

(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2014-92500

(P2014-92500A)

(43) 公開日 平成26年5月19日 (2014.5.19)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 1 C 19/5628 (2012.01)

G O 1 C 19/56 1 2 8

2 F 1 0 5

G O 1 C 19/5621 (2012.01)

G O 1 C 19/56 1 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2012-244182 (P2012-244182)
 (22) 出願日 平成24年11月6日 (2012.11.6)

(71) 出願人 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100095728
 弁理士 上柳 雅誉
 (74) 代理人 100127661
 弁理士 宮坂 一彦
 (74) 代理人 100116665
 弁理士 渡辺 和昭
 (72) 発明者 大澤 征司
 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
 (72) 発明者 山口 啓一
 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

最終頁に続く

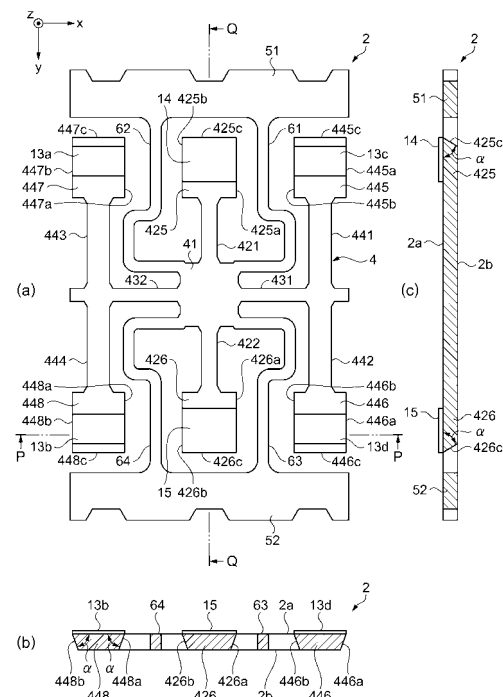
(54) 【発明の名称】 振動片、振動子、電子デバイス、電子機器、および移動体

(57) 【要約】

【課題】質量調整膜の振動部側面への付着を防ぎ、質量調整膜の付着アンバランスによる温度ドリフトを抑制した振動片を提供する。

【解決手段】振動片としてのジャイロ素子2は、振動部の先端に設けられた幅広部425、426、445、446、447、448を有しており、幅広部は、表面2aに設けられた質量調整膜14、15、13c、13d、13a、13bと、表面2aから裏面2bにかけて振動部の中心に向かって傾斜する側面425a、425b、425c、426a、426b、426c、445a、445b、445c、446a、446b、446c、447a、447b、447c、448a、448b、448cとを有している。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

互いに表裏関係にある第 1 面および第 2 面と、前記第 1 面と前記第 2 面とを繋ぐ側面と、を有する振動部と、

前記振動部の前記第 1 面に設けられている質量調整膜と、を備え、

前記振動部における前記質量調整膜が設けられている部分に対応する前記側面であって、前記振動部の延伸方向と交差する方向に位置する前記側面は、前記第 1 面から前記第 2 面に向かって前記振動部の内側に傾斜していることを特徴とする振動片。

【請求項 2】

前記質量調整膜は、前記振動部の先端を含み設けられており、

前記振動部における前記質量調整膜が設けられている部分に対応する前記側面であって、前記振動部の延伸方向、および前記振動部の延伸方向と交差する方向に位置する前記側面は、前記第 1 面から前記第 2 面に向かって前記振動部の内側に傾斜していることを特徴とする請求項 1 に記載の振動片。

10

【請求項 3】

前記振動部には、前記先端に幅広部が備えられており、

前記質量調整膜は、前記幅広部に設けられていることを特徴とする請求項 2 に記載の振動片。

【請求項 4】

前記質量調整膜の少なくとも一部が除去されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか一項に記載の振動片。

20

【請求項 5】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の振動片と、

前記振動片が収納されている容器と、

を備えていることを特徴とする振動子。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の振動片と、

前記振動片を駆動させる回路素子と、

を備えていることを特徴とする電子デバイス。

【請求項 7】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の振動片を備えていることを特徴とする電子機器。

30

【請求項 8】

請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の振動片を備えていることを特徴とする移動体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、振動片、振動子、電子デバイス、電子機器、および移動体に関する。

【背景技術】

40

【0002】

従来から、角速度を検出するための振動片として、いわゆる「ダブル T 型」のジャイロ素子が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載されているジャイロ素子は、基部と、基部から両側へ y 軸に沿って延出している第 1、第 2 検出振動腕（検出アーム）と、基部から両側へ x 軸に沿って延出している第 1、第 2 連結腕（連結アーム）と、第 1 連結腕から両側へ y 軸に沿って延出している第 1、第 2 駆動振動腕（駆動アーム）と、第 2 連結腕から両側へ y 軸に沿って延出している第 3、第 4 駆動振動腕（駆動アーム）とで構成されている。

【0003】

第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕の先端部には、各駆動振動腕の先端から基部に向か

50

って設けられた錘層が設けられている。この錘層は、各駆動振動腕の共振周波数調整（以下、周波数調整という）に用いられる質量調整膜であり、蒸着マスクを用いた蒸着法などによって金（Au）などの金属膜が形成される。周波数調整は、この質量調整膜の少なくとも一部を、例えばレーザー光などを用いて除去することによって各駆動振動腕の共振周波数を所定の値に合せ込む。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-105614号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述のように蒸着マスクを用いた蒸着法などによって各振動腕の質量調整膜を形成する場合、蒸着される金などの金属が各振動腕の側面に回り込み、各振動腕の側面にも質量調整膜が形成されてしまうことがある。この各振動腕の側面に形成された質量調整膜は、マスクの装着位置、あるいは蒸着条件などにより各振動腕の側面毎に蒸着量のばらつきを生じてしまう。このような各振動腕の側面毎の蒸着量のばらつきは、所謂振動腕の質量の非対称要因、即ち側面毎の蒸着量のばらつきにより各振動腕の質量バランスが崩れる要因となり、ジャイロ素子の出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトを生じてしまうことがあった。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

【0007】

〔適用例1〕本適用例に係る振動片は、互いに表裏関係にある第1面および第2面と、前記第1面と前記第2面とを繋ぐ側面と、を有する振動部と、前記振動部の前記第1面に設けられている質量調整膜と、を備え、前記振動部における前記質量調整膜が設けられている部分に対応する前記側面であって、前記振動部の延伸方向と交差する方向に位置する前記側面は、前記第1面から前記第2面に向かって前記振動部の内側に傾斜していることを特徴とする。

