

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号
特開2005-291923
(P2005-291923A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷
G01F 1/684

F I
G O I F 1/68 1 O 1 B

テーマコード (参考)
2 F O 3 5

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)	
(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2004-107466 (P2004-107466) 平成16年3月31日 (2004.3.31)
(71) 出願人	000106760 シーケーディ株式会社 愛知県小牧市応時二丁目250番地
(74) 代理人	100120983 弁理士 野村 茂樹
(74) 代理人	100097009 弁理士 富澤 孝
(74) 代理人	100098431 弁理士 山中 郁生
(72) 発明者	伊藤 彰浩 愛知県小牧市応時二丁目250番地 シー ケーディ株式会社内
(72) 発明者	世古 尚嗣 愛知県小牧市応時二丁目250番地 シー ケーディ株式会社内
最終頁に続く	

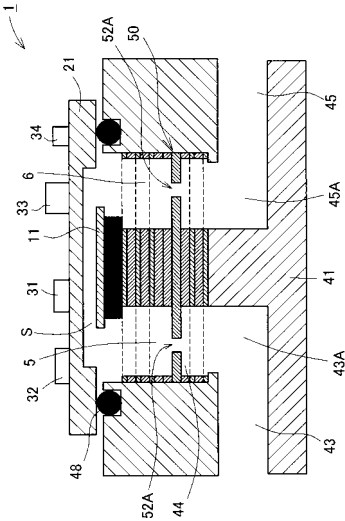
(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【要約】

【課題】 流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合に測定部の破損を防止することができる熱式流量計を提供すること。

【解決手段】 熱式流量計1において、ボディ41に形成された流路空間44に配置される積層体50中に、直径0.5mmのオリフィス52Aが2箇所に形成されたオリフィス板52を配置する。これにより、積層体50にオリフィス52Aが設けられる。そして、熱式流量計1に流れ込んだ被測定流体は、オリフィス52Aを通過した後にセンサ流路Sに流れ込む。したがって、大流量の被測定流体が熱式流量計1に流れ込んだとしても、オリフィス52Aによって被測定流体の流量が絞られるため、測定チップ11の破損を確実に防止することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路を備える熱式流量計において、
ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、
前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、
前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、
前記積層体は、
エッチング加工された複数の薄板と、
前記センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下となるように有効断面面積を変更する有効断面面積変更手段とを備え、
前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、
前記測定チップは、
流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、
流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、
前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、
被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、
前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とする熱式流量計。

【請求項 2】

請求項 1 に記載する熱式流量計において、
前記有効断面面積変更手段は、前記積層体に設けられたオリフィスであることを特徴とする熱式流量計。

【請求項 3】

請求項 1 に記載する熱式流量計において、
前記有効断面面積変更手段は、複数の前記薄板に設けられた開口部により前記積層体に形成された蛇行流路であることを特徴とする熱式流量計。

【請求項 4】

流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路を備える熱式流量計において、
ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、
前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、
前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、
前記積層体は、エッチング加工された複数の薄板を備え、
前記ボディは、前記センサ流路を流れる被測定流体の流速を 1000 m/s 以下にするオリフィスを備え、
前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、
前記測定チップは、
流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、
流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、
前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、

被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、

前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とする熱式流量計。

【請求項 5】

流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路と、入口流路と、出口流路とを備える熱式流量計において、

ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、

前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、

前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、

前記積層体は、エッチング加工された複数の薄板を備え、

前記ボディは、

前記入口流路と前記出口流路とを前記センサ流路を介さずに連通させる連通流路と、

その連通流路に設けられた逆止弁とを備え、

前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、

前記測定チップは、

流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、

流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、

前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、

被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、

前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とする熱式流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、抵抗体（熱線）を用いて流量を計測する熱式流量計に関する。さらに詳細には、大流量時において抵抗体を備える測定部が破損することを防止することができる熱式流量計に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、例えば漏れ検査などに、高速応答かつ小型の熱式流量計が利用されている。このような熱式流量計の1つとして、例えば、特開2003-194608号公報に開示されたものがある。この熱式流量計は、流量を計測するための熱線が架設されたセンサ流路の他に、センサ流路に対するバイパス流路を備えており、バイパス流路は、熱線を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極が表面に設けられた基板を、側面開口部を備える流体流路が形成されたボディに対し、側面開口部を塞ぐようにして密着させることにより形成され、センサ流路は、熱線とその熱線に接続する熱線用電極とが設けられた測定チップを、熱線用電極と電気回路用電極とを接着して基板に実装することにより、測定チップあるいは基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成されている。

【0003】

そして、この熱式流量計では、測定チップに設けられた熱線は、測定チップを基板に実装した際に、測定チップに設けられた熱線用電極と基板の表面に設けられた電気回路用電極とが接着されることによって、熱線を用いた計測原理を行うための電気回路に接続される。一方、基板がボディに対して密着されると、ボディの内部において、バイパス流路が

10

20

30

40

50

形成される。このとき、基板又は基板に実装された測定チップに溝が設けられているので、ボディの内部において、バイパス流路に対するセンサ流路も形成される。

【0004】

そして、ボディの内部を流れる被測定流体は、バイパス流路とセンサ流路の断面積比に応じて、バイパス流路とセンサ流路とに分流される。このとき、測定チップに設けられた熱線は、センサ流路に橋設された状態にあるので、熱線を用いた計測原理を行うための電気回路により、センサ流路を流れる被測定流体の流量、ひいては、ボディの内部を流れる被測定流体の流量を測定する。このようにして、この熱式流量計は、高速応答で安定した計測結果を出力することができるようになっている。

【0005】

【特許文献1】特開2003-194608号公報（第3～5頁、第1図）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の熱式流量計では、流量計に大流量の被測定流体が流れたときに、測定チップが破損するおそれがあった。例えば、熱式流量計を使用して漏れ検査を行う場合に、ワークにエアを充填する動圧時にその充填エアが大量にセンサ流路に流れてしまい、測定チップが破損するおそれがあった。

【0007】

ここで、測定チップの破損を防止するためには、測定チップの強度を高めることが考えられる。ところが、測定チップの強度を高めると、測定チップに対して微細加工を施すことができなくなり、熱式流量計の感度が低下してしまう。このため、単純に測定チップの強度を高めることはできない。

