

(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2013-181856
(P2013-181856A)

(43) 公開日 平成25年9月12日 (2013.9.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO1C 19/5607 (2012.01)	GO1C 19/56 107	2F105
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18 101A	
HO1L 41/08 (2006.01)	HO1L 41/08 Z	
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08 C	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2012-46266 (P2012-46266)
(22) 出願日 平成24年3月2日 (2012.3.2)

(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 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 菊島 正幸
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 石井 昌宏
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

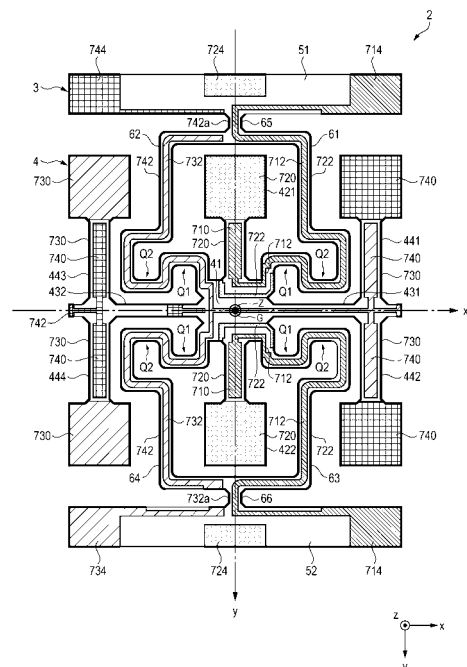
(54) 【発明の名称】 振動片、振動デバイス、物理量検出装置、および電子機器

(57) 【要約】

【課題】 振動モレ現象によって生じる駆動振動腕或いは検出振動腕の振動に対する影響を防止し、振動特性を向上させた振動片を提供する。

【解決手段】 振動体と、前記振動体から延出している少なくとも2つの梁と、前記梁のそれぞれが連結されている連結梁と、前記連結梁と連結され、前記振動体を支持している支持部と、を備え、前記梁は、前記振動体と前記支持部との間に、第1方向に沿って向き合うように折り返された第1折返し部と、前記第1方向に交差する第2方向に沿って向き合うように折り返された第2折返し部と、を含み形成されていることを特徴とする振動片。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

振動体と、
 前記振動体から延出している少なくとも 2 つの梁と、
 前記梁のそれぞれが連結されている連結梁と、
 前記連結梁と連結され、前記振動体を支持している支持部と、を備え、
 前記梁は、
 前記振動体と前記支持部との間に、
 第 1 方向に沿うように折り返された第 1 折返し部と、
 前記第 1 方向に交差する第 2 方向に沿うように折り返された第 2 折返し部と、を備えて
 いることを特徴とする振動片。 10

【請求項 2】

前記振動体は、基部と、前記基部から両側へ第 3 方向に沿って延出している第 1 検出振
 動腕および第 2 検出振動腕と、前記基部から両側へ前記第 3 方向と直交する第 4 方向に沿
 って延出している第 1 連結腕および第 2 連結腕と、前記第 1 連結腕から両側へ前記第 3 方
 向に沿って延出している第 1 駆動振動腕および第 2 駆動振動腕と、前記第 2 連結腕から両
 側へ前記第 3 方向に沿って延出している第 3 駆動振動腕および第 4 駆動振動腕と、を備え
 、
 前記支持部は、前記振動体を挟んで前記第 3 方向に沿って対向配置され、前記第 4 方向
 に延在している第 1 支持部および第 2 支持部を備え、 20

前記梁は、前記基部から延出し、前記第 1 検出振動腕と前記第 1 駆動振動腕との間を通
 る第 1 梁と、前記基部から延出し、前記第 1 検出振動腕と前記第 3 駆動振動腕との間を通
 る第 2 梁と、前記基部から延出し、前記第 2 検出振動腕と前記第 2 駆動振動腕との間を通
 る第 3 梁と、前記基部から延出し、前記第 2 検出振動腕と前記第 4 駆動振動腕との間を通
 る第 4 梁と、を備え、

前記連結梁は、前記第 1 梁と前記第 2 梁とが連結されている第 1 連結梁と、前記第 3 梁
 前記第 4 梁とが連結されている第 2 連結梁と、を備え、

前記第 1 連結梁および前記第 2 連結梁によって前記振動体が、対向配置された前記第 1
 支持部および前記第 2 支持部のそれぞれに連結されていることを特徴とする請求項 1 に記
 載の振動片。 30

【請求項 3】

前記第 1 梁と前記第 2 梁とは、前記第 1 検出振動腕と前記第 3 方向に沿って対向する位
 置で、前記第 1 連結梁と連結され、

前記第 3 梁と前記第 4 梁とは、前記第 2 検出振動腕と前記第 3 方向に沿って対向する位
 置で、前記第 2 連結梁と連結さ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】

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が、基板に実装されていること
 を特徴とする振動デバイス。

【請求項 5】

請求項 2 または請求項 3 に記載の振動片と、 40
 前記振動片を駆動する駆動回路と、
 前記振動片からの検出信号に基づいて所定の物理量を検出する検出回路と、を備えてい
 ることを特徴とする物理量検出装置。

【請求項 6】

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を備えていることを特徴とする
 電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動片、振動デバイス、物理量検出装置、およびそれらを用いた電子機器に 50

関する。

【背景技術】

【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「WT型」のジャイロ素子が知られている（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。

一例として特許文献1のジャイロ素子を説明すると、特許文献1のジャイロ素子は、振動体と、振動体を挟み両側に設けられて振動体を支持している第1、第2の支持部と、振動体と第1支持部とを連結している第1、第2梁と、振動体と第2支持部とを連結している第3、第4梁とを有している。また、振動体は、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連結腕と、第1連結腕の先端部から両側へy軸に沿って延出している第1、第2駆動振動腕と、第2連結腕の先端部から両側へy軸に沿って延出している第3、第4駆動振動腕とで構成されている。

10

【0003】

このような特許文献1のジャイロ素子は、導電性接着剤を介して実装基板に実装される。具体的には、第1、第2の支持部に設けられている6つの接続端子（固定部）と実装基板とが導電性接着剤にて接合され、これにより、ジャイロ素子が実装基板に固定されるとともに、ジャイロ素子と実装基板とが電氣的に接続される。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】特開2006-201011号公報

【特許文献2】特開2010-256332号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述したようなジャイロ素子では、振動体を挟んで設けられている第1、第2の支持部に振動体がそれぞれの梁を介して支持されている。このような両持ちの状態では振動体が支持されていると、振動体の支持方向（y軸に沿った方向）への動きが制限される。言い換えれば、振動体がy軸に沿った方向に移動することによる応力緩和が起こり難くなる。これにより、それぞれの駆動振動腕或いは検出振動腕の振動が、振動体から延設されているそれぞれの梁に伝播し、さらには第1、第2の支持部に伝播してしまう、いわゆる「振動モレ現象」を生じてしまう虞があった。この振動モレ現象を生じると、接続端子（固定部）が実装基板に固定される場合に、振動モレ現象によって伝播されている振動が阻害され、駆動振動腕或いは検出振動腕の振動に影響を与えることになる。その結果、ジャイロ素子の振動特性の劣化、特に温度ドリフトが増大してしまうという課題を有していた。

30

【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。

40

【0007】

〔適用例1〕本適用例に係る振動片は、振動体と、前記振動体から延出している少なくとも2つの梁と、前記梁のそれぞれが連結されている連結梁と、前記連結梁と連結され、前記振動体を支持している支持部と、を備え、前記梁は、前記振動体と前記支持部との間に、第1方向に沿うように折り返された第1折返し部と、前記第1方向に交差する第2方向に沿うように折り返された第2折返し部と、を備えていることを特徴とする。

【0008】

本適用例の振動片によれば、振動体が、少なくとも2つの梁と、2つの梁が連結された連結梁とによって支持部に支持されている。そして、2つの梁には、第1方向に沿って向き合うように折り返された第1折返し部と、第1方向に交差する第2方向に沿って向き合

50

うように折り返された第2折返し部とが設けられている。

このように、2つの交差する方向に沿って向き合う2つの折返し部が各梁に設けられているため、各梁はそれぞれの方向に対して弾性を有し、さらに第1折返し部Q1と第2折返し部Q2とが複合的に作用し、あらゆる方向にも弾性を有している。加えて、各梁が連結された連結梁を介して梁が支持部に連結されていることによって、梁の変形自由度が増し、梁の応力緩和作用が向上する。したがって、振動体からの振動モレなど振動の伝播を、各梁と連結部とで吸収するため、振動モレ現象によって伝播されている振動が阻害されて生じる振動特性の劣化、特に温度ドリフトを抑制することが可能となる。

