

(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2006-226802

(P2006-226802A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.	F I	テマコード (参考)
<b>GO 1 C 19/56 (2006.01)</b>	GO 1 C 19/56	2 F 1 0 5
<b>GO 1 P 9/04 (2006.01)</b>	GO 1 P 9/04	
<b>GO 1 P 15/10 (2006.01)</b>	GO 1 P 15/10	
<b>HO 1 L 41/08 (2006.01)</b>	HO 1 L 41/08 Z	
<b>HO 1 L 41/187 (2006.01)</b>	HO 1 L 41/18 1 O 1 D	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2005-40145 (P2005-40145)  
 (22) 出願日 平成17年2月17日 (2005.2.17)

(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 100103355  
 弁理士 坂口 智康  
 (74) 代理人 100109667  
 弁理士 内藤 浩樹  
 (72) 発明者 寺田 二郎  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電子部品株式会社内  
 (72) 発明者 石田 貴巳  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電子部品株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 複合センサ

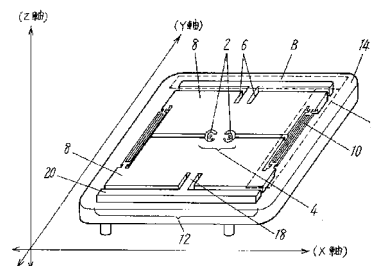
(57) 【要約】

【課題】角速度センサの実装面積と加速度センサの実装面積とを必要とせず、角速度センサと加速度センサとを複合して実装面積を低減し、実装基板の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。

【解決手段】角速度センサと加速度センサを有する複合センサであって、固定基部4に連結した2つの錘部8と、一方の錘部8に一端を連結するとともに、他方の錘部8に他端を連結した第1振動素子10と、錘部8に一端を連結した第2振動素子12とを設け、第1振動素子10および第2振動素子12を互いに駆動振動させ、錘部8の可動に起因して変化する第1振動素子10の駆動振動を検知して加速度を検出するとともに、コリオリ力に起因して変化する第2振動素子12の屈曲振動を検知して角速度を検出する構成である。

【選択図】 図1

- 2 支軸部
- 4 固定基部
- 5 溝
- 8 錘部
- 10 第1振動素子
- 12 第2振動素子
- 14 基板
- 18 第1アーム
- 20 第2アーム



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

角速度センサと加速度センサを有する複合センサであって、固定基部に連結した 2 つの錘部と、一方の前記錘部に一端を連結するとともに、他方の前記錘部に他端を連結した第 1 振動素子と、前記錘部に一端を連結した第 2 振動素子とを設け、前記第 1 振動素子および前記第 2 振動素子を互いに駆動振動させ、前記錘部の可動に起因して変化する前記第 1 振動素子の駆動振動を検知して加速度を検出するとともに、コリオリ力に起因して変化する前記第 2 振動素子の屈曲振動を検知して角速度を検出する複合センサ。

## 【請求項 2】

2 つの前記第 1 振動素子を前記固定基部に対して対向配置し、2 つの前記第 1 振動素子と前記固定基部とを一直線上に配置した請求項 1 記載の複合センサ。 10

## 【請求項 3】

2 つの前記第 1 振動素子の駆動振動における固有共振周波数の差を検知して加速度を検出する請求項 2 記載の複合センサ。

## 【請求項 4】

2 つの前記第 1 振動素子の駆動振動における駆動振動波の位相差を検知して加速度を検出する請求項 2 記載の複合センサ。

## 【請求項 5】

2 つの前記第 2 振動素子を前記固定基部に対して対向配置し、2 つの前記第 2 振動素子と前記固定基部とを一直線上に配置した請求項 1 記載の複合センサ。 20

## 【請求項 6】

2 つの前記第 1 振動素子を前記固定基部に対して対向配置するとともに、2 つの前記第 2 振動素子を前記固定基部に対して対向配置し、2 つの前記第 1 振動素子と前記固定基部とを結ぶ直線と、2 つの前記第 2 振動素子と前記固定基部とを結ぶ直線とを略直交させた請求項 1 記載の複合センサ。

