

明 細 書

発明の名称：圧力センサ

技術分野

[0001] 本発明は、磁歪式の圧力センサに関する。

背景技術

[0002] 磁歪式の圧力センサは、磁歪材の歪みによって磁歪材の磁化の方向が変化する逆磁歪効果を利用するセンサである。特許文献1には、エンジンのシリンダに接続される底部分と、カバーとして機能する上部分と、底部分および上部分内を通るとともにシリンダのガスが流入するチャンネルとを備える装置が開示されている。チャンネルのうちガスの入口側と反対側の端部は閉じられ、チャンネル内には管が設けられている。管の壁部は、管の内側の圧力により変形する。また、管の変形は、底部分に設けられ管に接触する第1の測定体と、同じく底部分に設けられ管に接触する第2の測定体とを介して、底部分に設けられた測定ユニットに伝達される。測定ユニットは、磁気弾性センサ、歪みゲージセンサ、又は圧電センサなどから構成される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2009-507242号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記した構成の装置では、管内のガスの圧力変化が、チャンネル内の管や、底部分を介して間接的に測定される。そのため、管や底部分の製造上の誤差などが累積的に加味された状態でガスの圧力が測定されることとなり、測定される圧力の精度を低下させる要因となっていた。尚、こうした課題は、上述した構成のセンサ装置に限らず、磁歪式の圧力センサにおいては概ね共通したものである。

[0005] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、流

体の圧力変化を直接的に測定することによって、測定される圧力の精度の向上を図ることができる圧力センサを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 以下、上記課題を解決するための手段及びその作用効果について記載する。

上記課題を解決する本発明の一態様の圧力センサは、磁歪材から形成され、内側を流れる流体の圧力で変形する筒体と、前記筒体の歪みによる磁場の変化を検知する検出部と、を備え、前記筒体は、当該筒体の軸方向において湾曲した周壁部（すなわち、筒体の軸線を含む面による断面が湾曲部を有する周壁部、あるいは、筒体の軸線に沿って連続的に厚さが変化する部分を有する周壁部）、又は当該筒体の軸方向において屈曲した周壁部（すなわち、筒体の軸線を含む面による断面が屈曲部を有する周壁部、あるいは、筒体の軸線に沿って段階的に厚さが変化する部分を有する周壁部）を備える。

[0007] 上記構成によれば、流体の圧力を受ける筒体自体が磁歪材からなり、磁歪材の歪みによる磁場の変化が検出部により検知されるので、流体の圧力を受ける受圧部と磁歪材とが別体であるセンサに比べ、流体の圧力変化を直接的に検知することができる。また、筒体の周壁部が筒体の軸方向において湾曲又は屈曲していることによって、筒体の磁場の変化が大きくなるため、磁場の変化を検出しやすくすることができる。

[0008] 上記圧力センサについて、前記筒体の周壁部は一定の厚さを有してもよく、その場合、前記筒体の軸方向における前記周壁部の一部が前記筒体の径方向内側又は径方向外側に突出していることが好ましい。

[0009] 上記構成によれば、一定の厚さを有する周壁部の一部が径方向内側又は径方向外側に突出することで、筒体の周壁部は、筒体の軸方向において湾曲又は屈曲する。したがって、周壁部の厚みを変化させて周壁部の内周面又は外周面を突出させる場合に比べ、周壁部の突出量を調整しやすいため、磁場の変化が検出されやすい形状にすることができる。

[0010] 上記圧力センサについて、前記筒体の周壁部の厚さは当該筒体の軸方向に

沿って変化するものであってもよい。

上記構成によれば、周壁部の厚さが、筒体の軸方向において変化することで、筒体の周壁部は、筒体の軸方向において湾曲又は屈曲する。このため、周壁部の厚さが変化する位置に検出部を設けることによって、磁場の変化を検知することができる。

[0011] 上記課題を解決する本発明の別の態様の圧力センサは、磁歪材から形成され、内側を流れる流体の圧力で変形する筒体と、前記筒体の磁場の変化を検知する検出部と、を備え、前記筒体の周壁部には、当該筒体の軸方向と交差する段差面を備える。

[0012] 上記構成によれば、流体の圧力を受ける筒体自体が磁歪材からなり、磁歪材の歪みによる磁場の変化が検出部により検知されるので、流体の圧力を受ける受圧部と磁歪材とが別体であるセンサに比べ、流体の圧力変化を直接的に検知することができる。また、筒体の周壁部に筒体の軸方向と交差する段差面を備えることによって、筒体が歪んだときの筒体の軸方向における磁場の変化が大きくなるため、磁場の変化を検出しやすくすることができる。

[0013] 上記圧力センサについて、前記筒体の外周に設けられるとともに、磁束の方向が当該筒体の軸方向と平行な方向を含む磁場を発生させる磁場発生部を備えることが好ましい。

上記構成によれば、永久磁石や励磁コイルなどの磁場発生部により、筒体の軸方向に沿った磁場が生じるので、筒体が歪んだときの筒体の軸方向に沿った磁場の変化量を大きくすることができる。これにより、検出部によって筒体の軸方向の磁場の変化が検出されやすくなる。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、流体の圧力変化を直接的に測定することによって、測定される圧力の精度の向上を図ることができる。

本発明の他の態様及び利点は、本発明の技術的思想の例を示す図面と共に以下の記載から明らかとなる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の第1の実施形態の圧力センサの一部を示す斜視図。

[図2]第1の実施形態の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。

[図3]本発明の第2の実施形態の圧力センサの一部を示す斜視図。

[図4]第2の実施形態の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。

[図5]本発明の第3の実施形態の圧力センサの一部を示す斜視図。

[図6]第3の実施形態の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。

[図7]本発明の第4の実施形態の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。

[図8]第4の実施形態の圧力センサを筒体の径方向と平行（すなわち筒体の軸線と垂直）に切断した断面図。

[図9]本発明の第5の実施形態の圧力センサの一部を示す側面図。

[図10]第5の実施形態の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。
。

[図11]本発明の変形例の圧力センサの一部を示す斜視図。

[図12]本発明の変形例の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。
。

[図13]本発明の変形例の圧力センサを筒体の径方向と平行に切断した断面図。
。

[図14]変形例の圧力センサを筒体の軸方向と平行に切断した断面図。

発明を実施するための形態

[0016] （第1の実施形態）

以下、図1及び図2を参照して、本発明の第1の実施形態の圧力センサについて説明する。本実施形態の圧力センサは、エンジンの排気通路内の圧力を検出するセンサとして用いられる。圧力センサは、排気通路に設けられるか、又は排気通路に接続する流路に設けられる。

