

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7415412号
(P7415412)

(45)発行日 令和6年1月17日(2024.1.17)

(24)登録日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 F 1/684(2006.01) G 0 1 F 1/684 B
G 0 1 F 1/684 C

請求項の数 5 (全16頁)

(21)出願番号	特願2019-185006(P2019-185006)	(73)特許権者	000002945 オムロン株式会社 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地
(22)出願日	令和1年10月8日(2019.10.8)	(74)代理人	110002860 弁理士法人秀和特許事務所
(65)公開番号	特開2021-60298(P2021-60298A)	(72)発明者	中尾 秀之 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(72)発明者	亀井 誠 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内
審査請求日	令和4年8月17日(2022.8.17)	(72)発明者	山本 克行 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南 不動堂町801番地 オムロン株式会社内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 流量測定装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流路に配置され、前記流路を流れる流体の流量に応じて変化する該流体の流れ方向の温度差に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記流量を検出する流量検出部と、前記流路において前記流量検出部を覆う被覆部材と、を備え、

前記被覆部材は、

前記流量検出部が配置される部分よりも上流側に設けられ、前記被覆部材の外部の前記流路から前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分へ流体が流入可能な流入孔と、

前記流量検出部よりも下流側に設けられ、前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分から前記被覆部材の外部の前記流路へ流体が流出可能な流出孔と、を有し、

前記流量検出部が配置される部分よりも上流側の前記被覆部材の外側面は、前記流入孔の入口方向へ傾斜する傾斜面を有しており、

前記流入孔から流入した流体の流れる向きを、前記流量検出部が配置される部分の方向へ整流する整流部材を備え、

前記整流部材は、前記流入孔の出口に設けられ、前記流入孔の出口から前記流量検出部が配置される部分へ向かう方向に沿う平面を有する、

流量測定装置。

【請求項2】

10

20

前記流入孔は、流体の流れる方向に対して直交する方向に二つ設けられ、
前記整流部材は、二つの前記流入孔の夫々の出口の間に設けられる、
請求項 1 に記載の流量測定装置。

【請求項 3】

流路に配置され、前記流路を流れる流体の流量に応じて変化する該流体の流れ方向の温度差に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記流量を検出する流量検出部と、前記流路において前記流量検出部を覆う被覆部材と、を備え、

前記被覆部材は、

前記流量検出部が配置される部分よりも上流側に設けられ、前記被覆部材の外部の前記流路から前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分へ流体が流入可能な流入孔と、

前記流量検出部よりも下流側に設けられ、前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分から前記被覆部材の外部の前記流路へ流体が流出可能な流出孔と、を有し、前記流量検出部が配置される部分よりも上流側の前記被覆部材の外側面は、前記流入孔の入口方向へ傾斜する傾斜面を有しており、

前記流路は、側壁に凹部を有し、該凹部の上流側の側面が該凹部の底面へ向かって傾斜する傾斜面を有し、

前記被覆部材は、前記流路の該凹部の底面と対向する前記流路の部分に配置され、前記配置される部分から前記底面方向へ突出する凸部を有し、

前記流入孔は、前記凸部を貫通する孔を含む、

流量測定装置。

【請求項 4】

前記流路には、主流路と前記主流路から分岐した副流路とが含まれ、前記流量検出部が配置される前記流路は前記副流路である、

請求項 1 から 3 のうち何れか一項に記載の流量測定装置。

【請求項 5】

前記流量検出部が配置される前記流路とは別の第二流路に配置され、前記第二流路を流れる流体の特性に応じて変化する前記第二流路の温度に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記特性を検出する特性検出部を更に備え、

前記被覆部材は、前記特性検出部を囲み、前記特性検出部を前記第二流路において露出させた状態にする第二の孔を更に有する、

請求項 1 から 4 のうち何れか一項に記載の流量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流量測定装置に関する。

【背景技術】

【0002】

流路内を流れる流体の流量をフローセンサにより測定する技術が開示されている（例えば特許文献 1 - 3）。特許文献 1 には、熱式のフローセンサが備えるサーモパイルによって流路の温度分布情報を検出し、温度分布情報を基に流体の流量を算出する旨が開示されている。特許文献 2 には、電子化ガスメータ内の流路に流量センサと、整流器とが設置されることが開示されている。特許文献 3 には、第 1 基板と第 2 基板とを含む基板と、基板の上に設置された上部流路形成部材と、を備える熱式のフローセンサが開示されている。そして、上部流路形成部材の下面には、矩形の凹部が設けられ、凹部は、第 2 基板の上面との間に第 2 流路を形成し、また凹部には、外部に通じる流入口および流出口が設けられることが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特許第3658321号公報

【文献】特開2007-086085号公報

【文献】特開2012-141181号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

流路内を流れる流体の流量を熱式のフローセンサにより測定する場合、流路の温度分布を検出するセンサ素子が流路に露出した状態となるように当該フローセンサが配置される。しかしながら、このようにセンサ素子が配置されると、流路内を流れる流体に混ざる塵や埃といった不純物の影響によって、当該温度分布を検出するセンサ素子の出力が変動することが考えられる。すなわち、本発明者は、上記のようにフローセンサを配置する場合、流量測定の精度が低下することを見出した。

10

【0005】

本発明は、一側面では、このような実情を鑑みてなされたものであり、その目的は、流路を流れる不純物の影響によるセンサ素子の出力の変動を抑制する技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述した課題を解決するために、以下の構成を採用する。

【0007】

すなわち本発明の一側面に係る流量測定装置は、流路に配置され、前記流路を流れる流体の流量に応じて変化する該流体の流れ方向の温度差に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記流量を検出する流量検出部と、前記流路において前記流量検出部を覆う被覆部材と、を備え、前記被覆部材は、前記流量検出部が配置される部分よりも上流側に設けられ、前記被覆部材の外部の前記流路から前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分へ流体が流入可能な流入孔と、前記流量検出部よりも下流側に設けられ、前記被覆部材の内部であって前記流量検出部が配置される部分から前記被覆部材の外部の前記流路へ流体が流出可能な流出孔と、を有し、前記流量検出部が配置される部分よりも上流側の前記被覆部材の外側面は、前記流入孔の入口方向へ傾斜する傾斜面を有する。

20

【0008】

流量検出部が配置される場所に不純物が到達する場合、流量検出部が出力する流体の流れ方向の温度差に関する情報は変動することが考えられる。しかしながら、当該構成によれば、被覆部材を備えることで流路を流れる不純物が流量検出部に到達することは抑制される。よって、流量検出部からの出力の変動は抑制される。従って、流量の検出精度の低下は抑制される。また、被覆部材の内部に流路が設けられる場合、流量検出部が配置される場所近傍での流体の流れは整流化される。つまり、流量測定装置の感度は向上する。

