

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6911444号  
(P6911444)

(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 P 15/08 (2006.01)  
 HO 1 L 29/84 (2006.01)  
 B 8 1 B 3/00 (2006.01)  
 GO 1 P 15/125 (2006.01)

GO 1 P 15/08 I O 1 B  
 HO 1 L 29/84 Z  
 B 8 1 B 3/00  
 GO 1 P 15/125 Z

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2017-61701 (P2017-61701)  
 (22) 出願日 平成29年3月27日(2017.3.27)  
 (65) 公開番号 特開2018-163120 (P2018-163120A)  
 (43) 公開日 平成30年10月18日(2018.10.18)  
 審査請求日 令和2年3月23日(2020.3.23)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 100090387  
 弁理士 布施 行夫  
 (74) 代理人 100090398  
 弁理士 大淵 美千栄  
 (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 岡田 卓弥

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】

互いに直交する3つの軸をX軸、Y軸およびZ軸としたとき、  
 基板と、  
 前記Z軸方向に前記基板と間隙を介して対向し、開口部が設けられている可動体と、  
 前記可動体を支持し、前記Z軸方向からの平面視で、前記開口部の中に配置されている  
 支持部と、  
 を含み、  
 前記支持部は、  
 前記基板に固定され、前記X軸に沿って、配置されている第1固定部および第2固定部  
 と、  
 前記第1固定部と前記第2固定部とを接続し、互いに離間して設けられている第1梁部  
 および第2梁部と、  
 前記平面視で、前記第1梁部と前記可動体とを接続し、前記Y軸に沿っている第3梁部  
 と、  
 前記平面視で、前記第2梁部と前記可動体とを接続し、前記Y軸に沿っている第4梁部  
 と、  
 を含み、  
 前記可動体は、前記第3梁部と前記第4梁部とを回転軸として変位可能である、物理量  
 センサー。

10

20

## 【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 固定部と前記第 3 梁部との間の前記 X 軸に沿った最短距離は、

前記第 1 梁部の前記第 3 梁部との接続部と、前記第 1 固定部と、の間の前記 X 軸に沿った最短距離よりも小さく、

前記第 2 固定部と前記第 3 梁部との間の前記 X 軸に沿った最短距離は、

前記第 2 固定部と前記接続部との間の前記 X 軸に沿った最短距離よりも小さい、物理量センサー。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記第 1 梁部および前記第 2 梁部は、変位可能である、物理量センサー。

10

## 【請求項 4】

請求項 1 または 2 において、

前記可動体は、前記平面視で、前記回転軸を境として、

前記 X 軸方向の一方側に第 1 可動部と、

前記 X 軸方向の他方側に第 2 可動部と、

前記第 1 可動部と前記第 2 可動部とを接続している第 5 梁部および第 6 梁部と、を含み、

前記開口部は、前記平面視で、前記第 5 梁部と前記第 6 梁部と間に配置され、

前記第 3 梁部は、前記第 1 梁部と前記第 5 梁部とを接続し、

前記第 4 梁部は、前記第 2 梁部と前記第 6 梁部とを接続している、物理量センサー。

20

## 【請求項 5】

請求項 4 において、

前記第 5 梁部および前記第 6 梁部は、変位可能である、物理量センサー。

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項において、

前記支持部は、前記第 1 固定部から前記平面視で前記 X 軸方向の一方側に突出している凸状の第 1 ストッパー部を含み、

前記第 3 梁部は、前記平面視で前記第 1 固定部の前記 X 軸方向の他方側に設けられ、

前記第 1 ストッパー部と前記可動体との間の前記 X 軸に沿った最短距離は、前記第 2 固定部と前記第 3 梁部との間の前記 X 軸に沿った最短距離よりも小さい、物理量センサー。

30

## 【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか一項において、

前記支持部は、前記第 1 固定部から前記平面視で前記 Y 軸方向に突出している凸状の第 2 ストッパー部を含み、

前記第 2 ストッパー部と前記可動体との間の前記 Y 軸に沿った最短距離は、前記第 1 固定部と前記第 3 梁部との間の前記 X 軸に沿った最短距離よりも小さい、物理量センサー。

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の物理量センサーと、

前記物理量センサーからの出力信号に基づいて、演算処理する演算処理装置と、を含む、電子機器。

40

## 【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の物理量センサーと、

前記物理量センサーからの出力信号に基づいて、演算処理する演算処理装置と、を含む、移動体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

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。

## 【背景技術】

50

## 【 0 0 0 2 】

近年、例えばシリコンMEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いて、加速度等の物理量を検出する物理量センサーが開発されている。

## 【 0 0 0 3 】

例えば特許文献 1 には、基板上に固定された固定電極と、固定電極の上面に対向するように配置された可動電極と、可動電極を基板の上面に直交する方向に変位可能に弾性支持する弾性支持部と、を備え、弾性支持部は、基板に固定された支持部と、支持部と可動電極とを接続している梁部と、を有する静電容量型加速度センサーが記載されている。

## 【 先行技術文献 】

10

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 2 - 1 8 1 0 3 0 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 に記載の加速度センサーでは、基板の上面に直交する方向 (Z 軸方向) に強い衝撃が加わると、梁部が破損してしまう可能性がある。

## 【 0 0 0 6 】

本発明のいくつかの態様に係る目的の 1 つは、梁部が破損する可能性を小さくすることができる物理量センサーを提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の 1 つは、上記の物理量センサーを含む電子機器を提供することにある。また、本発明のいくつかの態様に係る目的の 1 つは、上記の物理量センサーを含む移動体を提供することにある。

20

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 7 】

本発明は前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、以下の態様または適用例として実現することができる。

## 【 0 0 0 8 】

## [ 適用例 1 ]

30

本適用例に係る物理量センサーは、

基板と、

物理量に応じて支持軸まわりに変位可能であり、開口部が設けられた可動体と、

前記基板上に設けられ、前記開口部に位置している支持部と、

を含み、

前記支持部は、

前記基板に固定され、平面視において前記支持軸を挟んで設けられた第 1 固定部および第 2 固定部と、

前記第 1 固定部と前記第 2 固定部とを接続し、互いに離間して設けられた第 1 梁部および第 2 梁部と、

40

前記支持軸の方向に延出し、前記第 1 梁部と前記可動体とを接続している第 3 梁部と、

前記支持軸の方向に延出し、前記第 2 梁部と前記可動体とを接続している第 4 梁部と、を有する。

## 【 0 0 0 9 】

このような物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 1 梁部および第 2 梁部がねじり変形することができる。これにより、物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 3 梁部の第 1 梁部側の端部、および第 4 梁部の第 2 梁部側の端部に応力が集中することを抑制することができる。したがって、このような物理量センサーでは、第 3 梁部および第 4 梁部が破損する可能性を小さくすることができる。

## 【 0 0 1 0 】

50

## 〔適用例 2〕

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記第 1 固定部と前記第 3 梁部との間の前記支持軸の方向と交差する方向における最短距離は、前記第 1 固定部と、前記第 1 梁部の前記第 3 梁部との接続部と、の間の前記交差する方向における最短距離よりも小さく、

前記第 2 固定部と前記第 3 梁部との間の前記交差する方向における最短距離は、前記第 2 固定部と前記接続部との間の最短距離よりも小さくてもよい。

## 【0011】

このような物理量センサーでは、誘導結合方式（ICP）を用いたエッチングによって可動体および支持部を形成する場合に、第 3 梁部を形成するための部分のエッチング速度を遅くすることができる。これにより、高い精度で第 3 梁部を形成することができる。

10

## 【0012】

## 〔適用例 3〕

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記第 1 梁部および前記第 2 梁部は、前記支持軸と交差する軸まわりに変位可能であってもよい。

## 【0013】

このような物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 1 梁部および第 2 梁部が支持軸と交差する軸まわりにねじり変形することができる。

## 【0014】

20

## 〔適用例 4〕

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記可動体は、前記支持軸の方向と交差する方向に延出している第 5 梁部および第 6 梁部を有し、

前記第 3 梁部は、前記第 1 梁部と前記第 5 梁部とを接続し、

前記第 4 梁部は、前記第 2 梁部と前記第 6 梁部とを接続していてもよい。

## 【0015】

このような物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 5 梁部および第 6 梁部がねじり変形することができる。これにより、このような物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 3 梁部の第 5 梁部側の端部、および第 4 梁部の第 6 梁部側の端部に応力が集中することを抑制することができる。

30

## 【0016】

## 〔適用例 5〕

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記第 5 梁部および前記第 6 梁部は、前記支持軸と交差する軸まわりに変位可能であってもよい。

## 【0017】

このような物理量センサーでは、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 5 梁部および第 6 梁部が支持軸と交差する軸まわりにねじり変形することができる。

## 【0018】

40

## 〔適用例 6〕

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記支持部は、前記第 1 固定部から前記支持軸の方向と交差する方向であって前記第 3 梁部側とは反対側に突出した第 1 ストッパー部を有し、

前記第 1 ストッパー部と前記可動体との間の前記交差する方向における最短距離は、前記第 2 固定部と前記第 3 梁部との間の前記交差する方向における最短距離よりも小さくてもよい。

## 【0019】

このような物理量センサーでは、強い衝撃が加わって可動体および第 3 梁部が X 軸方向（支持軸の方向と交差する方向）に変位したとしても、第 3 梁部が第 2 固定部と衝突する

