(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7458398号
(P7458398)

(45)発行日　令和6年3月29日(2024.3.29)

(24)登録日　令和6年3月21日(2024.3.21)

(51)国際特許分類		FI		
G01L 5/00 (2006.01)		G01L	5/00	K
G01L 5/167(2020.01)		G01L	5/167	
F16C 41/00 (2006.01)		F16C	41/00	
F16C 19/52 (2006.01)		F16C	19/52	
F16C 19/06 (2006.01)		F16C	19/06	

請求項の数　14　（全31頁）

(21)出願番号　特願2021-528929(P2021-528929)
(86)(22)出願日　令和1年11月22日(2019.11.22)
(65)公表番号　特表2022-507902(P2022-507902A)
(43)公表日　令和4年1月18日(2022.1.18)
(86)国際出願番号　PCT/IB2019/060075
(87)国際公開番号　WO2020/105010
(87)国際公開日　令和2年5月28日(2020.5.28)
審査請求日　令和4年11月10日(2022.11.10)
(31)優先権主張番号　102018000010523
(32)優先日　平成30年11月22日(2018.11.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
イタリア(IT)

(73)特許権者　518314084
エルテック・ソチエタ・ペル・アツィオーニ
ＥＬＴＥＫ　Ｓ．Ｐ．Ａ．
イタリア、イ－１５０３３カザーレ・モンフェッラート（アレッサンドリア）、ストラーダ・ヴァレンツァ５ア番
(74)代理人　100145403
弁理士　山尾 憲人
(74)代理人　100131808
弁理士　柳橋 泰雄
(74)代理人　100101454
弁理士　山田 卓二
(72)発明者　ピッツィ，マルコ
イタリア１５０３３カザーレ・モンフェ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ベアリングのためのセンサ付き支持装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

－取り付け構造（Ｓ）に固定されるように構成され、ベアリング（３）のための少なくとも１つの台座（２ｃ）を画定する、ベアリングハウジング（２）と、

－直接または少なくとも１つのさらなる要素（７；７’）の介在によって、前記取り付け構造（Ｓ）と前記ベアリングハウジング（２）の間に少なくとも部分的に配置されるように事前に取り決められた支持体（４’）を有するセンサ付き支持ベース（４）と、を備え、

前記支持体（４’）は、縦方向（Ｌ）と横方向（Ｗ）に延在し、直接または少なくとも１つのさらなる要素（７；７’）の介在によって、前記ベアリングハウジング（２）と前記取り付け構造（Ｓ）の１つの対応する面（６ａ；Ｓａ）にあるように構成された検出面（４ｃ）を有し、

前記センサ付き支持ベース（４）は、機械的応力センサ手段を備え、

前記機械的応力センサ手段は、前記検出面（４ｃ）の少なくとも一部を画定する少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；10_1，10_2）を備え、

前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；10_1，10_2）は、前記ベアリングハウジング（２）に加えられる機械的応力（ＳＳ）の大きさに実質的に比例する電位差を発生するように構成され、

前記少なくとも一つの圧電トランスデューサ（１０；２０；10_1，10_2）は、

第１の方向における第１のせん断応力（ＳＳ）を示す第１の電位差を発生するように構成された第１の圧電トランスデューサ（10_1）及び前記第１の方向と交差する又は前記

第１の方向に対して傾斜した第２の方向における第２のせん断応力（ＳＳ）を示す第２の電位差を発生するように構成された第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）、
及び／又は
前記ベアリングハウジング（２）に加えられるせん断応力（ＳＳ）に比例する電位差を発生するように構成された少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）及び前記ベアリングハウジング（２）に加えられる垂直応力に比例する電位差を発生するように構成された垂直応力圧電トランスデューサ（２０）、を備えるセンサ付きベアリング支持装置（１）。

【請求項２】
前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０）は、圧電材料の層（１１；２１）と、少なくとも１つの第１の電極（Ｅ１；Ｅ２１）と１つの第２の電極（Ｅ２；Ｅ２２）を備え、
前記少なくとも１つの第１の電極（Ｅ１；Ｅ２１）と前記第２の電極（Ｅ２；Ｅ２２）の間に前記圧電材料の層（１１；２１）が少なくとも部分的に延在する、請求項１に記載の装置。

【請求項３】
前記圧電材料の層（１１；２１）は、前記支持体（４’）によって特定される前記縦方向（Ｌ）、前記横方向（Ｗ）及び平面の中の少なくとも１つを横切って延在する分極軸（ＰＡ）を有する、請求項２に記載の装置。

【請求項４】
前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$，１０$_2$）は、前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）と前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）を備え、
前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）と前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）は、前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）の前記圧電材料の層（１１）が、前記縦方向（Ｌ）を横切って延在する分極軸（ＰＡ）を有する、及び／または、前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）の前記圧電材料の層（１１）が、前記横方向（Ｗ）を横切って延在する分極軸（ＰＡ）を有する、ように配置される、請求項２に記載の装置。

【請求項５】
前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$，１０$_2$）は、前記少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）と前記垂直応力圧電トランスデューサ（２０）を備え、
前記少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）は、
前記第１の方向における第１のせん断応力（ＳＳ）を示す第１の電位差を発生するように構成された第１のせん断応力圧電トランスデューサ（１０$_1$）及び前記第１の方向と交差する又は前記第１の方向に対して傾斜した前記第２の方向における第２のせん断応力（ＳＳ）を示す第２の電位差を発生するように構成された第２のせん断応力圧電トランスデューサ（１０$_2$）とを備える、請求項１に記載の装置。

【請求項６】
前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）及び前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）、又は前記少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）の前記第１の電極（Ｅ１）と前記第２の電極（Ｅ２）のそれぞれは、前記圧電材料の層（１１）の第１の主面（１１ａ）と第２の主面（１１ａ，１１ｂ）において延在する複数の部分または指部（Ｆ１，Ｆ２）を有する、請求項２に記載の装置。

【請求項７】
前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）及び前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）、または、前記少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）は、前記圧電材料の層（１１）の第１の主面（１１ａ）と第２の主面（１１ｂ）において延在する少なくとも１つの第３の電極（Ｅ３）と１つの第４の電極（Ｅ４）を備える、請求項２に記載の装置。

【請求項８】
前記第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）及び前記第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）の前記第１の電極（Ｅ１）と前記第２の電極（Ｅ２）、または、前記少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０$_1$，１０$_2$）の前記第１の電極（Ｅ１）と前記第２の電極（Ｅ２）は、それぞれ前記圧電材料の層（１１）の第１の主面（１１ａ）と第２の主面（１１ａ，１１ｂ）において延在する複数の部分または指部（Ｆ１，Ｆ２）を有し、
前記第３の電極（Ｅ３）は、前記第１の電極（Ｅ１）の部分または指部（Ｆ１）と互いにかみ合うまたは互い違いにある形態である部分または指部（Ｆ３）を有し、
前記第４の電極（Ｅ４）は、前記第２の電極（Ｅ２）の部分または指部（Ｆ２）と互いにかみ合うまたは互い違いにある形態である部分または指部（Ｆ４）を有する、請求項７に記載の装置。
【請求項９】
前記第１の電極（Ｅ１）、前記第２の電極（Ｅ２）、前記第３の電極（Ｅ３）及び前記第４の電極（Ｅ４）の中の少なくともいくつかは、前記圧電材料の層の分極電極であるまたは、前記圧電材料の層（１１）の分極電極及び測定電極の両方である、請求項７に記載の装置。
【請求項１０】
前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$，１０$_2$）は、圧電材料の堆積された層（１１；２１）と、前記圧電材料（１１；２１）の堆積された層の２つの対向する主面（１１ａ，１１ｂ；２１ａ，２１ｂ）において電気導電材料（Ｅ１－Ｅ４；Ｅ２２，Ｅ２３）の堆積された電極を備える、請求項１乃至９のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１１】
前記センサ付き支持ベース（４））に機械的応力を伝達するのに適した少なくとも１つの中間層または要素（７；７’）が、前記検出面（４ｃ）と前記対応する面（６ｃ；Ｓａ）の間に設置される、請求項１乃至１０のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１２】
前記支持体（４’）が前記ベアリングハウジング（２）に対して位置決めする及び／またはその逆を行う要素（Ｂ）を有する、請求項１１に記載の装置。
【請求項１３】
前記ベアリングハウジング（２）は、前記センサ付き支持ベース（４）の少なくとも一部を受け入れるための位置決め台座（６）を画定し、
前記位置決め台座（６）は、周辺端部（２ｄ）によって境界を定められる及び／または平坦な底面を有する、請求項１乃至１２のいずれか１項に記載の装置。
【請求項１４】
ベアリングハウジングのためのセンサ付き支持ベースであって、
取り付け構造（Ｓ）と前記ベアリングハウジング（２）の間に配置されように事前に取り決められた支持体（４’）であって、前記支持体（４’）は、縦方向（Ｌ）及び横方向（Ｗ）に延在し、直接または少なくとも１つのさらなる要素（７；７’）の介在によって、前記ベアリングハウジング（２）及び前記取り付け構造（Ｓ）の１つの対応する面（６ａ；Ｓａ）にあるように構成された、検出面（４ｃ）を有し、前記センサ付き支持ベース（４）は、機械的応力センサ手段を備える、支持体（４’）を備え、
前記機械的応力センサ手段は、前記検出面（４ｃ）の少なくとも一部を画定する少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$；１０$_2$）を備え、
前記少なくとも１つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$；１０$_2$）は、前記ベアリングハウジング（２）に加えられる機械的応力（ＳＳ）の大きさに実質的に比例する電位差を発生するように構成され、
前記少なくとも一つの圧電トランスデューサ（１０；２０；１０$_1$，１０$_2$）は、
第１の方向における第１のせん断応力（ＳＳ）を示す第１の電位差を発生するように構成された第１の圧電トランスデューサ（１０$_1$）及び前記第１の方向と交差する又は前記

第１の方向に対して傾斜した第２の方向における第２のせん断応力（ＳＳ）を示す第２の電位差を発生するように構成された第２の圧電トランスデューサ（１０$_2$）、
及び／又は
前記ベアリングハウジング（２）に加えられるせん断応力（ＳＳ）に比例する電位差を発生するように構成された少なくとも一つのせん断応力圧電トランスデューサ（１０；１０$_1$，１０$_2$）及び前記ベアリングハウジング（２）に加えられる垂直応力に比例する電位差を発生するように構成された垂直応力圧電トランスデューサ（２０）を備える、センサ付き支持ベース。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ベアリングハウジングに伝達される負荷または応力を検出する、またはさらに一般的に、例えば取り付け構造に対するベアリングハウジングの振動または最小の動作または変位であっても検出するように構成された少なくとも１つのセンサ要素を備える、ベアリングのための支持装置に関する。本発明は、機械的応力センサ手段を有するそのような装置のためのセンサ付き支持装置及びセンサ付き支持ベース、ここで好ましくはセンサ付き支持ベースがベアリングハウジングとハウジングが固定される一般取り付け構造の間に少なくとも一部が設置される、を特に参照して開発された。

【背景技術】

【０００２】

知られているように、ベアリングは、２つの部品の間の相対動作を拘束できるように設計され、回転部品を引き留める及び支持するための様々なタイプの機構で用いられる装置である。

【０００３】

使用の際、ベアリングは、静的な及び動的な両方の異なる負荷を受ける。静的な負荷は、通常ベアリングによって支持される重量に比例する一方で、動的な負荷は、通常ベアリングの使用の条件に依存する。したがって多くのシステムにおいて、ベアリングに作用する負荷を監視できることが望ましい。例えば、自動車分野において、車輪ハブのベアリングの負荷の情報は、有利に車の安定性の制御のためのシステムによって用いられる。

【０００４】

振動は、例えば過剰振動が、ベアリングが摩滅するまたは、その耐用年数の終わりに達する事実の兆候であると考えられるならば、ベアリングの条件の指標を提供できる、いくつかの重要なさらなるパラメータを示す。ベアリングによって耐えられる負荷に加えて、このため対応する振動も監視することが役立つことも証明する。

【０００５】

欧州特許公開第１５２８３８２号は、ホイートストンブリッジを形成するように配置されたひずみゲージによって表される、その内側に荷重測定手段を装備された下に横たわる支持ベース（ベースプレート）が関連するベアリングハウジングを備える、ベアリングのための支持装置を開示する。支持ベースは、ひずみゲージを受け入れるのに適した形状をそこに与えるために機械加工動作を前提にするので、製造が比較的複雑である。支持ベースは、一定の厚さを有しなければならず、ひずみゲージは、その中で横方向に作られた特定の台座に取り付けられるべきである。