30

【0008】

本願発明者は、振動部（振動腕）に設けられている質量調整膜と振動片の温度ドリフトとの関連性において、質量調整膜の質量アンバランスが温度ドリフトに影響することを見出した。なお、ここで、温度ドリフトとは、温度変化に対して、振動片の出力電圧が変化することを言う。

【0009】

本適用例の振動片においては、質量調整膜が設けられている振動部の延伸方向と交差する方向に位置する側面が、振動部の第1面（表面）から第1面と表裏関係にある第2面（裏面）に向かって振動部の中心側に傾斜している。換言すると、振動部の第1面から見た場合、側面は陰になって見えない状態になっている。質量調整膜は第1面に設けられており、質量調整膜の形成には、第1面側から蒸着が行われるため、振動部の第1面から見て陰になっている側面には、質量調整膜を形成する蒸着金属が殆んど付着しない。したがって、質量調整膜は振動部の第1面だけに形成されることになり、各振動部の側面毎に付着する蒸着量のばらつきを抑制することができる。これにより、各振動部の質量バランスの崩れを防止できるため、出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトの発生を防止することができる。

40

【0010】

〔適用例2〕上記適用例に記載の振動片において、前記質量調整膜は、前記振動部の先端を含み設けられており、前記振動部における前記質量調整膜が設けられている部分に対

50

応する前記側面であって、前記振動部の延伸方向、および前記振動部の延伸方向と交差する方向に位置する前記側面は、前記第1面から前記第2面に向かって前記振動部の内側に傾斜していることを特徴とする。

【0011】

本適用例によれば、質量調整膜が振動部の先端を含み設けられている。しかしながら、振動部の延伸方向に位置する側面も含む振動部の側面（先端と先端に交差する両側の側面）が、振動部の第1面（表面）から第2面（裏面）に向かって振動部の中心側に傾斜しているため、振動部の先端部の側面に質量調整膜が形成されない。振動部の質量バランスの崩れによる温度ドリフトの発生は、振動部の先端部の質量アンバランスの影響を特に受けやすいが、このように振動部の先端部の側面に質量調整膜が形成されないため、温度ドリフトの発生を防止することができる。

10

【0012】

〔適用例3〕上記適用例に記載の振動片において、前記振動部には、前記先端に幅広部が備えられており、前記質量調整膜は、前記幅広部に設けられていることを特徴とする。

【0013】

本適用例によれば、幅広部に質量調整膜が設けられているため、質量調整膜の質量を大きくすることが可能となり、振動部の質量調整範囲、すなわち質量調整による共振周波数の調整範囲（合わせ込み範囲）をより広くすることが可能となる。

【0014】

〔適用例4〕上記適用例に記載の振動片において、前記質量調整膜の少なくとも一部が除去されていることを特徴とする。

20

【0015】

本適用例によれば、質量調整膜の少なくとも一部が除去されることによって、振動部の質量を調整し、共振周波数の合わせ込みを行うことができる。

【0016】

〔適用例5〕本適用例に係る振動子は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片と、前記振動片が収納されている容器と、を備えていることを特徴とする。

【0017】

本適用例によれば、振動片の温度ドリフトの発生が抑えられた、即ち温度特性を向上させた振動子を提供することが可能となる。

30

【0018】

〔適用例6〕本適用例に係る電子デバイスは、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片と、前記振動片を駆動させる回路素子と、を備えていることを特徴とする。

【0019】

本適用例によれば、振動片の温度ドリフトの発生が抑制されているため、温度ドリフトの発生が抑えられた、即ち温度特性の向上が図られている電子デバイスを提供することができる。

【0020】

〔適用例7〕本適用例に係る電子機器は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片を備えていることを特徴とする。

40

【0021】

本適用例によれば、温度ドリフトの発生が抑えられた、即ち温度特性の向上が図られた振動片を用いていることから、温度変化に対する特性が安定した電子機器を提供することができる。

【0022】

〔適用例8〕本適用例に係る移動体は、上記適用例のいずれか一例に記載の振動片を備えていることを特徴とする。

【0023】

本適用例によれば、振動片の温度ドリフトの発生が抑えられた、即ち温度特性の向上が図られた振動片を用いていることから、温度変化に対する特性が安定した移動体を提供す

50

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明にかかる振動片の実施形態、およびその振動片を用いた振動子の実施形態を示す概略図であり、(a)は平面図、(b)は正断面図。

【図2】振動子が備える振動片としてのジャイロ素子を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のP-P断面図、(c)は(a)のQ-Q断面図。

【図3】ジャイロ素子の駆動を説明する平面図。

【図4】質量調整膜の形成を説明する図であり、(a)は従来例を示し、(b)は本実施形態を示す断面図。

10

【図5】本発明にかかる振動片を用いた電子デバイスを示す正断面図。

【図6】電子機器の一例としてのモバイル型のパーソナルコンピュータの構成を示す斜視図。

【図7】電子機器の一例としての携帯電話機の構成を示す斜視図。

【図8】電子機器の一例としてのデジタルスチールカメラの構成を示す斜視図。

【図9】移動体の一例としての自動車の構成を示す斜視図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の振動片、当該振動片を用いた振動子、当該振動片を用いた電子デバイスとしてのジャイロセンサー、電子機器、および移動体を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

20

【0026】

[振動片、およびそれを用いた振動子の実施形態]

まず、本発明にかかる振動片の実施形態、およびその振動片を適用した振動子の実施形態について説明する。図1は、本発明にかかる振動片、およびその振動片を用いた振動子の実施形態を示す図であり、(a)は平面図、(b)は正断面図である。図2は、図1に示す振動子が備える振動片としてのジャイロ素子を示し、(a)は平面図、(b)は(a)のP-P断面図、(c)は(a)のQ-Q断面図である。図3は、ジャイロ素子の駆動を説明する平面図である。図4は、質量調整膜の形成を説明する図であり、(a)は従来例を示し、(b)は本実施形態を示す断面図である。なお、以下では、図1に示すように、互いに直交する3軸を、x軸、y軸およびz軸とし、z軸は、振動片、および振動子の厚さ方向と一致する。また、x軸に平行な方向を「x軸方向(第2方向)」と言い、y軸に平行な方向を「y軸方向(第1方向)」と言い、z軸に平行な方向を「z軸方向」と言う。

30

【0027】

図1に示す振動子1は、振動片としてのジャイロ素子(振動素子)2と、ジャイロ素子2を収納する容器としてのパッケージ9とを有している。以下、ジャイロ素子2およびパッケージ9について順次詳細に説明する。

【0028】

(ジャイロ素子)

