

(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2008-232704  
(P2008-232704A)

(43) 公開日 平成20年10月2日(2008.10.2)

(51) Int.Cl.

**G01P 15/125 (2006.01)**  
**G01P 9/04 (2006.01)**  
**G01P 15/18 (2006.01)**  
**G01C 19/56 (2006.01)**  
**H01L 41/08 (2006.01)**

F 1

GO1P 15/125  
GO1P 9/04  
GO1P 15/00  
GO1C 19/56  
H01L 41/08

Z K Z

テーマコード(参考)

2 F 1 O 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号

特願2007-70160(P2007-70160)

(22) 出願日

平成19年3月19日(2007.3.19)

(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 相澤 宏幸

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バイス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】慣性力センサ

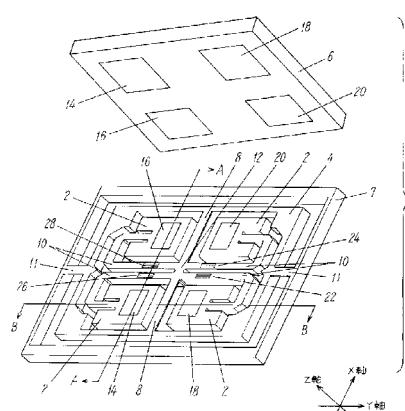
## (57) 【要約】

【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の一端が支持部12にて支持され、2つの第1アーム8の他端が枠体部4に連結され、第2アーム10の先端部に錐部2が固定され、枠体部4は固定アーム11にて固定部7と連結され、第1アーム8および固定アーム11の厚みを第2アーム10や錐部2の厚みよりも非常に薄く形成し、かつ、第1アーム8と固定アーム11とは互いに直交方向に配置した構成である。

【選択図】図1

- |          |           |
|----------|-----------|
| 1 検出素子   | 14 第1アーム  |
| 2 錐部     | 16 第2アーム  |
| 4 枠体部    | 18 第3アーム  |
| 6 固定部    | 20 第4アーム  |
| 7 固定部    | 22 電動電極   |
| 8 第1アーム  | 24 探知電極   |
| 10 第2アーム | 26 第1感知電極 |
| 11 固定アーム | 28 第2感知電極 |
| 12 支持部   |           |



**【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連結部を介して錐部を連結し、前記錐部を内方に配置した枠体部と、前記錐部と対向させた対向基板と、前記錐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、前記錐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、

第2連結部を介して前記枠体部を連結した固定部を設けるとともに前記固定部にて実装基板に実装し、かつ、前記第1連結部と前記第2連結部とは互いに直交方向に配置するとともに前記第1連結部の厚みおよび前記第2連結部の厚みを前記錐部の厚みよりも薄くした慣性力センサ。

**【請求項 2】**

前記固定部は、前記枠体部を内方とする枠体形状とした請求項1記載の慣性力センサ。

**【請求項 3】**

前記検出素子は、対称形状とした請求項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連結部とともに前記第2アームの先端部に前記錐部を連結しており、前記角速度検出部では、前記錐部を駆動振動させ、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、従来の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は従来の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、従来の加速度センサは、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、錐部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58とを有しており、この固定部58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、一対の可撓部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る。

**【0006】**

可撓部56には歪抵抗素子58を設けており、錐部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】**

10

20

30

40

50

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、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。

【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。

20

【0012】

このとき、図9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ため、可撓部56に撓みが生じるが、この撓み量は小さく歪抵抗素子58の抵抗値変化も小さいものであり、検出感度が小さいという問題点を有していた。

30

【0013】

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】

【0014】

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、前記錘部を内方に配置した枠体部と、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、第2連結部を介して前記枠体部を連結した固定部を設けるとともに前記固定部にて実装基板に実装し、かつ、前記第1連結部と前記第2連結部とは互いに直交方向に配置するとともに前記第1連結部の厚みおよび前記第2連結部の厚みを前記錘部の厚みよりも薄くした構成である。

40

【発明の効果】

【0015】

上記構成により、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、例えば、X軸方向に第1連結部を配置しY軸方向に第2連結部を配置した場合、Y軸方向に加速度が生じると、第1連結部を中心軸にして錘部はX軸周りに回転しようとするため、錘部と対向基板の対向電極間の静電容量が変化する。錘部がX軸周りに回転するのは、第1連結部の厚みが錘部

