

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-261771

(P2008-261771A)

(43) 公開日 平成20年10月30日(2008.10.30)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO 1 P	15/18	(2006.01)	GO 1 P	15/00		K	2 F 1 0 5	
GO 1 C	19/56	(2006.01)	GO 1 C	19/56				
GO 1 P	15/125	(2006.01)	GO 1 P	15/125		Z		
GO 1 P	9/04	(2006.01)	GO 1 P	9/04				

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2007-105611 (P2007-105611)  
 (22) 出願日 平成19年4月13日 (2007.4.13)

(71) 出願人 000005821  
 松下電器産業株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100097445  
 弁理士 岩橋 文雄  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (74) 代理人 100109151  
 弁理士 永野 大介  
 (72) 発明者 寺田 二郎  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ  
 ソニックエレクトロニクス株式会社  
 社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 慣性力センサ

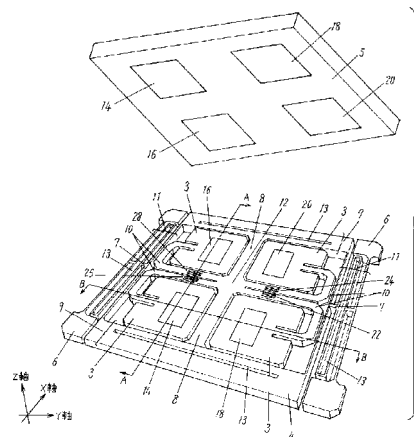
(57) 【要約】

【課題】 検出感度を大きくした慣性力センサを提供することを目的としている。

【解決手段】 加速度検出部と角速度検出部を有する検出素子1を備え、この検出素子1は、第1アーム8を第2アーム10に略直角方向に連結した2つの直角アームを有し、2つの第1アーム8の一端が支持部12にて支持され、2つの第1アーム8の他端が第1固定部4に連結され、第2アーム10の先端部に錘部が連結され、第1固定部4は固定アーム7にて第2固定部6と連結され、第1アーム8をX軸方向に配置するとともに第1固定部4にはX軸方向のみに弾性変形する第1弾性部9を設け、第2連結部である固定アームをY軸方向に配置するとともに第2固定部6にはY軸方向のみに弾性変形する第2弾性部11を設けた構成である。

【選択図】 図1

- 1 検出素子
- 2 錘部
- 3 第1固定部
- 4 第1固定部
- 5 対向基板
- 6 第2固定部
- 7 固定アーム
- 8 第1アーム
- 9 第1弾性部
- 10 第2アーム
- 11 第2弾性部
- 12 支持部
- 13 スリット
- 14 第1対向電極
- 15 第2対向電極
- 16 第3対向電極
- 17 第4対向電極
- 18 駆動電極
- 19 検知電極
- 20 第1検知電極
- 21 第2検知電極



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

加速度検出部を有する検出素子を備え、

前記検出素子は、第 1 連結部を介して錘部を連結した第 1 固定部と、第 2 連結部を介して前記第 1 固定部を連結した第 2 固定部と、前記錘部と対向させた対向基板と、前記錘部と前記対向基板の各々の対向面に配置した対向電極とを有し、前記加速度検出部では、前記錘部と前記対向基板の各々の対向面に配置した対向電極間の静電容量変化を検出して加速度を検出しており、

互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸において、

前記第 1 連結部を X 軸方向に配置するとともに前記第 1 連結部または前記第 1 固定部に X 軸方向のみに弾性変形する第 1 弾性部を設け、

前記第 2 連結部を Y 軸方向に配置するとともに前記第 2 連結部または前記第 2 固定部に Y 軸方向のみに弾性変形する第 2 弾性部を設け、前記第 2 固定部にて実装基板に実装した慣性力センサ。

