

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6558110号  
(P6558110)

(45) 発行日 令和1年8月14日(2019.8.14)

(24) 登録日 令和1年7月26日(2019.7.26)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 P 15/125 (2006.01)	GO 1 P 15/125 Z
GO 1 P 15/08 (2006.01)	GO 1 P 15/08 I O 1 A
HO 1 L 29/84 (2006.01)	HO 1 L 29/84 Z

請求項の数 13 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2015-138779 (P2015-138779)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年7月10日(2015.7.10)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-20898 (P2017-20898A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成29年1月26日(2017.1.26)	(74) 代理人	100091292
審査請求日	平成30年6月14日(2018.6.14)		弁理士 増田 達哉
		(74) 代理人	100091627
			弁理士 朝比 一夫
		(72) 発明者	木暮 翔太
			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	田中 悟
			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	北川 創

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物理量センサー、電子機器および移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1固定電極部を有する第1固定電極側固定部と、  
 前記第1固定電極部に対して第1方向に並んで配置されている第2固定電極部を有する第2固定電極側固定部と、  
 前記第1方向に交差する第2方向に並んで配置されている第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部と、  
 前記第1固定電極部に対向している部分を有する第1可動電極部、および、前記第2固定電極部に対向している部分を有する第2可動電極部を有し、平面視で前記第1固定電極側固定部、前記第2固定電極側固定部、前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部を囲む可動質量部と、  
 前記可動質量部を前記第2方向に変位可能に前記第1可動電極側固定部と前記可動質量部とを接続している第1弾性部と、  
 前記可動質量部を前記第2方向に変位可能に前記第2可動電極側固定部と前記可動質量部とを接続している第2弾性部と、  
 を備え、  
前記第1固定電極側固定部は、基板に接続されている第1接続部を備え、  
前記第2固定電極側固定部は、前記基板に接続されている第2接続部を備え、  
前記第1接続部および前記第2接続部は、それぞれ、平面視で前記第1可動電極側固定部と前記第2可動電極側固定部との間に位置している、

ことを特徴とする物理量センサー。

【請求項 2】

前記第 1 可動電極部は、前記第 1 方向に延びる複数の第 1 可動電極指を有し、  
前記第 2 可動電極部は、前記第 1 方向に延びる複数の第 2 可動電極指を有し、  
前記第 1 固定電極部は、前記第 1 方向に延びる複数の第 1 固定電極指を有し、  
前記第 2 固定電極部は、前記第 1 方向に延びる複数の第 2 固定電極指を有する請求項 1  
に記載の物理量センサー。

【請求項 3】

前記第 1 固定電極側固定部は、前記第 2 方向に延び、前記複数の第 1 固定電極指を支持  
している第 1 延出部を有し、  
前記第 2 固定電極側固定部は、前記第 2 方向に延び、前記複数の第 2 固定電極指を支持  
している第 2 延出部を有する請求項 2 に記載の物理量センサー。

【請求項 4】

前記第 1 延出部は、前記第 1 可動電極側固定部および前記第 2 可動電極側固定部に対し  
て前記第 1 方向での一方側に配置され、  
前記第 2 延出部は、前記第 1 可動電極側固定部および前記第 2 可動電極側固定部に対し  
て前記第 1 方向での他方側に配置されている請求項 3 に記載の物理量センサー。

【請求項 5】

前記基板と、  
前記基板に設けられ、前記第 1 固定電極指に電氣的に接続されている第 1 固定電極側配  
線と、  
前記基板に設けられ、前記第 2 固定電極指に電氣的に接続されている第 2 固定電極側配  
線と、を備え、  
前記第 1 延出部は、前記基板と離間しており、平面視で前記第 1 固定電極側配線と重な  
り、  
前記第 1 延出部と前記第 1 固定電極側配線とが同電位であり、  
前記第 2 延出部は、前記基板と離間しており、平面視で前記第 2 固定電極側配線と重な  
り、  
前記第 2 延出部と前記第 2 固定電極側配線とが同電位である請求項 4 に記載の物理量セ  
ンサー。

【請求項 6】

前記基板と、  
前記基板に設けられ、前記第 1 可動電極指および前記第 2 可動電極指のそれぞれに電氣  
的に接続されている可動電極側配線と、を備え、  
前記第 1 可動電極指および前記第 2 可動電極指のそれぞれの先端部は、平面視で前記可  
動電極側配線と重なっている請求項 2 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 7】

前記基板と、  
前記基板に設けられている可動電極側配線と、を備え、  
前記第 1 可動電極側固定部および前記第 2 可動電極側固定部のうちの少なくとも一方の  
固定部は、前記基板に接続されている複数の接続部を有する請求項 1 ないし 6 のいずれか  
1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 8】

前記接続部と前記可動電極側配線とに接して設けられている導電性のコンタクト部を備  
える請求項 7 に記載の物理量センサー。

【請求項 9】

平面視で前記可動質量部と重なって前記基板の主面に設けられている突起部を備える請  
求項 7 または 8 に記載の物理量センサー。

【請求項 10】

前記第 1 可動電極側固定部と前記第 2 可動電極側固定部とを連結し、かつ、前記第 1 可

動電極側固定部および前記第 2 可動電極側固定部と同じ材料で構成されている連結部を備える請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 1 1】

前記第 1 可動電極側固定部は、前記第 2 方向に延びる第 1 支持部を有し、

前記第 2 可動電極側固定部は、前記第 2 方向に延びる第 2 支持部を有し、

前記第 1 弾性部は、前記第 1 支持部から延び、

前記第 2 弾性部は、前記第 2 支持部から延びる請求項 1 ないし 1 0 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー。

【請求項 1 2】

請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の物理量センサーを備えることを特徴とする電子機器。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 ないし 1 1 のいずれか 1 項に記載の物理量センサー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】

【0 0 0 1】

本発明は、物理量センサー、電子機器および移動体に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、シリコンMEMS (Micro Electro Mechanical System) 技術を用いて製造されたセンサーが開発されている。このようなセンサーとして、固定配置された固定電極と、固定電極に対して間隔を隔てて対向するとともに変位可能に設けられた可動電極と、を有し、これら 2 つの電極間の静電容量に基づいて、加速度、角速度等の物理量を検出する静電容量型の物理量センサーが知られている (例えば、特許文献 1、2 参照)。

20

【0 0 0 3】

例えば、特許文献 1 に係る物理量センサーは、1 枚のシリコンウエハから分離して形成された 2 つの固定電極部および可動電極部を有する。この物理量センサーにおいて、各固定電極部は、基板表面に固定された支持導通部と、支持導通部から直線的に延びる一定の幅寸法の電極支持部と、電極支持部から櫛歯状をなすように延びて配列されている複数の対向電極と、を有する。一方、可動電極部は、基板表面に固定された 2 つの支持導通部と、各支持導通部から延びる支持腕部と、2 つの支持腕部に挟まれた領域に配置された錘部と、錘部を各支持腕部に対して支持する弾性支持部と、前述した固定電極部の複数の対向電極に対向するように錘部から延びて配置されている複数の可動対向電極と、を有する。

30

【0 0 0 4】

また、例えば、特許文献 2 に係る物理量センサーは、基板の表面に 2 つのアンカー結合域にて固定された 2 つの装架バーと、両装架バーの夫々に固定された 2 つの撓みばねと、全部で 4 つの撓みばねの他端部に結合した 1 つのセンターバーと、センターバーに装架された複数の可動電極と、基板の表面に複数のアンカー領域にて固定され複数の可動電極にそれぞれ対向して配置された複数の固定電極と、を有する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 0 7 1 9 1 1 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 1 1 1 3 1 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

このような従来の物理量センサーでは、可動電極や固定電極を複数の接続部 (特許文献 1 の支持導通部や特許文献 2 のアンカー結合領域) にて基板に接続して固定しているが、