【0008】

そこで、本発明は上記した課題を解決するためになされたものであり、流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合に測定部の破損を防止することができる熱式流量計を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するためになされた本発明に係る熱式流量計は、流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路を備える熱式流量計において、ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、前記積層体は、エッチング加工された複数の薄板と、前記センサ流路を流れる被測定流体の流速が1000m/s以下となるように有効断面積を変更する有効断面積変更手段とを備え、前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、前記測定チップは、流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とするものである。

なお、本明細書における「側面開口部」とは、ボディの側面（言い換えると、入出力ポートが開口していない面）であって基板が装着される面に開口した開口部を意味する。

【0010】

この熱式流量計では、流量計に流れ込んだ被測定流体は、抵抗体が架設されたセンサ流路に流れ込む。そして、抵抗体を用いた計測原理に基づき、センサ流路を流れる被測定流

10

20

30

40

50

体の流量、つまり熱式流量計の内部を流れる被測定流体の流量が測定される。具体的には、電気回路により、発熱抵抗体と流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、上流温度検出抵抗体と下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定される。このとき、順方向の流れの場合には出力が増加し、逆方向の流れの場合には出力が減少するため、被測定流体の流れ方向も検知することができる。

【0011】

そして、積層体には、センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下となるように有効断面積を変更する有効断面積変更手段が設けられている。このため、この熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだとしても、有効断面積変更手段によってセンサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下に抑えられる。そして、センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下であれば、測定チップが破損しないことが確認されている（図8参照）。したがって、この熱式流量計では大流量の被測定流体が流れ込んだも、測定チップが破損することはない。

10

【0012】

なお、積層体の構成（各薄板の組み合わせ）を変更してバイパス流路を形成していてもよい。このようなバイパス流路を形成することにより、フルスケール流量を大きくすることができる。

【0013】

ここで、前記有効断面積変更手段は、前記積層体に設けられたオリフィスであることが望ましい。あるいは、前記有効断面積変更手段は、複数の前記薄板に設けられた開口部により前記積層体に形成された蛇行流路であってもよい。

20

このようにして有効断面積変更手段を構成することにより、センサ流路を流れる被測定流体の流速を 1000 m/s 以下に確実に絞ることができるからである。

【0014】

また、上記課題を解決するためになされた本発明に係る別形態の熱式流量計は、流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路を備える熱式流量計において、ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、前記積層体は、エッチング加工された複数の薄板を備え、前記ボディは、前記センサ流路を流れる被測定流体の流速を 1000 m/s 以下にするオリフィスを備え、前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、前記測定チップは、流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とするものである。

30

40

【0015】

この熱式流量計でも、流量計に流れ込んだ被測定流体は、抵抗体が架設されたセンサ流路に流れ込む。そして、抵抗体を用いた計測原理に基づき、センサ流路を流れる被測定流体の流量、つまり熱式流量計の内部を流れる被測定流体の流量が測定される。具体的には、電気回路により、発熱抵抗体と流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、上流温度検出抵抗体と下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定される。このとき、順方向の流れの場合には出力が増加し、逆方向の流れの場合には出力が減少するため、被測定流体の流れ方向も検知することができる。

【0016】

そして、ボディには、センサ流路を流れる被測定流体の流速を 1000 m/s 以下にす

50

るオリフィスが設けられている。このため、この熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだとしても、ボディに設けられたオリフィスによってセンサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下に抑えられる。そして、上記したように、センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下であれば、測定チップが破損しないことが確認されている（図8参照）。したがって、この熱式流量計でも大流量の被測定流体が流れ込んだとしても、測定チップが破損することはない。

【0017】

さらに、上記課題を解決するためになされた本発明に係る別形態の熱式流量計は、流量を計測するための抵抗体が架設されたセンサ流路と、入口流路と、出口流路とを備える熱式流量計において、ボディに形成された側面開口部に配置された積層体と、前記側面開口部を塞ぐように前記ボディに密着して固定された基板とを有し、前記基板は、抵抗体を用いた計測原理を行うための電気回路に接続する電気回路用電極を備え、前記積層体は、エッチング加工された複数の薄板を備え、前記ボディは、前記入口流路と前記出口流路とを前記センサ流路を介さずに連通させる連通流路と、その連通流路に設けられた逆止弁とを備え、前記センサ流路は、抵抗体とその抵抗体に接続する抵抗体用電極とが設けられた測定チップを、前記抵抗体用電極と前記電気回路用電極とを接着して前記基板に実装することにより、前記測定チップあるいは前記基板の少なくとも一方に設けられた溝によって形成され、前記測定チップは、流れ方向上流側に設けられた上流温度検出抵抗体と、流れ方向下流側に設けられた下流温度検出抵抗体と、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との間に設けられ、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体とを加熱する発熱抵抗体と、被測定流体の温度を検出する流体温度検出抵抗体とを備えており、前記電気回路により、前記発熱抵抗体と前記流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、前記上流温度検出抵抗体と前記下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定されることを特徴とするものである。

10

20

【0018】

この熱式流量計でも、流量計に流れ込んだ被測定流体は、抵抗体が架設されたセンサ流路に流れ込む。そして、抵抗体を用いた計測原理に基づき、センサ流路を流れる被測定流体の流量、つまり熱式流量計の内部を流れる被測定流体の流量が測定される。具体的には、電気回路により、発熱抵抗体と流体温度検出抵抗体とが一定の温度差になるように制御され、上流温度検出抵抗体と下流温度検出抵抗体との温度差に基づき被測定流体の流量が測定される。このとき、順方向の流れの場合には出力が増加し、逆方向の流れの場合には出力が減少するため、被測定流体の流れ方向も検知することができる。

30

【0019】

そして、ボディには、入口流路と出口流路とをセンサ流路およびバイパスを介さずに連通させる連通流路が形成され、その連通流路に逆止弁が設けられている。このため、入口流路と出口流路とで圧力差が発生すると、逆止弁が開き入口流路に流れ込んだ被測定流体の大部分はそのまま出口流路へと流れる。そして、熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込むと入口流路と出口流路とで圧力差が生じるので、熱式流量計に流れ込んだ被測定流体の大部分は、そのまま出口流路へと流れる。その後、入口流路と出口流路との圧力差がなくなると逆止弁が閉じる。

