

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6258977号  
(P6258977)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>GO 1 L</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 L</b>	<b>9/00</b>	<b>3 0 3 Z</b>
<b>GO 1 P</b>	<b>15/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 P</b>	<b>15/08</b>	<b>1 0 1 C</b>
<b>GO 1 P</b>	<b>15/12</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>GO 1 P</b>	<b>15/12</b>	<b>D</b>
<b>GO 1 P</b>	<b>15/18</b>	<b>(2013.01)</b>	<b>GO 1 P</b>	<b>15/18</b>	
<b>HO 1 L</b>	<b>29/84</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	<b>29/84</b>	<b>A</b>

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2015-559930 (P2015-559930)  
 (86) (22) 出願日 平成27年1月26日 (2015.1.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/052022  
 (87) 国際公開番号 W02015/115365  
 (87) 国際公開日 平成27年8月6日 (2015.8.6)  
 審査請求日 平成28年7月13日 (2016.7.13)  
 (31) 優先権主張番号 特願2014-13026 (P2014-13026)  
 (32) 優先日 平成26年1月28日 (2014.1.28)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000006633  
 京セラ株式会社  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 (72) 発明者 山地 徳一  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内  
 (72) 発明者 横田 裕子  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内  
 (72) 発明者 旗手 淳雄  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内  
 (72) 発明者 石川 紘己  
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地  
 京セラ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサおよびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

重錘体と、上面視して前記重錘体を囲むように位置する枠体と、前記重錘体と前記枠体との上面側をそれぞれ接続する可撓性を有する接続体と、圧力検出部と、加速度検出部とを有するセンサであって、

前記重錘体は、

上面から下面まで貫通する貫通孔を有する主部と、

前記主部の上面に前記貫通孔の外周を囲むように接続された取付部と、

前記取付部に前記貫通孔を塞ぐように接続された可撓性を有する第1蓋部と、

前記主部の下面に前記貫通孔を塞ぐように配置された、前記第1蓋部に比べて外部からの力に対して変形量が小さく、前記主部よりも質量が小さい第2蓋部とを含み、

前記圧力検出部は、前記第1蓋部に配置されて、前記主部、前記第1蓋部、前記第2蓋部および前記取付部で形成された密閉空間と外界との気圧差によって生じる前記第1蓋部の撓みを電気信号として検出し、

前記加速度検出部は、前記接続体に配置されて、前記重錘体に加えられた加速度によって生じる前記接続体の撓みを電気信号として検出する、センサ。

【請求項2】

前記重錘体は、平面視で、その重心が前記貫通孔と重なり、前記取付部の内側に比べて前記取付部の外側が重くなるように偏った重量分布を有する、請求項1記載のセンサ。

【請求項3】

前記第1蓋部は、前記接続体と一体的に形成されている、請求項1または2に記載のセンサ。

【請求項4】

前記第2蓋部は、前記主部と一体的に形成されている、請求項1乃至3のいずれかに記載のセンサ。

【請求項5】

基板の上面にそれぞれピエゾ抵抗からなる圧力検出部および加速度検出部を形成する検出部形成工程と、

前記基板を加工することにより、前記圧力検出部を有する重錘体、平面視で前記重錘体を囲む枠体、および前記加速度検出部を有し、一方端が前記枠体に他方端が前記重錘体に連結される接続体を形成する加工工程とを有し、

前記加工工程において、前記重錘体を形成する工程が、

前記基板の前記圧力検出部が形成された側と反対側の面に凹部を形成し、前記圧力検出部が形成された領域と重なる前記凹部の底面が可撓性を有するように前記基板の一部を薄層化して第1蓋部とする工程と、

前記第1蓋部から続く、前記凹部の側壁の一部を、前記第1蓋部に接続された取付部および前記取付部に接続された主部とする工程と、

内部に密閉空間が形成されるように前記凹部を塞ぐ、前記主部よりも質量が小さい第2蓋部を配置する工程とを含む、センサの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、少なくとも気圧および加速度の検出が可能なセンサおよびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、様々な電子機器に多種多様の物理量を検出するためのセンサが組み込まれている。そして、センサを電子機器に組み込むために、センサ自体の小型化が求められており、半導体チップを用いた小型センサが多く利用されている。

【0003】

たとえば、半導体基板にピエゾ抵抗素子を形成してなる加速度センサ（特許文献1：特開平3-2535号公報参照）や、そのような加速度センサの製造方法（特許文献2：特開平4-81630号公報参照）や、半導体ダイアフラム上にピエゾ抵抗素子を形成するタイプの圧力センサ（特許文献3：特開平11-142270号公報参照）が提案されている。

【0004】

しかし、特許文献1～3に記載された技術を用いたセンサは、それぞれ1つの物理量をセンシングするものであり、多数の物理量をセンシングする必要がある場合には複数個のセンサを電子機器に組み込む必要があった。すなわち、2種類の物理量をセンシングする場合には個々のセンサの大きさの2倍の実装面積を要し、電子機器の小型化に対する要求に十分に答えることができなかった。

