種電子機器の小型化を図ることができる。

10

【0011】

特に、錘部には凹部を設けるとともに凹部に第2アームの先端部を連結しており、第2アームを対向するまで折曲するとともに第2アームの対向方向に錘部を駆動振動させるので、駆動振動数を低くすることが可能である。一般的に、駆動振動数は検出素子の共振周波数に設定されるが、この共振周波数が大きくなるほど感度が低下する。上記構成によれば、検出素子の共振周波数を小さくできるので、第2アームの駆動振動数を低くことができ、回路側の位相設計が容易となり、感度を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

図1は本発明の一実施の形態における慣性力センサの一つである角速度センサの検出素子の斜視図、図2は同検出素子の動作状態図である。

20

【0013】

図1において、本発明の一実施の形態における角速度センサは、角速度を検出する検出素子1を備え、この検出素子1は、第1アーム2を第2アーム4に略直交方向に連結して形成した2つの直交アームと、2つの第1アーム2を支持する支持部6と、支持部6に一端を連結するとともに他端を実装基板(図示せず)に固定する2つの固定用アーム8とを有する。固定用アーム8の第1アーム2と支持部6とは略同一直線上に配置している。

【0014】

また、固定用アーム8は第1アーム2に第3アーム10を略直交方向に連結して形成した直交アームとするとともに、第3アーム10の両端に形成した固定部9にて検出素子1を実装基板に固定している。この際、固定部9どうしを連結して、第3アーム10を枠体形状にしてもよい。

30

【0015】

さらに、第2アーム4には第2アーム4自身と対向するまで折曲した対向部16を設け、第2アーム4の先端部には錘部11を連結している。この錘部11には凹部12を設け、この凹部12に第2アーム4の先端部を連結している。錘部11の凹部12の深さ(D)は錘部11の長さ(L)の0.25倍から0.4倍としている。

【0016】

4つの第2アーム4の内、互いに対向する一方の2つの第2アーム4の支持部6側には錘部11を駆動振動させる第1駆動手段17、第2駆動手段18を設けるとともに、互いに対向する他方の2つの第2アーム4の支持部6側には第2アーム4の歪を感知する第1感知手段19、第2感知手段20を設けている。

40

【0017】

この第1駆動手段17および第2駆動手段18は、2つの第2アーム4の錘部11を駆動させるための電極部であり、一方の第2アーム4に第1、第2駆動電極部17a、17bを対向配置させ、他方の第2アーム4に第3、第4駆動電極部18a、18bを対向配置させて形成している。これら第1～第4駆動電極部17a、17b、18a、18bは、圧電体を介在させた下部電極と上部電極とからなる。

【0018】

50

第1感知手段19および第2感知手段20は、2つの第2アーム4の歪を感知させるための電極部であり、一方の第2アーム4に第1、第2感知電極部19a、19bを対向配置させ、他方の第2アーム4に第3、第4感知電極部20a、20bを対向配置させて形成している。これら第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bは、圧電体を介在させた下部電極と上部電極とからなる。

【0019】

上記の第1～第4駆動電極部17a、17b、18a、18bおよび第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bは、シリコン基板上にPtからなる下部電極を高周波スパッタにて形成し、この下部電極の上部にPZT圧電体を高周波スパッタにて形成し、PZT圧電体の上部にAuからなる上部電極を蒸着にて形成すればよい。

10

【0020】

図2は同検出素子1の動作状態図である。

【0021】

互いに直交したX軸、Y軸、Z軸において、検出素子1の第1アーム2をX軸方向に配置して、第2アーム4をY軸方向に配置した場合、第1～第4駆動電極部17a、17b、18a、18bに共振周波数の交流電圧を印加すると、第1駆動手段17および第2駆動手段18が配置された第2アーム4を起点に第2アーム4が駆動振動し、それに伴って錘部11も第2アーム4の対向方向（実線の矢印と点線の矢印で記した駆動振動方向）に駆動振動する。また、4つの第2アーム4および4つの錘部11の全てが同調して第2アーム4の対向方向に駆動振動する。この検出素子1における駆動振動方向はX軸方向となる。

20

【0022】

このとき、例えば、Z軸の左回りに角速度が生じた場合は、錘部11の駆動振動と同調して、錘部11に対して駆動振動方向と直交した方向（実線の矢印と点線の矢印で記したコリオリ方向）にコリオリ力が発生するので、第2アーム4にZ軸の左回りの角速度に起因した歪を発生させることができる。この検出素子1のコリオリ方向はY軸方向となる。

【0023】

実線の矢印で記したコリオリ方向にコリオリ力が発生した場合は、第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bが設けられた第2アーム4において、第1感知電極部19aと第3感知電極部20aが第2アーム4の縮みを感知するとともに第2感知電極部19bと第4感知電極部20bが第2アーム4の伸びを感知し、点線の矢印で記したコリオリ方向にコリオリ力が発生した場合は、その逆方向の伸び縮みを感知する。