30

【0009】

また、当該構成によれば、流体は被覆部材の外側面の傾斜面に沿って流路内を流れるため、流入孔の入口まで滑らかに誘導される。よって、流路内における乱流の発生は抑制される。従って、流路内において不純物が散乱することは抑制されるため、不純物が、流量検出部が配置される部分へ到達することは抑制される。ゆえに、流量検出部からの出力の変動は抑制される。また、当該傾斜面において不純物が堆積することは抑制される。よって、堆積した不純物が流路内で生じた乱流などにより散乱され、流量検出部に到達することは抑制される。従って、流量検出部からの出力の変動は抑制される。ゆえに、流量の検出精度の低下は抑制される。

40

【0010】

上記一側面に係る流量測定装置において、前記流入孔から流入した流体の流れの向きを、前記流量検出部が配置される部分の方向へ整流する整流部材を更に備え、前記整流部材は、前記流入孔の出口に設けられ、前記流入孔の出口から前記流量検出部が配置される部分へ向かう方向に沿う平面を有してもよい。

50

【 0 0 1 1 】

当該構成によれば、流入孔から被覆部材へ流入した流体は、整流部材の平面に沿って流量検出部が配置される部分へ向かうように整流される。よって、流量が低い場合における流量検出部の感度はより確実に向上する。

【 0 0 1 2 】

上記一側面に係る流量測定装置において、前記流入孔は、流体の流れる方向に対して直交する方向に二つ設けられ、前記整流部材は、二つの前記流入孔の夫々の出口の間に設けられてもよい。

【 0 0 1 3 】

当該構成によれば、流入孔の出口において、流体が流れる方向に対して直交する方向の、被覆部材内部の空間の断面積が急激に変化することは抑制される。よって、流入孔の出口近傍において乱流が発生することは抑制される。従って、流路内において不純物が散乱することは抑制されるため、不純物が流体に混ざり、流量検出部が配置される部分へ到達することは抑制される。従って、流量検出部からの出力の変動は抑制される。ゆえに、流量の検出精度の低下は抑制される。

10

【 0 0 1 4 】

上記一側面に係る流量測定装置において、前記流路は、側壁に凹部を有し、該凹部の上流側の側面が該凹部の底面へ向かって傾斜する傾斜面を有し、前記被覆部材は、前記流路の該凹部の底面と対向する前記流路の部分に配置され、前記配置される部分から前記底面方向へ突出する凸部を有し、前記流入孔は、前記凸部を貫通する孔を含んでもよい。

20

【 0 0 1 5 】

当該構成によれば、流体は凹部の傾斜面に沿って流路内を流れるため、滑らかに凹部を通過する。つまり、流体は、流入孔の入口まで滑らかに誘導される。よって、流路内における乱流の発生は抑制される。従って、流路内において不純物が散乱することは抑制されるため、不純物が、流量検出部が配置される部分へ到達することは抑制される。ゆえに、流量検出部からの出力の変動は抑制される。また、凹部の側面は傾斜面を有するため、当該側面において不純物が堆積することは抑制される。よって、堆積した不純物が流路内で生じた乱流などにより散乱され、流量検出部に到達することは抑制される。従って、流量検出部からの出力の変動は抑制される。ゆえに、流量の検出精度の低下は抑制される。

【 0 0 1 6 】

上記一側面に係る流量測定装置は、前記流路が、流体が流れる主流路から分岐した副流路のことであり、前記副流路に配置されてもよい。

30

【 0 0 1 7 】

当該構成によれば、主流路を流れる流体は、副流路を経由し、さらに被覆部材に設けられた流入孔を通過して流量検出部が配置される部分へ到達する。つまり、主流路を流れる流体は、被覆部材の内部へ直接流入していないため、当該流体に混ざる不純物が、流量検出部が配置される部分へ到達することは抑制される。よって、流量検出部からの出力の変動は抑制される。

【 0 0 1 8 】

上記一側面に係る流量測定装置において、前記流路とは別の第二流路に配置され、前記第二流路を流れる流体の特性に応じて変化する前記第二流路の温度に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記特性を検出する特性検出部を更に備え、前記被覆部材は、前記特性検出部を囲み、前記特性検出部を前記第二流路において露出させた状態にする第二の孔を更に有してもよい。

40

【 0 0 1 9 】

当該構成によれば、流体の流量に加えて流体の特性も検出することができる。よって、流体の流れ方向の温度差が流体の特性に依存する場合であっても、検出された流体の特性を使用し、検出された流体の流量を補正することができる。ゆえに、精度の高い流量測定が可能となる。また、当該構成によれば、流量検出部と特性検出部とが同一基板上に実装される場合、基板上に当該一つの被覆部材を設けることで基板側から流量検出部及び特性

50

検出部へ不純物が混入することは簡易に抑制される。また、当該構成によれば、特性検出部と被覆部材とが高さ方向に重ならないため、特性検出部が配置される部分を薄型化できる。

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、流路を流れる不純物の影響によるセンサ素子の出力の変動を抑制する技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】図1は、流量測定装置の概要を示している。(A)は、実施形態に係る流量測定装置の断面図の一例を示している。(B)は、比較例に係る流量測定装置の断面図の一例を示している。

10

【図2】図2は、検出素子による流量測定原理を模式的に例示する。(A)は、検出素子の配置される向きを説明した図である。(B)は、ガスが流れていない状態でマイクロヒータが起動している際に生じる温度分布を模式的に例示する。(C)は、ガスが流れている状態でマイクロヒータを起動している際に生じる温度分布を模式的に例示する。

【図3】図3は、サーモパイルの近傍に到達したダストの個数のシミュレーション結果を例示している。

【図4】図4は、ガスの実際の流量に対する二つのサーモパイルの出力の差分の出力を例示している。

20

【図5】図5は、変形例に係る測定装置の分解斜視図を例示している。

【図6】図6は、特性検出素子の配置される向きを説明した図である。

【図7】図7は、カバーが取り付けられる流管、及び流管に取り付けられたカバーを例示している。(A)は、カバーが取り付けられる流管の上面斜視図を示している。(B)は、カバーが(A)に示される流管に取り付けられた場合の上面図を示している。

【図8】図8は、カバーの概要を例示している。(A)は、流管に取り付けられたカバーの断面の斜視図を例示する。(B)は、(A)の断面を正面から見た図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の一側面に係る実施の形態(以下、「本実施形態」とも表記する)を、図面に基づいて説明する。ただし、以下で説明する本実施形態は、あらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。つまり、本発明の実施にあたって、実施形態に応じた具体的構成が適宜採用されてもよい。

30

【0023】

§1 適用例

図1(A)を用いて、本発明が適用される場面の一例について説明する。図1(A)は、本実施形態に係る流量測定装置100の断面図の一例を示している。本実施形態に係る流量測定装置100は、検出素子1と、検出素子1が実装される基板5と、を備える。検出素子1は、マイクロヒータ40及び二つのサーモパイル41A、41Bを備え、ガスの流量と相関のある該ガスの流れ方向の温度差を検出する(詳細は後述する)。また、検出素子1は、流管2の主流路3に部分的に設けられる副流路4の途中に配置される。

40

【0024】

また、流量測定装置100は、検出素子1を覆うカバー7を備える。カバー7の内部には、検出素子1を収容可能な空間8が形成される。また、カバー7の下面9には、副流路4から空間8の内部へガスが流入可能な流入孔27と、空間8の内部から副流路4へガスが流出可能な流出孔28が設けられている。

