

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3969167号

(P3969167)

(45) 発行日 平成19年9月5日(2007.9.5)

(24) 登録日 平成19年6月15日(2007.6.15)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 F 1/68 (2006.01)

GO 1 F 1/68 2 O 2 A

FO 2 D 45/00 (2006.01)

GO 1 F 1/68 2 O 2 B

FO 2 D 45/00 3 6 6 B

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-118868 (P2002-118868)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成14年4月22日(2002.4.22)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2003-315131 (P2003-315131A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成15年11月6日(2003.11.6)	(74) 代理人	100113077
審査請求日	平成16年12月14日(2004.12.14)		弁理士 高橋 省吾
		(74) 代理人	100112210
			弁理士 稲葉 忠彦
		(74) 代理人	100108431
			弁理士 村上 加奈子
		(74) 代理人	100128060
			弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	有吉 雄二
			東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体流量測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された第2の温度検出体と、前記第1および第2の発熱体に接続された電源とを備え、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より常に一定温度高くなるように前記第1および第2の発熱体に電力を配分し、この配分比率から流体流量を測定することを特徴とする流体流量測定装置。

【請求項2】

前記第1および第2の温度検出体と2つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記固定抵抗の抵抗値が選択されていることを特徴とする請求項1に記載の流体流量測定装置。

【請求項3】

前記第1および第2の温度検出体と2つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記第1および第2の温度検出体の抵抗値が選択されていることを特徴とする請求項1に記載の流体流量測定装置。

【請求項4】

上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1

10

20

の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と同じ抵抗値を有する第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の固定抵抗に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第1のスイッチ回路と接続され、前記第2のスイッチ回路とはインバータを介して接続される比較器とを備え、前記第1の温度検出体の抵抗値が第2の温度検出体の抵抗値よりも小さいことを特徴とする流体流量測定装置。

【請求項5】

上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された前記第1の温度検出体と同じ抵抗値を有する第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の温度検出体に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第2のスイッチ回路と接続され、前記第1のスイッチ回路とはインバータを介して接続される比較器とを備え、前記第1の固定抵抗の抵抗値が第2の固定抵抗の抵抗値よりも大きいことを特徴とする流体流量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば自動車のエンジン制御や空調機器など、空気等流体の流量計測が必要な場所に使用される流体流量測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

図13は特開平11-326003号公報に示された従来の流体流量測定装置の要部断面図である。図13において、101はシリコン基板、102はこのシリコン基板101にエッチングにより形成された空気スペース、103、104はこの空気スペース102上に架橋された薄膜部材すなわち薄肉部、105は第1の発熱体、106は第2の発熱体、107は第1の温度検出体、108は第2の温度検出体である。発熱体105、106、温度検出体107、108は温度によりその抵抗値が変化する感温抵抗材料により形成されている。感温抵抗材料としては例えば白金が用いられる。第1の発熱体105と第2の発熱体106とはそれぞれほぼ同一の抵抗値と温度係数を持つように作製されている。また、第1の温度検出体107と第2の温度検出体108とはそれぞれほぼ同一の抵抗値と温度係数を持つように作製されている。図13中では構成をわかりやすくするため第1の発熱体105と第1の温度検出体107、および、第2の発熱体106と第2の温度検出体108を距離を離して記載しているが、実際はそれぞれが密な熱的接触状態を確保するため、ほぼ同一の場所に形成されている。

【0003】

図14は従来の流体流量測定装置の回路図である。図14において、109、110は温度検出体107、108とともにブリッジ回路117を形成する固定抵抗、111はブリッジの中間電位118、119を比較する比較器、112はインバータ、113、114は電子スイッチ、115は電源、116は流体の流路である。

【0004】

次に動作について説明する。流体の流れがない場合において、図14における中間電位118と119には差が生じた場合、この差を比較器111が検出し、電子スイッチ113、114の制御を行う。固定抵抗109、110の抵抗値を等しくしておけば、第1の温度検出体107と第2の温度検出体108の抵抗値も等しくなり、両者の温度は等しくなる。流体の流れがない場合には電子スイッチ113および電子スイッチ114がONしている時間は等しくなり、第1、第2の発熱体105、106への電力の分配比率は50%：50%となる。

10

20

30

40

50

【0005】

次に、流体の流れが存在する場合について説明する。図14の矢印の方向から流体が流れてくると、第1の発熱体105と第1の温度検出体107から流体へ熱が奪われ、第1の温度検出体107の温度が低下する。上流側から熱を奪った流体は第2の温度検出体108にその熱を伝えるため、第2の温度検出体108の温度は上昇する。そのため、中間電位118の方が中間電位119よりも低くなる。すると比較器111がHIGHとなり、電子スイッチ113がオンされ、第1の発熱体105に電流が流れる。第1の発熱体105はジュール熱により発熱し、第1の温度検出体107の温度を上昇させる。第1の発熱体105、および、第1の温度検出体107は流れにより冷却されているため、中間電位118が中間電位119を超えるまでに要する電子スイッチ113のON時間は流れのない状態よりも長くなる。中間電位118が上昇し、中間電位119よりも高くなった時点で電子スイッチ114がONとなって、第2の発熱体106に電流が流れる。第2の発熱体106はジュール熱により発熱し、第2の温度検出体108の温度を上昇させるため、中間電位119が上昇する。第2の発熱体106、および、第2の温度検出体108は流れにより温められているため、中間電位119が中間電位118を超えるまでに要する電子スイッチ114のON時間は、前述の流れのない状態よりも短くなる。中間電位119が中間電位118を超えた時点で電子スイッチ114はOFFになり、電子スイッチ113がONとなって、再び第1の発熱体105に電流が流れる。以上のような動作を繰り返すことによって中間電位118と119は再度等しく保たれる。よって、流体の流れが存在する場合でも、第1の温度検出体107と第2の温度検出体108の温度が等しく制御されるが、このとき、第1の発熱体105に供給される電力は第2に発熱体106に供給される電力よりも大きくなり、分配比率は例えば60%：40%のように第1の発熱体105の方が大きくなる。

