

(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2012-137368
(P2012-137368A)

(43) 公開日 平成24年7月19日(2012.7.19)

(51) Int.Cl.

G 0 1 P 15/125 (2006.01)
H 0 1 L 29/84 (2006.01)
B 8 1 B 3/00 (2006.01)

F 1

G 0 1 P 15/125
H 0 1 L 29/84
B 8 1 B 3/00

Z

Z

テーマコード(参考)

3 C 0 8 1

4 M 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願2010-289508 (P2010-289508)

(22) 出願日

平成22年12月27日 (2010.12.27)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号

(74) 代理人 100088672

弁理士 吉竹 英俊

(74) 代理人 100088845

弁理士 有田 貴弘

(72) 発明者 山口 靖雄

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72) 発明者 奥村 美香

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

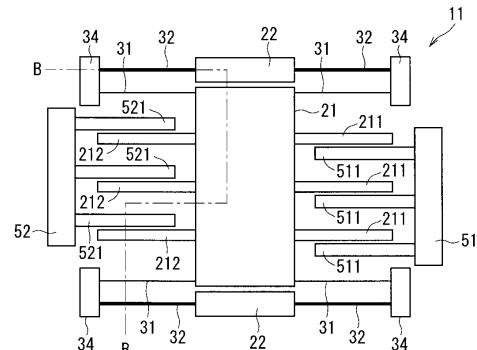
(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】

【課題】本発明は、1つの加速度センサ素子で広範囲の加速度を検出できる加速度センサを提供することを目的とする。

【解決手段】本発明に係る加速度センサは、第一の梁31で保持され加速度により変位可能な第一の質量体21と、第一の質量体21の変位を電気量に変換可能に配置された固定電極51、52と、第一の質量体21の変位が所定の範囲を超えたときに、第一の質量体21の変位容易度に変化をもたらす変位容易度変化部材22、32、8、9とを、備えている。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一の梁で保持され加速度により変位可能な第一の質量体と、
前記第一の質量体の前記変位を電気量に変換可能に配置された固定電極と、
前記第一の質量体の前記変位が所定の範囲を超えたときに、前記第一の質量体の変位容易度に変化をもたらす変位容易度変化部材とを、備えている、
ことを特徴とする加速度センサ。

【請求項 2】

前記変位容易度変化部材は、
第二の梁で保持され加速度により変位可能でし、前記第一の質量体と所定の間隔だけ離れて配置された第二の質量体である、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の加速度センサ。 10

【請求項 3】

前記第二の梁および前記第二の質量体は、
複数であり、
各前記第二の質量体は、
各々異なる前記第二の梁により保持されている、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 4】

各前記第二の質量体は、
同じ質量であり、
各前記第二の梁は、
同じ剛性である、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の加速度センサ。 20

【請求項 5】

各前記第二の質量体は、
異なる質量であり、
各前記第二の梁は、
異なる剛性である、
ことを特徴とする請求項 3 に記載の加速度センサ。 30

【請求項 6】

前記第一の質量体と対面する前記第二の質量体側、または、前記第二の質量体と対面する前記第一の質量体側に、突起が形成されている、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 7】

前記第二の質量体は、
平面視において、前記第一の質量体を囲繞する、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 8】

前記第一の梁は、
前記第一の質量体と前記第二の質量体とを結び、
前記第二の梁は、
前記第二の質量体と固定端となるアンカーとを結ぶ、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の加速度センサ。 40

【請求項 9】

前記第一の梁は、
前記第一の質量体と固定端となる第一のアンカーとを結び、
前記第二の梁は、
前記第二の質量体と固定端となる第二のアンカーとを結ぶ、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の加速度センサ。 50

【請求項 10】

前記第一の質量体と前記固定電極との間のみにおける、静電容量の変化を検知する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 11】

前記固定電極は、

前記第二の質量体の前記変位を電気量に変換可能に配置されており、前記第一の質量体と前記固定電極との間における静電容量の変化と、前記第二の質量体と前記固定電極との間における静電容量の変化との、両方を検知する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 12】

前記変位容易度変化部材は、

前記第一の梁の傍に配置された支柱である、ことを特徴とする請求項 1 に記載の加速度センサ。

【請求項 13】

前記支柱は、

前記第一の梁の配設方向に沿って、複数配置されている、ことを特徴とする請求項 1 2 に記載の加速度センサ。

【請求項 14】

前記第一の梁は、

前記第一の質量体と固定端となるアンカーとを結び、一端が、前記第一の質量体と結合した第二の梁を、さらに備えており、前記変位容易度変化部材は、

前記第二の梁の他端および当該他端付近の前記第二の梁の側面部を囲繞する、梁囲繞部である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の加速度センサ。

【請求項 15】

前記第二の梁および前記梁囲繞部は、

複数であり、

前記第二の梁の前記他端毎に、前記梁囲繞部が配設されている、ことを特徴とする請求項 1 4 に記載の加速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板上に質量体を変位自在に支持し、当該質量体の変位を検出することで加速度や角速度などの物理量を検出する加速度センサに関する発明であり、たとえば、いわゆる櫛歯型静電容量センサなどに適用できる。

【背景技術】

【0002】

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) を用いた加速度センサが、存在する。

【0003】

加速度センサでは、半導体基板から質量体や固定電極を作成し、これらの部材がガラス基板などで挟持されている。質量体は、アンカーで端部が固定された梁と結合しており、変位自在である。当該質量体と固定電極との間で生じる静電容量の変化を検出することにより、加速度センサでは、加速度を検知できる。

【0004】

なお、加速度センサに関する先行技術として、複数の文献が存在する（たとえば、特許文献 1、特許文献 2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0005】

【特許文献1】特開2008-190892号公報

【特許文献2】特開2009-014598号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来の加速度センサでは、様々な加速度検出範囲をカバーするためには、複数個の加速度センサ素子が必要となる。しかし、複数の加速度センサ素子が必要となると、検出加速度範囲毎に加速度センサ素子の設計・製造を行う必要があり、製造効率が悪く、管理が煩雑になるなどの問題があった。

10

【0007】

また、高加速度検出用の加速度センサ素子で低加速度を検出することや、低加速度検出用の加速度センサ素子で高加速度を検出することも可能ではあった。しかし、前者の場合、低加速度を検出するために、制御回路で出力電圧を高くする必要があり、出力電圧と共にノイズも高くなり、S/N比が悪化していた。他方、後者の場合、低加速度検出用の素子では高加速度が入力されると、質量体の変位量が大きくなり、梁や質量体が破壊する事があった。

