

(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2008-267983

(P2008-267983A)

(43) 公開日 平成20年11月6日(2008.11.6)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 19/56 (2006.01)	GO1C 19/56	2F105
GO1P 9/04 (2006.01)	GO1P 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2007-111444 (P2007-111444)	(71) 出願人	000134257 NECトーキン株式会社 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号
(22) 出願日	平成19年4月20日 (2007. 4. 20)	(72) 発明者	習田 浩一 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 NECトーキン株式会社内
		(72) 発明者	遠藤 和光 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 NECトーキン株式会社内
		(72) 発明者	岡本 幸一 宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号 NECトーキン株式会社内
		Fターム(参考)	2F105 AA02 AA08 BB08 BB14 BB15 CC06 CD02 CD06 CD13

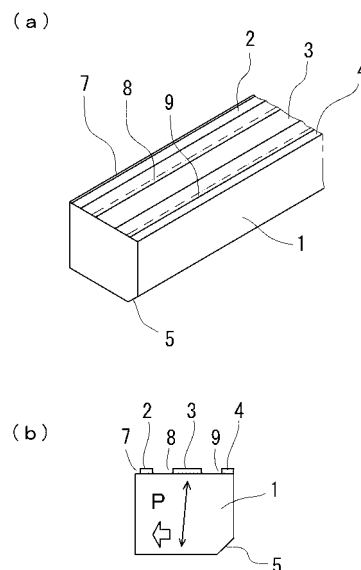
(54) 【発明の名称】 圧電振動ジャイロ及びその調整方法

(57) 【要約】

【課題】 機械的強度の信頼性を劣化させることがなく、バランス調整、つまりはヌル電圧や外乱に対する出力安定性の調整を可能とし、小形で信頼性の高い圧電振動ジャイロとその調整方法を提供すること。

【解決手段】 一部ないしは全部が圧電体で構成された振動子を一方方向に振動させる駆動手段と、その一方方向と垂直な他方向の振動の振幅を検出する手段とを有した振動ジャイロにおいて、振動子本体 1 の表面に略平行に基準用の電極 2、4、及び検出用の電極 3 を設けた後で、その電極の一部を除去するように電極除去部 7、8、9 を形成することで、駆動振動の方向調整を行う。そのとき、振動を駆動して角速度を加えていない状態で検出用の電極 3 から得られる出力が所望の値を取るように、電極の一部を除去する。

【選択図】 図 4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一部ないしは全部が圧電体で構成された振動子を一方向に振動させる駆動手段と、前記一方向と垂直な他方向の振動の振幅を検出する手段とを有した振動ジャイロにおいて、前記圧電体の表面に略平行に複数の帯状電極を形成し、前記帯状電極の内の少なくとも1つを前記他方向の振動の振幅を検出する検出電極として用い、前記帯状電極の少なくとも1つは出力のバランス調整のために一部が除去されたことを特徴とする振動ジャイロ。

**【請求項 2】**

一部ないしは全部が圧電体で構成された振動子を一方向に振動させる駆動手段と、前記一方向と垂直な他方向の振動の振幅を検出する手段とを有し、前記圧電体の表面に略平行に複数の帯状電極が形成され、前記帯状電極の内の少なくとも1つが前記他方向の振動の振幅を検出する検出電極として用いられた振動ジャイロの調整方法において、前記一方向の振動を駆動して角速度を加えていない状態で前記検出電極から得られる出力が所望の値を取るよう、前記帯状電極の内少なくとも1つの帯状電極の一部を除去することを特徴とする振動ジャイロの調整方法。

**【請求項 3】**

前記複数の帯状電極に対する前記検出電極の相対位置を変化させるように、前記複数の帯状電極の内少なくとも1つの帯状電極の一部を除去することを特徴とする請求項 2 記載の振動ジャイロの調整方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は角速度を検出する振動ジャイロ及びその調整方法に関し、特に、自動車のナビゲーションシステムや姿勢制御、あるいは、カメラ一体型 VTR の手振れ補正装置等に好適な圧電振動ジャイロ用振動子及びその調整方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