## 【請求項 7】

前記錘部は外周縁から前記固定基部に向かって溝を有し、前記溝の底部に前記第 2 振動素子を連結した請求項 1 記載の複合センサ。

## 【請求項 8】

前記第 1 振動素子は複数の線條体を併設したスリット形状であって、隣接する前記線條体を互いに逆方向に駆動振動させた請求項 1 記載の複合センサ。 30

## 【請求項 9】

第 2 振動素子は互いに略直交させ連結した第 1 アームと第 2 アームとを有する T 形状であって、前記第 1 アームを前記錘部に連結し、前記第 2 アームを駆動振動させた請求項 1 記載の複合センサ。

## 【請求項 10】

前記固定基部は、基板実装用の 2 つの支軸部を有し、前記支軸部の間に前記錘部を連結した請求項 1 記載の複合センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】 40

## 【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センサおよび加速度センサを複合した複合センサに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

以下、従来 of 複合センサについて説明する。

## 【0003】

従来 of 複合センサは、角速度センサと加速度センサとを実装基板に各々実装して複合センサとしていた。

## 【0004】

従来の角速度センサは、例えば、音さ形状やH形状やT形状等、各種の形状の振動子を振動させて、コリオリ力の発生に伴う振動子の歪を電氣的に検知して角速度を検出する。

## 【0005】

また、従来の加速度センサは、錘部を有し、加速度に伴う錘部の可動を、可動前と比較検知して加速度を検出する。

## 【0006】

このような角速度センサや加速度センサは、車両に搭載したナビゲーション装置や車両制御装置等に用いられる。

## 【0007】

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】

上記構成の複合センサは、角速度センサと加速度センサとを各々実装基板に実装したものであり、角速度センサの実装面積と加速度センサの実装面積とを確保する必要があり、実装基板の小型化を図れないという問題点を有していた。

## 【0009】

本発明は上記問題点を解決し、角速度センサの実装面積と加速度センサの実装面積とを必要とせず、角速度センサと加速度センサとを複合して実装面積を低減し、実装基板の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、固定基部に連結した2つの錘部と、一方の前記錘部に一端を連結するとともに他方の前記錘部に他端を連結した第1振動素子と、前記錘部に一端を連結した第2振動素子とを設け、前記第1振動素子および前記第2振動素子を互いに駆動振動させ、前記錘部の可動に起因して変化する前記第1振動素子の駆動振動を検知して加速度を検出するとともに、コリオリ力に起因して変化する前記第2振動素子の屈曲振動を検知して角速度を検出する構成としたものである。

## 【発明の効果】

## 【0011】

上記構成により、固定基部に連結した2つの錘部と、一方の錘部に一端を連結するとともに、他方の錘部に他端を連結した第1振動素子と、錘部に一端を連結した第2振動素子とを設け、これら第1振動素子および第2振動素子を互いに駆動振動させるので、加速度センサとしては、錘部の可動に起因して変化する第1振動素子の駆動振動を検知して加速度を検出することができ、角速度センサとしては、第2振動素子の屈曲振動を検知して角速度を検出することができる。

## 【0012】

すなわち、角速度センサと加速度センサとを複合でき、実装面積を低減して実装基板の小型化を図ることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0013】

以下、実施の形態を用いて、本発明の全請求項に記載の発明について、図面を参照しながら説明する。

## 【0014】

図1は本発明の一実施の形態におけるケース未装着の複合センサの斜視図、図2は図1のA部の斜視図、図3は図2のA-A断面図、図4は図1のB部の斜視図、図5は図4の

10

20

30

40

50

A - A 断面図、図 6 は図 4 の B - B 断面図、図 7 は図 1 の A 部の駆動状態と動作状態を示す斜視図、図 8 は加速度検出回路図、図 9 は第 1 振動素子の駆動時における駆動信号の波形図、図 10 は図 1 の B 部の駆動状態を示す斜視図、図 11 は図 1 の B 部の動作状態を示す斜視図、図 12 は図 1 の B 部の駆動状態を示す斜視図、図 13 は角速度検出回路図である。

