

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6911446号
(P6911446)

(45) 発行日 令和3年7月28日(2021.7.28)

(24) 登録日 令和3年7月12日(2021.7.12)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 C 19/5607 (2012.01) GO 1 C 19/5607
HO 1 L 41/113 (2006.01) HO 1 L 41/113

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-62253 (P2017-62253)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成29年3月28日 (2017.3.28)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-165633 (P2018-165633A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成30年10月25日 (2018.10.25)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	令和2年3月13日 (2020.3.13)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	西澤 竜太
			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
		(72) 発明者	山口 啓一
			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
		審査官	續山 浩二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサー素子、センサー、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基部と、
 前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕と、
 前記基部から延出している検出腕と、を備え、
 前記駆動腕は、前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕部と、前記駆動腕部に対して先端側に設けられ、前記駆動腕部よりも幅の広い駆動錘部と、を有し、
 前記駆動腕の延出方向に沿った前記駆動錘部の長さをDHLとし、平面視における前記延出方向に直交する方向に沿った前記駆動錘部の幅をDHWとしたとき、
 $1.5 \leq DHL / DHW$ の関係を満足し、
 前記駆動腕部の延出方向での長さをDALとしたとき、
 $1.5 < DHL / DAL$ の関係を満足していることを特徴とするセンサー素子。

10

【請求項2】

基部と、
 前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕と、
 前記基部から延出している検出腕と、を備え、
 前記駆動腕は、前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕部と、前記駆動腕部に対して先端側に設けられ、前記駆動腕部よりも幅の広い駆動錘部と、を有し、

20

前記駆動腕の延出方向に沿った前記駆動錘部の長さをDHLとし、平面視における前記延出方向に直交する方向に沿った前記駆動錘部の幅をDHWとしたとき、

$1.5 \text{ DHL} / \text{DHW}$ の関係を満足し、

前記検出腕は、前記基部から延出している検出腕部と、前記検出腕部に対して先端側に設けられ、前記検出腕部よりも幅の広い検出錘部と、を有し、

前記駆動腕部の延出方向での長さをDALとし、前記検出腕の延出方向に沿った前記検出腕部の長さをPALとし、前記検出腕の延出方向に沿った前記検出錘部の長さをPHLとしたとき、

$\text{DHL} / \text{DAL} > \text{PHL} / \text{PAL}$ の関係を満足していることを特徴とするセンサー素子

。

10

【請求項3】

前記基部から互いに同じ側に延出している1対の前記検出腕と、

前記基部から前記1対の検出腕の延出方向と反対側に延出している1対の前記駆動腕と、を有する請求項1または2に記載のセンサー素子。

【請求項4】

基部と、

前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕と、

前記基部から延出している検出腕と、を備え、

前記駆動腕は、前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕部と、前記駆動腕部に対して先端側に設けられ、前記駆動腕部よりも幅の広い駆動錘部と、を有し、

20

前記駆動腕の延出方向に沿った前記駆動錘部の長さをDHLとし、平面視における前記延出方向に直交する方向に沿った前記駆動錘部の幅をDHWとしたとき、

$1.5 \text{ DHL} / \text{DHW}$ の関係を満足し、

前記検出腕は、

前記基部から第1方向に沿って延出している第1検出腕と、

前記基部から前記第1方向と反対方向に沿って延出している第2検出腕と、

を含み、

前記基部に連結された部分は、

前記基部から前記第1方向と交差する第2方向に沿って延出している第1連結腕と、

前記基部から前記第2方向と反対方向に沿って延出している第2連結腕と、

30

を含み、

前記駆動腕は、

前記第1連結腕から前記第1方向に沿って延出している第1駆動腕と、

前記第2連結腕から前記第1方向に沿って延出している第2駆動腕と、

を含み、

前記第1検出腕は、前記基部から延出している検出腕部と、前記検出腕部に対して先端側に設けられ、前記検出腕部よりも幅の広い検出錘部と、を有し、

前記平面視における前記第1方向に直交する方向に沿った幅であって、前記第1駆動腕の前記駆動錘部および前記第2駆動腕の前記駆動錘部を含む幅をWaとし、前記第2方向に沿った前記検出錘部と前記第1駆動腕の前記駆動錘部との間の距離および前記第2方向に沿った前記検出錘部と前記第2駆動腕の前記駆動錘部との間の距離の少なくとも一方をL1としたとき、

40

$0.15 \times \text{Wa} < \text{L1} < 0.4 \times \text{Wa}$ の関係を満たしていることを特徴とするセンサー素子。

【請求項5】

$1.5 \text{ DHL} / \text{DHW} \geq 4.0$ の関係を満足している請求項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】

前記平面視での前記駆動腕部の延出方向に直交する方向での幅をDAWとしたとき、

50

1.2 DHW/D AWの関係を満足している請求項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を備えていることを特徴とするセンサー。

【請求項8】

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を備えていることを特徴とする電子機器。

【請求項9】

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を備えていることを特徴とする移動体。

10

【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、電子機器および移動体に関する。

【背景技術】

【0002】

センサーとして、例えば、特許文献1に記載されているような物理量センサー（ジャイロセンサー）が知られている。特許文献1に記載の物理量センサーが備えるセンサー素子は、基部と、基部から延出している1対の駆動腕と、基部から駆動腕とは反対側に延出している1対の検出腕と、固定部と、基部と固定部とを連結している複数の連結部と、を備える。ここで、各駆動腕および各検出腕のそれぞれの先端部には、腕部よりも幅の広い幅広部が設けられている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2016-085185号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

特許文献1に記載の物理量センサーでは、幅広部の平面視形状が正方形に近いため、検出感度を十分に高くすることができないという課題がある。特に、特許文献1のような平面視形状の幅広部を用いた場合、センサー素子の小型化を図っていくと、検出感度（S/N比）の低下が顕著となる。

【0005】

本発明の目的は、検出感度を高めることができるセンサー素子およびセンサーを提供すること、また、かかるセンサー素子を備える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】

【0006】

40

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、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

本適用例のセンサー素子は、基部と、
前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕と、
前記基部から延出している検出腕と、を備え、
前記駆動腕は、前記基部または前記基部に連結された部分から延出している駆動腕部と、前記駆動腕部に対して先端側に設けられ、前記駆動腕部よりも幅の広い駆動錘部と、を有し、

前記駆動腕の延出方向に沿った前記駆動錘部の長さをDHLとし、平面視における前記

50

延出方向に直交する方向に沿った前記駆動錘部の幅をDHWとしたとき、

1.5 DH L / DH W の関係を満足していることを特徴とする。

【0008】

このようなセンサー素子によれば、長さDH L および幅DH W が前述した関係を満足していることで、検出感度を高めることができる。

【0009】

本適用例のセンサー素子では、1.5 DH L / DH W 4.0 の関係を満足していることが好ましい。

【0010】

これにより、CI (クリスタルインピーダンス) 値を低減して低消費電力化を図りつつ、検出感度を高めることができる。 10

【0011】

本適用例のセンサー素子では、前記駆動腕部の延出方向での長さをDALとしたとき、

1.5 < DH L / DA L の関係を満足していることが好ましい。

これにより、検出感度を高めることができる。

【0012】

本適用例のセンサー素子では、平面視での前記駆動腕部の延出方向に直交する方向での幅をDAWとしたとき、

1.2 DH W / DA W の関係を満足していることが好ましい。

これにより、小型化を図りつつ、検出感度を高めることができる。 20

【0013】

本適用例のセンサー素子では、前記検出腕は、前記基部から延出している検出腕部と、前記検出腕部に対して先端側に設けられ、前記検出腕部よりも幅の広い検出錘部と、を有し、

前記駆動腕部の延出方向での長さをDALとし、前記検出腕の延出方向に沿った前記検出腕部の長さをPALとし、前記検出腕の延出方向に沿った前記検出錘部の長さをPHLとしたとき、

DH L / DA L > PH L / PA L の関係を満足していることが好ましい。

これにより、検出感度を高めることができる。

【0014】

本適用例のセンサー素子では、前記検出腕は、

前記基部から第1方向に沿って延出している第1検出腕と、

前記基部から第1方向と反対方向に沿って延出している第2検出腕と、

を含み、

前記基部に連結された部分は、

前記基部から前記第1方向と交差する第2方向に沿って延出している第1連結腕と、

前記基部から前記第2方向と反対方向に沿って延出している第2連結腕と、

前記駆動腕は、

前記第1連結腕から前記第1方向に沿って延出している第1駆動腕と、

前記第2連結腕から前記第1方向に沿って延出している第2駆動腕と、

を含むことが好ましい。

これにより、いわゆるダブルT型のセンサー素子を実現することができる。 30

【0015】

本適用例のセンサー素子では、前記第1検出腕は、前記基部から延出している検出腕部と、前記検出腕部に対して先端側に設けられ、前記検出腕部よりも幅の広い検出錘部と、を有し、

