(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4555571号
(P4555571)

(45)発行日　平成22年10月6日(2010.10.6)　(24)登録日　平成22年7月23日(2010.7.23)

(51)Int.Cl.　　F I
G01C 19/56 (2006.01)　　G01C 19/56
G01P 9/04 (2006.01)　　G01P 9/04

請求項の数 9　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2003-558430 (P2003-558430)
(86)(22)出願日　平成14年9月25日 (2002.9.25)
(65)公表番号　特表2005-514609 (P2005-514609A)
(43)公表日　平成17年5月19日 (2005.5.19)
(86)国際出願番号　PCT/DE2002/003624
(87)国際公開番号　WO2003/058167
(87)国際公開日　平成15年7月17日 (2003.7.17)
審査請求日　平成17年9月22日 (2005.9.22)
(31)優先権主張番号　102 00 948.1
(32)優先日　平成14年1月12日 (2002.1.12)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号　102 37 411.2
(32)優先日　平成14年8月16日 (2002.8.16)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

前置審査

(73)特許権者　390023711
ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング
ＲＯＢＥＲＴ　ＢＯＳＣＨ　ＧＭＢＨ
ドイツ連邦共和国　シユツツトガルト　(番地なし)
Ｓｔｕｔｔｇａｒｔ，　Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　100061815
弁理士　矢野　敏雄
(74)代理人　100110593
弁理士　杉本　博司
(74)代理人　100135633
弁理士　二宮　浩康

最終頁に続く

(54)【発明の名称】回転速度センサ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板とコリオリ要素（２ａ，２ｂ）とを有する回転速度センサであって、前記コリオリ要素（２ａ，２ｂ）は、基板の表面上に設けられており、前記コリオリ要素（２ａ，２ｂ）は、第１の軸（Ｘ）に対して平行に振動するように励振することができ、前記コリオリ要素（２ａ，２ｂ）は、コリオリ力に基づいて、前記第１の軸（Ｘ）に対してほぼ垂直方向の第２の軸（Ｙ）での偏移を検出し、前記第１の軸（Ｘ）及び前記第２の軸（Ｙ）は、前記基板の表面に対して平行に設けられている回転速度センサにおいて、
基板とコリオリ要素（２ａ，２ｂ）との動的な力作用を伝達する力伝達手段（１９，２０）が設けられており、力伝達手段（１９，２０）として、第１のサブストラクチュア（１９）と第２のサブストラクチュア（２０）を有する補償構造が設けられており、各サブストラクチュアに、少なくとも１つの、コリオリ要素（２ａ，２ｂ）の切り抜き（６０）が設けられており、前記切り抜き（６０）は、第１の切り抜き領域内で、第２の軸（Ｙ）の方向に、第２の切り抜き領域内よりも大きく拡がっていることを特徴とする回転速度センサ。
【請求項２】
力伝達手段（１９，２０）は、基板とコリオリ要素（２ａ，２ｂ）との動的な力作用だけを伝達するように設けられている請求項１記載の回転速度センサ。
【請求項３】
力伝達手段（１９，２０）は、動的な力作用に対して付加的に、基板とコリオリ要素（

２ａ，２ｂ）との静的な力作用も伝達するように設けられている
請求項１記載の回転速度センサ。
【請求項４】
力伝達手段（１９，２０）は、静的な力作用が、基板の表面上にほぼ垂直方向の第３の軸（Ｚ）に関するトルクに相応するように設けられている請求項３記載の回転速度センサ。
【請求項５】
相互に対称的に設けられた２つのコリオリ要素（２ａ，２ｂ）が設けられており、該各コリオリ要素（２ａ，２ｂ）間に機械的に設けられた結合部が設けられている請求項１から４迄の何れか１記載の回転速度センサ。
【請求項６】
２つ又は２つ以下の制御量に依存して、動的及び／又は静的な力作用が形成される請求項１から５迄の何れか１記載の回転速度センサ。
【請求項７】
制御量は、直流電圧である請求項６記載の回転速度センサ。
【請求項８】
第１のサブストラクチュアと第２のサブストラクチュア（１９，２０）は、相互に非対称に設けられている請求項１から７迄の何れか１記載の回転速度センサ。
【請求項９】
駆動手段（１２ａ，１３ａ，１２ｂ，１３ｂ）が設けられており、該駆動手段により、コリオリ要素（２ａ，２ｂ）は、第１の軸（Ｘ）に対して平行に振動するように励振可能であり、検出手段（１５ａ，１６ａ，１５ｂ，１６ｂ，１７）が設けられており、該検出手段により、コリオリ要素（２ａ，２ｂ）が、コリオリ力に基づく第２の軸（Ｙ）方向への偏移を検出する請求項１から８迄の何れか１記載の回転速度センサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、第１の軸に対して平行に振動するように励振することができ、コリオリ要素は、コリオリ力に基づいて、第１の軸に対してほぼ垂直方向の第２の軸での偏移を検出し、第１の軸及び第２の軸は、基板の表面に対して平行に設けられている回転速度センサに関する。
【０００２】
背景技術
直線振動するバイブレーションジャイロスコープは、一般に公知である。この回転速度センサでは、センサ構造体の部分が、一方向、例えば、基板表面に対して平行に配向された第１の軸（ｘ軸）方向に能動的に振動する（１次振動）。有効な感応軸を中心にして外部回転速度で回転する際、コリオリ力が振動部に作用する。この（１次振動の周波数で周期的に変化する）コリオリ力は、センサ構造体の部分を同様に基板表面に対して平行に、ｘ軸に対して垂直方向に配向された第２の方向乃至第２の軸（ｙ軸）方向に振動する（２次振動）。センサ構造体に検出手段が設けられており、この検出手段により、２次振動が検出される（コリオリ測定効果）。
【０００３】
回転速度センサの構成では、上述の設計仕様のように（対称性を適切に選択することによって）、基板面内の１次及び２次振動用に周知のデカルト座標系Ｋ＝（ｘ，ｙ）が設けられる。質量及びスプリングの分布は、１次及び２次振動用の質量センサ及びスプリング剛性検出センサの主軸系が、正確に基板面座標系Ｋと一致するように構成されている。更に、検出手段を構成する際、（外部回転速度なし）１次振動でセンサを駆動することによって、コリオリ効果の検出手段に信号は生じないようにされている。そのために、検出手段は、当該検出手段の座標系ＫＤが、同様にセンサ素子機構の座標系Ｋと一致するように、即ち、同様に検出手段の座標系ＫＤ＝（ｘ，ｙ）となるように構成されている。従って

、そのような理想的な回転速度センサでは、コリオリ効果の検出装置での１次振動と過結合は生じない。その種の過結合は、クォードレチャ（Ｑｕａｄｒａｔｕｒ）と呼ばれる。従って、クォードレチャ信号とは、コリオリ効果の検出手段で、センサが１次振動で駆動されている際に、外部慣性系に対してセンサが相対運動しなくても生じてしまう信号のことである。

【０００４】

クォードレチャにより、コリオリ効果の検出手段に、１次振動の周波数で周期的に変調される信号が生じる。

【０００５】

クォードレチャ信号が生じる理由は、センサ素子機構の座標系Ｋ＝（ｘ，ｙ）が、検出手段の座標系ＫＤ＝（ｘ’，ｙ’）と一致せず、両系が容易に角度θだけ相互に回転するからである。

【０００６】

このように、一般的に両系が僅かに回転してしまう典型的な原因は、例えば、製造過程での不完全性によるセンサ構造体の非対称性にある。これは、非対称な質量分布又は非対称なスプリングの剛性によって示すことができる。その結果、質量センサ又はスプリング剛性センサの主軸系は、検出手段の座標系ＫＤと一致しない。