【0005】

その一方で、加速度と圧力とは、いずれも基本的な物理量であり、これら双方を検出して機能する電子機器も多く存在する。

【0006】

本発明は、上述の事情の下で考え出されたものであって、単一の構造体によって加速度および気圧を検出可能なセンサおよびその製造方法を提供することを目的とする。

【発明の概要】

【0007】

本発明の一実施形態にかかるセンサは、重錘体と、上面視してこの重錘体を囲むように

10

20

30

40

50

位置する枠体と、重錘体と枠体との上面側をそれぞれ接続する可撓性を有する接続体と、圧力検出部と、加速度検出部とを有している。

【0008】

重錘体は、上面から下面まで貫通する貫通孔を有する主部と、主部の上面に貫通孔の外周を囲むように接続された取付部と、取付部に貫通孔を塞ぐように接続された可撓性を有する第1蓋部と、主部の下面に貫通孔を塞ぐように配置された、第1蓋部に比べて外部からの力に対して変形量が小さく、主部よりも質量が小さい第2蓋部とを含んでいる。

【0009】

さらに、圧力検出部は、第1蓋部に配置されて、主部、第1蓋部、第2蓋部および取付部で形成された密閉空間と外界との気圧差によって生じる第1蓋部の撓みを電気信号として検出する。また、加速度検出部は、接続体に配置されて、重錘体に加えられた加速度によって生じる接続体の撓みを電気信号として検出する。

10

【0010】

本発明の一実施形態にかかるセンサの製造方法は、基板の上面にそれぞれピエゾ抵抗からなる圧力検出部および加速度検出部を形成する検出部形成工程と、基板を加工することにより、圧力検出部を有する重錘体、平面視で重錘体を囲む枠体、および加速度検出部を有し、一方端が枠体に他方端が重錘体に連結された接続体を形成する加工工程とを有している。

【0011】

そして、加工工程において、重錘体を形成する工程は、基板の圧力検出部が形成された側と反対側の面に凹部を形成し、圧力検出部が形成された領域と重なる凹部の底面が可撓性を有するように基板の一部を薄層化して第1蓋部とする工程と、第1蓋部から続く、凹部の側壁の一部を、第1蓋部に接続された取付部および取付部に接続された主部とする工程と、内部に密閉空間が形成されるように凹部を塞ぐ、主部よりも質量が小さい第2蓋部を配置する工程とを含むものである。

20

【0012】

上記各実施形態によれば、単一の構造体により、少なくとも加速度および気圧を検出可能な小型のセンサを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の1つの実施形態に係るセンサの概略構成を示す平面図である。

【図2】本発明の1つの実施形態に係るセンサの概略構成を示す断面図である。

【図3】(a)～(c)はそれぞれ、本発明の1つの実施形態に係るセンサの製造方法の工程を示す平面図および断面図である。

【図4】図3に続く工程を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明のセンサの一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0015】

図1は、本発明の一実施形態に係るセンサ100の平面図であり、図2は、図1のII-II線における断面図である。センサ100は、枠体10と、枠体10の内側に位置する重錘体20と、枠体10と重錘体20とを接続する接続体30と、圧力を検出する圧力検出部Rpと、加速度を検出する加速度検出部Raとを有する。以下、各部位について詳述する。

40

【0016】

重錘体20は、第1蓋部21、主部22、第2蓋部23および第1蓋部21と主部とを取り付ける取付部24を備え、これらで内部に密閉空間25を形成している。

【0017】

センサ100に加速度が加わると、加速度に応じた力が重錘体20に作用し、重錘体20が動くことで接続体30が撓むようになっている。そして、接続体30の撓み量に応じ

50

た電気信号を加速度検出部 R a によって検出し、不図示の電気配線によってその電気信号を取り出して演算することにより、加速度を検出することができる。

【 0 0 1 8 】

また、センサ 1 0 0 がある気圧の雰囲気下に配置されると、重錘体 2 0 の内部の密閉空間 2 5 内の雰囲気と外部雰囲気との圧力差に応じて第 1 蓋部 2 1 が撓むようになっている。そして、第 1 蓋部 2 1 の撓み量に応じた電気信号を圧力検出部 R p によって検出し、不図示の電気配線によってその電気信号を取り出して演算することにより、気圧を検出することができる。