前記平面視における前記第1方向に直交する方向に沿った幅であって、前記第1駆動腕の前記駆動錘部および前記第2駆動腕の前記駆動錘部を含む幅をWaとし、前記第2方向に沿った前記検出錘部と前記第1駆動腕の前記駆動錘部との間の距離および前記第2方向に沿った前記検出錘部と前記第2駆動腕の前記駆動錘部との間の距離の少なくとも一方を 40

L 1としたとき、

$0.15 \times W a < L 1 < 0.4 \times W a$ の関係を満たしていることが好ましい。

【0016】

これにより、基部を支持する支持部を基部と一体で構成した場合においても、支持部（特に、パッケージに固定される固定部と基部とを連結している連結部）が駆動腕および検出腕に接触するのを低減することができる。

【0017】

本適用例のセンサー素子では、前記基部から互いに同じ側に延出している1対の前記検出腕と、

前記基部から前記1対の検出腕の延出方向と反対側に延出している1対の前記駆動腕と、を有することが好ましい。

これにより、いわゆるH型のセンサー素子を実現することができる。

【0018】

本適用例のセンサーは、本適用例のセンサー素子を備えていることを特徴とする。

このようなセンサーによれば、検出感度を高めることができる。

【0019】

本適用例の電子機器は、本適用例のセンサー素子を備えていることを特徴とする。

このような電子機器によれば、センサー素子の優れた特性（検出感度等）により、電子機器の特性を高めることができる。

【0020】

本適用例の移動体は、本適用例のセンサー素子を備えていることを特徴とする。

このような移動体によれば、センサー素子の優れた特性（検出感度等）により、移動体の特性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の実施形態に係るセンサーの概略構成を示す平面図である。

【図2】図1中A-A線断面図である。

【図3】図1に示すセンサーが備える振動素子片（センサー素子）の平面図である。

【図4】図1に示すセンサーが備える支持部材の平面図（裏面図）である。

【図5】駆動錘部の長さDHLおよび幅DHWの比DHL/DHWと感度比との関係を示すグラフである。

【図6】駆動錘部の長さDHLおよび幅DHWの比DHL/DHWとCI値との関係を示すグラフである。

【図7】駆動錘部の長さDHLおよび駆動腕部の長さDALの比DHL/DALと感度比との関係を示すグラフである。

【図8】駆動錘部の長さDHLおよび駆動腕部の長さDALの比DHL/DALとCI値との関係を示すグラフである。

【図9】基部の長さBxおよび接続部全体の長さB1の比B1/Bxと検出周波数変動比との関係を示すグラフである。

【図10】基部の長さByおよび接続部全体の長さB2の比B2/Byと感度比との関係を示すグラフである。

【図11】基部の長さByおよび接続部全体の長さB2の比B2/Byと検出周波数変動比との関係を示すグラフである。

【図12】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13】本発明の第3実施形態に係るセンサーの概略構成を示す平面図である。

【図14】図13に示すセンサーが備える振動素子片の平面図である。

【図15】本発明の電子機器の一例であるモバイル型（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16】本発明の電子機器の一例であるスマートフォンの構成を示す平面図である。

【図17】本発明の電子機器の一例であるデジタルスチルカメラの構成を示す斜視図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 1 8】本発明の移動体（自動車）の一例を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明のセンサー素子、センサー、電子機器および移動体を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0023】

1. センサー

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の実施形態に係るセンサーの概略構成を示す平面図である。図 2 は、図 1 中 A - A 線断面図である。図 3 は、図 1 に示すセンサーが備える振動素子片（センサー素子）の平面図である。図 4 は、図 1 に示すセンサーが備える支持部材の平面図（裏面図）である。

10

【0024】

なお、以下では、説明の便宜上、互いに直交する 3 軸である x 軸、y 軸および z 軸を適宜用いて説明を行う。また、以下では、x 軸に平行な方向を「x 軸方向」、y 軸に平行な方向を「y 軸方向」、z 軸に平行な方向を「z 軸方向」と言う。また、以下では、図中、x 軸、y 軸および z 軸の各軸を示す矢印の先端側を「+」、基端側を「-」とする。また、図 2 中上側（+ z 軸方向側）を「上」、下側（- z 軸方向側）を「下」と言う。また、図 1 では、説明の便宜上、後述するリッド 9 2 の図示を省略している。

20

【0025】

図 1 および図 2 に示すセンサー 1 は、z 軸まわりの角速度を検出する振動ジャイロセンサーである。このセンサー 1 は、振動素子片 2 0（センサー素子片）および支持部材 4 を備えるセンサー素子 2（センサー素子）と、IC チップ 3（集積回路チップ）と、これらを収納するパッケージ 9 と、を有している。

【0026】

以下、センサー 1 を構成する各部を順次説明する。

（振動素子）

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」のセンサー素子である。このセンサー素子 2 は、図 1 および 2 に示すように、振動素子片 2 0 と、振動素子片 2 0 を支持する支持部材 4 と、を有している。

30

【0027】

振動素子片 2 0 は、図 3 に示すように、いわゆるダブル T 型と呼ばれる構造を有する。具体的に説明すると、振動素子片 2 0 は、基部 2 1 と、基部 2 1 から延出した 1 対の検出腕 2 3、2 4（第 1、第 2 検出腕）および 1 対の連結腕 2 2 1、2 2 2（第 1、第 2 連結腕）と、連結腕 2 2 1 から延出した 1 対の駆動腕 2 5、2 6（第 1 駆動腕）と、連結腕 2 2 2 から延出した 1 対の駆動腕 2 7、2 8（第 2 駆動腕）と、を有する。

【0028】

ここで、検出腕 2 3（第 1 検出腕）は、基部 2 1 から + y 軸方向（第 1 方向）に沿って延出し、これに対し、検出腕 2 4（第 2 検出腕）は、基部 2 1 から検出腕 2 3 の延出方向とは反対方向の - y 軸方向に沿って延出している。連結腕 2 2 1（第 1 連結腕）は、基部 2 1 から検出腕 2 3 の延出方向と交差する + x 軸方向（第 2 方向）に沿って延出し、これに対し、連結腕 2 2 2（第 2 連結腕）は、基部 2 1 から連結腕 2 2 1 の延出方向と反対方向の - y 軸方向に沿って延出している。駆動腕 2 5（第 1 駆動腕）は、連結腕 2 2 1 の先端部から + y 軸方向（第 1 方向）に沿って延出し、これに対し、駆動腕 2 6 は、連結腕 2 2 1 の先端部から駆動腕 2 5 の延出方向と反対方向の - y 軸方向に沿って延出している。同様に、駆動腕 2 7（第 2 駆動腕）は、連結腕 2 2 2 の先端部から + y 軸方向（第 1 方向）に沿って延出し、これに対し、駆動腕 2 8 は、連結腕 2 2 2 の先端部から駆動腕 2 7 の延出方向と反対方向の - y 軸方向に沿って延出している。

40

【0029】

50

また、検出腕 2 3 は、基部 2 1 から延出している腕部 2 3 1 (検出腕部)と、腕部 2 3 1 に対して先端側に設けられ、腕部 2 3 1 よりも幅の大きい錘部 2 3 2 (検出錘部)と、を有する。同様に、検出腕 2 4 は、腕部 2 4 1 (検出腕部)と、錘部 2 4 2 (検出錘部)と、を有する。また、駆動腕 2 5 は、連結腕 2 2 1 から延出している腕部 2 5 1 (駆動腕部)と、腕部 2 5 1 に対して先端側に設けられ、腕部 2 5 1 よりも幅の大きい錘部 2 5 2 (駆動錘部)と、を有する。同様に、駆動腕 2 6 は、腕部 2 6 1 (駆動腕部)と、錘部 2 6 2 (駆動錘部)と、を有する。また、駆動腕 2 7 は、連結腕 2 2 2 から延出している腕部 2 7 1 (駆動腕部)と、腕部 2 7 1 に対して先端側に設けられ、腕部 2 7 1 よりも幅の大きい錘部 2 7 2 (駆動錘部)と、を有する。同様に、駆動腕 2 8 は、腕部 2 8 1 (駆動腕部)と、錘部 2 8 2 (駆動錘部)と、を有する。なお、これらの各腕の上面および下面には、それぞれ、延出方向に沿った溝または孔が形成されていてもよい。

