

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7487500号
(P7487500)

(45)発行日 令和6年5月21日(2024.5.21)

(24)登録日 令和6年5月13日(2024.5.13)

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

請求項の数 5 (全17頁)

(21)出願番号	特願2020-44479(P2020-44479)	(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2年3月13日(2020.3.13)	(74)代理人	110002860 弁理士法人秀和特許事務所
(65)公開番号	特開2021-144002(P2021-144002 A)	(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9月24日(2021.9.24)	(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5年1月11日(2023.1.11)	(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】 流量計測装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体が流通する主流路と、前記主流路から分岐するとともに前記主流路に再度合流し計測用の流体を流通させる分流路と、を備える流量計測装置であって、

前記分流路においては、高流量の流体の流量を計測する高流量計測チップが配置された高流量用流路と、前記高流量用流路と比較して流路断面積が広く、前記高流量計測チップより低流量の流体の流量を計測する低流量計測チップが配置された低流量用流路とが並列して形成され、

前記分流路が途中で分岐されることで、前記高流量用流路と前記低流量用流路が形成され、

前記分流路には、前記分流路中を流れる流体の種類を特定するガス種計測用チップが配置されたガス種計測用流路がさらに形成され、

前記ガス種計測用流路は、前記高流量用流路と前記低流量用流路を連通させるように形成されることを特徴とする、

流量計測装置。

【請求項2】

流体が流通する主流路と、前記主流路から分岐するとともに前記主流路に再度合流し計測用の流体を流通させる分流路と、を備える流量計測装置であって、

前記分流路においては、高流量の流体の流量を計測する高流量計測チップが配置された高流量用流路と、前記高流量用流路と比較して流路断面積が広く、前記高流量計測チップ

より低流量の流体の流量を計測する低流量計測チップが配置された低流量用流路とが並列して形成され、

前記分流路は、独立した2つの流路を有し、

前記高流量用流路と、前記低流量用流路は、互いに独立して前記主流路から分岐した流路であり、

前記分流路には、前記分流路中を流れる流体の種類を特定するガス種計測用チップが配置されたガス種計測用流路がさらに形成され、

前記ガス種計測用流路は、前記高流量用流路と前記低流量用流路を連通させるように形成されることを特徴とする、

流量計測装置。

10

【請求項3】

前記ガス種計測用流路は、前記高流量用流路と前記低流量用流路とを、各々の流路の途中において連通するように形成されることを特徴とする、

請求項1に記載の流量計測装置。

【請求項4】

前記低流量計測チップによる計測値と所定の閾値とを比較する比較部をさらに備え、

前記比較部において前記計測値が前記閾値以上と判定された場合には、前記高流量計測チップによる計測値が出力され、

前記比較部において前記計測値が前記閾値未満と判定された場合には、前記低流量計測チップによる計測値が出力されることを特徴とする、

20

請求項1から3のいずれかに記載の流量計測装置。

【請求項5】

前記高流量用流路と前記低流量用流路の流路断面積の比は、1:3であることを特徴とする、

請求項1から4のいずれか一項に記載の流量計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流量計測装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、主流路と、一对の分流孔を介して主流路と連通する分流路と、分流路を流れる流体の流量を検出するための流れセンサと、流れセンサによって検出される流体の流量と主流路を流れる流体の流量との分流比を設定するために、分流路に配置される分流比設定部材と、流れセンサによって検出された流量、及び分流比に基づいて、主流路を流れる流体の流量を算出する算出回路と、を備えた分流式流量計が提案されていた（例えば、特許文献1）。

【0003】

また、大流量計測用流路と、大流量計測用流路の下流側に直列に設けられ、大流量計測用流路よりも断面積の小さい小流量計測用流路とを形成している配管を有し、大流量計測用流路と小流量計測用流路にはそれぞれ複数の流量センサが設けられており、小流量域では小流量計測用流路における流速センサの出力に基づき、大流量域では大流量計測用流路における流速センサの出力に基づき流量が算出される流量計も提案されていた（例えば、特許文献2）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2010-151785号公報

【文献】特開平09-068448号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0005】**

上記のような流量計においては、小型で簡素なシステムを備えていること、及び高流量の流体から低流量の流体まで、ワイドレンジにおける流量の計測が可能であることが求められる。

【0006】

システムを小型化及び簡素化するため、主流路と、主流路から分岐するとともに主流路に再度合流する分流路を備えたバイパス構造を流量計に適用する技術が知られている。

【0007】

しかし、高流量の流体を測定する場合には、特に熱式のフローセンサでは、流量とセンサ出力の直線性が悪化する場合があり、低流量の流体を測定する場合には、バイパス構造を流量計に適用すると、圧力損失が小さくなり、分流路に対して分流されにくく、感度が確保できない場合がある。

10

【0008】

そこで、分流路をさらに分岐し、高流量用流路と、高流量用流路と比較して流路断面積が広い低流量用流路が並列した構成を流量計に適用することを図る。高流量域と低流量域のそれぞれに専用の流路を持たせることで、計測レンジが広い流量計を実現することを目的とする。

【0009】

また、本発明では、システムの小型化と簡素化、及びワイドレンジにおける流体の流量の計測の実現に加え、分流路中にガス種計測用流路を適用することで、流体の種類を特定し、特定した流体の熱伝導率といった物性値と流量が良好な相関性を持っている3チップ流量計測装置を提供することを最終的な目的とする。

20

【0010】

ここで、本発明における流量計は、分流路において、高流量用流路に配置された高流量計測チップ、及び低流量用流路に配置された低流量計測チップ、及びガス種計測用流路に配置されたガス種計測用チップの3種類の計測チップが含まれる3チップ流量計測装置としてもよい。

【課題を解決するための手段】**【0011】**

上記の課題を解決するための本発明は、
流体が流通する主流路と、前記主流路から分岐するとともに前記主流路に再度合流し計測用の流体を流通させる分流路と、を備える流量計測装置であって、

30

前記分流路においては、高流量の流体の流量を計測する高流量計測チップが配置された高流量用流路と、前記高流量用流路と比較して流路断面積が広く、前記高流量計測チップより低流量の流体の流量を計測する低流量計測チップが配置された低流量用流路とが並列して形成されることを特徴とする、

流量計測装置である。

本発明によれば、1つの装置に主流路と分流路の2つの流路を形成することで、システムの小型化及び簡素化が可能となり、また、分流路において、高流量域と低流量域のそれぞれに専用の流路を持たせることで、計測レンジが広い流量計測装置の実現が可能となる。

