

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4050857号  
(P4050857)

(45) 発行日 平成20年2月20日(2008.2.20)

(24) 登録日 平成19年12月7日(2007.12.7)

(51) Int. Cl. F I  
 G O 1 F 1/684 (2006.01) G O 1 F 1/68 I O 1 A  
 G O 1 N 25/18 (2006.01) G O 1 N 25/18 K

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2000-94437(P2000-94437)	(73) 特許権者	000006895
(22) 出願日	平成12年3月30日(2000.3.30)		矢崎総業株式会社
(65) 公開番号	特開2001-12988(P2001-12988A)		東京都港区三田1丁目4番28号
(43) 公開日	平成13年1月19日(2001.1.19)	(74) 代理人	100060690
審査請求日	平成16年5月11日(2004.5.11)		弁理士 瀧野 秀雄
(31) 優先権主張番号	特願平11-120614	(74) 代理人	100108017
(32) 優先日	平成11年4月27日(1999.4.27)		弁理士 松村 貞男
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100075421
前置審査			弁理士 垣内 勇
		(74) 代理人	100134832
			弁理士 瀧野 文雄
		(72) 発明者	小田 清志
			静岡県裾野市御宿1500 矢崎総業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体判別装置及び流量計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、

前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、

前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定手段と、

前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号の基準値が、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応して複数種類格納された基準値記憶手段と、

該基準値記憶手段に記憶された複数種類の前記基準値の中から、前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応する単一の基準値を割り出す基準値割出手段と、

該基準値割出手段で割り出された前記基準値と前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号との比を算出する温度検出信号比算出手段と、を備え、

前記流体物性値算出手段は、前記温度検出信号比算出手段で算出された前記比に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する手段であることを特徴とする流体判別装置。

【請求項2】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、

前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段を備え、

前記流体物性値算出手段は、前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号を乗じて、前記計測対象流体の物性値を算出するように構成されていることを特徴とする流体判別装置。

10

【請求項3】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、

前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定手段と、

前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき、前記流量測定手段で測定された前記計測対象流体の流量を補正する流量補正手段と、  
を備えることを特徴とする流量計測装置。

20

【請求項4】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、

30

前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、

前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号の基準値が、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応して複数種類格納された基準値記憶手段と、

前記基準値記憶手段に記憶された複数種類の前記基準値の中から、前記流量算出手段で算出された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応する単一の基準値を割り出す基準値割出手段と、

40

前記基準値割出手段で割り出された前記基準値と前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号との比を算出する温度検出信号比算出手段と、

前記温度検出信号比算出手段で算出された前記比に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、  
を備えることを特徴とする流体判別装置。

【請求項5】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側

50

温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、

前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、

前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号を乗じて、前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、を備えることを特徴とする流体判別装置。

10

【請求項6】

外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、

20

前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、

前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、

前記流体物性値算出手段で算出された前記計測対象流体の物性値に基づき前記流量算出手段で算出された前記計測対象流体の流量を補正する流量補正手段と、を備えることを特徴とする流量計測装置。

30

【請求項7】

前記流量補正手段は、前記第3温度検出信号の値により前記差信号の値を除いた値の信号を流量検出信号として出力することで、前記流量算出手段で算出された前記計測対象流体の流量の補正を行うように構成されていることを特徴とする請求項6記載の流量計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、流体の種類を判別に用いることができる流体センサから出力される温度検出信号に基づき計測対象流体の種類を判別する流体判別装置、流量計測として用いることができる流速センサ（以下、フローセンサと称する。）から出力される温度検出信号に基づき計測対象流体の流量を計測する流量計測装置に関し、特に、流量計測装置については、計測対象流体の種類や組成が変化した場合であっても、精度良く流体の流量を計測することができる流量計測装置に関し、また、流量の計測範囲が広い場合でも精度良く流体の流量を計測することができる流量計測装置に関する。

40

【0002】

【従来の技術】

図9に従来の熱型のマイクロフローセンサの構成図を示す。マイクロフローセンサ101は、Si基板102、ダイアフラム103、ダイアフラム103上に形成されたマイクロヒータ104、マイクロヒータ104の下端でダイアフラム103上に形成された下流側

50

サーモパイル105、マイクロヒータ104に駆動電流を供給する電源端子106A, 106B、マイクロヒータ104の上端でダイアフラム103上に形成された上流側サーモパイル108、上流側サーモパイル108から出力される第1温度検出信号を出力する第1出力端子109A, 109B、下流側サーモパイル105から出力される第2温度検出信号を出力する第2出力端子107A, 107Bを備える。

【0003】

このように構成されたマイクロフローセンサ101によれば、外部からの駆動電流によりマイクロヒータ104が、マイクロヒータ104の回りに存在するガス等の計測対象流体を加熱して、マイクロヒータ104から下流側サーモパイル105にかけてと、マイクロヒータ104から上流側サーモパイル108にかけてとに、均等な温度分布を発生させる。

10

【0004】

この状態で、ガス等の計測対象流体にPからQに向かう流れが生じると、マイクロヒータ104の回りの温度分布が計測対象流体の流れの下流側、即ち、下流側サーモパイル105に偏るので、上流側サーモパイル108は、計測対象流体に流れの発生していない流量=0時よりも低い温度を検出し、その検出温度に応じた値の第1温度検出信号を出力する。

【0005】

これに対し、下流側サーモパイル105は、マイクロヒータ104の回りの温度分布が下流側に偏る分だけ、計測対象流体に流れの発生していない流量=0時よりも高い温度を検出し、その検出温度に応じた値の第2の温度検出信号を出力する。このため、図示しない流量計測装置は、上流側サーモパイル108からの第1温度検出信号と下流側サーモパイル105からの第2温度検出信号との差信号に基づいて計測対象流体の流量を算出することができる。

20

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図9に示すような従来のマイクロフローセンサにあっては、計測対象流体(以下、流体と略称する。)の種類や流体の組成が変わると、その出力特性も変化してしまうという問題点があった。

【0007】

すなわち、流体の種類や組成が変わると、熱伝導率や比熱、粘性、密度等の流体の物性値が変わるため、マイクロヒータで加熱された流体の温度分布が変化して、出力が変化してしまう。

30

【0008】

そこで、このような問題点を解決するために、マイクロフローセンサとは別にガス分析センサを配置したり、あるいは、予め流体の特性値をマイクロフローセンサやそのマイクロフローセンサが搭載された装置に認識させておく等の方法が採用されている。

【0009】

しかし、例えば、ガスメータにあっては、同じ規格のガスであってもロットにより原料ガスの組成が微妙に異なり、また、ガス生産工場で行う熱量コントロールのための組成調整の精度にも限界があるので、仮に規格が同じガスであってもその組成が変化してしまうことがあり、そのため、流体の特性値をマイクロフローセンサやその搭載装置に予め認識させておくには限界があった。

40

【0010】

また、ガス分析センサを別に配置した場合には、ガスメータが大型化してしまうばかりではなく、流量の補正の方法等の工夫や、ガス分析センサの置き場所等を工夫しなければならない点が多く、安価にガスメータを作製することができなかった。

【0011】

本発明は前記事情に鑑みなされたものであり、その目的は、計測対象流体の種類や組成が変化すると出力特性に変化を生じるフローセンサによっても、計測対象流体の流量を小

50

型で安価に精度良く計測することができるようにすることができる流体判別装置、及び、これら流体判別装置を用いて計測対象流体の流量を計測するのに用いて好適な流量計測装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成する請求項1乃至請求項5に各々記載した本発明は流体判別装置に関するものであり、請求項6及び請求項7に各々記載した本発明は流量計測装置に関するものである。

