

(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2016-17768

(P2016-17768A)

(43) 公開日 平成28年2月1日(2016.2.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 19/5607 (2012.01)	GO1C 19/56 107	2F105
HO1L 41/113 (2006.01)	HO1L 41/113	
HO1L 41/053 (2006.01)	HO1L 41/053	
HO1L 41/047 (2006.01)	HO1L 41/047	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2014-138838 (P2014-138838)	(71) 出願人	000002369
(22) 出願日	平成26年7月4日 (2014.7.4)		セイコーエプソン株式会社
			東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
		(74) 代理人	100091292
			弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	市川 史生
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 AA02 AA08 BB02 BB13 CC01 CD02 CD06 CD13

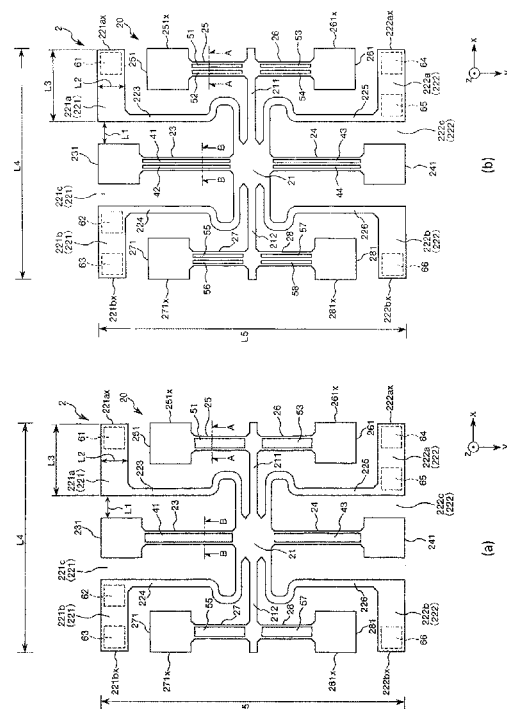
(54) 【発明の名称】 センサー素子、センサーデバイス、電子機器および移動体

(57) 【要約】

【課題】 小型化しても感度の高いセンサー素子、ならびに、かかるセンサー素子を備えた信頼性の高いセンサーデバイス、電子機器および移動体を提供すること。

【解決手段】 基部21と、基部21からy軸方向に沿って両側に延出する検出用振動腕23、24と、基部21からx軸方向に沿って両側に延出する連結腕211、212と、第1連結腕211からy軸方向に沿って両側に延出する駆動用振動腕25、26と、第2連結腕212からy軸方向に沿って両側に延出する駆動用振動腕27、28と、y軸方向において、駆動用振動腕25～28を挟んで並ぶ支持部221、222と、第1支持部221と基部21とを連結する第1梁部223、224と、第2支持部222と基部21とを連結する第2梁部225、226と、を有し、第1支持部221は、第1欠損部221cを備えており、第1検出用振動腕23の一部が第1欠損部221cに入り込んでいる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに直交する 2 つの方向を第 1 方向および第 2 方向とすると、
基部と、

前記基部から前記第 1 方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第 1 検出用振動腕および第 2 検出用振動腕と、

前記基部から前記第 2 方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第 1 連結腕および第 2 連結腕と、

前記第 1 連結腕から前記第 1 方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第 1 駆動用振動腕および第 2 駆動用振動腕と、

前記第 2 連結腕から前記第 1 方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第 3 駆動用振動腕および第 4 駆動用振動腕と、

前記第 1 方向において、前記第 1 駆動用振動腕、前記第 2 駆動用振動腕、前記第 3 駆動用振動腕および前記第 4 駆動用振動腕を挟んで並ぶ第 1 支持部および第 2 支持部と、

前記第 1 支持部と前記基部とを連結する第 1 梁と、

前記第 2 支持部と前記基部とを連結する第 2 梁と、

を有し、

前記第 1 支持部は、その構成材料が部分的に除去された第 1 欠損部を備えており、前記第 1 検出用振動腕の一部が前記第 1 欠損部に入り込んでいることを特徴とするセンサー素子。

【請求項 2】

前記第 2 支持部は、その構成材料が部分的に除去された第 2 欠損部を備えており、前記第 2 検出用振動腕の一部が前記第 2 欠損部に入り込んでいる請求項 1 に記載のセンサー素子。

【請求項 3】

前記第 1 支持部は、前記第 2 方向において前記第 1 欠損部により 2 つに分離されている請求項 1 または 2 に記載のセンサー素子。

【請求項 4】

前記第 1 支持部は、前記第 1 方向における長さが長い部分とそれより短い部分とを含んでおり、前記短い部分が前記第 1 欠損部に対応している請求項 1 または 2 に記載のセンサー素子。

【請求項 5】

前記第 1 検出用振動腕の先端は、前記第 1 方向において、前記第 1 駆動用振動腕の先端および前記第 3 駆動用振動腕の先端を境にして前記基部側とは反対側に位置しており、

前記第 2 検出用振動腕の先端は、前記第 1 方向において、前記第 2 駆動用振動腕の先端および前記第 4 駆動用振動腕の先端を境にして前記基部側とは反対側に位置している請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のセンサー素子。

【請求項 6】

前記第 1 支持部の前記第 2 方向における外縁は、前記第 1 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁および前記第 3 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁よりも前記基部側にそれぞれ位置しており、

前記第 2 支持部の前記第 2 方向における外縁は、前記第 2 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁および前記第 4 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁よりも前記基部側にそれぞれ位置している請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のセンサー素子。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載のセンサー素子と、前記センサー素子を収納するパッケージと、を備えることを特徴とするセンサーデバイス。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のセンサーデバイスを備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 9】

請求項 7 に記載のセンサーデバイスを備えることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサー素子、センサーデバイス、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

センサー素子としては、例えば、車両における車体制御、カーナビゲーションシステムの自車位置検出、デジタルカメラやビデオカメラ等の振動制御補正（いわゆる手ぶれ補正）等に用いられ、角速度、加速度等の物理量を検出する素子が知られている（例えば、特許文献 1、2 参照。）。 10

【0003】

特許文献 1 に記載の振動子は、振動型ジャイロ스코ープや直線加速度計に用いられるものであって、基部と、基部の周縁部から突出する駆動振動系と、基部の周縁部から突出する検出振動系と、基部の周縁部から突出する固定部と、を備えている。

この振動子では、固定部において支持、固定されている。

【0004】

一方、特許文献 2 に記載の振動ジャイロ素子は、基部と、1 対の検出用振動腕と、1 対の連結腕と、1 対の駆動用振動腕と、2 対の梁と、1 対の支持部と、を備え、支持部を、検出用振動腕の延出する方向であって検出用振動腕の外側でかつ駆動用振動腕同士の間 20 に配置してなる振動ジャイロ素子である。

この振動ジャイロ素子では、1 対の支持部において支持、固定されている。

【0005】

これらの振動子や振動ジャイロ素子は、いずれも角速度を検出するセンサー素子であるが、センサー素子の大型化を抑制した場合、検出用振動腕の配置の関係から、基部や支持部の分だけ検出用振動腕の長さが駆動用振動腕よりも短くならざるを得ない。検出用振動腕の長さが短くなると、検出用振動腕に設けられる検出用電極の面積も小さくせざるを得ず、検出用電極で取得可能な電荷が減少する。その結果、センサー素子の感度の低下を招く。 30

【0006】

一方、検出用振動腕の長さを長くすると、その分、センサー素子の大型化が避けられない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2009 - 294218 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 032205 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 40

【0008】

本発明の目的は、小型化しても感度の高いセンサー素子、ならびに、かかるセンサー素子を備えた信頼性の高いセンサーデバイス、電子機器および移動体を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の適用例として実現することが可能である。

【0010】

[適用例 1]

10

20

30

40

50

本発明のセンサー素子は、互いに直交する２つの方向を第１方向および第２方向とするとき、

基部と、

前記基部から前記第１方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第１検出用振動腕および第２検出用振動腕と、

前記基部から前記第２方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第１連結腕および第２連結腕と、

前記第１連結腕から前記第１方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第１駆動用振動腕および第２駆動用振動腕と、

前記第２連結腕から前記第１方向に沿っており、かつ互いに逆方向に向かって延出する第３駆動用振動腕および第４駆動用振動腕と、

前記第１方向において、前記第１駆動用振動腕、前記第２駆動用振動腕、前記第３駆動用振動腕および前記第４駆動用振動腕を挟んで並ぶ第１支持部および第２支持部と、

前記第１支持部と前記基部とを連結する第１梁と、

前記第２支持部と前記基部とを連結する第２梁と、

を有し、

前記第１支持部は、その構成材料が部分的に除去された第１欠損部を備えており、前記第１検出用振動腕の一部が前記第１欠損部に入り込んでいることを特徴とする。

【００１１】

これにより、第１検出用振動腕の一部が第１欠損部に入り込んでいる分だけ、第１検出用振動腕の長さを長くすることができるので、小型化しても感度の高いセンサー素子が得られる。

【００１２】

[適用例２]

本発明のセンサー素子では、前記第２支持部は、その構成材料が部分的に除去された第２欠損部を備えており、前記第２検出用振動腕の一部が前記第２欠損部に入り込んでいることが好ましい。

【００１３】

これにより、第２検出用振動腕の一部が第２欠損部に入り込んでいる分だけ、第２検出用振動腕の長さを長くすることができるので、小型化しても感度のより高いセンサー素子が得られる。

【００１４】

[適用例３]

本発明のセンサー素子では、前記第１支持部は、前記第２方向において前記第１欠損部により２つに分離されていることが好ましい。

【００１５】

これにより、センサー素子では、２本の第１梁が比較的高い自由度で変形することが可能になる。このため、センサー素子に衝撃が加わったとき、第１梁がその衝撃を受け流し易くなり、センサー素子の破損や特性劣化の発生をより抑え易くなる。その結果、耐衝撃性に優れたセンサー素子が得られる。

【００１６】

[適用例４]

本発明のセンサー素子では、前記第１支持部は、前記第１方向における長さが長い部分とそれより短い部分とを含んでおり、前記短い部分が前記第１欠損部に対応していることが好ましい。

【００１７】

これにより、第１支持部が応力の影響によって変形するとき、第１支持部全体が変形するため、第１支持部が他の部材と接続されるときに接続状態のバラツキが生じ難くなり、センシング特性の意図しない変化が抑えられる。その結果、目的のセンシング特性を有するセンサー素子が得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

[適用例 5]

本発明のセンサー素子では、前記第 1 検出用振動腕の先端は、前記第 1 方向において、前記第 1 駆動用振動腕の先端および前記第 3 駆動用振動腕の先端を境にして前記基部側とは反対側に位置しており、

前記第 2 検出用振動腕の先端は、前記第 1 方向において、前記第 2 駆動用振動腕の先端および前記第 4 駆動用振動腕の先端を境にして前記基部側とは反対側に位置していることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

これにより、検出用振動腕に設けられる検出部の長さを十分に確保するとともに、第 1 支持部および第 2 支持部を配置するためのスペースを確保することができる。その結果、センサー素子の高感度化と小型化とを高度に両立させることができる。

【 0 0 2 0 】

[適用例 6]

本発明のセンサー素子では、前記第 1 支持部の前記第 2 方向における外縁は、前記第 1 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁および前記第 3 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁よりも前記基部側にそれぞれ位置しており、