50

の厚みよりも薄いので、Z軸方向における錘部の重心位置と第1連結部の重心位置がずれ、錘部の重心が第1連結部の周りを回転しようとして、第1連結部がねじれることに起因する。この第1連結部のねじれは、加速度が生じれば容易に発生するので、対向電極間の静電容量の変化も生じやすく、検出感度を向上できるものである。

## 【0016】

また、X軸方向に加速度が生じると、第1連結部と直交方向に配置した第2連結部を中心軸にして、錘部はY軸周りに回転しようとするため、錘部と対向基板の対向電極間の静電容量が変化する。錘部がY軸周りに回転するのは、第2連結部の厚みが錘部の厚みよりも薄いので、Z軸方向における錘部の重心位置と第2連結部の重心位置がずれ、錘部の重心が第2連結部の周りを回転しようとして、第2連結部がねじれることに起因する。この第2連結部のねじれは、加速度が生じれば容易に発生するので、対向電極間の静電容量の変化も生じやすく、検出感度を向上できるものである。

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、Y軸方向の加速度は第1連結部を中心軸にして錘部がX軸周りに回転することにより検出され、X軸方向の加速度は第2連結部を中心軸にして錘部がY軸周りに回転することにより検出され、各々、独立して検出することができ、検出低下を抑制できる。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0018】

(実施の形態1)

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、この検出素子1は、第1連結部を介して錘部2を連結するとともに内方に配置した枠体形状の枠体部4と、錘部2と対向させた対向基板6と、第2連結部を介して枠体部4を連結するとともに内方に配置し、実装基板に固定するための枠体形状の固定部7を有する。

## 【0020】

具体的には、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の一端が支持部12にて支持され、2つの第1アーム8の他端が枠体部4に連結されている。第2アーム10は第2アーム10自身と対向するまでU字状に折曲され、折曲された第2アーム10の先端部に錘部2が連結されている。第1アーム8と支持部12とは略同一直線上に配置され、第1アーム8および第2アーム10は検出素子1の中心に対して対称配置されている。

30

## 【0021】

また、枠体部4は固定アーム11にて固定部7と連結されており、第1アーム8が第1連結部に相当し、固定アーム11が第2連結部に相当する。第1アーム8および固定アーム11の厚みは第2アーム10や錘部2の厚みよりも非常に薄く形成しており、かつ、第1アーム8と固定アーム11とは互いに直交方向に配置している。

40

## 【0022】

さらに、錘部2に対向させて対向基板6を配置し、錘部2と対向基板6の各々の対向面には、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2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。

## 【0023】

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、

50

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)が枠体部4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気的に接続される。

#### 【0024】

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。

#### 【0025】

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、それに伴って錐部2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つの錐部2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。

10

#### 【0026】

このとき、例えば、Z軸の左周りに角速度が生じた場合は、錐部2の駆動振動と同調して、錐部2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軸の左周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。

20

#### 【0027】

次に、加速度検出部について説明する。

#### 【0028】

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6をXY平面に配置した場合、加速度が発生していないければ、対向基板6と錐部2の対向面の第1対向電極14の対向距離(H1)と、対向基板6と錐部2との対向面の第2対向電極16の対向距離(H2)は等しい、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の対向距離も等しくなる。

30

#### 【0029】

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、錐部2はY軸方向に配置された第2アーム10を中心軸にしてY軸周りに回転しようとする。この結果、対向基板6と錐部2の対向面の第1対向電極14の対向距離(H1)が小さくなり、対向基板6と錐部2との対向面の第2対向電極16の対向距離(H2)が大きくなる。第3対向電極18の対向距離と第4対向電極20の対向距離も同様である。

30

#### 【0030】

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6をXY平面に配置した場合、加速度が発生していないければ、対向基板6と錐部2の対向面の第1対向電極14の対向距離(H1)と、対向基板6と錐部2との対向面の第3対向電極18の対向距離(H2)は等しい、図示していないが、第2対向電極16の対向距離と第4対向電極20の対向距離も等しくなる。

40

#### 【0031】

このとき、Y軸方向に加速度が生じた場合、図1、図8に示すように、錐部2はX軸方向に配置された第1連結部の第1アーム8を中心軸にしてX軸周りに回転しようとするため、例えば、第3、第4対向電極18、20の対向距離が大きくなり、第1、第2対向電極14、16の対向距離が小さくなる。