30

【0024】

そして、感知した伸び縮みに応じて、第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bから電圧が出力され、この出力電圧に基づき角速度が検出される。

【0025】

一方、Z軸の右回りに角速度が生じた場合は、Z軸の左回りに角速度が生じた場合とは正反対に、第2アーム4が伸び縮みし、この伸び縮みを第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bが感知するので、同様に角速度が検出される。

【0026】

また、Y軸周りに角速度が生じた場合も、錘部11の駆動振動と同調して、錘部11に対して駆動振動方向と直交した方向（Z軸方向）にコリオリ力が発生するので、第2アーム4にY軸周りの角速度に起因した歪を発生させ、第2アーム4の伸び縮みを第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bが感知することにより、角速度が検出される。

40

【0027】

なお、Z軸、Y軸周りに角速度が生じた場合に発生する歪は、第1～第4駆動電極部17a、17b、18a、18bが設けられた第2アーム4にも同様に発生するので、第1～第4感知電極部19a、19b、20a、20bを第1～第4駆動電極部17a、17b、18a、18bが設けられた第2アーム4に配置することも可能である。

50

## 【 0 0 2 8 】

上記構成により、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸に対して、第1アーム2をX軸方向に配置し、第2アーム4をY軸方向に配置した場合、例えば、錘部11を第2アーム4の対向方向に駆動振動させれば、Y軸周りまたはZ軸周りの角速度に起因した歪を第2アーム4に発生させることができ、この歪を検知すれば各々の軸周りの角速度を検出できる。したがって、複数の検出軸の角速度を検出する場合、複数の検出素子や複数の角速度センサを実装するための実装面積を確保する必要がなく、1つの検出素子を実装するための実装面積を確保すればよく、各種電子機器の小型化を図ることができる。

## 【 0 0 2 9 】

特に、錘部11には凹部12を設けるとともに凹部12に第2アーム4の先端部を連結しており、第2アーム4を対向するまで折曲するとともに第2アーム4の対向方向に錘部11を駆動振動させるので、駆動振動数を低くすることが可能である。

10

## 【 0 0 3 0 】

一般的に、駆動振動数は検出素子1の共振周波数に設定されるが、この共振周波数が大きくなるほど感度が低下する。上記構成によれば、検出素子1の共振周波数を小さくできるので、第2アーム4の駆動振動数を低くすることができ、回路側の位相設計が容易となり、感度を向上させることができる。

## 【 0 0 3 1 】

図3は、図1における検出素子1の錘部11の凹部12の深さ(D)と錘部11の長さ(L)に起因した共振周波数の変化を示すグラフである。

20

## 【 0 0 3 2 】

図3によれば、錘部11の凹部12の深さ(D)は錘部11の長さ(L)の0.25倍から0.4倍が望ましい。

## 【 0 0 3 3 】

なお、第1、第2駆動手段17、18および第1、第2感知手段19、20を形成する下部電極および圧電体を、検出素子1の全てのアーム上に配置した場合は、より駆動振動数を低くすることができ、感度を向上させることができる。

## 【 0 0 3 4 】

図4は、第2アーム4の幅に対して、第1、第2駆動手段17、18および第1、第2感知手段19、20のみに下部電極および圧電体を配置した場合と、検出素子1の全てのアーム上に下部電極および圧電体を配置した場合の第2アーム4の共振周波数の変化を示すグラフである。

30

## 【 0 0 3 5 】

図4によれば、第1、第2駆動手段17、18を配置した第2アーム4については、第1、第2駆動手段17、18および第1、第2感知手段19、20のみに配置するよりも、検出素子1の全てのアーム上に下部電極および圧電体を配置した方が、共振周波数が小さくなるので、駆動振動数を低くすることができる。

## 【 0 0 3 6 】

また、第1、第2感知手段19、20を配置した第2アーム4については、第1、第2駆動手段17、18および第1、第2感知手段19、20のみに配置するよりも、検出素子1の全てのアーム上に下部電極および圧電体を配置した方が、共振周波数が小さくなるので、駆動振動数を低くすることができる。

40

## 【 0 0 3 7 】

この際、第2アーム4の幅を細くすれば、第1、第2感知手段19、20を配置した第2アーム4の共振周波数をより小さくでき、駆動振動数をより低くすることができる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 3 8 】

