

(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2008-304409

(P2008-304409A)

(43) 公開日 平成20年12月18日(2008.12.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 P 15/10 (2006.01)	GO 1 P 15/10	
HO 1 L 41/08 (2006.01)	HO 1 L 41/08	Z
HO 1 L 41/09 (2006.01)	HO 1 L 41/08	C
HO 1 L 41/18 (2006.01)	HO 1 L 41/08	L
HO 1 L 41/22 (2006.01)	HO 1 L 41/18	1 O 1 A

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-153637 (P2007-153637)  
 (22) 出願日 平成19年6月11日 (2007.6.11)

(71) 出願人 000003104  
 エプソントヨコム株式会社  
 東京都日野市日野4 2 1-8  
 (74) 代理人 100095728  
 弁理士 上柳 雅誉  
 (74) 代理人 100107261  
 弁理士 須澤 修  
 (74) 代理人 100127661  
 弁理士 宮坂 一彦  
 (72) 発明者 渡辺 潤  
 東京都日野市日野4 2 1-8 エプソント  
 ヨコム株式会社内

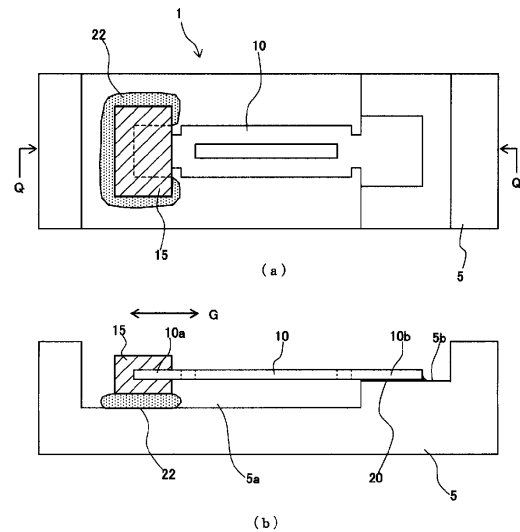
(54) 【発明の名称】 加速度検知ユニット及び加速度センサ

(57) 【要約】

【課題】 加速度の測定精度、感度に優れ、過度の応力にも破損しない加速度検知ユニットを得る。

【解決手段】 加速度印加によって変位しない固定部材 5、応力感応部を挟むよう応力感応部と連結された 2 つの固定端部とを有する双音叉型圧電振動素子 10、重り部材 15、緩衝部材 22 を備える。固定部材 5 は段差部 5 b と凹陷部 5 a とを有している。重り部材 15 は、双音叉型圧電振動素子 10 の一方の固定端部 10 a に重り部材 15 が固定され、他方の固定端部 10 b は固定部材 5 の段差部 5 b に接着剤 20 を用いて接着固定されている。そして、双音叉型圧電振動素子 10 の一方の固定端部 10 a に固定された重り部材 15 を、緩衝部材 22 を介して固定部材 5 の凹陷部 5 a の底面に支持するようにした。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

段差部と該段差部より張り出した凹陥部とを有し、加速度印加によって変位しない固定部材と、

応力感応部と該応力感応部を挟むよう該応力感応部と連結された 2 つの固定端部とを有する双音叉型圧電振動素子と、

前記双音叉型圧電振動素子の一方の固定端部に固定された重り部材と、

前記双音叉型圧電振動素子の他方の固定端部を前記固定部材の段差部に固定した状態で前記重り部材と前記凹陥部との間に設けられる緩衝部材と、  
を備えたことを特徴とする加速度検知ユニット。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載の加速度検知ユニットを備えたことを特徴とする加速度センサ。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、加速度検知ユニット及び加速度センサに関し、特に応力感応素子として双音叉型圧電振動素子を用い、該双音叉型圧電振動素子に加わる過度の応力に耐えられるように改善された加速度検知ユニット、及び加速度センサに関する。