10

20

【0006】

図15はこの動作の際の出力波形を示す図であり、出力電圧 V_{out} は図15に示すようなパルス波形となる。流体の流量が大きいほど第1の発熱体105への供給電力が増えるので、図15中の t_1 が大きくなり、 t_2 が小さくなる。よってduty比の差

$$(t_1 - t_2) / (t_1 + t_2) \cdots (1)$$

を計測すると、流量依存性を持つ出力を得ることができる。

図16はこのような出力特性を示す図である。ここで、縦軸は出力、横軸は流量である。さらに、(1)式のduty比差は第1の発熱体105の発熱量 P_1 と第2の発熱体106の発熱量 P_2 を用いて次式のようにも表せる。

$$(t_1 - t_2) / (t_1 + t_2) = (P_1 - P_2) / (P_1 + P_2) \cdots (2)$$

また、本方式では、逆流が発生した場合、 t_1 が小さくなり、 t_2 が大きくなるので出力は反転し、逆流検出も可能である。

【0007】

図17に温度分布の流量依存性を示す。ここで流量は、 $0 < v_1 < v_2 < v_3$ である。流量増大により発生する第1の温度検出体107の温度低下は、第2の温度検出体108の温度上昇よりも大きいので、両者の温度を等しく制御すると、温度の絶対値は流量増大とともに低下していく。そして、温度検出体107、108の温度は流体の温度に限りなく近づいていく。温度検出体107、108の温度が流体の温度とほぼ等しくなった点では発熱体105、106から供給される熱は温度検出体107、108の温度に影響を与えない状態となるので、流体の流量を測定することができなくなる。この流量を飽和流量とすると、この流量測定装置の流量の測定上限は飽和流量となる。

40

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

本構成を用いた場合の温度検出体107、108の温度変化を流量の関係を図18に示す。ここで線121および線122は流量0の場合の発熱体への電力供給のduty比を変化させずに流体の流量を増大させた場合の第1の温度検出体107の温度と第2の温度検出体108の温度を示している。第1の温度検出体107の温度は線121が示すとおり、流

50

量の増大とともに低下していく。また、第2の温度検出体108の温度は、流量の小さいときは上流側から熱を受け取って上昇するが、あるポイントから下降する。このような流量依存性を持つ第1の温度検出体107と第2の温度検出体108の温度を等温制御すると、第1の温度検出体107の温度は上がり、第2の温度検出体108の温度は下がって、線123が示すような温度となる。第2の温度検出体108の温度を線122から線123に下げするために必要な降下温度は流量が小さい領域では大きくなるが(図中の矢印A B)、中流量域以上では逆に小さくなる(図中の矢印B C D)。このため、第2の発熱体の放熱量の変化が小さくなり、(1)式で示すduty比差の変化量も小さくなる。よって、従来方式では飽和流量まで流量が大きくなるまでにおいても感度が低下するという問題があった。

10

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するために、本発明はなされたもので測定可能な全流領域において流量感度が向上する流体流量測定装置を提供するものである。

【0010】

第1の発明の流体流量測定装置は上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された第2の温度検出体と、前記第1および第2の発熱体に接続された電源とを備え、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より常に一定温度高くなるように前記第1および第2の発熱体に電力を配分し、この配分比率から流体流量を測定することを特徴とするものである。

20

【0011】

また、第2の発明の流体流量測定装置は、第1の発明の流体流量測定装置において、前記第1および第2の温度検出体と2つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記固定抵抗の抵抗値が選択されていることを特徴とするものである。

【0012】

また、第3の発明の流体流量測定装置は、第1の発明の流体流量測定装置において、前記第1および第2の温度検出体と2つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第1の温度検出体の温度が前記第2の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記第1および第2の温度検出体の抵抗値が選択されていることを特徴とするものである。

30

【0013】

また、第4の発明の流体流量測定装置は、上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と同じ抵抗値を有する第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の固定抵抗に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第1のスイッチ回路と接続され、前記第2のスイッチ回路とはインバータを介して接続される比較器とを備え、前記第1の温度検出体の抵抗値が第2の温度検出体の抵抗値よりも小さいことを特徴するものである。

40

【0014】

また、第5の発明の流体流量測定装置は、上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された前記第1の温度検出体と同じ抵抗値を有する第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の温度検出体に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第2のスイッチ回路と接続され、前記第1のスイッチ回路とはインバータを介して接続

50

される比較器とを備え、前記第1の固定抵抗の抵抗値が第2の固定抵抗の抵抗値よりも大きいことを特徴とするものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