【0025】

上記のような流量測定装置100によれば、カバー7を備えることで主流路3又は副流路4を流れる塵や埃等が、検出素子1が配置される場所に到達することは抑制される。よ

50

って、検出素子 1 が備えるサーモパイル 4 1 A の出力及びサーモパイル 4 1 B の出力が、塵や埃等によって変動することは抑制される。

【 0 0 2 6 】

§ 2 構成例

[ハードウェア構成]

図 1 は、流量測定装置の概要を示している。図 1 (A) は、本実施形態に係る流量測定装置 1 0 0 の断面図の一例を示している。一方、図 1 (B) は、比較例に係る流量測定装置 2 0 0 の断面図の一例を示している。本実施形態に係る流量測定装置 1 0 0 は、検出素子 1 と、検出素子 1 が実装される基板 5 と、を備える。検出素子 1 は、マイクロヒータ 4 0 及び二つのサーモパイル 4 1 A、4 1 B を備え、ガスの流量と相関のある該ガスの流れ方向の温度差を検出する（詳細は後述する）。基板 5 は、検出素子 1 が実装される実装面 6 が流管 2 の中央を向くように流管 2 の主流路 3 を形成する側壁に設けられる。また、当該側壁近傍には、副流路 4 が、流管 2 の主流路 3 から分流して部分的に設けられている。そして、検出素子 1 は、副流路 4 の途中に配置される。ここで、流量測定装置 1 0 0 は、本発明の「流量測定装置」の一例である。また、検出素子 1 は、本発明の「流量検出部」の一例である。また、副流路 4 は、本発明の「流路」及び「副流路」の一例である。

10

【 0 0 2 7 】

ここで、図 1 (A) 及び図 1 (B) では、ガスは、流管 2 の主流路 3 及び副流路 4 において、左側から右側へと流れる。また、以降の説明において、左方向とは上流方向のことを指すものとする。また、右方向とは下流方向のことを指すものとする。また、下方向とは、基板 5 に対して検出素子 1 が突出する方向を指すものとする。また、上方向とは、下方向とは反対方向を指すものとする。

20

【 0 0 2 8 】

また、流量測定装置 1 0 0 は、カバー 7 を備える。カバー 7 の断面は、図 1 (A) に示されるように下向きに凸の形状である。そして、カバー 7 の副流路 4 に露出する左側面 1 0 は、右下方向へ傾斜する斜面を有している。また、カバー 7 の副流路 4 に露出する右側面 1 1 は、左下方向へ傾斜する斜面を有している。また、カバー 7 の内部には、検出素子 1 を収容可能な空間 8 が形成される。実装面 6 に実装される検出素子 1 は、このようなカバー 7 によって覆われ空間 8 に配置される。また、カバー 7 には、副流路 4 から空間 8 の内部へガスが流入可能な流入孔 2 7 が設けられる。流入孔 2 7 は、左側面 1 0 の一部及び下面 9 の一部を貫通するように設けられる。また、カバー 7 には、空間 8 の内部から副流路 4 へガスが流出可能な流出孔 2 8 が設けられる。流入孔 2 8 は、右側面 1 1 の一部及び下面 9 の一部を貫通するように設けられる。ここで、カバー 7 は、本発明の「被覆部材」の一例である。また、カバー 7 に設けられる流入孔 2 7 は、本発明の「流入孔」及び「凸部を貫通する孔」の一例である。また、カバー 7 に設けられる流出孔 2 8 は、本発明の「流出孔」の一例である。

30

【 0 0 2 9 】

また、カバー 7 の下面 9 と対向する副流路 4 の下部は、下方向に凹む凹部 1 2 を有する。そして、凹部 1 2 の左側であり、カバー 7 の左側面 1 0 と対向する部分は、左側面 1 3 を有する。左側面 1 3 は、カバー 7 の左側面 1 0 に設けられる斜面と同様の傾斜角の斜面を有している。同様にして、凹部 1 2 の右側であり、カバー 7 の右側面 1 1 と対向する部分は、右側面 1 4 を有する。右側面 1 4 は、カバー 7 の右側面 1 1 に設けられる斜面と同様の傾斜角の斜面を有している。

40

【 0 0 3 0 】

一方、図 1 (B) に示される比較例に係る流量測定装置 2 0 0 は、本実施形態に係る流量測定装置 1 0 0 と同様に、検出素子 1 と、基板 5 と、を備える。そして、検出素子 1 が、副流路 4 の途中に配置される。しかしながら、流量測定装置 2 0 0 は、カバー 7 を備えていない。

【 0 0 3 1 】

[流量測定原理]

50

ここで、検出素子 1 を用いた流量測定原理を説明する。図 2 は、検出素子 1 による流量測定原理を模式的に例示する。図 2 (A) は、検出素子 1 の上面図を示している。図 2 (B) は、基板 5 に実装される検出素子 1 の断面図であって、ガスが流れていない状態でマイクロヒータ 4 0 が起動している際に生じる温度分布が示された図である。一方、図 2 (C) は、基板 5 に実装される検出素子 1 の断面図であって、ガスが流れている状態でマイクロヒータ 4 0 が起動している際に生じる温度分布が示された図である。図 2 (A) に示されるように、サーモパイル 4 1 A、4 1 B は、マイクロヒータ 4 0 に跨ってガスの流れる方向に並んで配置される。また、図 2 (B) に示されるように、検出素子 1 は、基板 5 の上に形成される薄膜 4 2 を備え、マイクロヒータ 4 0 及びサーモパイル 4 1 A、4 1 B は、薄膜 4 2 に含まれるように形成される。また、薄膜 4 2 の下部の基板 5 にはキャビティ 4 3 が設けられる。このようなキャビティ 4 3 の存在により、マイクロヒータ 4 0 及びサーモパイル 4 1 A、4 1 B の温接点が、キャビティ 4 3 の上に、サーモパイル 4 1 A、4 1 B の冷接点が基板 5 上に位置することとなる。そして、当該温接点での温度と冷接点での温度との差に応じた出力が、夫々のサーモパイル 4 1 A、4 1 B からなされる。

【 0 0 3 2 】

図 2 (B) に示されるように、空間 8 にガスが流れていない場合、マイクロヒータ 4 0 からの熱は、マイクロヒータ 4 0 を中心として対称に拡散する。よって、サーモパイル 4 1 A の出力と、サーモパイル 4 1 B の出力とは差は生じない。一方、図 2 (C) に示されるように、空間 8 にガスが流れている場合、マイクロヒータ 4 0 からの熱は、ガスの流れの影響を受け、マイクロヒータ 4 0 を中心として対称に広がらず、下流のサーモパイル 4 1 B 側へ、より拡散していく。よって、サーモパイル 4 1 A の出力と、サーモパイル 4 1 B の出力とは差が生じる。また、ガスの流量に応じて、上記の出力の差は変化する。換言すれば、サーモパイル 4 1 A の出力と、サーモパイル 4 1 B の出力との差からガスの流量は求まることになる。