**【背景技術】****【0002】**

加速度センサは、従来から自動車、航空機、ロケットから各種プラントの異常振動監視等にまで、広く使用されている。特許文献 1 には、加速度あるいは回転速度を測定することができる運動量センサが開示されている。図 4 は 1 次元の加速度を検出する加速度センサの平面図であり、印加された加速度を振動体の固有振動数の変化として検出するセンサである。センサ全体は金属あるいは圧電材料の板材を図示形状に打ち抜いて形成される。枠型振動体 40 の図中左端は固定部材 45 と一体であり、その最左端は基台に固定されている。右端は連結部 53 を介して付加質量 47 に固着され、図示した矢印 G 方向の加速度成分を検出する。両端を連結された振動脚 51、52 よりなる枠型の振動体 40 は、両者のパネ軸は平行であるが、図中破線で示したように、枠の長手方向の中心軸の両側に対称的に振動する屈曲振動を励振される。

20

30

この自由振動状態の枠の長手方向の両端に引っ張り力、あるいは圧縮力を印加すると、力に応じて振動数が変化し、その変化量から力の大きさを測定する。固定部材 45 の周囲は外枠状をしており、付加質量を支えると共に、その左右方向への直線運動のガイド部材を兼用している。

**【0003】**

図 5 は 2 次元の加速度センサを示す平面図であり、図 4 に示した枠型の振動体 40 と同様な 4 個の枠型の振動体 41 ~ 44 を備えている。これらはほぼ同一形状を有し、1 枚の板状素材から一体形成される。61 ~ 68 は夫々振動脚、53、73、74、75 は連結部、47 は付加質量で、4 個の枠型振動体 41 ~ 44 はその連結部が中心の付加質量 47 に連結されて、その周囲に 90° 間隔で放射状に配置され、それらの外端は固定部材 46 と一体となっている。

40

4 個の枠型振動体 41 ~ 44 は、図示しない電気 - 機械変換器と発振回路とによって自励振動している。図 5 の上下方向の加速度成分については、付加質量 47 の慣性力による枠型振動体 41、43 の周波数変化量を、水平方向の加速度成分は枠型振動体 42、44 の周波数変化量を測定することにより求めることができる。また、両成分の大きさと符号の比較により、センサ面内の任意の方向の加速度 G を求めることができると記述されている。

**【特許文献 1】**特開 2000 - 206141 公報

**【特許文献 2】**特開昭 60 - 39911 号公報

**【発明の開示】**

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の加速度センサでは、棒型振動体に対して垂直方向に過度の加速度が加わった場合、棒型振動体の変位に対して保護装置がなく、破損する虞があるという問題があった。また、垂直方向の加速度に対して全ての棒型振動体の周波数が変化し、測定誤差を引き起こすという問題もあった。

本発明は上記問題を解決するためになされたもので、過度の力、加速度が加わった場合に対応した加速度検知ユニット及び加速度センサを提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

上記目的を達成するため、本発明の加速度センサは、段差部と該段差部より張り出した凹陥部とを有し、加速度印加によって変位しない固定部材と、応力感应部と該応力感应部を挟むよう該応力感应部と連結された2つの固定端部とを有する双音叉型圧電振動素子と、双音叉型圧電振動素子の一方の固定端部に固定された重り部材と、双音叉型圧電振動素子の他方の固定端部を固定部材の段差部に固定した状態で重り部材と凹陥部との間に設けられる緩衝部材と、を備えたことを特徴とする。

また本発明の加速度センサは、重り部材を重心が固定端部の厚さの中心となるように固定する。また本発明の加速度センサは、重り部材を固定端部の一方の面に固定する。

以上のように加速度検知ユニットを構成すると、検出軸方向の加速度が印加された場合には、緩衝部材は容易に変形するので、加速度の測定精度、感度に影響を及ぼすことはない。過度の応力、加速度が加わった場合には、緩衝部材がその力を吸収するので、応力感应素子としての双音叉型圧電素子が破損することはないという効果がある。