【０００７】

クォードレチャの発生は、ここで説明している回転速度センサで使用される、エピタキシャル成長されたポリシリコン製のセンサ構造体を有するシリコン技術にとって特有の現象ではない。結晶シリコン材料又は水晶結晶製の回転速度センサでも、製造過程での不完全性に基づいて、クォードレチャ信号を生じる。

【０００８】

本発明にとって重要な他の、クォードレチャ信号の解釈は、以下の摂動論的な考察に基づく：

座標系の回転が小さい場合、先ず、主軸系の方向には、摂動がないものとする（Ｋ＝ＫＤ）。クォードレチャは、このイメージでは、両主要振動モード（１次及び２次振動）間の僅かな結合として示される。このイメージでは、クォードレチャは、センサ構造体の１次モードでの振動中、外部回転速度なしでも、２次振動を励振する。この運動は、コリオリ効果の検出手段で摂動信号とみなすことができる。

【０００９】

本発明によると、時間周期的に変化する力の所期の作用に基づくクォードレチャ信号を低減乃至回避することができる。このために、センサ構造体の適切な部分に堆積された電極構造体によって、外部直流電圧を所期のように印加して、時間的に変化する（動的に）静電力をセンサ構造体に加えることができる。殊に、電極構造体（クォードレチャ補償構造体）を適切な形状にすることによって、センサ構造体の１次振動中、時間的に変化する力を、センサ構造体内の適切な部分に作用することができるようになる。この力は、２次振動を励振するように配向されており、従って、コリオリ効果の検出手段で検出することができる。電圧の高さによって、この信号の大きさは、センサ素子内での不完全性に基づいて生じるクォードレチャ信号を正確に補償する限りで、変えることができる。従って、本発明は、クォードレチャ補償用の動的な方法を示す。

【００１０】

クォードレチャ補償の作用は、本発明の方法では、所期のように行われる、機構的なセンサ構造体内の非対称性に基づく。

【００１１】

製造時の不完全性に基づく回転速度センサでのクォードレチャ摂動信号は分かっており、種々異なる技術の回転速度センサで生じる。その際、従来技術によると、この摂動信号の低減のために、種々異なる方法が公知である。

【００１２】

クォードレチャ信号抑制用の従来技術の第１の方法では、回転速度信号とクォードレチ

ャ信号の異なる位相位置が利用される。コリオリ力は、１次振動の速度に比例し、それに対して、クォードレチャは、１次振動の偏移に比例して生じる。従って、回転速度信号とクォードレチャ信号との間に、９０°の位相ずれが生じる。検出手段で、クォードレチャ信号及び回転速度信号が、１次振動の周波数で振幅変調された信号として検出される。例えば、ドイツ連邦共和国特許公開第１９７２６００６号公報又は米国特許第５６７２９４９号明細書に記載されているような同期復調の方法によって、先ず、信号が再度ベースバンドに復調される。付加的に、復調用の基準信号の位相位置を適切に選択することによって、クォードレチャ信号が抑制される。

【００１３】

この方法では、センサ素子自体のクォードレチャ信号は影響を受けない。更に、クォードレチャ信号は、検出手段の１次信号変換路も通過する必要があるが、遅延して信号路内で電子的に抑制してもよい。つまり、回転速度測定領域に比較して大きなクォードレチャ信号では、第１の信号変換段の動的領域に要求される条件が極めて高く、センサのノイズが高くなることが屡々である。

【００１４】

クォードレチャ信号の低減用の従来技術による第２の方法では、機構的なセンサ構造体が物理的に平衡される。その際、第１の方法とは異なり、センサ素子の後処理によって直ぐに、クォードレチャの原因を除去することができ、その結果、検出手段にクォードレチャ信号は生じない。

【００１５】

精密機構の回転速度センサでは、能動的に、センサ素子での種々異なる個所で繰り返し機構的な材料を切除することによって達成される。この方法によって、１次及び２次振動用の質量センサ又はスプリング剛性センサの主軸系は、センサ素子機構の座標系Ｋに生じた回転が、検出手段の座標系ＫＤに戻されように変えられる。結晶化水晶材料製の回転速度センサでは、部分的に、レーザトリミングによって、センサ素子内の有効な個所で材料除去される。ここでも、質量センサ又はスプリング剛性センサは、最終的に、機構の座標系Ｋが検出手段の座標系ＫＤに対してほぼ戻されるように回転される。結晶化シリコン製のマイクロメカニックな回転速度センサでも、レーザトリミングが質量構造体で使用される（例えば、ＶＳＧ乃至ＣＲＳ－０３　Ｓｉｌｉｃｏｎ　Ｓｅｎｓｉｎｇ　Ｓｙｓｔｅｍｓ　Ｌｔｄ．製）。更に、一般的な音叉型回転速度センサ用には、センサ構造体内の慣用のスプリング構造体でレーザトリミングを行うことが一般に公知である。この方法では、１次振動でのセンサ素子の作動中、所期のように、スプリング剛性センサの主軸系を、機構の座標系Ｋと有効座標系ＫＤとが一致する限りで変更することができ、従って、クォードレチャ信号が除去される。ここで説明している方法は、センサ素子自体でのクォードレチャを除去し、従って、センサのパフォーマンスに関しては、第１の方法よりも遙かに優れている。しかし、平衡調整は、コスト高で、繰り返し作業の多い、手間暇のかかる、従って、非常に高い費用がかかる処理である。

【００１６】

別の一般に公知の従来技術の方法によると、容量性のマイクロメカニックな回転速度センサで、電子的にクォードレチャ補償が実行される。この際、コリオリ効果の検出手段で、電子的な変換器ユニットに電気信号を所期のように注入することによってクォードレチャ信号の抑制が達成される。この際、信号の大きさは、クォードレチャによって生じた信号が検出手段で正確に補償されるように選定される。この方法でも（従来技術による第１の方法と同様に）、クォードレチャ信号自体のメカニックな原因は除去されない。しかし、第１の方法とは異なり、この方法では、クォードレチャ信号は、１次信号変換前に抑制される。この点は、動的な領域での要件、及び、１次信号変換のノイズを低減することができる。

【００１７】

しかし、前述の方法の重大な欠点は、センサ評価電子回路を極めて特殊な構成にした場合にしか適していないという点にある。しかし、この評価方法（ベースバンド評価）は、

原理的に制約された重大な欠点（電子的なクロストーク等）を有しており、従って、本発明で説明している回転速度センサには用いることができない。

【００１８】

米国特許第６０６７８５８号明細書には従来技術に相応する、容量的なマイクロメカニック技術による回転速度センサにおいて電子的にクォードレチャ補償を行う別の方法が記載されている。可動の櫛の歯構造体と固定電極のあいだに種々異なる電位が印加される。

【００１９】

独立請求項の特徴部分の構成を有する本発明による回転速度センサは、従来技術に対して以下の利点を有している。すなわち静的な力の所期の作用に基づく特別な方法によって、クォードレチャ信号が低減される。ここでは、センサ構造体の適切な部分に設けられた電極構造体に、外部直流電圧を所期のように印加することによって、単に時間的に変化する（動的な）、又は、時間的に変化したり（動的）、時間的に一定（静的）な静電力をセンサ構造体に加えることができる。電極構造体（クォードレチャ補償構造体）を適切に取り付けることにより、クォードレチャが低減乃至補償されるようになる。従って、本発明は、動的且つ任意の付加的な静的な力を用いて、クォードレチャ補償する方法を示す。ここで、力は、センサ構造体の効果的な部分に取り付けられた電極構造体によって形成され、外部直流電圧が、可動のセンサ構造体に対向して、基板に対して固定して取り付けられた電極に印加されるように構成されている。本発明の方法は、センサ構造体のメカニカルな平衡と同様に作用する。しかし、物理的な平衡とは異なり、補償がここでは外部電圧の印加によって（等化によって）行われ、従って、高価なプロセスステップをなくすことができる。 更に、この方法は、考え得る全てのセンサ評価電子回路とコンパチブルである。