40

図2は、上側(後述するリッド92側であり図1(b)のz軸方向)から見た振動片としてのジャイロ素子の平面図である。なお、ジャイロ素子には、検出信号電極、検出信号配線、検出信号端子、検出接地電極、検出接地配線、検出接地端子、駆動信号電極、駆動信号配線、駆動信号端子、駆動接地電極、駆動接地配線および駆動接地端子などが設けられているが、同図においては省略している。

【0029】

振動片としてのジャイロ素子2は、z軸まわりの角速度を検出する「面外検出型」のセンサーであって、図示しないが、基材と、基材の表面に設けられている複数の電極、配線および端子とで構成されている。ジャイロ素子2は、水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどの圧電材料で構成することができるが、これらの中でも、水晶で構成する

50

のが好ましい。これにより、優れた振動特性（周波数特性）を発揮することのできるジャイロ素子 2 が得られる。このようなジャイロ素子 2 は、いわゆるダブル T 型をなす振動体 4 と、振動体 4 を支持する支持部としての第 1 支持部 5 1 および第 2 支持部 5 2 と、振動体 4 と第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 とを連結する梁としての第 1 梁 6 1、第 2 梁 6 2、第 3 梁 6 3 および第 4 梁 6 4 とを有している。

【0030】

振動体 4 は、 x y 平面に拡がりをも有し、 z 軸方向に厚みを有している。このような振動体 4 は、中央に位置する基部 4 1 と、基部 4 1 から y 軸方向に沿って両側に延出している振動部としての第 1 検出振動腕 4 2 1、第 2 検出振動腕 4 2 2 と、基部 4 1 から x 軸方向に沿って両側に延出している第 1 連結腕 4 3 1、第 2 連結腕 4 3 2 と、第 1 連結腕 4 3 1 の先端部から y 軸方向に沿って両側に延出している振動部としての第 1 駆動振動腕 4 4 1、および第 2 駆動振動腕 4 4 2 と、第 2 連結腕 4 3 2 の先端部から y 軸方向に沿って両側に延出している振動部としての第 3 駆動振動腕 4 4 3、および第 4 駆動振動腕 4 4 4 とを有している。第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 および第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の先端部には、それぞれ、基端側よりも幅の大きい略四角形の幅広部（ハンマーヘッド）4 2 5、4 2 6、4 4 5、4 4 6、4 4 7、4 4 8（以下、符号を省略し、「幅広部 4 2 5 など」と記載する）が設けられている。このような幅広部 4 2 5 など設けることでジャイロ素子 2 の角速度の検出感度が向上する。

【0031】

幅広部 4 2 5 などは、第 1 面としての表面 2 a と第 2 面としての裏面 2 b とを繋ぐ側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c を有している。

【0032】

側面 4 2 5 a、4 2 6 a、4 4 5 a、4 4 6 a、4 4 7 a、4 4 8 a は、 y 軸方向に沿った $+x$ 軸方向側（振動部の延伸方向に交差する方向）の側面であり、表面 2 a から裏面 2 b に向かって幅広部 4 2 5 などの中心側に傾斜して設けられている。換言すれば、表面 2 a の $+x$ 軸方向側の側面より裏面 2 b の $+x$ 軸方向側の側面の方が内側にあつて、それぞれが側面 4 2 5 a、4 2 6 a、4 4 5 a、4 4 6 a、4 4 7 a、4 4 8 a で繋がれている。

【0033】

また、側面 4 2 5 b、4 2 6 b、4 4 5 b、4 4 6 b、4 4 7 b、4 4 8 b は、 y 軸方向に沿った $-x$ 軸方向側（振動部の延伸方向に交差する方向）の側面であり、表面 2 a から裏面 2 b に向かって幅広部 4 2 5 などの中心側に傾斜して設けられている。換言すれば、表面 2 a の $-x$ 軸方向側の側面より裏面 2 b の $-x$ 軸方向側の側面の方が内側にあつて、それぞれが側面 4 2 5 b、4 2 6 b、4 4 5 b、4 4 6 b、4 4 7 b、4 4 8 b で繋がれている。

【0034】

また、側面 4 2 5 c、4 2 6 c、4 4 5 c、4 4 6 c、4 4 7 c、4 4 8 c は、 y 軸方向側の側面（振動部の先端の端面）であり、表面 2 a から裏面 2 b に向かって幅広部 4 2 5 などの中心側に傾斜して設けられている。換言すれば、表面 2 a の y 軸方向側の側面より裏面 2 b の y 軸方向側の側面の方が内側にあつて、それぞれの辺が側面 4 2 5 c、4 2 6 c、4 4 5 c、4 4 6 c、4 4 7 c、4 4 8 c で繋がれている。

【0035】

そして、幅広部 4 2 5 などの表面 2 a には、後述する検出腕質量調整膜 1 4、1 5、および質量調整膜 1 3 c、1 3 d、1 3 a、1 3 b が設けられている。このように、側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に、表面 2 a から裏面 2 b にかけて内側に傾斜が設けられていることにより次の効果を有する。

10

20

30

40

50

【0036】

上述の構成によれば、幅広部425などを表面2a側から見た場合、側面425a、425b、425c、426a、426b、426c、445a、445b、445c、446a、446b、446c、447a、447b、447c、448a、448b、448cは陰になって見えない状態になっている。表面2aに設けられている検出腕質量調整膜14、15、および質量調整膜13c、13d、13a、13bの形成には、表面2a側から蒸着などが行われるため、陰になっている側面425a、425b、425c、426a、426b、426c、445a、445b、445c、446a、446b、446c、447a、447b、447c、448a、448b、448cには、検出腕質量調整膜14、15、および質量調整膜13c、13d、13a、13bを形成する蒸着金属が殆んど付着しない。したがって、側面425a、425b、425c、426a、426b、426c、445a、445b、445c、446a、446b、446c、447a、447b、447c、448a、448b、448c毎に付着する蒸着量の削減と、ばらつきとを抑制することができる。

10

【0037】

なお、側面425a、425b、425c、426a、426b、426c、445a、445b、445c、446a、446b、446c、447a、447b、447c、448a、448b、448cの表面2aに対しての傾斜角度は、90度未満であれば効果を有するが、蒸着の回り込みを考慮すると80度以下とすることが望ましい。

20

【0038】

なお、第1、第2駆動振動腕441、442は、第1連結腕431の延在方向の途中から延出してもよく、同様に、第3、第4駆動振動腕443、444は、第2連結腕432の延在方向の途中から延出してもよい。

【0039】

また、本実施形態では、基部41から延出している第1連結腕431、第2連結腕432から第1駆動振動腕441、第2駆動振動腕442、第3駆動振動腕443、および第4駆動振動腕444が延出している構成で説明したが、基部41と第1連結腕431と第2連結腕432とを含めて基部とすることも可能である。即ち、基部から第1駆動振動腕、第2駆動振動腕、第3駆動振動腕、および第4駆動振動腕が延出している構成も可能である。

