

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5575359号
(P5575359)

(45) 発行日 平成26年8月20日(2014.8.20)

(24) 登録日 平成26年7月11日(2014.7.11)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 F 1/696 (2006.01) GO 1 F 1/68 2 O 1 Z
GO 1 F 1/684 (2006.01) GO 1 F 1/68 1 O 1 A

請求項の数 1 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-177248 (P2007-177248) (22) 出願日 平成19年7月5日(2007.7.5) (65) 公開番号 特開2009-14533 (P2009-14533A) (43) 公開日 平成21年1月22日(2009.1.22) 審査請求日 平成22年4月20日(2010.4.20) 審判番号 不服2013-6490 (P2013-6490/J1) 審判請求日 平成25年4月9日(2013.4.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000006507 横河電機株式会社 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 (72) 発明者 田中 仁章 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横 河電機株式会社内 (72) 発明者 寺尾 美菜子 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横 河電機株式会社内 合議体 審判長 飯野 茂 審判官 関根 洋之 審判官 中塚 直樹</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱式流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流路の近傍に配置され、前記流路を流れる液体を加熱若しくは冷却する伝熱手段と、
 前記流路の近傍であって前記伝熱手段から等間隔の上流側及び下流側に配置され、前記
 液体の温度を測定する第 1 , 第 2 温度検出手段と、

前記伝熱手段と下流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第 3 温
 度検出手段と、

前記伝熱手段と上流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第 4 温
 度検出手段と、

前記第 1 乃至第 4 温度検出手段からの出力信号に基づいて原理の異なる 2 つの演算方式
 で流量を演算する流量演算手段を備えた熱式流量計において、

前記流量演算手段は前記第 2 温度検出手段からの温度信号を入力して前記伝熱手段が一
 定温度になるような信号を出力し、

前記流量演算手段には温度分布測定型及び熱式 T O F 方式の 2 つの方式での流量を測定
 するための演算式が格納されており、前記伝熱手段及び各温度検出手段からの信号を適宜
 取り入れると共に所定のタイミングで切換えて交互に演算を行い、前記 2 つの演算方式の
 一つで演算した流量信号を基準として他方の方式で演算した流量信号の校正を行うととも
 に、流量と流体の熱的な物性値を測定す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】

10

20

【 0 0 0 1 】

本発明は、微細な流量を測定する熱式流量計に関し、キャリブレーションやゼロ調整の簡素化を図るとともに、物体の物性値に関する測定値を得ることが可能な熱式流量計に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

熱式流量計に関連する先行技術文献としては次のようなものがある。

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 2 3 3 8 5 9 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 0 1 0 3 2 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 6 - 2 2 6 8 6 1 号 公 報

10

【 0 0 0 4 】

図 4 は従来の温度分布測定型熱式流量計の一例を示す概略構成を示す図である。

図 4 において、温度分布測定型熱式流量計は、流路 1 内の被測定液体を加熱する伝熱素子（ヒータ）3 と、ヒータ 3 の上流側および下流側の等距離の位置に設置した第 1 温度センサ 2 と、第 2 温度センサ 4 とから構成され、第 1 及び第 2 温度センサ 2、4 からの温度測定信号により、被測定流体の流量を測定する演算部（図示省略）とから構成されている。

【 0 0 0 5 】

上記の構成において、図示しない演算部は、別途設けた液温センサ（図示省略）で測定した液体の初期流体温度を基準にして数 上昇した一定温度になるようヒータ（伝熱素子）3 をコントロールする。

20

流量ゼロでは流体内の温度分布は伝熱素子 3 を中心に対称であるが、流体が流れることで温度分布のピークが下流側にシフトする。伝熱素子 3 から等距離で上流側と下流側に設置した第 1、第 2 温度センサ 2、4 間の温度差は、流量に依存した信号となる。

【 0 0 0 6 】

図示しない演算部は、伝熱素子（ヒータ）3 を挟んだ第 1 及び第 2 温度センサ 2、4 で測定した温度の差（ $T = T_2 - T_1$ ）に基づいて被測定液体の流量を算出する。

液体の気化を防ぐため、伝熱素子 3 の温度は、初期流体温度から数 以内の温度上昇になるようコントロールされている。

30

【 0 0 0 7 】

ここで、ヒータ 3 の温度が高すぎると気化する現象が生じるため、ヒータ 3 のような加熱素子ではなくペルチェ素子等により冷却する場合もあるが、その場合も原理は同様である。

