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

特許第5579190号
(P5579190)

(45)発行日　平成26年8月27日(2014.8.27)　(24)登録日　平成26年7月18日(2014.7.18)

(51)Int.Cl.		F I		
G01P 15/09	(2006.01)	G01P	15/09	D
H01L 41/08	(2006.01)	H01L	41/08	Z
H01L 41/187	(2006.01)	H01L	41/18	101D

請求項の数 10　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2011-535351 (P2011-535351)
(86)(22)出願日　平成22年9月28日(2010.9.28)
(86)国際出願番号　PCT/JP2010/066756
(87)国際公開番号　WO2011/043219
(87)国際公開日　平成23年4月14日(2011.4.14)
審査請求日　平成24年4月12日(2012.4.12)
審判番号　不服2013-5919(P2013-5919/J1)
審判請求日　平成25年4月3日(2013.4.3)
(31)優先権主張番号　特願2009-233334(P2009-233334)
(32)優先日　平成21年10月7日(2009.10.7)
(33)優先権主張国　日本国(JP)

早期審査対象出願

(73)特許権者　000134257
ＮＥＣトーキン株式会社
宮城県仙台市太白区郡山６丁目７番１号
(74)代理人　100117341
弁理士　山崎　拓哉
(72)発明者　齋藤　益人
宮城県仙台市太白区郡山六丁目７番１号
ＮＥＣトーキン株式会社内

合議体
審判長　飯野　茂
審判官　樋口　信宏
審判官　新川　圭二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧電式加速度センサ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
圧電素子と金属板と基板とからなり、加速度に比例して生じる電圧によって前記加速度を測定するために使用される圧電式加速度センサであって、
前記圧電素子は、矩形板状に形成されており且つ所定方向に分極処理されており、
前記基板は、増幅回路が搭載された基板回路部と、前記基板回路部の端部から突出した略平面状の基板ベース部とを備え、
前記基板は、前記所定方向と直交するように配置されており、
前記金属板の一方の板面は前記基板ベース部の一方の面に支持固定され、前記金属板の他方の板面には、前記所定方向において前記圧電素子と前記基板ベース部とが重ならないように、前記圧電素子が支持固定されている
圧電式加速度センサ。
【請求項２】
請求項１記載の圧電式加速度センサであって、
前記所定方向に沿って見たとき、前記金属板は、加速度によって撓んだ場合に前記基板回路部と接触しない程度に前記基板回路部から離れて位置している
圧電式加速度センサ。
【請求項３】
請求項１又は請求項２記載の圧電式加速度センサであって、
前記所定方向に沿って見たとき、前記圧電素子は、加速度によって全体が同一方向に撓

むように、前記基板ベース部から離れて位置している
圧電式加速度センサ。
【請求項４】
請求項１乃至請求項３記載の圧電式加速度センサであって、
前記所定方向に沿って見たときの前記圧電素子と前記基板ベース部との間隔は、前記金属板が加速度による不要振動を実質的に生じない程度に設定されている
圧電式加速度センサ。
【請求項５】
請求項１乃至請求項４記載の圧電式加速度センサであって、
前記金属板は、前記基板ベース部の先端よりも前記基板回路部の側に位置している
圧電式加速度センサ。
【請求項６】
請求項１乃至請求項５記載の圧電式加速度センサであって、
前記基板回路部の端部から２つの前記基板ベース部が同一平面上において互いに平行に突出しており、
前記金属板の前記一方の板面は、長さ方向の両端部がそれぞれ前記基板ベース部の前記一方の面に支持固定されている
圧電式加速度センサ。
【請求項７】
請求項６記載の圧電式加速度センサであって、
前記所定方向に沿って見たとき、前記基板ベース部のそれぞれと前記圧電素子との間隔が略同一である
圧電式加速度センサ。
【請求項８】
請求項１乃至請求項７記載の圧電式加速度センサであって、
前記圧電素子と前記金属板とが、ユニモルフ型圧電振動子を構成しており、
前記圧電素子と前記基板回路部とを接続するリード線の数は１本のみである
圧電式加速度センサ。
【請求項９】
請求項１乃至請求項７記載の圧電式加速度センサであって、
前記圧電素子は、バイモルフ型圧電振動子である
圧電式加速度センサ。
【請求項１０】
請求項１乃至請求項９記載の圧電式加速度センサであって、
さらにケースを備え、
前記ケースの内部には支持面を有する収容空間が形成されており、前記基板ベース部の前記金属板を支持する前記一方の面と前記所定方向において反対側の面が、前記支持面に支持固定されている
圧電式加速度センサ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、振動検知等の目的で使用される圧電式加速度センサに関する。特に、圧電式加速度センサにおいて使用される圧電振動子の好適な支持構造に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、ますます多くの電子機器が、ＤＶＤ／ＢＤレコーダ、テレビ、携帯機器等に搭載されるようになっている。搭載される電子機器の精密さも増している。電子機器の信頼性に対する要求は高まる一方である。電子機器に対する衝撃や電子機器自身が発する振動を検知する為に、１００ｍＶ／Ｇ以上の高い出力感度を備えた、小型かつ低価格な加速度セ