【０００６】

請求項１のプレアンブルが基づかれる米国特許第８８６９６３３号は、ピエゾ抵抗センサによって構成される測定手段を一体化する、下に横たわる支持ベースを備えるベアリングハウジングを備える、同様の支持装置を記載する。この場合においても、センサ付き支持ベースは、ピエゾ抵抗センサが収納される台座を画定するために機械加工される必要がある。用いられるセンサは、電源を必要とし、感知できる抵抗の変動をもたらすことができるために適切な厚さを有する必要がある。これらのピエゾ抵抗センサによって推定される情報は、いずれにせよ比較的限られる。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００７】
【文献】欧州特許公開第１５２８３８２号
【文献】米国特許第８８６９６３３号
【発明の概要】
【０００８】
その一般的な用語において、本発明の目的は、基本的に製造が単純で、コンパクトで安価なセンサ付きベースを備える、ベアリングハウジングのための支持装置を提供することであるが、高精度の検出及び操作の信頼性によって区別される。
【０００９】
以後、さらに明確に出現する上記及び他の目的は、添付された特許請求の範囲に規定される特性を有するベアリング検出装置によって本発明に従って達成される。請求項は、本発明に関して本明細書に提供される技術的教示の不可欠な部分を構成する。
【００１０】
本発明のさらなる目的、特性及び利点は、説明のための及び非限定の例として純粋に提供された添付された図面を参照して、その後の詳細な説明から明確に出現するであろう。
【図面の簡単な説明】
【００１１】
【図１】一般取り付け構造に機械的に固定された、本発明の可能な実施形態に従うセンサ付き支持装置の概略斜視図である。
【図２】図１のセンサ付き支持装置の正面図である。
【図３】図２の線ＩＩＩ－ＩＩＩに従う概略断面図である。
【図４】図１のセンサ付き支持装置の部分断面概略斜視図である。
【図５－６】本発明の可能な実施形態に従うセンサ付き支持装置の異なる角度からの概略斜視図である。
【図７】図５－６のセンサ付き支持装置の分解概略図である。
【図８】図５－６のセンサ付き支持装置の一部の部分断面概略斜視図である。
【図９】本発明の可能な実施形態に従うセンサ付き支持装置の分解概略斜視図である。
【図１０】本発明の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの部分概略斜視図である。
【図１１】本発明の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの第１の圧電トランスデューサの分解概略表示である。
【図１２】本発明の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの第２の圧電トランスデューサの分解概略図である。
【図１３－１４】図１１に示されるタイプの圧電トランスデューサのそれぞれ上面平面図及び下からの平面図の概略表示である。
【図１５】本発明の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの一部の概略斜視図である。
【図１６】本発明の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの一部の概略斜視図である。
【図１７】図１６のセンサ付き支持ベースの一部の第１の断面斜視図である。
【図１８】図１７の拡大スケールにおける詳細である。
【図１９】図１６のセンサ付き支持ベースの一部の第２の断面概略図である。
【図２０】図１９の拡大スケールにおける詳細である。
【図２１－２２】電気接続の２つの異なる形態における、本発明の第１の可能な実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの圧電トランスデューサの正面図の概略表示である。
【図２３】本発明の可能な第１の実施形態に従う支持装置のセンサ付き支持ベースの圧電トランスデューサの動作原理を例示する目的の概略斜視図である。

【図２４】本発明の第２の可能な実施形態に従うセンサ付き支持ベースに対応する図１６の図と同様な図である。
【図２５－２６】図２４に示されるタイプのセンサ付き支持ベースに対応する図２１及び２２の概略表示と同様な概略表示である。
【図２７】図２４に示されるタイプのセンサ付き支持ベースの圧電トランスデューサの動作原理を例示する目的の図２６の図と同様な図である。
【図２８－３０】本発明の第３の可能な実施形態に従って製造されたセンサ付き支持ベースに対応する、図２５、２６及び２７の概略表示と同様な概略表示である。
【図３１】一般取り付け構造に機械的に固定された本発明の他の可能な実施形態に従うベアリングのためのセンサ付き支持装置の概略断面図である。
【図３２】図３１の拡大スケールにおける詳細である。
【発明を実施するための形態】
【００１２】
「１つの実施形態」（ａｎ　ｅｍｂｉｄｉｍｎｔ）、「１つの実施形態」（ｏｎｅ　ｅｍｂｏｄｉｍｅｎｔ）、「様々な実施形態」などへの言及は、本明細書のフレームワークにおいて、１つの実施形態に関して記載された少なくとも１つの特定の形態、構造、または特性が少なくとも１つの実施形態に含まれることを意図する。この理由で、本明細書の様々な点に存在する「１つの実施形態において」（ｉｎ　ａｎ　ｅｍｂｏｄｉｍｅｎｔ）、「１つの実施形態において」（ｉｎ　ｏｎｅ　ｅｍｂｏｄｉｍｅｎｔ）、「様々な実施形態において」などの語句は、１つの同じ実施形態を指す必要はなく、代わりに異なる実施形態を指すこともある。さらに、本明細書のフレームワークで定義される特定の形態、構造、または特性は、示されるものと異なる１またはそれ以上の実施形態に適切な方法で組み合わされる。特に図の例を参照して本明細書に用いられる符号及び空間参照（例えば「上」（ｕｐｐｅｒ）、「下」（ｌｏｗｅｒ）、「上」（ｔｏｐ）「下」（ｂｏｔｔｏｍ）、「前」、「後」、「垂直」など）は、便宜のために提供されるのみであって、このため保護の範囲及び実施形態の範囲を定義しない。本明細書及び添付された特許請求の範囲において、一般用語「材料」は、複数の異なる材料の混合物、組成物または組み合わせも備えるとして理解されるべきである。本明細書及び添付された特許請求の範囲において、一般用語「力」及び「応力」は、検出を受ける少なくとも一部の機械的負荷及び／または振動によって及び／または最小の動作または変位にかかわらず決定される好ましくは動的タイプのベクトル物理量も含むとして理解されるべきである。図において、同じ符号は、互いに同様または技術的に等価である要素を指定するために用いられる。
【００１３】
図１－８において、本発明の可能な実施形態に従うセンサ付きベアリング支持装置は、１で全体として指定される。図１－４において、装置１は、設置された状態、すなわち、Ｓで指定される一般取り付け構造に固定される一方で、図５－８において、装置１は、分離して示される。
【００１４】
装置１は、中央ハウジング部２ａと２つの側面固定部２ｂを有する、例えば金属材料またはポリマ材料、またはその組み合わせで作られるベアリングハウジングまたは支持部２を含む。
【００１５】
例えば内輪、外輪、及びそれらの間に設置された複数の転がり要素と、可能なケージまたはリテーナを備える、全体として３で指定されるベアリングのための台座２ｃが中央部分２ａに画定される。センサ付き支持装置１と組み合わせて用いられるベアリングの構造は、いずれにせよ任意の既知のタイプのものであり、本発明の目的と関係ない。ベアリング３は、適切な取り付け要素３ａによって対応する台座２ｃに固定される。いずれにせよ、ハウジングまたは支持部２にベアリング３を取り付ける方法は、本発明と関係なく、それは任意の既知のタイプであることができる。図５－９からまた留意されるように、ハウジング２の側面部２ｂは、基本的に取り付け構造Ｓに、特に対応する穴に固定するための

それぞれの部材のための中央穴Ａを有するブラケットまたはアイレットなどの形状にされる。非限定の例において、これらの固定部材、好ましくは、ボルトは六角中空ヘッドを備える２つのねじＶ及びそれぞれのナットＮを備える。

【００１６】

センサ付き支持装置１は、さらに、示される非限定の例において、ハウジング２と取り付け構造Ｓの間に動作可能に設置されるべきセンサ付き支持ベース４を備える。センサ付き支持ベース４は、ハウジング２と取り付け構造Ｓの間に一部のみが設置される。他の実施形態において、一側面のベース４と他側面のハウジング２または構造Ｓの間に、他の要素の介在が予測される。

【００１７】

センサ付き支持ベース４は、以後記載される、応力センサ手段（すなわち、取り付け構造Ｓに対してベアリングハウジング２の機械的応力及び／または振動及び／または動作または変位を検出するように設計されたセンサ手段）を備え、この目的のために、好ましくは、例えば図示されない外部制御システムへの接続のためのコネクタ５ａである遠位端において優先的に提供される電気信号を運ぶための多極ケーブル５がそこに関連付けられる。

【００１８】

ベース４は、好ましくはハウジング２に伝達される応力を検出するために、ハウジング２に対して実質的に固定位置に固定されるべきである。さらに一般的に、ベース４は、その応力センサ手段がベアリングハウジング２と取り付け構造Ｓの間の振動及び／または相対動作または変位、またはベース４とベアリングハウジング２または取り付け構造Ｓの間の相対変位を検出できるように、ハウジング２と取り付け構造Ｓの間に少なくとも一部が設置されることが好ましい。

【００１９】

様々な実施形態において、ベース４は、例えば図７の10_1，10_2及び２０で指定されるもの及び対応する電気接続トラックＴなど、対応する応力センサ手段が存在する中央領域４ａを有する。観察されるように、本発明に従って、ベース４に関連する当該応力センサ手段は、例えば上記センサ手段またはトランスデューサに作用する力または応力の変動など、特に応力及び／または機械的負荷及び／または振動に応答する電位差または電圧及び／または電流を発生するように設計されたタイプの少なくとも１つの圧電トランスデューサを備える。

【００２０】

描かれる例において、導電接続トラックＴは、それぞれの接続端子Ｃが電気的に関連付けられる、パッドＰに終端し、これらの端子Ｃは、ケーブル５の近位端において提供されるコネクタ５ｂと結合するように構成される。

【００２１】

様々な実施形態において、ベース４の本体４’は、支持体２の下側に対して位置決めするように構成された２つの対向端部領域を有する。描かれる例において、４ｂで指定される上記２つの端部領域は、ハウジング２の下面のレリーフの対応する部分が係合するべき、それぞれ貫通孔Ｂによって示される位置決め要素を有する。図９の例えば２ｄで指定されるレリーフのこれらの部分は、ハウジング２の側面部２ｂにおいて画定され、軸方向に、穴Ａの対応する部分に貫通する。例において、通路Ｂ及びレリーフ２ｄの部分は、実質的に相補的な円形プロファイルを有するが、他の幾何形状は、明白に可能である（例えば、四角形または多角形のプロファイルを備える穴Ａ及び通路Ｂ）。通路Ｂ及び／またはレリーフ２ｄの部分に加えてまたは代わりに、本体４’及びハウジング２は、いくつか他のタイプの位置決め要素を含む。

【００２２】

図９から、さらに、様々な優先的な実施形態において、どのようにハウジング２の下面が、支持ベース４の周辺プロファイルに好ましくは実質的に相補的なプロファイルを有する、下に突き出る周辺端部２ｅを示すかに留意する。ハウジングの下端２ｅは、当該応力センサ手段によって少なくとも局所的に画定される、－図７及び８の例えば４ｃで指定さ

れる－ベース４の少なくとも１つの検出面を備える、ベース４が少なくとも部分的に収納される図９の６で指定される台座の境界を定める。様々な実施形態において、検出面４ｃは、例えば応力センサ手段によって画定されるその検出面４ｃの１または複数の部分において、当該台座６の下面６ａと少なくとも局所的に接触する（図９）。他の実施形態において、いずれにせよハウジング２からベース４または対応するセンサ手段に機械的応力を伝達するように設計された、少なくとも１つのさらなる要素または材料（例えば樹脂の層）が検出面４ｃと台座６の下面６ａの間に設置される。例えば図３及び４から優先的に及び留意されるように、台座６の深さ（または端部２ｅの高さ）は、台座６の下面６ａが、少なくとも応力センサ手段において、効果的にベース４の検出面４ｃと接触するように、支持ベース４の厚さ未満である。

【００２３】

様々な実施形態において、装置１の組み立て状態において、例えば図９の４ｄで指定される表面など、検出面４ｃに対向するベース４の表面は、取り付け構造Ｓの対応する（上）面Ｓａにある（直接または例えば接着剤または下蓋などいくつか他の可能な要素が介在して）一方で、ハウジングの台座６の下面６ａは、ベース４の検出面４ｃにある（直接または例えば接着剤または樹脂などいくつか他の要素が介在して）。

【００２４】

もう一度図９において、様々な実施形態において、どのようにベアリングハウジング２がケーブル５を引き留めるためのコネクタ５ｂまたは要素を少なくとも部分的に受け入れるように設計された台座２ｆを画定し、台座２ｆが、ハウジング２の側面と台座６の下面６ａの両方で開いているかに留意する。

【００２５】

図１０は、単に例として、図７に観察されるものと異なる対応する応力センサ手段１０及び２０の配置を有するが、同じコンセプトに従って実施されるセンサ付き支持ベース４の中央部分４ａを描く。

【００２６】

様々な実施形態において、ベース４は、本質的に図１０にそれぞれＬ、Ｗ、Ｈで指定される方向に延在する長さ、幅、及び厚さを有する、好ましいが必須ではない実質的に平面形状を備える基板を提供する。これらの方向Ｌ、Ｗ及びＨは、以後、ベース４の平面を参照してそれぞれ縦方向、横方向及び軸方向とも呼ばれる。ベース４は、表示的に厚さが０．５から４ｍｍである。

【００２７】

ベース４は、電気的に絶縁な材料で作られる（例えばセラミック材料）または例えば金属または金属合金（例えば鋼）など電気的に絶縁材料で少なくとも一部が被覆された、または誘電材料（例えばポリマまたは金属酸化物または酸化物の混合物）の層で被覆された電気導電性材料で作られる、またはセラミック材料またはセラミック酸化物またはセラミック酸化物の混合物（例えばアルミナ、またはアルミナとジルコニアの混合物など）で作られる、図７－９にのみ４’で指定される本体を備える。しかしながら、目的のために適切な他の材料の使用は、本発明の範囲から排除されない。

【００２８】

特にせん断応力、すなわち縦方向Ｌ及び／または横方向Ｗに少なくとも１つの成分を有する応力を検出するように構成された少なくとも１つの第１の圧電トランスデューサは、ベース４の本体４’の主面または表面４ｃにおいてある。様々な実施形態において、当該トランスデューサは、変位または変形が検出されるべきその要素－すなわちハウジング２）－に機械的に関連付けられるように設計され、そのような変位または変形によって決定されるせん断応力を示す電気信号を発生することができる。好ましくは、様々な実施形態において、ベース４の同じセンサ付きの面において、実質的に第１のトランスデューサと同じタイプであるが、当該第１のトランスデューサの方向と異なる方向のせん断応力を検出するように構成された少なくとも１つの第２の圧電トランスデューサが提供される。そのような場合は、実際に、図７に例示され、ベース４は、特に縦方向Ｌの成分を有するせん

断応力を検出するように構成された第１の圧電トランスデューサ１０$_1$と、特に横方向Ｗの成分を有するせん断応力を検出するように構成された第２の圧電トランスデューサ１０$_2$を備える。様々な実施形態において、好ましくは、ベース４の同じセンサ付きの面において、特に法線応力すなわち軸方向Ｈの少なくとも１つの成分を有する応力を検出するように構成された好ましくは圧電タイプでもある少なくとも１つのさらなるトランスデューサが提供される。そのようなトランスデューサは、図７及び１０の２０で指定される。