50

その複数の接続部のうちの2つの接続部間に平面視で可動電極の一部（特許文献1の錘部や特許文献2のセンターバー）が位置している。そのため、従来の物理量センサーでは、当該2つの接続部間の距離を短くすることが難しく、温度変化に伴って基板が反ったとき、固定電極や可動電極が接続部を介して基板の反りの影響を受けて歪みやすく、その結果、温度特性が悪化してしまうという問題があった。ここで、温度変化に伴う基板の反りは、例えば、基板とその基板に接合された部材（例えば、可動電極および固定電極を含む構造体や、基板とともにその構造体を収納するパッケージを構成するための蓋部材）との間の線膨張係数差に起因して生じる。

【0007】

本発明の目的は、優れた温度特性を有する物理量センサーを提供すること、および、この物理量センサー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】

【0008】

上記目的は、下記の本発明により達成される。

本発明の物理量センサーは、第1固定電極部を有する第1固定電極側固定部と、

前記第1固定電極部に対して第1方向に沿って並んで配置されている第2固定電極部を有する第2固定電極側固定部と、

前記第1方向に交差する第2方向に沿って並んで配置されている第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部と、

前記第1固定電極部に対向している部分を有する第1可動電極部、および、前記第2固定電極部に対向している部分を有する第2可動電極部を有し、平面視で前記第1固定電極側固定部、前記第2固定電極側固定部、前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部を囲む形状をなしている可動質量部と、

前記可動質量部を前記第2方向に変位可能に前記第1可動電極側固定部と前記可動質量部とを接続している第1弾性部と、

前記可動質量部を前記第2方向に変位可能に前記第2可動電極側固定部と前記可動質量部とを接続している第2弾性部と、

を備えることを特徴とする。

【0009】

このような物理量センサーによれば、平面視で、可動質量部を枠体化し、かつ、その可動質量部の内側に、2つの固定電極側固定部（第1固定電極側固定部および第2固定電極側固定部）および2つの可動電極側固定部（第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部）を配置することにより、2つの固定電極側固定部間の距離、および、2つの可動電極側固定部間の距離をそれぞれ短くすることができる。そのため、固定電極側固定部や可動電極側固定部を固定する基板が温度変化に伴って反ってしまっても、固定電極部や可動電極部が基板の反りの影響を受けて歪むのを低減し、その結果、温度特性を優れたものとすることができる。

【0010】

本発明の物理量センサーでは、前記第1可動電極部は、前記第1方向に沿って延びている複数の第1可動電極指を有し、

前記第2可動電極部は、前記第1方向に沿って延びている複数の第2可動電極指を有し、

前記第1固定電極部は、前記第1方向に沿って延びている複数の第1固定電極指を有し、

前記第2固定電極部は、前記第1方向に沿って延びている複数の第2固定電極指を有することが好ましい。

【0011】

これにより、可動質量部の変位に伴う、第1固定電極部と第1可動電極部との間、および、第2固定電極部と第2可動電極部との間のそれぞれの静電容量変化を大きくすることができる。そのため、物理量センサーの高感度化を図ることができる。

## 【0012】

本発明の物理量センサーでは、前記第1固定電極側固定部は、前記第2方向に沿って延びていて前記複数の第1固定電極指を支持している第1延出部を有し、

前記第2固定電極側固定部は、前記第2方向に沿って延びていて前記複数の第2固定電極指を支持している第2延出部を有することが好ましい。

## 【0013】

これにより、固定電極指および可動電極指の数を効率的に多くすることができる。そのため、可動質量部の変位に伴う、第1固定電極部と第1可動電極部との間、および、第2固定電極部と第2可動電極部との間のそれぞれの静電容量変化をより大きくすることができる。

10

## 【0014】

本発明の物理量センサーでは、前記第1延出部は、前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部に対して前記第1方向での一方側に配置され、

前記第2延出部は、前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部に対して前記第1方向での他方側に配置されていることが好ましい。

## 【0015】

これにより、第1固定電極部と第1可動電極部との間の静電容量変化による信号と、第2固定電極部と第2可動電極部との間の静電容量変化による信号とを差動演算することにより、ノイズを低減することができる。

20

## 【0016】

本発明の物理量センサーでは、基板と、  
前記基板に設けられ、前記第1固定電極指に電氣的に接続されている第1固定電極側配線と、

前記基板に設けられ、前記第2固定電極指に電氣的に接続されている第2固定電極側配線と、を備え、

前記第1延出部は、前記基板と離間しており、平面視で前記第1固定電極側配線と重なる部分を有し、

前記第2延出部は、前記基板と離間しており、平面視で前記第2固定電極側配線と重なる部分を有することが好ましい。

30

## 【0017】

これにより、延出部と固定電極側配線とが互いに同電位であるため、これらを平面視で重ねることで、基板と各延出部との間に生じる寄生容量を低減することができる。その結果、物理量センサーの検出特性を優れたものとすることができる。

## 【0018】

本発明の物理量センサーでは、基板と、  
前記基板に設けられ、前記第1可動電極指および前記第2可動電極指のそれぞれに電氣的に接続されている可動電極側配線と、を備え、

前記第1可動電極指および前記第2可動電極指のそれぞれの先端部は、平面視で前記可動電極側配線と重なっていることが好ましい。

40

## 【0019】

これにより、可動電極側固定部を含む構造体と基板とを陽極接合する際に、可動電極指の先端部がこれと同電位の可動電極側配線に対向することとなるため、可動電極指の先端部と基板との間に生じる電界を低減し、その結果、各可動電極指が基板に張り付くのを防止または低減することができる。

## 【0020】

本発明の物理量センサーでは、基板と、  
前記基板に設けられている可動電極側配線と、を備え、

前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部のうちの少なくとも一方の固定部は、前記基板に接続されている複数の接続部を有することが好ましい。

50

## 【0021】

これにより、基板と可動電極側固定部とをより安定的に接続することができる。また、隣り合う2つの接続部間にコンタクト部を配置することができる。そのため、かかるコンタクト部を中央側に配置することができるので、コンタクト部と可動電極側固定部とをより安定的に電氣的に接続ができる。

【0022】

また、互いに同電位となる第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部を含む構造体と可動電極側配線との電氣的なコンタクトを複数箇所で行うことができる。そのため、当該コンタクトの信頼性を高めることができる。

【0023】

本発明の物理量センサーでは、前記接続部と前記可動電極側配線との間にこれら両者に接して設けられている導電性のコンタクト部を備えることが好ましい。

10

【0024】

これにより、互いに同電位となる第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部を含む構造体と可動電極側配線との電氣的なコンタクトの信頼性を高めることができる。

【0025】

本発明の物理量センサーでは、平面視で前記可動質量部と重なって前記基板の主面に設けられている突起部を備えることが好ましい。

【0026】

これにより、可動質量部の面外方向での移動を突起部により規制することができ、その結果、可動質量部が基板に張り付くのを防止または低減することができる。

20

【0027】

本発明の物理量センサーでは、前記第1固定電極側固定部および前記第2固定電極側固定部は、それぞれ、平面視で前記第1可動電極側固定部と前記第2可動電極側固定部との間に位置している部分を有することが好ましい。

【0028】

これにより、2つの固定電極側固定部間の距離を短くすることができ、その結果、温度特性をより優れたものとするすることができる。

【0029】

本発明の物理量センサーでは、前記第1可動電極側固定部と前記第2可動電極側固定部とを連結し、かつ、前記第1可動電極側固定部および前記第2可動電極側固定部と同じ材料で構成されている連結部を備えることが好ましい。

30

【0030】

これにより、連結部を介して2つの可動電極側固定部を電氣的に接続することができる。そのため、第1可動電極側固定部と第2可動電極側固定部との電位差が生じるのを低減し、安定したセンサー特性を実現することができる。また、連結部が第1可動電極側固定部および第2可動電極側固定部と同じ材料で固定されているため、これらを同一基板から一括形成することができる。

【0031】

本発明の物理量センサーでは、前記第1可動電極側固定部は、前記第2方向に沿って延びている第1支持部を有し、

40

前記第2可動電極側固定部は、前記第2方向に沿って延びている第2支持部を有し、

前記第1弾性部は、前記第1支持部から延び、

前記第2弾性部は、前記第2支持部から延びていることが好ましい。

【0032】

これにより、第1弾性部と第2弾性部との間の距離を大きくすることができる。そのため、可動質量部の面外方向での変位を低減することができる。そのため、物理量センサーの耐衝撃性を高めることができる。