前記第 2 支持部の前記第 2 方向における外縁は、前記第 2 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁および前記第 4 駆動用振動腕の前記第 2 方向における外縁よりも前記基部側にそれぞれ位置していることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

これにより、検出信号を取り出す検出部の長さを十分に確保するとともに、第 1 支持部を配置するためのスペースを確保することができる。その結果、センサー素子の高感度化と小型化とを高度に両立させることができる。

【 0 0 2 2 】

[適用例 7]

本発明のセンサーデバイスは、本発明のセンサー素子と、前記センサー素子を収納するパッケージと、を備えることを特徴とする。

これにより、信頼性の高いセンサーデバイスが得られる。

【 0 0 2 3 】

[適用例 8]

本発明の電子機器は、本発明のセンサーデバイスを備えることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い電子機器が得られる。

【 0 0 2 4 】

[適用例 9]

本発明の移動体は、本発明のセンサーデバイスを備えることを特徴とする。

これにより、信頼性の高い移動体が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態に係るセンサーデバイスの概略構成を示す断面図である。

【図 2】図 1 に示すセンサーデバイスの平面図である。

【図 3】図 1 に示すセンサーデバイスのセンサー素子の平面図である。

【図 4】図 4 (a) は、図 3 (a) 中の A - A 線断面図、図 4 (b) は、図 3 (a) 中の B - B 線断面図、図 4 (c) は、図 3 (b) 中の A - A 線断面図、図 4 (d) は、図 3 (b) 中の B - B 線断面図である。

【図 5】図 3 に示すセンサー素子の駆動を説明するための平面図である。

【図 6】本発明の第 2 実施形態に係るセンサー素子の概略構成を示す平面図である。

【図 7】本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。

【図 8】本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用した携帯電話機（ P H S も含

10

20

30

40

50

む)の構成を示す斜視図である。

【図 9】本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。

【図 10】本発明の移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明のセンサー素子、センサーデバイスおよび電子機器を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0027】

(センサーデバイス)

10

<第1実施形態>

まず、本発明のセンサーデバイス(本発明のセンサー素子を備えるセンサーデバイス)の第1実施形態について説明する。

【0028】

図1は、本発明の第1実施形態に係るセンサーデバイスの概略構成を示す断面図、図2は、図1に示すセンサーデバイスの平面図、図3は、図1に示すセンサーデバイスのセンサー素子の平面図、図4(a)は、図3(a)中のA-A線断面図、図4(b)は、図3(a)中のB-B線断面図、図4(c)は、図3(b)中のA-A線断面図、図4(d)は、図3(b)中のB-B線断面図、図5は、図3に示すセンサー素子の駆動を説明するための平面図である。

20

【0029】

なお、図1~5では、説明の便宜上、互いに直交する3軸として、x軸、y軸およびz軸を図示しており、その図示した矢印の先端側を「+側」、基端側を「-側」とする。また、以下では、x軸に平行な方向を「x軸方向」と言い、y軸に平行な方向を「y軸方向」と言い、z軸に平行な方向を「z軸方向」と言い、+z側(図1中の上側)を「上」、-z側(図1中の下側)を「下」と言う。

【0030】

図1および図2に示すセンサーデバイス1は、角速度を検出するジャイロセンサーである。このセンサーデバイス1は、センサー素子(振動素子)2と、ICチップ3と、センサー素子2およびICチップ3を収納するパッケージ9と、を有している。なお、ICチップ3は、省略されていてもよいし、パッケージ9の外部に設けられていてもよい。

30

【0031】

(センサー素子)

センサー素子2は、z軸まわりの角速度を検出する「面外検出型」のセンサー素子(振動片)である。このセンサー素子2は、図3に示すように、複数の振動腕を有する振動体20と、振動体20の表面に設けられた複数の検出部41~44、複数の駆動部51~58、および複数の端子61~66とを備える。

【0032】

以下、センサー素子2を構成する各部を順次詳細に説明する。

[振動片]

40

まず、振動体20について説明する。

振動体20は、いわゆるダブルT型と呼ばれる構造を有する。

【0033】

具体的に説明すると、振動体20は、基部21と、基部21を支持する第1支持部221および第2支持部222と、基部21から延出する第1検出用振動腕23および第2検出用振動腕24と、基部21から延出する第1連結腕211および第2連結腕212と、第1連結腕211から延出する第1駆動用振動腕25および第2駆動用振動腕26と、第2連結腕212から延出する第3駆動用振動腕27および第4駆動用振動腕28と、第1支持部221と基部21とを連結する第1梁部223、224と、第2支持部222と基部21とを連結する第2梁部225、226と、を有する。

50

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態に係る第 1 支持部 2 2 1 は、x 軸方向において第 1 検出用振動腕 2 3 を挟んでおり、かつ、第 1 検出用振動腕 2 3 を境にして分離している。具体的には、第 1 固定部 2 2 1 a と第 1 固定部 2 2 1 b と欠損部（第 1 欠損部）2 2 1 c とを備えている。そして、第 1 固定部 2 2 1 a および第 1 固定部 2 2 1 b は、x 軸方向において、欠損部 2 2 1 c を介して互いに離間している。そして、この欠損部 2 2 1 c には、第 1 検出用振動腕 2 3 の一部が入り込むように延伸している。

【 0 0 3 5 】

一方、本実施形態に係る第 2 支持部 2 2 2 は、x 軸方向において第 2 検出用振動腕 2 4 を挟んでおり、かつ、第 2 検出用振動腕 2 4 を境にして分離している。具体的には、第 2 固定部 2 2 2 a と第 2 固定部 2 2 2 b と欠損部（第 2 欠損部）2 2 2 c とを備えている。そして、第 2 固定部 2 2 2 a および第 2 固定部 2 2 2 b は、x 軸方向において、欠損部 2 2 2 c を介して互いに離間している。そして、この欠損部 2 2 2 c には、第 2 検出用振動腕 2 4 の一部が入り込むように延伸している。

【 0 0 3 6 】

第 1 検出用振動腕 2 3 および第 2 検出用振動腕 2 4 は、基部 2 1 から y 軸方向（第 1 方向）に沿って互いに反対側（両側）へ延出している。

【 0 0 3 7 】

第 1 駆動用振動腕 2 5 および第 2 駆動用振動腕 2 6 は、第 1 連結腕 2 1 1 の先端部から y 軸方向に沿って互いに反対側へ延出している。

【 0 0 3 8 】

第 3 駆動用振動腕 2 7 および第 4 駆動用振動腕 2 8 は、第 2 連結腕 2 1 2 の先端部から y 軸方向に沿って互いに反対側へ延出している。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、第 1 検出用振動腕 2 3 の先端部には、基端部よりも幅が大きい錘部（ハンマーヘッド）2 3 1 が設けられている。同様に、第 2 検出用振動腕 2 4 の先端部には、錘部 2 4 1 が設けられ、第 1 駆動用振動腕 2 5 の先端部には、錘部 2 5 1 が設けられ、第 2 駆動用振動腕 2 6 の先端部には、錘部 2 6 1 が設けられ、第 3 駆動用振動腕 2 7 の先端部には、錘部 2 7 1 が設けられ、第 4 駆動用振動腕 2 8 の先端部には、錘部 2 8 1 が設けられている。このような錘部を設けることにより、センサー素子 2 を小型化することができる。

【 0 0 4 0 】

このような振動体 2 0 の構成材料としては、所望の振動特性を発揮することができるのであれば、特に限定されず、各種圧電体材料および各種非圧電体材料を用いることができる。

【 0 0 4 1 】

例えば、振動体 2 0 を構成する圧電体材料としては、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ホウ酸リチウム、チタン酸バリウム等が挙げられる。特に、振動体 2 0 を構成する圧電体材料としては水晶（X カット板、A T カット板、Z カット板等）が好ましい。水晶で振動体 2 0 を構成すると、振動体 2 0 の振動特性（特に周波数温度特性）を優れたものとすることができる。また、エッチングにより高い寸法精度で振動体 2 0 を形成することができる。

【 0 0 4 2 】

また、振動体 2 0 を構成する非圧電体材料としては、例えば、シリコン、石英等が挙げられる。特に、振動体 2 0 を構成する非圧電体材料としてはシリコンが好ましい。シリコンで振動体 2 0 を構成すると、優れた振動特性を有する振動体 2 0 を比較的安価に実現することができる。また、公知の微細加工技術を用いてエッチングにより高い寸法精度で振動体 2 0 を形成することができる。

【 0 0 4 3 】

振動体 2 0 が非圧電体材料である場合、振動体 2 0 の上面には、図 4（c）に示すよう

10

20

30

40

50

に、絶縁体層 29 が設けられている。これにより、駆動部 51、52 および検出部 41、42 の各部間での短絡を防止することができる。なお、同様に、駆動部 53 ~ 58 および検出部 43、44 においても各部間での短絡を防止することができる。

【0044】

この絶縁体層 29 は、例えば、 SiO_2 （酸化ケイ素）、 AlN （窒化アルミ）、 SiN （窒化ケイ素）等で構成されている。また、絶縁体層 29 の形成方法としては、特に限定されず、公知の成膜法を用いることができる。例えば、絶縁体層 29 を SiO_2 で構成する場合、振動体 20 の上面を熱酸化することにより、絶縁体層 29 を形成することができる。

【0045】

[駆動部]

次に、駆動部について説明する。

【0046】

図 3 (a) は、振動体 20 が水晶等の圧電体材料で構成されている場合のセンサー素子 2 の構成を示す図であり、図 3 (b) は、振動体 20 が非圧電体材料で構成されている場合のセンサー素子 2 の構成を示す図である。

【0047】

まず、図 3 (a) に示すセンサー素子 2 の駆動部について説明する。

図 3 (a) に示すセンサー素子 2 の駆動部については、互いに同等の構成であるので、以下の説明では、駆動部 51 の構成を例に挙げて説明する。

【0048】

駆動部 51 (2 本の駆動部 51 が x 軸に沿って並んでいてもよい。) は、第 1 駆動用振動腕 25 上に設けられている励振電極である。駆動部 51 は、図 3 (a) の A - A 線断面図である図 4 (a) に示すように、第 1 駆動用振動腕 25 の両主面にそれぞれ設けた溝の内壁面に密着している。また、第 1 駆動用振動腕 25 の両側面にも、前記励振電極とは極性の異なる励振電極として駆動部 51 - 1 が存在する。

なお、上述の溝については存在しない構成であっても構わない。

【0049】

そして、これら励振電極に通電することにより、各駆動用振動腕 25 ~ 28 を x 軸方向に屈曲振動させることができる。

【0050】

次に、図 3 (b) に示すセンサー素子 2 の駆動部について説明する。なお、以下の説明のうち、上述した図 3 (a) についての説明以外の部分は、図 3 (a) に示すセンサー素子 2 の駆動部にも適用可能である。

【0051】

駆動部 51、52 は、振動体 20 の第 1 駆動用振動腕 25 上に設けられている。また、駆動部 53、54 は、振動体 20 の第 2 駆動用振動腕 26 上に設けられている。また、駆動部 55、56 は、振動体 20 の第 3 駆動用振動腕 27 上に設けられている。また、駆動部 57、58 は、振動体 20 の第 4 駆動用振動腕 28 上に設けられている。