## 【請求項 2】

前記第 1 弾性部は Y 軸方向にスリットを設けて形成し、前記第 2 弾性部は X 軸方向にスリットを設けて形成した請求項 1 記載の慣性力センサ。

## 【請求項 3】

前記第 1 固定部を枠体部とし、2 つの第 1 連結部を介して前記錘部を連結するとともに前記錘部を前記第 1 固定部の内方に配置した請求項 1 記載の慣性力センサ。

## 【請求項 4】

前記検出素子に角速度検出部を設け、

前記検出素子は、第 1 アームを第 2 アームに直交方向に連結して形成した 2 つの直交アームと、2 つの前記第 1 アームを支持した支持部とを有し、前記第 1 アームを前記第 1 連結部とするとともに前記第 2 アームの先端部に前記錘部を連結しており、前記角速度検出部では、前記錘部を駆動振動させ、コリオリ力に起因した前記検出素子の状態変化を検出して角速度を検出する請求項 1 記載の慣性力センサ。

## 【請求項 5】

前記第 2 アームを対向するまで折曲し、前記第 2 アームの状態変化を検出して角速度を検出する請求項 4 記載の慣性力センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、航空機、自動車、ロボット、船舶、車両等の移動体の姿勢制御やナビゲーション等、各種電子機器に用いるセンサに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

以下、従来 of 慣性力センサの一つである加速度センサについて説明する。

## 【0003】

図 9 は従来 of 加速度センサの検出素子の平面図、図 10 は同検出素子の A - A 断面図、図 11 は同検出素子の B - B 断面図である。

## 【0004】

図 9 ~ 図 11 において、従来 of 加速度センサは、加速度を検出する検出素子 51 と、この検出素子 51 から出力される加速度信号を演算処理して加速度を検出する処理回路（図示せず）を備えている。この検出素子 51 は、錘部 52 を支持した支持部 54 と、可撓部 56 を介して支持部 54 と連結された固定部 59（58 は歪抵抗で使用のため）とを有しており、この固定部 59 によって検出素子 51 が実装基板に実装されている。

## 【0005】

また、可撓部 56 はアーム形状であって、この可撓部 56 は支持部 54 を中心にして十字状に配置し、一对の可撓部 56 と支持部 54 とが同一直線上に配置されるようにしてい

10

20

30

40

50

る。

【0006】

可撓部56には歪抵抗素子58を設けており、錘部52の可動に起因して撓む可撓部56の状態変化に基づき、歪抵抗素子58の抵抗値変化を加速度信号として出力している。

【0007】

次に、加速度の検出について説明する。

【0008】

互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、X軸方向とY軸方向に十字状のアームからなる可撓部56を配置した場合、図12に示すように、例えば、X軸方向に加速度が生じると、錘部52が加速度の生じた軸方向に移動しようとするために、X軸方向に配置された2つの可撓部56の内、一方の可撓部56にはZ軸の正の方向に撓みが発生し、他方の可撓部56にはZ軸の負の方向に撓みが発生する（支持部54を中心にして、錘部52がZ軸方向に回転しようとして撓みが発生する）。そうすると、2つの可撓部56に設けた2つの歪抵抗素子58も、可撓部56の撓みに応じてZ軸の正負の方向に撓むので、歪抵抗素子58の抵抗値が変化する。この抵抗値変化を加速度信号として出力して加速度を検出するものである。

10

【0009】

このような加速度センサを検出したい検出軸に対応させて、車両等の移動体の姿勢制御装置やナビゲーション装置等に用いている。

【0010】

なお、この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、例えば、特許文献1が知られている。

20

【特許文献1】特開平10-48243号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記構成では、アーム形状の可撓部56が、支持部54を中心にして、十字状に配置されているので、加速度が生じた軸方向に配置されている可撓部56によって、錘部52の移動が規制される。X軸方向に配置された2つの可撓部56の内、一方の可撓部56にはZ軸の正の方向に撓みが発生し、他方の可撓部56にはZ軸の負の方向に撓みが発生する。

