

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5915103号  
(P5915103)

(45) 発行日 平成28年5月11日(2016.5.11)

(24) 登録日 平成28年4月15日(2016.4.15)

(51) Int.Cl.

G O 1 L 19/00 (2006.01)  
G O 1 L 9/00 (2006.01)

F 1

G O 1 L 19/00  
G O 1 L 9/00A  
C

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2011-248026 (P2011-248026)  
 (22) 出願日 平成23年11月11日 (2011.11.11)  
 (65) 公開番号 特開2013-104753 (P2013-104753A)  
 (43) 公開日 平成25年5月30日 (2013.5.30)  
 審査請求日 平成26年11月10日 (2014.11.10)

(73) 特許権者 000002369  
 セイコーエプソン株式会社  
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号  
 (74) 代理人 100091292  
 弁理士 増田 達哉  
 (74) 代理人 100091627  
 弁理士 朝比 一夫  
 (72) 発明者 佐藤 健太  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
 エプソン株式会社内  
 (72) 発明者 北原 直樹  
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
 エプソン株式会社内

審査官 公文代 康祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】物理量検出器

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

受圧部と、

前記受圧部の外周部を保持する固定部を含む保持部材と、

前記受圧部に固定された第1の基部と、第2の基部と、前記第1の基部と前記第2の基部の間に設けられた感圧部と、を含む感圧素子と、を含み、

前記保持部材には、前記感圧素子の前記第2の基部を固定するための支持体が接続され

、

前記支持体は、

前記保持部材に立設されている柱部材と、

前記柱部材と異なる材料で構成され、前記柱部材と前記第2の基部とを連結する梁部材と、

を備え、

前記梁部材は、前記保持部材と前記受圧部とのうち少なくとも何れかと同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されていることを特徴とする物理量検出器。

## 【請求項 2】

前記保持部材は、前記受圧部が変位する方向から見たときに、前記受圧部と重なるように突出して設けられた突出部を備え、

前記支持体は、前記突出部に接続されている請求項1に記載の物理量検出器。

## 【請求項 3】

10

20

前記突出部は、前記固定部から環状に突出して設けられている請求項 2 に記載の物理量検出器。

**【請求項 4】**

前記第 1 の基部および前記第 2 の基部は、前記受圧部が変位する方向に並んで設けられている請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載の物理量検出器。

**【請求項 5】**

前記受圧部に接続されている固定部材を含み、

前記第 1 の基部は、前記固定部材に固定されている請求項 1 ないし 4 のいずれか一項に記載の物理量検出器。

**【請求項 6】**

前記感圧素子は圧電体材料で構成され、

前記柱部材は、前記圧電体材料と同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されている請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載の物理量検出器。

**【請求項 7】**

前記保持部材は、前記受圧部の構成材料と同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されている請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載の物理量検出器。

**【発明の詳細な説明】**

**【技術分野】**

**【0001】**

本発明は、物理量検出器（圧力センサー）に関する。

**【背景技術】**

**【0002】**

水圧計、気圧計、差圧計等の物理量検出器（圧力センサー）としては、受ける圧力に応じて変形するダイアフラムと、ダイアフラムの変形に伴って応力を受ける圧電振動子とを備え、圧電振動子の共振周波数に基づいて圧力を検出するものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

例えば、特許文献 1 に記載の圧力センサーにおいて、ダイアフラムは、中央領域と周縁領域との間に可撓性の可撓領域が設けられており、中央領域（変位部）が圧力に応じて厚さ方向に変位する。また、圧電振動子は、1 対の基部と、この 1 対の基部間に設けられた振動部とを有する。そして、1 対の基部は、ダイアフラムが撓む方向に並んで配置されるとともに、一方の基部がダイアフラムの中央領域に接続され、他方の基部がダイアフラムの外周領域に柱状の支持部材を介して接続されている。

**【0003】**

特許文献 1 に記載の圧力センサーにおいて、支持部材は、圧電振動子と一体的に形成されている。これにより、支持部材および圧電振動子が同一材料で構成されるため、支持部材および圧電振動子の線膨張係数差に起因する検出圧力の誤差（熱歪みによる誤差）を低減することができる。

しかし、特許文献 1 に記載の圧力センサーでは、支持部材がダイアフラムに接続されているため、ダイアフラムの変形に伴って支持部材の不本意な変位や変形が生じてしまい、その結果、検出精度の低下を招いてしまうという問題がある。

仮にダイアフラムの周縁領域を高剛性にしても、ダイアフラムの撓む方向に直交する方向における支持部材の長さが長くなってしまうため、支持部材の不本意な変位や変形が生じやすく、検出精度の低下を招いてしまう。

**【先行技術文献】**

**【特許文献】**

**【0004】**

**【特許文献 1】特開 2010 - 48798 号公報**

**【発明の概要】**

**【発明が解決しようとする課題】**

**【0005】**

10

20

30

40

50

本発明の目的は、優れた検出精度を有する物理量検出器を提供することにある。

**【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、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

**[適用例1]**

本発明の物理量検出器は、受圧部と、

前記受圧部の外周部を保持する固定部を含む保持部材と、

前記受圧部に固定された第1の基部と、第2の基部と、前記第1の基部と前記第2の基部の間に設けられた感圧部と、を含む感圧素子と、を含み、

前記保持部材には、前記感圧素子の前記第2の基部を固定するための支持体が接続され

、  
前記支持体は、

前記保持部材に立設されている柱部材と、

前記柱部材と異なる材料で構成され、前記柱部材と前記第2の基部とを連結する梁部材と、

を備え、

前記梁部材は、前記保持部材と前記受圧部とのうち少なくとも何れかと同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されていることを特徴とする。

**【0007】**

このように構成された物理量検出器（圧力センサー）によれば、支持体が保持部材に固定されているので、支持体が受圧部に固定されている場合に比し、支持体の不本意な変形または変位を防止または抑制することができる。

特に、支持体が保持部材の固定部よりも内側に設けられた突出部に固定されているので、支持体と圧電振動子との間の空間を小さくすることができる。その結果、支持体の剛性を高めることができ、支持体の不本意な変形または変位を効果的に防止または抑制することができる。

**【0008】**

また、支持体の保持部材とは反対側の端部の小型化を図ることができることから、支持体の加速度による変形も防止または抑制することができる。

さらに、保持部材が突出部を有することにより、保持部材の剛性を高めることができる。そのため、保持部材の変形による受圧部および支持体の不本意な変形を防止することができる。

これらのようなことから、本発明の圧力センサーは、優れた検知精度を発揮することができる。

また、前記支持体が、前記保持部材に立設されている柱部材と、前記柱部材と前記第2の基部とを連結する梁部材と、を備えていることにより、比較的簡単な構成で、第1の基部および第2の基部を、変位部が変位する方向に並べて設けることができる。

さらに、前記柱部材および前記梁部材が異なる材料で構成されていることにより、柱部材および梁部材をそれぞれ所望の熱膨張係数の材料で構成することができる。

また、前記梁部材が、前記保持部材と前記受圧部とのうち少なくとも何れかと同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されていることにより、圧電振動子の熱歪みを防止または抑制することができる。

**[適用例2]**

本発明の物理量検出器では、前記保持部材は、前記受圧部が変位する方向から見たときに、前記受圧部と重なるように突出して設けられた突出部を備え、

前記支持体は、前記突出部に接続されていることが好ましい。

**【0009】**

**[適用例3]**

本発明の物理量検出器では、前記突出部は、前記固定部から環状に突出して設けられて

10

20

30

40

50

いることが好ましい。

これにより、突出部の内側を通じて圧電振動子の第1の基部と受圧部との接続を許容しつつ、保持部材の剛性を効果的に高めることができる。

#### 【0010】

##### [適用例4]

本発明の物理量検出器では、前記第1の基部および前記第2の基部は、前記受圧部が変位する方向に並んで設けられていることが好ましい。

これにより、受圧部が圧電振動子側に変位したとき、圧電振動子の振動部が圧縮応力を受け、振動部の共振周波数が小さくなり、一方、変位部が圧電振動子とは反対側に変位したとき、圧電振動子の振動部が引張応力を受け、振動部の共振周波数が大きくなる。そのため、このような振動部の共振周波数に基づいて、圧力を検出することができる。10

#### 【0014】

##### [適用例5]

本発明の物理量検出器では、前記受圧部に接続されている固定部材を含み、

前記第1の基部は、前記固定部材に固定されていることが好ましい。

これにより、比較的簡単な構成で、変位部が変位する方向における柱部材および圧電振動子の長さを揃えることができる。

#### 【0016】

##### [適用例6]

本発明の物理量検出器では、前記感圧素子は圧電体材料で構成され、

20

前記柱部材は、前記圧電体材料と同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されていることが好ましい。

これにより、圧電振動子の熱歪みを防止または抑制することができる。

#### 【0017】

##### [適用例7]

本発明の物理量検出器では、前記保持部材は、前記受圧部の構成材料と同等または近似した熱膨張係数を有する材料で構成されていることが好ましい。

これにより、受圧部の熱歪みを防止または抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0019】

30

【図1】本発明の第1実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）の全体構成を示す図である。

【図2】図1に示す圧力センサーに備えられた感圧ユニットの斜視図である。

【図3】図2に示す感圧ユニットの側面図である。

【図4】図2に示す感圧ユニットの製造方法（圧力センサーの製造方法）におけるダイアフラム（受圧部）の設置工程を説明するための図である。

【図5】図2に示す感圧ユニットの製造方法（圧力センサーの製造方法）における圧電振動子および柱部材の設置工程を説明するための図である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニットの側面図である。