【 0 0 1 9 】

重錘体 2 0 は、第 1 蓋部 2 1 , 主部 2 2 とともに平面形状が略正方形であり、互いの中心が重なるように配置されている。なお、図 1 において、下方に位置する主部 2 2 の平面形状を破線で示している。第 1 蓋部 2 1 の大きさは、略正方形の一辺の長さが例えば 0 . 2 5 m m ~ 0 . 5 m m に設定される。また、第 1 蓋部 2 1 の厚みは、例えば 5 μ m ~ 2 0 μ m に設定される。このような形状とすることにより、第 1 蓋部 2 1 は可撓性を有するものとなる。主部 2 2 の大きさは、略正方形の一辺の長さが例えば 0 . 4 m m ~ 0 . 6 5 m m に設定される。また、主部 2 2 の厚みは、例えば 0 . 2 m m ~ 0 . 6 2 5 m m に設定される。このような第 1 蓋部 2 1 と主部 2 2 とは取付部 2 4 を介して接続される。言い換えると、取付部 2 4 は第 1 蓋部 2 1 と主部 2 2 との間に間隙を設け、第 1 蓋部 2 1 を変形可能とし、主部 2 2 を変位可能とするものである。取付部 2 4 は、第 1 蓋部 2 1 の下面側において、その外縁部を囲うような閉空間を形成する形状となっている。この例では、第 1 蓋部 2 1 の形状に合わせ、略正方形のリング形状としている。厚みは、例えば 1 μ m に設定される。第 1 蓋部 2 1 , 主部 2 2 , 取付部 2 4 は、例えば S O I ( Silicon on Insulator ) 基板を加工することによって一体的に形成されている。

【 0 0 2 0 】

なお、第 1 蓋部 2 1 , 主部 2 2 の平面形状は正方形に限られず、円や長方形、多角形など任意の形状が可能である。

【 0 0 2 1 】

そして、主部 2 2 には、その上面 2 2 a と下面 2 2 b とを貫通する貫通孔 2 2 c が形成されている。貫通孔 2 2 c は、平面視で取付部 2 4 の内側に位置するように形成されている。貫通孔 2 2 c の平面形状は、取付部 2 4 の形状に合わせ、略正方形とする。ただし、貫通孔 2 2 c の平面形状は正方形に限られず、円や長方形、多角形など任意の形状が可能である。そして、貫通孔 2 2 c の上面 2 2 a 側における形状と下面 2 2 b 側における形状とは略同一とし、上面 2 2 a から下面 2 2 b まで直線でつなぐような形状とする。ただし、貫通孔 2 2 c はこの形状に限定されず、テーパ形状や逆テーパ形状としてもよい。

【 0 0 2 2 】

このような貫通孔 2 2 c を下面 2 2 b 側で塞ぐように、第 2 蓋部 2 3 が配置される。第 2 蓋部 2 3 の平面形状は、貫通孔 2 2 c を塞げるものであれば特に限定されないが、例えば、第 1 蓋部 2 1 と略同一の形状とすればよい。第 2 蓋部 2 3 の厚みは、第 2 蓋部 2 3 が第 1 蓋部 2 1 に比べて、力が加わったときの変形量が小さくなるよう、構成する材料と関連して適宜設定するが、例えば、0 . 1 m m 程度としてもよい。第 2 蓋部 2 3 を構成する材料は、第 1 蓋部 2 1 , 主部 2 2 および取付部 2 4 と共に、貫通孔 2 2 c を封止し、密閉空間 2 5 を形成できるよう、その気密性を確保できる材料を用いることが好ましい。このような材料としては、アルミニウム ( A l ) , モリブデン ( M o ) 等の金属材料や、ガラス , セラミックス , 半導体等を適宜用いることができる。また、主部 2 2 の下面 2 2 b には、ろう材 , 半田 , 有機樹脂等の接着部材を介して第 2 蓋部 2 3 を接合してもよい。

【 0 0 2 3 】

密閉空間 2 5 の雰囲気は、真空 , 大気 , 不活性ガス等に適宜設定することができる。そして、密閉空間 2 5 の雰囲気を大気圧よりも低い減圧環境としておく。この場合には、センサ 1 0 0 が大気圧下に位置する場合には、第 1 蓋部 2 1 は密閉空間 2 5 側に凹むように変形する。そして、第 1 蓋部 2 1 の上面に形成された圧力検出部 R p から、その撓みに応

10

20

30

40

50

じた電気信号を検出する。

【0024】

なお、密閉空間25の雰囲気圧力は大気圧よりも高くしておいてもよいが、温度変化による影響を小さくするために低くすることが好ましく、より好ましくは真空とすることがよい。

【0025】

本実施形態によれば、第2蓋部23は、力が加わったときの変形量が第1蓋部21に比べ小さくなっているため、密閉空間25を形成する内壁のうち気圧差によって最も変形する部位は第1蓋部21である。ここで応力検出部Rpがこの第1蓋部21に配置されているので、高感度に圧力差を検出することができる。さらに、第2蓋部23の力が加わったときの変形量を主部22の変形量と同程度となるように極めて小さくすることにより、さらに圧力センサとしての感度を高めることができる。