30

【0012】

このとき、図12において、X軸方向へ加速度が生じた場合、錘部52がX軸方向に移動しようとするが、X軸方向に配置された可撓部56によって、錘部52の移動が規制される。この規制によって、錘部52は支持部54を中心にしてZ軸方向に回転しようとするので、可撓部56に撓みが生じるが、この撓み量は小さい。これは、錘部52にかかる直線方向への力が、回転方向への力に変換されることに起因すると考えられる。

【0013】

したがって、可撓部56に配置された歪抵抗素子58の抵抗値変化も小さくなり、検出感度が小さいという問題点を有していた。

40

【0014】

本発明は上記問題点を解決するもので、検出感度を大きくした慣性力センサを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために本発明は、特に、検出素子は、第1連結部を介して錘部を連結した第1固定部と、第2連結部を介して前記第1固定部を連結した第2固定部と、前記錘部と対向させた対向基板と、前記錘部と前記対向基板の各々の対向面に配置した対向電極とを有し、前記加速度検出部では、前記錘部と前記対向基板の各々の対向面に配置した対向電極間の静電容量変化を検出して加速度を検出しており、互いに直交するX軸、Y軸

50

、Z軸において、前記第1連結部をX軸方向に配置するとともに前記第1連結部または前記第1固定部にX軸方向のみに弾性変形する第1弾性部を設け、前記第2連結部をY軸方向に配置するとともに前記第2連結部または前記第2固定部にY軸方向のみに弾性変形する第2弾性部を設け、前記第2固定部にて実装基板に実装した構成である。

【発明の効果】

【0016】

上記構成により、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、X軸方向に加速度が生じると第1弾性部がX軸方向に変位し、Y軸方向に加速度が生じると第2弾性部がY軸方向に変位する。すなわち、加速度の生じた直線方向への力が回転方向への力に変換されることもなく、第1弾性部または第2弾性部は、加速度の生じた方向と同方向にのみ変位するので変位しやすく、対向電極間の静電容量の変化量を容易に大きくでき、検出感度を向上できる。

10

【0017】

特に、X軸方向とY軸方向の加速度を検出するにあたって、X軸方向の加速度は第1弾性部がX軸方向にのみ変位することにより検出され、Y軸方向の加速度は第2弾性部がY軸方向にのみ変位することにより検出され、各々、一方の加速度の影響を受けることなく独立して加速度を検出することができ、検出感度を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

(実施の形態1)

20

図1は本発明の第1の実施の形態における複合センサの検出素子の分解斜視図、図2は図1のA-A断面図、図3は図1のB-B断面図である。

【0019】

図1において、本発明の第1の実施の形態における複合センサは、加速度検出部と角速度検出部を有する検出素子1を備えている。

【0020】

この検出素子1は、第1連結部を介して錘部3を連結した第1固定部4と、錘部3と対向させた対向基板5と、第2連結部を介して前記第1固定部4を連結した第2固定部6とを有する。

【0021】

30

具体的には、この検出素子1は、第1アーム8を第2アーム10に略直交方向に連結した2つの直交アームを有し、2つの第1アーム8の一端を支持部12にて支持し、2つの第1アーム8の他端を枠体形状の第1固定部4に連結し、錘部3を枠体形状の第1固定部4の内方に配置している。第2アーム10は、第2アーム10自身と対向するまでU字状に折曲し、折曲した第2アーム10の先端部に錘部3を連結している。第1固定部4は固定アーム7にて第2固定部6と連結し、第1固定部4を第2固定部6の内方に配置している。第1アーム8と支持部12とを略同一直線上に配置し、第1アーム8および第2アーム10を検出素子1の中心に対して対称配置している。第1アーム8が錘部3を連結する第1連結部に相当し、固定アーム7が第2連結部に相当する。