【 0 0 3 3 】

ちなみに、サーモパイル 4 1 A から出力される電圧と、サーモパイル 4 1 B から出力される電圧との差 V は、例えば下記の式 (1) のように表される。

【 数 1 】

$$\Delta V = A \cdot (T_h - T_a)^b \sqrt{V_f} \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

ここで、 T_h はマイクロヒータ 4 0 の温度、 T_a は検出素子 1 の周囲の温度を表す。また、 v_f はガスの流速、 A 及び b は定数である。

【 0 0 3 4 】

次に主流路 3 を流れるガスが、検出素子 1 が配置される場所へ到達するまでの過程を説明する。主流路 3 を流れるガスは、副流路 4 の左側部分へ流入する。その後、ガスは、カバー 7 に設けられる流入孔 2 7 を介してカバー 7 の内部の空間 8 へ流入する。ここで、カバー 7 の左側面 1 0 には、右下方向に傾斜する斜面が設けられているため、ガスは流入孔 2 7 の入口へ滑らかに誘導される。そして、流入孔 2 7 からカバー 7 の内部の空間 8 へ流入したガスは、検出素子 1 が配置される部分を通過する。その後、ガスは空間 8 から流出孔 2 8 を介して副流路 4 へ流出する。ここで、傾斜面を有する右側面 1 1 の一部に流出孔 2 8 が設けられているため、流出孔 2 8 を介して副流路 4 へ流出したガスは、当該傾斜面に沿って滑らかに主流路 3 と連通する流出孔まで誘導される。そして、当該流出孔からガスは主流路 3 へ流出する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は、主流路 3 からカバー 7 内のサーモパイル 4 1 A、4 1 B の近傍に到達するダストの個数のシミュレーション結果を例示している。図 3 に示されるように、カバー 7 が設けられている場合 (図 1 (A) の本実施形態) にカバー 7 内のサーモパイル 4 1 A、4 1 B の近傍に到達したダストの個数は、カバー 7 が設けられていない場合 (図 1 (B) の比

10

20

30

40

50

較例)のダストの個数と比較して、1/6程度に低減されている。

【0036】

また、図4は、ガスの実際の流量に対するサーモパイル41Aの出力とサーモパイル41Bの出力との差分の出力を例示している。図4に示されるように、カバー7が設けられている場合(図1(A)の本実施形態)、カバー7が設けられていない場合(図1(B)の比較例)と比較して、サーモパイル41Aの出力とサーモパイル41Bの出力との差分の出力は、低流量領域において当該流量に対して線形な関係である。また、カバー7が設けられている場合、カバー7が設けられていない場合と比較して、低流量において検出素子1の感度が向上していることがわかる。

【0037】

[作用・効果]

上記のような流量測定装置100によれば、図3に示されるように、カバー7を備えることで主流路3又は副流路4を流れる塵や埃等が、検出素子1が配置される場所に到達することは抑制される。よって、検出素子1が備えるサーモパイル41Aの出力及びサーモパイル41Bの出力の変動は抑制される。従って、流量の検出精度の低下は抑制される。一方、比較例に係る流量測定装置200によれば、図1(B)に示されるようにカバー7を備えていない。よって、図3に示されるように、塵や埃等が、本実施形態に係る流量測定装置100よりも検出素子1が配置される場所に容易に到達するものと考えられる。従って、流量測定装置200が備えるサーモパイルの出力は変動することが想定される。つまり、比較例に係る流量測定装置200によれば、流量の検出精度は低下すると考えられる。

【0038】

また、上記のような流量測定装置100によれば、カバー7の左側面10、及び副流路4の凹部12の左側面13が傾斜面を有することで、塵や埃等が当該傾斜面において堆積することは抑制される。また、副流路4のガスは、傾斜面を有するカバー7の左側面10に沿って滑らかにカバー7の流入孔27の入口まで誘導される。よって、副流路4において乱流が発生することは抑制される。つまり、塵や埃等が副流路4において堆積することは抑制され、さらに塵や埃等が堆積した場合であっても乱流によって散乱することは抑制される。従って、塵や埃等が検出素子1へ到達することは抑制される。

【0039】

§3 変形例

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明してきたが、前述までの説明はあらゆる点において本発明の例示に過ぎない。本発明の範囲を逸脱することなく種々の改良や変形を行うことができることは言うまでもない。例えば、以下のような変更が可能である。なお、以下では、上記実施形態と同様の構成要素に関しては同様の符号を用い、上記実施形態と同様の点については、適宜説明を省略した。以下の変形例は適宜組み合わせ可能である。

【0040】

<3.1>

図5は、変形例に係る測定装置100Aの分解斜視図を例示する。変形例に係る測定装置100Aは、上記の実施形態における検出素子1と同じように配置され、ガスの流量を検出する流量検出素子1Aを備える。さらに測定装置100Aは、上記の実施形態における検出素子1と同じタイプの素子であるが、ガスの特性を検出するための特性検出素子1Bを備える。流量検出素子1Aは、マイクロヒータ40Aと、サーモパイル41C、41Dを備える。特性検出素子1Bは、マイクロヒータ40Bと、サーモパイル41E、41Fを備える(図6において後述する)。そして、これら流量検出素子1Aと、特性検出素子1Bは、基板5Aの実装面6Aに実装される。また、測定装置100Aは、カバー7Aを備え、流量検出素子1A及び特性検出素子1Bの夫々の検出素子を覆う。カバー7Aによって覆われた流量検出素子1A及び特性検出素子1Bは、流管2Aの上面に形成された副流路(後述する)に配置される。ここで、測定装置100Aは、本発明の「流量測定装置」の一例である。また、流量検出素子1Aは、本発明の「流量検出部」の一例である。

10

20

30

40

50

また、特性検出素子 1 B は、本発明の「特性検出部」の一例である。また、カバー 7 A は、本発明の「被覆部材」の一例である。

【 0 0 4 1 】

図 6 は、特性検出素子 1 B の配置される向きを説明した図である。図 6 に示されるように、特性検出素子 1 B が備えるサーモパイル 4 1 E 及びサーモパイル 4 1 F は、マイクロヒータ 4 0 A を跨ぐように並んで設けられるが、並ぶ向きはガスの流れる方向と直交する方向である。このように配置された特性検出素子 1 B のマイクロヒータ 4 0 B を起動すると、マイクロヒータ 4 0 B からの熱は、マイクロヒータ 4 0 B を中心としてサーモパイル 4 1 E とサーモパイル 4 1 F とが並ぶ方向に対称に拡散する。また、熱の拡散の度合いは、ガスの特性に依存する。換言すれば、サーモパイル 4 1 E 又はサーモパイル 4 1 F からの出力値を使用してガスの特性を算出することができる。ここで、ガスの特性とは、例えば熱伝導率や熱拡散率といったものである。また、ガスの特性の算出は、サーモパイル 4 1 E 及びサーモパイル 4 1 F のうち、何れか一方のサーモパイルからの出力を使用することにより実行されもよいし、サーモパイル 4 1 E の出力とサーモパイル 4 1 F の出力との平均値を使用することにより実行されてもよい。

