(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3636412号
(P3636412)
(45)発行日　平成17年4月6日(2005.4.6)　(24)登録日　平成17年1月14日(2005.1.14)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G01C 19/56　G01C 19/56
G01P 9/04　G01P 9/04

請求項の数 6　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平9-162415
(22)出願日　平成9年6月19日(1997.6.19)
(65)公開番号　特開平11-14365
(43)公開日　平成11年1月22日(1999.1.22)
審査請求日　平成15年1月23日(2003.1.23)

(73)特許権者　000004064
日本碍子株式会社
愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号
(74)代理人　100072051
弁理士　杉村　興作
(74)代理人　100089576
弁理士　冨田　典
(74)代理人　100101096
弁理士　徳永　博
(74)代理人　100100125
弁理士　高見　和明
(74)代理人　100073313
弁理士　梅本　政夫
(74)代理人　100097504
弁理士　青木　純雄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】振動型ジャイロスコープ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

圧電単結晶からなる音叉型振動子を用いた振動型ジャイロスコープにおいて、音叉型振動子を構成するアームの一部をその他の部分より細く形成し、駆動振動モードのひずみの集中する部分と検出振動モードのひずみが集中する部分とを、各アーム上で異なる部分とし、検出振動モードのひずみが集中する部分に検出手段を設けたことを特徴とする振動型ジャイロスコープ。

【請求項２】

前記アームの形状が、アームの延在する長手方向に対し垂直の方向を幅方向としたとき、駆動振動モードにおける振動面内では、幅方向の形状を同じ形状とし、検出振動モードにおける振動面内では、幅方向の形状の一部をその他の部分より細くする請求項１記載の振動型ジャイロスコープ。

【請求項３】

前記アームの形状が、アームの延在する長手方向に対し垂直の方向を幅方向としたとき、検出振動モードにおける振動面内では、幅方向の形状を同じ形状とし、駆動振動モードにおける振動面内では、幅方向の形状の一部をその他の部分より細くする請求項１記載の振動型ジャイロスコープ。

【請求項４】

前記アームが長手方向において漸次細くなっている請求項１～３のいずれか１項に記載の振動型ジャイロスコープ。

【請求項５】
前記アームが基部と接触する端部から先端に向かって漸次細くなっている請求項４記載の振動型ジャイロスコープ。
【請求項６】
前記駆動振動モードのひずみが集中する部分に駆動手段を設けた請求項１～５のいずれか１項に記載の振動型ジャイロスコープ。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、音叉型振動子を用いた振動型ジャイロスコープに関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来から、複数のアームと、複数のアームを接続する基部とから構成され、アームに所定の面内における駆動振動を与え、この駆動振動に垂直な、加えられた回転角速度に対応する検出振動から、回転角速度を求める音叉型振動子を用いた振動型ジャイロスコープは、種々の構成のものが知られている。例えば、特開平７－８３６７１号公報において、中央の駆動アームと、その左右の検出アームの合計３本のアームを基部で一体に接続した構成の音叉型振動子を用いた振動型ジャイロスコープが開示されている。図８はそのような従来の振動型ジャイロスコープの一例の構成を示す図である。図８に示す例において、振動型ジャイロスコープを構成する音叉型振動子５１は、中央の駆動アーム５３と、その左右にほぼ平行に配置された検出アーム５２、５４との３本のアームと、これらの駆動アーム５３および検出アーム５２、５４を基部５５で一体に接続した構成を有している。
【０００３】
上述した音叉型振動子５１では、駆動アーム５３を、駆動アーム５３に設けた図示しない駆動手段により、ＸＺ面内で振動させる。そして、左右の検出アーム５２、５４を同じＸＺ面内で共振させる。この状態で、音叉型振動子５１の対称軸Ｚを中心に回転角速度ωが作用すると、検出アーム５２、５４にコリオリの力ｆが作用する。検出アーム５２、５４がＸＺ面内で振動していることから、検出アーム５２、５４にはＹＺ面内で振動が誘起される。この振動を検出アーム５２、５４に設けた図示しない検出手段により検出して、回転角速度を測定している。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
上述した音叉型振動子５１では、駆動アーム５３、検出アーム５２、５４のすべてのアームが、駆動アーム５３の振動およびその駆動アーム５３の振動に起因する検出アーム５２、５４の共振により、駆動モードで振動している。そのため、検出アーム５２、５４に設けた検出手段での検出振動に現れるノイズを低く抑えることが困難であった。すなわち、上述した従来の音叉型振動子５１では、駆動モードのひずみが検出手段の部分にも影響し、検出手段での検出振動にノイズとして現れていた。特に、音叉型振動子５１を単結晶で構成した振動型ジャイロスコープでは、圧電単結晶のいろいろな方向に圧電定数が存在するため、その傾向が顕著となる問題があった。また、上述した音叉型振動子５１において、音叉型振動子全体の大きさはそのままに保った状態で、さらに感度を上昇させる要望も高かった。
【０００５】
本発明の目的は上述した課題を解消して、検出信号に駆動モードの振動の影響が無く、しかも高い感度を有する振動型ジャイロスコープを提供しようとするものである。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
本発明の振動型ジャイロスコープは、圧電単結晶からなる音叉型振動子を用いた振動型ジャイロスコープにおいて、音叉型振動子を構成するアームの一部をその他の部分より細く形成し、駆動振動モードのひずみの集中する部分と検出振動モードのひずみが集中する部

