

(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2005-114423

(P2005-114423A)

(43) 公開日 平成17年4月28日(2005.4.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

GO1C 19/56

GO1P 9/04

F I

GO1C 19/56

GO1P 9/04

テーマコード(参考)

2F105

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2003-346111 (P2003-346111)  
 (22) 出願日 平成15年10月3日(2003.10.3)

(71) 出願人 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
 (74) 代理人 100067736  
 弁理士 小池 晃  
 (74) 代理人 100086335  
 弁理士 田村 榮一  
 (74) 代理人 100096677  
 弁理士 伊賀 誠司  
 (72) 発明者 川村 俊行  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
 ニー株式会社内  
 (72) 発明者 松永 融  
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ  
 ニー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ

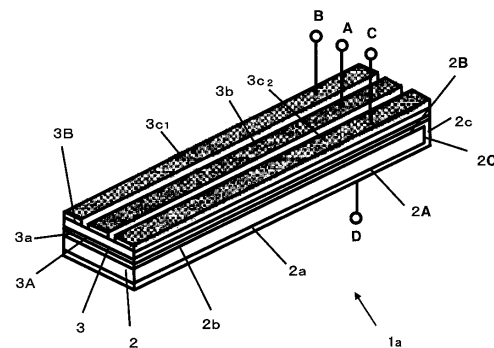
(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で量産効果が期待でき、振動子の寸法精度も比較的容易に満足できる検出感度に優れた角速度センサを提供する。

【解決手段】

基体2と圧電体3とを積層してなる四角柱状の振動子1aと、上記圧電体3の対向する一方の主面3Aであって上記基体2と接合される面に形成され、基準電位に接続される基準電極3aと、上記圧電体3の対向する他方の主面3Bに上記振動子1aの長手方向に沿って形成され、上記振動子1aを振動させるための信号が供給される少なくとも1つの駆動電極3bと、上記圧電体3の対向する他方の主面3Bに上記駆動電極3bを挟む形で互いに平行に形成され、上記振動子1aに生じるコリオリ力に応じた信号を出力するための少なくとも1対の検出電極3c<sub>1</sub>、3c<sub>2</sub>とを備える。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

基体と圧電体とを積層してなる四角柱状の振動子と、

上記圧電体の対向する一方の主面であって上記基体と接合される面に形成され、基準電位に接続される基準電極と、

上記圧電体の対向する他方の主面に上記振動子の長手方向に沿って形成され、上記振動子を振動させるための信号が供給される少なくとも 1 つの駆動電極と、

上記圧電体の対向する他方の主面に上記駆動電極を挟む形で互いに平行に形成され、上記振動子に生じるコリオリ力に応じた信号を出力するための少なくとも 1 対の検出電極とを備え、

上記駆動電極と上記基準電極との間に電圧を印加して上記圧電体により上記振動子を振動させるとともに上記振動子に生じるコリオリ力を上記圧電体により検出し、上記検出電極から上記コリオリ力に応じた信号として角速度検出信号を出力することを特徴とする角速度センサ。

10

## 【請求項 2】

さらに、上記圧電体の主面と対向する上記基体の 2 つの主面と該 2 つの主面に連続する少なくとも 1 つの側面に形成され、上記基準電極と導通する電極を備えることを特徴とする請求項 1 記載の角速度センサ。

## 【請求項 3】

上記振動子の幅方向の電極寸法を上記駆動電極と上記検出電極とで異ならしめたことを特徴とする請求項 1 記載の角速度センサ。

20

## 【請求項 4】

上記駆動電極の幅を  $W_1$ 、上記検出電極の幅を  $W_2$  とし、 $W_1$  と  $W_2$  との比率が  $1 < W_1 / W_2 \leq 2.6$  であることを特徴とする請求項 3 記載の角速度センサ。

## 【請求項 5】

上記駆動電極の幅を  $W_1$ 、上記検出電極の幅を  $W_2$  とし、 $W_1$  と  $W_2$  との比率が  $1.8 < W_1 / W_2 \leq 2.0$  であることを特徴とする請求項 3 記載の角速度センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えば、ビデオカメラの手振れ検知や、バーチャルリアリティ装置における動作検知や、カーナビゲーションシステムにおける方向検知等に用いられる角速度センサに関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、民生用の角速度センサとしては、棒状の振動子を所定の共振周波数で振動させておき、角速度の影響によって生じるコリオリ力を圧電素子等で検出することによって角速度を検出する、いわゆる振動ジャイロ型の角速度センサが広く使用されている。