【0015】

図 1 ~ 図 3 において、本発明の一実施の形態におけるケース未装着の複合センサは、角速度センサと加速度センサを有する複合センサであって、基板実装用の 2 つの支軸部 2 を有する固定基部 4 と、この 2 つの支軸部 2 の間に連結するとともに、外周縁から 2 つの支軸部 2 の間に向かって溝 6 を設けた 2 つの錘部 8 と、一方の錘部 8 に一端を連結するとともに、他方の錘部 8 に他端を連結した 2 つの第 1 振動素子 10 と、錘部 8 に設けた溝 6 の底部に一端を連結した 2 つの第 2 振動素子 12 と、信号処理回路が搭載され固定基部 4 の 2 つの支軸部 2 を取り付け支持した基板 14 とを備えている。そして、第 1 振動素子 10 および前記第 2 振動素子 12 を互いに駆動振動させ、錘部 8 の可動に起因して変化する第 1 振動素子 10 の駆動振動を検知して加速度を検出するとともに、コリオリ力に起因して変化する第 2 振動素子 12 の屈曲振動を検知して角速度を検出している。

10

【0016】

この第 1 振動素子 10 は 3 つの線条体 16 を併設したスリット形状とし、第 2 振動素子 12 は互いに略直交させ連結した第 1 アーム 18 と第 2 アーム 20 とを有する T 形状としており、2 つの錘部 8、2 つの第 1 振動素子 10、2 つの第 2 振動素子 12 は、互いに固定基部 4 に対して対向配置するとともに、2 つの第 1 振動素子 10、2 つの第 2 振動素子 12 は、2 つの第 1 振動素子 10 と固定基部 4 とを結ぶ直線と、2 つの第 2 振動素子 12 と固定基部 4 とを結ぶ直線とが略直交になるように配置している。このような配置により、互いに略直交した X 軸と Y 軸と Z 軸において、2 つの第 1 振動素子 10 を X 軸上に配置するとともに 2 つの第 2 振動素子 12 を Y 軸上に配置すると、2 つの錘部 8 は X 軸に対して線対称に配置される。

20

【0017】

第 1 振動素子 10 において、3 つの線条体 16 の 2 つには、駆動振動を与えるための駆動電極を配置し、残りの 1 つには駆動振動を検知する検出電極を配置し、共に、シリコン板 22 の上に Pt の下部電極 24 を高周波スパッタにて形成し、この下部電極 24 の上部に高周波スパッタにて PZT 圧電体 26 を形成し、さらに、上部に Au 蒸着で上部電極 28 を形成している。この駆動電極に対して、下部電極 24 と上部電極 28 にシリコンが共振する共振周波数の交流電圧を印加すると、PZT 圧電体 26 の伸縮が生じ、2 つの線条体 16 が駆動振動する。線条体 16 が駆動振動する際は、3 つの線条体 16 が互いに影響し合うので、検出電極を配置した線条体 16 から駆動振動を検知する。

30

【0018】

また、図 4 ~ 図 6 において、第 2 振動素子 12 には、第 1 振動素子 10 と同様に、駆動振動を与えるための駆動電極を配置し、さらに、角速度に起因する屈曲振動を検出するための検出電極を配置している。第 1 アーム 18 には、駆動負電極 30 を 2 つの駆動正電極 32 で挟むように、駆動正電極 32 および駆動負電極 30 を配置するとともに、これら、駆動正電極 32 と駆動負電極 30 を挟むように、検出正電極 34 と検出負電極 36 を配置している。第 2 アーム 20 には、第 1 アーム 18 に配置した駆動負電極 30 を T 形状に配置し、駆動正電極 32 を L 形状に配置している。2 つの駆動正電極 32 の内、一方の駆動正電極 32 は駆動振動をモニタするモニタ正電極とし、駆動負電極 30 をモニタ負電極として共用してもよい。