分とを、各アーム上で異なる部分とし、検出振動モードのひずみが集中する部分に検出手段を設けたことを特徴とするものである。

【０００７】

本発明では、音叉型振動子を構成するアームの一部をその他の部分より細く形成し、駆動振動モードのひずみの集中する部分と検出振動モードのひずみが集中する部分とを、各アーム上で異なる部分とし、検出振動モードのひずみが集中する部分に検出手段を設けた構成をとることで、検出アームにおいて、検出手段を設けた位置を、検出振動モードの検出振動によるひずみが最大で、しかも駆動モードの駆動振動に起因するひずみが集中しない位置とすることができる。そのため、音叉型振動子をエリンバ合金等の恒弾性合金から構成して検出手段として圧電材料からなる検出部を形成した場合の検出部、および、音叉型振動子を圧電セラミックス、水晶、$LiTaO_3$ 単結晶、$LiNbO_3$ 単結晶から構成して検出手段としての電極からなる検出部を形成した場合の検出部は、いずれの検出部も回転角速度を与えられた場合のコリオリの力に基づく検出振動モードの振動を効率的に検出に利用でき、しかも検出部を設けた位置に駆動振動に基づくノイズの影響を無くすことができる。

【０００８】

上述した本発明の作用効果は、いろいろな方向に圧電定数が存在する$LiTaO_3$ 単結晶、$LiNbO_3$ 単結晶を音叉型振動子として利用した場合、従来はかなり大きい駆動振動モードの駆動振動の影響をノイズとして受けていたところ、本発明によれば、このノイズを大幅に削減することができる。また、アームの一部を細くすることで、本発明の音叉型振動子のアームを従来と同じアームの大きさとしても、従来の音叉型振動子と比較して、検出振幅を拡大させ、振幅の制御をも行うことができ、音叉型振動子の大きさを変えること無く感度を上昇させることができる。

【０００９】

【発明の実施の形態】

図１は本発明の振動型ジャイロスコープの一例の構成を示す図である。図１に示す例において、振動型ジャイロスコープを構成する音叉型振動子１は、３本の互いにほぼ平行に配置されたアーム２～４と、これら３本のアーム２～４を接続する基部５とから構成される。３本のアーム２～４のうち、両端のアーム２、４は検出アームを構成し、中央のアーム３は駆動アームを構成する。なお、音叉型振動子１の材質としては、従来から知られているエリンバ合金等の恒弾性合金、あるいは圧電セラミックス、水晶、$LiTaO_3$ 単結晶、$LiNbO_3$ 単結晶などの圧電材料を用いることができるが、その中でも$LiTaO_3$ 単結晶、$LiNbO_3$ 単結晶などの単結晶を用いると本発明の効果が大きい。図１に示す例では、音叉型振動子１として$LiTaO_3$ 単結晶を使用した例を示している。