【0033】

本発明の電子機器は、本発明の物理量センサーを備えることを特徴とする。

このような電子機器によれば、物理量センサーが優れた温度特性を有するため、信頼性

50

を高めることができる。

【0034】

本発明の移動体は、本発明の物理量センサーを備えることを特徴とする。

このような移動体によれば、物理量センサーが優れた温度特性を有するため、信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の第1実施形態に係る物理量センサーを示す平面図である。

【図2】図1中のA-A線断面図である。

【図3】図1中のB-B線断面図である。

【図4】図1に示す物理量センサーが備える第1固定電極部および第1可動電極部を説明するための部分拡大平面図である。

【図5】図1に示す物理量センサーが備える第1弾性部を説明するための部分拡大平面図である。

【図6】図1に示す物理量センサーが備える支持基板および配線パターンを説明するための平面図である。

【図7】本発明の第2実施形態に係る物理量センサーを示す平面図である。

【図8】本発明の電子機器の一例であるモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を模式的に示す斜視図である。

【図9】本発明の電子機器の一例である携帯電話機の構成を模式的に示す斜視図である。

【図10】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。

【図11】本発明の移動体の一例である自動車の構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

以下、本発明の物理量センサー、電子機器および移動体を添付図面に示す好適実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0037】

1. 物理量センサー

まず、本発明の物理量センサーについて説明する。

【0038】

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る物理量センサーを示す平面図、図2は、図1中のA-A線断面図、図3は、図1中のB-B線断面図である。図4は、図1に示す物理量センサーが備える第1固定電極部および第1可動電極部を説明するための部分拡大平面図である。図5は、図1に示す物理量センサーが備える第1弾性部を説明するための部分拡大平面図である。図6は、図1に示す物理量センサーが備える支持基板および配線パターンを説明するための平面図である。

【0039】

なお、各図では、説明の便宜上、互いに直交する3つの軸であるX軸（第1軸）、Y軸（第2軸）およびZ軸（第3軸）を矢印で図示しており、その矢印の先端側を「+（プラス）」、基端側を「-（マイナス）」としている。また、以下では、X軸に平行な方向（第1方向）を「X軸方向」、Y軸に平行な方向（第2方向）を「Y軸方向」、Z軸に平行な方向を「Z軸方向」という。また、以下では、説明の便宜上、図2および図3中の上側（+Z軸方向側）を「上」、下側（-Z軸方向側）を「下」という。

【0040】

図1～3に示すように、本実施形態の物理量センサー1は、センサー素子10と、このセンサー素子10を支持している基板4と、この基板4上においてセンサー素子10に電気的に接続されている配線パターン5と、センサー素子10を覆うようにして基板4に接合されている蓋部材6と、を有している。ここで、基板4および蓋部材6は、センサー素

10

20

30

40

50

子10を収納している空間Sを形成しているパッケージ20を構成している。以下、物理量センサー1の各部を順次説明する。

【0041】

(センサー素子10)

図1に示すように、センサー素子10は、基板4に固定されている第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21b、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bと、これら固定部を平面視で囲む可動質量部32と、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bと可動質量部32とを接続している2つの第1弾性部33aおよび2つの第2弾性部33bと、を有している。

【0042】

ここで、第1可動電極側固定部31a、第2可動電極側固定部31b、可動質量部32、2つの第1弾性部33aおよび2つの第2弾性部33bは、一体的に形成されていて、可動電極側構造体3を構成している。すなわち、センサー素子10は、互いに間隔を隔てて配置されている第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21bおよび可動電極側構造体3を有し、可動電極側構造体3が、一体的に形成されている第1可動電極側固定部31a、第2可動電極側固定部31b、可動質量部32、第1弾性部33aおよび第2弾性部33bを有している。なお、本実施形態では、センサー素子10は、平面視で回転対称な形状をなしている。

【0043】

第1固定電極側固定部21aおよび第2固定電極側固定部21bは、X軸方向に沿って並んで配置されている。ここで、第1固定電極側固定部21aは、センサー素子10の中心に対して+X軸方向側に配置され、一方、第2固定電極側固定部21bは、センサー素子10の中心に対して-X軸方向側に配置されている。

【0044】

第1固定電極側固定部21aは、基板4に接続されている接続部211aと、接続部211aから+Y軸方向および-Y軸方向のそれぞれの方向に沿って延出し、基板4と離間している第1延出部212aと、第1延出部212aに接続されている第1固定電極部213aと、を有している。第1固定電極部213aは、第1延出部212aに一端が支持されている複数の第1固定電極指2131aで構成されている(図4参照)。複数の第1固定電極指2131aは、第1延出部212aから+X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されていて、櫛歯状をなす「第1固定電極櫛部」を構成している。

【0045】

同様に、第2固定電極側固定部21bは、基板4に接続されている接続部211bと、接続部211bから+Y軸方向および-Y軸方向のそれぞれの方向に沿って延出し、基板4と離間している第2延出部212bと、第2延出部212bに接続されている第2固定電極部213bと、を有している。第2固定電極部213bは、前述した第1固定電極部213aに対してX軸方向に沿って並んで配置されており、第2延出部212bに一端が支持されている複数の第2固定電極指2131bで構成されている。複数の第2固定電極指2131bは、第2延出部212bから-X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されていて、櫛歯状をなす「第2固定電極櫛部」を構成している。

【0046】

一方、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bは、X軸方向に交差するY軸方向に沿って並んで配置されている。ここで、第1可動電極側固定部31aは、センサー素子10の中心に対して+Y軸方向側に配置され、一方、第2可動電極側固定部31bは、センサー素子10の中心に対して-Y軸方向側に配置されている。本実施形態では、平面視で、接続部211a、211bに対して、+Y軸方向側に第1可動電極側固定部31a、-Y軸方向側に第2可動電極側固定部31bが配置されている。したがって、第1固定電極側固定部21aおよび第2固定電極側固定部21bは、それぞれ、平

10

20

30

40

50

面視で第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとの間に位置している部分(接続部311a、311b)を有する。

【0047】

第1可動電極側固定部31aは、基板4に接続されている接続部311aと、接続部311aから+Y軸方向に沿って延出している第1支持部312aと、を有している。第1支持部312aの+Y軸方向側の端部(図5に示す端部3121a)は、幅が狭くなっている。

【0048】

同様に、第2可動電極側固定部31bは、基板4に接続されている接続部311bと、接続部311bから-Y軸方向に沿って延出している第2支持部312bと、を有している。第2支持部312bの-Y軸方向側の端部は、幅が狭くなっている。

10

【0049】

このような第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21b、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bは、平面視で杵状をなす可動質量部32の内側に配置されている。言い換えると、可動質量部32は、平面視で、第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21b、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bを囲む形状をなしている。

【0050】

この可動質量部32は、平面視で杵状をなす杵部321と、杵部321に接続されている第1可動電極部322aおよび第2可動電極部322bと、を有している。

20

【0051】

ここで、第1可動電極部322aは、前述した第1固定電極部213aに対向している部分を有する。具体的には、第1可動電極部322aは、杵部321に一端が支持されていて、前述した第1固定電極部213aの複数の第1固定電極指2131a(第1固定電極櫛部)に対して間隔gを隔てて噛み合うように杵部321の内側へ延出して配置されている複数の第1可動電極指3221aで構成されている(図4参照)。複数の第1可動電極指3221aは、杵部321から-X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されていて、櫛歯状をなす「第1可動電極櫛部」を構成している。

【0052】

同様に、第2可動電極部322bは、前述した第2固定電極部213bに対向している部分を有する。具体的には、第2可動電極部322bは、杵部321に一端が支持されていて、前述した第2固定電極部213bの複数の第2固定電極指2131bに対して間隔を隔てて噛み合うように杵部321の内側へ延出して配置されている複数の第2可動電極指3221bで構成されている。複数の第2可動電極指3221bは、杵部321から+X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されていて、櫛歯状をなす「第2可動電極櫛部」を構成している。