## 【0003】

このような角速度センサにおいて、振動子を駆動する方法としては、他励発振型駆動回路による方法と、自励発振型駆動回路による方法とがある。しかしながら、他励発振型駆動回路による方法は、振動子等の温度特性によって発振周波数と振動子の共振周波数とにずれが生じると急激にコリオリ力の検出感度が低下するという問題があり、実用化に至っていない。

40

## 【0004】

そこで現在は、移相発振回路のループに振動子を組み入れた自励発振型駆動回路による角速度センサが一般的になっている。このような角速度センサでは、振動子の共振周波数で自励発振するので、温度特性による感度変化が少なく、広温度範囲において感度の安定した角速度出力を得ることができる（例えば、特許文献 1 参照）。

## 【0005】

50

図7に示す従来の角速度センサは、三角柱状の恒弾性振動子100の側面に、電極101a及び圧電体101bからなる第1の圧電素子101と、電極102a及び圧電体102bからなる第2の圧電素子102と、電極103a及び圧電体103bからなる第3の圧電素子103とがそれぞれ取り付けられた三角柱状の振動子104を備えている。例えば、恒弾性振動子100は、恒弾性金属振動子である。

#### 【0006】

この従来の角速度センサは、第1の圧電素子101に接続された増幅器105と、増幅器105に接続された移相器106と、第2の圧電素子102及び第3の圧電素子103に接続された差動増幅器107と、差動増幅器107に接続された同期検波器108と、同期検波器108に接続されたローパスフィルタ109とを備えている。この従来の角速度センサにおいて、第2の圧電素子102及び第3の圧電素子103は、自励発振のために振動子104の振動を検出するとともに、振動子104に生じるコリオリ力を検出する。

10

#### 【0007】

このような三角柱状の振動子104を用いた角速度センサは、現在のところ最も感度が高く、主流となっている。しかしながら、このような角速度センサでは、構造が複雑なために、製造工程における量産効果を出すことが難しいという問題があった。例えば、三角形に形成されている恒弾性振動子の一つ一つに圧電素子を接着する工程が必要になり、量産効果を出すことができないといった問題がある。また、小型化に伴い支持機構の精度や恒弾性金属振動子への圧電素子の接着精度が要求され、且つその接着による接着層の当該振動子に与える影響が増大するため、小型化による生産効率が悪く、コストアップが著しくなるという問題があった。

20

#### 【0008】

また、図8に示す従来の角速度センサは、円柱状の圧電セラミック振動子110の側面に6つの電極111, 112, 113, 114, 115, 116が印刷された振動子117を備えている。ここで、第1乃至第3の電極111, 112, 113はそれぞれ独立した電極とされ、第4乃至第6の電極114, 115, 116は共通のグランド電位に接続される。また、この角速度センサーは、第1の電極111に接続された増幅器118と、増幅器118に接続された移相器119と、移相器119に接続された加算機120と、第2及び第3の電極112, 113に接続された差動増幅器121と、差動増幅器121に接続された同期検波器122と、同期検波器122に接続されたローパスフィルタ123とを備えている。この角速度センサーでは、第1の電極111に電圧を印加することにより、振動子117を振動させるとともに、第2及び第3の電極112, 113によって、振動子117に生じるコリオリ力を検出する。

30

#### 【0009】

この従来の角速度センサでは、上述したように電極111, 112, 113, 114, 115, 116が振動子117に印刷されているために、振動子117に圧電素子を接着する必要がなく、比較的シンプルな構造となっている。しかしながら、この従来の角速度センサでは、特に小型化を図った場合に、圧電セラミック振動子110の製造、並びに当該圧電セラミック振動子110への電極の印刷を精度良く行うことが難しいという問題があった。

40

#### 【0010】

すなわち、この従来の角速度センサでは、円柱状の圧電セラミック振動子110を用いているが、三角柱状や四角柱状のものに比べて、円柱状の圧電セラミック振動子110を精度良く製造することは難しい。しかも、この角速度センサでは、曲面上に電極を精度良く印刷することは容易ではない。このように、この角速度センサでは、円柱状の圧電セラミック振動子110を用いるために製造が難しく、量産効果が期待できない構造となっており、たとえ量産したとしても低コスト化を図ることは難しい。