以下、本発明の実施の形態1について説明する。図1は本発明の実施の形態1の流体流量測定装置の一部を示す平面図、図2は図1中のA-A断面図である。図1においてシリコン基板1の表面の本発明に係る流体流量測定装置を形成する部位に絶縁層3と、絶縁層3上にそれぞれ第1の発熱体5、第2の発熱体6、第1の温度検出体7、第2の温度検出体8とがある。この第1の温度検出体7は第1の発熱体5とほぼ同一の位置または近傍にあればよい。同様に、第2の温度検出体8は第2の発熱体6とほぼ同一の位置または近傍にあればよい。第1の発熱体5、第2の発熱体6、第1の温度検出体7、第2の温度検出体8は例えば白金のような感温抵抗材料からなり、第1の発熱体5と第2の発熱体6とはそれぞれほぼ同一の抵抗値と温度係数を持つ。また、第1の温度検出体7と第2の温度検出体8とはそれぞれほぼ同一の抵抗値と温度係数を持つ。

10

【0016】

さらに、図2に示すように発熱体5、6および温度検出体7、8の保護膜として絶縁膜4がある。また、第1の発熱体5、第2の発熱体6、第1の温度検出体7、第2の温度検出体8の形成された部分の裏面には空洞部2がある。このような構造とすることにより流量測定部の熱容量を非常に小さくすることができる。

20

【0017】

図3は本実施の形態1の流体流量測定装置の回路図である。図3において、9、10は第1の温度検出体7と第2の温度検出体8とともにブリッジ回路17を形成する固定抵抗、11はブリッジの中間電位18、19を比較する比較器、12はインバータ、13、14は電子スイッチ、15は電源、16は流体の流路である。また、第2の温度検出体8と固定抵抗10の間に固定抵抗20が直列に接続されている。なお、中間電位19は固定抵抗10と固定抵抗20との間の電位である。また、固定抵抗9、10は同一抵抗値を持つ。

【0018】

次に動作について説明する。図3の回路において、流体の流れがない場合、流体流量測定装置が動作していないときには第1の温度検出体7と第2の温度検出体8の温度はほぼ同一である。流体流量測定装置を動作させた場合、動作開始時においては第1の温度検出体7、および第2の温度検出体8は同じ温度であるために抵抗値はほぼ同じであるが、固定抵抗20が存在するため、中間電位18は中間電位19よりも低くなる。このため比較器11の出力はHIGHとなり、電子スイッチ13がオンとなり、第1の発熱抵抗体5に電流が流れる。そのことにより第1の発熱抵抗体5はジュール熱により発熱し、第1の温度検出体7の温度が上昇し、中間電位18が上昇する。中間電位18が中間電位19より高くなると比較器11の出力がLOWとなり、インバータ12の出力がHIGHとなって電子スイッチ14がオンとなる。すると第2の発熱体6に電流が流れ、そのジュール熱により第2の温度検出体8の温度が上昇し、中間電位19が上昇する。中間電位19が中間電位18をより高くなると比較器11の出力がHIGHとなり、第1の発熱体5が発熱する。このような動作を繰り返して、中間電位18と19が等しくなるように制御が働く。中間電位18と19が等しいとき、第1の温度検出体7の抵抗値R7は次式で表される。

30

$$R7 = R8 \times R9 / R10 + R20 \times R9 / R10$$

ただし、R8は第2の温度検出体8の抵抗値、R9、R10、R20はそれぞれ固定抵抗9、10、20の抵抗値である。ここで、

$$R9 = R10$$

であるから、

$$R7 = R8 + R20 \cdots (3)$$

となる。

(3)式からわかるように、固定抵抗20が存在するため、第1の温度検出体7の抵抗値

40

50

は第2の温度検出体8の抵抗値より大きくなっている。つまり、第1の温度検出体7の温度は第2の温度検出体8の温度より一定温度高く保たれる。この一定温度差は固定抵抗20の抵抗値により調整できる。

【0019】

次に、本実施の形態における出力特性について説明する。

図4は本実施の形態における温度検出体の温度の流量依存性とその制御形態を示す図であり、縦軸は温度、横軸は流量である。また図5は流体流量測定装置の温度分布を示す図であり、縦軸は温度、横軸は流体流量測定装置の流れに沿った位置を示している。さらに図6は本実施の形態の流体流量測定装置の出力特性を示す図であり、縦軸は出力、横軸は流量である。

10

【0020】

流体の流れがない状態において第1の温度検出体7の温度を第2の温度検出体8の温度より高く保った場合、第1の温度検出体7の温度と第2の温度検出体8の温度とを等しく保ったときの第1の温度検出体7の温度より第1の温度検出体7の温度がより高い。そのため、第1の温度検出体7の温度を第2の温度検出体8の温度より高く保った状態で図3の矢印の方向に流体の流れが発生すると温度を等しく保ったときよりも多くの熱が上流側から下流側に伝わる。そのため、図4に示すように下流側の第2の温度検出体8は温度を等しく保った場合より大流量まで温度上昇を続ける。図4において線21、22はそれぞれ流量0のときの一定温度差を保つduty比のまま発熱体に電力が供給された場合の上流側の第1の温度検出体7と下流側の第2の温度検出体8の温度の流量依存性である。この状態で一定温度差制御が働くと、両者の温度差が設定された値になるまで、第1の温度検出体7の温度は線23aに上昇し、第2の温度検出体8の温度は線23bに低下する。この温度差は流量が増大したときも保たれるが、流量が増大するに従い流れにより熱が奪われるために温度分布の流量依存性は図5に示すようになる。ここで、流量は $0 < v_1 < v_2 < v_3$ である。流量が増大すれば温度検出体7、8の温度は低下していく。そして、流量が増大するにつれ、第2の温度検出体8の温度が流体の温度と限りなく近づいていく。また、第1の温度検出体7においてはある流量以上になれば奪われる熱量が発熱体5が供給する熱量を超え、温度差を保つことができなくなる。温度差を保つことができなくなる流量以上では流量を測定することはできない。この流量を飽和流量とすると、この流量測定装置の流量の測定上限は飽和流量となる。