40

【0019】

この第 2 振動素子 12 は、シリコン板 22 の上に Pt の下部電極 24 を高周波スパッタにて形成し、この下部電極 24 の上部に高周波スパッタにて PZT 圧電体 26 を形成し、さらに、上部に Au 蒸着で上部電極 28 を形成している。上部電極 28 は駆動正電極 32 と駆動負電極 30 からなり、シリコンが共振する共振周波数の交流電圧を印加すると、駆

50

動正電極 32 側と駆動負電極 30 側の各々において、P Z T 圧電体 26 の伸縮が生じ、第 2 アーム 20 が駆動振動する。

【0020】

次に、第 1 振動素子 10 の駆動振動と加速度が生じた場合の動作について説明する。

【0021】

図 7 に示すように、第 1 振動素子 10 を矢印方向に互いに駆動振動させる。第 1 振動素子 10 は、3 つの線条体 16 の内、隣接する線条体 16 の駆動方向を互いに逆方向にしており、線条体 16 を Z 軸の (+ Z) 方向と (- Z) 方向とに交互に繰り返すように駆動振動させる。この駆動振動をさせた状態で、錘部 8 の可動に起因して変化する第 1 振動素子 10 の駆動振動を検知して加速度を検出する。

10

【0022】

例えば、図 1、図 7 に示すように、X 軸の (- X) 方向側へ加速度が生じる (2 つの錘部 8 が X 軸の (+ X) 方向へ可動しようとする) と、(+ X) 方向側の第 1 振動素子 10 には矢印方向 (A) に圧縮応力が生じる。このとき、(- X) 方向側の第 1 振動素子 10 には、逆に引張応力が生じる。

【0023】

また、X 軸の (+ X) 方向側へ加速度が生じる (2 つの錘部 8 が X 軸の (- X) 方向へ可動しようとする) と、(+ X) 方向側の第 1 振動素子 10 には矢印方向 (B) に引張応力が生じる。このとき、(- X) 方向側の第 1 振動素子 10 には、逆に圧縮応力が生じる。

20

【0024】

2 つの第 1 振動素子 10 には、錘部 8 の可動に応じて互いに異なる張力が加わり、2 つの第 1 振動素子 10 の固有共振周波数が、錘部 8 の可動前の状態と比較すると変化する (一方の第 1 振動素子 10 の駆動振動波の周波数が高くなり、他方の第 1 振動素子 10 の駆動振動波の周波数が低くなる) ので、この固有共振周波数の差を検知すれば加速度を検出することができる。

【0025】

また、2 つの第 1 振動素子 10 の駆動振動波の位相が、錘部 8 の可動前の状態と比較すると変化する (- 方の第 1 振動素子 10 の駆動振動波の位相が進み、他方の第 1 振動素子 10 の駆動振動波の位相が遅れる) ので、この駆動振動波の差を検知しても加速度を検出することができる。

30

【0026】

上記の加速度を検出する際、例えば、図 8 に示すような加速度検出回路を用い、2 つの第 1 振動素子 10 の駆動振動波に基づく各々の駆動信号を同期検波して検出する。この加速度検出回路の第 1 振動素子 10 には、抵抗 38、増幅器 40、バンドパスフィルタ 42、A G C 回路 44、同期検波回路 46、ローパスフィルタ 48 とを接続しており、第 1 振動素子 10 の共振周波数の変化に起因する位相差を検出して加速度を検出する。このとき、図 9 に示すように、錘部 8 の可動前における駆動信号の駆動信号波を駆動信号波 A とすると、錘部 8 の可動後における駆動信号の駆動信号波は、一方の第 1 振動素子 10 に対応するものは位相が遅れて駆動信号波 B となり、他方の第 1 振動素子 10 に対応するものは位相が進んで駆動信号波 C となる。

