(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号
特開2025-75265
(P2025-75265A)
(43)公開日　令和7年5月15日(2025.5.15)

(51)国際特許分類	FI	テーマコード（参考）
G01C 19/5628(2012.01)	G01C 19/5628	2F105

審査請求　未請求　請求項の数　10　OL　（全21頁）

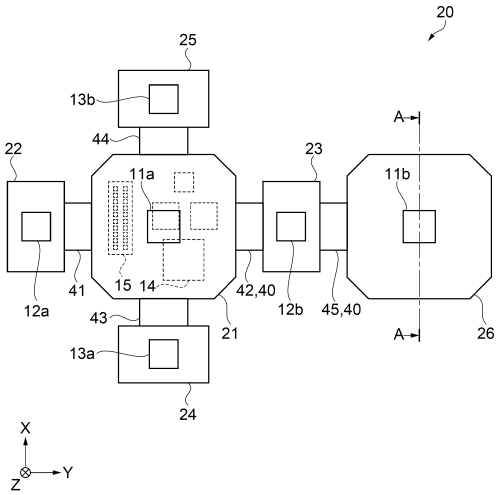
(21)出願番号　特願2023-186311(P2023-186311)
(22)出願日　令和5年10月31日(2023.10.31)

(71)出願人　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100179475
弁理士　仲井 智至
(74)代理人　100216253
弁理士　松岡 宏紀
(74)代理人　100225901
弁理士　今村 真之
(72)発明者　茅野 岳人
長野県諏訪市大和３丁目３番５号 セイコーエプソン株式会社内

Ｆターム（参考）　2F105　AA02 AA10 BB01 CC01

(54)【発明の名称】　センサーモジュールおよび電子機器

(57)【要約】
【課題】検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができるセンサーモジュールを提供すること。
【解決手段】センサーモジュール１００は、基板２１と、基板２６と、基板２１と基板と２６とを電気的に接続する接続部４０と、基板２１に設けられ、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ａと、基板２６に設けられ、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ｂ、を備える。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１基板と、
第２基板と、
前記第１基板と前記第２基板とを電気的に接続する接続部と、
前記第１基板に設けられ、第１軸の物理量を検出する第１センサーデバイスと、
前記第２基板に設けられ、前記第１軸の物理量を検出する第２センサーデバイスと、を備える、
センサーモジュール。
【請求項２】
前記接続部は、フレキシブル基板を含む、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項３】
前記第１センサーデバイスの駆動周波数と、前記第２センサーデバイスの駆動周波数とは、同じ、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項４】
前記第１基板に設けられ、前記第１センサーデバイスの第１検出信号と、前記第２センサーデバイスの第２検出信号とを処理する処理部と、を備える、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項５】
前記第１基板に設けられ、前記処理部に電気的に接続されたコネクターと、を備える、
請求項４に記載のセンサーモジュール。
【請求項６】
第３基板と、
前記第３基板に設けられ、第２軸の物理量を検出する第３センサーデバイスと、を備え、
前記第１基板、前記第２基板、および前記第３基板は、それぞれ硬質基板からなり、
前記接続部は、一端が前記第１基板に接続され、他端が前記第３基板に接続された第１フレキシブル基板と、一端が前記第３基板に接続され、他端が前記第２基板に接続された第２フレキシブル基板とからなる、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項７】
前記第１基板と前記第２基板とは、対向して配置される、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項８】
前記第１基板と前記第２基板とが固定される固定部と、を備える、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項９】
前記第１基板と前記第２基板と前記接続部とが収納されるケースと、を備える、
請求項１に記載のセンサーモジュール。
【請求項１０】
請求項１ないし請求項９に記載のセンサーモジュールを備える電子機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、センサーモジュールおよび電子機器に関する。
【背景技術】
【０００２】
２つのＸ軸角速度センサーデバイスを同じ基板の側面に実装することで、Ｘ軸角速度デ

ータの高精度化を図ったセンサーモジュールが、特許文献１に記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２０１９－１６３９５５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
一の検出軸に対して、複数のセンサーデバイスを備えたセンサーモジュールでは、高精度化の実効性や信頼性について、さらなる改良が、要望されている。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
本願の一態様に係るセンサーモジュールは、第１基板と、第２基板と、前記第１基板と前記第２基板とを電気的に接続する接続部と、前記第１基板に設けられ、第１軸の物理量を検出する第１センサーデバイスと、前記第２基板に設けられ、前記第１軸の物理量を検出する第２センサーデバイスと、を備える。
【０００６】
本願の一態様に係る電子機器は、上記に記載のセンサーモジュールを備える。
【図面の簡単な説明】
【０００７】
【図１】実施形態１に係るセンサーモジュールが被装着面に固定された状態を示す斜視図。
【図２】図１のセンサーモジュールを被装着面側から見た状態を示す斜視図。
【図３】センサーモジュールの分解斜視図。
【図４】基板ユニットの展開図。
【図５】基板ユニットの展開図。
【図６】固定枠の斜視図。
【図７Ａ】図４のＡ－Ａ線に沿った断面図。
【図７Ｂ】図４のＡ－Ａ線に沿った断面図。
【図８】センサーデバイスの構成図。
【図９】実施形態２に係る基板ユニットの展開図。
【図１０】実施形態２に係る基板ユニットの展開図。
【図１１】実施形態２に係る固定枠の斜視図。
【図１２】実施形態３に係る電子機器の一例を示す斜視図。
【図１３】実施形態３に係る電子機器の他の一例を示す斜視図。
【発明を実施するための形態】
【０００８】
各図面は、各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法の縮尺を異ならせて示されることがある。
各図面において、Ｘ軸、Ｙ軸、およびＺ軸は、互いに直交する。
以下の説明において、「Ｘ軸方向」は、Ｘ軸に平行な方向、「Ｙ軸方向」は、Ｙ軸に平行な方向、および「Ｚ軸方向」は、Ｚ軸に平行な方向を示すものとする。
以下の説明において、「プラス側」は、ＸＹＺの各軸の矢印方向先端側を示し、「マイナス側」は、矢印方向末端側を示すものとする。
以下の説明において、「平面視」は、Ｘ軸およびＹ軸を含む面に対して、Ｚ軸方向から見ることを言い、「断面視」は、Ｚ軸を含む断面に対して、Ｘ軸方向またはＹ軸方向から見ることを言うものとする。
【０００９】
以下の説明において、ある構成の上面との記載は、当該構成のＺ軸方向プラス側の面を示すものとする。例えば「基板の上面」は、基板のＺ軸方向プラス側の面を示すものとす

る。
以下の説明において、ある構成の下面との記載は、当該構成のＺ軸方向マイナス側の面を示すものとする。
以下の説明において、ある構成の左側面との記載は、当該構成のＸ軸方向マイナス側の面を示すものとする。
以下の説明において、ある構成の右側面との記載は、当該構成のＸ軸方向プラス側の面を示すものとする。
【００１０】
１．実施形態１
図１から図８は、実施形態１に係るセンサーモジュール１００を示す。
図１は、センサーモジュール１００が自動車などの被装着面７１に固定された状態を示す斜視図である。図２は、図１のセンサーモジュール１００を被装着面７１側から見た状態を示す斜視図である。図３は、センサーモジュール１００の分解斜視図である。図４は、基板ユニット２０の展開図である。図５は、基板ユニット２０の展開図である。図６は、固定枠６０の斜視図である。図７Ａは、図４のＡ－Ａ線に沿った断面図であり、センサーデバイス１１ｂの一例を示す。図７Ｂは、図４のＡ－Ａ線に沿った断面図であり、センサーデバイス１１ｂの他の一例を示す。図８は、センサーデバイスの内部構成を示す説明図である。
【００１１】
本実施形態において、センサーモジュール１００は、自動車や、ロボットなどの被装着装置の姿勢や、挙動を検出する慣性計測装置（ＩＭＵ：Inertial Measurement Unit）である。ここで、被装着装置は、運動体と言い換えることができる。挙動は、慣性運動量と言い換えることができる。
【００１２】
図１に示すように、センサーモジュール１００は、平面形状が略正方形で、立体形状が直方体のアウターケース５０を有する。センサーモジュール１００のサイズは、例えば、正方形の一辺の長さが約２４ｍｍで、厚さが約１０ｍｍである。
【００１３】
アウターケース５０内には、複数のセンサーデバイスが実装された基板ユニット２０が収納される。基板ユニット２０については、後述する。
アウターケース５０の下面５８には、ネジ穴５２が形成される。この２ヶ所のネジ穴５２に、ネジ７０を通すことで、センサーモジュール１００は、自動車などの被装着装置の被装着面７１に、固定されて、使用される。
【００１４】
図２に示すように、アウターケース５０の上面５７の内側５３には、インナーケース３０が収納される。インナーケース３０の上面３４には、開口部３１が形成される。開口部３１の内部には、プラグ型のコネクター１５が配置される。
【００１５】
コネクター１５は、複数のピンを有する。コネクター１５には、被装着装置から図示しないソケット型のコネクターが接続される。センサーモジュール１００は、コネクター１５を介して、被装着装置の電源回路から電力を供給され、被装着装置に検出データなどの電気信号を送信する。
【００１６】
１．１．センサーモジュールの構成
図３は、図２に示したセンサーモジュール１００の分解斜視図である。
図３に示すように、センサーモジュール１００は、アウターケース５０と、アウターケース５０に収納されたセンサーユニット１０から構成される。センサーユニット１０は、インナーケース３０と、インナーケース３０に収納された基板ユニット２０とから構成される。
【００１７】

