

(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2009-222475

(P2009-222475A)

(43) 公開日 平成21年10月1日(2009.10.1)

(51) Int.Cl.

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

F 1

GO 1 C 19/56  
 GO 1 P 9/04  
 GO 1 P 15/125  
 GO 1 P 15/00

テーマコード(参考)

2 F 1 O 5

Z

K

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2008-65383 (P2008-65383)

(22) 出願日

平成20年3月14日 (2008.3.14)

(71) 出願人 000005821

パナソニック株式会社

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 石田 貴巳

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

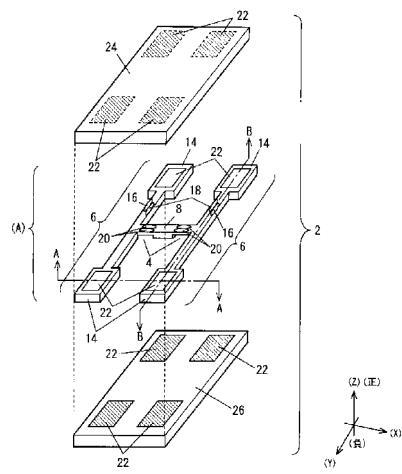
(54) 【発明の名称】複合センサ

## (57) 【要約】

【課題】角速度や加速度を検出するにあたり、実装面積を低減して小型化を図れる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】角速度検出部と加速度検出部とを有し、検出素子2は、第1アーム4と第2アーム6とを直交方向に連結して形成した直交アームと、第1アーム4の一端を支持する支持部8とを有し、互いに直交するX、Y、Z軸において、第1アーム4をX軸方向に配置し、第2アーム6をY軸方向に配置し、角速度検出部は、第2アーム6をX軸方向に振動させ、角速度に起因した検出素子2の状態変化に基づき角速度を検出しており、加速度検出部は、加速度に起因した検出素子2の状態変化に基づき加速度を検出しており、第1アーム4の厚みを支持部8の厚みよりも薄くした構成である。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

加速度検出部と角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アームと第2アームとを直交方向に連結して形成した直交アームと  
、前記第1アームの一端を支持する支持部とを有し、  
互いに直交するX、Y、Z軸において、前記第1アームをX軸方向に配置し、前記第2アームをY軸方向に配置し、  
前記角速度検出部は、前記第2アームをX軸方向に振動させ、角速度に起因した前記検出素子の状態変化に基づき角速度を検出しており、  
前記加速度検出部は、加速度に起因した前記検出素子の状態変化に基づき加速度を検出してあり、  
前記第1アームの厚みを前記支持部の厚みよりも薄くした複合センサ。

**【請求項 2】**

複数の直交アームを設け、前記検出素子は対称形状とした請求項1記載の複合センサ。

**【請求項 3】**

前記第2アームの厚みを前記第1アームの厚みよりも厚くした請求項1記載の複合センサ。  
。

**【請求項 4】**

前記第2アームの先端部は錐部とし、前記第2アームは一方の先端部の錐部から他方の先端部の錐部まで同等の厚みとした請求項3記載の複合センサ。

**【請求項 5】**

前記第2アームに対向する対向部を設け、前記第2アームと前記対向部の各々の対向面に  
対向電極を配置し、前記加速度検出部は、加速度に起因した前記第2アームと前記対向部  
の対向電極間の静電容量変化に基づき、加速度を検出する請求項1記載の複合センサ。

**【請求項 6】**

前記対向部は、Z軸の方向に配置した対向基板であって、前記対向基板と前記第2アーム  
との対向面に前記対向電極を設けた請求項5記載の複合センサ。

**【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角速度や加速度を検出する複合センサに関する。

**【背景技術】****【0002】**

以下、従来の複合センサについて説明する。

**【0003】**

従来、角速度と加速度を検出する場合は、角速度を検出するには専用の角速度センサを用い、加速度を検出するには専用の加速度センサを用いていた。

**【0004】**

したがって、各種電子機器において、角速度と加速度とを複合して検出する場合は、複数の角速度センサと加速度センサを各種電子機器の実装基板に各々実装していた。

**【0005】**

一般に、角速度センサは、音さ形状やH形状やT形状等、各種の形状の検出素子を振動させて、コリオリ力の発生に伴う検出素子の状態変化を電気的に検知して角速度を検出するものであり、加速度センサは、加速度に伴う検出素子の状態変化を検知して加速度を検出するものである。