20

30

【0021】

第2の温度検出体8の温度低下量は図4に示すように(図中の矢印A B C D)小流量から大流量まで増加を続ける。よって、第2の発熱体6の放熱量も小流量から大流量まで大きく変化し、(1)式で示すduty比差の変化も大きくなる。

このことにより、図6に示されるように、従来に比べ測定可能な全流量域において流量感度が向上する。特に、第1の温度検出体7の温度と第2の温度検出体8の温度とを等しく保った場合に、第2の温度検出体8の温度変化量が低下してくる大流量においてその効果は大きい。

【0022】

図7は本実施の形態の他の流体流量測定装置の回路図である。

40

図7では、第1の温度検出体7と第2の温度検出体8をブリッジの上辺に置き、固定抵抗20を固定抵抗9の辺に直列に接続しているが、図3に示した回路図の流体流量測定装置と全く同様の効果が得られる。

また、図3、図7の回路以外でも、(3)式の関係が得られ、第1の温度検出体7の温度が第2の温度検出体8の温度より高く保たれるような回路構成であれば同様な効果が得られることはいうまでもない。

【0023】

本実施の形態によれば、第1の温度検出体7の温度を第2の温度検出体8の温度より高く保つことにより、第1の温度検出体7の温度と第2の温度検出体8の温度とを等しく保つ場合に比べて測定可能な全流量域において流量感度が向上する。特に、大流量においてそ

50

の効果は大きい。

【 0 0 2 4 】

また、流れのない状態においても第 1 の温度検出体 7 の温度を第 2 の温度検出体 8 の温度より高く保つため、流量 0 のときに第 1 の発熱体 5 に第 2 の発熱体 6 よりも多くの電力が配分される。よって図 6 に示すように、流量 0 のときにバイアス電圧 V_0 が発生する。このため、従来技術では必要だったバイアス回路が必要なくなり、回路規模の縮小と低コスト化も実現できる効果もある。

【 0 0 2 5 】

実施の形態 2 .

図 8 は実施の形態 2 を示す平面図である。本実施の形態において、第 1 の温度検出体 7 の抵抗値は第 2 の温度検出体 8 の抵抗値より小さく形成されている。例えば、第 1 の温度検出体 7 のパターン幅を第 2 の温度検出体 8 のパターン幅より広くすることにより、抵抗値に差をつけることができる。もちろん、温度検出体の長さや厚みを変えることにより抵抗値に差をつけることができるのはもちろんである。

【 0 0 2 6 】

第 1、第 2 の温度検出体 7、8 の抵抗値 R_7 、 R_8 を温度の関数として表すと (4)、(5) 式のようになる。

$$R_{70} = R_7 (1 + \alpha T_7) \quad \dots (4)$$

$$R_{80} = R_8 (1 + \alpha T_8) \quad \dots (5)$$

ここで R_{70} 、 R_{80} はそれぞれ R_7 、 R_8 の 0 のときの値、 α は抵抗温度係数、 T_7 、 T_8 はそれぞれ R_7 、 R_8 の温度である。本実施の形態では、

$$R_{70} < R_{80} \quad \dots (6)$$

となるように第 1 の温度検出体 7 と第 2 の温度検出体 8 の抵抗値が形成されている。これを図 9 に示す回路に接続して動作させると、実施の形態 1 で説明したのと同様の制御がなされ、中間電位 18 と 19 が等しく保たれる。このとき、固定抵抗 9 と 10 の抵抗値を等しく選んでおけば、第 1 の温度検出体 7 と第 2 の温度検出体 8 の抵抗値も等しくなる。つまり、

$$R_{70} = R_{80} \quad \dots (7)$$

が成り立つ。よって、(4)、(5) 式から

$$T_{70} = (R_{80} / R_{70}) T_8 + (R_{80} / R_{70} - 1) / \alpha \quad \dots (8)$$

となり、(6) 式より

$$R_{80} / R_{70} > 1 \quad \dots (9)$$

であるから

$$T_{70} > T_8 \quad \dots (10)$$

となり、第 1 の温度検出体 7 の温度が第 2 の温度検出体 8 の温度より高く保たれる。これにより、実施の形態 1 で説明したのと同様に第 2 の温度検出体 8 の温度変化量を大きく保つことができる作用が発生し、感度向上の効果を得られる。

【 0 0 2 7 】

また、実施の形態 2 では第 1 の温度検出体 7 と第 2 の温度検出体 8 の抵抗値を流量測定装置の製造時に変化させることにより、回路に余分な固定抵抗を付加する必要がなく、低コストで製造が容易な流量測定装置を得ることができる。

【 0 0 2 8 】

実施の形態 3 .