10

【0026】

本実施形態によれば、詳細は後述するが、圧力検出部Rpはピエゾ抵抗等の抵抗素子からなる。圧力検出部Rpは、第1蓋部21の中央付近に形成されるRp1、Rp2と、第1蓋部21のうち変位可能な領域の外周部に形成されるRp3、Rp4とを含む。ここで、第1蓋部21のうち変位可能な領域の外周部とは、平面視で取付部24の内側から連続する領域のことを指すものとする。このように圧力検出部Rp1~Rp4を設けることにより、例えば、第1蓋部21の中央部が下側に窪むように撓む場合には、圧力検出部Rp1、Rp2には長手方向に縮む応力が生じ、圧力検出部Rp3、Rp4には長手方向に伸びる応力が加わる。これらの応力に応じた電気信号を圧力検出部Rp1~Rp4で検出することで、気圧をセンシングすることが可能となる。

20

【0027】

そして、このような重錘体20を囲繞するように杵状の杵体10が設けられている。杵体10は、平面形状が略正方形であり、中央部に重錘体20よりも若干大きい略正方形の開口部を有している。杵体10は、その一辺の長さが例えば1.4mm~3.0mmに設定され、杵体10を構成するアームの幅(アームの長手方向と直交する方向の幅)は例えば0.3mm~1.8mmに設定される。また杵体10の厚みは、例えば0.2mm~0.625mmに設定される。

【0028】

このような杵体10と重錘体20の間には、図1に示すように、接続体30が設けられている。接続体30は、一方端が杵体10の各内周面における上面側の部位の中央部に連結され、他方端が重錘体20の第1蓋部21の各外周面における上面側の部位の中央部に連結されている。本実施形態におけるセンサ100では、4本の接続体30が設けられており、4本の接続体30のうち2本はX軸方向に伸びて重錘体20を間に挟んだ状態で同一直線状に配され、他の2本はY軸方向に伸びて重錘体20を間に挟んだ状態で同一直線状に配されている。なお、接続体30の平面視形状は図1のような直線状に限らず、屈曲形状や湾曲形状であってもよい。

30

【0029】

接続体30は可撓性を有し、センサ100に加速度が加わると重錘体20が動き、重錘体20の動きに伴って接続体30が撓むようになっている。接続体30は、例えば長手方向の長さが0.3mm~0.8mmに設定され、幅(長手方向と直交する方向の長さ)が0.04mm~0.2mmに設定され、厚みが5μm~20μmに設定されている。このように接続体30を細長く且つ薄く形成することによって可撓性が発現する。

40

【0030】

接続体30の上面には図1に示すように抵抗素子である加速度検出部Rax1~Rax4、Ray1~Ray4およびRaz1~Raz4が形成されている(以下、これらの抵抗素子をまとめて称するときは適宜、符号Raで表す)。加速度検出部Rax1~Rax4、Ray1~Ray4およびRaz1~Raz4は、3軸方向(図1に示した3次元直交座標系におけるX軸方向、Y軸方向、Z軸方向)の加速度を検出できるように接続体3

50

0の所定の位置に形成された上で、ブリッジ回路を構成するように結線されている。

【0031】

このような加速度検出部  $Rax1 \sim Rax4$  ,  $Ray1 \sim Ray4$  および  $Raz1 \sim Raz4$  ならびに前述の圧力検出部  $Rp1 \sim Rp4$  は、例えば、SOI基板の最上層にボロン(B)を打ち込むことによって抵抗膜を形成した後、抵抗膜をエッチングなどにより所定の形状にパターニングすることによって形成することができる。これにより、ピエゾ抵抗素子からなる加速度検出部  $Ra$  および圧力検出部  $Rp$  を形成することができる。

【0032】

ピエゾ抵抗素子からなる加速度検出部  $Ra$  および圧力検出部  $Rp$  を用いた場合には、第1蓋部21や接続体30の撓みに起因する変形に応じて抵抗値が変化し、この抵抗値の変化に基づく出力電圧の変化を電気信号として取り出し、これを外部のICで演算処理することによって、印加された加速度の方向ならびに大きさまたは圧力の増減および大きさを検知することができる。

10

【0033】

なお、加速度検出部  $Ra$  および圧力検出部  $Rp$  から電氣的に接続された配線および外部のIC等へ取り出すためのパッド電極等が、枠体10, 第1蓋部21および接続体30の上面に設けられており、これらを介して電気信号の外部への取り出しなどを行なっている。

【0034】

これらの配線は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金などからなり、これらの材料をスパッタリングなどによって成膜した後、所定の形状にパターニングすることによって枠体10, 第1蓋部21および接続体30の上面に形成される。

20

【0035】

このような構成のセンサ100によれば、加速度センサとして機能するための重錘体20内部に密閉空間25を形成することができるので、センサ100のサイズを大型化することなく、気圧センサとしての機能を持たせることができる。