#### 【0011】

さらに、図9に示す従来の角速度センサは、フェライト部202と圧電体である圧電セ

50

ラミック部 203 a とを積層してなる四角柱状の振動子 201 a と、振動子 201 a において対向するフェライト部 202 の側面 202 a の電極 204 及び圧電セラミック部 203 a の側面 203 a 1 に配される電極 203 b, 203 c と当該圧電セラミック部 203 a とにより構成される圧電素子 203 とを備えている。そして、この角速度センサ 201 は、電極 204 及び電極 203 b, 203 c との間に電圧を印加して、圧電素子 203 により振動子 201 a を振動させる。さらに角速度センサ 201 は、加算器 210 と、増幅器 211 と、移相器 212 とを備えており、これらと、圧電素子 203 の電極 203 b, 203 c が、振動子 201 a を振動させる振動駆動部として機能する。また、この角速度センサ 201 は、差動増幅器 213 と、加算器 210 の出力に接続されている同期検波器 214 と、ローパスフィルタ 215 とを備えており、これらと、圧電素子 203 の外側電極 203 b, 203 c とが、フェライト部 202 の振動を検出する検出部として機能する。すなわち、角速度センサ 201 の圧電素子 203 は、振動駆動機能及びその振動を検出する機能を合わせ持っている。この構成にて、角速度センサ 201 は、振動子 201 a に生じるコリオリ力を圧電素子 203 により検出することで、角速度を検出する。

10

20

30

40

50

#### 【0012】

この角速度センサでは、一面にのみ圧電素子を設ければよく、比較的シンプルな構造となっている。しかしながら、この従来の角速度センサでは、駆動電極と検出電極が兼用されているため駆動電極の形状または寸法にて駆動効率を所望の値としようとすると検出効率も変化してしまい、駆動効率と検出効率を共に所望の値に調整することが難しいという問題があった。

#### 【0013】

【特許文献 1】特開 2000 - 131077 号公報

#### 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

すなわち、図 7 に示したような従来の角速度センサでは恒弾性金属振動子への圧電素子の接着や振動子支持機構などの構造が複雑になってしまう。また、図 8 に示すような従来の角速度センサでは円柱状の圧電セラミック振動子を用いるため、振動子を精度良く製造することは難しく、しかも、曲面上に電極を精度良く印刷することは容易ではない。

そこで、本発明は、上述の如き従来の実情に鑑みて提案されたものであり、より簡単な構成で量産効果が期待でき、角速度センサとして本質的な特性を左右する振動子の寸法精度も比較的容易に満足できる検出感度に優れた角速度センサを提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

本発明に係る角速度センサは、基体と圧電体とを積層してなる四角柱状の振動子と、上記圧電体の対向する一方の主面であって上記基体と接合される面に形成され、基準電位に接続される基準電極と、上記圧電体の対向する他方の主面に上記振動子の長手方向に沿って形成され、上記振動子を振動させるための信号が供給される少なくとも 1 つの駆動電極と、上記圧電体の対向する他方の主面に上記駆動電極を挟む形で互いに平行に形成され、上記振動子に生じるコリオリ力に応じた信号を出力するための少なくとも 1 対の検出電極とを備え、上記駆動電極と上記基準電極との間に電圧を印加して上記圧電体により上記振動子を振動させるとともに上記振動子に生じるコリオリ力を上記圧電体により検出し、上記検出電極から上記コリオリ力に応じた信号として角速度検出信号を出力することを特徴とする。

#### 【0016】

この角速度センサは、さらに、上記圧電体の主面と対向する上記基体の 2 つの主面と該 2 つの主面に連続する少なくとも 1 つの側面に形成され、上記基準電極と導通する電極を備える構成とすることができる。

#### 【0017】

また、この角速度センサは、上記振動子の幅方向の電極寸法を上記駆動電極と上記検出電極とで異ならしめたことを特徴とする。

【0018】

ここで、上記駆動電極の幅を $W1$ 、上記検出電極の幅を $W2$ とし、 $W1$ と $W2$ との比率は $1 < W1/W2 \leq 2.6$ とする。好ましくは、上記 $W1$ と $W2$ との比率は $1.8 < W1/W2 \leq 2.0$ とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明に係る角速度センサでは、圧電体の対向する一方の主面であって上記基体と接合される面に形成された基準電極と上記圧電体の対向する他方の主面に上記振動子の長手方向に沿って形成された駆動電極との間に電圧を印加して上記圧電体により上記振動子を振動させるとともに上記振動子に生じるコリオリ力を上記圧電体により検出し、上記圧電体の対向する他方の主面に上記駆動電極を挟む形で互いに平行に形成された1対の検出電極から上記コリオリ力に応じた信号として角速度検出信号を出力する。