40

【図7】(a)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の横断面図（図6中のA-A線断面図）、(b)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の第1変形例の横断面図、(c)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の第2変形例の横断面図である。

【図8】本発明の第3実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニットの側面図である。

【図9】(a)は、図8に示す感圧ユニットの柱部材の横断面図（図8中のB-B線断面図）、(b)は、図8に示す感圧ユニットの柱部材の変形例の横断面図である。

【図10】本発明の第4実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニットの側面図である。

【図11】本発明の第5実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニ

50

ットの側面図である。

【図12】本発明の第6実施形態に係る物理量検出器（流速センサー）を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、本発明の物理量検出器（圧力センサー）を添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

<第1実施形態>

図1は、本発明の第1実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）の全体構成を示す図、図2は、図1に示す圧力センサーに備えられた感圧ユニットの斜視図、図3は、図2に示す感圧ユニットの側面図である。

10

なお、図1～3では、説明の便宜上、互いに直交する3つの軸としてX軸、Y軸およびZ軸を図示している。また、以下の説明では、説明の便宜上、X軸に平行な方向を「X軸方向」、Y軸に平行な方向を「Y軸方向」、Z軸に平行な方向を「Z軸方向」と言う。また、図1～3中の上側（+Z側）を「上」、下側（-Z側）を「下」とも言う。

図1に示す物理量検出器（圧力センサー）1は、気体、液体等の流体の圧力を検出するものである。この圧力センサー1は、図1に示すように、ハウジング11と、感圧ユニット12と、回路ユニット13と、キャップ14と、ケーブル15と、封止部材16とを備える。

【0021】

最初に、図1に基づいて、圧力センサー1を構成する各部の構成を簡単に説明する。

20

ハウジング11は、有底筒状をなしている。

このハウジング11の構成材料としては、特に限定されず、例えば、樹脂材料、金属材料、セラミックス材料等が挙げられる。

このようなハウジング11内には、感圧ユニット12および回路ユニット13が配置されている。

【0022】

感圧ユニット12は、保持部材2と、ダイアフラム（受圧部）3と、固定部材4と、感圧素子としての圧電振動子5と、支持体6とを備える。

保持部材2およびダイアフラム3は、ハウジング11の一端開口を封止している。

30

また、固定部材4、圧電振動子5および支持体6は、ハウジング11の内側に配置されている。そして、圧電振動子5は、固定部材4を介してダイアフラム3に接続されるとともに、支持体6を介して保持部材2に接続されている。

この感圧ユニット12は、ダイアフラム3が受けた圧力に応じて圧電振動子5の共振周波数が変化する。なお、感圧ユニット12の構成については、後に詳述する。

【0023】

また、ハウジング11の一端部には、キャップ14が取り付けられている。このキャップ14には、流体が流通可能な流通口141が形成されている。これにより、流通口141を介してキャップ14内へ流入する流体の圧力が感圧ユニット12のダイアフラム3に印加される。

また、感圧ユニット12の圧電振動子5には、図示しない配線を介して回路ユニット13が電気的に接続されている。

40

この回路ユニット13は、例えば回路基板および電子部品（IC）等で構成されている。そして、回路ユニット13は、圧電振動子5を駆動する機能と、圧電振動子5の共振周波数に基づいて圧力を検出する機能とを有する。

【0024】

このような回路ユニット13には、ケーブル15を介して、ハウジング11の外部に設置された機器（図示せず）に電気的に接続されている。これにより、かかる機器にて圧力センサー1の検出結果を取得することができる。

このケーブル15は、ハウジング11の他端部に形成された貫通孔に挿通されている。

また、ケーブル15とハウジング11との間は、例えばゴム材料で構成された封止部材

50

16により封止されている。

このような圧力センサー1では、ハウジング11の内部空間が例えば減圧状態または不活性封入状態で封止されている。

#### 【0025】

ここで、図2および図3に基づいて、感圧ユニット12の構成について詳述する。

感圧ユニット12は、前述したように、保持部材2と、ダイアフラム3と、固定部材4と、圧電振動子5と、支持体6とを備える。

以下、感圧ユニット12を構成する各部を順次詳細に説明する。

##### (保持部材)

保持部材2は、ダイアフラム3を保持するものである。

10

この保持部材2は、ダイアフラム3の外周部を保持するリング状のリング部(固定部)21と、ダイアフラム3の一方の面側(図2にて上側)にてリング部21から内側に突出する突出部22とを有する。

#### 【0026】

リング部21は、前述したハウジング11の一端開口部に接合されている。このリング部21とハウジング11との接合は、例えば、溶接、ろう材、接着剤等により行われるが、液密的または気密的な接合であることが好ましい。

また、リング部21の内周部には、その全周にわたって下方に突出する凸条24が形成されている。

この凸条24は、後述するダイアフラム3の外周部32と溶接により接合される部分である。特に、凸条24は、薄肉(幅狭)に形成されている。これにより、比較的少ない熱量で凸条24とダイアフラム3とを溶接により接合することができる。

20

#### 【0027】

また、凸条24の幅(肉厚)は、ダイアフラム3の外周縁部(溶接部)の厚さに応じて決定されるものであり、特に限定されないが、例えば、0.1mm以上2mm以下であるのが好ましく、0.1mm以上1mm以下であるのがより好ましい。これに対し、かかる幅が薄すぎると、保持部材2とダイアフラム3との接合部の機械的強度が低下する場合がある。一方、かかる幅が厚すぎると、保持部材2とダイアフラム3との溶接による熱量が大きくなり、溶接後のダイアフラム3に生じる残留応力が大きくなる傾向を示す。

#### 【0028】

30

また、凸条24の高さ(-Z方向への突出量)は、ダイアフラム3の寸法、溶接しろ等に応じて決定されるものであり、特に限定されないが、例えば、0.1mm以上2mm以下であるのが好ましく、0.1mm以上1mm以下であるのがより好ましい。これに対し、かかる高さが低すぎると、保持部材2とダイアフラム3との溶接による熱量が大きくなり、溶接後のダイアフラム3に生じる残留応力が大きくなる傾向を示す。一方、かかる高さが高すぎると、凸条24の幅や構成材料等によっては、保持部材2とダイアフラム3との接合部の機械的強度が低下する場合がある。

#### 【0029】

このようなリング部21の上側(ダイアフラム3とは反対側)には、内側(中心側)に向けて突出する突出部22が設けられている。

40

この突出部22は、後述する支持体6の柱部材61、62が固定される。これにより、圧力センサー1の検出精度を優れたものとすることができます。

さらに、保持部材2が突出部22を有することにより、保持部材2の剛性を高めることができる。そのため、保持部材2の変形によるダイアフラム3および支持体6の不本意な変形を防止することもできる。

#### 【0030】

また、突出部22は、リング部21の全周にわたって形成され、環状をなしている。これにより、突出部22の内側の開口部23を通じて圧電振動子5の基部51とダイアフラム3との接続を許容しつつ、保持部材2の剛性を効果的に高めることができる。

また、突出部22は、後述する支持体6の柱部材61、62を接合するための面(接合

50

面、固定部) 221、222を有する。この面221、222は、それぞれ、XZ平面に平行となるように形成されている。

#### 【0031】

このような保持部材2の構成材料としては、特に限定されないが、耐腐食性に優れたものを用いるのが好ましく、例えば、ステンレスのような金属材料、セラミックス材料等を用いるのが好ましい。

また、保持部材2の構成材料としては、後述するダイアフラム3の構成材料と同一または近似した熱膨張係数を有する材料を用いるのが好ましい。これにより、ダイアフラムの熱歪みを防止または抑制することができる。また、後述する支持体6の梁部材63の構成材料を保持部材2またはダイアフラム3の構成材料と同一または近似した材料とすることにより、圧電振動子5の熱歪みを低減することができる。10

なお、保持部材2は、本実施形態ではハウジング11と別体で構成されているが、ハウジング11と一体形成されていてもよい。すなわち、リング部21および突出部22がハウジング11の一部であってもよい。

#### 【0032】

##### (ダイアフラム)

ダイアフラム3は、外部からの圧力や力を受圧することにより変位する受圧部としての変位部31と、変位部31の外周に設けられた外周部32とを有する。

変位部31は、その中央部がZ軸方向(変位部31の厚さ方向)に変位し得るように、外周部が撓み变形可能に構成されている。20

また、変位部31は、前述した保持部材2の突出部22に対してZ軸方向に離間している。これにより、変位部31のZ軸方向での変位が許容される。

#### 【0033】

外周部32は、前述した保持部材2のリング部21と溶接により接合される部分である。

外周部32は、変位部31の外周部から下側(+Z軸方向)に突出している。このような外周部32を設けることにより、ダイアフラム3の剛性を高め、ダイアフラム3の不本意な変形を抑えるとともに、ダイアフラム3の保持部材2との接合部(溶接しろ)の面積を大きくすることができる。

特に、外周部32は、薄肉(幅狭)に形成されている。これにより、比較的少ない熱量で外周部32と保持部材2とを溶接により接合することができる。30

#### 【0034】

また、外周部32の幅(肉厚)は、特に限定されないが、ダイアフラム3の製造が容易であるという観点から、変位部31の厚さと等しいのが好ましく、具体的には、例えば、0.1mm以上2mm以下であるのが好ましく、0.1mm以上1mm以下であるのがより好ましい。これに対し、かかる幅が薄すぎると、保持部材2とダイアフラム3との接合部の接合強度やダイアフラム3の機械的強度が低下する場合がある。一方、かかる幅が厚すぎると、保持部材2とダイアフラム3との溶接による熱量が大きくなり、溶接後のダイアフラム3に生じる残留応力が大きくなる傾向を示す。