40

【0012】

また、本発明においては、前記分流路が途中で分岐されることで、前記高流量用流路と前記低流量用流路が形成される、流量計測装置としてもよい。これによれば、主流路から分流路に分流した流体の流量の計測値を、分流路において、高流量計測チップ、または低流量計測チップによって出力することが可能となる。

【0013】

また、本発明においては、前記分流路は、独立した2つの流路を有し、前記高流量用流路と、前記低流量用流路は、互いに独立して前記主流路から分岐した流路である、流量計測装置としてもよい。これによれば、主流路から直接、高流量用流路と低流量用流路への

50

分流比を調整することが可能であり、分流路中で層流を実現させやすい。

【0014】

また、本発明においては、前記分流路には、前記分流路中を流れる流体の種類を特定するガス種計測用チップが配置されたガス種計測用流路がさらに形成され、前記ガス種計測用流路は、前記高流量用流路と前記低流量用流路を連通させるように形成されることを特徴とする、流量計測装置としてもよい。これによれば、分流路中を流れる流体の種類を特定することで、特定した流体の熱伝導率といった物性値と流量との間の相関性をとらえることが可能となる。

【0015】

また、本発明においては、前記ガス種計測用流路は、前記高流量用流路と前記低流量用流路とを、各々の流路の途中において連通するように形成されることを特徴とする、流量計測装置としてもよい。これによれば、流体の種類を特定した後に、流体の流量の計測を行うことが可能となる。

10

【0016】

また、本発明においては、前記低流量計測チップによる計測値と所定の閾値とを比較する比較部をさらに備え、前記比較部において前記計測値が前記閾値以上と判定された場合には、前記高流量計測チップによる計測値が出力され、前記比較部において前記計測値が前記閾値未満と判定された場合には、前記低流量計測チップによる計測値が出力されることを特徴とする、流量計測装置としてもよい。これによれば、閾値を基準として、流体の流量を、高流量計測チップ、または低流量計測チップから出力することで、より正確な出力値を得ることが可能となる。

20

【0017】

また、本発明においては、前記高流量用流路と前記低流量用流路の流路断面積の比は、1：3であることを特徴とする、流量計測装置としてもよい。これによれば、高流量の流体から低流量の流体まで、ワイドレンジにおける流量の計測が可能となる。

【発明の効果】

【0018】

流量計測装置において、流体が流通する主流路に分流路を付加したバイパス構造を形成することによる小型化と簡素化、及び分流路をさらに分岐させ、高流量用流路と低流量用流路とを形成し、ワイドレンジにおける流量の計測を可能とする新規の技術を提供できるようになる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施形態に係る流量測定装置の一例を示す分解斜視図である。

【図2】流量測定装置の一例を示す透視図である。

【図3】副流路部を示す平面図である。

【図4】センサ素子の一例を示す斜視図である。

【図5】センサ素子の仕組みを説明するための断面図である。

【図6】流量検出部の概略構成を示す平面図である。

【図7】物性値検出部の概略構成を示す平面図である。

40

【図8】分流路の概略構成を示す模式的な平面図である。

【図9】流量計測時の機能構成を示すブロック図である。

【図10】流量値の計測から出力までを示すフローである。

【図11】閾値を基準とした、高流量計測チップ、または低流量計測チップにおける流量の計測値と出力値の関係を示すグラフである。

【図12】主流路から分岐した高流量用分流路と低流量用分流路、及びガス種計測用分流路を有し、高流量用分流路と低流量用分流路が互いに独立している分流路の概略構成を示す模式的な平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

50

〔適用例〕

本適用例においては、バイパス構造を3チップ流量計測装置に適用した場合について説明する。本適用例に係る3チップ流量計測装置は流体が流通するバイパス構造を備えており、バイパス構造は主流路と、主流路から分岐するとともに主流路に再度合流する分流路の2つの流路を有する。さらに分流路は、流路断面積が異なる2つの流路に分岐している。

【0021】

流路断面積が異なる2つの流路は分流路中に並列して形成されており、高流量用流路には高流量の流体の流量を測定する高流量計測チップが配置されており、高流量用流路と比較して流路断面積が広い低流量用流路には低流量の流体の流量を測定する低流量計測チップが配置されている。

10

【0022】

また、分流路中にはガス種計測用流路が形成されており、流体の種類は、ガス種計測用流路中に配置されたガス種計測用チップによって特定される。ここで、同条件下においても流体の種類によって物性値に差があるため、流体の種類の特定は必要不可欠である。ガス種計測用流路は、高流量用流路と低流量用流路とを、各々の流路の途中において連通するように形成されている。

【0023】

ガス種計測用チップによって流体の種類を特定した後、低流量計測チップから流体の流量を計測する。3チップ流量計測装置は、低流量計測チップの流量計測値と所定の閾値とを比較する比較部を備えており、比較部において、流量計測値が閾値以上と判定された場合は、高流量計測チップによる計測値が出力され、流量計測値が閾値未満と判定された場合は、低流量計測チップによる計測値が出力される。

20

【0024】

〔実施例1〕

以下、本発明の実施形態に係る3チップ流量計測装置について、図面を用いて説明する。なお、以下の実施形態においては、本発明を3チップ流量計測装置に適用した例について説明するが、本発明は、2チップ流量計測装置など、他の流量計測装置に適用しても構わない。以下に示す実施形態は、3チップ流量計測装置の一例であり、本発明に係る3チップ流量計測装置は、以下の構成には限定されない。

【0025】

<装置構成>

図1は、本実施形態の前提となる流量計測装置1の一例を示す分解斜視図であり、図2は、流量計測装置1の一例を示す透視図である。

30

【0026】

流量計測装置1は、例えばガスメータや燃焼機器、自動車等の内燃機関、燃料電池、その他医療等の産業機器、組込機器に組み込まれ、流路を通過する気体の流量を測定する。なお、図1及び図2の破線の矢印は、流体の流れる方向を例示している。

【0027】

図2に示すように、本実施形態では、流量計測装置1は主流路2から分岐した分流路3の内部に設けられる。また、流量計測装置1は、流量検出部11と、物性値検出部12とを備える。流量検出部11及び物性値検出部12は、マイクロヒータによって形成される加熱部とサーモパイルによって形成される温度検出部とを含む熱式のフローセンサである。

40

【0028】

図1及び図2に示すように、本実施形態に係る流量計測装置1は、主流路2と、分流路3と、シール4と、回路基板5と、カバー6とを備えている。

【0029】

主流路2は、長手方向に貫通した管状部材である。主流路2の内周面には、測定対象流体の流れ方向に対して、上流側に流入口(第1流入口)34Aが形成され、下流側に流出口(第1流出口)35Aが形成されている。例えば主流路2の軸方向の長さは約50mmであり、内周面の直径(主流路2の内径)は約20mmであり、主流路2の外径は約24