アウターケース５０は、アルミニウムを箱状に削り出した台座である。材質は、アルミニウムに限定するものではなく、亜鉛やステンレスなど他の金属や、樹脂、または、金属と樹脂の複合材などを用いても良い。

【００１８】

アウターケース５０は、蓋のない箱状であり、その内側５３は、底面５５および側壁５４で囲まれた内部空間となっている。

アウターケース５０の内部空間には、接合部材を介して、センサーユニット１０が収納される。

【００１９】

センサーユニット１０は、インナーケース３０と基板ユニット２０とから構成される。

インナーケース３０は、基板ユニット２０を保持する部材であり、アウターケース５０の内側５３に収まる形状となっている。インナーケース３０は、平面的には、正方形の４つの頂点部分の角を面取りした８角形であり、その上面に貫通穴である開口部３１と、内側に凹部３３とが形成されている。

【００２０】

インナーケース３０の側壁３２の高さは、アウターケース５０の側壁５４の高さよりも低く、図２に示すように、インナーケース３０の上面３４は、アウターケース５０の上面５７よりも低くなっている。図示しないが、インナーケース３０の内側には、基板ユニット２０を位置決めするための案内ピンや支持面が形成される。

基板ユニット２０は、当該案内ピンや支持面により位置決めされ、インナーケース３０の内側に、接合部材によって固定される。

【００２１】

１．２．基板ユニットの構成

図４は、基板ユニット２０を展開した状態をＺ軸方向マイナス側から見た平面図である。図５は、基板ユニット２０を展開した状態をＺ軸方向プラス側から見た平面図である。

図３および図６に示すように、基板ユニット２０は、組み立てられた状態で使用される。本実施形態において、基板ユニット２０は、固定枠６０に支持されて、略直方体の形状に組み立てられる。

【００２２】

図４および図５に示すように、本実施形態において、基板ユニット２０は、基板２１，２２，２３，２４，２５，２６と、フレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５と、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂ、演算回路１４、コネクター１５、メモリー１６、電源回路１７、温度センサー１８を含む。

【００２３】

基板２１，２２，２３，２４，２５，２６は、リジット基板と呼ばれる硬質の基板であり、具体的には、ガラスエポキシ基板である。基板２１，２２，２３，２４，２５，２６は、コンポジット基板、セラミック基板などのリジット基板であってもよい。基板２１，２２，２３，２４，２５，２６は、多層または単層のいずれの構造であってもよい。

【００２４】

フレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５は、基板２１，２２，２３，２４，２５，２６よりも軟質の基板であり、本実施形態において、接続部４０の一例である。接続部４０は、フラットケーブルやフラットコードなどの可撓性を有する配線ケーブル、配線コード、またはワイヤーであってもよい。接続部４０は、コネクター、半田、導電性接着剤、または圧着端子などを含んでいてもよい。

【００２５】

フレキシブル基板４１は、基板２１と基板２２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４２は、基板２１と基板２３とを電気的に接続する。フレキシブル基板４３は、基板２１と基板２４とを電気的に接続する。フレキシブル基板４４は、基板２１と基板２５とを電気的に接続する。フレキシブル基板４５は、基板２３と基板２６とを電気的に接続する。

【００２６】
基板２１，２２，２３，２４，２５，２６とフレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５とは、複数のリジット部と複数のフレキシブル部とを有するリジットフレキシブル基板であってもよい。リジットフレキシブル基板を採用する場合、複数のリジット部のそれぞれは、本実施形態の基板２１，２２，２３，２４，２５，２６に対応し、複数のフレキシブル部のそれぞれは、本実施形態のフレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５に対応する。
【００２７】
センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂは、それぞれ角速度センサーである。具体的には、水晶を振動子として用い、振動子に加わるコリオリの力から角速度を検出する振動ジャイロセンサーである。
【００２８】
本実施形態において、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂの振動子の駆動周波数は、いずれも同じである。振動子は、水晶に限定されない。例えば、振動子は、シリコン基板を用いて形成されたＭＥＭＳ（Micro Electro Mechanical Systems）振動子であってもよい。
【００２９】
本実施形態において、センサーデバイス１１ａ，１１ｂは、それぞれＺ軸回りの角速度を検出するＺ軸角速度センサーである。センサーデバイス１２ａ，１２ｂは、それぞれＹ軸回りの角速度を検出するＹ軸角速度センサーである。センサーデバイス１３ａ，１３ｂは、それぞれＸ軸回りの角速度を検出するＸ軸角速度センサーである。
【００３０】
本実施形態において、センサーモジュール１００は、Ｘ軸角速度センサー、Ｙ軸角速度センサー、およびＺ軸角速度センサーをそれぞれ２個ずつ備える。ＸＹＺの各軸に、２個の角速度センサーを設ける構成によれば、ＸＹＺの各軸の２個の角速度センサーからの角速度データに基づいて、角速度データの統計量である平均値等を、演算回路１４が演算することで、各軸の角速度データの高精度化を実現できる。
【００３１】
図４に示すように、基板２１の下面には、センサーデバイス１１ａが実装される。基板２２の下面には、センサーデバイス１２ａが実装される。基板２３の下面には、センサーデバイス１２ｂが実装される。基板２４の下面には、センサーデバイス１３ａが実装される。基板２５の下面には、センサーデバイス１３ｂが実装される。基板２６の下面には、センサーデバイス１１ｂが実装される。
【００３２】
このように、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂは、それぞれ異なる基板２１，２２，２３，２４，２５，２６に実装される。加えて、各基板間は、フレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５を介して、接続される。したがって、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂを同時に動作させても、フレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５は、センサーデバイス間に生じる機械的もしくは電気的な干渉の発生を抑制することができる。
【００３３】
図５に示すように、基板２１の上面には、演算回路１４、コネクター１５、メモリー１６、電源回路１７、温度センサー１８が実装される。基板２１の上面には、その他の電子部品が実装されてもよい。
【００３４】
演算回路１４は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂに対してプライマリーとなるコントローラーである。演算回路１４は、集積回路装置であり、例えばＭＰＵ（Micro Processor Unit）、ＣＰＵ（central processing unit）などのプロセッサーにより実現できる。
【００３５】

演算回路１４は、デジタルインターフェイスを含む。デジタルインターフェイスは、ＳＰＩまたはＩ２Ｃなどの通信規格に基づいて、デジタルのインターフェイス処理を行う回路である。

【００３６】

演算回路１４は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂから出力される検出データを受信し、各種処理を行って、コネクター１５を介して、出力データを外部に送信する。本実施形態において、演算回路１４は、処理部の一例である。

【００３７】

演算回路１４が行う各種処理は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとからの各Ｚ軸回りの角速度の検出データの平均値を求める処理、センサーデバイス１２ａとセンサーデバイス１２ｂとからの各角速度のＹ軸回りの検出データの平均値を求める処理、センサーデバイス１３ａとセンサーデバイス１３ｂとからの各Ｘ軸回りの角速度の検出データの平均値を求める処理、求めた各平均値に、温度補正やゼロ点補正等を行う処理、感度調整処理、フィルター処理、および、処理後のデータをコネクター１５から出力する処理等である。