振動ジャイロは、速度を持つ物体に角速度が与えられると、その物体自身に速度方向と直角な方向にコリオリ力が発生するという力学現象を利用した角速度センサである。また振動ジャイロは、電気的な信号で、機械的な振動を励起させて駆動振動とし、コリオリ力によって生じる前記駆動振動と直交する成分を有する機械的な振動を検出振動として、その大きさを電気的に検出するセンサである。この振動ジャイロは、予め、駆動振動を励起させた状態で、駆動振動面と検出振動面との交線に平行な軸を中心とした回転の角速度を与えると、コリオリ力により、検出振動が発生し、出力電圧として検出される。その出力電圧は駆動振動の大きさ及び角速度に比例するため、駆動振動の大きさを一定にした状態では、出力電圧の大きさから角速度の大きさを求めることができる。

**【0003】**

近年、機器の小形化に伴い、圧電振動ジャイロに対する小形化ニーズが高まっている。圧電振動ジャイロの小形化を実現するために、従来まで切削加工で圧電振動ジャイロ用振動子が作製されていたのに対し、近年はフォトリソ技術を利用した微細加工で振動子を作製するようになってきた。しかしながら、小形化ニーズの高まりから、近年の加工精度の向上では補え切れないほどの小形化重視の設計がなされるようになり、その結果、加工工程後に行う調整工程により一層の工夫が求められるようになっている。

**【0004】**

圧電振動ジャイロ用振動子の調整には、大きく分けて2種類の調整がある。圧電振動ジャイロの感度や応答性を調整するものと、もうひとつは、ヌル電圧や外乱に対する出力安定性を調整するものである。前者は、振動子の駆動振動の共振周波数と検出振動の共振周波数との差を調整するもので、一般的に離調と呼ばれることがある。対して後者は、2つの検出電極から得られる検出信号のレベルを揃える調整であり、一般的にバランス調整と呼ばれることがある。尚、圧電振動ジャイロは温度変化や振動等の外乱に対し出力を安定

10

20

30

40

50

化するため、検出振動を2つの検出電極で検知し、各々の検出電極から得られる検出信号を差動増幅処理し出力信号とする構成がとられる。

【0005】

大まかに表現すると、離調は振動子の振動振幅に関わるもので、バランス調整は振動子の振動方向に関わるものである。

【0006】

これらの離調やバランス調整で行われる追加工は、リユータと称する回転砥石やレーザー等が従前から利用されてきた。例えば、特許文献1には、振動子本体の端面をリユータで研削したり、レーザーで穴加工を施すことで、バランス調整する技術が開示されている。この調整方法は、振動子の共振周波数や振動特性に最も影響が大きい振動子本体に手を加えるため、調整範囲も広く、また精度良く調整できることが知られている。

10

【0007】

しかしながら、振動子本体に追加工する調整方法は、多かれ少なかれ振動子本体にマイクロクラックが発生し機械的強度が劣化する。特に、振動子が小形であるほどその影響が大きく、振動子の振動部分の細さが100 $\mu$ m以下と小形なものとなると、振動子本体に追加工する調整方法では機械的強度の信頼性確保が極めて難しいといった問題があった。

【0008】

また調整方法の中には、振動子の電極を除去したり付着させたりする方法がある。例えば特許文献2は、イオンビームを発生し、Au電極を除去したり、金属イオンを付着させることで共振周波数を調整する技術が開示されている。この調整原理は、振動子の質量を変化させ共振周波数調整を行うものであり、適切な条件でイオンビームやレーザーを用いれば、振動子本体にマイクロクラックを発生させることなく調整することができる。即ち、小形な振動子であっても機械的強度の信頼性確保が容易な調整方法と言える。但し、電極等の質量は振動子本体に対し微小であるため調整範囲が狭いといった問題がある。特に、振動子の振動方向を大きく変化させることが必要なバランス調整には利用し難い。

20

【0009】

レーザーを用いる調整には、他に電極除去により浮遊容量をつくり離調する技術である特許文献3やモニタ電極を一部除去し自励共振信号を制御する技術である特許文献4があるが、いずれも振動方向の調整制御ができず、バランス調整、つまりはヌル電圧や外乱に対する出力安定性の調整を行うことは難しい。

30

【0010】

【特許文献1】特開平6-289043号公報

【特許文献2】特開平8-114460号公報

【特許文献3】特開2006-17469号公報

【特許文献4】特開2006-105659号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、機械的強度の信頼性を劣化させることがなく、バランス調整、つまりはヌル電圧や外乱に対する出力安定性の調整を可能とし、小形で信頼性の高い圧電振動ジャイロとその調整方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、前記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