これ以外に、伝熱素子で消費される熱量によって流量を検出する手法や流速に応じて異なるヒータで消費される熱量を検出して被測定液体の流量を算出する手法などもある。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

ところで、上述のような従来の熱式流量計では、流量信号が流体の物性値に依存し、流体ごとにキャリブレーションが必要となる。

40

なお、流量信号が流体の物性値に依存するのは、熱式流量計に特異な問題点ではなく、差圧式や渦式など多くの流量計が流体の物性値に依存する。

また、熱式流量計のもう一つの問題点として、ゼロ点シフトが激しく、キャリブレーションやゼロ調整を頻繁に行なう必要がある。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の課題を解決するもので、同じプラットフォームを使って原理の異なる 2 つの流量測定方式、ここでは、従来の温度分布測定型熱式流量計若しくは消費熱量型熱式流量計に加えて、熱式 Time of Flight (TOF) 方式も併用できるようにしておくことで、頻繁なキャリブレーションやゼロ調整を行なう必要がなく、さらに

50

、流路に流れている流体を予測したり素性のわかっている複数の流体を混合した場合に、混合の度合いを推測することが可能な熱式流量計を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

このような課題を達成するための本発明の熱式流量計の構成は、請求項1においては、流路の近傍に配置され、前記流路を流れる液体を加熱若しくは冷却する伝熱手段と、前記流路の近傍であって前記伝熱手段から等間隔の上流側及び下流側に配置され、前記液体の温度を測定する第1、第2温度検出手段と、

前記伝熱手段と下流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第3温度検出手段と、

前記伝熱手段と上流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第4温度検出手段と、

前記第1乃至第4温度検出手段からの出力信号に基づいて原理の異なる2つの演算方式で流量を演算する流量演算手段を備えた熱式流量計において、

前記流量演算手段は前記第2温度検出手段からの温度信号を入力して前記伝熱手段が一定温度になるような信号を出力し、

前記流量演算手段には温度分布測定型及び熱式TOF方式の2つの方式での流量を測定するための演算式が格納されており、前記伝熱手段及び各温度検出手段からの信号を適宜取り入れると共に所定のタイミングで切換えて交互に演算を行い、前記2つの演算方式の一つで演算した流量信号を基準として他方の方式で演算した流量信号の校正を行うとともに、流量と流体の熱的な物性値を測定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

流路の近傍に配置され、前記流路を流れる液体を加熱若しくは冷却する伝熱手段と、

前記流路の近傍であって前記伝熱手段から等間隔の上流側及び下流側に配置され、前記液体の温度を測定する第1、第2温度検出手段と、

前記伝熱手段と下流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第3温度検出手段と、

前記伝熱手段と上流側の温度検出手段の間に配置され前記液体の温度を測定する第4温度検出手段と、

前記第1乃至第4温度検出手段からの出力信号に基づいて原理の異なる2つの演算方式で流量を演算する流量演算手段を備えた熱式流量計において、

前記流量演算手段は前記第2温度検出手段からの温度信号を入力して前記伝熱手段が一定温度になるような信号を出力し、

前記流量演算手段には温度分布測定型及び熱式TOF方式の2つの方式での流量を測定するための演算式が格納されており、前記伝熱手段及び各温度検出手段からの信号を適宜取り入れると共に所定のタイミングで切換えて交互に演算を行い、前記2つの演算方式の一つで演算した流量信号を基準として他方の方式で演算した流量信号の校正を行うとともに、流量と流体の熱的な物性値を測定するので、液体を流している状態で精度の高いオンラインのままオートキャリブレーションを行なうことができる。また、液体の流れ方向が逆になっても対応可能であり、複数の物性値の合成値から流体の識別が可能となる。

即ち、本発明では、原理の異なる2つの演算方式の一つは温度分布測定型熱式流量計、他の一つは熱式TOF方式としている。TOF方式は、流体の物性値の影響が小さいので、両方の流量信号が校正されている場合は、例えば流路に流れている流体を予測したり素性のわかっている複数の流体を混合した場合に、混合の度合いを推測することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下本発明を図面を用いて詳細に説明する。