30

【0053】

このような可動質量部32は、前述した第1可動電極側固定部31aに対して2つの第1弾性部33aを介して支持されるとともに、前述した第2可動電極側固定部31bに対して2つの第2弾性部33bを介して支持されている。したがって、平面視で、杵状をなす可動質量部32の内側には、前述した第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21b、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bだけでなく、2つの第1弾性部33aおよび2つの第2弾性部33bも配置されることとなる。

40

【0054】

2つの第1弾性部33aは、それぞれ、可動質量部32をY軸方向に変位可能に第1可動電極側固定部31aと可動質量部32とを接続している。同様に、2つの第2弾性部33bは、それぞれ、可動質量部32をY軸方向に変位可能に第2可動電極側固定部31bと可動質量部32とを接続している。

【0055】

50

より具体的には、2つの第1弾性部33aは、前述した第1固定電極側固定部21aの第1延出部212aの+Y軸方向側の端部からX軸方向に互いに接近と離間とを繰り返すように蛇行しながらそれぞれ+Y軸方向に延びている形状をなしている。すなわち、各第1弾性部33aは、図5に示すように、第1支持部312aの+Y軸方向側の端部3121aからX軸方向に沿って延びている部分331a(梁)と、枠部321の内側に突出した部分3211からX軸方向に沿って延びている部分332a(梁)と、これらの部分331a、332aの端部同士を連結している部分333a(連結部)と、を有している。

【0056】

同様に、2つの第2弾性部33bは、前述した第2固定電極側固定部21bの第2支持部312bの-Y軸方向側の端部からX軸方向に互いに接近と離間とを繰り返すように蛇行しながらそれぞれ-Y軸方向に延びている形状をなしている。

10

【0057】

なお、第1弾性部33aおよび第2弾性部33bの形状は、可動質量部32をY軸方向に変位可能とすることができれば、前述したものに限定されず、例えば、X軸方向に沿って延びている1つの梁で構成されていてもよいし、3本以上の梁とこれらの梁を連結する2つ以上の連結部とで構成されていてもよい。

【0058】

以上説明したような第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21bおよび可動電極側構造体3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、リン、ボロン等の不純物をドーピングされることにより導電性が付与されたシリコン材料(単結晶シリコン、ポリシリコン等)を用いるのが好ましい。

20

【0059】

また、第1固定電極側固定部21a、第2固定電極側固定部21bおよび可動電極側構造体3は、1つの基板(例えばシリコン基板)をエッチングすることにより一括して形成することができる。この場合、センサー素子10の各部の厚さを簡単かつ高精度に揃えることができる。また、シリコンはエッチングにより高精度に加工することができる。

【0060】

以上説明したように構成されたセンサー素子10では、センサー素子10が検出軸方向であるY軸方向の加速度を受けると、第1弾性部33aおよび第2弾性部33bの弾性変形を伴って、可動質量部32がY軸方向に変位する。すると、第1固定電極部213aの第1固定電極指2131aと第1可動電極部322aの第1可動電極指3221aとの間の距離、および、第2固定電極部213bの第2固定電極指2131bと第2可動電極部322bの第2可動電極指3221bとの間の距離がそれぞれ変化する。

30

【0061】

したがって、これらの間の静電容量に基づいて、センサー素子10が受けた加速度の大きさを検出することができる。本実施形態では、第1固定電極指2131aと第1可動電極指3221aとの間の距離、および、第2固定電極指2131bと第2可動電極指3221bとの間の距離は、一方の距離が大きくなると、他方の距離が小さくなる。そのため、第1固定電極指2131aと第1可動電極指3221aとの間の静電容量、および、第2固定電極指2131bと第2可動電極指3221bとの間の静電容量も、一方の静電容量が大きくなると、他方の静電容量が小さくなる。そこで、第1固定電極部213aの第1固定電極指2131aと第1可動電極部322aの第1可動電極指3221aとの間の静電容量に基づく信号と、第2固定電極部213bの第2固定電極指2131bと第2可動電極部322bの第2可動電極指3221bとの間の静電容量に基づく信号とを差動演算する。これにより、検出軸方向以外の可動質量部32の変位に伴う信号成分を除去してノイズを低減しつつ、センサー素子10が受けた加速度に応じた信号を出力することができる。

40

【0062】

(基板)

基板4(支持基板)は、板状をなし、X軸およびY軸を含む平面であるXY平面(基準

50

面)に沿って配置されている。この基板4の上面(センサー素子10が設けられている側の面)には、図2および図3に示すように、凹部41が設けられている。この凹部41は、センサー素子10の可動部分(前述した接続部211a、211b、311a、311bを除く部分)が基板4に接触するのを防止する機能を有する。これにより、センサー素子10の駆動を許容しつつ、基板4がセンサー素子10を支持することができる。

【0063】

また、基板4の上面には、凹部41の底面から突出している第1突起部42a、第2突起部42b、4つの突起部43、4つの突起部44が設けられている。

【0064】

第1突起部42aおよび第2突起部42bは、センサー素子10の可動部分を基板4に対して浮遊させた状態でセンサー素子10を支持する機能を有する。

10

【0065】

具体的に説明すると、図6に示すように、第1突起部42aおよび第2突起部42bは、X軸方向に沿って並んで配置されている。ここで、第1突起部42aは、センサー素子10の中心に対して+X軸方向側に配置され、一方、第2突起部42bは、センサー素子10の中心に対して-X軸方向側に配置されている。そして、第1突起部42aおよび第2突起部42bは、それぞれ、Y軸方向に沿って延びている。

【0066】

このような第1突起部42aのY軸方向での中央部には、前述した第1固定電極側固定部21aの接続部211aが接合されている。一方、第2突起部42bのY軸方向での中央部には、前述した第2固定電極側固定部21bの接続部211bが接合されている。

20

【0067】

また、第1突起部42aおよび第2突起部42bの+Y軸方向での端部には、前述した第1可動電極側固定部31aの接続部311aが接合されている。一方、第1突起部42aおよび第2突起部42bの-Y軸方向での端部には、前述した第2可動電極側固定部31bの接続部311bが接合されている。

【0068】

4つの突起部43および4つの突起部44は、センサー素子10の浮遊部分(特に可動質量部32)が基板4に張り付くのを防止する機能を有する。

【0069】

30

具体的に説明すると、4つの突起部43は、平面視で、前述した可動質量部32の外周部(より具体的には、平面視で四角形の外形を有する枠部321の4つの角部)に重なる位置に配置されている。これにより、可動質量部32が基板4に張り付くのを効果的に低減することができる。

【0070】

また、4つの突起部44は、平面視で、後述する配線パターン5から基板4の上面が露出する部分(陽極整合時に大きな電界がかかる部分)近傍であって、可動質量部32に重なる位置に配置されている。これにより、可動質量部32が基板4に張り付くのを効果的に低減することができる。

【0071】

40

また、基板4の構成材料としては、特に限定されないが、絶縁性を有する基板材料を用いることが好ましく、具体的には、石英基板、サファイヤ基板、ガラス基板を用いるのが好ましく、特に、アルカリ金属イオン(可動イオン)を含むガラス材料(例えば、パイレックスガラス(登録商標)のような硼珪酸ガラス)を用いるのが好ましい。これにより、センサー素子10や蓋部材6がシリコンを主材料として構成されている場合、これらを基板4に対して陽極接合することができる。

【0072】

なお、図示では、基板4は、1部材で構成されているが、2以上の部材を接合して構成されていてもよい。例えば、棒状の部材と板状の部材とを貼り合わせることにより、基板4が構成されていてもよい。

50

## 【 0 0 7 3 】

また、基板 4 は、例えば、フォトリソグラフィ法およびエッチング法等を用いて形成することができる。

## 【 0 0 7 4 】

( 配線パターン )

図 6 に示すように、配線パターン 5 は、前述した基板 4 の上面上に設けられている。この配線パターン 5 は、前述した第 1 固定電極側固定部 2 1 a に電氣的に接続されている第 1 固定電極側配線 5 1 a と、第 2 固定電極側固定部 2 1 b に電氣的に接続されている第 2 固定電極側配線 5 1 b と、第 1 可動電極側固定部 3 1 a および第 2 可動電極側固定部 3 1 b に電氣的に接続されている可動電極側配線 5 2 a、5 2 b、5 3 と、を有している。