50

前に、可動体が第1ストッパー部に衝突する。したがって、このような物理量センサーでは、第3梁部が破損する可能性を小さくすることができる。

【0020】

[適用例7]

本適用例に係る物理量センサーにおいて、

前記支持部は、前記第1固定部から前記支持軸の方向に突出した第2ストッパー部を有し、

前記第2ストッパー部と前記可動体との間の前記支持軸の方向における最短距離は、前記第1固定部と前記第3梁部との間の前記支持軸の方向と交差する方向における最短距離よりも小さくてもよい。

10

【0021】

このような物理量センサーでは、強い衝撃が加わって可動体および第3梁部がZ軸を軸として反時計まわりに回転したとしても、第3梁部が第1固定部に衝突する前に、可動体が第2ストッパー部に衝突する。したがって、このような物理量センサーでは、第3梁部が破損する可能性を小さくすることができる。

【0022】

[適用例8]

本適用例に係る電子機器は、

本適用例に係る物理量センサーを含む。

【0023】

このような電子機器は、本適用例に係る物理量センサーを含むことができる。

20

【0024】

[適用例9]

本適用例に係る移動体は、

本適用例に係る物理量センサーを含む。

【0025】

このような移動体は、本適用例に係る物理量センサーを含むことができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本実施形態に係る物理量センサーを模式的に示す平面図。

30

【図2】本実施形態に係る物理量センサーを模式的に示す平面図。

【図3】本実施形態に係る物理量センサーを模式的に示す断面図。

【図4】本実施形態に係る物理量センサーを模式的に示す断面図。

【図5】本実施形態に係る物理量センサーの製造方法を説明するためのフローチャート。

【図6】本実施形態に係る物理量センサーの製造工程を模式的に示す断面図。

【図7】本実施形態に係る物理量センサーの製造工程を模式的に示す断面図。

【図8】本実施形態に係る物理量センサーの製造工程を模式的に示す断面図。

【図9】本実施形態の第1変形例に係る物理量センサーを模式的に示す平面図。

【図10】本実施形態の第2変形例に係る物理量センサーを模式的に示す平面図。

【図11】本実施形態に係る電子機器の機能ブロック図。

40

【図12】本実施形態に係る電子機器の一例であるスマートフォンの外観を模式的に示す図。

【図13】本実施形態に係る電子機器の一例であるウェアラブル機器の外観を模式的に示す図。

【図14】本実施形態に係る移動体を模式的に示す平面図。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない

50

。

## 【 0 0 2 8 】

## １． 物理量センサー

まず、本実施形態に係る物理量センサーについて、図面を参照しながら説明する。図 1 は、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 を模式的に示す平面図である。図 2 は、図 1 に示す本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 の支持部 3 0 周辺の拡大図である。図 3 は、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 を模式的に示す図 1 の I I I - I I I 線断面図である。図 4 は、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 を模式的に示す図 1 の I V - I V 線断面図である。なお、図 1 ~ 図 4 では、互いに直交する 3 軸として、X 軸、Y 軸、および Z 軸を図示している。

10

## 【 0 0 2 9 】

物理量センサー 1 0 0 は、図 1 ~ 図 4 に示すように、基板 1 0 と、可動体 2 0 と、支持部 3 0 と、第 1 固定電極 5 0 と、第 2 固定電極 5 2 と、第 1 配線 7 0 と、第 2 配線 7 2 と、第 3 配線 7 4 と、第 1 パッド 8 0 と、第 2 パッド 8 2、第 3 パッド 8 4 と、蓋体 9 0 と、を含む。なお、便宜上、図 1 では、蓋体 9 0 を透視して図示している。また、図 2 ~ 図 4 では、蓋体 9 0 の図示を省略している。

## 【 0 0 3 0 】

以下では、物理量センサー 1 0 0 が、鉛直方向（Z 軸方向）の加速度を検出する加速度センサー（静電容量型 M E M S 加速度センサー）である例について説明する。

## 【 0 0 3 1 】

基板 1 0 の材質は、例えば、ガラス等の絶縁材料である。例えば基板 1 0 をガラス等の絶縁材料、可動体 2 0 をシリコン等の半導体材料にすることにより、容易に両者を電氣的に絶縁することができ、センサー構造を簡素化することができる。

20

## 【 0 0 3 2 】

基板 1 0 には、凹部 1 1 が形成されている。凹部 1 1 の上方には、間隙を介して、可動体 2 0 が設けられている。図 1 に示す例では、凹部 1 1 の平面形状（Z 軸方向から見た形状）は、長方形である。

## 【 0 0 3 3 】

基板 1 0 は、凹部 1 1 の底面（凹部 1 1 を規定する基板 1 0 の面）1 2 に、ポスト部 1 3 を有している。ポスト部 1 3 は、底面 1 2 よりも上方（+ Z 軸方向）に突出している。図 3 に示すように、ポスト部 1 3 の高さ（ポスト部 1 3 の上面 1 4 と底面 1 2 との間の距離）と凹部 1 1 の深さとは、例えば、等しい。ポスト部 1 3 の上面 1 4 は、支持部 3 0 と接合されている。ポスト部 1 3 の上面 1 4 には、図 4 に示すように、窪み部 1 5 が形成されている。窪み部 1 5 の底面（窪み部 1 5 を規定するポスト部 1 3 の面）1 6 には、第 3 配線 7 4 が設けられている。

30

## 【 0 0 3 4 】

なお、図 3 および図 4 に示す例では、凹部 1 1 の側面（凹部 1 1 を規定する基板 1 0 の側面）およびポスト部 1 3 の側面は、凹部 1 1 の底面 1 2 に対して傾斜しているが、底面 1 2 に対して垂直であってもよい。

## 【 0 0 3 5 】

基板 1 0 には、図 1 に示すように、配線 7 0 , 7 2 , 7 4 の各々が配置されている溝部 1 7 , 1 8 , 1 9 が設けられている。

40

## 【 0 0 3 6 】

可動体 2 0 は、物理量（例えば加速度）に応じて基板 1 0 の主面と交差する方向（例えば Z 軸方向）に変位する。可動体 2 0 は、物理量に応じて支持軸 Q まわりに変位可能である。具体的には、可動体 2 0 は、鉛直方向（Z 軸方向）の加速度が加わると、支持部 3 0 の梁部 4 3 , 4 4 によって決定される支持軸 Q を回転軸（揺動軸）としてシーソー揺動する。支持軸 Q は、例えば、Y 軸と平行である。図 1 に示す例では、可動体 2 0 の平面形状は、長方形である。可動体 2 0 の厚さ（Z 軸方向の大きさ）は、例えば、一定である。

## 【 0 0 3 7 】

50

可動体 20 は、第 1 シーソー片 20 a と、第 2 シーソー片 20 b と、を有している。第 1 シーソー片 20 a は、平面視において（Z 軸方向からみて）、支持軸 Q の一方側（図示の例では - X 軸方向側）に位置している。第 2 シーソー片 20 b は、平面視において、支持軸 Q の他方側（図示の例では + X 軸方向側）に位置している。

【0038】

可動体 20 に鉛直方向の加速度（例えば重力加速度）が加わった場合、第 1 シーソー片 20 a と第 2 シーソー片 20 b との各々に回転モーメント（力のモーメント）が生じる。ここで、第 1 シーソー片 20 a の回転モーメント（例えば反時計回りの回転モーメント）と第 2 シーソー片 20 b の回転モーメント（例えば時計回りの回転モーメント）とが均衡した場合には、可動体 20 の傾きに変化が生じず、加速度を検出することができない。したがって、鉛直方向の加速度が加わったときに、第 1 シーソー片 20 a の回転モーメントと、第 2 シーソー片 20 b の回転モーメントとが均衡せず、可動体 20 に所定の傾きが生じるように、可動体 20 が設計される。

【0039】

物理量センサー 100 では、支持軸 Q を、可動体 20 の中心（重心）から外れた位置に配置することによって（支持軸 Q から各シーソー片 20 a , 20 b の先端までの距離を異ならせることによって）、シーソー片 20 a , 20 b が互いに異なる質量を有している。すなわち、可動体 20 は、支持軸 Q を境にして、一方側（第 1 シーソー片 20 a ）と他方側（第 2 シーソー片 20 b ）とで質量が異なる。図示の例では、支持軸 Q から第 1 シーソー片 20 a の端面 23 までの距離は、支持軸 Q から第 2 シーソー片 20 b の端面 24 までの距離よりも大きい。また、第 1 シーソー片 20 a の厚さと、第 2 シーソー片 20 b の厚さとは、等しい。したがって、第 1 シーソー片 20 a の質量は、第 2 シーソー片 20 b の質量よりも大きい。

【0040】

このように、シーソー片 20 a , 20 b が互いに異なる質量を有することにより、鉛直方向の加速度が加わったときに、第 1 シーソー片 20 a の回転モーメントと、第 2 シーソー片 20 b の回転モーメントと、を均衡させないことができる。したがって、鉛直方向の加速度が加わったときに、可動体 20 に所定の傾きを生じさせることができる。

【0041】

なお、図示はしないが、支持軸 Q を可動体 20 の中心に配置し、かつ、シーソー片 20 a , 20 b の厚さを互いに異ならせることによって、シーソー片 20 a , 20 b が互いに異なる質量を有するようにしてもよい。このような場合にも、鉛直方向の加速度が加わったときに、可動体 20 に所定の傾きを生じさせることができる。