10

【0030】

ここで、駆動腕 2 5 ~ 2 8 の延出方向 (y 軸方向) に沿った錘部 2 5 2、2 6 2、2 7 2、2 8 2 (駆動錘部) の長さを DHL とし、基部 2 1 の厚さ方向 (z 軸方向) から見たときの、すなわち平面視 (以下、単に「平面視」ともいう) における駆動腕 2 5 ~ 2 8 の延出方向 (y 軸方向) に直交する方向 (x 軸方向) に沿った錘部 2 5 2、2 6 2、2 7 2、2 8 2 のそれぞれの幅を DHW としたとき、 $1.5 \leq DHL / DHW$ の関係、特に $1.5 \leq DHL / DHW \leq 4.0$ の関係を満足している。これにより、検出感度を高めることができる。なお、この点については、この点に関連する事項とともに、後に詳述する。

【0031】

本実施形態では、振動素子片 2 0 は、圧電体材料で構成されている。かかる圧電体材料としては、例えば、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、振動素子片 2 0 を構成する圧電体材料としては水晶 (Z カット板) が好ましい。水晶で振動素子片 2 0 を構成すると、振動素子片 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素子片 2 0 を形成することができる。

20

【0032】

このように構成された振動素子片 2 0 の駆動腕 2 5、2 6、2 7、2 8 には、それぞれ、図示しないが、通電により駆動腕 2 5、2 6、2 7、2 8 を x 軸方向に屈曲振動させる 1 対の駆動電極 (駆動信号電極および駆動接地電極) が設けられている。

30

【0033】

また、振動素子片 2 0 の検出腕 2 3、2 4 には、それぞれ、図示しないが、検出腕 2 3、2 4 の x 軸方向での屈曲振動に伴って生じる電荷を検出する 1 対の検出電極 (検出信号電極および検出接地電極) が設けられている。

【0034】

また、基部 2 1 には、複数の端子 6 7 が設けられている。この複数の端子 6 7 は、図示しない配線を介して、前述した検出腕 2 3、2 4 に設けられた検出電極および駆動腕 2 5 ~ 2 8 に設けられた駆動電極に電氣的に接続されている。

【0035】

このような駆動電極、検出電極および端子 6 7 の構成材料としては、それぞれ、特に限定されないが、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 等の透明電極材料を用いることができ、中でも、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い。

40

【0036】

なお、これら駆動電極等と振動素子片 2 0 との間には、駆動電極等が振動素子片 2 0 から剥離するのを防止する機能を有する下地層として Ti、Cr 等の層が設けられていてもよい。また、これら駆動電極等は、同一の成膜工程により一括形成することができる。

50

【 0 0 3 7 】

このような振動素子片 2 0 は、基部 2 1 にて、T A B (Tape Automated Bonding) 実装用の支持部材 4 を介してパッケージ 9 に支持されている。

【 0 0 3 8 】

支持部材 4 は、図 2 に示すように、絶縁性のフィルム 4 1 と、フィルム 4 1 の一方 (図 2 中下側) の面上に接合されている複数の配線 4 2 a ~ 4 2 f と、を有する。

【 0 0 3 9 】

フィルム 4 1 は、配線 4 2 a ~ 4 2 f の間の短絡を防止しつつ、これらを支持する機能を有する。このフィルム 4 1 の構成材料としては、絶縁性を有する材料であればよいが、ポリイミド等の樹脂材料を用いることが好ましい。これにより、フィルム 4 1 を絶縁性として、フィルム 4 1 上に配線 4 2 a ~ 4 2 f 等の導体パターンを形成することができる。また、フレキシブル配線基板を用いて、比較的簡単かつ安価に支持部材 4 を実現することができる。

10

【 0 0 4 0 】

図 4 に示すように、フィルム 4 1 の中央部には、デバイスホール 4 1 1 が形成され、各配線 4 2 a ~ 4 2 f は、フィルム 4 1 上からこのデバイスホール 4 1 1 側に延出し、その延出した部分がフィルム 4 1 側 (上側) に折り曲げられている。

【 0 0 4 1 】

複数の配線 4 2 a ~ 4 2 f は、前述した振動素子片 2 0 に設けられた複数の端子 6 7 に対応して設けられ (図 3 参照)、各配線 4 2 a ~ 4 2 f の先端部が、図示しない金属バンプ等の接合材を介して、対応する端子 6 7 に接続・固定されている。これにより、駆動電極および検出電極が端子 6 7 に電氣的に接続されるとともに、振動素子片 2 0 が支持部材 4 に支持されている。また、各配線 4 2 a ~ 4 2 f の基端部には、接続端子 4 2 1 a ~ 4 2 1 f がそれぞれ設けられている。

20

【 0 0 4 2 】

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。

【 0 0 4 3 】

まず、1 対の駆動電極間に電圧 (駆動信号) を印加することにより、図 3 中矢印 a で示す方向に、駆動腕 2 5 と駆動腕 2 7 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、駆動腕 2 6 と駆動腕 2 8 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。この駆動振動の周波数を「駆動周波数」と言い、駆動周波数は、駆動腕 2 5 ~ 2 8 の共振周波数に応じた周波数となる。

30

【 0 0 4 4 】

このとき、センサー素子 2 に角速度が加わらないと、駆動腕 2 5、2 6 と駆動腕 2 7、2 8 とは、中心点 (重心 G) を通る y z 平面に対して面对称の振動を行っているため、基部 2 1、および連結腕 2 2 1、2 2 2 および検出腕 2 3、2 4 は、ほとんど振動しない。

【 0 0 4 5 】

このように駆動腕 2 5 ~ 2 8 を駆動振動させた状態 (駆動モード) で、センサー素子 2 にその重心を通る法線まわり (すなわち z 軸まわり) の角速度 が加わると、駆動腕 2 5 ~ 2 8 には、それぞれ、コリオリ力が働く。これにより、連結腕 2 2 1、2 2 2 が図中矢印 b で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、検出腕 2 3、2 4 の図中矢印 c で示す方向の屈曲振動 (検出振動) が励振される。この検出振動の周波数を「検出周波数」と言い、検出周波数は、検出腕 2 3、2 4 の共振周波数に応じた周波数となる。また、駆動周波数と検出周波数との差を「離調周波数」と言う。

40

【 0 0 4 6 】

そして、このような検出腕 2 3 の検出振動 (検出モード) によって 1 対の検出電極間に電荷が生じる。このような電荷に基づいて、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 0 4 7 】

50

(ICチップ3)

図1および図2に示すIC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。このようなIC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からの出力(電荷)を検出する検出回路とを備える。また、ICチップ3には、図示しない複数の接続端子が設けられており、この複数の接続端子は、前述したセンサー素子2を駆動する駆動信号を出力する1つの接続端子と、センサー素子2からの検出信号が入力される2つの接続端子とを含む。

【0048】

(パッケージ)

図1および図2に示すパッケージ9は、センサー素子2(振動素子片20および支持部材4)およびICチップ3(集積回路チップ)を収納するものである。

【0049】

パッケージ9は、上面に開放する凹部を有するベース91と、ベース91の凹部の開口を塞ぐようにベース91に接合部材93(シールリング)を介して接合されたリッド92(蓋体)と、を有している。

【0050】

ベース91は、平板状の基板911と、基板911の上面に接合された枠状の基板912と、基板912の上面に接合された枠状の基板913と、基板913の上面に接合された枠状の基板914とで構成されている。これにより、ベース91には、各基板911、912、913、914間に段差を有する凹部が形成されている。このようなベース91の構成材料(基板911~914の各構成材料)としては、特に限定されないが、例えば、酸化アルミニウム等の各種セラミックスを用いることができる。

【0051】

ベース91の基板911上面には、基板912、913の開口部内に納まるように、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固定部材82を介してICチップ3が支持・固定されている。

【0052】

また、基板912の上面には、複数の内部端子72が設けられている。また、基板913の上面には、複数の内部端子71が設けられている。

【0053】

複数の内部端子71は、ベース91に設けられた配線(図示せず)を介して、対応する内部端子72に電氣的に接続されている。そして、複数の内部端子71には、固定部材81を介して、支持部材4の接続端子421a~421fが接合されている、これにより、振動素子片20がベース91に対して支持部材4を介して支持されている。固定部材81は、例えば、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)等で構成されている。これにより、複数の内部端子71が固定部材81を介して支持部材4の接続端子421a~421fにそれぞれ電氣的に接続されている。

【0054】

複数の内部端子72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ICチップ3の複数の接続端子が電氣的に接続されている。

【0055】

また、ベース91の基板911の下面(センサー素子2とは反対側)には、センサー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74が設けられている。この複数の外部端子74は、それぞれ、図示しない内部配線を介して、対応する内部端子72に電氣的に接続されている。これにより、各外部端子74は、ICチップ3に電氣的に接続されている。