30

【0040】

また、第1、第2支持部51、52は、それぞれ、x軸方向に沿って延在しており、これら第1、第2支持部51、52の間に振動体4が位置している。言い換えれば、第1、第2支持部51、52は、振動体4を介してy軸方向に沿って対向するように配置されている。第1支持部51は、第1梁61、および第2梁62を介して基部41と連結されており、第2支持部52は、第3梁63、および第4梁64を介して基部41と連結されている。

【0041】

第1梁61は、第1検出振動腕421と第1駆動振動腕441との間を通過して第1支持部51と基部41を連結し、第2梁62は、第1検出振動腕421と第3駆動振動腕443との間を通過して第1支持部51と基部41を連結し、第3梁63は、第2検出振動腕422と第2駆動振動腕442との間を通過して第2支持部52と基部41を連結し、第4梁64は、第2検出振動腕422と第4駆動振動腕444との間を通過して第2支持部52と基部41を連結している。

40

【0042】

このような各梁61、62、63、64は、それぞれ、x軸方向に沿って往復しながらy軸方向に沿って延びる蛇行部を有する細長い形状を有しているので、あらゆる方向に弾性を有している。そのため、外部から衝撃が加えられても、各梁61、62、63、64で衝撃を吸収する作用を有するので、これに起因する検出ノイズを低減または抑制することができる。

50

【 0 0 4 3 】

第 1 検出振動腕 4 2 1 の幅広部 4 2 5、および第 2 検出振動腕 4 2 2 の幅広部 4 2 6 には、第 1 検出振動腕 4 2 1、および第 2 検出振動腕 4 2 2 の固有共振周波数を所望の周波数に合わせ込むための質量調整膜としての検出腕質量調整膜 1 4、1 5 が設けられている。検出腕質量調整膜 1 4、1 5（以下、質量調整膜 1 4、1 5 と言うこともある）は、幅広部 4 2 5、4 2 6 の先端および両側の側辺に達するように設けられている。

【 0 0 4 4 】

第 1 駆動振動腕 4 4 1 の幅広部 4 4 5 には、第 1 駆動振動腕 4 4 1 の先端から基部 4 1 側に間隔をあけて質量調整膜 1 3 c が設けられている。同様に、第 2 駆動振動腕 4 4 2 の幅広部 4 4 6 には、第 2 駆動振動腕 4 4 2 の先端から基部 4 1 側に間隔をあけて質量調整膜 1 3 d が設けられている。同様に、第 3 駆動振動腕 4 4 3 の幅広部 4 4 7 には、第 3 駆動振動腕 4 4 3 の先端から基部 4 1 側に間隔をあけて質量調整膜 1 3 a が設けられている。同様に、第 4 駆動振動腕 4 4 4 の幅広部 4 4 8 には、第 4 駆動振動腕 4 4 4 の先端から基部 4 1 側に間隔をあけて質量調整膜 1 3 b が設けられている。

【 0 0 4 5 】

なお、本実施形態では、第 1 駆動振動腕 4 4 1、および第 2 駆動振動腕 4 4 2 と、第 3 駆動振動腕 4 4 3、および第 4 駆動振動腕 4 4 4 と、の 2 対の駆動振動腕の先端側に質量調整膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d が設けられている構成で説明したが、これに限らない。例えば、第 1 駆動振動腕 4 4 1、および第 2 駆動振動腕 4 4 2 の内の少なくとも一方と、第 3 駆動振動腕 4 4 3、および第 4 駆動振動腕 4 4 4 の内の少なくとも一方とに設けられている構成でもよい。

【 0 0 4 6 】

このような構成のジャイロ素子 2 は、次のようにして z 軸まわりの角速度 を検出する。ジャイロ素子 2 は、角速度 が加わらない状態において、駆動信号電極（図示せず）および駆動接地電極（図示せず）の間に電界が生じると、図 3（a）に示すように、各駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 が矢印 A に示す方向に屈曲振動を行う。このとき、第 1、第 2 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2 と、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 3、4 4 4 とは、中心点 G（重心 G）を通る y z 平面に関して面对称の振動を行っているため、基部 4 1 と、第 1、第 2 連結腕 4 3 1、4 3 2 と、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 とは、ほとんど振動しない。

【 0 0 4 7 】

この駆動振動を行っている状態にて、ジャイロ素子 2 に z 軸まわりの角速度 が加わると、図 3（b）に示すような振動が発生する。即ち、駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 および連結腕 4 3 1、4 3 2 に矢印 B 方向のコリオリの力が働き、この矢印 B 方向の振動に呼応して、矢印 C 方向の検出振動が励起される。そして、この振動により発生した検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の歪みを検出信号電極（図示せず）および検出接地電極（図示せず）が検出して角速度 が求められる。

【 0 0 4 8 】

（パッケージ）

パッケージ 9 は、ジャイロ素子 2 を収納するものである。なお、パッケージ 9 には、後述する電子デバイスのように、ジャイロ素子 2 の他に、ジャイロ素子 2 の駆動等を行う IC チップ等が収納されていてもよい。このようなパッケージ 9 は、その平面視（x y 平面視）にて、略矩形状をなしている。

【 0 0 4 9 】

パッケージ 9 は、上面に開放する凹部を有するベース 9 1 と、凹部の開口を塞ぐようにベースに接合されているリッド（蓋体）9 2 とを有している。また、ベース 9 1 は、基板の底板 9 1 1 と、底板 9 1 1 の上面周縁部に設けられている枠状の側壁 9 1 2 とを有している。このようなパッケージ 9 は、その内側に収納空間を有しており、この収納空間内に、ジャイロ素子 2 が気密的に収納、設置されている。

【 0 0 5 0 】

ジャイロ素子 2 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 にて、半田、銀ペースト、導電性接着剤（樹脂材料中に金属粒子などの導電性フィラーを分散させた接着剤）などの導電性固定部材 8 を介して底板 9 1 1 の上面に固定されている。第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 は、ジャイロ素子 2 の y 軸方向の両端部に位置するため、このような部分を底板 9 1 1 に固定することにより、ジャイロ素子 2 の振動体 4 が両持ち支持され、ジャイロ素子 2 を底板 9 1 1 に対して安定的に固定することができる。そのため、ジャイロ素子 2 の不要な振動（検出振動以外の振動）が抑制され、ジャイロ素子 2 による角速度の検出精度が向上する。