【0042】

可動体 20 は、基板 10 と離間して設けられている。可動体 20 は、凹部 11 の上方に設けられている。可動体 20 と基板 10 との間には、間隙が設けられている。これにより、可動体 20 は、シーソー揺動することができる。

【0043】

可動体 20 は、支持軸 Q を境にして設けられた第 1 可動電極 21 および第 2 可動電極 22 を有している。第 1 可動電極 21 は、第 1 シーソー片 20 a に設けられている。第 2 可動電極 22 は、第 2 シーソー片 20 b に設けられている。

【0044】

第 1 可動電極 21 は、可動体 20 のうち、平面視において第 1 固定電極 50 と重なる部分である。第 1 可動電極 21 は、第 1 固定電極 50 との間に静電容量 C1 を形成する。すなわち、第 1 可動電極 21 と第 1 固定電極 50 とによって静電容量 C1 が形成される。

【0045】

第 2 可動電極 22 は、可動体 20 のうち、平面視において第 2 固定電極 52 と重なる部分である。第 2 可動電極 22 は、第 2 固定電極 52 との間に静電容量 C2 を形成する。すなわち、第 2 可動電極 22 と第 2 固定電極 52 とによって静電容量 C2 が形成される。物理量センサー 100 では、可動体 20 が導電性材料（不純物がドーピングされたシリコン）で

10

20

30

40

50

構成されることによって、可動電極 2 1 , 2 2 が設けられている。すなわち、第 1 シーソー片 2 0 a が第 1 可動電極 2 1 として機能し、第 2 シーソー片 2 0 b が第 2 可動電極 2 2 として機能している。

【 0 0 4 6 】

静電容量 C 1 および静電容量 C 2 は、例えば、図 3 に示す可動体 2 0 が水平な状態で、互いに等しくなるように構成されている。可動電極 2 1 , 2 2 は、可動体 2 0 の動きに応じて位置が変化する。この可動電極 2 1 , 2 2 の位置に応じて、静電容量 C 1 , C 2 が変化する。可動体 2 0 には、支持部 3 0 を介して、所定の電位が与えられる。

【 0 0 4 7 】

可動体 2 0 には、可動体 2 0 を貫通する貫通孔 2 5 が形成されている。これにより、可動体 2 0 が揺動する際の空気の影響（空気の抵抗）を低減することができる。貫通孔 2 5 は、複数形成されている。図示の例では、貫通孔 2 5 の平面形状は、正方形である。

10

【 0 0 4 8 】

可動体 2 0 には、可動体 2 0 を貫通する開口部 2 6 が設けられている。開口部 2 6 は、平面視において、支持軸 Q 上に設けられている。図示の例では、開口部 2 6 の平面形状は、長方形である。

【 0 0 4 9 】

支持部 3 0 は、基板 1 0 上に設けられている。支持部 3 0 は、開口部 2 6 に位置している。支持部 3 0 は、可動体 2 0 を支持している。支持部 3 0 は、図 2 に示すように、第 1 固定部 3 2 と、第 2 固定部 3 4 と、第 1 梁部 4 1 と、第 2 梁部 4 2 と、第 3 梁部 4 3 と、第 4 梁部 4 4 と、を有している。

20

【 0 0 5 0 】

第 1 固定部 3 2 および第 2 固定部 3 4 は、基板 1 0 に固定されている。固定部 3 2 , 3 4 は、平面視において、支持軸 Q を挟んで設けられている。図示の例では、第 1 固定部 3 2 は、支持軸 Q の - X 軸方向側に設けられ、第 2 固定部 3 4 は、支持軸 Q の + X 軸方向側に設けられている。固定部 3 2 , 3 4 は、図 3 に示すように、ポスト部 1 3 の上面 1 4 に接合されている。

【 0 0 5 1 】

第 1 固定部 3 2 は、図 2 に示すように、例えば、平面視において長方形の形状を有している基部 3 2 a と、基部 3 2 a から + X 軸方向側に突出している突出部 3 2 b と、を有している。図示の例では、突出部 3 2 b は、2 つ設けられている。第 2 固定部 3 4 は、例えば、平面視において長方形の形状を有している基部 3 4 a と、基部 3 4 a から - X 軸方向側に突出している突出部 3 4 b と、を有している。図示の例では、突出部 3 4 b は、2 つ設けられている。

30

【 0 0 5 2 】

第 1 梁部 4 1 および第 2 梁部 4 2 は、基板 1 0 と離間して設けられている。梁部 4 1 , 4 2 は、第 1 固定部 3 2 と第 2 固定部 3 4 とを接続している。図示の例では、梁部 4 1 , 4 2 は、基部 3 2 a と基部 3 4 a とを接続している。梁部 4 1 , 4 2 は、第 1 固定部 3 2 から第 2 固定部 3 4 まで、支持軸 Q の方向（支持軸 Q の延出方向、図示の例では Y 軸方向）と交差する方向（例えば直交する方向、図示の例では X 軸方向）に延出している。梁部 4 1 , 4 2 は、X 軸方向を長手方向とする平面形状を有している。梁部 4 1 , 4 2 の平面形状は、例えば、長方形である。梁部 4 1 , 4 2 は、互いに離間して設けられている。支持部 3 0 には、固定部 3 2 , 3 4 および梁部 4 1 , 4 2 によって規定される開口部 3 6 が設けられている。

40

【 0 0 5 3 】

第 3 梁部 4 3 は、基板 1 0 と離間して設けられている。第 3 梁部 4 3 は、第 1 梁部 4 1 と可動体 2 0 とを接続している。第 3 梁部 4 3 は、第 1 梁部 4 1 から可動体 2 0 まで、Y 軸方向に延出している。第 3 梁部 4 3 は、支持軸 Q 上に設けられている。第 3 梁部 4 3 は、Y 軸方向を長手方向とする平面形状を有している。第 3 梁部 4 3 の平面形状は、例えば、長方形である。

50



## 【 0 0 5 4 】

第 4 梁部 4 4 は、基板 1 0 と離間して設けられている。第 4 梁部 4 4 は、第 2 梁部 4 2 と可動体 2 0 とを接続している。第 4 梁部 4 4 は、第 2 梁部 4 2 から可動体 2 0 まで、Y 軸方向に延出している。第 4 梁部 4 4 は、支持軸 Q 上に設けられている。第 4 梁部 4 4 は、Y 軸方向を長手方向とする平面形状を有している。第 4 梁部 4 4 の平面形状は、例えば、長方形である。

## 【 0 0 5 5 】

図示の例では、可動体 2 0 は、第 5 梁部 4 5 および第 6 梁部 4 6 を有している。梁部 4 5 , 4 6 は、X 軸方向に延出している。梁部 4 5 , 4 6 は、X 軸方向を長手方向とする平面形状を有している。梁部 4 5 , 4 6 の平面形状は、例えば、長方形である。第 5 梁部 4 5 は、支持部 3 0 の + Y 軸方向側に設けられている。可動体 2 0 には、第 5 梁部 4 5 で規定される開口部 2 7 が設けられている。第 6 梁部 4 6 は、支持部 3 0 の - Y 軸方向側に設けられている。可動体 2 0 には、第 6 梁部 4 6 で規定される開口部 2 8 が設けられている。第 3 梁部 4 3 は、第 1 梁部 4 1 と第 5 梁部 4 5 とを接続している。第 4 梁部 4 4 は、第 2 梁部 4 2 と第 6 梁部 4 6 とを接続している。

## 【 0 0 5 6 】

第 1 梁部 4 1 は、支持軸 Q と交差する（図示の例では直交する）軸 R 1 まわりに変位可能である。第 2 梁部 4 2 は、支持軸 Q と直交する軸 R 2 まわりに変位可能である。第 5 梁部 4 5 は、支持軸 Q と直交する軸 R 3 まわりに変位可能である。第 6 梁部 4 6 は、支持軸 Q と直交する軸 R 4 まわりに変位可能である。梁部 4 1 , 4 2 , 4 5 , 4 6 は、トーショ ンパネ（ねじりパネ）として機能し、それぞれ軸 R 1 , R 2 , R 3 , R 4 を軸としてねじり変形することができる。軸 R 1 , R 2 , R 3 , R 4 は、例えば、X 軸と平行である。

## 【 0 0 5 7 】

第 3 梁部 4 3 および第 4 梁部 4 4 は、支持軸 Q まわりに変位可能である。梁部 4 3 , 4 4 は、トーショ ンパネ（ねじりパネ）として機能し、支持軸 Q を軸としてねじり変形することができる。梁部 4 3 , 4 4 は、可動体 2 0 がシーソー揺動することにより梁部 4 3 , 4 4 に生じるねじり変形に対して強い復元力を有することができる。

## 【 0 0 5 8 】

図示の例では、第 1 固定部 3 2 と第 3 梁部 4 3 との間の X 軸方向における最短距離 D 1 は、第 1 固定部 3 2 と、第 1 梁部 4 1 の第 3 梁部 4 3 との第 1 接続部 4 1 a と、の間の X 軸方向における最短距離 D 2 よりも小さい。さらに、第 2 固定部 3 4 と第 3 梁部 4 3 との間の X 軸方向における最短距離 D 3 は、第 2 固定部 3 4 と第 1 接続部 4 1 a との間の X 軸方向における最短距離 D 4 よりも小さい。