#### 【0035】

また、外周部32の高さ(-Z方向への突出量)は、ダイアフラム3の寸法、溶接しろ等に応じて決定されるものであり、特に限定されないが、例えば、0.1mm以上2mm以下であるのが好ましく、0.1mm以上1.5mm以下であるのがより好ましい。これに対し、かかる高さが低すぎると、保持部材2に溶接したダイアフラム3の不本意な変形により圧力センサー1の検出精度の低下を招いたり、ダイアフラム3と保持部材2との接合部の接合強度が低下したりする場合がある。一方、かかる高さが高すぎると、保持部材2の大型化を招いたり、ダイアフラム3の製造が難しくなったりする場合がある。40

#### 【0036】

このようなダイアフラム3の構成材料としては、特に限定されないが、耐腐食性に優れたものを用いるのが好ましく、例えば、ステンレスのような金属材料、セラミックス材料

10

20

30

40

50

等を用いるのが好ましい。ダイアフラム3を金属材料で構成する場合、金属板をプレス加工することによりダイアフラム3を形成することができる。また、ダイアフラム3を水晶やシリコン等の単結晶体で構成することもできる。この場合、単結晶体をエッチングすることによりダイアフラム3を形成することができる。

#### 【0037】

##### (固定部材)

固定部材4は、前述したダイアフラム3の上面の中央部に接合(固着)されている。また、固定部材4は、前述した保持部材2の開口部23内に挿通されている。

固定部材4には、後述する圧電振動子5の基部51が接合されている。

この固定部材4は、後述する圧電振動子5の基部51をダイアフラム3に対して固定するための面(接合面)41を有する。この面41は、XZ平面に平行となるように形成されている。10

このような固定部材4を介して圧電振動子5をダイアフラム3に対して固定することにより、比較的簡単な構成で、ダイアフラム3の変位部31が変位する方向(Z軸方向)における後述する支持体6の柱部材61、62および圧電振動子5の長さを揃えることができる。

#### 【0038】

より具体的に説明すると、Z軸方向における圧電振動子5の下端の位置と柱部材61、62の下端の位置とを揃えることができる。言い換えると、支持体6が固定されている突出部22の固定部と、圧電振動子5の基部51の並ぶ方向は、変位部31が変位する方向に対して直交している。そのため、Z軸方向における圧電振動子5の長さと柱部材61、62の長さを等しくするとともに、Z軸方向における圧電振動子5の上端の位置と柱部材61、62の上端の位置とを揃えることができる。20

その結果、圧電振動子5の圧電体および柱部材61、62を互いに同じ材料(同じ線膨張係数の材料)で構成することにより、Z軸方向における圧電振動子5および柱部材61、62の熱膨張量または熱収縮量を等しくすることができる。

#### 【0039】

また、固定部材4の面41に圧電振動子5を接合することにより、圧電振動子5の主面がXZ平面に平行となるように、圧電振動子5を設置することができる。

このような固定部材4の構成材料としては、特に限定されないが、ダイアフラム3と固定部材4との熱膨張係数差を小さくするという観点から、ダイアフラム3の構成材料と同じ材料を用いるのが好ましい。30

#### 【0040】

##### (圧電振動子)

圧電振動子5は、前述した固定部材4の面41に接合されている。すなわち、圧電振動子5が固定部材4を介してダイアフラム3の中央部(変位部31)に接続されている。これにより、圧電振動子5は、ダイアフラム3の撓み変形によりZ軸方向の圧縮応力または引っ張り応力を受ける。

#### 【0041】

この圧電振動子5は、互いに離間して設けられた1対の基部51、52と、この1対の基部51、52間に設けられ、振動が励振される振動部53(振動ビーム)とを有する。40

基部(第1の基部)51は、前述した固定部材4の面41に接合(固定)されている。これにより、基部51は、ダイアフラム3の変位部31に固定されている。

一方、基部(第2の基部)52は、後述する支持体6の梁部材63に接合(固定)されている。これにより、基部52は、後述する支持体6に固定されている。

このような基部51と基部52は、振動部(感圧部)53を介して連結されている。

#### 【0042】

振動部53は、長尺状をなし、Z軸方向に沿って延在している。

なお、図示の例では、振動部53が1本の振動ビームで構成されている場合を示しているが、振動部53は、2本の振動ビームで構成されていてもよい。すなわち、圧電振動子50

5として、いわゆる双音叉型の振動子を用いることができる。双音叉型振動子は、厚みすべり振動子などに比べて、伸長・圧縮応力に対する共振周波数の変化が極めて大きく共振周波数の可変幅が大きいので、わずかな圧力差を検出するような分解能力に優れる高精度な圧力センサーにおいては好適である。また、振動部53は、3本以上の振動ビームで構成されていてもよい。

#### 【0043】

感圧素子としての圧電振動子5は、水晶、ニオブ酸リチウム、タンタル酸リチウム等の圧電材料を用いることができる。

また、感圧素子の感圧部としての振動部53は、振動ビームで構成される振動子に限らず、伸張・圧縮応力によって共振周波数が変化する圧電振動子であればどのようなもの用いても良く、例えば、厚みすべり振動子、S A W共振子などが使用可能である。

#### 【0044】

振動部53に厚みすべりモードを主振動とするA Tカット水晶振動子を採用すれば、周波数温度特性が3次曲線となり、上に凸の2次曲線となる音叉型振動子に比べて、周波数温度特性に優れた圧力センサーを実現することができる。

また、振動部53にS A W共振子を用いる場合、水晶等の圧電基板の一方の正面のみに励振電極となる櫛形電極、所謂I D T (interdigital transducer:すだれ状トランスデューサー)を形成すればよいので、製造上低コスト化が期待できる。

このような振動部53には、図示しない1対の励振電極が設けられており、この1対の励振電極は、図示しない配線を介して、前述した回路ユニット13に電気的に接続されている。これにより、回路ユニット13が1対の励振電極間に電圧を印加することにより、振動部53に振動を励振させることができる。

#### 【0045】

このような圧電振動子5は、振動部53の固有の共振周波数で振動する。

そして、1対の基部51、52がダイアフラム3の変位部31が変位する方向、すなわちZ軸方向に並んで設けられているので、変位部31が圧電振動子5側に変位したとき、圧電振動子5の振動部53がZ軸方向での圧縮応力(基部51および基部52が接近する方向の応力)を受け、振動部53の共振周波数が小さくなる。一方、変位部31が圧電振動子5とは反対側に変位したとき、圧電振動子5の振動部53がZ軸方向での引張応力(基部51および基部52が離間する方向の応力)を受け、振動部53の共振周波数が大きくなる。そのため、このような振動部の共振周波数に基づいて、圧力を検出することができる。

#### 【0046】

##### (支持体)

支持体6は、前述した保持部材2の突出部22の面221、222に固定されている。また、支持体6には、前述した圧電振動子5の基部52が固定されている。これにより、圧電振動子5の基部52が支持体6を介して保持部材2に接続されている。

このように支持体6が保持部材2に固定されることにより、仮に支持体6をダイアフラム3に固定した場合に比し、支持体6の不本意な変形または変位を防止または抑制することができる。

#### 【0047】

特に、支持体6が保持部材2のリング部21よりも内側に設けられた突出部22に固定されているので、支持体6と圧電振動子5との間の空間を小さくすることができる。その結果、支持体6の剛性を高めることができ、支持体6の不本意な変形または変位を効果的に防止または抑制することができる。

また、支持体6の保持部材2とは反対側の端部(具体的には、後述する梁部材63)の小型化を図ることができることから、支持体6の加速度による変形も防止または抑制することができる。

#### 【0048】

この支持体6は、突出部22に立設された柱部材61、62と、柱部材61、62の先

10

20

30

40

50

端部と圧電振動子 5 の基部 5 2 とを接続する梁部材 6 3 を有する。これにより、比較的簡単な構成で、圧電振動子 5 の 1 対の基部 5 1、5 2 を、ダイアフラム 3 の変位部 3 1 が変位する方向 (Z 軸方向) に並べて設けることができる。

柱部材 6 1 は、保持部材 2 の面 2 2 1 に接合され、柱部材 6 2 は、保持部材 2 の面 2 2 2 に接合されている。

そして、柱部材 6 1、6 2 は、それぞれ、変位部 3 1 が変位する方向からみたとき、変位部 3 1 の内側に位置する。これにより、変位部 3 1 の面積を大きく確保するとともに、支持体 6 と圧電振動子 5 との間の空間を抑える（狭める）ことができる。

#### 【 0 0 4 9 】

柱部材 6 1、6 2 は、それぞれ、長尺状をなし、Z 軸方向に延在している。そして、柱部材 6 1、6 2 は、それぞれ、長手方向 (Z 軸方向) での下端部が保持部材 2 の突出部 2 2 に接合されている。10

このような柱部材 6 1、6 2 は、互いに平行となるように設けられている。また、柱部材 6 1、6 2 は、X 軸方向に互いに離間して設けられている。

#### 【 0 0 5 0 】

また、柱部材 6 1、6 2 は、それぞれ、板状をなし、その板面が X Z 平面に平行となるように設けられている。

また、柱部材 6 1、6 2 は、Z 軸方向での長さが互いに等しくなるように形成されている。これにより、柱部材 6 1、6 2 の構成材料を同じにすることにより、柱部材 6 1、6 2 の Z 軸方向での熱膨張または熱収縮したときの長さを互いに等しくすることができる。20