【0051】

また、導電性固定部材 8 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 に設けられている 2 つの検出信号端子 7 1 4、2 つの検出接地端子 7 2 4、駆動信号端子 7 3 4 および駆動接地端子 7 4 4 に対応（接触）して、かつ互いに離間して 6 つ設けられている。また、底板 9 1 1 の上面には、2 つの検出信号端子 7 1 4、2 つの検出接地端子 7 2 4、駆動信号端子 7 3 4 および駆動接地端子 7 4 4 に対応する 6 つの接続パッド 1 0 が設けられており、導電性固定部材 8 を介して、これら各接続パッド 1 0 とそれと対応するいずれかの端子とが電氣的に接続されている。

【0052】

（ジャイロ素子の製造方法）

次に、本発明に係るジャイロ素子の製造方法の概略について説明する。

【0053】

先ず、例えば水晶板などの基板を用意する。そして、基板に対してフォトリソグラフィ法などを用いることにより、図 2 に示す第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4、および第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 などの外形形状を形成し、ジャイロ素子素板を形成する。

【0054】

次に、ジャイロ素子素板の表面に電極膜を形成する。電極膜は、例えば、水晶との密着性を向上させるためにクロム（Cr）などの下地金属層を形成し、その表面に金（Au）層を形成した構成となっている。電極膜の形成は、蒸着法やスパッタリング法などを用いて成膜することができる。

【0055】

次に、図 2 に示す、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の先端部の幅広部 4 2 5、4 2 6 に検出腕質量調整膜 1 4、1 5 を形成し、第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の先端部の幅広部 4 4 5、4 4 6、4 4 7、4 4 8 に質量調整膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d を形成する。検出腕質量調整膜 1 4、1 5、および質量調整膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d は、例えば、金属マスクなどを介した蒸着法やスパッタリング法などにより、金（Au）などの金属層を形成し、その層の厚さは、電極膜よりも厚く形成する。

【0056】

このとき、幅広部 4 2 5 などの側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に、表面 2 a から裏面 2 b にかけて内側に傾斜が設けられていることにより、上述の蒸着法やスパッタリング法などによる金などが、側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に付着することを防止できる。

【0057】

このことについて図 4 を用いて説明する。図 4 は、質量調整膜の形成を説明する図であり、（a）は従来例を示し、（b）は本実施形態を示す断面図である。

【0058】

図 4（a）に示す従来の幅広部 1 4 2 5 は、表面 1 0 0 2 a と、裏面 1 0 0 2 b と、表面 1 0 0 2 a と裏面 1 0 0 2 b と垂直に繋ぐ側面 1 0 0 2 c とを有している。このような

10

20

30

40

50

構成の表面 1 0 0 2 a にマスク M 1 を用いて質量調整膜 1 0 1 4 を形成すると、蒸着される金属の飛散方向が、例えば方向 D 1、方向 D 2 から飛散した場合、方向 D 2 からの飛散金属が側面 1 0 0 2 c に付着してしまい、側面の金属膜 1 0 1 5 となってしまう。この側面の金属膜 1 0 1 5 は、本来不要な膜であり、且つ膜の形成コントロールができないため膜厚がばらついてしまう。そして、このようにばらつきを有して形成された金属膜 1 0 1 5 が錘効果として働き、幅広部 1 4 2 5 を有する振動腕の質量バランスを崩してしまい、その結果として振動片の出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトを生じてしまうことになる。

【 0 0 5 9 】

これに対し、図 4 (b) に示す、本実施形態の幅広部 4 2 5 は、第 1 面としての表面 2 a と、第 2 面としての裏面 2 b と、表面 2 a と裏面 2 b とを幅広部 4 2 5 の中心に向かって傾斜して繋ぐ側面 4 2 5 c とを有している。このような構成の表面 2 a にマスク M 1 を用いて質量調整膜 1 4 を形成すると、蒸着される金属の飛散方向が、例えば方向 D 1、方向 D 2 から飛散した場合、方向 D 2 からの飛散金属も側面 4 2 5 c に対峙しないため、側面 4 2 5 c には付着し難くなる。したがって、質量調整膜 1 4 は幅広部 4 2 5 (振動腕) の表面 2 a だけに形成されることになり、幅広部 4 2 5 (振動腕) の側面 4 2 5 c に金属が付着すること (蒸着量のばらつき) を防止することができる。また、側面 4 2 5 c に金属が付着したとしても、その付着量は僅かであり錘効果としての影響を減少させることができる。これにより、幅広部 4 2 5 を有する振動腕 (振動部) の質量バランスの崩れを防止できるため、振動片の出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトの発生を防止することができる。

【 0 0 6 0 】

次に、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の質量調整を行い、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の固有共振周波数を所望の周波数に合わせ込む。この質量調整は、離調周波数の調整のために行うものであり、例えば、集束されたレーザー光を照射することによって、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 に形成された検出腕質量調整膜 1 4、1 5 の少なくとも一部を溶融、蒸発させて除去することによって行う。なお、必要であれば、電極膜を溶融、蒸発させて除去することもある。また、検出腕質量調整膜 1 4、1 5 の質量を付加することもある。

【 0 0 6 1 】

次に、第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の質量調整を行い、第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の固有共振周波数を所望の周波数に合わせ込む、振動腕周波数調整を行う。この質量調整は、第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の屈曲振動が第 1 連結腕 4 3 1、第 2 連結腕 4 3 2 を通り第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 へ伝播する、所謂、振動漏れを防止する目的も併せて有している。

【 0 0 6 2 】

振動腕周波数調整は、それぞれの第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の固有共振周波数を変化させ、それぞれの第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 の固有共振周波数を一致させるように合わせ込む。この振動腕周波数調整 (質量調整) は、例えば、集束されたレーザー光を照射することによって、第 1、第 2、第 3、第 4 駆動振動腕 4 4 1、4 4 2、4 4 3、4 4 4 に形成された質量調整膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d と電極膜とを溶融、蒸発させ、少なくとも一部を除去することによって行う。また、質量調整膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d の質量を付加することもある。振動腕周波数調整は、大まかに固有共振周波数を合わせ込む、所謂、粗調整と、微細な質量の合わせ込みによって固有共振周波数を合わせ込む、所謂、微調整と、によって行う。

【 0 0 6 3 】

次に、ジャイロ素子 2 の電気的特性を検査し、所望の特性を有するジャイロ素子 2 を選別することによってジャイロ素子 2 が完成する。

【 0 0 6 4 】

上述した振動片としてのジャイロ素子 2 の製造方法によれば、側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に、上述の蒸着法やスパッタリング法などによる金などの金属が付着していないジャイロ素子 2 を製造することができる。

