(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2006-508372
(P2006-508372A)
(43)公表日　平成18年3月9日(2006.3.9)

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード（参考）
G01F 1/698 (2006.01)	G01F 1/68 202A	2F035

審査請求 有　予備審査請求 有　（全 13 頁）

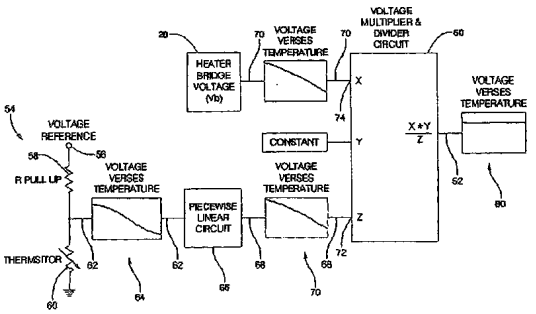
(21)出願番号	特願2005-510078 (P2005-510078)
(86)(22)出願日	平成15年3月21日 (2003.3.21)
(85)翻訳文提出日	平成16年10月26日 (2004.10.26)
(86)国際出願番号	PCT/US2003/008861
(87)国際公開番号	WO2003/098163
(87)国際公開日	平成15年11月27日 (2003.11.27)
(31)優先権主張番号	60/380,237
(32)優先日	平成14年5月13日 (2002.5.13)
(33)優先権主張国	米国 (US)
(31)優先権主張番号	10/283,831
(32)優先日	平成14年10月29日 (2002.10.29)
(33)優先権主張国	米国 (US)
(81)指定国	EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR)

(71)出願人　599023978
デルファイ・テクノロジーズ・インコーポレーテッド
アメリカ合衆国ミシガン州４８０９８，トロイ，デルファイ・ドライブ　５７２５
(74)代理人　100089705
弁理士　社本　一夫
(74)代理人　100076691
弁理士　増井　忠弐
(74)代理人　100075270
弁理士　小林　泰
(74)代理人　100080137
弁理士　千葉　昭男
(74)代理人　100096013
弁理士　富田　博行

最終頁に続く

(54)【発明の名称】最適化対流式質量空気流センサ回路

(57)【要約】
流体の流量を測定する方法及び装置。この方法及び装置は、ブリッジ電圧Ｖｂを発生するブリッジ回路（２０）を有し、ブリッジ電圧Ｖｂの大きさは流量を表す。ブリッジ回路（２０）は周囲温度センサなしに構成されるため、ブリッジ電圧は周囲温度に対して補償されない。サーミスタ回路（５４）は周囲温度を表す温度基準電圧（５６）を発生する。調整回路（５０）は非補償ブリッジ信号及び温度基準電圧（５６）を受け、処理し、周囲温度に対して補償されたブリッジ電圧を発生する。補償ブリッジ電圧は流体の流れを表す。



【特許請求の範囲】
【請求項１】
ブリッジ電圧Ｖｂの大きさが流量を表すようにブリッジ電圧Ｖｂを発生するブリッジ回路（２０）を備え、
前記ブリッジ回路（２０）は、電力抵抗器（２４）の抵抗ＲＬとの比において被加熱抵抗器（１６）の抵抗ＲＨにより少なくとも部分的に決定されるようなブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数である信号電圧V_{RL}を導く信号側（２２）を有し、前記抵抗ＲＨは、被加熱抵抗器（１６）の印加電圧の関数として被加熱抵抗器（１６）内に生成される熱と、流量の関数として被加熱抵抗器（１６）から散逸する熱の差により少なくとも部分的に決定されるように被加熱抵抗器（１６）の温度に関係しており、
前記ブリッジ回路（２０）は、ポテンショメータ（１８）の抵抗Ｒｐにより少なくとも部分的に決定されるような前記ブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数である基準電圧Ｖｒを定める基準側（３０）を有し、
前記ブリッジ電圧Ｖｂを変更して前記被加熱抵抗器（１６）内に生じた熱を維持することにより前記信号電圧V_{RL}と前記基準電圧Ｖｒが等しくなるように前記被加熱抵抗器の温度及び関係する抵抗ＲＨを維持するために、前記信号電圧V_{RL}と前記基準電圧Ｖｒの差に応答する増幅器（３２）を備える、
流体の流量を測定する装置。
【請求項２】
前記ポテンショメータはデジタルプログラム可能ポテンショメータである、請求項１記載の装置。
【請求項３】
前記ブリッジ電圧はさらに処理されて周囲空気温度の変化に対して補正される、請求項１に記載の装置。
【請求項４】
さらに、前記周囲空気温度の変化に対して前記ブリッジ電圧を補正するために温度基準電圧（５６）を発生するサーミスタ回路（５４）を備える、請求項３に記載の装置。
【請求項５】
前記温度基準電圧（５６）は基準電圧源に電気的に接続されるプルアップ抵抗素子（５８）とグランドに電気的に接続されるサーミスタ素子（６０）の間からタップ出力される、請求項４に記載の装置。
【請求項６】
前記温度基準電圧（５６）は周囲空気温度を表す、請求項５に記載の装置。
【請求項７】
前記温度基準電圧（５６）及び前記ブリッジ電圧は調整回路（５０）に入力され、周囲空気温度に対して補償されたブリッジ電圧を生成する、請求項５に記載の装置。
【請求項８】
前記調整回路（５０）は、前記補償ブリッジ電圧を処理してブリッジ電圧入力に定数及び次式の逆数を乗算する、
【数１】