20

【0008】

そこで、本発明は、1つの加速度センサ素子で広範囲の加速度を検出できる加速度センサを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するために、本発明に係る加速度センサは、第一の梁で保持され加速度により変位可能な第一の質量体と、前記第一の質量体の前記変位を電気量に変換可能に配置された固定電極と、前記第一の質量体の前記変位が所定の範囲を超えたときに、前記第一の質量体の変位容易度に変化をもたらす変位容易度変化部材とを、備えている。

30

【発明の効果】

【0010】

本発明に係る加速度センサは、第一の梁で保持され加速度により変位可能な第一の質量体と、前記第一の質量体の前記変位を電気量に変換可能に配置された固定電極と、前記第一の質量体の前記変位が所定の範囲を超えたときに、前記第一の質量体の変位容易度に変化をもたらす変位容易度変化部材とを、備えている。

30

【0011】

したがって、1つの加速度センサ素子で広い範囲の加速度（低加速度の領域および高加速度の領域の両方）を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】前提技術の加速度センサの構成を示す平面図である。

40

【図2】図1の切断面線A-Aから見た断面図である。

【図3】実施の形態1に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【図4】図4の切断面線B-Bから見た断面図である。

【図5】実施の形態1に係る加速度センサの他の構成例を示す拡大平面図である。

【図6】実施の形態2に係る加速度センサの構成を示す拡大平面図である。

【図7】本発明に係る加速度センサの加速度-出力感度特性を示す図である。

【図8】本発明に係る加速度センサの加速度-出力感度特性を示す図である。

【図9】実施の形態3に係る加速度センサの構成を示す拡大平面図である。

【図10】実施の形態3に係る加速度センサの他の構成例を示す拡大平面図である。

【図11】実施の形態3に係る加速度センサの他の構成例を示す拡大平面図である。

【図12】実施の形態4に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

50

【図13】実施の形態4に係る加速度センサの他の構成例を示す平面図である。

【図14】実施の形態5に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【図15】実施の形態5に係る加速度センサの動作を説明するための拡大平面図である。

【図16】実施の形態5に係る加速度センサの他の構成例を示す拡大平面図である。

【図17】実施の形態6に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【図18】実施の形態6に係る加速度センサの動作を説明するための拡大平面図である。

【図19】実施の形態6に係る加速度センサの動作を説明するための拡大平面図である。

【図20】実施の形態6に係る加速度センサの他の構成例を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

まずはじめに、本願発明の前提となる技術（前提技術と称する）を、図面を用いて説明する。 10

【0014】

図1は、当該前提技術の加速度センサの構成を示す平面図である。また、図2は、図1の切断面線A-Aから見た断面図である。ここで、図1では、図面簡略化のため、支持基板62, 63の図示を省略している。

【0015】

加速度センサ素子15は、平板状のシリコン基板から成る主基板61が、MEMS技術を用いてエッチングなどによって図1で示すような形状に加工されることにより、形成される。当該主基板61は、平板状のガラス基板から成る支持基板62、63により、挟持されている（つまり、加速度センサは、支持基板63、主基板61および支持基板62が当該順に積層した積層構造である）。

【0016】

ここで、主基板61は、支持基板62, 63に対して、例えば陽極接合によって接合される。また、主基板61には、シリコン以外の半導体が用いられることも可能である。また、支持基板62, 63は、ガラス以外の材料が用いられることも可能である。

【0017】

主基板61は、アンカー34、質量体21、固定電極51, 52および梁31から構成される。

【0018】

質量体21は、弾性変形する複数の梁31によって、加速度によって変位するように（可動できるように）支持されている。各梁31は、質量体21と固定端となる各アンカー34とを結ぶ。各アンカー34は、支持基板62, 63に固定・支持されている。質量体21には、対向する2辺から、櫛歯状の電極211, 212が設けられている。また、電極211, 212に対応して固定電極51, 52から、櫛歯状の電極511, 521が設けられている。固定電極51, 52は、支持基板62, 63の両方または一方で固定支持されている。

【0019】

加速度センサ素子15において加速度が入力されると、質量体21が図1の上下方向に変位し、電極211と電極511との間の静電容量および電極212と電極521との間の静電容量が変化する。当該静電容量の変化を検出することにより、加速度センサは、当該入力された加速度を検知することができる。ここで、加速度に対する出力感度は、質量体21の質量と梁31の剛性（梁幅、梁長、梁厚、梁本数）とで決定できる。

【0020】

前提技術の加速度センサにおいては、検出加速度範囲によって、加速度センサ素子15を使い分けていた。

【0021】

例えば2g（gは重力加速度：m/s²）程度の低加速度検出では、検出感度を上げる必要があり、加速度センサ素子15の可動部である質量体21を重くするか、質量体21を支持している梁31の剛性を低くする（梁長を長くする、梁幅を細くするなど）。また、高加速度検出では、加速度センサ素子15の可動部である質量体21を軽くするか、質

10

20

30

40

50

量体 2 1 を支持している梁 3 1 の剛性を高くする（梁長を短くする、梁幅を太くするなど）。

【 0 0 2 2 】

つまり、前提技術の加速度センサでは、様々な加速度検出範囲をカバーするためには、複数個の加速度センサ素子 1 5 が必要になる。そうすると、検出加速度範囲毎に加速度センサ素子 1 5 を設計・製造する必要があり、製造が煩雑となる。

【 0 0 2 3 】

以下、本発明に係る加速度センサを、その実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

【 0 0 2 4 】

< 実施の形態 1 >

図 3 は、本実施の形態に係る加速度センサの構成を示す平面図である。また、図 4 は、図 3 の切断面線 B - B から見た断面図である。ここで、図 3 では、図面簡略化のため、支持基板 6 2 , 6 3 の図示を省略している。

【 0 0 2 5 】

加速度センサにおける加速度センサ素子 1 1 では、平板状のシリコン基板から成る主基板 6 1 (図 4 参照) が、MEMS 技術を用いてエッチングなどによって、図 3 で示すような形状に加工される。図 4 に示すように、当該加工された主基板 6 1 は、平板状のガラス基板から成る支持基板に 6 2 , 6 3 により、挟持されている。つまり、図 4 に示すように、支持基板 6 3 、主基板 6 1 および支持基板 6 2 は、当該順に、積層されて構成されている。

【 0 0 2 6 】

ここで、主基板 6 1 は、支持基板 6 2 , 6 3 に対して、例えば陽極接合によって接合される。また、主基板 6 1 には、シリコン以外の半導体が用いられることも可能である。また、支持基板 6 2 , 6 3 は、ガラス以外の材料が用いられることも可能である。

