

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-27783
(P2024-27783A)

(43)公開日 令和6年3月1日(2024.3.1)

(51)国際特許分類		F I		テーマコード (参考)	
G 0 1 F	1/00 (2022.01)	G 0 1 F	1/00	G	2 F 0 3 0
G 0 1 F	1/684(2006.01)	G 0 1 F	1/684	Z	2 F 0 3 5
G 0 5 D	7/06 (2006.01)	G 0 5 D	7/06	Z	5 H 3 0 7
G 0 1 F	1/48 (2006.01)	G 0 1 F	1/48		

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全14頁)

(21)出願番号	特願2022-130880(P2022-130880)	(71)出願人	000127961 株式会社堀場エステック 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町1 1 番地 5
(22)出願日	令和4年8月19日(2022.8.19)	(74)代理人	100121441 弁理士 西村 竜平
		(74)代理人	100154704 弁理士 齊藤 真大
		(74)代理人	100206151 弁理士 中村 惇志
		(74)代理人	100218187 弁理士 前田 治子
		(72)発明者	小林 正樹 京都府京都市南区上鳥羽鉾立町1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内

最終頁に続く

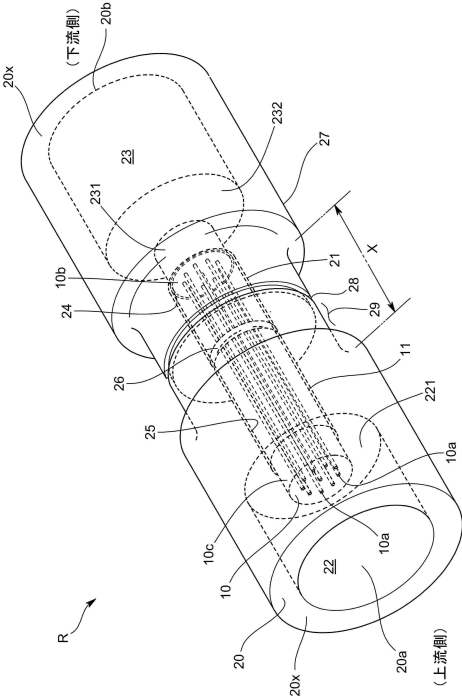
(54)【発明の名称】 流体抵抗素子、流体制御装置、及び流体抵抗素子の製造方法

(57)【要約】

【課題】セラミック製の流体抵抗素子によるメリットを享受しつつ、その流体抵抗素子を流路に固定できるようにする。

【解決手段】1又は複数の抵抗流路1 0 aを有するセラミック製の流路形成部材1 0と、流路形成部材1 0の外周面1 1を覆う金属製の被覆部材2 0とを備え、被覆部材2 0の内周面2 5に、流路形成部材1 0の外周面1 1に向かって膨出する膨出部2 6が設けられているようにした。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 又は複数の抵抗流路を有するセラミック製の流路形成部材と、
前記流路形成部材の外周面を覆う金属製の被覆部材とを備え、
前記被覆部材の内周面に、前記流路形成部材の外周面に向かって膨出する膨出部が設けられていることを特徴とする流体抵抗素子。

【請求項 2】

前記膨出部が、前記被覆部材の内周面の周方向に沿って形成されている、請求項 1 記載の流体抵抗素子。

【請求項 3】

前記被覆部材の外周面に、前記流路形成部材の外周面に向かって径方向内側に窪む凹部が設けられている、請求項 1 又は 2 記載の流体抵抗素子。

【請求項 4】

前記被覆部材が、筒状をなすとともに、前記流路形成部材を収容する収容空間を有し、前記収容空間を形成している軸方向に沿った所定領域が、軸方向に沿ったその他の領域に比べて薄肉である、請求項 1 乃至 3 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子。

【請求項 5】

前記被覆部材が、前記流路形成部材よりも下流側に設けられて、前記抵抗流路を通過した流体が導かれる下流側流路を有し、

前記下流側流路が、前記流路形成部材の外径よりも流路径が小さい小径部を有している、請求項 1 乃至 4 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子。