【0052】

1 対の駆動部 51、52 は、通電により第 1 駆動用振動腕 25 を x 軸方向に屈曲振動させるものである。同様に、1 対の駆動部 53、54 は、通電により第 2 駆動用振動腕 26 を x 軸方向に屈曲振動させるものである。また、1 対の駆動部 55、56 は、通電により第 3 駆動用振動腕 27 を x 軸方向に屈曲振動させるものである。また、1 対の駆動部 57、58 は、通電により第 4 駆動用振動腕 28 を x 軸方向に屈曲振動させるものである。

【0053】

より具体的に説明すると、1 対の駆動部 51、52 は、第 1 駆動用振動腕 25 の幅方向 (x 軸方向) において、一方側 (図 3 (b) 中右側) に駆動部 51 が設けられ、他方側 (図 3 (b) 中左側) に駆動部 52 が設けられている。同様に、1 対の駆動部 53、54 は、第 2 駆動用振動腕 26 の幅方向 (x 軸方向) において、一方側 (図 3 (b) 中右側) に

10

20

30

40

50

駆動部 5 3 が設けられ、他方側（図 3（b）中左側）に駆動部 5 4 が設けられている。また、1 対の駆動部 5 5、5 6 は、第 3 駆動用振動腕 2 7 の幅方向（x 軸方向）において、一方側（図 3（b）中右側）に駆動部 5 5 が設けられ、他方側（図 3（b）中左側）に駆動部 5 6 が設けられている。また、1 対の駆動部 5 7、5 8 は、第 4 駆動用振動腕 2 8 の幅方向（x 軸方向）において、一方側（図 3（b）中右側）に駆動部 5 7 が設けられ、他方側（図 3（b）中左側）に駆動部 5 8 が設けられている。

【0054】

駆動部 5 1 ~ 5 8 は、それぞれ、通電により y 軸方向に伸縮するように構成された圧電体素子である。このような駆動部 5 1、5 2 は、それぞれ、通電により第 1 駆動用振動腕 2 5 を駆動振動（x 軸方向に屈曲振動）させる。同様に、駆動部 5 3、5 4 は、それぞれ、通電により第 2 駆動用振動腕 2 6 を駆動振動（x 軸方向に屈曲振動）させる。また、駆動部 5 5、5 6 は、それぞれ、通電により第 3 駆動用振動腕 2 7 を駆動振動（x 軸方向に屈曲振動）させる。また、駆動部 5 7、5 8 は、それぞれ、通電により第 4 駆動用振動腕 2 8 を駆動振動（x 軸方向に屈曲振動）させる。

10

【0055】

このような駆動部 5 1 ~ 5 8 を用いることにより、各駆動用振動腕 2 5 ~ 2 8 自体が圧電性を有していなかったり、あるいは、各駆動用振動腕 2 5 ~ 2 8 自体が圧電性を有している場合であっても、その分極軸や結晶軸の方向が x 軸方向での屈曲振動に適していなかったりする場合でも、比較的簡単かつ効率的に、各駆動用振動腕 2 5 ~ 2 8 を x 軸方向に屈曲振動（駆動振動）させることができる。また、各駆動用振動腕 2 5 ~ 2 8 の圧電性の有無、分極軸や結晶軸の方向を問わないので、各駆動用振動腕 2 5 ~ 2 8 の構成材料の選択の幅が広がる。そのため、所望の振動特性を有する振動体 2 0 を比較的簡単に実現することができる。

20

【0056】

以下、駆動部 5 1、5 2 の構成について詳細に説明する。なお、駆動部 5 3 ~ 5 8 の構成については、駆動部 5 1、5 2 と同様である（同様の積層構造を有する）ため、その説明を省略する。

【0057】

駆動部 5 1 は、図 4（c）に示すように、第 1 駆動用振動腕 2 5 上に、第 1 の電極層 5 1 1、圧電体層（圧電薄膜）5 1 2、第 2 の電極層 5 1 3 がこの順で積層されて構成されている。

30

【0058】

同様に、駆動部 5 2 は、第 1 駆動用振動腕 2 5 上に、第 1 の電極層 5 2 1、圧電体層（圧電薄膜）5 2 2、第 2 の電極層 5 2 3 がこの順で積層されて構成されている。

【0059】

第 1 の電極層 5 1 1、5 2 1 は、それぞれ、例えば、金（Au）、金合金、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、アルミニウム合金、銀（Ag）、銀合金、クロム（Cr）、クロム合金、銅（Cu）、モリブデン（Mo）、ニオブ（Nb）、タングステン（W）、鉄（Fe）、チタン（Ti）、コバルト（Co）、亜鉛（Zn）、ジルコニウム（Zr）等の金属材料や、ITO、ZnO 等の透明電極材料により形成することができる。

40

【0060】

中でも、第 1 の電極層 5 1 1、5 2 1 の構成材料としては、それぞれ、金を主材料とする金属（金、金合金）または白金を用いるのが好ましく、金を主材料とする金属（特に金）を用いるのがより好ましい。

【0061】

Au は、導電性に優れ（電気抵抗が小さく）、酸化に対する耐性に優れているため、電極材料として好適である。また、Au は Pt に比しエッチングにより容易にパターニングすることができる。さらに、第 1 の電極層 5 1 1、5 2 1 を金または金合金で構成することにより、圧電体層 5 1 2、5 2 2 の配向性を高めることもできる。

【0062】

50

また、第1の電極層511、521の平均厚さは、それぞれ、特に限定されないが、例えば、1nm以上300nm以下程度であるのが好ましく、10nm以上200nm以下程度であるのがより好ましい。これにより、第1の電極層511、521が駆動部51、52の駆動特性や第1駆動用振動腕25の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、前述したような第1の電極層511、521の導電性を優れたものとすることができる。

【0063】

なお、第1の電極層511、521と第1駆動用振動腕25との間には、第1の電極層511、521が第1駆動用振動腕25から剥離するのを防止する機能を有する下地層が設けられていてもよい。

かかる下地層は、例えば、Ti、Cr等で構成されている。

10

【0064】

圧電体層512、522の構成材料(圧電体材料)としては、それぞれ、例えば、酸化亜鉛(ZnO)、窒化アルミニウム(AlN)、タンタル酸リチウム(LiTaO₃)、ニオブ酸リチウム(LiNbO₃)、ニオブ酸カリウム(KNbO₃)、四ホウ酸リチウム(Li₂B₄O₇)、チタン酸バリウム(BaTiO₃)、PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)等が挙げられる。

【0065】

中でも、圧電体層512、522の構成材料としては、PZTを用いるのが好ましい。PZT(チタン酸ジルコン酸鉛)は、c軸配向性に優れている。そのため、圧電体層512、522をPZTを主材料として構成することにより、センサー素子2のCI値を低減することができる。また、これらの材料は、反応性スパッタリング法により成膜することができる。

20

【0066】

また、圧電体層512、522の平均厚さは、それぞれ、50nm以上3000nm以下であるのが好ましく、200nm以上2000nm以下であるのがより好ましい。これにより、圧電体層512、522が第1駆動用振動腕25の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、駆動部51、52の駆動特性を優れたものとすることができる。

【0067】

第2の電極層513、523は、それぞれ、例えば、金(Au)、金合金、白金(Pt)、アルミニウム(Al)、アルミニウム合金、銀(Ag)、銀合金、クロム(Cr)、クロム合金、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)、タングステン(W)、鉄(Fe)、チタン(Ti)、コバルト(Co)、亜鉛(Zn)、ジルコニウム(Zr)等の金属材料やITO、ZnO等の透明電極材料により形成することができる。

30

【0068】

また、第2の電極層513、523の平均厚さは、それぞれ、特に限定されないが、例えば、1nm以上300nm以下程度であるのが好ましく、10nm以上200nm以下程度であるのがより好ましい。これにより、第2の電極層513、523が駆動部51、52の駆動特性や第1駆動用振動腕25の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、第2の電極層513、523の導電性を優れたものとすることができる。

【0069】

なお、圧電体層512と第2の電極層513との間には、圧電体層512を保護するとともに、第1の電極層511と第2の電極層513との間の短絡を防止する機能を有する絶縁体層(絶縁性の保護層)が設けられていてもよい。同様に、圧電体層522と第2の電極層523との間にも、絶縁体層が設けられていてもよい。

40

【0070】

かかる絶縁体層は、例えば、SiO₂(酸化ケイ素)、AlN(窒化アルミ)、SiN(窒化ケイ素)等で構成されている。

【0071】

また、圧電体層512と第2の電極層513との間には、第2の電極層513が圧電体層512(上述した絶縁体層を設けた場合には絶縁体層)から剥離するのを防止する機能

50

を有する下地層が設けられていてもよい。同様に、圧電体層 5 2 2 と第 2 の電極層 5 2 3 との間にも、下地層が設けられていてもよい。

かかる下地層は、例えば、Ti、Cr等で構成されている。

【0072】

このように構成された駆動部 5 1 においては、第 1 の電極層 5 1 1 と第 2 の電極層 5 1 3 との間に電圧が印加されると、圧電体層 5 1 2 に z 軸方向の電界が生じ、圧電体層 5 1 2 が y 軸方向に伸張または収縮する。同様に、駆動部 5 2 においては、第 1 の電極層 5 2 1 と第 2 の電極層 5 2 3 との間に電圧が印加されると、圧電体層 5 2 2 に z 軸方向の電界が生じ、圧電体層 5 2 2 が y 軸方向に伸張または収縮する。

【0073】

このとき、駆動部 5 1、5 2 のうちの一方の駆動部を y 軸方向に伸張させたときに他方の駆動部を y 軸方向に収縮させることにより、第 1 駆動用振動腕 2 5 を x 軸方向に屈曲振動させることができる。

【0074】

同様に、駆動部 5 3、5 4 により第 2 駆動用振動腕 2 6 を x 軸方向に屈曲振動させることができる。また、駆動部 5 5、5 6 により第 3 駆動用振動腕 2 7 を x 軸方向に屈曲振動させることができる。また、駆動部 5 7、5 8 により第 4 駆動用振動腕 2 8 を x 軸方向に屈曲振動させることができる。

【0075】

このような駆動部 5 1 は、第 1 の電極層 5 1 1 が配線（図示せず）を介して端子 6 1 に電氣的に接続され、第 2 の電極層 5 1 3 が配線（図示せず）を介して端子 6 4 に電氣的に接続されている。

【0076】

また、駆動部 5 2 は、第 1 の電極層 5 2 1 が配線（図示せず）を介して端子 6 4 に電氣的に接続され、第 2 の電極層 5 2 3 が配線（図示せず）を介して端子 6 1 に電氣的に接続されている。

【0077】

同様に、駆動部 5 3 は、第 1 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続され、また、駆動部 5 4 は、第 1 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続されている。

【0078】

また、駆動部 5 5 は、第 1 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続され、また、駆動部 5 6 は、第 1 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続されている。

【0079】

また、駆動部 5 7 は、第 1 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続され、また、駆動部 5 8 は、第 1 の電極層が端子 6 1 に電氣的に接続され、第 2 の電極層が端子 6 4 に電氣的に接続されている。

【0080】

[検出部]