10

【 0 0 4 2 】

図 7 および図 8 は、カバー 7 A が取り付けられる流管 2 A の概要、及び測定装置 1 0 0 A が備えるカバー 7 A の概要を例示している。図 7 (A) は、カバー 7 A が取り付けられる流管 2 A の上面斜視図を示している。図 7 (B) は、カバー 7 A が図 7 (A) に示される流管 2 A に取り付けられた場合の上面図を示している。また、図 8 (A) は、流管 2 A 及び流管 2 A に取り付けられたカバー 7 A の断面の斜視図であり、図 8 (B) は、特にカバー 7 A の近傍の当該断面を正面から見た図である。図 7 (B) 及び図 8 に示されるようなカバー 7 A は、超音波溶着によって図 7 (A) に示されるような流管 2 A の上面に取り付けられる。また、カバー 7 A の上部は開口しており、当該開口部は流量検出素子 1 A 及び特性検出素子 1 B が実装されている基板 5 A の実装面 6 A によって覆われる。

20

【 0 0 4 3 】

図 7 (A) に示されるように、流管 2 A には、流管 2 A の主流路から分岐した副流路 4 A および 4 B が設けられる。副流路 4 A には、主流路からガスが流入可能な流入孔 1 6 が設けられる。そして、副流路 4 A には、カバー 7 A に覆われた状態の流量検出素子 1 A が配置される凹部 1 2 A が設けられる。そして、さらに凹部 1 2 A の底部には、溝 2 9 が設けられる。また、副流路 4 A には、主流路へガスが流出可能な流出孔 1 8 が設けられる。ここで、副流路 4 A は、本発明の「流路」及び「副流路」の一例である。また、副流路 4 B は、本発明の「第二流路」及び「副流路」の一例である。

30

【 0 0 4 4 】

一方、副流路 4 B には、主流路 3 A からガスが流入可能な流入孔 1 7 が設けられる。そして、副流路 4 B の中央部分には、カバー 7 A によって覆われる特性検出素子 1 B が配置される凹部 2 0 が設けられる。また、副流路 4 B には、主流路 3 A へガスが流出可能な流出孔 1 9 が設けられる。

【 0 0 4 5 】

また、図 7 (B) および図 8 (A) に示されるように、カバー 7 A には、流量検出素子 1 A が配置される凹部 2 1 が設けられている。また、凹部 2 1 に相当するカバー 7 A の外形は、下向きに凸となった形状であり、当該凸部の上流側の外側面と下流側の外側面は傾斜面を有する（詳細は後述する）。そして、流量検出素子 1 A が収容された凹部 2 1 は、図 7 (A) に示される凹部 1 2 A の内部に配置される。つまり、流量検出素子 1 A は、副流路 4 A には露出しない。また、カバー 7 A には、特性検出素子 1 B が配置される孔 2 4 が設けられている。そして、孔 2 4 に配置された状態の特性検出素子 1 B は、図 7 (A) に示される凹部 2 0 の内部に配置される。つまり、特性検出素子 1 B の下面は副流路 4 B に露出することになる。

40

【 0 0 4 6 】

また、図 7 (B) に示されるように、カバー 7 A の凹部 2 1 には、副流路 4 A からガス

50

が流入可能な２つの流入孔２２が設けられる。また、凹部２１には、凹部２１から副流路４Ａへガスが流出可能な２つの流出孔２３が設けられる。流入孔２２と流出孔２３は、流入孔２２が副流路４Ａにおける上流側となるように、また流出孔２３が副流路４Ａにおける下流側となるように設けられる。また、二つの流入孔２２および二つの流出孔２３は、凹部２１においてガスの流れる方向に沿う中心軸に対して対称に設けられる。そして、二つの流入孔２２の夫々の出口の間には、流入孔２２から流出孔２３への方向に突き出る整流壁２５が設けられる。また、同様にして、二つの流出孔２３の夫々の入口の間には、流出孔２３から流入孔２２への方向に突き出る整流壁２６が設けられる。そして、整流壁２５の表面は、流入孔２２から検出素子１Ａが配置される部分へ向かう方向に沿う平面部分を有する。同様にして整流壁２６の表面は、流出孔２３から検出素子１Ａが配置される部分へ向かう方向に沿う平面部分を有する。よって、二つの流入孔２２の夫々から流入したガスは、整流壁２５、２６の当該平面に沿うように流れる。つまり、ガスは、流入孔２２の出口から検出素子１Ａが配置される部分へと向かうように整流される。ここで、流入孔２２は、本発明の「流入孔」、及び「凸部を貫通する孔」の一例である。また、流出孔２３は、本発明の「流出孔」の一例である。また、整流壁２５は、本発明の「整流部材」の一例である。

10

【００４７】

また、図８（Ｂ）に示されるように、カバー７Ａの凹部２１の左側面１０Ａには、上記の実施形態と同様に右下方向へ傾斜する斜面を有している。また、同様に、カバー７Ａの凹部２１の右側面１１Ａは、左下方向へ傾斜する斜面を有している。

20

【００４８】

また、図８（Ｂ）に示されるように、副流路４Ａに設けられる溝２９の左側面１３Ａは、対向するカバー７の左側面１０Ａに設けられる斜面の傾斜角と同様の傾斜角の斜面を有している。また、溝２９の右側面１４Ａは、対向するカバー７Ａの右側面１１Ａに設けられる斜面の傾斜角と同様の傾斜角の斜面を有している。

【００４９】

次に、主流路３Ａを流れるガスが、測定装置１００Ａが備える流量検出素子１Ａ及び特性検出素子１Ｂが配置される場所へ到達するまでの過程を説明する。主流路３Ａを流れるガスの一部は、流入孔１６を介して副流路４Ａの凹部１２Ａに流入する。その後、ガスは、カバー７Ａの下面９Ａと副流路４Ａの溝２９との間の空間を流れ、カバー７Ａに設けられている流入孔２２の入口に達する。ここで、カバー７Ａの左側面１０Ａ及び溝２９の左側面１３Ａには、図８（Ｂ）に示されるように右下方向へ傾斜する斜面が設けられているため、ガスは斜面に沿って流入孔２２の入口へ滑らかに誘導される。

30

【００５０】

二つの流入孔２２の入口に到達したガスは、当該二つの流入孔２２の夫々の出口からカバー７Ａの凹部２１へ流入する。そして、凹部２１の内部に配置されるサーモパイル４１Ｃ、４１Ｄの近傍を通過する。ここで、サーモパイル４１Ｃとサーモパイル４１Ｄは、ガスの流れる方向に並んで配置されている。また、サーモパイル４１Ｃ、４１Ｄの近傍を通過するガスは、整流壁２５により流入孔２２の出口から検出素子１Ａが配置される部分へ向かうように整流されている。よって、流量検出素子１Ａが備えるサーモパイル４１Ｃの出力と、サーモパイル４１Ｄの出力とは差分が生じ、当該差分と相関のあるガスの流量が検出可能である。その後、サーモパイル４１Ｃ、４１Ｄの近傍を通過したガスは、流出孔２３を介して副流路４Ａへ流出する。ここで、流出孔２８を介して副流路４へ流出したガスは、カバー７Ａの右側面１１Ａに設けられる傾斜面に沿って滑らかに主流路３Ａと連通する流出孔１８まで誘導される。そして、流出孔１８からガスは主流路３Ａへ流出する。