また本発明の加速度センサは、本発明の加速度検知ユニットを備えたことを特徴とする。本発明のように加速度センサを構成すると、加速度の測定精度、感度が良好で、過度の応力、加速度に耐える加速度センサが得られるという効果がある。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0006】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図1は、第1の実施の形態の加速度検知ユニット1を示す図であり、同図(a)は平面図、同図(b)はQ-Qにおける断面図である。加速度検知ユニット1は、加速度印加によって変位しない固定部材5と、応力感应部を挟むよう応力感应部と連結された2つの固定端部とを有する双音叉型圧電振動素子10と、重り部材15と、緩衝部材22と、を備えている。固定部材5は段差部5bとこの段差部5bより張り出した凹陥部5aとを有している。重り部材15は、双音叉型圧電振動素子10の一方の固定端部10aに、重り部材15の重心が固定端部10aの厚さの中心にあるように固定され、双音叉型圧電振動素子10の他方の固定端部10bは、固定部材5の段差部5bに接着剤20を用いて接着固定されている。そして、双音叉型圧電振動素子10の一方の固定端部10aに固定された重り部材15は、緩衝部材22を介して固定部材5の凹陥部5aの底面に支持されている。

## 【0007】

本発明の理解を得るため、双音叉型圧電振動素子について若干説明する。特許文献2には双音叉型圧電振動素子の電極構造が開示されている。図6(a)は双音叉型圧電振動素子の平面図であり、各振動腕部81a、81bには3分割した励振電極を形成する。励振電極は振動の節となる線に沿って分割され、分割線の相隣り合う励振電極には逆極性の電圧を印加するように電極を接続する。励振電極の分割線は、振動腕部81a(81b)の長さをLとすると、両固定端部80a、80bの中央寄りの端から夫々0.255Lの所である。また、図6(b)は同図(a)のA-Aにおける断面図であり、励振電極の接続方法を示した図である。つまり、各振動腕部81a、81bの表裏面に第1、第2及び第3の励振電極を形成すると共に、夫々の両側面に第4、第5及び第6の励振電極を形成する。図6(b)に示すように各振動腕部81a、81bの表裏面及び両側面の対向する励

10

20

30

40

50

振電極同士を接続し、各振動腕部 8 1 a、8 1 b の対応する励振電極に逆極成の高周波電圧が印加されるようにして、双音叉型圧電振動素子の中心軸の両側に対称な屈曲振動を励振するようにする。

#### 【0008】

特に水晶材料を用いて双音叉型圧電振動素子を構成すると、周波数の温度特性、周波数安定性、応力感度が優れた加速度検知ユニットが構成できる。本実施形態例では、応力感応素子として2本の振動腕部を備えた双音叉型水晶振動素子を用いている。双音叉型水晶振動素子は伸張・圧縮応力に対する感度が良好であり、高度計用、或いは深度計用の応力感応素子として使用した場合には分解能力が優れるために僅かな気圧差から高度差、深度差を知ることができる。

双音叉型水晶振動素子の2本の振動腕に外力  $F$  を加えたときの共振周波数  $f_F$  は以下の如くである。

$$f_F = f_0 \left( 1 - (K L^2 F) / (2 E I) \right)^{1/2} \quad (1)$$

ここで、 $f_0$  は外力がないときの双音叉型水晶振動素子の共振周波数、 $K$  は基本波モードによる定数 ( $= 0.0458$ )、 $l$  は振動ビームの長さ、 $E$  は縦弾性定数、 $I$  は断面2次モーメントである。断面2次モーメント  $I$  は  $I = d w^3 / 12$  より、式 (1) は次式のように変形することができる。ここで、 $d$  は振動ビームの厚さ、 $w$  は幅である。

$$f_F = f_0 \left( 1 - S_F \right)^{1/2} \quad (2)$$

但し、応力感度  $S_F$  と、応力  $F$  とはそれぞれ次式で表される。

$$S_F = 12 (K / E) (L / w)^2 \quad (3)$$

$$= F / (2 A) \quad (4)$$

#### 【0009】

以上から双音叉型振動素子に作用する力  $F$  を圧縮方向のとき負、伸張方向 (引張り方向) を正としたとき、力  $F$  と共振周波数  $f_F$  の関係は、力  $F$  が圧縮で共振周波数  $f_F$  が減少し、伸張 (引張り) では増加する。また応力感度  $S_F$  は振動ビームの  $l / w$  の2乗に比例する。しかし、圧電振動素子としては、双音叉型水晶振動素子に限らず、伸張・圧縮応力によって周波数が変化する圧電振動素子であればどのようなものを用いても良い。