次に、検出部について説明する。

【0081】

まず、図 3 (a) に示すセンサー素子の検出部について説明する。

図 3 (a) に示すセンサー素子 2 の検出部については、互いに同等の構成であるので、以下の説明では、検出部 4 1 の構成を例に挙げて説明する。

【0082】

検出部 4 1 (2 本の検出部 4 1 が x 軸に沿って並んでいてもよい。) は、第 1 検出用振動腕 2 3 上に設けられている検出電極である。検出部 4 1 は、図 3 (a) の B - B 線断面図である図 4 (b) に示すように、第 1 検出用振動腕 2 3 の両主面にそれぞれ設けた溝の内壁面に密着している。また、第 1 検出用振動腕 2 3 の両側面にも、前記検出電極として

10

20

30

40

50

の検出部 4 1 - 1 が存在する。

なお、上述の溝については存在しない構成であっても構わない。

そして、これら検出電極によって電荷が検出され、センサーの検出信号が出力される。

【 0 0 8 3 】

次に、図 3 (b) に示すセンサー素子の検出部について説明する。なお、以下の説明のうち、上述した図 3 (a) についての説明以外の部分は、図 3 (a) に示すセンサー素子 2 の検出部にも適用可能である。

【 0 0 8 4 】

検出部 4 1、4 2 は、それぞれ、前述した振動体 2 0 の第 1 検出用振動腕 2 3 上に設けられている。また、検出部 4 3、4 4 は、それぞれ、振動体 2 0 の第 2 検出用振動腕 2 4 上に設けられている。

【 0 0 8 5 】

1 対の検出部 4 1、4 2 は、第 1 検出用振動腕 2 3 の x 軸方向での屈曲振動（いわゆる面内振動）を検出するものである。同様に、1 対の検出部 4 3、4 4 は、第 2 検出用振動腕 2 4 の x 軸方向での屈曲振動を検出するものである。

【 0 0 8 6 】

より具体的に説明すると、1 対の検出部 4 1、4 2 は、第 1 検出用振動腕 2 3 の幅方向（x 軸方向）での一方側（図 3 (b) 中右側）に検出部 4 1 が設けられ、他方側（図 3 (b) 中左側）に検出部 4 2 が設けられている。同様に、1 対の検出部 4 3、4 4 は、第 2 検出用振動腕 2 4 の幅方向（x 軸方向）において、一方側（図 3 (b) 中右側）に検出部 4 3 が設けられ、他方側（図 3 (b) 中左側）に検出部 4 4 が設けられている。

【 0 0 8 7 】

検出部 4 1 ~ 4 4 は、それぞれ、y 軸方向に伸縮することにより電荷を出力するように構成された圧電体素子である。このような検出部 4 1、4 2 は、それぞれ、第 1 検出用振動腕 2 3 の振動（x 軸方向での屈曲振動）に伴って電荷を出力する。同様に、検出部 4 3、4 4 は、それぞれ、第 2 検出用振動腕 2 4 の振動（x 軸方向での屈曲振動）に伴って電荷を出力する。

【 0 0 8 8 】

このような検出部 4 1 ~ 4 4 を用いることにより、各検出用振動腕 2 3、2 4 自体が圧電性を有していなかったり、あるいは、各検出用振動腕 2 3、2 4 自体が圧電性を有している場合であっても、その分極軸や結晶軸の方向が x 軸方向での屈曲振動の検出に適していなかったりする場合でも、比較的簡単かつ効率的に、各検出用振動腕 2 3、2 4 の x 軸方向での屈曲振動を検出することができる。また、各検出用振動腕 2 3、2 4 の圧電性の有無、分極軸や結晶軸の方向を問わないので、各検出用振動腕 2 3、2 4 の構成材料の選択の幅が広がる。そのため、所望の振動特性を有する振動体 2 0 を比較的簡単に実現することができる。

【 0 0 8 9 】

このような検出部 4 1 ~ 4 4、駆動部 5 1 ~ 5 8 は、それぞれ、複数の層を z 軸方向に積層した積層構造を有する圧電体素子である。

【 0 0 9 0 】

以下、検出部 4 1、4 2 の構成について詳細に説明する。なお、検出部 4 3、4 4 の構成については、検出部 4 1、4 2 と同様である（同様の積層構造を有する）ため、その説明を省略する。

【 0 0 9 1 】

検出部 4 1 は、図 4 (d) に示すように、第 1 の電極層 4 1 1、第 1 の電極層 4 1 1 に対して第 1 検出用振動腕 2 3 とは反対側に設けられた第 2 の電極層 4 1 3、および、第 1 の電極層 4 1 1 と第 2 の電極層 4 1 3 との間に設けられた圧電体層 4 1 2 を有する。言い換えると、検出部 4 1 は、第 1 検出用振動腕 2 3 上に、第 1 の電極層 4 1 1、圧電体層 4 1 2、第 2 の電極層 4 1 3 がこの順で積層されて構成されている。

【 0 0 9 2 】

同様に、検出部 4 2 は、第 1 検出用振動腕 2 3 上に、第 1 の電極層 4 2 1、圧電体層 4 2 2、第 2 の電極層 4 2 3 がこの順で積層されて構成されている。

【0093】

第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 は、それぞれ、例えば、金 (Au)、金合金、白金 (Pt)、アルミニウム (Al)、アルミニウム合金、銀 (Ag)、銀合金、クロム (Cr)、クロム合金、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、タングステン (W)、鉄 (Fe)、チタン (Ti)、コバルト (Co)、亜鉛 (Zn)、ジルコニウム (Zr) 等の金属材料や、ITO、ZnO 等の透明電極材料により形成することができる。

【0094】

中でも、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 の構成材料としては、それぞれ、金を主材料とする金属 (金、金合金) または白金を用いるのが好ましく、金を主材料とする金属 (特に金) を用いるのがより好ましい。

【0095】

Au は、導電性に優れ (電気抵抗が小さく)、酸化に対する耐性に優れているため、電極材料として好適である。また、Au は Pt に比しエッチングにより容易にパターニングすることができる。さらに、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 を金または金合金で構成することにより、圧電体層 4 1 2、4 2 2 の配向性を高めることもできる。

【0096】

また、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 の平均厚さは、それぞれ、特に限定されないが、例えば、1 nm 以上 300 nm 以下程度であるのが好ましく、10 nm 以上 200 nm 以下程度であるのがより好ましい。これにより、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 が検出部 4 1、4 2 の検出特性や第 1 検出用振動腕 2 3 の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、前述したような第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 の導電性を優れたものとすることができる。

【0097】

なお、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 と第 1 検出用振動腕 2 3 との間には、第 1 の電極層 4 1 1、4 2 1 が第 1 検出用振動腕 2 3 から剥離するのを防止する機能を有する下地層が設けられていてもよい。

かかる下地層は、例えば、Ti、Cr 等で構成されている。

【0098】

圧電体層 4 1 2、4 2 2 の構成材料 (圧電体材料) としては、それぞれ、例えば、酸化亜鉛 (ZnO)、窒化アルミニウム (AlN)、タンタル酸リチウム (LiTaO_3)、ニオブ酸リチウム (LiNbO_3)、ニオブ酸カリウム (KNbO_3)、四ホウ酸リチウム ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$)、チタン酸バリウム (BaTiO_3)、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛) 等が挙げられるが、AlN、ZnO を用いるのが好ましい。

【0099】

中でも、圧電体層 4 1 2、4 2 2 の構成材料としては、それぞれ、ZnO、AlN を用いるのが好ましい。ZnO (酸化亜鉛) や AlN (窒化アルミニウム) は、誘電率が低い材料であるため、検出での寄生容量を低く抑えることができる。また、これらの材料は、反応性スパッタリング法により成膜することができる。

【0100】

また、圧電体層 4 1 2、4 2 2 の平均厚さは、それぞれ、50 ~ 3000 nm であるのが好ましく、200 ~ 2000 nm であるのがより好ましい。これにより、圧電体層 4 1 2、4 2 2 が第 1 検出用振動腕 2 3 の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、検出部 4 1、4 2 の検出特性を優れたものとすることができる。

【0101】

第 2 の電極層 4 1 3、4 2 3 は、それぞれ、例えば、金 (Au)、金合金、白金 (Pt)、アルミニウム (Al)、アルミニウム合金、銀 (Ag)、銀合金、クロム (Cr)、クロム合金、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ニオブ (Nb)、タングステン (W)、鉄 (Fe)、チタン (Ti)、コバルト (Co)、亜鉛 (Zn)、ジルコニウム (Zr) 等の金属材料や ITO、ZnO 等の透明電極材料により形成することができる。

10

20

30

40

50

【0102】

また、第2の電極層413、423の平均厚さは、それぞれ、特に限定されないが、例えば、1nm以上300nm以下程度であるのが好ましく、10nm以上200nm以下程度であるのがより好ましい。これにより、第2の電極層413、423が検出部41、42の検出特性や第1検出用振動腕23の振動特性に悪影響を与えるのを防止しつつ、第2の電極層413、423の導電性を優れたものとすることができる。

【0103】

なお、圧電体層412と第2の電極層413との間には、圧電体層412を保護するとともに、第1の電極層411と第2の電極層413との間の短絡を防止する機能を有する絶縁体層（絶縁性の保護層）が設けられていてもよい。同様に、圧電体層422と第2の電極層423との間にも、絶縁体層が設けられていてもよい。

10

【0104】

かかる絶縁体層は、例えば、 SiO_2 （酸化ケイ素）、 AlN （窒化アルミ）、 SiN （窒化ケイ素）等で構成されている。

【0105】

また、圧電体層412と第2の電極層413との間には、第2の電極層413が圧電体層412（上述した絶縁体層を設けた場合には絶縁体層）から剥離するのを防止する機能を有する下地層が設けられていてもよい。同様に、圧電体層422と第2の電極層423との間にも、下地層が設けられていてもよい。

かかる下地層は、例えば、 Ti 、 Cr 等で構成されている。

20

【0106】

このような検出部41、42は、第1検出用振動腕23がx軸方向に屈曲振動すると、一方の検出部がy軸方向に伸張し、他方の検出部がy軸方向に収縮し、電荷を出力する。

【0107】

同様に、検出部43、44は、第2検出用振動腕24がx軸方向に屈曲振動すると、一方の検出部がy軸方向に伸張し、他方の検出部がy軸方向に収縮し、電荷を出力する。

【0108】

このような検出部41、42においては、検出部41の第2の電極層413と検出部42の第1の電極層421とがそれぞれ端子62に電氣的に接続され、また、検出部41の第1の電極層411と検出部42の第2の電極層423とがそれぞれ端子63に電氣的に接続されている。

30

【0109】

同様に、図示はしないものの、検出部43の第2の電極層と検出部44の第1の電極層とがそれぞれ端子65に電氣的に接続され、また、検出部43の第1の電極層と検出部44の第2の電極層とがそれぞれ端子66に電氣的に接続されている。

【0110】

〔支持部〕

第1支持部221は、第1駆動用振動腕25および第3駆動用振動腕27の-y側に位置している。一方、第2支持部222は、第2駆動用振動腕26および第4駆動用振動腕28の+y側に位置している。すなわち、第1支持部221および第2支持部222は、第1駆動用振動腕25、第2駆動用振動腕26、第3駆動用振動腕27および第4駆動用振動腕28を挟んでy軸方向に並んでいる。