【００２０】

図面

本発明の実施例を図示し、以下の明細書でより詳細に説明する。図１には本発明による回転速度センサの実施例の平面略図が示されており、図２には本発明の回転速度センサの第１の実施例の部分構造体の詳細図が示されており、図３には本発明の回転速度センサの第１の実施例の本発明の補償構造体の詳細図が示されており、図４には本発明の回転速度センサの詳細図が示されており、図５には本発明の回転速度センサの第２の実施例の部分構造体の詳細図が示されており、図６には第３の実施例の本発明の回転速度センサの詳細図が示されており、図７には第３の実施例の本発明の補償構造体の詳細図が示されており、図８には第４の実施例の本発明の回転速度センサの詳細図が示されており、図９には第４の実施例の本発明の補償構造体の詳細図が示されている。

【００２１】

実施例の説明

以下では、例えばマイクロメカニック技術による回転速度センサで静的にクォードレチャを補償する本発明による方法の可能な構成を示す。この方法は、回転速度センサの特別なクラスに用いられる。これは直線振動するバイブレーションジャイロスコープのことである。以下で本発明の実施例を説明する。ここで先ず本発明の作用を理解するために、回転速度センサ構造体の重要な機能的構成要素を図１の略図に基づいて簡単に説明する。

【００２２】

図１には回転速度センサ乃至は回転速度センサ素子の構造化部分の平面図が示されている。ここで回転速度センサの、殊にマイクロメカニック技術によって構造化された構造体の下に設けられた基板は、見やすくするために詳細には示されていない。

【００２３】

基板及び基板上に配置されたセンサ素子に対して、材料として有利にはシリコンが使用される。ここでこのシリコンは、相応のドーピングによって導電性に構成されている。基板は絶縁層によって、必要な場所で電気的に絶縁される。しかしセラミックス、ガラスまたは金属等の他の材料を本発明の回転速度センサに用いることもできる。

【００２４】

図１に示された回転速度センサは本発明では、殊に表面マイクロメカニックのみで製造されるように構成されている。基板垂線（ｚ軸）、すなわち基板表面上に垂直に延在し、以下で第３の軸と称される軸を中心とする回転がセンシングされる。この構造体の全ての可動部分は、本発明ではほぼ完全に電荷伝導性、すなわち導電性である。

【００２５】

このセンサ構造体は本発明では、有利には対称に構成されている２つの部分構造体を有している。これらの部分構造体は、図１の右側部分乃至は左側部分に示されており、参照番号５０ａ及び５０ｂで示されている。しかし本発明では、本発明によるセンサ構造体がこのような一方の部分構造体５０ａのみを有していてもよい。

【００２６】

各部分構造体５０ａ及び５０ｂは、基準座標系の基板に対して可動する３つの個別質量体を有している。ここでは部分構造体内に、第１の質量体が駆動質量体１ａ、１ｂとして１つずつ設けられている。これらはスプリング５ａ、５ｂと取付手段１８ａ、１８ｂによって次のように基板に取付けられている。すなわち駆動質量体が有利には、第１の方向における乃至は第１の軸（ｘ軸）に従った平面内運動（基板に対して平行）のみ行い、第１の軸に対して垂直な第２の軸（ｙ軸）における平面内運動は抑制されるように取付けられている。このためにスプリング１８ａ、１８ｂはｘ方向に軟であり、ｙ方向に硬である。第１の軸は駆動軸Ｘとも称される；第２の軸は検出軸Ｙとも称される。部分構造体５０ａ、５０ｂ内にはさらに、以下で検出要素３ａ、３ｂとも称される第３の質量体がスプリング６ａ、６ｂによって次のように基板に対して取付けられている。すなわちこれらが有利には検出方向Ｙのみにおいて平面内運動を行い、駆動方向Ｘにおける運動が抑制されるように取付けられている。このためにスプリング６ａ、６ｂはＹ方向において軟であり、Ｘ方向において硬である。

【００２７】

部分構造体５０ａ、５０ｂ内には第２の質量体が１つずつ、コリオリ要素２ａ、２ｂとして、第１の質量体１ａ、１ｂ及び第３の質量体３ａ、３ｂに、スプリング７ａ、７ｂ、８ａ、８ｂによって次のように結合されている。すなわちコリオリ要素２ａ、２ｂが駆動質量体１ａ、１ｂに対して有利には検出方向のみにおける平面内相対運動を実行し、駆動方向における相対運動は抑制されるように接続されている。さらにコリオリ要素２ａ、２ｂは、検出要素３ａ、３ｂに対しては有利にはｘ方向のみにおいて平面内相対運動を実行することができ、ｙ方向における相対運動は抑制され、コリオリ要素２ａ、２ｂは、駆動方向における運動も検出方向における運動も行うことができる。このためにコリオリ要素２ａ、２ｂと検出要素３ａ、３ｂとのあいだのスプリング７ａ、７ｂはＸ方向において軟に設けられ、Ｙ方向において硬に設けられている。コリオリ要素２ａ、２ｂと駆動質量体１ａ、１ｂとのあいだのスプリング８ａ、８ｂは、ｙ方向において軟に設けられており、ｘ方向において硬に設けられている。

【００２８】

駆動質量体１ａ、１ｂ、コリオリ要素２ａ、２ｂ及び検出要素３ａ、３ｂは以下では全体的に可動センサ素子１ａ、１ｂ、２ａ、２ｂ、３ａ、３ｂとも称される。なぜならこれらは基板に対して、スプリング要素によって制限されているある程度の可動性を有しているからである。センサ素子１ａ、１ｂ、２ａ、２ｂ、３ａ、３ｂは、本発明と相応に殊にほぼ長方形の、枠形構造体として設けられている。ここでコリオリ要素２ａ、２ｂは検出要素３ａ、３ｂを包囲しており、駆動質量体１ａ、１ｂはコリオリ要素２ａ、２ｂを包囲している。

【００２９】

２つの部分構造体５０ａ、５０ｂを有する本発明のセンサ構造体では、２つのコリオリ要素２ａ、２ｂはスプリング１１を介して、２つの部分構造体５０ａ、５０ｂが駆動方向にも検出方向にも次のように直接的に機械的に結合されるように接続されている。すなわちｘ方向における平行な振動モード及び逆平行の振動モードが形成され（駆動質量体１ａ、１ｂ及びコリオリ要素２ａ、２ｂの関与の下で）（使用モードは駆動、１次振動）、ｙ

方向における平行な平面振動モード及び逆平行の平面振動モード（コリオリ要素２ａ、２ｂ及び検出要素３ａ、３ｂの関与の下で）が形成される（使用モードは検出、２次振動）ように接続されている。

【００３０】

構造体の励振乃至駆動（１次振動）は、有利には逆平行の駆動モードにおいて行われる（第１の部分構造体５０ａの第１の質量体１ａは、第２の部分構造体５０ｂの第１の質量体１ｂに対してプッシュ／プルで動く）。この場合に、ｚ軸を中心とした外部の回転速度のもとで生じるコリオリ加速度は同じようにプッシュ／プルであり、各構造体が適切に構成されている場合には逆平行検出モードで励振する（２次振動）。これによって生じる所望の測定効果は適切な評価によって、２つの部分構造体の検出の際に同相で作用するｙ方向における外部直線加速度によって生じる（不所望な）測定効果と直接的に区別される。