[0017] 図1に示すように、圧力センサは、筒体10を備えている。筒体10は、その一方の端部に、排気通路内の排気ガスが導入される導入口12を備えている。導入口12から筒体10内に導入された排気ガスは、筒体10の内側

を流れる。筒体 10 の他方の端部は、閉塞されているか、又は別の配管に接続されている。筒体 10 が別の配管に接続される場合は、当該配管のうち、筒体 10 と接続される端部と反対側の端部が閉塞される。排気通路内の圧力が上昇したときには、筒体 10 内の圧力も上昇し、排気通路内の圧力が低下したときには、筒体 10 内の圧力も低下する。

[0018] 筒体 10 は、応力を受けることによって磁化の方向が変化する磁歪材からなる。磁歪材としては、例えば、希土類元素と遷移金属元素とを含む希土類 - 遷移金属系合金、複数の遷移金属元素を含む遷移金属系合金などが挙げられるが、磁歪材の組成は特に限定されない。また、筒体 10 を構成する磁歪材は、弾性を有するとともに、測定対象の流体（ここでは排気ガス）に対する耐熱性および耐食性を有する。

[0019] 筒体 10 の周壁部 11 は、一定の厚さを有し、筒体 10 の軸方向 Z（中心軸）において湾曲している。換言すると、筒体 10 は、軸方向 Z に沿って外径および内径が変化する。さらに換言すると、筒体 10 の軸線を含む面による筒体 10 の周壁部 11 の断面は湾曲部を有している。周壁部 11 は、外径および内径が相対的に小さい小径部 15 と、小径部 15 を挟んだ両側に設けられ外径および内径が相対的に大きい大径部 13、14 とを有する。小径部 15 と大径部 13 との間には、小径部 15 から大径部 13 にかけて外径および内径が次第に大きくなる連続部 16 が設けられている。また、小径部 15 と大径部 14 との間には、小径部 15 から大径部 14 にかけて外径および内径が次第に大きくなる連続部 17 が設けられている。連続部 16、17 は、その内側の面および外側の面が傾斜している。なお、小径部 15 の軸方向 Z の長さが短い場合には、小径部 15 と連続部 16、17 とが明確に区別できないことがある。その場合には、小径部 15 は、連続部 16、17 を含むものとする。

[0020] また、筒体 10 の外周には、筒体 10 の軸方向 Z と平行な方向に沿った磁場を発生させる磁場発生部 18 が設けられている。磁場発生部 18 は、電流が供給されることによって磁場を発生させる励磁コイル、または環状の永久

磁石からなる。

[0021] 筒体 10 は、排気通路内の圧力変化に伴い弾性変形する。すなわち、排気通路内の圧力が上昇すると、筒体 10 は、外径および内径が拡大する方向に膨張する。また、排気通路内の圧力が上昇から低下に転じると、膨張した筒体 10 は収縮して弾性変形のない標準状態に戻る。筒体 10 の膨張および収縮に伴い、筒体 10 の磁化の方向が変化するが、磁場発生部 18 により軸方向 Z の磁束密度が高められているので、径方向の磁化の方向に比べ、軸方向の磁化の方向の変化が顕著であり、検出しやすい。なお、筒体 10 の径方向 R とは、筒体 10 の中心軸から周壁部 11 に放射状に向かう方向であり、中心軸から周壁部 11 の内周面の一点に向かう一つの方法を指すものではない。

[0022] 図 2 に示すように、筒体 10 の外側には、検出部 100 が設けられている。検出部 100 は、筒体 10 の外径および内径が変化する部分の近傍や、周壁部 11 の変曲点の近傍に設けられる。具体的には、検出部 100 は、連続部 16, 17 の近傍に設けられている。検出部 100 は、筒体 10 に接触していないことが好ましいが、接触していてもよい。検出部 100 は、例えば、基板の表面に金属パターンを成膜したもの、又は、エッチングなどによって基板の表面に金属パターンを露出させたものである。又は、検出部 100 は、ホール素子や、ホール素子を用いたガウスメータや、ピックアップコイル等を用いてもよい。検出部 100 は、検出部 100 からの出力電圧の大きさなどを検出する検出回路に接続されている。

[0023] 周壁部 11 のうち、連続部 16, 17 の近傍では、小径部 15 から発生する磁束と、大径部 13, 14 から発生する軸方向 Z の磁束とにより、軸方向 Z と平行な方向の磁束密度が相対的に高められる。このため、磁歪材からなる筒体 10 が応力を受けたとき、連続部 16, 17 の近傍は、磁化の方向の変化量が比較的大きくなる傾向となる。このため、連続部 16, 17 の近傍に検出部 100 を設けることによって、圧力変化を検知しやすくなる。

[0024] また、大径部 13, 14 の間に、流路断面積が相対的に小さい小径部 15

が設けられることにより、小径部 15 の導入口 12 側の圧力は、排気通路内における圧力よりも高くなる。しかし、検出部 100 に誘起される電圧と排気通路内の圧力とを関連付けたマップや、電圧から排気通路内の圧力を演算する演算式などを用いることによって、排気通路内の圧力を演算することができる。

[0025] また、周壁部 11 のうち小径部 15 が筒体 10 の径方向内側に突出している量（幅）、すなわち大径部 13, 14 の半径と小径部 15 の半径との差は、周壁部 11 の形状を変えることにより調整できる。このため、大径部 13, 14 の半径と小径部 15 の半径との差は、検出部 100 によって軸方向 Z と平行な方向の磁化の方向の変化を検出しやすい差に調整すればよい。

[0026] 次に、図 2 を参照して、圧力センサの作用について説明する。排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体 10 内の圧力が上昇すると、筒体 10 が拡張する方向に等方的に膨張する。連続部 16, 17 においては、その内側の面が傾斜しているため、径方向 R と平行な方向（すなわち、軸方向 Z と直交する方向）に加え、軸方向 Z と平行な方向にも膨張する。このように、連続部 16, 17 が、径方向 R と平行な方向及び軸方向 Z と平行な方向に膨張すると、連続部 16, 17 の曲率半径が変化し、磁束の漏れが検出しやすくなる。周壁部 11 全体としては、主に周方向 θ （図 1 参照）の引っ張り応力を受ける。これにより、周壁部 11 の磁化（磁束）の方向が変化して、検出部 100 に電圧が誘起される。検出部 100 は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。検出回路は、検出部 100 から入力した電気信号に基づき、筒体 10 内の圧力を演算する。