【0009】

[適用例2] 上記適用例に記載の振動片において、前記振動体は、基部と、前記基部から両側へ第3方向に沿って延出している第1検出振動腕および第2検出振動腕と、前記基部から両側へ前記第3方向と直交する第4方向に沿って延出している第1連結腕および第2連結腕と、前記第1連結腕から両側へ前記第3方向に沿って延出している第1駆動振動腕および第2駆動振動腕と、前記第2連結腕から両側へ前記第3方向に沿って延出している第3駆動振動腕および第4駆動振動腕と、を備え、前記支持部は、前記振動体を挟んで前記第3方向に沿って対向配置され、前記第4方向に延在している第1支持部および第2支持部を備え、前記梁は、前記基部から延出し、前記第1検出振動腕と前記第1駆動振動腕との間を通る第1梁と、前記基部から延出し、前記第1検出振動腕と前記第3駆動振動腕との間を通る第2梁と、前記基部から延出し、前記第2検出振動腕と前記第2駆動振動腕との間を通る第3梁と、前記基部から延出し、前記第2検出振動腕と前記第4駆動振動腕との間を通る第4梁と、を備え、前記連結梁は、前記第1梁と前記第2梁とが連結されている第1連結梁と、前記第3梁前記第4梁とが連結されている第2連結梁と、を備え、前記第1連結梁および前記第2連結梁によって前記振動体が、対向配置された前記第1支持部および前記第2支持部のそれぞれに連結されていることを特徴とする。

10

20

【0010】

本適用例に記載の振動片によれば、第1梁～第4梁のそれぞれの梁に、第1方向に沿って向き合うように折り返された第1折返し部と、第1方向に交差する第2方向に沿って向き合うように折り返された第2折返し部とが設けられている。また、第1梁と第2梁とが連結されている第1連結梁と、第3梁前記第4梁とが設けられている第2連結梁と、を備え、第1連結梁および第2連結梁によって振動体が、対向配置された第1支持部および第2支持部のそれぞれに連結されている。

30

これらにより、振動体から梁にかけて生じる応力を緩和することが可能となり、梁に伝播している振動モレ現象による振動の固定部への伝播を低減することが可能となる。したがって、温度ドリフトを低減させた角速度の検出が可能となる。

【0011】

[適用例3] 上記適用例に記載の振動片において、前記第1梁と前記第2梁とは、前記第1検出振動腕と前記第3方向に沿って対向する位置で、前記第1連結梁と連結され、前記第3梁と前記第4梁とは、前記第2検出振動腕と前記第3方向に沿って対向する位置で、前記第2連結梁と連結されていることを特徴とする。

40

【0012】

本適用例によれば、支持部に振動片をバランスよく対称構造で支持することができるため、振動特性を安定させることが可能となる。

【0013】

[適用例4] 本適用例に記載の振動デバイスは、上記適用例のいずれかに記載の振動片が、基板に実装されていることを特徴とする。

【0014】

本適用例によれば、前述の振動片を用いていることから、特性の安定した振動デバイス、特に温度ドリフトを低減させた信頼性の高い振動デバイスを提供することが可能となる。

【0015】

50

〔適用例 5〕本適用例に記載の物理量検出装置は、上記適用例のいずれかに記載の振動片と、前記振動片を駆動する駆動回路と、前記振動片からの検出信号に基づいて所定の物理量を検出する検出回路と、を備えていることを特徴とする。

【0016】

本適用例によれば、前述の振動片を用いていることから、特性の安定した物理量検出装置、特に温度ドリフトを低減させた信頼性の高い物理量検出装置を提供することが可能となる。

【0017】

〔適用例 6〕本適用例に記載の電子機器は、上記適用例のいずれかに記載の振動片を備えていることを特徴とする。

10

【0018】

本適用例によれば、前述の振動片を用いていることから、特性の安定した電子機器、特に温度ドリフトの低減などによる信頼性の高い電子機器を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図 1】本発明に係る振動デバイスの実施形態を示し、(a) は平面図、(b) は正断面図。

【図 2】振動デバイスが備える振動片としてのジャイロ素子の平面図。

【図 3】振動デバイスが備える振動片としてのジャイロ素子の平面図。

【図 4】ジャイロ素子の梁の構成を説明する部分平面図。

20

【図 5】ジャイロ素子の駆動を説明する平面図。

【図 6】振動デバイスが備えるジャイロ素子の効果を説明する図であり、(a) はジャイロ素子の変形状態を示す概略平面図、(b) は振動モレの発生率を示すグラフ。

【図 7】振動デバイスが備えるジャイロ素子の梁の変形例を示す平面図。

【図 8】(a)、(b) は梁の折返し部の変形例を示す部分平面図。

【図 9】物理量検出装置の構成を示す概略図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の振動片および振動デバイスを添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

30

<実施形態>

まず、本発明に係る振動片を適用した振動デバイスの実施形態について説明する。

【0021】

図 1 は、本発明に係る振動デバイス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 および図 3 は、図 1 に示す振動デバイスが備えるジャイロ素子の平面図である。図 4 は、ジャイロ素子の梁の構成を説明する部分平面図である。図 5 は、ジャイロ素子の駆動を説明する平面図である。

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、振動デバイス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、第 4 方向)」と言い、y 軸に平行な方向を「y 軸方向 (第 1 方向、第 3 方向)」と言い、z 軸に平行な方向を「z 軸方向」と言う。

40

【0022】

図 1 に示す振動デバイス 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。

【0023】

(ジャイロ素子)

図 2 は、上側から (リッド 9 2 側) から見たジャイロ素子の上面図であり、図 3 は、上側から見たジャイロ素子の下面図 (透過図) である。また、図 2 および図 3 では、説明の便宜上、電極および端子にハッチングを入れている。また、図 2 および図 3 中、同じハッ

50

チングで示す電極および端子は電氣的に接続されていることを示している。

【0024】

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2および図3に示すように、振動片3と、振動片3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。

振動片3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振動片3が得られる。

振動片3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51および第2支持部52とを有している。そして振動体4は、梁としての第1梁61、第2梁62、および第1梁61、第2梁62が連結された連結梁としての第1連結梁65と、梁としての第3梁63および第4梁64、および第3梁63および第4梁64が連結された連結梁としての第2連結梁66と、によって第1支持部51および第2支持部52と連結されている。

【0025】

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41と、基部41からy軸方向に沿って両側に延出している第1検出振動腕421、第2検出振動腕422と、基部41からx軸方向に沿って両側に延出している第1連結腕431、第2連結腕432と、第1連結腕431の先端部からy軸方向に沿って両側に延出している第1駆動振動腕441、第2駆動振動腕442と、第2連結腕432の先端部からy軸方向に沿って両側に延出している第3駆動振動腕443、第4駆動振動腕444とを有している。第1、第2検出振動腕421、422および第1、第2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444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重量部（ハンマーヘッド）が設けられている。このような重量部を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。なお、以下では、この重量部を「先端部」とも言う。

【0026】

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。

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。

【0027】

第1梁61は、第1検出振動腕421と第1駆動振動腕441との間を通った後、第1検出振動腕421に向かって折り曲げられ、第2梁62は、第1検出振動腕421と第3駆動振動腕443との間を通った後、第1検出振動腕421に向かって折り曲げられている。そして、それぞれ折り曲げられた第1梁61および第2梁62は、第1検出振動腕421と第1支持部51との間で第1連結梁65によって連結され、第1連結梁65が第1支持部51と連結されている。

同様に、第3梁63は、第2検出振動腕422と第2駆動振動腕442との間を通った後、第2検出振動腕422に向かって折り曲げられ、第4梁64は、第2検出振動腕422と第4駆動振動腕444との間を通った後、第2検出振動腕422に向かって折り曲げられている。

そして、それぞれ折り曲げられた第3梁63および第4梁64は、第2検出振動腕422と第2支持部52との間で第2連結梁66によって連結され、第2連結梁66が第2支持部52と連結されている。このように、基部41と、第1支持部51および第2支持部

10

20

30

40

50

5 2 とが連結されている。

【0028】

各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 は、それぞれ、y 軸方向（第 1 方向）に沿って折り返されて向き合う部分の第 1 折返し部 Q 1 と、x 軸方向（第 2 方向）に沿って折り返えされて向き合う部分の第 2 折返し部 Q 2 とを有している。ここで、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 の構成の詳細について図 4 を用いて説明する。なお、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 は、延出する方向は異なるが構成は同様であるので、図 4 に示す梁 6 2 の構成について代表して説明する。