また、柱部材 6 1、6 2 は、Z 軸方向での長さが前述した圧電振動子 5 と等しくなるように形成されている。

この柱部材 6 1、6 2 の構成材料としては、特に限定されないが、前述した圧電振動子 5 の圧電体を構成する圧電体材料と同一または近似した熱膨張係数を有する材料を用いることが好ましい。これにより、圧電振動子 5 の熱歪みを防止または抑制することができる。。

#### 【 0 0 5 1 】

このような観点から、具体的には、柱部材 6 1、6 2 の構成材料としては、圧電振動子 5 に用いる圧電体材料と同じ圧電体材料を用いるのが好ましい。

なお、柱部材 6 1、6 2 の Z 軸方向での長さが圧電振動子 5 の Z 軸方向での長さと異なつっていてもよい。この場合、柱部材 6 1、6 2 の Z 軸方向での熱膨張量が圧電振動子 5 の Z 軸方向での熱膨張量と等しくなるように、柱部材 6 1、6 2 の構成材料を選定すればよい。30

#### 【 0 0 5 2 】

このような柱部材 6 1、6 2 には、これらを連結するように梁部材 6 3 が接合されている。

この梁部材 6 3 は、X 軸方向に延在している。そして、梁部材 6 3 は、その長手方向 (X 軸方向) での一端部 (図 3 にて左側) が柱部材 6 1 の上端部に接合され、他端部 (図 3 にて右側) が柱部材 6 2 の上端部に接合されている。

#### 【 0 0 5 3 】

また、梁部材 6 3 の長手方向での途中には、圧電振動子 5 の基部 5 2 が接合されている。

また、梁部材 6 3 は、板状をなし、その板面が X Z 平面に平行となるように設けられている。

この梁部材 6 3 は、前述した柱部材 6 1、6 2 と異なる材料で構成することにより、柱部材 6 1、6 2 および梁部材 6 3 をそれぞれ所望の熱膨張係数の材料で構成することができる。

#### 【 0 0 5 4 】

この梁部材 6 3 の構成材料としては、特に限定されないが、前述した保持部材 2 またはダイアフラム 3 と同等または近似した熱膨張係数を有する材料を用いることが好ましい。50

これにより、圧電振動子 5 の熱歪みを防止または抑制することができる。

このような観点から、具体的には、梁部材 6 3 の構成材料としては、保持部材 2 またはダイアフラム 3 の構成材料と同じ材料を用いるのが好ましい。

#### 【 0 0 5 5 】

以上説明したように構成された圧力センサー 1 にあっては、ダイアフラム 3 の変位部 3 1 が外部から受ける圧力がハウジング 1 1 内の圧力よりも高い場合、変位部 3 1 がハウジング 1 1 の内側へ変位する。一方、ダイアフラム 3 の変位部 3 1 が外部から受ける圧力がハウジング 1 1 内の圧力よりも低い場合、変位部 3 1 がハウジング 1 1 の外側へ変位する。

#### 【 0 0 5 6 】

変位部 3 1 がハウジング 1 1 の内側へ変位すると、圧電振動子 5 は、Z 軸方向での圧縮応力を受ける。一方、変位部 3 1 がハウジング 1 1 の外側へ変位すると、圧電振動子 5 は、Z 軸方向での引張応力を受ける。

このように圧電振動子 5 が Z 軸方向での圧縮応力または引張応力を受けることにより、圧電振動子 5 の共振周波数が変化する。

そして、回路ユニット 1 3 は、圧電振動子 5 の共振周波数に基づいて、ダイアフラム 3 が受けた圧力を検出する。

#### 【 0 0 5 7 】

ここで、圧力センサー 1 によれば、支持体 6 が保持部材 2 に固定されているので、仮に支持体 6 がダイアフラム 3 に固定された場合に比し、支持体 6 の不本意な変形または変位を防止または抑制することができる。

特に、支持体 6 が保持部材 2 のリング部 2 1 よりも内側に設けられた突出部 2 2 に固定されているので、支持体 6 と圧電振動子 5 との間の空間を小さくすることができる。その結果、支持体 6 の剛性を高めることができ、支持体 6 の不本意な変形または変位を効果的に防止または抑制することができる。

#### 【 0 0 5 8 】

また、支持体 6 の保持部材 2 とは反対側の端部の小型化を図ることができることから、支持体 6 の加速度による変形も防止または抑制することができる。

さらに、保持部材 2 が突出部 2 2 を有することにより、保持部材 2 の剛性を高めることができます。そのため、保持部材 2 の変形によるダイアフラム 3 および支持体 6 の不本意な変形を防止することもできる。

これらのようなことから、圧力センサー 1 は、優れた検知精度を発揮することができる。

#### 【 0 0 5 9 】

##### ( 圧力センサーの製造 )

次に、前述した圧力センサー 1 の感圧ユニット 1 2 の製造方法について説明する。

図 4 は、図 2 に示す感圧ユニットの製造方法（圧力センサーの製造方法）におけるダイアフラムの設置工程を説明するための図、図 5 は、図 2 に示す感圧ユニットの製造方法（圧力センサーの製造方法）における圧電振動子および柱部材の設置工程を説明するための図である。

感圧ユニット 1 2 の製造方法は、[ A ] 保持部材 2 にダイアフラム 3 を接合する工程と、[ B ] ダイアフラム 3 に固定部材 4 を接合する工程と、[ C ] 固定部材 4 に圧電振動子 5 を接合するとともに、保持部材 2 に柱部材 6 1 、6 2 を接合する工程とを有する。

#### 【 0 0 6 0 】

以下、各工程を順次説明する。

##### [ A ]

まず、図 4 ( a ) に示すように、保持部材 2 を用意する。

そして、図 4 ( b ) に示すように、保持部材 2 にダイアフラム 3 を溶接により接合する。

このとき、治具 1 0 0 を用いて、ダイアフラム 3 の外周部 3 2 の端面（下端面）と、保

10

20

30

40

50

持部材 2 の凸条 2 4 の先端面とが同一面（同一 X Y 平面）上となるように、ダイアフラム 3 を保持する。

#### 【 0 0 6 1 】

治具 1 0 0 は、基台 1 0 1 と、押え部材 1 0 2 とを備える。

基台 1 0 1 は、例えば S U S のような磁性体材料で構成されている。そして、基台 1 0 1 上に保持部材 2 が載置される。このとき、基台 1 0 1 は、凸条 2 4 とは反対側（図 4 ( b ) にて下側）から、保持部材 2 に当接するとともに、保持部材 2 の開口部 2 3 を介してダイアフラム 3 に当接する。これにより、ダイアフラム 3 が保持部材 2 の突出部 2 2 側（図 4 ( b ) にて下側）へ移動するのを規制することができる。

また、押え部材 1 0 2 は、例えばネオジム磁石のような磁石である。そして、押え部材 1 0 2 は、ダイアフラム 3 上に載置される。このとき、押え部材 1 0 2 は、ダイアフラム 3 を介して基台 1 0 1 に磁力により吸着する。これにより、ダイアフラム 3 が保持部材 2 の突出部 2 2 とは反対側（図 4 ( b ) にて上側）へ移動するのを規制することができる。10

このような基台 1 0 1 および押え部材 1 0 2 によりダイアフラム 3 が挟持されることにより、ダイアフラム 3 の外周部 3 2 の端面と、保持部材 2 の凸条 2 4 の先端面とが同一面上となるように保持される。

#### 【 0 0 6 2 】

なお、本実施形態では、押え部材 1 0 2 が磁石である場合を例に説明したが、押え部材 1 0 2 は、人手またはアクチュエーター等により基台 1 0 1 側へ向けて押圧するように構成されていてもよい。この場合、押え部材 1 0 2 は、磁石でなくてもよく、例えば、金属材料、樹脂材料またはセラミック材料等で構成されていてもよい。また、この場合、基台 1 0 1 は、磁性体材料で構成されなくててもよく、例えば、磁性体材料以外の金属材料、樹脂材料またはセラミック材料等で構成されていてもよい。20

#### 【 0 0 6 3 】

そして、この状態で、ダイアフラム 3 の外周部 3 2 と、保持部材 2 の凸条 2 4 とを溶接により接合する。

このとき、凸条 2 4 が薄肉に形成されているので、比較的少ない熱量でダイアフラム 3 と保持部材 2 とを溶接することができる。そのため、ダイアフラム 3 の溶接時の熱による変形や残留応力の発生を防止または抑制することができる。その結果、圧力センサー 1 の検出感度や検出精度を優れたものとすることができる。30

#### 【 0 0 6 4 】

この接合方法としては、レーザー溶接を用いるのが好ましく、特に、ファイバーレーザーによる溶接を用いるのが好ましい。なお、この接合方法としては、レーザー溶接に限定されず、例えば、アーク溶接などの他の溶接方法、接着剤による接着、ろう付け等を用いることもできる。

このような溶接の終了後、治具 1 0 0 を取り外し、図 4 ( c ) に示すように、保持部材 2 とダイアフラム 3 とが接合された接合体を得る。

#### 【 0 0 6 5 】

##### [ B ]

次に、図 5 ( a ) に示すように、ダイアフラム 3 に固定部材 4 を接合する。40

この接合方法としては、特に限定されず、例えば、接着剤による接着、レーザー溶接、アーク溶接などの溶接、ろう付け等を用いることができるが、接着剤による接着、特に、接着剤として低融点ガラスを用いた接着を用いるのが好ましい。低融点ガラスは、粘弾性が低い。そのため、ダイアフラム 3 に生じる圧力ヒステリシスを抑制または防止することができる。また、低融点ガラスが比較的低温で硬化可能であるため、保持部材 2 およびダイアフラム 3 等に余計な応力が生じるのを防止または抑制することができる。