【0036】

さらに、重錘体20の厚みのほぼ全領域に広がるような密閉空間25を設けているため、密閉空間25を大きく取ることができる。これにより、気圧変化に対する感度が高くなり、高精度な気圧センサとして機能するものとなる。

30

【0037】

なお、本実施形態のように、重錘体20を平面視したときに、重錘体20の重心が貫通孔22cと重なるとともに、重錘体20の重量分布は、取付部24の内側に比べて取付部24の外側が重くなるように偏るようにしてもよい。この場合には、重錘体20に力が加わって変位するときに、重錘体20の速度は、振り子のように下向き(Z軸方向)の成分を多く含むものではなく、外周方向(XY方向)の成分を多く含むようになるので、加速度センサとしての感度を高くすることができる。

【0038】

特に、センサ100は、感圧膜として機能する第1蓋部21のうち撓むことのできる領域の外側に重錘体20の重量成分が存在する。これにより、重錘体20の重量分布をより外周方向に偏らせることが可能となる。また、このような重量分布は重錘体20の厚み方向のほぼ全領域(90%以上の領域)において成立している。このため、加速度の検出感度の高いセンサ100として機能するものとなる。

40

【0039】

また、センサ100は、本実施形態のように、枠体10, 第1蓋部21および接続体30が一体形成されるようにしてもよい。この場合は、強度が高く、信頼性の高いセンサとすることができる。さらに、この例で示すように、第2蓋部23を除く全ての構成要素が一体形成されるようにしてもよく、その場合には、さらに信頼性の高いセンサ100とすることができる。

【0040】

50

さらに、センサ100は、本実施形態のように、加速度検出部Raおよび圧力検出部Rpをピエゾ抵抗で形成してもよい。気圧をセンシングする場合には、センサを外部雰囲気中に曝す必要がある。一般的な静電容量型のセンサの場合には、センサ素子と対向する電極を必要とし、かつ、その電極がセンサ素子を気密封止するようなパッケージに設けられている。このため、気圧センサを加速度センサと同一素子に組み込むことは困難となる。これに対して、本実施形態のようにピエゾ抵抗を用いることにより、センサ100のみで気圧、加速度をセンシングすることができる。これにより、加速度センサと気圧センサとが一体化可能となる。また、微小空間におけるダンピングの影響も抑制することができる。

#### 【0041】

以上より、本実施形態のセンサ100によれば、少なくとも気圧と加速度とを検出可能なセンサを1つの構成体で、大型化することなく実現することができ、かつ、高感度のセンサとすることができる。なお、重錘体20をXY平面内で回旋運動させることで角速度を検出することも可能となる。重錘体20を回旋運動させるためには、例えば、互いに向き合う主部22の外周面と枠体10の内周面とに電極を設けて静電引力によって実現してもよいし、センサ100の外側に磁力を発生させて実現してもよい。

#### 【0042】

(変形例)

上述の例では主部22をSOI基板を加工して形成したが、別体を接続して形成してもよい。その場合には、より密度の高い材料を用いることにより、同じ加速度でも生じる力を大きくし、それに伴い接続体30の撓み量を大きくすることができる。これにより、さらに感度の高いセンサを提供することができる。

#### 【0043】

なお、別体からなる主部22を用いる場合には、主部22と第2蓋部23とを一体形成してなるものを用いてもよい。具体的には、凹部を有する部材を、凹部の開口側が取付部24を介して第1蓋部21に接続するように構成すればよい。この場合には、凹部の底面が第2蓋部23として機能する。このように構成することにより、主部22と第2蓋部23との間の気密性および強度を保つことができるとともに、凹部の形状を制御することによって密閉空間25の形状を精度よく実現することができる。これにより、信頼性の高いセンサを提供できるものとなる。

#### 【0044】

このような、主部22と第2蓋部23とが一体形成されてなる部材を用いる場合には、その凹部の深さを部材全体の厚みに対して50%以上、より好ましくは90%以上とすることが好ましい。凹部の形状をこのような構成とすることにより、重錘体20を平面視したときの重錘体20としての重量分布を取付部24の内側よりも外側にずらすことができ、感度の高いセンサとすることができる。

#### 【0045】

また、上述の例では、気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raをピエゾ抵抗で形成した例を用いて説明したが、第1蓋部21および接続体30の撓みを検出できればこれに限定されない。

#### 【0046】

例えば、気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raを電極とし、静電容量の変化によって第1蓋部21および接続体30の撓みの大きさ、および撓みの方向を電気信号として検出してもよい。この場合には、新たに、第1蓋部21および接続体30と間隔を開けて配置された固定部を設け、この固定部に気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raと対向する電極を設ける。そして固定部側の電極と、気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raとを一对の電極として機能させ、静電容量を測定すればよい。なお、この場合には、固定部によって外部雰囲気からセンサが遮蔽されないように、固定部を設ける必要がある。