【００３８】

コネクター１５は、プラグ型のコネクターでありＸ軸方向に等ピッチで配置された２列の接続端子を備えている。本実施形態において、コネクター１５は、１列１０ビンで合計２０ピンの接続端子を有するが、端子数は、設計仕様に応じて適宜変更しても良い。

【００３９】

メモリー１６には、演算回路１４が行う各種処理を実行するプログラムや処理後の検出データをパケットデータに組込むプログラム、およびプログラムの実行に必要なデータ、例えば、温度補正処理に用いるテーブルデータなどが記憶されている。

【００４０】

電源回路１７は、被装着装置から電力を供給され、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂや演算回路１４等に必要な電力を供給する。

温度センサー１８は、温度補正処理に用いる温度情報を演算回路１４に出力する。

【００４１】

１．３．固定枠について

図６は、固定枠６０の斜視図であり、基板ユニット２０が取り付けられた状態の固定枠６０を示す。図６において、基板２１は、説明のために省略している。

固定枠６０は、平面視で、８角形の筒状の形状を有し、基板２１，２２，２３，２４，２５，２６が取り付けられる部分に、それぞれ開口部６８が設けられる。開口部６８は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂの逃げとして機能する。

【００４２】

基板２１，２２，２３，２４，２５，２６は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂが内側になるように、固定枠６０に取り付けられる。したがって、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂが、外側に出っ張らないため、基板ユニット２０のサイズを小さくすることができ、センサーモジュール１００の小型化を実現することができる。

【００４３】

固定枠６０は、例えば、樹脂で形成される。

固定枠６０の弾性率は、基板２１，２２，２３，２４，２５，２６よりも小さく、フレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５よりも大きくすることが好ましい。

固定枠６０の弾性率を基板２１，２２，２３，２４，２５，２６よりも小さくすることで、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂを同時に動作させることで生じる機械的もしくは電気的な干渉を抑制することができる。固定枠６０の弾性率をフレキシブル基板４１，４２，４３，４４，４５よりも大きくすることで、基板２１，２２，２３，２４，２５，２６を、実装されるセンサーデバイスの検出軸に対応する

所望の位置に固定することができ、所望の位置からのズレを抑制することができる。
【００４４】
固定枠６０の上面６１には、図示省略した基板２１が固定され、下面６２には、基板２６が固定される。換言すると、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとが実装された基板２１と基板２６とは、対向して配置される。
【００４５】
固定枠６０の側面６３には、基板２２が固定され、側面６４には、基板２３が固定される。換言すると、Ｙ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１２ａとセンサーデバイス１２ｂとが実装された基板２２と基板２３とは、対向して配置される。
【００４６】
固定枠６０の側面６５には、基板２４が固定され、側面６６には、基板２５が固定される。換言すると、Ｘ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１３ａとセンサーデバイス１３ｂとが実装された基板２４と基板２５とは、対向して配置される。
【００４７】
本実施形態において、基板ユニット２０は、組み立てる際に、固定枠６０に固定されるが、基板ユニット２０は、固定枠６０を用いる形態に限定されない。例えば、基板ユニット２０は、固定枠６０を用いることなく、インナーケース３０に直接固定してもよい。
【００４８】
１．４．センサーデバイスについて
１．４．１．パッケージング
図７Ａおよび図７Ｂは、センサーデバイス１１ｂのパッケージングについて説明するための断面図である。
本実施形態において、図７Ａのセンサーデバイス１１ｂは、Ｚ軸を検出軸とする角速度を検出する物理量センサーである。図７Ｂのセンサーデバイス１１ｂは、Ｚ軸を検出軸とする角速度およびＺ軸を検出軸とする加速度を検出する複合型の物理量センサーである。
【００４９】
図７Ａおよび図７Ｂに示すように、センサーデバイス１１ｂは、パッケージ７と、パッケージ７に収納されているセンサー素子３および回路素子４、または、センサー素子３ａ，３ｂおよび回路素子４を有している。図示しないが、センサーデバイス１１ａ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂも、センサーデバイス１１ｂと同様な構成を有する。
【００５０】
パッケージ７は、上面に開口する凹部を備えるベース５と、凹部の開口を塞ぐようにベース５の上面に接合部材を介して接合されているリッド６と、を有する。パッケージ７の内側には凹部によって内部空間Ｓが形成される。
【００５１】
パッケージ７は、例えば、セラミックパッケージである。ベース５は、アルミナ等のセラミックスで構成され、リッド６は、アルミナ等のセラミックスまたはコバール等の金属材料で構成される。
【００５２】
図７Ａのセンサーデバイス１１ｂは、内部空間Ｓに、センサー素子３および回路素子４を収容する。センサー素子３は、Ｚ軸回りの角速度を検出する角速度センサーであり、振動子１と支持基板２とを含む。振動子１は、水晶振動子である。回路素子４は、後述する検出回路などを含む。
【００５３】
内部空間Ｓは、気密であり、減圧状態、好ましくは、より真空に近い状態となっている。これにより、振動子１の振動特性が向上する。ただし、内部空間Ｓの雰囲気は、特に限定されない。
【００５４】
内部空間Ｓにおいて、振動子１、支持基板２および回路素子４は、平面視で互いに重なって配置されている。パッケージ７のＸ軸およびまたはＹ軸に沿った方向への平面積の広

がりを抑制でき、小型化を図ることができる。

【００５５】

ベース５の凹部内には、複数の内部端子８ａ，８ｂが設けられ、ベース５の下面には、複数の外部端子８ｃが設けられている。

これら内部端子８ａ，８ｂおよび外部端子８ｃは、ベース５内および基板２６に形成されている図示しない配線と電気的に接続される。

内部端子８ａは、導電性の接合部材を介してセンサー素子３と電気的に接続され、内部端子８ｂは、ボンディングワイヤー９を介して回路素子４と電気的に接続される。

【００５６】

図７Ｂのセンサーデバイス１１ｂは、内部空間Ｓに、センサー素子３ａ，３ｂおよび回路素子４を収容する。

センサー素子３ａは、Ｚ軸回りの角速度を検出する角速度センサーであり、センサー素子３と同様に、屈曲振動する振動子を備え、コリオリ力を利用して角速度を検出する。

【００５７】

センサー素子３ｂは、Ｚ軸方向の加速度を検出する加速度センサーである。センサー素子３ｂは、水晶振動子を備え、水晶振動子の振動周波数の変化を利用して加速度を検出する。センサー素子３ｂは、　歯型の固定電極および可動電極を有するシリコンＭＥＭＳを備え、これらの間に形成される容量の変化を利用して加速度を検出する構成であってもよい。

回路素子４は、後述する検出回路などを含む。

【００５８】

図７Ｂに示した形態では、センサーデバイス１１ｂは、Ｚ軸回りの角速度を検出する角速度センサーとＺ軸方向の加速度を検出する加速度センサーとを備えるが、センサーデバイス１１ｂは、この構成に限定されない。

例えば、センサーデバイス１１ｂは、センサー素子３ａ，３ｂに加えて、Ｘ軸回りの角速度を検出する角速度センサー素子およびまたはＹ軸回りの角速度を検出する角速度センサー素子を備えてもよい。

例えば、センサーデバイス１１ｂは、センサー素子３ａ，３ｂに加えて、Ｘ軸方向の加速度を検出する加速度センサー素子およびまたはＹ軸方向の加速度を検出する加速度センサー素子を備えてもよい。

例えば、センサー素子３ａは、ＸＹＺの各軸回りの角速度を検出する３軸の角速度センサーであってもよい。

例えば、センサー素子３ｂは、ＸＹＺの各軸方向の加速度を検出する３軸の加速度センサーであってもよい。

例えば、センサー素子３ｂは、Ｙ軸回りおよびまたはＸ軸回りの角速度を検出する角速度センサー、もしくは、ＸＹＺの各軸回りの角速度を検出する３軸の角速度センサーであってもよい。

例えば、センサー素子３ａは、ＸＹＺの各軸回りの角速度を検出する３軸の角速度センサーであり、センサー素子３ｂは、ＸＹＺの各軸方向の加速度を検出する３軸の加速度センサーであってもよい。換言すると、センサーデバイス１１ｂは、３軸の角速度センサー、３軸の加速度センサー、もしくは、６ＤｏＦ（Six degrees of freedom）センサーであってもよい。