【0021】

請求項1に記載した本発明の流体判別装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定手段と、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号の基準値が、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応して複数種類格納された基準値記憶手段と、該基準値記憶手段に記憶された複数種類の前記基準値の中から、前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応する単一の基準値を割り出す基準値割出手段と、該基準値割出手段で割り出された前記基準値と前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号との比を算出する温度検出信号比算出手段と、を備え、前記流体物性値算出手段は、前記温度検出信号比算出手段で算出された前記比に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する手段であることを特徴とする。

10

20

【0022】

請求項1に記載した本発明の流体判別装置によれば、熱式流体センサの横側温度センサは計測対象流体の熱伝導度を検出して温度検出信号を出力するので、その温度検出信号から計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段が算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

30

【0024】

また、基準値記憶手段に記憶された熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号の複数種類の基準値の中から基準値割出手段により割り出された、流量測定手段で測定された流路を流れる計測対象流体の流量に対応する単一の基準値と、熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号との、温度検出信号比算出手段により算出される比に基づいて、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出することができる。

【0025】

請求項2に記載した本発明の流量判別装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段を備え、前記流体物性値算出手段は、前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号を乗じて、前記計測対象流体の物性値を算出するように構成されていることを特徴とする

40

【0026】

50

請求項 2 に記載した本発明の流量判別装置によれば、流量測定手段により測定された流路を流れる計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号を乗じることで、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出することができる。

【 0 0 3 9 】

また、流体判別方法は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて前記計測対象流体を判別する流体判別方法であって、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定ステップと、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサから出力され得る前記温度検出信号の、前記流路を流れる前記計測対象流体の種類によって互いに異なる基準範囲を、前記計測対象流体の種類に関連付けた基準範囲データを、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応して予め複数種類定めた基準範囲データ群の中から、前記流量測定ステップで測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応する単一の基準範囲データを割り出す基準範囲データ割出ステップと、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号が、前記基準範囲データ割出ステップで割り出された前記基準範囲データの示す前記温度検出信号の基準範囲のうち、いずれの種類の前記計測対象流体に関連付けられた基準範囲に属するかを判別する該当範囲判別ステップとを含み、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号が属すると前記該当範囲判別ステップで判別された基準範囲に関連付けられた前記計測対象流体の種類を、前記流路を流れる前記計測対象流体の種類であると判別する。

【 0 0 4 0 】

この流体判別方法によれば、前記熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号が、基準範囲データ群の中から基準範囲データ割出ステップによって割り出された、流量測定ステップにおいて測定された流路を流れる計測対象流体の流量に対応する単一の基準範囲データの示す温度検出信号の基準範囲のうち、いずれの種類の前記計測対象流体に関連付けられた基準範囲に属するかを、該当範囲判別ステップにより判別することで、その判別結果に基づいて、流路を流れる計測対象流体の種類を容易に判別して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用や、流路を流れる計測対象流体の種類や組成の変化判別用に提供することができる。

【 0 0 4 1 】

請求項 3 に記載した本発明の流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定手段と、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき、前記流量測定手段で測定された前記計測対象流体の流量を補正する流量補正手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 4 2 】

請求項 3 に記載した本発明の流量計測装置によれば、前記熱式流体センサの横側温度センサが出力する温度検出信号に基づき、流量測定手段で測定された計測対象流体の流量を流量補正手段が補正するので、計測対象流体の種類や組成に応じて計測対象流体の正確な流量を計測することができる。

【 0 0 4 3 】

また、前記流量計測装置は、前記流量測定手段が、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量の測定値に応じた値の信号を出力するように構成し、前記流量補正手段は、前記温度検出信号の値により前記流量測定手段の出力信号値を除した値の信号を流量検出信号と

10

20

30

40

50

して出力することで、前記流量測定手段で測定された前記計測対象流体の流量の補正を行うように構成することもできる。

【0044】

このような流量計測装置によれば、流量測定手段の出力する計測対象流体の流量の測定値に応じた値の信号を、熱式流体センサの横側温度センサが出力する温度検出信号の値により除することで、流量測定手段で測定された計測対象流体の流量の流量補正手段による補正を容易に行うことができる。

【0045】

また、流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定する流量測定手段と、前記流量測定手段の測定結果に基づき、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量が高流量状態及び低流量状態のいずれの状態にあるかを判定する判定手段と、前記低流量状態にあると前記判定手段で判定されたときに、前記流量測定手段の出力する信号をそのまま流量検出信号として出力し、前記高流量状態にあると前記判定手段で判定されたときに、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号の値により前記流量測定手段の出力信号値を除いた値の信号を、前記流量検出信号として出力する流量出力手段と、を備える構成とすることもできる。

【0046】

前記流量計測装置によれば、前記熱式流体センサの横側温度センサが出力する温度検出信号の値に、流路を流れる計測対象流体の流量が比較的影響を及ぼし易い低流量状態であるか、それとも、流路を流れる計測対象流体の流量が比較的影響を及ぼし難い高流量状態であるかに応じて、流量出力手段が、流量測定手段の出力する信号を、そのまま流量検出信号として出力するか、それとも、熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号の値により除した値の信号を、流量検出信号として出力するか、を切り換えるので、流量測定手段による測定結果を用いた計測対象流体の流量計測を、精度良く、かつ、従来よりも大きい流量にまで及ぶ広い範囲で行うことができる。

【0047】

また、流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備える熱式流体センサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を測定し、その測定値に応じた値の信号を出力する流量測定手段と、前記熱式流体センサ内の前記横側温度センサからの前記温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、前記流量測定手段の出力信号値を流量値に換算するパラメータが複数種類格納されたパラメータ記憶手段と、前記流体物性値算出手段で算出された前記計測対象流体の物性値に基づき、前記パラメータ記憶手段に記憶された複数種類の前記パラメータの中から単一のパラメータを選択する選択手段とを備え、前記選択手段で選択された前記単一のパラメータにより前記流量測定手段の出力信号値から換算した流量値を、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量の計測値とすることもできる。

【0048】

前記流量計測装置によれば、流体物性値算出手段で算出された計測対象流体の物性値に基づき、パラメータ記憶手段に記憶された複数種類のパラメータの中から選択手段により選択された単一のパラメータを用いて、流量測定手段の出力信号値から換算した流量値が、計測対象流体の流量の計測値とされることから、計測対象流体の物性値を決定する種類

10

20

30

40

50

や組成に応じて、計測対象流体の正確な流量を計測することができる。

【0068】

請求項4に記載した本発明の流体判別装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号の基準値が、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応して複数種類格納された基準値記憶手段と、前記基準値記憶手段に記憶された複数種類の前記基準値の中から、前記流量算出手段で算出された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量に対応する単一の基準値を割り出す基準値割出手段と、前記基準値割出手段で割り出された前記基準値と前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号との比を算出する温度検出信号比算出手段と、前記温度検出信号比算出手段で算出された前記比に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、を備えることを特徴とする。

10

20

【0069】

請求項4に記載した本発明の流体判別装置によれば、基準値記憶手段に記憶された、前記フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号の複数種類の基準値の中から、基準値割出手段により割り出された、フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき流量算出手段で算出された流路を流れる計測対象流体の流量に対応する単一の基準値と、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号との、温度検出信号比算出手段により算出される比に基づいて、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