**【0006】**

このような角速度センサや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。

**【0007】**

10

20

30

40

50

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および特許文献2が知られている。

【特許文献1】特開2001-208546号公報

【特許文献2】特開2001-74767号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記構成では、検出したい角速度や加速度の検出軸に対応させて、角速度センサおよび加速度センサを実装基板に各々実装するので実装面積を確保する必要があり、小型化を図れないという問題点を有していた。

10

【0009】

本発明は上記問題点を解決し、角速度や加速度を検出するにあたり、実装面積を低減して小型化を図った複合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】

【0010】

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アームと第2アームとを直交方向に連結して形成した直交アームと、前記第1アームの一端を支持する支持部とを有し、互いに直交するX、Y、Z軸において、前記第1アームをX軸方向に配置し、前記第2アームをY軸方向に配置し、前記角速度検出部は、前記第2アームをX軸方向に振動させ、角速度に起因した前記検出素子の状態変化に基づき角速度を検出しており、前記加速度検出部は、加速度に起因した前記検出素子の状態変化に基づき加速度を検出しており、前記第1アームの厚みを前記支持部の厚みよりも薄くした構成である。

20

【発明の効果】

【0011】

上記構成により、角速度を検出するための角速度検出部と加速度を検出するための加速度検出部とを1つの検出素子に形成しているので、実装面積を低減でき小型化を図れる。

【0012】

また、第1アームの厚みを支持部の厚みよりも薄くしているので、加速度がZ軸方向に生じた際、第1アームがZ軸方向に撓みやすく、それに伴って第2アームもZ軸方向に変位しやすくなる。すなわち、第1アームに歪抵抗素子を配置して抵抗値変化を検出したたり、第2アームと対向するよう対向電極を配置して静電容量変化を検出したたりすれば、加速度に起因した検出素子の状態変化に基づく加速度を容易に検出できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は本発明の一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。

【0014】

本発明の一実施の形態における複合センサは、角速度検出部と加速度検出部を有する検出素子2を備えている。

【0015】

図1～図3において、検出素子2は、第1アーム4を第2アーム6に直交方向に連結して形成した2つの直交アームと、2つの第1アーム4の一端を支持する支持部8とを有している。第2アーム6の先端部は中央部よりも幅を広くした錐部14とし、第1アーム4と支持部8とを略同一直線上に配置するとともに、第1アーム4および第2アーム6を検出素子2の中心に対して対称配置している。

40

【0016】

この第1アーム4は支持部8の厚みおよび第2アーム6の厚みよりも薄く形成するとともに、第2アーム6は一方の先端部の錐部14から他方の先端部の錐部14まで同等の厚みとし、支持部8にて実装している。

【0017】

50

また、互いに直交するX軸とY軸とZ軸において、第1アーム4をX軸方向に配置するとともに第2アーム6をY軸方向に配置した場合、Y軸の正側における互いに対向する第2アーム6には、Y軸の正側における2つの錐部14を互いに逆方向に駆動振動させる第1駆動電極16と第2駆動電極18を配置し、X軸方向に配置した第1アーム4には、第1アーム4の歪を感知する感知電極20を配置している。これら第1、第2駆動電極16、18、感知電極20は、圧電層を介在させた上部電極と下部電極とから形成している。