【００１０】

上述した本発明の振動型ジャイロスコープの音叉型振動子１の動作は、従来から知られている音叉型振動子の動作と同じである。すなわち、まず、駆動アーム３を、駆動アーム３に設けた駆動手段としての駆動電極１１－１～１１－４により、ＸＺ面内で振動させる。そして、左右の検出アーム２、４を同じＸＺ面内で共振させる。これにより、図２（ａ）に示すような駆動振動モードの振動が発生する。この状態で、音叉型振動子１の対称軸Ｃを中心に回転角速度ωが作用すると、検出アーム２、４にコリオリの力ｆが作用する。検出アーム２、４がＸＺ面内で振動していることから、検出アーム２、４にはＹＺ面内で振動が誘起される。これにより、図２（ｂ）に示すような検出振動モードの振動が発生する。この検出モードの振動を検出アーム２、４に各別に設けた検出電極１２－１～１２－４により検出して、回転角速度を測定している。なお、図３に各電極の配線状態を示す。

【００１１】

上述した本発明の振動型ジャイロスコープにおいて重要なのは、音叉型振動子１を構成する駆動アーム３、検出アーム２、４の各アームの形状を、その一部をその他の部分より細く形成することである。すなわち、図１に示す例では、各アームの基部５から上方に延びる方向を長手方向、これに対し垂直の方向を幅方向とすると、駆動振動モードにおける振

動面（ＸＺ面）内では、幅方向の形状を同じ形状とし、検出振動モードにおける振動面（ＹＺ面）内では、幅方向の形状の一部をその他の部分より細くしている。具体的には、図１に示す例において、駆動アーム３、検出アーム２、４の各アームの構成を、基部５と接触する端部から長手方向に所定の長さのアーム基部２－１、３－１、４－１の厚さをＸＺ面内において基部５と同じ厚さに形成し、アーム基部２－１、３－１、４－１に続くアーム細形状部２－２、３－２、４－２の厚さをＹＺ面内においてアーム基部２－１、３－１、４－１の厚さより薄く構成している。そして、駆動アーム３、検出アーム２、４の形状はすべて同じ形状となっている。

【００１２】

上述した本発明の振動型ジャイロスコープに用いる音叉型振動子１では、検出振動モードのＹＺ面内での振動のひずみの中心は、検出アーム２、４、駆動アーム３のＡ部となり、駆動振動モードのＸＺ面内での振動のひずみの中心は、検出アーム２、４、駆動アーム３のＢ部となる。そのため、検出アーム２または４について考えると、駆動振動モードのひずみの集中する部分Ｂと検出振動モードのひずみが集中する部分Ａとが異なる部分となる。その結果、図１に示すように、検出振動モードのひずみが集中するＡ部に、検出電極１２－１～１２－４を形成することで、検出振動モードにおける振動を検出に効率的に使用することができ、一方この部分には駆動振動モードにおける振動のひずみが集中しないため、駆動振動モードの振動の悪影響を受けることはない。なお、図１に示す例では、駆動アーム３において、駆動振動モードのひずみの集中する部分Ｂに駆動電極１１－１～１１－４を設けている。

【００１３】

図４は本発明の振動型ジャイロスコープの他の例の構成を示す図である。図４に示す例において、図１に示す例と同一の部材には同一の符号を付し、その説明を省略する。図４に示す例において、図１に示す例と異なる点は、各検出アーム２、４、駆動アーム３において、検出振動モードにおける振動面（ＹＺ面）内では、幅方向の形状を同じ形状とし、駆動振動モードにおける振動面（ＸＺ面）では、幅方向の形状の一部をその他の部分より細くした点である。具体的には、図４に示す例において、駆動アーム３、検出アーム２、４の各アームの構成を、基部５と接続する端部から長手方向に所定の長さのアーム基部２－１、３－１、４－１の厚さをＹＺ面内において基部５と同じ厚さに形成し、アーム基部２－１、３－１、４－１に続くアーム細形状部２－２、３－２、４－２の厚さをＸＺ面内においてアーム基部２－１、３－１、４－１の厚さより薄く構成している。図４に示す例においても、図１に示す例と同じ効果を得ることができる。なお、図５（ａ）、（ｂ）に図４に示す例の駆動振動モードおよび検出振動モードの例を示し、図６に各電極の配線状態を示す。