40

【００５１】

一方、主流路３Ａを流れるガスの一部は、流入孔１７を介して副流路４Ｂの凹部２０にも流入する。凹部２０へ流入したガスは、露出された状態で凹部２０に配置されているサーモパイル４１Ｅ、４１Ｆの近傍を通過する。よって、サーモパイル４１Ｅ又はサーモパイル４１Ｆからの出力値を使用してガスの特性が検出可能である。そして、サーモパイル

50

4 1 E、4 1 Fの近傍を通過したガスは、流出孔 1 8 を介して主流路 3 A へ流出する。

【 0 0 5 2 】

[作用・効果]

上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、本実施形態に係る流量測定装置 1 0 0 と同様の効果を奏する。さらに、測定装置 1 0 0 A は、整流壁 2 5、2 6 を備えているため、二つの流入孔 2 2 の夫々の出口からカバー 7 A の内部へ流入したガスは、流入孔 2 2 から検出素子 1 A が配置される部分への方向に沿う整流壁 2 5 の平面に沿って検出素子 1 A が配置される部分へ向かうように整流される。よって、カバー 7 A の内部を流れるガスの流量が低い場合であっても、流量検出素子 1 A のサーモパイル 4 1 C、4 1 D の感度は向上する。

10

【 0 0 5 3 】

また、上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、二つの流入孔 2 2 の夫々の出口の間に整流壁 2 5 が設けられている。よって、ガスの流れる方向（流入孔 2 2 の出口から流量検出素子 1 A が配置される場所へ向かう方向）に対して直交する方向の、凹部 2 1 の凹み部分の空間の断面積が急激に変化することは抑制される。よって、二つの流入孔 2 2 の夫々の出口近傍において乱流が発生することは抑制される。従って、副流路 4 A において塵や埃等が散乱することは抑制されるため、ガスに混ざって塵や埃等が、流量検出素子 1 A が配置される部分へ到達することは抑制される。このことによっても、流量検出素子 1 A が備えるサーモパイル 4 1 C の出力及びサーモパイル 4 1 D の出力の変動は抑制される。ゆえに、流量の検出精度の低下は抑制される。

20

【 0 0 5 4 】

また、上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、ガスの流量に加えてガスの特性も検出することができる。よって、ガスの流れ方向の温度差が、ガスの流量だけでなくガスの特性に依存する場合であっても、特性検出素子 1 B により検出されたガスの特性を使用し、流量検出素子 1 A により検出されたガスの流量を補正することで、精度の高い流量測定が可能となる。また、上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、流量検出素子 1 A と特性検出素子 1 B とが基板 5 A 上に実装されており、その基板 5 A 上にカバー 7 A が設けられている。よって、基板 5 A が配置される側から流量検出素子 1 A 及び特性検出素子 1 B へ不純物が混入することは簡易に抑制される。

【 0 0 5 5 】

また、上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、副流路 4 A 及び副流路 4 B に分流するガスの流量を、それぞれの副流路の幅を調整することで個別に制御することが可能である。このため、流量検出素子 1 A の検出レンジに応じて副流路 4 A を流れるガスの流量を制御し、特性検出素子 1 B の検出レンジに応じて副流路 4 B を流れるガスの流量を制御することができる。よって、測定装置 1 0 0 A は、それぞれの検出素子の固有の検出レンジに応じた最適な流量で、ガスの流量及び特性を検出することができる。従って、流量検出素子 1 A 及び特性検出素子 1 B は、ガスの流量及び特性を精度高く測定することができる。さらに、上記のような測定装置 1 0 0 A によれば、特性検出素子 1 B とカバー 7 A とが高さ方向に重ならないため、特性検出素子 1 B が配置される部分を薄型化できる。

30

【 0 0 5 6 】

< その他変形例 >

変形例に係る流量検出素子 1 A を覆うカバー 7 A の形状は、本実施形態のカバー 7 の形状（流量検出素子のみを備える測定装置のカバーの形状）に適用されてもよい。また、測定装置 1 0 0 A は、整流部材の一例として整流壁 2 5、2 6 を備えているが、整流部材は、整流壁 2 5、2 6 の形態に限定されず、流入孔 2 2 の出口から流量検出素子 1 A へ向けてガスを整流させることのできる形態であればよい。また、流入孔 2 2 及び流出孔 2 3 の形態は、上記の実施形態及び変形例の記載に限定されない。例えば、流入孔 2 2 の位置は、上記の変形例の記載に限定されず、副流路 4 A における流量検出素子 1 A が配置される場所よりも上流側の場所に設けられていればよく、例えばカバー 7 A の左側面 1 0 が有する傾斜面の途中に設けられていてもよい。また、流出孔 2 3 の位置は、上記の変形例の記

40

50

載に限定されず、副流路 4 A における流量検出素子 1 A が配置される場所よりも下流側の場所に設けられていればよい。また、流入孔 2 2 の個数及び流出孔の個数は何個でもよい。また、二つの流入孔 2 2 の相対的な位置関係は、変更されてもよい。同様に、二つの流出孔 2 3 の相対的な位置関係は、変更されてもよい。また、カバー 7 の上流側の左側面 1 0 が有する傾斜面は、流入孔 2 2 の位置に合わせて、当該流入孔 2 2 の方向へ傾斜するように設けられてもよい。また、上記の流量測定装置 1 0 0 は、主流路 3 に設けられていて

【 0 0 5 7 】

以上で開示した実施形態や変形例はそれぞれ組み合わせることができる。

【 0 0 5 8 】

なお、以下には本発明の構成要件と実施例の構成とを対比可能とするために、本発明の構成要件を図面の符号付きで記載しておく。

< 付記 1 >

流路 (4、4 A) に配置され、前記流路 (4、4 A) を流れる流体の流量に応じて変化する該流体の流れ方向の温度差に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記流量を検出する流量検出部 (1、1 A) と、

前記流路 (4、4 A) において前記流量検出部 (1、1 A) を覆う被覆部材 (7、7 A) と、を備え、

前記被覆部材 (7、7 A) は、

前記流量検出部 (1、1 A) が配置される部分よりも上流側に設けられ、前記被覆部材 (7、7 A) の外部の前記流路 (4、4 A) から前記被覆部材 (7、7 A) の内部であって前記流量検出部 (1、1 A) が配置される部分へ流体が流入可能な流入孔 (2 7、2 2) と、

前記流量検出部 (1、1 A) よりも下流側に設けられ、前記被覆部材 (7、7 A) の内部であって前記流量検出部 (1、1 A) が配置される部分から前記被覆部材 (7、7 A) の外部の前記流路 (4、4 A) へ流体が流出可能な流出孔 (2 8、2 3) と、を有し、