【００３１】

１次振動の励振は、インターデジタルに構成された櫛の歯構造状駆動部（櫛形ドライブ）を介して駆動質量体１ａ、１ｂで行われる；駆動運動の検出も同じである。このために本発明では、第１の電極１２ａ、１２ｂ及び第２の電極１３ａ、１３ｂが設けられる。これらの電極は１次振動を生じさせる。第１の電極１２ａ、１２ｂは、基板と固定して接続されているが、電気的に絶縁されている。第２の電極１３ａ、１３ｂは、駆動質量体１ａ、１ｂと機械的に固定して導電接続されている。第１の電極１２ａ、１２ｂ及び第２の電極１３ａ、１３ｂはここでは相互に指状にかみ合っており、櫛形構造体を形成している。この電極間に電圧を印加することによって、基板から駆動質量体１ａ、１ｂへ力が作用する。

【００３２】

コリオリ加速度の検出は、検出手段で行われる。この検出手段は殊に、検出要素３ａ、３ｂ内の第３及び第４の電極の形をしている。検出要素３ａ、３ｂはこのために次のように構成されている。すなわち第４の電極が、プレート状コンデンサ装置の可動部分１６ａ、１６ｂとして構成されるように構成されている。第３の電極としてはプレート状コンデンサ装置の固定部分１５ａ、１６ｂが示されており、機械的に固定されて（しかし電気的に絶縁されて）基板と接続されている。ここで固定部分１５ａ，１５ｂは分割された電極として構成されているので、装置全体は差動のプレート状コンデンサを構成する。

【００３３】

このセンサ構造体では、検出は静止している構造体で行われる（「静止状態」での検出）。つまり、プレート状コンデンサ装置の検出要素３ａ、３ｂ、従って可動電極１６ａ、１６ｂが実質的に駆動運動を行っていない。回転速度センサの部分構造体５０ａ、５０ｂを、駆動質量体１ａ、１ｂ、コリオリ要素２ａ、２ｂ及び検出要素３ａ、３ｂに分割することによって、検出運動は駆動運動から２倍減結合される。

【００３４】

図２には、本発明の回転速度センサの、図１に示された左側の部分構造体５０ａが詳細に示されている。見やすくするためにここではセンサ素子の１つの部分構造体（左側）しか示されていない。

【００３５】

回転速度センサの構成時に設計仕様毎に（適切な対称性の選択によって）、基板内の１次振動及び２次振動に対して前述のようにデカルト座標系Ｋ＝（ｘ，ｙ）が設けられる。質量分布及びスプリング分布は、理想的には次のように構成される。すなわち１次振動及び２次振動に対する質量センサ及びスプリング剛性センサの主軸系を正確に座標系Ｋと一致するように構成される。さらに、検出手段の構成時には次のことに注意される。すなわち１次振動におけるセンサの駆動によって（外部回転速度なしに）、コリオリ効果の検出手段で信号が生じないように注意される。このために検出手段は次のように構成される。すなわち検出手段の前述の座標系ＫＤが同じように機構の座標系Ｋと一致するように、すなわちＫＤ＝（ｘ，ｙ）があてはまるように構成されるべきである。

【００３６】

機構の座標系Ｋと検出手段の座標系ＫＤが、例えば製造変動によって完全には一致しない場合、クォードレチャ信号が生じることがある。

【００３７】

正のクォードレチャ信号と負のクォードレチャ信号とのあいだに、コリオリ測定効果に関して差が生じている場合：図２における左側の部分構造体５０ａが１次振動で正のｘ方向に運動し、且つｚ軸を中心とした正の外部回転速度で運動している場合、コリオリ加速度は負のｙ方向に作用する。正のクォードレチャ信号は同じ方向に作用し、負のクォードレチャ信号は反対方向に作用する。

【００３８】

本発明の回転速度センサでは、センサ構造体の適切な部分、殊に、コリオリ要素２ａ，２ｂに設けられた電極構造体を介して、外部直流電圧を所期のように印加することによって、時間的に変化する（動的な）静電力、場合によっては、時間的に一定の（静的な）力によって重畳された静電力がセンサ構造体に作用する。以下でクォードレチャ補償構造体乃至は補償構造体とも称されるこのような電極構造体を適切に設けることによって、１次振動中、センサ構造体は、時間的に変化する力をセンサ構造体内部の適切な部分に加える。この力は、２次振動を励振し、従って、コリオリ効果の検出手段で検出することができる。電圧の高さによって、この信号の大きさを検出して、センサ素子内にセンサ構造体の不完全さに基づいて生じるクォードレチャ信号を正確に補償することができる。従って、本発明は、クォードレチャ補償用の動的な方法である。

【００３９】

図２には、動的なクォードレチャ補償構造体１９、２０が例示的にコリオリ要素２ａ内に示されている。補償構造体は本発明によると２つのサブストラクチュアの形で構成されている。ここで第１のサブストラクチュア１９は、正のクォードレチャ信号を補償し、第２のサブストラクチュアは、負のクォードレチャ信号を補償する。この種の２つのサブストラクチュアは殊に意味がある。なぜなら本発明では時間的に変化する静電的な力を介して、殊に吸引力を介して行われるからである。なぜなら座標系Ｋは正方向にも負方向にも回転させられるからである。

【００４０】

図３には、補償構造体１９、２０の詳細な図面が、コリオリ要素２ａでの実現の例に即して示されている。

【００４１】

図２及び３には、特に、本発明の回転速度センサの第１の実施例用の補償構造体１９、２０の詳細図が示されている。第１の実施例では、補償構造体１９、２０がコリオリ要素２ａの第１の側にあるかどうかに応じて（図２に図の上側領域内に示されている）、又は、補償構造体１９、２０が、コリオリ要素２ａの第２の側にあるかどうかに応じて区別される。第１の側は、図２及び３には、参照番号６１で示されており、第２の側は、図２及び３では、参照番号６２で示されている。

【００４２】

図３には、補償構造体１９、２０の詳細な図面が、コリオリ要素２ａでの実現の例に即して示されている。図３ａは、コリオリ要素２ａを有している補償構造体１９、２０をあらわしている。ここでこのコリオリ要素２ａは、自身の平衡位置からの偏移（すなわちコリオリ要素２ａのＸ方向での偏移）を有していない。すなわちＸ＝０である。図３ｂには、コリオリ要素２ａを有する補償構造体が示されている。ここでこのコリオリ要素２ａは、自身の平衡位置から正のｘ方向に偏移している。すなわちＸ＝＋Ｘｏである。図３ｃはコリオリ要素２ａを有している補償構造体１９、２０をあらわしている。ここでこのコリオリ要素２ａは、自身の平衡位置から負のｘ方向に偏移している。すなわちＸ＝－Ｘｏである。

【００４３】

補償構造体の各サブストラクチュア１９、２０は本発明では殊に第５の電極及び第６の電極を有するコンデンサ装置として設けられている。コリオリ要素２ａから、適切な領域

６０を切り抜き、これは以下で切り抜き６０とも称す。

【００４４】

本発明によると、回転速度センサの全ての実施例で、各切り抜き６０が、第２の軸ｙ方向での第１の切り抜き領域６５内に、第２の切り抜き領域６６内よりも大きな拡がりを有するように設けられている。切り抜き領域６５，６６は、本発明によると、各々例えば矩形に設けられており、その際、殊に、切り抜き領域６５，６６の矩形の一方の側が同じ長さに設けられており、切り抜き領域６５，６６の矩形の他方の側が異なった長さに設けられている。切り抜き領域６５，６６は、本発明によると、殊に、第２の切り抜き領域６５，６６の同じ長さの側が平行であって、殊に、第１の軸Ｘに沿って延びており、並びに、第１の軸Ｘの方向に相互に「当接」されており、即ち、Ｘ軸の方向に、相互に境界を接して設けられていて、一緒に切り抜き６０を形成するようにされている。