#### 【 0 0 6 6 】

##### [ C ]

次に、図 5 ( b ) に示すように、固定部材 4 に圧電振動子 5 を接合するとともに、保持部材 2 に柱部材 6 1 、 6 2 を接合する。50

これらの接合方法としては、それぞれ、特に限定されず、例えば、接着剤による接着、レーザー溶接、アーク溶接などの溶接、ろう付け等を用いることができるが、ダイアフラム3と固定部材4との接合(接着)に悪影響を与えない接合方法を用いるのが好ましく、接着剤による接着、特に、樹脂系接着剤による接着を用いるのが好ましい。樹脂系接着剤は、ヒビや破断等の破壊現象が生じ難い。そのため、圧力センサー1の耐久性を高めることができる。また、樹脂系接着剤は比較的低温で硬化可能であるため、圧電振動子5、保持部材2およびダイアフラム3等に余計な応力が生じるのを防止または抑制することができる。

#### 【0067】

そして、これらの接合後に、梁部材63を圧電振動子5および柱部材61、61に接合する。10

この接合方法としては、前述した固定部材4と圧電振動子5との接合および保持部材2と柱部材61、62とのを接合と同様の方法を用いることができる。

なお、前述した固定部材4と圧電振動子5との接合および保持部材2と柱部材61、62とのを接合の前に、梁部材63を圧電振動子5および柱部材61、61に接合してもよい。

#### 【0068】

以上説明したような圧力センサー1の製造方法によれば、保持部材2のダイアフラム3との接合部に薄肉な凸条24が設けられているので、保持部材2とダイアフラム3とを比較的少ない熱量で短時間に溶接により接合することができる。そのため、保持部材2に接合した後のダイアフラム3に生じる残留応力を低減することができる。その結果、圧力センサー1の検出精度および検出感度を優れたものとすることができます。20

#### 【0069】

##### <第2実施形態>

次に、本発明の第2実施形態について説明する。

図6は、本発明の第2実施形態に係る物理量検出器(圧力センサー)における感圧ユニットの側面図、図7(a)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の横断面図(図6中のA-A線断面図)、図7(b)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の第1変形例の横断面図、図7(c)は、図6に示す感圧ユニットの柱部材の第2変形例の横断面図である。

#### 【0070】

以下、第2実施形態の物理量検出器(圧力センサー)について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本発明の第2実施形態にかかる物理量検出器(圧力センサー)は、感圧ユニットの支持体の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、図6および図7では、前述した第1実施形態と同様の構成について、同一符号が付されている。

#### 【0071】

本実施形態の物理量検出器(圧力センサー)に備えられた感圧ユニット12Aは、図6に示すように、圧電振動子5の基部52と保持部材2とを接続する支持体6Aを備える。

この支持体6Aは、保持部材2の面221に接合された柱部材61Aと、保持部材2の面222に接合された柱部材62Aと、柱部材61A、62Aと圧電振動子5の基部52とを連結する梁部材63とを有する。40

#### 【0072】

柱部材61Aは、長尺状の本体部611と、この本体部611の外周面に接合された緩衝部612とを有する。

同様に、柱部材62Aは、長尺状の本体部621と、この本体部621の外周面に接合された緩衝部622とを有する。

ここで、緩衝部612、622は、圧電振動子5のQ値よりも低いQ値を有する。そのため、圧電振動子5の振動と支持体6Aの振動との共振を抑制することができる。

#### 【0073】

以下、図7に基づいて、柱部材61について説明する。なお、柱部材62は、柱部材650

1と同様であるので、その説明を省略する。

図7(a)に示すように、柱部材61Aの横断面において、本体部611の外周面の全周にわたって緩衝部612が接合されている。

また、かかる横断面において、本体部611は、両板面に凹部が形成されている。これにより、本体部611と緩衝部612との接触面積を大きくすることができます。その結果、本体部611と緩衝部612との接合強度を高めることができる。また、かかる凹部内に入り込むようにして緩衝部612を形成することができる、そのため、緩衝部612の体積を大きくして、緩衝部612を設けることによる効果を大きくすることができる。

#### 【0074】

緩衝部612は、本体部611の振動を減衰させるダンピング効果を生じさせるものである。10

このような緩衝部612を設けることにより、圧電振動子5の振動に伴う柱部材61Aの振動を抑えることができる。そのため、支持体6Aの振動を抑制し、支持体6Aの振動が圧電振動子5の振動へ悪影響を与えるのを防止することができる。その結果、圧力センサーの検出精度の低下を防止することができる。

このような緩衝部612の構成材料としては、緩衝部612のQ値が圧電振動子5のQ値よりも低くなるものであれば、特に限定されないが、例えば、シリコーン樹脂のようなポッティングゲルを用いることができる。

#### 【0075】

以下、柱部材61Aの変形例を説明する。20

##### (変形例1)

図7(b)に示す変形例1に係る柱部材61A1は、長尺状の本体部613と、この本体部613の外周面に接合された緩衝部614とを有する。

この柱部材61A1では、横断面において、本体部613は、厚さ方向に貫通する貫通孔が形成されている。言い換えると、本体部613は、長手方向での途中が分岐した2本の棒状部材で構成されている。

これにより、かかる貫通孔内に入り込むようにして緩衝部614を形成することができる。そのため、緩衝部614の体積を大きくして、緩衝部614を設けることによる効果を大きくすることができる。

#### 【0076】

##### (変形例2)

図7(c)に示す変形例2に係る柱部材61A2は、長尺状の本体部615と、この本体部615の外周面に接合された緩衝部616とを有する。

この柱部材61A2は、横断面において、本体部615は、平板状をなしている。そして、緩衝部616は、本体部615の一方の面上に積層されている。このような積層構造を有する柱部材61A2は、本体部615の一方の面上に各種成膜を用いて緩衝部616を簡単かつ高精度に形成することができる。

以上説明したような第2実施形態に係る物理量検出器(圧力センサー)によつても、検出精度を優れたものとすることができる。

#### 【0077】

##### <第3実施形態>

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

図8は、本発明の第3実施形態に係る物理量検出器(圧力センサー)における感圧ユニットの側面図、図9(a)は、図8に示す感圧ユニットの柱部材の横断面図(図8中のB-B線断面図)、図9(b)は、図8に示す感圧ユニットの柱部材の変形例の横断面図である。

#### 【0078】

以下、第3実施形態の物理量検出器(圧力センサー)について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

本発明の第3実施形態にかかる物理量検出器(圧力センサー)は、感圧ユニットの支持50

体の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、図8および図9では、前述した第1実施形態と同様の構成について、同一符号が付されている。

#### 【0079】

本実施形態の物理量検出器（圧力センサー）に備えられた感圧ユニット12Bは、図8に示すように、圧電振動子5の基部52と保持部材2とを接続する支持体6Bを備える。

この支持体6Bは、保持部材2の面222に接合された柱部材62Bと、柱部材62Bと圧電振動子5の基部52とを連結する梁部材63Bとを有する。

柱部材62Bは、第1の部分623と、この第1の部分623に接合された第2の部分624とを有する。

#### 【0080】

10

ここで、第1の部分623および第2の部分624は、互いに異なる材料、特に互いに熱膨張係数の異なる材料で構成されている。これにより、第1の部分623および第2の部分624の構成材料の組み合わせを適宜選定することにより、柱部材62B全体のZ軸方向での熱膨張係数を調整することができる。そのため、柱部材62Bの形状および大きさによらず、比較的簡単に、柱部材62Bおよび圧電振動子5のZ軸方向での熱膨張係数を互いに等しくすることができる。

#### 【0081】

より具体的に説明すると、図9に示すように、第1の部分623は、横断面において、厚さ方向に貫通する貫通孔を有する。

また、本実施形態では、第1の部分623は、梁部材63Bと一体形成されている。

20

そして、第2の部分624は、この第1の部分623の貫通孔内に嵌合または充填されて形成されている。

このような柱部材62Bでは、第1の部分623の構成材料としては、ダイアフラム3または保持部材2の構成材料と同じまたは近似した材料を用いるのが好ましい。これにより、梁部材63Bの構成材料をダイアフラム3または保持部材2の構成材料と同じ材料とすることはできる。

#### 【0082】

そして、第2の部分624の構成材料としては、第1の部分623の熱膨張係数が圧電振動子5の熱膨張係数よりも大きい場合には、圧電振動子5よりも小さい熱膨張係数の材料を用いるのが好ましく、一方、第1の部分623の熱膨張係数が圧電振動子5の熱膨張係数よりも小さい場合には、圧電振動子5よりも大きい熱膨張係数の材料を用いるのが好ましい。これにより、柱部材62Bおよび圧電振動子5のZ軸方向での熱膨張係数差を低減することができる。

30

#### 【0083】

以下、柱部材62Bの変形例を説明する。

##### (変形例)

図9(b)に示す変形例に係る柱部材62B1は、第1の部分625と、この第1の部分625に接合された第2の部分626とを有する。

この柱部材62B1では、横断面において、第1の部分625は、両板面に凹部が形成されている。

40

そして、かかる貫通孔内に第2の部分626が嵌合または充填されて形成されている。

以上説明したような第3実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）によっても、検出精度を優れたものとすることができます。