40

【0020】

このように、この熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、ボディに設けられた逆止弁が開き被測定流体の大部分はそのまま出口流路へと流れる。このため、センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s を越えることはない。そして、上記したように、センサ流路を流れる被測定流体の流速が 1000 m/s 以下であれば、測定チップが破損しないことが確認されている（図8参照）。したがって、この熱式流量計でも大流量の被測定流体が流れ込んだとしても、測定チップが破損することはない。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る熱式流量計によれば、積層体に有効断面積変更手段、ボディにオリフィス

50

、あるいはボディに逆止弁を備えているので、センサ流路に流れ込む被測定流体の流量が絞られる。このため、熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合であっても、測定部（測定チップ）の破損を防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の熱式流量計を具体化した最も好適な実施の形態について図面に基づいて詳細に説明する。

【0023】

（第1の実施の形態）

まず、第1の実施の形態について説明する。そこで、第1の実施の形態に係る熱式流量計の概略構成を図1に示す。図1は、熱式流量計1を示す断面図である。図1に示すように、本実施の形態に係る熱式流量計1には、ボディ41と、センサ基板21と、積層体50とが備わっている。そして、積層体50がボディ41の流路空間44に装着された状態で、センサ基板21がシールパッキン48を介しボディ41にネジ固定で密着されている。

【0024】

ボディ41は、図2および図3に示すように、直方体形状のものであり、左右対称に構成されている。なお、図2は、ボディ41を示す平面図である。図3は、図2におけるA-A断面図である。このボディ41には、両端面に入口ポート42と出口ポート46とが形成されている。そして、入口ポート42からボディ中央に向かって入口流路43が形成され、同様に出口ポート46からボディ中央に向かって出口流路45が形成されている。

【0025】

また、ボディ41の上部には、積層体50を配置するとともにセンサ流路Sを形成するための流路空間44が形成されている。この流路空間44の横断面は、長方形の両短辺を円弧状（半円）にした形状になっており、その中央部に円弧状の凸部44Cが形成されている。凸部44Cは、積層体50（各薄板）の位置決めを行うためのものである。そして、流路空間44の下面の一部が入口流路43および出口流路45に連通している。すなわち、入口流路43と出口流路45とがそれぞれ90度に屈曲したエルボ部43Aと45Aを介して流路空間44に連通されている。さらに、流路空間44の外周に沿うようにボディ41の上面には、シールパッキン48を装着するための溝49が形成されている。

【0026】

積層体50は、図4に示すように、3種類の薄板を合計12枚積層したものである。なお、図4は、積層体50の構造を示す分解斜視図である。この積層体50は、下から順に、メッシュ板51、両端開口板53、メッシュ板51、両端開口板53、オリフィス板52、両端開口板53、53、メッシュ板51、両端開口板53、メッシュ板51、両端開口板53、およびメッシュ板51が積層されて密着されたものである。

【0027】

メッシュ板51、オリフィス板52、および両端開口板53は、ともに厚さが0.5mm以下のものであり、エッチングにより各形状の加工（マイクロマシニング加工）がなされたものである。そして、積層体50（各薄板）の投影形状は流路空間44の横断面形状と同じになっている。これにより、積層体50が流路空間44に隙間なく装着されるようになっている。

【0028】

ここで、個々の薄板について説明する。まず、メッシュ板51について、図5、図6を用いて説明する。なお、図5(a)はメッシュ板51を示す平面図であり、図5(b)は図5(a)におけるA-A断面図である。図6は、メッシュ板51のメッシュ部51Mの拡大図である。メッシュ板51は、図5に示すように、その両端にメッシュ部51Mが形成された厚さが0.3mmの薄板である。メッシュ部51Mは、直径4mmの円形状であり、図6に示すように、メッシュを構成する孔（直径0.2mm）の中心間距離がすべて0.27mmとなるように形成されている。すなわち、各孔の中心が正三角形の各頂点と

10

20

30

40

50

なるように孔が形成されている。なお、メッシュ部 5 1 M の厚さは、図 5 (b) に示すように他の部分よりも薄くなっており、その厚さは 0 . 0 5 ~ 0 . 1 m m となっている。

【 0 0 2 9 】

次に、オリフィス板 5 2 について図 7 を用いて説明する。なお、図 7 (a) は、オリフィス 5 2 を示す平面図であり、図 7 (b) は、図 7 (a) における A - A 断面図である。オリフィス板 5 2 は、図 7 に示すように、エッチング加工により形成されたオリフィス 5 2 A を 2 箇所 に有している。なお、オリフィス板 5 2 の厚さは 0 . 3 m m である。

【 0 0 3 0 】

ここで、オリフィス板 5 2 に形成するオリフィス 5 2 A の直径は、センサ流路 S における被測定流体の流速を、測定チップ 1 1 が破損しない程度まで絞れる寸法に決定する必要がある。そこで、発明者らは、オリフィスの直径とセンサ流路 S における流速および測定チップ 1 1 の破損割合の関係を調べた。その結果を、図 8 に示す。図 8 は、1 M p a の被測定流体を熱式流量計 1 に流し込んだ場合の結果を示す。

【 0 0 3 1 】

図 8 に示すように、オリフィスを設けない場合には、センサ流路 S における流速が 2 0 0 0 m / s を越えてしまい、3 0 % 程度の割合で測定チップ 1 1 が破損した。オリフィス 5 2 A の直径を 1 . 0 m m とした場合には、センサ流路 S における流速が 1 0 4 0 m / s 程度に抑えられるが、5 % 程度の割合で測定チップ 1 1 が破損した。そして、オリフィス 5 2 A の直径を 0 . 5 m m とした場合には、センサ流路 S における流速が 6 2 0 m / s 程度に抑えられ、測定チップ 1 1 が破損することはなかった。

【 0 0 3 2 】

この調査結果から、センサ流路 S における被測定流体の流速を 1 0 0 0 m / s 以下に抑えることにより、測定チップ 1 1 の破損を防止することができることが判明した。このため、本実施の形態では、オリフィス 5 2 A の直径を 0 . 5 m m としている。

【 0 0 3 3 】

本実施の形態では、オリフィス 5 2 A を 2 箇所設けているが、オリフィス 5 2 A は 1 次側、あるいは 2 次側にのみ設けることもできる。オリフィス 5 2 A を 1 箇所 にのみ設ける場合には、1 次側に設けることが好ましい。1 次側にオリフィス 5 2 A を設ける方が、測定チップ 1 1 の破損をより確実に防止することができるからである。