【００１４】

図７（ａ）～（ｈ）はそれぞれ検出アームおよび駆動アームのさらに他の例の構成を示す図である。図７（ａ）～（ｈ）の例では、検出アーム２の例を示したが、他の検出アーム４および駆動アーム３の構成も同じ構成である。。図７（ａ）～（ｄ）は、図１および図４の例と同様、アーム２に対して両側面から厚みを薄くして、アーム基部２－１とアーム細形状部２－２を設けた例を示す。図７（ｅ）～（ｈ）は、図７（ａ）～（ｄ）の例とは異なり、アーム２に対して一方の側面からのみ厚みを薄くして、アーム基部２－１とアーム細形状部２－２を設けた例を示す。いずれの例においても、本発明の効果を同様に得ることができる。

【００１５】

なお、上述した例においては、音叉型振動子１として３本のアーム２～４を利用した例を示したが、アームの数は３本に限定されず、４本、５本などの他の本数でも本発明を適用できることはいうまでもない。

【００１６】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、音叉型振動子を構成するアームの一部

をその他の部分より細く形成し、駆動振動モードのひずみの集中する部分と検出振動モードのひずみが集中する部分とを、各アーム上で異なる部分とし、検出振動モードのひずみが集中する部分に検出手段を設けた構成をとることで、検出アームにおいて、検出手段を設けた位置を、検出振動モードの検出振動によるひずみが最大で、しかも駆動モードの駆動振動に起因するひずみが集中しない位置とすることができる。そのため、検出手段において、回転角速度を与えられた場合のコリオリの力に基づく検出振動モードの振動を効率的に検出に利用でき、しかも検出手段を設けた位置に駆動振動に基づくノイズの影響を無くすことができ、高感度の測定を実施することができる。

【００１７】

また、アームの一部を細くしているため、本発明の音叉型振動子のアームを従来と同じアームの大きさとしても、従来の音叉型振動子と比較して、検出振幅を拡大させ、振幅の制御をも行うことができ、音叉型振動子の大きさを変えること無く感度を上昇させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の振動型ジャイロスコープに用いる音叉型振動子の一例の構成を示す図である。