#### 【0084】

##### <第4実施形態>

次に、本発明の第4実施形態について説明する。

図10は、本発明の第4実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニットの側面図である。

以下、第4実施形態の物理量検出器（圧力センサー）について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

50

**【0085】**

本発明の第4実施形態にかかる物理量検出器（圧力センサー）は、感圧ユニットの支持体の構成が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、図10では、前述した第1実施形態と同様の構成について、同一符号が付されている。

本実施形態の物理量検出器（圧力センサー）に備えられた感圧ユニット12Cは、図10に示すように、圧電振動子5の基部52と保持部材2とを接続する支持体6Cを備える。

**【0086】**

この支持体6Cは、保持部材2の面222に接合された柱部材62Cと、柱部材62Cと圧電振動子5の基部52とを連結する梁部材63Cとを有する。

10

柱部材62Cは、第1の部分627と、この第1の部分627に接合された第2の部分628とを有する。

ここで、第1の部分627は、柱部材62Cの上側の部分であり、第2の部分628は、柱部材62Cの下側の部分である。そして、第1の部分627および第2の部分628は、互いに異なる材料、特に互いに熱膨張係数の異なる材料で構成されている。これにより、第1の部分627および第2の部分628の構成材料の組み合わせを適宜選定することにより、柱部材62C全体のZ軸方向での熱膨張係数を調整することができる。そのため、柱部材62Cの形状および大きさによらず、比較的簡単に、柱部材62Cおよび圧電振動子5のZ軸方向での熱膨張係数を互いに等しくすることができる。

**【0087】**

20

また、本実施形態では、第1の部分627は、梁部材63Cと一体形成されている。

このような柱部材62Cでは、第1の部分627の構成材料としては、ダイアフラム3または保持部材2の構成材料と同じまたは近似した材料を用いるのが好ましい。これにより、梁部材63Cの構成材料をダイアフラム3または保持部材2の構成材料と同じ材料とすることができる。

**【0088】**

そして、第2の部分628の構成材料としては、第1の部分627の熱膨張係数が圧電振動子5の熱膨張係数よりも大きい場合には、圧電振動子5よりも小さい熱膨張係数の材料を用いるのが好ましく、一方、第1の部分627の熱膨張係数が圧電振動子5の熱膨張係数よりも小さい場合には、圧電振動子5よりも大きい熱膨張係数の材料を用いるのが好ましい。これにより、柱部材62Cおよび圧電振動子5のZ軸方向での熱膨張係数差を低減することができる。

30

以上説明したような第4実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）によっても、検出精度を優れたものとすることができます。

**【0089】**

<第5実施形態>

次に、本発明の第5実施形態について説明する。

図11は、本発明の第5実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）における感圧ユニットの側面図である。

以下、第5実施形態の物理量検出器（圧力センサー）について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

40

**【0090】**

本発明の第5実施形態にかかる物理量検出器（圧力センサー）は、感圧ユニットの支持体の構成および数並びに圧電振動子の数および配置が異なる以外は、前述した第1実施形態と同様である。なお、図11では、前述した第1実施形態と同様の構成について、同一符号が付されている。

本実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）に備えられた感圧ユニット12Dは、図11に示すように、圧電振動子5の基部52と保持部材2とを接続する支持体6Dを備える。

また、感圧ユニット12Dは、圧電振動子5および支持体6Dの他に、圧電振動子7お

50

および支持体 8 を備える。

なお、図 1 1において、圧電振動子 5、7 は、それぞれ、正面が X 軸方向に直交するよう設けられている。

#### 【0091】

支持体 6 D は、保持部材 2 の突出部 2 2 に接合された柱部材 6 2 D と、柱部材 6 2 D と圧電振動子 5 の基部 5 2 とを連結する梁部材 6 3 D とを有する。

本実施形態では、柱部材 6 2 D および梁部材 6 3 D は、一体形成されている。

圧電振動子 7 は、圧電振動子 5 と同様に構成されている。具体的には、圧電振動子 7 は、互いに離間して設けられた 1 対の基部 7 1、7 2 と、この 1 対の基部 7 1、7 2 間に設けられ、振動が励振される振動部 7 3（振動ビーム）とを有する。

10

#### 【0092】

1 対の基部 7 1、7 2 は、Z 軸方向に並んで設けられている。

基部 7 1 は、保持部材 2 の突出部 2 2 に接合（固定）されている。一方、基部 7 2 は、後述する支持体 8 の梁部材 8 3 に接合（固定）されている。

このような基部 7 1 と基部 7 2 は、振動部 7 3 を介して連結されている。

振動部 7 3 は、長尺状をなし、Z 軸方向に沿って延在している。

支持体 8 は、固定部材 4 の面 4 1 に接合（固定）された柱部材 8 2 と、柱部材 8 2 と圧電振動子 7 の基部 7 2 とを連結する梁部材 8 3 とを有する。

本実施形態では、柱部材 6 2 D および梁部材 6 3 D は、前述した柱部材 6 2 D および梁部材 6 3 D と同様、一体形成されている。

20

#### 【0093】

このように構成された圧力センサーでは、変位部 3 1 がハウジング 1 1 の内側へ変位すると、圧電振動子 5 は、Z 軸方向での圧縮応力を受け、圧電振動子 7 は、Z 軸方向での引張応力を受ける。一方、変位部 3 1 がハウジング 1 1 の外側へ変位すると、圧電振動子 5 は、Z 軸方向での引張応力を受け、圧電振動子 7 は、Z 軸方向での圧縮応力を受ける。

したがって、圧電振動子 5 の共振周波数と圧電振動子 7 の共振周波数との差分に基づいて、ダイアフラム 3 が受けた圧力を検出することができる。このような差分において、圧電振動子 5、7 の温度特性や経年変化特性等の特性がキャンセルされる。そのため、高精度な圧力測定を行うことができる。

以上説明したような第 5 実施形態に係る物理量検出器（圧力センサー）によつても、検出精度を優れたものとすることができる。

30

#### 【0094】

<第 6 実施形態>

次に、本発明の第 6 実施形態について説明する。

図 1 2 は、本発明の第 6 実施形態に係る物理量検出器（流速センサー）を示す図である。

以下、第 6 実施形態の物理量検出器（圧力センサー）について、前述した実施形態との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を省略する。

#### 【0095】

本発明の第 6 実施形態にかかる物理量検出器（圧力センサー）は、前述した第 1 実施形態の物理量検出器（圧力センサー）の感圧ユニットを用いて構成した流速センサーである。なお、図 1 2 では、前述した第 1 実施形態と同様の構成について、同一符号が付されている。

40

図 1 2 に示す流速センサー 1 0（物理量検出器（圧力センサー））は、流速を検出するものである。この流速センサー 1 0 は、図 1 2 に示すように、ハウジング 1 8 と、2 つの感圧ユニット 1 2 と、キャップ 1 9、2 0 とを備える。なお、図 1 2 では、図示を省略するが、流速センサー 1 0 は、前述した第 1 実施形態の圧力センサー 1 と同様、回路ユニット、ケーブル等を有している。

#### 【0096】

ハウジング 1 8 は、筒状をなしている。

50

このハウジング 18 内には、2 つの感圧ユニット 12 が配置されている。

そして、一方（図 12 にて左側）の感圧ユニット 12 の保持部材 2 およびダイアフラム 3 は、ハウジング 18 の一端（図 12 にて左側の端）の開口を封止している。一方、他方（図 12 にて右側）の感圧ユニット 12 の保持部材 2 およびダイアフラム 3 は、ハウジング 18 の他端（図 12 にて右側の端）の開口を封止している。

#### 【0097】

また、ハウジング 18 の一端部には、キャップ 19 が取り付けられ、ハウジング 18 の他端部には、キャップ 20 が取り付けられている。

キャップ 19 には、ハウジング 18 の軸線（中心軸）に平行な方向に流体が流通可能な流通口 191 が形成されている。これにより、流通口 191 を介してキャップ 19 内へ流入する流体の圧力が一方（図 12 にて左側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 に印加される。

キャップ 20 には、ハウジング 18 の軸線（中心軸）に垂直な方向に流体が流通可能な流通口 201 が形成されている。これにより、流通口 201 を介してキャップ 20 内へ流入する流体の圧力が他方（図 12 にて右側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 に印加される。

#### 【0098】

このような流速センサー 10 は、流通口 191 が流体の流れる方向 v に向くとともに、流通口 201 が流体の流れる方向 v に対して垂直な方向に向くように設置される。

このように設置された流速センサー 10 では、一方（図 12 にて左側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 には大気圧、動圧および静圧が作用する。一方、他方（図 12 にて右側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 には、大気圧および静圧が作用する。

したがって、一方（図 12 にて左側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 に作用する圧力と、他方（図 12 にて右側）の感圧ユニット 12 のダイアフラム 3 に作用する圧力との差分により動圧を求めることができる。また、ベルヌーイの定理により、流速を求めることができる。

以上説明したような第 6 実施形態に係る流速センサー 10 によっても、検出精度を優れたものとすることができます。

#### 【0099】

以上、本発明の物理量検出器を、図示の実施形態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、本発明は、前述した複数の実施形態のうちの任意の 2 以上の構成（特徴）を組み合わせたものであってもよい。