【0029】

梁 6 2 は、基部 4 1 から y 軸方向（負の方向）に沿って延出された梁部分 6 2 a と、梁部分 6 2 a から x 軸方向に沿って折り曲げられて延出された梁部分 6 2 b と、梁部分 6 2 b から y 軸方向（正の方向）に沿って折り曲げられて延出された梁部分 6 2 c とによって構成される第 1 折返し部 Q 1 を有している。言い換えれば、第 1 折返し部 Q 1 は、梁 6 2 の梁部分 6 2 a と梁部分 6 2 c とが、梁部分 6 2 b を挟んで折り返されて y 軸に沿って向き合った構成である。

さらに、梁 6 2 は、梁部分 6 2 c から x 軸方向（負の方向）に沿って折り曲げられて延出された梁部分 6 2 d と、梁部分 6 2 d から y 軸方向（負の方向）に沿って折り曲げられて延出された梁部分 6 2 e と、梁部分 6 2 e から x 軸方向（正の方向）に沿って折り曲げられて延出された梁部分 6 2 f とによって構成される第 2 折返し部 Q 2 を有している。言い換えれば、第 2 折返し部 Q 2 は、梁 6 2 の梁部分 6 2 d と梁部分 6 2 f とが、梁部分 6 2 e を挟んで折り返されて x 軸に沿って向き合った構成である。

【0030】

このように、y 軸方向に沿った第 1 折返し部 Q 1 と y 軸方向と直交する x 軸方向に沿った第 2 折返し部 Q 2 とを有することで、y 軸方向および x 軸方向に同じように弾性を有し、さらに第 1 折返し部 Q 1 と第 2 折返し部 Q 2 とが複合的に作用し、あらゆる方向にも弾性を有している。加えて、第 1 梁 6 1 および第 2 梁 6 2 が連結された第 1 連結梁 6 5 と、第 3 梁 6 3 および第 4 梁 6 4 が連結された第 2 連結梁 6 6 とを介して梁が支持部に連結されていることによって、梁の変形自由度が増し、梁の応力緩和作用が向上する。そのため、外部からの衝撃或いは基部 4 1 からの振動モレなど振動の伝播を、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 と第 1、第 2 連結梁 6 5、6 6 とで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。

【0031】

なお、前述の説明では、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 の設けられる方向である第 1 方向と、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 などが設けられる方向である第 3 方向とが同方向であり、同様に第 2 方向と第 4 方向が同方向であって、それぞれの方向が直交している例で説明したが、これに限らない。例えば、第 1 方向と第 3 方向とが異なってもよい。また、第 1 方向と第 2 方向は、直交に限らず、所定の角度で交差する方向であってもよい。

【0032】

以上、振動片 3 の構成について説明した。このような振動片 3 には、図 2 および図 3 に示すように、検出信号電極 7 1 0、検出信号配線 7 1 2、検出信号端子 7 1 4、検出接地電極 7 2 0、検出接地配線 7 2 2、検出接地端子 7 2 4、駆動信号電極 7 3 0、駆動信号配線 7 3 2、駆動信号端子 7 3 4、駆動接地電極 7 4 0、駆動接地配線 7 4 2 および駆動接地端子 7 4 4 が設けられている。

【0033】

便宜上、図 2 および図 3 において、検出信号電極 7 1 0、検出信号配線 7 1 2 および検出信号端子 7 1 4 を右下斜線で示し、検出接地電極 7 2 0、検出接地配線 7 2 2 および検出接地端子 7 2 4 をクロス斜線で示し、駆動信号電極 7 3 0、駆動信号配線 7 3 2 および駆動信号端子 7 3 4 を左下斜線で示し、駆動接地電極 7 4 0、駆動接地配線 7 4 2 および駆動接地端子 7 4 4 をクロス縦横線で示している。また、図 2 および図 3 において、振動

10

20

30

40

50

片 3 の側面に設けられている電極、配線、端子を太線で示している。

【 0 0 3 4 】

各電極 7 1 0、7 2 0、7 3 0、7 4 0、各配線 7 1 2、7 2 2、7 3 2、7 4 2 および各端子 7 1 4、7 2 4、7 3 4、7 4 4 としては、例えば、クロムで構成された下地層と、金で構成された電極層とを積層した構成とすることができる。これにより、密着性の良い各電極 7 1 0、7 2 0、7 3 0、7 4 0、各配線 7 1 2、7 2 2、7 3 2、7 4 2 および各端子 7 1 4、7 2 4、7 3 4、7 4 4 を形成することができる。

【 0 0 3 5 】

各電極 7 1 0、7 2 0、7 3 0、7 4 0 は、互いに電氣的に分離されている。これと同様に、各配線 7 1 2、7 2 2、7 3 2、7 4 2 は、互いに電氣的に分離されており、各端子 7 1 4、7 2 4、7 3 4、7 4 4 も互いに電氣的に分離されている。以下、これら各電極、各配線、各端子について順次説明する。また、以下では、説明の便宜上、図 2 で示す面を「上面」と言い、図 3 で示す面を「下面」と言い、上面と下面とを連結する面を「側面」と言う。

10

【 0 0 3 6 】

(1) 検出信号電極、検出信号配線および検出信号端子

検出信号電極 7 1 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の上面および下面に設けられている。ただし、本実施形態では、検出信号電極 7 1 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の先端部には設けられていない。検出信号電極 7 1 0 は、 xz 平面に関して面対称に配置されている。検出信号電極 7 1 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の検出振動が励起されたときに、該振動によって発生する圧電材料の歪みを検出するための電極である。

20

【 0 0 3 7 】

また、検出信号配線 7 1 2 は、第 1、第 3 梁 6 1、6 3 に設けられている。より具体的には、検出信号配線 7 1 2 は、第 1、第 3 梁 6 1、6 3 の上面に設けられている。さらに、検出信号配線 7 1 2 は、第 1 梁 6 1 と第 1 支持部 5 1 との接合部分の側面と、第 3 梁 6 3 と第 2 支持部 5 2 との接合部分の側面と、基部 4 1 の上面および下面とも設けられている。このような検出信号配線 7 1 2 は、 xy 平面に関して、面対称に配置されている。

【 0 0 3 8 】

また、検出信号端子 7 1 4 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 に設けられている。より具体的には、検出信号端子 7 1 4 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 の上面および下面、さらに側面に設けられている。第 1 支持部 5 1 の上面、下面および側面に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、互いに電氣的に接続されている。また、第 2 支持部 5 2 の上面、下面および側面に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、互いに電氣的に接続されている。

30

【 0 0 3 9 】

第 1 支持部 5 1 に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、駆動接地電極 7 4 0 が設けられる第 1 駆動振動腕 4 4 1 の先端部に対して、 y 軸の負の方向側に配置されている。すなわち、第 1 支持部 5 1 に設けられている検出信号端子 7 1 4 と、第 1 駆動振動腕 4 4 1 の先端部に設けられている駆動接地電極 7 4 0 とは、 y 軸方向において対向している。また、第 2 支持部 5 2 に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、駆動接地電極 7 4 0 が設けられる第 2 駆動振動腕 4 4 2 の先端部に対して、 y 軸の正の方向側に配置されている。すなわち、第 2 支持部 5 2 に設けられている検出信号端子 7 1 4 と、第 2 駆動振動腕 4 4 2 の先端部に設けられている駆動接地電極 7 4 0 とは、 y 軸方向において対向している。このような検出信号端子 7 1 4 は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。

40

【 0 0 4 0 】

第 1 支持部 5 1 に設けられている検出信号端子 (第 1 検出信号端子) 7 1 4 は、第 1 梁 6 1 に設けられている検出信号配線 7 1 2 を介して、第 1 検出振動腕 4 2 1 に設けられている検出信号電極 (第 1 検出信号電極) 7 1 0 と電氣的に接続されている。具体的には、第 1 支持部 5 1 に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、第 1 梁 6 1 の上面に設けられている検出信号配線 7 1 2 と接続され、検出信号配線 7 1 2 は、第 1 梁 6 1 の上面から、第

50

1 梁 6 1 と基部 4 1 との接合部分の側面、そして基部 4 1 の上面および下面を通過して、第 1 検出振動腕 4 2 1 の上面および下面に設けられている検出信号電極 7 1 0 に接続されている。これにより、第 1 検出振動腕 4 2 1 が振動することにより生じる第 1 検出信号を検出信号電極 7 1 0 から第 1 支持部 5 1 に設けられている検出信号端子 7 1 4 に伝達することができる。