10

【0020】

この角速度センサでは、対向されて配されている電極の間の振動子が所定の質量をもつ基体部分を含んで構成しているのでコリオリ力の検出効率がよく、また基体の対向する2つの電極の間で導通があるために圧電体部分に当該振動子の駆動のための駆動電界を効率よく印加することができる。

【0021】

また、この角速度センサは、基体と圧電体とを積層してなる四角柱状の振動子と、この振動子の対向される基体及び圧電体の各主面に配した電極とからなる構成としているので、恒弾性金属振動子に圧電体を接着したり、曲面に電極を印刷するといった工程を要することなく製造される。さらに、圧電セラミック等といった圧電体の母材とされるウェハ及び基体の母材とされるウェハに電極メッキを施すことにより電極を形成して張り合わせた後、四角柱振動子として個々に切り出すだけで、非常に精度の高い振動子を製造することができる。また、駆動効率と検出効率を各々調整が可能である。そして、これにより、駆動効率と検出効率を各々調整し所望の感度特性を得ることができる。

20

【0022】

さらに、本発明では、圧電体の主面に配した、振動子を駆動させる駆動電極と、振動子に生じるコリオリ力を検出する検出電極の、振動子の幅方向の電極寸法を駆動電極と検出電極とで異ならせることによって、高感度の角速度センサを実現することができる。

30

【0023】

さらに、圧電体と基体を積層した非常にシンプルな構造により構成されることから、この角速度センサは、小型化を進めても精度を損なわず量産効果も期待でき、コストパフォーマンスが高い。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、本発明は以下の例に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、任意に変更可能であることは言うまでもない。

40

【0025】

図1は本発明を適用した角速度センサ1に備わる振動子1aの外観斜視図であり、また、図2は上記角速度センサ1を使用するための回路の一例を示すブロック図である。

【0026】

この実施の形態における角速度センサ1は、図1及び図2に示すように、振動ジャイロとして動作する振動子1aを備えている。

【0027】

振動子1aは、基体2と圧電体3とを積層してなり、長手方向に対して垂直な平面で切断したときの断面の形状(以下、単に断面形状と称する)が矩形となる四角柱状に形成さ

50

れている。この振動子 1 a の基体 2 は、例えばアモルファスカーボンからなる。

【0028】

圧電体 3 は、例えばチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 等の圧電セラミックスや水晶、LiTaO<sub>3</sub> などの圧電単結晶などからなり、通常、分極処理により生成されている。

【0029】

圧電体 3 には、その対向する一方の主面 3 A であって上記基体と接合される面に基準電極 3 a が形成されている。さらに、この圧電体 3 には、その対向する他方の主面 3 B に、駆動電極 3 b と、この駆動電極 3 b を挟む形で 1 対の検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> が、上記振動子 1 a の長手方向に沿って互いに平行に分割されて形成されている。

【0030】

この角速度センサ 1 において、圧電体 3 の厚さは基体 2 の厚さより薄く、例えば、圧電体 3 の厚さを 0.2 mm、基体 2 の厚さを 0.8 mm としている。

【0031】

この角速度センサ 1 は、上記基体 2 と圧電体 3 とを積層して接合する振動子 1 a の上記圧電体 3 の対向する一方の主面 3 A に設けられている基準電極 3 a と他方の主面 3 B に設けられている駆動電極 3 b との間に電圧を印加することにより上記振動子 1 a を振動させるとともに上記振動子 1 a に生じるコリオリ力を圧電体 3 により検出し、上記他方の主面 3 B に設けられている検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> から上記コリオリ力に応じた信号として角速度検出信号を出力する。

【0032】

この実施の形態における角速度センサ 1 では、上記圧電体 3 の主面と対向する上記基体 2 の 2 つの主面 2 A , 2 B と該 2 つの主面 2 A , 2 B に連続する少なくとも 1 つの側面 2 C に互いに導通する電極 2 a , 2 b , 2 c が形成されており、上記電極 2 b と基準電極 3 a が接合されることで上記基準電極 3 a と上記電極 2 a , 2 b , 2 c が導通し、上記基体 2 と圧電体 3 が積層された振動子 1 a を構成している。なお、上記基体 2 の全周面に導電性材料をメッキして電極を形成するようにしても良い。

【0033】

そして、この角速度センサ 1 は、上記圧電体 3 の他方の主面 3 B に形成された駆動電極 3 b と 1 対の検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> から、各々端子 A , B , C が導出されているとともに、上記圧電体 3 の一方の主面 3 A に形成された基準電極 3 a と導通する上記基体 2 の主面 2 A に設けられた電極 2 a から端子 D が導出されている。