30

【0070】

請求項5に記載した本発明の流体判別装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて前記計測対象流体の種類を判別する流体判別装置であって、前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、前記流量測定手段で測定された前記流路を流れる前記計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号を乗じて、前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、を備えることを特徴とする。

40

【0071】

請求項5に記載した本発明の流体判別装置によれば、前記フローセンサ内の上流側温度

50



センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき流量算出手段で算出された、流路を流れる計測対象流体の流量、及び、その算出された流量の平方根のうちいずれか一方に、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号を乗じることで、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

【0072】

また、流体判別装置は、前記流体物性値算出手段で算出された前記計測対象流体の物性値に基づき前記計測対象流体の種類を判別する種類判別手段をさらに備える構成とすることもできる。

10

【0073】

前記流体判別装置によれば、流体物性値算出手段により算出された物性値から種類判別手段により計測対象流体の種類を判別して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化するフローセンサの出力の補正用に提供することができる。

【0084】

請求項6に記載した本発明の流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出する流量算出手段と、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、前記流体物性値算出手段で算出された前記計測対象流体の物性値に基づき前記流量算出手段で算出された前記計測対象流体の流量を補正する流量補正手段と、を備えることを特徴とする。

20

30

【0085】

請求項6に記載した本発明の流量計測装置によれば、流量算出手段が前記フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき計測対象流体の流量を算出すると、流体物性値算出手段は、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号に基づき計測対象流体の物性値を算出し、流量補正手段は、流体物性値算出手段で算出された計測対象流体の物性値に基づき流量算出手段で算出された計測対象流体の流量を補正するので、流体の種類や組成が変化した場合であっても、精度の良い流量計測が行える。

【0086】

請求項7に記載した本発明の流量計測装置は、請求項6に記載した本発明の流量計測装置において、前記流量補正手段が、前記第3温度検出信号の値により前記差信号の値を除いた値の信号を流量検出信号として出力することで、前記流量算出手段で算出された前記計測対象流体の流量の補正を行うように構成されていることを特徴とする。

40

【0087】

請求項7に記載した本発明の流量計測装置によれば、請求項6に記載した本発明の流量計測装置において、フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号を、フローセンサの横側温度センサが出力する第3温度検出信号の値により除することで、流量算出手段で算出された計測対象流体の流量の流量補正手段による補正を容易に行うことができる。

50

## 【 0 0 8 8 】

また、流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出し、その算出値に応じた値の信号を出力する流量算出手段と、前記流量算出手段の出力する信号の値に基づき、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量が高流量状態及び低流量状態のいずれの状態にあるかを判定する判定手段と、前記低流量状態にあると前記判定手段で判定されたときに、前記流量測定手段の出力する信号をそのまま流量検出信号として出力し、前記高流量状態にあると前記判定手段で判定されたときに、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号の値により前記流量算出手段の出力信号値を除いた値の信号を、前記流量検出信号として出力する流量出力手段と、を備える構成とすることもできる。

10

## 【 0 0 8 9 】

前記流量計測装置によれば、前記フローセンサの横側温度センサが出力する第3温度検出信号の値に、流路を流れる計測対象流体の流量が比較的影響を及ぼし易い低流量状態であるか、それとも、流路を流れる計測対象流体の流量が比較的影響を及ぼし難い高流量状態であるかに応じて、流量出力手段が、流量算出手段の出力する信号を、そのまま流量検出信号として出力するか、それとも、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号の値により除いた値の信号を、流量検出信号として出力するか、を切り換えるので、流量算出手段による算出結果を用いた計測対象流体の流量計測を精度良く行うことができる。

20

## 【 0 0 9 0 】

また、流量計測装置は、外部からの駆動電流により流路を流れる計測対象流体を加熱するヒータと、このヒータに対して前記計測対象流体の上流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第1温度検出信号を出力する上流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の下流側に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第2温度検出信号を出力する下流側温度センサと、前記ヒータに対して前記計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置され、前記計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力する横側温度センサと、前記ヒータ、前記上流側温度センサ、前記下流側温度センサ及び前記横側温度センサを支持する支持基板と、を備えるフローセンサを用いて、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量を計測する流量計測装置であって、前記フローセンサ内の前記上流側温度センサからの前記第1温度検出信号と前記下流側温度センサからの前記第2温度検出信号との差信号に基づき前記計測対象流体の流量を算出し、その算出値に応じた値の信号を出力する流量算出手段と、前記フローセンサ内の前記横側温度センサからの前記第3温度検出信号に基づき前記計測対象流体の物性値を算出する流体物性値算出手段と、前記流量算出手段の出力信号値を流量値に換算するパラメータが複数種類格納されたパラメータ記憶手段と、前記流体物性値算出手段で算出された前記計測対象流体の物性値に基づき、前記パラメータ記憶手段に記憶された複数種類の前記パラメータの中から単一のパラメータを選択する選択手段とを備え、前記選択手段で選択された前記パラメータにより前記流量算出手段の出力信号値から換算した流量値を、前記流路を流れる前記計測対象流体の流量の計測値とすることもできる。

30

40

## 【 0 0 9 1 】

前記流量計測装置によれば、流体物性値算出手段で算出された計測対象流体の物性値に

50

基づき、パラメータ記憶手段に記憶された複数種類のパラメータの中から選択手段により選択された単一のパラメータを用いて、流量算出手段の出力信号値から換算した流量値が、計測対象流体の流量の計測値とされることから、計測対象流体の物性値を決定する種類や組成に応じて、計測対象流体の正確な流量を計測することができる。

【0100】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の流量計測装置の実施の形態を、本発明の流体判別装置の実施の形態と共に、図面を参照して詳細に説明する。

【0101】

<第1の実施の形態>

図1は第1の実施の形態のマイクロフローセンサの構成図である。図2は第1の実施の形態のマイクロフローセンサの断面図である。

【0102】

マイクロフローセンサ1は、Si基板2、ダイアフラム3、ダイアフラム3上に形成された白金等からなるマイクロヒータ4、マイクロヒータ4の下流側でダイアフラム3上に形成された下流側サーモパイル5、マイクロヒータ4に図示しない電源から駆動電流を供給する電源端子6A、6B、マイクロヒータ4の上流側でダイアフラム3上に形成された上流側サーモパイル8、上流側サーモパイル8から出力される第1温度検出信号を出力する第1出力端子9A、9B、下流側サーモパイル5から出力される第2温度検出信号を出力する第2出力端子7A、7B、を備える。

【0103】

また、マイクロフローセンサ1は、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向(PからQへの方向)と略直交方向に配置され、流体の物性値を検出し、右側温度検出信号(第3温度検出信号に対応)を出力する右側サーモパイル11、この右側サーモパイル11から出力される右側温度検出信号を出力する第3出力端子12A、12B、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向と略直交方向に配置され、流体の物性値を検出し、左側温度検出信号(第3温度検出信号に対応)を出力する左側サーモパイル13、この左側サーモパイル13から出力される左側温度検出信号を出力する第4出力端子14A、14Bと、流体温度を得るための抵抗15、16、この抵抗15、16からの流体温度信号を出力する出力端子17A、17Bを備える。右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13は、温度センサを構成する。