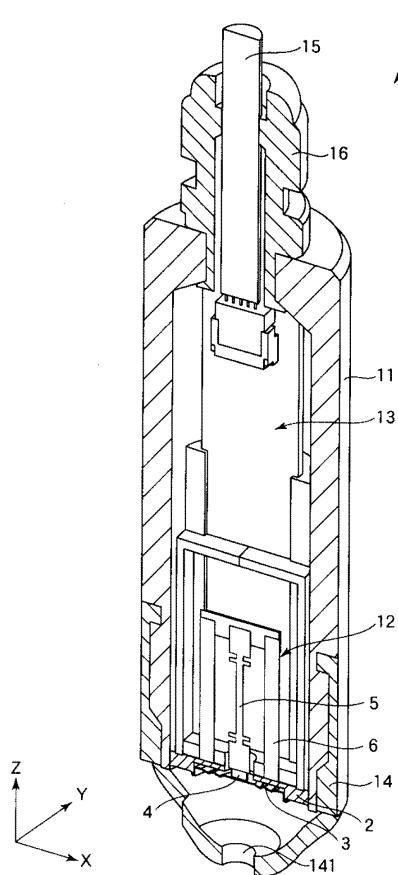
#### 【符号の説明】

#### 【0100】

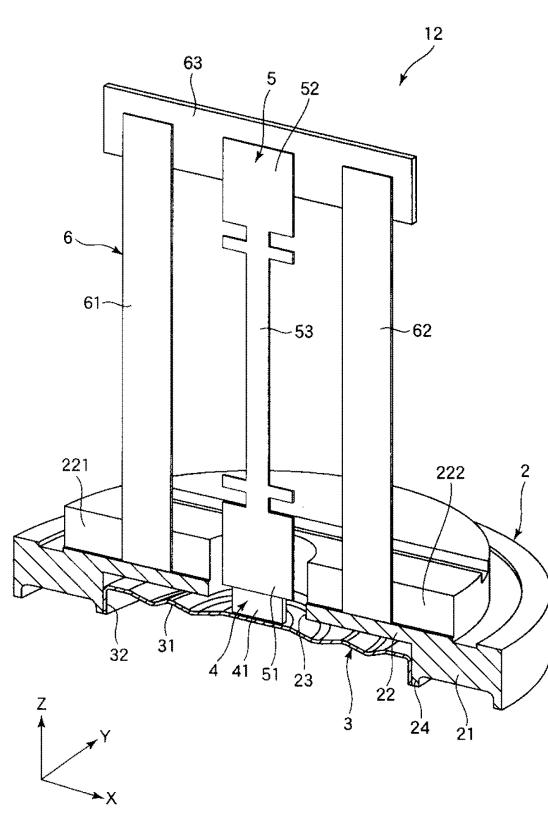
1	圧力センサー	2	保持部材	3	ダイアフラム	4	固定部材	5	圧電振動子	6	支持体	6 A	支持体	6 B	支持体	6 B 1	支持体	6 C	支持体	6 D	支持体	7	圧電振動子	8	支持体	10	流速センサー																																											
11	ハウジング	12	感圧ユニット	12 A	感圧ユニット	12 B	感圧ユニット	12 C	感圧ユニット	12 D	感圧ユニット	13	回路ユニット	14	キャップ	15	ケーブル	16	封止部材	18	ハウジング	19	キャップ	20	キャップ	21	リング部	22	突出部	23	開口部																																							
24	凸条	31	変位部	32	外周部	41	面	51	基部	52	基部	53	振動部	61	柱部材	61 A	柱部材	61 A 1	柱部材	61	A 2	柱部材	62	柱部材	62 A	柱部材	62 B	柱部材	62 B 1	柱部材	62 C	柱部材	62 D	柱部材	63	梁部材	63 B	梁部材	6	3 C	梁部材	63 D	梁部材	71	基部	72	基部	73	振動部	8	2	柱部材	83	梁部材	100	治具	101	基台	102	押え部材	141	流通口	191	流通口	201	流通口	221	面	222	50

面 6 1 1	本体部 6 1 2	緩衝部 6 1 3	本体部 6 1 4	緩衝部 6 1
5 本体部 6 1 6	緩衝部 6 2 1	本体部 6 2 2	緩衝部 6 2 3	第
1 の部分 6 2 4	第 2 の部分 6 2 5	第 1 の部分 6 2 6	第 2 の部分 6 2	
7 第 1 の部分 6 2 8	第 2 の部分			