【 0 0 4 1 】

第 2 支持部 5 2 に設けられている検出信号端子（第 2 検出信号端子）7 1 4 は、第 3 梁 6 3 に設けられている検出信号配線 7 1 2 を介して、第 2 検出振動腕 4 2 2 に設けられている検出信号電極（第 2 検出信号電極）7 1 0 と電氣的に接続されている。具体的には、第 2 支持部 5 2 に設けられている検出信号端子 7 1 4 は、第 3 梁 6 3 の上面に設けられて 10
いる検出信号配線 7 1 2 と接続され、検出信号配線 7 1 2 は、第 3 梁 6 3 の上面から、第 3 梁 6 3 と基部 4 1 との接合部分の側面、そして基部 4 1 の上面および下面を通過して、第 2 検出振動腕 4 2 2 の上面および下面に設けられている検出信号電極 7 1 0 に接続されている。これにより、第 2 検出振動腕 4 2 2 が振動することにより生じる第 2 検出信号を検出信号電極 7 1 0 から第 2 支持部 5 2 に設けられている検出信号端子 7 1 4 に伝達することができる。

【 0 0 4 2 】

（ 2 ） 検出接地電極、検出接地配線および検出接地端子

検出接地電極 7 2 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の先端部に設けられている。具体的には、検出接地電極 7 2 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の先端部 20
の上面および下面に設けられている。さらに、検出接地電極 7 2 0 は、第 1、第 2 検出振動腕 4 2 1、4 2 2 の側面に設けられている。第 1 検出振動腕 4 2 1 の上面、下面および側面に設けられている検出接地電極 7 2 0 は、互いに電氣的に接続されている。また、第 2 検出振動腕 4 2 2 の上面、下面および側面に設けられている検出接地電極 7 2 0 は、互いに電氣的に接続されている。このような検出接地電極 7 2 0 は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。検出接地電極 7 2 0 は、検出信号電極 7 1 0 に対してグランドとなる電位を有する。

【 0 0 4 3 】

また、検出接地配線 7 2 2 は、第 1、第 3 梁 6 1、6 3 に設けられている。具体的には、検出接地配線 7 2 2 は、第 1、第 3 梁 6 1、6 3 の下面および側面に設けられている。 30
さらに、検出接地配線 7 2 2 は、基部 4 1 の上面および下面に設けられている。検出接地配線 7 2 2 は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。

また、検出接地端子 7 2 4 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 に設けられている。具体的には、検出接地端子 7 2 4 は、第 1、第 2 支持部 5 1、5 2 の上面および下面、さらに側面に設けられている。第 1 支持部 5 1 の上面、下面および側面に設けられている検出接地端子 7 2 4 は、互いに電氣的に接続されている。また、第 2 支持部 5 2 の上面、下面および側面に設けられている検出接地端子 7 2 4 は、互いに電氣的に接続されている。

【 0 0 4 4 】

第 1 支持部 5 1 に設けられている検出接地端子 7 2 4 は、検出接地電極 7 2 0 が設けられている第 1 検出振動腕 4 2 1 の先端部に対して、 y 軸の負の方向側に配置されている。 40
すなわち、第 1 支持部 5 1 に設けられている検出接地端子 7 2 4 と、第 1 検出振動腕 4 2 1 の先端部に設けられている検出接地電極 7 2 0 とは、 y 軸方向において対向している。また、第 2 支持部 5 2 に設けられている検出接地端子 7 2 4 は、検出接地電極 7 2 0 が設けられている第 2 検出振動腕 4 2 2 の先端部に対して、 y 軸の正の方向側に配置されている。すなわち、第 2 支持部 5 2 に設けられている検出接地端子 7 2 4 と、第 2 検出振動腕 4 2 2 の先端部に設けられている検出接地電極 7 2 0 とは、 y 軸方向において対向している。このような検出接地端子 7 2 4 は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。

【 0 0 4 5 】

第 1 支持部 5 1 に設けられている検出接地端子（第 1 検出接地端子）7 2 4 は、第 1 梁 6 1 に設けられている検出接地配線 7 2 2 を介して、第 1 検出振動腕 4 2 1 に設けられて 50

いる検出接地電極（第1検出接地電極）720と電氣的に接続されている。具体的には、第1支持部51に設けられている検出接地端子724は、第1梁61の下面および側面に設けられている検出接地配線722と接続され、検出接地配線722は、第1梁61の下面および側面から、基部41の上面および下面を通して、第1検出振動腕421の上面および下面に設けられている検出接地電極720に接続されている。

【0046】

第2支持部52に設けられている検出接地端子（第2検出接地端子）724は、第3梁63に設けられている検出接地配線722を介して、第2検出振動腕422に設けられている検出接地電極（第2検出接地電極）720と電氣的に接続されている。具体的には、第2支持部52に設けられている検出接地端子724は、第3梁63の下面および側面に設けられている検出接地配線722と接続され、検出接地配線722は、第3梁63の下面および側面から、基部41の上面および下面を通して、第2検出振動腕422の上面および下面に設けられている検出接地電極720に接続されている。

10

【0047】

以上の通りに検出信号電極710、検出信号配線712、検出信号端子714と、検出接地電極720、検出接地配線722、検出接地端子724とが配置されている。これにより、第1検出振動腕421に生じた検出振動は、第1検出振動腕421に設けられている検出信号電極710と検出接地電極720との間の電荷として現れ、第1支持部51に設けられている検出信号端子714と検出接地端子724とから信号として取り出すことができる。また、第2検出振動腕422に生じた検出振動は、第2検出振動腕422に設けられている検出信号電極710と検出接地電極720との間の電荷として現れ、第2支持部52に設けられている検出信号端子714と検出接地端子724とから信号として取り出すことができる。

20

【0048】

（3）駆動信号電極、駆動信号配線および駆動信号端子

駆動信号電極730は、第1、第2駆動振動腕441、442に設けられている。ただし、本実施形態では、駆動信号電極730は、第1、第2駆動振動腕441、442の先端部には設けられていない。具体的には、駆動信号電極730は、第1、第2駆動振動腕441、442の上面および下面に設けられている。

【0049】

さらに、駆動信号電極730は、第3、第4駆動振動腕443、444の側面と、第3、第4駆動振動腕443、444の先端部の上面および下面とも設けられている。第3駆動振動腕443の上面、下面および側面に設けられている駆動信号電極730は、互いに電氣的に接続されている。また、第4駆動振動腕444の上面、下面および側面に設けられている駆動信号電極730は、互いに電氣的に接続されている。このような駆動信号電極730は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。駆動信号電極730は、第1、第2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444の駆動振動を励起させるための電極である。

30

【0050】

駆動信号配線732は、第2、第4梁62、64に設けられている。具体的には、駆動信号配線732は、第2、第4梁62、64の上面に設けられている。さらに、駆動信号配線732は、基部41の上面と、第1連結腕431の上面と、第1、第2連結腕431、432の側面とに設けられている。このような駆動信号配線732は、 xz 平面に関して、面対称に配置されている。

40

駆動信号端子734は、第2支持部52に設けられている。具体的には、駆動信号端子734は、第2支持部52の上面および下面、さらに側面に設けられている。第2支持部52の上面、下面および側面に設けられている駆動信号端子734は、互いに電氣的に接続されている。

【0051】

第2支持部52に設けられている駆動信号端子734は、駆動信号電極730が設けら

50

れている第4駆動振動腕444の先端部に対して、y軸の正の方向側に配置されている。すなわち、第2支持部52に設けられている駆動信号端子734と、第4駆動振動腕444の先端部に設けられている駆動信号電極730とは、y軸方向において対向している。

第2支持部52に設けられている駆動信号端子734は、第2連結梁66の側面電極732aおよび第4梁64に設けられている駆動信号配線732を介して、第1、第2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444に設けられている駆動信号電極730と電氣的に接続されている。具体的には、駆動信号端子734は、第4梁64の上面に設けられている駆動信号配線732と接続され、駆動信号配線732は、第4梁64の上面から、基部41の上面、そして第1連結腕431の上面を通して、第1、第2駆動振動腕441、442の上面に設けられている駆動信号電極730に接続されている。さらに、駆動信号配線732は、第1連結腕431の上面から、第1連結腕431の側面を通して、第1、第2駆動振動腕441、442の下面に設けられている駆動信号電極730に接続されている。また、さらに、駆動信号配線732は、基部41の上面から、第2連結腕432の上面および側面を通して、第3、第4駆動振動腕443、444の上面および下面に設けられている駆動信号電極730に接続されることができ、これにより、第1、第2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444を駆動振動させるための駆動信号を駆動信号端子734から駆動信号電極730に伝達することができる。