#### 【0010】

図1に示した加速度検知ユニット1の特徴は、双音叉型圧電振動素子10の一方の固定端部10aに固定された重り部材15と、固定部材5の凹陷部5aの底面との間に緩衝部材22として、例えばシリコン接着剤を挟んだことである。加速度検知ユニット1の加速度検出軸は、図1(b)の矢印G方向である。矢印方向に加速度が印加された場合は、緩衝部材22は十分に柔らかいので加速度  $a$  に応じて  $x = m a$  ( $m$  は重り部材を含めた質量) の力  $F$  が、双音叉型圧電振動素子10に加わり、この応力  $F$  に応じて双音叉型圧電振動素子10の周波数が変化する。双音叉型圧電振動素子10の端子電極は発振器に接続されており、自励発振の状態では加速度検知ユニットを用いる。

従来の加速度検知ユニットでは、双音叉型圧電振動素子10に対し垂直方向に過度の力、加速度が加えられた場合には、双音叉型圧電振動素子10の弾性限界を超え、破損する虞が多々あった。これに対し、本発明の加速度検知ユニット1では、重り部材15と固定部材5との間に弾力性のある緩衝部材22を挟んで構成されているので、過度の力、加速度に対しても緩衝部材22がその力を吸収するので、応力感応素子としての双音叉型圧電素子は破損しないという効果がある。

#### 【0011】

図2は、加速度検知ユニットの第2の実施の形態の構成を示す断面図である。加速度印加によって変位しない固定部材5と、応力感応部と応力感応部を挟むよう応力感応部と連結した2つの固定端部とを有する双音叉型圧電振動素子10と、を備えている。重り部材15は双音叉型圧電振動素子10の一方の固定端部10aの一方の面 (下側) に固定され、双音叉型圧電振動素子10の他方の固定端部10bは固定部材5の段差部5bに接着剤を用いて接着固定されている。そして、双音叉型圧電振動素子10の一方の固定端部に固定された前記重り部材15は緩衝部材22を介して固定部材5の凹陷部5aに支持されて

10

20

30

40

50

いる。

この場合も図 1 ( b ) に示した第 1 の実施の形態と同様に、加速度検知ユニット 1 の加速度検出軸は、図 2 の矢印 G 方向である。矢印方向に加速度が印加されると、緩衝部材 2 2 は弾性を有するので、加速度 による力 F が双音叉型圧電振動素子 1 0 に加わる。この応力 F に応じて双音叉型圧電振動素子 1 0 の周波数が変化する。双音叉型圧電振動素子 1 0 に垂直方向から過大な力が加わると、双音叉型圧電振動素子 1 0 もその方向に若干変形するが、緩衝部材 2 2 がその応力を吸収するので、応力感応素子としての双音叉型圧電素子は破損しないという効果がある。

【 0 0 1 2 】

図 3 は、本実施の形態の加速度センサの構成を示す断面図である。加速度センサは、上記の加速度検知ユニット 1 と、発振回路 3 0 と、データ処理部 3 2 と、これらを収容するハウジング 3 5 と、このハウジング 3 5 を密封するための蓋部材 3 6 から構成される。

本発明の加速度センサは加速度の感度、精度が優れているのみならず、過度の応力が加わった場合でも応力感応部の双音叉型圧電振動素子が破損しないという特徴を有す。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 第 1 の実施の形態の加速度検知ユニットの構成を示した図であり、( a ) は平面図、( b ) は断面図である。

【 図 2 】 第 2 の実施の形態の加速度検知ユニットの構成を示す断面図である。

【 図 3 】 本実施の形態の加速度検センサの構成を示す断面図である。

【 図 4 】 従来 の 1 次元加速度センサの構成を示す平面図である。

【 図 5 】 従来 の 2 次元加速度センサの構成を示す平面図である。

【 図 6 】 従来 の双音叉型圧電振動素子の構成を示す図であり、( a ) は平面図、( b ) は断面図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 1 4 】