【0056】

このような各内部端子71、72および各外部端子74等は、それぞれ、例えば、タン

10

20

30

40

50

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。

【0057】

このようなベース91には、接合部材93を介してリッド92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。リッド92は、例えば、ベース91と同材料、または、コパール、42アロイ、ステンレス鋼等の金属で構成されている。また、接合部材93は、例えば、コパール、42アロイ、ステンレス鋼等の金属で構成されている。

【0058】

このベース91とリッド92との接合は、例えば、シーム溶接、レーザー等のエネルギー線溶接等を用いて行われる。

10

【0059】

以上のように、センサー1は、センサー素子2を備えている。このようなセンサー1によれば、以下に詳述するように、検出感度を高めることができる。

【0060】

前述したように、センサー素子2は、基部21と、基部21に連結された部分である連結腕221、222から延出している駆動腕25~28と、基部21から延出している検出腕23、24と、を備える。

【0061】

本実施形態では、センサー素子2は、基部21から互いに反対方向(±y軸方向)に延出している1対の検出腕23、24と、基部21から検出腕23、24の延出方向(y軸方向)に交差して互いに反対方向(±x軸方向)に延出している1対の連結腕221、222と、1対の連結腕221、222のそれぞれから連結腕221、222の延出方向(x軸方向)に交差して互いに反対方向(±y軸方向)に延出している1対の駆動腕25、26および1対の駆動腕27、28と、を備える。これにより、いわゆるダブルT型のセンサー素子2を実現することができる。

20

【0062】

ここで、駆動腕25は、連結腕221(基部21に連結された部分)から延出している駆動腕部である腕部251と、腕部251に対して先端側に設けられ、腕部251よりも幅の広い駆動錘部である錘部252と、を有する。同様に、駆動腕26、27、28は、

30

駆動腕部である腕部261、271、281と、駆動錘部である錘部262、272、282と、を有する。

【0063】

特に、駆動腕25~28の延出方向(y軸方向)に沿った錘部252、262、272、282(駆動錘部)のそれぞれの長さDHLとし、基部21の厚さ方向(z軸方向)から見たとき(平面視)の駆動腕25~28の延出方向(y軸方向)に直交する方向(x軸方向)に沿った錘部252、262、272、282(駆動錘部)のそれぞれの幅DHWとしたとき、 $1.5 \leq DHL/DHW$ の関係を満足している。これにより、検出感度を高めることができる。なお、図示では、錘部252、262、272、282の平面視形状が矩形であるが、かかる平面視形状は、これに限定されず、例えば、幅の異なる部分を有するような形状であってもよい。

40

【0064】

図5は、駆動錘部の長さDHLおよび幅DHWの比 DHL/DHW と感度比との関係を示すグラフである。

【0065】

図5に示すように、 DHL/DHW が大きくなるほど、基準となる感度との比である感度比が大きくなる。ここで、 DHL/DHW が1.5以上であると、検出感度が急激に大きくなる傾向がある。したがって、 $1.5 \leq DHL/DHW$ の関係を満足していることが好ましい。なお、図5に示す複数の点は、DHLおよびDHWのうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

50

【 0 0 6 6 】

また、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DHW} = 4.0$ の関係を満足していることがより好ましい。これにより、CI（クリスタルインピーダンス）値を低減して低消費電力化を図りつつ、検出感度を高めることができる。

【 0 0 6 7 】

図6は、駆動錘部の長さDHLおよび幅DHWの比 DHL / DHW とCI値との関係を示すグラフである。

【 0 0 6 8 】

図6に示すように、 DHL / DHW が大きくなるほど、CI値が大きくなる。ここで、CI値は、駆動腕25～28の適度な振幅を得るためには、 100 k 以下であることが好ましく、さらに、センサー1（動作電圧が1V以上5V以下程度である場合）の省電力化の観点から、 40 k 以下であることが好ましい。したがって、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DHW} = 4.0$ の関係を満足していることが好ましい。なお、図6に示す複数の点は、DHLおよびDHWのうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

10

【 0 0 6 9 】

また、腕部251、261、271、281（駆動腕部）の延出方向（y軸方向）での長さをDALとしたとき、 $1.5 < \text{DHL} / \text{DAL}$ の関係を満足していることが好ましい。これにより、検出感度を高めることができる。

【 0 0 7 0 】

図7は、駆動錘部の長さDHLおよび駆動腕部の長さDALの比 DHL / DAL と感度比との関係を示すグラフである。

20

【 0 0 7 1 】

図7に示すように、 DHL / DAL が大きくなるほど、基準となる感度との比である感度比が大きくなる。ここで、 DHL / DAL が1.5以上であると、検出感度が急激に大きくなる傾向がある。したがって、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DAL}$ の関係を満足していることが好ましい。なお、図7に示す複数の点は、DHLおよびDALのうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

【 0 0 7 2 】

また、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DAL} = 4.0$ の関係を満足していることがより好ましい。これにより、CI（クリスタルインピーダンス）値を低減して低消費電力化を図りつつ、検出感度を高めることができる。

30

【 0 0 7 3 】

図8は、駆動錘部の長さDHLおよび駆動腕部の長さDALの比 DHL / DAL とCI値との関係を示すグラフである。

【 0 0 7 4 】

図8に示すように、 DHL / DAL が大きくなるほど、CI値が大きくなる。ここで、前述したように、CI値は、駆動腕25～28の適度な振幅を得るためには、 100 k 以下であることが好ましく、さらに、センサー1（動作電圧が1V以上5V以下程度である場合）の省電力化の観点から、 40 k 以下であることが好ましい。したがって、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DAL} = 4.0$ の関係を満足していることが好ましい。なお、図8に示す複数の点は、DHLおよびDALのうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

40

【 0 0 7 5 】

また、基部21の厚さ方向から見たとき（平面視）の腕部251、261、271、281（駆動腕部）の延出方向（y軸方向）に直交する方向（x軸方向）での幅をDAWとしたとき、 $1.2 \text{ DHW} / \text{DAW}$ の関係を満足していることが好ましく、 $1.3 \text{ DHW} / \text{DAW} = 6.0$ の関係を満足していることがより好ましい。これにより、小型化を図りつつ、検出感度を高めることができる。

【 0 0 7 6 】

また、前述したように、検出腕23、24は、基部21から延出している検出腕部である腕部231、241と、腕部231、241に対して先端側に設けられ、腕部231、

50

241よりも幅の広い検出錘部である錘部232、242と、を有する。ここで、検出腕23、24の延出方向(y軸方向)に沿った腕部231、241(検出腕部)のそれぞれの長さをPALとし、検出腕23、24の延出方向(y軸方向)に沿った錘部232、242(検出錘部)のそれぞれの長さをPHLとしたとき、 $DHL/DAL > PHL/PAL$ の関係を満足していることが好ましく、 $DHL/DAL = 1.1PHL/PAL$ の関係を満足していることがより好ましい。これにより、検出感度を高めることができる。なお、図示では、錘部232、242の平面視形状が矩形であるが、かかる平面視形状は、これに限定されず、例えば、幅の異なる部分を有するような形状であってもよい。

【0077】

また、センサー1は、前述した基部21と1対の検出腕23、24と1対の連結腕221、222と1対の駆動腕25、26と1対の駆動腕27、28とに加えて、ベース91と、基部21に設けられている複数の端子67(接続部)に接続(接合)され、ベース91に対して基部21を支持している支持部材4と、を備える。

10

【0078】

ここで、連結腕221、222の延出方向(x軸方向)に沿った基部21の長さ(最大長さ)をBxとし、連結腕221、222の延出方向(x軸方向)に沿った複数の端子67(接続部)の全体の長さ(最大長さ)をB1としたとき(図3参照)、 $B1/Bx = 0.43$ の関係を満足していることが好ましい。これにより、端子67と各検出腕23、24との間の距離が大きくなる。そのため、検出腕23、24が連結腕221、222に連動して振動する検出モードにおいて、検出腕23、24の振動周波数(検出周波数)が支持部材4による基部21の支持状態(拘束状態)の変化の影響を受けることを低減し、その結果、検出感度の安定化を図ることができる。

20

【0079】

また、前述したように、支持部材4は、複数の端子67(接続部)に接合(接続)されている複数のワイヤーである配線42a~42fを有する。これにより、フレキシブル配線基板を用いて支持部材4を構成し、TAB(Tape Automated Bonding)実装を行うことができる。また、このようなTAB実装では、一般に、温度変化等により支持部材4が歪んだ影響が基部21に及びやすい。したがって、このような支持部材4を用いる場合に、前述したようなB1およびBxの関係を満足することは、検出感度の安定化を図る上で特に有用である。

30

【0080】

また、本実施形態では、基部21は、その厚さ方向であるz軸方向から見た平面視で、x軸方向に沿った1対の第1辺と、y軸方向に沿った1対の第2辺と、を有する矩形をなしている。そして、長さBxは、この1対の第2辺間の距離である。また、後述する長さByは、1対の第1辺間の距離である。なお、基部21の平面視形状は、矩形に限定されず、例えば、矩形の角部を面取りした形状等であってもよい。