ンサが求められている。
【０００３】
加速度を検出する方法については、従来から様々な方式の提案がなされ実用化されている。特に、圧電セラミックスの撓みを利用したベンディング型圧電加速度センサ（以下、単に「圧電式加速度センサ」という。）は、構造が簡単で低価格化が容易であるため、広く利用されている。
【０００４】
圧電セラミックスの撓みによる出力感度は原理上最大でも数ｍＶ／Ｇ程度に限られている。従って、１００ｍＶ／Ｇ以上の出力感度を得るためには、圧電セラミックスからの出力を最終的に増幅する必要がある。しかしながら、圧電セラミックスを小型に保ったままで出力感度を増加することも重要である。
【０００５】
このため、圧電セラミックスのさまざまな支持構造が提案されている。例えば、特許文献１の圧電セラミックスは収納ケースの側面部によって片持ち梁構造で支持される。特許文献２の圧電セラミックスは収納ケースの底面部によって両持ち梁構造で支持される。特許文献３には、圧電振動子の両端部近傍を中央部分と逆方向に分極させ、圧電振動子を両持ち梁構造で支持することで出力感度を向上させるという技術が開示されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特表平５－５０５２３６号公報
【特許文献２】特開平９－２６４３１号公報
【特許文献３】特開２０００－１２１６６１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
しかしながら、これまで提案されたいずれの方法によっても、充分な出力感度は得られていない。さらに、特許文献１及び特許文献２に開示された支持構造を採用する場合、圧電セラミックスを収納ケースに収納するまで（即ち、圧電式加速度センサの製造がほぼ終了するまで）動作確認検査を行なうことができない。また、特許文献３の技術を採用する場合、圧電振動子を分極するために複雑な工程が必要になる。
【０００８】
本発明は、小型でありながら高い出力感度を有し量産性に優れた圧電式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】
本発明の一の側面は、
圧電素子と金属板と基板とからなる圧電式加速度センサであって、
前記圧電素子は、所定方向に分極処理されており、
前記基板は、基板回路部と、前記基板回路部の端部から突出した略平面状の基板ベース部とを備え、
前記金属板の一方の板面は前記基板ベース部の一方の面に支持固定され、前記金属板の他方の板面には、前記所定方向において前記圧電素子と前記基板ベース部とが重ならないように、前記圧電素子が支持固定されている
圧電式加速度センサを提供する。
【発明の効果】
【００１０】
本発明によれば、圧電セラミックスを従来と異なる構造で支持することにより、小型でありながら高い出力感度を有する圧電式加速度センサを得ることができる。また、本発明による圧電式加速度センサは量産性にも優れている。

【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】本発明の第１の実施の形態による圧電式加速度センサを示す平面図である。
【図２】図１の圧電式加速度センサの正面図である。
【図３】図１の圧電式加速度センサを、加速度によって撓んだ状態において示す正面図である。
【図４】本発明の第２の実施の形態による圧電式加速度センサを、蓋を外した状態で示す平面図である。
【図５】図４の圧電式加速度センサのV－V断面図である。
【図６】圧電素子が基板に直接支持されている圧電式加速度センサを示す平面図である。
【図７】図６の圧電式加速度センサの正面図である。
【図８】圧電式加速度センサの基板の変形例を示す平面図である。
【図９】従来の圧電式加速度センサの一例を、蓋を外した状態で示す平面図である。
【図１０】図９の圧電式加速度センサのX－X断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
以下に本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、以下の説明において上下左右等の方向を示す場合、当該方向は部材等の絶対的な位置を示すものではなく、各図面における相対的な位置を示すに過ぎない。
【００１３】
（第１の実施の形態）
図１及び図２に示すように、本発明の第１の実施の形態による圧電式加速度センサ５０は、基板５６、リード線５９、出力ケーブル６０、圧電セラミック板（圧電素子）５３及び金属板５５から構成されている。
【００１４】
基板５６は基板回路部５６ａと基板ベース部５６ｂを備えている。基板回路部５６ａは矩形平面形状に形成されている。基板ベース部５６ｂは矩形平面形状に形成され、基板回路部５６ａの端部から突出している。本実施形態では、２つの基板ベース部５６ｂが、基板回路部５６ａの１辺の両端部近傍から、同一平面上において互いに平行に突出している。言い換えれば、基板５６は四角形基板の一辺の中央部分を切り欠いてU字型に形成されている。基板回路部５６ａ上には増幅回路等が搭載されており、リード線５９及び出力ケーブル６０が半田等により増幅回路等に接続されている。２つの基板ベース部５６ｂは、上面５６ｃの少なくとも一部に導電性部分を有しており、この導電性部分は、基板回路部５６ａの増幅回路等と電気的に接続されている。
【００１５】
圧電セラミック板５３は、ジルコン酸チタン酸鉛（ＰＺＴ）等の圧電体を材料として矩形板状に形成されている。圧電セラミック板５３は、図２の黒矢印の向き（上下方向）に一様に分極処理されている。圧電セラミック板５３は、分極方向（所定方向）に対向する２つの主面（５３ｃ及び５３ｄ）を備えている。圧電セラミック板５３の一方の主面５３ｃには、銀ペースト等を塗布することにより上電極５３ａが形成されている。上電極５３ａにはリード線５９が半田等により接続されている。
【００１６】
金属板５５は２つの板面（上面５５ａ及び下面５５ｂ）を備えている。圧電セラミック板５３の主面５３ｄは、導電接着剤等によって上面５５ａと接着固定されている。即ち、上面５５ａは圧電セラミック板５３を支持固定している。上電極５３ａを備える圧電セラミック板５３と金属板５５により、加速度検知素子であるユニモルフ型の圧電振動子（電気機械変換素子）５２が構成されている。
【００１７】
金属板５５の長さ方向（図１及び図２において左右方向）両端部は、圧電セラミック板５３の長さ方向の両端部から、長さ方向の外側に向けて突出している。この２つの突出部