#### 【0018】

さらに、図1～図3において、第1、第2アーム4、6、錐部14をZ軸方向で挟むように、Z軸の正側に配置した第1対向基板24とZ軸の負側に配置した第2対向基板26とを設けている。これら第1、第2対向基板24、26は、第2アーム6の錐部14と対向する対向部となる。第1アーム4により第2アーム6および支持部8を中空保持して、第1、第2対向基板24、26が互いに接触しないように一定の間隔を設けるとともに、錐部14と第1対向基板24の各々の対向面に対向電極22を配置している。第2アーム6の錐部14と第1対向基板24との間隔は、対向電極22により静電容量変化を検出するため、近接させるようにしている。第2アーム6の錐部14と第2対向基板26との間隔は、錐部14をX軸方向に円滑に振動させるために、一定の間隔を確保するようにしている。

#### 【0019】

次に、角速度の検出について説明する。

#### 【0020】

図4は図1の(A)部の拡大平面図、図5(a)(b)は図1の(A)部の駆動状態を示す拡大平面図、図6(a)(b)は図1の(A)部にコリオリ力が発生した際の駆動状態を示す拡大平面図である。

#### 【0021】

互いに直交するX軸とY軸とZ軸において、図4に示すように、第1アーム4をX軸方向に配置するとともに第2アーム6をY軸方向に配置した場合、第1、第2駆動電極16、18に交流電圧を印加して、第1、第2駆動電極16、18が配置された第2アーム6を起点に第2アーム6を駆動振動させ、それに伴って錐部14も第2アーム6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)に駆動振動させている。図5(a)(b)に示すように、2つの第1駆動電極16には互いに同位相の交流電圧を印加し、2つの第2駆動電極18には互いに同位相の交流電圧を印加し、第1駆動電極16と第2駆動電極18とは互いに逆位相の交流電圧を印加し、Y軸の正側の各々の第2アーム6の幅が広がったり狭まったりするよう互いに逆方向に振動させている。これに同調して、Y軸の負側に配置された2つの第2アーム6も互いに逆方向に振動し、Y軸を中心に対称に振動することになる。すなわち、4つの第2アーム6および4つの錐部14の全てが同調して第2アーム6の対向方向(駆動振動方向)に駆動振動し、この検出素子2における駆動振動方向はX軸方向となっている。

#### 【0022】

具体的な角速度の検出について説明する。

#### 【0023】

例えば、Z軸の右回りに角速度が生じた場合は、錐部14の駆動振動と同調して、図6(a)(b)に示すように、錐部14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)にコリオリ力が発生するので、第1アーム4にはZ軸の右回りの角速度に起因した歪が発生する。このとき、コリオリ力のかかる方向はY軸方向となる。コリオリ力が発生した場合、第1アーム4に配置した各々の感知電極20により第1アーム4の歪を感知し、この感知電極20の極性によってコリオリ力の発生方向を見極められる。例えば、第1アーム4の内側と外側に感知電極20をそれぞれ2つずつ配置し、第1アーム4の内側の歪と外側の歪の違いを感知させて、コリオリ力の発生方向を見極めればよい。第1アーム4の内側における歪の伸び率と外側における歪の伸び率とは異なるので、歪の違いを感知できる。Z軸の左回りの角速度が生じた場合も同様に第1

10

20

30

40

50

アーム4の歪を感知すればよい。このように、角速度検出部は角速度に起因した検出素子2の状態変化を第1アーム4の歪として感知することにより角速度を検出することができる。

#### 【0024】

次に、加速度の検出について説明する。

#### 【0025】

互いに直交するX軸とY軸とZ軸において、第1アーム4をX軸方向に配置するとともに第2アーム6をY軸方向に配置し、Z軸方向に加速度が生じた場合は、図7に示すように、錐部14の全てがZ軸方向に変位しようとする。このとき、第1対向基板24と錐部14との対向距離(H1)が小さくなり、Y軸の正の方向に配置されたすべての対向電極22間の静電容量が大きくなるように変化し、第2対向基板26と錐部14との対向距離(H2)が大きくなり、Y軸の負の方向に配置されたすべての対向電極26間の静電容量が小さくなるように変化する。