図 10 は実施の形態 3 を示す回路図である。本実施の形態において、中間電位 18 には差動増幅器 25 が接続され、バイアス電圧 26 が引き算される。4 つの固定抵抗 24 はすべて同じ値にしておりゲインは 1 倍である。よって比較器 11 の一方の入力端子に入力される電圧は、中間電位 18 (V_{18}) からバイアス電圧 26 (V_{bias}) を引き算した値となる。比較器 11 の他方の入力端子は中間電位 19 (V_{19}) であるので、図 10 の回路を動作させることにより、

$$V_{18} - V_{bias} = V_{19} \quad \dots (11)$$

10

20

30

40

50

となるように制御がなされる。つまり、中間電位 18 が中間電位 19 よりも大きくなるように制御される。中間電位 18 を中間電位 19 よりも大きくするには、第 1 の温度検出体 7 の抵抗値を第 2 の温度検出体 8 の抵抗値よりも大きくしなければならない。よって第 1 の温度検出体 7 の温度が第 2 の温度検出体 8 の温度より高く保たれる。

【0029】

このことにより、実施の形態 1 で説明したのと同様に第 2 の温度検出体 8 の温度変化量を大きく保つことができる作用作用が発生し、感度向上の効果が得られる。

【0030】

図 10 では中間電位 18 からバイアス電圧を引き算する構成としたが、中間電位 19 にバイアス電圧を加算する構成としても同様の効果が得られることはいうまでもない。

10

【0031】

【実施例】

実施の形態 1 に示した流体流量測定装置を用いて流体の流量を測定した結果について説明する。図 11 は電源電圧 5 V の場合の流量と図 1 における V_{out} との関係を示したグラフである。ここで示したグラフはそれぞれ第 1 と第 2 の温度検出体間の温度差が 0、13 および 25 の場合である。グラフより流量が 15 g / 秒以上のときに温度差なしの場合より感度が高いことがわかる。この感度上昇割合は、第 1 の温度検出体 7 と第 2 の温度検出体 8 の間に設定する温度差に依存する。

【0032】

また、図 12 においては電源電圧 5 V の場合で、流量 10 g / 秒の感度上昇率および飽和流量と温度差との関係を示している。この図において、感度上昇率と飽和流量の温度差との関係から好適な温度差を設定することが可能となる。

20

【0033】

車載用の流体流量測定装置の場合、測定値の再現性は 1 % 以内を要求される。つまり 1 % 以内の感度上昇率では再現性の観点から本発明の流体流量測定装置を適用できない。このことから、感度の低い小流量では 0.5 g / 秒が測定可能下限流量となる。また、測定値のダイナミックレンジを最低 200 倍必要としている。0.5 g / 秒が測定可能下限流量であるので、大流量側は少なくとも 100 G / 秒が測定可能である必要がある。この 2 つの条件から、車載用の流体流量測定装置の場合、有効温度差範囲は 5 ~ 26 となる。

【0034】

【発明の効果】

以上説明したように、第 1 の発明は、上流側の第 1 の発熱体の近傍に形成された第 1 の温度検出体と、下流側の第 2 の発熱体の近傍に形成された第 2 の温度検出体と、前記第 1 および第 2 の発熱体に接続された電源とを備え、前記第 1 の温度検出体の温度が前記第 2 の温度検出体の温度より常に一定温度高くなるように前記第 1 および第 2 の発熱体に電力を配分し、この配分比率から流体流量を測定することにより、従来と比して測定可能な全流量域において流量感度が向上する効果がある。

30

【0035】

また、第 2 の発明は、第 1 の発明の流体流量測定装置において前記第 1 および第 2 の温度検出体と 2 つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第 1 の温度検出体の温度が前記第 2 の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記固定抵抗の抵抗値が選択することにより測定可能な全流量域において流量感度が向上する効果がある。

40

【0036】

また、第 3 の発明は、第 1 の流体流量測定装置において、前記第 1 および第 2 の温度検出体と 2 つ以上の固定抵抗とを用いてブリッジ回路を構成し、前記第 1 の温度検出体の温度が前記第 2 の温度検出体の温度より一定温度高くなるように前記第 1 および第 2 の温度検出体の抵抗値が選択されていることにより測定可能な全流量域において流量感度が向上する効果がある。

【0037】

また、第 4 の発明は、上流側の第 1 の発熱体の近傍に形成された第 1 の温度検出体と、

50

下流側の第2の発熱体の近傍に形成された第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と同じ抵抗値を有する第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の固定抵抗に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第1のスイッチ回路と接続され、前記第2のスイッチ回路とはインバータを介して接続される比較器とを備え、前記第1の温度検出体の抵抗値が第2の温度検出体の抵抗値よりも小さいことにより測定可能な全流量域において流量感度が向上する効果がある。