【００４５】

更に、本発明の全ての実施例では、切り抜き６０の側壁は、静電補償構造体１９，２０の各々第６の電極１９ｂ，２０ｂを形成する。切り抜き６０の第１の切り抜き領域６５及び第２の切り抜き領域６６に相応して、第６の電極１９ｂ，２０ｂが各切り抜きの各々内に分岐されて第１の部分電極６７及び第２の部分電極６８である。この際、第１の部分電極６７は、第１の切り抜き領域６５の側壁として設けられており、第２の部分電極６８が第２の切り抜き領域６６の側壁として設けられている。本発明によると、切り抜き領域６５，６６は、第１の軸の方向に相互に続いており、第２の軸Ｙの方向での異なった拡がりに基づいて、第１の軸Ｘに対して平行な一方の側に、共通の側壁６９が形成され、他方の側に、段のある側壁７０が形成される。切り抜き６０には、第５の電極として、基板に機械的に固定して取り付けられた対向電極（平板乃至プレート状コンデンサ構造体）１９ａ，２０ａが設けられている。第５の電極１９ａ，２０ａは、本発明によると、例えば、基板から切り抜き６０突入した、殊に矩形状横断面の板として設けられている。第５の電極１９ａ及び同様に第５の電極２０ａは、本発明によると、殊に、回転速度センサの可動構造体の下側の導体路を介して、各々相互に電気的に接続されており（その際、第５の電極１９ａは、第５の電極２０ａから電気的に絶縁して設けられている）、しかし、基板に対しては電気的に絶縁して構成されており、その結果、この電極１９ａ，２０ａには、外側から所望の電位を可動センサ構造体に印加することができる。

【００４６】

本発明によると、切り抜き領域６５，６６を切り抜き６０となるように相互に境を接して設ける複数の装置手段が設けられており、即ち、第１の手段は、第１の切り抜き領域６５が、第１の軸Ｘの正の方向で第２の切り抜き領域６６に続き、その際、共通の側壁６９が正のＹ軸側に設けられる。第１の手段は、図３ｂでは、参照番号２１０で示されている。第２の手段は、第１の切り抜き領域６５が第１の軸Ｘの正の方向で第２の切り抜き領域６６に続き、その際、共通の側壁６９は、負のＹ軸の側に設けられている。第２の手段は、図３ｂには、参照番号２２０で示されている。第３の手段は、第１の切り抜き領域６５が、第１の軸Ｘの正の方向で第２の切り抜き領域６６に先行しており、その際、共通の側壁６９は、負のＹ軸側に設けられている。第３の手段は、図３ｂには、参照番号２３０で示されている。第４の手段は、第１の切り抜き領域６５が第１の軸Ｘの正の方向で第２の切り抜き領域６５に先行しており、その際、共通の側壁６９は、正のＹ軸の側に設けられている。第４の手段は、図３ｂに参照番号２４０で示されている。

【００４７】

更に、本発明の全ての実施例で、第５の電極１９ａ，２０ａが第１の切り抜き領域６５内に非対称に設けられているように、固定の第５の電極（１９ａ，２０ａ）は、取り出し領域内に非対称に設けられている。つまり、第５の電極１９ａ，２０ａは、第１の切り抜き領域６５内に第２の軸Ｙに関して第１の切り抜き領域６５の両側壁６９，７０の一方の近傍に設けられている。第２の切り抜き領域に関して、第５の電極１９ａ，２０ａは、第２の切り抜き領域６６に対してほぼ対称に設けられている。

【００４８】

切り抜き領域６５，６６は、第１の実施例では、第１の構成手段によるコリオリ要素２ａの第１の面６１の第１の補償構造体１９用に設けられており、第２の構成手段によるコリオリ要素２ａの第１の面６１の補償構造体２０用に設けられている。第１の実施例では、更に、切り抜き領域６５，６６は、第３の構成手段によるコリオリ要素２ａの第２の面６２の第１の補償構造体１９用に設けられており、第４の構成手段によるコリオリ要素２ａの第２の面６２の第２の補償構造体２０用に設けられている。そうすることによって、コリオリ要素２ａの静止位置では、外部クォードレチャ補償電圧（直流電圧）が、第５及び第６の電極１９ａ，２０ａ，１９ｂ，２０ｂ間に印加された場合、静的な力がコリオリ要素２ａにｙ方向に加わる。この力の大きさは、本発明によると、第５及び第６の電極間の直流電圧を介して殊に連続的に変えられる。この力の方向は、装置構成を非対称にすることによって設定される。この静的な力は、既に僅かながら静的なクォードレチャ補償を生じている。

【００４９】

この際、図３に示されている、コリオリ要素２ａの第１の面６１用の第１のサブストラクチュア１９は、本発明によると、力が右側に加わるようになっており、つまり、図３ａの上側部分に、参照番号１９に属している弓形のかっこの領域内に右側を向いた短い矢印で示されている。図３に示されている、コリオリ要素２ａの第１の側６１の第２のサブストラクチュア２０は、本発明によると、力が左側に加わるようになっており、つまり、図３ａの上側部分に、参照番号２０に属している弓形のかっこの領域内に左側を向いた短い矢印で示されている。更に、コリオリ要素２ａの第２の側６２用の、図３に示されている第１サブストラクチュア１９は、本発明によると、力が左側に加わるようになっており、つまり、図３ａの下側部分に、参照番号１９に属している弓形のかっこの領域内に左側を向いた短い矢印で示されている。図３に示されている、コリオリ要素２ａの第２の側６２の第２のサブストラクチュア２０は、本発明によると、力が右側に加わるようになっており、つまり、図３ａの下側部分に、参照番号２０に属している弓形のかっこの領域内に右側を向いた短い矢印で示されている。他の図での相応の矢印は、静的な力の力作用の加わる方向を示している。

【００５０】

補償構造体１９，２０の適切な装置構成によって、コリオリ要素２ａに静的な力が加わることによって、図２に示された、参照番号Ｓで示された、部分構造体の回転点を中心にするトルクが生じるが、ｙ方向での直線力成分は生じない。

【００５１】

コリオリ要素２ａに加わるトルクは、静的な力によってしかセンサ構造体を回転させず、従って、基板に対するセンサ素子機構Ｋの主軸系も回転させない。その際、回転方向は、第１及び第２の補償構造体１９，２０で種々異なっている。

【００５２】

この作用によって、製造時の不完全性等によって生じるセンサ素子機構Ｋの主軸系と検出手段ＫＤの主軸系との間で回転するのを部分的になくすことができる。

【００５３】

しかし、本発明の核心的な技術思想は、機械的な非対称性に基づいて補償構造体内に生じる、付加的な動的なクォードレチャ補償効果にある。センサ素子が、振幅Ｘ０の１次振動で動く際（図３ｂ及び３ｃに示されている）、コリオリ要素２ａの切り抜き６０の第５の電極１９ａ，２０ａと第１乃至第２の切り抜き領域６５，６６との間の移動面積が変化する。その結果、同様に、周期的に変化する合成力がｙ方向に生じ、つまり、図３ｂ及び３ｃに示された長い矢印（上述の短い矢印とは異なった）によって示されている。従って、切り抜き領域６５，６６の第１の構成手段では、第１の補償構造体１９では、第１の側６１に示されているように、コリオリ要素が正のＸ軸で偏移する際、動的な力が正のＹ軸（左側）に形成され、コリオリ要素２ａが負のＸ軸で偏移する際、動的な力が負のＹ軸（右側）に生じる。切り抜き領域６５，６６の第２の装置構成手段では、第２の補償構造体２０では第２の側６１に示されているように、コリオリ要素２ａが正のＸ軸に偏移する際

、動的な力が負のＹ軸（右側）に生じ、コリオリ要素２ａが負のＸ軸に偏移する際、動的な力が正のＹ軸（左側）に生じる。切り抜き領域６５，６６の第３の装置構成手段では、第１の補償構造体１９では、第２の側６２に示されているように、コリオリ要素が正のＸ軸に偏移する際、動的な力が正のＹ方向（左側）に生じ、コリオリ要素２ａが負のＸ軸に偏移する際、動的な力が負のＹ軸（右側）に生じる。切り抜き領域６５，６６の第４の装置構成手段では、第２の補償構造体２０では第２の側６２に示されているように、コリオリ要素２ａが正のＸ軸に偏移する際、動的な力が負のＹ軸（右側）に生じ、コリオリ要素２ａが負のＸ軸に偏移する際、動的な力が正のＹ軸（左側）に生じる。