10

#### 【0026】

このように、加速度検出部は、加速度に起因した検出素子2の状態変化を対向電極22間の静電容量の変化として感知することにより加速度を検出することができる。

#### 【0027】

上記構成により、本発明の一実施の複合センサでは、角速度を検出するための角速度検出部と加速度を検出するための加速度検出部とを1つの検出素子に形成しているので、実装面積を低減でき小型化を図れる。

20

#### 【0028】

また、第1アーム4の厚みを支持部8の厚みよりも薄くしているので、加速度がZ軸方向に生じた際、第1アーム4がZ軸方向に撓みやすく、それに伴って第2アーム6もZ軸方向に変位しやすくなる。すなわち、第2アーム6と対向するように配置した対向電極22の静電容量変化を検出すれば、加速度に起因した検出素子2の状態変化に基づく加速度を容易に検出できる。または、第1アーム4に歪抵抗素子を配置して抵抗値変化を検出してもよい。

#### 【0029】

さらに、本発明の実施の形態では、図1に示すように、第2アーム6の厚みを第1アーム4の厚みよりも厚くし、第2アーム6の一方の先端部の錐部14から他方の先端部の錐部14まで同等の厚みとしている。これによって、検出素子2における角速度検出部の検出精度の劣化を抑制している。

30

#### 【0030】

上記構成では、図1のB-B断面図である図8に示すように、錐部14の間ににおける第2アーム6の厚み方向の重心位置(G1)と、錐部14の重心位置(G2)とが同一の高さとなる。一方、他の実施の形態として、図8における第2アーム6の先端部の両錐部14の間ににおける厚みを、図9に示すように第1アーム4の厚みと同様に薄くした構成では、錐部14の間ににおける第2アーム6の厚み方向の重心位置(G1)と、錐部14の重心位置(G2)とが同一の高さでなくなってしまう。

40

#### 【0031】

すなわち、図9において、錐部14の間ににおける第2アーム6の厚み方向の重心位置(G1)と、錐部14の重心位置(G2)とが同一の高さに位置していないので、錐部14がX軸方向に駆動振動する際に、撓み振動を発生しやすくなる。すなわち、駆動振動面が少し傾斜して、角速度センサとしての検出精度が劣化しやすくなる恐れがある。

#### 【0032】

したがって、図8に示すように、錐部14の間ににおける第2アーム6の厚み方向の重心位置(G1)と、錐部14の重心位置(G2)とを同一高さになるようにした方が、角速度検出部としての検出精度の劣化を抑制できるものである。その他の点については、本発明の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

#### 【0033】

50

また図9において、加速度検出部としては、錐部14の間における第2アーム6の厚み方向の重心位置(G1)と、錐部14の重心位置(G2)とが同一の高さでないため、X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向に加速度が加わった場合、第1アーム4および第2アーム6が撓みやすくなり、加速度検知感度を向上させることができる。

#### 【0034】

なお、本発明の実施の形態の他にも、例えば、図10～図14に示す構成でも同様の効果を得ることができる。

#### 【0035】

図10における検出素子2において、本発明の実施の形態と異なる点は、支持部8に第3アーム28を連結し、この第3アーム28と第1、第2対向基板24、26と対向する各々の対向面に対向電極22を設けた点である。第3アーム28は第2アーム6と同様に、第3アーム28の両先端部を錐部14とし、第1アーム4と同様に支持部8の厚みよりも薄く形成している。これにより、加速度の検出の際は、第3アーム28と第1、第2対向基板24、26との対向電極22間の静電容量変化を検出でき、加速度の検出精度を向上できる。また、角速度の検出の際は、第1アーム4の歪に伴って、第3アーム28にも歪が伝達され、第3アーム28がX軸方向に振動するので、この第3アーム28の歪から角速度を検出してよい。