前記流量検出部 (1、1 A) が配置される部分よりも上流側の前記被覆部材 (7、7 A) の外側面 (1 0、1 0 A) は、前記流入孔 (2 7、2 2) の入口方向へ傾斜する傾斜面を有する、

流量測定装置 (1 0 0、1 0 0 A)。

< 付記 2 >

前記流入孔 (2 2) から流入した流体の流れの向きを、前記流量検出部 (1 A) が配置される部分の方向へ整流する整流部材 (2 5) を更に備え、

前記整流部材 (2 5) は、前記流入孔 (2 2) の出口に設けられ、前記流入孔 (2 2) の出口から前記流量検出部 (1 A) が配置される部分へ向かう方向に沿う平面を有する、付記 1 に記載の流量測定装置 (1 0 0 A)。

< 付記 3 >

前記流入孔 (2 2) は、流体の流れの方向に対して直交する方向に二つ設けられ、

前記整流部材 (2 5) は、二つの前記流入孔 (2 2) の夫々の出口の間に設けられる、付記 2 に記載の流量測定装置 (1 0 0 A)。

< 付記 4 >

前記流路 (4、4 A) は、側壁に凹部 (1 2、1 2 A) を有し、該凹部 (1 2、1 2 A) の上流側の側面が該凹部の底面へ向かって傾斜する傾斜面 (1 3、1 3 A) を有し、

前記被覆部材 (7、7 A) は、前記流路 (4、4 A) の該凹部 (1 2、1 2 A) の底面と対向する前記流路 (4、4 A) の部分に配置され、前記配置される部分から前記底面方向へ突出する凸部を有し、

前記流入孔 (2 7、2 2) は、前記凸部を貫通する孔を含む、

付記 1 から 3 のうち何れか一項に記載の流量測定装置 (1 0 0、1 0 0 A)。

< 付記 5 >

前記流路 (4、4 A) は、流体が流れる主流路 (3、3 A) から分岐した副流路のこと

10

20

30

40

50

であり、

前記副流路（４、４Ａ）に配置される、

付記１から４のうち何れか一項に記載の流量測定装置。

< 付記 6 >

前記流路（４Ａ）とは別の第二流路（４Ｂ）に配置され、前記第二流路（４Ｂ）を流れる流体の特性に応じて変化する前記第二流路（４Ｂ）の温度に関する値を出力し、該出力された値を使用して前記特性を検出する特性検出部（１Ｂ）を更に備え、

前記被覆部材（７Ａ）は、前記特性検出部（１Ｂ）を囲み、前記特性検出部（１Ｂ）を前記第二流路（４Ｂ）において露出させた状態にする第二の孔（２４）を更に有する、

付記１から５のうち何れか一項に記載の流量測定装置（１００Ａ）。 10

【符号の説明】

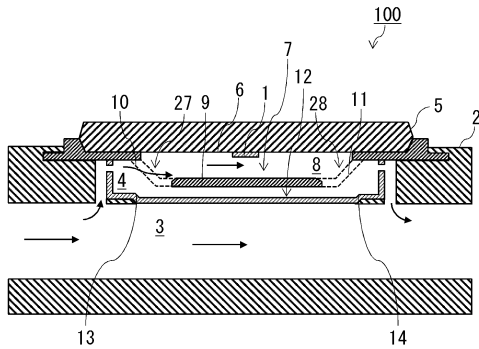
【 0 0 5 9 】

- 1 : 検出素子
- 1 A : 流量検出素子
- 1 B : 特性検出素子
- 2、2 A : 流管
- 3、3 A : 主流路
- 4、4 A、4 B : 副流路
- 5、5 A : 基板
- 6、6 A : 実装面 20
- 7、7 A : カバー
- 8 : 空間
- 9、9 A : 下面
- 10、10 A : 左側面
- 11、11 A : 右側面
- 12、12 A : 凹部
- 13、13 A : 左側面
- 14、14 A : 右側面
- 16 : 流入孔
- 17 : 流入孔 30
- 18 : 流出孔
- 19 : 流出孔
- 20 : 凹部
- 21 : 凹部
- 22 : 流入孔
- 23 : 流出孔
- 24 : 孔
- 25、26 : 整流壁
- 27 : 流入孔
- 28 : 流出孔 40
- 29 : 溝
- 40、40 A、40 B : マイクロヒータ
- 41 A、41 B、41 C、41 D、41 E、43 F : サーモパイル
- 42 : 薄膜
- 43 : キャピティ
- 100 : 流量測定装置
- 100 A : 測定装置
- 200 : 流量測定装置

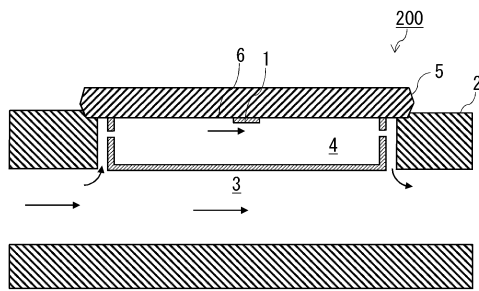
【図面】

【図 1】

(A)

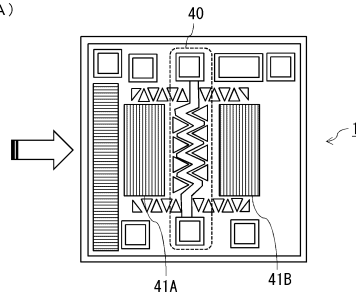


(B)

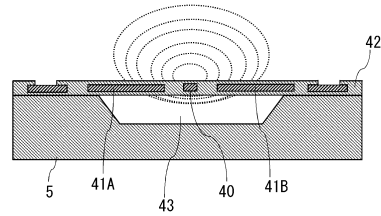


【図 2】

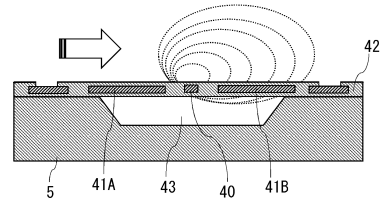
(A)



(B)



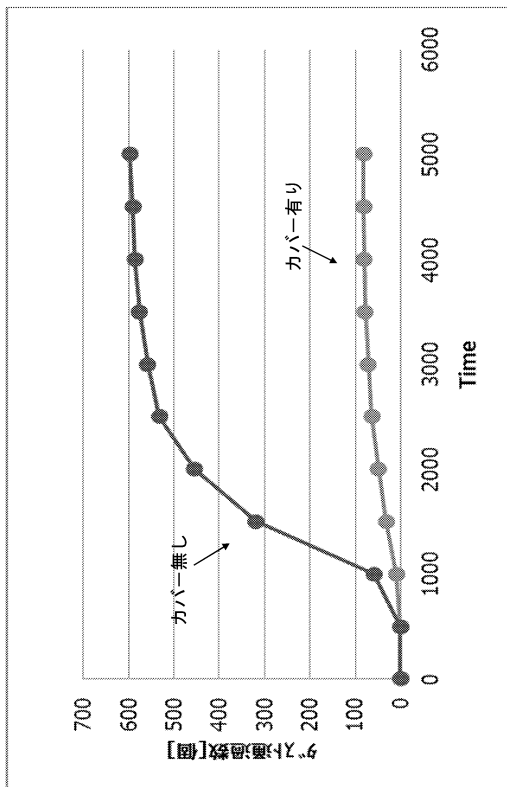
(C)