【 0 0 3 4 】

最後に、両端開口板 5 3 について図 9 を用いて説明する。なお、図 9 (a) は両端開口板 5 3 を示す平面図であり、図 9 (b) は図 9 (a) における A - A 断面図である。両端開口板 5 3 は、図 9 に示すように、外周部 5 3 B と中央部 5 3 D とを残すようにエッチング加工されたものである。これにより、両端開口板 5 3 には、その両端に開口部 6 3 が形成されている。なお、両端開口板 5 3 の厚さは 0 . 5 m m である。

【 0 0 3 5 】

図 1 に戻って、上記したメッシュ板 5 1、オリフィス板 5 2、および両端開口板 5 3 を組み合わせて、図 4 に示すように積層して密着した積層体 5 0 を流路空間 4 4 に装着することにより、連絡流路 5 , 6 が形成されている。そして、この連絡流路 5 , 6 にそれぞれオリフィス 5 2 A が配置されている。なお、連絡流路 5 は、入口流路 4 3 とセンサ流路 S とを連通させるものであり、連絡流路 6 は、出口流路 4 5 とセンサ流路 S とを連通させるものである。

【 0 0 3 6 】

一方、センサ基板 2 1 は、測定流量を電気信号として出力するものである。このためセンサ基板 2 1 には、図 1 0 に示すように、ベースとなるプリント基板 2 2 の表面側 (ボディ 4 1 への装着面側) において、その中央部に溝 2 3 が加工されている。そして、この溝 2 3 の両側に、電気回路用電極 2 4 , 2 5 , 2 6 , 2 7 , 2 8 , 2 9 が設けられている。一方、プリント基板 2 2 の裏面側には、電気素子 3 1、3 2、3 3、3 4 など で構成される電気回路が設けられている (図 1 参照)。そして、プリント基板 2 2 の中で、電気回路用電極 2 4 ~ 2 9 が電気素子 3 1 ~ 3 4 など で構成される電気回路と接続されている。さ

10

20

30

40

50

らに、プリント基板 22 の表面側には、後述するようにして、測定チップ 11 が実装されている。

【0037】

ここで、測定チップ 11 について、図 11 を用いて説明する。なお、図 11 は、測定チップ 11 を示す平面図である。測定チップ 11 は、図 11 に示すように、シリコンチップ 12 に対して、半導体マイクロマシニングの加工技術を実施したものであり、このとき、チップ中央に溝 13 が加工されるとともに、抵抗体（熱線）用電極 14, 15, 16, 17, 18, 19 がチップ両端に設けられる。

【0038】

また、このとき、上流温度検出抵抗体 R1 が、抵抗体用電極 15, 17 から延設されるとともに溝 13 の上に架設される。さらに、下流温度検出抵抗体 R2 が、抵抗体用電極 17, 19 から延設されるとともに溝 13 の上に架設される。さらにまた、発熱抵抗体 Rh が、上流温度検出抵抗体 R1 と下流温度検出抵抗体 R2 との間に、抵抗体用電極 16, 18 から延設されるとともに溝 13 の上に架設される。また、測定チップ 11 においては、センサ流路 S の順方向上流側に流体温度検出抵抗体 Rt が、抵抗体用電極 14, 16 から延設される。

【0039】

そして、測定チップ 11 の熱線用電極 14, 15, 16, 17, 18, 19 を、センサ基板 21 の電気回路用電極 24, 25, 26, 27, 28, 29（図 10 参照）のそれぞれと、半田リフロー又は導電性接着剤などで接合することによって、測定チップ 11 をセンサ基板 21 に実装している。したがって、測定チップ 11 がセンサ基板 21 に実装されると、測定チップ 11 に設けられた流体温度検出抵抗体 Rt、上流温度検出抵抗体 R1、下流温度検出抵抗体 R2、および発熱抵抗体 Rh は、測定チップ 11 の抵抗体用電極 14 ~ 19 と、センサ基板 21 の電気回路用電極 24 ~ 29（図 10 参照）とを介して、センサ基板 21 の裏面側に設けられた電気回路に接続されることになる。これにより、図 12 に示す定温度差回路と、図 13 に示す出力回路とが構成される。

【0040】

ここで、図 12 に示す定温度差回路は、発熱抵抗体 Rh を、流体温度検出抵抗体 Rt で検出される流体温度と一定の温度差をもつように制御するための回路である。また、図 13 に示す出力回路は、上流温度検出抵抗体 R1 と下流温度検出抵抗体 R2 との温度差に相当する電圧値を出力するための回路である。この出力回路では、上流温度検出抵抗体 R1 と下流温度検出抵抗体 R2 とが直列に接続され、定電圧 Vc が印可されるようになっている。そして、上流温度検出抵抗体 R1 と下流温度検出抵抗体 R2 との midpoint 電位 Vout が測定信号として出力されるようになっている。

【0041】

また、測定チップ 11 がセンサ基板 21 に実装されると、測定チップ 11 の溝 13 は、センサ基板 21 の溝 23 と重なり合う。よって、図 1 に示すように、測定チップ 11 が実装されたセンサ基板 21 を、ボディ 41 に対して、積層体 50 およびシールパッキン 48 を介して密着すると、ボディ 41 の流路空間 44 において、センサ基板 21 と測定チップ 11 との間に、測定チップ 11 の溝 13 やセンサ基板 21 の溝 23 などからなる細長い形状のセンサ流路 S が形成される。そのため、センサ流路 S には、流体温度検出抵抗体 Rt、上流温度検出抵抗体 R1、下流温度検出抵抗体 R2、および発熱抵抗体 Rh が橋を渡すように設けられることになる。

【0042】

次に、上記した構成を有する熱式流量計 1 の作用について説明する。熱式流量計 1 においては、順方向の流れの場合には、入口ポート 42 を介して入口流路 43 へ流れ込んだ被測定流体は、センサ流路 S へ流れ込む。そして、センサ流路 S から流れ出した被測定流体は、出口流路 45 を介して出口ポート 46 からボディ 41 の外部に流れ出す。

【0043】

一方、逆方向の流れの場合には、出口ポート 46 を介して出口流路 45 へ流れ込んだ被

10

20

30

40

50

測定流体は、センサ流路 S へ流れ込む。そして、センサ流路 S から流れ出した被測定流体は、入口流路 4 3 を介して入口ポート 4 2 からボディ 4 1 の外部に流れ出す。