【請求項 6】

前記下流側流路が、前記小径部よりも下流側に設けられて、上流側から下流側に向かって流路径が広がる拡径部を有する、請求項 5 記載の流体抵抗素子。

【請求項 7】

前記被覆部材が、前記流路形成部材よりも上流側に設けられて、上流側から下流側に向かって流路径が縮まる縮径部を有する、請求項 1 乃至 6 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子。

【請求項 8】

前記被覆部材の軸方向両端部が、別の管部材に溶接される溶接箇所である、請求項 1 乃至 7 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子。

【請求項 9】

流体が流れる流路に設けられた請求項 1 乃至 8 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子と、

前記流路における前記流体抵抗素子の上流側及び下流側に設けられた上流側圧力センサ及び下流側圧力センサと、

前記流路に設けられた流量調整弁とを備える流体制御装置。

【請求項 10】

流体が流れる流路に設けられた請求項 1 乃至 8 のうち何れか一項に記載の流体抵抗素子と、

前記流路における上流側及び下流側をつなぐセンサ流路と、

前記センサ流路に設けられた上流側電気抵抗素子及び下流側電気抵抗素子と、

前記流路に設けられた流量調整弁とを備える流体制御装置。

【請求項 11】

複数の前記流体抵抗素子が、前記流路に直列又は並列に設けられている、請求項 9 又は 10 記載の流体制御装置。

【請求項 12】

前記複数の流体抵抗素子が、抵抗値の互いに異なるものである、請求項 11 記載の流体制御装置。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

1又は複数の抵抗流路を有するセラミック製の流路形成部材の外周面を、金属製の被覆部材により覆うステップと、

前記被覆部材を径方向外側から力をかけてかしめることにより、前記被覆部材に対して流路形成部材を固定するステップとを備えることを特徴とする流体抵抗素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体抵抗素子、この流体抵抗素子を備えた流体制御装置、及び流体抵抗素子の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の流体抵抗素子としては、特許文献1に示すように、円柱状のセラミックに非常に細い複数本の抵抗流路を形成したものがある。

【0003】

こうしたセラミック製の流体抵抗素子は、従来の金属製のものに比べて、熱膨張率がゼロに近い、硬度が高い、耐熱性及び耐食性に優れているなどの物性を有しており、特に小流量制御時における流量を精度良く測定することが可能である。

【0004】

しかしながら、セラミックが殆ど変形しないという物性面から、セラミック製の流体抵抗素子を流路に固定することが難しいといった課題がある。なお、特許文献1には、円柱状のセラミックを円筒状の金属に対してしまり嵌めやすきま嵌めなどする態様が挙げられてはいるものの、これらの固定方法はどれも技術的に難しく、現実的に採用するには課題が多い。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開WO2021/095492号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

そこで本発明は、上記問題点を一挙に解決すべくなされたものであって、セラミック製の流体抵抗素子によるメリットを享受しつつ、その流体抵抗素子を流路に固定できるようにすることをその主たる課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

すなわち、本発明に係る流体抵抗素子は、1又は複数の抵抗流路を有するセラミック製の流路形成部材と、前記流路形成部材の外周面を覆う金属製の被覆部材とを備え、前記被覆部材の内周面に、前記流路形成部材の外周面に向かって膨出する膨出部が設けられていることを特徴とするものである。

【0008】

このように構成された流体抵抗素子によれば、流路形成部材がセラミック製であるので、熱膨張率がゼロに近い、硬度が高い、耐熱性及び耐食性に優れているなどといったセラミックならではのメリットを享受することができる。

しかも、被覆部材の内周面に設けられている膨出部を、金属製の被覆部材を径方向外側から力を加えてかしめることにより形成することで、被覆部材に対して流路形成部材を固定することができ、この金属製の被覆部材を例えば別の管部材に溶接等により固定することで、流体抵抗素子を流路の所望箇所に固定させることができる。

【0009】

前記膨出部が、前記被覆部材の内周面の周方向に沿って形成されていることが好ましい。

10

20

30

40

50

このような構成によれば、被覆部材に対して流路形成部材をより確実に固定させることができる。

【0010】

前記被覆部材の外周面に、前記流路形成部材の外周面に向かって径方向内側に窪む凹部が設けられていることが好ましい。

このように、被覆部材の外周面に凹部を設けることにより、被覆部材の内周面に上述した膨出部を形成することができ、被覆部材に対して流路形成部材を固定させることができる。