【００５９】

パッケージ７にセラミックパッケージを用いる場合、パッケージ７は、硬質基板と言い換えることができる。この場合、センサー素子３，３ａ，３ｂは、センサーデバイス１１ｂと言い換えることができる。

パッケージ７にセラミックパッケージを用いる場合、パッケージ７は、基板２６を介さず、フレキシブル基板４５に直接実装される構成としてもよい。

【００６０】

１．４．２．センサー素子および回路素子の構成

図８は、図７Ａに示すセンサーデバイス１１ｂのセンサー素子３および回路素子４の詳細な構成例を示す。センサーデバイス１１ａ，１２ａ，１２ｂ，１３ａ，１３ｂも、同様の構成を有する。

【００６１】

センサーデバイス１１ｂは、センサー素子３と回路素子４とを含む。

センサー素子３は、振動子１を含み、回路素子４は、駆動回路８１および検出回路８２を含む。

【００６２】

駆動回路８１は、振動子１からのフィードバック信号ＤＧが入力されて信号増幅を行う増幅回路や、自動ゲイン制御を行うＡＧＣ(Automatic Gain Control)回路や、駆動信号ＤＳを振動子１に出力する出力回路などを含むことができる。ＡＧＣ回路は、振動子１からのフィードバック信号ＤＧの振幅が一定になるように、ゲインを可変に自動調整する。出力回路は、例えば矩形波の駆動信号ＤＳを振動子１に出力する。

【００６３】

検出回路８２は、増幅回路、同期検波回路、Ａ／Ｄ変換回路等を含むことができる。増幅回路は、振動子１からの検出信号Ｓ１，Ｓ２が入力されて、差動信号である検出信号Ｓ１，Ｓ２の電荷－電圧変換や信号増幅を行う。同期検波回路は、駆動回路８１からの同期信号を用いて、所望波を抽出するための同期検波を行う。Ａ／Ｄ変換回路は、同期検波後のアナログの検出信号Ｓ１，Ｓ２をデジタルの検出データＤ１に変換して、演算回路１４に出力する。

【００６４】

演算回路１４は、検出データＤ１に対する温度補正、ゼロ点補正、感度調整、フィルター処理等の各種の処理を行い、処理後の検出データＤ２を、コネクター１５を介して外部に出力する。

【００６５】

本実施形態において、振動子１は、ダブルＴ型構造の振動子である。振動子１としては、音叉型又はＨ型等の振動子を用いてもよい。

振動子１は、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄと、検出アーム９９ａ，９９ｂと、基部９１と、連結アーム９２ａ，９２ｂを有する。

【００６６】

基部９１は、矩形状を有し、基部９１の各辺には、検出アーム９９ａ、検出アーム９９ｂ、連結アーム９２ａ、および連結アーム９２ｂが設けられる。

連結アーム９２ａの先端部には、駆動アーム９８ａと駆動アーム９８ｂが設けられる。

連結アーム９２ｂの先端部には、駆動アーム９８ｃと駆動アーム９８ｄが設けられる。

【００６７】

駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄ、および検出アーム９９ａ、９９ｂの先端には、周波数調整用の錘部が設けられている。

Ｚ軸方向を振動子１の厚さ方向とすると、振動子１は、Ｚ軸回りでの角速度を検出する。

【００６８】

駆動アーム９８ａ，９８ｂの上面及び下面には、駆動電極９３が形成される。駆動アーム９８ａ，９８ｂの右側面及び左側面には、駆動電極９４が形成される。

駆動アーム９８ｃ，９８ｄの上面及び下面には、駆動電極９４が形成される。駆動アーム９８ｃ，９８ｄの右側面及び左側面には、駆動電極９３が形成される。

【００６９】

駆動電極９３，９４は、駆動回路８１に電気的に接続される。駆動回路８１は、駆動電極９３に、駆動信号ＤＳを供給し、駆動電極９４からフィードバック信号ＤＧが入力される。

【００７０】

検出アーム９９ａの上面及び下面には、検出電極９５が形成される。検出アーム９９ａ

の右側面及び左側面には、接地電極９７が形成される。
検出アーム９９ｂの上面及び下面には、検出電極９６が形成される。検出アーム９９ｂの右側面及び左側面には、接地電極９７が形成される。
検出電極９５，９６は、検出回路８２に電気的に接続される。検出回路８２は、検出電極９５，９６からの検出信号Ｓ１，Ｓ２が入力される。
【００７１】
１．４．３．センサー素子および回路素子の動作
センサー素子３および回路素子４は、以下のように動作する。
駆動回路８１から駆動電極９３に駆動信号ＤＳが印加されると、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄは、逆圧電効果により矢印Ｃ１に示すような屈曲振動を行う。具体的には、駆動アーム９８ａと駆動アーム９８ｃとの先端が、互いに接近と離間を繰り返し、駆動アーム９８ｂと駆動アーム９８ｄとの先端も、互いに接近と離間を繰り返す。
【００７２】
換言すると、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄは、実線の矢印Ｃ1で示す振動姿態と点線の矢印Ｃ１で示す振動姿態を所定の周波数で繰り返す。所定の周波数は、例えば、４９．６ｋＨｚである。
【００７３】
本実施形態において、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄの屈曲振動の周波数は、センサーデバイス１１ｂの駆動周波数の一例である。駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄの屈曲振動の周波数は、駆動信号ＤＳの周波数と相関するため、センサーデバイス１１ｂの駆動周波数は、駆動信号ＤＳの周波数で定義されてもよい。
【００７４】
駆動アーム９８ａおよび駆動アーム９８ｂの屈曲振動と、駆動アーム９８ｃおよび駆動アーム９８ｄの屈曲振動とは、基部９１の重心位置を通るＸ軸に対して線対称の振動である。したがって、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄの屈曲振動によって、基部９１、連結アーム９２ａ、連結アーム９２ｂ、検出アーム９９ａ、および検出アーム９９ｂは、ほとんど振動しない。
【００７５】
この状態で、振動子１に対してＺ軸を回転軸とした角速度が加わると、コリオリ力により駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄは矢印Ｃ２に示すように振動する。換言すると、矢印Ｃ１の方向とＺ軸の方向とに直交する矢印Ｃ２の方向のコリオリ力が、駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄに作用することで、矢印Ｃ２の方向の振動成分が、発生する。
【００７６】
この矢印Ｃ２の振動は、連結アーム９２ａおよび連結アーム９２ｂを介して基部９１に伝わり、これにより検出アーム９９ａおよび検出アーム９９ｂは、矢印Ｃ３の方向に屈曲振動する。
この検出アーム９９ａ，９９ｂの屈曲振動による圧電効果で発生した電荷信号が、検出信号Ｓ１，Ｓ２として検出回路８２に入力され、Ｚ軸回りの角速度が検出される。
【００７７】
以上、述べたとおり、本実施形態のセンサーモジュール１００は、以下の効果を奏する。
本実施形態のセンサーモジュール１００は、第１基板としての基板２１と、第２基板としての基板２６と、基板２１と基板２６とを電気的に接続する接続部４０と、基板２１に設けられ、第１軸の物理量としてのＺ軸回りの角速度を検出する第１センサーデバイスとしてのセンサーデバイス１１ａと、基板２６に設けられ、Ｚ軸回りの角速度を検出する第２センサーデバイスとしてのセンサーデバイス１１ｂ、を備える。
【００７８】
このように、本実施形態のセンサーモジュール１００は、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとを有し、センサーデバイス１１ａを

基板２１に実装し、センサーデバイス１１ｂを基板２６に実装し、基板２１と基板２６とを、接続部４０を介して電気的に接続している。

【００７９】

したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとが、同じ基板上に実装されることで生じる機械的もしくは電気的な干渉を抑制することができる。よって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができる。

【００８０】

本実施形態のセンサーモジュール１００において、接続部４０は、フレキシブル基板４５を含む。

フレキシブル基板４５は、軟質の基板である。したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとを同時に動作させても、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとの間に、機械的もしくは電気的な干渉が生じることを抑制することができる。

【００８１】

本実施形態のセンサーモジュール１００において、センサーデバイス１１ａの駆動周波数と、センサーデバイス１１ｂの駆動周波数とは、同じ。センサーデバイス１１ａ，１１ｂの駆動周波数は、それぞれ駆動アーム９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄの屈曲振動の周波数または駆動信号ＤＳの周波数である。