50

mmであるが、このような例には限定されない。

【0030】

分流路3は、主流路2の上に設けられており、主流路2から分岐するとともに主流路2に再度合流するバイパス構造として構築されている。分流路3は、一端が流入口34Aに連通し、他端が流出口35Aに連通している。流量計測装置1では、分流路3は、流入用流路34と、物性値検出用流路32と、流量検出用流路33と、流出用流路35とから構成されている。

【0031】

流入用流路34は、主流路2を流れる測定対象流体を流入させ、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に分流させるための流路である。流入用流路34は、主流路2と垂直な方向に、分流路3を貫通して形成されており、一端が流入口34Aに連通し、他端は主流路2の上面で開口して物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に連通している。これにより、主流路2を流れる測定対象流体の一部を、流入用流路34を介して物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に分流させることができる。

10

【0032】

物性値検出用流路32は、分流路3の上面に形成された、主流路2と平行な方向に延在する、縦断面が略コ字型の流路である。物性値検出用流路32は、長手方向（主流路2と平行な方向）に延在する部分に、測定対象流体の物性値を検出するための物性値検出部12が配置されている。

【0033】

物性値検出用流路32の一端は、流入用流路34を介して流入口34Aに連通しており、他端は、流出用流路35を介して流出口35Aに連通している。

20

【0034】

流量検出用流路33は、分流路3の上面に形成された、主流路2と平行な方向に延在する、縦断面が略コの字型の流路である。流量検出用流路33は、長手方向（主流路2と平行な方向）に延在する部分に、測定対象流体の流量を検出するための流量検出部11が配置された流量検出用流路33を有している。

【0035】

流量検出用流路33の一端は、流入用流路34を介して流入口34Aに連通しており、他端は、流出用流路35を介して流出口35Aに連通している。なお、物性値検出部12及び流量検出部11は、回路基板5に実装された状態で物性値検出用流路32または流量検出用流路33に配置される。

30

【0036】

流出用流路35は、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33を通過した測定対象流体を、主流路2に流出させるための流路である。流出用流路35は、主流路2と垂直な方向に、分流路3を貫通して形成されており、一端が流出口35Aに連通し、他端は主流路2の上面で開口して、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に連通している。これにより、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33を通過した測定対象流体を、流出用流路35を介して、主流路2に流出させることができる。

【0037】

このように、同じ流入口34Aから流入させた測定対象流体を、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に分流させることで、物性値検出部12及び流量検出部11は、温度、密度などの条件が等しい測定対象流体に基づいて物性値または流量を検出することができる。したがって、流量計測装置1の測定精度を向上させることができる。

40

【0038】

なお、流量計測装置1では、分流路3にシール4を嵌め込んだ後、回路基板5が配置され、さらにカバー6によって回路基板5を分流路3に固定することで、分流路3の内部の気密性を確保している。

【0039】

図3は、図1に示されるような、本実施例の前提となる流量計測装置1における分流路

50

3を示す平面図である。図3に示されるように、物性値検出用流路32は、略コの字型の一端が流入用流路34に連通し、他端が流出用流路35に連通している。同様に、流量検出用流路33は、略コの字型の一端が流入用流路34に連通し、他端が流出用流路35に連通している。

【0040】

また、物性値検出用流路32と流量検出用流路33との両端部も互いに連通しており、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33は、分流路3の上面において矩形状の流路を構成している。

【0041】

流量計測装置1では、物性値検出用流路32において物性値検出部12を含む部分、及び流量検出用流路33において流量検出部11を含む部分は、何れも分流路3の上面と垂直な方向（法線方向）から見たときの形状が正方形であり、流入用流路34と流出用流路35とを結ぶ直線に対して対称となる位置にそれぞれ形成されている。

10

【0042】

また、矢印P及びQは、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に分流する測定対象流体の流量を表す。本実施形態では、物性値検出用流路32には流量Pの測定対象流体が分流され、流量検出用流路33には流量Qの測定対象流体が流れるように、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33の幅が設定されている。

【0043】

この流量P及び流量Qの値は、主流路2を流れる測定対象流体の流量によって変動するものであるが、通常の使用態様において、流量Pは物性値検出部12の検出レンジ内の値となり、流量Qは流量検出部11の検出レンジ内の値となるように、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33の幅がそれぞれ設定されている。物性値検出用流路32及び流量検出用流路33の幅は例示であり、図3の例には限定されない。

20

【0044】

このように、流量計測装置1では、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33に分流する測定対象流体の流量を、それぞれ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、物性値検出部12の検出レンジに応じて物性値検出用流路32を流れる測定対象流体の流量を制御し、流量検出部11の検出レンジに応じて流量検出用流路33を流れる測定対象流体の流量を制御することができる。

30

【0045】

したがって、物性値検出部12は、固有の検出レンジに応じた最適な流量で、測定対象流体の物性値を検出することができるので、物性値検出部12の検出精度を高めることができる。

【0046】

同様に、流量検出部11は、固有の検出レンジに応じた最適な流量で、測定対象流体の流量を検出することができるので、流量検出部11の検出精度を高めることができる。

【0047】

物性値検出用流路32及び流量検出用流路33は、何れも略コ字型に形成された構成には限定されない。すなわち、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33は、物性値検出用流路32及び流量検出用流路33を通過する測定対象流体の流量が制御可能な幅に設定されていれば、他の形状を採用するようにしてもよい。

40

【0048】

また、本実施形態では、物性値検出用流路32において物性値検出部12を含む部分、及び流量検出用流路33において流量検出部11を含む部分の形状を正方形としているが、本発明はこれに限定されない。物性値検出用流路32及び流量検出用流路33の形状は、物性値検出部12または流量検出部11が配置可能であればよく、配置される物性値検出部12及び流量検出部11の形状に応じて決定される。

【0049】

したがって、例えば、物性値検出用流路32の幅よりも、物性値検出部12のサイズが

50

小さい場合には、物性値検出用流路 3 2 において物性値検出部 1 2 を含む部分の幅を物性値検出部 1 2 の幅に一致させてもよい。この場合、物性値検出用流路 3 2 の長手方向に延在する部分は、直線形状に形成されることとなる。なお、流量検出用流路 3 3 についても同様である。