【 0 0 4 4 】

ここで、被測定流体が順方向あるいは逆方向のいずれの方向に流れても、センサ流路 S へ流れ込む被測定流体は、積層体 5 0 内におけるメッシュ部 5 1 M を通過した後に、センサ流路 S に流れ込む。したがって、非常に流れが整えられた状態の被測定流体が、センサ流路 S を流れる。

【 0 0 4 5 】

また、熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、積層体 5 0 に設けられたオリフィス板 5 2 に形成されたオリフィス 5 2 A によって流量が絞られる。具体的には、センサ流路 S における被測定流体の流速は、確実に 1000 m/s 以下に抑えられる。本実施の形態では、オリフィス 5 2 A の直径を 0.5 mm としているので、センサ流路 S における被測定流体の流速は、約 620 m/s に抑えられる。これにより、測定チップ 1 1 の破損を確実に防止することができる（図 8 参照）。 10

【 0 0 4 6 】

そして、センサ流路 S を流れる被測定流体は、センサ流路 S に橋設された発熱抵抗体 R_h から熱を奪う。そうすると、センサ基板 2 1 の裏面側に設けられた電気回路（図 1 2 に示す定温度差回路）により、流体温度検出抵抗体 R_t と発熱抵抗体 R_h とが一定の温度差になるように制御される。

【 0 0 4 7 】

また、センサ基板 2 1 の裏面側に設けられた電気回路（図 1 3 に示す出力回路）により、直列に接続され定電圧 V_c が印可された上流温度検出抵抗体 R_1 と下流温度検出抵抗体 R_2 との中間電位 V_{out} が測定信号として出力される。このとき、被測定流体が順方向の流れの場合には、上流温度検出抵抗体 R_1 の温度（抵抗値）が低下し、下流温度検出抵抗体 R_2 の温度（抵抗値）が増加するため、中間電位 V_{out} が増加する。一方、被測定流体が逆方向の流れの場合には、上流温度検出抵抗体 R_1 の温度（抵抗値）が増加し、下流温度検出抵抗体 R_2 の温度（抵抗値）が低下するため、中間電位 V_{out} は低下する。このため、被測定流体の流れ方向を検知することができる。 20

【 0 0 4 8 】

以上、詳細に説明したように本実施の形態に係る熱式流量計 1 によれば、ボディ 4 1 に形成された流路空間 4 4 に配置する積層体 5 0 中に、直径 0.5 mm のオリフィス 5 2 A が 2 箇所形成されたオリフィス板 5 2 を有する。このため、熱式流量計 1 に大流量の被測定流体が流れ込んだとしても、オリフィス 5 2 A によって被測定流体の流量が絞られる。これにより、センサ流路 S における被測定流体の流速が確実に 1000 m/s 以下に抑えられるので、測定チップ 1 1 の破損を確実に防止することができる。 30

【 0 0 4 9 】

（第 2 の実施の形態）

次に、第 2 の実施の形態について説明する。第 2 の実施の形態に係る熱式流量計は、基本的な構成を第 1 の実施の形態に係る熱式流量計 1 とほぼ同じくするが、積層体の構成が異なる。具体的には、第 2 の実施の形態においては、積層体にオリフィス板を設ける代わりに蛇行流路を形成している。そこで、以下の説明では、第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成のものについて同符号を付して説明を適宜省略する。 40

【 0 0 5 0 】

そこで、まず、第 2 の実施の形態に係る熱式流量計に備わる積層体 5 0 A について、図 1 4 を参照しながら説明する。図 1 4 は、積層体 5 0 A の構造を示す分解斜視図である。積層体 5 0 A は、図 1 4 に示すように、4 種類の薄板を合計 23 枚積層したものである。すなわち、下から順に、メッシュ板 5 1、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、両端開口板 5 3、第 2 スリット板 5 5、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、両端開口板 5 3、第 2 スリット板 5 5、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、両端開口板 5 3、第 2 ス 50

リット板 5 5、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、両端開口板 5 3、第 2 スリット板 5 5、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、両端開口板 5 3、メッシュ板 5 1、両端開口板 5 3、およびメッシュ板 5 1 が積層されて密着されたものである。

【 0 0 5 1 】

ここで、第 1 スリット板 5 4 は、図 1 5 (a) (b) に示すように、薄板の両端にスリット 6 4、6 4 が形成されるようにエッチング加工したものである。そして、その厚さは 0.1 mm である。なお、図 1 5 (a) は第 1 スリット板 5 4 を示す平面図であり、図 1 5 (b) は図 1 5 (a) における A - A 断面図である。

【 0 0 5 2 】

また、第 2 スリット板 5 5 は、図 1 6 (a) (b) に示すように、薄板の中央部両端にスリット 6 5、6 5 が形成されるようにエッチング加工したものである。そして、その厚さは 0.1 mm である。なお、図 1 6 (a) は第 2 スリット板 5 5 を示す平面図であり、図 1 6 (b) は図 1 6 (a) における A - A 断面図である。

【 0 0 5 3 】

そして、上記したメッシュ板 5 1、両端開口板 5 3、第 1 スリット板 5 4、および第 2 スリット板 5 5 を組み合わせて図 1 4 に示す順番で積層して密着した積層体 5 0 A を流路空間 4 4 に装着することにより、連絡流路 5、6 が形成される。このため、連絡流路 5、6 には、第 1 スリット板 5 4 のスリット 6 4、第 2 スリット板 5 5 のスリット 6 5、および両端開口板 5 3 の開口部 6 3 によって蛇行流路が形成される。

【 0 0 5 4 】

これにより、熱式流量計に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、積層体 5 0 A に形成された蛇行流路によって流量が絞られる。具体的には、センサ流路 S における被測定流体の流速は、確実に 1 0 0 0 m / s 以下に抑えられる。したがって、測定チップ 1 1 の破損を確実に防止することができる。

【 0 0 5 5 】

以上、詳細に説明したように第 2 の実施の形態に係る熱式流量計によれば、ボディ 4 1 に形成された流路空間 4 4 に配置する積層体 5 0 A 中に、第 1 オリフィス板 5 4、第 2 オリフィス板 5 5、および両端開口板 5 3 を有する。このため、連絡流路 5、6 に第 1 スリット板 5 4 のスリット 6 4、第 2 スリット板 5 5 のスリット 6 5、および両端開口板 5 3 の開口部 6 3 によって蛇行流路がそれぞれ形成されている。これにより、センサ流路 S における被測定流体の流速が確実に 1 0 0 0 m / s 以下に抑えられるので、測定チップ 1 1 の破損を確実に防止することができる。

