

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 6 部門第 1 区分  
 【発行日】平成 21 年 4 月 30 日 (2009.4.30)

【公開番号】特開 2007-279001 (P2007-279001A)  
 【公開日】平成 19 年 10 月 25 日 (2007.10.25)  
 【年通号数】公開・登録公報 2007-041  
 【出願番号】特願 2006-109507 (P2006-109507)  
 【国際特許分類】

G 0 1 C 19/56 (2006.01)

G 0 1 P 9/04 (2006.01)

【F I】

G 0 1 C 19/56

G 0 1 P 9/04

【手続補正書】  
 【提出日】平成 21 年 3 月 16 日 (2009.3.16)

【手続補正 1】  
 【補正対象書類名】特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 2 つのアームと、前記アームを連結する基部とを有した振動子を備え、前記アームには角部を除いた部分にトリミング部を形成し、前記トリミング部は前記アームの角部から前記アームの幅方向に向かって、1 / 2 0 以上離して形成した慣性力センサ。

【請求項 2】

全てのアームの質量を互いに同等とした請求項 1 に記載の慣性力センサ。

【請求項 3】

前記アームは一方の面に電極を形成し、前記トリミング部は前記アームの他方の面に形成した請求項 1 記載の慣性力センサ。

【請求項 4】

前記トリミング部はレーザによって形成した請求項 1 記載の慣性力センサ。

【請求項 5】

前記レーザの波長は 3 5 5 n m よりも短くした請求項 4 記載の慣性力センサ。

【請求項 6】

前記トリミング部は前記アームの角部から幅方向に向かって形成した請求項 1 記載の慣性力センサ。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正の内容】  
 【発明の詳細な説明】  
 【発明の名称】慣性力センサ  
 【技術分野】  
 【0 0 0 1】

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慣性力を検出する慣性力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について図面を参照しながら説明する。

**【0003】**

図5は従来の慣性力センサに用いる振動子の斜視図である。

**【0004】**

図5において、従来の慣性力センサは圧電振動式の慣性力センサであって、振動子1とこの振動子1に基づき慣性力を検出する回路を有する。この振動子1は、互いに対向する2つの音叉アーム2、3と、この2つの音叉アーム2、3を連結する基部4とを有する。この振動子1は、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、X-Y平面上に配置している。音叉アーム2、3はX軸方向に振動させるが、理想的な振動(X軸方向への振動)をさせるためには、各音叉アーム2、3の断面形状がX軸、Z軸に対して対称となるような略長方形が好ましい。しかし、振動子1の製造において、加工ばらつきが生じるため、略長方形となるように加工することは極めて困難であり、X軸方向への振動に対して不要信号が重畳する。

**【0005】**

そこで、振動子1の加工後に、2つの音叉アーム2、3の角部7にレーザを照射して角部7をトリミングしトリミング部8を形成する。これにより、振動子1の質量バランスを調整し、適切にX軸方向へ振動させている。

**【0006】**

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2004-93158号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

上記構成では、音叉アーム2、3のトリミング時には、高精度に加工するためにレーザを用いている。この際、音叉アーム2、3のトリミング部8の近傍には加工熱に起因して加工変質層ができるため母材の強度が低下し、音叉アーム2、3が破損したり不要振動を発生したりする恐れがあるという問題点を有していた。

**【0008】**

本発明は上記問題点を解決するものであり、トリミングに起因した音叉アームの破損を抑制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】****【0009】**

本発明は上記問題点を解決し、少なくとも2つのアームと、前記アームを連結する基部とを有した振動子を備え、前記アームには角部を除いた部分にトリミング部を形成し、前記トリミング部は前記アームの角部から前記アームの幅方向に向かって、1/20以上離して形成した構成である。

**【発明の効果】****【0010】**

上記構成により、アームには角部を除いた部分にトリミング部を形成しているので、トリミング部の近傍にトリミングの加工熱に起因した加工変質層ができ母材の強度が低下したとしても、アーム強度の低下および不要振動の発生を抑制可能である。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0011】**

以下、本発明の一実施の形態の慣性力センサについて図面を参照しながら説明する。

**【0012】**

図1は本発明の一実施の形態における慣性力センサに用いる振動子の斜視図、図2は同振動子のアームのA-A断面図、図3はトリミング部の形成位置に対するアーム幅とアーム

ム強度の関係を示す特性図、図4はトリミング部の形成位置に対するアーム幅と不要振動量の関係を示す特性図である。

【0013】

図1、図2において、本発明の一実施の形態における慣性力センサは、慣性力を検出する音叉型の振動子10と処理回路(図示せず)とを備えている。振動子10は、2つの音叉アーム12、13と、これらを連結する基部14とを有する。音叉アーム12、13の一方の面は電極15を形成した電極面16とし、他方の面はトリミング部17を形成したトリミング面18としている。

【0014】

振動子10はシリコン(Si)から形成され、アーム12、13上の電極15は、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)からなる圧電薄膜の上下にAu/Ti、Pt/Ti等を設けてなる。

【0015】

2つの電極15に各々互いに逆位相となるような交流信号を与えると、振動子10は音叉アーム12、13の幅方向(X軸方向)に駆動振動する。この時、音叉アーム12、13の断面形状がX軸に対称かつZ軸に対称であれば、音叉アーム12、13はZ軸に撓むことなくX軸方向に駆動振動するが、対称性が崩れていると、X軸方向の駆動振動に合わせてZ軸方向にも撓んでしまう(不要振動)。