40

【0027】

次に、第 2 振動素子 12 の駆動振動と角速度が生じた場合の動作について説明する。

【0028】

図 10 に示すように、第 2 振動素子 12 は、第 2 アーム 20 の両端を互いに Y 軸の (+ Y) 方向と (- Y) 方向とに交互に繰り返すように駆動振動させる。この駆動振動をさせた状態で、コリオリ力に起因して変化する第 2 振動素子 12 の屈曲振動を検知して角速度を検出する。第 2 振動素子 12 に屈曲振動が生じると、シリコン板 22 に形成した P Z T 圧電体 26 が歪み、検出正電極 34 と検出負電極 36 に電荷が発生するのでこれを検知する。

50

## 【0029】

例えば、図11に示すように、X軸周りに角速度が生じると、Z軸方向への第1アーム18の屈曲振動を検知して角速度を検出する。第2アーム20は全体がZ軸の(+Z)方向と(-Z)方向とに交互に繰り返すように屈曲振動するので、第1アーム18もそれに伴いZ軸の(+Z)方向と(-Z)方向とに交互に繰り返すように屈曲振動する。

## 【0030】

例えば、図12に示すように、Z軸周りに角速度が生じると、X軸方向への第1アーム18の屈曲振動を検知して角速度を検出する。第2アーム20は全体がX軸の(+X)方向と(-X)方向とに交互に繰り返すように屈曲振動するので、第1アーム18もそれに伴いX軸の(+X)方向と(-X)方向とに交互に繰り返すように屈曲振動する。

10

## 【0031】

上記の角速度を検出する際、例えば、図13に示すような角速度検出回路を用い、2つの第2振動素子12の屈曲振動波に基づく各々の屈曲信号を同期検波して検出する。この角速度検出回路の第2振動素子12には、抵抗38、増幅器40、バンドパスフィルタ42、AGC回路44、同期検波回路46、ローパスフィルタ48とを接続しており、第2振動素子12の固有共振周波数の差、または、駆動振動波の位相差を検出して角速度を検出する。

## 【0032】

上記構成により、固定基部4に連結した2つの錘部8と、一方の錘部8に一端を連結するとともに、他方の錘部8に他端を連結した第1振動素子10と、錘部8に一端を連結した第2振動素子12とを設け、これら第1振動素子10および第2振動素子12を互いに駆動振動させるので、加速度センサとしては、錘部8の可動に起因して変化する第1振動素子10の駆動振動を検知して加速度を検出することができ、角速度センサとしては、第2振動素子12の屈曲振動を検知して角速度を検出することができる。すなわち、角速度センサと加速度センサとを複合でき、実装面積を低減して実装基板14の小型化を図ることができる。

20

## 【0033】

加速度の検出に当っては、第1振動素子10の駆動振動における固有共振周波数の差、または、2つの第1振動素子10の駆動振動における駆動振動波の位相差を検知すれば、容易に精度良く検出できる。このとき、第1振動素子は複数の線条体16を併設したスリット形状とし、隣接する線条体16を互いに逆方向に駆動振動させれば、感度が増幅して非常に精度良く検出できる。特に、外周縁から固定基部4に向かって溝6を有し、この溝6の底部に第2振動素子12を連結すれば、第2振動素子12の駆動振動と屈曲振動に影響を与えることなく、第1振動素子10の感度をさらに増幅することができる。

30

## 【0034】

角速度の検出に当っては、第2振動素子は互いに略直交させ連結した第1アーム18と第2アーム20とを有するT形状とし、第1アーム18を錘部8に連結し、第2アーム20を駆動振動させることにより、2軸方向の角速度を検出できるとともに低背化できる。

## 【0035】

また、2つの第1振動素子10を固定基部4に対して対向配置し、2つの第1振動素子10と固定基部4とを一直線上に配置しているので、第1振動素子10の駆動に起因したノイズを抑制するとともに、2つの第2振動素子12を固定基部4に対して対向配置し、2つの第2振動素子12と固定基部4とを一直線上に配置しているので、第2振動素子12の駆動に起因したノイズを抑制し、加速度と角速度をより精度良く検出できる。特に、2つの第1振動素子10と固定基部4とを結ぶ直線と、2つの第2振動素子12と固定基部4とを結ぶ直線とを略直交させているので、対称形状となり、第1振動素子10および第2振動素子12の駆動に起因したノイズをより抑制できる。