## 【 0 0 5 9 】

同様に、第 1 固定部 3 2 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離は、第 1 固定部 3 2 と、第 2 梁部 4 2 の第 4 梁部 4 4 との第 2 接続部 4 2 a と、の間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。さらに、第 2 固定部 3 4 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離は、第 2 固定部 3 4 と第 2 接続部 4 2 a との間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。

## 【 0 0 6 0 】

第 3 梁部 4 3 および第 4 梁部 4 4 の長さ（Y 軸方向の大きさ）は、例えば、第 1 梁部 4 1、第 2 梁部 4 2、第 5 梁部 4 5、および第 6 梁部 4 6 の長さ（X 軸方向の大きさ）よりも小さい。梁部 4 3 , 4 4 の幅（X 軸方向の大きさ）は、例えば、梁部 4 1 , 4 2 , 4 5 , 4 6 の幅（Y 軸方向の大きさ）よりも小さい。第 3 梁部 4 3 および第 4 梁部 4 4 の幅は、第 3 梁部 4 3 と第 4 梁部 4 4 との間の距離（開口部 3 6 の Y 軸方向の大きさ）と同じであってもよい。距離 D 1 は、突出部 3 2 b と第 1 梁部 4 1 との間の Y 軸方向における最短距離よりも小さくてもよい。

## 【 0 0 6 1 】

可動体 2 0 および支持部 3 0 は、一体に設けられている。可動体 2 0 および支持部 3 0 の材質は、例えば、リン、ボロン等の不純物がドーピングされることにより導電性が付与され

10

20

30

40

50

たシリコンである。基板 10 の材質がガラスであり、可動体 20 および支持部 30 の材質がシリコンである場合、基板 10 と支持部 30 とは、例えば陽極接合によって接合されている。

【0062】

第 1 固定電極 50 および第 2 固定電極 52 は、図 3 に示すように、基板 10 に固定されている。固定電極 50、52 は、基板 10 上に設けられている。図示の例では、固定電極 50、52 は、凹部 11 の底面 12 に設けられている。固定電極 50、52 の材質は、例えば、白金、チタングステン、アルミニウム、金、ITO (Indium Tin Oxide) などである。

【0063】

第 1 固定電極 50 は、平面視において、支持軸 Q の一方側（図 1 に示す例では - X 軸方向側）に設けられている。第 1 固定電極 50 は、平面視において、第 1 シーソー片 20a と重なっている。第 1 固定電極 50 は、第 1 可動電極 21 に対向して配置されている。

【0064】

第 2 固定電極 52 は、平面視において、支持軸 Q の他方側（図 1 に示す例では + X 軸方向側）に設けられている。第 2 固定電極 52 は、平面視において、第 2 シーソー片 20b と重なっている。第 2 固定電極 52 は、第 2 可動電極 22 に対向して配置されている。平面視において、第 1 固定電極 50 の可動体 20 と重なっている部分の面積と、第 2 固定電極 52 の可動体 20 と重なっている部分の面積とは、例えば、等しい。

【0065】

第 1 配線 70 は、基板 10 上に設けられている。第 1 配線 70 は、第 1 パッド 80 と第 1 固定電極 50 とを接続している。図示の例では、第 1 配線 70 は、第 1 パッド 80 から、第 1 溝部 17 および凹部 11 を通って、第 1 固定電極 50 まで延出している。

【0066】

第 2 配線 72 は、基板 10 上に設けられている。第 2 配線 72 は、第 2 パッド 82 と第 2 固定電極 52 とを接続している。図示の例では、第 2 配線 72 は、第 2 パッド 82 から第 2 溝部 18 および凹部 11 を通って、第 2 固定電極 52 まで延出している。配線 70、72 の材質は、例えば、固定電極 50、52 の材質と同じである。

【0067】

第 3 配線 74 は、基板 10 上に設けられている。第 3 配線 74 は、支持部 30 を介して、第 3 パッド 84 と可動体 20 とを電氣的に接続している。第 3 配線 74 は、配線層部 74a と、バンプ部 74b と、を有している。

【0068】

第 3 配線 74 の配線層部 74a は、第 3 パッド 84 から第 3 溝部 19 および凹部 11 を通って、図 4 に示すように、窪み部 15 の底面 16 まで延出している。配線層部 74a の材質は、例えば、固定電極 50、52 の材質と同じである。

【0069】

第 3 配線 74 のバンプ部 76b は、配線層部 76a 上に設けられている。バンプ部 74b は、配線層部 74a と、支持部 30 の固定部 32、34 と、を接続している。図 2 に示す例では、バンプ部 74b は、4 つ設けられている。第 1 固定部 32 は、2 つのバンプ部 74b と接続されている。第 2 固定部 34 は、2 つのバンプ部 74b と接続されている。バンプ部 74b の平面形状は、例えば、長方形である。バンプ部 76b の材質は、例えば、アルミニウム、金、白金である。

【0070】

なお、図示はしないが、第 1 固定部 32 は、2 つに分離され、一方の第 1 固定部 32 に 1 つのバンプ部 74b が接続され、他方の第 1 固定部 32 に 1 つのバンプ部 74b が接続されていてもよい。同様に、第 2 固定部 34 は、2 つに分離され、一方の第 2 固定部 34 に 1 つのバンプ部 74b が接続され、他方の第 2 固定部 34 に 1 つのバンプ部 74b が接続されていてもよい。

【0071】

10

20

30

40

50

蓋体 90 は、基板 10 上に設けられている。蓋体 90 は、基板 10 に接合されている。蓋体 90 および基板 10 は、可動体 20 を収容するキャビティー 92 を形成している。キャビティー 92 は、例えば、不活性ガス（例えば窒素ガス）雰囲気である。蓋体 90 の材質は、例えば、シリコンである。蓋体 90 の材質がシリコンであり、基板 10 の材質がガラスである場合、基板 10 と蓋体 90 とは、例えば陽極接合によって接合されている。

#### 【0072】

次に、物理量センサー 100 の動作について説明する。

#### 【0073】

物理量センサー 100 では、加速度、角速度等の物理量に応じて、可動体 20 が支持軸 Q まわりに揺動する。この可動体 20 の動きに伴って、第 1 可動電極 21 と第 1 固定電極 50 との間の距離、および第 2 可動電極 22 と第 2 固定電極 52 との間の距離が変化する。具体的には、例えば鉛直上向き（+Z 軸方向）の加速度が物理量センサー 100 に加わると、可動体 20 は反時計回りに回転し、第 1 可動電極 21 と第 1 固定電極 50 との間の距離が小さくなり、第 2 可動電極 22 と第 2 固定電極 52 との間の距離が大きくなる。この結果、静電容量 C1 が大きくなり、静電容量 C2 が小さくなる。また、例えば鉛直下向き（-Z 軸方向）の加速度が物理量センサー 100 に加わると、可動体 20 は時計回りに回転し、第 1 可動電極 21 と第 1 固定電極 50 との間の距離が大きくなり、第 2 可動電極 22 と第 2 固定電極 52 との間の距離が小さくなる。この結果、静電容量 C1 が小さくなり、静電容量 C2 が大きくなる。

#### 【0074】

物理量センサー 100 では、パッド 80, 84 を用いて静電容量 C1 を検出し、パッド 82, 84 を用いて静電容量 C2 を検出する。そして、静電容量 C1 と静電容量 C2 との差に基づいて（いわゆる差動検出方式により）、加速度や角速度等の向きや大きさ等の物理量を検出することができる。

#### 【0075】

上述のように、物理量センサー 100 は、加速度センサーやジャイロセンサー等の慣性センサーとして使用することができ、具体的には、例えば、鉛直方向（Z 軸方向）の加速度を測定するための静電容量型加速度センサーとして使用することができる。

#### 【0076】

物理量センサー 100 は、例えば、以下の特徴を有する。

#### 【0077】

物理量センサー 100 では、支持部 30 は、基板 10 に固定され、平面視において支持軸 Q を挟んで設けられた第 1 固定部 32 および第 2 固定部 34 と、第 1 固定部 32 と第 2 固定部 34 とを接続し、互いに離間して設けられた第 1 梁部 41 および第 2 梁部 42 と、支持軸 Q の方向に延出し、第 1 梁部 41 と可動体 20 とを接続している第 3 梁部 43 と、支持軸 Q の方向に延出し、第 2 梁部 42 と可動体 20 とを接続している第 4 梁部 44 と、を有する。そのため、物理量センサー 100 では、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、梁部 41, 42 がねじり変形することができる。これにより、物理量センサー 100 では、Z 軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第 3 梁部 43 の第 1 梁部 41 側の端部、および第 4 梁部 44 の第 2 梁部 42 側の端部に応力が集中することを抑制する（応力集中を緩和する）ことができる。すなわち、応力を分散させることができる。したがって、物理量センサー 100 では、Z 軸方向における耐衝撃性を向上させることができ、梁部 43, 44 が破損する可能性を小さくすることができる。

#### 【0078】

物理量センサー 100 では、第 1 固定部 32 と第 3 梁部 43 との間の X 軸方向における最短距離 D1 は、第 1 固定部 32 第 1 接続部 41a との間の X 軸方向における最短距離 D2 よりも小さく、第 2 固定部 34 と第 3 梁部 43 との間の X 軸方向における最短距離 D3 は、第 2 固定部 34 と第 1 接続部 41a との間の X 軸方向における最短距離 D4 よりも小さい。そのため、物理量センサー 100 では、誘導結合方式（ICP）を用いたエッチングによって可動体 20 および支持部 30 を形成する場合に、第 3 梁部 43 を形成するため