【００２９】

言及されたように、以後さらに明確に出現するように、様々な実施形態において、少なくとも１つのトランスデューサ１０の上部上に、すなわちベース４に対向するその部分に、－ベアリング３に加えられるまたはそれによって発生される負荷に続いて－取り付け構造Ｓ及びベース４に対して動作を実行するまたは変形を受けることができるハウジング２に関連するまたは機械的に接続される。この理由で、言い換えると、ベアリング３は、１またはそれ以上の圧電トランスデューサによって大きさを測定することが望ましい方向Ｌ及び／またはＷ及び／またはＨに少なくとも１つの成分を有する力を支持部２に伝達する。

【００３０】

圧電トランスデューサ１０の下部がベース４に対して固定位置にあり、圧電トランスデューサ１０の上部がハウジング２に関連するまたは固定される（例えば接着される）とすると、方向Ｗ及び／または方向Ｌにハウジング２に加えられる力は、－圧電効果によって－誘導されたせん断応力の大きさに比例する電位差を対応する電極に渡って発生するトランスデューサ１０に応力を引き起こす。この方法で、ベアリング３によってハウジング２に与えられる負荷の方向に対応する情報を得ることができる。

【００３１】

ハウジング２は、ハウジングに軸力が方向Ｈに少なくとも１つの成分を有して加えられたとき、圧電トランスデューサ２０の上部にも関連する。この理由でこの軸力は、圧電効果によって、誘導された垂直応力の大きさを表す電位差を対応する電極に渡って発生するトランスデューサ２０の対応する応力を誘導する。

【００３２】

ハウジング２は、必ずしもトランスデューサ２０に固定される必要はないが、単純にその上に設置される。他方で、いずれにせよ問題の２つの部品が互いに上部にあるように設置されるまたは互いに接着されるまたは互いにスロットにいれられる、またはいずれにせよ方向Ｌ及び／またはＷのハウジング２の動作または変形がトランスデューサ１０の対応する応力を誘導することを保証するように、互いに関連付けられるならば、ハウジングがトランスデューサ１０に固定されることさえ厳密に必要ない。しかしながら、本発明の特に有利な実施形態に従って、樹脂の薄層またはさらに一般的に、問題の部品を一緒に拘束し、例えば軸方向Ｈまたは側面方向Ｌ及び／またはＷに、ハウジング２の様々な方向の最小の動作であるが、トランスデューサ１０及び／または２０に伝達するように設計された材料（例えば接着材料）が、特に少なくともトランスデューサ１０及び／または２０において、ベース４の検出面４ｃとハウジングの底面６ａの間に横たわる。当該層は図３に例示され、７で指定され、表示的に厚さが１００ｎｍから２ｍｍ、好ましくは１０から２００μｍである。

【００３３】

トランスデューサ１０及び／または２０が、例えばスクリーン印刷などで画定されるベース４は、その後樹脂コーティングされ、好ましくはハウジング２に対して固定されるポリマまたは接着剤を備える。樹脂７は、ハウジング自体が受ける応力をトランスデューサに機械的に伝達する。ベアリングハウジング２は、一般的に剛性を有し、可能な限り小さい変形を受けるが、いずれにせよ応力を受けるならば、最小であるが変形を受ける。用いられる圧電トランスデューサの極端な感度は、ナノメータの動きを検出することができ、またこれらの小さい変形を検出できる。

【００３４】

様々な実施形態において、トランスデューサまたはそれぞれのトランスデューサは、圧

電材料の少なくとも１つの要素または層（以後簡単にするために「圧電層」と呼ばれる）と少なくとも２つの電極を備え、そのそれぞれは、圧電層の主面と関連する。優先的に、電極は、電気導電材料で作られたトラック（以後、簡単にするために「導電トラック」と呼ぶ）によって定義され、これらのトラックは、－対応する電極の反対のその端部において－例えばパッドの形態で終端接続部を定義する可能性がある。例えばトランスデューサ10_1及びトランスデューサ２０の圧電層がそれぞれ１１及び２１で指定される図１０を参照して、文字「Ｔ」、「Ｅ」及び「Ｐ」（対応する符号が続く）は、それぞれ当該導電トラック、対応する電極のいくつか、及び対応する終端部またはパッドを識別する。電極ＥとトラックＴは、必ずしも一体に形成される必要がないことに留意すべきである。例えば、プレートまたは薄層形状を備えるスタンドアロン体として圧電層１１または２１を形成し、その後対応する圧電層１１または２１の対向する主面に電極Ｅを形成し、その後、ベース４のセンサ付き面４ａ上に対応するパッドＰを備えるトラックＴを形成し、最後にベース４の面４ａに電極Ｅを運ぶ層１１または２１を固定し、電極Ｅと対応するトラックＴの間に必要な接続を提供することが可能である。この解決法は、電極を備える部品が例えばＰＣＢまたはハイブリット回路などの電気回路に配置され、次に半田付けされるＳＭＤタイプの電子部品の取り付けと同様である。

【００３５】

好ましくは、圧電層１１及び／または２１、トラックＴ、及び電極Ｅは、実質的に平面であり、互いに及び本体４’の対応する面の表面に実質的に平行に横たわる。

【００３６】

様々な実施形態において、トランスデューサ１０及び／または２０、またはその圧電層１１及び／または２１は、例えばスクリーン印刷またはスピンコーティングによって、ベース４上の及び／または下電極上の少なくとも一部の材料の堆積によって得られる。

【００３７】

優先的に、また電極Ｅまたは導電トラックＴは、例えばスクリーン印刷技術、またはスパッタリング技術、または熱蒸発の技術で、または分配によってまたはさらに一般的に、対応する基板上に電気導電材料の堆積のための設計された任意の既知の技術による堆積プロセスを用いて形成される。

【００３８】

様々な優先的な実施形態において、全トランスデューサ１０及び／または２０は、ベース４上に異なる材料の連続層の堆積によって、すなわち、第１に層１１及び／または２１の下面上の少なくとも一部に設置されるべき電気導電部を堆積し、その後、圧電層１１及び／または２１を堆積し、最後に層１１及び／または２１の上面の少なくとも一部にあるべき電気導電トラックを堆積することによって得られる。

【００３９】

積み重ねられた層の堆積は、優先的にスクリーン印刷技術を用いて得られ、その場合圧電層１１及び／または２１は、厚さが２０から３００μｍ、好ましくは約１００μｍであり、代わりに電極Ｅ及びトラックＴは、厚さが８から２５μｍ、好ましくは約１５μｍである。代わりに、圧電層（及び電極Ｅ及び／またはトラックＴ）は、薄膜技術（例えばゾル－ゲル、スパッタリングまたはＣＶＤ（化学蒸着））を用いて堆積され、その場合、層は厚さが５０から２０００ｎｍ、好ましくは５００から８００ｎｍである（トラック／電極は、厚さが５０から２００ｎｍ、好ましくは８０から１２０ｎｍであり、スパッタリング、熱蒸発、または有機金属インクによるスクリーン印刷によって堆積される）。

【００４０】

層１１またそれぞれの層１１及び／または２１は、圧電セラミック（ピエゾセラミック）ベースのペーストを用いて堆積される一方で、電極Ｅは、好ましくは貴金属の金属ベースのペーストを用いて得られる（例えば、白金、銀、銀パラジウム、または銀白金のベースのペースト）。

【００４１】

圧電層またはそれぞれの圧電層は、上記例示された技術と異なる及び／または必ずしも

基板に材料を堆積または成長することによらない技術でも得られる。例えば、圧電層は、粉体の圧縮とその後のそれらの焼結によって得られる圧電セラミックで作られた本体として構成され、その２つの主面において、電極Ｅは、次に堆積または塗布され、その後代わりにベース４の対応する面に提供される対応するトラックＴに接続される。この場合においても、前に記載されたように、プロセスは、ＰＣＢまたはハイブリッド回路の圧電セラミック要素のＳＭＤタイプの取り付けと同様である。

【００４２】

図１１において、トランスデューサ１０は、概略的に分解された図で示される。注目されるように、様々な実施形態において、圧電層１１は、縦方向Ｌに延在し、それぞれ少なくとも１つの第１の電極Ｅ１と１つの第２の電極Ｅ２がある、２つの対向する主面１１ａと１１ｂを有する。優先的に、本体８’の面８ａの少なくとも一部が堆積されるまたはいずれにせよ得られる対応する導電トラックＴ１及びＴ２は、それぞれの電極Ｅ１及びＥ２と関連し、それぞれの接続パッドＰ１及びＰ２を画定する。

【００４３】

この種の実施形態は、圧電層２１が円形状を有し、好ましくはまた円形であるそれぞれの電極Ｅ２２及びＥ２３がその対向する主面２１ａ及び２１ｂに関連する、トランスデューサ２０において図１２に示される。

【００４４】

また、ベース４の面４ｃの少なくとも一部に提供される対応する導電トラックＴ２２及びＴ２３は、それぞれの電極Ｅ２２及びＥ２３と関連し、それぞれの接続パッドＰ２２及びＰ２３を画定する。圧電層２１及び対応する電極Ｅ２２，Ｅ２３の円形状は、好ましいが、必須ではないことに留意すべきである。

【００４５】

述べられたように、例えばスクリーン印刷によってなど、図１０のトランスデューサ１０及び２０において上記例示されたタイプの積み重ねられた層の堆積を仮定すると、ベース４の面４ｃ上に、始めに対応するパッドＰ２及びＰ２３を備える電極Ｅ１及びＥ２３を画定するトラックＴ２及びＴ２３が堆積され、次に面８ａ上、及び電極Ｅ２及びＥ２３を画定するトラックＴ２及びＴ２３の部分上に、圧電層１１及び２１が堆積され、最後にトラックＴ１及びＴ２２が堆積され、（パッドＰ１及びＰ２２を備える）それらの部分は、ベース４の面４ｃに延在し、電極Ｅ１及びＥ２２を画定するそれらの部分は、代わりにそれぞれ圧電層１１及び２１の上面に延在する。

【００４６】

述べられたように、いずれにせよ、電極は、前に焼結またはいくつかの他の方法によって得られる層１１及び／または２１の対向する主面に形成された区別できる部分として構成され、その後、トラックＴ１，Ｔ２及びＴ２２，Ｔ２３が代わりに得られるベース４上のトランスデューサ１０及び２０の組み立ての間に電気的に接続される。

【００４７】

どのように電極Ｅ１及びＥ２が得られるかに無関係に、それらは　　状電極であることが好ましく、すなわち電極は、それぞれ圧電層１１の伸長の方向、ここでは縦方向Ｌにそれぞれ圧電層１１の２つの対向する主面１１ａ及び１１ｂに延在する、少なくとも複数の部分、または歯部または指部を有する。

【００４８】

本発明の優先的な態様に従って、特に図１１を参照すると、圧電トランスデューサ１０は、少なくとも１つの第３の電極Ｅ３及び少なくとも１つの第４の電極Ｅ４を備え、また好ましくは、　　状電極であり、いずれにせよそれぞれは、それぞれ圧電層１１の２つの対向する主面１１ａ及び１１ｂにおいて縦方向Ｌに延在する複数の指部を有する。もう一度、本発明の当該優先的な態様に従って、第３の電極Ｅ３の指部は、第１の電極Ｅ１の指部と、互いにかみ合うまたは互い違いにある形態であり、第４の電極Ｅ４の指部は、第２の電極Ｅ２の指部Ｆ２と互いにかみ合うまたは互い違いにある形態である。

【００４９】

電極Ｅ３及びＥ４は、優先的に電極Ｅ１及びＥ２を形成するために用いられる技術と同じ技術を用いて、及び同じ製造ステップで得られる。したがって、もう一度スクリーン印刷技術によって重ねられた層の堆積の前述の例を参照して、電極Ｅ４を備えるトラックＴ４は、ベース４の電極Ｅ２を備えるトラックＴ２が得られるステップと同じ堆積ステップで形成される一方で、電極Ｅ３を備えるトラックＴ３は、一部が圧電層１１上で、一部がベース４上の電極Ｅ１を備えるトラックＴ１が得られるステップと同じ堆積ステップで形成される。

【００５０】

図１３及び１４は、層１１の上面１１ａにおける電極Ｅ１及びＥ３の（図１３）、及び層１１の下面１１ｂにおける電極Ｅ２及びＥ４の（図１４）可能な形状の概略を例示する。理解されるように、非限定の例において、上記電極Ｅ１－Ｅ４は、　　状電極であり、この理由で、それぞれの集電体または分配部から始まる、ここで層１１の縦方向Ｌに互いに実質的に平行に、及び／または好ましくは等距離で（すなわち互いから実質的に一定の距離離れて）好ましくは延在する一連の部分または歯部または指部を備える。

【００５１】

例えば図１３及び１４を参照すると、対応する電極を識別する数が続く文字「Ｄ」及び「Ｆ」は、正確にそれぞれ電極Ｅの当該分配部及び対応する指部を示す。述べられたように、層１１の１つの同じ面に配置された電極Ｅの指部Ｆは、互いにかみ合う。優先的な形態において、それぞれの　　状電極Ｅの指部Ｆは、実質的に直線であるが、これは好ましいが不可欠な特徴を構成せず、指部が例えば異なる進行も有することができる。

【００５２】

例において、層１１の１つの同じ面に配置された２つの電極Ｅの分配部Ｄは、また実質的に互いに平行であるが、しかしどちらもこの特徴が不可欠であると見なされることはない。