【 0 0 6 5 】

なお上述では、素子として所謂ダブル T 型のジャイロ素子を用いたジャイロセンサーを例に説明したがこれに限らず、振動部に質量調整膜が形成される素子であれば、適用可能である。本発明に係る素子としては、例えば、所謂 H 型ジャイロ素子、音叉振動片、A T カット振動片などに適用可能である。

10

【 0 0 6 6 】

上述した振動片としてのジャイロ素子 2、およびジャイロ素子 2 を用いた振動子 1 によれば、幅広部 4 2 5 など（振動腕）の側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に金属が付着すること（蒸着量のばらつき）を防止することができる。また、側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に金属が付着したとしても、その付着量は僅かであり錘効果としての影響を減少させることができる。これらにより、幅広部 4 2 5 など（振動腕）の質量バランスの崩れを防止できるため、振動片としてのジャイロ素子 2、およびこれを用いた振動子 1 の出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトの発生を防止することができる。

20

【 0 0 6 7 】

〔 電子デバイスの実施形態 〕

次に、上述のジャイロ素子 2 を用いた電子デバイスの一例としてのジャイロセンサーについて、図 5 を用いて説明する。図 5 はジャイロセンサーの概略を示す正断面図である。

【 0 0 6 8 】

ジャイロセンサー 8 0 は、振動片としてのジャイロ素子 2、回路素子としての IC 8 4、パッケージとしての収容器 8 1、蓋体 8 6 を備えている。セラミックなどで形成された収容器 8 1 の底面には IC 8 4 が配置され、金（Au）などのワイヤー 8 5 で収容器 8 1 に形成された配線（図示せず）と電氣的接続がなされている。IC 8 4 にはジャイロ素子 2 を駆動振動させるための駆動回路と、角速度が加わったときにジャイロ素子 2 に生ずる検出振動を検出する検出回路とを含んでいる。

30

【 0 0 6 9 】

ジャイロ素子 2 は、収容器 8 1 に形成された支持台 8 2 に、ジャイロ素子 2 の支持部 5 1、5 2 が導電性接着剤などの固定部材 8 3 を介して接着支持されている。また、支持台 8 2 表面には配線（図示せず）が形成され、ジャイロ素子 2 の電極と配線間の導通が固定部材 8 3 を介してなされている。この固定部材 8 3 は、弾性のある材料であることが望ましい。弾性を有する固定部材 8 3 としてはシリコンを基材とする導電性接着剤などが知られている。そして、収容器 8 1 内を真空雰囲気保持し、収容器 8 1 の上部の開口が蓋体 8 6 にて封止されている。

40

【 0 0 7 0 】

ジャイロ素子 2 において、幅広部 4 2 5 など（振動腕）の側面 4 2 5 a、4 2 5 b、4 2 5 c、4 2 6 a、4 2 6 b、4 2 6 c、4 4 5 a、4 4 5 b、4 4 5 c、4 4 6 a、4 4 6 b、4 4 6 c、4 4 7 a、4 4 7 b、4 4 7 c、4 4 8 a、4 4 8 b、4 4 8 c に金属が付着すること（蒸着量のばらつき）を防止することにより、幅広部 4 2 5 など（振動腕）の質量バランスの崩れを防止できるため、出力電圧温度特性の劣化、所謂温度ドリフトの発生を防止することができる。したがって、このジャイロ素子 2 を用いたジャイロセンサー 8 0 も温度ドリフトが低減された安定した特性を有している。

50

【 0 0 7 1 】

〔 電子機器の実施形態 〕

次いで、本発明の一実施形態に係る振動片としてのジャイロ素子 2、振動片としてのジャイロ素子 2 を用いた振動子 1、あるいは電子デバイスとしてのジャイロセンサー 80 を適用した電子機器について、図 6 ~ 図 8 に基づき、詳細に説明する。なお、説明では、振動片としてのジャイロ素子 2 を用いた振動子 1 を適用した例を示している。

【 0 0 7 2 】

図 6 は、本発明の一実施形態に係る振動子 1 を備える電子機器としてのモバイル型（又はノート型）のパーソナルコンピュータの構成の概略を示す斜視図である。この図において、パーソナルコンピュータ 1 1 0 0 は、キーボード 1 1 0 2 を備えた本体部 1 1 0 4 と、表示部 1 0 0 を備えた表示ユニット 1 1 0 6 とにより構成され、表示ユニット 1 1 0 6 は、本体部 1 1 0 4 に対しヒンジ構造部を介して回動可能に支持されている。このようなパーソナルコンピュータ 1 1 0 0 には、角速度を検出する機能を備えたジャイロ素子 2 を用いた振動子 1 が内蔵されている。

【 0 0 7 3 】

図 7 は、本発明の一実施形態に係る振動子 1 を備える電子機器としての携帯電話機（P H S も含む）の構成の概略を示す斜視図である。この図において、携帯電話機 1 2 0 0 は、複数の操作ボタン 1 2 0 2、受話口 1 2 0 4 および送話口 1 2 0 6 を備え、操作ボタン 1 2 0 2 と受話口 1 2 0 4 との間には、表示部 1 0 0 が配置されている。このような携帯電話機 1 2 0 0 には、角速度センサー等として機能するジャイロ素子 2 を用いた振動子 1 が内蔵されている。

【 0 0 7 4 】

図 8 は、本発明の一実施形態に係る振動子 1 を備える電子機器としてのデジタルスチールカメラの構成の概略を示す斜視図である。なお、この図には、外部機器との接続についても簡易的に示されている。ここで、通常のカメラは、被写体の光像により銀塩写真フィルムを感光するのに対し、デジタルスチールカメラ 1 3 0 0 は、被写体の光像を C C D（Charge Coupled Device）等の撮像素子により光電変換して撮像信号（画像信号）を生成する。

【 0 0 7 5 】

デジタルスチールカメラ 1 3 0 0 におけるケース（ボディー）1 3 0 2 の背面には、表示部 1 0 0 が設けられ、C C D による撮像信号に基づいて表示を行う構成になっており、表示部 1 0 0 は、被写体を電子画像として表示するファインダーとして機能する。また、ケース 1 3 0 2 の正面側（図中裏面側）には、光学レンズ（撮像光学系）や C C D 等を含む受光ユニット 1 3 0 4 が設けられている。