【 0 0 2 7 】

主基板 6 1 は、アンカー 3 4 、第一の質量体 2 1 、固定電極 5 1 , 5 2 、第一の梁 3 1 および第二の梁 3 2 から構成される。

【 0 0 2 8 】

第一の質量体 2 1 は、弾性変形する複数の第一の梁 3 1 によって、入力される加速度によって変位するように（可動できるように）支持されている。ここで、図 3 の構成では、第一の梁 3 1 および固定端となるアンカー 3 4 は各々、4 つである。各第一の梁 3 1 は、第一の質量体 2 1 とアンカー 3 4 とを結ぶ。

【 0 0 2 9 】

各アンカー 3 4 は、支持基板 6 2 , 6 3 に固定・支持されている。したがって、各第一の梁 3 1 は、アンカー 3 4 を介して支持基板 6 2 , 6 3 に支持される。

【 0 0 3 0 】

図 3 に示すように、第一の質量体 2 1 には、対向する 2 辺から、櫛歯状の電極 2 1 1 , 2 1 2 が設けられている。また、固定電極 5 1 は、第一の質量体 2 1 に面する辺から、櫛歯状の電極 5 1 1 が設けられ、固定電極 5 2 は、第一の質量体 2 1 に面する辺から、櫛歯状の電極 5 2 1 が設けられている。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、櫛歯状の電極 2 1 1 に対応して、櫛歯状の電極 5 1 1 が設けられており、図 3 の上下方向に、櫛歯状の電極 2 1 1 と櫛歯状の電極 5 1 1 とが交互に並ぶ。なお、各櫛歯状の電極 2 1 1 のすぐ傍に各櫛歯状の電極 5 1 1 が配設されており、各櫛歯状の電極 2 1 1 と、櫛歯状の電極 2 1 1 すぐ傍に位置する櫛歯状の電極 5 1 1 とは各々、第一の所定の間隔だけ隔てて配設されている。

【 0 0 3 2 】

また、図 3 に示すように、櫛歯状の電極 2 1 2 に対応して、櫛歯状の電極 5 2 1 が設けられており、図 3 の上下方向に、櫛歯状の電極 2 1 2 と櫛歯状の電極 5 2 1 とが交互に並

10

20

30

40

50

ぶ。なお、各櫛歯状の電極 212 のすぐ傍に各櫛歯状の電極 521 が配設されており、各櫛歯状の電極 212 、櫛歯状の電極 212 すぐ傍に位置する櫛歯状の電極 521 とは各々、第一の所定の間隔だけ隔てて配設されている。

【0033】

また、固定電極 51, 52 は、支持基板 62, 63 の両方または一方で固定支持されている。固定電極 51, 52 は、第一の質量体 21 の変位を電気量に変換可能に配置されている。

【0034】

また、本実施の形態では、図 3, 4 に示すように、主電極 61 において、二つの第二の質量体 22 が配設されている。図 3 における第一の質量体 21 の上部の辺に面して、一方の第二の質量体 22 が配置され、図 3 における第一の質量体 21 の下部の辺に面して、他方の第二の質量体 22 が配置される。ここで、第一の質量体 21 と第二の質量体 22 とは各々、第二の所定の間隔だけ隔てて配置されている。

10

【0035】

第二の質量体 22 は、弾性変形する複数の第二の梁 32 によって、入力される加速度によって変位するように（可動できるように）支持されている。ここで、図 3 の構成では、各第二の質量体 22 に対して、二つの第二の梁 32 が配設される。各第二の梁 32 は、固定端となる各アンカー 34 に、各々結合されている。各第二の梁 32 は、第二の質量体 22 とアンカー 34 とを結ぶ。

20

【0036】

上記のように、各アンカー 34 は、支持基板 62, 63 に固定・支持されている。したがって、各第二の梁 32 は、アンカー 34 を介して支持基板 62, 63 に支持される。

【0037】

本発明では、第一の質量体 21 の変位が所定の範囲を超えたときに、第一の質量体 21 の動きやすさ（変位容易度と称する）に変化をもたらす変位容易度変化部材を、備えている。

【0038】

本実施の形態では、第二の梁 32 で保持された状態で加速度により変位可能で、第一の質量体 21 と第二の所定の間隔だけ隔てて配置された第二の質量体 22 が、当該変位容易度変化部材である。

30

【0039】

本実施の形態に係る加速度センサの加速度センサ素子 15 において、加速度が入力される。すると、第一の質量体 21 が図 3 の上下方向に変位し、電極 211 と電極 511 との間の静電容量および電極 212 と電極 521 との間の静電容量が変化する。当該静電容量の変化を検出することにより、当該加速度センサは、当該入力された加速度を検知することができる。ここで、加速度に対する出力感度は、質量体の質量と梁の剛性（梁幅、梁長、梁厚、梁本数）とで決定できる。

【0040】

ここで注目すべきは、本実施の形態に係る加速度センサでは、質量体 21 が低加速度の領域で変位するように、第一の梁 31 のディメンジョン（梁の剛性であり、梁幅、梁長、梁厚および梁本数）を決める。

40

【0041】

本実施の形態では、加速度センサ素子 11 に高加速度が入力されると、第一の質量体 21 は大きく可動し、第二の質量体 22 に接触する。当該第一の質量体 21 と第二の質量体 22 との接触により、剛性の高い第二の梁 32 が、第一の質量体 21 の可動に影響を及ぼす。

【0042】

つまり、本実施の形態に係る加速度センサは、低加速度の領域では、第一の質量体 21 の質量と第一の梁 31 の剛性とで出力感度が決定される。他方、高加速度の領域では、第一の質量体 21 と第二の質量体 22 との合計質量、および、第一の梁 31 の剛性と第二の

50

梁32の剛性とで、出力感度が決定される。

【0043】

以上のように、本実施の形態に係る加速度センサでは、第一の質量体21の傍に、第二の梁32で保持された第二の質量体22が配設されている。

【0044】

したがって、1つの加速度センサ素子11で広い範囲の加速度（低加速度の領域および高加速度の領域の両方）を検出することができる。

【0045】

なお、図3の構成と異なり、図5に示すように、第二の質量体22に櫛歯状の電極221、222が設けられていても良い。なお、図5では、第一の質量体21の下半分付近を図示しているが、第一の質量体21の上部辺に面する第二の質量体22においても同様である。図5に示すように、固定電極51, 52には、櫛歯状の電極512, 522が追加的に設けられている。固定電極51, 52は、第二の質量体22の変位を電気量に変換可能に配置されている。