【0011】

前記被覆部材が、筒状をなすとともに、前記流路形成部材を収容する収容空間を有し、前記収容空間を形成している軸方向に沿った所定領域が、軸方向に沿ったその他の領域に比べて薄肉であることが好ましい。

このような構成であれば、収容空間を形成している所定領域をその他の領域よりも薄肉にしてあるので、どの辺りに流路形成部材が収容されているかを一見して把握することができるし、薄肉にすることで、この所定領域をかしめ易くすることができ、作業性の向上を図れる。

【0012】

前記被覆部材が、前記流路形成部材よりも下流側に設けられて、前記抵抗流路を通過した流体が導かれる下流側流路を有し、前記下流側流路が、前記流路形成部材の外径よりも流路径が小さい小径部を有していることが好ましい。

これならば、被覆部材に挿入した流路形成部材が小径部に間えるので、流路形成部材の下流側への抜け等を防ぐことができる。

【0013】

前記下流側流路が、前記小径部よりも下流側に設けられて、上流側から下流側に向かって流路径が広がる拡径部を有することが好ましい。

これならば、抵抗流路を通過した流体の圧力を拡径部で一様にしてから下流に導くことができるので、流量をより精度良く測定することができる。

【0014】

前記被覆部材が、前記流路形成部材よりも上流側に設けられて、上流側から下流側に向かって流路径が縮まる縮径部を有することが好ましい。

これならば、縮径部が流路形成部材を挿入する際のガイドとして機能するので、作業性の向上を図れる。

【0015】

流体抵抗素子を流路の所望箇所に固定するためには、前記被覆部材の軸方向両端部が、別の管部材に溶接される溶接箇所であることが好ましい。

【0016】

また、本発明に係る流体制御装置は、流体が流れる流路に設けられた上述の流体抵抗素子と、前記流路における前記流体抵抗素子の上下流側に設けられた上下流側圧力センサ及び下流側圧力センサと、前記流路に設けられた流量調整弁とを備えることを特徴とするものである。

さらに、本発明に係る別の流体制御装置は、流体が流れる流路に設けられた上述の流体抵抗素子と、前記流路における上下流側及び下流側をつなぐセンサ流路と、前記センサ流路に設けられた上下流側電気抵抗素子及び下流側電気抵抗素子と、前記流路に設けられた流量調整弁とを備えることを特徴とするものである。

このように構成された差圧式の流体制御装置や熱式の流体制御装置であれば、上述した流体抵抗素子を備えているので、本発明に係る流体抵抗素子と同様の作用効果を奏し得る。

【0017】

より具体的な実施としては、複数の前記流体抵抗素子が、前記流路に直列又は並列に設けられている態様を挙げることができる。

【0018】

前記複数の流体抵抗素子が、抵抗値の互いに異なるものであることが好ましい。

これならば、複数の流体抵抗素子を用いて種々の抵抗値を得ることができる。

【0019】

また、本発明に係る流体抵抗素子の製造方法は、1又は複数の抵抗流路を有するセラミック製の流路形成部材の外周面を、金属製の被覆部材により覆うステップと、前記被覆部材を径方向外側から力をかけてかしめることにより、前記被覆部材に対して流路形成部材を固定するステップとを備えることを特徴とする方法である。

このような製造方法であれば、上述した流体抵抗素子と同様の作用効果を得ることができ、セラミック製の流体抵抗素子によるメリットを享受しつつ、その流体抵抗素子を流路の所望箇所に固定させることができる。

10

【発明の効果】

【0020】

このように構成した本発明によれば、流路形成部材がセラミック製であることによる種々のメリットを享受しつつ、流体抵抗素子を流路の所望箇所に固定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態における流体制御装置の流体回路図。

【図2】同実施形態の流体制御装置の内部構造の一部を示す断面図。

【図3】同実施形態の流体抵抗素子の構成を示す模式図。

20

【図4】同実施形態の流体抵抗素子の構成を示す模式図。

【図5】同実施形態のかしめることを説明するための模式図。

【図6】その他の実施形態における流体抵抗素子の配置を示す模式図。

【図7】その他の実施形態における流体抵抗素子の配置を示す模式図。

【図8】その他の実施形態における保持ブロックの構成を示す模式図。

【図9】その他の実施形態における流体制御装置の流体回路図。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、本発明に係る流体抵抗素子の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0023】