40

【0111】

また、前述したように、第1支持部221は、第1固定部221aと第1固定部221bと欠損部221cとを備えており、第1固定部221aおよび第1固定部221bは、x軸方向において、欠損部221cを介して互いに離間している。そして、この欠損部221cには、第1検出用振動腕23の一部が入り込むように延伸している。

【0112】

その結果、第1固定部221aは、第1駆動用振動腕25の先端側（-y側）に位置し、第1固定部221bは、第3駆動用振動腕27の先端側（-y側）に位置することとな

50

る。

【0113】

同様に、第2支持部222は、第2固定部222aと第2固定部222bと欠損部222cとを備えており、第2固定部222aおよび第2固定部222bは、x軸方向において、欠損部222cを介して互いに離間している。そして、この欠損部222cには、第2検出用振動腕24の一部が入り込むように延伸している。

【0114】

その結果、第2固定部222aは、第2駆動用振動腕26の先端側(+y側)に位置し、第2固定部222bは、第4駆動用振動腕28の先端側(+y側)に位置することとなる。

10

【0115】

このように、第1支持部221および第2支持部222は、欠損部221cおよび欠損部222cを備えているため、これらを備えていない場合に比べて、第1検出用振動腕23および第2検出用振動腕24をより長く延伸させることができる。このため、本実施形態によれば、振動体20を大型化させることなく、第1検出用振動腕23に設けられる検出部41、42および第2検出用振動腕24に設けられる検出部43、44の長さをより長くすることができる。その結果、検出部41~44の電極で取得される電荷の量をより多くすることができ、検出信号のS/N比をより高めることができる。よって、本実施形態によれば、小型でかつ感度の高いセンサー素子2を実現することができる。

【0116】

20

より具体的には、第1検出用振動腕23の先端(-y側の端部)は、y軸方向において、第1駆動用振動腕25の先端および第3駆動用振動腕27の先端を境にして基部21側とは反対側(-y側)に位置している。同様に、第2検出用振動腕24の先端(+y側の端部)は、y軸方向において、第2駆動用振動腕26の先端および第4駆動用振動腕28の先端を境にして基部21側とは反対側(+y側)に位置している。

【0117】

第1検出用振動腕23および第2検出用振動腕24が上記のように構成されることで、検出部41~44の長さを十分に確保するとともに、第1支持部221および第2支持部222を配置するためのスペースを確保することができる。その結果、センサー素子2の高感度化と小型化とを高度に両立させることができる。

30

【0118】

なお、本実施形態では、第1検出用振動腕23の-y側の外縁(先端)と第1支持部221の-y側の外縁とが揃っている。同様に、本実施形態では、第2検出用振動腕24の+y側の外縁(先端)と第2支持部222の+y側の外縁とが揃っている。

【0119】

本発明では、必要に応じて、第1検出用振動腕23および第2検出用振動腕24が欠損部221cおよび欠損部222cを越えてさらに先端方向へ延長されていてもよい。

【0120】

また、第1支持部221のx軸方向における外縁および第2支持部222のx軸方向における外縁は、それぞれ、各駆動用振動腕25~28のx軸方向における外縁よりも基部21側に位置している。具体的には、図3に示す第1固定部221aの+x側の縁部221axは、第1駆動用振動腕25の錘部251の+x側の縁部251xよりも-x側に位置している。同様に、図3に示す第1固定部221bの-x側の縁部221bxは、第3駆動用振動腕27の錘部271の-x側の縁部271xよりも+x側に位置しており、図3に示す第2固定部222aの+x側の縁部222axは、第2駆動用振動腕26の錘部261の+x側の縁部261xよりも-x側に位置しており、図3に示す第2固定部222bの-x側の縁部222bxは、第4駆動用振動腕28の錘部281の-x側の縁部281xよりも+x側に位置している。すなわち、第1支持部221のx軸方向における外縁のうち最も第1検出用振動腕23から離れている外縁は、第1駆動用振動腕25の第2方向における外縁および第3駆動用振動腕27の第2方向における外縁よりも基部21側

40

50

に位置しており、第2支持部222のx軸方向における外縁のうち最も第2検出用振動腕24から離れている外縁は、第2駆動用振動26腕の第2方向における外縁および第4駆動用振動腕28の第2方向における外縁よりも基部21側に位置している。

【0121】

第1支持部221および第2支持部222の形状を上記のように設定することにより、センサー素子2のさらなる小型化を図ることができる。特に、図3に示すセンサー素子2のように平面視で略矩形状をなすものの場合、各検出用振動腕23、24の長さを犠牲にすることなく、センサー素子2の対角線の長さを若干短くすることができる。これにより、センサー素子2をパッケージ9に収納する際、スペースをより有効に利用することができる。

10

【0122】

また、本実施形態に係る第1支持部221は、x軸方向において第1検出用振動腕23を境にして分離されており、具体的には、第1固定部221aと第1固定部221bとが欠損部221cを介して互いに離間している。同様に、本実施形態に係る第2支持部222は、第2固定部222aと第2固定部222bとが欠損部222cを介して互いに離間している。これにより、本実施形態に係る基部21は、4つの固定部で支持されることとなる。このようなセンサー素子2は、第1梁部223、224および第2梁部225、226が比較的高い自由度で変形することが可能になる。このため、センサー素子2に衝撃が加わったとき、第1梁部223、224および第2梁部225、226がその衝撃を受け流し易くなり、センサー素子2の破損や特性劣化の発生をより抑え易くなる。その結果

20

【0123】

さらに、本実施形態に係る第1支持部221は、第1固定部221aと第1固定部221bとが互いに離間しており、同様に、第2支持部222は、第2固定部222aと第2固定部222bとが互いに離間しているので、従来に比べてセンサー素子2がとり得る振動モードの絶対数が少なくなる。このため、意図しない振動モードでセンサー素子2が振動する確率を下げることができ、誤作動の発生や検出感度の低下といった不具合を抑制することができる。

【0124】

なお、欠損部221cは、第1支持部221のうち、その構成材料を部分的に除去してなる部位である。同様に、欠損部222cは、第2支持部222のうち、その構成材料を部分的に除去してなる部位である。ただし、製造時に除去する工程を含んでいる必要はなく、欠損部221c、222cの部分に構成材料が存在しなくなるようにパターニングを施した上で支持部221、222を形成する場合も含まれる。

30

【0125】

また、図3に示す第1固定部221aは、平面視で、x軸方向に長軸をもつ矩形状をなしている。そして、第1固定部221aの-x側の端部に第1梁部223が接続されている。一方、図3に示す第1固定部221bも、平面視で、x軸方向に長軸をもつ矩形状をなしている。そして、第1固定部221bの+x側の端部に第1梁部224が接続されている。

40

【0126】

同様に、図3に示す第2固定部222aは、平面視で、x軸方向に長軸をもつ矩形状をなしている。そして、第2固定部222aの-x側の端部に第2梁部225が接続されている。一方、図3に示す第2固定部222bも、平面視で、x軸方向に長軸をもつ矩形状をなしている。そして、第2固定部222bの+x側の端部に第2梁部226が接続されている。

【0127】

支持部と梁部との接続が上記のようになっていることで、第1梁部223、224および第2梁部225、226の平面視形状がy軸方向に細長い形状になり易くなる。このような形状の梁部は、センサー素子2の駆動振動を安定させ易くなり、センサー素子2のさ

50

らなる高感度化に寄与する。また、支持部と梁部との接続箇所において、落下等の衝撃が加わった際に破損の起点となる角部を1か所とすることができるため、破損の可能性を低減することができる。

【0128】

さらに、第1梁部223、224のうち、第1支持部221側の部分は、平面視において直線状をなしているのが好ましい。同様に、第2梁部225、226のうち、第2支持部222側の部分は、平面視において直線状をなしているのが好ましい。このような形状の梁部は、センサー素子2の駆動振動をより安定化させることに寄与する。なお、この直線状の部分は、第1支持部221側または第2支持部222側の少なくとも一部に設けられていればよいが、好ましくは、第1梁部223、224および第2梁部225、226の全長の半分以上を占めているのが好ましい。これにより、上述した効果がより顕著なものとなる。

10

【0129】

加えて、この直線状の部分は、y軸方向と平行であるのが好ましい。これにより、センサー素子2の駆動振動をさらに安定化させることができる。また、駆動用振動腕および検出用振動腕と平行に梁部が形成されていることで、梁部と駆動用振動腕、梁部と駆動用錘部、梁部と検出用振動腕、梁部と検出用錘部のそれぞれのギャップが互いに平行となり、加工形状の安定性が向上し、歩留り良く製造することが可能となる。

【0130】

なお、図3に示すセンサー素子2では、第1固定部221aの-x側の端部と第1梁部223の直線状の部分とで、x軸方向における位置が揃っている。同様に、第1固定部221bの+x側の端部と第1梁部224の直線状の部分とで、x軸方向における位置が揃っており、第2固定部222aの-x側の端部と第2梁部225の直線状の部分とで、x軸方向における位置が揃っており、第2固定部222bの+x側の端部と第2梁部226の直線状の部分とで、x軸方向における位置が揃っている。

20

【0131】

支持部および梁部の形状が上記のようになっていることで、欠損部221cおよび欠損部222cのx軸方向における長さを十分に確保することができる。このため、第1検出用振動腕23と第1固定部221a、221bとの間に十分な離間距離が確保され、従来に比べて長くなった第1検出用振動腕23がより大きな振幅で面内振動したときでも、第1検出用振動腕23と第1固定部221a、221bとの接触を防止することができる。同様に、第2検出用振動腕24と第2固定部222a、222bとの間に十分な離間距離が確保され、従来に比べて長くなった第2検出用振動腕24がより大きな振幅で面内振動したときでも、第2検出用振動腕24と第2固定部222a、222bとの接触を防止することができる。

30

【0132】

加えて、センサー素子2に衝撃が加わったときでも、第1検出用振動腕23と第1固定部221a、221bとが接触したり、第2検出用振動腕24と第2固定部222a、222bとが接触したりする確率を下げるので、センサー素子2の耐衝撃性を高めることができる。

40

【0133】

また、図3に示す第1梁部223、224は、直線状の部分の他に、x軸方向に平行な部分とy軸方向に平行な部分とが交互に接続されてなる屈曲部分を備えている。このような屈曲部分を設けることにより、センサー素子2に加わった衝撃が基部21に伝搬し難くなる。その結果、センサー素子2の耐衝撃性をより高めることができる。

【0134】

なお、第1検出用振動腕23と第1固定部221aとの離間距離L1は、特に限定されないものの、センサー素子2のx軸方向の最大長さをL4としたとき、L4の2%以上15%以下程度であるのが好ましい。これにより、センサー素子2において十分な振動安定性と耐衝撃性とが確保され、センサー素子2の高感度化および高精度化が図られる。

50

【0135】

また、第1固定部221aのy軸方向の長さL2は、特に限定されないものの、センサー素子2のy軸方向の最大長さをL5としたとき、L5の5%以上15%以下程度であるのが好ましい。これにより、センサー素子2を十分に安定させた状態で支持することができるので、十分な振動安定性と耐衝撃性が確保され、センサー素子2の高感度化および高精度化が図られる。