【００８２】

センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとが、同じ基板上に実装されることで生じる機械的もしくは電気的な干渉は、センサーデバイス１１ａの駆動周波数とセンサーデバイス１１ｂの駆動周波数とが同じ場合に特に顕著となる。したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとに、同じ駆動周波数のものを用いる場合に、特に適した構成である。

さらには、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとに、同じ駆動周波数のものを用いることができるため、異なる駆動周波数のものを用意する必要がない。したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとに、異なる駆動周波数のものを用意するために要するコスト、例えば、製造、発注、在庫、または組み立て等におけるコストを削減することができ、産業上の利用価値を向上させることができる。

【００８３】

本実施形態のセンサーモジュール１００は、基板２１に設けられ、センサーデバイス１１ａの第１検出信号としての検出データＤ１と、センサーデバイス１１ｂの第２検出信号としての検出データＤ１とを処理する処理部としての演算回路１４と、を備える。

【００８４】

センサーデバイス１１ａの検出データＤ１と、センサーデバイス１１ｂの検出データＤ１とは、それぞれ基板２１に設けられた演算回路１４で処理され、処理後の検出データＤ２を得ることができる。本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとの干渉が抑制されるため、高精度化の実効性が担保され、高精度で信頼性の高い検出データＤ２を得ることができる。

【００８５】

本実施形態のセンサーモジュール１００は、基板２１に設けられ、演算回路１４に電気的に接続されたコネクター１５と、を備える。

したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、高精度化の実効性が担保された構成に基づいて、高精度で信頼性の高い検出データＤ２を、コネクター１５を介して、外部に出力することができる。

【００８６】

本実施形態のセンサーモジュール１００は、第３基板としての基板２３と、基板２３に設けられ、第２軸の物理量としてのＹ軸回りの角速度を検出する第３センサーデバイスと

してのセンサーデバイス１２ｂと、を備え、基板２１、基板２６、および基板２３は、それぞれ硬質基板としてのガラスエポキシ基板からなり、接続部４０は、一端が基板２１に接続され、他端が基板２３に接続された第１フレキシブル基板としてのフレキシブル基板４２と、一端が基板２３に接続され、他端が基板２６に接続された第２フレキシブル基板としてのフレキシブル基板４５とからなる。

【００８７】

このように、本実施形態のセンサーモジュール１００は、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ａおよびセンサーデバイス１１ｂと、Ｙ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１２ｂとを有し、センサーデバイス１１ａを基板２１に実装し、センサーデバイス１１ｂを基板２６に実装し、センサーデバイス１２ｂを基板２３に実装し、基板２１と基板２３とをフレキシブル基板４２を介して電気的に接続し、基板２３と基板２６とをフレキシブル基板４５を介して電気的に接続している。

【００８８】

したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａ、センサーデバイス１１ｂ、およびセンサーデバイス１２ｂが、同じ基板上に実装されることで生じる機械的もしくは電気的な干渉を抑制することができる。よって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができる。

【００８９】

本実施形態のセンサーモジュール１００において、基板２１と基板２６とは、対向して配置される。

基板２１と基板２６とは、それぞれＺ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイスを実装する。本実施形態のセンサーモジュール１００は、Ｚ軸回りの角速度の高精度化を、基板２１と基板２６とを、対向して配置させる、という実効性に優れた構成によって、実現する。したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、Ｚ軸回りの角速度の高精度化の実効性を向上させることができる。

【００９０】

本実施形態のセンサーモジュール１００は、基板２１と基板２６とが固定される固定部としての固定枠６０と、を備える。

基板２１と基板２６とは、それぞれ固定枠６０に固定される。したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、基板２１と基板２６との固定を、容易且つ確実に行うことができる。よって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができる。

【００９１】

本実施形態のセンサーモジュール１００は、基板２１と基板２６と接続部４０とが収納されるケースとしてのインナーケース３０およびまたはアウターケース５０と、を備える。

したがって、本実施形態のセンサーモジュール１００は、インナーケース３０およびまたはアウターケース５０に収納されるため、外部からの影響を遮断することができ、検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができる。

【００９２】

２．実施形態２

図９から図１１は、実施形態２に係るセンサーモジュール１００を示す。

図９は、基板ユニット２０の展開図であり、基板ユニット２０を展開した状態をＺ軸方向マイナス側から見た平面図である。図１０は、基板ユニット２０の展開図であり、基板ユニット２０を展開した状態をＺ軸方向プラス側から見た平面図である。図１１は、固定枠６０の斜視図であり、基板ユニット２０が取り付けられた状態の固定枠６０を示す。図１１において、基板２１は、説明のために省略している。

実施形態２において、実施形態１と同じ構成には、同じ符号を付して、説明を省略することがある。

【００９３】
２．１．基板ユニットの構成
実施形態２において、基板ユニット２０は、基板２１，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２，２７と、フレキシブル基板４１１，４１２，４２１，４２２，４３１，４３２，４４１，４４２，４５１，４５２，４６と、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ、１３ｃ，１３ｄ、演算回路１４、コネクター１５、メモリー１６、電源回路１７、温度センサー１８を含む。
【００９４】
基板２１，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２，２７は、ガラスエポキシ基板、コンポジット基板、またはセラミック基板などのリジッド基板である。
【００９５】
フレキシブル基板４１１，４１２，４２１，４２２，４３１，４３２，４４１，４４２，４５１，４５２，４６は、接続部４０の一例である。
フレキシブル基板４１１は、基板２１と基板２２１とを電気的に接続する。フレキシブル基板４１２は、基板２１と基板２２２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４２１は、基板２１と基板２３１とを電気的に接続する。フレキシブル基板４２２は、基板２１と基板２３２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４３１は、基板２１と基板２４１とを電気的に接続する。フレキシブル基板４３２は、基板２１と基板２４２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４４１は、基板２１と基板２５１とを電気的に接続する。フレキシブル基板４４２は、基板２１と基板２５２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４５１は、基板２３１と基板２６１とを電気的に接続する。フレキシブル基板４５２は、基板２３２と基板２６２とを電気的に接続する。フレキシブル基板４６は、基板２２１と基板２７とを電気的に接続する。
【００９６】
基板２１，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２，２７とフレキシブル基板４１１，４１２，４２１，４２２，４３１，４３２，４４１，４４２，４５１，４５２，４６とは、リジットフレキシブル基板であってもよい。
【００９７】
センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄは、それぞれ角速度センサーである。具体的には、水晶を振動子として用いた振動ジャイロセンサーである。
【００９８】
実施形態２において、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄの振動子の駆動周波数は、いずれも同じである。振動子は、水晶に限定されない。例えば、振動子は、シリコン基板を用いて形成されたＭＥＭＳ振動子であってもよい。
【００９９】
実施形態２において、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄは、それぞれＺ軸回りの角速度を検出するＺ軸角速度センサーである。センサーデバイス１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄは、それぞれＹ軸回りの角速度を検出するＹ軸角速度センサーである。センサーデバイス１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄは、それぞれＸ軸回りの角速度を検出するＸ軸角速度センサーである。
【０１００】
実施形態２において、センサーモジュール１００は、Ｘ軸角速度センサー、Ｙ軸角速度センサー、およびＺ軸角速度センサーをそれぞれ４個ずつ備える。ＸＹＺの各軸に、４個の角速度センサーを設ける構成によれば、ＸＹＺの各軸について、４個の角速度センサーからの角速度データに基づいて、角速度データの統計量である平均値等を、演算回路１４

が演算することで、各軸の角速度データの高精度化を実現できる。

【０１０１】

図９に示すように、基板２１の下面には、センサーデバイス１１ａが実装される。基板２２１の下面には、センサーデバイス１２ａが実装される。基板２２２の下面には、センサーデバイス１２ｂが実装される。基板２３１の下面には、センサーデバイス１２ｃが実装される。基板２３２の下面には、センサーデバイス１２ｄが実装される。基板２４１の下面には、センサーデバイス１３ａが実装される。基板２４２の下面には、センサーデバイス１３ｂが実装される。基板２５１の下面には、センサーデバイス１３ｃが実装される。基板２５２の下面には、センサーデバイス１３ｄが実装される。基板２６１の下面には、センサーデバイス１１ｃが実装される。基板２６２の下面には、センサーデバイス１１ｄが実装される。基板２７の下面には、センサーデバイス１１ｂが実装される。