【 0 0 5 0 】

図 4 は、流量検出部及び物性値検出部に用いられるセンサ素子の一例を示す斜視図である。また、図 5 は、センサ素子の仕組みを説明するための断面図である。センサ素子 1 0 0 は、マイクロヒータ（加熱部）1 0 1 と、マイクロヒータ 1 0 1 を挟んで対称に設けられたサーモパイル（温度検出部）1 0 2 とを備える。これらの上下には絶縁薄膜が形成され、シリコン基板上に設けられている。マイクロヒータ 1 0 1 は、例えばポリシリコンで形成された抵抗である。

10

【 0 0 5 1 】

また、マイクロヒータ 1 0 1、及びサーモパイル 1 0 2 の下方のシリコン基板には、凹部であるキャパティエリア 1 0 3 が設けられている。キャパティエリア 1 0 3 は、ポリシリコンから成るフレーム 1 0 4 に囲まれている。マイクロヒータ 1 0 1 からの発熱は、キャパティエリア 1 0 3 に放出されるため、シリコン基板中への発熱の拡散は抑制される。

【 0 0 5 2 】

また、フレーム 1 0 4 は熱容量が大きく、温まりにくいいため、フレーム 1 0 4 上にある冷接点の温度はほとんど上昇せず、温接点との温度差をより正確に検知することが可能となる。

20

【 0 0 5 3 】

図 5 は、破線の楕円によって、マイクロヒータ 1 0 1 が発熱した場合の温度分布を模式的に示している。なお、破線が太いほど温度が高いものとする。空気の流れがない場合、図 5 の上段（1）に示すようにマイクロヒータ 1 0 1 の両側の温度分布はほぼ均等になる。一方、例えば図 5 の下段（2）において破線の矢印で示す方向に空気が流れた場合、周囲の空気が移動するため、マイクロヒータ 1 0 1 の風上側よりも風下側の方が、温度は高くなる。センサ素子は、このようなヒータ熱の分布の偏りを利用して、流量を示す値を出力する。

【 0 0 5 4 】

センサ素子の出力電圧 V は、例えば次のような式（1）で表される。

30

【数 1】

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

なお、 T_h はマイクロヒータ 1 0 1 の温度、 T_a はサーモパイル 1 0 2 の外側に設けられる周囲温度センサが測定した温度、 V_f は流速の平均値、 A と b は所定の定数である。

【 0 0 5 5 】

< 流量検出部及び物性値検出部 >

図 6 は、図 1 に示した流量検出部 1 1 の概略構成を示す平面図であり、図 7 は、図 1 に示した物性値検出部 1 2 の概略構成を示す平面図である。流量計測装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 と流量検出用流路 3 3 とは、長手方向に延在する流路の幅がそれぞれ異なっており、物性値検出用流路 3 2 において物性値検出部 1 2 を含む部分の幅は、流量検出用流路 3 3 において流量検出部 1 1 を含む部分の幅よりも狭くなっている。これにより、流量計測装置 1 では、物性値検出用流路 3 2 及び流量検出用流路 3 3 に分流される測定対象流体の流量を、それぞれ個別に制御している。

40

【 0 0 5 6 】

図 6 に示すように、流量検出部 1 1 は、測定対象流体の温度を検出する第 1 サーモパイル（流量検出部内第 1 温度検出部）1 1 1 及び第 2 サーモパイル（流量検出部内第 2 温度検出部）1 1 2 と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ 1 1 3 とを備えている。マイクロヒータ 1 1 3 と、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 及び流量検出部内第 2 温度検出

50

部 1 1 2 とは、流量検出部 1 1 内において、測定対象流体の流れ方向 P に沿って並んで配置されている。

【 0 0 5 7 】

また、マイクロヒータ 1 1 3、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 及び流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 の形状は、平面視においてそれぞれ略矩形であり、各々の長手方向は測定対象流体の流れ方向 P と直交する。

【 0 0 5 8 】

流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 及び流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 は、マイクロヒータ 1 1 3 の上流側に流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 が配置され、下流側に流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 が配置されて、マイクロヒータ 1 1 3 を挟んで対称な位置の温度を検出する。

10

【 0 0 5 9 】

流量計測装置 1 では、物性値検出部 1 2 及び流量検出部 1 1 に、実質的に同一構造のセンサが用いられており、測定対象流体の流れ方向に対する配置角度を 90 度異ならせて配置されている。これにより、同一構造のセンサを物性値検出部 1 2 または流量検出部 1 1 として機能させることが可能となるため、流量計測装置 1 の製造コストを低減することができる。

【 0 0 6 0 】

一方、図 7 に示すように、物性値検出部 1 2 は、測定対象流体の温度を検出する第 1 サーモパイル（物性値検出部内第 1 温度検出部）1 2 1 及び第 2 サーモパイル（物性値検出部内第 2 温度検出部）1 2 2 と、測定対象流体を加熱するマイクロヒータ（物性値検出部内加熱部）1 2 3 とを備えている。物性値検出部内加熱部 1 2 3 と、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 とは、物性値検出部 1 2 内において、測定対象流体の流れ方向 Q と直交する方向に並んで配置されている。

20

【 0 0 6 1 】

また、物性値検出部内加熱部 1 2 3、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の形状は、平面視においてそれぞれ略矩形であり、各々の長手方向は測定対象流体の流れ方向 Q に沿っている。

【 0 0 6 2 】

また、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 は、物性値検出部内加熱部 1 2 3 を挟んで左右対称に配置されており、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の両側の対称な位置の温度を検出する。したがって、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の測定値はほぼ同一であり、いずれか一方の値を採用するようにしてもよいし、両者の平均値を算出するようにしてもよい。

30

【 0 0 6 3 】

ここで、測定対象流体の流れによって温度分布は下流側に偏るため、流れ方向と直交する方向の温度分布の変化は、測定対象流体の流れ方向の温度分布の変化に比べて小さい。このため、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 と、物性値検出部内加熱部 1 2 3 と、物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 とを、この順で測定対象流体の流れ方向と直交する方向に並べて配置することにより、温度分布の変化による物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の出力特性の変化を低減することができる。

40

【 0 0 6 4 】

したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部 1 2 による検出精度を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

また、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されているため、物性値検出部内加熱部 1 2 3 は測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に測定対象流体を加熱することが可能となる。このため、測定対象流体の流れによって温度分布が下流側に偏った場合であっても、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の出力特性の変化を低減することができる。

50

【 0 0 6 6 】

したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部 1 2 による検出精度を向上させることができる。