【0034】

この角速度センサ 1 の圧電体 3 は、振動駆動機能及びその振動を検出する機能を合わせ持っている。これにより、角速度センサ 1 は、振動駆動機能により振動しているときに振動子 1 a が回転することによって生じたコリオリ力を検出機能により検出する。

【0035】

すなわち、この角速度センサ 1 は、図 2 に示すように、上記 1 対の検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> から導出された端子 B , C に加算器 10 と差動増幅器 13 が接続され、また、上記加算器 10 の加算出力が増幅器 11 により増幅されて供給される移相器 12 の出力端が上記駆動電極 3 b から導出された端子 A に接続されることにより、これらが振動子 1 a を振動させる振動駆動部として機能するようになっている。なお、上記圧電体 3 の一方の主面 3 A に形成された基準電極 3 a と導通する上記基体 2 の主面 2 A に設けられた電極 2 a から導出されている端子 D は、所定の電位を持つ基準電圧端子に接続されている。

【0036】

この角速度センサ 1 では、上記加算器 10、増幅器 11、移相器 12 及び振動子 1 a によって所謂移相発振回路を構成しており、この移相発振回路によって振動子 1 a を自励振動させる。この自励振動による振動子 1 a の振動方向は、駆動電極 3 b が設けられている圧電体 3 の主面 3 B に対して垂直な方向であり、以下、単に振動方向と称する。

【0037】

また、この角速度センサ 1 では、上記 1 対の検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> から導出された端

10

20

30

40

50

子 B , C に接続された上記加算器 1 0 及び上記差動増幅器 1 3 の出力端が、同期検波器 1 4 に接続され、この同期検波器 1 4 がローパスフィルタ 1 5 に接続されており、これらと圧電体 3 が、振動子 1 a の回転を検出する検出部として機能する。

【 0 0 3 8 】

すなわち、角速度センサ 1 では、振動子 1 a を振動方向に振動させているときに、振動子 1 a が回転することによって当該振動子 1 a に生じたコリオリ力を、圧電体 3 によって検出し、検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> から互いに逆極性の信号として出力し、差動増幅器 1 3 に入力する。そして、差動増幅器 1 3 にて増幅された出力は、同期検波器 1 4 に入力され、同期検波が行われる。このとき、同期検波器 1 4 には、同期検波を行うために、加算器 1 0 からの出力が同期信号として供給される。そして、同期検波器 1 4 からの出力が、ローパスフィルタ 1 5 を介して、振動子 1 a に生じたコリオリ力を検出することにより得られた角速度信号として出力される。

10

【 0 0 3 9 】

以上のように、この角速度センサ 1 では、圧電体 3 を用いて振動子 1 a を振動させるとともに、そのときに振動子 1 a に生じるコリオリ力を当該圧電体 3 によって検出し、この圧電体 3 によって検出されたコリオリ力に基づいて角速度を検出することができる。

【 0 0 4 0 】

このような構造の角速度センサ 1 では、同一面に検出電極 3 c<sub>1</sub> , 3 c<sub>2</sub> と駆動電極 3 b が配されているので、図 3 ( A ) に示すように、導電性材料をメッキすることにより全周面に電極を形成した基体の母体であるウェハ 2 0 と両面電極メッキを施すことにより各電極を形成した圧電体の母体であるウェハ 3 0 とを積層させてこれらを接着し、図 3 ( B ) に示すように、四角柱状として個々に切り出すことにより、図 3 ( C ) に示すように、振動子 1 a を製造することができる。このような工程により製造される振動子 1 a は、非常に精度が高く、かつ超小型化が可能となる。さらに量産効果も得やすい構造とされる。また、圧電体の接着位置ずれにといった問題も解決することができる。また、基体は、上記圧電体と略同様の切削加工性を有していることから、基体のウェハと圧電体のウェハとから上述したように、振動子としての切り出しが容易とされる。

20

【 0 0 4 1 】

さらに、従来のように、恒弾性金属振動子に圧電素子を接着したり、曲面に電極を印刷するといった難しい工程を設ける必要がなくなる。

30

【 0 0 4 2 】

この角速度センサ 1 では、上記圧電体 3 の対向する一方の主面 3 A であって上記基体 2 と接合される面に基準電極 3 a が形成されているが、上記基体 2 に導電性がある材料をメッキして、上記圧電体 3 の主面 3 A と対向する上記基体 2 の 2 つの主面 2 A , 2 B と該 2 つの主面 2 A , 2 B に連続する少なくとも 1 つの側面 2 C に上記基準電極 3 a と導通する電極 2 a , 2 b , 2 c を形成することによって、圧電体 3 に効率よく駆動電界を印加することが可能になり、感度向上を図ることが可能になる。なお、基体 2 を導電性がある材料で形成してもよい。