10

【0046】

図5に示すように、櫛歯状の電極221に対応して、櫛歯状の電極512が設けられており、図5の上下方向に、櫛歯状の電極221と櫛歯状の電極512とが交互に並ぶ。なお、各櫛歯状の電極221のすぐ傍に各櫛歯状の電極521が配設されており、各櫛歯状の電極221と、櫛歯状の電極221すぐ傍に位置する櫛歯状の電極512とは各々、微小な間隔だけ隔てて配設されている。

20

【0047】

また、図5に示すように、櫛歯状の電極222に対応して、櫛歯状の電極522が設けられており、図5の上下方向に、櫛歯状の電極222と櫛歯状の電極522とが交互に並ぶ。なお、各櫛歯状の電極222のすぐ傍に各櫛歯状の電極522が配設されており、各櫛歯状の電極222と、櫛歯状の電極222すぐ傍に位置する櫛歯状の電極522とは各々、微小な間隔だけ隔てて配設されている。

20

【0048】

なお、図3に示す構成では、一つの第一の質量体21と固定電極51, 52との間のみにおける静電容量の変化を検知する。これに対して、図5の構成では、複数の質量体21, 22と固定電極51, 52との間の静電容量の変化を検知できる。

30

【0049】

<実施の形態2>

実施の形態1では、第二の質量体22は、第一の質量体21の上下辺に面して、各々1個ずつ配設されていた。本実施の形態では、第一の質量体21の上下辺に面して、各々複数個の第二の質量体22(223, 224, 225, 226)が配設されている。

【0050】

図6は、本実施の形態に係る加速度センサの構成を示す平面図である。ここで、図6は、第一の質量体21の下半分近辺のみを図示している。

【0051】

図6の例では、第一の質量体21の下辺に面して、4個の第二の質量体223, 224, 225, 226が配設されている。なお、図6においては図示を省略しているが、第一の質量体21の上辺に面して、同数の(図6の例では4個)の第二の質量体が、同様な配置にて配設されている。したがって、第一の質量体21の下半分近辺について、以下構成説明するが、第一の質量体21の上半分近辺においても、同様な構成が成立する。

40

【0052】

隣接する第二の質量体223～226は各々、間隔を設けて、図6の上下方向に並んで配置されている。各第二の質量体223～226には、2本の第二の梁32(321, 322, 323, 324)が繋がっている。

【0053】

具体的に、第二の質量体223には、2本(一対)の第二の梁321が繋がっており、

50

第二の質量体 224 には、2 本（一対）の第二の梁 322 が繋がっており、第二の質量体 225 には、2 本（一対）の第二の梁 323 が繋がっており、第二の質量体 226 には、2 本（一対）の第二の梁 324 が繋がっている。

【0054】

各第二の梁 321, 322, 323, 324 の一方端は、第二の質量体 223 ~ 226 に繋がっているが、各第二の梁 321, 322, 323, 324 の一方端は、固定端となるアンカー 34 に繋がっている。各対の第二の梁 321 ~ 324 において、一方の第二の梁 321 ~ 324 は、一方のアンカー 34 に接続され、他方の第二の梁 321 ~ 324 は、他方のアンカー 34 に接続される。なお、当該一方のアンカー 34 には、1 本の第一の梁 31 も接続され、当該他方のアンカー 34 には、他の 1 本の第一の梁 31 も接続される。

10

【0055】

上記以外の本実施の形態に係る加速度センサの構成は、実施の形態 1 に係る加速度センサと同じである。

【0056】

ところで、加速度に対する加速度センサの出力感度は、図 7 の破線で示すように、直線的に変化することが望ましい。実施の形態 1 に係る加速度センサでは、第一の質量体 21 の上下辺に面して、各 1 個の第二の質量体 22 が配設されている。当該構成の場合には、第一の質量体 21 が第二の質量体 22 に接触した時点で梁の剛性が変化するため、図 7 の実線に示すような、加速度に対する加速度センサの出力感度の特性となる。なお、図 7 は、加速度センサにおける加速度 - 出力感度特性を示す図であり、縦軸は出力感度であり、横軸は加速度である。

20

【0057】

これに対して、本実施の形態 2 に係る加速度センサでは、第一の質量体 21 の上下辺に面して、各 2 以上の第二の質量体 223 ~ 226 が配設されている。当該構成により、細やかな梁の剛性の調整が可能となる。したがって、図 8 の実線に示すような、加速度に対する加速度センサの出力感度の特性となる。つまり、図 8 に示すように、当該特性は、理想的な直線（破線）に近づけることができる。なお、図 8 も、加速度センサにおける加速度 - 出力感度特性を示す図であり、縦軸は出力感度であり、横軸は加速度である。

30

【0058】

以上のように、本実施の形態では、第二の質量体 22 (223 ~ 226) の数を増加させている。したがって、理想的な出力特性が得られ、高精度の加速度センサを提供することができる。

【0059】

なお、実施の形態 1, 2 において、第二の質量体 22 (223 ~ 226) は同じ質量であっても良く、または各々異なる質量であっても良い。また、第二の梁 32 (321 ~ 324) の剛性は同一であっても良く、または各々の剛性が異なっていても良い。つまり、より理想的な出力特性になるように、各第二の質量体 22 (223 ~ 226) の質量および各第二の梁 32 (321 ~ 324) の剛性を設定することが望まれる。

40

【0060】

図 6 に示す構成では、一つの第一の質量体 21 と固定電極 51, 52 との間のみにおける静電容量の変化を検知する。

【0061】

<実施の形態 3>

実施の形態 1 では、第一の質量体 21 と対面する第二の質量体 22 の面および第二の質量体 22 と対面する第一の質量体 21 の面は、各々平坦であった。本実施の形態では、第一の質量体 21 と対面する第二の質量体 22 の面および第二の質量体 22 と対面する第一の質量体 21 の面の少なくとも何れか一方には、突起が形成されている。

【0062】

図 9 は、本実施の形態に係る加速度センサの特徴的部分（つまり、第一の質量体 21 と

50

第二の質量体 2 2 とが対面する部分) 近傍の構成を示す拡大平面図である。

【0063】

図 9 に示す例では、断面が三角形状の複数の突起 7 が、第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の面に形成されている。なお、第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の面に形成される複数の突起 7 は、図 10 に示すように、断面が台形形状であっても良い。または、第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の面に形成される複数の突起 7 は、図 11 に示すように、断面が円形形状であっても良い。