[0027] 筒体 10 を膨張させる程度に排気通路内の圧力が上昇した後に、排気通路内の圧力が低下すると、筒体 10 は収縮する。これにより、周壁部 11 が受ける周方向 θ の引っ張り応力が小さくなるため、筒体 10 が膨張したときとは逆に磁化（磁束）の方向が変化する。検出回路は、検出部 100 から入力した電気信号に基づき、筒体 10 内の圧力を演算する。

[0028] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサによれば、以下の効果が得

られるようになる。

(1) 流体である排気ガスの圧力を受ける筒体10自体が磁歪材からなり、磁歪材の歪みによる磁化の方向の変化が検出部100により検知されるので、流体の圧力を受ける受圧部と磁歪材とが別体であるセンサに比べ、圧力変化を直接的に検知することができる。また、筒体10の周壁部11が筒体10の軸方向Zにおいて湾曲していること（すなわち、筒体10の軸線を含む面による筒体10の周壁部11の断面が湾曲部を有していること）によって、筒体10が膨張したときの軸方向Zにおける磁化の方向の変化が大きくなるため、磁化の方向の変化を検出しやすくすることができる。

[0029] (2) 磁場発生部18により、筒体10の軸方向Zと平行な方向を磁束の方向として含む磁場が生じるので、筒体10が歪んだときの軸方向Zに沿った磁化の方向の変化量を大きくすることができる。これにより、検出部100において筒体10の軸方向Zに沿った磁化の方向の変化が検出されやすくなる。

[0030] (3) 一定の厚さを有する周壁部11の一部が筒体10の径方向内側に突出して小径部15を形成することで、周壁部11は軸方向Zにおいて湾曲している。したがって、周壁部11の厚みを変化させて周壁部11の内周面を突出させる場合に比べ、周壁部11の突出量を調整しやすいため、磁場の変化が検出されやすい形状にすることができる。

[0031] (第2の実施形態)

次に、図3及び図4を参照して、本発明の第2の実施形態の圧力センサを、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、本実施形態にかかる圧力センサも、その基本的な構成は第1の実施の形態と同等であり、重複する説明は割愛する。

[0032] 図3に示すように、圧力センサに設けられた筒体20は、その一方の端部に、排気通路内の排気ガスが導入される導入口22を備えている。筒体20の他方の端部は、閉塞されているか、又は、閉塞部を有する別の配管に接続されている。この筒体20は、磁歪材からなる。

[0033] 図4に示すように、筒体20の周壁部21は一定の厚さを有し、筒体20の軸方向Zにおいて湾曲している。換言すると、筒体20は、軸方向Zに沿って外径および内径が変化する。さらに換言すると、筒体20の軸線を含む面による筒体20の周壁部21の断面は湾曲部を有している。周壁部21は、外径および内径が相対的に小さい小径部23、24と、小径部23、24の間に設けられ外径および内径が相対的に大きい大径部25とを有する。小径部23、24と大径部25との間には、小径部23、24に向かって外径および内径が次第に小さくなる連続部26、27が設けられている。連続部26、27は、その内側の面および外側の面が傾斜している。また、筒体20の外周には、第1の実施形態の磁場発生部18と同様の構成の磁場発生部28が設けられている。

[0034] 筒体20の外側には、検出部100が設けられている。具体的には、検出部100は、連続部26、27のいずれかの近傍に設けられている。

次に、図4を参照して、圧力センサの作用について説明する。連続部26、27の近傍では、小径部23、24から発生する磁束と、大径部25から発生する磁束とにより、軸方向Zと平行な方向の磁束密度が相対的に高められる。このため、磁歪材からなる筒体20が応力を受けたとき、連続部26、27の近傍は、磁化の方向の変化量が比較的大きくなる傾向となり、検出部100によって圧力変化を検知しやすくなる。

[0035] 排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体20内の圧力が上昇すると、筒体20が拡張する方向に等方的に膨張する。連続部26、27においては、その内側の面が傾斜しているため、径方向Rと平行な方向（すなわち、軸方向Zと直交する方向）に加え、軸方向Zと平行な方向にも膨張する。周壁部21全体としては、主に周方向 θ （図3参照）の引っ張り応力を受ける。これにより、周壁部21の磁化（磁束）の方向が変化して、検出部100に電圧が誘起される。検出部100は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。

[0036] 筒体20を膨張させる程度に排気通路内の圧力が上昇した後に、排気通路

内の圧力が低下すると、筒体 20 は収縮する。これにより、周壁部 21 が受ける周方向 θ の引っ張り応力が小さくなるため、筒体 20 が膨張したときとは逆に磁化（磁束）の方向が変化する。検出回路は、検出部 100 から入力した電気信号に基づき、筒体 20 内の圧力を演算する。

[0037] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサによれば、上記した（１）及び（２）の効果が得られるとともに、さらに以下の効果が得られるようになる。

（４）一定の厚さを有する周壁部 21 の一部が筒体 20 の径方向外側に突出して大径部 25 を形成することで、周壁部 21 は軸方向 Z において湾曲している。したがって、周壁部 21 の厚みを変化させて周壁部 21 の外周面を突出させる場合に比べ、周壁部 21 の突出量を調整しやすいため、磁場の変化が検出されやすい形状にすることができる。

[0038] （第 3 の実施形態）

次に、図 5 及び図 6 を参照して、本発明の第 3 の実施形態の圧力センサを、第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、本実施形態にかかる圧力センサも、その基本的な構成は第 1 の実施の形態と同等であり、重複する説明は割愛する。

[0039] 図 5 に示すように、圧力センサに設けられた筒体 30 は、その一方の端部に、排気通路内の排気ガスが導入される導入口 32 を備えている。筒体 30 の他方の端部は、閉塞されているか、又は、閉塞部を有する別の配管に接続されている。筒体 30 は、磁歪材からなり、筒体 30 の外周には、第 1 の実施形態の磁場発生部 18 と同様の構成の磁場発生部 38 が設けられている。