図1(a, b)は本発明の実施形態の一例を示す要部構成説明図であり、図(a)は平面図、図(b)は図(a)のA-A断面図である。

これらの図において、5は表面に溝1aが形成されたガラスチップであり、溝1aの両端には液体の流入口6および流出口7が形成されている。5aは溝1aを覆って配置された薄板状のカバーガラスで、ガラスチップ5に形成された溝1aを覆うことにより流路1が形成されている。

【0021】

カバーガラス5a上には、ヒータ3の上流側および下流側にヒータ3から等距離で所定の距離を隔てて第1温度センサ2および第2温度センサ4が流路上になるように配置されている。また、ヒータ3と下流側の第1温度センサ2の間の流路上には所定の間隔を隔てて第3温度センサ8が配置され、ヒータ3と上流側の第2温度センサ4の間の流路上には所定の間隔を隔てて第4温度センサ9が配置されている。

10

【0022】

10は流量演算手段で、第1乃至第4温度センサからの温度信号を配線11を介して入力し、ヒータ3に対して配線12を介して加熱信号を出力する。

なお、ヒータ3および第1～第4温度センサは図1(c)に示すようにカバーガラス5aの内側(流体に接して)に配置してもよい。

【0023】

上述の構成において流量演算手段10は第2温度センサ4からの温度信号を入力しヒータ3が初期流体温度から数上昇した一定温度になるような信号を出力する。

次に第2温度センサ4からの信号とヒータ3および第1温度センサ2からの信号をもとに図4で示した従来例の温度分布測定型の原理を適用して流量を演算する。

20

【0024】

このような温度分布測定型は、ヒータの上下流の温度センサを利用して、流れによる温度分布の歪みを測定する方法である。温度分布測定型および消費熱量測定型の熱式流量計はいずれも流体の物性値に強く依存する。

【0025】

本発明における流量演算手段10は上記温度分布測定型の原理を適用した流量測定のほか熱式TOF(Time Of Flight)方式の原理を用いて流量を測定する。

図2(a, b)は、熱式TOF方式の原理を用いた流量計の説明図である。図における符号は図1に対応している)。

【0026】

30

これらの図に示すように、ヒータ3(t_0)で投入した熱が、流れに乗って下流に配置された第3温度センサ8(t_1)第2温度センサ2(t_2)まで運ばれる時間を温度センサの出力信号の時間差として測定する。この方法では、伝播時間を測定(流速 $v = L2 / t_2 - t_1$)しているだけなので、流体の物性値の影響が小さいというメリットがあるが、ゼロ点が測定できない、拡散などの影響で低い流量では測定ができなくなるなど測定流量範囲が狭いなどのデメリットがある。

【0027】

なお、流量演算手段10には温度分布測定型および熱式TOF方式の流量を測定するための公知の演算式が格納されており、流量演算手段10はヒータおよび各温度センサからの信号を適宜取り入れると共に所定のタイミングで切換えて交互に演算されるようになっている。

40

【0028】

上述の構成によれば、原理の異なる2つの方式を併用することで互いのデメリットを埋め合わせるだけでなく、以下のような付加価値を生み出すものである。

一方の流量信号を利用して、他方の流量信号の校正を行なう。すなわち、液体を流している状態でオンラインのままオートキャリブレーションを行なうことができる。

【0029】

TOF方式は、流体の物性値の影響が小さいので、両方の流量信号が校正されている場合には、逆に、流体の物性値を測定することができる。この場合は、熱的な物性値であるが、ある特定の物性値が測定できるわけではなく、複数の物性値の合成値であり、流体の識

50

別に利用できるような値である。

【0030】

図3は、2つの流体（水およびエタノール）において、温度分布測定型熱式流量計の出力信号により流量（ml/min）を計算したものである。ここでの出力信号は上下流の温度の差を和で規格化したものである。このように流体が異なれば、流量が同じでも流量信号が異なる。

【0031】

なお、以上の説明は、本発明の説明および例示を目的として特定の好適な実施例を示したに過ぎない。本実施例では一方の熱式流量計として温度分布測定型の熱式流量計を用いて説明したが、温度分布測定型熱式流量計の代わりに、ヒータでの消費熱量を測定する公知の消費熱量測定型の熱式流量計を用いる構成としても同様の効果を得ることができる。