【0064】

また、図 9, 10, 11 に示す例では、各突起 7 は、第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の面に形成されているが、第一の質量体 2 1 と対面する第二の質量体 2 2 の面に、当該突起 7 が形成されていても良い。または、第一の質量体 2 1 と対面する第二の質量体 2 2 の面および第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の両方に、突起 7 が形成されていても良い。

10

【0065】

高加速度が加速度センサに入力されると、第一の質量体 2 1 と第二の質量体 2 2 とは接触するため、スティックと呼ばれるはり付き現象が起こることが懸念される。そこで、本実施の形態では、第一の質量体 2 1 と対面する第二の質量体 2 2 の面および第二の質量体 2 2 と対面する第一の質量体 2 1 の面の少なくとも何れか一方に、突起 7 が形成されている。したがって、第一の質量体 2 1 と第二の質量体 2 2 との接触面積を下げることができ、結果としてスティックと呼ばれる現象を回避することができる。

20

【0066】

<実施の形態 4>

図 12 は、本実施の形態に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【0067】

本実施の形態では、加速度センサ素子 1 2 の構成が、実施の形態 1 に係る加速度センサ素子 1 1 の構成と異なる。なお、本実施の形態においても、主基板は、上下方向から支持基板により挟持されているが、図 12 では、図面簡略化のため、当該支持基板の図示を省略している。

【0068】

図 12 に示す、本実施の形態に係る加速度センサ素子 1 2 において、前述の加速度センサ素子 1 1 に類似し、対応する部分には、同一の符号を付して示し、当該同一符号の部材のここでの説明を省略する。

30

【0069】

図 3 に示した加速度センサ素子 1 1 と同様に、図 12 に示す加速度センサ素子 1 2 では、同様の形態で、第一の質量体 2 1 (櫛歯状の電極 2 1 1, 2 1 2 含む) および固定電極 5 1, 5 2 (櫛歯状の電極 5 1 1, 5 2 1) が構成・配置されている。

【0070】

本実施の形態に係る加速度センサ素子 1 2 では、第一の質量体 2 1 および固定電極 5 1, 5 2 は、平面視において、矩形枠体状の第二の質量体 2 3 により囲繞されている。ここで、第一の質量体 2 1 と第二の質量体 2 3 とは、4 本の第一の梁 3 1 により連結されている。具体的に、各第一の梁 3 1 は、第一の質量体 2 1 と第二の質量体 2 3 の内周辺部とを、連結する。当該第一の梁 3 1 を介して、第一の質量体 2 1 および第二の質量体 2 3 は、可動する(つまり、入力される加速度により変位可能である)。

40

【0071】

さらに、図 12 に示すように、図面左右における第二の質量体 2 3 の外周辺部には、櫛歯状の電極 2 3 2, 2 3 1 が各々設けられている。また、第二の質量体 2 3 の枠体の外側には、二つの固定電極 5 3, 5 4 が配設されている。固定電極 5 3 には、櫛歯状の電極 2 3 1 に対応して、櫛歯状の電極 5 3 1 が設けられおり、固定電極 5 4 には、櫛歯状の電極 2 3 2 に対応して、櫛歯状の電極 5 4 1 が設けられている。

【0072】

50

ここで、櫛歯状の電極 231 と櫛歯状の電極 531 とは、図 12 の上下方向に交互に、所望の間隔を隔てて配置されており、櫛歯状の電極 232 と櫛歯状の電極 541 とは、図 12 の上下方向に、所望の間隔を隔てて配置されている。

【0073】

固定電極 51, 52 は、第一の質量体 21 の変位を電気量に変換可能に配置されており、固定電極 53, 54 は、第二の質量体 22 の変位を電気量に変換可能に配置されている。

【0074】

また、本実施の形態に係る加速度センサ素子 12 では、第二の質量体 23 の外周辺部と固定端となるアンカー 34 とは、第二の梁 32 より連結されている。つまり、第二の質量体 23 は、アンカー 34 を介して、入力される加速度により変位可能に支持されている。アンカー 34 は、図 3 と同様、4 個であり、各アンカー 34 に対して、第二の質量体 32 を支持する第二の梁 32 が配設されている。

【0075】

上記構成から分かるように、第一の質量体 21 は、第一の梁 31、第二の質量体 32 および第二の梁 32 を介して、アンカー 34 により、入力される加速度により変位できるよう支持される。

【0076】

図 12 に示す本実施の形態に係る加速度センサ素子 12 に加速度が入力されたときの動作、作用は、前述の加速度センサ素子 11 と同様である。

【0077】

つまり、当該加速度センサ素子 12 に高加速度が入力されると、第一の質量体 21 の上下辺部が、第二の質量体 23 の内周辺部と接触する。これにより、第一の質量体 21 の可動は、第二の質量体 23 の質量および剛性の高い第二の梁 32 の剛性が作用・影響する。つまり、加速度センサ素子 12 は、高加速度領域では、第一の質量体 21 と第二の質量体 22 との合計質量、および、第一の梁 31 の剛性と第二の梁 32 の剛性とで、出力感度が決定される。これに対して、当該加速度センサ素子 12 は、低加速度領域では、第一の質量体 21 の質量と梁 31 の剛性とで出力感度が決定される。

【0078】

以上のように、本実施の形態に係る加速度センサでは、第一の質量体 21 を囲繞するように、第二の梁 32 で保持された第二の質量体 23 が配設されている。

【0079】

したがって、1 つの加速度センサ素子 12 で広い範囲の加速度（低加速度の領域および高加速度の領域の両方）を検出することができる。さらに、高加速度の領域で作用する第二の質量体 23 の大きさを、第二の質量体 22 よりも大きくできる。したがって、本実施の形態に係る加速度センサは、高加速度を、実施の形態 1 に係る加速度センサよりも、高精度に検出することができる。

【0080】

なお、図 12 に示す構成では、第一の梁 31 は、第一の質量体 21 と第二の質量体 23 とを連結していた。これに対して、図 13 に示す加速度センサ素子 12A を採用することもできる。

【0081】

図 13 に示す加速度センサ素子 12A では、固定端となる 4 個のアンカー 35 が別途設けられている。各アンカー 35 は、主基板を挟持する支持基板により固定・支持されている。図 13 に示す構成では、各第一の梁 31 は、第一の質量体 21 とアンカー 35 とを連結する。つまり、図 13 に示す構成では、第一の質量体 21 は、入力される加速度により変位できるように、第一の梁 31 およびアンカー 35 を介して固定・支持されている。当該第一の梁 31 の連結態様以外の構成は、図 12 に示す構成と図 13 に示す構成とで同じである。