【0013】

まず始めに、一部ないしは全部が圧電体で構成された振動子を一方向に振動させる駆動手段と、前記一方向と垂直な他方向の振動の振幅を検出する手段とを有した振動ジャイロにおいて、前記圧電体の表面に略平行に複数の帯状電極を形成し、前記帯状電極の内の少なくとも1つを前記他方向の振動の振幅を検出する検出電極として用い、前記帯状電極の少なくとも1つは出力のバランス調整のために一部が除去された振動ジャイロとした。

50

## 【 0 0 1 4 】

更に、前記一方向の振動を駆動して角速度を加えていない状態で前記検出電極から得られる出力が所望の値を取るよう、前記帯状電極の内少なくとも1つの帯状電極の一部を除去することを特徴とする振動ジャイロの調整方法を用いることができる。

## 【 0 0 1 5 】

更に、前記複数の帯状電極に対する前記検出電極の相対位置を変化させるように、前記複数の帯状電極の内少なくとも1つの帯状電極の一部を除去することを特徴とする振動ジャイロの調整方法を用いることができる。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 6 】

前記の如く、本発明によれば、小形の振動子に対しても機械的強度を劣化させることができなく、バランス調整、つまりはヌル電圧や外乱に対する出力安定性の調整を可能とし、小形で信頼性の高い圧電振動ジャイロを得ることができる。

## 【 発明を実施するための最良の形態 】

## 【 0 0 1 7 】

図1に一般的な圧電振動ジャイロ用振動子の一部を示す。図1(a)はその斜視図、図1(b)はその断面図であり、その断面については、他の表示との重なりを避けるために、ハッチングを省略した。図1を用い圧電振動ジャイロの原理を説明する。直方体形状の振動子本体1は圧電材料で構成されており、例えば水晶やニオブ酸リチウム等の単結晶材であったり、ジルコン酸チタン酸鉛等の多結晶あるいはシリコン等に圧電体を製膜した複合材であってもかまわない。

## 【 0 0 1 8 】

振動子本体1の表面に、帯状の電極2、3、4を略平行に形成し、電極2、4を基準電極とし、電極3を検出電極とする。図1(b)で白抜き矢印Pは分極の向きを示す。駆動手段は図示しないが、予め黒の矢印(両矢印)方向に屈曲の振動モードで駆動振動させておき、駆動振動に対し垂直方向の屈曲振動を検出できれば圧電振動ジャイロ用振動子として機能する。駆動振動と垂直方向の屈曲振動によって電極2・電極3間が伸びた場合、電極3・電極4間は縮むため、圧電効果で発生する電界は分極方向と平行に各々の電極間で逆向きに発生する。従い、電極2、4を基準電極としておけば、検出用の電極3には駆動振動と垂直方向の屈曲振動が生じた場合、振動振幅に応じた電荷が発生することとなり、図1の構成で圧電振動ジャイロ用振動子として機能する。尚、駆動振動に対しては、電極2・電極3間が伸びた場合、電極3・電極4間も伸びるため、圧電効果で発生する電界は分極方向と平行に各々の電極間で同じ向きに発生する。従い、電極2、4を基準電極としておけば、発生電界がキャンセルされ検出電極3には電荷が発生しない。つまり、検出用の電極3には、駆動振動と垂直方向の屈曲振動が生じた場合のみ電荷が発生することとなる。

## 【 0 0 1 9 】

しかしながら、図2に示すように、(図2(a)はその斜視図、図2(b)はその断面図)、実際に振動子を製造する場合、加工誤差部5のように振動子の外形の対称性が損なわれ、矢印のように駆動振動を検出電極に対し真っ直ぐに振動させることが出来ず斜めに振動することとなる。このように駆動振動が検出電極に対し斜めに振動した場合、つまり垂直方向の屈曲振動成分が含まれた場合、検出電極から角速度が加わらない状態で電荷が発生することとなり、ヌル電圧の発生や外乱に対する出力安定性を損なうこととなる。

## 【 0 0 2 0 】

この現象を改善するため、従前は、図3に示すように(図3(a)は斜視図、図3(b)は断面図)、加工誤差部5を研削部6でキャンセルさせるべく、端部に切削加工等でトリミング調整し、検出電極に対し駆動振動を真っ直ぐ振動させるようにしていた。しかし、小形の振動子では、振動子本体1の切削加工には圧電体の機械的性質に関わる問題があった。

## 【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

それに対し、本発明は、マイクロクラックの発生につながる切削加工を行うことなく、検出電極に対する駆動振動の方向性を制御するため、帯状の電極の一部をトリミングにより除去する。図面に基づいて説明する。