#### 【0047】

また、上述の例では、貫通孔22cは主部22の中央部に1か所のみ形成した例を用いて説明したが、貫通孔22cは複数か所設けてもよい。例えば、上面視で、接続体30と

10

20

30

40

50

重ならない領域においてそれぞれ副貫通孔を形成してもよい。副貫通孔の形成位置または大きさ等を調整することにより、センサ100のXY方向における検出感度が異なる場合に、検出感度を補正可能となる。

【0048】

<センサ100の製造方法>

次に、上述のセンサ100の製造方法について、図3～図4を用いて説明する。

なお、図3において、(a)および(b)は図1のII-II線における断面に相当する断面図であり、(c)は上面図である。図4は、図1のII-II線における断面に相当する断面図である。

【0049】

(検出部形成工程)

まず、図3(a)に示すように、基板50の上面に抵抗体膜51を形成する。

【0050】

基板50は、例えばSOI基板であり、Siからなる第1層50aと、SiO<sub>2</sub>からなる第2層50bと、Siからなる第3層50cとがこの順に積層された積層構造を有する。各層の厚みは、第1層50aが10μm程度、第2層50bが1μm程度、第3層50cが500μm程度である。

【0051】

このようなSOI基板からなる基板50の第1層50aの主面にイオン注入法によってボロンやヒ素(As)などの打込みを行なうことで抵抗体膜51を形成する。抵抗体膜51は、例えば、第1層50a表面における不純物濃度が $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ であり、深さが約0.5μmである。

【0052】

次に、図3(b)に示すように、抵抗体膜51の一部を除去し、抵抗体膜51を、基板50の上面の所望の位置に、所望の形状で形成された気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raとする。

【0053】

この工程は、例えば、抵抗体膜51上に気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raの形状に合わせたレジスト膜を形成した後、RIEエッチングなどのエッチングによってレジスト膜から露出する抵抗体膜51を除去するものである。その後、レジスト膜を除去することで上面に気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raを形成できる。

【0054】

気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raを形成した後、気圧検出部Rpおよび加速度検出部Raに連結する不図示の配線および素子側電極パッドを形成する。配線および素子側電極パッドは、例えば、アルミニウムなどの金属材料をスパッタリングによって成膜した後、ドライエッチングなどにより所定の形状にパターニングすることによって形成できる。

【0055】

(加工工程)

次に、気圧検出部Rp、加速度検出部Raが形成された基板50を加工することにより、圧力検出部Rpを有する重錘体20と、重錘体20を囲むような枠体10と、加速度検出部Raを有し、一方端が枠体10に他方端が重錘体20に連結される接続体30とを形成する。

【0056】

具体的には、まず、図3(c)に示すように、基板50の第1層50a側から、第1層50aを所望の形状にパターニングする(第1パターニング工程)。すなわち、枠状の第1領域A1と、第1領域A1の内側に位置する第2領域A2と、第1領域A1と第2領域A2とをつないで梁状の第3領域A3を確定する、第1層50aのうち第1～第3領域A1、A2、A3を除く領域とを取り除く。ここで、第2領域には圧力検出部Rpが配置されており、第3領域には加速度検出部Raが配置されている。

10

20

30

40

50



## 【0057】

次に、図4に示すように、基板50の第3層30c側から、第1領域A1の内側に平面視で閉空間を形成する環状の溝58を形成する。この溝58は、第1領域A1と第2領域A2との間に設け、該当部位の第3層50cおよび第2層50bを除去して、第1層50aの下面を露出するように形成する。溝58を形成することにより、基板50の外周部から連続して存在する、第1層50a、第2層50bおよび第3層50cの積層体で構成される枠体10が形成される。言い換えると、枠体10はその他の部位と溝58によって区別されている。

## 【0058】

さらに、基板50の第3層50c側から、平面視で、第1領域A1の内側から第2領域A2に到達する領域において、第2層50bを除去し、第1層50aと第3層50cとの間に空隙59を形成する。この空隙59により、第3領域A3の第1層50aが厚み方向で他の部位と分離され、梁状の接続体30となる。接続体30の一方端は第1領域A1(枠体10)の第1層50aと一体的に形成されることで接合部のない連続した一体構造となり、耐久性が向上する。接続体30の他方端は第2領域A2(重錘体20)の第1層50aと一体的に形成されることで接合部のない連続した一体構造となり、耐久性が向上する。

10

## 【0059】

次に、重錘体20の形成方法について詳述する。

## 【0060】

基板50の第3層50c側から、平面視で第2領域A2の外周部を除く内側の領域において、凹部60を形成して基板50を薄層化させる。凹部60の底面部は薄層化することで可撓性を持たせることができる。具体的には、凹部60は、第3層50cおよび第2層50bを除去して第1層50aを露出させることで形成する。