10

## 【 0 0 7 5 】

第 1 固定電極側配線 5 1 a は、前述した第 1 突起部 4 2 a 付近から - Y 軸方向側に延びて配置されている。第 1 固定電極側配線 5 1 a の + Y 軸方向側の端部は、第 1 コンタクト部 5 4 a を介して、第 1 固定電極側固定部 2 1 a に接続されている。また、第 1 固定電極側配線 5 1 a の + Y 軸方向側の端部は、パッケージ 2 0 の外部へ引き出されて、図示しない外部端子に電氣的に接続されている。同様に、第 2 固定電極側配線 5 1 b は、前述した第 2 突起部 4 2 b 付近から + Y 軸方向側に延びて配置されている。第 2 固定電極側配線 5 1 b の - Y 軸方向側の端部は、第 2 コンタクト部 5 4 b を介して、第 2 固定電極側固定部 2 1 b に接続されている。また、第 2 固定電極側配線 5 1 b の + Y 軸方向側の端部は、パッケージ 2 0 の外部へ引き出されて、図示しない外部端子に電氣的に接続されている。ここで、第 1 固定電極側固定部 2 1 a の第 1 コンタクト部 5 4 a と接続している部分は、前述した第 1 固定電極側固定部 2 1 a の基板 4 と接続している接続部 2 1 1 a の一部を構成しているとも言える。同様に、第 2 固定電極側固定部 2 1 b の第 2 コンタクト部 5 4 b と接続している部分は、前述した第 2 固定電極側固定部 2 1 b の基板 4 と接続している接続部 2 1 1 b の一部を構成しているとも言える。

20

## 【 0 0 7 6 】

可動電極側配線 5 2 a は、平面視で、センサー素子 1 0 の + X 軸方向側の部分 (特に可動質量部 3 2) とできるだけ重なるように、第 1 突起部 4 2 a に対して + X 軸方向側に配置されている。同様に、可動電極側配線 5 2 b は、平面視で、センサー素子 1 0 の - X 軸方向側の部分 (特に可動質量部 3 2) とできるだけ重なるように、第 2 突起部 4 2 b に対して - X 軸方向側に配置されている。

30

## 【 0 0 7 7 】

可動電極側配線 5 3 は、第 1 突起部 4 2 a と第 2 突起部 4 2 b との間に配置されている部分を有し、可動電極側配線 5 2 a と可動電極側配線 5 2 b とを接続している。そして、可動電極側配線 5 3 は、第 3 コンタクト部 5 5 a を介して、第 1 可動電極側固定部 3 1 a に接続されているとともに、第 4 コンタクト部 5 5 b を介して、第 2 可動電極側固定部 3 1 b に接続されている。ここで、第 1 可動電極側固定部 3 1 a の第 3 コンタクト部 5 5 a と接続している部分は、前述した第 1 可動電極側固定部 3 1 a の基板 4 と接続している接続部 3 1 1 a の一部を構成しているとも言える。同様に、第 2 可動電極側固定部 3 1 b の第 4 コンタクト部 5 5 b と接続している部分は、前述した第 2 可動電極側固定部 3 1 b の基板 4 と接続している接続部 3 1 1 b の一部を構成しているとも言える。

40

## 【 0 0 7 8 】

このような配線パターン 5 の構成材料としては、それぞれ、導電性を有するものであれば、特に限定されず、各種電極材料を用いることができ、例えば、ITO (酸化インジウムスズ)、ZnO (酸化亜鉛) 等の透明電極材料、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)、タンゲステン (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、シリコン (Si) 等の半導体材料を用いることができる。

## 【 0 0 7 9 】

50

また、配線パターン5は、前述したような材料をスパッタリング法、蒸着法等の気相成膜法を用いて成膜した膜を、フォトリソグラフィ法およびエッチング法等を用いてパターンニングすることによって一括して形成される。なお、基板4がシリコンのような半導体材料で構成されている場合には、基板4と配線パターン5との間に絶縁層を設けることが好ましい。かかる絶縁層の構成材料としては、例えば、 $\text{SiO}_2$ （酸化ケイ素）、 $\text{AlN}$ （窒化アルミニウム）、 $\text{SiN}$ （窒化ケイ素）等を用いることができる。

【0080】

また、各コンタクト部の構成材料としては、それぞれ、導電性を有するものであれば、特に限定されず、配線パターン5と同様、各種電極材料を用いることができるが、例えば、 $\text{Au}$ 、 $\text{Pt}$ 、 $\text{Ag}$ 、 $\text{Cu}$ 、 $\text{Al}$ 等の金属単体またはこれらを含む合金等の金属が好適に用いられる。このような金属を用いて各コンタクト部を構成することにより、配線パターン5とセンサー素子10との間の接点抵抗を小さくすることができる。

10

【0081】

（蓋部材）

蓋部材6は、前述したセンサー素子10を保護する機能を有する。

【0082】

この蓋部材6は、前述した基板4に接合され、基板4との間にセンサー素子10を収納する空間Sを形成する。

【0083】

具体的に説明すると、この蓋部材6は、板状をなし、その下面（センサー素子10側の面）に凹部61が設けられている。この凹部61は、センサー素子10の可動部分の変位を許容するように形成されている。

20

【0084】

そして、蓋部材6の下面の凹部61よりも外側の部分は、前述した基板4の上面に接合されている。蓋部材6と基板4との接合方法としては、特に限定されず、例えば、接着剤を用いた接合方法、陽極接合法、直接接合法等を用いることができる。

【0085】

また、蓋部材6の構成材料としては、前述したような機能を発揮し得るものであれば、特に限定されないが、例えば、シリコン材料、ガラス材料等を好適に用いることができる。

30

【0086】

以上説明したような物理量センサー1によれば、平面視で、可動質量部32を枠体化し、かつ、その可動質量部32の内側に、2つの固定電極側固定部（第1固定電極側固定部21aおよび第2固定電極側固定部21b）および2つの可動電極側固定部（第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31b）を配置することにより、第1固定電極側固定部21aと第2固定電極側固定部21bとの間の距離、および、第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとの間の距離をそれぞれ短くすることができる。そのため、基板4が温度変化に伴って反ってしまっても、センサー素子10が基板4の反りの影響を受けるのを低減し、その結果、温度特性を優れたものとすることができる。しかも、第1固定電極側固定部21aおよび第2固定電極側固定部21bをX軸方向に沿って並べて配置するとともに、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bをX軸方向と交差するY軸方向に沿って並べて配置することにより、上述した2つの距離のうち、必要な特性に応じて選択（例えば温度特性の影響を受けやすい方の距離を選択）した一方の距離（本実施形態では第1固定電極側固定部21aと第2固定電極側固定部21bとの間の距離）を極めて短くすることができる。

40

【0087】

ここで、温度変化による基板4の反りは、例えば、基板4とセンサー素子10または蓋部材6との線膨張係数差に起因して生じる。このため、このような線膨張係数差がある場合に、前述したような温度特性を向上させる効果を顕著に生じさせることができる。

【0088】

50

また、物理量センサー 1 は、各第 1 可動電極指 3 2 2 1 a、各第 2 可動電極指 3 2 2 1 b、各第 1 固定電極指 2 1 3 1 a および各第 2 固定電極指 2 1 3 1 b が検出軸方向に対して直交する X 軸方向に沿って延びているため、可動質量部 3 2 の変位に伴う、第 1 固定電極部 2 1 3 a と第 1 可動電極部 3 2 2 a との間、および、第 2 固定電極部 2 1 3 b と第 2 可動電極部 3 2 2 b との間のそれぞれの静電容量変化を大きくすることができる。そのため、物理量センサー 1 の高感度化を図ることができる。