【００５４】

従って、コリオリ要素２ａでの効果的な力全体は、静的な成分（短い矢印）と、動的な成分（長い矢印）とから合成される。

【００５５】

補償構造体を適切に配向することによって、正及び負の補償に関する動的な有効な合成力の寄与分を相互に逆方向にすることができる。

【００５６】

動的な力寄与分は、１次振動でのセンサ構造体の偏移に正比例し、ｙ方向に作用する。従って、その力寄与分は、クォードレチャ信号に直接相応する。従って、センサ素子での正乃至負のクォードレチャ信号では、２つの補償構造体の一方に、補償電圧が可動センサ構造体に対して印加される。

【００５７】

動的な力寄与分の大きさ、従って、クォードレチャ補償の大きさは、印加電圧を変えることによって決めることができる。

【００５８】

図１に示された回転速度センサの第２の部分構造体５０ｂでの補償構造体の装置構成は、対称的な動作、例えば、第１の部分構造体５０ａを全回転点Ｓｇを中心にして１８０°回転することによって形成される。図４には、両部分構造体５０ａ及び５０ｂ及び参照番号Ｓｇで示された全回転点が示されている。図４には、更に、第１の側６１及び第２の側６２及び補償構造体１９，２０が両側６１，６２に分割されていることが示されている。従って、第１の部分構造体５０ａに対しては、図３と関連して説明したように、第１の側６１での第１の補償構造体１９用には、第１の手段２１０が得られ、第２の側６１での第２の補償構造体２０用には、第２の手段２２０が得られ、第２の側６２での第１の補償構造体１９用には、第３の手段２３０が得られ、第２の側６２での第２の補償構造体２０用には、第４の手段２４０が得られる。第２の部分構造体５０ｂ用には、１８０°の回転の例の場合、対称動作として、補償構造体１９，２０及び手段２１０，２２０，２３０，２４０の同様に対応付けられるが、両側６１，６２に、第１の補償構造体１９は、第１の部分構造体５０ａの場合と同様に、第２の補償構造体２０の左側（正のＹ方向）に設けられているのではなく、第２の補償構造体２０の右側（負のＹ方向）に設けられている。

【００５９】

動的なクォードレチャ補償の作用にとって重要な点は、補償構造体がセンサ素子の部分に取り付けられており、このセンサ素子は、１次振動にも２次振動にも関与している。例をあげて説明した回転速度センサ用には、このセンサ素子は、単にコリオリ要素２ａ，２ｂである。補償構造体１９，２０を単に振動に関与する両センサ素子の一方にだけ取り付けると、動的な補償効果を生じない。

【００６０】

第１の実施例は、静的なクォードレチャ補償効果と動的なクォードレチャ補償効果とが重畳され、コリオリ要素２ａ，２ｂ内での質量分布は、補償構造体１９，２０でほぼ対称のままである。

【００６１】

図２で、静的な補償力の作用について詳細に説明する。補償構造体１９，２０の装置構成によって、静的な力（短い矢印）によって、コリオリ要素２ａに、図２に参照番号Ｓで

示した、コリオリ要素２ａの回転点を中心にしたトルクが生じるが、静的な補償力によって、ｙ方向での直線の力成分は生じない。本発明によると、補償構造体１９，２０に印加される電圧による力作用は、考察している例では、基板に対するコリオリ要素２ａの回転、従って、コリオリ要素２ａの主軸系の回転も生じるように行われる。コリオリ要素２ａが、その休止位置でＸ方向に位置している場合、サブストラクチュア１９，２０の装置構成によって、及び、第１のサブストラクチュア１９に電圧を印加することによって、コリオリ要素２ａが回転したり、乃至、コリオリ要素２ａに、図２で時計指針方向にトルクを生じたり、第２のサブストラクチュア２０に電圧を印加することによって、コリオリ要素２ａが回転したり、乃至、コリオリ要素２ａに、図２で時計指針とは反対方向にトルクを生じたりする。

【００６２】

長い矢印によって示された動的な力の寄与（コリオリ要素２ａが、その休止位置からＸ方向に関して偏移した場合に限って生じる）が、直線状の力の作用を生じ、この力の作用は、コリオリ要素２ａの正の偏移方向で、第１の補償構造体１９に対して正のＹ方向に配向されており、第２の補償構造体２０に対して負のＹ方向に配向されている。

【００６３】

動的な力の寄与と静的な力の寄与とを重畳することによって、本発明によると、有利に、クォードレチャ補償を実行することができる。

【００６４】

以下、本発明の別の実施例について説明する。その際、殊に、これまで説明した例とは異なる点について説明する。

【００６５】

図５の第２の実施例は、第１及び第２のサブストラクチュア１９，２０の幾何学的な装置構成によって区別される。図５では、簡単化のために、本発明の回転速度センサの第１の部分構造体５０ａだけが示されている。コリオリ要素２ａの第１の側６１には、左側部分（正のＹ軸方向）に幾つかのサブストラクチュア１９が設けられており、右側部分には、幾つかの第２のサブストラクチュア２０が設けられている。コリオリ要素２ａの第２の側６２には、左側部分（正のＹ軸方向）に、幾つかの第１のサブストラクチュア１９が設けられており、右側部分には、幾つかの第２のサブストラクチュア２０が設けられている。第２の実施例では、第１のサブストラクチュア１９は、第１の側６１にも第２の側６２にも第３の装置構成手段２３０によって設けられている。第２の実施例では、第２のサブストラクチュア２０は、第１の側６１にも第２の側６２にも第２の装置構成手段によって設けられている。相応して、動的及び静的な力作用は、再び長い矢印と短い矢印によって図５に示されており、図３で説明した、切り抜き領域６５，６６の第２乃至第３の装置構成手段２２０，２３０に相応する。第１の実施例に関して変更した、切り抜き領域６５，６６の装置構成によって、センサの休止状態で、即ち、コリオリ要素のＸ方向での偏移なしに、合成トルクがセンサ構造体に作用するようになる（図５の短い矢印）。従って、この装置構成では、静的なクォードレチャ補償は作用しない。

【００６６】

図６の補償装置構成、乃至、図７の詳細部分は、本発明の第３の実施例を示し、補償構造体１９，２０が、部分構造体５０ａ，５０ｂの各々一方だけに配置されている。第１の部分構造体５０ａには、専ら第１のサブストラクチュア１９が配置されており、第２の部分構造体５０ｂには、専ら第２のサブストラクチュア２０が配置されている。第１のサブストラクチュア１９及び第２のサブストラクチュア２０は、第１の実施例の場合と同様に、第１の側６１及び第２の側６２上に異なって設けられている。即ち、第１の側６１及び第１のサブストラクチュア１９には、第１の装置構成手段２１０が、第１の側６１及び第２のサブストラクチュア２０には、第２の装置構成手段２２０が、第２の側６２及び第１のサブストラクチュア１９には、第３の装置構成手段２３０が、及び、第２の側６２及び第２のサブストラクチュア２０には、第４の装置構成手段２４０が設けられている。従って、同様に、静的（トルク）並びに動的なクォードレチャ補償が有効となる。図６の装置

構成の利点は、僅かな数の導体路に基づいて、比較的簡単な技術的な実施可能性にある。補償力は、一般的に、第１又は第２のサブストラクチュアの何れか一方だけが制御されるので、部分構造体５０ａ，５０ｂの一方にだけ作用する。つまり、両部分構造体５０ａ，５０ｂの能動的な機械的な結合に基づいて、補償力は、各々他方の部分構造体にも伝達される。