10

【0052】

(4) 駆動接地電極、駆動接地配線および駆動接地端子

駆動接地電極740は、第1、第2駆動振動腕441、442の先端部に設けられている。具体的には、駆動接地電極740は、第1、第2駆動振動腕441、442の先端部の上面および下面に設けられている。さらに、駆動接地電極740は、第1、第2駆動振動腕441、442の側面にも設けられている。第1駆動振動腕441の上面、下面および側面に設けられている駆動接地電極740は、互いに電氣的に接続されている。また、第2駆動振動腕442の上面、下面および側面に設けられている駆動接地電極740は、互いに電氣的に接続されている。

20

【0053】

さらに、駆動接地電極740は、第3、第4駆動振動腕443、444の上面および下面に設けられることができる。ただし、本実施形態では、駆動接地電極740は、第3、第4駆動振動腕443、444の先端部には設けられていない。このような駆動接地電極740は、xz平面に関して、面对称に配置されている。駆動接地電極740は、駆動信号電極730に対してグランドとなる電位を有する。

30

【0054】

また、駆動接地配線742は、第2、第4梁62、64に設けられている。具体的には、駆動接地配線742は、第2、第4梁62、64の下面および側面に設けられている。さらに、駆動接地配線742は、基部41の下面と、第1連結腕431の側面と、第2連結腕432の下面と、第2連結腕432の側面とに設けられている。このような駆動接地配線742は、xz平面に関して、面对称に配置されている。

【0055】

また、駆動接地端子744は、第1支持部51に設けられている。具体的には、駆動接地端子744は、第1支持部51の上面および下面、さらに側面に設けられている。第1支持部51の上面、下面および側面に設けられている駆動接地端子744は、互いに電氣的に接続されている。

40

第1支持部51に設けられている駆動接地端子744は、駆動信号電極730が設けられている第3駆動振動腕443の先端部に対して、y軸の負の方向側に配置されている。すなわち、第1支持部51に設けられている駆動接地端子744と、第3駆動振動腕443の先端部に設けられている駆動信号電極730とは、y軸方向において対向している。

【0056】

また、第1支持部51に設けられている駆動接地端子744は、第1連結梁65の側面電極742aおよび第2梁62に設けられている駆動接地配線742を介して、第1、第

50

2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444に設けられている駆動接地電極740と電氣的に接続されている。具体的には、駆動接地端子744は、第2梁62の下面および側面に設けられている駆動接地配線742と接続され、駆動接地配線742は、第2梁62の下面および側面から、基部41の下面、そして第1連結腕431の側面を通過して、第1、第2駆動振動腕441、442の上面および下面に設けられている駆動接地電極740に接続されている。さらに、駆動接地配線742は、基部41の下面から、第2連結腕432の下面および側面を通過して、第3、第4駆動振動腕443、444の上面および下面に設けられている駆動接地電極740に接続されている。

【0057】

以上の通りに、駆動信号電極730、駆動信号配線732、駆動信号端子734と、駆動接地電極740、駆動接地配線742、駆動接地端子744とが配置されている。これにより、第2支持部52に設けられている駆動信号端子734と、第1支持部51に設けられている駆動接地端子744との間に駆動信号を印加することで、第1、第2、第3、第4駆動振動腕441、442、443、444に設けられている駆動信号電極730と駆動接地電極740との間に電界を生じさせ、これら各駆動振動腕441、442、443、444を駆動振動させることができる。

【0058】

なお、本例では一方の支持部としての第1支持部51に、検出信号端子714、検出接地端子724および駆動接地端子744の3つの端子が設けられている構成で説明したが、これらの端子は2つ以上であれば幾つであってもよい。また、前述と同様に、第2支持部52においても、端子は2つ以上であれば幾つであってもよい。

【0059】

(5) 梁と支持部との接合部

支持部としての第1支持部51には、検出信号端子714、検出接地端子724および駆動接地端子744がx軸方向(梁の延出方向と交わる方向)に沿って並び、かつ離間して設けられている。具体的には、x軸方向に沿って延在する第1支持部51の中央部に検出接地端子724が設けられており、第1支持部51の一端部に検出信号端子714が設けられており、第1支持部51の他端部に駆動接地端子744が設けられている。そして、検出接地端子724に対向する位置、換言すれば、第1検出振動腕421とy軸方向に沿って対向する位置で、第1支持部51に第1連結梁65が連結されている。

【0060】

同様に、支持部としての第2支持部52には、検出信号端子714、検出接地端子724および駆動信号端子734がx軸方向(梁の延出方向と交わる方向)に沿って並び、かつ離間して設けられている。具体的には、x軸方向に沿って延在する第2支持部52の中央部に検出接地端子724が設けられており、第2支持部52の一端部に検出信号端子714が設けられており、第2支持部52の他端部に駆動信号端子734が設けられている。そして、検出接地端子724に対向する位置、換言すれば、第2検出振動腕422とy軸方向に沿って対向する位置で、第2支持部52に第2連結梁66が連結されている。

【0061】

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730および駆動接地電極740の間に電界が生じると、図5(a)に示すように、各駆動振動腕441、442、443、444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441、442と、第3、第4駆動振動腕443、444とは、中心点G(重心G)を通るyz平面に関して面对称の振動を行っているため、基部41と、第1、第2連結腕431、432と、第1、第2検出振動腕421、422とは、ほとんど振動しない。

【0062】

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軸まわり角速度が加わると、図5(b)に示すような振動が発生する。すなわち、駆動振動腕441、442、44

10

20

30

40

50

3、444および連結腕431、432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421、422の歪みを検出信号電極710および検出接地電極720が検出して角速度が求められる。

【0063】

(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、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。

10

【0064】

パッケージ9は、上面に開放する凹部を有するベース91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)92とを有している。また、ベース91は、板状の底板911と、底板911の上面周縁部に設けられている枠状の側壁912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S内に、ジャイロ素子2が気密的に収納、設置されている。

【0065】

ジャイロ素子2は、第1、第2支持部51、52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911の上面に固定されている。第1、第2支持部51、52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911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911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(検出したい振動以外の振動)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。

20

【0066】

また、導電性固定部材8は、第1、第2支持部51、52に設けられている2つの検出信号端子714、2つの検出接地端子724、駆動信号端子734および駆動接地端子744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911の上面には、2つの検出信号端子714、2つの検出接地端子724、駆動信号端子734および駆動接地端子744に対応する6つの接続パッド10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10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。

30

【0067】

このような構成とすることにより、導電性固定部材8を、ジャイロ素子2を底板911に固定するための固定部材として用いることができるとともに、ジャイロ素子2との電氣的な接続を行う接続部材として用いることができるため、振動デバイス1の構成の簡易化を図ることができる。

また、導電性固定部材8は、ジャイロ素子2と底板911との間にギャップ(隙間)を形成し、これらの接触を防止するギャップ材としても用いられる。これにより、底板911との接触によるジャイロ素子2の破壊・破損を防止することができ、正確な角速度の検出と、優れた信頼性を発揮することができる振動デバイス1となる。

40

なお、各接続パッド10は、図示しない導体ポストを介してパッケージ9の外部へ引き出されていたり、パッケージ9内にICチップ等を収納する場合には、そのICチップと電氣的に接続されていたりする。

【0068】

ベース91の構成材料としては、特に限定されないが、酸化アルミニウム等の各種セラミックスを用いることができる。また、リッド92の構成材料としては、特に限定されないが、ベース91の構成材料と線膨張係数が近似する部材であると良い。例えば、ベース91の構成材料を前述のようなセラミックスとした場合には、コパール等の合金とするの

50

が好ましい。なお、ベース 9 1 とリッド 9 2 の接合は、特に限定されず、例えば、接着剤を介して接合してもよいし、シーム溶接等により接合してもよい。

【 0 0 6 9 】

本実施形態で説明した振動デバイスの効果について、図 6 を用いて説明する。図 6 は、振動デバイスが備えるジャイロ素子の効果を説明する図であり、(a) はジャイロ素子の変形状態を示す概略平面図、(b) は振動モレの発生率を示すグラフである。