【 0 0 4 3 】

また、当然、小型化に伴って技術的な難しさが増し、精度を確保することが困難になると考えられるが、既に L S I やヘッド加工などで確立されている微細加工技術を応用することにより、このような問題はクリアできる。従って、高精度の寸法精度が得られるため、振動子の周波数調整も簡略化することが可能になる。

40

【 0 0 4 4 】

また、自励発振型駆動回路を応用することにより、非常に簡単な回路によって高精度な角速度センサ 1 を構成することができる。

【 0 0 4 5 】

そして、この角速度センサ 1 は、自励発振型なので、他励発振型の角速度センサのように温度特性の影響によって感度が低下してしまうようなこともない。

【 0 0 4 6 】

50

また、この角速度センサ 1 では、同一面に形成された検出電極  $3c_1$ 、 $3c_2$  と駆動電極  $3b$  の振動子 1 の幅方向の電極寸法を、図 4 に示すように、検出電極  $3c_1$ 、 $3c_2$  と駆動電極  $3b$  とで異ならしめることによって、検出特性を最適化することができる。すなわち、駆動電極  $3b$  の形状や寸法を調整することで駆動効率を調整することができ、また、検出電極  $3c_1$ 、 $3c_2$  の形状や寸法を調整することで検出効率を調整が可能になる。

【0047】

上記角速度センサ 1 において、駆動電極  $3b$  の幅を  $W_1$ 、検出電極  $3c_1$ 、 $3c_2$  の幅を  $W_2$  とし、 $W_1/W_2$  を 1 ~ 2.8 の範囲で変えた場合の感度を測定した結果を図 5 に示す。

【0048】

この図 5 に示す感度特性から明らかなように、上記角速度センサ 1 は、 $W_1$  と  $W_2$  との比率が  $1 < W_1/W_2 < 2.6$  の範囲で  $W_1/W_2 = 1$  と同等以上の感度を示す。特に、 $1.8 < W_1/W_2 < 2.0$  の範囲では、 $W_1/W_2 = 1$  の場合と比較して 2 倍以上の感度が得られる。

【0049】

また、感度と離調度の関係を図 6 に示す。

【0050】

ここで、離調度とは、縦方向の共振周波数と横方向の共振周波数の差であり、離調度が小さい程感度は高くなる。TYPE 1 は  $W_1/W_2 = 1$  の場合を示しており、TYPE 2 は  $W_1/W_2 = 1.9$  の場合を示している。この図 6 から明らかなように、離調度がどの範囲にあっても、 $W_1/W_2 = 1$  の場合よりも  $W_1/W_2 = 1.9$  の場合の方が圧倒的に感度が高い。

【0051】

以上のような説明から明らかなように、この角速度センサ 1 は、非常にシンプルな構造を有し、小型化を進めても、精度を損なわず、量産効果も期待でき、コストパフォーマンスが高く、高感度のものとなる。また、角速度センサ 1 は、低コスト化、小型化、高感度化をさらに推進することを可能にするので、ビデオカメラ、バーチャルリアリティ装置等のさらなる小型化・ハイコストパフォーマンスの要求に応えることができる。

【0052】

なお、基体 2 は、材料そのものに導電性があれば、本例のように導電性材料をメッキして電極を形成する必要は必ずしもない。また、コリオリ力は、振動子 1a の重さ（質量）に比例して大きくなるので、基体 2 の質量が大きい方がセンサとして感度が上がることとなる。このようなことを考慮に入れて基体 2 の材料を選択してもよい。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】本発明を適用した角速度センサに備わる振動子の外観斜視図である。

【図 2】上記角速度センサを使用するための回路の一例を示すブロック図である。

【図 3】上記角速度センサの製造方法の一例を示す図である。

【図 4】上記角速度センサにおいて同一面に形成された検出電極と駆動電極の振動子の幅方向の電極寸法を示す模式図である。

【図 5】上記角速度センサにおいて、駆動電極と検出電極の幅を変えた場合の感度を測定した結果を示す図である。

【図 6】上記角速度センサにおいて、駆動電極と検出電極の幅を変えた場合の感度と離調度の関係を示す図である。

【図 7】従来の角速度センサの一例を示す図であり、(a) は当該角速度センサの全体構成を示す図であり、(b) は振動子の部分を示す斜視図であり、(c) は振動子の中央部分における断面を示す断面図である。