【0022】

40

互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、第1連結部である第1アーム8をX軸方向に配置するとともに第1固定部4にはX軸方向のみに弾性変形する第1弾性部9を設け、第2連結部である固定アームをY軸方向に配置するとともに第2固定部6にはY軸方向のみに弾性変形する第2弾性部11を設け、第2固定部6にて実装基板に実装している。

【0023】

この第1弾性部9は、第1アーム8と直交する第1固定部4の一部に、Y軸方向にスリット13を形成して設けており、第2弾性部11は、第2アーム10と直交する第2固定部6の一部に、X軸方向にスリット13を形成して設けている。

【0024】

さらに、錘部3に対向させて対向基板5を配置し、錘部3と対向基板5の各々の対向面

50

には、第1対向電極～第4対向電極14、16、18、20を配置している。さらに、互いに対向する一方の2つの第2アーム10には錘部3を駆動振動させる駆動電極22およびその駆動を検知する検知電極24を配置するとともに、互いに対向する他方の2つの第2アーム10には、第2アーム10の歪を感知する第1感知電極26、第2感知電極28を配置している。これらの電極の内、少なくとも、駆動電極22、検知電極24、第1感知電極26、第2感知電極28は、圧電層を介在させた上部電極と下部電極とからなる。

【0025】

そして、これら第1対向電極～第4対向電極14、16、18、20、駆動電極22、検知電極24、第1、第2感知電極26、28からは信号線（図示せず）が固定部7まで引き出され、この信号線の端部にてワイヤーボンディング等を介して実装基板の配線パターンに電氣的に接続される。

10

【0026】

次に、角速度検出部および加速度検出部について説明する。

【0027】

まず、角速度検出部について説明する。図4に示すように、互いに直交したX軸、Y軸、Z軸において、検出素子1の第1アーム8をX軸方向に配置して、第2アーム10をY軸方向に配置した場合、駆動電極22に共振周波数の交流電圧を印加すると、駆動電極22が配置された第2アーム10を起点に第2アーム10が駆動振動し、それに伴って錘部3も第2アーム10の対向方向（実線の矢印と点線の矢印で記した駆動振動方向）に駆動振動する。また、4つの第2アーム10および4つの錘部3の全てが同調して第2アーム10の対向方向（駆動信号方向）に駆動振動する。この検出素子1における駆動振動方向はX軸方向となる。

20

【0028】

このとき、例えば、Z軸の左回りに角速度が生じた場合は、錘部3の駆動振動と同調して、錘部3に対して駆動振動方向と直交した方向（実線の矢印と点線の矢印で記したコリオリ方向（Y軸方向））にコリオリ力が発生するので、第2アーム10にZ軸の左回りの角速度に起因した歪を発生させることができる。すなわち、コリオリ力に起因して撓むこの第2アーム10の状態変化（第2アーム10に発生した歪）によって、第1、第2感知電極26、28から電圧が出力され、この出力電圧に基づき角速度が検出される。

30

【0029】

次に、加速度検出部について説明する。

【0030】

まず、X軸方向の加速度について説明する。図1、図5に示すように、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、対向基板5をXY平面に配置した場合、加速度が発生していなければ、対向基板5と錘部3の対向面に配置した第1対向電極14の対向端部（X1）、対向基板5と錘部3との対向面に配置した第2対向電極16の対向端部（X2）は、互いに少しずれた位置にある。図示していないが、第3対向電極18の対向距離と第4対向電極20の対向端部も互いに少しずれた位置にある。

【0031】

すなわち、錘部3のX軸方向の移動時に、第1対向電極14の静電容量変化量と、第2対向電極16の静電容量変化量とを異なるようにするとともに、第3対向電極18の静電容量変化量と、第4対向電極20の静電容量変化量とを異なるようにしている。