【０１０２】

図１０に示すように、基板２１の上面には、演算回路１４、コネクター１５、メモリー１６、電源回路１７、温度センサー１８が実装される。

演算回路１４は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄに対してプライマリーとなるコントローラーである。

【０１０３】

演算回路１４は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄから出力される検出データを受信し、各種処理を行って、コネクター１５を介して、出力データを外部に送信する。

【０１０４】

演算回路１４が行う各種処理としては、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｂとセンサーデバイス１１ｃとセンサーデバイス１１ｄとからの各Ｚ軸回りの角速度の検出データの平均値を求める処理、センサーデバイス１２ａとセンサーデバイス１２ｂとセンサーデバイス１２ｃとセンサーデバイス１２ｄとからの各角速度のＹ軸回りの検出データの平均値を求める処理、センサーデバイス１３ａとセンサーデバイス１３ｂとセンサーデバイス１３ｃとセンサーデバイス１３ｄとからの各Ｘ軸回りの角速度の検出データの平均値を求める処理、求めた各平均値に、温度補正やゼロ点補正等を行う処理、感度調整処理、フィルター処理、および、処理後のデータをコネクター１５から出力する処理等がある。

【０１０５】

２．２．固定枠について

図１１は、固定枠６０の斜視図であり、基板ユニット２０が取り付けられた状態の固定枠６０を示す。図１１において、基板２１は、説明のために省略している。

基板ユニット２０は、組み立てた際において、固定枠６０に支持されて、略直方体の形状に組み合わされる。

固定枠６０は、平面視で、８角形の筒状の形状を有し、基板２１，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２，２７が取り付けられる部分に、それぞれ開口部６８が設けられる。

【０１０６】

基板２１，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２，２７は、センサーデバイス１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄが内側になるように、固定枠６０に取り付けられる。

【０１０７】

固定枠６０の上面６１には、図示省略した基板２１が固定され、下面６２には、基板２６１，２６２，２７が固定される。換言すると、基板２１，２６１，２６２，２７には、それぞれＺ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイスが実装され、基板２１と，基板２６１，２６２，２７とは、対向して配置される。

【０１０８】
固定枠６０の側面６３には、基板２２１と基板２２２とが固定され、側面６４には、基板２３１と基板２３２とが固定される。換言すると、基板２２１，２２２，２３１，２３２には、それぞれＹ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイスが実装され、基板２２１，２２２，２３１，２３２は、対向する側面６３と側面６４とに配置される。
固定枠６０の側面６５には、基板２４１と基板２４２とが固定され、側面６６には、基板２５１と基板２５２とが固定される。換言すると、基板２４１，２４２，２５１，２５２には、それぞれＸ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイスが実装され、基板２４１，２４２，２５１，２５２は、対向する側面６５と側面６６とに配置される。
【０１０９】
上述した実施形態では、ＸＹＺの各軸のセンサーデバイスの数が、２つの例と４つの例を説明したが、ＸＹＺの各軸のセンサーデバイスの数は、３または５以上の複数であってもよい。
上述した実施形態では、ＸＹＺの各軸のセンサーデバイスの数が、各軸で同じ数の例を記載したが、センサーデバイスの数は、各軸で、異なっていてもよい。例えば、Ｘ軸のセンサーデバイスの数が２、Ｙ軸のセンサーデバイスの数が２，Ｚ軸のセンサーデバイスの数が４であってもよい。
上述した実施形態では、ＸＹＺの各軸のセンサーデバイスが、それぞれ複数の例を記載したが、センサーデバイスの数は、特定の軸のみを複数としてもよい。例えば、Ｘ軸のセンサーデバイスの数が１、Ｙ軸のセンサーデバイスの数が１，Ｚ軸のセンサーデバイスの数が２であってもよい。
【０１１０】
以上、述べたとおり、実施形態２のセンサーモジュール１００は、実施形態１の効果に加え、以下の効果を奏する。
【０１１１】
実施形態２のセンサーモジュール１００は、第１基板としての基板２１と、第２基板としての基板２６１と、基板２１と基板２６１とを電気的に接続する接続部４０と、基板２１に設けられ、第１軸の物理量としてのＺ軸回りの角速度を検出する第１センサーデバイスとしてのセンサーデバイス１１ａと、基板２６１に設けられ、Ｚ軸回りの角速度を検出する第２センサーデバイスとしてのセンサーデバイス１１ｃと、を備える。
【０１１２】
このように、本実施形態のセンサーモジュール１００は、Ｚ軸回りの角速度を検出するセンサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｃとを有し、センサーデバイス１１ａを基板２１に実装し、センサーデバイス１１ｃを基板２６１に実装し、基板２１と基板２６１とを、接続部４０を介して電気的に接続している。したがって、実施形態２のセンサーモジュール１００は、センサーデバイス１１ａとセンサーデバイス１１ｃとが、同じ基板上に実装されることで生じる機械的もしくは電気的な干渉を抑制することができる。よって、実施形態２のセンサーモジュール１００は、検出データの高精度化の実効性や信頼性を向上させることができる。
【０１１３】
３．実施形態３
実施形態３では、センサーモジュール１００を備えた電子機器を説明する。
以下では、電子機器の例として、スマートフォンなどの携帯機器の例と、自動車などの移動体の例とを説明する。
【０１１４】
３．１．携帯機器の概要
図１２は、実施形態３に係る電子機器としての携帯機器の斜視図であり、携帯機器の一例としてのスマートフォン１１０の構成を示す図である。
【０１１５】
スマートフォン１１０は、センサーモジュール１００を搭載する。

センサーモジュール１００の出力データは、制御部１１１で受信される。制御部１１１は、受信した検出信号からスマートフォン１１０の姿勢や挙動を認識して、表示部に表示されている表示画像を変化させたり、警告音や効果音を鳴らしたり、振動モーターを駆動して本体を振動させることができる。

【０１１６】

センサーモジュール１００は、スマートフォン１１０以外の他の携帯機器に搭載してもよい。例えば、スマートウオッチ、携帯型の活動量計、ＨＭＤ（Head Mounted Display）、モバイルＰＣ（Personal Computer）、タブレットＰＣ、カメラ、ＰＤＡ（Personal Digital Assistants）などの携帯機器に、センサーモジュール１００を搭載してもよい。これによって、携帯機器は、センサーモジュール１００の出力データによって、携帯機器の姿勢や挙動を認識して、表示画像を変化させたり、警告音や効果音を鳴らしたり、振動モーターを駆動して本体を振動させたりなどをすることができる。

【０１１７】

このように本実施形態において、スマートフォン１１０などの携帯機器は、センサーモジュール１００を搭載する。したがって、本実施形態によれば、センサーモジュール１００を備えた携帯機器の信頼性を向上させることができる。

【０１１８】

３．２．移動体の概要

図１３は、実施形態３に係る電子機器としての移動体の斜視図であり、移動体の一例としての自動車１３０の構成を示す図である。

【０１１９】

自動車１３０は、センサーモジュール１００を搭載する。

センサーモジュール１００は、車体１３１の姿勢を検出して、出力データを車体姿勢制御装置１３２に送信する。出力データは、角速度信号および加速度信号を含む。

車体１３１の姿勢を制御する車体姿勢制御装置１３２は、センサーモジュール１００の出力データを受信すると、その信号に基づいて車体１３１の姿勢を検出し、検出結果に応じてサスペンションの硬軟を制御したり、個々の車輪１３３のブレーキを制御したりする。

【０１２０】

センサーモジュール１００の出力データは、他にもキーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム（ＡＢＳ）、エアバック、ＴＰＭＳ（Tire Pressure Monitoring System）、エンジンコントロール、自動運転用慣性航法の制御機器、およびハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター等のＥＣＵ（Electronic Control Unit）などにおいて、活用してもよい。

【０１２１】

センサーモジュール１００は、自動車１３０以外の他の移動体に搭載してもよい。他の移動体は、例えば、二足歩行ロボット、電車、ラジコン飛行機、ラジコンヘリコプター、ドローン、農業機械、建築機械である。センサーモジュール１００を搭載した移動体は、センサーモジュール１００の出力データを、移動体の姿勢制御や位置計測などに活用できる。

