

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6980368号  
(P6980368)

(45) 発行日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(24) 登録日 令和3年11月19日(2021.11.19)

(51) Int.Cl. F I  
**G O 1 L 23/26 (2006.01)** G O 1 L 23/26

請求項の数 19 外国語出願 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-149763 (P2016-149763)                  (22) 出願日 平成28年7月29日(2016.7.29)                  (65) 公開番号 特開2017-32561 (P2017-32561A)                  (43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)                  審査請求日 令和1年7月29日(2019.7.29)                  (31) 優先権主張番号 15179379.1                  (32) 優先日 平成27年7月31日(2015.7.31)                  (33) 優先権主張国・地域又は機関                  欧州特許庁(EP)                  (31) 優先権主張番号 16151554.9                  (32) 優先日 平成28年1月15日(2016.1.15)                  (33) 優先権主張国・地域又は機関                  欧州特許庁(EP)</p>	<p>(73) 特許権者 502281471                  キストラー ホールディング アクチエン                  ゲゼルシャフト                  スイス国 8408 チューリッヒ、ヴィ                  ンタートゥール、オイラッハシュトラーセ                  22                  (74) 代理人 110000855                  特許業務法人浅村特許事務所                  (72) 発明者 ラインホルト ブック                  スイス国、イルナウ、エフレーティコナー                  シュトラーセ 2                  (72) 発明者 マルティン ギガー                  スイス国、ヴィンタートゥール、ノイヴィ                  ーゼンシュトラーセ 3</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

センサ組立体(2)と評価ユニット(5)とを備え、前記センサ組立体(2)は、センサ(22)と電極構成体(23)とを備え、前記センサ(22)は、圧力プロファイルの作用の下で信号を生成し、前記電極構成体(23)は、前記信号を前記評価ユニット(5)に送信する、圧力センサ(1)であって、前記評価ユニット(5)は、電気回路基板(51)を備え、前記電気回路基板(51)のベース材料は、電氣的に絶縁性であって、室温で $10^{-5}$  cmより大きいノに等しい固有体積抵抗を有し、前記電気回路基板(51)は、前記センサ組立体(2)に近接する前方領域側にある高温度区域(51.1)と、前記前方領域側の反対側の後方領域側にある通常温度区域(51.2)とを備え、前記高温度区域(51.1)における恒久的使用温度は、280 以下であり、前記通常温度区域(51.2)における恒久的使用温度は、120 以下であることを特徴とする、圧力センサ(1)。

【請求項 2】

前記圧力センサ(1)は、圧電式圧力センサ(1)であり、前記センサ(22)は、圧電センサ(22)であり、前記圧電センサ(22)は、圧力プロファイルの作用の下で圧電電荷を生じ、前記電極構成体(23)は、前記圧電電荷を前記圧電センサ(22)から受け取り、前記受け取った圧電電荷を信号として前記評価ユニット(5)に送信することを特徴とする、請求項 1 に記載の圧力センサ(1)。

【請求項 3】

前記高温度区域(51.1)は、長手方向軸線(CC')に沿って前記電気回路基板(51)の長さの80%にわたって延在することを特徴とする、請求項1又は2のいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項4】

前記高温度区域(51.1)は、長手方向軸線(CC')に沿って前記電気回路基板(51)の長さの50%にわたって延在することを特徴とする、請求項1又は2のいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項5】

前記高温度区域(51.1)は、長手方向軸線(CC')に沿って前記電気回路基板(51)の長さの30%にわたって延在することを特徴とする、請求項1又は2のいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

10

【請求項6】

前記高温度区域(51.1)は、長手方向軸線(CC')に沿って前記電気回路基板(51)の長さの20%にわたって延在することを特徴とする、請求項1又は2のいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項7】

前記電気回路基板(51)の電子部品は、前記電気回路基板(51)の前記通常温度区域(51.2)にのみ装着されることを特徴とする、請求項1から6までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項8】

20

前記電気回路基板(51)のベース材料上に、信号送信のための電気信号導体が配置され、前記電気信号導体は、複数の層で構成され、第1の層はパラジウムニッケル合金からなり、第2の層は金から作られ、前記第1の層は前記回路基板(51)のベースプレートに直接めっきされ、前記第2の層は前記第1の層に蒸着されることを特徴とする、請求項1から7までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項9】

前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)には、信号送信のための電気信号導体は配置されず、又は前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)には、信号送信のための電気信号導体を除いて、更なる電気信号導体は配置されないことを特徴とする、請求項1から8までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

30

【請求項10】

前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)には半田マスクは施されないことを特徴とする、請求項1から9までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項11】

前記電気回路基板(51)は、電気的接続要素(53)を備え、前記電気的接続要素(53)は、前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)に配置され、前記電極構成体(23)は、特定の領域において前記電気的接続要素(53)に結合され、前記電気的接続要素(53)は、ソケットの形態のアダプタ(53.0)を備え、前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)において、前記ソケットの形態のアダプタ(53.0)は、前記電気回路基板(51)の電気信号導体に材質的接合によって接続されることを特徴とする、請求項1から10までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

40

【請求項12】

前記電気回路基板(51)は、電気的接続要素(53)を備え、前記電気的接続要素(53)は、前記電気回路基板(51)の前記高温度区域(51.1)に配置され、前記電極構成体(23)は、特定の領域において前記電気的接続要素(53)に結合され、前記電気的接続要素(53)は、環状のアダプタ(53.1)と補償要素(53.2)とを備え、前記環状のアダプタ(53.1)及び前記補償要素(53.2)は、一体的に形成され、及び/又は前記環状のアダプタ(53.1)は、前記電気的接続要素(53)の前方端部に配置されることを特徴とする、請求項1から10までのいずれか一項に記載の圧力

50

センサ(1)。

【請求項13】

前記補償要素(53.2)は、少なくとも1つの湾曲を備え、前記湾曲は、前記圧電式圧力センサ(1)の信号送信部品の線熱膨脹率における差を補償し、及び/又は前記湾曲は、前記センサ組立体(2)及び前記評価ユニット(5)の構成部品の長手方向軸線(C-C')に沿った製作公差を補償することを特徴とする、請求項2に従属する請求項12に記載の圧力センサ(1)。

【請求項14】

前記補償要素(53.2)は、概して前記電気回路基板(51)の前記高温区域(51.1)の全域にわたって延在し、前記補償要素(53.2)は、少なくとも1つの脚部を有し、前記脚部は、前記電気回路基板(51)の前記高温区域(51.1)の少なくとも1つの対応する開口に挿入可能であり、前記脚部は、前記開口へ挿入される際に弾性変形又は塑性変形可能であり、前記補償要素(53.2)は、前記電気回路基板(51)の前記高温区域(51.1)に、前記開口に挿入された前記脚部によって機械的に固定されることを特徴とする、請求項12から13までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

10

【請求項15】

前記補償要素(53.2)は、前記電気回路基板(51)の前記高温区域(51.1)において、前記電気回路基板(51)の電気信号導体に材質的接合によって接続されることを特徴とする、請求項12から14までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

20

【請求項16】

前記電極構成体(23)から前記電気回路基板(51)への前記信号の前記送信は、材質的接合のみを介して起こることを特徴とする、請求項1から15までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

【請求項17】

前記センサ(22)は、圧力プロファイルの作用の下でリターン・ラインからの信号を生成し、前記センサ組立体(2)のセンサ・フランジ(20.2)は、前記リターン・ラインからの前記信号を受信し、前記センサ・フランジ(20.2)は、センサ筐体フレーム(20.3)を有し、前記センサ筐体フレーム(20.3)は、前記電気回路基板(51)に機械的に接続され、前記リターン・ラインからの前記信号の送信は、前記電気回路基板(51)の電気信号導体へと、前記センサ筐体フレーム(20.3)を介して起こることを特徴とする、請求項1から16までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

30

【請求項18】

前記リターン・ラインからの前記信号の前記送信は、前記電気回路基板(51)の電気信号導体へと、前記センサ筐体フレーム(20.3)を介して、冗長性を有して起こることを特徴とする、請求項17に記載の圧力センサ(1)。

【請求項19】

前記センサ・フランジ(20.2)から前記電気回路基板(51)への前記リターン・ラインからの前記信号の前記送信は、材質的接合及び力拘束のみを介して起こることを特徴とする、請求項17から18までのいずれか一項に記載の圧力センサ(1)。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、独立請求項のプリアンブルによる圧力センサに関する。

【背景技術】

【0002】

圧電式圧力センサが知られており、広く使用されている。従って、それらは、クランク・シャフト位置又は時間の関数として圧力室内で優勢なシリンダ圧力を検知するための内燃機関の圧力指数化(pressure indexing)に使用される。内燃機関は、ガソリン機関、ディーゼル機関、ヴァンケル機関などの4行程機関及び2行程機関を含