【 0 0 8 9 】

また、第 1 延出部 2 1 2 a および第 2 延出部 2 1 2 b のそれぞれが検出軸方向である Y 軸方向に沿って延びているため、第 1 可動電極指 3 2 2 1 a、第 2 可動電極指 3 2 2 1 b、第 1 固定電極指 2 1 3 1 a および第 2 固定電極指 2 1 3 1 b のそれぞれの数を効率的に多くすることができる。そのため、可動質量部 3 2 の変位に伴う、第 1 固定電極部 2 1 3 a と第 1 可動電極部 3 2 2 a との間、および、第 2 固定電極部 2 1 3 b と第 2 可動電極部 3 2 2 b との間のそれぞれの静電容量変化をより大きくすることができる。

【 0 0 9 0 】

また、前述したように、第 1 延出部 2 1 2 a が第 1 可動電極側固定部 3 1 a および第 2 可動電極側固定部 3 1 b に対して X 軸方向での一方側に配置され、第 2 延出部 2 1 2 b が第 1 可動電極側固定部 3 1 a および第 2 可動電極側固定部 3 1 b に対して X 軸方向での他方側に配置されている。これにより、前述したように、第 1 固定電極部 2 1 3 a と第 1 可動電極部 3 2 2 a との間の静電容量変化による信号と、第 2 固定電極部 2 1 3 b と第 2 可動電極部 3 2 2 b との間の静電容量変化による信号とを差動演算することにより、ノイズを低減することができる。

【 0 0 9 1 】

また、第 1 延出部 2 1 2 a は、平面視で、第 1 固定電極指 2 1 3 1 a に電氣的に接続されている第 1 固定電極側配線 5 1 a と重なる部分を有する。同様に、第 2 延出部 2 1 2 b は、平面視で、第 2 固定電極指 2 1 3 1 b に電氣的に接続されている第 2 固定電極側配線 5 1 b と重なる部分を有する。ここで、第 1 延出部 2 1 2 a と第 1 固定電極側配線 5 1 a とが互いに同電位であり、また、第 2 延出部 2 1 2 b と第 2 固定電極側配線 5 1 b とが互いに同電位である。そのため、第 1 延出部 2 1 2 a と第 1 固定電極側配線 5 1 a とを平面視で重ねるとともに第 2 延出部 2 1 2 b と第 2 固定電極側配線 5 1 b とを平面視で重ねることで、基板 4 と第 1 延出部 2 1 2 a および第 2 延出部 2 1 2 b との間に生じる寄生容量を低減することができる。その結果、物理量センサー 1 の検出特性を優れたものとする

【 0 0 9 2 】

また、平面視で、第 1 可動電極指 3 2 2 1 a の先端部が、第 1 可動電極指 3 2 2 1 a に電氣的に接続されている可動電極側配線 5 2 a に重なり、第 2 可動電極指 3 2 2 1 b の先端部が、第 2 可動電極指 3 2 2 1 b に電氣的に接続されている可動電極側配線 5 2 b と重なっている。これにより、例えば、第 1 固定電極側固定部 2 1 a および第 2 固定電極側固定部 2 1 b を含む構造体であるセンサー素子 1 0 と基板 4 とを陽極接合する際に、第 1 可動電極指 3 2 2 1 a の先端部がこれと同電位の可動電極側配線 5 2 a に対向することとなるとともに、第 2 可動電極指 3 2 2 1 b の先端部がこれと同電位の可動電極側配線 5 2 b に対向することとなる。そのため、その陽極接合の際に、第 1 可動電極指 3 2 2 1 a および第 2 可動電極指 3 2 2 1 b の先端部と基板 4 との間に生じる電界を低減し、その結果、各第 1 可動電極指 3 2 2 1 a および各第 2 可動電極指 3 2 2 1 b が基板 4 に張り付くのを防止または低減することができる。

【 0 0 9 3 】

また、前述したように、第 1 可動電極側固定部 3 1 a の接続部 3 1 1 a および第 2 可動電極側固定部 3 1 b の接続部 3 1 1 b の双方が可動電極側配線 5 3 に接続されている。これにより、互いに同電位となる第 1 可動電極側固定部 3 1 a および第 2 可動電極側固定部 3 1 b を含む構造体である可動電極側構造体 3 と可動電極側配線 5 3 との電氣的なコンタクトを第 1 コンタクト部 5 4 a および第 2 コンタクト部 5 4 b による複数箇所で行うこと

ができる。そのため、当該コンタクトの信頼性を高めることができる。

【0094】

また、接続部311aおよび接続部311bのそれぞれの数（基板4との接続部位の数）が2つであるため、基板4と第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bとをより安定的に接続することができる。また、2つの接続部311a間および2つの接続部311b間にそれぞれ第3コンタクト部55aまたは第4コンタクト部55bを配置することができる。すなわち、第3コンタクト部55a、第4コンタクト部55bを中央側に配置することができるので、第3コンタクト部55aまたは第4コンタクト部55bと第1可動電極側固定部31aまたは第2可動電極側固定部31bとをより安定的に電氣的接続ができる。

10

【0095】

また、前述したように、導電性の第3コンタクト部55aが接続部311aと可動電極側配線53との間にこれら両者に接して設けられているとともに、導電性の第4コンタクト部55bが接続部311bと可動電極側配線53との間に両者に接して設けられている。これにより、可動電極側構造体3と可動電極側配線53との電氣的なコンタクトの信頼性を高めることができる。

【0096】

また、前述したように、基板4の主面には、平面視で可動質量部32と重なって複数の突起部43および複数の突起部44が設けられている。これにより、可動質量部32の面外方向での移動を突起部43、44により規制することができ、その結果、可動質量部32が基板4に張り付くのを防止または低減することができる。

20

【0097】

また、前述したように、第1固定電極側固定部21aおよび第2固定電極側固定部21bは、それぞれ、平面視で第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとの間に位置している部分を有する。これにより、2つの固定電極側固定部間の距離を短くすることができ、その結果、温度特性をより優れたものとするすることができる。

【0098】

また、2つの第1弾性部33aが第1支持部312aから延びているとともに、2つの第2弾性部33bが第2支持部312bから延びているため、第1弾性部33aと第2弾性部33bとの間の距離を大きくすることができる。そのため、可動質量部32の面外方向（Z軸方向）での変位を低減することができる。そのため、物理量センサー1の耐衝撃性を高めることができる。また、物理量センサー1の検出において、検出すべき所望の物理量による検出振動（例えば直線加速度による振動）モードと、検出に不要な振動モード（いわゆるノイズとなる振動モード）との周波数をより引き離すこともできる。

30

【0099】

<第2実施形態>

図7は、本発明の第2実施形態に係る物理量センサーを示す平面図である。

【0100】

本実施形態に係る物理量センサーは、第1、第2のそれぞれの固定電極部および可動電極部の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態に係る物理量センサーと同様である。

40

【0101】

なお、以下の説明では、第2実施形態に関し、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項に関してはその説明を省略する。また、図7では、前述した第1実施形態と同様の構成について、同一符号を付している。

【0102】

本実施形態の物理量センサー1Aは、図7に示すように、センサー素子10Aと、このセンサー素子10Aを支持している基板4Aと、を有している。ここで、基板4Aおよび蓋部材（図示せず）は、センサー素子10Aを収納している空間を形成しているパッケージ20Aを構成している。

【0103】

50

センサー素子10Aは、基板4Aの2つの突起部42cに支持された第1固定電極側固定部21cおよび第2固定電極側固定部21dと、基板4Aの4つの突起部42dに支持された可動電極側構造体3Aと、を有する。

【0104】

第1固定電極側固定部21cは、第1延出部212aに接続されている第1固定電極部213cを有している。第1固定電極部213cは、第1延出部212aから+X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されている複数の第1固定電極指2131cを有していて、櫛歯状をなす「第1固定電極櫛部」を構成している。

【0105】

同様に、第2固定電極側固定部21dは、第2延出部212bに接続されている第2固定電極部213dを有している。第2固定電極部213dは、第2延出部212bから-X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されている複数の第2固定電極指2131dを有していて、櫛歯状をなす「第2固定電極櫛部」を構成している。

【0106】

本実施形態では、第1固定電極部213cが有する複数の第1固定電極指2131c(第1固定電極櫛部)、および、第2固定電極部213dが有する複数の第2固定電極指2131d(第2固定電極櫛部)は、それぞれ、Y軸方向での一方側に配置された複数の電極指からなる電極指群と他方側に配置された複数の電極指からなる電極指群と、に分けられ、各電極櫛部におけるこれらの電極指群間の距離が各電極指群における電極指間の隙間よりも大きくなっている。