[0040] 図 6 に示すように、筒体 30 の周壁部 31 は、軸方向 Z に沿って連続的に厚さ（肉厚）が変化することによって、軸方向 Z において湾曲している。周壁部 31 は、外径が相対的に小さい小径部 35 と、小径部 35 を挟んだ両側に設けられ外径が相対的に大きい大径部 33, 34 とを有する。小径部 35 と大径部 33, 34 との間には、小径部 35 から大径部 33, 34 に向かって外径が次第に大きくなる連続部 36, 37 が設けられている。連続部 36

， 37 は、その外側の面が傾斜している。

[0041] 筒体 30 の外側には、検出部 100 が設けられている。具体的には、検出部 100 は、連続部 36， 37 のいずれかの近傍に設けられている。

次に、図 6 を参照して、圧力センサの作用について説明する。連続部 36， 37 の近傍では、大径部 33， 34 から発生する磁束と、小径部 35 から発生する磁束とにより、軸方向 Z と平行な方向の磁束密度が相対的に高められる。このため、磁歪材からなる筒体 30 が応力を受けたとき、連続部 36， 37 の近傍では、磁化の方向の変化量が比較的大きくなる傾向となるため、検出部 100 によって、圧力変化を検知しやすくなる。

[0042] 排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体 30 内の圧力が上昇すると、筒体 30 が膨張する。周壁部 31 全体としては、主に周方向 θ （図 5 参照）の引っ張り応力を受ける。これにより、周壁部 31 の磁化（磁束）の方向が変化して、検出部 100 に電圧が誘起される。検出部 100 は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。また、筒体 30 を膨張させる程度に排気通路内の圧力が上昇した後に、排気通路内の圧力が低下すると、筒体 30 は収縮する。これにより、周壁部 31 が受ける周方向 θ の引っ張り応力が小さくなるため、筒体 30 が膨張したときとは逆に磁化（磁束）の方向が変化する。検出回路は、検出部 100 から入力した電気信号に基づき、筒体 30 内の圧力を演算する。

[0043] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサによれば、上記した（１）及び（２）の効果が得られるとともに、さらに以下の効果が得られるようになる。

（５）周壁部 31 の厚さが、筒体 30 の軸方向 Z に沿って連続的に変化することで、周壁部 31 は軸方向 Z において湾曲している。このため、周壁部 31 の厚さが変化する位置に検出部 100 を設けることによって、磁化の方向の変化を検知することができる。

[0044] （第 4 の実施形態）

次に、図 7 及び図 8 を参照して、本発明の第 4 の実施形態の圧力センサを

、第１の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、本実施形態にかかる圧力センサも、その基本的な構成は第１の実施の形態と同等であり、重複する説明は割愛する。

[0045] 図７に示すように、圧力センサに設けられた筒体４０は、その一方の端部に、排気通路内の排気ガスが導入される導入口４２を備えている。筒体４０の他方の端部は、閉塞されているか、又は、閉塞部を有する別の配管に接続されている。筒体４０の外周には、第１の実施形態の磁場発生部１８と同様の構成の磁場発生部４８が設けられている。

[0046] 筒体４０は、磁歪材からなる。また、筒体４０の周壁部４１は、軸方向Ｚに沿って段階的に厚さ（肉厚）が変化することによって、当該筒体４０の軸方向Ｚと交差する段差面４３を備える。すなわち、周壁部４１の内側に１対の突出部４５が形成され、この突出部４５のうち軸方向Ｚと交差する１乃至複数の面が段差面４３となる。両突出部４５の突出量や形状は互いに同じであり、軸方向Ｚに対して対称となる位置に設けられている。なお、ここでは周壁部４１に突出部４５を１対設けたが、突出部４５は少なくとも一つあればよい。

[0047] 図８に示すように、両突出部４５は、周壁部４１の内周面の互いに１８０度離れた位置に形成されている。また、筒体４０の内側であって、１対の突出部４５の間、又は一方の突出部４５の近傍には、検出部１００が設けられている。図８では、検出部１００は、１対の突出部４５の間に設けられている。検出部１００は、検出回路と接続する接続線１０１を備え、接続線１０１は、周壁部４１に貫通形成された挿通孔４４を介して外部に引き出されている。検出部１００が筒体４０の内側に設けられる場合、高温の排気ガスに曝されることになるため、検出部１００の近傍に熱電対等の温度検出部を設けることが好ましい。そして、温度検出部によって検出された温度が、検出部１００の検出可能な温度範囲内であるか否かを判断することが好ましい。又は、検出された温度によって検出部１００による検出圧力を補正してもよい。

[0048] 次に、図8を参照して、圧力センサの作用について説明する。突出部45の近傍では、突出部45から発生する磁束と、突出部45が設けられた位置以外の周壁部41から発生する磁束とにより、軸方向Zと平行な方向の磁束密度が相対的に高められる。また、突出部45の突出量によっては、突出部45を含めた周壁部41の厚さが大きくなるため、周壁部41の径方向と平行な方向（すなわち、軸方向Zと直交する方向）の応力が大きくなる。このため、磁歪材からなる筒体40が応力を受けたとき、突出部45の近傍では、磁化の方向の変化量が比較的大きくなる傾向となるため、検出部100によって、圧力変化を検知しやすくなる。

[0049] 排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体40内の圧力が上昇すると、筒体40が膨張する。周壁部41全体としては、主に周方向 θ の引っ張り応力を受ける。これにより、周壁部41の磁化（磁束）の方向が変化して、検出部100に電圧が誘起される。検出部100は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。また、筒体40を膨張させる程度に排気通路内の圧力が上昇した後に、排気通路内の圧力が低下すると、筒体40は収縮する。これにより、周壁部41が受ける周方向 θ の引っ張り応力が小さくなるため、筒体40が膨張したときとは逆に磁化（磁束）の方向が変化する。検出回路は、検出部100から電気信号に基づき、筒体40内の圧力を演算する。

[0050] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサによれば、上記した（2）の効果が得られるとともに、さらに以下の効果が得られるようになる。

（6）流体である排気ガスの圧力を受ける筒体40自体が磁歪材からなり、磁歪材の歪みによる磁化の方向の変化が検出部100により検知されるので、流体の圧力を受ける受圧部と磁歪材とが別体であるセンサに比べ、圧力変化を直接的に検知することができる。また、筒体40の周壁部41に軸方向Zと交差する段差面43を備えることによって、筒体40が歪んだときの軸方向Zにおける磁場の変化が大きくなるため、磁場の変化を検出しやすくなることができる。