【0104】

上流側サーモパイル8、下流側サーモパイル5、右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13は、熱電対から構成されている。この熱電対は、p++-Si及びAlにより構成され、冷接点と温接点とを有し、熱を検出し、冷接点と温接点との温度差から熱起電力が発生することにより、温度検出信号を出力するようになっている。

【0105】

また、図2に示すように、Si基板2には、ダイアフラム3が形成されており、このダイアフラム3には、マイクロヒータ4、上流側サーモパイル8、下流側サーモパイル5、右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13のそれぞれの温接点が形成されている。

【0106】

このように構成されたマイクロフローセンサ1によれば、マイクロヒータ4が、外部からの駆動電流により加熱を開始すると、マイクロヒータ4から発生した熱は、流体を媒体として、下流側サーモパイル5と上流側サーモパイル8のそれぞれの温接点に伝達される。それぞれのサーモパイルの冷接点は、Si基体(Si基板)上にあるので、基体温度になっており、それぞれの温接点は、ダイアフラム上にあるので、伝達された熱により加熱され、Si基体温度より温度が上昇する。そして、それぞれのサーモパイルは、温接点と冷接点の温度差より熱起電力を発生し、温度検出信号を出力する。

【0107】

流体を媒体として伝達される熱は、流体の熱拡散効果とPからQに向かって流れる流体の

10

20

30

40

50

流速との相乗効果によって、それぞれのサーモパイルに伝達される。すなわち、流速がない場合には、熱拡散によって上流側サーモパイル 8 と下流側サーモパイル 5 に均等に伝達され、上流側サーモパイル 8 からの第 1 温度検出信号と下流側サーモパイル 5 からの第 2 温度検出信号の差信号は、零になる。

【 0 1 0 8 】

一方、流体に流速が発生すると、流速によって下流側サーモパイル 5 の温接点に伝達される熱量が多くなり、前記第 2 温度検出信号と前記第 1 温度検出信号との差信号は流速に応じた正値になる。

【 0 1 0 9 】

一方、マイクロヒータ 4 が外部からの駆動電流により加熱を開始すると、マイクロヒータ 4 から発生した熱は、流体の流速の影響をほとんど受けずに流体の熱拡散効果のみによって、マイクロヒータ 4 に対して流体の流れ方向と略直交方向に配置された右側サーモパイル 1 1 に伝達される。また、マイクロヒータ 4 に対して流体の流れ方向と略直交方向に配置された左側サーモパイル 1 3 にも、同様な熱が伝達される。このため、右側サーモパイル 1 1 の起電力により第 3 出力端子 1 2 A , 1 2 B から出力される右側温度検出信号、及び/または左側サーモパイル 1 3 の起電力により第 4 出力端子 1 4 A , 1 4 B から出力される左側温度検出信号に基づき、熱伝導と熱拡散、比熱等によって決定される熱拡散定数等の流体の物性値を算出することができるようになる。

【 0 1 1 0 】

さらに、マイクロフローセンサ 1 によれば、ダイアフラム 3 上に、マイクロヒータ 4、上流側サーモパイル 8、下流側サーモパイル 5、右側サーモパイル 1 1 及び左側サーモパイル 1 3 を形成したので、これらの熱容量を小さくして、消費電力を低減することができる。また、マイクロフローセンサ 1 の構成が簡単であるので、安価に作製することができるという効果がある。

【 0 1 1 1 】

次に、前述したマイクロフローセンサ 1 を用い、流体の種類や組成が変化した場合であっても、これに関係なく常に流体の流量を精度良く計測することができる流量計測装置について説明する。

【 0 1 1 2 】

図 3 は第 1 の実施の形態のマイクロフローセンサを用いた流量計測装置の構成ブロック図である。この流量計測装置は、例えば、ガス等の流体の流量を計測するものであり、マイクロフローセンサ 1 内の下流側サーモパイル 5 からの第 2 温度検出信号と、マイクロフローセンサ 1 内の上流側サーモパイル 8 からの第 1 温度検出信号との差信号を増幅する差動アンプ 3 3 と、マイクロフローセンサ 1 内の右側サーモパイル 1 1 からの右側温度検出信号を増幅するアンプ 3 5 a と、マイクロフローセンサ 1 内の左側サーモパイル 1 3 からの左側温度検出信号を増幅するアンプ 3 5 b と、マイクロコンピュータ 4 0 とを備えて構成される。

【 0 1 1 3 】

マイクロコンピュータ 4 0 は、アンプ 3 5 a からの右側温度検出信号とアンプ 3 5 b からの左側温度検出信号とを加算する加算部 4 5 と、差動アンプ 3 3 で得られた第 2 温度検出信号と第 1 温度検出信号との差信号を加算部 4 5 の出力する加算信号により除する除算部 4 7 と、この除算部 4 7 の出力する除算信号に基づき流体の流量を算出する流量算出部 4 1 と、加算部 4 5 の出力する加算信号に基づき流体の熱伝導率や比熱、粘性、密度等の物性値を算出する流体物性値算出部 4 3 とを備えて構成される。

【 0 1 1 4 】

次に、図 4 に示すフローチャートを参照して、第 1 の実施の形態の流量計測装置により実現される流量計測方法を説明する。

【 0 1 1 5 】

まず、外部からのパルス信号による駆動電流によりマイクロヒータ 4 を加熱すると（ステップ S 1 1）、下流側サーモパイル 5 から第 2 温度検出信号が出力され、上流側サーモパ

10

20

30

40

50

イル 8 から第 1 温度検出信号が出力される (ステップ S 1 3)。第 2 温度検出信号は差動アンプ 3 3 に出力され、第 1 温度検出信号は差動アンプ 3 3 に出力される。なお、図 5 に第 1 温度検出信号及び第 2 温度検出信号のパルス信号に対する応答を示した。

【 0 1 1 6 】

次に、差動アンプ 3 3 は、下流側サーモパイル 5 からの第 2 温度検出信号と上流側サーモパイル 8 からの第 1 温度検出信号との差信号を増幅する (ステップ S 1 5)。

【 0 1 1 7 】

そして、加算部 4 5 は、アンプ 3 5 a からの右側温度検出信号とアンプ 3 5 b からの左側温度検出信号とを加算して加算信号を得る (ステップ S 1 7)。図 6 に右側温度検出信号、左側温度検出信号及び加算信号のタイミングチャートを示した。次に、除算部 4 7 は、  
10

ステップ S 1 5 で得られた増幅後の差信号をステップ S 1 7 で得られた加算信号で除して除算信号を得る (ステップ S 1 9)。

【 0 1 1 8 】

続いて、流量算出部 4 1 は、ステップ S 1 9 で得られた除算信号に基づき流体の正確な流量を算出する (ステップ S 2 1)。さらに、流体物性値算出部 4 3 は、ステップ S 1 7 で得られた加算信号とステップ S 2 1 で算出した流体の正確な流量に基づき、流体の熱伝導率や比熱、粘性、密度等の流体の物性値を算出する (ステップ S 2 3)。

【 0 1 1 9 】

このように、流体の流れ方向に対して直交する方向に配置された右側サーモパイル 1 1 及び左側サーモパイル 1 3 が、流体の物性値を検出することにより、流体の熱伝導性を計測  
20