30

本実施形態の流体抵抗素子は、例えば半導体製造に用いる材料ガス等の質量流量を制御する流体制御装置の構成要素の1つである。

【0024】

具体的にこの流体制御装置100は、図1に流体回路図を、図2に内部構造の一部を示すように、制御対象である流体を流す内部流路Lと、内部流路L上に設けられた流量調整弁Vと、この流量調整弁Vよりも下流側に設けられ、当該内部流路Lを流れる流体の流量を測定する流量測定機構Xと、この流量測定機構Xによる測定流量が予め定めた目標流量になるように流量調整弁Vを制御する制御回路C1とを備えている。

【0025】

流量測定機構Xは、差圧式のものであり、図1に示すように、内部流路Lの上流側に設けられた上流側圧力センサPaと、上流側圧力センサPaよりも下流側に設けられた下流側圧力センサPbと、内部流路Lにおける上流側圧力センサPa及び下流側圧力センサPbとの間に設けられ圧力差を生じさせる流体抵抗素子Rと、上流側圧力センサPa及び下流側圧力センサPbによる圧力計測値と流体抵抗素子Rの抵抗値とに基づいて、内部流路Lを流れる流体の流量を算出する流量算出回路C2とを具備している。

40

【0026】

本実施形態では、流体抵抗素子Rが特徴的であるので、以下に詳述する。

【0027】

流体抵抗素子Rは、図2～図4に示すように、流体が流れる時の抵抗となるものであり、具体的には抵抗となる流路10a（以下、抵抗流路10aとも言う。）を有するセラミ

50

ック製の流路形成部材 10 と、この流路形成部材 10 の外周面 11 を覆う金属製の被覆部材 20 とを備えている。

【0028】

この流路形成部材 10 は、例えば石英、アルミナ、ジルコニア、又は窒化ケイ素などのセラミックから成形されたものであり、具体的には円柱状をなし、軸方向に沿って一乃至数百本程度の抵抗流路 10a が形成されている。ここでの流路形成部材 10 は、数 mm 程度（例えば 1.5 mm）の径寸法（外径）であり、数 mm～数十 mm 程度（例えば 7 mm）の長さ寸法（軸方向に沿った寸法）であるが、これらの寸法は適宜変更して構わない。

【0029】

抵抗流路 10a は、流路形成部材 10 を軸方向に貫通してなり、横断面円形状の直線状のものであって、例えば流路形成部材 10 の管軸上に形成されたものや、管軸周りに規則的に配置された複数のものなどを挙げることができる。ここでの抵抗流路 10a は、1 mm 未満であって数十 μm 程度（例えば 30 μm ）の径寸法（内径）であり、長さ寸法（軸方向に沿った寸法）は流路形成部材 10 と同じ数 mm～数十 mm 程度（例えば 7 mm）であるが、これらの寸法は適宜変更して構わない。

【0030】

本実施形態では、抵抗流路 10a の径寸法に対する長さ寸法の比率であるアスペクト比が 200 以上であり、より好ましくは 300 以上である。なお、本流体抵抗素子 R の抵抗値は、このアスペクト比や抵抗流路 10a の本数に基づいて定まる。

【0031】

被覆部材 20 は、例えばステンレスやニッケル系合金などの少なくともセラミックよりも硬度の低い金属からなるものである。

【0032】

この被覆部材 20 は、図 3 及び図 4 に示すように、筒状をなし、流路形成部材 10 の外周面 11 の全体を覆うものであり、言い換えれば、流路形成部材 10 を収容するものである。

【0033】

より具体的に説明すると、被覆部材 20 は、図 4 に示すように、流路形成部材 10 を収容する収容空間 21 と、収容空間 21 よりも上流側の上流側流路 22 と、収容空間 21 よりも下流側の下流側流路 23 とを有している。

【0034】

収容空間 21 は、流路形成部材 10 の少なくとも一部を収容する空間であり、流路形成部材 10 の外径よりも若干大きい内径を有する。

【0035】

本実施形態の収容空間 21 は、流路形成部材 10 の中央部から下流側端部 10b までを収容空間 21 に収容させるとともに、流路形成部材 10 の上流側端部 10c を収容空間 21 から上流側にはみ出させている。