【0022】

(実施の形態1) 図4は実施の形態1での振動ジャイロの調整方法を示し、図4(a)はその斜視図、図4(b)はその断面図であり、7、8、9は電極除去部である。

【0023】

本実施の形態では、図4に示すように、電極2、3、4の幅方向の端部をレーザーで除去し、電極2、3、4の中心位置(重心位置)をシフトさせ、加工誤差部5によって斜めになった駆動振動に対し相対的に真っ直ぐ振動されているようにした。具体的には、予め駆動振動させた状態で検出電極に発生する電荷量をモニタリングし、発生する電荷が0となるまで、電極2、3、4の端部であるトリミング部(電極除去部)7、8、9をレーザーで除去することで実現できる。尚、ヌル電圧が0に近いほど、外乱に対する出力安定性も高まるので、ヌル電圧調整を行うことで、出力安定性調整も行え、バランス調整が可能になる。

【0024】

(実施の形態2) 図5は実施の形態2での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図であり、11、12、13は電極除去部である。

【0025】

図5に示す電極除去部11、12、13のように、トリミング部が振動子の長手方向に対し全部でなく一部であっても、実施の形態1と同様の効果を生むことができる。

【0026】

(実施の形態3) 図6は実施の形態3での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図であり、13は電極除去部である。

【0027】

図6のトリミング部(電極除去部)13のように、複数の電極の内、1つの電極だけに除去を行っても、実施の形態1及び2と同様の効果を生むことができる。

【0028】

(実施の形態4) 図7は実施の形態4での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図であり、14は電極除去部である。

【0029】

図7のトリミング部(電極除去部)14のように、複数の電極の内、1つの電極だけの端部に除去を行っても、実施の形態1~3と同様の効果を生むことができる。

【0030】

(実施の形態5) 図8は実施の形態5での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図であり、15は電極除去部である。

【0031】

図8では、図7の電極除去部14の全部分を除去するのではなく、その一部分を除去し、電極除去部15のようにすることでも実施の形態4と同様の効果を生むことができる。

【0032】

それらの実施の形態での調整方法について補足する。検出電極に対する振動方向の曲がり方によって、上記のような様々な形状の電極除去が必要になるが、一般に、検出電極の一部を除去するとその検出効率が低下する。また、帯状電極の幅方向を除去するよりも、長手方向を除去するほうがその低下は大きくなる。その点、図5の調整方法は検出効率をほとんど落とさず調整できる方法である。しかしながら、調整工程におけるレーザー照射タクトやレーザー照射による振動子へのダメージを考えると、できるだけ除去範囲が小さいほうが好ましいため、図8の調整方法が生産性や信頼性面で優位と言える。

【0033】

調整量が少なく済む場合は信頼性を重視し図5の調整方法で行い、調整量が多く必要な場合は図8の調整方法で行うとよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 4 】

本発明は、圧電効率の制御により調整するものであり、質量制御でないため、電極は必要以上に厚く形成する必要がなく、導通の信頼性を確保できる例えば $0.3\ \mu\text{m}$ 程度でかまわなく、製膜コスト等の生産性も損なうことがない。また、調整に使用するレーザも電極を除去できる程度で構わないため、大パワーを必要としない比較的安価なものでまかなえる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 一般的な圧電振動ジャイロ用振動子の一部を示し、図 1 ( a ) はその斜視図、図 1 ( b ) はその断面図。

10

【 図 2 】 加工誤差により外形の対称性が損なわれた振動子を示し、図 2 ( a ) はその斜視図、図 2 ( b ) はその断面図。

【 図 3 】 従来振動ジャイロの調整方法を示し、図 3 ( a ) はその斜視図、図 3 ( b ) はその断面図。

【 図 4 】 実施の形態 1 での振動ジャイロの調整方法を示し、図 4 ( a ) はその斜視図、図 4 ( b ) はその断面図。

【 図 5 】 実施の形態 2 での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図。

【 図 6 】 実施の形態 3 での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図。

【 図 7 】 実施の形態 4 での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図。

【 図 8 】 実施の形態 5 での振動ジャイロの調整方法を示す斜視図。

20

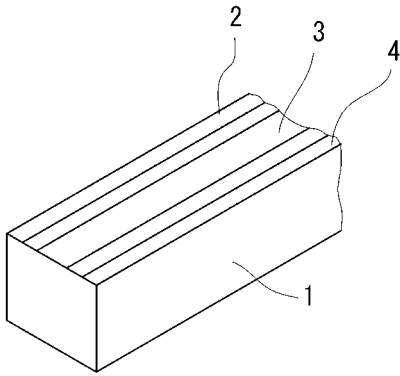
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 6 】