40

## 【0036】

さらに、固定基部4は、基板14実装用の2つの支軸部2を有し、この支軸部2の間に錘部8を連結すれば、基板14に固定基部4を的確に実装できるとともに、錘部8の可動

50

に起因したノイズを抑制できる。

【産業上の利用可能性】

【0037】

以上のように、本発明にかかる複合センサは、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ことができる。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の一実施の形態におけるケース未装着の複合センサの斜視図

【図2】図1のA部の拡大斜視図

【図3】図2のA-A断面図

10

【図4】図1のB部の拡大斜視図

【図5】図4のA-A断面図

【図6】図4のB-B断面図

【図7】図1のA部の駆動状態と動作状態を示す斜視図

【図8】加速度検出回路図

【図9】駆動信号の波形図

【図10】図1のB部の駆動状態を示す斜視図

【図11】図1のB部の動作状態を示す斜視図

【図12】図1のB部の駆動状態を示す斜視図

【図13】角速度検出回路図

20

【符号の説明】

【0039】

2 支軸部

4 固定基部

6 溝

8 錘部

10 第1振動素子

12 第2振動素子

14 基板

16 線条体

30

18 第1アーム

20 第2アーム

22 シリコン板

24 下部電極

26 PZT圧電体

28 上部電極

30 駆動負電極

32 駆動正電極

34 検出正電極

36 検出負電極

40

38 抵抗

40 増幅器

42 バンドパスフィルタ

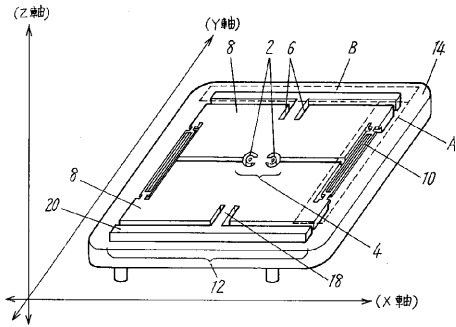
44 A G C回路

46 同期検波回路

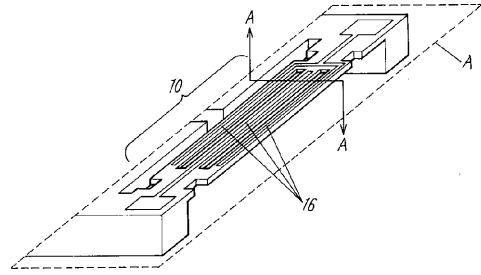
48 ローパスフィルタ

【図1】

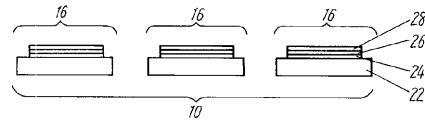
- 2 支軸部
- 4 固定基部
- 6 溝
- 8 錘部
- 10 第1振動素子
- 12 第2振動素子
- 14 基板
- 18 第1アーム
- 20 第2アーム