【００６７】

第２の部分構造体５０ｂ（図６及び７、右側）での負のクォードレチャの補償構造体の装置構成は、対称的な作動によって、殊に、参照番号Ｓｇが付けられた全回転点を通る、参照番号ＳＬが付けられた対称線で鏡対称に、正のクォードレチャ用の第１の補償構造体から、第１の部分構造体（図６及び７、左側）に形成される。

【００６８】

第４の実施例による図８の本発明の回転速度センサ、乃至、図９の詳細部分は、コリオリ要素２ａ乃至２ｂ内の補償構造体１９，２０の切り抜き領域６５，６６の配向によって区別される。ここでも、第１のサブストラクチュア１９乃至第２のサブストラクチュア２０は、各々部分構造体５０ａ，５０ｂ（左側乃至右側）の一方だけに配置されている。第１のサブストラクチュア１９は、第１の側６１及び第２の側６２に対して同じように設けられている。第２のサブストラクチュア２０は、第１の側６１及び第２の側６２に対して同様に同じに設けられている。第１のサブストラクチュア１９に対しては、切り抜き領域６５，６６の第３の装置構成手段２３０が設けられている。第２のサブストラクチュア２０に対しては、切り抜き領域６５，６６の第４の装置構成手段２４０が設けられている。この変更された配向によって、センサ休止状態で、合成トルクがセンサ構造体に作用しないようになる（図８及び９の短い矢印）。従って、この装置構成では、静的なクォードレチャ補償は行われない。

【００６９】

ここでも、第２の部分構造体（図８及び９、右側）での負のクォードレチャ用の補償構造体の装置構成は、対称動作（参照番号Ｓｇで示された全重心点を通る、参照番号ＳＬで示された対称線で鏡対称）によって、正のクォードレチャ用の補償構造体から第１の部分構造体（図８及び９、左側）に形成される。

【００７０】

本発明は、以下の利点を有するマイクロメカニカルな回転速度センサでのノイズ信号を低減するための手段を示す：

コスト高（反復）な物理的な平衡方法とは異なったクォードレチャ補償用の高い信頼度でコスト上有利な静電的な方法が提案されている。クォードレチャの低減は、センサ素子自体で行われる。従って、コリオリ効果用の検出手段には、クォードレチャ信号は生起せず、従って、主たるセンサ信号評価への条件が明らかに低減し、乃至、センサのパフォーマンスが改善される。

【００７１】

この方法は、殊に、動的な力の作用に基づく。そうすることによって、純粋に静的な補償方法と比較して、明らかに大きな補償領域にアクセスできる。

【００７２】

この方法は、機械的なセンサ構造体内部の適切な対称性の使用に基づく。従って、唯一の外部電位（直流電圧）によって補償することができる。

【００７３】

本発明は、全クラスの回転速度センサ、殊に、１次及び２次振動が基板面内に位置しているバイブレーションジャイロスコープ用に使用可能である。更に、この方法は、種々異なったセンサ評価回路の技術思想とコンパチブルである。

【図面の簡単な説明】

【００７４】

【図１】本発明の回転速度センサの実施例の略図

【図２】本発明の回転速度センサの第１の実施例の部分構造体の詳細図

【図３】本発明の回転速度センサの第１の実施例の本発明の補償構造体の詳細図
【図４】本発明の回転速度センサの詳細図
【図５】本発明の回転速度センサの第２の実施例の部分構造体の詳細図
【図６】第３の実施例の本発明の回転速度センサの詳細図
【図７】第３の実施例の本発明の補償構造体の詳細図
【図８】第４の実施例の本発明の回転速度センサの詳細図
【図９】第４の実施例の本発明の補償構造体の詳細図