【0136】

さらに、第1固定部221aのx軸方向の長さL3は、最大長さL4の10%以上40%以下程度であるのが好ましい。これにより、センサー素子2のさらなる高感度化および高精度化が図られる。

10

【0137】

なお、上記では、第1固定部221aについてのみ説明しているが、第1固定部221bや第2固定部222a、222bについても上記と同様の関係が成り立つ。

【0138】

〔端子〕

端子61～63は、前述した第1支持部221上に設けられている。具体的には、端子61は、前述した第1固定部221a上に設けられ、端子62、63は、第1固定部221b上に設けられている。

【0139】

一方、端子64～66は、前述した第2支持部222上に設けられている。具体的には、端子64、65は、前述した第2固定部222a上に設けられ、端子66は、第2固定部222b上に設けられている。

20

【0140】

また、端子61～66および配線（図示せず）等は、例えば、金（Au）、金合金、白金（Pt）、アルミニウム（Al）、アルミニウム合金、銀（Ag）、銀合金、クロム（Cr）、クロム合金、銅（Cu）、モリブデン（Mo）、ニオブ（Nb）、タングステン（W）、鉄（Fe）、チタン（Ti）、コバルト（Co）、亜鉛（Zn）、ジルコニウム（Zr）等の金属材料やITO、ZnO等の透明電極材料により形成することができる。また、これらは、検出部や駆動部と導通しており、例えば、図3（b）の構成であれば、検出部41～44の第1の電極層または第2の電極層や、駆動部51～58の第1の電極層または第2の電極層と同時に一括形成することができる。

30

【0141】

このように構成されたセンサー素子2は、次のようにしてz軸まわりの角速度を検出する。

【0142】

まず、端子61と端子64との間に電圧（駆動信号）を印加することにより、図5（a）に示すように、図中矢印Aに示す方向に、第1駆動用振動腕25と第3駆動用振動腕27とを互いに接近・離間するように屈曲振動（駆動振動）させるとともに、第2駆動用振動腕26と第4駆動用振動腕28とを上記屈曲振動と同方向に互いに接近・離間するように屈曲振動（駆動振動）させる。

40

【0143】

このとき、センサー素子2に角速度が加わらないと、各駆動用振動腕25、26と各駆動用振動腕27、28とは、中心点（重心G）を通るyz平面に対して面对称の振動を行っているため、基部21および各検出用振動腕23、24は、ほとんど振動しない。

【0144】

このように各駆動用振動腕25～28を駆動振動させた状態で、センサー素子2にその重心Gを通る法線まわりの角速度が加わると、各駆動用振動腕25～28には、それぞれコリオリ力が働く。これにより、図5（b）に示すように、連結腕211、212が図中矢印Bに示す方向に屈曲振動し、これに伴いこの屈曲振動を打ち消すように、各検出用振動腕23、24では図中矢印Cに示す方向の屈曲振動（検出振動）が励振される。

50

【 0 1 4 5 】

そして、第 1 検出用振動腕 2 3 の屈曲振動によって検出部 4 1、4 2 に生じた電荷が端子 6 2、6 3 から出力される。また、第 2 検出用振動腕 2 4 の屈曲振動によって検出部 4 3、4 4 に生じた電荷が端子 6 5、6 6 から出力される。

【 0 1 4 6 】

このように端子 6 2、6 3、6 5、6 6 から出力された電荷に基づいて、センサー素子 2 に加わった角速度 を求めることができる。

【 0 1 4 7 】

(I C チップ 3)

図 1 および図 2 に示す I C チップ 3 は、前述したセンサー素子 2 を駆動する機能と、センサー素子 2 からの出力 (センサー出力) を検出する機能とを有する電子部品である。

10

【 0 1 4 8 】

このような I C チップ 3 は、図示しないが、センサー素子 2 を駆動する駆動回路と、センサー素子 2 (より具体的には検出部 4 1 ~ 4 4) からの出力 (電荷) を検出する検出回路とを備える。

また、I C チップ 3 には、複数の接続端子 3 1 が設けられている。

【 0 1 4 9 】

(パッケージ)

パッケージ 9 は、センサー素子 2 および I C チップ 3 を収納するものである。

【 0 1 5 0 】

20

パッケージ 9 は、上面に開放する凹部を有するベース 9 1 と、ベース 9 1 の凹部の開口を塞ぐようにベース 9 1 に接合されているリッド (蓋体) 9 2 とを有している。このようなパッケージ 9 は、その内側に収納空間 S を有しており、この収納空間 S 内に、センサー素子 2 および I C チップ 3 が気密的に収納、設置されている。

【 0 1 5 1 】

また、ベース 9 1 の上面には、複数の内部端子 7 1 および複数の内部端子 7 2 が設けられている。

【 0 1 5 2 】

この複数の内部端子 7 1 には、半田、銀ペースト、導電性接着剤 (樹脂材料中に金属粒子などの導電性フィラーを分散させた接着剤) などの導電性固定部材 8 1 を介して、センサー素子 2 の端子 6 1 ~ 6 6 が電氣的に接続されている。また、この導電性固定部材 8 1 により、センサー素子 2 がベース 9 1 に対して固定されている。

30

【 0 1 5 3 】

この複数の内部端子 7 1 は、図示しない配線を介して、複数の内部端子 7 2 に電氣的に接続されている。

【 0 1 5 4 】

複数の内部端子 7 2 には、例えばボンディングワイヤーで構成された配線を介して、前述した I C チップ 3 の複数の接続端子 3 1 が電氣的に接続されている。

【 0 1 5 5 】

また、ベース 9 1 の上面には、例えばエポキシ樹脂、アクリル樹脂等を含んで構成された接着剤のような接合部材 8 2 により、前述した I C チップ 3 が接合されている。これにより、I C チップ 3 がベース 9 1 に対して支持・固定されている。

40

【 0 1 5 6 】

また、図示しないが、ベース 9 1 の下面 (パッケージ 9 の底面) には、センサーデバイス 1 が組み込まれる機器 (外部機器) に実装される際に用いられる複数の外部端子が設けられている。

【 0 1 5 7 】

この複数の外部端子は、図示しない内部配線を介して、前述した内部端子 7 2 に電氣的に接続されている。

【 0 1 5 8 】

50

このような各内部端子 7 1、7 2 等は、それぞれ、例えば、タングステン (W) 等のメタライズ層にニッケル (Ni)、金 (Au) 等の被膜をメッキ等により積層した金属被膜からなる。

【0159】

このようなベース 9 1 には、リッド 9 2 が気密的に接合されている。これにより、パッケージ 9 内が気密封止されている。

【0160】

このリッド 9 2 は、例えば、ベース 9 1 と同材料、または、コパール、4 2 アロイ、ステンレス鋼等の金属で構成されている。

【0161】

ベース 9 1 とリッド 9 2 との接合方法としては、特に限定されず、例えば、ろう材、硬化性樹脂等で構成された接着剤による接合方法、シーム溶接、レーザー溶接等の溶接方法等を用いることができる。

【0162】

かかる接合は、減圧下または不活性ガス雰囲気下で行うことにより、パッケージ 9 内を減圧状態または不活性ガス封入状態に保持することができる。

【0163】

以上説明したような第 1 実施形態に係るセンサーデバイス 1 は、第 1 支持部 2 2 1 が欠損部 2 2 1 c を備えているとともに、第 2 支持部 2 2 2 が欠損部 2 2 2 c を備えている。そして、第 1 検出用振動腕 2 3 が欠損部 2 2 1 c に入り込むとともに、第 2 検出用振動腕 2 4 が欠損部 2 2 2 c に入り込んでいる。このため、本実施形態によれば、センサー素子 2 を大型化させることなく、検出部 4 1 ~ 4 4 の長さをより長くすることができるので、小型でかつ感度の高いセンサー素子 2 を実現することができる。

また、このようなセンサー素子 2 を備えるセンサーデバイス 1 は、信頼性に優れる。

【0164】

< 第 2 実施形態 >

次に、本発明のセンサー素子の第 2 実施形態について説明する。

【0165】

図 6 は、本発明の第 2 実施形態に係るセンサー素子の概略構成を示す平面図である。

なお、図 6 では、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸として、x 軸、y 軸および z 軸を図示しており、その図示した矢印の先端側を「+ 側」、基端側を「- 側」とする。また、以下では、x 軸に平行な方向を「x 軸方向」と言い、y 軸に平行な方向を「y 軸方向」と言い、z 軸に平行な方向を「z 軸方向」と言う。

【0166】

以下、第 2 実施形態について説明するが、以下の説明では、第 1 実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

【0167】

本発明の第 2 実施形態に係るセンサー素子 2 は、第 1 支持部 2 2 1 および第 2 支持部 2 2 2 の構成が異なる以外、第 1 実施形態に係るセンサー素子 2 と同様である。

【0168】

本実施形態に係る第 1 支持部 2 2 1 は、x 軸方向において、第 1 検出用振動腕 2 3 が第 1 支持部 2 2 1 に挟まれている特徴は共通であるが、欠損部 2 2 1 c を備えているものの、この欠損部 2 2 1 c は、第 1 固定部 2 2 1 a と第 1 固定部 2 2 1 b とを完全に分離するのではなく、一部が残るように、基部 2 1 側 (+ y 側) の外縁を基部 2 1 とは反対側 (- y 側) に後退させてなるものである。なお、このようにして第 1 固定部 2 2 1 a と第 1 固定部 2 2 1 b とを連結する部分は、欠損部 2 2 1 c の分だけ、第 1 固定部 2 2 1 a、2 2 1 b よりも y 軸方向の長さが短い部分であり、これを連結部 2 2 1 d とする。換言すれば、第 1 固定部 2 2 1 a および第 1 固定部 2 2 1 b は、それぞれ y 軸方向の長さが長い部分であり、連結部 2 2 1 d は、y 軸方向の長さが第 1 固定部 2 2 1 a、2 2 1 b よりも相対的に短い部分である。すなわち、第 1 支持部 2 2 1 は、基部 2 1 側に欠損部 2 2 1 c であ

10

20

30

40

50

る凹部を有し、第 1 の検出用振動腕 2 3 は前述の凹部内にまで延在しており、第 1 方向である y 軸方向に沿った凹部から第 1 支持部 2 2 1 の外縁までの長さ（連結部 2 2 1 d の y 軸方向に沿った長さ）は、凹部の y 方向に沿った長さよりも短くなっている。

【0169】

一方、本実施形態に係る第 2 支持部 2 2 2 は、x 軸方向において、第 2 検出用振動腕 2 4 が第 2 支持部 2 2 2 に挟まれている特徴は共通であるが、欠損部 2 2 2 c を備えているものの、この欠損部 2 2 2 c は、第 2 固定部 2 2 2 a と第 2 固定部 2 2 2 b とを完全に分離するのではなく、一部が残るように、基部 2 1 側（- y 側）の外縁を基部 2 1 とは反対側（+ y 側）に後退させてなるものである。なお、このようにして第 2 固定部 2 2 2 a と第 2 固定部 2 2 2 b とを連結する部位は、欠損部 2 2 2 c の分だけ、第 2 固定部 2 2 2 a 、2 2 2 b よりも y 軸方向の長さが短い部位であり、これを連結部 2 2 2 d とする。換言すれば、第 2 固定部 2 2 2 a および第 2 固定部 2 2 2 b は、それぞれ y 軸方向の長さが長い部分であり、連結部 2 2 2 d は、y 軸方向の長さが第 2 固定部 2 2 2 a 、2 2 2 b よりも相対的に短い部分である。すなわち、第 2 支持部 2 2 2 は、基部 2 1 側に欠損部 2 2 2 c である凹部を有し、第 2 の検出用振動腕 2 4 は前述の凹部内にまで延在しており、第 1 方向である y 軸方向に沿った凹部から第 2 支持部 2 2 2 の外縁までの長さ（連結部 2 2 2 d の y 軸方向に沿った長さ）は、凹部の y 軸方向に沿った長さよりも短くなっている。