【図 8】従来の角速度センサの一例を示す図であり、(a) は当該角速度センサの全体構成を示す図であり、(b) は振動子の部分を示す斜視図であり、(c) は振動子の中央部分における断面を示す断面図である。

10

20

30

40

50



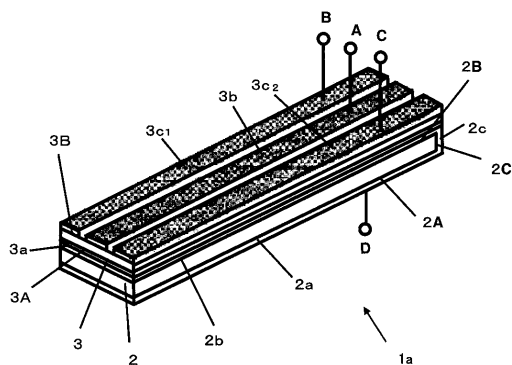
【図9】従来の角速度センサの全体構成を示す図である。

【符号の説明】

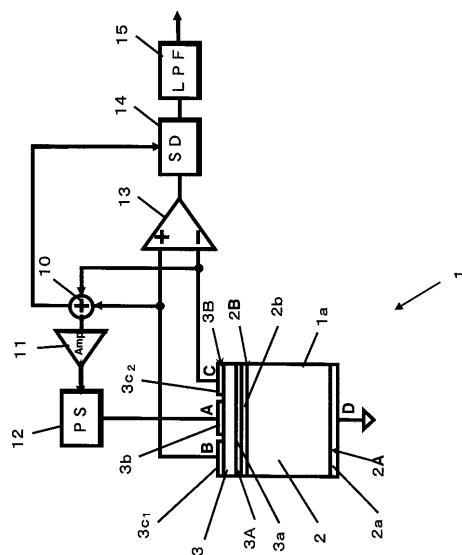
【0054】

1 角速度センサ、1a 振動子、2 基体、2A, 2B 主面、2C 側面、2a, 2b, 2c 電極、3 圧電体、3A, 3B 主面、3a 基準電極、3b 駆動電極、3c<sub>1</sub>, 3c<sub>2</sub> 検出電極、10 加算器、11 増幅器、12 移相器、13 差動増幅器、14 同期検波器、15 ローパスフィルタ、20, 30 ウェハ