【0036】

ただし、流路形成部材 10 の中央部から上流側端部 10c までを収容空間 21 に収容させるとともに、流路形成部材 10 の下流側端部 10b を収容空間 21 から下流側にはみ出させても良いし、流路形成部材 10 の中央部のみを収容空間 21 に収容させるとともに、流路形成部材 10 の上流側端部 10c 及び下流側端部 10b を収容空間 21 からはみ出させても良い。また、収容空間 21 としては、流路形成部材 10 の全体を収容する空間であっても良い。

【0037】

上流側流路 22 は、被覆部材 20 の上流側開口 20a と収容空間 21 とを連通しており、この上流側流路 22 を介して流路形成部材 10 が収容空間 21 に挿入される。

【0038】

この上流側流路 22 は、収容空間 21 の内径よりも大きい流路径を有し、ここでは収容空間 21 の軸方向に沿った長さよりも長い流路長を有している。

10

20

30

40

50

【0039】

本実施形態の上流側流路22は、上流側から下流側に向かって流路徑が縮まる縮径部221を有しており、この縮径部221の下流端が収容空間21に開口している。つまり、被覆部材20の内周面25のうち、縮径部221を形成する部分は、上流側から収容空間21に向かって徐々に拡張するテーパ状をなす。

【0040】

下流側流路23は、被覆部材20の下流側開口20bと収容空間21を連通しており、流路形成部材10の抵抗流路10aを通過した流体が導かれる。

【0041】

この下流側流路23は、上流端が収容空間21に開口する小径部231を有しており、この小径部231は、流路形成部材10の外径よりも小さい流路徑を有する。

10

【0042】

かかる構成により、小径部231の上流側開口の径方向外側には、収容空間21に収容された流路形成部材10の下流側端面が当接する当接面24が形成される。

【0043】

そして、この当接面24に流路形成部材10が当てることにより、流路形成部材10が収容空間21から下流側流路23への抜けてしまうことを防ぐことができる。

【0044】

さらに、本実施形態の下流側流路23は、小径部231よりも下流側に設けられて、上流側から下流側に向かって流路徑が広がる拡張部232を有する。つまり、被覆部材20の内周面25のうち、拡張部232を形成する部分は、小径部231から下流側に向かって徐々に拡張するテーパ状をなす。

20

【0045】

本実施形態では、上述した上流側流路22の流路長と下流側流路23の流路長とは互いに等しく、本実施形態の被覆部材20の外観形状は、軸方向の中心を対称軸とした対称形状をなす。ただし、上流側流路22の流路長や下流側流路23の流路長は、これに限らず適宜変更して構わないし、被覆部材20の外観形状も、非対称形状にするなど、適宜変更して構わない。

【0046】

然して、この被覆部材20をかしめることにより、被覆部材20の内周面25には、流路形成部材10の外周面11に向かって膨出する膨出部26が設けられるとともに、被覆部材20の外周面27には、流路形成部材10の外周面11に向かって径方向内側に窪む凹部28が設けられている。なお、かしめるとは、図5に示すように、被覆部材20に半径方向から力をかけて変形させることである。

30

【0047】

より詳細に説明すると、本実施形態の被覆部材20は、図3及び図4に示すように、上述した収容空間21を形成している軸方向に沿った所定領域Xが、軸方向に沿ったその他の領域に比べて薄肉である。これにより、収容空間21が軸方向のどの辺りに形成されているか、言い換えれば、流路形成部材10がどの辺りに収容されているかを把握することができる。

40

【0048】

本実施形態では、所定領域Xの全周が薄肉であり、言い換えれば、所定領域Xが周方向の全周に亘り、他の領域に比べて径方向内側に窪ませた窪み部29として形成されている。

【0049】

かかる構成において、本実施形態では、被覆部材20の周方向における全周をかしめており、これにより、膨出部26が、被覆部材20の内周面25の周方向における全周に亘り形成されるとともに、凹部28が、被覆部材20の外周面27の周方向における全周に亘り形成させられている。