【０１２２】

このように本実施形態において、自動車１３０などの移動体は、センサーモジュール１００を搭載する。したがって、本実施形態によれば、センサーモジュール１００を備えた移動体の信頼性を向上させることができる。

【０１２３】

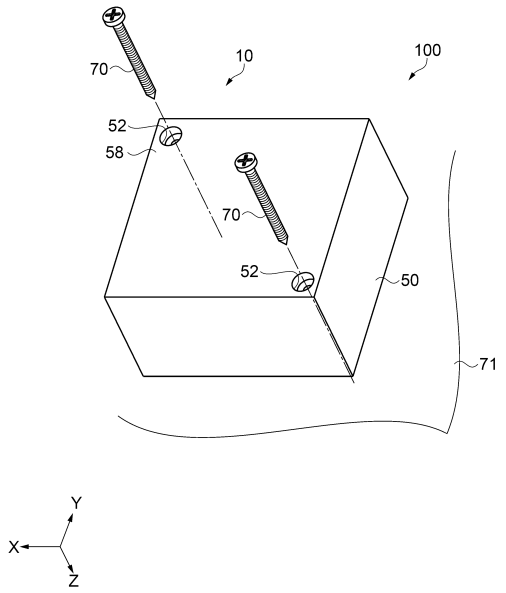
以上、好適な実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されない。本発明の各部の構成は、上述の実施形態の同様の機能を発揮する任意の構成に置換でき、且つ、任意の構成を付加できる。

【符号の説明】

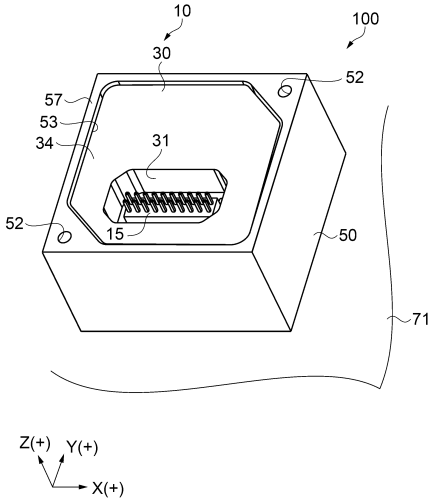
【０１２４】
１…振動子、２…支持基板、３，３ａ，３ｂ…センサー素子、４…回路素子、５…ベース、６…リッド、７…パッケージ、８ａ，８ｂ…内部端子、８ｃ…外部端子、９…ボンディングワイヤー、１０…センサーユニット、１１ａ，１１ｂ，１１ｃ，１１ｄ，１２ａ，１２ｂ，１２ｃ，１２ｄ，１３ａ，１３ｂ，１３ｃ，１３ｄ…センサーデバイス、１４…演算回路、１５…コネクター、１６…メモリー、１７…電源回路、１８…温度センサー、２０…基板ユニット、２１，２２，２３，２４，２５，２６，２７，２２１，２２２，２３１，２３２，２４１，２４２，２５１，２５２，２６１，２６２…基板、３０…インナーケース、３１…開口部、３２…側壁、３３…凹部、３４…上面、４０…接続部、４１，４２，４３，４４，４５，４６，４１１，４１２，４２１，４２２，４３１，４３２，４４１，４４２，４５１，４５２…フレキシブル基板、５０…アウターケース、５２…ネジ穴、５３…内側、５４…側壁、５５…底面、５７…上面、５８…下面、６０…固定枠、６１…上面、６２…下面、６３，６４，６５，６６…側面、６８…開口部、７０…ネジ、７１…被装着面、８１…駆動回路、８２…検出回路、９１…基部、９２ａ，９２ｂ…連結アーム、９３，９４…駆動電極、９５，９６…検出電極、９７…接地電極、９８ａ，９８ｂ，９８ｃ，９８ｄ…駆動アーム、９９ａ，９９ｂ…検出アーム、１００…センサーモジュール、１１０…スマートフォン、１１１…制御部、１３０…自動車、１３１…車体、１３２…車体姿勢制御装置、１３３…車輪、Ｃ１，Ｃ２，Ｃ３…矢印、Ｄ１，Ｄ２…検出データ、Ｓ１，Ｓ２…検出信号、ＤＳ…駆動信号、ＤＧ…フィードバック信号。

【図面】

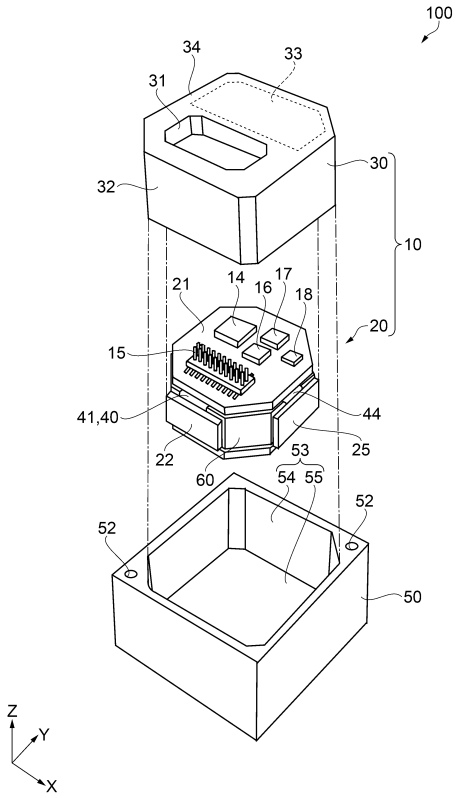
【図１】



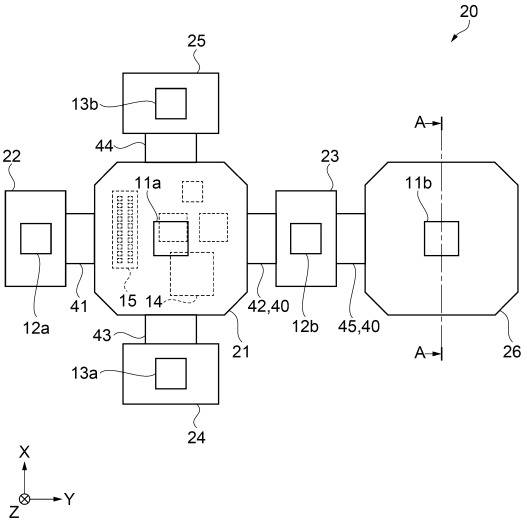
【図２】



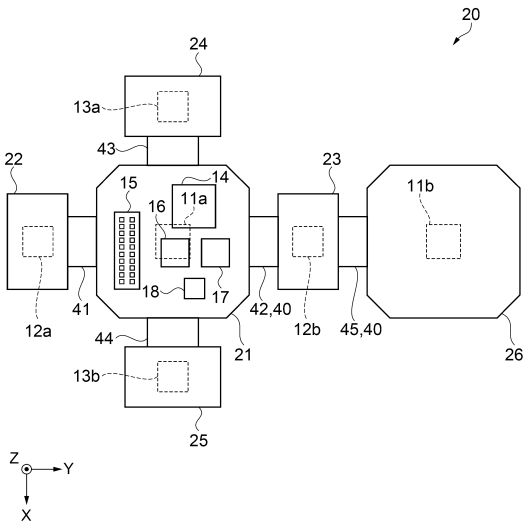
【図３】


100
34
33
31
30
32
10
21
14
16
17
18
20
15
41,40
44
22
25
53
60
54
55
52
52
50
Z
Y
X

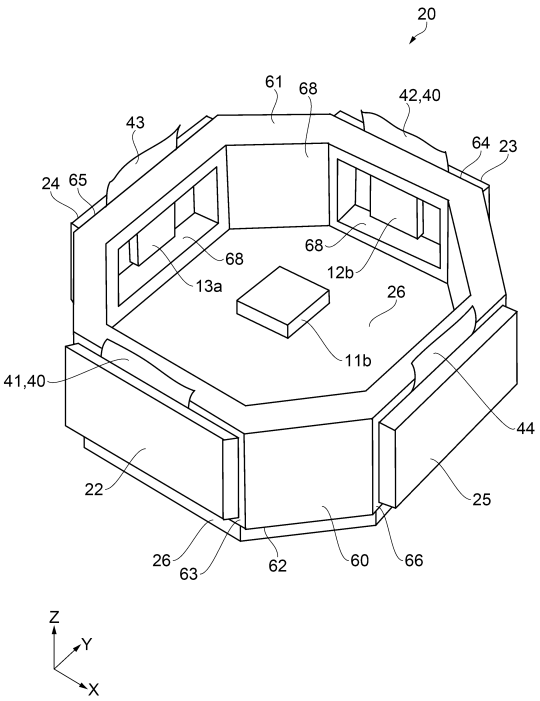
【図４】


20
25
13b
44
A
22
23
11a
11b
41
15
14
42,40
12b
45,40
12a
43
21
A
26
13a
24
X
Z
Y