50

む。船舶用ディーゼル機関においては、それらはシリンダ圧力の長期間の監視に使用される。圧電式圧力センサは、通常は150から250バールの範囲にあるが過早点火及び機関のノッキングが起こったときは500バール以上の圧力ピークを含む高速圧力プロファイルの監視に使用される。しかしながら、圧電式圧力センサは、ジェット機関、ガスタービン、蒸気タービン、蒸気機関などにおける圧力監視にも使用され得る。

【0003】

このような圧電式圧力センサは、文献CH394637A1に開示されている。この圧電式圧力センサは圧力室の孔を通して圧力室内に直接的に突出する膜を備える。膜の縁は圧電式圧力センサの筐体に融着される。膜によって捕捉される圧力プロファイルは、筐体内で膜に近接して配置される圧電センサに作用する。圧力プロファイルは圧電センサに電気分極電荷を生成し、これは信号として電極を介して送信される。信号は圧力プロファイルの量に比例する。電極は圧電センサに配置される。信号は、導電体によって、電極から信号ケーブルを評価ユニットにプラグ接続するためのソケットへ送信される。ソケットは、筐体に対して膜から離れる方を向く側に配置される。

10

【0004】

しかしながら、本発明は、圧電式圧力センサに限定されない。従って、文献EP0140992A1は、 piezo抵抗素子が設けられたセンサが膜によって検知された圧力プロファイルの作用の下で信号を生成する圧電抵抗圧力センサを説明している。電極は、piezo抵抗素子の端子に電氣的に接続され、センサの筐体からのスライド・ブッシングの形態の貫通接続 (feed through) 及び導電体の撚線への接触面を介して、評価ユニットへ信号を送信する。

20

【0005】

実際に、継続的な使用の間に、圧力センサは機関の強い振動及び200以上の高温に晒される。これらは、電極、端子、プラグ接続及び貫通接続の接触面における微動摩耗及び擦過腐食を起こし得、信号送信の機械的安定を弱める。加えて、高温度においては信号ケーブル外装のガス放出が起こり得、摩擦重合によってガスが局所的に架橋して電極、端子、プラグ接続及び貫通接続の接触面に沈着物を形成し得る。更には、高温度においては、ベース金属の拡散並びに電極、端子、プラグ接続及び貫通接続の接触面への酸化物層の局所的な集積が起こり得る。これらの影響は個別に又は組み合わせられて起こり得る。結果として、信号送信中の電気抵抗が、変化し得る。従って、電気接触抵抗は、m 範囲から数桁違いのM 範囲まで増加し得、評価ユニットに送信される信号を歪ませ、不正確な信号評価をもたらす。概して、信号送信を歪ませかねない漏洩電流が圧力センサの構成部品に起こり得るため、これもまた高温における信号送信の電氣的絶縁を確実にすることは非常に重要である。更には、高温においては、圧力センサの構成部品の異なる膨張率は局所的な機械的応力をもたらす。最後に、高温においては、圧力センサの構成部品は早期に経年変化し得る。このような熱によって引き起こされる機械的応力及びこのような早期の経年変化は圧力センサの寿命に悪影響を及ぼす。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】CH394637A1

【特許文献2】EP0140992A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の第1の目的は、信号送信における信号の歪みが効果的に防止された圧力センサを提案することである。本発明の別の目的は、恒久的な機関の強い振動があっても、信号出力及び評価ユニットが機械的に安定している圧力センサを提供することである。高温においても構成部品への機械的な応力及び構成部品の早期の経年変化が大いに除去されている圧力センサを提案することは、本発明の追加的な目的である。最後に、圧力センサの製

40

50

造は、コスト効率が良くなければならない。

【0008】

これらの目的の少なくとも1つが、独立請求項の特徴によって達成される。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、センサ組立体と評価ユニットとを備え、前記センサ組立体は、センサと電極構成体とを備え、前記センサは、圧力プロファイルの作用の下で信号を生成し、前記電極構成体は、信号を評価ユニットに送信する、圧力センサに関し、前記評価ユニットは、電気回路基板を備え、電気回路基板のベース材料は、電氣的に絶縁性であって、室温で  $10^{14}$  cmより大きいノに等しい固有体積抵抗を有し、電気回路基板は、センサ組立体に面する高温区域と、センサ組立体から離れる方を向く通常温度区域とを備える。

10

【0010】

電気回路基板に高温区域と通常温度区域とを形成することは、圧力センサの構成部品の、電気回路基板上でのその恒久的使用温度に応じた、特定の配置を可能にする。電気回路基板のベース材料は、電氣的に絶縁性であって、200以上の高温であっても漏洩電流に対して十分な抵抗を呈し、それによって信号送信における信号の歪みが効果的に防止されるように、室温で  $10^{15}$  cmより大きいノに等しい固有体積抵抗を有する。有利には、電子部品の早期の経年変化を防止するために、電気回路基板の電子部品は通常温度区域に配置される。

【0011】

以下において、本発明は、図面を参照し、例示として、より詳細に説明される。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】センサ組立体及び評価ユニットを有する圧電式圧力センサの第1の実施例の断面図である。

【図2】センサ組立体及び評価ユニットを有する圧電式圧力センサの第2の実施例の断面図である。

【図3】図1又は図2によるセンサ組立体の好ましい実施例の断面図である。

【図4】評価ユニット筐体及び電気絶縁要素を除いた図1による圧電式圧力センサの第1の実施例の一部分の平面図である。

30

【図5】図1又は図4による圧電式圧力センサの第1の実施例の電気回路基板の図である。

【図6】図1、図4又は図5による圧電式圧力センサの第1の実施例の電気回路基板の平面図である。

【図7】評価ユニット筐体及び電気絶縁要素を除いた図2による圧電式圧力センサの第2の実施例の一部分の平面図である。

【図8】図2又は図7による圧電式圧力センサの第2の実施例の電気回路基板の平面図である。

【図9】図2、図7又は図8による圧電式圧力センサの第2の実施例の電気回路基板の図である。

40

【図10】図4による圧電式圧力センサの第1の実施例の領域Aの拡大平面図である。

【図11】図7による圧電式圧力センサの第2の実施例の領域Bの拡大平面図である。

【図12】図4による圧電式圧力センサの第1の実施例の一部分の、電気絶縁要素を上部に取り付ける間の図である。

【図13】図4又は図12による圧電式圧力センサの第1の実施例の一部分の、電気絶縁要素の取り付け後の図である。

【図14】図12又は図13による電気絶縁要素の断面図である。

【図15】図1、図4、図12又は図13による圧電式圧力センサの第1の実施例の、センサ組立体の電極構成体と評価ユニットの電気回路基板との間に材質的接合がなされる前の平面図である。

50

【図16】図1、図4、図12、図13又は図15による圧電式圧力センサの第1の実施例の、評価ユニットの電気回路基板へのセンサ組立体の電極構成体の材質的接合がなされた後の平面図である。

【図17】図15による圧電式圧力センサの第1の実施例の領域Cの拡大平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1及び図2は、本発明による圧電式圧力センサ1の2つの実施例の断面図を示す。断面図は、装着されたすぐに使用できる状態の圧電式圧力センサ1の長手方向軸線CC'に沿って図示される。長手方向軸線CC'、垂直方向軸線AA'及び水平方向軸線BB'は、互いに対して垂直である。長手方向軸線CC'に沿った方向は長手方向とも呼ばれ、長手方向に垂直な方向は半径方向とも呼ばれる。垂直方向軸線AA'及び水平方向軸線BB'は、半径方向面ABに広がっている。半径方向は半径方向面AB内にある。断面図において、圧電式圧力センサ1及びその構成部品は、長手方向軸線CC'に対して、概して円形である。「概して(generally)」という副詞は、円形状から±10%の変形を含む。本発明を理解することで、圧電式圧力センサ及びその構成部品の断面は、矩形、多角形などでもよい。従って、例えば電気回路基板51は矩形である。

10

【0014】

圧電式圧力センサ1の構成部品は、互いに対して機械的に接触され得、又は互いに対して機械的に接続され得る。本発明の意味では、機械的接触は、いくつかの構成部品が互いに対して単に直接的に接触して配置されることを意味し、一方、機械的接続の場合は、いくつかの構成部品が材質的接合、力拘束又は形態拘束によって互いに対して固定される。従って、機械的接触は機械的接続ではない。機械的接触は耐圧性ではない。「耐圧性(pressure-tight)」という形容詞は、10バール以上の圧力プロファイルに対する耐性を指す。

20

【0015】

圧電式圧力センサ1は、センサ組立体2と評価ユニット5とを備える。図1及び図2に図示されるように、評価ユニット5は電氣的及び機械的にセンサ組立体2に直接的に接続される。図3は、半製品としてのセンサ組立体2を図示する。図4から図9及び図12から図14に示されるように、評価ユニット5も、複数の構成部品を有する半製品である。図10、図11及び図17は、評価ユニット5へのセンサ組立体2の電氣的及び機械的接続の領域A、B及びCの拡大平面図を示す。更には、図15及び図16は、評価ユニット5へのセンサ組立体2の電氣的及び機械的接続を製造するプロセスの図を示す。