本実施形態で説明した振動デバイス 1 は、用いられているジャイロ素子 2 の各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 に、y 軸方向(第 1 方向)に沿って折り返されて向き合う部分の第 1 折返し部 Q 1 と、x 軸方向(第 2 方向)に沿って折り返えされて向き合う部分の第 2 折返し部 Q 2 とを有している。このように、y 軸方向と直交する x 軸方向のそれぞれに沿った第 1 折返し部 Q 1 と第 2 折返し部 Q 2 とを有することで、y 軸方向および x 軸方向に同じように弾性を有している。また、第 1 折返し部 Q 1 と第 2 折返し部 Q 2 との弾性を複合して有することになり、図 6 (a) に示す矢印のように、あらゆる方向に弾性を有している。

加えて、第 1 梁 6 1 および第 2 梁 6 2 が連結された第 1 連結梁 6 5 と、第 3 梁 6 3 および第 4 梁 6 4 が連結された第 2 連結梁 6 6 とを介して梁が支持部に連結されていることによって、梁の変形自由度が増し、さらに梁の応力緩和作用が向上する。

したがって、本実施形態で説明した振動デバイス 1 は、前述の弾性、変形自由度の向上などにより、基部 4 1 からの振動モレなど振動の伝播を各梁 6 1、6 2、6 3、6 4、および第 1、第 2 連結梁 6 5、6 6 で重複して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。

【 0 0 7 0 】

図 6 (b) に本実施形態のジャイロ素子 2 の振動モレの発生率を示す。2 つの比較例と比べ明らかに振動モレの発生が減少していることが分かる。この振動モレの抑制によりジャイロ素子 2 の振動特性の劣化を防止することが可能となる。また、振動モレ現象を抑えることにより、温度ドリフトを低減させることも可能となる。

さらに、外部からの衝撃が加えられても、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4、および第 1、第 2 連結梁 6 5、6 6 で衝撃を吸収する作用を有するので、前述と同様に検出ノイズを低減または抑制することができる。

なお、図 6 (b) に示す比較例 1 は、前述した各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 に、y 軸方向(第 1 方向)に沿って折り返されて向き合う部分の第 1 折返し部 Q 1 が形成されているが、x 軸方向(第 2 方向)に沿って折り返えされて向き合う部分の第 2 折返し部 Q 2 が設けられていない構成である。換言すれば、梁 6 1、6 2、6 3、6 4 のそれぞれに、1 方向だけの折返し設けられている構成である。

また、図 6 (b) に示す比較例 2 は、各梁 6 1、6 2、6 3、6 4 には、第 1 折返し部 Q 1 と、第 2 折返し部 Q 2 が設けられているが、梁 6 1 および梁 6 2 が連結される第 1 連結梁と、梁 6 3 および梁 6 4 が連結される第 2 連結梁 6 6 が設けられていない構成である。換言すれば、梁 6 1、6 2 がそれぞれ第 1 支持部 5 1 に接続され、梁 6 3、6 4 がそれぞれ第 2 支持部 5 2 に接続された構成である。

【 0 0 7 1 】

< 変形例 >

次に、図 7、および図 8 を用いて、前述の実施形態における梁の折返し部 Q 1、Q 2 の変形例を説明する。図 7 は、ジャイロ素子の梁の変形例を示す平面図である。図 8 (a)、(b) は、梁の折返し部の変形例を示す部分平面図である。

【 0 0 7 2 】

図 7 に沿って梁の変形例 1 について説明する。なお、前述の実施形態と同様な構成については同符号を付けるなどして説明を省略し、実施形態と異なる梁の形状について説明する。

【 0 0 7 3 】

振動片 3 a 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 とを有している。そして振動体 4 は、梁として

の第1梁61、第2梁62、および第1梁61、第2梁62が連結された連結梁としての第1連結梁65と、梁としての第3梁63および第4梁64、および第3梁63および第4梁64が連結された連結梁としての第2連結梁66と、によって第1支持部51および第2支持部52と連結されている。振動体4は、 x y 平面に拡がり有し、 z 軸方向に厚みを有している。

【0074】

基部41から延出された各梁61、62、63、64は、それぞれ、 x 軸方向(第2方向)に沿って折り返されて向き合う部分の第1折返し部Q1と、 y 軸方向(第1方向)に沿って折り返えされて向き合う部分の第2折返し部Q2とを有している。ここで、各梁61、62、63、64の構成の詳細について説明する。なお、各梁61、62、63、64は、延出する方向は異なるが構成は同様であるので、梁62の構成について代表して説明する。

10

【0075】

梁62は、基部41から x 軸方向(負の方向)に沿って延出された後、 x 軸方向(正の方向)に沿って折り返されて第1折返し部Q1を形成し、その後、 y 軸方向(正の方向)に延伸した後 x 軸方向(正の方向)の屈曲し、さらに y 軸方向(負の方向)に折り返されて第2折返し部Q2が形成されている。梁62は、さらに延伸した後、 x 軸方向(正の方向)に屈曲して延伸し、梁61と連結された第1連結梁65によって第1支持部51に連結されている。

20

【0076】

本変形例においても、 y 軸方向と直交する x 軸方向に沿った第1折返し部Q1と第2折返し部Q2とを有することで、 y 軸方向および x 軸方向に同じように弾性を有し、さらに第1折返し部Q1と第2折返し部Q2とが複合的に作用し、あらゆる方向にも弾性を有している。そのため、外部からの衝撃或いは基部41からの振動モレなど振動の伝播を、各梁61、62、63、64で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。

【0077】

なお、第1折返し部Q1および第2折返し部Q2は、図8(a)、(b)に示すように、半円の円弧形状R1、R2、R3を組み合わせた形状を用いて形成されていてもよい。

30

【0078】

また、前述の説明では、各梁61、62、63、64の設けられる方向である第1方向と、第1、第2検出振動腕421、422などが設けられる方向である第3方向とが同方向であり、同様に第2方向と第4方向が同方向であって、それぞれの方向が直交している例で説明したが、これに限らない。例えば、第1方向と第3方向とが異なってもよい。また、第1方向と第2方向は、直交に限らず、所定の角度で交差する方向であってもよい。

【0079】

以上の説明では、振動片の一例としてジャイロ素子2を用いて説明したが、これに限らず以下のような振動片にも適用が可能である。他の振動片としては、加速度測定素子、圧力検出素子、温度検出素子などの物理量測定用素子に適用することが可能である。

40

【0080】

<物理量検出装置>

以上のような振動デバイス1は、角速度検出装置、加速度検出装置、圧力計測装置などの物理量検出装置に適用することができる。

次に、本実施形態に係る物理量検出装置について、図面を参照しながら説明する。図9は、物理量検出装置の構成を示す概略図である。

【0081】

図9に示す物理量検出装置1400は、本発明に係る振動片を含む。本実施形態では、本発明に係る振動片として、振動片3を用いた例について説明する。以下、本実施形態に係る物理量検出装置1400において、本実施形態に係る振動片3の構成部材と同様の機

50

能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【0082】

物理量検出装置1400は、図9に示すように、振動片3と、駆動回路1410と、検出回路1420と、を含む。駆動回路1410および検出回路1420は、図9では図示しないICチップに組み込まれていることができる。

【0083】

駆動回路1410は、本発明における駆動回路として機能し、I/V変換回路(電流電圧変換回路)1411と、AC増幅回路1412と、振幅調整回路1413と、有することができる。駆動回路1410は、振動片3に形成された駆動信号電極730に駆動信号を供給する回路である。以下、駆動回路1410について、詳細に説明する。

10

【0084】

振動片3が振動すると、圧電効果に基づく交流電流が、振動片3に形成された駆動信号電極730から出力され、駆動信号端子734を介してI/V変換回路1411に入力される。I/V変換回路1411は、入力された交流電流を振動片3の振動周波数と同一の周波数の交流電圧信号に変換して出力する。

【0085】

I/V変換回路1411から出力された交流電圧信号は、AC増幅回路1412に入力される。AC増幅回路1412は、入力された交流電圧信号を増幅して出力する。

【0086】

AC増幅回路1412から出力された交流電圧信号は、振幅調整回路1413に入力される。振幅調整回路1413は、入力された交流電圧信号の振幅を一定値に保持するように利得を制御し、利得制御後の交流電圧信号を、振動片3に形成された駆動信号端子734を介して駆動信号電極730に出力する。この駆動信号電極730に入力される交流電圧信号(駆動信号)により振動片3が振動する。