【 0 1 2 0 】

この熱拡散定数の大小は、上流側サーモパイル 8 が出力する第 1 温度検出信号と下流側サーモパイル 5 が出力する第 2 温度検出信号にも影響し、これらの値が熱拡散定数の大小に応じて変化する。したがって、原理的には、第 1 温度検出信号や第 2 温度検出信号を、あるいは、これらの差を、熱拡散定数によって除することで、熱拡散定数の異なる流体であ  
30

【 0 1 2 1 】

これに対して流量が零でないときには、流体の流れによって熱は下流に運ばれて、右側サーモパイル 1 1 及び左側サーモパイル 1 3 に到達する熱量は、それに伴って減少する。即ち、右側サーモパイル 1 1 及び左側サーモパイル 1 3 の回りの熱拡散が、流体の流れによって大きくなる。ここで、その熱拡散の増加率は流体の流速の平方根に比例することが一般に知られているため、原理的には、流体の熱拡散定数は、その流体の流量が何らかの方法で解りさえすれば、いかなる流量のときでも見積もることができることになる。  
40

【 0 1 2 2 】

一方で、上流側サーモパイル 8 及び下流側サーモパイル 5 の回りでも、流体の流れによって右側サーモパイル 1 1 及び左側サーモパイル 1 3 の回りと同様な熱拡散の増加 (マイクロヒータ 4 から移動する熱量の減少) が発生するので、流体の流量が大きくなると、それに伴う熱拡散の増加のために、下流側サーモパイル 5 の回りの流体の温度と上流側サーモパイル 8 の回りの流体の温度との差が小さくなる。

【 0 1 2 3 】

このため、本来ならば、流体の流速の増加に比例して大きくなるはずの、下流側サーモパイル 5 からの第 2 温度検出信号と上流側サーモパイル 8 からの第 1 温度検出信号との差信号が、熱拡散の増加の影響で小さくなり、流体の流量があまりに大きくなると、流速の増加による増加分を熱拡散の増加による減少分が上回って、流量が増加しているにも拘わ  
50

ず第2温度検出信号と第1温度検出信号との差信号が減少してしまうこともある。

【0124】

そこで、流量が零であるときの、右側サーモパイル11が出力する右側温度検出信号と左側サーモパイル13が出力する左側温度検出信号との加算値を「1」と考えて、これに対する、流量がある場合の右側温度検出信号と左側温度検出信号との加算値の比を、移動する熱量の変化率を表す係数と見做し、この係数を、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差信号に乗じる操作をする。

【0125】

つまり、第2温度検出信号と第1温度検出信号との差信号を右側温度検出信号と左側温度検出信号との加算値で除することで、熱拡散の変化の影響を排除した流量算出が可能となり、正確で分解能の高い流量を求めることができるようになる。

【0126】

なお、上述した実施形態では、差動アンプ33から得られる下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との増幅後の差信号を、除算部47において、アンプ35aからの右側温度検出信号とアンプ35bからの左側温度検出信号とを加算部45で加算して得られる加算信号により除することで、熱拡散の変化の影響を排除した流量算出を可能としている。

【0127】

そして、上述した実施形態では、除算部47における除算信号の取得を流量算出部41による流量の算出よりも先に行っているが、これは、第2温度検出信号と第1温度検出信号との増幅後の差信号に現れる熱拡散の変化の影響を排除するためには、流体の物性値を熱伝導率や比熱、粘性、密度といった厳密な精度の値として把握する必要がないためである。

【0128】

即ち、上述した実施形態では、熱拡散の状態を高精度で把握しないと特定できない流体の熱伝導率や比熱、粘性、密度を、物性値として流体物性値算出部43で算出するために、熱拡散の変化の影響を排除した流体の正確な流量を流量算出部41により事前に算出しておいて、これを、流体物性値算出部43による物性値の算出に反映させている。

【0129】

しかし、物性値として流体物性値算出部43で算出するファクタの種類によっては、流体物性値算出部43による物性値の算出を事前に行っておいて、これと、差動アンプ33からの、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との増幅された差信号とに基づいて、熱拡散の変化の影響を排除した流体の正確な流量を後から算出するようにしてもよい。

【0130】

このように第1の実施の形態の流量計測装置によれば、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向と略直交方向に右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13を配置し、右側温度検出信号及び左側温度検出信号を出力するように構成したので、流体の流れ方向の影響を受けずに、右側温度検出信号及び左側温度検出信号に基づき熱拡散定数等の流体の物性値を正確に算出することができる。

【0131】

そして、算出された流体の物性値に基づき、流量算出部41で算出された流体の流量を補正するようにしたので、特別な工夫をせずに、流体の種類や組成が変化した場合であっても、正確に流量を計測することができる。

【0132】

また、マイクロフローセンサ1の出力を右側サーモパイル11及び/または左側サーモパイル13の出力で割った値を新たな出力とすることで、例えば、燃料ガスの微妙な成分の変化に対して、より簡単に流量-出力特性を流体成分に依存しないようにすることが十分にでき、正確に流量を計測することができる。

10

20

30

40

50

## 【0133】

< 第2の実施の形態 >

次に、本発明の流量計測装置の第2の実施の形態の形態を、本発明の流体判別装置の第2の実施の形態と共に、図面を参照して詳細に説明する。図7は第2の実施の形態のマイクロフローセンサの構成図である。図8は第2の実施の形態のマイクロフローセンサを用いた流量計測装置の構成ブロック図である。

## 【0134】

マイクロフローセンサ1aは、Si基板2、ダイヤフラム3、マイクロヒータ4、下流側サーモパイル5、電源端子6A、6B、第1出力端子7A、7B、上流側サーモパイル8、第2出力端子9A、9Bを備える。

10

## 【0135】

また、マイクロフローセンサ1aは、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向(PからQへの方向)と略直角方向に配置され、流体の温度を検出し、右側温度検出信号を出力する右側測温抵抗21、この右側測温抵抗21から出力される右側温度検出信号を出力する第3出力端子12A、12B、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向と略直角方向に配置され、流体の温度を検出し、左側温度検出信号を出力する左側測温抵抗23、この左側測温抵抗23から出力される左側温度検出信号を出力する第4出力端子14A、14Bと、抵抗15、16、出力端子17A、17Bを備える。右側測温抵抗21及び左側測温抵抗23は、温度センサを構成し、マイクロヒータ4と同様に白金等からなる。

20

## 【0136】

このように、第2の実施の形態のマイクロフローセンサ1aによれば、図1に示す第1の実施の形態の右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13に代えて、右側測温抵抗21及び左側測温抵抗23を配置し、右側測温抵抗21は、流体の温度を検出し、右側温度検出信号を第3出力端子12A、12Bに出力する。また、マイクロヒータ4に対して流体の流れ方向と略直角方向に配置された左側測温抵抗23は、流体の温度を検出し、左側温度検出信号を第4出力端子14A、14Bに出力する。

## 【0137】

このため、右側温度検出信号及び左側温度検出信号に基づき、熱伝導率と熱拡散、比熱等によって決定される熱拡散定数等の流体の物性値を算出することができるようになる。

## 【0138】

また、このマイクロフローセンサ1aを用いて流量を計測する流量計測装置は、図8に示すように、マイクロフローセンサ1a内の下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と、マイクロフローセンサ1a内の上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差信号を増幅する差動アンプ33と、マイクロフローセンサ1a内の右側測温抵抗21及び左側測温抵抗23を抵抗値の等しい2つの固定抵抗38a、38bにより対向させてブリッジ接続したブリッジ回路39とを備えて構成される。