【 0 0 6 7 】

さらに、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の長手方向が測定対象流体の流れ方向に沿って配置されているため、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 は測定対象流体の流れ方向に亘って広範囲に温度を検出することが可能となる。このため、測定対象流体の流れによって温度分布が下流側に偏った場合であっても物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 の出力特性の変化を低減することができる。

10

【 0 0 6 8 】

したがって、測定対象流体の流れによる温度分布の変化の影響を低減して、物性値検出部 1 2 による検出精度を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

次に本実施例に係る流量測定装置について、分流路 3 の特長を含めて説明する。熱式の流量計測装置 1 では、主流路 2 に分流路 3 が付加したバイパス構造が構築されていることで、高流量の流体は、分流路 3 に対して過剰に分流し、低流量の流体は、分流路 3 に対して分流されにくくなるため、流量の計測は困難である。そこで、本実施例においては、流量の計測レンジを広域にすることを目指し、分流路 3 において、流量検出部 1 1 の一ヶ所で流量を測定する代わりに、高流量域と低流量域のそれぞれに専用の流路を持たせ、それぞれの流路で流量を計測することとした。

20

【 0 0 7 0 】

また、本実施例においては、分流路中を流れる流体の熱伝導率といった物性値と流量との間の相関性をとらえるため、流体の種類を特定するシステムを取り入れることとした。なお、以下の説明では、高流量計測チップ 7、及び低流量計測チップ 8、及びガス種計測用チップ 9 は、上記の説明における流量検出部 1 1、及び物性値検出部 1 2 と同等のセンサである。

【 0 0 7 1 】

<機能構成>

30

図 8 は、分流路 3 の概略構成を示す模式的な平面図である。分流路 3 は、流入口 3 4 A と流出口 3 5 A を基に主流路 2 と連結している。分流路 3 はさらに分岐され、高流量の流体の流量を測定する高流量計測チップ 7 が配置された高流量用流路 7 1 と、高流量用流路 7 1 と比較して流路断面積が広く、高流量計測チップ 7 より低流量の流体の流量を測定する低流量計測チップ 8 が配置された低流量用流路 8 1 とが並列して形成されている。ここで、高流量用流路 7 1 と低流量用流路 8 1 の流路断面積の比は、例えば 1 : 3 であってもよい。

【 0 0 7 2 】

高流量用流路 7 1 と低流量用流路 8 1 は、分流路 3 が主流路 2 に再度合流する合流点の上流側において合流している。また、分流路 3 には、分流路 3 中を流れる流体の種類を特定するガス種計測用チップ 9 が配置されたガス種計測用流路 9 1 が、高流量用流路 7 1 と低流量用流路 8 1 を連通させるように形成されている。ここで、本実施例においては、分流路 3 において、高流量計測チップ 7、及び低流量計測チップ 8、及びガス種計測用チップ 9 の 3 種類の計測チップが含まれる 3 チップ流量計測装置を例示している。

40

【 0 0 7 3 】

図 9 は、流量計測時の機能構成を示すブロック図である。流量計測装置 1 は、Micro Controller Unit (MCU) 13、及び Analog-to-Digital Converter (ADC) 14 を備えている。なお、図 6 に示した流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 と、流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 と、マイクロヒータ 1 1 3、及び図 7 に示した物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 と、物性値検出部内第 2 温

50

度検出部 1 2 2 と、物性値検出部内加熱部 1 2 3 は、図示を省略している。

【 0 0 7 4 】

流量検出部 1 1 は、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 及び流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 から出力された温度検出信号に基づいて、測定対象流体の流量を示す値を検出する。

【 0 0 7 5 】

具体的には、流量検出部 1 1 は、流量検出部内第 1 温度検出部 1 1 1 から出力された温度検出信号と流量検出部内第 2 温度検出部 1 1 2 から出力された温度検出信号との差分を算出し、差分に基づいて測定対象流体の流量を示す値を求める。そして、流量検出部 1 1 は、A D C 1 4 を介して M C U 1 3 に流量を示す値を出力する。

10

【 0 0 7 6 】

物性値検出部 1 2 は、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 から出力された温度検出信号の平均値を求める。

【 0 0 7 7 】

また、図 7 に示した物性値検出部内加熱部 1 2 3 は、例えば制御部 1 3 による制御に応じて温度を変更する。これにより、物性値検出部内第 1 温度検出部 1 2 1 及び物性値検出部内第 2 温度検出部 1 2 2 は、物性値検出部内加熱部 1 2 3 の温度変化の前後における出力値を求めることができる。物性値検出部 1 2 は、A D C 1 4 を介して M C U 1 3 に取得した出力値を出力する。

【 0 0 7 8 】

ここで、流量検出部 1 1 は、高流量計測チップ 7、及び低流量計測チップ 8 から流量を検出し、物性値検出部 1 2 は、ガス種計測用チップ 9 から物性値を検出する。

20

【 0 0 7 9 】

図 1 0 は、流量値の計測から出力までを示すフローである。測定対象流体について、ガス種計測用チップ 9 によるガス種検知計測 (S 1 0 1) を経た後、低流量計測チップ 8 による低流量計測 (S 1 0 2)、次いで高流量計測チップ 7 による高流量計測 (S 1 0 3) が実施される。

【 0 0 8 0 】

分流路 3 は、低流量計測チップ 8 による計測値と所定の閾値とを比較する比較部を有しており、比較部において、低流量計測チップ 8 からの出力が、閾値以上であるか閾値未満であるかの判定 (S 1 0 4) が実施される。ここで、出力が閾値以上と判定された場合は、高流量計測チップ 7 からの流量値算出 (S 1 0 5) が実施され、閾値未満と判定された場合は、低流量計測チップ 8 からの流量値算出 (S 1 0 6) が実施される。

30

【 0 0 8 1 】

図 1 1 は、閾値を基準とした、高流量計測チップ 7、または低流量計測チップ 8 における流量の計測値と出力値の関係を示すグラフである。図 1 1 に示す通り、流量の計測値と出力値の関係について、低流量計測チップ 8 による計測値が、閾値以上であれば高流量計測チップ 7 による出力において直線性が良く、閾値未満であれば低流量計測チップ 8 による出力において直線性が良い。以上のことから、閾値による出力チップの切り替えを適用することにより、分流路 3 において、より正確な流量計測が可能となる。

40

【 0 0 8 2 】

〔実施例 2〕

次に、本発明の実施例 2 について説明する。本実施例と実施例 1 との相違点は、分流路が有する 2 つの流路が互いに独立している点である。図 1 2 は、分流路の形状を変形した例として、上述の分流路 3 に対し、主流路 2 から分岐した高流量用分流路 7 2 と低流量用分流路 8 2、及びガス種計測用分流路 9 2 を有し、高流量用分流路 7 2 と低流量用分流路 8 2 が互いに独立している分流路の概略構成を示す模式的な平面図である。