【図２】（ａ）、（ｂ）はそれぞれ図１に示す例における駆動振動モードと検出振動モードの例を示す図である。

【図３】図１に示す例における各電極の配線状態を示す図である。

【図４】本発明の振動型ジャイロスコープの他の例の構成を示す図である。

【図５】（ａ）、（ｂ）はそれぞれ図４に示す例における駆動振動モードと検出モードの例を示す図である。

【図６】図４に示す例における各電極の配線状態を示す図である。

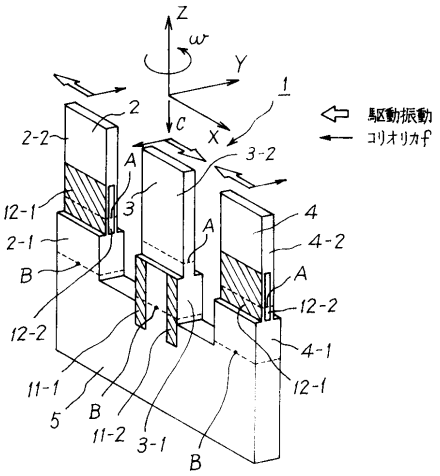
【図７】（ａ）～（ｈ）はそれぞれ本発明におけるアームの他の形状を示す図である。

【図８】従来の振動型ジャイロスコープに用いる音叉型振動子の一例の構成を示す図である。

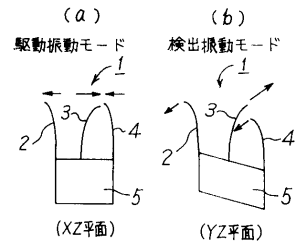
【符号の説明】

１　音叉型振動子、２、４　検出アーム、３　駆動アーム、５　基部、１１－１～１１－４　駆動電極、１２－１～１２－４　検出電極

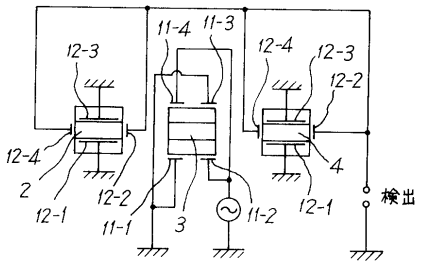
【図１】



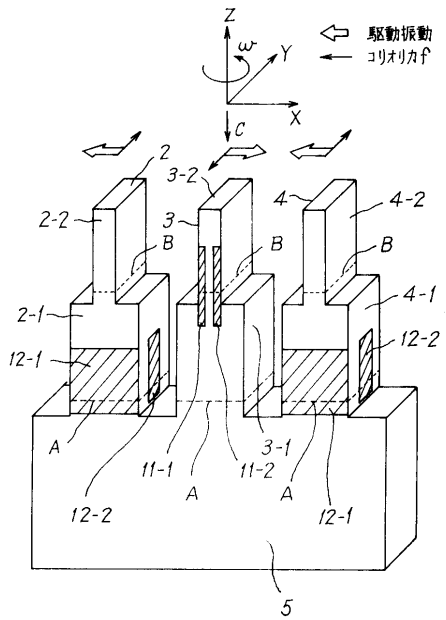
【図２】



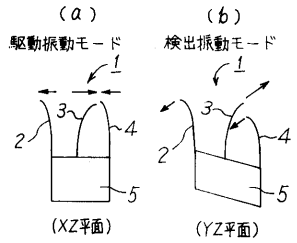
【図３】



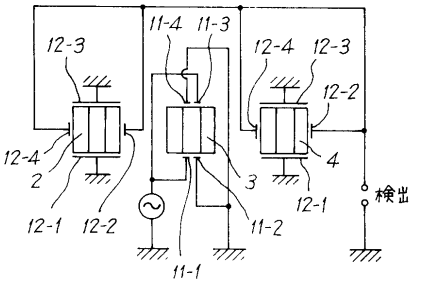
【図４】



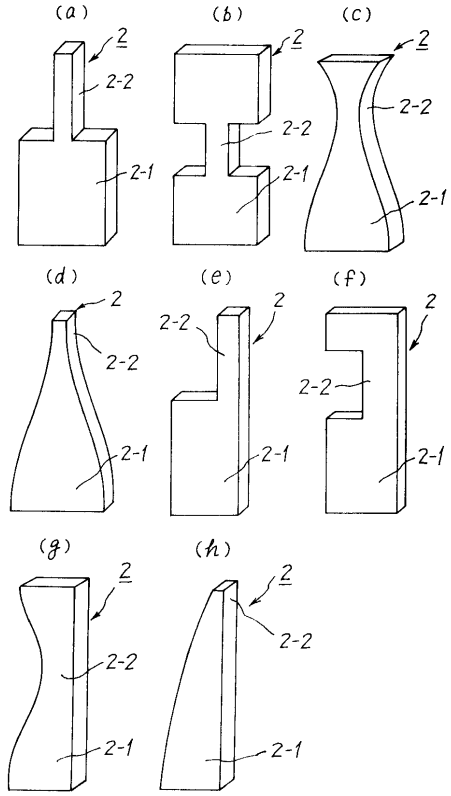
【図５】



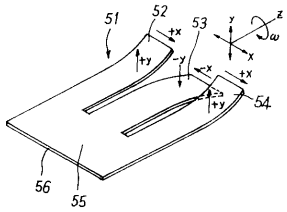
【図６】



【図７】



【図８】



フロントページの続き

(74)代理人 100107227
弁理士 藤谷 史朗
(72)発明者 菊池 尊行
愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内
(72)発明者 郷治 庄作
愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内
(72)発明者 大杉 幸久
愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内
(72)発明者 相馬 隆雄
愛知県名古屋市瑞穂区須田町２番５６号 日本碍子株式会社内

審査官 小野寺 麻美子

(56)参考文献 実開平０３－０９９３１３（ＪＰ，Ｕ）
実開平２－１０７０１６（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G01C 19/56
G01P 9/04