20

【0087】

検出回路1420は、本発明における検出回路として機能し、チャージアンプ回路1421、1422と、差動増幅回路1423と、AC増幅回路1424と、同期検波回路1425と、平滑回路1426と、可変増幅回路1427と、フィルター回路1428と、を有することができる。検出回路1420は、振動片3の第1検出振動腕421に形成された検出信号電極710に生じる第1検出信号と、第2検出振動腕422に形成された検出信号電極710に生じる第2検出信号と、を差動増幅させて差動増幅信号を生成し、該差動増幅信号に基づいて所定の物理量を検出する回路である。以下、検出回路1420について、詳細に説明する。

30

【0088】

チャージアンプ回路1421、1422には、振動片3の検出振動腕421、422に形成された検出信号電極710により検出された互いに逆位相の検出信号(交流電流)が、検出信号端子714を介して入力される。例えば、チャージアンプ回路1421には、第1検出振動腕421に形成された検出信号電極710により検出された第1検出信号が入力され、チャージアンプ回路1422には、第2検出振動腕422に形成された検出信号電極710により検出された第2検出信号が入力される。そして、チャージアンプ回路1421、1422は、入力された検出信号(交流電流)を、基準電圧Vrefを中心とする交流電圧信号に変換する。

40

【0089】

差動増幅回路1423は、チャージアンプ回路1421の出力信号と、チャージアンプ回路1422の出力信号と、を差動増幅して差動増幅信号を生成する。差動増幅回路1423の出力信号(差動増幅信号)は、さらにAC増幅回路1424で増幅される。

【0090】

同期検波回路1425は、本発明における検波回路として機能し、駆動回路1410のAC増幅回路1412が出力する交流電圧信号を基に、AC増幅回路1424の出力信号を同期検波することにより角速度成分を抽出する。

50

【0091】

同期検波回路1425で抽出された角速度成分の信号は、平滑回路1426で直流電圧信号に平滑化され、可変増幅回路1427に入力される。

【0092】

可変増幅回路1427は、平滑回路1426の出力信号（直流電圧信号）を、設定された増幅率（または減衰率）で増幅（または減衰）して角速度感度を変化させる。可変増幅回路1427で増幅（または減衰）された信号は、フィルター回路1428に入力される。

【0093】

フィルター回路1428は、可変増幅回路1427の出力信号から高周波のノイズ成分を除去し（正確には所定レベル以下に減衰させ）、角速度の方向および大きさに応じた極性および電圧レベルの検出信号を生成する。そして、この検出信号は外部出力端子（図示せず）から外部へ出力される。

10

【0094】

物理量検出装置1400によれば、上述のとおり、検出回路1420は、第1検出振動腕421に形成された検出信号電極710に生じる第1検出信号と、第2検出振動腕422に形成された検出信号電極710に生じる第2検出信号と、を差動増幅させて差動増幅信号を生成し、該差動増幅信号に基づいて所定の物理量を検出することができる。また、振動片3は、外部からY軸方向の衝撃が加わった場合に、Y軸の正の方向側と、Y軸の負の方向側と、において、検出信号と駆動信号との静電結合の変化量を（ほぼ）均等に保つ

20

【0095】

<電子機器>

また、上記のような振動片3は、各種電子機器に組み込むことができる。振動片3を組み込んだ本発明の電子機器としては、特に限定されないが、パーソナルコンピューター（例えば、モバイル型パーソナルコンピューター）、携帯電話機などの移動体端末、デジタルスチールカメラ、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ー、タブレット型パーソナルコンピューター、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、ページャー、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、ゲーム用コントローラー、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）、フライトシュミレーター、ヘッドマウントディスプレイ、モーショントレース、モーショントラッキング、モーションコントローラー、PDR（歩行者位置方位計測）等を挙げることができる。

30

40

【0096】

以上、本発明の振動子および振動デバイスを図示の実施形態および変形例に基づいて説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、各部の構成は、同様の機能を有する任意の構成のものに置換することができる。また、他の任意の構成物や、工程が付加されていてもよい。また、本発明の振動デバイスは、前述の実施形態および変形例のうち、任意の2以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

【符号の説明】

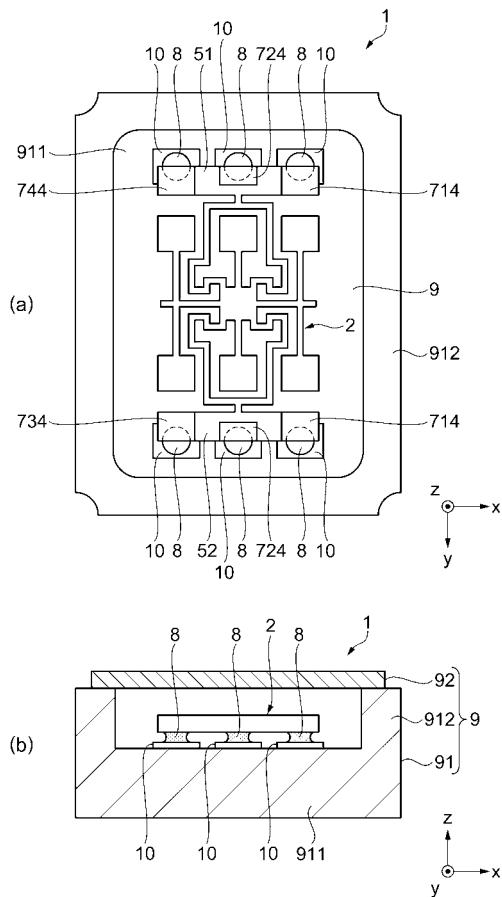
【0097】

1...振動デバイス、2...ジャイロ素子、3...振動片、4...振動体、8...導電性固定部材（銀ペースト）、9...パッケージ、10...接続パッド、41...基部、51...第1支持部、

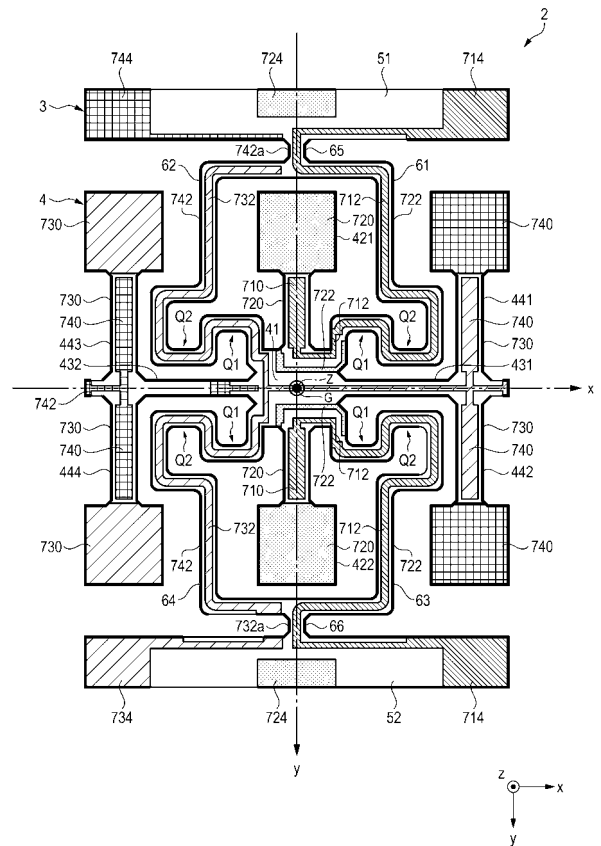
50

5 2 ... 第 2 支持部、 6 1 ... 第 1 梁、 6 2 ... 第 2 梁、 6 3 ... 第 3 梁、 6 4 ... 第 4 梁、 6 5 ... 第 1 連結梁、 6 6 ... 第 2 連結梁、 9 1 ... ベース、 9 2 ... リッド、 4 2 1 ... 第 1 検出振動腕、 4 2 2 ... 第 2 検出振動腕、 4 3 1 ... 第 1 連結腕、 4 3 2 ... 第 2 連結腕、 4 4 1 ... 第 1 駆動振動腕、 4 4 2 ... 第 2 駆動振動腕、 4 4 3 ... 第 3 駆動振動腕、 4 4 4 ... 第 4 駆動振動腕、 7 1 0 ... 検出信号電極、 7 1 2 ... 検出信号配線、 7 1 4 ... 固定部としての検出信号端子、 7 2 0 ... 検出接地電極、 7 2 2 ... 検出接地配線、 7 2 4 ... 固定部としての検出接地端子、 7 3 0 ... 駆動信号電極、 7 3 2 ... 駆動信号配線、 7 3 4 ... 固定部としての駆動信号端子、 7 4 0 ... 駆動接地電極、 7 4 2 ... 駆動接地配線、 7 4 4 ... 固定部としての駆動信号端子、 9 1 1 ... 底板、 9 1 2 ... 側壁。