【 0 0 7 6 】

撮影者が表示部 1 0 0 に表示された被写体像を確認し、シャッターボタン 1 3 0 6 を押下すると、その時点における C C D の撮像信号が、メモリー 1 3 0 8 に転送・格納される。また、このデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 においては、ケース 1 3 0 2 の側面に、ビデオ信号出力端子 1 3 1 2 と、データ通信用の入出力端子 1 3 1 4 とが設けられている。そして、図示されるように、ビデオ信号出力端子 1 3 1 2 にはテレビモニター 1 4 3 0 が、データ通信用の入出力端子 1 3 1 4 にはパーソナルコンピュータ 1 4 4 0 が、それぞれ必要に応じて接続される。さらに、所定の操作により、メモリー 1 3 0 8 に格納された撮像信号が、テレビモニター 1 4 3 0 や、パーソナルコンピュータ 1 4 4 0 に出力される構成になっている。このようなデジタルスチールカメラ 1 3 0 0 には、角速度センサー等として機能するジャイロ素子 2 を用いた振動子 1 が内蔵されている。

【 0 0 7 7 】

なお、本発明の一実施形態に係る振動子 1 は、図 6 のパーソナルコンピュータ（モバイル型パーソナルコンピュータ）、図 7 の携帯電話機、図 8 のデジタルスチールカメラの他にも、例えば、インクジェット式吐出装置（例えばインクジェットプリンター）、ラップトップ型パーソナルコンピュータ、テレビ、ビデオカメラ、ビデオテープレコーダ

ー、カーナビゲーション装置、ページャ、電子手帳（通信機能付も含む）、電子辞書、電卓、電子ゲーム機器、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、防犯用テレビモニター、電子双眼鏡、POS端末、医療機器（例えば電子体温計、血圧計、血糖計、心電図計測装置、超音波診断装置、電子内視鏡）、魚群探知機、各種測定機器、計器類（例えば、車両、航空機、船舶の計器類）、フライトシミュレーター等の電子機器に適用することができる。

【0078】

〔移動体の実施形態〕

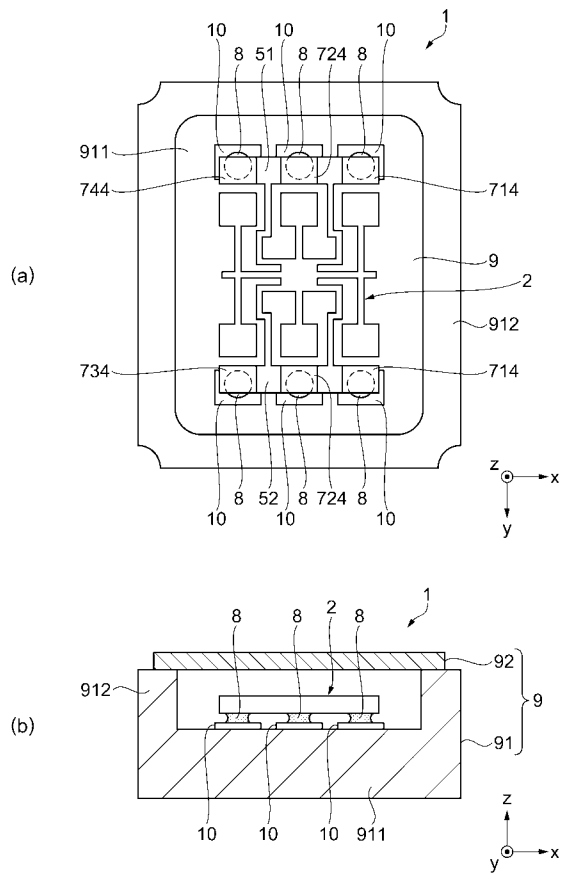
図9は移動体の一例としての自動車を概略的に示す斜視図である。自動車106には本発明に係るジャイロ素子2を用いた振動子1が搭載されている。例えば、同図に示すように、移動体としての自動車106には、ジャイロ素子2を用いた振動子1を内蔵してタイヤ109などを制御する電子制御ユニット108が車体107に搭載されている。また、振動子1は、他にもキーレスエントリー、イモビライザー、カーナビゲーションシステム、カーエアコン、アンチロックブレーキシステム（ABS）、エアバック、タイヤ・プレッシャー・モニタリング・システム（TPMS：Tire Pressure Monitoring System）、エンジンコントロール、ハイブリッド自動車や電気自動車の電池モニター、車体姿勢制御システム、等の電子制御ユニット（ECU：electronic control unit）に広く適用できる。

【符号の説明】

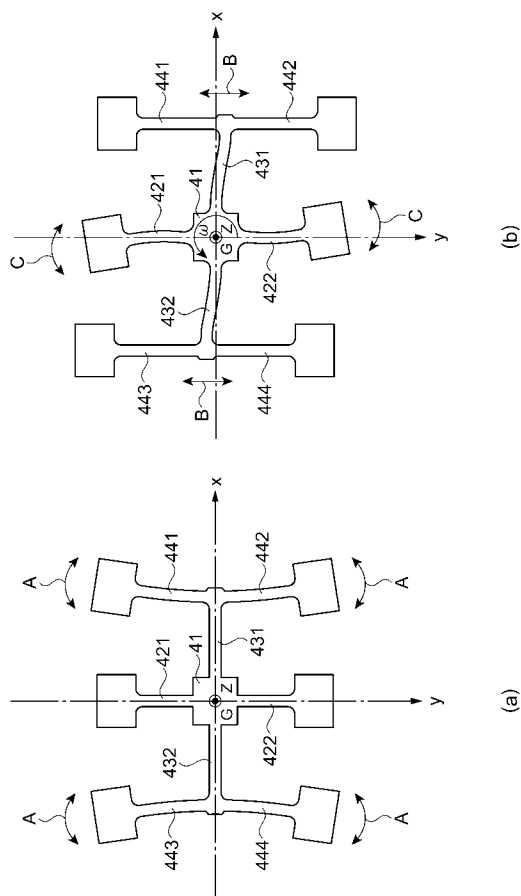
【0079】

1...振動子、2...振動片としてのジャイロ素子、2a...ジャイロ素子の第1面としての表面、2b...ジャイロ素子の第2面としての裏面、4...振動体、8...導電性固定部材（銀ペースト）、9...容器としてのパッケージ、10...接続パッド、13a、13b、13c、13d...質量調整膜、14、15...質量調整膜としての検出腕質量調整膜（質量調整膜）、41...基部、51...第1支持部、52...第2支持部、61...第1梁、62...第2梁、63...第3梁、64...第4梁、80...電子デバイスとしてのジャイロセンサー、91...ベース、92...リッド、106...移動体としての自動車、421...振動部としての第1検出振動腕、422...振動部としての第2検出振動腕、425、426、445、446、447、448...幅広部（ハンマーヘッド）、425a、426a、445a、446a、447a、448a、425b、426b、445b、446b、447b、448b...幅広部両側の側面、425c、426c、445c、446c、447c、448c...幅広部の先端の側面、431...第1連結腕、432...第2連結腕、441...振動部としての第1駆動振動腕、442...振動部としての第2駆動振動腕、443...振動部としての第3駆動振動腕、444...振動部としての第4駆動振動腕、714...固定部としての検出信号端子、724...固定部としての検出接地端子、734...固定部としての駆動信号端子、744...固定部としての駆動信号端子、911...底板、912...側壁、1100...電子機器としてのモバイル型のパーソナルコンピューター、1200...電子機器としての携帯電話機、1300...電子機器としてのデジタルスチールカメラ。