30

【0016】

センサ組立体2は、圧電式圧力センサ1の前方領域に配置され、膜21と、センサ筐体組立体20と、圧電センサ22と、電極構成体23とを備える。圧電式圧力センサ1は圧力室の壁に機械的に接続され、膜21は孔を通して圧力室内に直接的に突出する。機械的接続は力拘束又は形態拘束によってなされる。圧電式圧力センサ1の使用中に、圧電式圧力センサ1の前方領域は、圧力室の近傍において機関の強い振動及び高温に恒久的に晒される。「前方(front)」及び「後方(rear)」という語は、圧電式圧力センサ1及びその構成部品に関して使用され、「前方」という語によって膜21の方を向く領域を示し、「後方」という語によって膜21から離れる方を向く領域を示す。

40

【0017】

センサ組立体2は、センサ筐体組立体20と、封止コーン20.1と、センサ・フランジ20.2とを備える。センサ・フランジ20.2は補強ケーシング20.2とも称される。センサ・フランジ20.2は、圧電センサ22とそれに隣接する圧電式圧力センサ1の構成部品とを収容する。センサ・フランジ20.2は、圧電式圧力センサ1の機械的接続から生じる機械的な張力が圧力室の壁へ伝達することを防止する。この機械的な張力はセンサ筐体組立体20を介して圧電センサ22に伝えられ、圧力プロファイルの検知を妨げ、信号を歪ませる。封止コーン20.1及びセンサ・フランジ20.2は、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの機械的に可撓性の材料からなり、互いに対して

50

機械的に接続される。機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって実現される。本発明を理解することで、当業者は、センサ組立体が封止コーンのみを備えるような、センサ・フランジを有さないセンサ組立体を製造することもできる。

**【0018】**

前部の膜21は、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの機械的に可撓性の材料からなる。膜21の縁は、その全外周部の周辺で補強ケーシング20.2に機械的に接続される。機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって行われる。膜21によって捕捉される圧力は、垂直力として圧電センサ22に作用する。

10

**【0019】**

長手方向軸線CC'上で、圧電センサ22は膜21の直ぐ背後に位置する。圧電センサ22は、第1の支持要素22.1、第2の支持要素22.3、及び圧電センサ要素22.2を備える。長手方向軸線CC'に対して、圧電センサ要素22.2は、第1の支持要素22.1と第2の支持要素22.3との間に配置される。支持要素22.1、22.3は圧電センサ要素22.2へ垂直力を均等に分配する。支持要素22.1、22.3は、筒体又は中空の筒体の形態であり、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金、導電性セラミック、導電性被覆を有するセラミックなどの導電性で機械的な剛体材料からなる。膜21は、その表面を介して、第1の支持要素22.1に機械的に接触する。更には、第1の支持要素22.1及び第2の支持要素22.3は、それらの表面を介して圧電センサ要素22.2にも機械的に接触する。これらの面の機械的接触は、機械的接続によってもなされ得る。機械的接続は、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によってなされる。本発明を理解することで、当業者は、支持要素を有さない圧電センサも実現することができ、又は膜と圧電センサ要素との間に配置されたただ1つの支持要素を有する圧電センサを実現することもできる。

20

**【0020】**

圧電センサ要素22.2は、形状が円筒形状又は中空の円筒形状であり、水晶(SiO<sub>2</sub>単結晶)、ガロゲルマニウム酸カルシウム(Ca<sub>3</sub>Ga<sub>2</sub>Ge<sub>4</sub>O<sub>14</sub>又はCGG)、ランガサイト(La<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>又はLGS)、トルマリン、オルトリン酸ガリウムなどの圧電材料からなる。圧電センサ要素22.2は、補足されるべき圧力プロファイルに対して高い感度を持つ方向に向けられる。有利には、圧電センサ要素22.2は、垂直力が作用する面と同じ面に電気分極電荷が生成されるような方向に向けられる。垂直力は面に対して負荷をかける又は負荷を和らげるように作用し得る。垂直力による機械的な負荷の下で、第1の極性、例えば負の極性を有する電気分極電荷が生成される。もしも垂直力が負荷を軽減する影響を持つなら、第2の極性、例えば正の極性を有する電気分極電荷が生じる。本発明を理解することで、当業者は、もちろん、2つ以上の圧電センサ要素を使用できる。

30

**【0021】**

長手方向軸線CC'に対して、電極構成体23は圧電センサ22に対して膜21'から離れる方を向く側において圧電センサ22の直ぐ背後に位置する。電極構成体23は、円筒形状の電荷ピックアップ23.1と棒形状の電荷出力部23.2とを有する。電荷ピックアップ23.1及び電荷出力部23.2は互いに対して電氣的に接続される。電極構成体23は、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの導電性材料からなる。電荷ピックアップ23.1及び電荷出力部23.2は、一体的に形成されてもよく、又は互いに対して機械的に接続されてもよい。電極構成体23の材料は、好ましくは、10から18 ppm/ の範囲、好ましくは10から12 ppm/ の範囲の線熱膨脹率を有する。材質的接合、形態拘束及び力拘束などの任意の種類の機械的接続が使用されてよい。

40

**【0022】**

電荷ピックアップ23.1は、その前方面全体において、電荷が放電される第2の支持要素22.3の後方面に電氣的に接触し、垂直力の負荷の下でも局所的な高電圧及び漏洩電

50

流が生じ得る領域が接触しないで残されることがないようにする。電荷ピックアップ 23.1 及び第 2 の支持要素 22.3 の電氣的な接触は、それらの表面を互いに対して機械的に接触させることで実現される。本発明を理解することで、当業者は、機械的接続によって機械的な接触を実現することもできる。機械的接続は、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって実現される。

#### 【0023】

第 1 の極性を有する電気分極電荷は、電極構成体 23 に信号として受信され、評価ユニット 5 に送信される。第 2 の極性を有する電気分極電荷は、膜 21 又は接地したセンサ・フランジ 20.2 からのクランプ・スリーブ (clamping sleeve) を介して、リターン・ラインからの信号として受信され、評価ユニット 5 に送られる。信号又はリターン・ラインからの信号の電流は、それぞれ 1 pA 程度であり、従って非常に小さいので、それらは電気絶縁材料を流れる漏洩電流によって歪み得る。図面には図示されていないが、本発明を理解する当業者は、信号送信をシールド (保護体) によって実現することもでき、その場合、導電性材料で作られるシールドで信号ラインを包囲し、シールドは信号ラインの基準電位上にある。この場合、漏洩電流は基準電位と保護体との間に流れる。電位差がゼロであるため、保護体と信号ラインとの間には漏洩電流は流れない。シールドは、信号ライン、電気回路基板の信号導体、電気回路基板の電子部品の電気端子などを包囲し得る。更には、当業者は、第 2 の極性を有する電気分極電荷を更なる信号として使用することもできる。従って、当業者は、第 2 の極性を有する電気分極電荷を、電氣的に絶縁された方法で、地電位から評価ユニットへ送信し得る。これは、評価ユニット筐体の電磁的シールドへのセンサ筐体組立体の圧着などの材質的接合による電氣的接続によって実現され得る。

#### 【0024】

電極構成体 23 は、電気絶縁体 25 によって、センサ・フランジ 20.2 に対して電氣的に絶縁される。電気絶縁体 25 は、中空の筒体の形態を有し、セラミック、 $Al_2O_3$  セラミック、サファイヤなどの電気絶縁性及び機械的な剛体材料で作られる。長手方向軸線  $CC'$  上で、電気絶縁体 25 は電荷ピックアップ 23.1 に対して膜 21 から離れる方を向く側において電荷ピックアップ 23.1 の直ぐ背後に位置する。電気絶縁体 25 は、その面全体において、電荷ピックアップ 23.1 に機械的に接触する。電荷出力部 23.2 は、圧電センサ 22 から離れる方を向くセンサ組立体 2 の端部まで延在する。

#### 【0025】

補償要素 26 は、圧電式圧力センサ 1 の構成部品の異なる熱膨張率を補償する。補償要素 26 は、中空の筒体の形態を有し、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金、セラミック、 $Al_2O_3$  セラミック、サファイヤなどの機械的な剛体材料で作られる。長手方向軸線  $CC'$  上で、補償要素 26 は電気絶縁体 25 に対して膜 21 から離れる方を向く側において電気絶縁体 25 の直ぐ背後に配置される。図 3 によるセンサ組立体 2 の実施例において、補償要素 26 は、その面全体において、電気絶縁体 25 に機械的に接触する。本発明を理解することで、当業者は、補償要素を電荷ピックアップに対して膜に面する側に配置し、支持要素を置き換えることもできる。補償要素は第 1 の支持要素の代わりに膜と圧電センサ要素との間に配置されてもよいが、補償要素は第 2 の支持要素の代わりに圧電センサ要素と電荷ピックアップとの間に配置されてもよい。