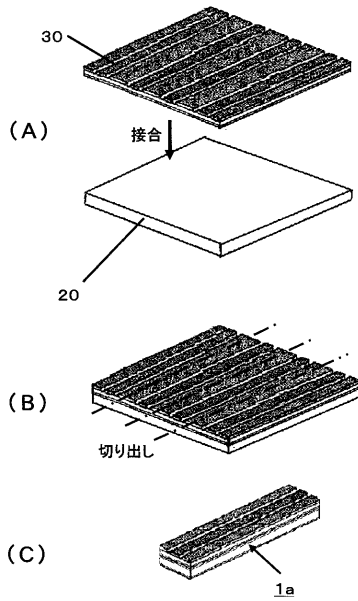
【図1】



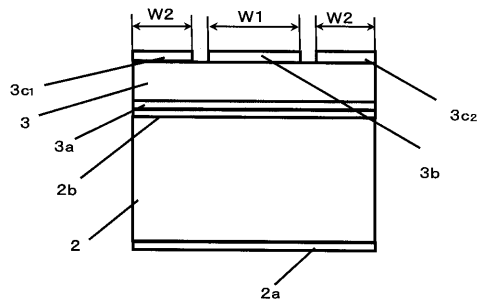
【図2】



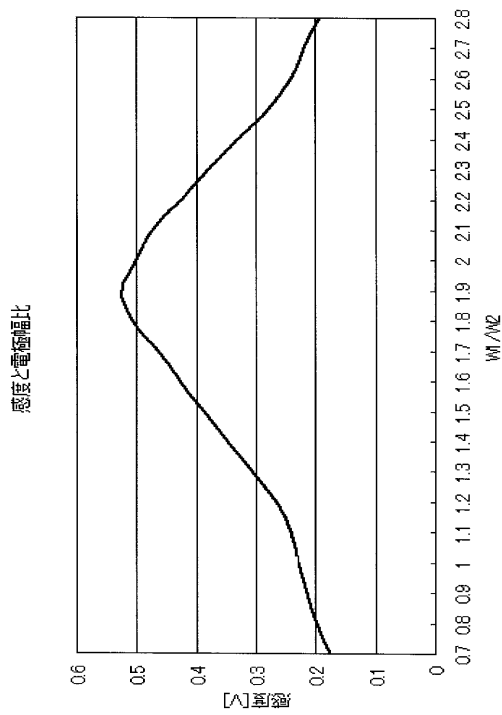
【 図 3 】



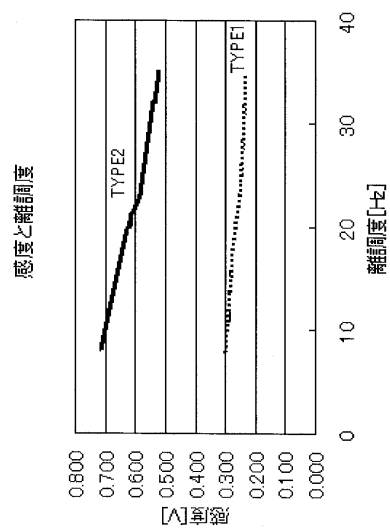
【 図 4 】



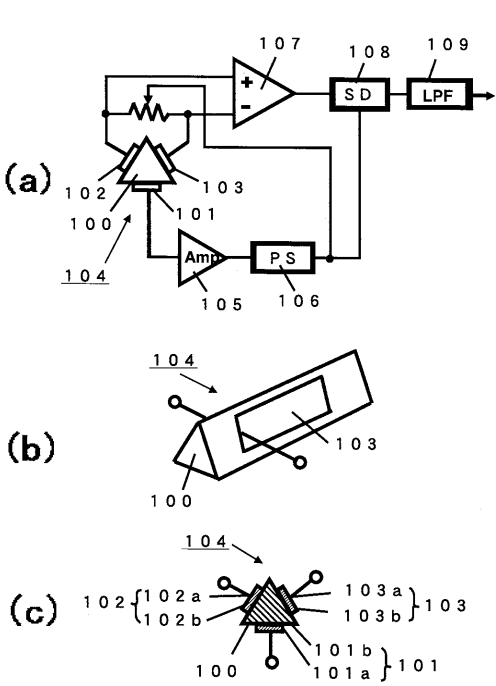
【 図 5 】



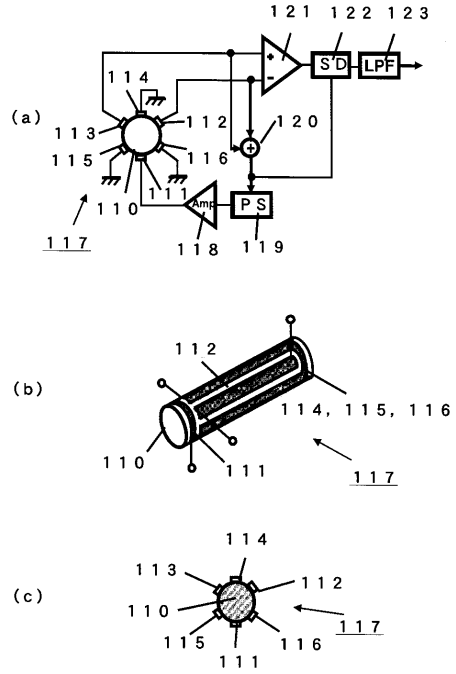
【 図 6 】



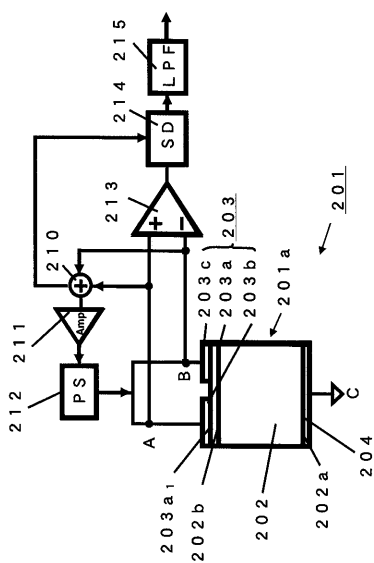
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 栗原 一夫  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 渡邊 成人  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- (72)発明者 佐藤 善記  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
- Fターム(参考) 2F105 AA02 AA08 BB15 CC05 CC06 CC08 CD02 CD06 CD11