【0107】

可動電極側構造体3Aは、第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとを連結している連結部34と、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bに対して第1弾性部33aおよび第2弾性部33bを介して支持されている可動質量部32Aと、を有している。

【0108】

連結部34は、平面視で第1固定電極側固定部21cの接続部211aと第2固定電極側固定部21dの接続部211bとの間を通るようにして、Y軸方向に沿って延びていて、連結部34の+Y軸方向側の端部が第1可動電極側固定部31aに接続され、連結部34の-Y軸方向側の端部が第2可動電極側固定部31bに接続されている。ここで、第1可動電極側固定部31a、第2可動電極側固定部31bおよび連結部34は、1つの「可動電極側固定部」を構成しているとも言える。

【0109】

このように、連結部34が、第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとを連結し、かつ、第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bと同じ材料で構成されているため、連結部34を介して第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとを電氣的に接続することができる。そのため、第1可動電極側固定部31aと第2可動電極側固定部31bとの電位差が生じるのを低減し、安定したセンサー特性を実現することができる。また、連結部34が第1可動電極側固定部31aおよび第2可動電極側固定部31bと同じ材料で固定されているため、これらを同一基板から一括形成することができる。

【0110】

可動質量部32Aは、平面視で、第1固定電極側固定部21c、第2固定電極側固定部21d、第1可動電極側固定部31a、第2可動電極側固定部31bおよび連結部34を囲む形状をなしている。

【0111】

この可動質量部32Aは、平面視で杵状をなす杵部321Aと、杵部321Aに接続されている第1可動電極部322cおよび第2可動電極部322dと、第1錘部323aお

10

20

30

40

50

よび第2錘部323bと、を有している。ここで、第1可動電極部322cは、前述した第1固定電極部213cの複数の第1固定電極指2131c（第1固定電極櫛部）に対して間隔を隔てて噛み合うように、枠部321Aから-X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されている複数の第1可動電極指3221cを有していて、櫛歯状をなす「第1可動電極櫛部」を構成している。同様に、第2可動電極部322dは、前述した第2固定電極部213dの複数の第2固定電極指2131d（第2固定電極櫛部）に対して間隔を隔てて噛み合うように、枠部321Aから+X軸方向に沿って延出するとともにY軸方向に沿って間隔を隔てて並んで配置されている複数の第2可動電極指3221dを有していて、櫛歯状をなす「第2可動電極櫛部」を構成している。

10

#### 【0112】

本実施形態では、第1可動電極部322cが有する複数の電極指（第1可動電極櫛部）、および、第2可動電極部322dが有する複数の電極指（第2可動電極櫛部）は、それぞれ、Y軸方向での一方側に配置された複数の電極指からなる電極指群と他方側に配置された複数の電極指からなる電極指群と、に分けられ、各電極櫛部におけるこれらの電極指群間の距離が各電極指群における電極指間の隙間よりも大きくなっている。

#### 【0113】

そして、第1錘部323aが、第1可動電極部322cの2つの電極指群間（より具体的には前述した第1固定電極部213cの2つの電極指群間）に入り込むようにして枠部321Aから-X軸方向に沿って延出している。同様に、第2錘部323bが、第2可動電極部322dの2つの電極指群間（より具体的には前述した第2固定電極部213dの2つの電極指群間）に入り込むようにして枠部321Aから+X軸方向に沿って延出している。

20

#### 【0114】

ここで、第1錘部323aと第1可動電極部322cの一方の電極指群との間の距離は、当該電極指群における電極指間の距離と等しくなっている。同様に、第2錘部323bと第2可動電極部322dの一方の電極指群との間の距離は、当該電極指群における電極指間の距離と等しくなっている。これにより、第1錘部323aおよび第2錘部323bを第1可動電極部322cおよび第2可動電極部322dの一部としてもそれぞれ機能させることができる。

30

#### 【0115】

以上説明したような第2実施形態に係る物理量センサー1Aによっても、優れた温度特性を実現することができる。

#### 【0116】

### 2. 電子機器

次いで、物理量センサー1を用いた電子機器について、図8～図10に基づき、詳細に説明する。

#### 【0117】

図8は、本発明の電子機器の一例であるモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を模式的に示す斜視図である。

40

#### 【0118】

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転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物理量センサー1が内蔵されている。

#### 【0119】

図9は、本発明の電子機器の一例である携帯電話機の構成を模式的に示す斜視図である。

#### 【0120】

50

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 1208 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物理量センサー 1 が内蔵されている。

#### 【0121】

図 10 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。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。

10

#### 【0122】

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。

#### 【0123】

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。

#### 【0124】

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。

20

#### 【0125】

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ー 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ー 1440 に出力される構成になっている。

#### 【0126】

30

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物理量センサー 1 が内蔵されている。

#### 【0127】

なお、本発明の物理量センサーを備える電子機器は、図 8 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 9 の携帯電話機、図 10 のデジタルスチルカメラの他にも、例えば、スマートフォン、タブレット端末、時計、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ー、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、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。

40

#### 【0128】

##### 3. 移動体

次いで、物理量センサー 1 を用いた移動体について、図 11 に基づき、詳細に説明する。

図 11 は、本発明の移動体の一例である自動車の構成を示す斜視図である。

#### 【0129】

自動車 1500 には、ジャイロセンサーとして機能する物理量センサー 1 が内蔵されて

50

おり、物理量センサー 1 によって車体 1 5 0 1 の姿勢を検出することができる。物理量センサー 1 の検出信号は、車体姿勢制御装置 1 5 0 2 に供給され、車体姿勢制御装置 1 5 0 2 は、その信号に基づいて車体 1 5 0 1 の姿勢を検出し、検出結果に応じてサスペンションの硬軟を制御したり、個々の車輪 1 5 0 3 のブレーキを制御したりすることができる。その他、このような姿勢制御は、二足歩行ロボットやラジコンヘリコプターで利用することができる。以上のように、各種移動体の姿勢制御の実現にあたって、物理量センサー 1 が組み込まれる。

#### 【 0 1 3 0 】

以上、本発明の物理量センサー、電子機器および移動体を図示の実施形態に基づいて説明したが、本発明はこれ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、本発明に、他の任意の構成物が付加されていてもよい。