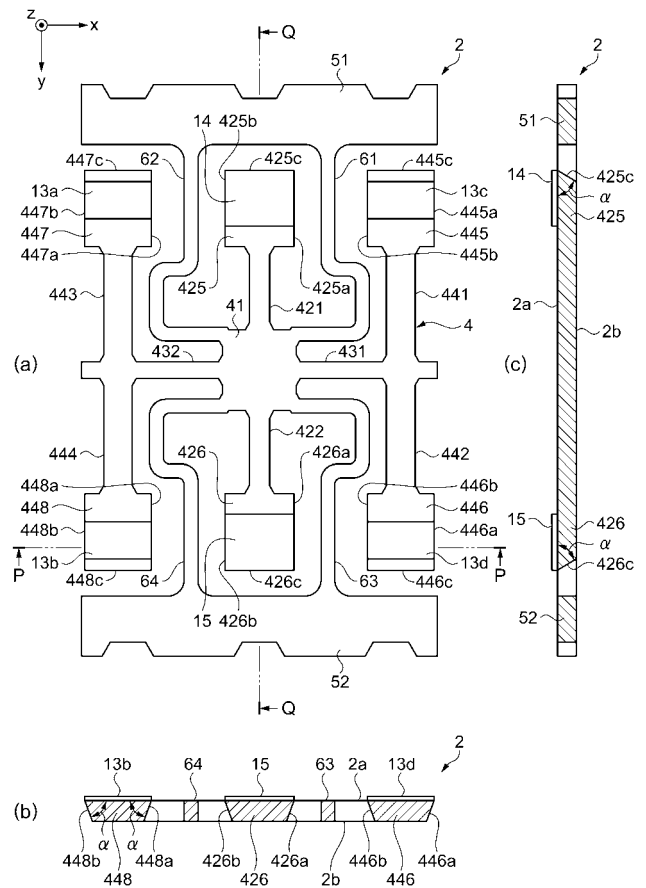
【図 1】



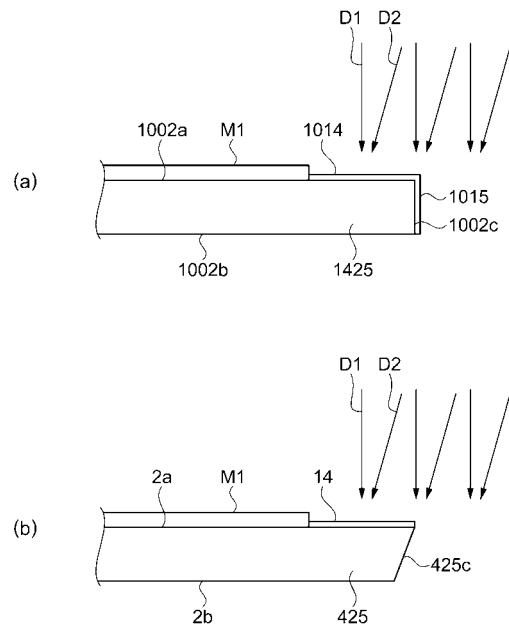
【図 3】



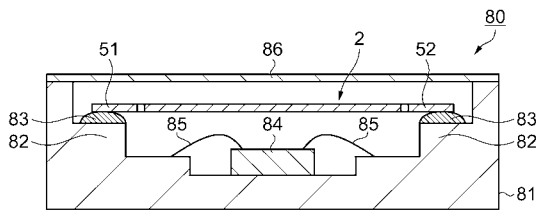
【図 2】



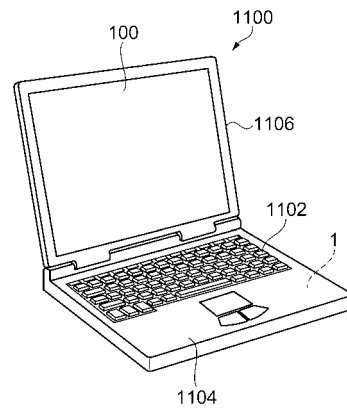
【図 4】



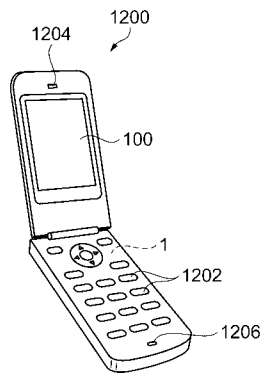
【図 5】



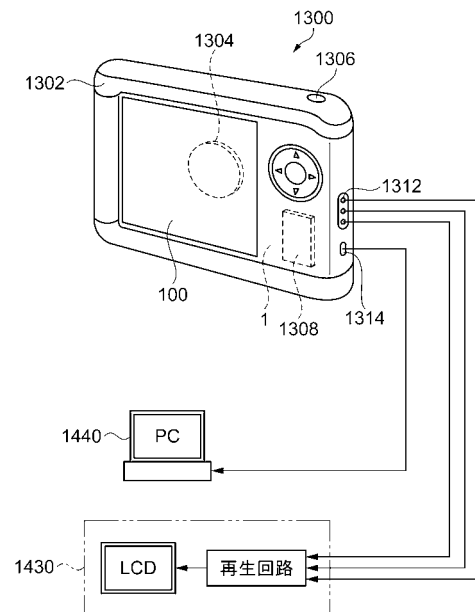
【図 6】



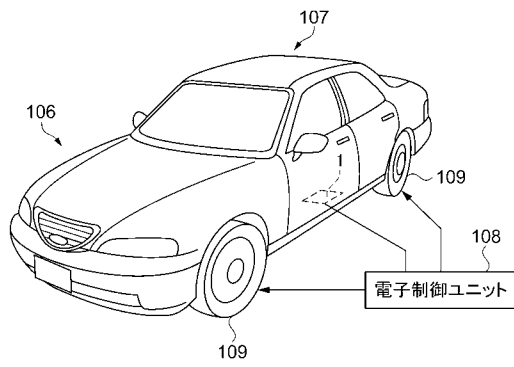
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 菊池 尊行

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 AA01 AA02 AA03 AA08 AA10 BB03 BB09 CC01 CD02 CD06
CD13