【0081】

また、長さB1は、複数の端子67(接続部)からなる集合体のx軸方向での長さであって、複数の端子67(接続部)のうちの最も+x軸方向側にある端子67と最も-x軸方向側にある端子67との遠位端同士の間x軸方向に沿った距離である。また、後述する長さB2は、複数の端子67(接続部)からなる集合体のy軸方向での長さであって、複数の端子67(接続部)のうちの最も+y軸方向側にある端子67と最も-y軸方向側にある端子67との遠位端同士の間y軸方向に沿った距離である。なお、図示では、6つの端子67が規則的に配置されているが、複数の端子67の数および配置は、図示の数および配置に限定されない。また、ボンディングワイヤー等の他の配線を用いてセンサー素子2に通電を行う場合、端子67に通電を行わなくてもよい。

40

【0082】

図9は、基部の長さBxおよび接続部全体の長さB1の比 $B1/Bx$ と検出周波数変動比との関係を示すグラフである。

【0083】

50

図9に示すように、 B_1/B_x が大きくなるほど、基準となる検出周波数からの変動比である検出周波数変動比が大きくなる。ここで、 B_1/B_x が0.43以下であると、検出周波数変動比を40%程度に抑えることができる。なお、図9に示す複数の点は、 B_1 および B_x のうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

【0084】

また、 $0.25 \leq B_1/B_x \leq 0.43$ の関係を満足していることが好ましい。これにより、センサー1の小型化を図りつつ、検出感度の安定化を図ることができる。

【0085】

また、検出腕23、24の延出方向(y軸方向)に沿った基部21の長さを B_y とし、検出腕23、24の延出方向(y軸方向)に沿った複数の端子67(接続部)の全体の長さを B_2 としたとき(図3参照)、 $0.5 \leq B_2/B_y \leq 0.75$ の関係を満足していることが好ましい。これにより、検出感度を優れたものとすることができる。

【0086】

図10は、基部の長さ B_y および接続部全体の長さ B_2 の比 B_2/B_y と感度比との関係を示すグラフである。

【0087】

図10に示すように、 B_2/B_y が大きくなるほど、基準となる感度との比である感度比が大きくなる(感度が良くなる)。言い換えると、 B_2/B_y が小さくなるほど、基準となる感度との比である感度比が小さくなる(感度が悪くなる)。このような観点から、 B_2/B_y を小さくしすぎることは、好ましくなく、そのため、 B_2/B_y は、0.5以上であることが好ましい。これにより、検出感度を優れたものとすることができる。なお、図10に示す複数の点は、 B_2 および B_y のうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。また、高い感度を維持するためには、 B_2/B_y は、0.65以上であることがより好ましい。しつつ、検出感度の安定化を図ることができる。

【0088】

また、図示しないが、 B_1/B_x が小さくなるほど、基準となる感度との比である感度比が小さくなる(感度が悪くなる)が、前述した B_2/B_y の減少に伴う感度比の減少率に比べて、 B_1/B_x の減少に伴う感度比の減少率は小さい(すなわち、感度の低下が少ない)。

【0089】

図11は、基部の長さ B_y および接続部全体の長さ B_2 の比 B_2/B_y と検出周波数変動比との関係を示すグラフである。

【0090】

図11に示すように、 B_2/B_y が大きくなるほど、基準となる検出周波数からの変動比である検出周波数変動比が大きくなる。ただし、前述した B_1/B_x の増加に伴う検出周波数変動比の増加率に比べて、 B_2/B_y の増加に伴う検出周波数変動比の増加率は小さい。ここで、 B_2/B_x が0.75以下であると、検出周波数変動比を低減する効果が認められる。なお、図11に示す複数の点は、 B_2 および B_y のうちの少なくとも一方の値が互いに異なる。

【0091】

また、 B_2/B_y は、0.5以上0.75以下とすることができる。この場合、検出感度を優れたものとしつつ、検出感度の安定化を図ることができる。さらに、 B_2/B_y は、0.7以上0.75以下とすることができる。この場合、高い検出感度を維持しつつ、検出感度の安定化を図ることができる。

【0092】

<第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

図12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。

【0093】

以下、第2実施形態について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事

10

20

30

40

50

項については、その説明を省略する。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

【0094】

図12に示すセンサー素子2Aは、振動素子片20Aを備え、この振動素子片20Aは、基部21と、基部21を支持する支持部29と、基部21から延出した1対の検出腕23、24および1対の連結腕221、222と、連結腕221、222から延出した4つの駆動腕25～28と、を有する。

【0095】

支持部29は、図示しないパッケージに対して固定される1対の固定部291、292と、固定部291と基部21とを連結する1対の連結部293、294（梁部）と、固定部292と基部21とを連結する1対の連結部295、296とを有する。

10

【0096】

このようなセンサー素子2Aにおいても、前述した第1実施形態のセンサー素子2と同様、錘部252、262、272、282（駆動錘部）のそれぞれの長さDHLおよび幅DHWが、 $1.5 \text{ DHL} / \text{DHW}$ の関係、特に $1.5 \text{ DHL} / \text{DHW} \geq 4.0$ の関係を満足している。これにより、検出感度を高めることができる。

【0097】

ここで、検出腕23は、基部21から延出している検出腕部である腕部231と、腕部231に対して先端側に設けられ、腕部231よりも幅の広い検出錘部である錘部232と、を有する。同様に、検出腕24は、検出腕部である腕部241と、検出錘部である錘部242と、を有する。そして、基部21の厚さ方向（z軸方向）から見たとき（平面視）の検出腕23、24の延出方向（y軸方向）に直交する方向（x軸方向）に沿った幅であって、第1駆動腕25の駆動錘部252および第2駆動腕27の駆動錘部272を含む幅を W_a とし、連結腕221、222の延出方向（x軸方向）に沿った錘部232（検出錘部）と錘部252、272（駆動錘部）との間の距離（錘部242と錘部262、282との間の距離も同様）を L_1 としたとき（図12参照）、 $0.15 \times W_a < L_1 < 0.4 \times W_a$ の関係を満たしていることが好ましい。これにより、本実施形態のように基部21を支持する支持部29を基部21と一体で構成した場合においても、支持部29（特に、図示しないパッケージに固定される固定部291、292と基部21とを連結している連結部293～296）が駆動腕25～28および検出腕23、24に接触するのを低減することができる。

20

30

以上説明したような第2実施形態によっても、検出感度を向上させることができる。

【0098】

<第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

【0099】

図13は、本発明の第3実施形態に係るセンサーの概略構成を示す平面図である。図14は、図13に示すセンサーが備える振動素子片の平面図である。

【0100】

以下、第3実施形態について、前述した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。なお、前述した実施形態と同様の構成には、同一符号を付してある。

40

【0101】

本実施形態のセンサー1Bは、センサー素子2Bと、ICチップ（図示せず）と、センサー素子2BおよびICチップを収納するパッケージ9Bとを有する。

【0102】

センサー素子2Bは、y軸まわりの角速度を検出する「面内検出型」のセンサー素子である。このセンサー素子2Bは、図13に示すように、振動素子片20Bと、振動素子片20Bの表面に設けられた複数の検出電極（図示せず）、複数の駆動電極（図示せず）および複数の端子67と、を備える。

50

振動素子片 20B は、基部 21B と、1 対の駆動腕 25B、26B と、1 対の検出腕 23B、24B と、を有している。

【0103】

また、基部 21B は、TAB (Tape Automated Bonding) 実装用の支持部材 4 を介してパッケージ 9B のベース 91B に支持されている。

【0104】

駆動腕 25B、26B は、それぞれ、基部 21B から y 軸方向 (+y 方向) に延出している。この駆動腕 25B、26B には、それぞれ、図示しないが、前述した第 1 実施形態の駆動腕 25、26 と同様に、通電により駆動腕 25B、26B を x 軸方向に屈曲振動させる 1 対の駆動電極 (駆動信号電極および駆動接地電極) が設けられている。この 1 対の駆動電極は、図示しない配線を介して、対応する端子 67 に電氣的に接続されている。

10

【0105】

検出腕 23B、24B は、それぞれ、基部 21B から y 軸方向 (-y 方向) に延出している。この検出腕 23B、24B には、それぞれ、図示しないが、検出腕 23B、24B の z 軸方向での屈曲振動に伴って生じる電荷を検出する 1 対の検出電極 (検出信号電極および検出接地電極) が設けられている。この 1 対の検出電極は、図示しない配線を介して、対応する端子 67 に電氣的に接続されている。