本発明に係る慣性力センサは、複数の検出軸の慣性力を検出でき、各種電子機器に適用できるものである。

## 【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 3 9 】

【図 1】本発明の一実施の形態における角速度センサの検出素子の斜視図

【図 2】同検出素子の動作状態図

【図 3】同検出素子の錘部の凹部の深さと錘部の長さ起因した共振周波数の変化を示すグラフ

【図 4】同検出素子の下部電極および圧電体の配置箇所起因した共振周波数の変化を示すグラフ

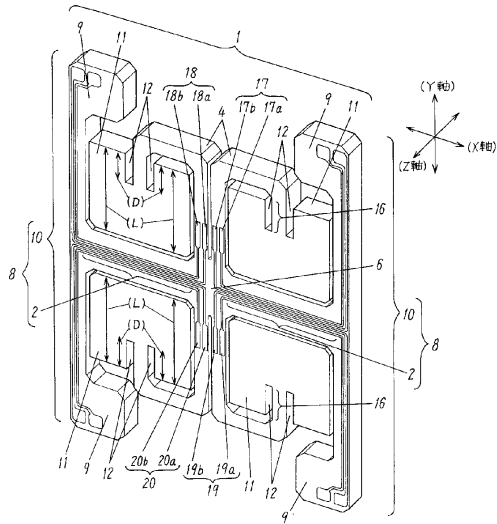
## 【符号の説明】

## 【 0 0 4 0 】

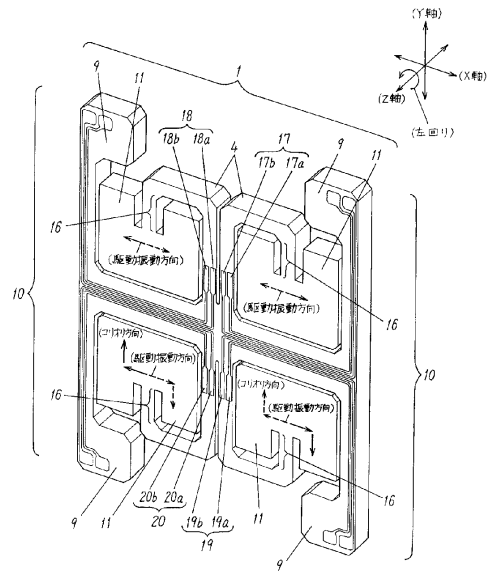
1	検出素子	10
2	第 1 アーム	
4	第 2 アーム	
6	支持部	
8	固定用アーム	
9	固定部	
10	第 3 アーム	
11	錘部	
12	凹部	
16	対向部	
17	第 1 駆動手段	20
17 a	第 1 駆動電極部	
17 b	第 2 駆動電極部	
18	第 2 駆動手段	
18 a	第 3 駆動電極部	
18 b	第 4 駆動電極部	
19	第 1 感知手段	
19 a	第 1 感知電極部	
19 b	第 2 感知電極部	
20	第 2 感知手段	
20 a	第 3 感知電極部	30
20 b	第 4 感知電極部	

【図1】

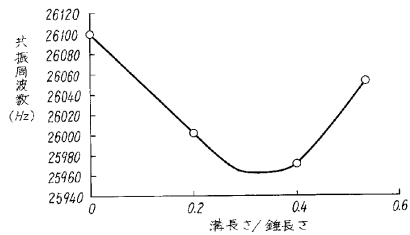
- 1 検出素子            17a 第1駆動電極部
- 2 第1アーム        17b 第2駆動電極部
- 4 第2アーム        18 第2駆動手段
- 6 支持部            18a 第3駆動電極部
- 8 固定用アーム    18b 第4駆動電極部
- 9 固定部            19 第1感知手段
- 10 第3アーム        19a 第1感知電極部
- 11 鍍部            19b 第2感知電極部
- 12 凹部            20 第2感知手段
- 16 対向部          20a 第3感知電極部
- 17 第1駆動手段    20b 第4感知電極部



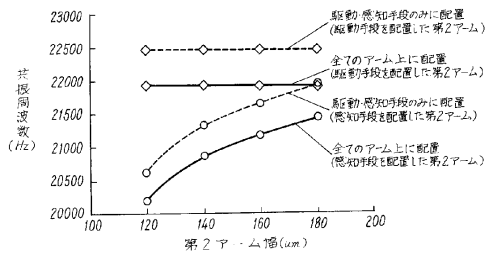
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 相澤 宏幸

大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

審査官 有家 秀郎

(56)参考文献 特開2007-108044(JP,A)  
特開2007-327758(JP,A)  
特開平11-230759(JP,A)  
特開2004-301510(JP,A)  
特開平08-327362(JP,A)  
特開2001-194155(JP,A)  
特開2000-074673(JP,A)  
特開平10-227642(JP,A)  
特開平08-152328(JP,A)  
特開2001-082963(JP,A)  
特開平11-344342(JP,A)  
特開2006-162313(JP,A)  
特表平11-502614(JP,A)  
特開2006-030125(JP,A)  
特開平10-047966(JP,A)  
特開平10-318756(JP,A)  
特開2005-283402(JP,A)  
特開平09-105634(JP,A)  
特開平09-178492(JP,A)  
特開2004-077351(JP,A)  
特開2001-241952(JP,A)  
特開2006-266969(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/56 - 19/5783