【0038】

10

さらに、第5の発熱体では、上流側の第1の発熱体の近傍に形成された第1の温度検出体と、下流側の第2の発熱体の近傍に形成された前記第1の温度検出体と同じ抵抗値を有する第2の温度検出体と、前記第1の温度検出体と直列に接続された第1の固定抵抗と、前記第2の温度検出体と直列に接続された第2の固定抵抗とを用いて構成されたブリッジ回路と、前記第1および第2の温度検出体に接続された電源と、前記電源と前記第1の発熱体を介して接続された第1のスイッチ回路と、前記電源と前記第2の発熱体を介して接続された第2のスイッチ回路と、前記ブリッジ回路の中間電位を比較し、前記第2のスイッチ回路と接続され、前記第1のスイッチ回路とはインバータを介して接続される比較器とを備え、前記第1の固定抵抗の抵抗値が第2の固定抵抗の抵抗値よりも大きいことにより測定可能な全流量域において流量感度が向上する効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1に係る流体流量測定装置を示す平面図である。

【図2】 実施の形態1に係る流体流量測定装置を示す断面図である。

【図3】 実施の形態1に係る流体流量測定装置に用いる回路図である。

【図4】 実施の形態1に係る流体流量測定装置の温度分布の流量依存性を示す図である。

【図5】 実施の形態1に係る流体流量測定装置の温度分布を示す図である。

【図6】 実施の形態1に係る流体流量測定装置の出力特性を示す図である。

【図7】 実施の形態1に係る他の流体流量測定装置の回路図である。

【図8】 実施の形態2に係る流体流量測定装置を示す平面図である。

30

【図9】 実施の形態2に係る流体流量測定装置に用いる回路図である。

【図10】 実施の形態3に係る流体流量測定装置に用いる回路図である。

【図11】 実施例に係る流体流量測定装置の出力電圧の流量依存性を示す図である。

【図12】 実施例に係る流体流量測定装置の感度上昇率と飽和流量の温度差との関係を示す図である。

【図13】 従来の流体流量測定装置を示す断面図である。

【図14】 従来の流体流量測定装置に用いる回路図である。

【図15】 従来の流体流量測定装置の出力波形を示す図である。

【図16】 従来の流体流量測定装置の出力特性を示す図である。

【図17】 従来の流体流量測定装置の温度分布の流量依存性を示す図である。

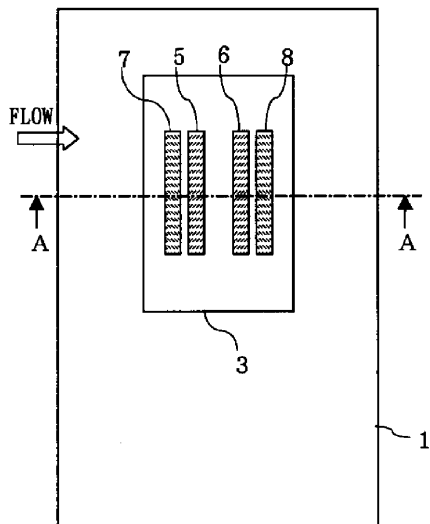
40

【図18】 従来の流体流量測定装置の温度検出体の温度の流量依存性とその制御形態を示す図である。

【符号の説明】

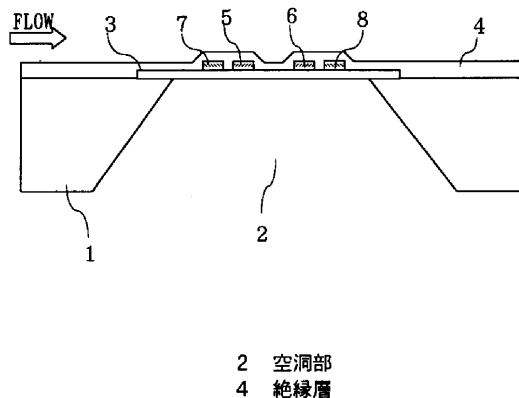
1 シリコン基板、2 空洞部、3 絶縁層、4 絶縁層、5 第1の発熱体、6 第2の発熱体、7 第1の温度検出体、8 第2の温度検出体、9 10 固定抵抗、11 比較器、12 インバータ、13 14 電子スイッチ、15 電源、16 流路、17 ブリッジ回路、18 19 中間電位、20 固定抵抗、21 第1の温度検出体の温度変化、22 第2の温度検出体の温度変化、23 a 23 b 温度制御後の温度変化、24 差動増幅器用固定抵抗、25 差動増幅器、26 バイアス電圧

【 図 1 】



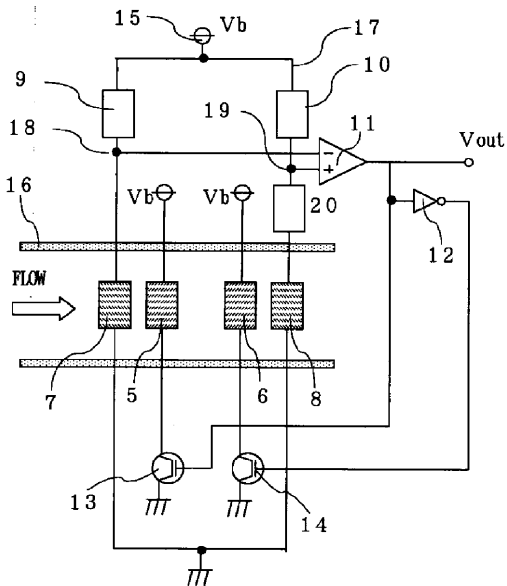
- 1 シリコン基板
- 3 絶縁層
- 5 第1の発熱体
- 6 第2の発熱体
- 7 第1の温度検出体
- 8 第2の温度検出体