【0106】

このように構成されたセンサー素子 2B では、1 対の駆動電極間に駆動信号が印加されることにより、図 14 中矢印 A1、A2 で示すように、駆動腕 25B と駆動腕 26B とが互いに接近・離間するように屈曲振動 (駆動振動) する。

20

【0107】

このように駆動腕 25B、26B を駆動振動させた状態で、センサー素子 2B に y 軸まわりの角速度 ω が加わると、駆動腕 25B、26B は、コリオリ力により、図 14 中矢印 B1、B2 で示すように、z 軸方向に互いに反対側に屈曲振動する。これに伴い、検出腕 23B、24B は、図 14 中矢印 C1、C2 で示すように、z 軸方向に互いに反対側に屈曲振動 (検出振動) する。

【0108】

そして、このような検出腕 23B、24B の屈曲振動によって 1 対の検出電極間に生じた電荷が 1 対の検出電極から出力される。このような電荷に基づいて、センサー素子 2B に加わった角速度 ω を求めることができる。

30

【0109】

以上のように、センサー素子 2B は、基部 21B と、基部 21B から延出している駆動腕 25B、26B と、基部 21B から延出している検出腕 23B、24B と、を備える。

【0110】

本実施形態では、センサー素子 2B は、基部 21 から互いに同じ側に延出している 1 対の検出腕 23B、24B と、基部 21B から 1 対の検出腕 23B、24B の延出方向 (-y 軸方向) と反対側に延出している 1 対の駆動腕 25B、26B と、を有する。これにより、いわゆる H 型のセンサー素子 2B を実現することができる。

【0111】

ここで、駆動腕 25B、26B は、基部 21 から延出している駆動腕部である腕部 251B、261B と、腕部 251B、261B に対して先端側に設けられ、腕部 251B、261B よりも幅の広い駆動錘部である錘部 252B、262B と、を有する。同様に、検出腕 23B、24B は、検出腕部である腕部 231B、241B と、検出錘部である錘部 232B、242B と、を有する。

40

【0112】

特に、駆動腕 25B、26B の延出方向 (y 軸方向) に沿った錘部 252B、262B (駆動錘部) のそれぞれの長さを DHL とし、基部 21B の厚さ方向 (z 軸方向) から見たとき (平面視) の駆動腕 25B、26B の延出方向 (y 軸方向) に直交する方向 (X 軸方向) に沿った錘部 252B、262B (駆動錘部) の幅を DHW としたとき、1.5

50

DHL/DHWの関係、特に1.5 DHL/DHW 4.0の関係を満足している。これにより、前述した第1実施形態と同様、検出感度を高めることができる。

以上説明したような第3実施形態によっても、検出感度を向上させることができる。

【0113】

2. 電子機器

図15は、本発明の電子機器の一例であるモバイル型（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。

【0114】

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1108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。

10

【0115】

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1が内蔵されている。

【0116】

図16は、本発明の電子機器の一例であるスマートフォンの構成を示す平面図である。

この図において、スマートフォン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。

20

【0117】

このようなスマートフォン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1が内蔵されている。

【0118】

図17は、本発明の電子機器の一例である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。

【0119】

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) など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。

30

【0120】

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1310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1310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。

【0121】

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。

【0122】

撮影者が表示部1310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。

40

【0123】

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。

【0124】

50

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素子 2 (または 2A、2B) を有するセンサー 1 が内蔵されている。

【0125】

以上のような電子機器は、センサー素子 2 (または 2A、2B) を備えている。このような電子機器によれば、センサー素子 2 (または 2A、2B) の優れた特性 (検出感度等) により、電子機器の特性を高めることができる。

【0126】

なお、本発明の電子機器は、図 15 のパーソナルコンピューター (モバイル型パーソナルコンピューター)、図 16 のスマートフォン (携帯電話機)、図 17 のデジタルスチルカメラの他にも、センサーの種類に応じて、例えば、タブレット端末、時計、車体姿勢検出装置、ポインティングデバイス、ヘッドマウントディスプレイ、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)、ラップトップ型パーソナルコンピューター、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダ、ナビゲーション装置、ページャ、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、ゲームコントローラー、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等に適用することができる。

【0127】

3. 移動体

図 18 は、本発明の移動体 (自動車) の一例を示す斜視図である。この図において、移動体 1500 は、車体 1501 と、4 つの車輪 1502 とを有しており、車体 1501 に設けられた図示しない動力源 (エンジン) によって車輪 1502 を回転させるように構成されている。このような移動体 1500 には、センサー素子 2 (または 2A、2B) を有するセンサー 1 が内蔵されている。

【0128】

以上のように、移動体 1500 は、センサー素子 2 (または 2A、2B) を備えている。このような移動体 1500 によれば、センサー素子 2 (または 2A、2B) の優れた特性 (検出感度等) により、移動体 1500 の特性を高めることができる。

【0129】

以上、本発明のセンサー素子、センサー、電子機器および移動体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、本発明は、前述した各実施形態のうち、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。

【0130】

また、前述した実施形態では、振動素子片が圧電体材料で構成されている場合を例に説明したが、振動素子片は、シリコン、石英等の非圧電体材料で構成されていてもよい。この場合、例えば、非圧電体材料で構成された基体上に圧電体素子を設ければよい。また、この場合、シリコンで振動素子片を構成すると、優れた振動特性を有する振動素子片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素子片を形成することができる。そのため、振動素子片の小型化を図ることができる。

【0131】

また、前述した実施形態では、振動素子片の駆動方式として逆圧電効果を利用した圧電駆動方式を用いた場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されず、例えば、静電引力を用いた静電駆動方式、電磁力を用いた電磁駆動方式等を用いることができる。同様に、前述した実施形態では、振動素子片の検出方式として圧電効果を利用した圧電検出方式を用いた場合を例に説明したが、本発明は、これに限定されず、例えば、静電容量を検出する静電容量検出方式、ピエゾ抵抗の抵抗値を検出するピエゾ抵抗検出方式、誘起起電力

10

20

30

40

50

を検出する電磁検出方式等を用いることができる。また、駆動方式と検出方式は、上述した方式を任意の組み合わせで用いることができる。

【符号の説明】

【0132】

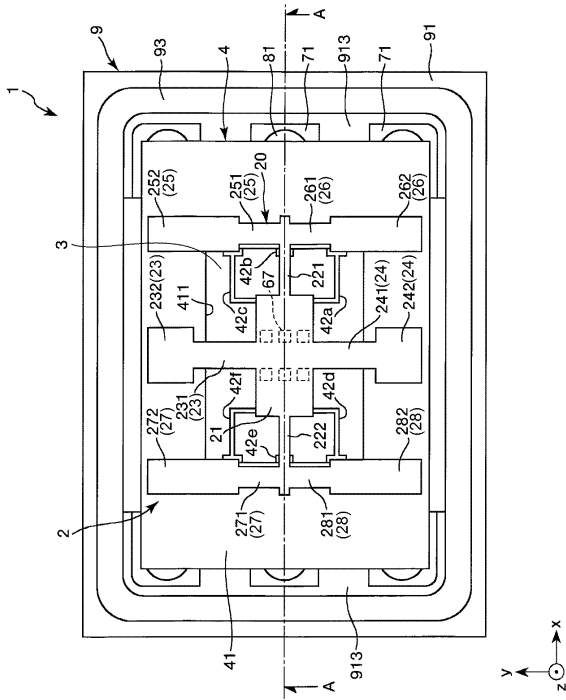
1 ... センサー、1 B ... センサー、2 ... センサー素子、2 A ... センサー素子、2 B ... センサー素子、3 ... ICチップ、4 ... 支持部材、9 ... パッケージ、9 B ... パッケージ、20 ... 振動素子片、20 A ... 振動素子片、20 B ... 振動素子片、21 ... 基部、21 B ... 基部、23 ... 検出腕、23 B ... 検出腕、24 ... 検出腕、24 B ... 検出腕、25 ... 駆動腕、25 B ... 駆動腕、26 ... 駆動腕、26 B ... 駆動腕、27 ... 駆動腕、28 ... 駆動腕、29 ... 支持部、41 ... フィルム、42 a ... 配線、42 b ... 配線、42 c ... 配線、42 d ... 配線、42 e ... 配線、42 f ... 配線、67 ... 端子、71 ... 内部端子、72 ... 内部端子、74 ... 外部端子、81 ... 固定部材、82 ... 固定部材、91 ... ベース、91 B ... ベース、92 ... リッド、93 ... 接合部材、100 ... 表示部、221 ... 連結腕、222 ... 連結腕、231 ... 腕部（検出腕部）、231 B ... 腕部（検出腕部）、232 ... 錘部（検出錘部）、232 B ... 錘部（検出錘部）、241 ... 腕部（検出腕部）、241 B ... 腕部（検出腕部）、242 ... 錘部（検出錘部）、242 B ... 錘部（検出錘部）、251 ... 腕部（駆動腕部）、251 B ... 腕部（駆動腕部）、252 ... 錘部（駆動錘部）、252 B ... 錘部（駆動錘部）、261 ... 腕部（駆動腕部）、261 B ... 腕部（駆動腕部）、262 ... 錘部（駆動錘部）、262 B ... 錘部（駆動錘部）、271 ... 腕部（駆動腕部）、272 ... 錘部（駆動錘部）、281 ... 腕部（駆動腕部）、282 ... 錘部（駆動錘部）、291 ... 固定部、292 ... 固定部、293 ... 連結部、294 ... 連結部、295 ... 連結部、296 ... 連結部、411 ... デバイスホール、421 a ... 接続端子、421 b ... 接続端子、421 c ... 接続端子、421 d ... 接続端子、421 e ... 接続端子、421 f ... 接続端子、911 ... 基板、912 ... 基板、913 ... 基板、914 ... 基板、1100 ... パーソナルコンピューター、1102 ... キーボード、1104 ... 本体部、1106 ... 表示ユニット、1108 ... 表示部、1200 ... スマートフォン、1202 ... 操作ボタン、1204 ... 受話口、1206 ... 送話口、1300 ... デジタルスチルカメラ、1302 ... ケース、1304 ... 受光ユニット、1306 ... シャッターボタン、1308 ... メモリー、1310 ... 表示部、1312 ... ビデオ信号出力端子、1314 ... 入出力端子、1430 ... テレビモニター、1440 ... パーソナルコンピューター、1500 ... 移動体、1501 ... 車体、1502 ... 車輪、A1 ... 矢印、A2 ... 矢印、B1 ... 矢印、B2 ... 矢印、C1 ... 矢印、C2 ... 矢印、G ... 重心、T ... ダブル、a ... 矢印、b ... 矢印、c ... 矢印、... 角速度