#### 【0026】

評価ユニット 5 は、回路基板筐体 50 と、電気回路基板 51 と、補強要素 52.1、52.2 とを備える。電気回路基板 51 及び補強要素 52.1、52.2 は、評価ユニット 5 の評価ユニット筐体 50 に収容される。補強要素 52.1、52.2 は、電気回路基板 51 と評価ユニット筐体 50 との間において半径方向に配置される。更には、評価ユニット 5 は、電氣的接続要素 53 と、信号ケーブル・フランジ 54 と、信号ケーブル 55 とを備える。補強要素 52.1、52.2 は、電気絶縁要素 52.1、52.2 とも称される。評価ユニット筐体 50 は、回路基板筐体 50 と呼ばれる。

#### 【0027】

電気回路基板 51 は、ポリテトラフルオロエチレン、ポリイミド、 $Al_2O_3$  セラミック、炭化水素セラミックの積層体などのベース材料からなる。ベース材料は電氣的に絶縁性であって、室温で  $10^{15}$  cm より大きいノに等しい、好ましくは室温で  $10^{16}$  cm より大きいノに等しい固有体積抵抗を有する。ベース材料は、280 以下の恒久的使用温度に適合する。詳細には、非常に高い固有体積抵抗は、280 の直ぐ下の恒久的使用温度においてさえも信号出力が漏洩電流によって歪み得ないことを保証する。好ましくは、ベース材料は、10 から 18 ppm / の範囲、好ましくは 10 から 12 ppm / の範囲の線熱膨脹率を有し、これは、概して、電荷出力部 23.2 及びノ又は電氣的接続要素 53 の線熱膨脹率に等しい。

【0028】

電気回路基板 51 は、高温度区域 51.1 と、通常温度区域 51.2 とを備える。高温度区域 51.1 は電気回路基板 51 の前方から中央領域にある。高温度区域 51.1 はセンサ組立体 2 に面している。通常温度区域 51.2 は電気回路基板 51 の中央から後方領域にある。通常温度区域 51.2 はセンサ組立体から離れる方に面している。電気回路基板 51 の高温度区域 51.1 において、恒久的使用温度は 280 以下である。高温度区域 51.1 は、好ましくは、電気回路基板 51 の長さの 80% にわたって、好ましくは電気回路基板 51 の長さの 50% にわたって、好ましくは電気回路基板 51 の長さの 30% にわたって、好ましくは電気回路基板 51 の長さの 20% にわたって延在する。

【0029】

電気回路基板 51 は電気信号導体を備える。電気信号導体は、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの導電性材料から作られる。電気信号導体は、その底面が電気回路基板 51 上に置かれる。好ましくは、電気信号導体は、複数の層で構成され、第 1 の層はパラジウムニッケル合金からなり、第 2 の層は金から作られる。第 1 の層は回路基板 51 のベースプレートに直接めっきされ、第 2 の層は第 1 の層に蒸着される。第 1 の層は、電気回路基板 51 のベース材料への金の拡散に対する障壁としての役割を果たす。第 2 の層は、低電気抵抗及び非常に良好な半田付け性を有し、腐食に対して保護する役割を果たす。電気信号リードの上面は、開放されている（表面マイクロストリップ (surface microstrip)）か、又は半田マスクで覆われる（被覆マイクロストリップ (coated microstrip)）。好ましくは、電気信号導体の導電性材料を介した高温度区域 51.1 から低温度区域 51.2 への熱伝導を防止するために、電気回路基板 51 の高温度区域 51.1 には、電気信号導体は配置されない。代替的には、電気信号導体の導電性材料を介した高温度区域 51.1 から低温度区域 51.2 への熱伝導を最小化するために、電気回路基板 51 の高温度区域 51.1 には、信号送信のための電気信号導体だけが配置される。この場合、信号送信のための電気信号導体を除いて、電気回路基板 51 の高温度区域 51.1 には他の電気信号導体は配置されない。

【0030】

電気回路基板 51 には、電気抵抗器、電気容量、半導体、プロセッサなどの電子部品が装着される。好ましくは、電子部品の早期の経年変化を避けるために、電子部品は電気回路基板 51 の通常温度区域 51.2 にのみ配置される。通常温度区域 51.2 においては、低価格な +125 の上限恒久的使用温度の拡張工業規格 (extended industrial standard) にのみ電子部品が適合すべきであるように、恒久的使用温度は 120 より低いノに等しい。本発明を認識する当業者は、もちろん、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金、 $Al_2O_3$  セラミックなどで作られたベースを有し、500 を超える恒久的使用温度の層厚回路 (thick layer circuit) も使用可能であるが、これらは比較的高価である。

【0031】

電気回路基板 51 には半田マスクが施される。半田マスクは電子部品及び電気信号導体を腐食から保護する。半田マスクは、電子部品を有する電気回路基板 51 の装着中の、電気回路基板 51 のベース材料の半田付け材料による半田ぬれも防止し、それによって装着中に偶発的な電氣的接続が形成されることを防止する。有利には、電気回路基板 51 の高

10

20

30

40

50

温度区域 5 1 . 1 には半田マスクは施されない。しかしながら、室温での半田マスクの固有体積抵抗は  $10^{-14}$  cm よりも著しく小さいので、280 の直ぐ下の高温においては漏洩電流への十分な抵抗がもはや実現されず、信号送信中の信号の歪みをもたらし得る。更には、半田マスクは、280 の直ぐ下の高温においては、恒久的に耐熱性を有するわけではなく、溶融又は燃焼し得、従って評価ユニットの機能を損なう可能性がある。

#### 【 0 0 3 2 】

電氣的接続要素 5 3 は、少なくとも 1 つの電気信号導体を介して電子部品に電氣的に接続される。電氣的接続は、半田付け、圧着などの材質的接合によってなされる。電極構成体 2 3 から受信された信号は、電荷出力部 2 3 . 2 を介して評価ユニット 5 の電氣的接続要素 5 3 に送られ、評価ユニット 5 の電氣的接続要素 5 3 から電気信号導体を介して電気回路基板 5 1 に送られる。電極構成体 2 3 から評価ユニット 5 への信号送信は、材質的接合のみを介して起こる。好ましくは、信号の伝達は、センサ 2 2 の表面と電極構成体 2 3 との電氣的接触から評価ユニット 5 へ、材質的接合のみを介して起こる。評価ユニット 5 の内部で、信号は電氣的に増幅され得、初期評価され得る。好ましくは、信号及びリターン・ラインからの信号の両方が、評価ユニット 5 において増幅され、評価される。信号及びリターン・ラインからの信号は、膜 2 1 によって捕捉される圧力プロファイルの量に比例する。増幅された信号及びリターン・ライン信号、又は既に評価された信号及びリターン・ライン信号は、信号ケーブル 5 5 を介して送信される。信号ケーブル 5 5 の前方端部は電気回路基板 5 1 の通常温度区域 5 1 . 2 に電氣的及び機械的に接続される。電氣的及び機械的接続は、半田付け、圧着などの材質的接合によって実現される。本発明を理解することで、当業者は、電荷出力部 2 3 . 2 を電気回路基板 5 1 の信号導体に機械的及び電氣的に直接的に接続し、信号送信に電氣的接続要素 5 3 を必要としないようにすることもできる。この電氣的及び機械的接続も、半田付け、圧着などの材質的接合によってなされる。

#### 【 0 0 3 3 】

電氣的接続要素 5 3 は、中空の筒体の形態を有し、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの導電性材料からなる。電氣的接続要素 5 3 の材料は、好ましくは、10 から 18 ppm / の範囲、好ましくは 10 から 12 ppm / の範囲の線熱膨脹率を有する。従って、電氣的接続要素 5 3 の線熱膨脹率は、量においてセンサ組立体 2 及び / 又は電気回路基板 5 1 の線熱膨脹率に匹敵する。

#### 【 0 0 3 4 】

図 1、図 4 から図 6、図 10、図 12、図 13 及び図 15 から図 17 による圧電式圧力センサ 1 の第 1 の実施例において、電氣的接続要素 5 3 は、ソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 を備える。好ましくは、アダプタ 5 3 . 0 は、スリットを有するソケットの形態である。ソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 は、電気回路基板 5 1 の高温区域 5 1 . 1 に配置される。信号送信のために、ソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 は、電気回路基板 5 1 の電気信号導体に材質的接合によって接続される。材質的接合は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどによって実現される。更には、ソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 は、電気回路基板 5 1 に機械的に接続される。この機械的接続は、アダプタ 5 3 . 0 の電気回路基板 5 1 への取り付け及び信号送信の両方の役割を果たす。好ましくは、機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって実現される。本発明を理解することで、当業者は、機械的接続を形態拘束又は力拘束によって実現することもできる。