【図１】

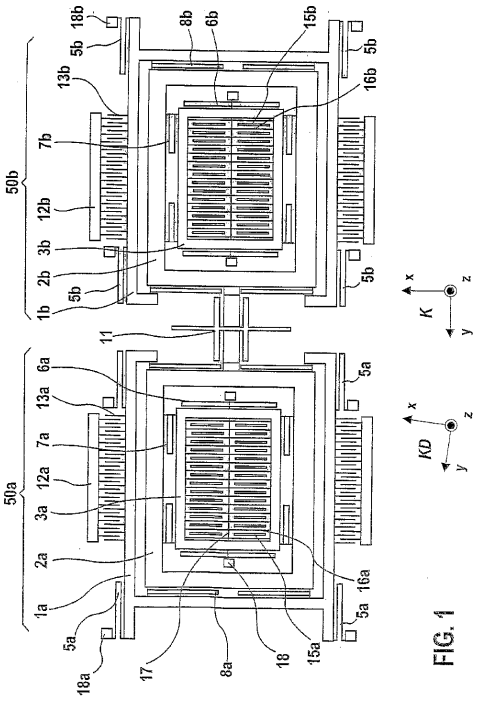


FIG. 1

【図２】

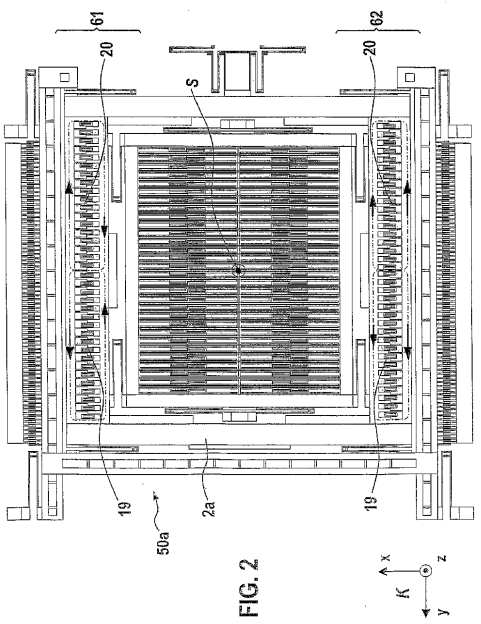


FIG. 2

【図３】

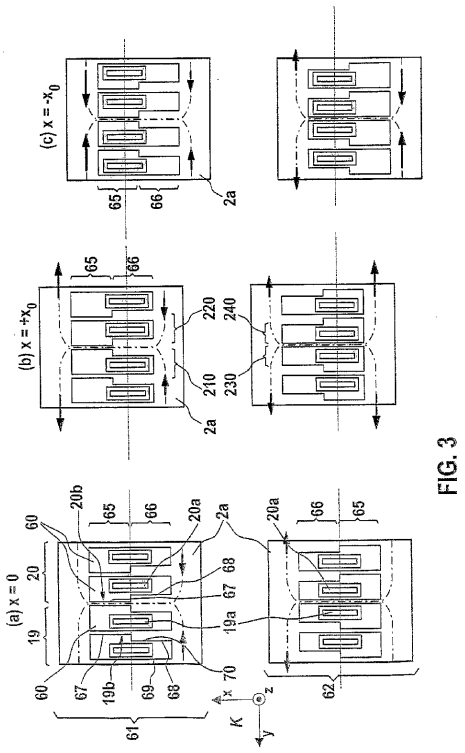


FIG. 3

【図４】

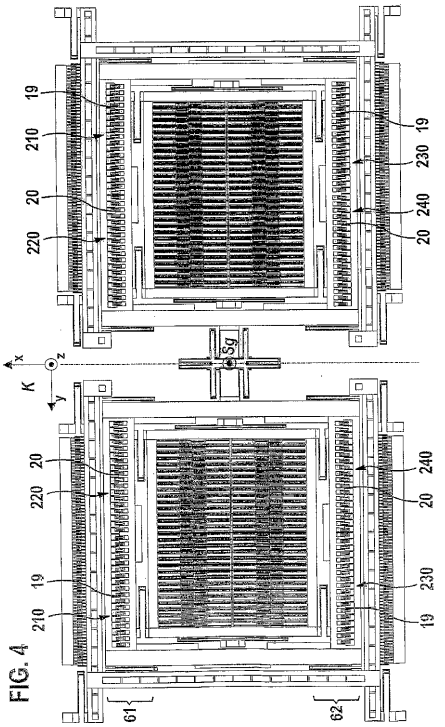


FIG. 4

【図５】

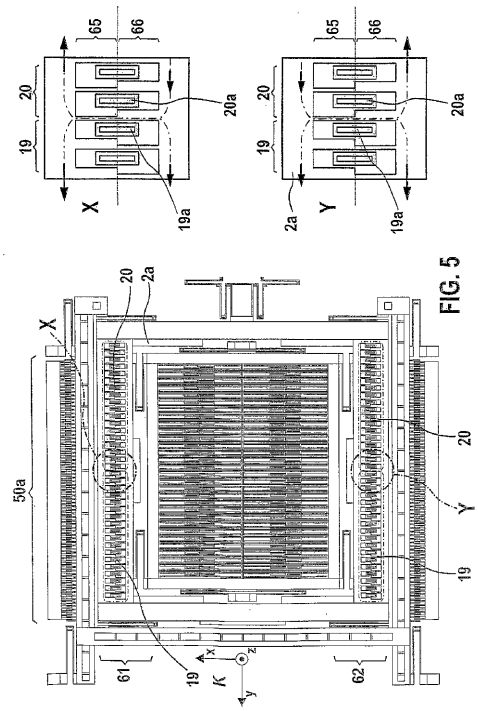


FIG. 5

【図６】

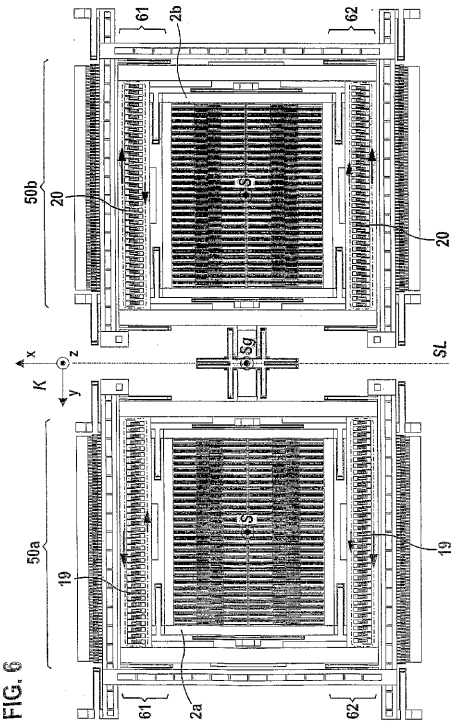
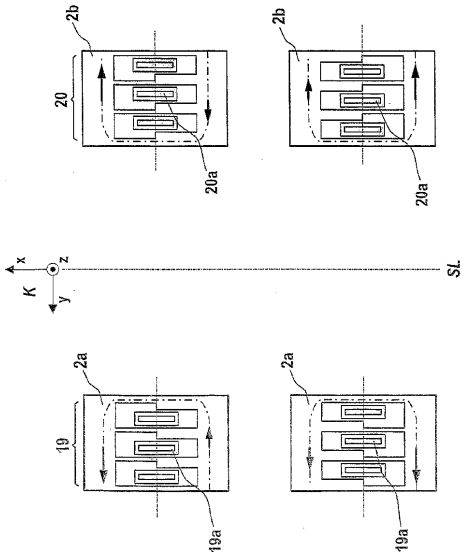


FIG. 6

【図７】

FIG. 7



【図８】

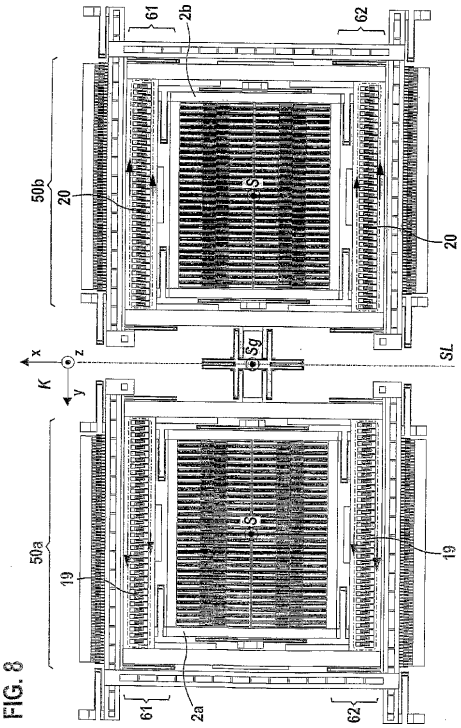


FIG. 8

【図９】

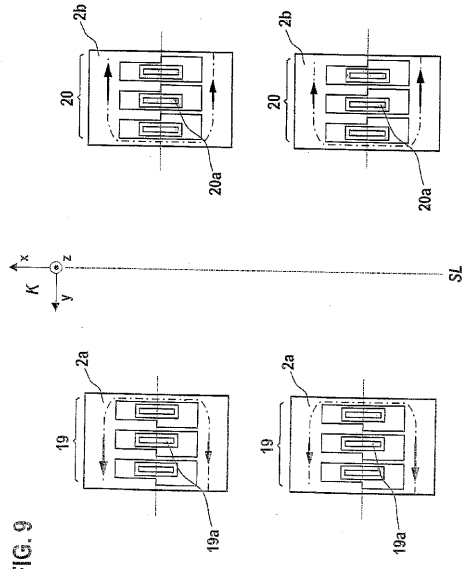


FIG. 9

フロントページの続き

(74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
(72)発明者 ライナー ヴィリッヒ
ドイツ連邦共和国 タム フェルバッハー ヴェーク ２１
(72)発明者 ヨッヘン フランツ
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン リュフテシュトラーセ ５９
(72)発明者 ブルクハルト クールマン
ドイツ連邦共和国 ハーメルン シュラハトホーフシュトラーセ １
(72)発明者 イェルク ハウアー
ドイツ連邦共和国 ロイトリンゲン ウンテラー ミュールヴェーク ７／３
(72)発明者 ウードーマーティン ゴメス
ドイツ連邦共和国 レオンベルク ブルッケンバッハシュトラーセ １７／１
(72)発明者 ディーター マウラー
ドイツ連邦共和国 プフリンゲン アイヒェンドルフシュトラーセ ３４
(72)発明者 クリスティアン デーリング
ドイツ連邦共和国 シユツツトガルト ローベルトーライヒトーシュトラーセ ５５
(72)発明者 ヴォルフラム バウアー
ドイツ連邦共和国 テュービンゲン ヴィクトールーレンナーシュトラーセ ６５
(72)発明者 ウード ビショフ
ドイツ連邦共和国 ヴァンヴァイル イム ヴァルトヴァーゼン １８
(72)発明者 ラインハルト ノイル
ドイツ連邦共和国 シユツツトガルト ピルゼナー シュトラーセ ２１
(72)発明者 ヨハネス クラッセン
ドイツ連邦共和国 ハイデルベルク シュレーダーシュトラーセ ７７
(72)発明者 クリストフ ラング
ドイツ連邦共和国 プリーツハウゼン フィッシャーシュトラーセ ６０
(72)発明者 イエンス フライ
ドイツ連邦共和国 フィルダーシュタット ロイテシュトラーセ ２０

審査官 大和田 有軌

(56)参考文献 特開平１０－１０３９６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－２３６４３６（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－３０４８７２（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６２３０５６３（ＵＳ，Ｂ１）
特表２００５－５１４６０８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01C 19/00 - 19/72
G01P 9/00 - 9/04