30

## 【0139】

さらに、この流量計測装置は、ブリッジ回路39の右側測温抵抗21と固定抵抗38bとの接続点、及び、左側測温抵抗23と固定抵抗38aとの接続点間に定電圧を印加する定電圧源37と、ブリッジ回路39の右側測温抵抗21と固定抵抗38aとの接続点A、及び、左側測温抵抗23と固定抵抗38bとの接続点B間の電位を差動増幅する差動アンプ36と、マイクロコンピュータ40とを備えて構成される。マイクロコンピュータ40は、除算部(又はパラメータ選定部)49と、流量算出部41と、流体物性値算出部43とを備えて構成される。

40

## 【0140】

このような構成の第2の実施の形態の流量計測装置によれば、右側測温抵抗21の温度が上昇すると、右側測温抵抗21及び固定抵抗38aの接続点Aの電位が上がり、左側測温抵抗23の温度が上昇すると、左側測温抵抗23及び固定抵抗38bの接続点Bの電位が上がる。そこで、接続点Bの電位から接続点Aの電位を減じるように差動アンプ36で差動増幅を行うと、右側測温抵抗21からの右側温度検出信号と左側測温抵抗23からの左

50

側温度検出信号との加算値を増幅した増幅後の加算信号が差動アンプ36で得られる。

【0141】

そこで、除算部（又はパラメータ選定部）49において、差動アンプ33からの、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との増幅された差信号を、差動アンプ36からの増幅後の加算信号により除して除算信号を得て、この除算信号に基づき流量算出部41が流体の正確な流量を算出すると共に、この流量算出部41が算出した流体の正確な流量と、差動アンプ36からの増幅後の加算信号とに基づき、流体物性値算出部43が、流体の熱伝導率や比熱、粘性、密度等の流体の物性値を算出する。

【0142】

従って、特別な工夫をせずに、流体の種類や組成に依らずに正確に流量を計測することができ、第1の実施の形態の効果と同様な効果が得られる。

【0143】

なお、本発明は第1の実施の形態及び第2の実施の形態のマイクロフローセンサ並びに流量計測装置及びその方法に限定されるものではない。第1の実施の形態では、温度センサとしてサーモパイルを例示し、第2の実施の形態では、温度センサとして白金抵抗等からなる測温抵抗を例示したが、これらに限定されるものではなく、温度センサとしては、例えば、焦電体、サーミスタ等、通常用いられる温度センサであれば何でもよい。

【0144】

また、第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13とマイクロヒータ4とからなる流体の物性値を検出するための熱式流体センサを、下流側サーモパイル5及び上流側サーモパイル8ととマイクロヒータ4とからなる流体の流速（流量）を計測するマイクロフローセンサ1, 1aに一体化した場合を例に取って説明したが、このマイクロフローセンサ1, 1aとは分離して、右側サーモパイル11及び左側サーモパイル13とマイクロヒータ4とからなる熱式流体センサを構成してもよい。

【0145】

そして、そのように構成する場合、右側サーモパイル11の起電力により第3出力端子12A, 12Bから出力される右側温度検出信号、及び/または左側サーモパイル13の起電力により第4出力端子14A, 14Bから出力される左側温度検出信号に基づき、マイクロコンピュータ40の流体物性値算出部43により算出される流体の物性値から、さらにその流体の種類をマイクロコンピュータ40で割り出すように構成してもよい。

【0146】

また、第1の実施の形態の最後に説明したように、流体物性値算出部43による物性値の算出を事前に行っておいて、これと、差動アンプ33からの、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との増幅された差信号とに基づいて、熱拡散の変化の影響を排除した流体の正確な流量を後から算出するようにする場合には、マイクロコンピュータ40で割り出した流体の種類に応じた補正係数を予め決めておき、この補正係数により、差動アンプ33からの増幅された差信号を補正して流量を算出するように構成してもよい。

【0147】

仮にそうすれば、流体の種類と補正係数等とをリンク付けたテーブルを、マイクロコンピュータ40の内部メモリ（ROM）やマイクロコンピュータ40につながる外部メモリ（不揮発性が好ましい）に格納しておき、割り出した流体の種類に対応する補正係数等を内部メモリ（ROM）または外部メモリから読み出して、差動アンプ33からの増幅された差信号に乗じる等すれば、流量算出が完了することになることから、処理上の負担を軽くすることができる。

【0148】

また、流体物性値算出部43による物性値の算出を事前に行い、熱拡散の変化の影響を排除した流体の正確な流量を後から算出するようにする場合、補正係数に代えて、流体の物

10

20

30

40

50



性値やこの物性値から割り出される種類と、これら物性値又は種類に対応する、差動アンプ33からの増幅された差信号から流体の流量を求めるのに用いる流量換算式とをリンク付けたテーブルを、マイクロコンピュータ40の内部メモリ(ROM)やマイクロコンピュータ40につながる外部メモリ(不揮発性が好ましい)に格納しておくようにしてもよい。

【0149】

さらに、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差信号を増幅した差動アンプ33の出力に基づき流量算出部41で算出される流体の流量と、その流量に対応する右側サーモパイル11や左側サーモパイル13からの第3温度検出信号の基準値とをリンク付けたテーブルを、マイクロコンピュータ40の内部メモリ(ROM)やマイクロコンピュータ40につながる外部メモリ(不揮発性が好ましい)に格納しておくようにしてもよい。

10

【0150】

その場合には、マイクロコンピュータ40の流体物性値算出部43は、流量算出部41で算出される流体の流量をアドレスポイントとして外部メモリから取り出した、その流量に対応する第3温度検出信号の基準値と、実際に右側サーモパイル11や左側サーモパイル13から取得される第3温度検出信号との比から、流体の物性値を算出することになる。

【0151】

そして、この場合の流体の物性値の算出は、実際に右側サーモパイル11や左側サーモパイル13から取得される第3温度検出信号と、外部メモリから取り出される第3温度検出信号の基準値との比を、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差信号を増幅した差動アンプ33の出力に乗じることによって、行うことができる。

20

【0152】

また、第1の実施の形態及び第2の実施の形態では、流体の物性値を検出するための温度センサをマイクロヒータ4に対して右側と左側とに設けたが、例えば、温度センサをマイクロヒータ4に対して右側または左側の一方に設けて、流体の温度を検出して流体の物性値を算出してもよい。

【0153】

そして、第1の実施の形態及び第2の実施の形態のように温度センサをマイクロヒータ4に対して右側と左側とに設ける場合は、それら両温度センサからの出力信号の平均値を、また、片方の温度センサのみを設ける場合にはその温度センサからの出力信号の値を、流体の物性値を検出する基とすればよい。

30

【0154】

さらに、除算部47による除算は、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差信号を増幅した差動アンプ33の出力の値に応じて、選択的に行ってもよい。

【0155】

特に、本発明の発明者らが行った実験によれば、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号は、比較的流量の低い領域では流量に比例して出力信号値が上昇するものの、比較低流量の高い領域では流量に比例して出力信号値が上昇せず、出力が飽和に向かう傾向がある。

40

【0156】

そこで、出力信号値が流量に比例して上昇する比較的low流量の領域においては、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差動アンプ33により増幅された差信号を、そのまま流量信号として扱い、出力信号値が流量に比例して上昇せず鈍化する比較的高流量の領域においては、蒸散部49において、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差動アンプ33により増幅された差信号を、右側サーモパイル11や左側サーモパイル13からの第3温度検出信号の平均値、或は、これらのうちどちらか片方の第