分（被支持部５５ｃ）のそれぞれは、基板ベース部５６ｂの上面５６ｃと、導電接着剤等により接着固定されている。即ち、被支持部５５ｃの一方の板面である下面５５ｂは基板ベース部５６ｂの一方の面である上面５６ｃに支持固定されている。金属板５５は、基板ベース部５６ｂを経由して基板回路部５６ａの増幅回路等と電気的に接続されている。

【００１８】

以上に説明したように、圧電振動子５２は２つの基板ベース部５６ｂによって両持ち梁構造で支持されている。図１及び図２に示されているように、圧電セラミック板５３と基板ベース部５６ｂは、分極方向において互いに重なっていない。従って、圧電セラミック板５３全体が上下方向（分極方向）に撓むことができる。

【００１９】

圧電式加速度センサ５０が加速度を受けると、圧電振動子５２は加速度に比例する慣性力を受ける。例えば、圧電式加速度センサ５０に分極方向（図２において垂直方向）の加速度が与えられると、図３に示すように、圧電振動子５２の長さ方向の中心部が上方向（分極方向）に撓む。その結果、圧電振動子５２の上電極５３ａと金属板５５に、それぞれ逆符号の電荷が生じる。即ち、上電極５３ａと金属板５５の間に、加速度に比例した電圧が生じる。生じた電圧は、リード線５９及び基板ベース部５６ｂを経由して基板回路部５６ａ上の増幅回路に入力される。増幅回路によって増幅された電圧（出力信号）は、出力ケーブル６０によって圧電式加速度センサ５０の外部に出力される。外部に出力された電圧を測定することで、圧電式加速度センサ５０が受けた加速度を求めることができる。

【００２０】

図１０に示されるように、従来の圧電式加速度センサ９１においては、圧電セラミック板９３の一部が支持固定されていた。このため、圧電セラミック板９３の中央部分が撓むと、圧電セラミック板９３の支持固定されている部分の近傍が中央部分と逆向きに撓む。即ち、圧電セラミック板９３に変曲点が発生する。その結果、中央部分と変曲点部分に逆符号の電荷が発生し電荷が相殺されるため、出力感度が低下していたと考えられる。

【００２１】

一方、本実施形態による圧電式加速度センサ５０の圧電セラミック板５３は、基板ベース部５６ｂに直接固定されていない。このため、加速度によって圧電セラミック板５３が撓んだときに、圧電セラミック板５３に変曲点が発生して出力感度が低下することを抑制することができる。

【００２２】

特に、図１に示すように、分極方向から見たとき、圧電セラミック板５３の長さ方向の両端部を基板ベース部５６ｂから所定間隔Ｗ３だけ離すことで、圧電セラミック板５３が加速度によって同一方向に撓むようにすることができる。逆に言えば、所定間隔Ｗ３の値としては、圧電セラミック板５３の厚さ等を考慮して、圧電セラミック板５３が加速度によって同一方向に撓むような値を採用すればよい。このように、圧電セラミック板５３を基板ベース部５６ｂから適切な距離だけ離すことで、変曲点を圧電セラミック板５３ではなく、金属板５５の被支持部５５ｃに発生させることができ、加速度に対する出力感度がより向上する。本実施形態において所定間隔Ｗ３＞０とするためには、圧電セラミック板５３の長さＬ２は、２つの基板ベース部５６ｂの左右両端の間隔Ｌ３及び基板ベース部５６ｂの幅Ｗ１との関係で、下記の式１を満たす必要がある。