【 0 0 5 6 】

(第 3 の実施の形態)

次に、第 3 の実施の形態について説明する。第 3 の実施の形態に係る熱式流量計は、基本的な構成を第 1 の実施の形態に係る熱式流量計 1 とほぼ同じくするが、オリフィスの配置位置が異なる。具体的には、第 3 の実施の形態においては、積層体中にオリフィス板を設ける代わりに入口流路および出口流路にそれぞれオリフィスを設けている。そこで、以下の説明では、第 1 の実施の形態との相違点を中心に説明し、第 1 の実施の形態と同様の構成のものについて同符号を付して説明を適宜省略する。

【 0 0 5 7 】

そこで、まず、第 3 の実施の形態に係る熱式流量計 1 B について図 1 7 を参照しながら説明する。図 1 7 は、熱式流量計 1 B の概略構成を示す断面図である。熱式流量計 1 B には、図 1 7 に示すように、ボディ 4 1 の流路空間 4 4 に装着された積層体 5 0 B と、入口流路 4 3 および出口流路 4 5 にそれぞれ設けられたオリフィス 7 0、7 0 とが備わっている。

【 0 0 5 8 】

積層体 5 0 B は、図 1 8 に示すように、2 種類の薄板を合計 1 2 枚積層したものである。なお、図 1 8 は、積層体 5 0 B の構造を示す分解斜視図である。この積層体 5 0 は、下から順に、メッシュ板 5 1、両端開口板 5 3、メッシュ板 5 1、両端開口板 5 3、5 3、

10

20

30

40

50

５３，５３、メッシュ板５１、両端開口板５３、メッシュ板５１、両端開口板５３、およびメッシュ板５１が積層されて密着されたものである。つまり、積層体５０Ｂは、第１の実施の形態における積層体５０のオリフィス板５２を両端開口板５３に入れ替えたものである。

【００５９】

そして、上記したメッシュ板５１と両端開口板５３とを組み合わせることで図１８に示す順番で積層して密着した積層体５０Ｂを流路空間４４に装着することにより、連絡流路５，６が形成される。

【００６０】

また、オリフィス７０，７０は、入口流路４３と連絡流路５、および出口流路４５と連絡流路６との連通部にそれぞれ設けられている。なお、オリフィス７０の直径は０．５ｍｍである。これにより、熱式流量計１Ｂに大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、オリフィス７０，７０によって流量が絞られる。具体的には、センサ流路Ｓにおける被測定流体の流速は、確実に１０００ｍ／ｓ以下に抑えられる。したがって、測定チップ１１の破損を確実に防止することができる。

10

【００６１】

以上、詳細に説明したように第３の実施の形態に係る熱式流量計１Ｂによれば、入口流路４３および出口流路４５にそれぞれ形成された直径０．５ｍｍのオリフィス７０，７０を有する。このため、センサ流路Ｓへ流れ込む被測定流体の流量が絞られる。これにより、センサ流路Ｓにおける被測定流体の流速が確実に１０００ｍ／ｓ以下に抑えられるので、測定チップ１１の破損を確実に防止することができる。

20

【００６２】

（第４の実施の形態）

最後に、第４の実施の形態について説明する。第４の実施の形態に係る熱式流量計は、基本的な構成を第３の実施の形態に係る熱式流量計１Ｂとほぼ同じくするが、ボディ４１にオリフィス７０を設ける代わりに、逆止弁を設けた点異なる。すなわち、第４の実施の形態においては、オリフィスで流量を絞る代わりに、逆止弁を設けてセンサ流路に大流量の被測定流体が流れ込まないようにしているのである。そこで、以下の説明では、第３の実施の形態との相違点を中心に説明し、第３の実施の形態と同様の構成のものについて同符号を付して説明を適宜省略する。

30

【００６３】

そこで、第４の実施の形態に係る熱式流量計１Ｃについて図１９を参照しながら説明する。図１９は、熱式流量計１Ｃの概略構成を示す断面図である。熱式流量計１Ｃには、図１９に示すように、ボディ４１の流路空間４４に装着された積層体５０Ｂと、入口流路４３と出口流路４５とをセンサ流路Ｓを介さずに連通させる連通流路８０と、その連通流路８０に設けられた逆止弁８１とが備わっている。

【００６４】

逆止弁８１は、入口流路４３と出口流路４５とで圧力差が発生すると開弁する。これにより、入口流路４３と出口流路４５とは連通流路８０によりセンサ流路Ｓを介さずに連通する。このため、熱式流量計１Ｃに大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、入口流路４３と出口流路４５とで圧力差が発生するために逆止弁８１が開弁する。そうすると、入口流路４３に流れ込んだ被測定流体の大部分は、センサ流路Ｓを通過することなくそのまま出口流路４５へ流れる。その後、入口流路４３と出口流路４３との圧力差がなくなると逆止弁８１が閉弁する。つまり、熱式流量計１Ｃの測定レンジ内の流量になると、逆止弁８１が閉じるため、被測定流体はセンサ流路Ｓに流れ込む。

40

【００６５】

このように、入口流路４３に大流量の被測定流体が流れ込んだ場合には、逆止弁８１が開き被測定流体の大部分はそのまま出口流路４５へと流れる。このため、センサ流路Ｓを流れる被測定流体の流速が１０００ｍ／ｓを越えることはない。したがって、測定チップ１１の破損を確実に防止することができる。

50

【0066】

以上、詳細に説明したように第4の実施の形態に係る熱式流量計1Cによれば、入口流路43と出口流路45とをセンサ流路Sを介さずに連通する連通流路80と、その連通流路80に設けられた逆止弁81とを有する。このため、大流量の被測定流体がセンサ流路Sに流れ込むことが防止される。これにより、センサ流路Sにおける被測定流体の流速が1000m/sを越えることはないので、測定チップ11の破損を確実に防止することができる。

【0067】

なお、上記した実施の形態は単なる例示にすぎず、本発明を何ら限定するものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の改良、変形が可能であることはもちろんである。例えば、上記した実施の形態においては、センサ流路Sに対するバイパス流路を設けていないが、バイパス流路を設けることができる。バイパス流路を形成するには、積層体の上から2番目あるいは4番目、またはその両方の両端開口板53の中央部53Dに溝を設ければよい。このようにバイパス流路を形成することにより、熱式流量計のフルスケール流量を大きくすることができる。