10

#### 【0036】

図11における検出素子2において、本発明の実施の形態と異なる点は、図10と同様の構成であるが、図11における検出素子2では、第2アーム6の厚みを第1アーム4の厚みと同様に薄くしている。この場合、X、Y、Z軸方向に加速度が加わった場合、第1アーム4および第2アーム6が撓みやすくなり、各軸の加速度検知感度を向上することができる。

20

#### 【0037】

図12における検出素子2において、本発明の実施の形態と異なる点は、図10における構成に加えて、第3アーム28と対向するように、支持部8に第4アーム30を連結し、この第4アーム30と第1、第2対向基板24、26と対向する各々の対向面に対向電極22を設けた構成である。第4アーム30は第2アーム6と同様に、第4アーム30の両先端部を錐部14とし、第1アーム4と同様に支持部8の厚みよりも薄く形成している。これにより、加速度の検出の際は、第3、第4アーム28、30と第1、第2対向基板24、26との対向電極22間の静電容量変化を検出でき、加速度の検出精度を向上できる。また、角速度の検出の際は、第1アーム4の歪に伴って、第3、第4アーム28、30にも歪が伝達され、第3、第4アーム28、30がX軸方向に振動するので、この第3、第4アーム28、30の歪から角速度を検出してよい。

30

#### 【0038】

図13における検出素子2において、本発明の実施の形態と異なる点は、第1アーム4と第2アーム6とを直交した直交アームにおいて、第1アーム4は、第2アーム6の交差部分から第1アーム4の一端側までの距離がほとんどなく、この第1アーム4の一端を支持部8に連結し、第2アーム6の交差部分から第1アーム4の他端側までの距離が非常に長く、この第1アーム4の他端を枠体32に連結した点と、第2アーム6の交差部分から第1アーム4の他端側までの厚みを薄く形成した点である。なお、第1アーム4は、第2アーム6の交差部分から第1アーム4の一端側までの距離を、第2アーム6の交差部分から第1アーム4の他端側までの距離よりも短く設定しておけばよい。

40

#### 【0039】

図14における検出素子2において、本発明の実施の形態と異なる点は、図13の構成において、第2アーム6をU字形状、コ字形状に折曲し、その先端部を錐部14とした点である。これにより、錐部14が駆動振動する際に、コリオリ力を受けやすくなり、角速度の検出精度を向上できる。

#### 【0040】

このように、検出素子2は本発明の実施の形態の他にも、図9～図14に示す構成でも

50

よく、同様の効果を得ることができる。

【0041】

また、図13、図14の検出素子2は、第1アーム4によって支持部8を中空保持しているが、本発明の実施の形態における検出素子2や、図9～図12に示す検出素子2においても、支持部8をリード端子やアーム等によって、中空保持するように配置してもよい。加速度検出時や角速度検出時に、検出素子2の状態が変化しても検出ができる程度に配置しておけばよい。

【0042】

なお、本発明の実施の形態では、第2アーム6の先端部を錐部14としたが、錐部14を設けない構成としてもよい。

10

【産業上の利用可能性】

【0043】

本発明に係る慣性力センサは、角速度や加速度を検出するにあたり、実装面積を低減して小型化を図れるので、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】

【0044】

【図1】本発明の一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

20

【図4】図1の(A)部の拡大平面図

【図5】図1の(A)部の駆動振動状態を示す拡大平面図

【図6】図1の(A)部にコリオリ力が発生した際の駆動振動状態を示す拡大平面図

【図7】加速度が発生した際の錐部の変位状態を示す図1のA-A断面図

【図8】重心位置を示す図1のB-B断面図

【図9】他の実態の形態における重心位置を示す検出素子の断面図

【図10】他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11】他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12】他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13】他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