【0082】

10

20

30

40

50

当該図13に示す加速度センサにおいても、図12に示す加速度センサと同様な効果を奏する。

【0083】

なお、図12、13の構成では、第一の質量体21と固定電極51、52との間の静電容量の変化、および第二の質量体23と固定電極53、54との間の静電容量の変化を検知できる。

【0084】

また、図12、13に示す構成において、固定電極53、54を省略し、櫛歯状の電極231、232を省略することにより、一個の第一の質量体21と固定電極51、52との間のみにおける静電容量の変化を検知できるようにしても良い。

10

【0085】

<実施の形態5>

図14は、本実施の形態に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【0086】

本実施の形態では、加速度センサ素子13の構成が、実施の形態1に係る加速度センサ素子11の構成と異なる。なお、本実施の形態においても、主基板は、上下方向から支持基板により挟持されているが、図14では、図面簡略化のため、当該支持基板の図示を省略している。

【0087】

図14に示す、本実施の形態に係る加速度センサ素子13において、前述の加速度センサ素子11に類似し、対応する部分には、同一の符号を付して示し、当該同一符号の部材のここでの説明を省略する。

20

【0088】

図3に示した加速度センサ素子11と同様に、図14に示す加速度センサ素子13では、同様の形態で、第一の質量体21（櫛歯状の電極211、212含む）および固定電極51、52（櫛歯状の電極511、521）が構成・配置されている。

【0089】

本実施の形態に係る加速度センサ素子13においても、第一の質量体21と各アンカー34とは、第一の梁31により連結されており、第一の質量体21は、入力される加速度により変位できるように、第一の梁31を介して、アンカー34によって支持されている。

30

【0090】

本実施の形態に係る加速度センサ素子13では、前述の加速度センサ素子11と異なり、第二の質量体22および第二の梁32が省略されている。その代わりに、本実施の形態に係る加速度センサ素子13では、支柱8が配設されている。図14に示すように、各第一の梁31に対応して、支柱8が各々配設されており、各支柱8は、各第一の梁31の近傍に配置されている。

【0091】

本実施の形態では、第一の梁31の近傍に配置された支柱8が、実施の形態1で説明した変位容易度変化部材である。

40

【0092】

なお、図14の構成では、第一の梁31の近傍に配設される支柱8は、第一の梁31の途中の片側のみに配置されている。しかし、図14の構成と異なり、各第一の梁31の近傍に配設される支柱8は、当該第一の梁31途中において、当該第一の梁31の両側に各々配置されていても良い。

【0093】

ここで、上記各支柱8は、図14において図示を省略している支持基板の両方またはどちらか一方に、固定されている。

【0094】

図15は、第一の梁31近傍の様子を示す拡大平面図である。図15を用いて、本実施

50

の形態に係る加速度センサの動作を説明する。

【0095】

本実施の形態に係る加速度センサに対して加速度が入力されると、第一の質量体21は、図15の上下方向に変位する。ここで、一定以上の加速度が入力されると、第一の質量体21は大きく変位し、第一の梁31と、当該第一の梁31の近傍に位置する支柱8とが接触する(図15参照)。当該接触後では、第一の質量体21の変位に影響する第一の梁31は、接触していない場合と比較して、梁長が見かけ上短くなり、第一の梁31の剛性は高くなる。

【0096】

つまり、本実施の形態に係る加速度センサでは、低加速度領域では、第一の梁31は支柱8に接触していない、高加速度領域では、第一の梁31は支柱8に接触し、第一の梁31の剛性が高くなる。結果として、本実施の形態に係る加速度センサでは、高範囲の加速度を検出することができる。

【0097】

なお、図15の構成では、一本の第一の梁31に対して、当該第一の梁31の一の側面において、1個の支柱8のみが配設されていた。これに対して、図16に示すように、一本の第一の梁31に対して、当該第一の梁31の一の側面において、複数(図16では3個)の支柱8が第一の梁31の延設方向に沿って配設されていても良い。

【0098】

ここで、図16では、第一の梁31の一方の側面にのみ、複数の支柱8が配設されているが、第一の梁31の両側面において、複数の支柱8が第一の梁31の延設方向に沿って配設されていても良い。

【0099】

また、図15では、支柱8の平面視形状は三角形であるが、支柱8の平面視形状はこれに限らず、図16に示すように円形であっても良い。

【0100】

図16に示すように、各第一の梁31の近傍に配置される支柱8の数を増やすことにより、より細かな梁の剛性の調整が可能となる。したがって、図16に示す構成を有する加速度センサでは、出力感度特性を、図8に示すように理想的な直線(破線)に近づけることができる。

【0101】

<実施の形態6>

図17は、本実施の形態に係る加速度センサの構成を示す平面図である。

【0102】

本実施の形態では、加速度センサ素子14の構成が、実施の形態1に係る加速度センサ素子11の構成と異なる。なお、本実施の形態においても、主基板は、上下方向から支持基板により挟持されているが、図17では、図面簡略化のため、当該支持基板の図示を省略している。

【0103】

図17に示す、本実施の形態に係る加速度センサ素子14において、前述の加速度センサ素子11に類似し、対応する部分には、同一の符号を付して示し、当該同一符号の部材のここでの説明を省略する。

【0104】

図3に示した加速度センサ素子11と同様に、図17に示す加速度センサ素子14では、同様の形態で、第一の質量体21(櫛歯状の電極211, 212含む)および固定電極51, 52(櫛歯状の電極511, 521)が構成・配置されている。

【0105】

本実施の形態に係る加速度センサ素子14においても、第一の質量体21と各アンカー34とは、第一の梁31により連結されており、第一の質量体21は、入力される加速度により変位できるように、第一の梁31を介して、アンカー34によって支持されている

10

20

30

40

50

。

【0106】

本実施の形態に係る加速度センサ素子14では、前述の加速度センサ素子11と異なり、第二の質量体22および第二の梁32が省略されている。その代わりに、本実施の形態に係る加速度センサ素子14では、第二の梁33と梁囲繞部9とが配設されている。

【0107】

図17に示すように、本実施の形態に係る第二の梁33の一端は、第一の質量体21に接続されている。また、図17に示すように、第一の質量体21の静止状態において、第二の梁33の他端は、平面視において、梁囲繞部9により囲繞されている。つまり、第一の質量体21の静止状態において、第二の梁33の他端は解放され、如何なる部材とも接触していない（換言すると、第二の梁33の他端は、支持基板により支持も固定もされていない）。