【0170】

このような本実施形態においても、欠損部 2 2 1 c および欠損部 2 2 2 c を備えていない場合に比べて、第 1 検出用振動腕 2 3 および第 2 検出用振動腕 2 4 をより長く延伸させることができる。このため、本実施形態によれば、振動体 2 0 を大型化させることなく、第 1 検出用振動腕 2 3 に設けられる検出部 4 1、4 2 および第 2 検出用振動腕 2 4 に設けられる検出部 4 3、4 4 の長さをより長くすることができる。その結果、検出部 4 1 ~ 4 4 の電極で取得される電荷の量をより多くすることができ、検出信号の S / N 比をより高めることができる。よって、本実施形態によれば、小型でかつ感度の高いセンサー素子 2 を実現することができる。

【0171】

また、本実施形態に係る第 1 支持部 2 2 1 は、第 1 固定部 2 2 1 a と第 1 固定部 2 2 1 b とが連結部 2 2 1 d を介して互いに連結されている。このため、第 1 支持部 2 2 1 が応力の影響によって変形するとき、第 1 固定部 2 2 1 a と第 1 固定部 2 2 1 b とが連動して第 1 支持部 2 2 1 全体が変形する。

【0172】

ここで、例えば第 1 支持部 2 2 1 に設けられた端子 6 1 ~ 6 3 とベース 9 1 に設けられた内部端子 7 1 とが導電性固定部材 8 1 を介して接続されているとき、接続作業から導電性固定部材 8 1 が化学的に安定するまでの間に一定の期間を要する。このため、接続作業直後と、一定の期間が経過した後とでは、導電性固定部材 8 1 の機械的な状態や電気的な状態が変化することとなり、センサー素子 2 のセンシング特性が意図せず変化するおそれがある。

【0173】

これに対し、本実施形態によれば、導電性固定部材 8 1 の状態変化の影響が第 1 支持部 2 2 1 全体の接続状態のバラツキを招き難くなるので、このバラツキに伴うセンシング特性の意図しない変化が抑えられる。これにより、目的のセンシング特性を有するセンサー素子 2 が得られる。

【0174】

同様に、本実施形態に係る第 2 支持部 2 2 2 は、第 2 固定部 2 2 2 a と第 2 固定部 2 2 2 b とが連結部 2 2 2 d を介して互いに連結されている。このため、第 2 支持部 2 2 2 側においても、その変形の影響が基部 2 1 に及び難くなる。このため、目的のセンシング特性を有するセンサー素子 2 が得られる。

以上のような本実施形態においても、第 1 実施形態と同様の作用、効果が得られる。

【0175】

〔電子機器〕

次いで、本発明のセンサーデバイスを備える電子機器（本発明の電子機器）について、図 7～図 9 に基づき、詳細に説明する。

【0176】

図 7 は、本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用したモバイル型（またはノート型）のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図である。この図において、パーソナルコンピュータ 1100 は、キーボード 1102 を備えた本体部 1104 と、表示部 100 を備えた表示ユニット 1106 とにより構成され、表示ユニット 1106 は、本体部 1104 に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。このようなパーソナルコンピュータ 1100 には、ジャイロセンサーとして機能する前述したセンサーデバイス 1 が内蔵されている。

10

【0177】

図 8 は、本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用した携帯電話機（PHS も含む）の構成を示す斜視図である。この図において、携帯電話機 1200 は、複数の操作ボタン 1202、受話口 1204 および送話口 1206 を備え、操作ボタン 1202 と受話口 1204 との間には、表示部 100 が配置されている。このような携帯電話機 1200 には、ジャイロセンサーとして機能する前述したセンサーデバイス 1 が内蔵されている。

【0178】

図 9 は、本発明のセンサーデバイスを備える電子機器を適用したデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチルカメラ 1300 は、被写体の光像を CCD（Charge Coupled Device）等の撮像素子により光電変換して撮像信号（画像信号）を生成する。

20

【0179】

デジタルスチルカメラ 1300 におけるケース（ボディー）1302 の背面には、表示部 100 が設けられ、CCD による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部 100 は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。また、ケース 1302 の正面側（図中裏面側）には、光学レンズ（撮像光学系）や CCD などを含む受光ユニット 1304 が設けられている。

30

【0180】

撮影者が表示部 100 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1306 を押下すると、その時点における CCD の撮像信号が、メモリー 1308 に転送・格納される。また、このデジタルスチルカメラ 1300 においては、ケース 1302 の側面に、ビデオ信号出力端子 1312 と、データ通信用の入出力端子 1314 とが設けられている。そして、図示されるように、ビデオ信号出力端子 1312 にはテレビモニター 1430 が、データ通信用の入出力端子 1314 にはパーソナルコンピュータ 1440 が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー 1308 に格納された撮像信号が、テレビモニター 1430 や、パーソナルコンピュータ 1440 に出力される構成になっている。このようなデジタルスチルカメラ 1300 には、ジャイロセンサーとして機能する前述したセンサーデバイス 1 が内蔵されている。

40

【0181】

なお、本発明のセンサーデバイスを備える電子機器は、図 7 のパーソナルコンピュータ（モバイル型パーソナルコンピュータ）、図 8 の携帯電話機、図 9 のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、インクジェット式吐出装置（例えばインクジェットプリンター）、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS 端末、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機

50

器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシミュレーター等に適用することができる。

【0182】

〔移動体〕

次に、本発明のセンサーデバイスを備える移動体（本発明の移動体）について説明する。

【0183】

図10は、本発明の移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。自動車1500には、ジャイロセンサーとして機能する前述したセンサーデバイス1が搭載されている。センサーデバイス1は、キーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム（ABS）、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム（TPMS：Tire Pressure Monitoring System）、エンジンコントロール、ハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム等の電子制御ユニット（ECU：electronic control unit）に広く適用できる。

【0184】

以上、本発明のセンサー素子、センサーデバイスおよび電子機器を図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、他の任意の構成物が付加されていてもよい。また、本発明のセンサーデバイスは、前記各実施形態のうち、任意の2以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

【0185】

また、前述した実施形態では、第1支持部と第2支持部の双方が欠損部を備えているが、本発明はかかる形態に限定されず、例えば第2支持部は欠損部を備えていなくてもよい。ただし、第1支持部と第2支持部の双方に欠損部を設けることで、一方のみに欠損部を設ける場合に比べて第1検出用振動腕と第2検出用振動腕の双方をより長くすることができるという利点がある。

【0186】

また、第1支持部が備える欠損部の形状と第2支持部が備える欠損部の形状とは、互いに異なってもよい。例えば、第1支持部が備える欠損部が第1実施形態に係る欠損部と同じであり、第2支持部が備える欠損部が第2実施形態に係る欠損部で同じであるといった形態であってもよい。

【0187】

また、前述した実施形態では、駆動部が圧電体素子で構成されている場合を説明したが、振動体を圧電体材料で構成した場合、駆動部は、駆動用振動腕に設けられた励振電極で構成されていてもよい。

【0188】

また、センサー素子が有する駆動用振動腕や検出用振動腕の数は、前述した実施形態のものに限定されず、1本であっても2本以上の任意の本数であってもよい。

【符号の説明】

【0189】

- | | |
|----|----------|
| 1 | センサーデバイス |
| 2 | センサー素子 |
| 3 | ICチップ |
| 9 | パッケージ |
| 20 | 振動体 |
| 21 | 基部 |
| 23 | 第1検出用振動腕 |
| 24 | 第2検出用振動腕 |
| 25 | 第1駆動用振動腕 |

10

20

30

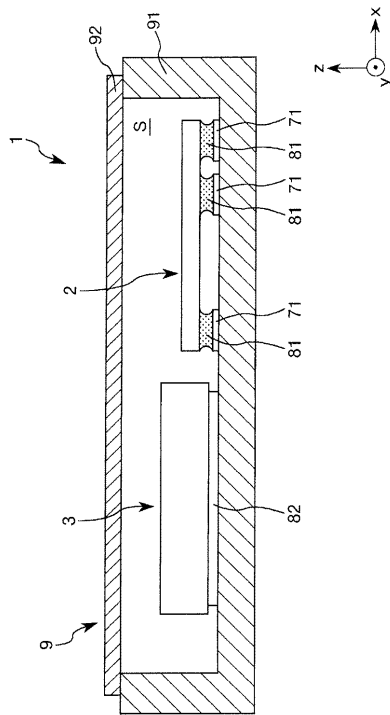
40

50

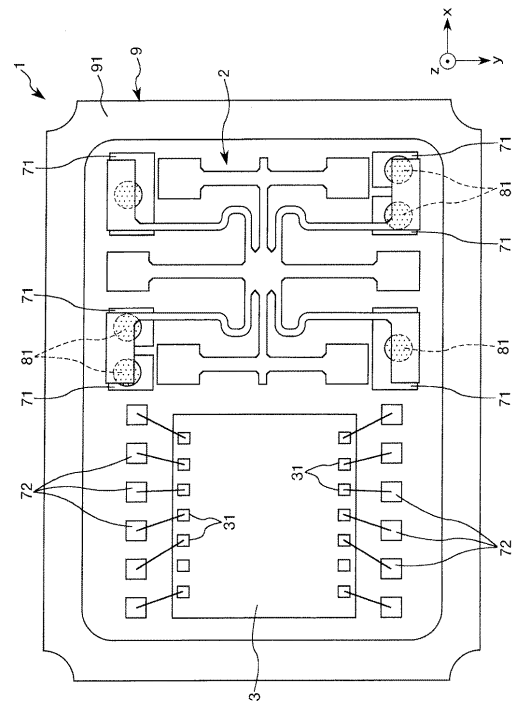
2 6	第 2 駆動用振動腕	
2 7	第 3 駆動用振動腕	
2 8	第 4 駆動用振動腕	
2 9	絶縁体層	
3 1	接続端子	
4 1	検出部	
4 1 - 1	検出部	
4 2	検出部	
4 3	検出部	
4 4	検出部	10
5 1	駆動部	
5 1 - 1	駆動部	
5 2	駆動部	
5 3	駆動部	
5 4	駆動部	
5 5	駆動部	
5 6	駆動部	
5 7	駆動部	
5 8	駆動部	
6 1	端子	20
6 2	端子	
6 3	端子	
6 4	端子	
6 5	端子	
6 6	端子	
7 1	内部端子	
7 2	内部端子	
8 1	導電性固定部材	
8 2	接合部材	
9 1	ベース	30
9 2	リッド	
1 0 0	表示部	
2 1 1	第 1 連結腕	
2 1 2	第 2 連結腕	
2 2 1	第 1 支持部	
2 2 1 a	第 1 固定部	
2 2 1 a x	縁部	
2 2 1 b	第 1 固定部	
2 2 1 b x	縁部	
2 2 1 c	欠損部	40
2 2 1 d	連結部	
2 2 2	第 2 支持部	
2 2 2 a	第 2 固定部	
2 2 2 a x	縁部	
2 2 2 b	第 2 固定部	
2 2 2 b x	縁部	
2 2 2 c	欠損部	
2 2 2 d	連結部	
2 2 3	第 1 梁部	
2 2 4	第 1 梁部	50