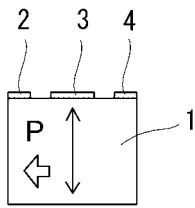
- 1 振動子本体
- 2、3、4 電極
- 5 加工誤差部
- 6 研削部
- 7 ~ 15 電極除去部

【 図 1 】

(a)

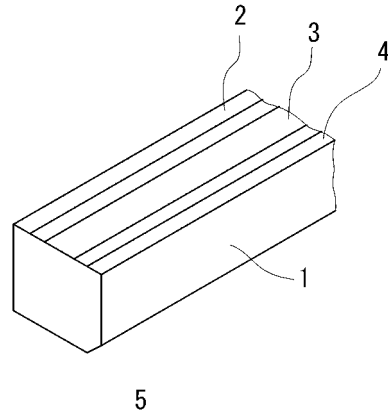


(b)

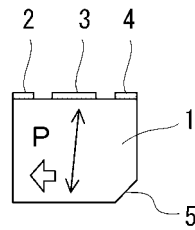


【 図 2 】

(a)

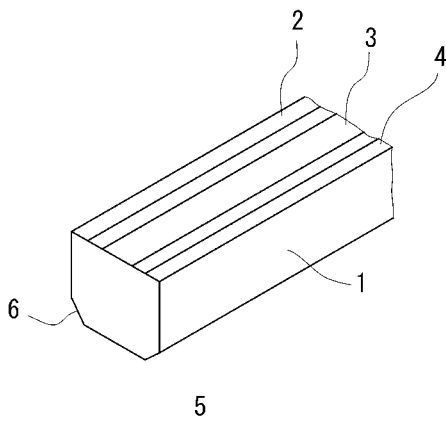


(b)

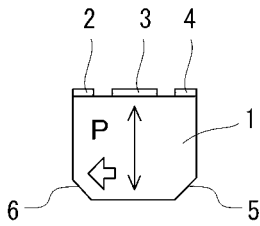


【 図 3 】

(a)

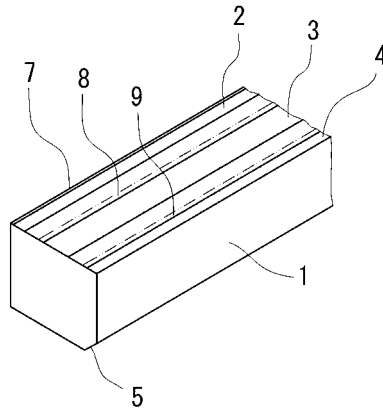


(b)

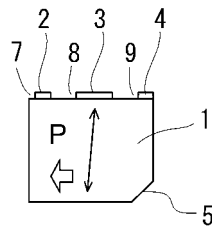


【 図 4 】

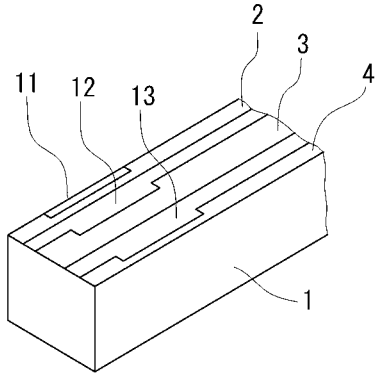
(a)



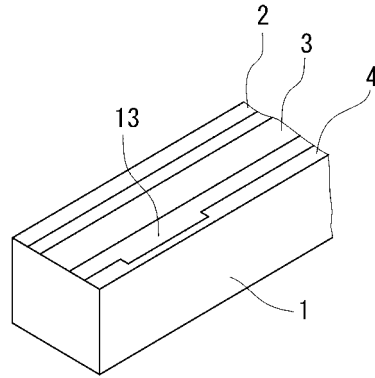
(b)



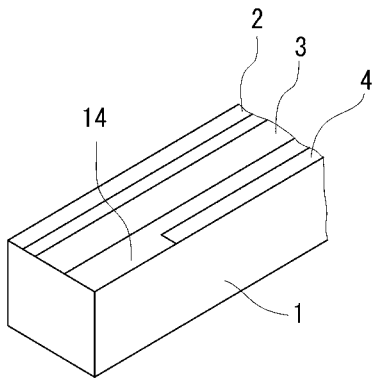
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