10

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 1 3 1 】

1 ... 物理量センサー、 1 A ... 物理量センサー、 3 ... 可動電極側構造体、 3 A ... 可動電極側構造体、 4 ... 基板、 4 A ... 基板、 5 ... 配線パターン、 6 ... 蓋部材、 1 0 ... センサー素子、 1 0 A ... センサー素子、 2 0 ... パッケージ、 2 0 A ... パッケージ、 2 1 a ... 第 1 固定電極側固定部、 2 1 b ... 第 2 固定電極側固定部、 2 1 c ... 第 1 固定電極側固定部、 2 1 d ... 第 2 固定電極側固定部、 3 1 a ... 第 1 可動電極側固定部、 3 1 b ... 第 2 可動電極側固定部、 3 2 ... 可動質量部、 3 2 A ... 可動質量部、 3 3 a ... 第 1 弾性部、 3 3 b ... 第 2 弾性部、 3 4 ... 連結部、 4 1 ... 凹部、 4 2 a ... 第 1 突起部、 4 2 b ... 第 2 突起部、 4 3 ... 突起部、 4 4 ... 突起部、 5 1 a ... 第 1 固定電極側配線、 5 1 b ... 第 2 固定電極側配線、 5 2 a ... 可動電極側配線、 5 2 b ... 可動電極側配線、 5 3 ... 可動電極側配線、 5 4 a ... 第 1 コンタクト部、 5 4 b ... 第 2 コンタクト部、 5 5 a ... 第 3 コンタクト部、 5 5 b ... 第 4 コンタクト部、 6 1 ... 凹部、 2 1 1 a ... 接続部、 2 1 1 b ... 接続部、 2 1 2 a ... 第 1 延出部、 2 1 2 b ... 第 2 延出部、 2 1 3 a ... 第 1 固定電極部、 2 1 3 b ... 第 2 固定電極部、 2 1 3 c ... 第 1 固定電極部、 2 1 3 d ... 第 2 固定電極部、 3 1 1 a ... 接続部、 3 1 1 b ... 接続部、 3 1 2 a ... 第 1 支持部、 3 1 2 b ... 第 2 支持部、 3 2 1 ... 枠部、 3 2 1 A ... 枠部、 3 2 2 a ... 第 1 可動電極部、 3 2 2 b ... 第 2 可動電極部、 3 2 2 c ... 第 1 可動電極部、 3 2 2 d ... 第 2 可動電極部、 3 2 3 a ... 第 1 錘部、 3 2 3 b ... 第 2 錘部、 3 3 1 a ... 部分、 3 3 2 a ... 部分、 3 3 3 a ... 部分、 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 1 0 8 ... 表示部、 1 2 0 0 ... 携帯電話機、 1 2 0 2 ... 操作ボタン、 1 2 0 4 ... 受話口、 1 2 0 6 ... 送話口、 1 2 0 8 ... 表示部、 1 3 0 0 ... デ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 0 ... 表示部、 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、 1 4 4 0 ... パーソナルコンピューター、 1 5 0 0 ... 自動車、 1 5 0 1 ... 車体、 1 5 0 2 ... 車体姿勢制御装置、 1 5 0 3 ... 車輪、 2 1 3 1 a ... 第 1 固定電極指、 2 1 3 1 b ... 第 2 固定電極指、 2 1 3 1 c ... 第 1 固定電極指、 2 1 3 1 d ... 第 2 固定電極指、 3 1 2 1 a ... 端部、 3 2 1 1 ... 部分、 3 2 2 1 a ... 第 1 可動電極指、 3 2 2 1 b ... 第 2 可動電極指、 3 2 2 1 c ... 第 1 可動電極指、 3 2 2 1 d ... 第 2 可動電極指、 S ... 空間

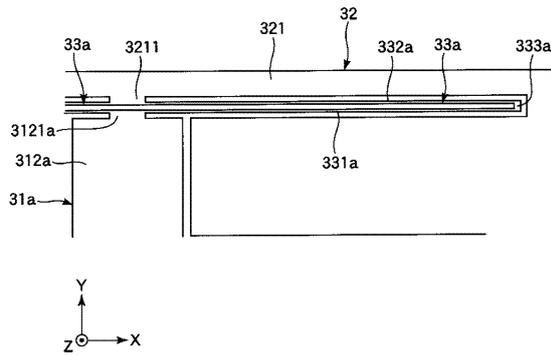
20

30

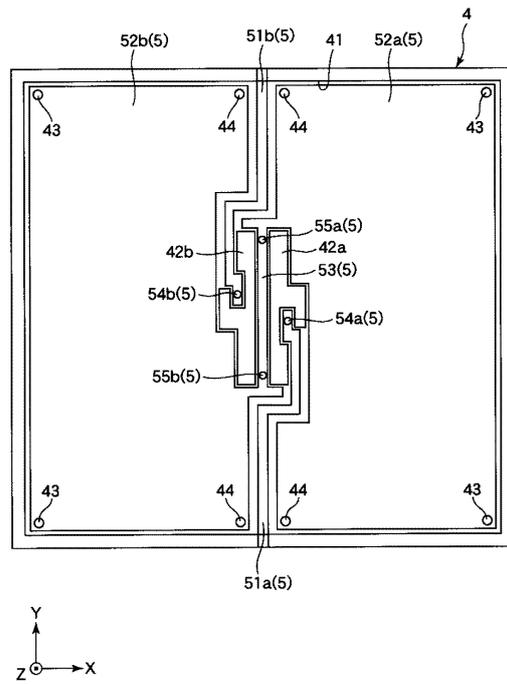
40



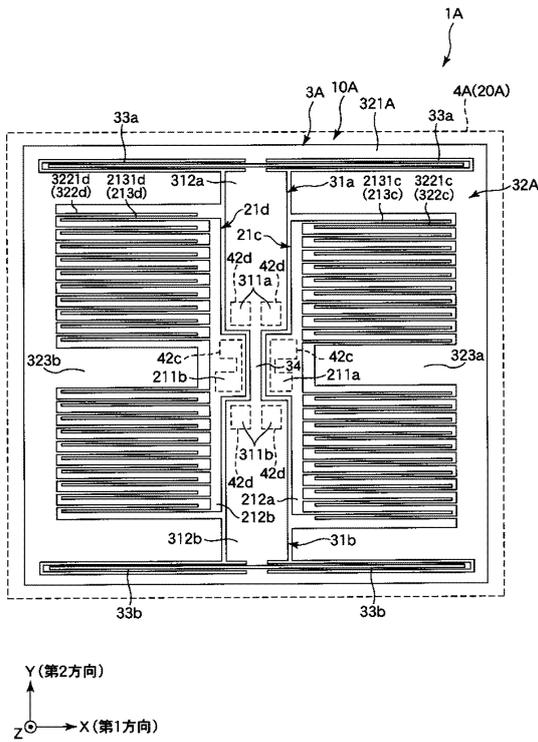
【 図 5 】



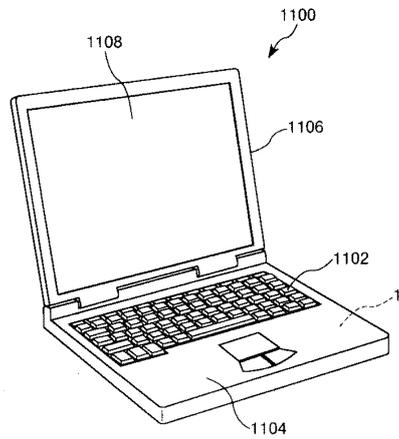
【 図 6 】



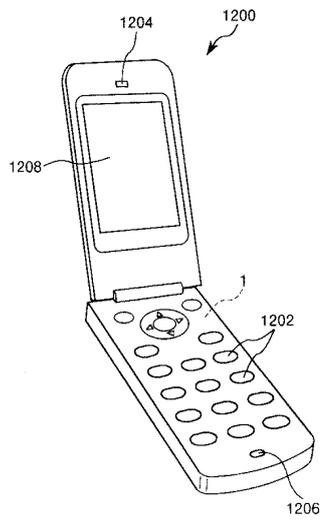
【 図 7 】



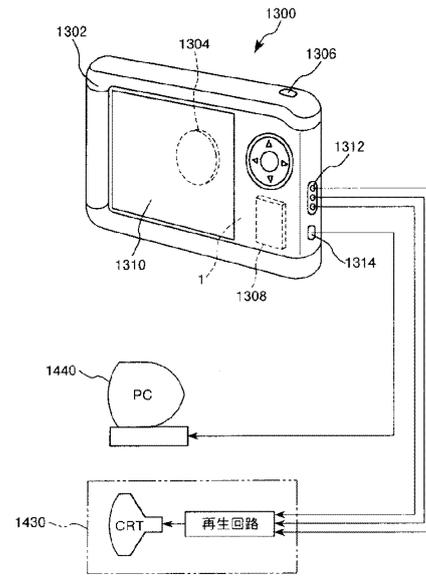
【 図 8 】



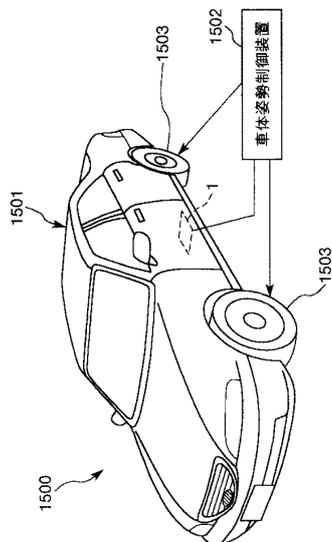
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2015-049190(JP,A)  
特表2015-503758(JP,A)  
特開2014-106083(JP,A)  
米国特許出願公開第2011/0056295(US,A1)  
米国特許出願公開第2009/0282914(US,A1)  
特開平11-230986(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01P 15/08 - 15/125  
H01L 29/84