（式１）（Ｌ３－Ｌ２）／２＞Ｗ１

【００２３】

ただし、所定間隔Ｗ３の値を大きくしすぎると、加速度による振動が金属板５５に吸収されてしまう。詳しくは、加速度が変化するとき、圧電セラミック板５３の長さ方向の端部と基板ベース部５６ｂの間の金属板５５が振動する。その結果、圧電セラミック板５３が充分に撓まず、出力感度が低下する。従って、所定間隔Ｗ３の値は、加速度による不要振動が金属板５５に実質的に生じない程度に設定する必要がある。

【００２４】

本実施形態においては、図１に示すように、２つの基板ベース部５６ｂのそれぞれと圧

電セラミック板５３の長さ方向の端部の間隔は同一（所定間隔Ｗ３）である。このようにすることで、圧電セラミック板５３が２つの基板ベース部５６ｂによって均等に支持され、圧電セラミック板５３が長さ方向の中央部分を中心にして対称に撓む。従って、出力感度がより向上する。

【００２５】

また、本実施形態による圧電式加速度センサ５０は、金属板５５の被支持部５５ｃが幅方向において基板ベース部５６ｂからはみ出していない。言い換えれば、図１に示すように、被支持部５５ｃは、基板ベース部５６ｂの先端よりも基板回路部５６ａ側に位置している。上記のような支持構造とすることで、圧電振動子５２の振動による基板ベース部５６ｂの不要振動が低減し、圧電式加速度センサ５０から安定した出力が得られる。なお、上記の構成を採るためには、基板ベース部５６ｂの長さＬ１と金属板５５の幅Ｗ２は下記の式２を満たす必要がある。

（式２）Ｌ１＞Ｗ２

【００２６】

例えば、圧電式加速度センサ５０が図１の上方向の加速度を受けた場合、圧電振動子５２は基板回路部５６ａの方向に撓む。このように圧電振動子５２が基板回路部５６ａの方向に撓む可能性がある場合、圧電振動子５２を支持固定する金属板５５は、加速度によって撓んだ場合に基板回路部５６ａと接触しない程度に基板回路部５６ａから離れて位置させたほうがよい。即ち、図１に示すように、圧電振動子５２と基板回路部５６ａとの距離Ｗ４を、想定される使用状況において圧電振動子５２と基板回路部５６ａが接触しない程度に設定した方がよい。距離Ｗ４をそのように設定するためには、長さＬ１、幅Ｗ２及び距離Ｗ４は下記の式３を満たす必要がある。

（式３）Ｌ１＞Ｗ２＋Ｗ４

【００２７】

以上で説明したように、本実施形態による圧電式加速度センサ５０は、圧電振動子５２内で生じた電荷が相殺されないため、小型でありながら出力感度に優れている。

【００２８】

図９及び図１０に示されるように、従来の圧電式加速度センサ９１では、圧電振動子９２の上電極９３ａ及び下電極９３ｂと基板９６に搭載された増幅回路を電気的に接続するために、２本のリード線（９９ａ及び９９ｂ）が必要だった。一方、本実施形態による圧電式加速度センサ５０では、金属板５５と基板ベース部５６ｂの導電性部分が直接接続されている。即ち、圧電式加速度センサ５０のリード線の本数は１本である。従って、製造工程の削減を図る事ができるとともに品質のばらつきを低減することができる。

【００２９】

（第２の実施の形態）

図４及び図５に示すように、本発明の第２の実施の形態による圧電式加速度センサ５１は、第１の実施の形態による圧電式加速度センサ５０をケース５７の内部に収容したものである。

【００３０】

ケース５７は、想定される加速度に対する変形が起こらないような剛性を備えた材料により形成されている。ケース５７の内部には、支持面５７ｂを有する収容空間５７ａが形成されている。収容空間５７ａは、圧電振動子５２を支持固定した状態での基板５６を収容可能なサイズに形成されている。基板５６の基板回路部５６ａ及び基板ベース部５６ｂは、支持面５７ｂが分極方向と直交するようにして、熱硬化性エポキシ樹脂等で支持面５７ｂに接着されている。即ち、基板ベース部５６ｂの下面５６ｄ（金属板５５を支持する上面５６ｃとは分極方向において反対側の面）が、支持面５７ｂに支持固定されている。

【００３１】

図５に示すように、基板５６及び圧電振動子５２を収容空間５７ａに収容した状態で、ケースの蓋５８がケース５７と圧入等により固定されている。図４に示すように、出力ケーブル６０はケース５７の外部に延びている。