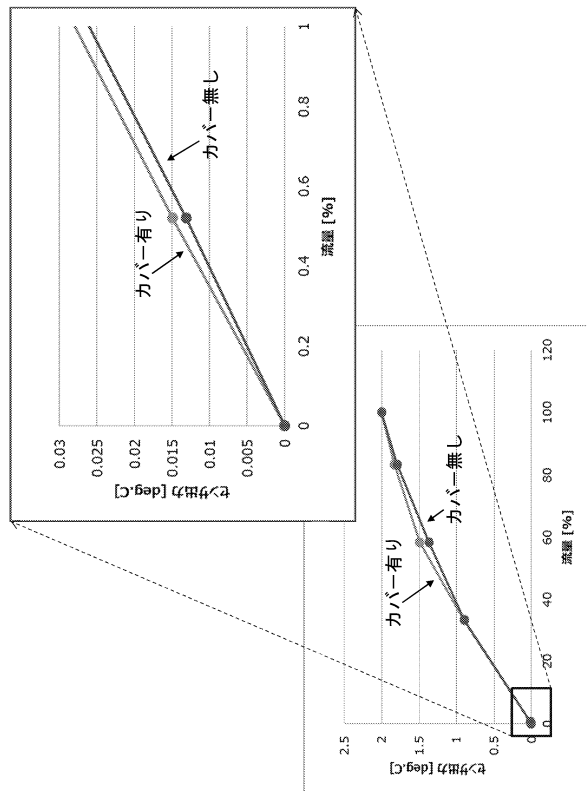
10

20

【図 3】



【図 4】

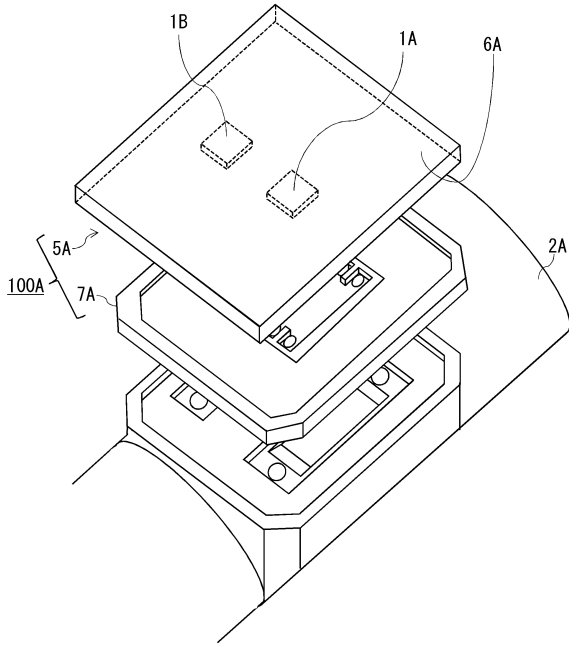


30

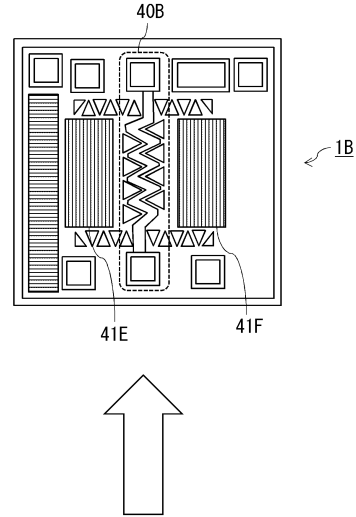
40

50

【図 5】

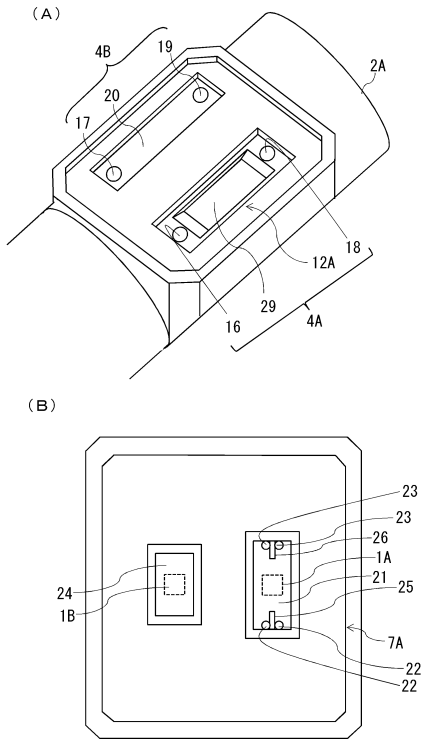


【図 6】

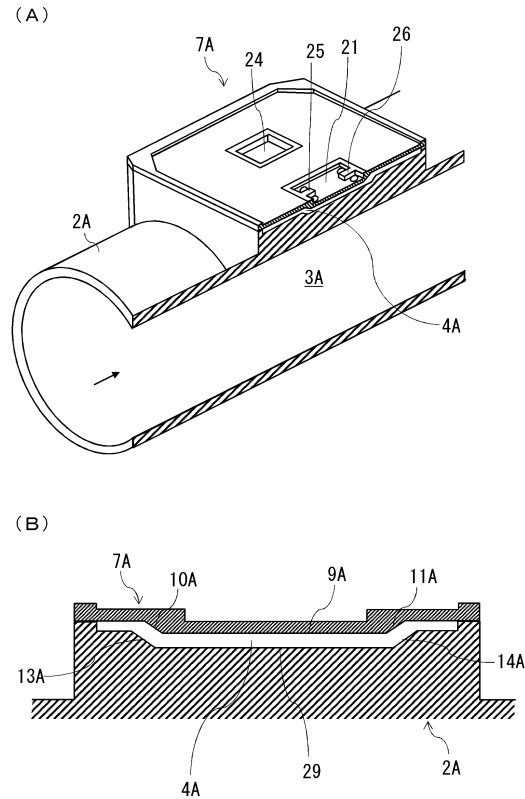


10

【図 7】



【図 8】



20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 大森 努

- (56)参考文献 特開 2019 - 066276 (JP, A)
特開 2010 - 066178 (JP, A)
特開 2005 - 233796 (JP, A)
米国特許出願公開第 2013 / 0098484 (US, A1)
特開平 06 - 273206 (JP, A)
特開 2017 - 049011 (JP, A)
特開 2004 - 144511 (JP, A)
特開 2013 - 015543 (JP, A)
特開 2015 - 232514 (JP, A)
特開平 09 - 005277 (JP, A)
米国特許出願公開第 2012 / 0192642 (US, A1)
韓国公開特許第 2009 - 0052173 (KR, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G 0 1 F 1 / 6 8 - 1 / 6 9 9
G 0 1 P 5 / 1 0 - 5 / 1 2