【0108】

図17に示すように、梁囲繞部9の平面視形状は、コの字状であり、当該梁囲繞部9は、第二の梁33の他端のみならず、当該他端と接続する当該第二の梁33の両側面部も囲繞する。図17の例では、第二の梁33は、第一の質量体21の左右側面部から1本ずつ配設されており、各第二の梁33に対応して、梁囲繞部9が各々配設されている。

【0109】

本実施の形態では、第二の梁33の他端付近を囲繞する梁囲繞部9が、実施の形態1で説明した変位容易度変化部材である。

【0110】

ここで、上記各梁囲繞部9は、図17の表裏方向に延設されており、図17において図示を省略している支持基板の両方またはどちらか一方に、固定されている。

【0111】

図18、19は、第二の梁33近傍の様子を示す拡大平面図である。図18、19を用いて、本実施の形態に係る加速度センサの動作を説明する。

【0112】

本実施の形態に係る加速度センサに対して加速度が入力されていない、または低加速度が入力されているときには、図18に示すように、第二の梁33の他端は、梁囲繞部9から分離されており、自由端となっている。

【0113】

本実施の形態に係る加速度センサに対して一定以上の加速度が入力されると、第一の質量体21は、図19の上下方向に大きく変位する。そして、図19に示すように、第二の梁33の他端は、梁囲繞部9と接触する。当該接触後では、第一の質量体21の変位に影響する梁は、第一の梁31と第二の梁33の両方となり、梁全体の剛性が、前記接触前と比較して高くなる。

【0114】

つまり、本実施の形態に係る加速度センサでは、低加速度領域では、第二の梁33は梁囲繞部9に接触していない、第一の質量体21の変位に影響を及ぼす梁は、第一の梁31のみである。他方、高加速度領域では、第二の梁33は梁囲繞部9に接触し、第一の質量体21の変位に影響を及ぼす梁は、第一の梁31および第二の梁33の両方となる。結果として、本実施の形態に係る加速度センサでは、高範囲の加速度を検出することができる。

【0115】

なお、図17の構成では、第二の梁33は、第一の質量体21の左右側面部から1本ずつ配設されていた。これに対して、図20に示すように、第二の梁33は、第一の質量体21の左右側面部から複数本（図20の例では3本）ずつ配設されており、各第二の梁33に対応して、梁囲繞部9が各々配設されていても良い。

【0116】

図20に示すように、第二の梁33と当該第二の梁33に対応して配設される梁囲繞部

10

20

30

40

50

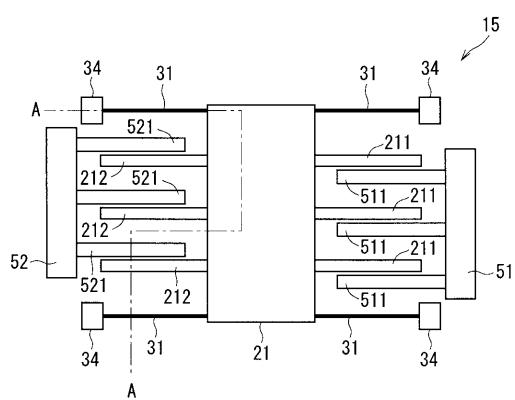
9の数を増やすことにより、より細かな梁の剛性の調整が可能となる。したがって、図20に示す構成を有する加速度センサでは、出力感度特性を、図8に示すように理想的な直線（破線）に近づけることができる。

【符号の説明】

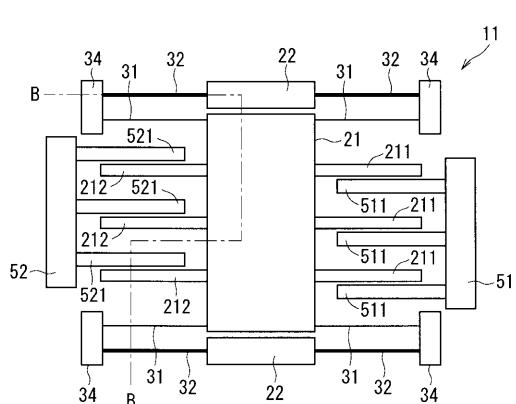
【0 1 1 7】

7 突起、8 支柱、9 梁回繞部、11, 12, 13, 14, 15 加速度センサ素子、21 第一の質量体、22, 223, 224, 225, 226 第二の質量体、31 第一の梁、32, 33, 321, 322, 323, 324 第二の梁、34, 35 アンカー、51, 52, 53, 54 固定電極、61 主基板、62, 63 支持基板、211, 212, 221, 222 (第一の質量体の) 櫛歯状の電極、511, 512 (固定電極51の) 櫛歯状の電極、521, 522 (固定電極52の) 櫛歯状の電極、531 (固定電極53の) 櫛歯状の電極、541 (固定電極54の) 櫛歯状の電極。 10