【 0 0 8 3 】

主流路 2 から分岐した高流量用分流路 7 2、及び低流量用分流路 8 2 を適用することで、主流路 2 から直接、高流量用分流路 7 2 と低流量用分流路 8 2 への分流比を調整するこ

50

とが可能となる。また、高流量用分流路 7 2 と低流量用分流路 8 2 が互いに独立しているため、流入口及び流出口付近において乱流が生じる確率が低くなり、層流を実現することで流体の流れを安定化することが可能となる。

【 0 0 8 4 】

なお、本実施例において、流量計測時の機能構成、及び流量値の計測から出力までのフロー、及び閾値を基準とした、高流量計測チップ 7、または低流量計測チップ 8 における流量の計測値と出力値の関係については、実施例 1 同様、図 9 及び図 1 0 及び図 1 1 に示す通りである。

【 0 0 8 5 】

なお、上記の実施例においては、本発明に係る流量計を、3 チップ流量計測装置に適用したが、本発明に係る流量計は、ガス種計測用チップ 9 は必ずしも無くてもよい。

10

【 0 0 8 6 】

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。

< 発明 1 >

流体が流通する主流路 (2) と、前記主流路から分岐するとともに前記主流路に再度合流し計測用の流体を流通させる分流路 (3) と、を備える流量計測装置 (1) であって、

前記分流路においては、高流量の流体の流量を計測する高流量計測チップ (7) が配置された高流量用流路 (7 1) と、前記高流量用流路と比較して流路断面積が広く、前記高流量計測チップより低流量の流体の流量を計測する低流量計測チップ (8) が配置された低流量用流路 (8 1) とが並列して形成されることを特徴とする、

20

流量計測装置 (1) 。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

1 : 流量計測装置

1 0 0 : センサ素子

1 0 1 : マイクロヒータ

1 0 2 : サーモパイル

1 0 3 : キャピティエリア

1 0 4 : フレーム

30

1 1 : 流量検出部

1 1 1 : 流量検出部内第 1 温度検出部

1 1 2 : 流量検出部内第 2 温度検出部

1 1 3 : マイクロヒータ

1 2 : 物性値検出部

1 2 1 : 物性値検出部内第 1 温度検出部

1 2 2 : 物性値検出部内第 2 温度検出部

1 2 3 : 物性値検出部内加熱部

1 3 : Micro Controller Unit

1 4 : Analog - to - Digital Converter

40

2 : 主流路

3 : 分流路

3 2 : 物性値検出用流路

3 3 : 流量検出用流路

3 4 : 流入用流路

3 4 A : 流入口

3 5 : 流出用流路

3 5 A : 流出口

4 : シール

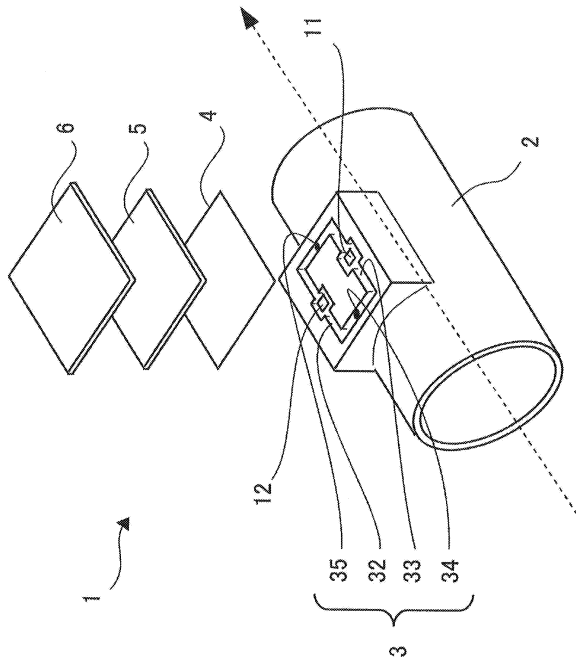
5 : 回路基板

50

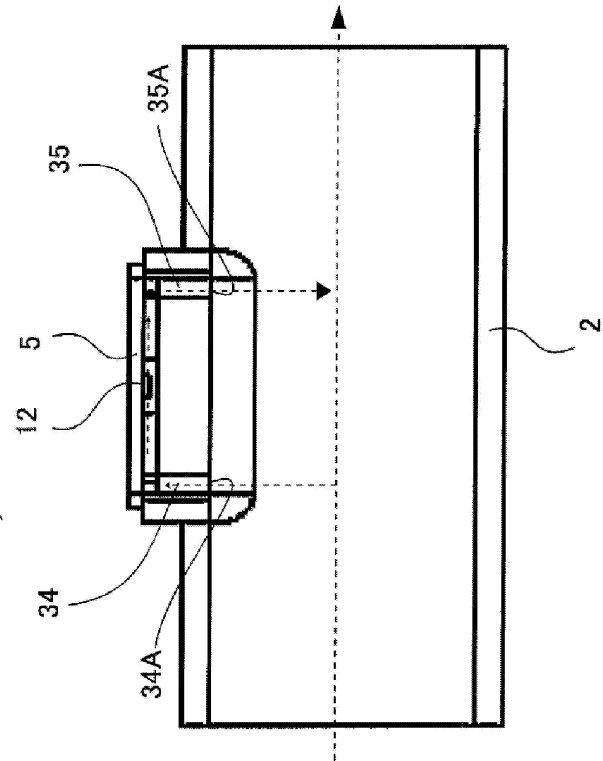
- 6 : カバー
- 7 : 高流量計測チップ
- 7 1 : 高流量用流路
- 7 2 : 高流量用分流路
- 8 : 低流量計測チップ
- 8 1 : 低流量用流路
- 8 2 : 低流量用分流路
- 9 : ガス種計測用チップ
- 9 1 : ガス種計測用流路
- 9 2 : ガス種計測用分流路