【００３２】
圧電式加速度センサ５１が加速度を受けると、圧電式加速度センサ５０と同様に、圧電セラミック板５３の撓みによって電圧が生じ、生じた電圧は増幅回路によって増幅される。増幅された電圧は出力ケーブル６０によって圧電式加速度センサ５１の外部に出力される。
【００３３】
圧電式加速度センサ５１の圧電振動子５２は、ケース５７によってではなく基板ベース部５６ｂによって支持固定されている。従って、基板５６及び圧電振動子５２をケース５７の収容空間５７ａに収容する前に、基板５６と圧電振動子５２を組立てるだけで、動作確認検査を行うことができる。
【００３４】
また、ケース５７に圧電振動子５２が撓むための溝を設ける必要がないので、ケース５７の支持面５７ｂを凹凸のない平面状に形成することができる。このため、ケース５７の支持面５７ｂの厚さを従来よりも薄くすることが可能となり、ケース５７をより小さくすることができる。
【００３５】
図６及び図７に、第１及び第２の実施の形態の変形例を示す。本変形例の圧電振動子５２ａは、圧電セラミック板５３の分極方向に直交する２つの主面に、銀ペースト等からなる上電極５３ａ及び下電極５３ｂがそれぞれ形成されている。圧電振動子５２ａは金属板５５を備えておらず、圧電振動子５２ａの長さ方向両端部分の下電極５３ｂが、それぞれ基板ベース部５６ｂに支持固定されている。即ち、圧電振動子５２ａの下電極５３ｂは、基板ベース部５６ｂの導電部分を介して、基板回路部５６ａの増幅回路等と電気的に接続されている。以上の構成を除くと、圧電式加速度センサ５０ａは圧電式加速度センサ５０と同様に構成されている。
【００３６】
圧電式加速度センサ５０ａは、圧電式加速度センサ５０と同様に、ケース５７に収容して使用することができる。例えば、出力感度の向上がそれほど重要ではなく、ケース５７を小型化すること及びケース５７収容前に動作確認検査を行うことが重要な場合には、圧電式加速度センサ５０ａを使用することができる。
【００３７】
（変形例）
圧電式加速度センサ５０、圧電式加速度センサ５０ａ及び圧電式加速度センサ５１を様々に変形することが可能である。例えば、基板５６の形状をＵ字型ではなく、図８（ａ）に示すように四角形の一辺の片端部を切り欠いたＬ字型とし、圧電振動子（５２、５２ａ）を片持ち梁構造で支持してもよい。図８（ｂ）に示すように四角形の一辺の両端部を切り欠いたＴ字型とし、圧電振動子（５２、５２ａ）を中央支持構造で支持してもよい。特に、圧電式加速度センサ５０ａを変形して片持ち梁構造又は中央支持構造とした場合、両持ち梁構造に比べて出力感度を向上させることが可能となる。以上の他、基板回路部５６ａ及び基板ベース部５６ｂの形状は様々に変形することができる。
【００３８】
また、圧電振動子５２はユニモルフ型に限らず、バイモルフ型であってもよいし、その他の型であってもよい。金属板５５の形状も矩形状に限らず、圧電振動子５２を支持可能な様々な形状を採用することができる。
【００３９】
圧電振動子５２の支持構造、金属板５５の厚さ及び寸法等は、求められる出力感度、想定される使用周波数帯、耐衝撃力などの仕様を元に選択すればよい。
【実施例】
【００４０】
本発明に係る圧電式加速度センサについて、具体的な例によって説明する。
【００４１】

（実施例１）
図６に示される圧電式加速度センサ５０ａの一例を作製し、ケース５７に収容した。具体的には、ＰＺＴを材料として、主面の長さＬ２が６．０ｍｍ、幅Ｗ２が２．０ｍｍ、高さが０．３ｍｍの圧電セラミック板５３を作製した。圧電セラミック板５３の一対の主面に銀からなる上電極５３ａ及び下電極５３ｂを一様に形成して、圧電振動子５２ａを作製した。更に、アルミナを材料として、厚さ０．５ｍｍの基板５６を作製した。基板５６は全体Ｕ字形状に形成されている。詳しくは、６．０ｍｍ×３．０ｍｍの矩形状の基板回路部５６ａの両端に、２．５ｍｍ×０．５ｍｍの基板ベース部５６ｂを一体として設けている。基板回路部５６ａの上には、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）を利用した一般的な電圧増幅回路が搭載されている。基板ベース部５６ｂ上には接続端子が設けられており、当該接続端子は基板回路部５６ａの電圧増幅回路と電気的に接続されている。