20

## 【0061】

このようにして形成された、第1層50aのうち第2領域A2に相当する領域が第1蓋部21となる。ここで、第1蓋部21のうち、その下面に直接接する層がない部位が可撓性を有する感圧膜として機能し、この感圧膜内に圧力検出部Rpが形成されている。

## 【0062】

そして、凹部60の側壁を形成する上端部、すなわち第1蓋部21と接する第2層50bが取付部24として機能する。取付部24は、平面視で凹部60の外周を囲うような形状となっている。なお、取付部24は、第2層50bを枠体10側と圧力検出部Rp側との2方向から除去して環状に加工することで形成する。具体的には2段階に分けて形成する。第1段階は、接続体30を形成するときに、枠体10側から(第1領域A1の内側から)第2領域A2に到達する領域において第2層50bを除去することで行なう。第2段階は、凹部60を形成するときに、第2領域A2の外周部を一部残して第2層50bを除去することで行なう。このような2段階を経て取付部24を形成する。

30

## 【0063】

そして、取付部24と接続され、枠体10の第3層50cと分離し、かつ、この枠体10の内側に存在する第3層50cが主部22となる。なお、主部22において、第3層50cの厚み方向の一部を除去し、主部22の下面が枠体10の下面に比べて上側に位置するようにしてもよい。

40

## 【0064】

次に、第3層50c側から、主部22のうち凹部60によって開口している開口部を第2蓋部23によって塞ぐ(図2参照)。第2蓋部23は、力が加わったときに変形しにくい材料および形状のものが選択される。この例では、金属製のキャップを採用している。これにより、第1蓋部21、主部22、第2蓋部23および取付部24により、凹部60により形成された内部空間を封止し、密閉空間25を形成する。

## 【0065】

ここで、第2蓋部23を取り付ける工程は、真空雰囲気下で行なう。すなわち、密閉空

50

間 2 5 は大気圧に比べて減圧された状態となっている。

【 0 0 6 6 】

このような工程を経ることで、重錘体 2 0 を有するセンサ 1 0 0 を提供することができる。

【 0 0 6 7 】

なお、基板 5 0 の加工は、従来周知の半導体微細加工技術、例えばフォトリソグラフィやディープドライエッチングによって実現することができる。

【 0 0 6 8 】

このような工程を経ることにより、重錘体 2 0 は、1 枚の基板 5 0 を加工することにより、第 2 蓋部 2 3 を除く形状を形成して得られるものとなる。これにより、枠体 1 0 および重錘体 2 0 と接続体 3 0 との接続強度、第 1 蓋部 2 1 と取付部 2 4 および主部 2 2 との接続強度を確保することができるため、信頼性を高めることができる。さらに、第 1 蓋部 2 1 と取付部 2 4 および主部 2 2 とが隙間なく確実に接続されることから、密閉空間 2 5 の気密性を高めることができ、気圧センサとしての信頼性を高めることができる。

【 0 0 6 9 】

さらに、上述の通り、重錘体 2 0 のうち第 2 蓋部 2 3 を除く形状は、1 枚の基板 5 0 を加工することによって形成される。第 2 蓋部 2 3 の質量は主部 2 2 の質量に比べて非常に小さくなる。このため、重錘体 2 0 の質量の大半を占める部位をパターンニングによって形成することができることとなる。これにより、重錘体 2 0 の重心位置、重量分布を高い精度で所望の位置および分布として実現することができるので、精度が安定したセンサ 1 0 0 を高い生産性でもって提供することができるものとなる。

【 0 0 7 0 】

また、上述の例のように、接続体 3 0 を形成した後に凹部 6 0 を形成することにより、接続体 3 0 のビーム幅等の加工幅、加工厚みおよびパターンずれ等に対する補正を凹部 6 0 によって行なうことができる。

【 0 0 7 1 】

また、センサ 1 0 0 を製造する最終工程において、第 2 蓋部 2 3 によって密閉空間 2 5 を形成する。このため、その前までの工程における加工精度ばらつき、または特性ばらつきに応じて、密閉空間 2 5 に封止する雰囲気の真空度（気圧）を調整し、センシング精度のばらつきの少ないセンサ 1 0 0 を提供することができる。

【 0 0 7 2 】

（変形例）

上述の例では、抵抗体膜 5 1 を形成した後に、抵抗体膜 5 1 を所望の形状の気圧検出部 R p および加速度検出部 R a となるように加工した例を用いて説明したが、予め第 1 層 5 0 a の上面にレジスト膜を形成し、気圧検出部 R p および加速度検出部 R a を形成する領域のレジスト膜を除去し、所望の位置（レジスト膜開口部）のみに不純物を拡散させることにより、気圧検出部 R p および加速度検出部 R a を形成してもよい。この場合には、気圧検出部 R p および加速度検出部 R a が基板 5 0 の上面と同一面となり、段差がなくなるので、気圧検出部 R p および加速度検出部 R a に接続する配線の電氣的接続が容易となる。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 3 】