【００５３】

トランスデューサ２０が配置されたベース４の一部が、図１５に観察でき、述べられたように上電極Ｅ２２と下電極Ｅ２３を備え、対応する圧電層２１がその間に設置される。優先的に、トランスデューサ２０がベース４上の連続層の堆積によって得られたとき、層２１は、好ましくは実質的に互いに同じである電極Ｅ２２及びＥ２３の周辺寸法より大きい周辺寸法（ここで円周）を有することが好ましい。電極Ｅ２２及びＥ２３と比較して層２１のより大きい周辺大きさは、例えばスクリーン印刷など堆積プロセスの間、材料の様々な層の積み重ねを簡単にする。トランスデューサ２０は、基本的に圧力センサとして動作する。すなわち、層２１が圧縮されたとき、すなわち上電極Ｅ２２が下電極Ｅ２３に向かって押されたとき、すなわちベアリングハウジング２がセンサ付き支持ベース４に押されたとき、層２１は、電圧（または電位差）を発生する。

【００５４】

トランスデューサ１０が配置されたベース４の一部が図１６に観察でき、述べられたように、互いにかみ合うまたは互い違いある形態の少なくとも２つの下　　状電極（ここでは図示されない）と、互いにかみ合うまたは互い違いある形態の少なくとも２つの上　　状電極Ｅ１及びＥ３を備える圧電層１１を備える。例えば１から６００ｍｍ^2、好ましくは２から１００ｍｍ^{2}である、層１１の領域は、下電極Ｅ２，Ｅ４またはそれらの指部Ｆ２及びＦ４の少なくとも広く行き渡る部分を覆うようなものである。

【００５５】

図１７－２０の断面図から、様々な実施形態において、どのように様々な電極Ｅの指部Ｆが実質的に対称で、相互に面するまたは対向する位置にあるかに留意すべきである。特に、上電極Ｅ１のそれぞれの指部Ｆ１は、下電極Ｅ２のそれぞれの指部Ｆ２と実質的に重なるまたは揃えられる位置にあり、好ましくは下電極Ｅ２の指部Ｆ２と実質的に同じ形状及び大きさを有する。同様に、上電極Ｅ３のそれぞれの指部Ｆ３は、下電極Ｅ４のそれぞれの指部Ｆ４と実質的に重なるまたは揃えられる位置にあり、好ましくは下電極Ｅ４の指部Ｆ４と実質的に同じ形状及び大きさを有する。

【００５６】
例えば図２１を参照すると、このタイプの実施形態において、上電極Ｅ１及びＥ３の隣接する指部Ｆ１及びＦ３は、互いから実質的に第１の距離$Ｄ_1$を置いて延在する一方で、電極Ｅ１の２つの連続指部Ｆ１の間の、それぞれ電極Ｅ３の２つの連続指部Ｆ３の間の距離$Ｄ_2$は、実質的に第１の距離$Ｄ_1$の２倍以上であり、好ましくは実質的に距離$Ｄ_1$の２倍である。反対側で、また下電極Ｅ２及びＥ４の隣接する指部Ｆ２及びＦ４は、実質的に互いから当該第１の距離$Ｄ_1$を置いて延在し、電極Ｅ２の２つの連続指部Ｆ２の間の及びそれぞれ電極Ｅ４の２つの連続指部Ｆ４の間の距離$Ｄ_2$は、同様に実質的に第１の距離$Ｄ_1$の２倍以上であり、好ましくは、実質的に距離$Ｄ_1$の２倍である。
【００５７】
圧電層１１は、優先的に例えばＰＺＴ（チタン酸ジルコン酸鉛）などセラミック材料で作られ、特にその後の機械的励起のためのものと異なる配向を備える圧電材料の分極を得ることが必要であるとき、前に分極プロセスを受けなければならない。この目的のために、一側面の下電極Ｅ２及びＥ４の少なくとも１つと、他の側面の上電極Ｅ１及びＥ３の少なくとも１つの間で、電場（表示的に１から５ｋＶ／ｍｍである）が層１１の内側の電気双極子が全て同じ方向に配向するように加えられる（この動作は、一般的にポーリングとして知られる）。知られているように、分極ステップを実行するために、トランスデューサ１０－すなわちその層１１－は、通常１２０℃から１４０℃など所定の温度、通常いずれにせよ選択される圧電材料によって変わるキュリー温度未満に加熱される（ここでその場合は、約３５０℃のキュリー温度を備える圧電セラミックと考えられる）。この温度に到達した後、電圧は、例えば１から５０分、好ましくは１０から２０分の一定の時間加えられ、またその後この電圧は、加熱が中断したとき、その後の材料の冷却の間維持される。
【００５８】
圧電効果（すなわち機械的応力を受けるときの電位差を示す材料の容量または電場を受けたとき変形を受ける容量）は、本質的に結晶格子のゆがみに基づくことが思い出される。例えばＰＺＴなど圧電セラミックの非常に共通なタイプは、キュリー温度より高い温度であるとき、面中心立方格子（ＦＣＣ）によって区別され、面の頂点において、金属原子（例えば鉛原子）があり、面の中心において、酸素原子があり、格子の中心において酸素より重い原子（例えばチタンまたはジルコニウム）がある。キュリー温度以下において、格子は、チタンとジルコニウムの相対割合に応じて、正方晶または菱面体晶である。通常、両方の相が存在する５０％に近い濃度が用いられる。例えば約６０％チタンと４０％ジルコニウムなど、高いキュリー温度を示すチタン上で不均衡なＰＺＴ組成物を用いることが有利である。２００℃付近の温度を超えない場合において、いずれにせよ相対濃度が４５％から５５％、好ましくは５２％チタンの相対濃度である、形態指向性領域間の境界の近くに留まることを勧める。例えばニオブなどのドーパントを用いて圧電センサの応答を改善することがさらに有利である（好ましくは１重量％未満の濃度）。
【００５９】
重い中心原子は、非対称の安定位置を推定し、電気双極子の形成をもたらす電荷の不均衡を引き起こす。この理由で圧電材料は、通常加熱によって支持される非常に強い電場によって分極され、望まれたようにその双極子を配向し、材料の機械的、熱的または電気的応力の限界に安定である集合分極を引き起こす。分極プロセスの終わりにおいて、材料の格子は、ゆがみ、質量及び電荷の変位の同じ機構で機械的または電気的応力に反応し、その表面の電荷の変動を発生する。材料は、分極しなくても、現象は発生するが、様々なドメインが不規則に配置されるので様々な効果が相殺される。
【００６０】
分極は、正電位（＋）における分極電極と負電位（－）における電位の間で互い違いにある方向に圧電層１１の平面にある。近年、どのように分極ステップが負電位における分極の極に向かって酸素空孔の移動を引き起こすかが証明された（例えば、Ｇ．　Ｈｏｌｚｌｅｃｈｎｅｒら、「電場の影響下でのＰｂＺｒｘＴｉ１－　ｘＯ３　（ＰＺＴ）の酸素空孔の再分配」、Ｓｏｌｉｄ　Ｓｔａｔｅ　Ｉｏｎｉｃｓ　２６２：６２５－６２９，２０１

４参照）。さらにどのように酸素空孔のより大きい濃度が圧電セラミックの分極の減少を引き起こすかが証明された（例えば、Ａ．Ｂ．，　Ｊｏｓｈｉら、「ＰＺＴの結晶化と圧電性能に及ぼす酸素空孔の影響」、Ｆｅｒｒｏｅｌｅｃｔｒｉｃｓ、Ｖｏｌ．４９４，１１７－１２２，２０１６参照）。

【００６１】

本明細書で考えられる特定の場合において、この理由で分極の間、正電位において設置された電極の近位に層１１の高品質の圧電材料が得られるであろう。「材料の品質」とはこの場合において、理想の場合において、例えばABO_3の結晶の形態の利用可能な全てのＯサイトを占める酸素空孔の濃度が低いため、または逆に酸素イオンの濃度が高いため結晶格子のより規則正しい構造である理解され、ここで最も一般的な場合では、ＰＺＴの結晶であり、Ａは、鉛に対応し（Ａ＝Ｐｂ）、Ｂはジルコニウムまたはチタンに対応する（Ｂ＝ＺｒまたはＢ＝Ｔｉ）。この理由で材料の分極は、正電位に接続された電極の近位でさらに強く、（負の）酸素イオンが移動し、負電位に接続された電極の近位に（正の）酸素空孔を残す。

【００６２】

本発明のさらに優先的な態様に従って、圧電層１１の分極は、その後に圧電トランスデューサ１０がせん断応力を検出するために用いられたときに用いられる同じ電極の電気接続の形態と異なる様々な上及び下　　状電極の電気接続の形態によって得られる。

【００６３】

言い換えると、層１１は、圧電材料の層の分極の目的とその後の層１１自体によって発生される電気信号の測定または検出の目的の両方で少なくとも一部が役立つ電極を備える。

【００６４】

正確に、図２１は、トランスデューサ１０、またはその圧電層１１の分極の可能なステップの概略表示であり、電極Ｅ１及びＥ２は、負電位（－）に一緒に電気的に接続される一方で、電極Ｅ３及びＥ４は、正電位（＋）に一緒に接続され、電極Ｅ１及びＥ２と電気的に絶縁される。この理由で、酸素イオンは、指部Ｆ３及びＦ４の間を含む領域の近く、一部は、電極の下に横たわる領域及び一部は、電極のない領域で、正に荷電するＦ３－Ｆ４に最も近い領域の指部Ｆ３－Ｆ４とＦ１－Ｆ２のペアの間に集中する傾向がある一方で、酸素空孔は、指部Ｆ１及びＦ２の間を含む領域の近く、一部は、電極の下に横たわる領域、一部は、電極のない領域で、負に荷電するＦ１－Ｆ２に最も近い領域の指部Ｆ３－Ｆ４とＦ１－Ｆ２のペアの間に集中する傾向がある。

【００６５】

図２１において、層１１の中心の小さい矢印ＶＰは、一側面の電極Ｅ１とＥ３、及び他側面の電極Ｅ２とＥ４の間の電位差の適用によって決定される分極ベクトルを例として示す。理解されるように、ＰＡで指定される分極軸は、方向Ｗ、すなわち縦方向Ｌを横切って延在する。それぞれ一対の重ねられた指部Ｆ１－Ｆ２とＦ３－Ｆ４の間の軸方向に（方向Ｈ）延在する圧電材料の領域は、当該一対の指部の間の横方向（方向Ｗ）に延在する材料の領域より分極が小さい。これは基本的に薄くなり長くなる傾向がある当該ペアの指部の間に設置された分極領域の変形による。

【００６６】

代わりに図２２は、検出目的のためのトランスデューサ１０のその後の使用において、どのように電極Ｅ１－Ｅ４が層１１の分極のステップで用いられるものと異なる電気接続の形態で利用されるかを描く。

【００６７】

特に上電極Ｅ１及びＥ３は、（ここで純粋に例として、正電位＋に）一緒に電気的に接続される一方で、下電極Ｅ２及びＥ４は、（ここで純粋に例として、負電位－に）一緒に電気的に接続され、他の２つの電極Ｅ１及びＥ３から電気的に絶縁される。この方法で、縦方向Ｌに少なくとも１つの成分を有する圧電層１１に誘導されるせん断応力は、値が誘導されるせん断応力に実質的に比例する電位差を一側面の電極Ｅ１及びＥ３と他側面の電極Ｅ２及びＥ４の間に発生する。

【００６８】
図２３は、分極ベクトルＶＰの挙動を概略的な方法で正確に強調することが目的であり、その２つのみが拡大スケールで概略的に示される。層１１が指部Ｆの伸長の、この理由で分極軸を実質的に横切るまたは垂直な方向（ここで実質的に縦方向Ｌ）に、少なくとも１つの成分を有するせん断応力ＳＳを受けたとき、ベクトルＶＰの異方性回転が生じ、上電極Ｅ１及びＥ３と下電極Ｅ３及びＥ４の間の電荷の発現を引き起こす。
【００６９】
この理由で、異なる方法で配向された複数のトランスデューサ１０を支持ベース４に提供することによって、ベアリング３によってハウジング２に誘導された応力の大きさ及びそのような応力の方向を検出することができる。図７に例示された場合において、このためトランスデューサ10_1は、実質的に縦方向Ｌに作用する負荷を検出するのに適する一方で、トランスデューサ１０２は、実質的に横方向Ｗに作用する負荷を検出するのに適する（及びトランスデューサ２０は、軸方向Ｈに介在する負荷を検出するのに適している）。－上電極Ｅ１及びＥ３の指部Ｆ１及びＦ３と下電極Ｅ２及びＥ４の指部Ｆ２及びＦ４の間の対称配置によって区別され、上電極の指部が、下電極の指部に実質的に面するまたは重ねられる－図２１－２３を参照して記載された実施形態は、実際に縦方向Ｌに発生する（または少なくとも１つの成分を有する）層１１の変形の検出ができる。
【００７０】
このタイプの動作は、前に言及された酸素空孔の移動の理由で得られた分極の非対称に基づく。しかしながら、これは、指部Ｆの間の異なる相対位置決め及び／または分極及び使用の間の電極Ｅの電気接続の異なる形態によって、異なる動作モードが得られるため本発明の不可欠な特徴を構成しない。
【００７１】
例えば、図２４－２７は、上電極Ｅ１，Ｅ３と下電極Ｅ２，Ｅ４の間の、すなわち対応する指部の間の非対称の配置によって区別される実施形態を指す。図２４から、どのようにトランスデューサ１０の一般構造が、例えば積み重ねられた層のシルクスクリーン堆積の技術を用いる、製造の手順と同様なように、既に前に記載されたものと実質的に同様であるかに留意する。代わりに電極Ｅの指部Ｆの配置は、異なる。特に、２つの異なる電極の隣接する指部の間の距離は、１つの同じ電極の２つの連続指部の間の距離より小さい。
【００７２】
特にまた図２５を参照すると、このタイプの様々な実施形態において、上電極Ｅ１及びＥ３の互いに近い隣接する指部Ｆ１及びＦ３は、互いに実質的に第１の距離D_1を置いて（ここで縦方向Ｌに）延在する一方で、電極Ｅ１の２つの連続指部Ｆ１の間の距離D_2は、距離D_1の２倍より大きい（例において、D_1の約３倍）。また電極Ｅ３の連続指部Ｆ３は、実質的に距離D_2置いて離れる。上電極Ｅ１及びＥ３の互いに近づかない隣接する指部Ｆ１及びＦ３は、距離D_2未満離れる距離D_3を置いて延在することに留意すべきである（D_3は、例においてD_1の約２倍である。）
【００７３】
反対側では、下電極Ｅ２及びＥ４の互いに近い隣接する指部Ｆ２及びＦ４は、互いから実質的に当該第１の距離D_1を置いて（ここで縦方向Ｌに）延在し、電極Ｅ２の連続指部Ｆ２、それぞれ電極Ｅ４の連続指部Ｆ４は、実質的に当該距離D_2を置いてある。また下電極Ｅ２及びＥ４の互いに近づかない隣接する指部Ｆ２及びＦ４は、互いから実質的に距離D_3を置いて延在する。
【００７４】
図２５から同様にどのように電極Ｅ１のそれぞれの指部Ｆ１が電極Ｅ２のそれぞれの指部Ｆ２と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあるか及び電極Ｅ３のそれぞれの指部Ｆ３が電極Ｅ４のそれぞれの指部Ｆ４と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあるかを同様に留意すべきである。
【００７５】
この場合においても、圧電層１１の分極は、その後圧電トランスデューサ１０がせん断