【００４２】
次に、導電性接着剤を使用して圧電振動子５２ａを基板ベース部５６ｂに接着し、図６に示されるように両持ち梁構造とした。この接着により、基板ベース部５６ｂの接続端子と圧電振動子５２ａの下電極５３ｂが電気的に接続された。

【００４３】
以上の構造によって支持された圧電振動子５２ａの共振周波数は約６５ｋＨｚだった。

【００４４】
更に、リード線５９の一端を圧電振動子５２ａの上電極５３ａに、他端を基板回路部５６ａに半田を用いて接続し、上電極５３ａと電圧増幅回路を電気的に接続した。また、１芯同軸ケーブルである出力ケーブル６０を基板回路部５６ａに半田を用いて接続した。出力ケーブル６０は、電圧増幅回路に電源電流を印加するとともに信号を出力する為に使用する。

【００４５】
最後に、オーステナイト系ステンレス鋼（ＳＵＳ３０４）を材料として、基板５６が納まるような寸法をもったケース５７及びケースの蓋５８を作製した。圧電振動子５２が接着固定されている基板５６を熱硬化性エポキシ樹脂でケース５７に接着し、ケースの蓋５８をケース５７に圧入固定して圧電式加速度センサを作製した。

【００４６】
実施例１の圧電式加速度センサ５０ａの基板ベース部５６ｂの長さＬ１と圧電振動子５２ａの幅Ｗ２を比べると、Ｌ１＝２．５ｍｍ、Ｗ２＝２．０ｍｍであり、Ｌ１＞Ｗ２の関係が成り立っている。

【００４７】
（実施例２）
図１に示される圧電式加速度センサ５０の一例を作製し、ケース５７に収容した。具体的には、圧電セラミック板５３と金属板５５とからなるユニモルフ型の圧電振動子５２を作製した。圧電セラミック板５３は、ＰＺＴを材料として、主面の長さＬ２が４．５ｍｍ、幅Ｗ２が２．０ｍｍ、高さが０．３ｍｍである。金属板５５は、リン青銅を材料としており、主面の長さＬ３が６．０ｍｍ、幅Ｗ２が２．０ｍｍ、高さが０．１ｍｍである。基板５６の形状等は実施例１と同じである。

【００４８】
次に、導電性接着剤を使用して圧電振動子５２を基板ベース部５６ｂに接着し、図１に示されるように両持ち梁構造とした。この接着により、基板ベース部５６ｂの接続端子と圧電振動子５２の金属板５５が電気的に接続された。

【００４９】
以上の構造によって支持されたユニモルフ型の圧電振動子５２の共振周波数は約５５ｋＨｚだった。

【００５０】
更に、実施例１と同様に、リード線５９及び出力ケーブル６０を接続した。

【００５１】

最後に、ＳＵＳ３０４を材料として、基板が納まるような寸法をもったケース５７及びケースの蓋５８を作製した。圧電振動子５２が接着固定してある基板５６を熱硬化性エポキシ樹脂でケース５７に接着し、ケースの蓋５８をケース５７に圧入固定して圧電式加速度センサを作製した。

【００５２】

実施例２の圧電式加速度センサ５０の基板ベース部５６ｂの長さＬ１と圧電振動子５２の幅Ｗ２を比べると、Ｌ１＝２．５ｍｍ、Ｗ２＝２．０ｍｍであり、Ｌ１＞Ｗ２の関係が成り立っている。また、圧電式加速度センサ５０の基板ベース部５６ｂの幅Ｗ１と圧電振動子５２の長さＬ２と金属板５５の長さＬ３を比べると、Ｗ１＝０．５ｍｍ、Ｌ２＝４．５ｍｍ、Ｌ３＝６．０ｍｍであり、（Ｌ３－Ｌ２）／２＞Ｗ１の関係が成り立っている。

【００５３】

（比較例）

比較例として、図９に示すような従来の構造の圧電式加速度センサ９１も同様にして作製した。具体的には、実施例１の圧電振動子５２ａと同様に圧電振動子９２を作製した。アルミナを材料として、６．０ｍｍ×２．５ｍｍで厚さ０．５ｍｍの矩形型の基板９６を作製した。基板９６の上には、電界効果トランジスタ（ＦＥＴ）を利用した一般的な電圧増幅回路が搭載されている。更に、ケース９７を作製した。ケース９７の中央部に、圧電振動子９２が振動し中央部でたわむことができるようにケース溝９７ｂを設けた。圧電振動子９２をケース９７に接着剤で接着し、両持ち梁構造とした。