#### 【 0 0 3 5 】

図 2、図 7 から図 9 及び図 11 による圧電式圧力センサ 1 の第 2 の実施例において、電氣的接続要素 5 3 は、環状のアダプタ 5 3 . 1 と補償要素 5 3 . 2 とを備える。環状のアダプタ 5 3 . 1 及び補償要素 5 3 . 2 は、好ましくは、一体的に形成される。電氣的接続要素 5 3 は長手方向軸線 C C ' に沿って延在する。環状のアダプタ 5 3 . 1 は電氣的接続要素 5 3 の前方端部に配置される。補償要素 5 3 . 2 は環状のアダプタ 5 3 . 1 を機械的

に支持する。好ましくは、補償要素 5 3 . 2 は、Z 形状湾曲、U 形状湾曲、伸縮ループなどの少なくとも 1 つの湾曲を備える。湾曲は圧電式圧力センサ 1 の信号送信部品の線熱膨脹率における差を補償する。湾曲は、センサ組立体 2 及び評価ユニット 5 の構成部品の長手方向軸線 C C ' に沿った製作公差も補償する。湾曲の領域において、補償要素 5 3 . 2 は伸長又は収縮し得、それによって熱的に誘起される機械的な張力及び / 又は製作公差の発生を重大でない値まで減少させる。補償要素 5 3 . 2 は電気回路基板 5 1 の高温領域 5 1 . 1 上に延在する。本発明を理解することで、当業者は、圧電式圧力センサの 2 つの実施例を組み合わせたこともできる。従って、第 1 の実施例のソケットの形態のアダプタは、第 2 の実施例の補償要素の前方端部に組み合わせることができる。

#### 【 0 0 3 6 】

概して、補償要素 5 3 . 2 は電気回路基板 5 1 の高温領域 5 1 . 1 の全域にわたって延在する。信号送信のために、補償要素 5 3 . 2 は、電気回路基板 5 1 の低温領域 5 1 . 2 において、電気回路基板 5 1 の信号導体に材質的接合によって接続される。材質的接合は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどによってなされる。加えて、補償要素 5 3 . 2 は電気回路基板 5 1 に機械的に接続される。電気回路基板 5 1 への補償要素 5 3 . 2 の取り付けのために、機械的接続は、好ましくは、補償要素 5 3 . 2 の少なくとも 1 つの脚部を電気回路基板 5 1 の高温領域 5 1 . 1 の少なくとも 1 つの対応する開口に挿入することによる形態拘束及び力拘束によってなされる。脚部は弾性変形又は塑性変形可能であり、開口に挿入される際に圧縮され、形態及び力拘束によって脚部を定位置に維持する機械的なプレストレスをもたらす。好ましくは、バネの形態の脚部は、2 つのバネヒンジを有する平坦な渦巻バネであり、2 つのバネヒンジは、その前方端部及び後方端部において互いに対して接続され、中央区域において離れる方を向いている。2 つのバネヒンジは開口に挿入されると、その中央区域において弾性的に変形する。本発明を理解することで、電気回路基板 5 1 の高温領域 5 1 . 1 への補償要素 5 3 . 2 の取り付けのための機械的接続は、材質的接合によってもなされ得る。材質的接合は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどによってなされる。

#### 【 0 0 3 7 】

電荷出力部 2 3 . 2 は、電気的接続要素 5 3 に結合される。長手方向軸線 C C ' に対して、電荷出力部 2 3 . 2 の後方端部はソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 又は環状のアダプタ 5 3 . 1 内に突出する。この領域において、長手方向軸線 C C ' に対する電荷出力部 2 3 . 2 の外面、及び長手方向軸線 C C ' に対するソケットの形態のアダプタ 5 3 . 0 又は環状のアダプタ 5 3 . 1 の内面は、互いに対して電気的及び機械的に接続される。電気的及び機械的接合は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付け、圧着などの材質的接合によってなされる。従って、電荷出力部 2 3 . 2 は、特定の領域において電気的接続要素 5 3 に対して材質的接合を形成する。特定の領域における材質的接合は、スポット溶接によって又は全外周部の周辺でのシーム溶接によって実現され得る。材質的接合は、圧電式圧力センサ 1 の使用中における電極、端子、コネクタ及び貫通接続の接触面の微動摩擦、擦過腐食、摩擦重合又は酸化物層の集積の発生を防止し、信号の歪みを効果的に防止する。本発明を理解することで、当業者は、もちろん、異なる形状の電気コネクタ 5 3 を使用することもできる。従って、電気的接続要素 5 3 は、板状又は半シェル状の形態を有し得る。この場合、電荷出力部 2 3 . 2 は、電気的接続要素 5 3 内に延在しない。電気的及び機械的接続を形成するために、この場合の電荷出力部 2 3 . 2 は板状又は半シェル状の形態を有する電気的接続要素 4 3 上に置かれる。

#### 【 0 0 3 8 】

図 1 4 に図示されるように、補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 は、半径方向面 A B において電気回路基板 5 1 の周りに配置される。補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 は、中空の筒体の形態を有し、ポリエーテルエーテルケトン ( P E E K : p o l y e t h e r e t h e r k e t o n e )、ポリテトラフルオロエチレン、ポリイミド、ヘキサフルオロプロピレンフッ化ビニリデン共重合体 ( F K M : h e x a f l u o r o p r o p y l e n e v i n y l i d e n e f l u o r i d e c o p o l y m e r ) などの、少なくとも 1 2 0

10

20

30

40

50

、好ましくは150の温度まで寸法安定性のある電気絶縁材料からなる。補強要素52.1、52.2の材料は、好ましくは10から50ppm/の範囲の線熱膨脹率を有する。補強要素52.1、52.2は、特定の領域において電気回路基板51を包囲する。補強要素52.1、52.2は、半径方向面ABに対して電気回路基板51と評価ユニット筐体50との間に配置される。好ましくは、補強要素52.1、52.2は、長手方向軸線CC'に沿った特定の領域において電気回路基板51を取り囲む。好ましくは、補強要素52.1、52.2は、電気回路基板51を完全に取り囲み、図14による表現においては、半径方向面ABにおいて360にわたって取り囲むことを含むことも意図される。長手方向において、電気回路基板51は、特定の領域において補強要素52.1、52.2を貫通し得る。このために、補強要素52.1、52.2は、少なくとも1つの開口を有し得る。加えて、電気回路基板51は、特定の領域において、このような開口を通じて外部から視認可能及びアクセス可能である。

10

#### 【0039】

好ましくは、補強要素52.1、52.2は、いくつかの部品を備え、少なくとも2つのシェル52.1、52.2からなる。好ましくは、シェル52.1、52.2は同一である。好ましくは、シェル52.1、52.2は同一の部品であり、このことは製作コストを減少する。シェル52.1、52.2は、電気回路基板51に機械的に接続され得、及び/又は互いに対して機械的に接続され得る。機械的接続は、形態拘束及び/又は材質的接合及び/又は力拘束によってなされ得る。機械的接続は、可逆的又は不可逆的に分離可能である。好ましくは、2つのシェル52.1、52.2は、少なくとも1つの突出する係止要素52.3、52.3'を介して電気回路基板51に又は互いに対して機械的に接続され得る。好ましくは、シェル52.1、52.2の一方の係止要素52.3、52.3'は、シェル52.1、52.2の他方の対応する開口に係合する。好ましくは、シェル52.1、52.2の一方の1つの係止要素52.3、52.3'は、シェル52.1、52.2の他方の対応する開口を通じて電気回路基板51に係合する。好ましくは、シェル52.1、52.2は、垂直方向軸線AA'に対して鏡面对称でない。図14によるシェル52.1、52.2の断面においては、シェル52.1、52.2の2つの突出する係止要素52.3、52.3'は、垂直方向軸線AA'の左右に配置される。長手方向軸線CC'に沿って、2つの係止要素52.3、52.3'は同一の半径方向面ABには配置されず、従って、右側の係止要素52.3は破線で示される。このように、電気回路基板51は、2つのシェル52.1、52.2の間に配置される。補強要素52.1、52.2は、電荷出力部23.2と電氣的接続要素53との間の接続領域に少なくとも1つの窓52.4を備える。窓52.4を通じて、電荷出力部23.2及び電氣的接続要素53は外部からアクセス可能であり、結合ツールが接近可能である。代替的には、補強要素52.1、52.2には単一の部材から作られる。単一の部材から作られた補強要素52.1、52.2は、長手方向において電気回路基板51を覆うように押し込まれ、又は弾性ヒンジによって半径方向において電気回路基板51を覆うように湾曲される。