10

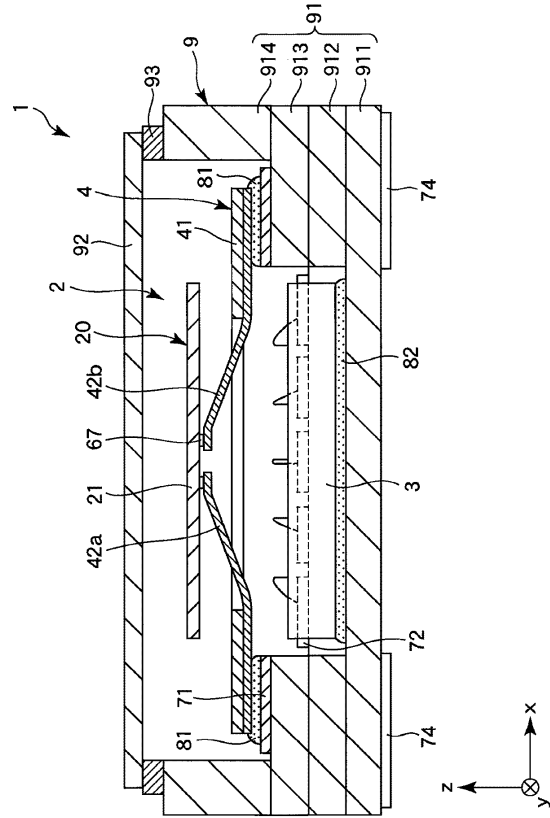
20

30

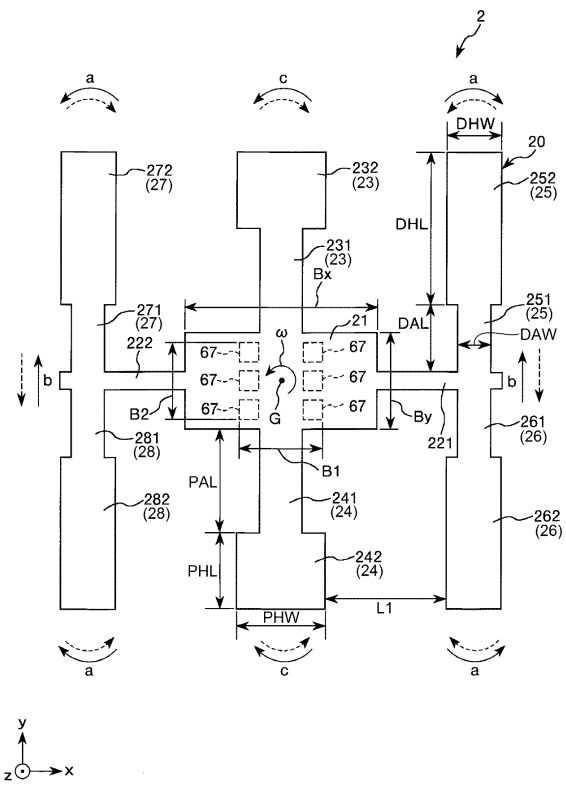
【図1】



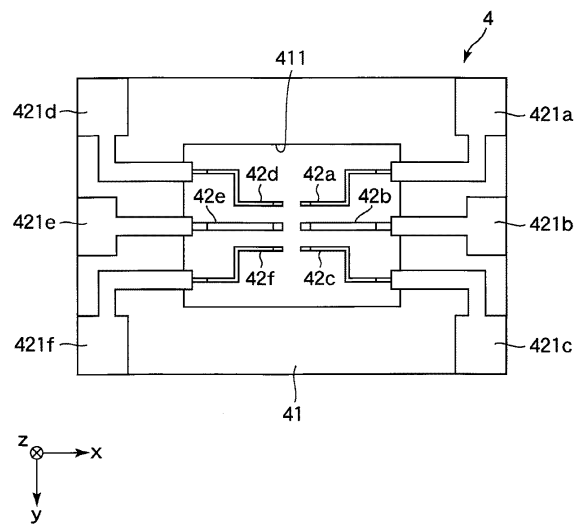
【図2】



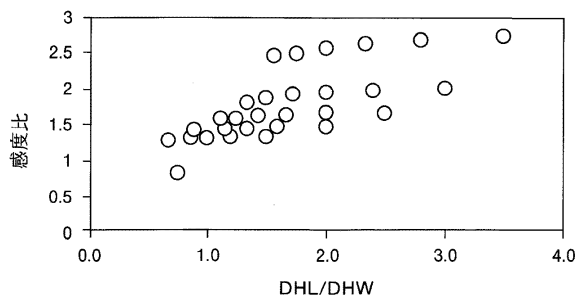
【図3】



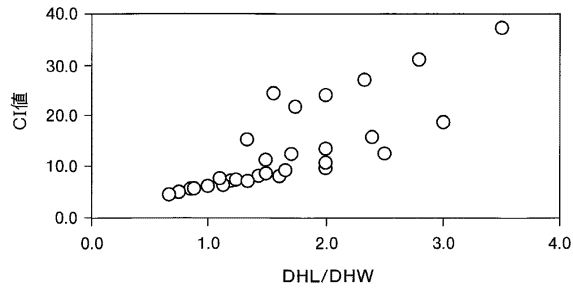
【図4】



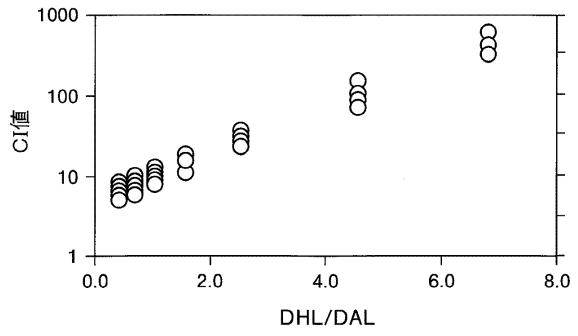
【図5】



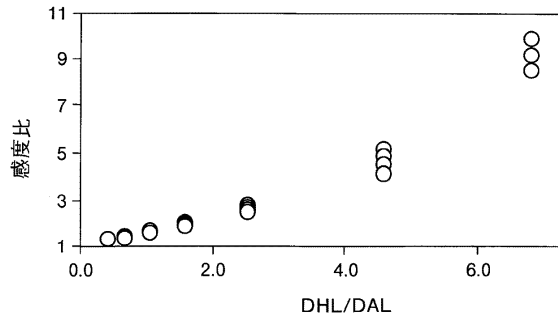
【 図 6 】



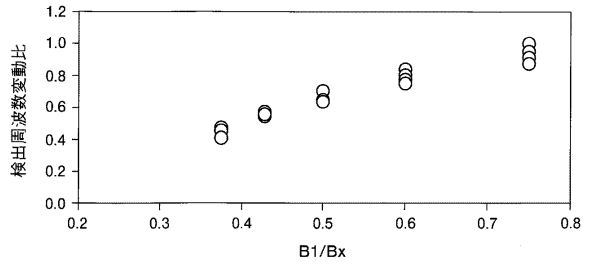
【 図 8 】



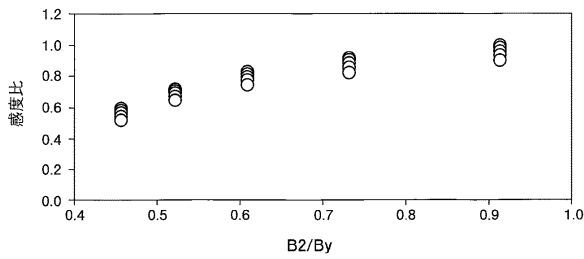
【 図 7 】



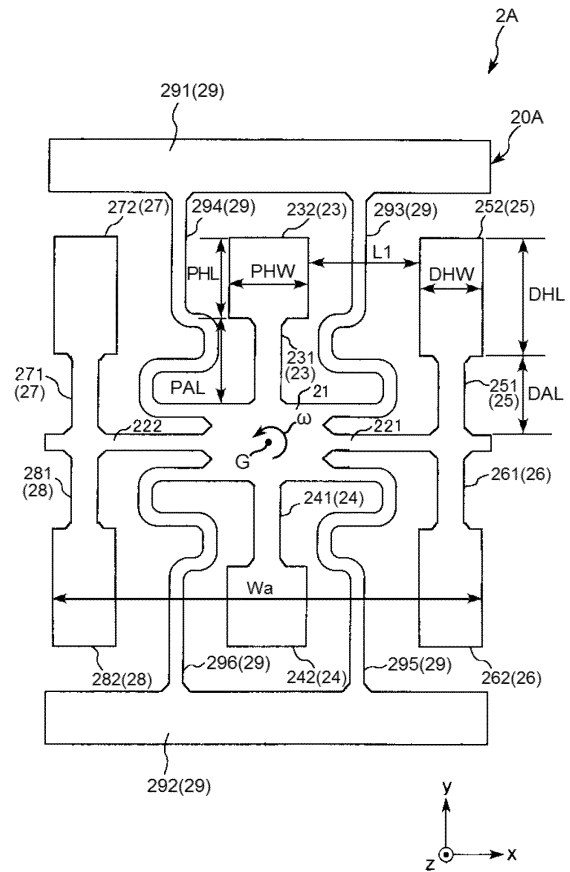
【 図 9 】



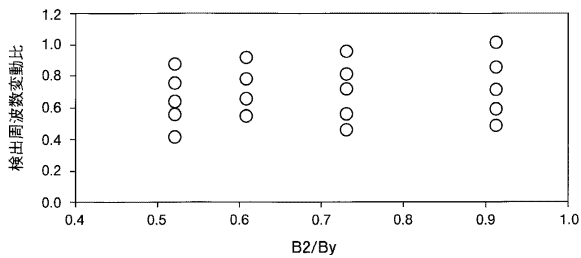
【 図 10 】