応力を検出すべきときに用いられる電気接続の形態と異なる様々な電極の電気接続の形態によって得られる。

【００７６】

実際に、図２５は、トランスデューサ１０、または圧電層１１の分極の可能なステップを概略的に示し、その間、電極Ｅ１とＥ２は、負電位（－）に一緒に電気的に接続され、電極Ｅ３とＥ４は、正電位（＋）に一緒に電気的に接続され、他の２つの電極Ｅ１及びＥ２と電気的に絶縁される。この場合においても、層１１の中心の矢印ＶＰは、一側面の電極Ｅ１及びＥ２と他側面の電極Ｅ３及びＥ４の間の電位差の適用によって決定される分極ベクトルを例として示す。

【００７７】

代わりに図２６は、どのようにせん断応力の検出の目的のためのトランスデューサ１０の有効な使用の間、電極Ｅ１－Ｅ４の電気接続の形態が、層１１の分極の間、用いられるものと異なることを描く。特に上電極Ｅ１及びＥ３は、正電位（＋）に（ここでは純粋に例として）電気的に接続され、下電極Ｅ２及びＥ４は、負電位（－）に（ここでは純粋に例として）電気的に接続され、他の２つの電極Ｅ１及びＥ３から電気的に絶縁される。

【００７８】

この方法において、図２７に例示されるように、縦方向Ｌを横切る方向（すなわち方向Ｗ）に層１１に誘導されるせん断応力ＳＳは、当該せん断応力ＳＳに比例する値の電位差を一側面の電極Ｅ１及びＥ３と他側面の電極Ｅ２及びＥ４の間に発生する。電極に電荷を発生する分極ベクトルの変動は、せん断応力によって引き起こされる分極ベクトルの回転として観察される。また読み取りは、例えば電極Ｅ１及びＥ２、対向面の一対の電極のみを接続することによってなされる。

【００７９】

この理由で、理解されるように、縦方向Ｌに全て配向されたそれぞれの指部Ｆを備える、図１６－２２に従う第１のトランスデューサ１０と図２４－２７に従う第２のトランスデューサ１０をベース４に提供することによって、いずれにせよ（第１のトランスデューサによって）実質的に縦方向Ｌに作用する負荷と（第２のトランスデューサによって）横方向Ｗに実質的に作用する負荷の両方を検出することができるであろう。

【００８０】

図２８－３０は、上電極Ｅ１，Ｅ３と下電極Ｅ２，Ｅ４の間の、すなわち対応する指部Ｆの間の非対称配置、特に方向Ｗに上電極Ｅ１，Ｅ３の少なくとも１つの指部が下電極Ｅ２，Ｅ４の少なくとも１つの指部に対して交互に配置される配置によって区別される他の実施形態を参照する。

【００８１】

トランスデューサ１０の一般構造は、例えば積み重ねられた層のシルクスクリーン堆積の技術を用いる製造の手順と同様にように、当該交互に配置される配置から離れて前の図を参照して描かれたものと実質的に同様である。図２８－３０から実際に電極Ｅの指部Ｆの異なる配置が理解される。この場合においても２つの異なる電極の隣接指部の間の距離は、１つの同じ電極の２つの連続指部の間の距離より小さいが、上電極の指部Ｆは、下電極の指部Ｆに対して少なくとも部分的に交互に配置された位置である。

【００８２】

特に図２８を参照すると、このタイプの様々な実施形態において、上電極Ｅ１及びＥ３の互いに近い隣接する指部Ｆ１及びＦ３は、互いに実質的に第１の距離D_1を置いて（ここで縦方向Ｌに）延在する一方で、電極Ｅ１の２つの連続指部Ｆ１の間の距離D_2は、距離D_1の２倍より大きい（例において、約D_1の３倍）。また電極Ｅ３の連続指部Ｆ３は、実質的に距離D_2離れている。上電極Ｅ１及びＥ３の互いに近くない隣接する指部Ｆ１及びＦ３は、距離D_2未満である距離D_3（例においてD_3はD_1の約２倍である）離れて延在することに留意すべきである。反対側で、下電極Ｅ２及びＥ４の互いに近い隣接する指部Ｆ２及びＦ４は、互いから実質的に第１の距離D_1を置いて（ここで縦方向Ｌに）延在し、電極Ｅ２の連続指部Ｆ２、それぞれ電極Ｅ４の連続指部Ｆ４は、実質的に距離D_2

離れている。また下電極Ｅ２及びＥ４の互いに近くない隣接する指部Ｆ２及びＦ４は、実質的に距離D_3離れて延在する。

【００８３】

図２１－２２及び２５－２７の配置から図２８－３０の配置を区別するものは、上電極Ｅ３のそれぞれの指部Ｆ３が下電極Ｅ４のそれぞれの指部Ｆ４に対して交互に配置された配置であり、上電極Ｅ１のそれぞれの指部Ｆ１が、下電極Ｅ２のそれぞれの指部Ｆ２に対して交互に配置された位置にあり、好ましくは、上電極Ｅ１のそれぞれの指部Ｆ１が下電極Ｅ４のそれぞれの指部Ｆ４と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあることである。さらに一般的に、２つの上電極Ｅ１及びＥ３の１つのそれぞれの指部Ｆは、２つの下電極Ｅ２及びＥ４の１つのそれぞれの指部Ｆと実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にある一方で、２つの上電極Ｅ１及びＥ３の他の１つのそれぞれの指部Ｆは、２つの下電極Ｅ２及びＥ４の他の１つのそれぞれの指部Ｆに対して実質的に交互に配置された位置にある。述べられたように、描かれた例において、上電極Ｅ１の指部Ｆ１は、下電極Ｅ４の指部Ｆ４と重ねられるまたは揃えられる位置にある一方で、上電極Ｅ３の指部Ｆ３は、下電極Ｅ２の指部Ｆ２に対して交互に配置された位置にある。

【００８４】

この場合においても、圧電層１１の分極は、圧電トランスデューサ１０がせん断応力を検出するために用いられるとき用いられる形態と異なる様々な電極の電気接続の形態によって得られる。

【００８５】

実際に、図２８は、トランスデューサ１０、または圧電層１１の分極のステップを概略的に示し、その間、４つの電極Ｅ１，Ｅ２，Ｅ３，及びＥ４は、互いに電気的に絶縁であり、電位差は、２つの上電極の１つ－ここで正電位（＋）に設定された電極Ｅ３－と２つの下電極の１つ－ここで負電位（－）に設定された電極Ｅ２－の間に適用され、電位差が与えられる２つの電極は、好ましくは指部Ｆが互いに対して交互にされた配置の位置にある（ここで電極Ｅ３及びＥ２の指部Ｆ３及びＦ２）電極である。再び、層１１の中心において矢印ＶＰは、電極Ｅ３及びＥ２の間の電位差の適用によって決定される分極ベクトルを例として示す。せん断応力に対応する信号は、また電極Ｅ１及びＥ４の間の分極ステップを実行し、その後電極Ｅ３及びＥ２の間の変形を測定することによって得られるが、代わりに一般的に分断することが望ましい、通常の圧縮からの信号に、より大きな影響がある。

【００８６】

分極ベクトルＶＰは、正電位（＋）に設定される電極Ｅ３の指部Ｆ３と負電位（－）に設定される下電極Ｅ２のそれぞれの指部Ｆ２の間の異なる距離の前で異なる値を有する。層１１は、異なる分極を備える領域を有する。

【００８７】

図２９は、代わりにどのようにトランスデューサ１０の有効な使用の間、電極Ｅ１－Ｅ４が層１１の分極の間、用いられる形態と異なる形態で電気的に接続されるかを描く。特に、４つの電極Ｅ１，Ｅ２，Ｅ３，及びＥ４は、常に互いに電気的に絶縁にされ、電極Ｅ１とＥ４の間でせん断応力に続いて層１１に誘導された電位差が検出される（描かれた非限定の例において、電極Ｅ１は、負電位－を検出し、電極Ｅ４は、正電位＋を検出する）。この理由で、せん断応力の検出の目的のために用いられる電極Ｅは、指部が互いに実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にある電極であると理解される。

【００８８】

この方法で、図３０に例示されるように、縦方向Ｌを横切る方向に層１１に誘導されるせん断応力ＳＳは、当該せん断応力ＳＳに比例する値を有する電位差を電極Ｅ１とＥ４の間に発生する。電極に電荷を発生する分極ベクトルの変動は、せん断応力によって引き起こされる分極ベクトルの回転として観察される。

【００８９】

前に記載された実施形態の様々な例において、２つの上　　状電極Ｅ１及びＥ３と２つの

下　　状電極Ｅ２及びＥ４は圧電層１１と関連する。しかしながら、他の実施形態において、　　状電極の数は、より多い及び／または上電極及び／または指部の数は、下電極及び指部の数と異なる。

【００９０】

もちろん、またトランスデューサ２０の圧電層２１は、前に分極を受けなければならない。圧電層２１の場合において、対応する分極軸ＰＡは、図１５に示されるように、層２１によって識別される平面を横切る方向（Ｈ）に延在する。この場合において、測定の間用いられる電極は、分極の間用いられる電極と一致する。

【００９１】

前に言及されたように、－例えば図７を参照して－外部システムに電気接続するためのケーブル５が、好ましくはセンサ付き支持ベース４に関連付けられる。ケーブル５のコネクタ５ｂは、ハウジング２とベース４の少なくとも１つと機械的に関連し、端子Ｃと結合するように構成されたそれぞれのコネクタ体を有し（図７及び８参照）、それぞれは、プレート４に提供されたそれぞれのパッドＰと電気接触する１つの端部を有する。図７は、端子Ｃの場合を例示するが、明白にこの数は、場合によってはいくつかの共通の接続を備える、（２または４または６電極Ｅなどを備えるかどうか）提供される圧電トランスデューサの数及びタイプに依存する。有利にコネクタ５ａ及び５ｂを備えるケーブル５は、分極ステップを実行する目的のために用いられる製造設備に接続するために、すなわち、前に記載されたものに沿った電気接続の第１の形態で、利用される。その後、装置１の設置の際に、同じケーブル５は、トランスデューサ１０及び／または２０を、対応する検出を用いる外部システムに電気接続するために利用され、電気接続の第２の形態は、前に記載されたものに沿う。

【００９２】

様々な実施形態において、センサ付き支持ベースは、前に例示されたものに対して逆さまに設置された形態で、または直接または少なくとも１つのさらなる要素の介在によって、取り付け構造Ｓにあるその検出面を備えて設置される。この場合も、ベース４は、好ましくはハウジング２と取り付け構造Ｓの間に少なくとも一部が設置される。

【００９３】

このタイプの様々な実施形態において、例えば台座６の下面６ａなど、ハウジングの下面は、（直接またいくつか他の可能な要素の介在を備えて）検出面４ｃに対向するベース４の表面４ｄにある装置１の組み立て状態にある。他側面で、ベースの検出面４ｃは、（直接またいくつか他の可能な要素の介在を備えて）構造Ｓの表面Ｓａにある

【００９４】

このタイプの実施形態は、図３１及び３２に例示され、ベース４は、当該台座６の下面６ａと接触する表面４ｄを備えて、台座６内に設置される。この場合も、いずれにせよ２つの表面４ｄと６ａの間に、例えば樹脂の層など、さらなる要素が設置される。ベース４は、ハウジング２に対して実質的に固定された位置にあることが好ましい。

【００９５】

代わりに、ベースの検出面４ｃまたは少なくとも１つのセンサ手段１０及び／または２０は、ここでハウジング２の下蓋７’によって構成される中間要素にあり、ハウジング２の下蓋７’は、次に台座が提供されたとき、この下の台座６を閉じる蓋を備える、構造Ｓの表面Ｓａにある。そのような下蓋は、また前に記載された実施形態にも存在する。

【００９６】

下蓋７’は、構造Ｓに対して固定された位置に取り付けられる及び／または例えばハウジング２と蓋７’の間の適合要素７’’（例えばペリメトラルガスケット）を提供することによってベアリングハウジング２に対して相対変位を実行できる。他方で、蓋７’は、また例えば端部に沿って、ハウジングに溶接される、ハウジング２に対して固定されることができるが、いずれにせよセンサ手段の領域にわずかに柔軟である。いずれにせよ蓋７’の代わりに、接着剤または樹脂の層が提供される。しかしながら、この場合においても、配置は、ベース４の応力センサ手段がベアリングハウジング２と取り付け構造Ｓまたは蓋７’の間の