【 図 2 】



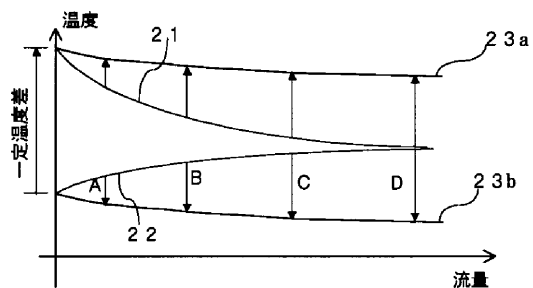
- 2 空洞部
- 4 絶縁層

【 図 3 】



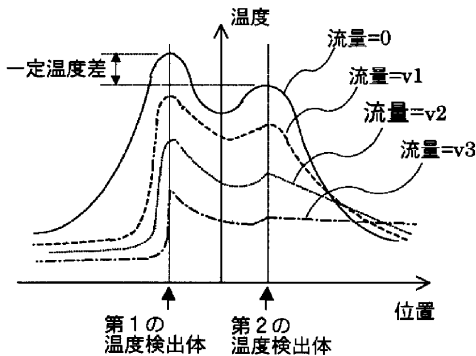
- 9 固定抵抗
- 10 固定抵抗
- 11 比較器
- 12 インバーター
- 13 電子スイッチ
- 14 電子スイッチ
- 15 電源
- 16 流路
- 17 ブリッジ回路
- 18 中間電位
- 19 中間電位
- 20 固定抵抗

【 図 4 】



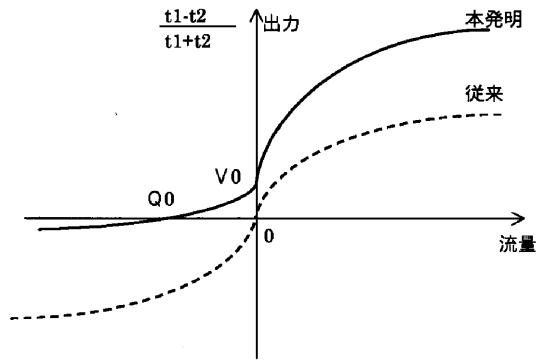
- 2.1 第1の温度検出体の温度変化
- 2.2 第2の温度検出体の温度変化
- 2.3 a 一定温度差制御後の第1の温度検出体の温度変化
- 2.3 b 一定温度差制御後の第2の温度検出体の温度変化