【0016】

Z軸方向に振動子10が撓むと、角速度検出電極(図示せず)に電荷(不要信号)が発生してしまうが、この不要信号は、角速度が入力された場合に発生する電荷とは位相が90°ずれているため、処理回路にて同期検波処理を行うことで除去可能な信号となる。ただし、同期検波時の基準信号と不要信号の位相が少しでもずれていると、角速度信号として出力されてしまう。

【0017】

それ故、振動子10としては、不要信号が発生しないものが望ましいが、前述のように、音叉アーム12、13の断面形状を、X軸方向、Z軸方向に対称になるように加工することは非常に困難度が高い。そこで、通常は、振動子10の加工後に不要信号が最小となるように機械的に音叉アーム12、13をトリミングすることで、質量バランスを確保し、音叉駆動信号を安定化させている。

【0018】

トリミングするにあたり、最も効率の良い部位は、音叉アーム12、13の根元(基部14近傍)の角部19になるが、この部位を加工してしまうと、図3に示すように音叉アーム12、13の強度が低下する。

【0019】

ただし、図3に示すように、音叉アーム12、13の幅方向に向かって角部19から音叉アーム12、13の幅に対して1/20以上の間隔(音叉アーム12、13の幅に対する角部19からの距離が5%以上の間隔)をあけてトリミング部17を形成すれば、駆動振動方向の音叉アーム12、13の強度はトリミング部17を形成していない場合と同等の強度を維持できる。

【0020】

すなわち、音叉アーム12、13には角部19を除いた部分にトリミング部17を形成しているので、トリミング部17の近傍にトリミングの加工熱に起因した加工変質層ができ母材の強度が低下したとしても、アームの強度低下を抑制できる。

【0021】

また、図4に示すように、音叉アーム12、13の長手方向のトリミング長さと幅方向のトリミング長さを固定した場合、幅方向に対するトリミング部17の形成位置と、不要信号の変化量には線形の相関がある。よって、不要信号の大きさに応じてトリミング部17の形成位置を音叉アーム12、13の幅方向で調整でき、容易に調整可能である。

【0022】

また、トリミングを施す加工面としては、電極 15 を形成しない音叉アーム 12、13 の面を用いるのがよい。なぜなら、電極 15 を形成した電極面 16 を加工するとすると、加工位置が電極 15 の形成パターンに制約されるため、任意の位置を加工することができなかつたり、レーザによる熱の影響で、電極 15 を構成する P Z T の特性が変化したりする可能性があるからである。

#### 【0023】

さらに、トリミング時にレーザを用いるのは、加工精度が高いことと、加工による屑の発生を低減できるからである。具体的には、355nm の波長を用いることで、レーザ照射による溶融屑の発生を抑えることができる。もちろん、波長をさらに短くすることで溶融屑をさらに少なくすることも可能であるが、装置コスト、安定性を考えると 355nm が現実的である。

#### 【0024】

また、トリミング部 17 を形成する位置は、全ての音叉アーム 12、13 の同じ箇所に行うことが望ましい。例えば、2つの音叉アーム 12、13 の内、一方のみをトリミングして、音叉不要信号を低減することも可能であるが、このような加工を行うと、トリミング量（質量変化）が多い場合、音叉左右アームの質量がアンバランスになり、初期特性としては音叉不要信号を低減することができたとしても、温度特性を考慮すると、出力変動が大きくなる可能性があるからである。よって、全てのアームで均等に行うことが望ましい。

#### 【0025】

なお、本発明の一実施の形態では、振動子 10 に対して個別にトリミングを行う形態について説明したが、ウエハ状態で個々の振動子 10 の不要信号レベルを計測し、その不要信号レベルに応じてトリミング部 17 の位置を決定し、ウエハ状態でレーザによるトリミングを行ってもよい。ウエハ状態でトリミングを行うことにより、トリミング後の洗浄が容易にできるため、トリミング時に発生した加工屑を容易に除去することができる。また、センサとして振動子、IC を組み込んだ後にトリミングする場合には、トリミングによる加工屑がパッケージ内に入り込んだりする可能性があるが、ウエハ状態でのトリミングであれば、そのような不具合も発生しない。

#### 【0026】

また、本発明の一実施の形態では、機械的に強度が大であることや半導体プロセス技術により高精度な加工が容易であるという点から振動子 10 の構造体にシリコン (Si) を用いた例について説明したが、非圧電材料であれば、例えば、Si 表面を酸化させたもの、ダイヤモンド、溶融石英、アルミナ、GaAs 等を用いることも可能である。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0027】

本発明に係る慣性力センサは、トリミングに起因した音叉アームの破損を抑制でき、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】

#### 【0028】

【図1】本発明の一実施の形態における慣性力センサに用いる振動子の斜視図

【図2】同振動子のアームの A - A 断面図

【図3】トリミング部の形成位置に対するアーム幅とアーム強度の関係を示す特性図

【図4】トリミング部の形成位置に対するアーム幅と不要振動量の関係を示す特性図

【図5】従来の慣性力センサに用いる振動子の斜視図

#### 【符号の説明】

#### 【0029】

- 10 振動子
- 12 音叉アーム
- 13 音叉アーム
- 14 基部

- 1 5 電 極
- 1 6 電 極 面
- 1 7 トリミング部
- 1 8 トリミング面
- 1 9 角 部