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

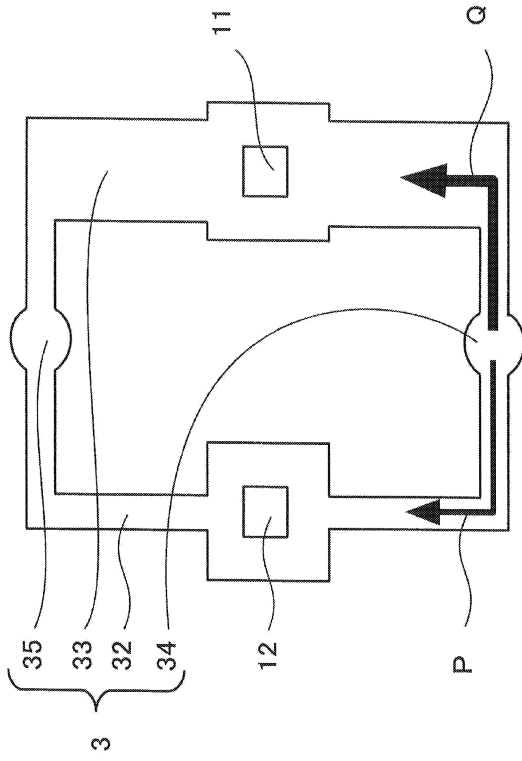
20

30

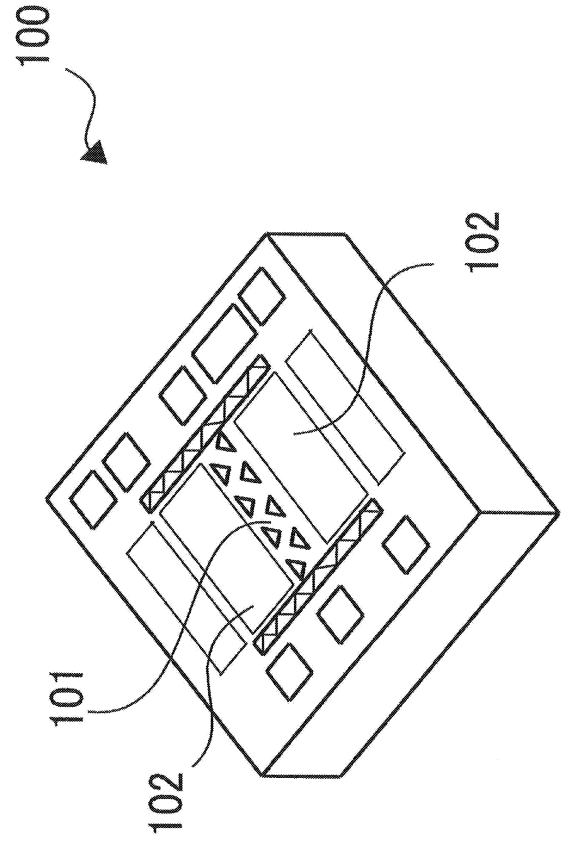
40

50

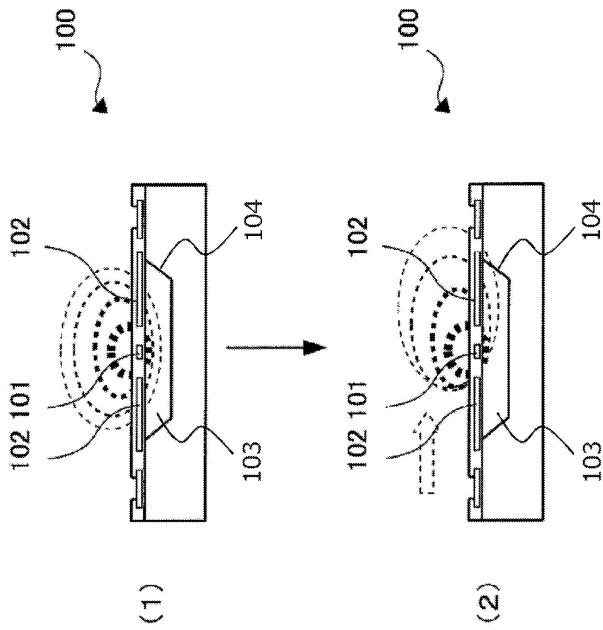
【図3】



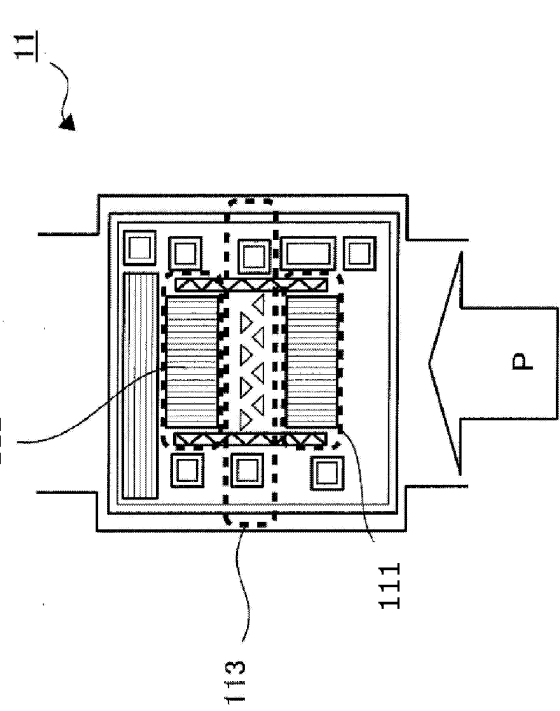
【図4】



【図5】



【図6】



10

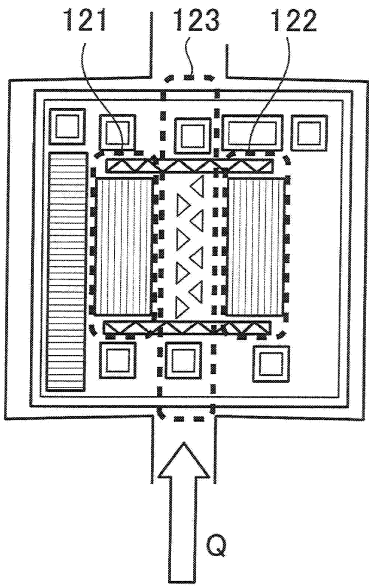
20

30

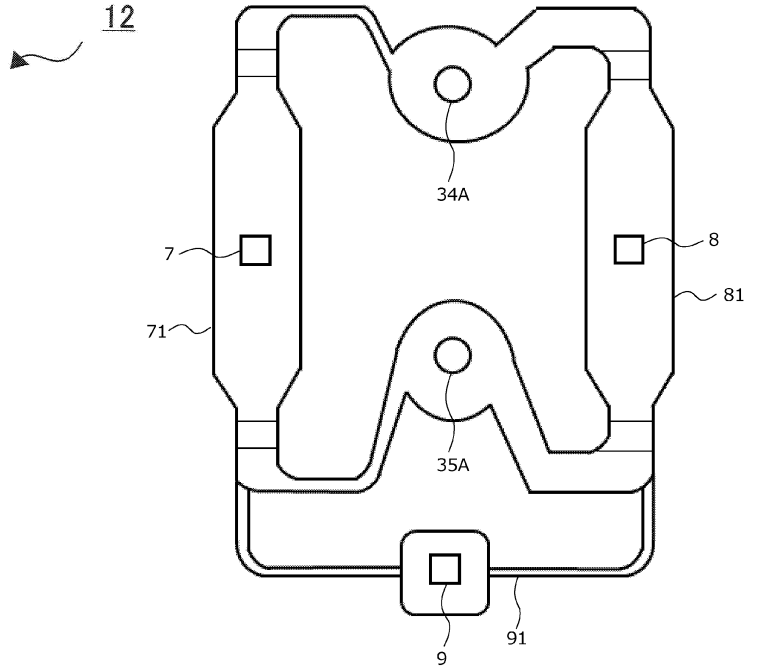
40

50

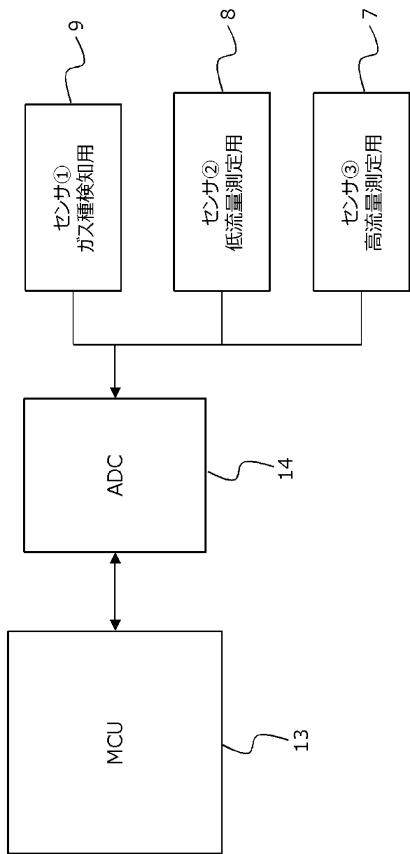
【図7】