40

【0032】

このとき、例えば、X軸方向に加速度が生じた場合、図1、図6に示すように、第1弾性部9がX軸方向に変位し、加速度の生じた直線方向への力が回転方向への力に変換されることもなく、第1弾性部9は、加速度の生じたX軸方向と同方向にのみ変位する。この結果、対向基板5と錘部3の対向面の第1対向電極14の対向端部（X1）と、対向基板5と錘部3との対向面の第2対向電極16の対向端部（X2）は互いに（W）だけ位置がずれる。図示していない、第3対向電極18の対向端部と第4対向電極20の対向端部も互いに（W）だけ位置がずれる。

50

## 【0033】

次に、Y軸方向の加速度について説明する。図1、図7に示すように、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、対向基板5をXY平面に配置した場合、加速度が発生していなければ、対向基板5と錘部3の対向面の第1対向電極14の対向端部(X1)と、対向基板5と錘部3との対向面の第3対向電極18の対向端部(X2)は互いに少しずれた位置にある。図示していないが、第2対向電極16の対向端部と第4対向電極20の対向端部も互いに少しずれた位置にある。

## 【0034】

すなわち、錘部3のY軸方向の移動時に、第1対向電極14の静電容量変化量と、第3対向電極18の静電容量変化量とを異なるようにするとともに、第2対向電極16の静電容量変化量と、第4対向電極20の静電容量変化量とを異なるようにしている。

10

## 【0035】

このとき、例えば、Y軸方向に加速度が生じた場合、図1、図8に示すように、第2弾性部11がY軸方向に変位し、加速度の生じた直線方向への力が回転方向への力に変換されることもなく、第2弾性部11は、加速度の生じたY軸方向と同方向にのみ変位する。この結果、対向基板5と錘部3の対向面の第1対向電極14の対向端部(X1)と、対向基板5と錘部3との対向面の第3対向電極18の対向端部(X2)は互いに(W)だけ位置がずれる。図示していない、第2対向電極16の対向端部と第4対向電極20の対向端部も互いに(W)だけ位置がずれる。

## 【0036】

すなわち、各々の電極間の静電容量が変化するので、この静電容量の変化に基づいてX軸方向またはY軸方向の加速度を検出するものである。

20

## 【0037】

上記構成により、加速度検出部によって、錘部3と対向基板5の各々の対向面に配置した第1対向電極～第4対向電極14、16、18、20の静電容量変化を検出して加速度を検出し、角速度検出部によって、コリオリ力に起因して撓む可撓部の状態変化を第1、第2感知電極26、28で検出し、一つの検出素子1で加速度と角速度を検出できるので、実装面積を低減して小型化を図れる。

## 【0038】

特に、X軸方向とY軸方向の加速度を検出するにあたって、X軸方向の加速度は第1弾性部9がX軸方向にのみ変位することにより検出され、Y軸方向の加速度は第2弾性部11がY軸方向にのみ変位することにより検出され、各々、一方の加速度の影響を受けることなく独立して加速度を検出することができ、検出感度を向上できる。

30

## 【0039】

また、第1対向電極～第4対向電極14、16、18、20は、Z軸方向からみると、各々、錘部3に配置した電極と対向基板5に配置した電極は、X軸方向またはY軸方向に位置ずれし、かつ、いずれか一方の電極によって覆われていないので、X軸方向またはY軸方向に錘部3が可動した際、可動範囲においては、各々の静電容量が連続的に異なるように変化し、かつ、各々静電容量が異なるので、錘部3がX軸方向の正の方向へ移動したのか、負の方向へ移動したのかを区別できる。例えば、図6によれば、第1対向電極14は加速度に応じて静電容量が連続的に減少し、第2対向電極16は加速度に応じて静電容量が連続的に増大するので、X軸方向の負の方向へ移動したことがわかる。Y軸方向についても同様に移動方向を区別できる。

40

## 【0040】

なお、第1固定部に第1弾性部9を設ける替わりに、第1連結部にX軸方向のみに弾性変形する第1弾性部9を設けたり、第2固定部に第2弾性部11を設ける替わりに、第2連結部にY軸方向のみに弾性変形する第2弾性部11を設けたりしてもよい。