[0051] （7）周壁部41の厚さが、筒体40の軸方向Zに沿って段階的に変化する

ることで、段差面43が形成される。このため、周壁部の厚さが変化する位置に検出部100を設けることによって、磁化の方向の変化を検知することができる。

[0052] (第5の実施形態)

次に、図9及び図10を参照して、本発明の第5の実施形態の圧力センサを、第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。なお、本実施形態にかかる圧力センサも、その基本的な構成は第1の実施の形態と同等であり、重複する説明は割愛する。

[0053] 図9に示すように、圧力センサに設けられた筒体50は、その一方の端部に、排気通路内の排気ガスが導入される導入口52を備えている。筒体50の他方の端部は、閉塞されているか、又は、閉塞部を有する別の配管に接続されている。この筒体50は、応力により磁化の方向が変化する磁歪材からなる。

[0054] 図10に示すように、筒体50は、円筒状に形成され、筒体50の周壁部51の厚さは一定である。このように、磁歪材が筒状に形成される場合においては、圧力変化に伴い、応力が、筒状の磁歪材の周方向、径方向および軸方向に発生するため、従来の板状の磁歪材を用いた圧力センサとは異なる検出方法によって磁化の方向の変化を検出する必要がある。

[0055] そこで本実施形態では、筒体50の外周に励磁コイル54と、検出コイル53とを巻き付けている。励磁コイル54は、電流の供給を受けることにより、筒体50の軸方向Zと平行な方向に沿った磁場を発生させ、軸方向Zと平行な方向に沿った磁化の方向の変化量を増大する。検出コイル53には、筒体50の磁化の方向の変化によって、電圧が誘起される。検出コイル53は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。

[0056] 図10を参照して、圧力センサの作用について説明する。排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体50内の圧力が上昇すると、筒体50が膨張する。周壁部51全体としては、主に周方向 θ の引っ張り応力を受ける。これにより、周壁部51の磁化（磁束）の方向が変化して、検出コイル53に電圧が

誘起される。検出コイル 53 は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路に出力する。また、筒体 50 を膨張させる程度に排気通路内の圧力が上昇した後、排気通路内の圧力が低下すると、筒体 50 は収縮する。これにより、周壁部 51 が受ける周方向 θ の引っ張り応力が小さくなるため、筒体 50 が膨張したときとは逆に磁化（磁束）の方向が変化する。検出回路は、検出コイル 53 からの電気信号に基づき、筒体 50 内の圧力を演算する。

[0057] 以上説明したように、本実施形態の圧力センサによれば、以下の効果が得られるようになる。

（８）流体である排気ガスの圧力の変化に伴い筒体 50 が径方向に歪んだとき、その筒体 50 の歪みによる磁場の変化を検出コイル 53 によって検出することができる。このため、流体の圧力変化を直接的に検知することができる。

[0058] （他の実施の形態）

なお、上記した各実施形態は、以下のような形態をもって実施することもできる。

・図 11 に示すように、筒体 60 の周壁部 61 の厚さが筒体 60 の軸方向 Z に沿って変化する圧力センサにおいて、導入口 62 を有する筒体 60 の周壁部 61 の外周面 63 に、筒体 60 の軸方向 Z と交差する段差面 65 を有する突出部 64 を設けてもよい。突出部 64 は、外周面 63 の周方向 θ の一部に設けられてもよいし、外周面 63 の全周に亘って設けられてもよい。また、第 4 の実施形態の突出部 45 も、周壁部 41 の内周面において全周に亘って設けられてもよい。また、図 11 の圧力センサにおいて、磁束の方向が筒体 60 の軸方向 Z と平行な方向を含む磁場を発生させる磁場発生部を筒体 60 の外周に設けてもよい。

[0059] ・図 12 に示すように、筒体 70 の周壁部 71 の厚さが筒体 70 の軸方向 Z に沿って変化する圧力センサにおいて、筒体 70 の周壁部 71 に薄肉部 72 と厚肉部 73 とを設けることによって、それらの間に段差面 74 を形成してもよい。筒体 70 の周壁部 71 の厚さが筒体 70 の軸方向 Z に沿って段階

的に変化していることで、筒体 70 の周壁部 71 は、筒体 70 の軸方向 Z において屈曲している。この場合、段差面 74 の近傍においては、軸方向 Z と平行な方向における磁化の方向の変化量の増大を図ることができる。また、この圧力センサにおいて、磁束の方向が筒体 70 の軸方向 Z と平行な方向を含む磁場を発生させる磁場発生部を筒体 70 の外周に設けてもよい。

[0060] ・第 4 の実施形態において、突出部 45 の軸方向の両側にテーパ面を設け、突出部 45 と周壁部 41 の内周面とをテーパ面によって接続するようにしてもよい。すなわち、図 7 における段差面 43 は、筒体 40 の軸方向 Z と垂直に交差する代わりに、筒体 40 の軸方向 Z と非垂直に交差してもよい。

[0061] ・第 4 の実施形態では、筒体 40 に同じ突出量の一对の突出部 45 を設け、それらの突出部 45 の間に検出部 100 を配置した。これ以外の態様として、周壁部 41 の内側に突出部を一つだけ設け、その突出部の上に検出部を配置してもよい。又は、周壁部 41 の内側に異なる突出量を有する一对の突出部を形成し、両方の突出部の上に、検出部 100 をそれぞれ設けてもよい。このとき、例えば突出量が大きい突出部の上に設けられた一方の検出部 100 を参照用の検出部としてもよい。そして、突出量が小さい突出部の上に設けられた他方の検出部 100 によって検出された値と、参照用の検出部 100 によって検出された値との差から、圧力変化を検出してもよい。

[0062] ・第 1 の実施形態～第 3 の実施形態、第 5 の実施形態及び上記他の実施の形態では、第 4 の実施形態のように、検出部 100 の近傍に熱電対等の温度検出部を設けてもよい。筒体の外側に検出部 100 が配置される場合でも、高温の環境下におかれる場合があるためである。そして、温度検出部によって検出された温度が、検出部 100 の検出可能な温度範囲内であるか否かを判断することが好ましい。又は、検出された温度によって検出部 100 による検出圧力を補正してもよい。