の部分のエッチング速度を遅くすることができる。これにより、高い精度で第3梁部43を形成することができる。第3梁部43は、可動体20をシーソー揺動させるための支持軸Qを規定するので、剛性を小さくすることが好ましい。そのため、梁部43, 44は、梁部41, 42, 45, 46よりも長く、幅が小さい。梁部の剛性は、梁部の幅の3乗に反比例する。したがって、梁部43, 44の剛性のばらつきを小さくするために、高い精度で梁部43, 44を形成することが望まれる。

#### 【0079】

例えば、距離D1が距離D2より大きく、距離D3が距離D4より大きいと、第3梁部43を形成するための部分のエッチング速度が、第1梁部41を形成するための部分のエッチング速度よりも速くなる。そうすると、第1梁部41を形成するための部分を貫通させるために、第3梁部43を形成するための部分がオーバーエッチングされる。そのため、高い精度で第3梁部43を形成することができない場合がある。

10

#### 【0080】

同様に、物理量センサー100では、第1固定部32と第4梁部44との間のX軸方向における最短距離は、第1固定部32と第2接続部42aとの間のX軸方向における最短距離よりも小さく、第2固定部34と第4梁部44との間のX軸方向における距離は、第2固定部34と第2接続部42aとの間の距離よりも小さい。これにより、高い精度で第4梁部44を形成することができる。

#### 【0081】

物理量センサー100では、第1梁部41および第2梁部42は、軸R1, R2まわりに変位可能である。そのため、物理量センサー100では、Z軸方向に強い衝撃が加わった場合に、梁部41, 42が軸R1, R2まわりにねじり変形することができる。

20

#### 【0082】

物理量センサー100では、可動体20は、X軸方向に延出している第5梁部45および第6梁部46を有し、第3梁部43は、第1梁部41と第5梁部45とを接続し、第4梁部44は、第2梁部42と第6梁部46とを接続している。そのため、物理量センサー100では、Z軸方向に強い衝撃が加わった場合に、梁部45, 46がねじり変形することができる。これにより、物理量センサー100では、Z軸方向に強い衝撃が加わった場合に、第3梁部43の第5梁部45側の端部、および第4梁部44の第6梁部46側の端部に応力が集中することを抑制することができる。したがって、物理量センサー100では、梁部43, 44が破損する可能性を小さくすることができる。

30

#### 【0083】

物理量センサー100では、第5梁部45および第6梁部46は、軸R3, R4まわりに変位可能である。そのため、物理量センサー100では、Z軸方向に強い衝撃が加わった場合に、梁部45, 46が軸R3, R4まわりにねじり変形することができる。

#### 【0084】

物理量センサー100では、第3梁部43および第4梁部44の幅(X軸方向の長さ)は、例えば、第1梁部41、第2梁部42、第5梁部45、および第6梁部46の幅(Y軸方向の長さ)よりも小さい。これにより、物理量センサー100では、支持軸Qを規定する梁部43, 44の剛性を小さくすることができる。さらに、物理量センサー100では、梁部41, 42, 45, 46の幅は、梁部43, 44の幅よりも大きいので、歩留まりを向上させることができる。

40

#### 【0085】

例えば、梁部41, 42, 45, 46の幅が梁部43, 44の幅以下の場合には、プロセス公差により梁部41, 42, 45, 46の剛性のばらつきが大きくなる。そのため、歩留まりが悪化する場合がある。

#### 【0086】

なお、図示はしないが、物理量センサー100では、凹部11の底面12の平面視において可動体20と重なる領域に、可動体20と電氣的に接続されたダミー電極が設けられていてもよい。これにより、物理量センサー100では、可動体20が基板10に張り付

50

いてしまうこと（スティッキング）を抑制することができる。

【 0 0 8 7 】

２． 物理量センサーの製造方法

次に、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 5 は、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 の製造方法を説明するためのフローチャートである。図 6 ～ 図 8 は、本実施形態に係る物理量センサー 1 0 0 の製造工程を模式的に示す断面図である。

【 0 0 8 8 】

図 6 に示すように、例えばガラス基板をパターニングして、凹部 1 1、窪み部 1 5 が形成されたポスト部 1 3、および溝部 1 7, 1 8, 1 9（図 1 参照）が設けられた基板 1 0 を準備する（ステップ S 1）。パターニングは、例えば、フォトリソグラフィーおよびエッチングにより行われる。

【 0 0 8 9 】

次に、凹部 1 1 の底面 1 2 に固定電極 5 0, 5 2 を形成する（ステップ S 2）。次に、基板 1 0 上に配線 7 0, 7 2 および配線層部 7 4 a を形成する（図 1 および図 4 参照）。次に、配線層部 7 4 a 上にパンプ部 7 4 b を形成する（図 4 参照）。これにより、第 3 配線 7 4 を形成することができる。パンプ部 7 4 b の上面は、ポスト部 1 3 の上面 1 4 よりも上方に位置するように形成される。次に、配線 7 0, 7 2, 7 4 のそれぞれと接続するように、パッド 8 0, 8 2, 8 4 を形成する（図 1 参照）。なお、配線 7 0, 7 2 および配線層部 7 4 a は、固定電極 5 0, 5 2 と同じ工程で形成されてもよい。

【 0 0 9 0 】

固定電極 5 0, 5 2、配線 7 0, 7 2, 7 4、およびパッド 8 0, 8 2, 8 4 は、例えば、スパッタ法や C V D（Chemical Vapor Deposition）法による成膜、およびパターニングにより形成される。パターニングは、例えば、フォトリソグラフィーおよびエッチングにより行われる。

【 0 0 9 1 】

図 7 に示すように、基板 1 0 に、例えばシリコン基板 1 0 2 を接合する（ステップ S 3）。基板 1 0 とシリコン基板 1 0 2 との接合は、例えば、陽極接合によって行われる。これにより、基板 1 0 とシリコン基板 1 0 2 とを強固に接合することができる。基板 1 0 にシリコン基板 1 0 2 を接合する際、シリコン基板 1 0 2 は、例えば、第 3 配線 7 4 のパンプ部 7 4 b に押されて窪む（図 4 参照）。これにより、シリコン基板 1 0 2 とパンプ部 7 4 b とを強固に接続することができる。

【 0 0 9 2 】

図 8 に示すように、シリコン基板 1 0 2 を、例えば研削機によって研削して薄膜化した後、所定の形状にパターニングして、可動体 2 0 および支持部 3 0 を一体的に形成する（ステップ S 4）。パターニングは、フォトリソグラフィーおよびエッチング（ドライエッチング）によって行われ、より具体的なエッチング技術として、誘導結合方式によるボッシュ（Bosch）法を用いることができる。

【 0 0 9 3 】

図 3 に示すように、基板 1 0 に蓋体 9 0 を接合して、基板 1 0 および蓋体 9 0 によって形成されるキャビティー 9 2 に、可動体 2 0 等を収容する（ステップ S 5）。基板 1 0 と蓋体 9 0 との接合は、例えば、陽極接合によって行われる。これにより、基板 1 0 と蓋体 9 0 とを強固に接合することができる。本工程を、不活性ガス雰囲気で行うことにより、キャビティー 9 2 に不活性ガスを充填することができる。

【 0 0 9 4 】

以上の工程により、物理量センサー 1 0 0 を製造することができる。

【 0 0 9 5 】

３． 物理量センサーの変形例

３．１． 第 1 変形例

次に、本実施形態の第 1 変形例に係る物理量センサーについて、図面を参照しながら説

10

20

30

40

50

明する。図9は、本実施形態の第1変形例に係る物理量センサー200を模式的に示す平面図である。なお、便宜上、図9では、蓋体90の図示を省略している。また、図9では、互いに直交する3軸として、X軸、Y軸、およびZ軸を図示している。

【0096】

以下、本実施形態の第1変形例に係る物理量センサー200において、上述した物理量センサー100の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。このことは、以下に示す本実施形態の第2変形例に係る物理量センサーにおいて、同様である。

【0097】

物理量センサー200では、図9に示すように、支持部30は、第1ストッパ部210、第2ストッパ部212、第3ストッパ部214、および第4ストッパ部216を有する点において、上述した物理量センサー100と異なる。図示の例では、ストッパ部210、212、214、216の平面形状は、長方形である。

【0098】

第1ストッパ部210は、第1固定部32からX軸方向であって、第3梁部43側とは反対側に突出している。具体的には、第1ストッパ部210は、第1固定部32から-X軸方向側に突出している。図示の例では、第1ストッパ部210は、第1固定部32の+Y軸方向側の端部、-Y軸方向側の端部、および中央部に設けられている。

【0099】

第1ストッパ部210と可動体20との間のX軸方向における最短距離D5は、第2固定部34と第3梁部43との間のX軸方向における最短距離D3よりも小さい。同様に、距離D5は、第2固定部34と第4梁部44との間のX軸方向における最短距離よりも小さい。

【0100】

第2ストッパ部212は、第1固定部32からY軸方向に突出している。第2ストッパ部212は、第1固定部32の+Y軸方向側の端部および-Y軸方向側の端部に設けられている。図示の例では、第2ストッパ部212は、第1ストッパ部210と一体に設けられている。これにより、部品数を減らすことができる。

【0101】

第2ストッパ部212と可動体20との間のY軸方向における最短距離D6は、第1固定部32と第3梁部43との間のX軸方向における最短距離D1よりも小さい。同様に、距離D6は、第1固定部32と第4梁部44との間のX軸方向における最短距離よりも小さい。