20

30

#### 【0040】

補強要素52.1、52.2は、半径方向面ABにおける及び/又は長手方向軸線CC'に沿った機械的な共鳴振動に対して、電気回路基板51を機械的に補強する。圧電式圧力センサ1の使用中に、機関の振動に起因して、電気回路基板51に機械的な振動が引き起こされ得る。電気回路基板51は、発振可能なシステムである。機関の振動は、広い範囲の周波数を呈する。共鳴周波数は、機関の振動の周波数であって、そこでは、発振システムの振幅が機関の振動の隣接する周波数に引き起こされる振幅よりも大きい。共鳴発振は、共鳴周波数を有する電気回路基板51の発振である。好ましくは、補強要素52.1、52.2は、評価ユニット筐体50に対する半径方向面AB内の運動の自由度について電気回路基板51を固定する。固定するということは、評価ユニット筐体50に対する電気回路基板51の不動性を保持することを意味する。好ましくは、シェル52.1、52.2の間に配置され、シェル52.1、52.2に機械的に接続される電気回路基板51は、半径方向面ABにおける及び/又は長手方向軸線CC'に沿った機械的な共鳴振動に

40

50

対して剛体を形成する。補強要素52.1、52.2は、線的に又は面的に電気回路基板51に機械的に接触する。このように補強された電気回路基板51においては、圧電式圧力センサ1の使用中に起こる機関の振動は、半径方向面ABにおいて及び/又は長手方向軸線CC'に沿って、減衰された機械的な共鳴振動を引き起こすことしかできず、それによって、電気回路基板51の領域における、圧電式圧力センサ1の信号送信に関わる構成部品の機械的応力は恒久的に減少する。

【0041】

長手方向及び/又は半径方向に沿った曲げ荷重に対する電気回路基板51の追加的な補強は、評価ユニット筐体50から補強要素52.1、52.2への締め込みによって実現される。この場合、評価ユニット筐体50は、特定の領域において補強要素52.1、52.2を電気回路基板51に対して押し付ける。加えて、締め込みによって、電荷出力部23.2及び電氣的接続要素53は、窓52.4内に機械的に剛性の高い方法で配置される。評価ユニット筐体50は、長手方向軸線CC'に沿って摺動し、補強要素52.1、52.2上を移動される。補強要素52.1、52.2は、長手方向軸線CC'に沿っていくつかの領域52.6、52.6'、52.6"を備える。図12及び図13による実施例において、補強要素52.1、52.2は、3つの領域52.6、52.6'、52.6"を備える。好ましくは、各領域52.6、52.6'、52.6"は、長手方向軸線CC'に沿って、30mmの長さ、好ましくは60mmの長さ、好ましくは90mmの長さを有する。評価ユニット筐体50は、長手方向軸線CC'に沿って、後方領域52.6"から中央領域52.6'へ、及び中央領域52.6'から前方領域52.6へと、補強要素52.1、52.2に摺動可能である。好ましくは、補強要素52.1、52.2は、後方領域52.6"、中央領域52.6'及び前方領域52.6において異なる外径を有する。好ましくは、各領域52.6、52.6'、52.6"はそれぞれ、電気回路基板51の長さの33%にわたって延在する。従って、長手方向において、補強要素52.1、52.2の外径は、領域から領域へと段状になる。補強要素52.1、52.2の後方領域52.6"の外径は、評価ユニット筐体50の内径よりも小さい/に等しい。評価ユニット筐体50は、手動で滑らかに補強要素52.1、52.2に摺動可能である。補強要素52.1、52.2の中央領域52.6'の外径は、評価ユニット筐体50の内径と比べるとわずかに過大である。このような過大さがあると、評価ユニット筐体50は、手動で滑らかに補強要素52.1、52.2に摺動可能である。補強要素52.1、52.2の前方領域52.6の外径は、評価ユニット筐体50の内径と比べるとより大幅に過大である。より大幅な過大さの場合、評価ユニット筐体50は、もはや手動で補強要素52.1、52.2に摺動できない。過大さは、締め込みが許容する機械的応力が超えられることがないように、材料に応じて選択される。本発明を理解することで、当業者は、中央領域を有さず前方及び後方領域のみを有する補強要素を実現することもできる。更には、当業者は、段状の外径を有さず、概して後方区域から前方区域へと外径が徐々に大きくなる補強要素を実現することもできる。

【0042】

補強要素52.1、52.2は、評価ユニット筐体50に対して電気回路基板51を電氣的に絶縁する。

【0043】

補強要素52.1、52.2は、電気回路基板51、補強要素52.1、52.2、及び/又は評価ユニット筐体50の間の線熱膨脹率の差を補償するために、少なくとも1つの湾曲ゾーン52.5を備える。湾曲ゾーン52.5は、長手方向の溝として形成される。湾曲ゾーン52.5の領域において、補強要素52.1、52.2は弾性的に伸長又は収縮し得、そのようにして熱的に誘起される機械的な応力を重大でない値まで減少させ、特に、補強要素52.1、52.2の機能を阻害する補強要素52.1、52.2の塑性変形が回避され得る。本発明を理解することで、当業者は、補強要素52.1、52.2の材料における少なくとも1つの凹部の形態で又は弾性ヒンジなどとして湾曲ゾーンを実現することもできる。補強要素52.1、52.2は、電気回路基板51に届く機関の

10

20

30

40

50

振動の強さが減衰されるように、センサ・フランジ 20.2 及び評価ユニット筐体 50 から電気回路基板 51 への機関の振動の拡がりを減衰し、電気回路基板 51 の領域における、圧電式圧力センサ 1 の信号送信に関わる構成部品の機械的応力を恒久的に減少させる。

【0044】

センサ・フランジ 20.2 の後方領域は、評価ユニット筐体 50 の前方縁に、その全外周部の周辺で機械的に接続される。機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって行われる。センサ・フランジ 20.2 の後方領域は、センサ筐体フレーム 20.3 を備える。好ましくは、センサ・フランジ 20.2 及びセンサ筐体フレーム 20.3 は、一体的に形成される。センサ筐体フレーム 20.3 は、長手方向軸線 C-C' に平行な方向に向けられた少なくとも 1 つの支柱からなる。図 10 及び図 11 に図示されるように、センサ筐体フレーム 20.3 は、好ましくは、2 つの支柱からなる。電気回路基板 51 の前方縁は支柱に機械的に接続される。機械的接続は、好ましくは、形態拘束によってなされ、電気回路基板 51 はネジによって支柱の雌ねじにネジ留めされる。機械的接続は、電氣的接続でもある。好ましくは、ネジは、少なくとも 1 つのワッシャを介して電気回路基板 51 に機械的に接続される。ワッシャは、支柱と、ネジと、電気回路基板 51 の少なくとも 1 つの電気信号導体との間に電氣的接触を形成する。ワッシャ及びネジは、純金属、ニッケル合金、コバルト合金、鉄合金などの導電性材料から作られる。2 つの支柱を介した電氣的接続は冗長性を有する。センサ・フランジ 20.2 から受信されるリターン・ラインからの信号は、センサ筐体フレーム 20.3 を介して電気回路基板 51 の電気信号導体に送信される。センサ・フランジ 20.2 と評価ユニット 5 との間でのリターン・ラインからの信号の信号送信は、材質的接合及び力拘束によってのみ起こる。ネジ及びワッシャによる支柱と電気回路基板 51 との間での力拘束は、長手方向軸線 C-C' に沿った機関の振動から結果として生じる機械的な共鳴振動を減衰する。

【0045】

従って、信号ケーブル・フランジ 54 の前方領域は、少なくとも 1 つの支柱を備える。好ましくは、信号ケーブル・フランジ 54 の前方領域は、2 つの支柱を備える。電気回路基板 51 の後方端部は信号ケーブル・フランジ 54 の支柱に機械的に接続される。同様にこの場合は、機械的接続は、好ましくは力拘束によって行われ、電気回路基板 51 はネジによって支柱の雌ねじにネジ留めされる。

【0046】

図 12、図 13、図 15 及び図 16 は、圧電式圧力センサ 1 を製造するプロセスのステップを図示する。図 3 によるセンサ組立体 2、及び評価ユニット 5 は、個別の半製品として製造される。このことは、コスト効率良く製造される圧電式圧力センサ 1 を形成するために、様々なセンサ組立体 2 が様々な評価ユニット 5 とともに製造され得るという利点を有する。様々なセンサ組立体 2 は、異なる膜厚の膜 21 及び / 又は異なる動作温度範囲の圧電センサ 22 を含む。様々な評価ユニット 5 は、異なる動作温度範囲、及び / 又は電氣的に増幅されていない電気分極電荷、電氣的に増幅された電気分極電荷、電圧などの異なる信号タイプの電気回路基板 51 を含む。

【0047】

センサ組立体 2 は、センサ筐体組立体 20 に収容される膜 21 と、圧電センサ 22 と、電極構成体 23 と、電気絶縁体 25 とを備える。評価ユニット 5 は、評価ユニット筐体 50 と、電気回路基板 51 と、補強要素 52.1、52.2 と、電氣的接続要素 53 と、信号ケーブル・フランジ 54 と、信号ケーブル 55 とを備える。信号ケーブル 55 は、信号ケーブル・フランジ 54 を介して評価ユニット 5 に接続される。本発明を認識するならば、当業者は、信号ケーブルを評価ユニットに接続するために、信号ケーブル・フランジの代わりに、信号ケーブル・プラグなどの電気プラグ・コネクタを使用することもできる。