30

【図14】他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

【符号の説明】

【0045】

2 検出素子

4 第1アーム

6 第2アーム

8 支持部

14 錐部

16 第1駆動電極

18 第2駆動電極

20 感知電極

22 対向電極

40

24 第1対向基板

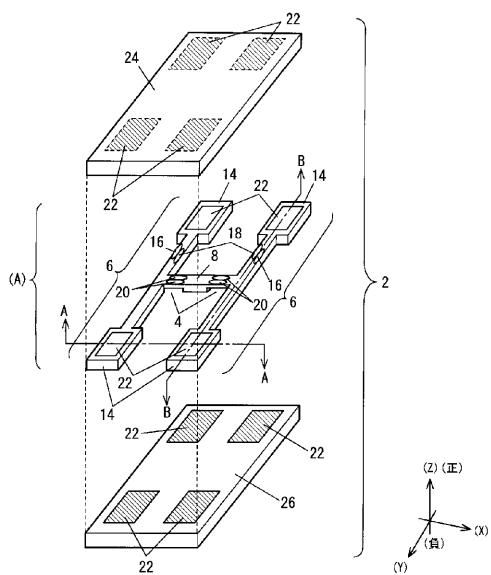
26 第2対向基板

28 第3アーム

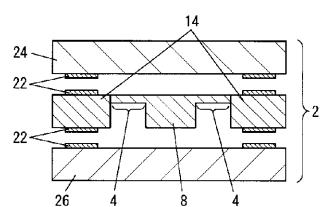
30 第4アーム

32 枠体

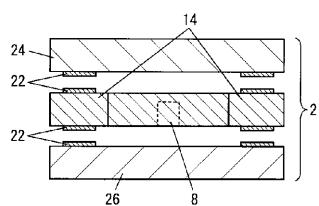
【図 1】