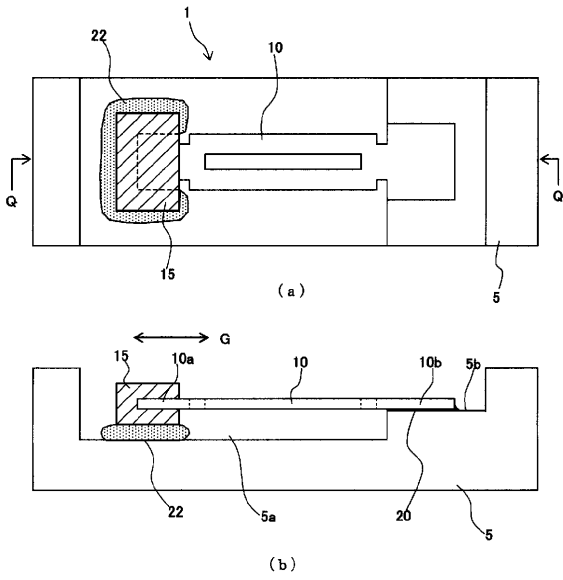
1、2 ... 加速度検知ユニット、5 ... 固定部材、5 a ... 凹陷部、5 b ... 段差部、1 0 ... 双音叉型圧電振動素子、1 0 a ... 双音叉型圧電振動素子の一方の端部、1 0 b ... 双音叉型圧電振動素子の一方の端部、1 5 重り部材、2 0 ... 接着剤、2 2 ... 緩衝部材、3 0 ... 発振回路、3 2 ... データ処理、3 5 ... ハウジング、3 6 ... 蓋部材

10

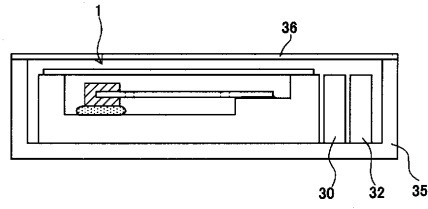
20

30

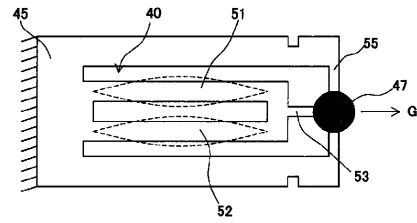
【 図 1 】



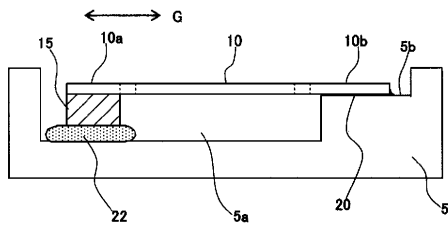
【 図 3 】



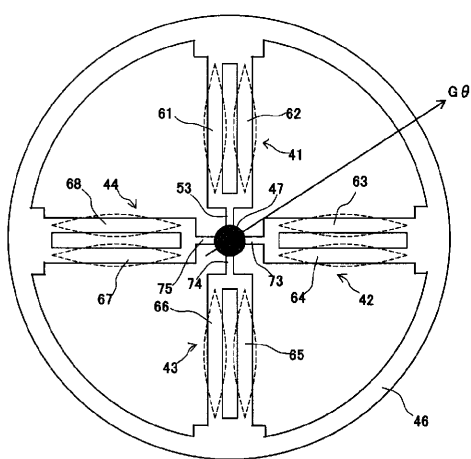
【 図 4 】



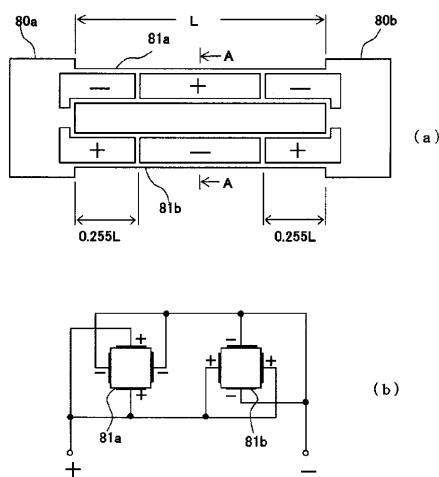
【 図 2 】



【 図 5 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 41/08

K

H 0 1 L 41/22

Z