【0102】

第3ストッパ部214は、第2固定部34から+X軸方向側に突出している。図示の例では、第3ストッパ部214は、第2固定部34の+Y軸方向側の端部、-Y軸方向側の端部、および中央部に設けられている。

【0103】

第3ストッパ部214と可動体20との間のX軸方向における最短距離は、第1固定部32と第3梁部43との間のX軸方向における最短距離D1よりも小さい。第3ストッパ部214と可動体20との間のX軸方向における最短距離は、第1固定部32と第4梁部44との間のX軸方向における最短距離よりも小さい。

【0104】

第4ストッパ部216は、第2固定部34からY軸方向に突出している。第4ストッパ部216は、第2固定部34の+Y軸方向側の端部および-Y軸方向側の端部に設けられている。図示の例では、第4ストッパ部216は、第3ストッパ部214と一体に設けられている。これにより、部品数を減らすことができる。

【0105】

第4ストッパ部216と可動体20との間のY軸方向における最短距離は、第2固定部34と第3梁部43との間のX軸方向における最短距離D3よりも小さい。同様に、第

10

20

30

40

50

4 ストッパー部 2 1 6 と可動体 2 0 との間の Y 軸方向における最短距離は、第 2 固定部 3 4 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。

【 0 1 0 6 】

物理量センサー 2 0 0 は、上述した物理量センサー 1 0 0 と同様の効果を有することができる。

【 0 1 0 7 】

物理量センサー 2 0 0 では、支持部 3 0 は、第 1 固定部 3 2 から - X 軸方向側に突出した第 1 ストッパー部 2 1 0 を有し、第 1 ストッパー部 2 1 0 と可動体 2 0 との間の X 軸方向における最短距離 D 5 は、第 2 固定部 3 4 と第 3 梁部 4 3 との間の X 軸方向における最短距離 D 3 よりも小さい。そのため、物理量センサー 2 0 0 では、強い衝撃が加わって可動体 2 0 および第 3 梁部 4 3 が + X 軸方向側に変位したとしても、第 3 梁部 4 3 が第 2 固定部 3 4 と衝突する前に、可動体 2 0 が第 1 ストッパー部 2 1 0 に衝突する。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 3 梁部 4 3 が破損する可能性を小さくすることができる。

10

【 0 1 0 8 】

同様に、物理量センサー 2 0 0 では、距離 D 5 は、第 2 固定部 3 4 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 4 梁部 4 4 が破損する可能性を小さくすることができる。

【 0 1 0 9 】

物理量センサー 2 0 0 では、支持部 3 0 は、第 1 固定部 3 2 から Y 軸方向に突出した第 2 ストッパー部 2 1 2 を有し、第 2 ストッパー部 2 1 2 と可動体 2 0 との間の Y 軸方向における最短距離 D 6 は、第 1 固定部 3 2 と第 3 梁部 4 3 との間の X 軸方向における最短距離 D 1 よりも小さい。そのため、物理量センサー 2 0 0 では、強い衝撃が加わって可動体 2 0 および第 3 梁部 4 3 が Z 軸を軸として反時計まわりに回転したとしても、第 3 梁部 4 3 が第 1 固定部 3 2 に衝突する前に、可動体 2 0 が第 2 ストッパー部 2 1 2 に衝突する。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 3 梁部 4 3 が破損する可能性を小さくすることができる。

20

【 0 1 1 0 】

同様に、物理量センサー 2 0 0 では、距離 D 6 は、第 1 固定部 3 2 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。そのため、物理量センサー 2 0 0 では、強い衝撃が加わって可動体 2 0 および第 4 梁部 4 4 が Z 軸を軸として時計まわりに回転したとしても、第 4 梁部 4 4 が第 1 固定部 3 2 に衝突する前に、可動体 2 0 が第 2 ストッパー部 2 1 2 に衝突する。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 4 梁部 4 4 が破損する可能性を小さくすることができる。

30

【 0 1 1 1 】

物理量センサー 2 0 0 では、支持部 3 0 は、第 2 固定部 3 4 から + X 軸方向側に突出した第 3 ストッパー部 2 1 4 を有し、第 3 ストッパー部 2 1 4 と可動体 2 0 との間の X 軸方向における最短距離は、第 1 固定部 3 2 と第 3 梁部 4 3 との間の X 軸方向における最短距離 D 1 よりも小さい。そのため、物理量センサー 2 0 0 では、強い衝撃が加わって可動体 2 0 および第 3 梁部 4 3 が - X 軸方向側に変位したとしても、第 3 梁部 4 3 が第 1 固定部 3 2 と衝突する前に、可動体 2 0 が第 3 ストッパー部 2 1 4 に衝突する。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 3 梁部 4 3 が破損する可能性を小さくすることができる。

40

【 0 1 1 2 】

同様に、物理量センサー 2 0 0 では、第 3 ストッパー部 2 1 4 と可動体 2 0 との間の X 軸方向における最短距離は、第 1 固定部 3 2 と第 4 梁部 4 4 との間の X 軸方向における最短距離よりも小さい。したがって、物理量センサー 2 0 0 では、第 4 梁部 4 4 が破損する可能性を小さくすることができる。

【 0 1 1 3 】

物理量センサー 2 0 0 では、支持部 3 0 は、第 2 固定部 3 4 から Y 軸方向に突出した第 4 ストッパー部 2 1 6 を有し、第 4 ストッパー部 2 1 6 と可動体 2 0 との間の Y 軸方向に

50

おける最短距離は、第2固定部34と第3梁部43との間のX軸方向における最短距離D3よりも小さい。そのため、物理量センサー200では、強い衝撃が加わって可動体20および第3梁部43がZ軸を軸として時計まわりに回転したとしても、第3梁部43が第2固定部34に衝突する前に、可動体20が第4ストッパー部216に衝突する。したがって、物理量センサー200では、第3梁部43が破損する可能性を小さくすることができる。

#### 【0114】

同様に、第4ストッパー部216と可動体20との間のY軸方向における最短距離は、第2固定部34と第4梁部44との間のX軸方向における最短距離よりも小さい。そのため、物理量センサー200では、強い衝撃が加わって可動体20および第4梁部44がZ軸を軸として反時計まわりに回転したとしても、第4梁部44が第2固定部34に衝突する前に、可動体20が第4ストッパー部216に衝突する。したがって、物理量センサー200では、第4梁部44が破損する可能性を小さくすることができる。

#### 【0115】

##### 3.2. 第2変形例

次に、本実施形態の第2変形例に係る物理量センサーについて、図面を参照しながら説明する。図10は、本実施形態の第2変形例に係る物理量センサー300を模式的に示す平面図である。なお、便宜上、図10では、蓋体90の図示を省略している。また、図10では、互いに直交する3軸として、X軸、Y軸、およびZ軸を図示している。

#### 【0116】

上述した物理量センサー100では、図2に示すように、第3梁部43の平面形状は、長方形であった。これに対し、物理量センサー300では、図10に示すように、第3梁部43は、平面視において、徐々に幅が変化する幅変化部43a、43bを有している。

#### 【0117】

幅変化部43aは、+Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなっている。幅変化部43aは、第1梁部41と接続されている。幅変化部43bは、-Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなっている。幅変化部43bは、第5梁部45と接続されている。平面視において、梁部41、43は、角部を構成していない。平面視において、梁部43、45は、角部を構成していない。すなわち、第3梁部43の根元は、角度を構成していない。

#### 【0118】

第4梁部44は、平面視において、徐々に幅が変化する幅変化部44a、44bを有している。幅変化部44aは、-Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなっている。幅変化部44aは、第2梁部42と接続されている。幅変化部44bは、+Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなっている。幅変化部44bは、第6梁部46と接続されている。平面視において、梁部42、44は、角部を構成していない。平面視において、梁部44、46は、角部を構成していない。すなわち、第4梁部44の根元は、角度を構成していない。

#### 【0119】

同様に、平面視において、梁部41、42、45、46の根元は、角部を構成していない。

#### 【0120】

物理量センサー300は、上述した物理量センサー100と同様の効果を有することができる。

#### 【0121】

物理量センサー300は、第3梁部43は、+Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなり、第1梁部41と接続された幅変化部43aと、-Y軸方向に向かうに従って幅が小さくなり、第5梁部45と接続された幅変化部43bと、を有する。すなわち、第3梁部43の根元は、角度を構成していない。そのため、物理量センサー300では、第3梁部43の根元に、応力が集中することを抑制することができる。同様に、物理量センサー300では、梁部41、42、44、45、46の根元に応力が集中することを抑制すること

10

20

30

40

50



ができる。

【 0 1 2 2 】

なお、図示はしないが、物理量センサー 3 0 0 では、図 9 に示す物理量センサー 2 0 0 のように、支持部 3 0 は、ストッパー部 2 1 0 , 2 1 2 , 2 1 4 , 2 1 4 を有していてもよい。

【 0 1 2 3 】

4 . 電子機器

次に、本実施形態に係る電子機器について図面を参照しながら説明する。図 1 1 は、本実施形態に係る電子機器 1 0 0 0 の機能ブロック図である。

【 0 1 2 4 】

電子機器 1 0 0 0 は、本発明に係る物理量センサーを含む。以下では、本発明に係る物理量センサーとして、物理量センサー 1 0 0 を含む場合について説明する。