## 【0041】

また、駆動電極、検知電極、感知電極については、上記実施の形態以外にも任意に設定可能である。

50

## 【産業上の利用可能性】

## 【0042】

本発明に係る慣性力センサは、検出感度を向上できるので、各種電子機器に適用できるものである。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0043】

【図1】本発明の第1の実施の形態における複合センサの検出素子の分解斜視図

【図2】図1のA - A断面図

【図3】図1のB - B断面図

【図4】角速度検出時における同検出素子の動作状態図

10

【図5】対向基板配置時のA - A断面図

【図6】X軸方向の加速度検出時における同検出素子の動作状態図

【図7】対向基板配置時のB - B断面図

【図8】Y軸方向の加速度検出時における同検出素子の動作状態図

【図9】従来を検出素子の平面図

【図10】図9のA - A断面図

【図11】図9のB - B断面図

【図12】同検出素子の動作状態図

## 【符号の説明】

## 【0044】

20

1 検出素子

3 錘部

4 第1固定部

5 対向基板

6 第2固定部

7 固定アーム

8 第1アーム

9 第1弾性部

10 第2アーム

11 第2弾性部

30

12 支持部

13 スリット

14 第1対向電極

16 第2対向電極

18 第3対向電極

20 第4対向電極

22 駆動電極

24 検知電極

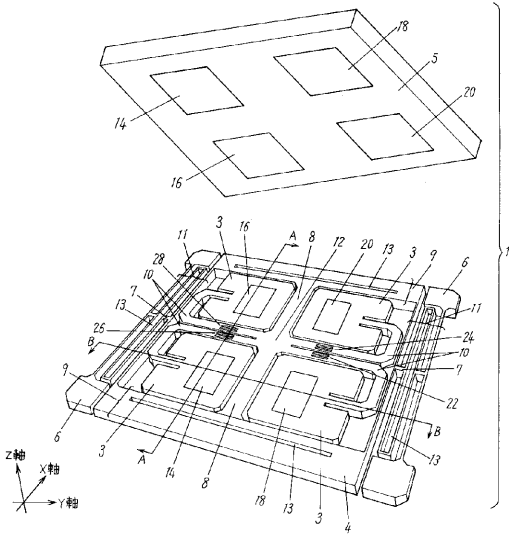
26 第1感知電極

28 第2感知電極

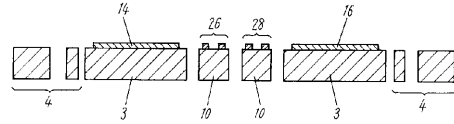
40

【図1】

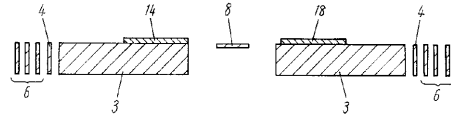
- |          |           |
|----------|-----------|
| 1 検出素子   | 12 支持部    |
| 3 鋸部     | 13 スリット   |
| 4 第1固定部  | 14 第1対向電極 |
| 5 対向基板   | 16 第2対向電極 |
| 6 第2固定部  | 18 第3対向電極 |
| 7 固定アーム  | 20 第4対向電極 |
| 8 第1アーム  | 22 駆動電極   |
| 9 第1弾性部  | 24 検知電極   |
| 10 第2アーム | 26 第1感知電極 |
| 11 第2弾性部 | 28 第2感知電極 |