- 1 0        枠体
- 2 0        重錘体
- 2 1        第 1 蓋部
- 2 2        主部
- 2 2 a     上面
- 2 2 b     下面
- 2 2 c     貫通孔
- 2 3        第 2 蓋部

10

20

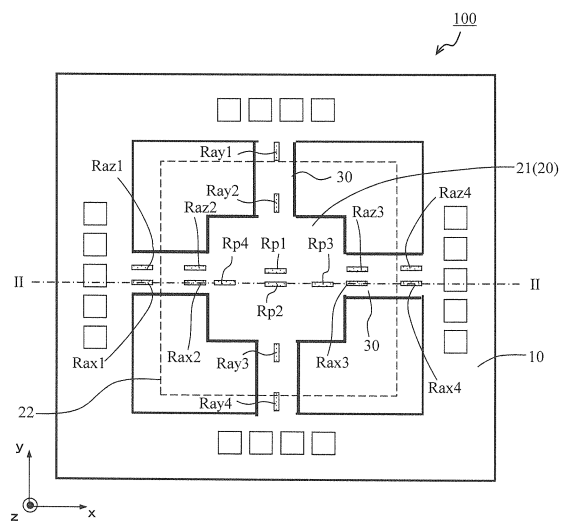
30

40

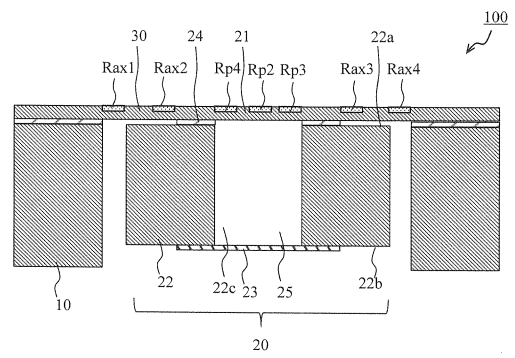
50

- 2 4 取付部
- 2 5 密閉空間
- 3 0 接続体
- 5 0 基板
- 5 0 a 第 1 層
- 5 0 b 第 2 層
- 5 0 c 第 3 層
- 1 0 0 センサ

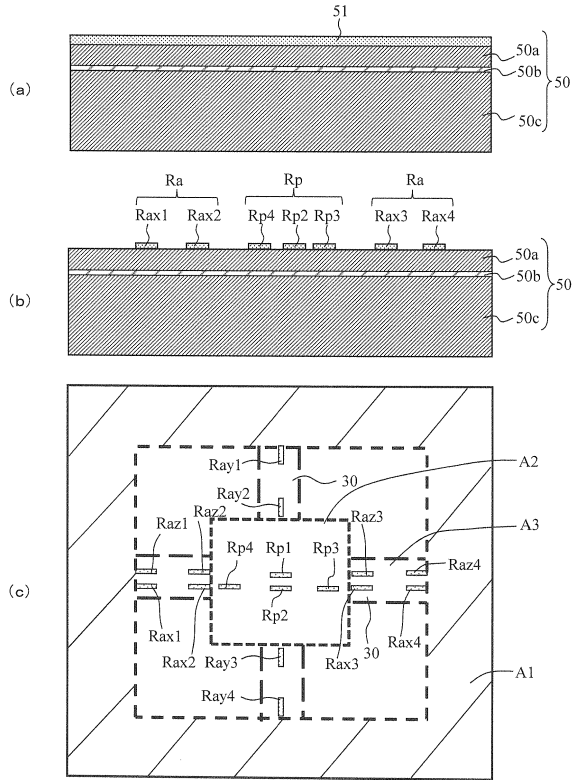
【 図 1 】



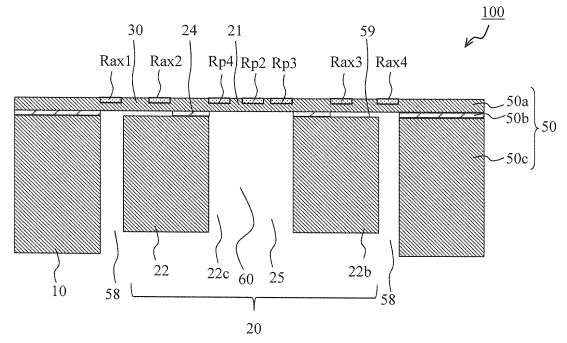
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 鈴木 健志  
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内
- (72)発明者 浅尾 英章  
京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地 京セラ株式会社内

審査官 岡田 卓弥

- (56)参考文献 特開2004-245760(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0060605(US,A1)  
特開2013-195097(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- G01L 7/00 - 23/32
  - G01L 27/00 - 27/02
  - G01P 15/00 - 15/18
  - H01L 29/84