【0048】

プロセスの第 1 のステップにおいて、電荷出力部 23.2 と電氣的接続要素 53 とが互いに対して結合される。このために、電荷出力部 23.2 の後方端部が電氣的接続要素 43 内に突出するように、及び長手方向軸線 C-C' に対する電荷出力部 23.2 の外面と長

10

20

30

40

50

手方向軸線 C C ' に対する電氣的接続要素 4 3 の内面とが特定の領域において互いに機械的に接触するように、電荷出力部 2 3 . 2 の後方端部が長手方向軸線 C C ' 上で電氣的接続要素 4 3 に押し込まれる。

【 0 0 4 9 】

プロセスの別のステップにおいて、電気回路基板 5 1 の前方端部はセンサ筐体フレーム 2 0 . 3 に機械的に接続される。機械的接続は力拘束によってなされ、電気回路基板 5 1 はネジによってセンサ筐体フレーム 2 0 . 3 の支柱の雌ねじにネジ留めされる。

【 0 0 5 0 】

続くプロセスのステップにおいて、補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 は電気回路基板 5 1 に機械的に接続され、又はそれらは相互接続される。この形態又は力拘束は、図 1 2 及び図 1 3 に示される。好ましくは、一方の補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 のいくつかの係止要素 5 2 . 3、5 2 . 3 ' は、他方の補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 の対応する開口と係合され、長手方向軸線 C C ' 及び / 又は水平方向軸線 B B ' に沿った曲げ荷重に対して電気回路基板 5 1 を機械的に補強する。

【 0 0 5 1 】

プロセスの更なるステップにおいて、図 1 5 に図示されるように、評価ユニット筐体 5 0 は、センサ・フランジ 2 0 . 2 に対して長手方向軸線 C C ' に沿って移動される。この場合、補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 は、評価ユニット筐体 5 0 によって電気回路基板 5 1 に押し付けられる。この締め込みは、長手方向軸線 C C ' 及び / 又は水平方向軸線 B B ' に沿った曲げ荷重に対して更に電気回路基板 5 1 を機械的に補強する。

【 0 0 5 2 】

次に、方法のステップにおいて、電荷出力部 2 3 . 2 の外面と電氣的接続要素 5 3 の内面とが、特定の領域において互いに対して電氣的及び機械的に接続される。電氣的及び機械的接続は溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって実現される。補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 の窓 5 2 . 4 から挿入された結合ツールが、電荷出力部 2 3 . 2 と電氣的接続要素 5 3 との間の材質的接合を実行する。結合ツールは、図 1 5 には示されていない。結合ツールは、電気抵抗溶接システムの電極からなってよいが、圧接ツール、レーザーなどでもよい。このように、補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 の窓 5 2 . 4 を通じて結合ツールが材質的接合を行うことができるようにするために、評価ユニット筐体 5 0 は、長手方向軸線 C C ' 上でセンサ・フランジ 2 0 . 2 から離れる方を向いている。

【 0 0 5 3 】

プロセスの更に別のステップにおいて、図 1 6 に図示されるように、評価ユニット筐体 5 0 の前方縁がセンサ・フランジ 2 0 . 2 の後方縁に機械的に接触し、外部からアクセス可能となるように、評価ユニット筐体 5 0 は、長手方向軸線 C C ' に沿ってセンサ・フランジ 2 0 . 2 に対して完全に変位される。この評価ユニット筐体 5 0 の変位は図 1 6 において矢印で示される。このようにして、センサ・フランジ 2 0 . 2 の後方領域は全体的に評価ユニット筐体 5 0 の前方縁と面一になって外部からアクセス可能となる一方、補強要素 5 2 . 1、5 2 . 2 は隠される。

【 0 0 5 4 】

プロセスの次に続くステップにおいて、評価ユニット筐体 5 0 は、特定の領域においてセンサ・フランジ 2 0 . 2 に接続される。好ましくは、評価ユニット筐体 5 0 の前方縁はセンサ・フランジ 2 0 . 2 の後方縁に、その全外周部の周辺で機械的に接続される。機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって行われる。結合ツールは、評価ユニット筐体 5 0 の前方縁とセンサ・フランジ 2 0 . 2 の後方縁との間に材質的接合を生じさせる。結合ツールは、図 1 6 には示されていない。

【 0 0 5 5 】

プロセスの更に別のステップにおいて、評価ユニット筐体 5 0 は、特定の領域において信号ケーブル・フランジ 5 4 に機械的に接続される。好ましくは、評価ユニット筐体 5 0 の後方領域は信号ケーブル・フランジ 5 4 の前方縁に、その全外周部の周辺で機械的に接続される。機械的接続は、溶接、拡散溶接、熱圧接、半田付けなどの材質的接合によって

10

20

30

40

50

行われる。結合ツールは、評価ユニット筐体 50 の後方領域と信号ケーブル・フランジ 54 の前方縁との間に材質的接合を生じさせる。結合ツールは、図 16 には示されていない。

【0056】

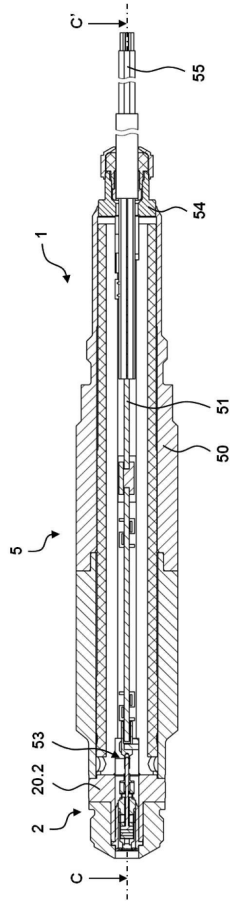
本発明を理解することで、当業者は、信号送信に直接的に関わる圧電式圧力センサの全ての構成部品が材質的接合を介して互いに対して接続された圧電式圧力センサを実現することができる。更には、構成要素となる部品間の全ての機械的接続が材質的接合である圧電式圧力センサが実現され得る。

【符号の説明】

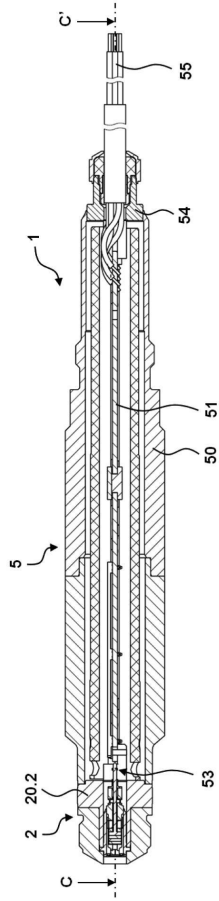
【0057】

A、B、C	拡大領域	
AA'、BB'、CC'	軸	
AB	半径方向面	
1	圧力センサ	
2	センサ組立体	
5	評価ユニット	
20	センサ筐体組立体	
20.1	封止コーン	
20.2	センサ・フランジ	
20.3	センサ筐体フレーム	20
21	膜	
22	センサ	
22.1、22.3	支持要素	
22.2	圧電センサ要素	
23	電極構成体	
23.1	電荷ピックアップ	
23.2	電荷出力部	
25	電気絶縁体	
26	補償要素	
50	評価ユニット筐体	30
51	電気回路基板	
51.1	高温領域	
51.2	通常温度領域	
52.1、52.2	補強要素	
52.3、52.3'	係止要素	
52.4	窓	
52.5	湾曲ゾーン	
52.6、52.6'、52.6''	領域	
53	電氣的接続要素	
53.0	ソケットの形態のアダプタ	40
53.1	環状のアダプタ	
53.2	補償要素	
54	信号ケーブル・フランジ	
55	信号ケーブル	