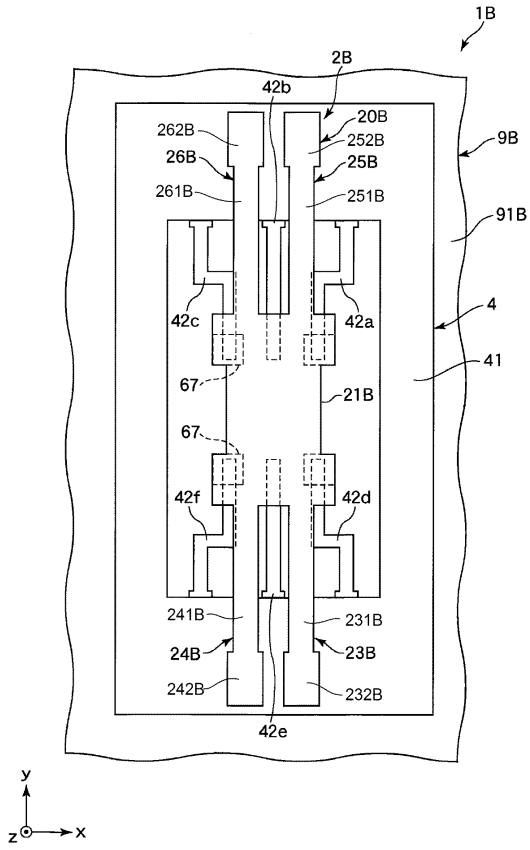
【 図 12 】



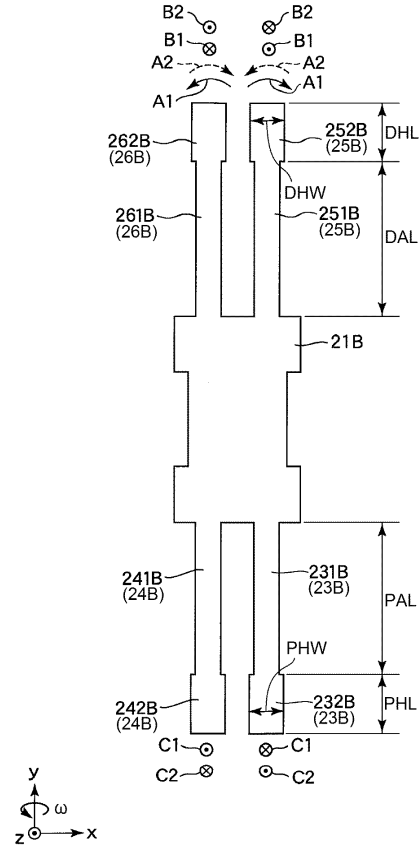
【 図 11 】



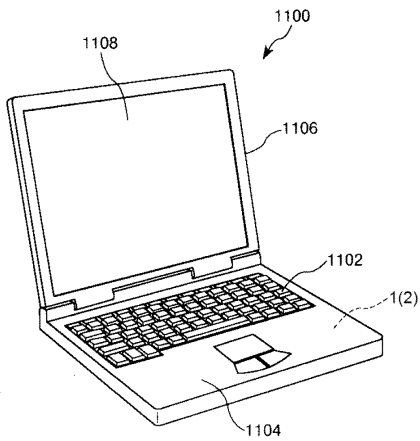
【 図 1 3 】



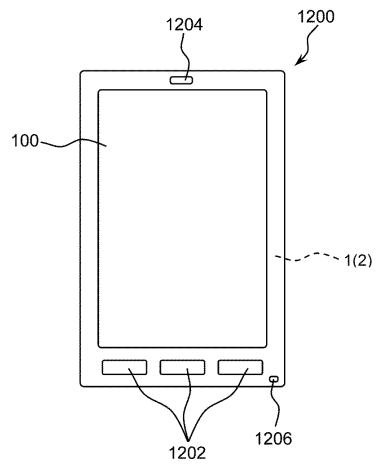
【 図 1 4 】



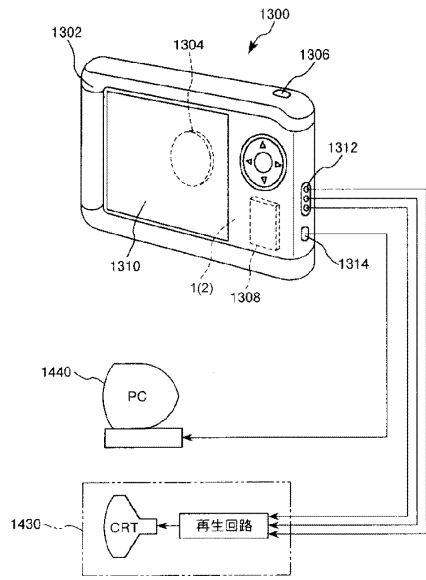
【 図 1 5 】



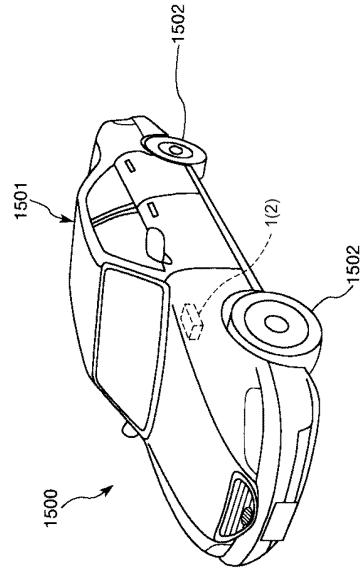
【 図 1 6 】



【 図 17 】



【 図 18 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-087286(JP,A)
特開2015-097368(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0028158(US,A1)
特開2008-185343(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 19/5607
H01L 41/113