$$\left[\frac{(T_{RH}-T_{amb})\bullet P_{CONVECTIVE}(T_{amb})\bullet[RH(T_{RH})+RL]^2}{RH(T_{RH})}\right]^{1/2}$$

ここに、Ｖｂはブリッジ電圧入力
T_{RH}＝被加熱抵抗器温度
T_{amb}＝周囲気温

$P_{CONVECTIVE}$（T_{amb}）＝被加熱抵抗器からの対流伝熱
ＲＨ（T_{RH}）＝T_{RH}に加熱されたときのＲＨの抵抗
ＲＬ＝ＲＬの抵抗である、
請求項７記載の装置。
【請求項９】
前記温度基準電圧（５６）は、約５０℃より上の周囲温度範囲において前記調整回路（５０）で処理される前に区分的線形回路（６６）で処理される、請求項８に記載の装置。
【請求項１０】
前記調整回路（５０）は電圧制御型発振器またはアナログ乗算除算回路である、請求項８に記載の装置。
【請求項１１】
前記電圧制御型発振器は、周囲温度に対して補償されたブリッジ電圧を表す周波数出力を出力する、請求項１０に記載の装置。
【請求項１２】
前記アナログ乗算除算回路は、周囲温度に対して補償ブリッジ電圧を表す電圧出力を出力する、請求項１０に記載の装置。
【請求項１３】
前記サーミスタ素子（６０）はサーミスタそして温度依存抵抗素子のひとつである、請求項５記載の装置。
【請求項１４】
大きさが流量を表すブリッジ電圧Ｖｂを発生するブリッジ回路（２０）を構成するステップと、
前記ブリッジ回路（２０）から、周囲温度に対して補償されていないブリッジ電圧を発生するステップと、
サーミスタ回路（５４）から、周囲温度を表す温度基準電圧（５６）を発生するステップと、
非補償ブリッジ電圧及び前記温度基準電圧（５６）を処理するために構成された調整回路（５０）において前記非補償ブリッジ電圧及び前記温度基準電圧を受け取るステップと、
周囲温度範囲において抵抗ＲＨを通る流体の流れを表す、周囲温度に対して補償ブリッジ電圧を発生するステップと、
を含む流体の流量を測定する定温度型流速計を温度補償する方法。
【請求項１５】
前記ブリッジ回路を構成するステップは、
電力抵抗器（２４）の抵抗ＲＬの比において被加熱抵抗器（１６）の抵抗ＲＨにより少なくとも部分的に決定されるようなブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数である信号電圧V_{RL}を導く信号側（２２）を含み、前記抵抗ＲＨは、被加熱抵抗器（１６）の印加電圧の関数として被加熱抵抗器（１６）内に生成される熱と、流量の関数として被加熱抵抗器（１６）から散逸される熱の差により少なくとも部分的に決定されるような被加熱抵抗器（１６）の温度に関連しており、
ポテンショメータ（１８）の抵抗Ｒｐにより少なくとも部分的に決定されるような前記ブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数である基準電圧Ｖｒを定める基準側（３０）を含み、
前記ブリッジ電圧Ｖｂを変更して前記被加熱抵抗器（１６）内に生じた熱を維持することにより前記信号電圧V_{RL}と前記基準電圧Ｖｒが等しくなるように前記被加熱抵抗器の温度及び関係する抵抗ＲＨを維持するために、前記信号電圧V_{RL}と前記基準電圧Ｖｒの差に応答する増幅器（３２）を含む、
請求項１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記ポテンショメータはデジタルプログラム可能ポテンショメータである、請求項１５に記載の方法。