#### 【0032】

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。

#### 【0033】

50

上記構成により、加速度検出部によって、錘部2と対向基板6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。

#### 【0034】

また、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸において、例えば、X軸方向に第1連結部を配置しY軸方向に第2連結部を配置した場合、Y軸方向に加速度が生じると、第1連結部を中心軸にして錘部2はX軸周りに回転しようとするため、錘部2と対向基板6の対向電極間の静電容量が変化する。錘部2がX軸周りに回転するのは、第1連結部の厚みが錘部2の厚みよりも薄いので、Z軸方向における錘部の重心位置と第1連結部の重心位置がずれ、錘部2の重心が第1連結部の周りを回転しようとして、第1連結部がねじれることに起因する。この第1連結部のねじれは、加速度が生じれば容易に発生するので、対向電極間の静電容量の変化も生じやすく、検出感度を向上できるものである。

10

#### 【0035】

さらに、X軸方向に加速度が生じると、第1連結部と直交方向に配置した第2連結部を中心軸にして、錘部2はY軸周りに回転しようとするため、錘部2と対向基板6の対向電極間の静電容量が変化する。上記と同様に、錘部2がY軸周りに回転するのは、第2連結部の厚みが錘部2の厚みよりも薄いので、Z軸方向における錘部2の重心位置と第2連結部の重心位置がずれ、錘部2の重心が第2連結部の周りを回転しようとして、第2連結部がねじれることに起因する。この第2連結部のねじれは、加速度が生じれば容易に発生するので、対向電極間の静電容量の変化も生じやすく、検出感度を向上できるものである。

20

#### 【0036】

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、Y軸方向の加速度は第1連結部を中心軸にして錘部2がX軸周りに回転することにより検出され、X軸方向の加速度は第2連結部を中心軸にして錘部2がY軸周りに回転することにより検出され、各々、独立して検出することができる所以、検出低下を抑制できる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0037】

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。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0038】

【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

【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

40

【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】従来の検出素子の平面図

【図10】図9のA-A断面図

【図11】図9のB-B断面図

#### 【符号の説明】

#### 【0039】

1 検出素子

2 锤部

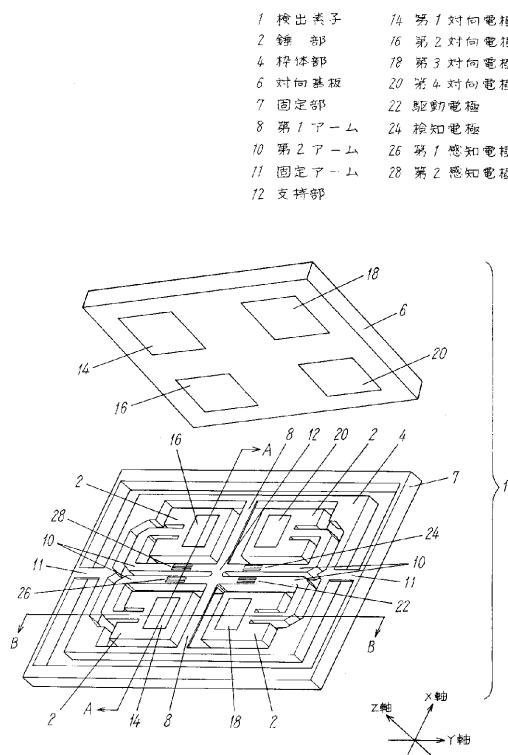
4 枠体部

50

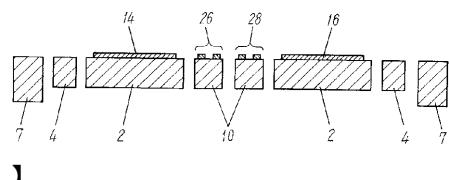
- 6 対向基板  
 7 固定部  
 8 第1アーム  
 10 第2アーム  
 11 固定アーム  
 12 支持部  
 14 第1対向電極  
 16 第2対向電極  
 18 第3対向電極  
 20 第4対向電極  
 22 駆動電極  
 24 検知電極  
 26 第1感知電極  
 28 第2感知電極