2 2 5	第 2 梁 部	
2 2 6	第 2 梁 部	
2 3 1	錘 部	
2 4 1	錘 部	
2 5 1	錘 部	
2 5 1 x	縁 部	
2 6 1	錘 部	
2 6 1 x	縁 部	
2 7 1	錘 部	
2 7 1 x	縁 部	10
2 8 1	錘 部	
2 8 1 x	縁 部	
4 1 1	第 1 の 電 極 層	
4 1 2	圧 電 体 層	
4 1 3	第 2 の 電 極 層	
4 2 1	第 1 の 電 極 層	
4 2 2	圧 電 体 層	
4 2 3	第 2 の 電 極 層	
5 1 1	第 1 の 電 極 層	
5 1 2	圧 電 体 層	20
5 1 3	第 2 の 電 極 層	
5 2 1	第 1 の 電 極 層	
5 2 2	圧 電 体 層	
5 2 3	第 2 の 電 極 層	
1 1 0 0	パ ー ソ ナ ル コ ン ピ ュ ー タ ー	
1 1 0 2	キ ー ボ ー ド	
1 1 0 4	本 体 部	
1 1 0 6	表 示 ユ ニ ッ ト	
1 2 0 0	携 帯 電 話 機	
1 2 0 2	操 作 ボ タ ン	30
1 2 0 4	受 話 口	
1 2 0 6	送 話 口	
1 3 0 0	デ ィ ジ タ ル ス チ ル カ メ ラ	
1 3 0 2	ケ ー ス	
1 3 0 4	受 光 ユ ニ ッ ト	
1 3 0 6	シャ ッ タ ー ボ タ ン	
1 3 0 8	メ モ リ ー	
1 3 1 2	ビ デ オ 信 号 出 力 端 子	
1 3 1 4	入 出 力 端 子	
1 4 3 0	テ レ ビ モ ニ タ ー	40
1 4 4 0	パ ー ソ ナ ル コ ン ピ ュ ー タ ー	
1 5 0 0	自 動 車	
G	重 心	
S	収 納 空 間	
	角 速 度	

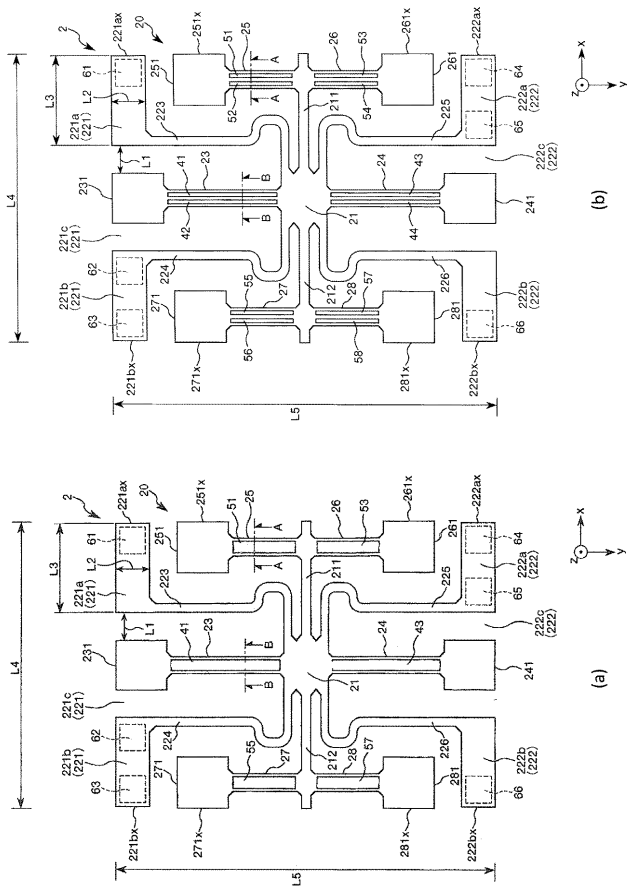
【図 1】



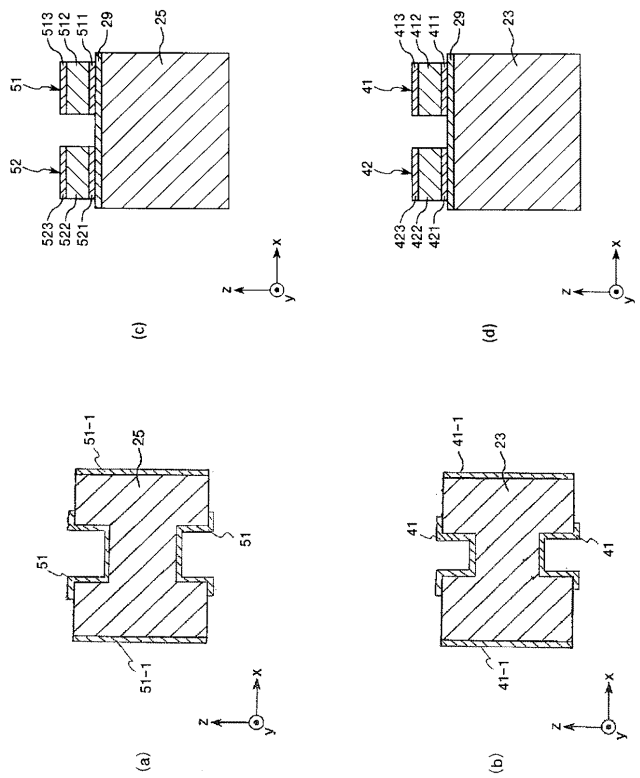
【図 2】



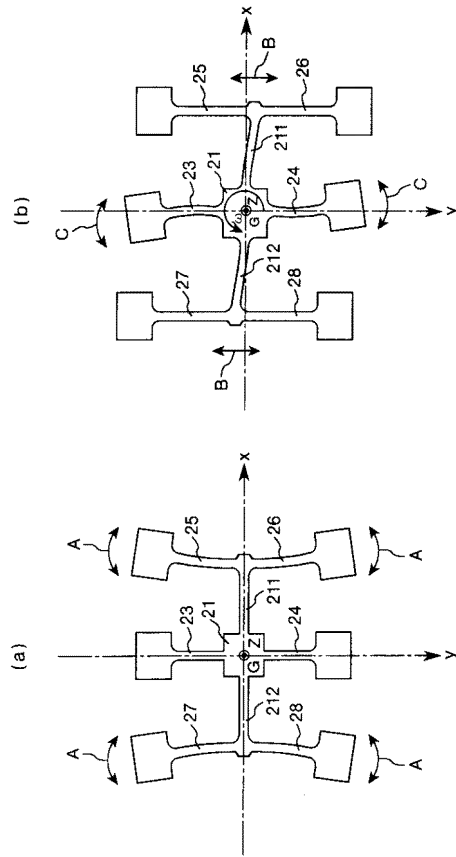
【図 3】



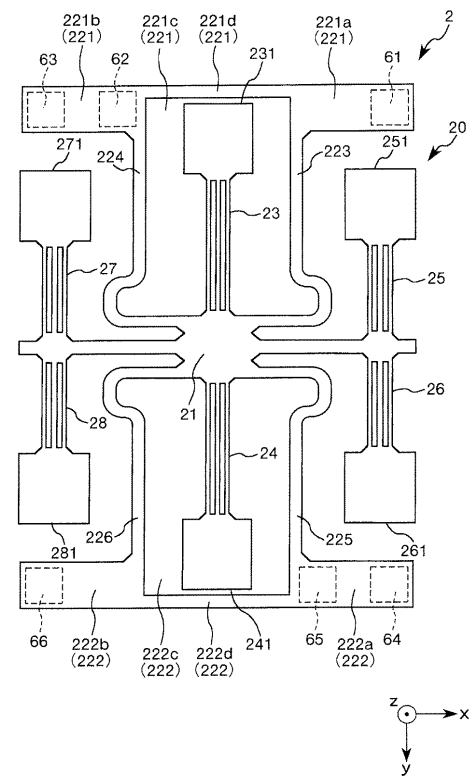
【図 4】



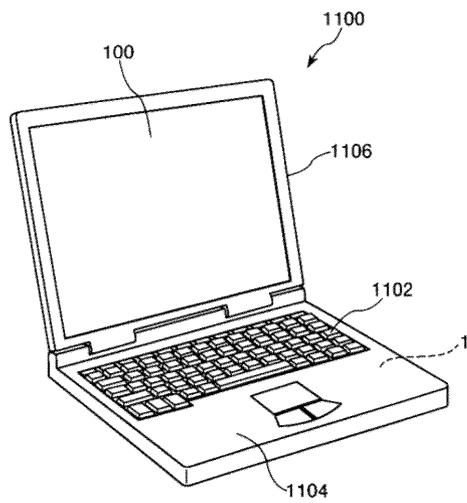
【図 5】



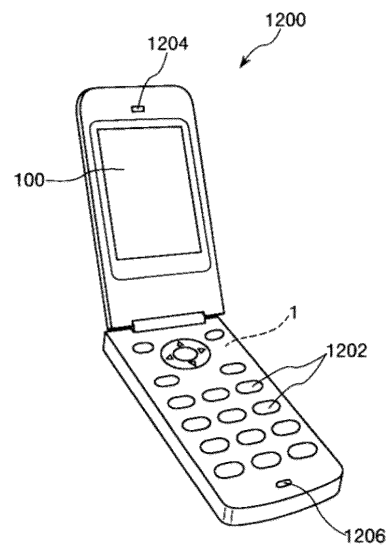
【図 6】



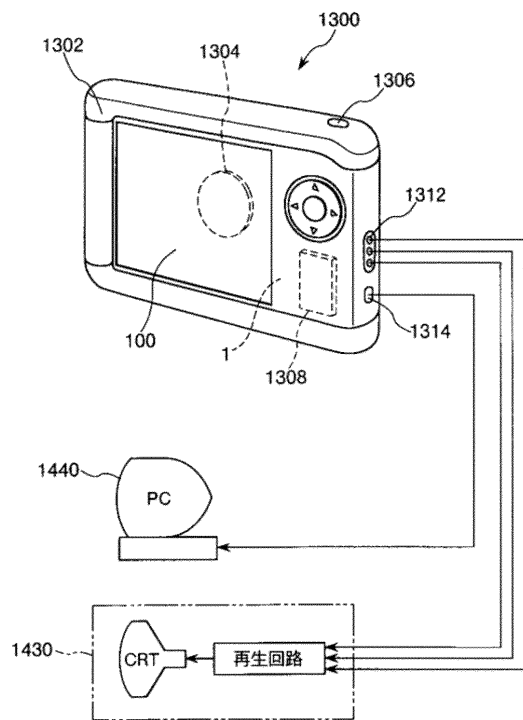
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