【0050】

50

より具体的には、上述した薄肉の所定領域 X の全周をかしめており、これにより、膨出部 26 が、收容空間 21 を形成する内周面に形成されるとともに、凹部 28 が、上述した所定領域 X に形成されている。

この膨出部 26 は、流路形成部材 10 の外周面 11 に密着するとともに、流路形成部材 10 を径方向外側から締め付けるようにして保持するものである。

【0051】

すなわち、本実施形態の流体抵抗素子 R は、抵抗流路 10 a を有するセラミック製の流路形成部材 10 の外周面 11 を、金属製の被覆部材 20 により覆い、この被覆部材 20 を径方向外側から力をかけてかしめることにより、被覆部材 20 に対して流路形成部材 10 を固定することで製造されたものである。

【0052】

かかる構成において、本実施形態の被覆部材 20 は、図 2 に示すように、軸方向両端部 20 x に別の管部材 Z1、Z2 が連結されるとともに、これらの管部材 Z1、Z2 に対して固定されるものであり、これらの管部材 Z1、Z2 とともに、内部流路 L を形成する。

【0053】

より具体的に説明すると、被覆部材 20 の軸方向両端部 20 x は、別の管部材 Z1、Z2 に溶接される溶接箇所であり、これらの溶接箇所それぞれに別の管部材 Z1、Z2 を溶接することで、被覆部材 20 の上流側開口 20 a が別の管部材 Z1 の下流側開口と連通するとともに、被覆部材 20 の下流側開口 20 b がさらに別の管部材 Z2 の上流側開口と連通して、内部流路 L が形成される。

【0054】

本実施形態の被覆部材 20 は、図 2 に示すように、熱伝導率の良いアルミニウム等の伝熱部材 30 で覆われており、上述した抵抗流路 10 a を流れる流体の温度を周囲に伝わりやすくしてある。そして、この被覆部材 20 の近傍には、抵抗流路 10 a を流れる流体の温度を検出する温度センサ T が設けられている。

【0055】

このように構成された本実施形態の流体抵抗素子 R によれば、流路形成部材 10 がセラミック製であるので、高い寸法精度で加工することができ、均一の抵抗特性を有する流体抵抗素子 R を安定して製作することが可能となる。具体的には、例えば内部に抵抗流路 10 a を形成した長尺な（例えば 1 m）セラミックを同じ長さ（例えば数 mm 程度）に切断した 1 つ 1 つを流路形成部材 10 とすることで、均一の抵抗特性を有する流体抵抗素子 R をいくつも製作することができる。一方で、切断する長さを変えれば、種々の抵抗特性を有する流体抵抗素子 R を簡単に製作することができるので、例えば種々のモデル設計に資する。しかも、流路形成部材 10 がセラミック製であるので、抵抗流路 10 a を潰すことなく内部流路 L に挿入することができ、さらに金属製のものに比べて、低熱膨張率、高耐食性、及び低価格といったメリットもある。なおかつ、抵抗流路 10 a の本数を変えることにより抵抗特性を変えることができるので、例えば超低流量測定にも用いることができる。加えて、抵抗流路 10 a を円管状に加工することができるので、流体の流れが理想的な流れとなり、種々のシミュレーションを簡素化できる。

【0056】

このように、セラミックを用いて抵抗流路 10 a を形成することによる種々のメリットを享受しつつも、被覆部材 20 の内周面 25 に設けられている膨出部 26 を、金属製の被覆部材 20 を径方向外側から力を加えてかしめることにより形成しているので、被覆部材 20 に対して流路形成部材 10 を固定することができ、この金属製の被覆部材 20 を例えば別の管部材 Z1、Z2 に溶接等により固定することで、流体抵抗素子 R を流路の所望箇所に固定させることができる。

【0057】

また、膨出部 26 が被覆部材 20 の内周面 25 の周方向における全周に亘り形成されているので、被覆部材 20 に対して流路形成部材 10 を確実に固定させることができる。

【0058】

10

20

30

40

50

さらに、被覆部材 20 の收容空間 21 を形成している軸方向に沿った所定領域 X が、軸方向に沿ったその他の領域に比べて薄肉であるので、どの辺りに流路形成部材 10 が收容されているかを一見して把握することができるし、薄肉にすることで、この所定領域 X をかしめ易くすることができ、作業性の向上を図れる。