【0068】

また、上記した実施の形態においては、積層体として3種類のものを例示したが、これだけに限られず、各薄板51~55、さらにはこれとは異なる形状の薄板を任意に組み合わせることで積層体を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0069】

【図1】第1の実施の形態に係る熱式流量計の概略構成図である。

【図2】ボディの平面図である。

【図3】図2のA-A断面図である。

【図4】図1に示す積層体の分解斜視図である。

【図5】メッシュ板を示す図であり、(a)が平面図、(b)がA-A断面図である。

【図6】図5のメッシュ部の拡大図である。

【図7】オリフィス板を示す図であり、(a)が平面図、(b)がA-A断面図である。

【図8】オリフィスの直径およびセンサ流路における被測定流体の流速と、測定チップの破損割合との関係を示す図である。

【図9】両端開口板を示す図であり、(a)が平面図、(b)がA-A断面図である。

【図10】センサ基板の斜視図である。

【図11】測定チップの平面図である。

【図12】定温度差回路の回路図である。

【図13】出力回路の回路図である。

【図14】第2の実施の形態における積層体の分解斜視図である。

【図15】第1スリット板を示す図であり、(a)が平面図、(b)がA-A断面図である。

【図16】第2スリット板を示す図であり、(a)が平面図、(b)がA-A断面図である。

【図17】第3の実施の形態に係る熱式流量計の断面図である。

【図18】図17に示す積層体の分解斜視図である。

【図19】第4の実施の形態に係る熱式流量計の断面図である。

【符号の説明】

【0070】

1, 1A, 1B, 1C 熱式流量計

11 測定チップ

13 測定チップの溝

14, 15, 16, 17, 18, 19 抵抗体用電極

21 センサ基板

10

20

30

40

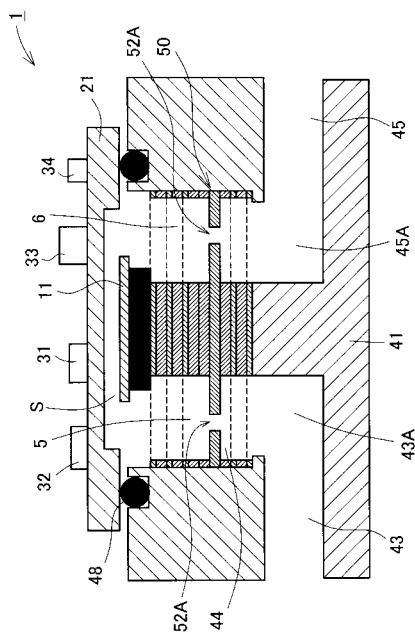
50

- 2 3 センサ基板の溝
 2 4 , 2 5 , 2 6 , 2 7 , 2 8 , 2 9 電気回路用電極
 3 1 , 3 2 , 3 3 , 3 4 電気素子
 4 1 ボディ
 4 4 流路空間
 5 0 , 5 0 A、5 0 B 積層体
 5 1 メッシュ板
 5 2 オリフィス板
 5 2 A オリフィス
 5 3 両端開口板
 5 4 第 1 スリット板
 5 5 第 2 スリット板
 7 0 オリフィス
 8 0 連通流路
 8 1 逆止弁
 R 1 上流温度検知抵抗体
 R 2 下流温度検知抵抗体
 R h 発熱抵抗体
 R t 流体温度検知抵抗体
 S センサ流路