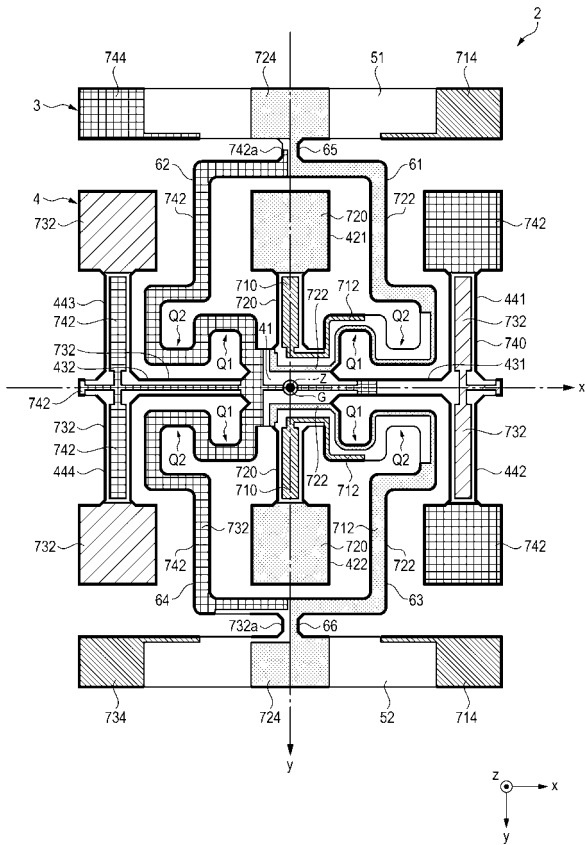
【 図 1 】



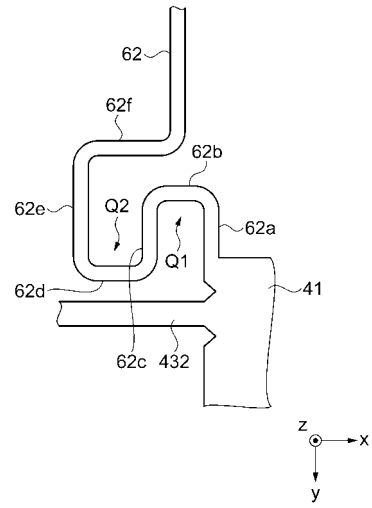
【 図 2 】



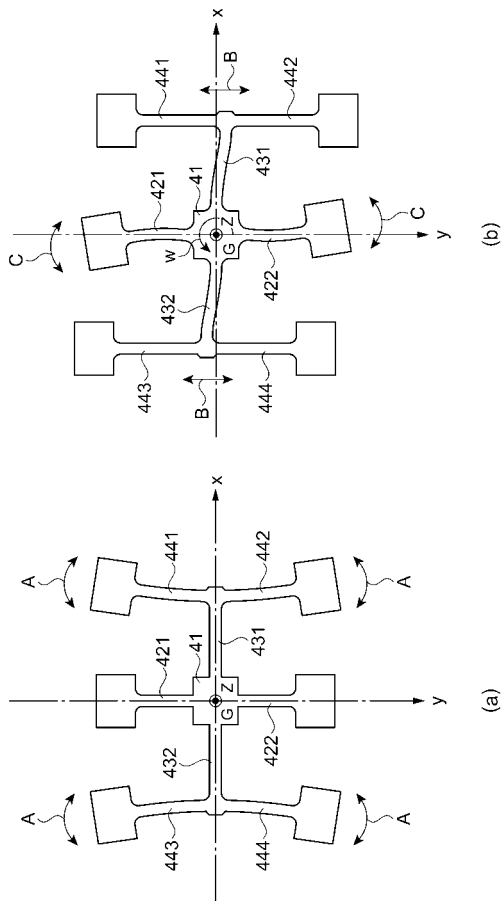
【 図 3 】



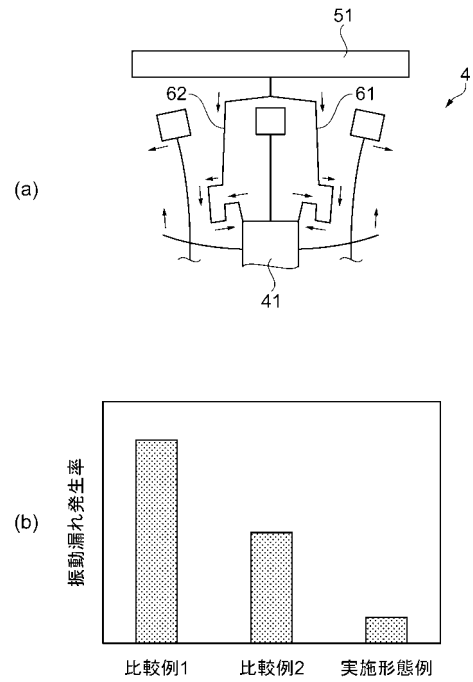
【 図 4 】



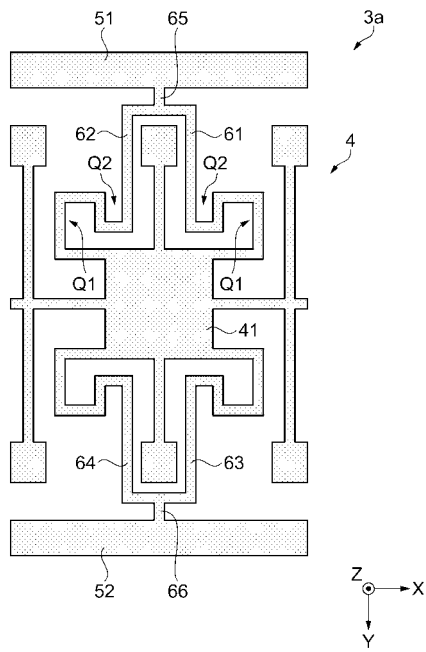
【 図 5 】



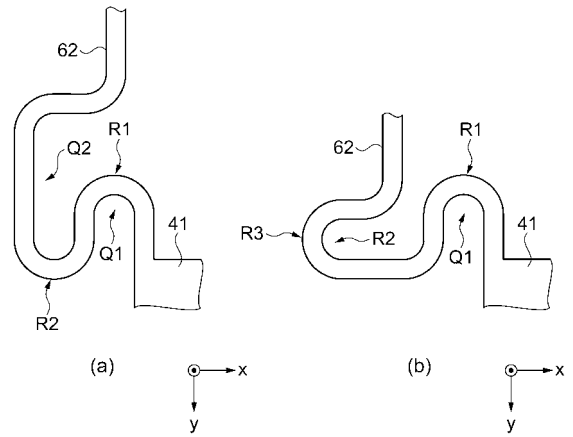
【 図 6 】



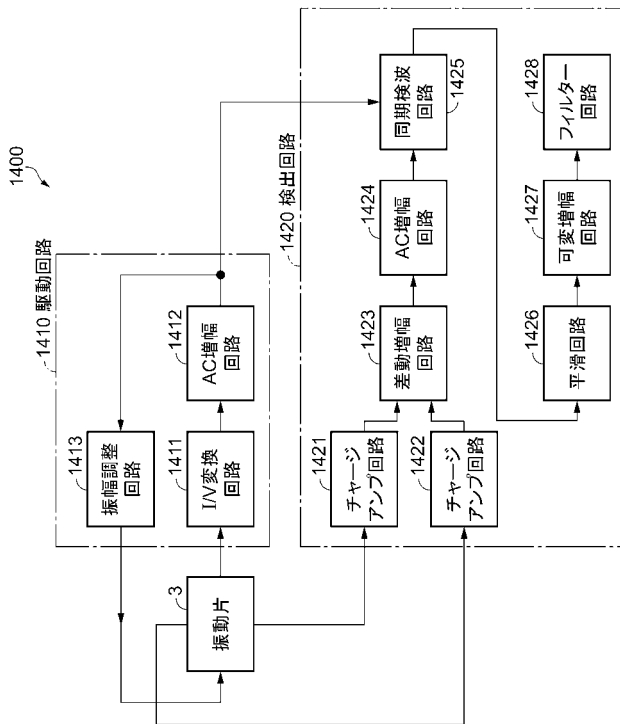
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 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 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 AA02 AA03 AA08 BB02 BB03 BB09 CC01 CD02 CD06 CD13