50

3 温度検出信号の値により除して、温度検出信号の飽和の影響を除去し、これを流量信号として扱うようにしてもよい。

【0157】

仮にそのように構成すれば、出力の飽和により信頼性が低くなるため比較的高流量の領域での流量計測には利用できなかった、下流側サーモパイル5からの第2温度検出信号と上流側サーモパイル8からの第1温度検出信号との差動アンプ33により増幅された差信号を、右側サーモパイル11や左側サーモパイル13からの第3温度検出信号の平均値、或は、これらのうちどちらか片方の第3温度検出信号の値と共に、比較的高流量の領域での流量計測に利用できるようにして、正確に流量を計測できる流量計測範囲(レンジ)を、従来の100倍単位から10000倍単位にまで拡大し、例えばガスメータにおける各種の漏洩状態を、1つのセンサにより検出できるようにすることができる。

10

【0158】

このほか、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲内で、種々変形して実施可能であるのは勿論である。

【0159】

【発明の効果】

請求項1に記載した本発明の流体判別装置によれば、熱式流体センサの支持基板に支持された状態でヒータは、外部からの駆動電流により計測対象流体を加熱する。このヒータの加熱と並行して、ヒータに対して計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置された横側温度センサは、計測対象流体の熱伝導度を検出し、温度検出信号を出力するので、この温度検出信号に基づき流体の物性値を算出することができる。

20

【0164】

また、熱式流体センサの横側温度センサが出力する温度検出信号から、計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段が算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

【0165】

さらに、基準値記憶手段に記憶された熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号の複数種類の基準値の中から基準値割出手段により割り出された、流量測定手段で測定された流路を流れる計測対象流体の流量に対応する単一の基準値と、熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号との、温度検出信号比算出手段により算出される比に基づいて、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出することができる。

30

【0166】

請求項2に記載した本発明の流量判別装置によれば、流量測定手段により測定された流路を流れる計測対象流体の流量及び該流量の平方根のうちいずれか一方に、熱式流体センサ内の横側温度センサからの温度検出信号を乗じることで、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出することができる。

【0174】

請求項3に記載した本発明の流量計測装置によれば、前記熱式流体センサの横側温度センサが出力する温度検出信号に基づき、流量測定手段で測定された計測対象流体の流量を流量補正手段が補正するので、計測対象流体の種類や組成に応じて計測対象流体の正確な流量を計測することができる。

40

【0182】

請求項4に記載した本発明の流体判別装置によれば、フローセンサの支持基板に支持された状態でヒータは、外部からの駆動電流により計測対象流体を加熱する。このヒータの加熱と並行して、上流側温度センサは、ヒータによる加熱される前の計測対象流体の温度を検出し、第1の温度検出信号を出力する。下流側温度センサは、ヒータによる加熱された後の計測対象流体の温度を検出し、第2の温度検出信号を出力するので、第1温度検出信号と第2温度検出信号との差信号に基づき流量を算出することができる。また、ヒータ

50

に対して計測対象流体の流れ方向と略直交方向に配置された横側温度センサは、計測対象流体の温度を検出し、第3温度検出信号を出力するので、この第3温度検出信号に基づき流体の物性値を算出することができる。

【0189】

また、前記フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号の複数種類の基準値の中から、基準値割出手段により割り出された、フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき流量算出手段で算出された流路を流れる計測対象流体の流量に対応する単一の基準値と、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号との、温度検出信号比算出手段により算出される比に基づいて、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

10

【0190】

請求項5に記載した本発明の流体判別装置によれば、前記フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき流量算出手段で算出された、流路を流れる計測対象流体の流量、及び、その算出された流量の平方根のうちいずれか一方に、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号を乗じることで、流路を流れる計測対象流体の物性値を流体物性値算出手段により容易に算出して、計測対象流体の種類や組成に応じて変化する流量センサの出力の補正用に提供したり、流路を流れる計測対象流体の種類や組成が変化したことの判別用に提供することができる。

20

【0197】

請求項6に記載した本発明の流量計測装置によれば、流量算出手段が、前記フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号に基づき計測対象流体の流量を算出すると、流体物性値算出手段は、フローセンサ内の横側温度センサからの第3温度検出信号に基づき計測対象流体の物性値を算出し、流量補正手段は、流体物性値算出手段で算出された計測対象流体の物性値に基づき流量算出手段で算出された計測対象流体の流量を補正するので、流体の種類や組成が変化した場合であっても、精度の良い流量計測が行える。

30

【0198】

請求項7に記載した本発明の流量計測装置によれば、請求項6に記載した本発明の流量計測装置において、フローセンサ内の上流側温度センサからの第1温度検出信号と下流側温度センサからの第2温度検出信号との差信号を、フローセンサの横側温度センサが出力する第3温度検出信号の値により除することで、流量算出手段で算出された計測対象流体の流量の流量補正手段による補正を容易に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態のマイクロフローセンサの構成図である。

【図2】第1の実施の形態のマイクロフローセンサの断面図である。

【図3】第1の実施の形態のマイクロフローセンサを用いた流量計測装置の構成ブロック図である。

40

【図4】第1の実施の形態の流量計測装置により実現される流量計測方法を示すフローチャートである。

【図5】第1温度検出信号及び第2温度検出信号を示す図である。

【図6】右側温度検出信号及び左側温度検出信号を示す図である。

【図7】第2の実施の形態のマイクロフローセンサの構成図である。

【図8】第2の実施の形態のマイクロフローセンサを用いた流量計測装置の構成ブロック図である。

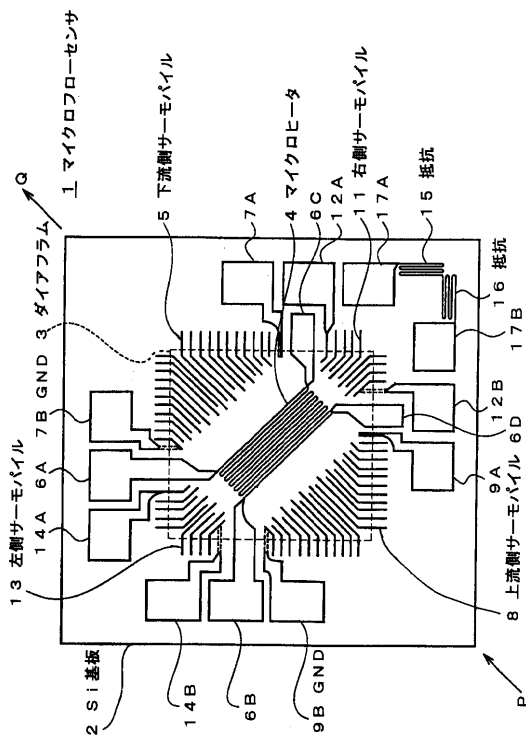
【図9】従来の熱型のマイクロフローセンサの構成図である。

【符号の説明】

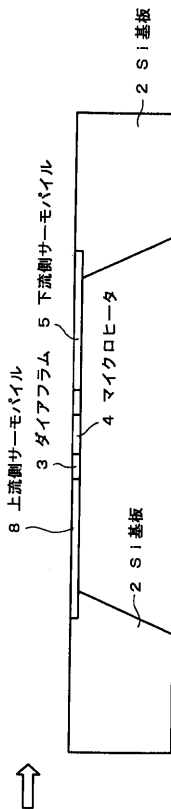
50

- 1, 1a マイクロフローセンサ
- 2 Si基板
- 3 ダイアフラム
- 4 マイクロヒータ
- 5 下流側サーモパイル
- 8 上流側サーモパイル
- 11 右側サーモパイル
- 13 左側サーモパイル
- 21 右側測温抵抗
- 23 左側測温抵抗
- 33 差動アンプ
- 35a, 35b アンプ
- 40 マイクロコンピュータ
- 41 流量算出部
- 43 流体物性値算出部
- 45 加算部
- 47 除算部