[0063] ・第 1 の実施形態～第 5 の実施形態において、磁場発生部 18, 28, 38, 48 は筒体 10 に複数設けられていてもよい。

・図 13 に示すように、筒体 80 の外側であって筒体 80 を挟んだ両側に

磁石 8 1, 8 2 を設けてもよい。磁石 8 1 は N 極の磁石であり、磁石 8 2 は S 極の磁石であって、磁石 8 1, 8 2 は、筒体 8 0 の軸線に直交する方向 8 3 の磁場を発生させる。筒体 8 0 の周壁部は、筒体 8 0 の軸方向において湾曲又は屈曲している。このようにしても、筒体 8 0 の磁場の変化が大きくなるため、磁場の変化を検出しやすくすることができる。なお、筒体 8 0 の軸線に直交する方向 8 3 の磁場を発生させる磁場発生部は、例えば半円状の磁石等、磁石 8 1, 8 2 以外の構成であってもよい。

[0064] ・第 1 の実施形態～第 5 の実施形態では、磁場発生部は、筒体の軸方向に沿った磁場を発生させるものとした。これ以外に、磁場発生部は、筒体の周方向に沿った磁場を発生させるものであってもよい。また、筒体の中心軸から周壁部に向かって放射状に磁場を発生させるものであってもよい。

[0065] ・上記各実施形態において、筒体の軸方向に磁界を発生する磁場発生部を設けるようにしたが、筒体の応力のみにより検出部 1 0 0 によって検出可能な磁界の変化が発生される場合には、磁場発生部を省略してもよい。

[0066] ・第 1 の実施形態～第 3 の実施形態では、筒体の周壁部が筒体の軸方向において湾曲しているが、代わりに、筒体の周壁部が筒体の軸方向において屈曲していてもよい。すなわち、筒体の周壁部は、筒体の軸線を含む面による断面が屈曲部を有するものであってもよいし、あるいは、筒体の軸線に沿って段階的に厚さが変化する部分を有するものであってもよい。

[0067] ・第 1 の実施形態～第 4 の実施形態の筒体 1 0, 2 0, 3 0, 4 0 に対し、第 5 実施形態のように、磁化の方向の変化によって電圧が誘起される検出コイルを設けてもよい。また、筒体 1 0, 2 0, 3 0, 4 0 に、筒体の軸方向と平行な方向に沿った磁場を発生させる励磁コイルを設けてもよい。

[0068] ・図 1 4 に、圧力センサの他の実施形態を示す。この圧力センサは、円筒状であって、外径及び内径が一定の筒体 9 0 を備える。筒体 9 0 は、磁歪材からなる。筒体 9 0 には、その一方の端部から、排気通路内の排気ガスが導入される。筒体 9 0 の他方の端部は、閉塞されているか、又は、閉塞部を有する別の配管に接続されている。排気通路内の圧力が上昇するに伴い筒体 9

0内の圧力が上昇すると、筒体90が拡張する方向に膨張する。筒体90全体としては、主に周方向の引っ張り応力を受ける。これにより、筒体90の磁化（磁束）の方向が変化して、検出部100に電圧が誘起される。検出部100は、誘起電圧に応じた電気信号を検出回路（図示略）に出力する。

[0069] 次に、上記各実施形態及び変形例から把握できる技術的思想について、それらの効果とともに以下に追記する。

（a）磁歪材から形成され、内側を流れる流体の圧力の変化に伴い変形する筒体と、前記筒体の外周面に巻かれた検出コイルと、を備える圧力センサ。

[0070] 上記構成によれば、流体の圧力の変化に伴い筒体が歪んだとき、その筒体の歪みによる磁場の変化を検出コイルによって検出することができる。このため、流体の圧力変化を直接的に検知することができる。

[0071] 本発明は、例示したものに限定されるものではない。例えば、開示した特定の実施形態の全ての特徴が本発明にとって必須であると解釈されるべきでなく、本発明の主題は、開示した特定の実施形態のすべての特徴よりも少ない特徴に存在することがある。

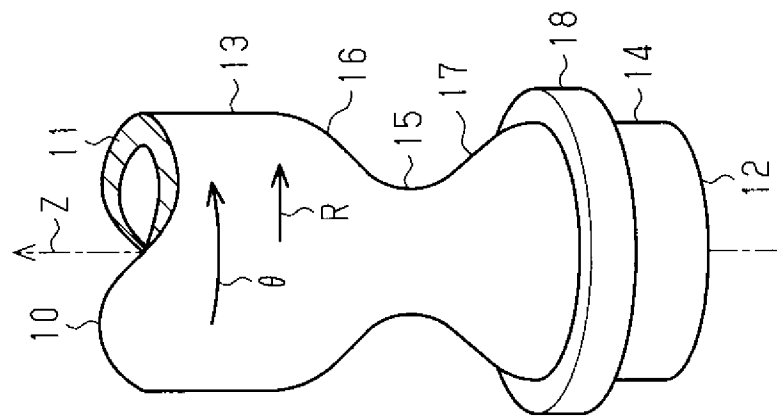
符号の説明

[0072] 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70…筒体、11, 21, 31, 41, 51, 61, 71…周壁部、12, 22, 32, 42, 52…導入口、18, 28, 38, 48…磁場発生部、54…磁場発生部としての励磁コイル、43, 74…段差面、45, 64…突出部、100…検出部。