【００５４】

以上の構造によって支持された圧電振動子９２の共振周波数は約６５ｋＨｚだった。

【００５５】

更に、リード線９９ａ、リード線９９ｂ及び１芯同軸ケーブルである出力ケーブル１００を基板９６上に半田を用いて接続した。リード線９９ａは、圧電振動子９２の上電極９３ａと電圧増幅回路を電気的に接続し、リード線９９ｂは、圧電振動子９２の下電極９３ｂと電圧増幅回路を電気的に接続する。また、出力ケーブル１００は、電圧増幅回路に電源電流を印加するとともに信号を出力する為に使用する。

【００５６】

最後に、ＳＵＳ３０４を材料として、基板が納まるような寸法をもったケース９７及びケースの蓋９８を作製した。基板９６を熱硬化性エポキシ樹脂でケース９７に接着し、ケースの蓋９８をケース９７に圧入固定して圧電式加速度センサ９１を作製した。

【００５７】

実施例１、２及び比較例の圧電式加速度センサの出力感度特性を評価した。具体的には、それぞれ作製した圧電式加速度センサを両面テープで加振器に固定した。加振器に信号発生器からの信号を入力して所定の加速度を発生させ、その時のそれぞれの圧電式加速度センサからの出力を測定した。なお、それぞれの圧電式加速度センサの基板に搭載されている電圧増幅回路の増幅率は同じ値に設定した。

【００５８】

表１に、実施例１、２及び比較例の圧電式加速度センサについての測定結果を示す。

【００５９】

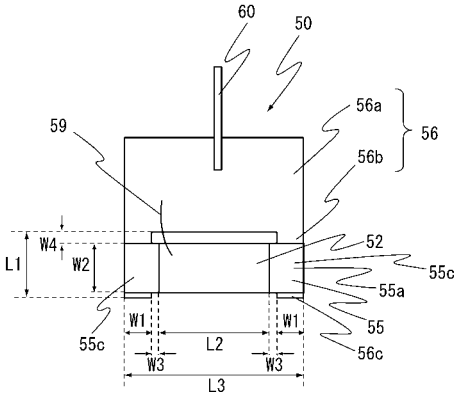
【表１】

	出力感度［mV/G］	センサ外形寸法［mm］	基板寸法［mm］		リード線の数	L1 ＞ W2［mm］	(L3-L2)/2 ＞ W1［mm］
			基板回路部	基板ベース部			
実施例１	30	7.5 × 7.5 × 2.5	6.0 × 3.0	(2.5 × 0.5) ×2	1	2.5 ＞ 2.0	－
実施例２	300	7.5 × 7.5 × 2.5	6.0 × 3.0	(2.5 × 0.5) ×2	1	2.5 ＞ 2.0	0.75 ＞ 0.5
比較例	30	7.5 × 7.5 × 2.5	6.0 × 2.5	－	2	－	－

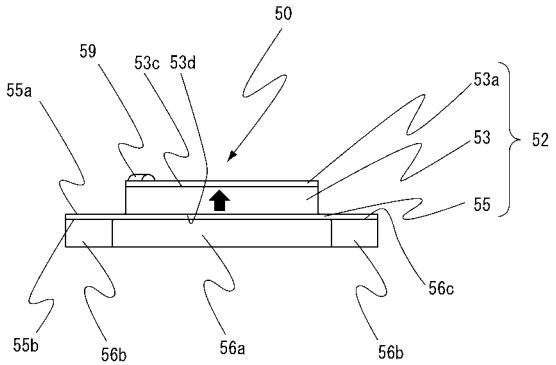
【００６０】
表１から分かるように、実施例１の圧電式加速度センサは、比較例の（従来の）圧電式加速度センサと同等の性能を有する一方、品質のばらつきの原因となるリード線の数が少ない。また、基板の面積（即ち、電圧増幅回路を搭載可能な部分の面積）が大きい。従って、搭載する電圧増幅回路を改良することにより、更なる小型化及び感度の向上が可能である。
【００６１】
表１から分かるように、実施例２の圧電式加速度センサは、比較例の（従来の）圧電式加速度センサと同等の寸法を維持しながら、出力感度が従来の約１０倍に向上している。
【００６２】
以上の説明から分かるように、本発明により、小型、安価で、量産性に優れて、かつ出力感度に優れた圧電式加速度センサを提供することが出来る。
【００６３】
以上、本発明について実施例等を掲げて具体的に説明してきたが、本発明はこれらに限定されるわけではない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で部材や構成の変更があっても、本発明に含まれる。即ち、当事者であれば、当然なしうるであろう各種変形、修正もまた本発明に含まれる。
【産業上の利用可能性】
【００６４】
本発明に係る圧電式加速度センサは、各種電子機器の振動や各種電子機器に加わる衝撃を検知するために利用することができる。
【符号の説明】
【００６５】
５０，５０ａ　圧電式加速度センサ
５１　圧電式加速度センサ
５２，５２ａ　圧電振動子（電気機械変換素子）
５３　圧電セラミック板（圧電素子）
５３ａ　上電極
５３ｂ　下電極
５３ｃ，５３ｄ　主面
５５　金属板
５５ａ　上面