10

【0032】

また、本実施例においては流路を構成する部材としてガラスチップを用いたが、例えばプラスチック部材などであってもよい。更に、本実施例では熱伝手段としてヒータを用いたがペルチェ素子を用いた冷却手段を用いることも可能である。

したがって本発明は、上記実施例に限定されることなく、その本質から逸脱しない範囲で更に多くの変更、変形をも含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の一実施例の要部構成説明図である。

20

【図2】熱式TOF方式の流量測定原理を示す説明図である。

【図3】温度分布測定型熱式流量計の出力信号により異なる流体の流量（ml/min）を計算した説明図である。

【図4】従来の温度分布測定型熱式流量計の原理を示す構成説明図である。

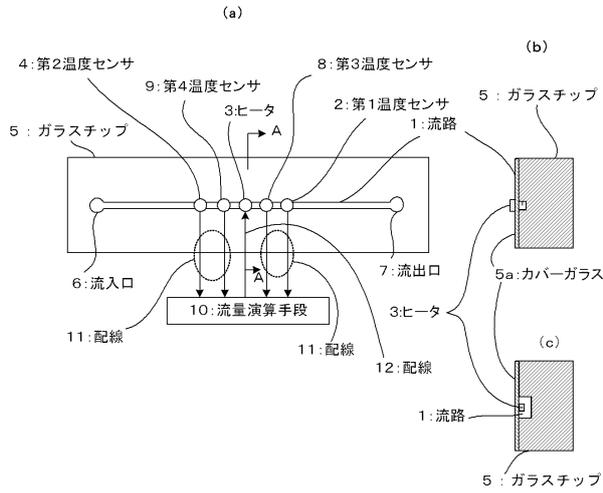
【符号の説明】

【0034】

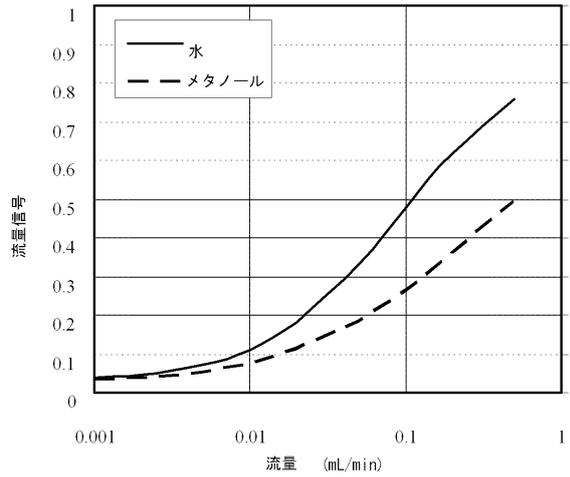
- 1 流路
- 2 第1温度センサ
- 3 伝熱手段（ヒータ）
- 4 第2温度センサ
- 5 ガラスチップ
- 5 a カバーガラス
- 6 流入口
- 7 流出口
- 8 第3温度センサ
- 9 第4温度センサ
- 1 1 配線
- 1 2 配線

30

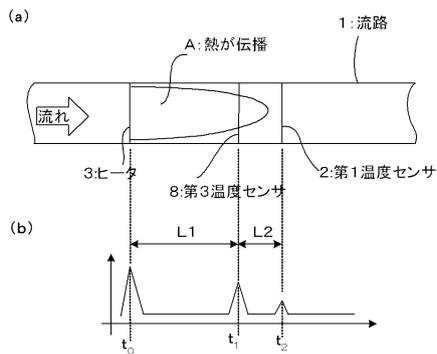
【図1】



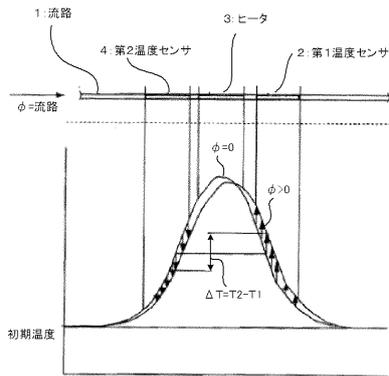
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-10153号公報(JP,A)
特開2002-250650号公報(JP,A)
特開2001-269407号公報(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F1/68-1/699
G01F1/704-1/716