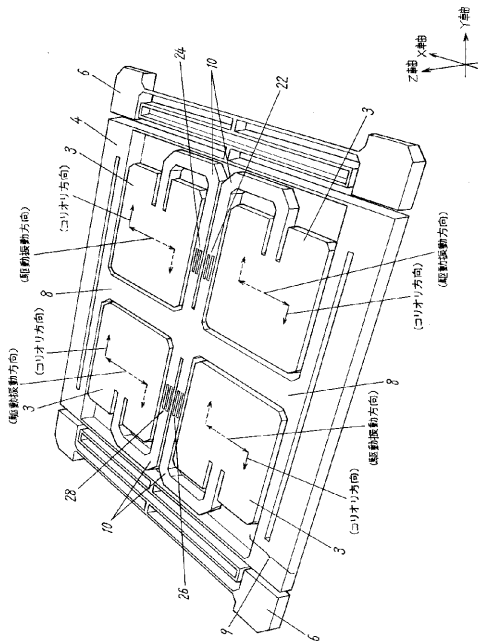
【図2】



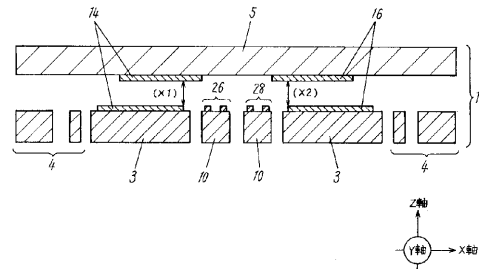
【図3】



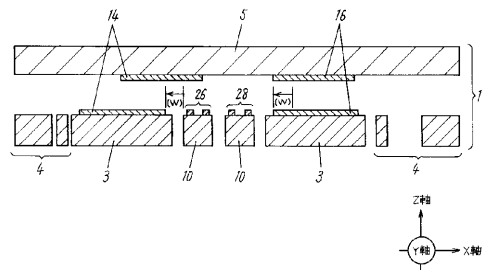
【図4】



【図5】

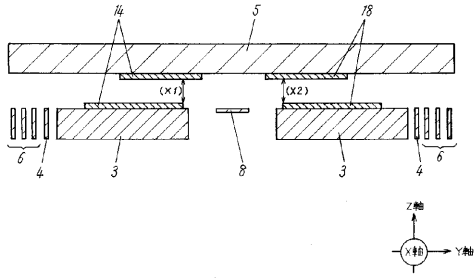


【図6】

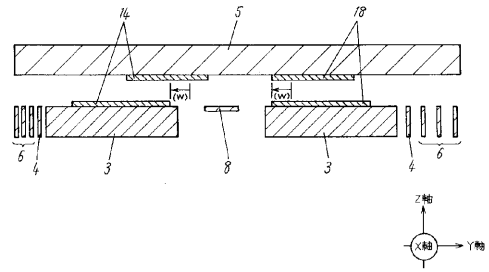




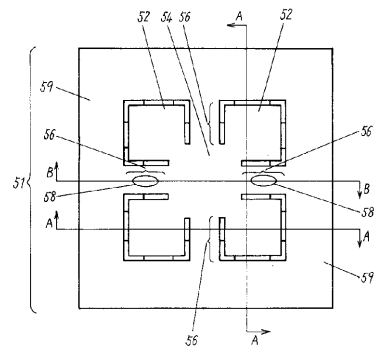
【 図 7 】



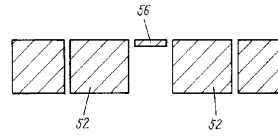
【 図 8 】



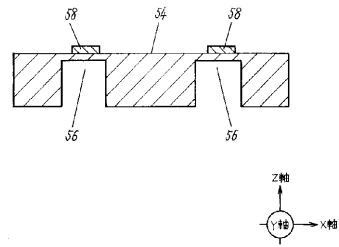
【 図 9 】



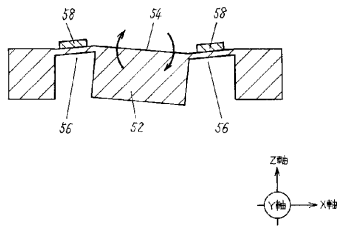
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 一郎

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

(72)発明者 石田 貴巳

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社内

Fターム(参考) 2F105 AA01 AA02 AA03 AA06 BB02 BB03 BB17 CC01 CC11 CD01  
CD05 CD13