【0059】

そのうえ、下流側流路 23 が、流路形成部材 10 の外径よりも流路径が小さい小径部 231 を有しているので、被覆部材 20 に挿入した流路形成部材 10 が小径部 231 に支え、流路形成部材 10 の下流側への抜け等を防ぐことができる。

【0060】

加えて、下流側流路 23 が拡張部 232 を有するので、抵抗流路 10a を通過した流体の圧力を拡張部 232 で一様にしてから下流に導くことができ、流量をより精度良く測定することができる。

【0061】

さらに加えて、上流側流路 22 が縮径部 221 を有するので、縮径部 221 が流路形成部材 10 を挿入する際のガイドとして機能するので、作業性の向上を図れる。

【0062】

また、流体抵抗素子 R の製造中や持ち運び中などの取り扱い時には、流路形成部材 10 が被覆部材 20 で被覆されているので、流路形成部材 10 の汚染や損傷等のリスクを低減させることができる。

【0063】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

【0064】

例えば、膨出部 26 は、前記実施形態では被覆部材 20 の内周面 25 の全周に設けられていたが、内周面 25 の周方向における一部に設けられていても良い。具体的に膨出部 26 は、内周面 25 の周方向における半周以上に設けられていることが好ましく、内周面 25 の周方向における 3/4 周以上に設けられていることがより好ましい。

【0065】

また、前記実施形態では、被覆部材 20 の外周面 27 に凹部 28 が設けられていたが、かしめる部分を予め厚肉にしておくなどして、被覆部材 20 の外周面 27 に凹部 28 が設けられていなくても良い。

【0066】

前記実施形態では、被覆部材 20 の收容空間 21 を含む軸方向に沿った所定領域 X を薄肉にしていたが、この薄肉箇所は必ずしも設ける必要はなく、被覆部材 20 としては、例えば一端開口から他端開口に亘り同じ外径であっても良い。

【0067】

さらに、被覆部材 20 としては、図 6 に示すように、收容空間 21 の上流側及び下流側に流路形成部材 10 の端部が進入可能な空間 S が設けられていても良い。これらの空間 S は、上流側流路 22 や下流側流路 23 の一部をなす。

このような構成であれば、流路形成部材 10 を收容空間 21 に挿入する際に、上流側又は下流側への流路形成部材 10 の位置ずれを許容することができる。

【0068】

流体制御装置 100 としては、前記実施形態では単一の流体抵抗素子 R を備えるものであったが、図 7 に示すように、複数の流体抵抗素子 R を備えていても良い。

【0069】

その一例としては、図 7 (A) に示すように、複数の流体抵抗素子 R が直列に設けられている態様や、図 7 (B) に示すように、複数の流体抵抗素子 R が並列に設けられている態様を挙げることができる。

なお、かかる構成において、複数の流体抵抗素子 R は、互いに異なる抵抗を有するものであっても良いし、互いに等しい抵抗を有するものであっても良い。

【0070】

このように複数の流体抵抗素子 R を用いる場合、流体制御装置 100 としては、図 8 に示すように、複数の流体抵抗素子を一体的に保持する保持ブロック B を備えていても良い。

この保持ブロック B は、流体抵抗素子 R が挿入される複数の素子挿入孔 h1 が設けられており、これらの素子挿入孔 h1 に流体抵抗素子 R を挿入した後、それぞれの被覆部材 20 に別の管部材（不図示）を溶接などにより連結することで、流体抵抗素子 R が流路の所望箇所に固定される。なお、ここでの保持ブロック B は、温度センサ（不図示）が取り付けられる温度センサ取付孔 h2 も設けられている。

【0071】

そのうえ、流路形成部材 10 は、前記実施形態では円柱状のものであったが、仮に流路の横断面が三角形、四角形、又は多角形であれば、これらの形状に対応させて流路形成部材 10 も横断面が三角形、四角形、又は多角形の柱状のものであっても良い。この場合、被覆部材 20 も流路の横断面形状に対応させて、横断面が三角形、四角形、又は多角形の筒状のものであっても良い。