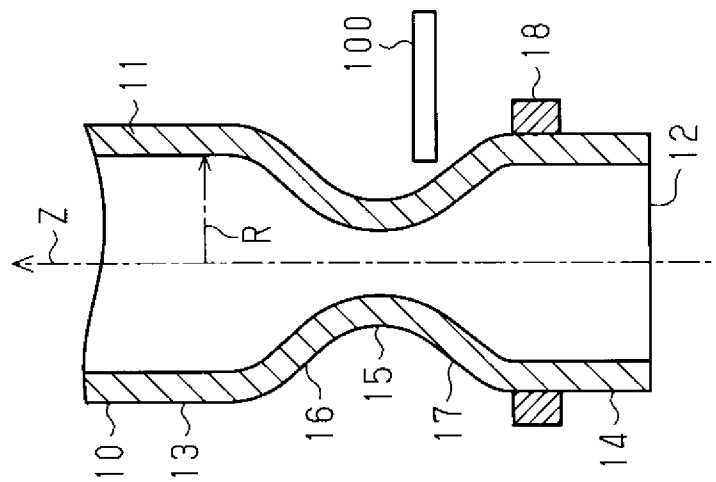
請求の範囲

- [請求項1] 磁歪材から形成され、内側を流れる流体の圧力で変形する筒体と、
前記筒体の歪みによる磁場の変化を検知する検出部と、を備え、
前記筒体は、当該筒体の軸方向において湾曲又は屈曲した周壁部を
備える
圧力センサ。
- [請求項2] 前記筒体の周壁部は一定の厚さを有し、前記筒体の軸方向における
前記周壁部の一部が前記筒体の径方向内側又は径方向外側に突出して
いる
請求項 1 に記載の圧力センサ。
- [請求項3] 前記筒体の周壁部の厚さが当該筒体の軸方向に沿って変化する
請求項 1 に記載の圧力センサ。
- [請求項4] 磁歪材から形成され、内側を流れる流体の圧力で変形する筒体と、
前記筒体の磁場の変化を検知する検出部と、を備え、
前記筒体の周壁部には、当該筒体の軸方向と交差する段差面を備え
る
圧力センサ。
- [請求項5] 前記筒体の外周に設けられるとともに、磁束の方向が当該筒体の軸
方向と平行な方向を含む磁場を発生させる磁場発生部を備える
請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の圧力センサ。

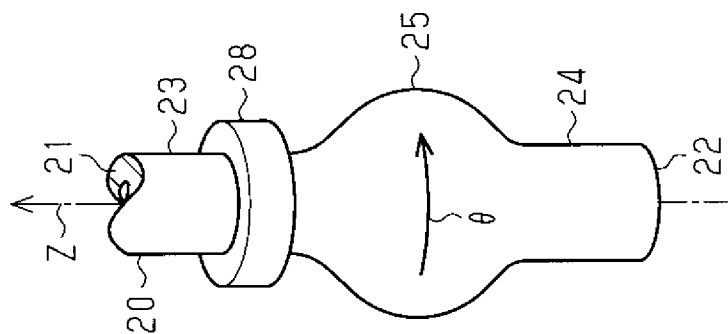
[図1]



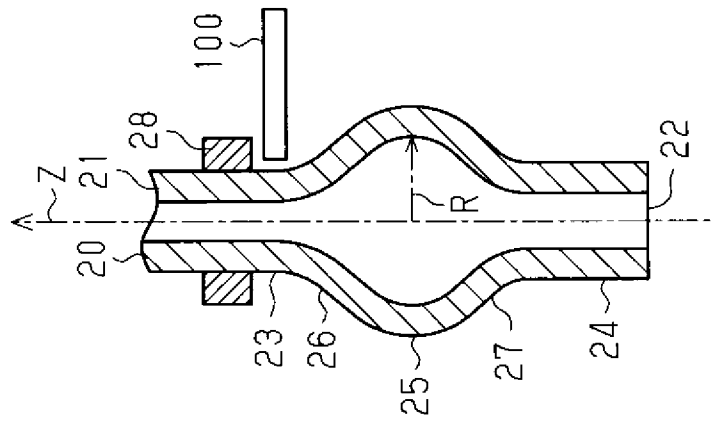
[図2]



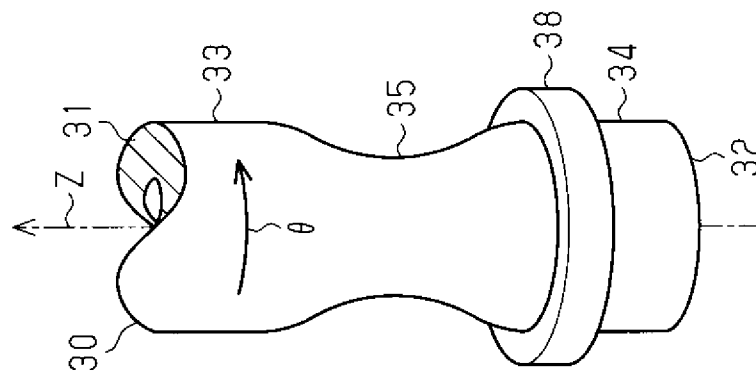
[図3]



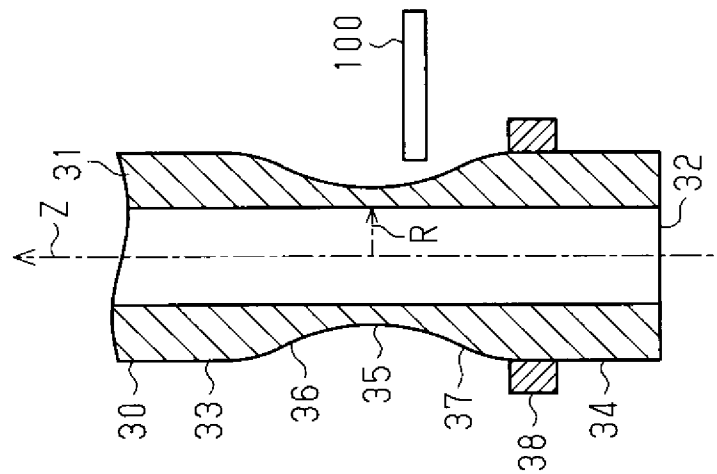
[図4]



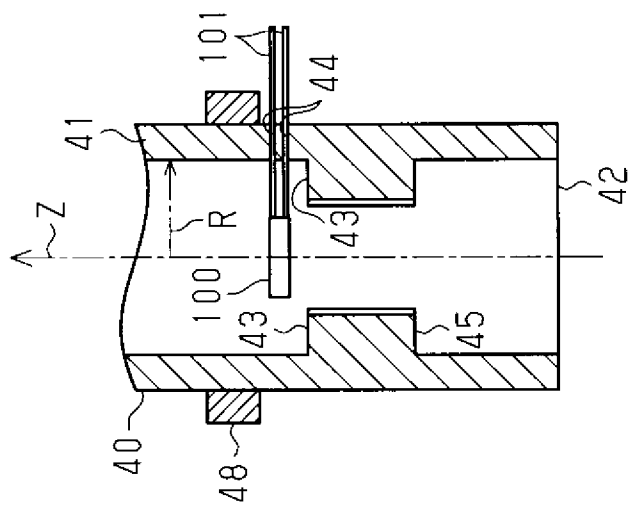
[図5]