【 図 5 】

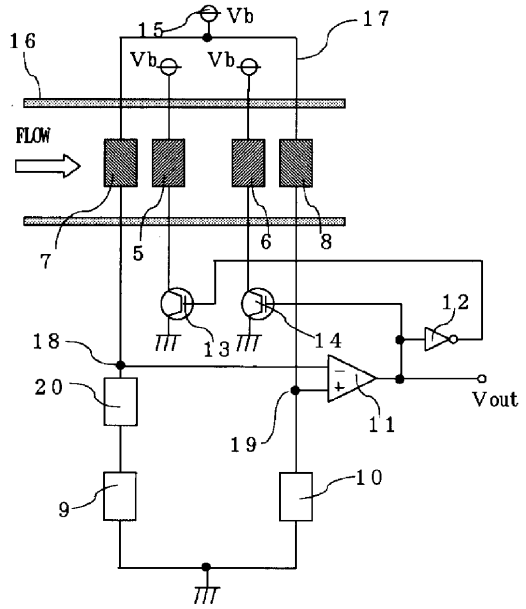


- 第1の温度検出体
- 第2の温度検出体

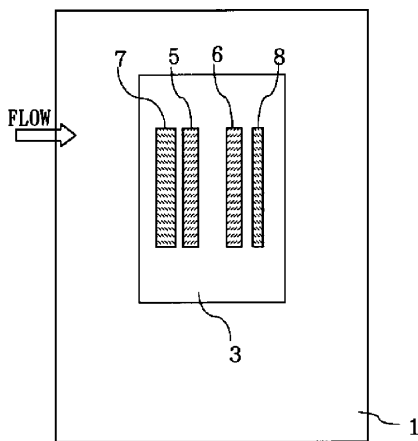
【 図 6 】



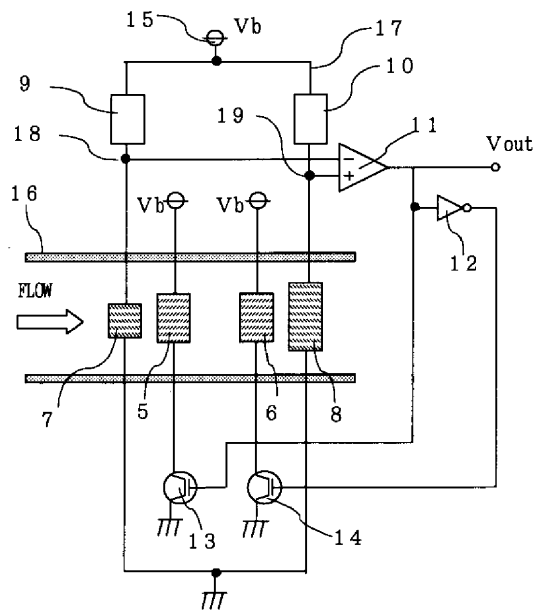
【 図 7 】



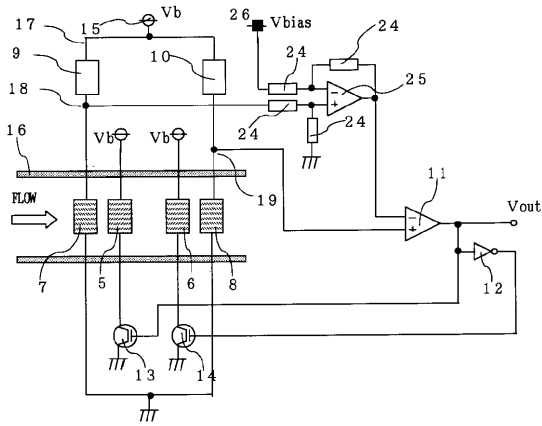
【 図 8 】



【 図 9 】

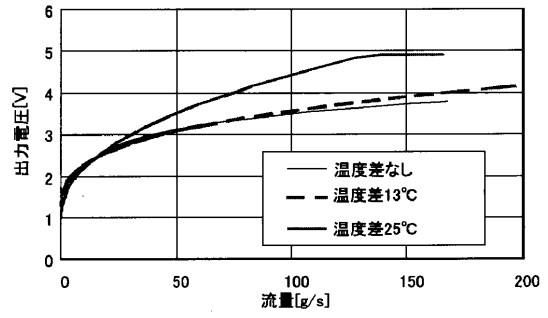


【 図 1 0 】

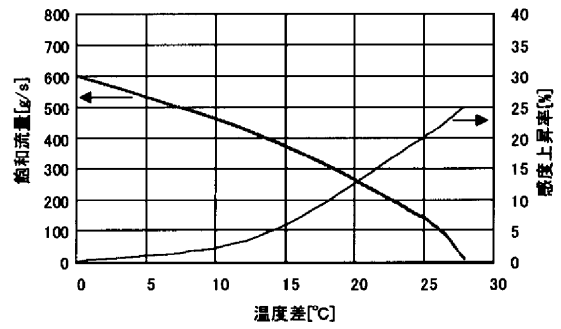


24 差動増幅器用固定抵抗
25 差動増幅器
26 バイアス電圧

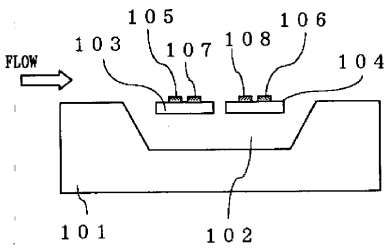
【 図 1 1 】



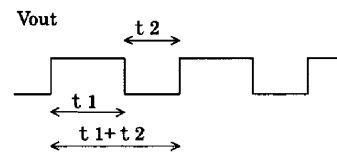
【 図 1 2 】



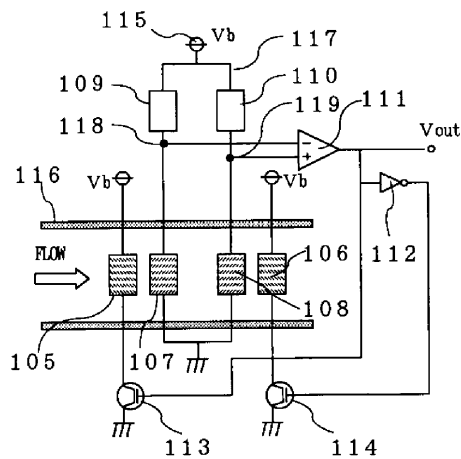
【 図 1 3 】



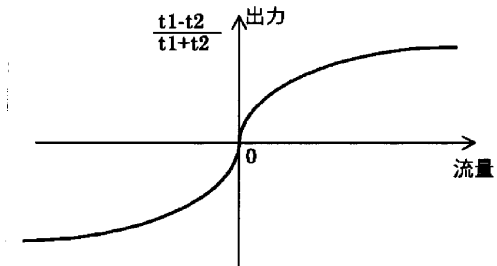
【 図 1 5 】



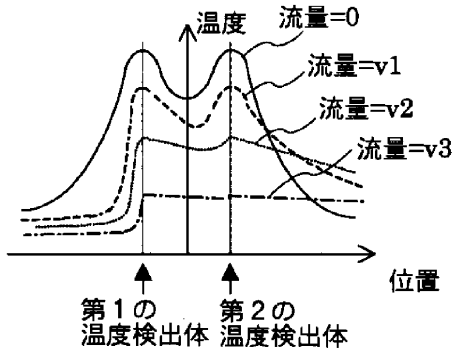
【 図 1 4 】



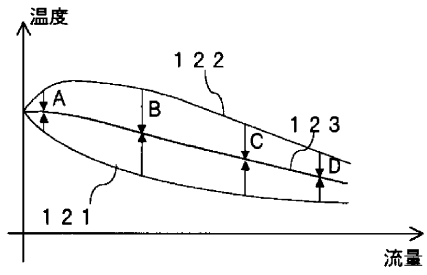
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



フロントページの続き

審査官 森口 正治

(56)参考文献 特開平09 - 089619 (JP, A)
特開平11 - 326003 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 1/00-9/02