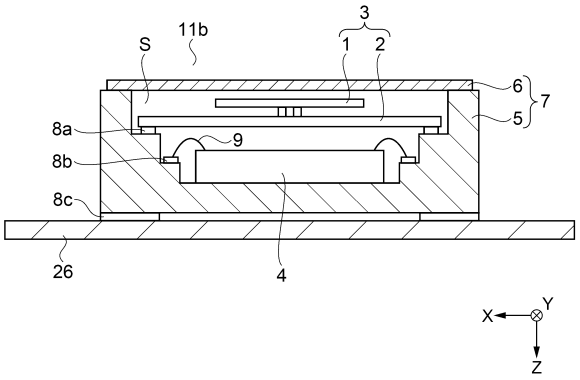
【図５】


20
24
13a
22
43
23
11b
15
14
11a
16
18
17
41
42,40
12b
45,40
12a
44
21
26
13b
25
Z
Y
X

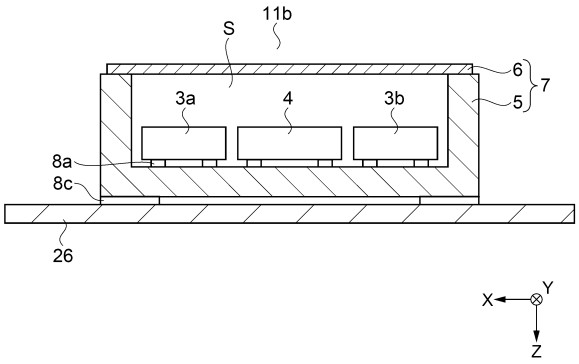
【図６】


20
61
68
42,40
43
64
23
24
65
68
68
12b
13a
26
11b
41,40
44
22
25
26
63
62
60
66
Z
Y
X

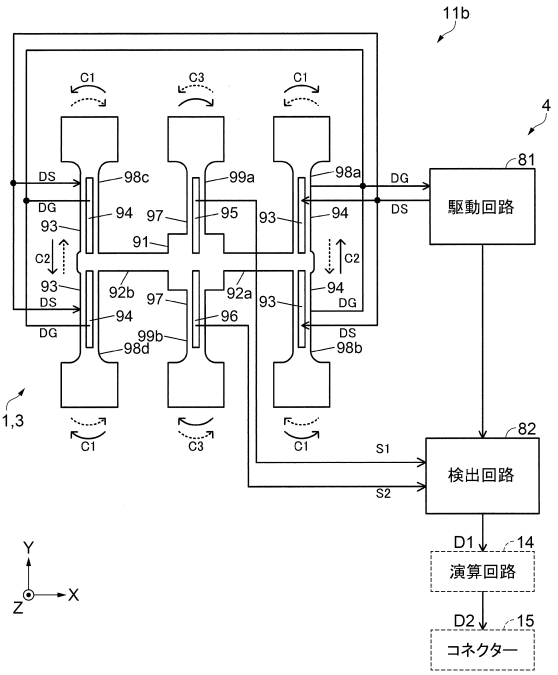
【図７Ａ】


11b
S
3
1
2
6
7
5
8a
9
8b
8c
26
4
X
Y
Z

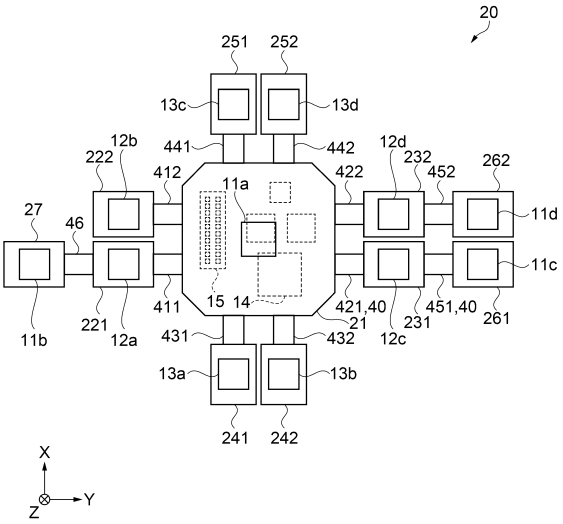
【図７Ｂ】


11b
S
6
7
5
3a
4
3b
8a
8c
26
X
Y
Z

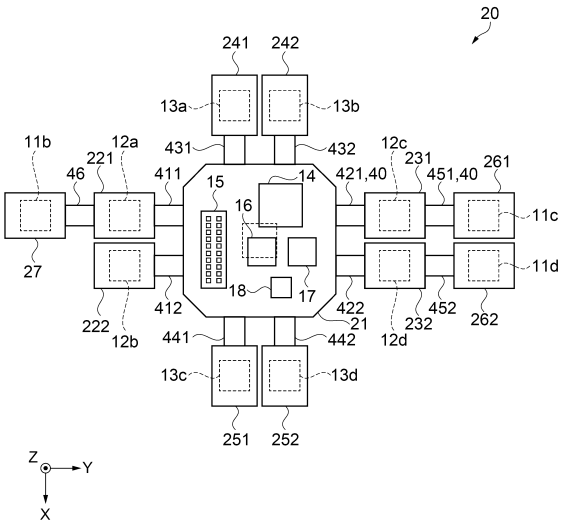
【図８】


11b
4
C1
C3
C1
DS
98c
99a
98a
DG
81
駆動回路
DG
94
97
95
93
94
DS
93
91
C2
C2
93
92b
97
92a
93
94
DS
94
96
DG
DG
99b
98d
98b
1,3
C1
C3
C1
S1
S2
82
検出回路
D1
14
演算回路
D2
15
コネクター
Y
Z
X

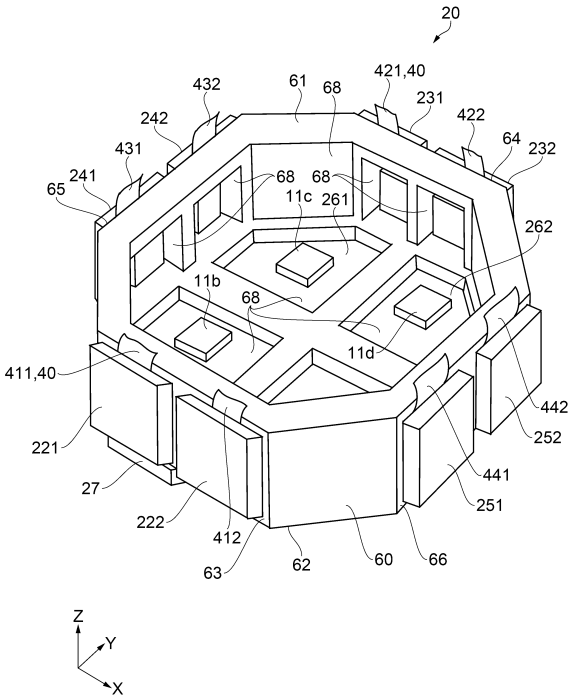
【図９】


20
251
252
13c
13d
12b
441
442
12d
222
232
262
412
11a
422
452
27
46
11d
11c
411
15
14
421,40
451,40
261
11b
221
12a
431
21
432
12c
231
13a
13b
241
242
X
Z
Y

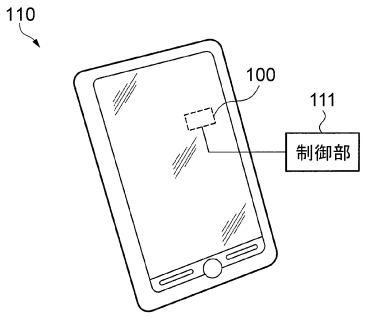
【図１０】



【図１１】



【図１２】



【図１３】