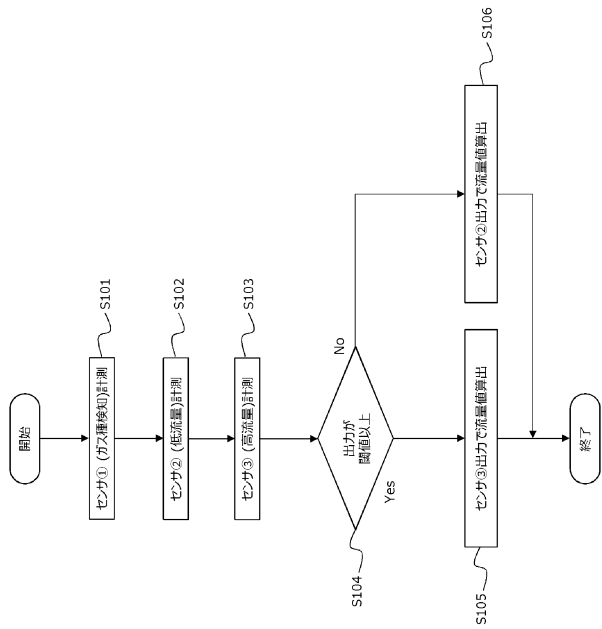
【図8】



【図9】



【図10】



10

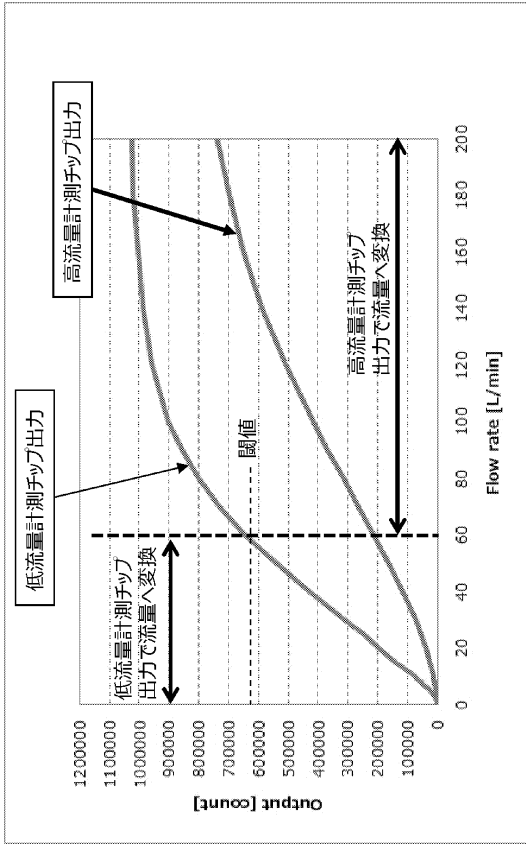
20

30

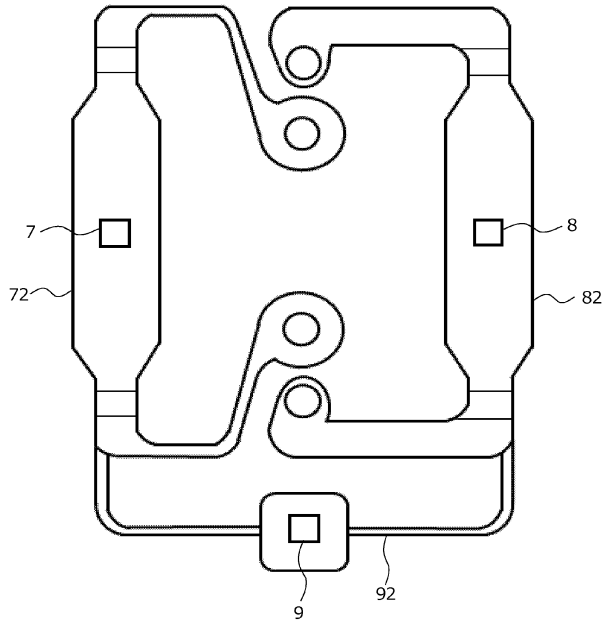
40

50

【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 櫻井 健太

- (56)参考文献 特開昭57-010414(JP,A)
国際公開第97/038287(WO,A1)
特開2012-233776(JP,A)
特開2012-226627(JP,A)
特開平10-293054(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01F 1/56 - 1/90
G01F 7/00