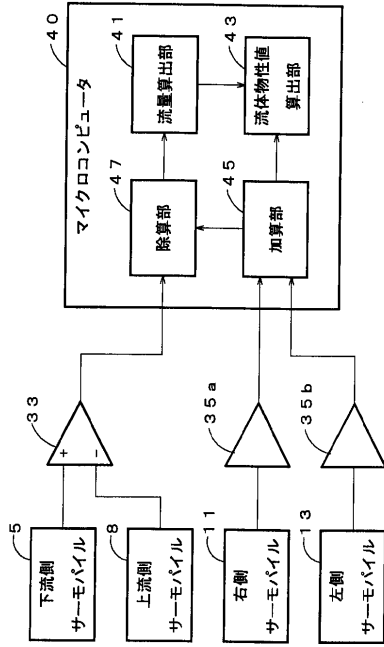
【図1】



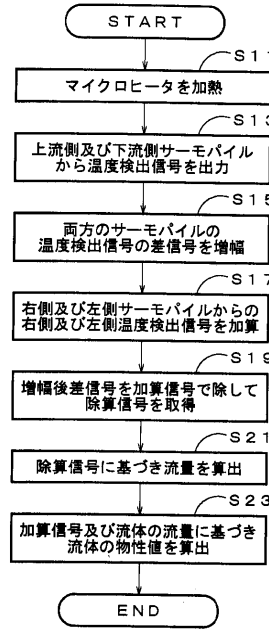
【図2】



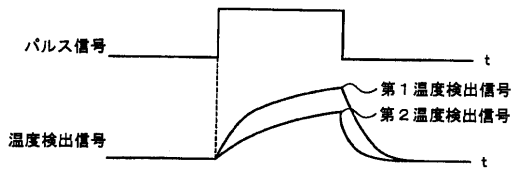
【 図 3 】



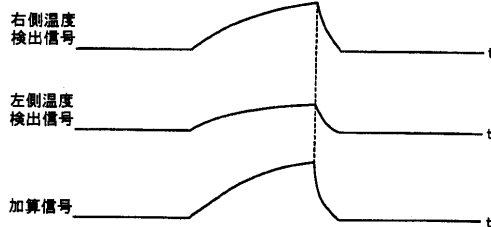
【 図 4 】



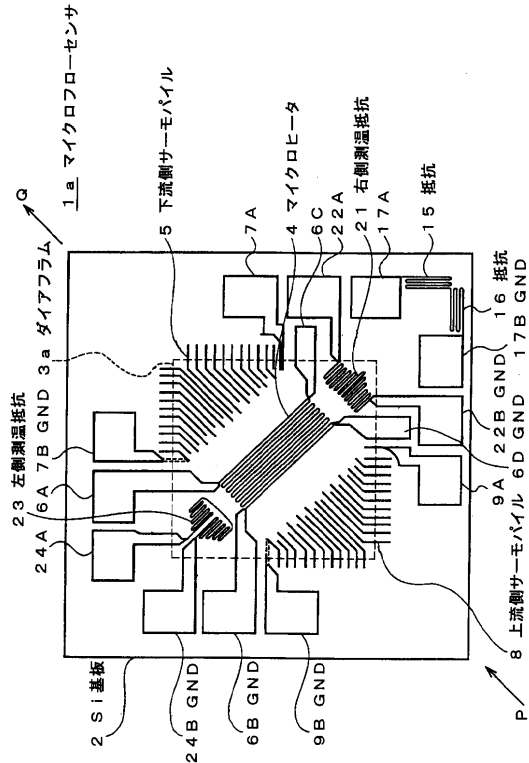
【 図 5 】



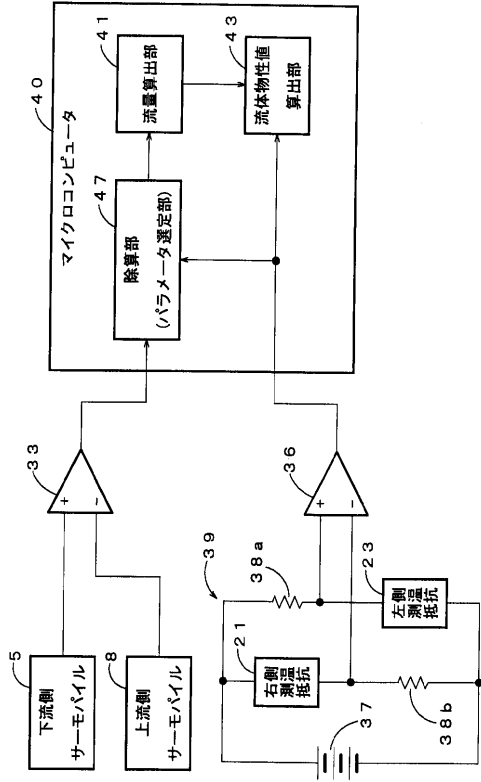
【 図 6 】



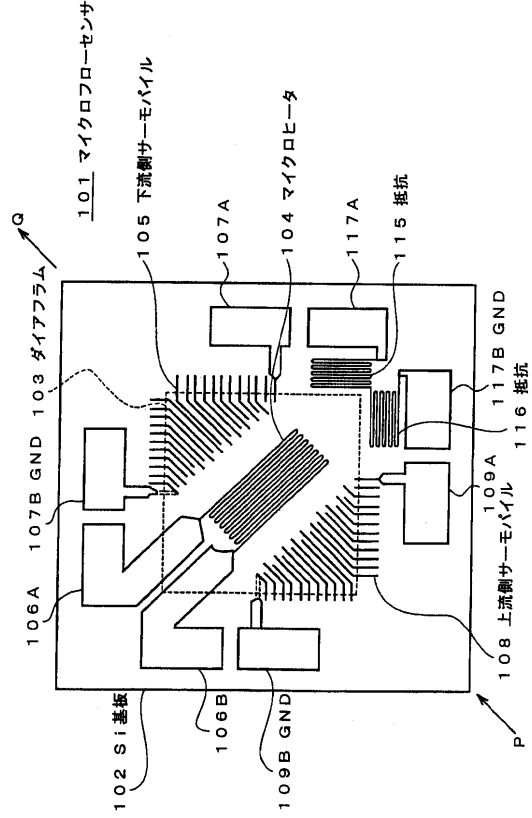
【 図 7 】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山浦 路明  
静岡県天竜市二俣町南鹿島23 矢崎計器株式会社内

審査官 森 雅之

(56)参考文献 特開平09-089619(JP,A)  
特開平05-107093(JP,A)  
特開平08-110317(JP,A)  
米国特許第5515714(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 1/68-1/699

本願を優先基礎とする国際特許出願であるPCT/JP2000/02688の国際調査報告を作成する際に、  
上記範囲で調査された。