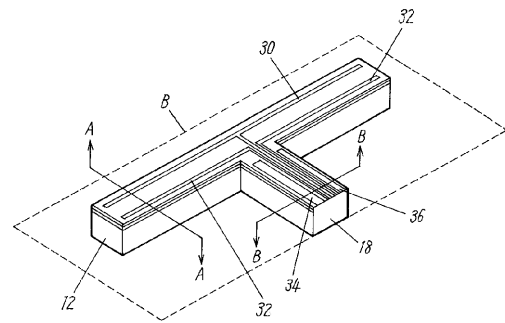
【図2】



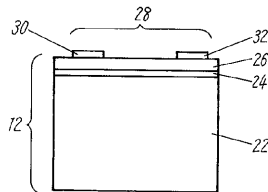
【図3】



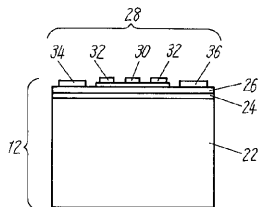
【図4】



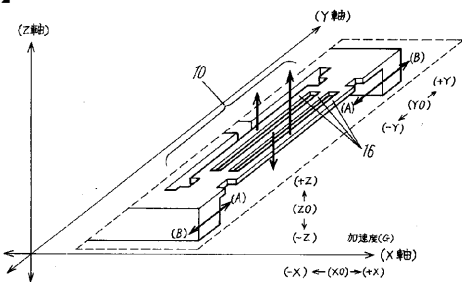
【図5】



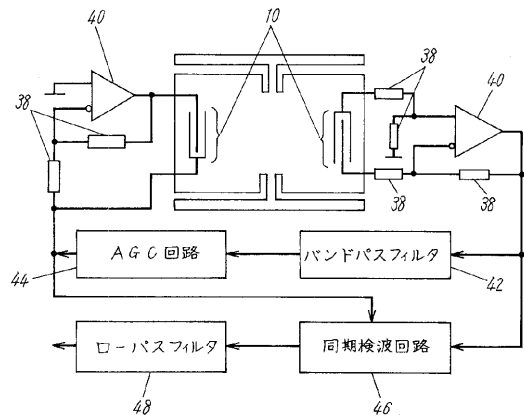
【図6】



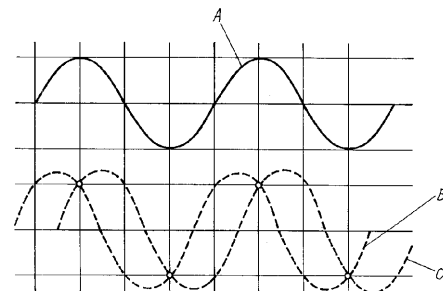
【図7】



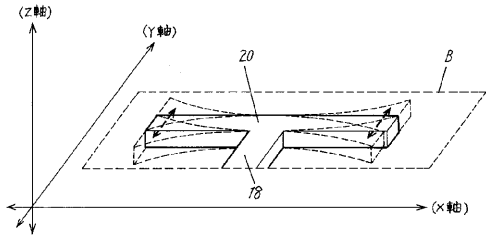
【図8】



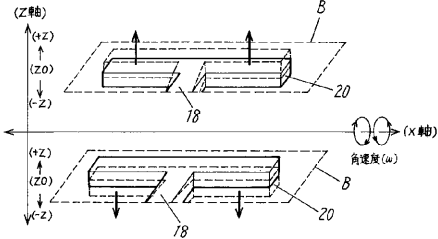
【図9】



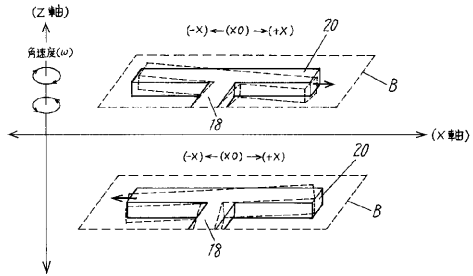
【図10】



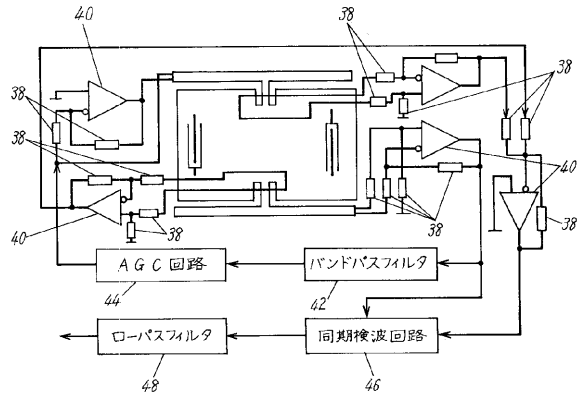
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)  
H 0 1 L 41/18 (2006.01) H 0 1 L 41/18 1 0 1 Z

(72) 発明者 川崎 哲生

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内

Fターム(参考) 2F105 AA01 AA02 AA03 AA06 BB13 BB17 CC04 CD01 CD05 CD13