【0072】

流体制御装置 100 としては、流量調整弁 V のないフローメータ（流量測定器）など、他の機器ユニットでも構わない。

【0073】

前記実施形態においては、流体抵抗素子 R として圧力式の流体制御装置 100 を構成するものとしていたが、図 9 に示すように、内部流路 L に熱式流量センサを設けた熱式の流体制御装置 100 を構成するものであっても良い。具体的にこの場合の流量測定機構 X は、内部流路 L に設けられた流体抵抗素子 R と、内部流路 L における上流側及び下流側をつなぐセンサ流路 Lb と、センサ流路 Lb に設けられた上流側電気抵抗素子 T1 及び下流側電気抵抗素子 T2 と、これらの電気抵抗素子 T1、T2 から出力される値に基づいて流体の流量を算出する流量算出回路 C2 とから構成してある。

【0074】

その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

【符号の説明】

【0075】

100・・・流体制御装置
L・・・内部流路
Pa・・・上流側圧力センサ
Pb・・・下流側圧力センサ
R・・・流体抵抗素子
10・・・流路形成部材
11・・・外周面
10a・・・抵抗流路
20・・・被覆部材
21・・・収容空間
22・・・上流側流路
221・・・縮径部
23・・・下流側流路
231・・・小径部
232・・・拡径部
20a・・・上流側開口
20b・・・下流側開口
24・・・当接面
25・・・内周面
26・・・膨出部

10

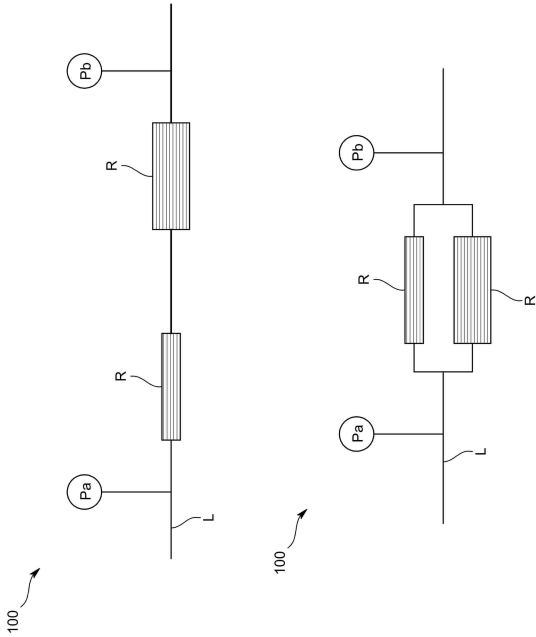
20

30

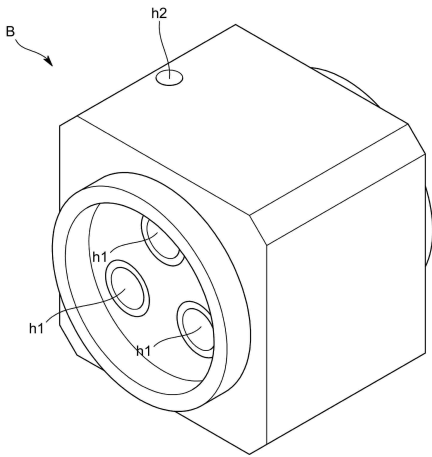
40

50

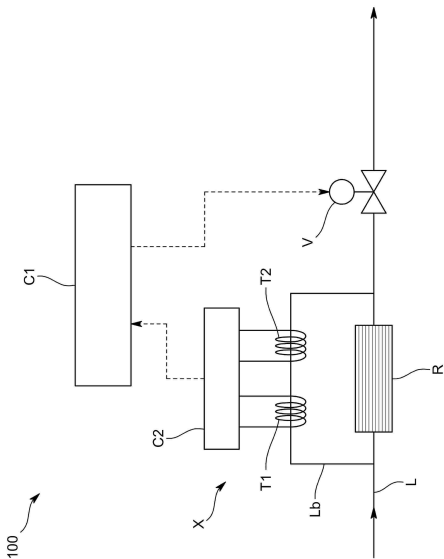
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 安田 忠弘
京都府京都市南区上鳥羽鉾立町 1 1 番地 5 株式会社堀場エステック内
F ターム (参考) 2F030 CA04 CF08
2F035 EA00
5H307 AA02 BB01 DD13 EE02 FF03 FF06 FF12