５５ｂ　下面
５５ｃ　被支持部
５６　基板
５６ａ　基板回路部
５６ｂ　基板ベース部
５６ｃ　上面
５６ｄ　下面
５７　ケース
５７ａ　収容空間
５７ｂ　支持面
５８　ケースの蓋
５９　リード線
６０　出力ケーブル
９１　圧電式加速度センサ
９２　圧電振動子（電気機械変換素子）
９３　圧電セラミック板（圧電素子）
９３ａ　上電極
９３ｂ　下電極
９６　基板
９７　ケース
９７ｂ　溝
９９ａ，９９ｂ　リード線

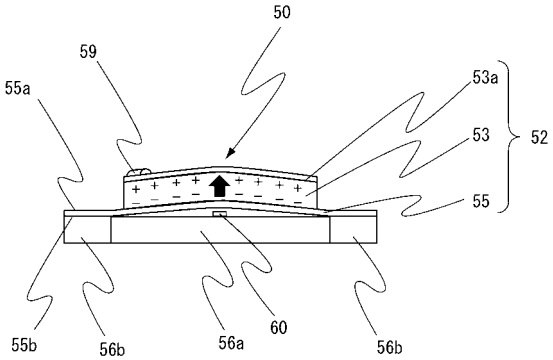
【図１】



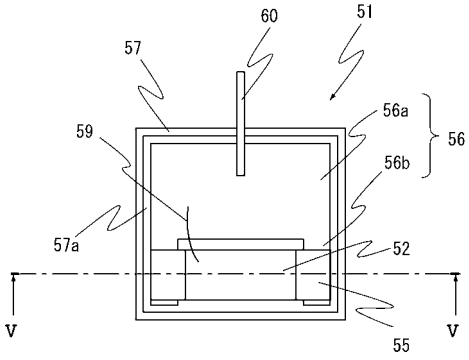
【図２】



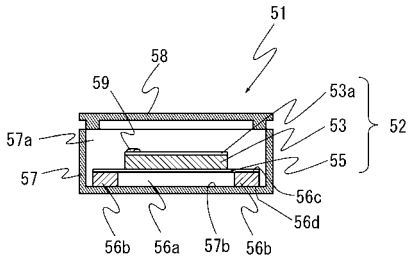
【図３】



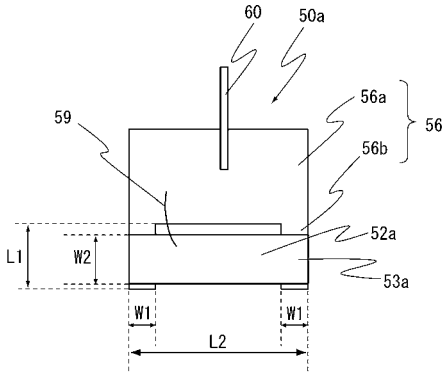
【図４】



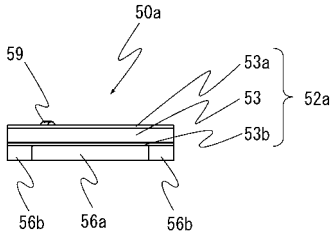
【図５】



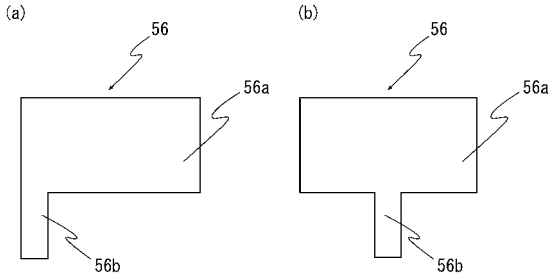
【図６】



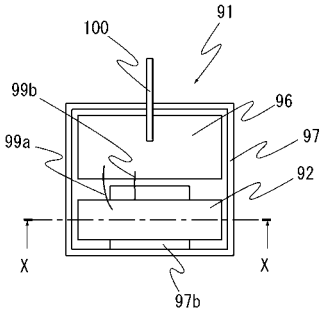
【図７】



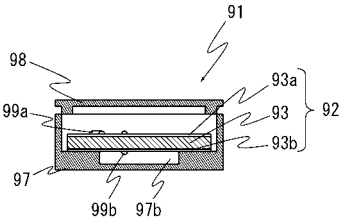
【図８】



【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００３－１５６５０８（ＪＰ，Ａ）
実開平２－１６６１３（ＪＰ，Ｕ）
実開平５－８００２７（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５８－１７８２２５（ＪＰ，Ａ）
特開平２－１６１９３２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01P 15/00