振動及び／または相対動作または変位、またはベース４とベアリングハウジング２または蓋７’または取り付け構造Ｓの間の相対変位を検出することができるようである。

【００９７】

図３１－３２のセンサ付き支持装置１の動作は、既に前に記載されたものと概念的に同様であることが理解されるであろう。

【００９８】

前の記載から、どのように本発明に従うセンサ付き支持装置の製造及び動作が単純で信頼できるか理解される。

【００９９】

観察されたように、優先的に複数の圧電トランスデューサは、センサ付き支持ベースに提供される。電気が供給されなければならない及び一般変形のみの検出ができるピエゾ抵抗センサと異なり、本発明に従って提供された圧電トランスデューサは、電源を必要とせず、応力方向の検出もできる。本発明に従って提供される圧電トランスデューサは、抵抗の十分な変動及び従って電圧の十分な変動を誘導するために比較的高い変形を必要とするピエゾ抵抗センサ（この理由で、ピエゾ抵抗センサは、通常複雑な機械的増幅手段を必要とする）と異なり、変形の存在が最小であるにもかかわらず、比較的高い電位差または電圧を有する信号を得ることができる。

【０１００】

トランスデューサは、検出要求に従って適切に分配され、せん断応力を検出するように設計され、特に取り付け構造Ｓの静止面に平行な２つの方向（方向Ｌ及びＷ）の応力を検出するために互いに対して直角に配置された例えば２つのトランスデューサと、場合によっては、静止面に直角な方向（方向Ｈ）の応力を検出するための圧電トランスデューサを備える。原理において、２０で指定されるタイプの１つの垂直応力トランスデューサと１０で指定されるタイプの２つのせん断応力トランスデューサ（例えば図７のように互いに同じであるが、互いに対して９０°で配向される２つのトランスデューサ10_1及び10_2）によって、ベアリングが受ける応力の３次元マッピングを再構成することができる。提案された圧電トランスデューサは、ナノメートルオーダの非常に限られた変形の検出ができる。この理由で、ベアリングハウジングは、大幅に動く必要がない。

【０１０１】

実際に、好ましい解決方法の実質的な利点は、提案された検出システムが特に転がりベアリングなど、ベアリングの応力の検出ができ、応力の方向性も区別する事実によって示される。この関連で、転がりベアリングの従来の診断は、またベアリングのハウジングの一般的な振動を検出することによってなされるが、その空間的方向性を識別することができないことに留意すべきである。振動の全体のレベルが特に非周期的な故障を検出するために、ベアリングの劣化を評価するために用いられても、初期段階において、故障または不適切な使用を識別するのに十分でなかった。内輪で、外輪で、転がり本体で、またはベアリングのケージで生じる周期的故障は、特定周期で振動の成分を作り出す。これらの周期は、ベアリングの形状及び回転の速度の関数であり、周波数領域の振動の分析によって識別される。本発明に従う提案された優先的な解決法は、例えば不適切な方法で加えられた負荷を識別する空間的方向性をこのタイプの分析に加えることができる。

【０１０２】

リアルタイムで作られた複数の次元のスペクトル分析は、本発明に従うセンサ付きベアリング支持装置によって、例えば自動車で（安定制御システム、ブレーキシステムなど）または他の状況で（電気モータドライブ、産業機器、電気家電など）、ベアリングに関する機械システムの運動の利用可能な情報を有するために、特に役立つことを証明する。

【０１０３】

優先的な実施形態に従う、説明された検出装置の別の利点は、少なくとも１つのせん断応力トランスデューサが、電気接続の第１の形態の材料の分極の目的のための製造の間、及びその後の電気接続の第２の形態の検出の目的のための最終の使用の間の両方で利用される、電極の所定の構造を備えて、最初からまさに事前に取り決められる。この方法で第

１の製造ステップで分極電極を提供し、その後の製造ステップで検出電極を提供しなければならない問題はもはやなく、すなわち、電極の複雑な組み立て動作と置換に頼る必要はなく、代わりに従来技術の典型例である。（例えばＭａｒｃｅｌｏ　Ａｒｅｉａｓ　Ｔｒｉｎｄａｄｅら、「厚させん断圧電マクロ繊維複合材料の有効材料特性の評価」、ＣＯＢＥＭ　２０１１、第２１回国際機械工学会議の議事録、２０１１年１０月２４～２８日、ブラジル、ナタール、ＲＮ）。この理由で、本発明は、装置の及び／または製造プロセスの簡略化を提供する。

【０１０４】

好ましくはスクリーン印刷技術によって、材料の層の連続堆積に基づいて、少なくとも１つのせん断応力トランスデューサの製造の好ましいプロセスにより、対応するセンサ手段の微細化によって、非常にコンパクトなセンサ付き支持ベースを非常に簡単な方法で、低コストで得ることができる。

【０１０５】

多数の変更が、続く特許請求の範囲によって定義される発明の範囲から逸脱せずに、例として記載された装置に当業者によってなされることが明確である。同様に、前に説明された実施形態を参照して開示された個々の特性は、他の実施形態において互いに組み合わされることが明確である。

【０１０６】

言及されたように、指部Ｆの実質的な直線形状は、好ましいにもかかわらず、不可欠な特徴を構成しない。指部は、実際に、曲がった及び／または例えばＳ字形状またはジグザク形状電極などの縦方向Ｌに対して角度を付けられた伸長部によって区別される展開を有する。

【０１０７】

例えば距離D_1及び／またはD_2及び／またはD_3など、前に提供された例で言及された距離は、優先的であるが非限定的であると理解されるべきであり、すなわち、電極の指部の間の距離及び／または上記要素の対応する配置または交互の配置は、例の例として示されているものと異なってもよい。提供される非限定の例において、分極及びせん断応力検出は、１つの同じ方向（ここで縦方向Ｌ）に延在する指部Ｆを参照して説明された。しかしながら、電極Ｅの他の部分も、特に指部の伸長部の方向の少なくとも１つの成分を有するせん断応力の場合に（図２３の場合のように）、例えば指部Ｆに接合する電極の部分Ｄなど、検出に貢献してもよい。さらに一般的に、様々な実施形態において、電極Ｅは、第１の方向（ここで長さ方向Ｌ）に延在する第１の部分Ｆと当該第１の部分Ｆを横切る方向（ここで幅方向Ｗ）に延在する第２の部分Ｄの両方を予測し、電極Ｅの当該部分Ｄ及びＦは、分極及び／または測定に参加できる。

【０１０８】

電極は、圧電材料１１の層の縦方向（Ｌ）及び幅方向（Ｗ）の少なくとも１つの代わりに、上記２つの方向に対して角度を付けられたまたは斜めの方向に延在するような形状にされることができる。

【０１０９】

本発明に従うセンサ付き支持装置の様々な好ましい実施形態において、提供される少なくとも１つの圧電センサによって発生された信号は、外部システム（例えば制御ユニット）によって検出されるように、対応する電気コネクタに直接供給され、そのため装置に電気を供給する必要がなくなる。しかしながら、他の可能な実施形態において、それを備えるセンサ付き支持ベースまたは支持装置は、例えば信号の増幅及び／または処理及び／または伝達のために、回路配置（例えば支持ベース自体に）を含む。この場合において、当該回路配置は、優先的に増幅及び／または処理及び／または伝達部品のための対応する電源段を備え、いずれにせよセンサ付きベースに提供される少なくとも１つの圧電センサは、いかなる場合でも電源を要求しないことが理解されたままである。

【０１１０】

以下に記載される特徴は、前に記載された少なくとも４つの電極を備える圧電トランス

デューサの好ましい実施形態と見なす。

【０１１１】

１．第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の部分または指部（Ｆ１，Ｆ３）が互いから実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）を置いて少なくとも縦方向（Ｌ）に延在し、それぞれ第１の電極（Ｅ１）の部分または指部（Ｆ１）、第３の電極（Ｅ３）の部分または指部（Ｆ３）は、実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）の２倍以上、好ましくは実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）の２倍離れた距離（$Ｄ_2$）を置き、

第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の部分または指部（Ｆ２，Ｆ４）は、互いから実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）を置いて少なくとも縦方向（Ｌ）に延在し、それぞれ、第２の電極（Ｅ２）の部分または指部（Ｆ２）、第４の電極（Ｅ４）の部分または指部（Ｆ４）は、実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）の２倍以上、好ましくは実質的に第１の距離（$Ｄ_1$）の２倍離れた距離（$Ｄ_2$）を置き、及び好ましくは、

第１の電極（Ｅ１）のそれぞれの部分または指部（Ｆ１）は、第３の電極（Ｅ２）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあり、第３の電極（Ｅ３）のそれぞれの部分または指部（Ｆ３）は、第４の電極（Ｅ４）のそれぞれの当該部分または指部（Ｆ４）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にある、圧電トランスデューサ。

【０１１２】

２．第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）またはそれぞれの部分または指部（Ｆ１，Ｆ３）が電気的に一緒に接続され（＋）、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）またはそれぞれの部分または指部（Ｆ２，Ｆ４）が電気的に一緒に接続され（－）、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）から電気的に絶縁され、少なくとも縦方向（Ｌ）に延在に圧電材料の層（１１）に誘導されたせん断応力（ＳＳ）が一側面の第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）と、他の側面の第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の間に当該せん断応力（ＳＳ）に比例する値を有する電位差を発生する、１に記載の圧電トランスデューサ。

【０１１３】

３．第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の部分または指部（Ｆ１，Ｆ３）が互いから実質的に第１の距離（$Ｄ_1$，$Ｄ_3$）を置いて縦方向（Ｌ）に延在し、第１の電極（Ｅ１）の部分または指部（Ｆ１）は、第１の距離（$Ｄ_1$，$Ｄ_3$）の２倍より大きい第２の距離（$Ｄ_2$）を置き、第３の電極（Ｅ３）の部分または指部（Ｆ３）は、実質的に第２の距離（$Ｄ_2$）を置き、

第２及び第４の電極（Ｆ２，Ｆ４）の部分または指部（Ｆ２，Ｆ４）は、互いから実質的に第１の距離（$Ｄ_1$，$Ｄ_3$）を置いて縦方向（Ｌ）に延在し、それぞれ第２の電極（Ｅ２）の部分または指部（Ｆ２）、第４の電極（Ｅ４）の部分または指部（Ｆ４）は、実質的に第２の距離（$Ｄ_2$）を置く、圧電トランスデューサ。

【０１１４】

４．－第１の電極（Ｅ１）のそれぞれの当該部分または指部（Ｆ１）が、第２の電極（Ｅ２）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあり、第３の電極（Ｅ３）のそれぞれの当該部分または指部（Ｆ３）は、第４の電極（Ｅ４）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ４）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にある、または

－第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ１）は、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあり、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の他の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ３）は、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の他の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ４）に対して実質的に交互に配置された位置にある、３に記載の圧電トランスデューサ。

【０１１５】

５．－第１の電極（Ｅ１）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ１）は、第２の電極（Ｅ２）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置

にあり、第３の電極（Ｅ３）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ３）は、第４の電極（Ｅ４）のそれぞれ当該部分または指部（Ｆ４）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあり、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）またはそれぞれ当該部分または指部（Ｆ１，Ｆ３）は、電気的に一緒に接続され（＋）、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）またはそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２，Ｆ４）は、電気的に一緒に接続され（－）、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）と電気的に絶縁され、縦方向（Ｌ）を横切る方向（Ｗ）に圧電材料の層（１１）に誘導されたせん断応力（ＳＳ）は、一側面の第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）と、他の側面の第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の間に、当該せん断応力（ＳＳ）に比例する値を有する電位差を発生する、または

－第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ１）は、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ２）と実質的に重ねられるまたは揃えられる位置にあり、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の他の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ３）は、第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の他の１つのそれぞれ当該部分または指部（Ｆ４）に対して実質的に交互に配置された位置にあり、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）またはそれぞれ当該部分または指部（Ｆ１，Ｆ３）は、互いに電気的に絶縁であり、第３及び第４の電極（Ｅ３，Ｅ４）またはそれぞれ当該部分または指部（Ｆ３，Ｆ４）は、互いに及び第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）に対して電気的に絶縁であり、縦方向（Ｌ）を横切る方向（Ｗ）に圧電材料の層（１１）に誘導されたせん断応力（ＳＳ）は、一側面の第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の１つと、他側面の第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の１つの間に当該せん断応力（ＳＳ）に比例する値を有する電位差を発生し、第１及び第３の電極（Ｅ１，Ｅ３）の１つ及び第２及び第４の電極（Ｅ２，Ｅ４）の１つは、好ましくは当該部分または指部が実質的に互いに重なり合っているまたは互いに揃えられる位置にある電極である、４に記載の圧電トランスデューサ。

【０１１６】

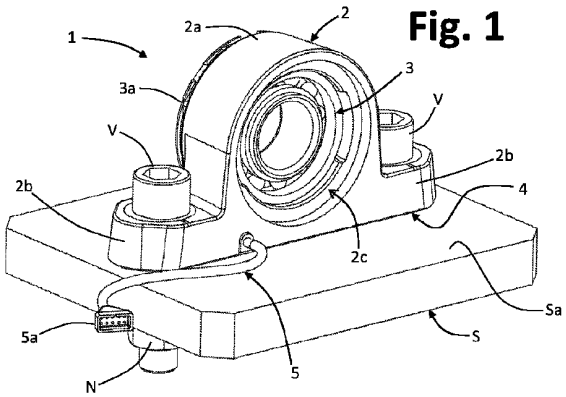
６．ｉ）圧電材料の層（１１）の第１の主面（１１ａ）の少なくとも一部に第１の電極（Ｅ１）及び少なくとも１つの第３の電極（Ｅ３，Ｅ５）、またはそれぞれ当該部分または指部を備え、圧電材料の第１の層（１１）の第２の主面（１１ｂ）の少なくとも一部に第２の電極（Ｅ２）及び少なくとも１つの第４の電極（Ｅ４，Ｅ６）またはそれぞれ当該部分または指部を備える圧電トランスデューサ（１０）を形成するステップと、