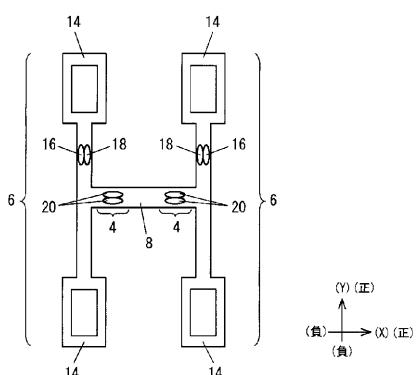
【図 2】



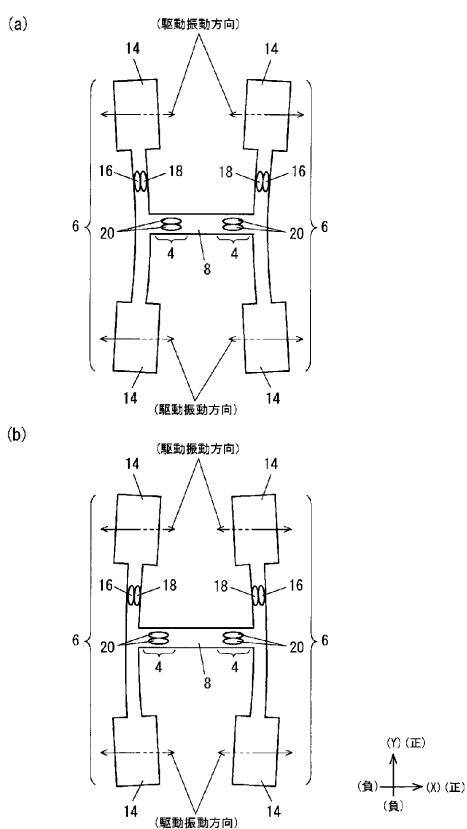
【図 3】



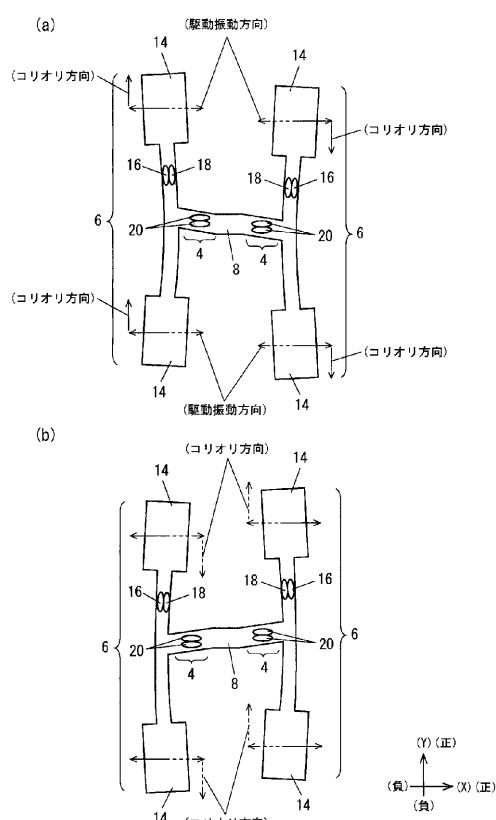
【図 4】



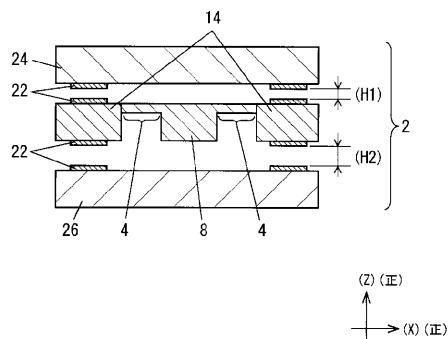
【図 5】



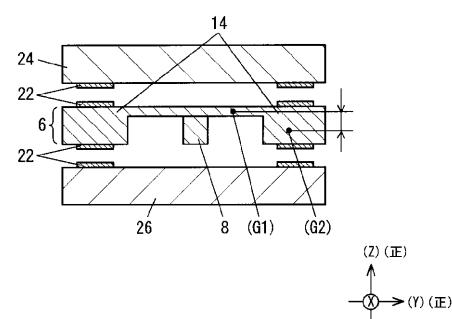
【図 6】



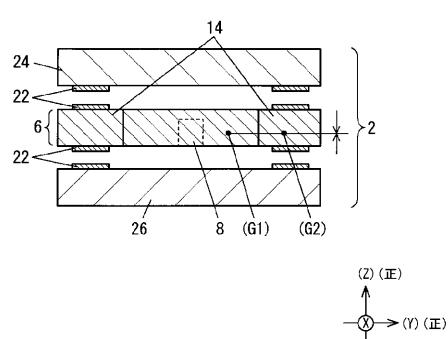
【図7】



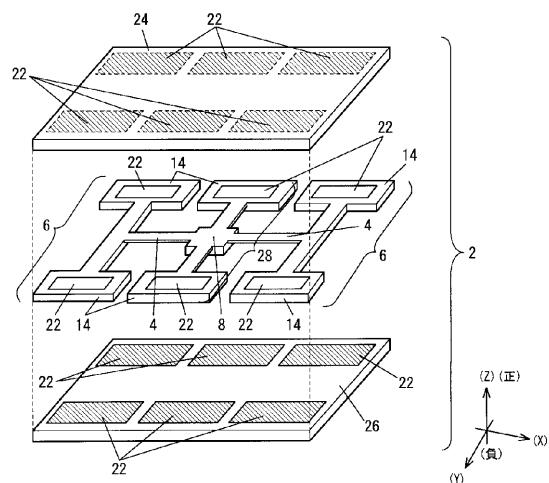
【図9】