10

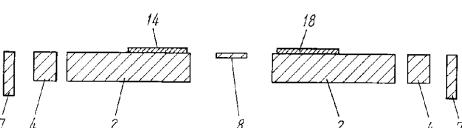
〔 図 1 〕



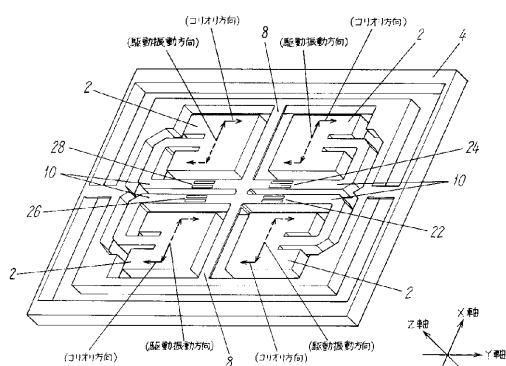
〔 四 2 〕



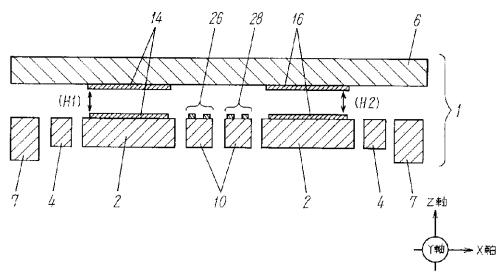
【 図 3 】



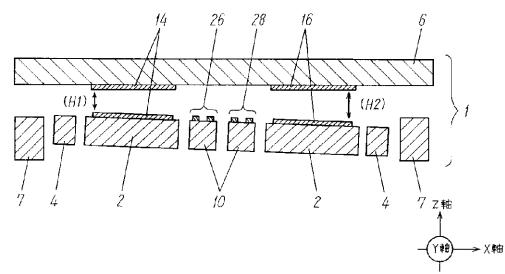
【図4】



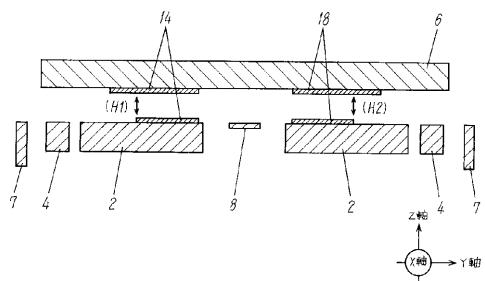
【図 5】



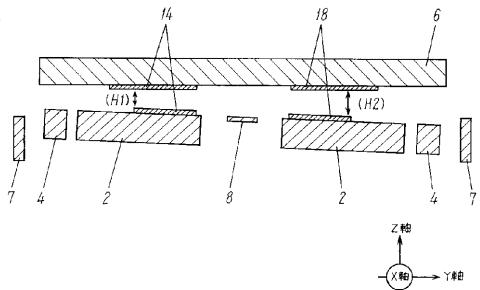
【図 6】



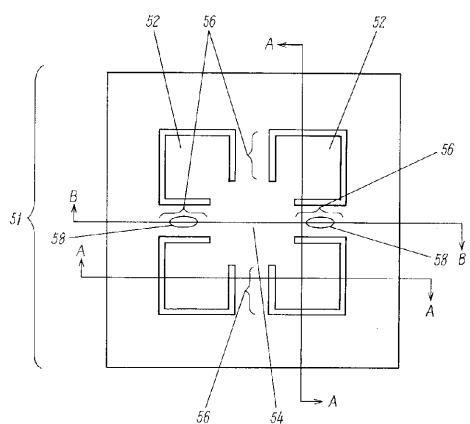
【図 7】



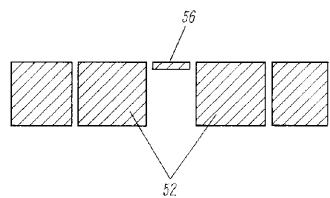
【図 8】



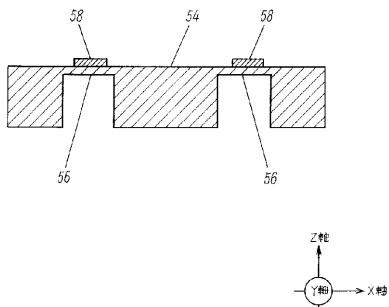
【図 9】



【図 10】



【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 大内 智

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内

Fターム(参考) 2F105 AA02 AA03 BB02 CC04 CD02 CD05