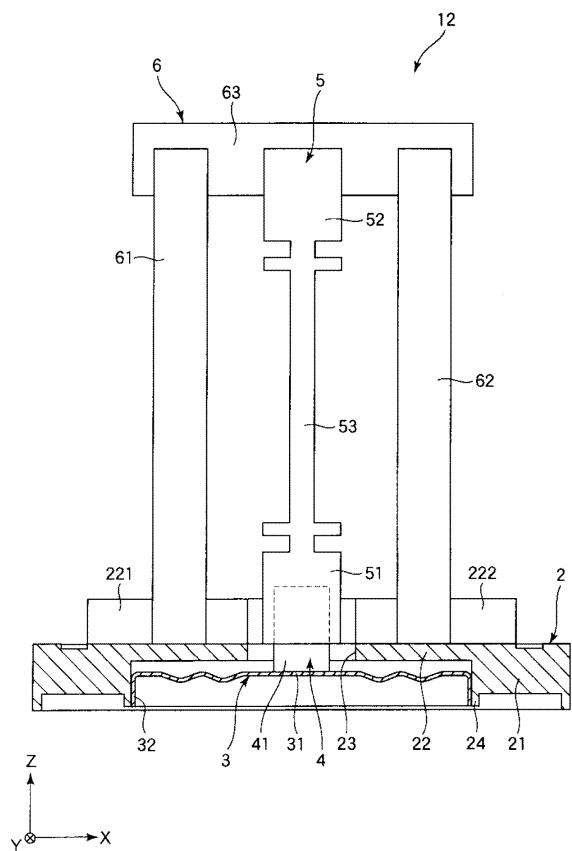
【図 1】



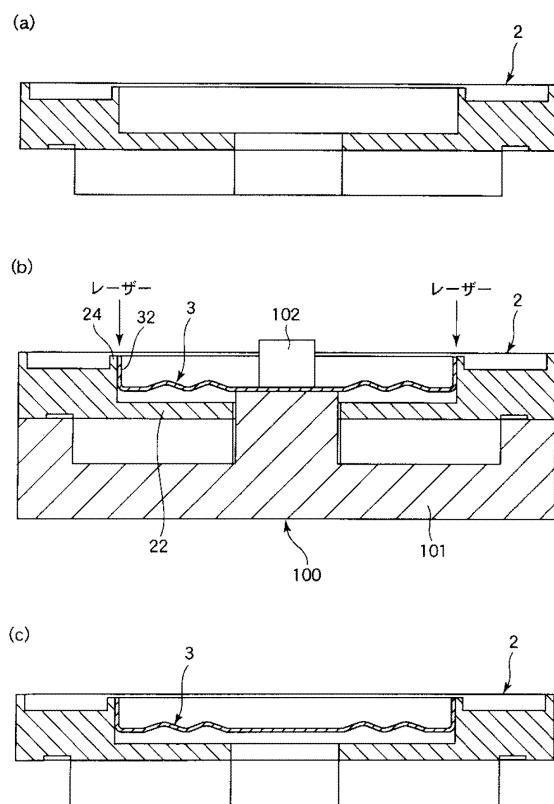
【図 2】



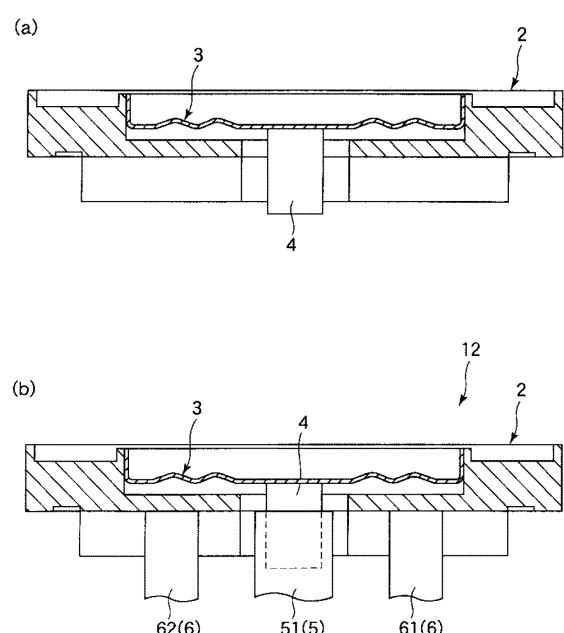
【図3】



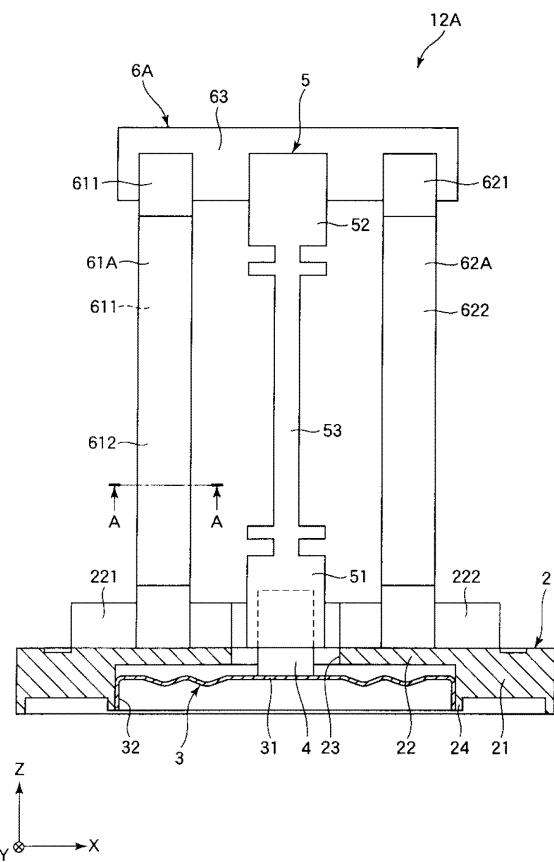
【図4】



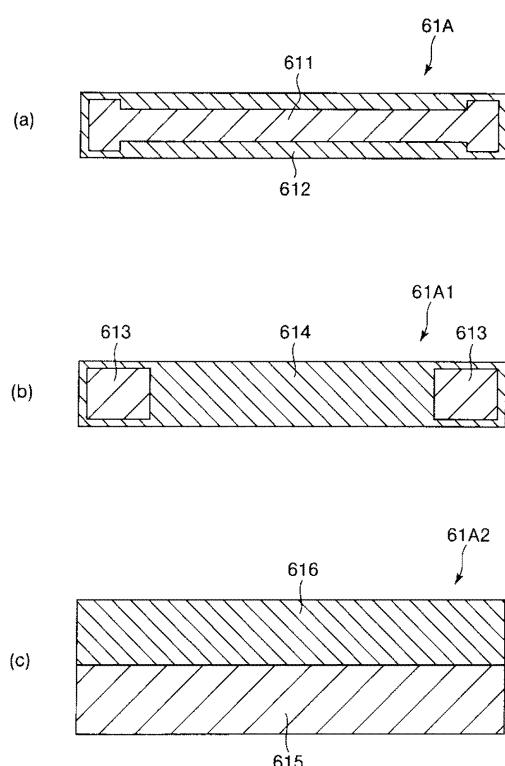
【図5】



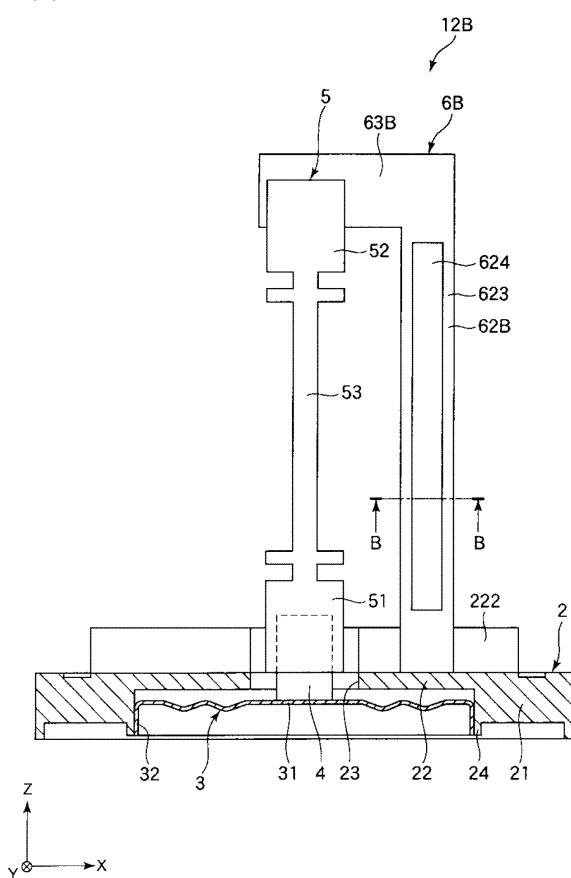
【図6】



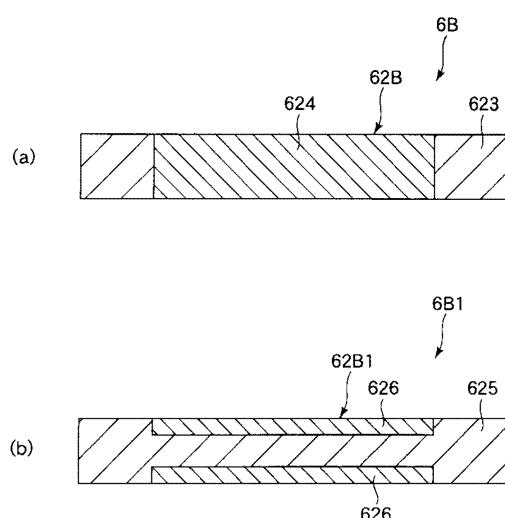
【図7】



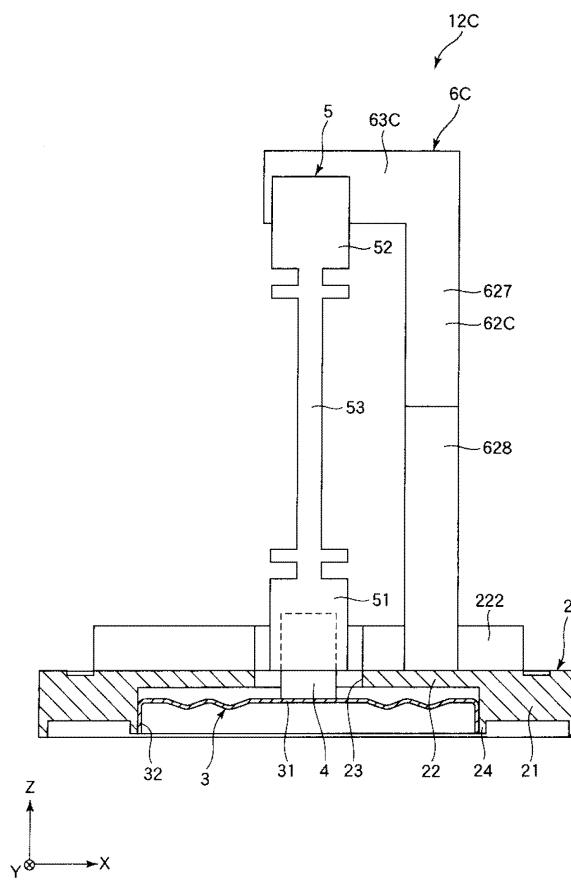
【図8】



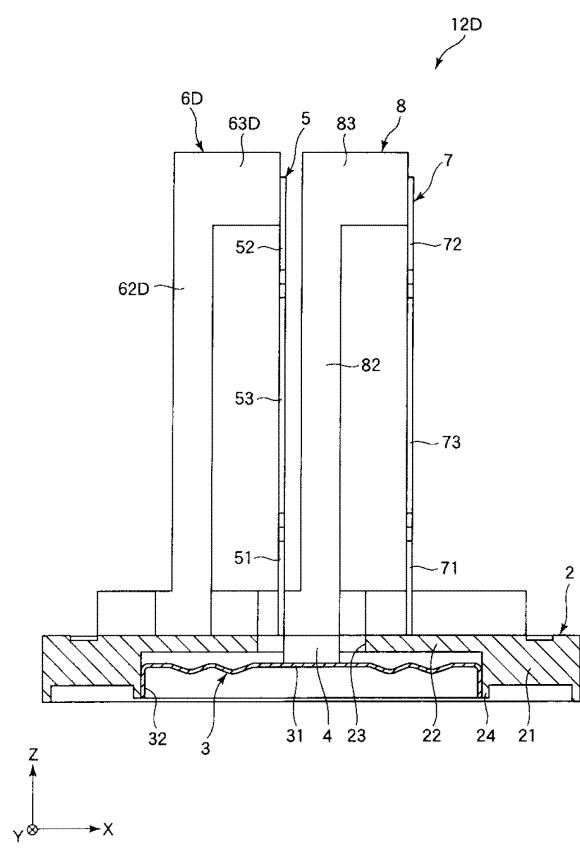
【図9】



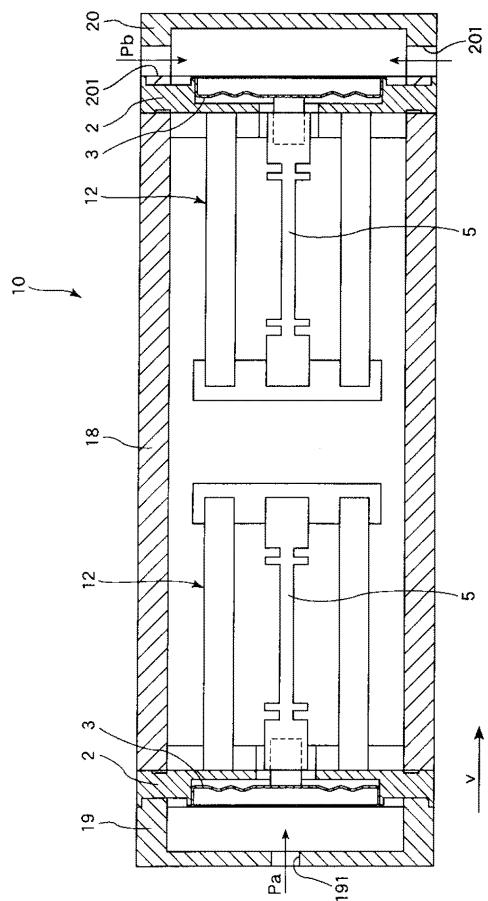
【図10】



【図11】



【図12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-048798(JP,A)  
特開2011-149708(JP,A)  
特開2010-019829(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 9/00

G01L 19/00

H01L 41/00