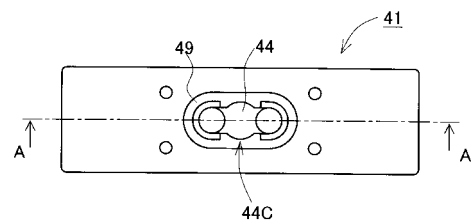
10

20

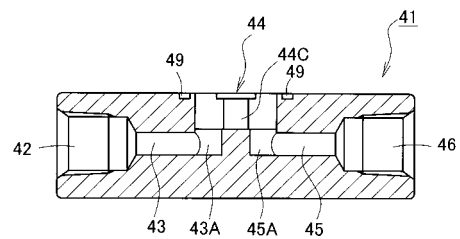
【図 1】



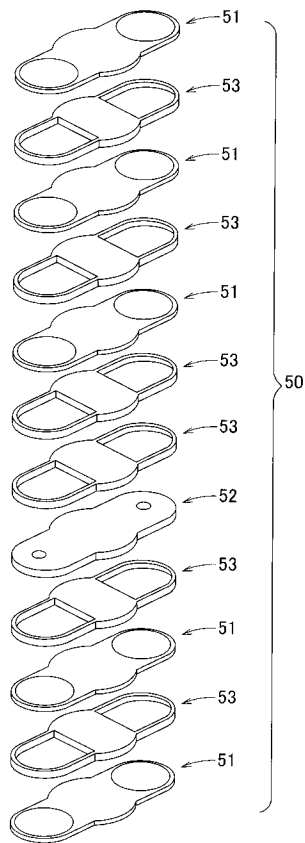
【図 2】



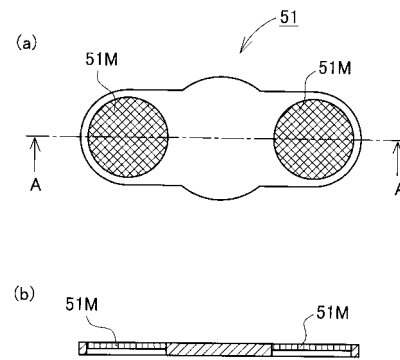
【図 3】



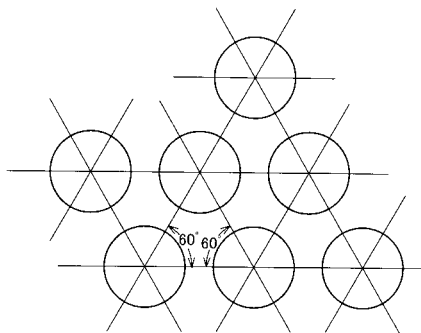
【図 4】



【図 5】



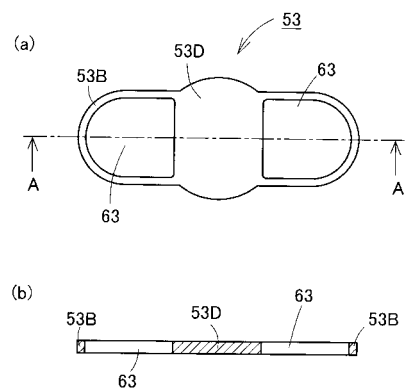
【図 6】



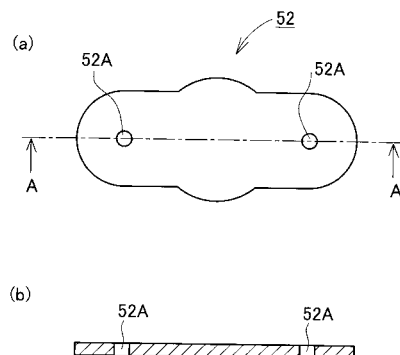
【図 8】

オリフィス	1MPa加圧の流量 (L/min)	センサ流路での流速 (m/s)	測定チップの 破壊確率
無し	100	2077.786	30%
φ1	50	1038.893	5%
φ0.5	30	623.3358	0%

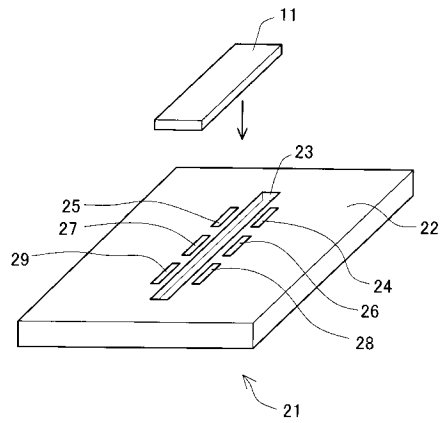
【図 9】



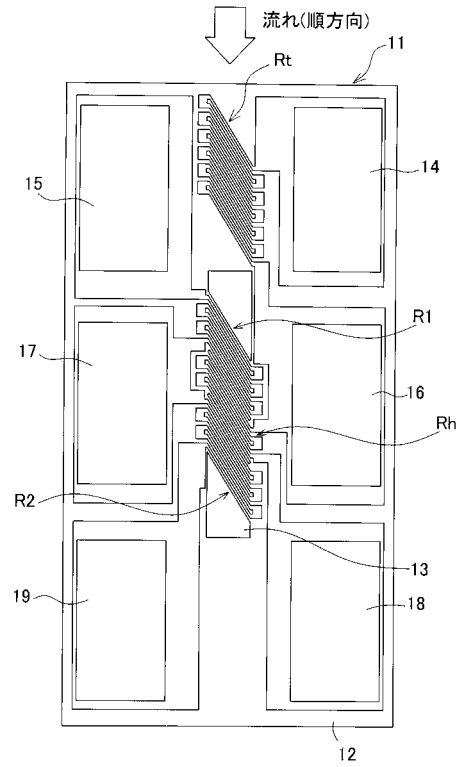
【図 7】



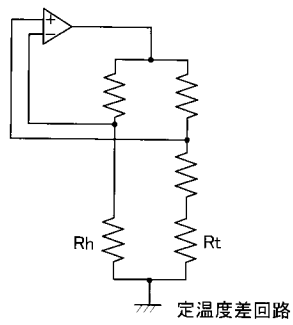
【図 10】



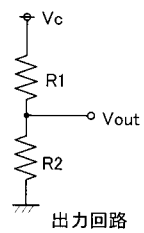
【図 11】



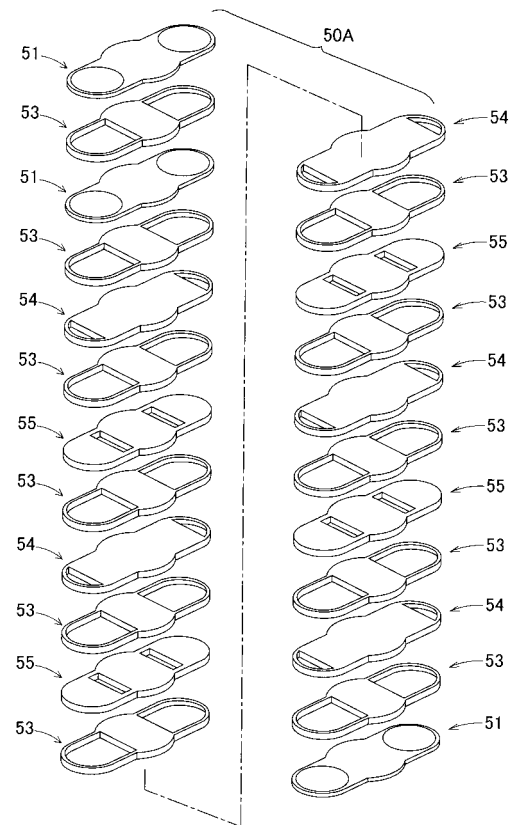
【図 12】



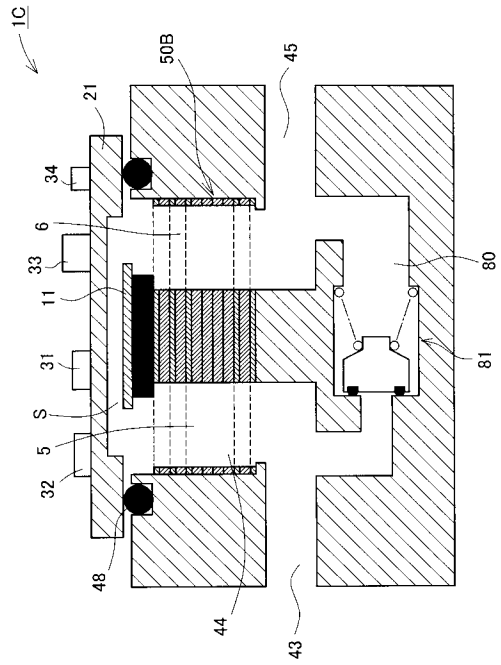
【図 13】



【図 14】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 丹羽 真奈美

愛知県小牧市応時二丁目250番地 シーケーディ株式会社内

(72)発明者 加藤 秀樹

愛知県小牧市応時二丁目250番地 シーケーディ株式会社内

Fターム(参考) 2F035 EA08