ｉｉ）一側面の第１の電極（Ｅ１）と少なくとも１つの第３の電極（Ｅ３，Ｅ５）の少なくとも１つ、またはそれぞれの当該部分または指部、他の側面の第２の電極（Ｅ２）と少なくとも１つの第４の電極（Ｅ４，Ｅ６）の少なくとも１つ、またはそれぞれ当該部分または指部の間に電位差を加えることによって圧電材料の層（１１）の分極を得るステップと、を備え、

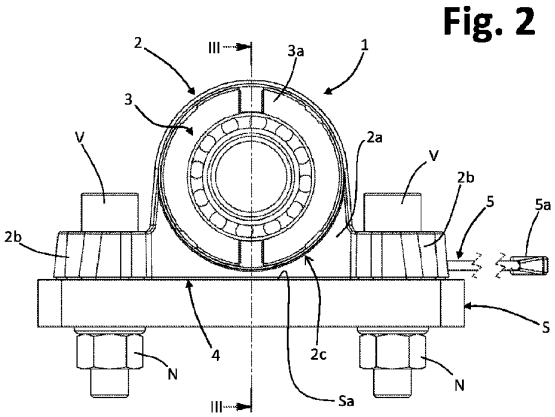
ステップｉｉ）は、圧電トランスデューサ（１０）がその後せん断の力を検出するために用いられる電極またはそれぞれ当該部分または指部の電気接続の第２の形態と異なる、電極またはそれぞれ当該部分または指部の電気接続の第１の形態で実行される、圧電トランスデューサを製造する方法。

【図面】

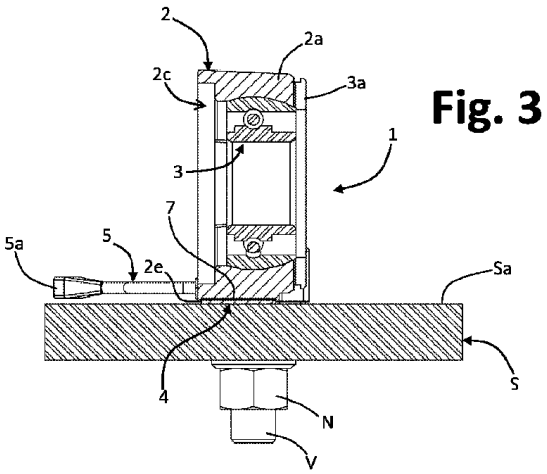
【図１】


Fig. 1
1
2a
2
3a
3
V
V
2b
2b
4
2c
5a
5
Sa
S
N

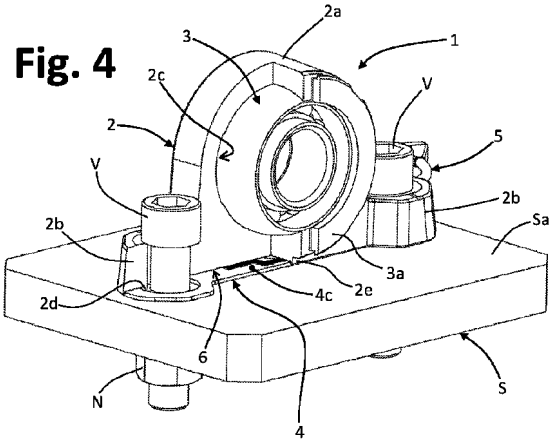
【図２】


Fig. 2
2
III
3a
1
3
V
2a
V
2b
5
5a
2b
S
4
2c
N
N
III
Sa

【図３】


Fig. 3
2
2a
2c
3a
1
3
7
5a
5
2e
Sa
S
4
N
V

【図４】


Fig. 4
2a
3
1
2c
V
2
5
V
2b
Sa
2b
3a
4c
2e
2d
6
S
N
4

【図５】

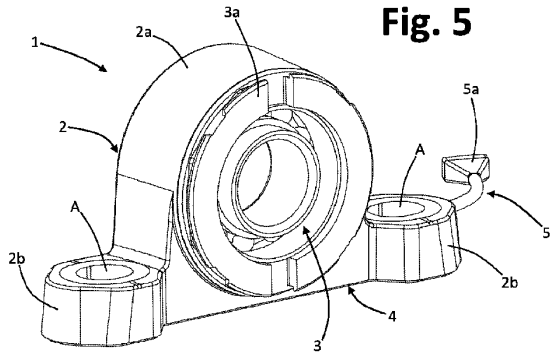


Fig. 5

【図６】

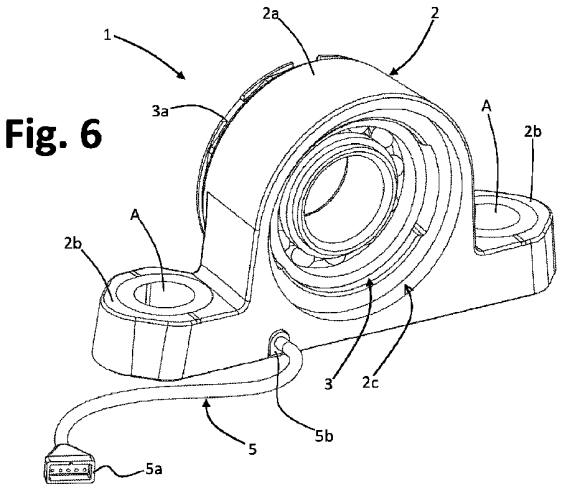


Fig. 6

【図７】

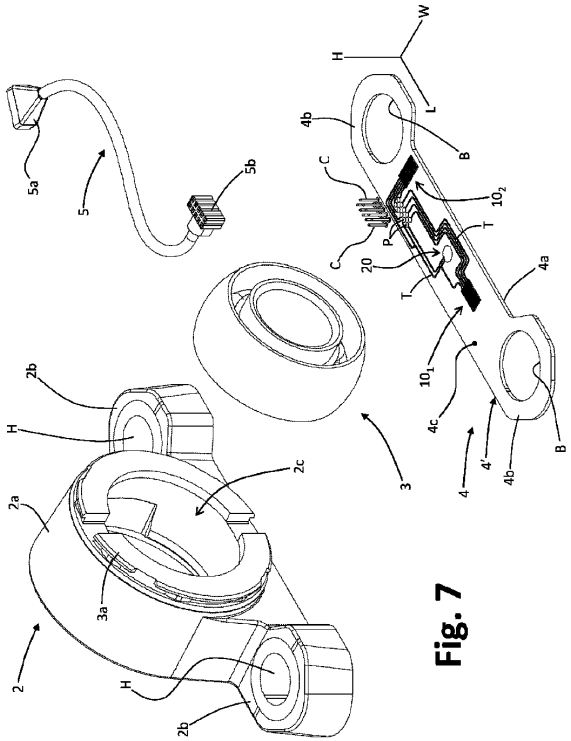


Fig. 7

【図８】

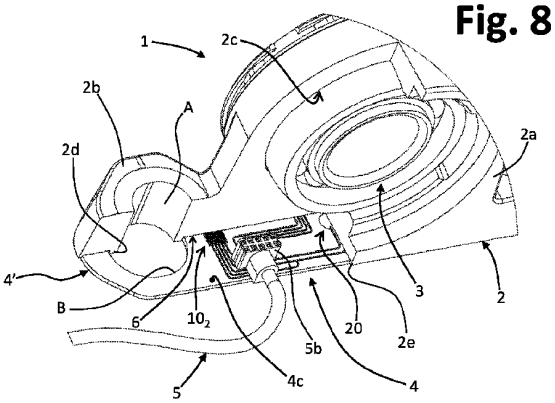
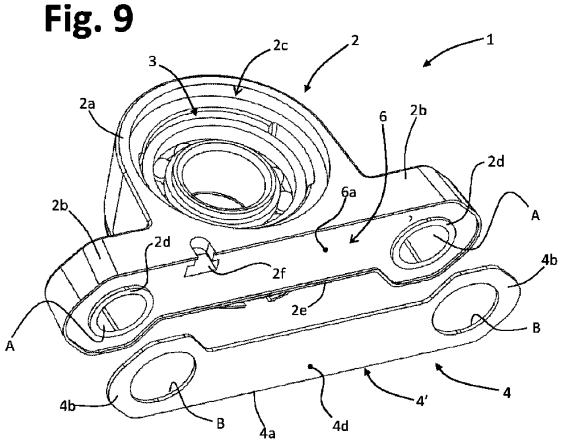