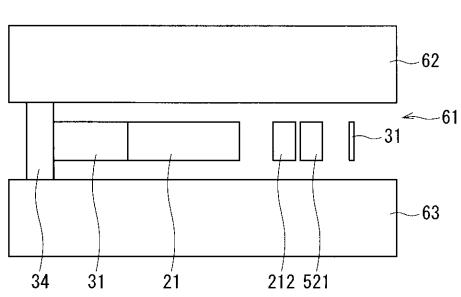
【図1】



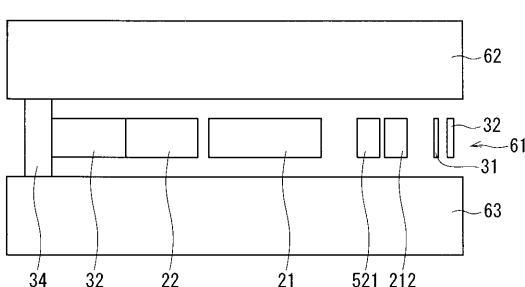
【図3】



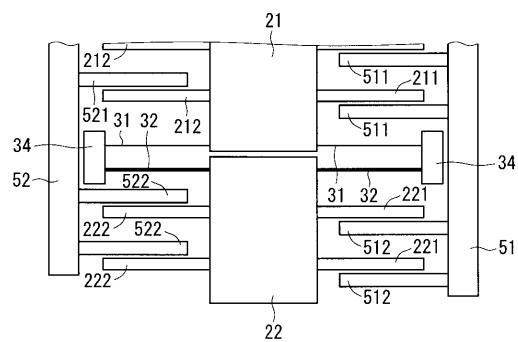
【図2】



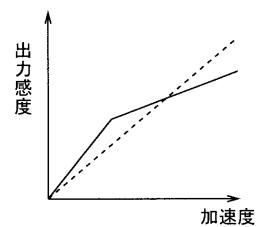
【図4】



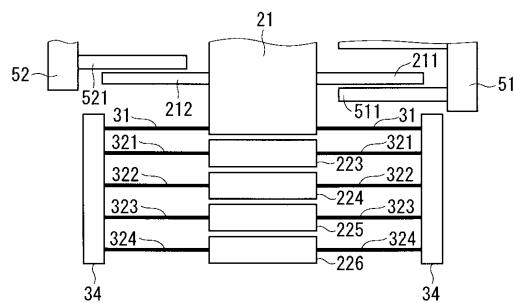
【図 5】



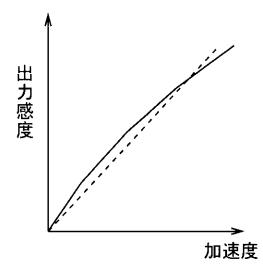
【図 7】



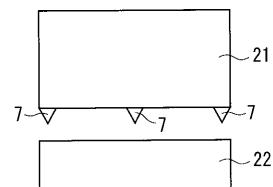
【図 6】



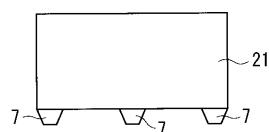
【図 8】



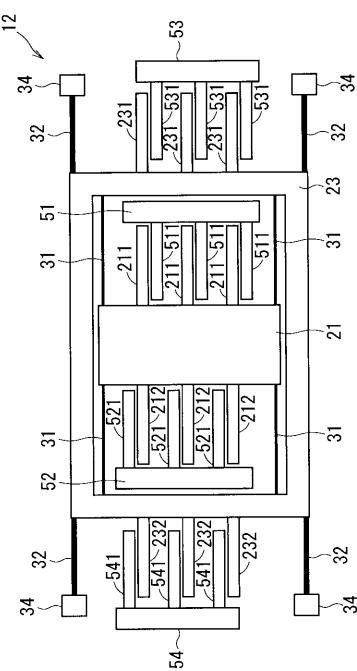
【図 9】



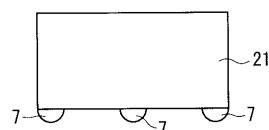
【図 10】



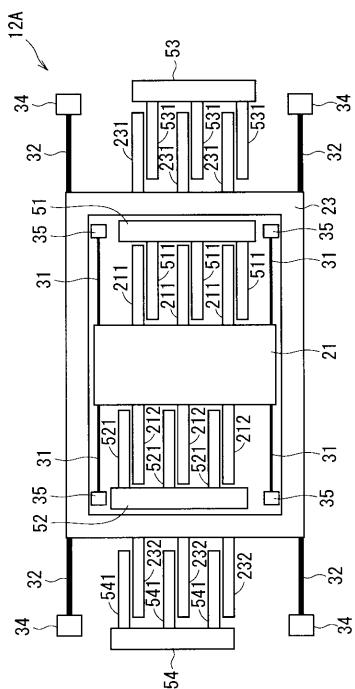
【図 12】



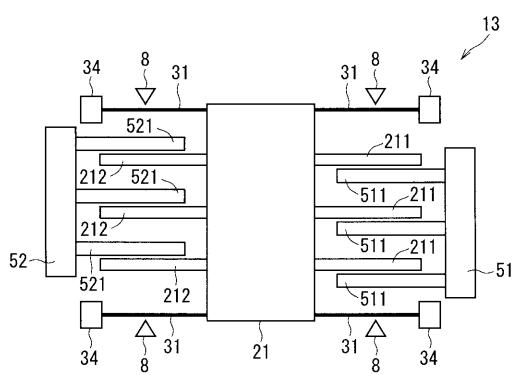
【図 11】



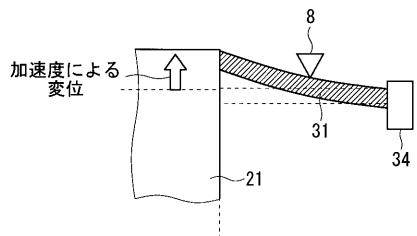
【 図 1 3 】



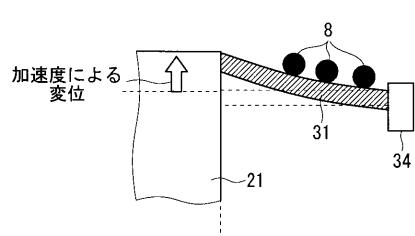
【 図 1 4 】



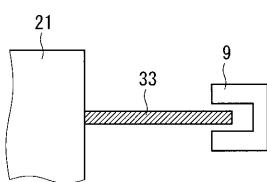
【図15】



【図16】

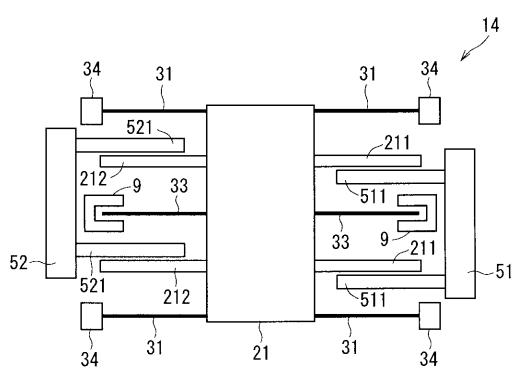


【 図 1 8 】

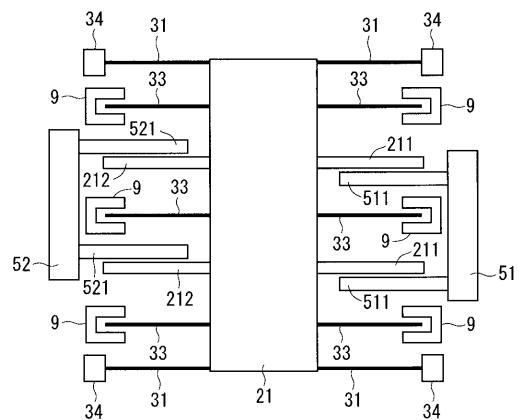


【図19】

〔 図 1 7 〕



【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 村上 剛史

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

F ター&ム(参考) 3C081 AA13 BA07 BA44 BA48 BA76 EA02

4M112 AA02 BA07 CA21 CA22 CA24 CA26 CA31 CA35 DA02 DA18

EA03 EA13 FA07 FA20