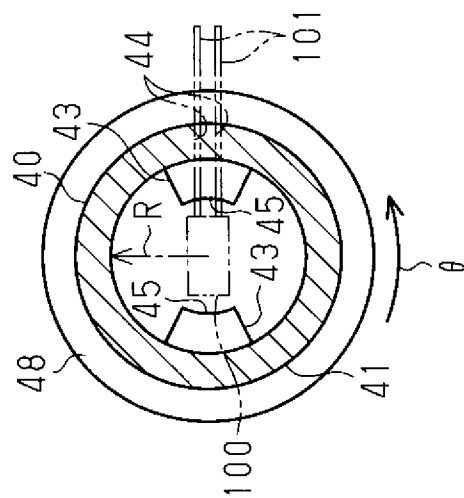
[図6]



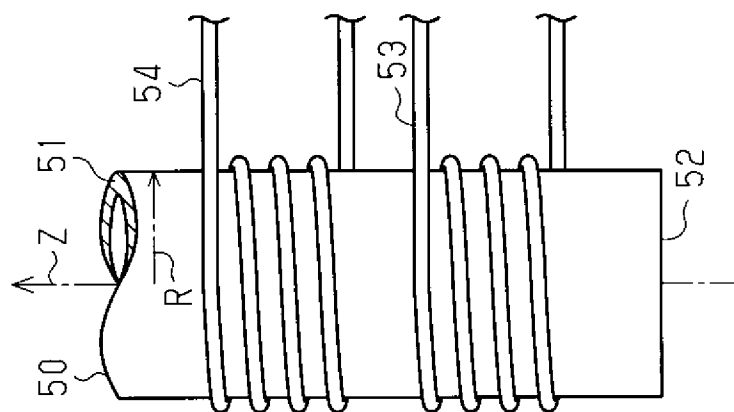
[図7]



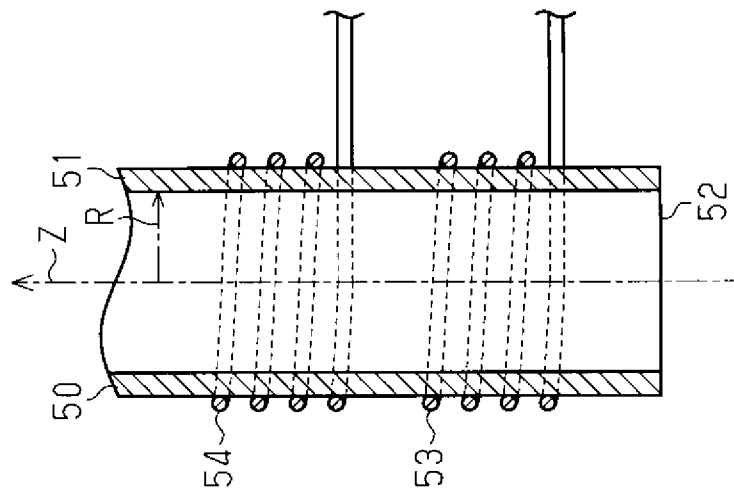
[図8]



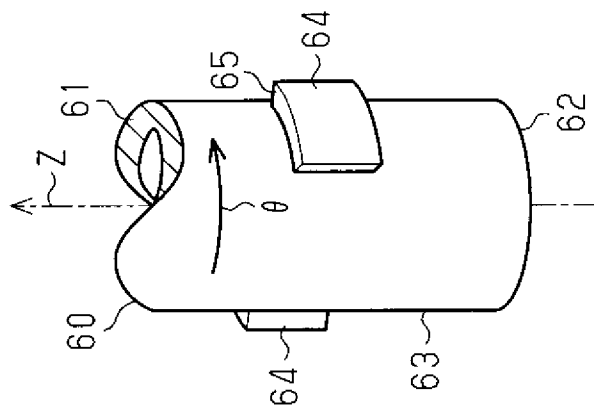
[図9]



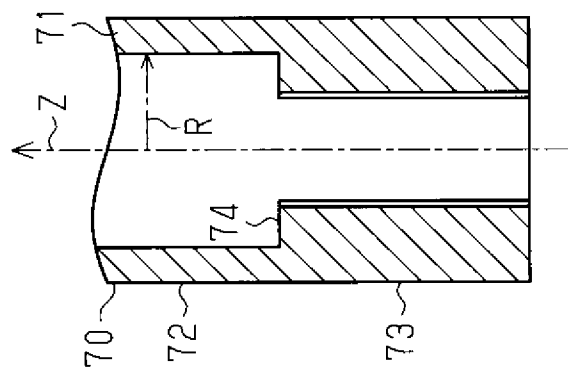
[図10]



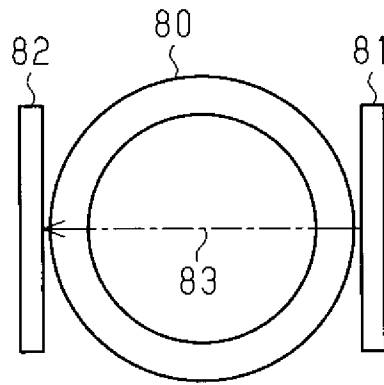
[図11]



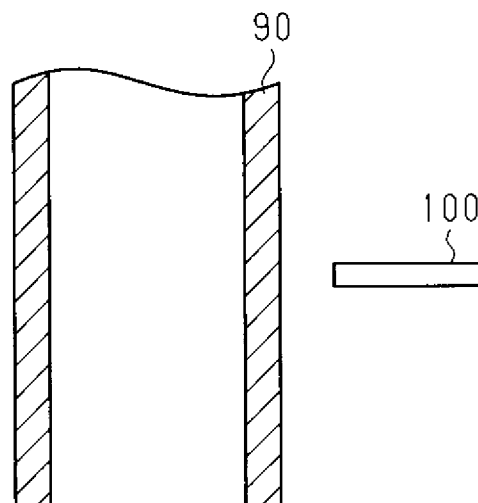
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/059021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L9/16(2006.01)i, G01L7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01L9/16, G01L7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 6-180262 A (Yaskawa Electric Corp.), 28 June 1994 (28.06.1994), fig. 1, 3 (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 April 2016 (07.04.16)

Date of mailing of the international search report
19 April 2016 (19.04.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L9/16(2006.01)i, G01L7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L9/16, G01L7/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	J P 6-180262 A（株式会社安川電機） 1994.06.28【図1】【図3】（ファミリー無し）	1-5

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- | | |
|---|---|
| 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの | 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの |
| 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの | 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの |
| 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） | 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

07.04.2016

国際調査報告の発送日

19.04.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216