Fig. 8

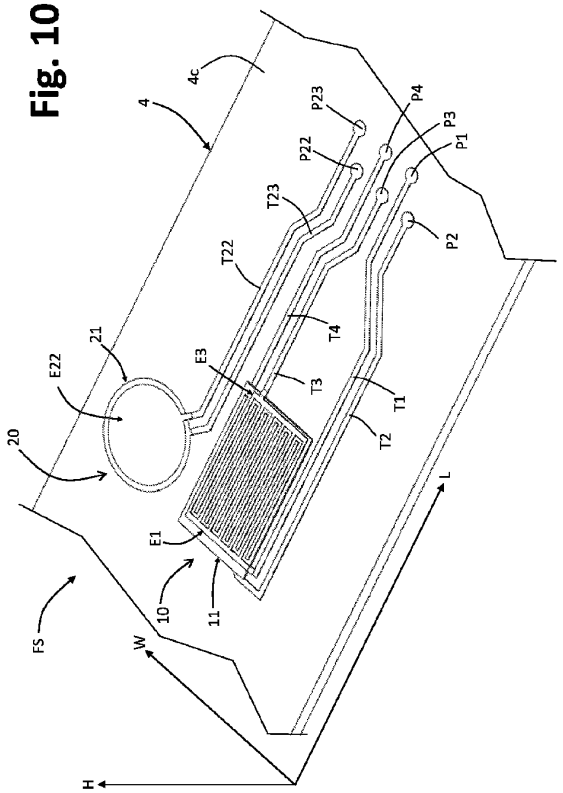
【図９】

Fig. 9



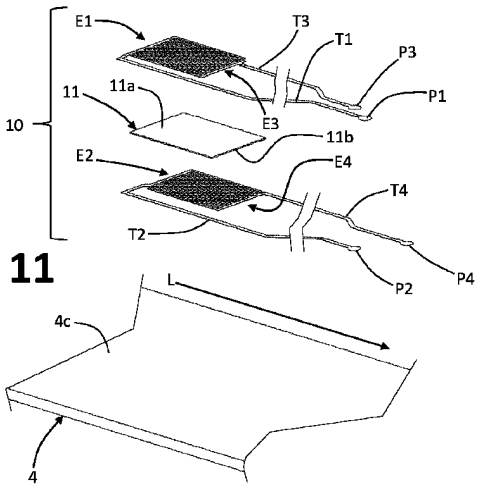
【図１０】

Fig. 10



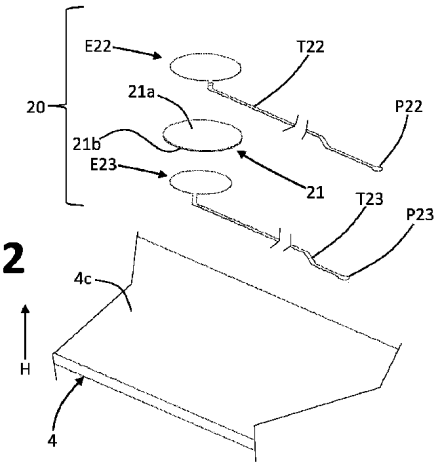
【図１１】

Fig. 11



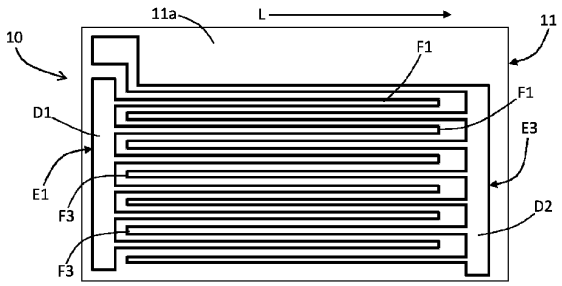
【図１２】

Fig. 12



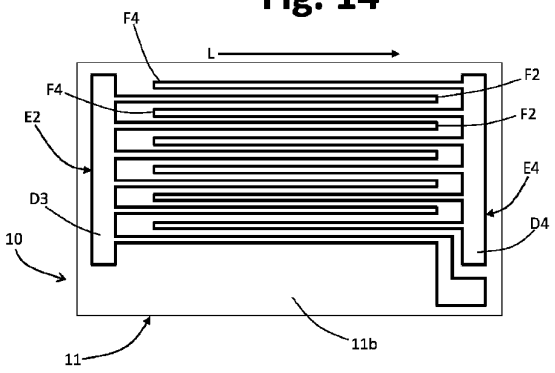
【図１３】

Fig. 13



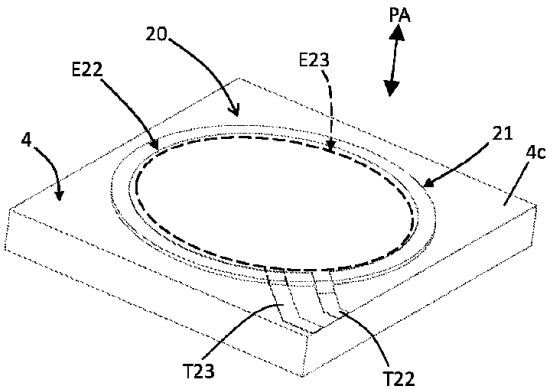
【図１４】

Fig. 14



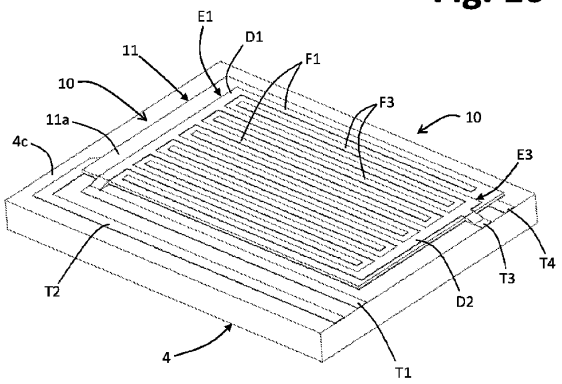
【図１５】

Fig. 15



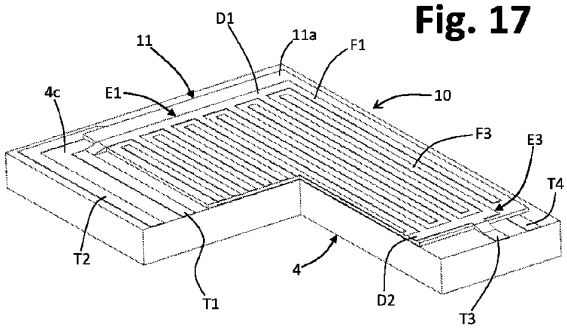
【図１６】

Fig. 16



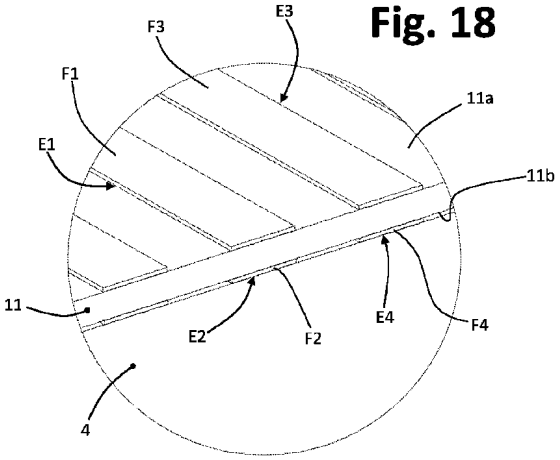
【図１７】

Fig. 17



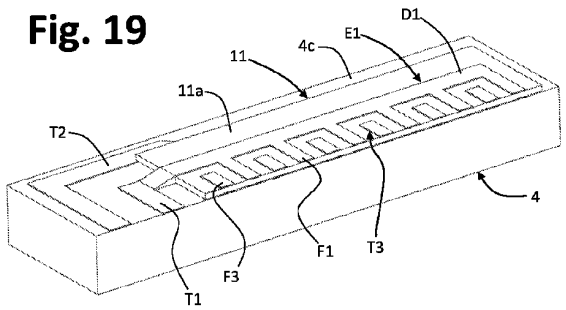
【図１８】

Fig. 18



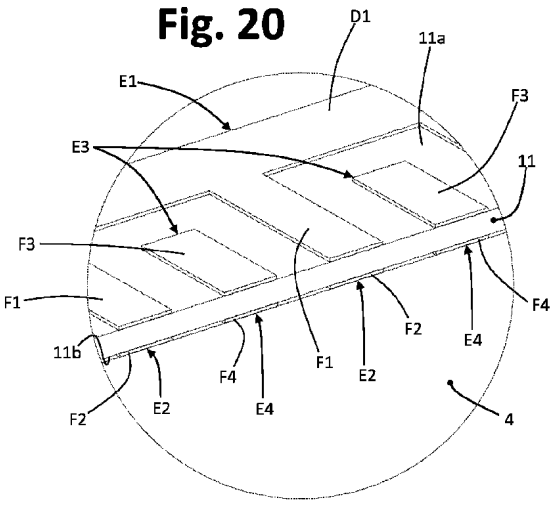
【図１９】

Fig. 19



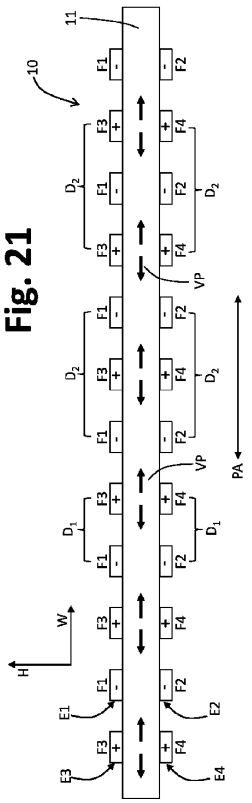
【図２０】

Fig. 20



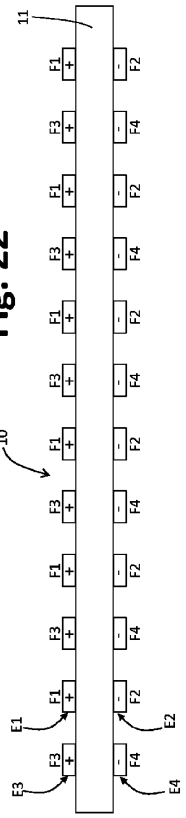
【図２１】

Fig. 21



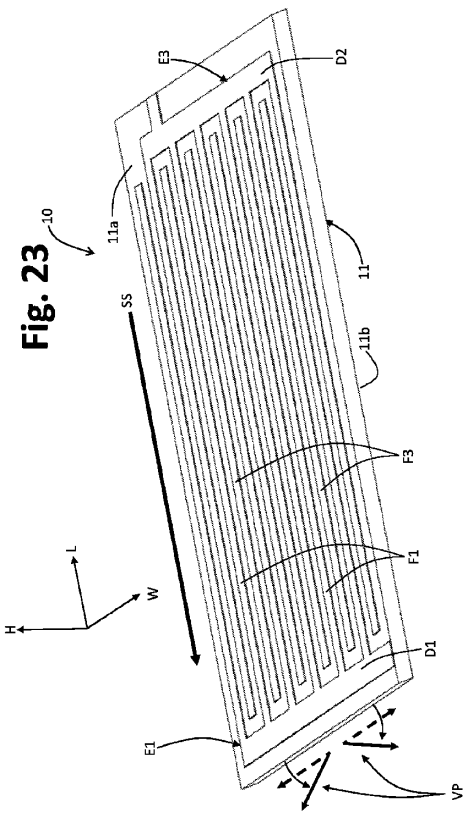
【図２２】

Fig. 22



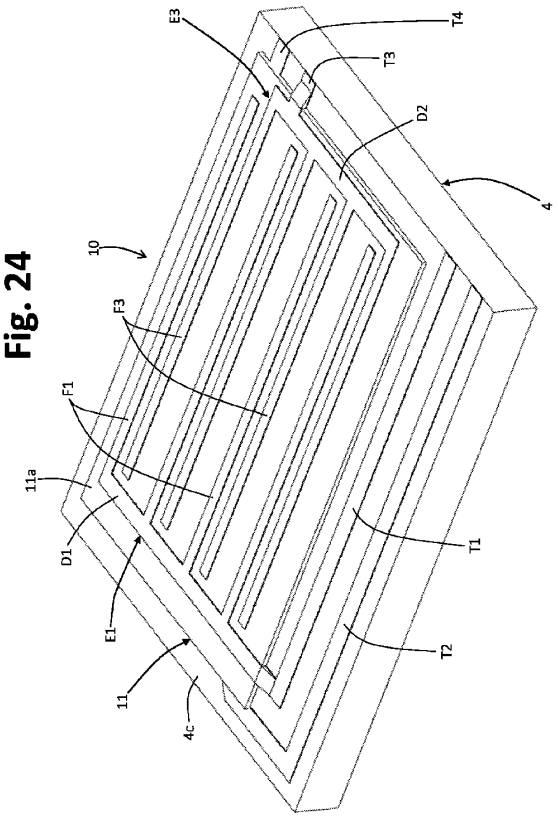
【図２３】

Fig. 23

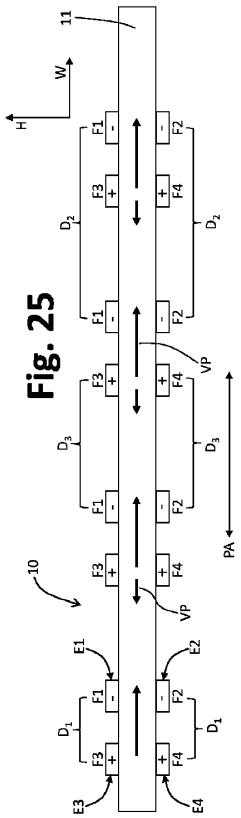


【図２４】

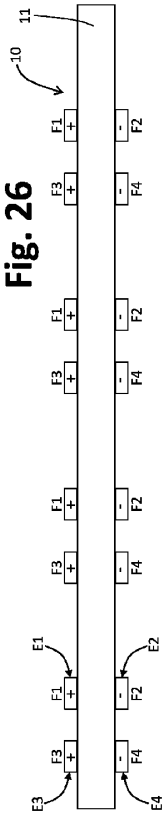
Fig. 24



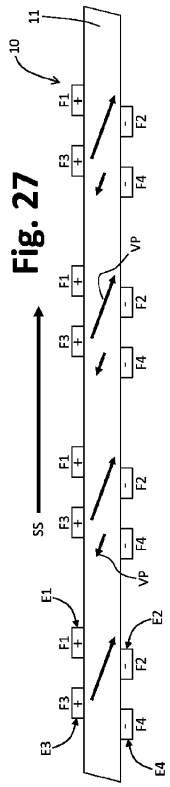
【図２５】



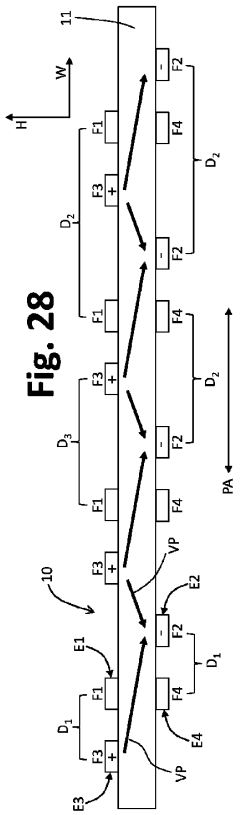
【図２６】



【図２７】

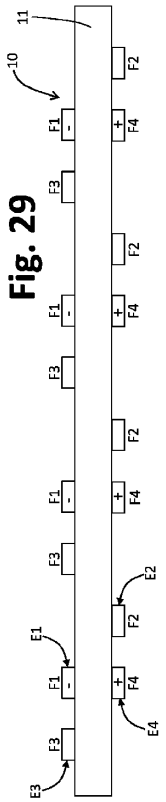


【図２８】



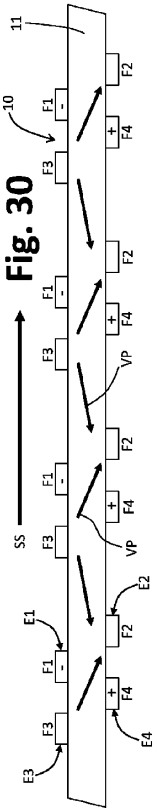
【図２９】

Fig. 29



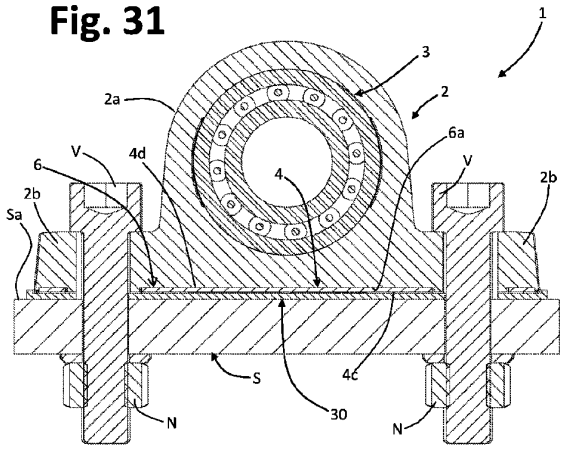
【図３０】

Fig. 30



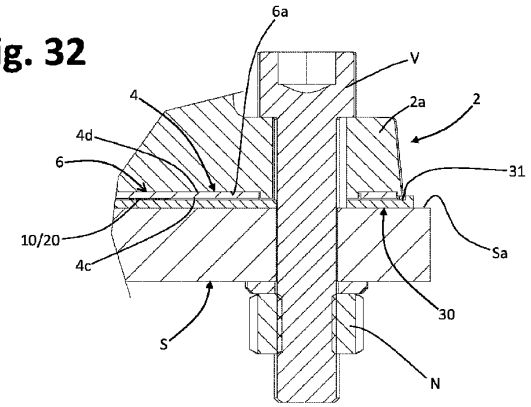
【図３１】

Fig. 31



【図３２】

Fig. 32



フロントページの続き

ッラート（アレッサンドリア）、ストラーダ・ヴァレンツァ５ア、エルテック・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内
(72)発明者　ザニン，マッシモ
イタリア１５０３３カザーレ・モンフェッラート（アレッサンドリア）、ストラーダ・ヴァレンツァ５ア、エルテック・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内
(72)発明者　アッレーラ，ステファノ
イタリア１５０３３カザーレ・モンフェッラート（アレッサンドリア）、ストラーダ・ヴァレンツァ５ア、エルテック・ソチエタ・ペル・アツィオーニ内

審査官　公文代 康祐
(56)参考文献　特表２０１３－５１２４２０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－１３４３７７（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１１６４５４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１７／０６５０７４（WO，Ａ１）
特開平１１－３０８０７０（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０６３３８２８１（ＵＳ，Ｂ１）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｌ　５／００－５／２８
Ｆ１６Ｃ　１９／０６
Ｆ１６Ｃ　１９／５２
Ｆ１６Ｃ　４１／００