【 0 1 2 5 】

電子機器 1 0 0 0 は、さらに、演算処理装置 ( C P U ) 1 0 2 0 、操作部 1 0 3 0 、 R O M ( R e a d O n l y M e m o r y ) 1 0 4 0 、 R A M ( R a n d o m A c c e s s M e m o r y ) 1 0 5 0 、通信部 1 0 6 0 、表示部 1 0 7 0 を含んで構成されている。なお、本実施形態の電子機器は、図 1 1 の構成要素 ( 各部 ) の一部を省略又は変更し、あるいは、他の構成要素を付加した構成としてもよい。

【 0 1 2 6 】

演算処理装置 1 0 2 0 は、 R O M 1 0 4 0 等に記憶されているプログラムに従い、各種の計算処理や制御処理を行う。具体的には、演算処理装置 1 0 2 0 は、物理量センサー 1 0 0 の出力信号や、操作部 1 0 3 0 からの操作信号に応じた各種の処理、外部装置とデータ通信を行うために通信部 1 0 6 0 を制御する処理、表示部 1 0 7 0 に各種の情報を表示させるための表示信号を送信する処理等を行う。

【 0 1 2 7 】

操作部 1 0 3 0 は、操作キーやボタンスイッチ等により構成される入力装置であり、ユーザーによる操作に応じた操作信号を演算処理装置 1 0 2 0 に出力する。

【 0 1 2 8 】

R O M 1 0 4 0 は、演算処理装置 1 0 2 0 が各種の計算処理や制御処理を行うためのプログラムやデータ等を記憶している。

【 0 1 2 9 】

R A M 1 0 5 0 は、演算処理装置 1 0 2 0 の作業領域として用いられ、 R O M 1 0 4 0 から読み出されたプログラムやデータ、物理量センサー 1 0 0 から入力されたデータ、操作部 1 0 3 0 から入力されたデータ、演算処理装置 1 0 2 0 が各種プログラムに従って実行した演算結果等を一時的に記憶する。

【 0 1 3 0 】

通信部 1 0 6 0 は、演算処理装置 1 0 2 0 と外部装置との間のデータ通信を成立させるための各種制御を行う。

【 0 1 3 1 】

表示部 1 0 7 0 は、 L C D ( L i q u i d C r y s t a l D i s p l a y ) 等により構成される表示装置であり、演算処理装置 1 0 2 0 から入力される表示信号に基づいて各種の情報を表示する。表示部 1 0 7 0 には操作部 1 0 3 0 として機能するタッチパネルが設けられていてもよい。

【 0 1 3 2 】

このような電子機器 1 0 0 0 としては種々の電子機器が考えられ、例えば、パーソナルコンピュータ ( 例えば、モバイル型パーソナルコンピュータ、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、タブレット型パーソナルコンピュータ ) 、スマートフォンや携帯電話機などの移動体端末、デジタルスチールカメラ、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 ) 、ルーターやスイッチなどのストレージエリアネットワーク機器、ローカルエリアネットワーク機器、移動体端末基地局用機器、テレビ、ビデオ

10

20

30

40

50

カメラ、ビデオレコーダー、カーナビゲーション装置、リアルタイムクロック装置、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、ゲーム用コ  
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ー、ヘッドマウントディスプ  
レイ、モーショントレース、モーショントラッキング、モーションコントローラー、PDR  
（歩行者位置方位計測）等が挙げられる。

#### 【0133】

図12は、電子機器1000の一例であるスマートフォンの外観の一例を示す図である  
。電子機器1000であるスマートフォンは、操作部1030としてボタンを、表示部1  
070としてLCDを備えている。

10

#### 【0134】

図13は、電子機器1000の一例である腕装着型の携帯機器（ウェアラブル機器）の  
外観の一例を示す図である。電子機器1000であるウェアラブル機器は、表示部107  
0としてLCDを備えている。表示部1070には操作部1030として機能するタッチ  
パネルが設けられていてもよい。

#### 【0135】

また、電子機器1000である携帯機器は、例えば、GPS受信機（GPS：Global  
Positioning System）等の位置センサーを備え、ユーザーの移  
動距離や移動軌跡を計測することができる。

20

#### 【0136】

### 5. 移動体

次に、本実施形態に係る移動体について、図面を参照しながら説明する。図14は、本  
実施形態に係る移動体1100として、自動車を模式的に示す斜視図である。

#### 【0137】

本実施形態に係る移動体は、本発明に係る物理量センサーを含む。以下では、本発明に  
係る物理量センサーとして、物理量センサー100を含む移動体について説明する。

#### 【0138】

本実施形態に係る移動体1100は、さらに、エンジンシステム、ブレーキシステム、  
キーレスエントリーシステム等の各種の制御を行うコントローラー1120、コントロー  
ラー1130、コントローラー1140、バッテリー1150およびバックアップ用バッ  
テリー1160を含んで構成されている。なお、本実施形態に係る移動体1100は、図  
14に示される構成要素（各部）の一部を省略または変更してもよいし、他の構成要素を  
付加した構成としてもよい。

30

#### 【0139】

このような移動体1100としては種々の移動体が考えられ、例えば、自動車（電気自  
動車も含む）、ジェット機やヘリコプター等の航空機、船舶、ロケット、人工衛星等が  
挙げられる。

#### 【0140】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例  
えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

40

#### 【0141】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び  
結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施  
の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実  
施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することが  
できる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構  
成を含む。

#### 【符号の説明】

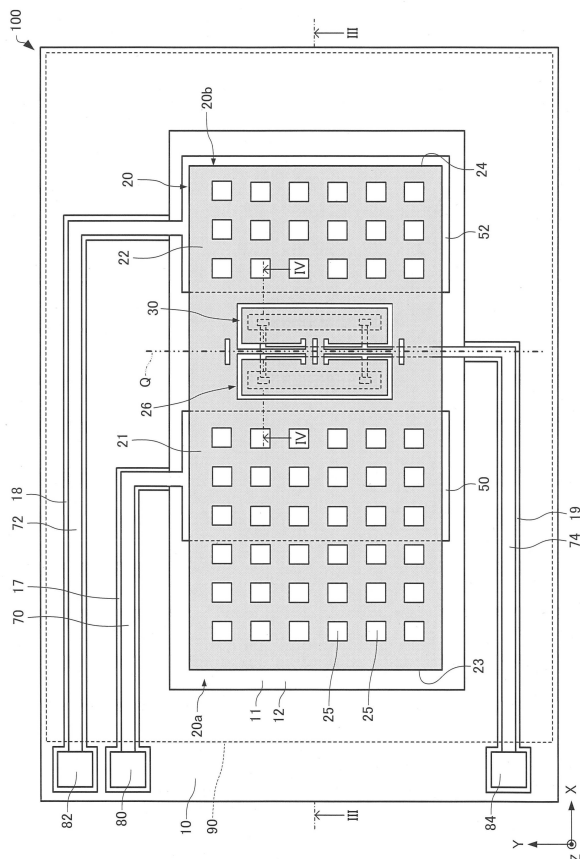
50

## 【 0 1 4 2 】

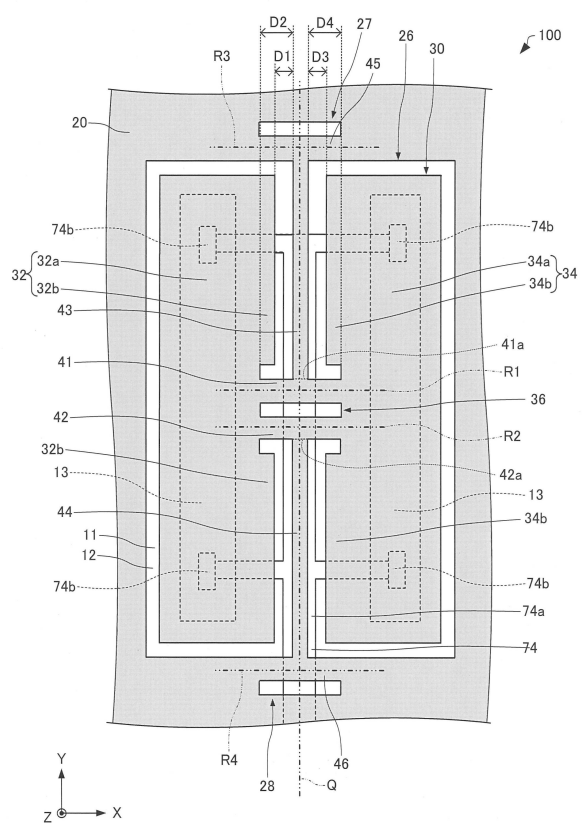
1 0 ...基板、1 1 ...凹部、1 2 ...底面、1 3 ...ポスト部、1 4 ...上面、1 5 ...窪み部、1 6 ...底面、1 7 ...第1溝部、1 8 ...第2溝部、1 9 ...第3溝部、2 0 ...可動体、2 0 a ...第1シーソー片、2 0 b ...第2シーソー片、2 1 ...第1可動電極、2 2 ...第2可動電極、2 3 , 2 4 ...端面、2 5 ...貫通孔、2 6 , 2 7 , 2 8 ...開口部、3 0 ...支持部、3 2 ...第1固定部、3 2 a ...基部、3 2 b ...突出部、3 4 ...第2固定部、3 4 a ...基部、3 4 b ...突出部、3 6 ...開口部、4 1 ...第1梁部、4 1 a ...第1接続部、4 2 ...第2梁部、4 2 a ...第2接続部、4 3 ...第3梁部、4 3 a ...幅変化部、4 3 b ...幅変化部、4 4 ...第4梁部、4 4 a ...幅変化部、4 4 b ...幅変化部、4 5 ...第5梁部、4 6 ...第6梁部、5 0 ...第1固定電極、5 2 ...第2固定電極、7 0 ...第1配線、7 2 ...第2配線、7 4 ...第3配線、7 4 a ...配線層部、7 4 b ...パンプ部、8 0 ...第1パッド、8 2 ...第2パッド、8 4 ...第3パッド、9 0 ...蓋体、9 2 ...キャビティー、1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 ...物理量センサー、1 0 0 0 ...電子機器、1 0 2 0 ...演算処理装置、1 0 3 0 ...操作部、1 0 4 0 ...ROM、1 0 5 0 ...RAM、1 0 6 0 ...通信部、1 0 7 0 ...表示部、1 1 0 0 ...移動体、1 1 2 0 , 1 1 3 0 , 1 1 4 0 ...コントローラー、1 1 5 0 ...バッテリー、1 1 6 0 ...バックアップ用バッテリー