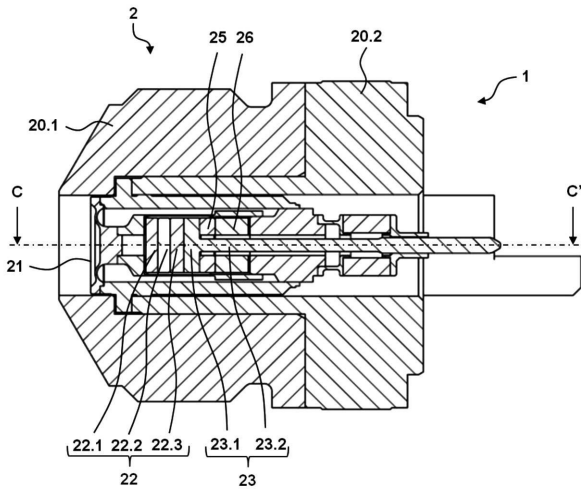
【図 1】



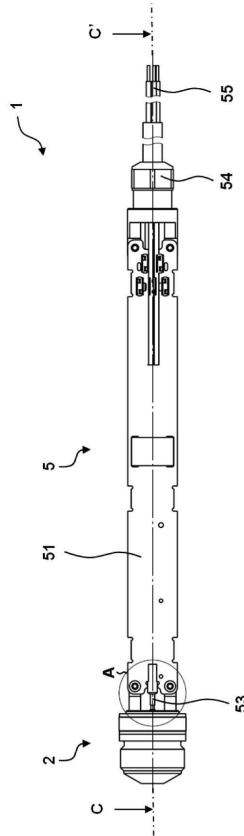
【図 2】



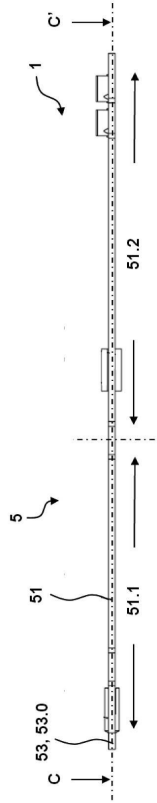
【図 3】



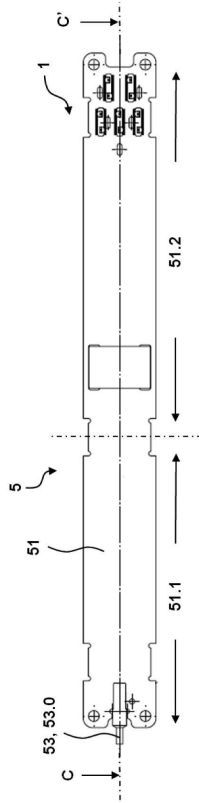
【図 4】



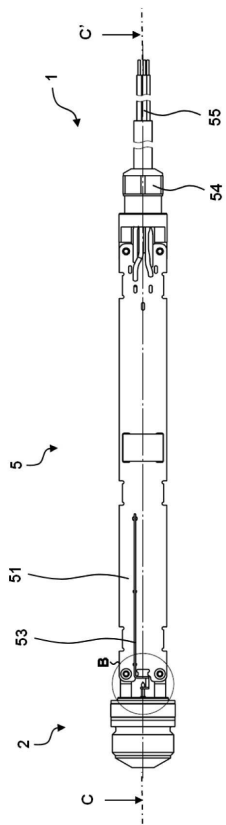
【 図 5 】



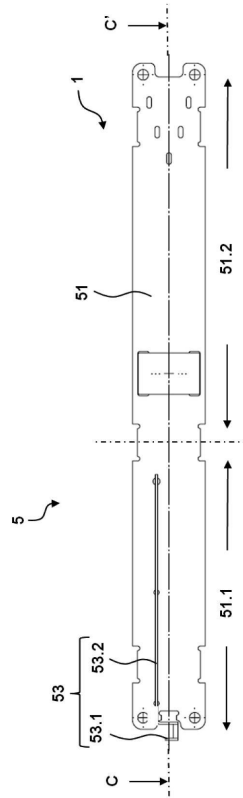
【 図 6 】



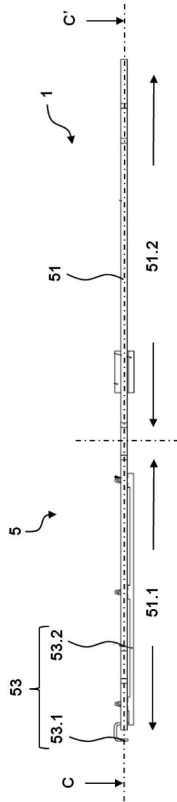
【 図 7 】



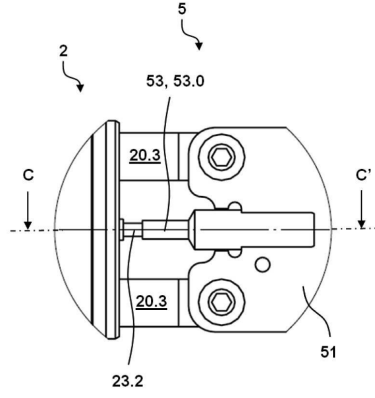
【 図 8 】



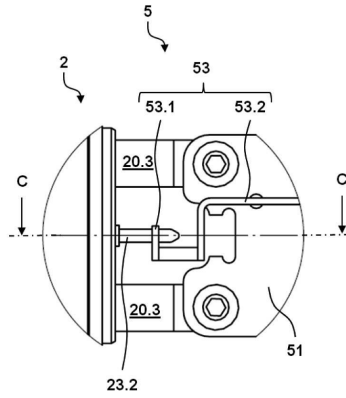
【 9 】



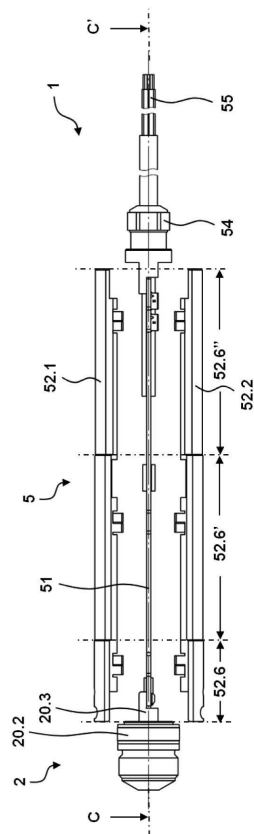
【 10 】



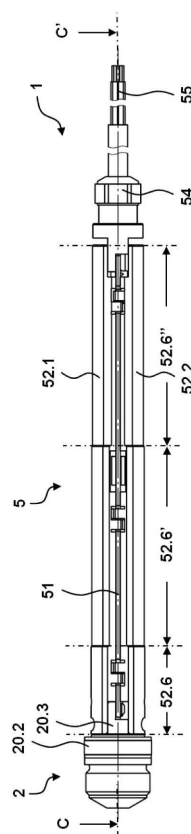
【 11 】



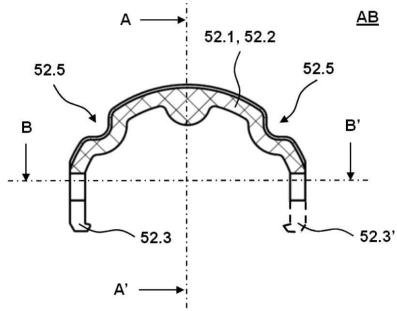
【 12 】



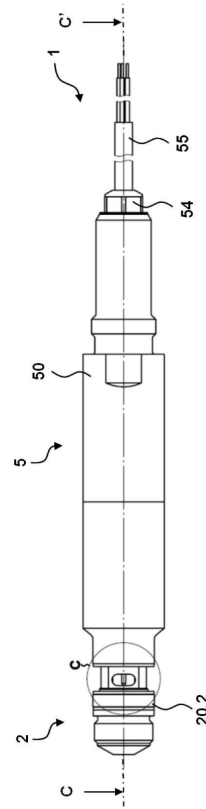
【 13 】



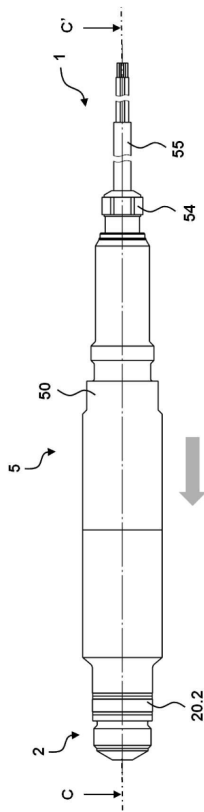
【 14 】



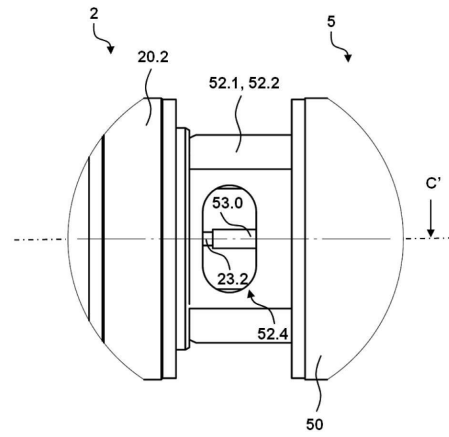
【 15 】



【 16 】



【 17 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ウルス ニーダーマン

スイス国、ブーピコン、フスヴィースシュトラーセ 14

(72)発明者 フィリップ グラフ

スイス国、ヴァインフェルデン、フラウエンフェルダーシュトラーセ 27

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開2015-121426(JP,A)

特開2013-205307(JP,A)

国際公開第2011/047919(WO,A1)

特開昭61-107127(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 7/00-23/32

G01L27/00-27/02