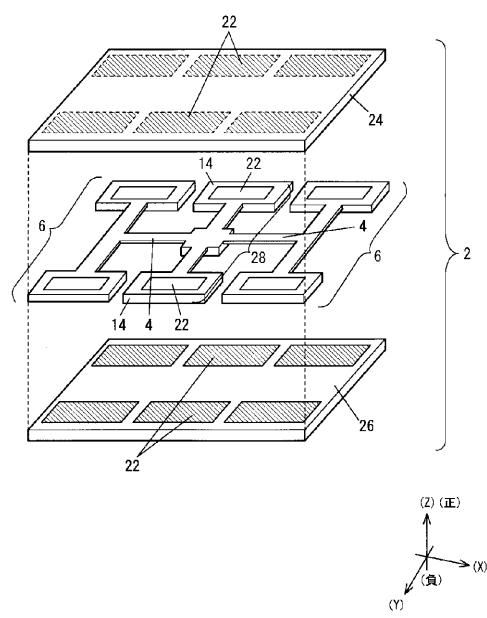
【図8】



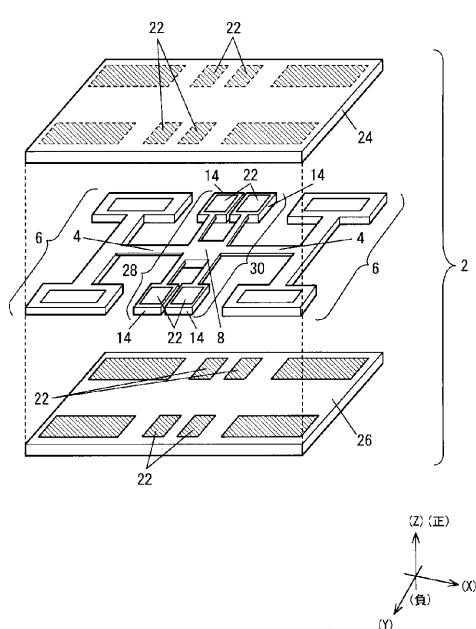
【図10】



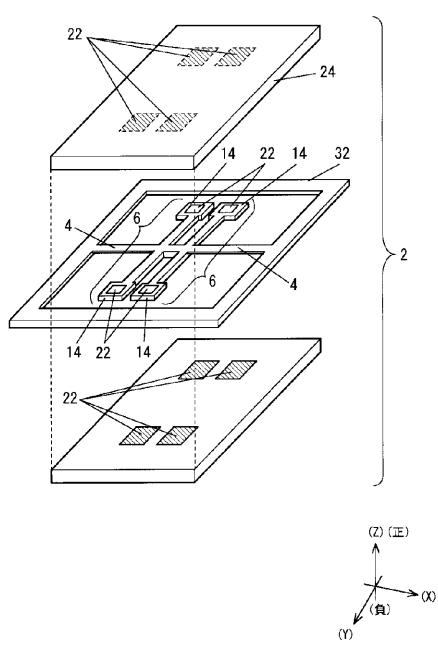
【図11】



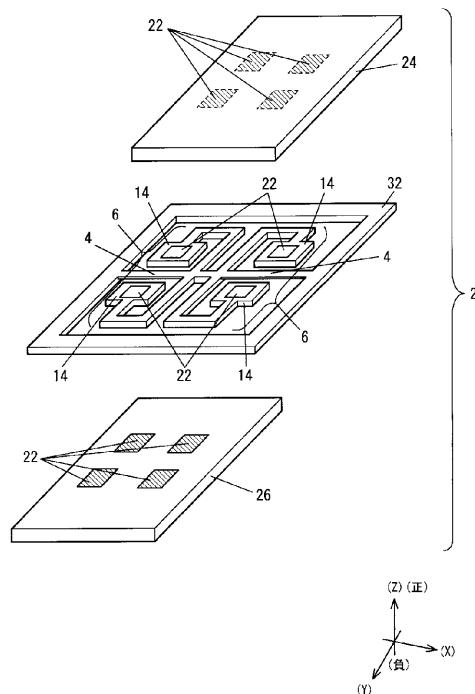
【図12】



【図 1 3】



【図 1 4】



---

フロントページの続き

(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内

Fターム(参考) 2F105 AA01 AA02 AA03 AA06 BB13 CC01 CC11 CD03 CD06 CD13