10

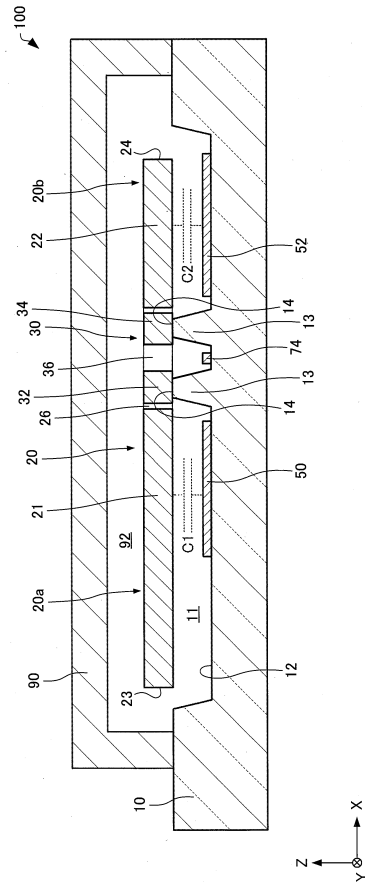
【 図 1 】



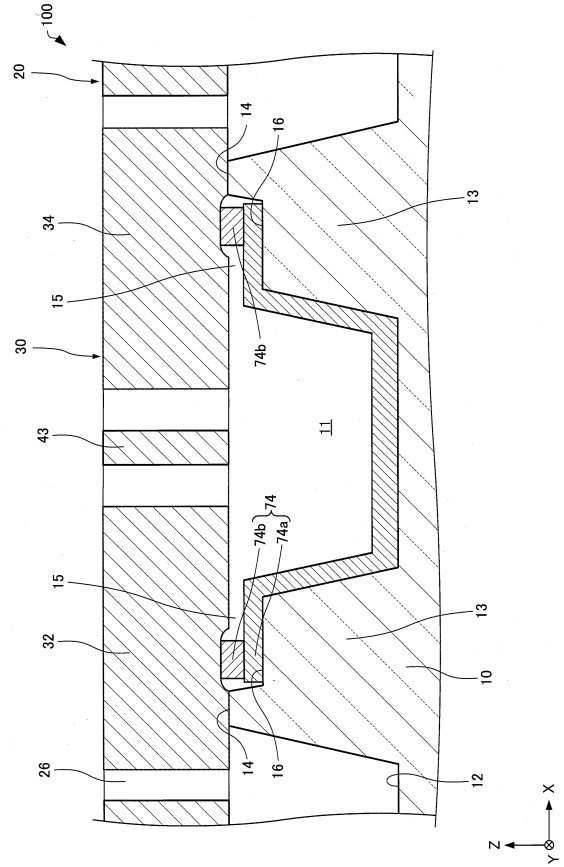
【 図 2 】



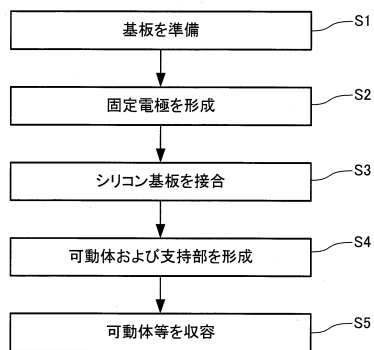
【図 3】



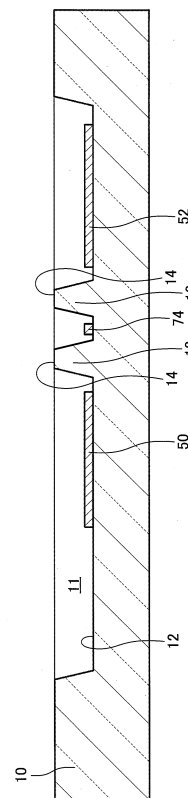
【図 4】



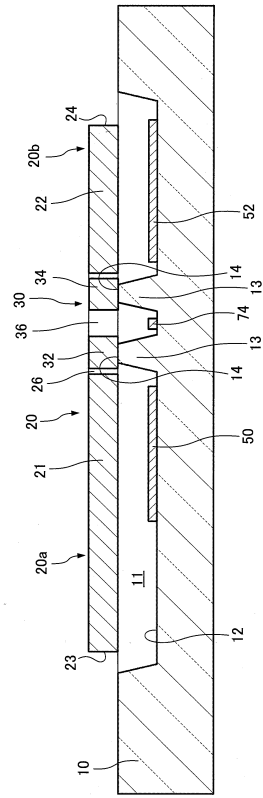
【図 5】



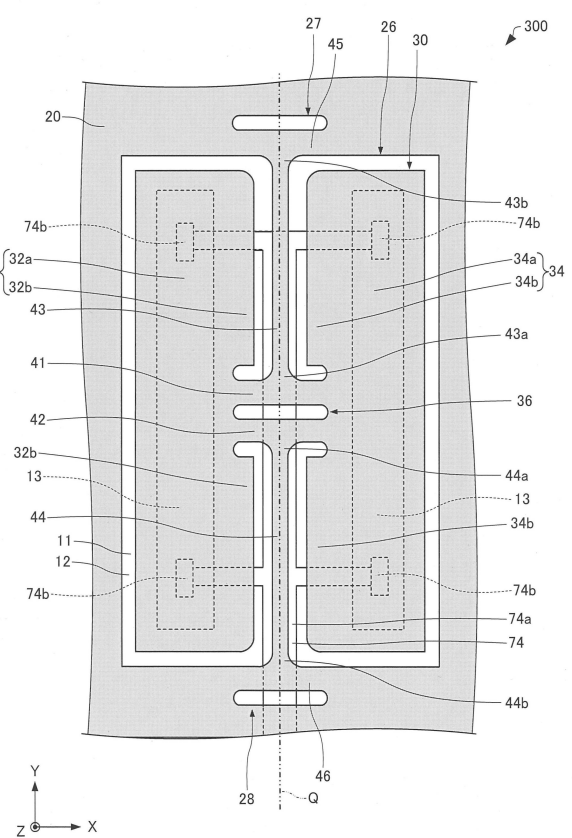
【図 6】



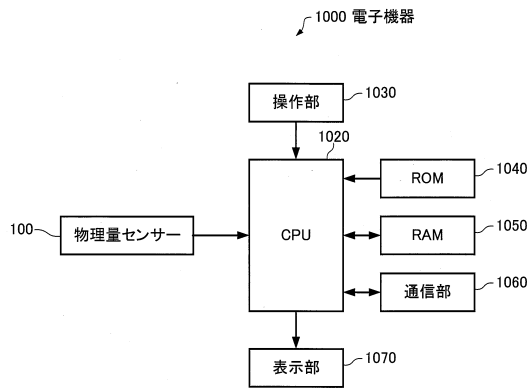
【 図 8 】



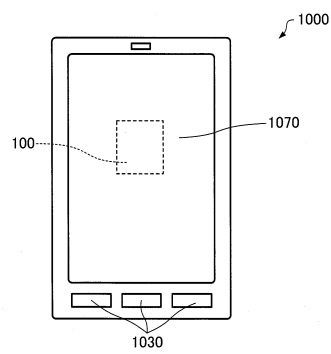
【 図 1 0 】



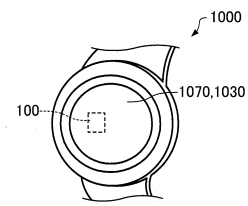
【図 1 1】



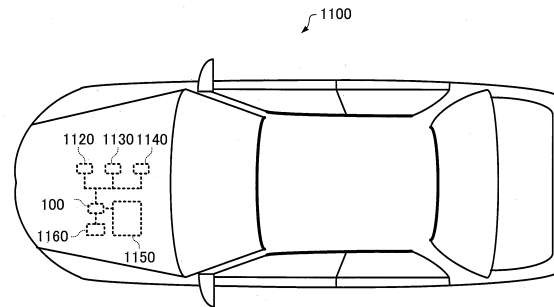
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 2 1 2 6 2 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 6 1 7 3 7 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 3 1 6 4 4 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 7 8 5 0 0 ( J P , A )  
米国特許第 6 2 3 0 5 6 7 ( U S , B 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 1 P 1 5 / 0 0 - 1 5 / 1 8  
H 0 1 L 2 9 / 8 4  
B 8 1 B 3 / 0 0