【請求項１７】
前記ブリッジ電圧はさらに処理されて周囲空気温度の変化に対して補正される、請求項１４に記載の方法。
【請求項１８】
前記温度基準電圧（５６）は基準電圧源に電気的に接続されるプルアップ抵抗素子（５８）とグランドに電気的に接続されるサーミスタ素子（６０）の間からタップ出力される、請求項１４に記載の方法。
【請求項１９】
前記調整回路（５０）は、ブリッジ電圧入力に定数及び次式の逆数を乗算することにより前記補償されたブリッジ電圧を処理する、
【数２】

$$\left[\frac{(T_{RH}-T_{amb})\bullet P_{CONVECTIVE}(T_{amb})\bullet[RH(T_{RH})+RL]^2}{RH(T_{RH})}\right]^{1/2}$$

ここに、Ｖｂはブリッジ電圧入力
T_{RH}＝被加熱抵抗器温度
T_{amb}＝周囲気温
$P_{CONVECTIVE}$（T_{amb}）＝被加熱抵抗器からの対流伝熱
ＲＨ（T_{RH}）＝T_{RH}に加熱されたときのＲＨの抵抗
ＲＬ＝ＲＬの抵抗である、
請求項１４に記載の温度補償方法。
【請求項２０】
前記温度基準電圧（５６）は、約５０℃より上の周囲温度範囲において前記調整回路（５０）で処理される前に区分的線形回路（６６）で処理される、請求項１４に記載の方法。
【請求項２１】
前記調整回路（５０）は電圧制御型発振回路およびアナログ乗算除算回路のひとつである、請求項１４に記載の方法。
【請求項２２】
前記電圧制御型発振回路は、周囲温度に対して補償ブリッジ電圧を表す周波数出力を出力する、請求項２１に記載の方法。
【請求項２３】
前記アナログ乗算除算回路は、周囲温度に対して補償ブリッジ電圧を表す電圧出力を出力する、請求項２１に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は「ホットワイヤ（熱線）」流量計に関し、特にこの種の流量計の温度補償回路に関する。
【背景技術】
【０００２】
この出願は２００２年５月１３日提出の米国仮出願番号６０／３８０，２３７の優先権を主張するもので、その実体は以下に含まれている。
自動車に用いられる質量空気流量計の多くは、定温空気流量計のタイプである。この種の計器では、検出素子は、周囲気温より高い、一定の温度差で電気加熱される。発生した熱は検出素子から空気流により対流的に奪われ、対流により失われた熱は検出素子に流れ

る電流により補われる。空気流が変化すると、所期の温度が保たれるように電流も変化する結果、電流は空気流の関数になる。

【０００３】

典型的に、「熱線」流量計は、抵抗ＲＨが温度の関数になる自身加熱されたセンサ抵抗器を有する。抵抗の印加電圧の関数としての被加熱抵抗器に生じた熱と、抵抗を通る冷却流体流量の関数としての被加熱抵抗器の散逸される熱の差により、被加熱抵抗器の温度は少なくとも部分的に決定される。さらに、「熱線」流量計には、通常、流れる流体の周囲の温度により決定される抵抗ＲＡを有する周囲温度センサ抵抗器が設けられる。

【０００４】

熱線空気流量計の多くは、検出素子がホイートストンブリッジで構成される。図１に示されるように、ブリッジ１０のひとつの脚に流れ検出抵抗ＲＨを、ブリッジ１０の別の脚に周囲温度検出抵抗器ＲＡを使用するのが通例である。ブリッジ型「熱線」流量計において、被加熱抵抗器ＲＨと周囲温度抵抗器ＲＡはブリッジ回路内に接続され、ブリッジ回路両端に電圧Ｖｂが発生する。基本構造として、ブリッジ回路は信号電圧V_{RL}を発生する信号側を有し、この信号電圧V_{RL}はブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数であって、電力散逸抵抗器の抵抗ＲＬに対する比においてセンサ抵抗器の抵抗ＲＨより少なくとも部分的に決定される。さらにブリッジ回路は基準電圧Ｖｒを発生する基準側を有し、この基準電圧Ｖｒはブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数であって、較正抵抗器の抵抗Ｒ２に対する比において周囲抵抗器の抵抗ＲＡと安定抵抗器の抵抗Ｒ１の和（ＲＡ＋Ｒ１）により少なくとも部分的に決定される。

【０００５】

一般に、ブリッジ型流量計では、信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒを比較する演算増幅器でブリッジ回路を駆動する。詳細には、増幅器は両電圧V_{RL}、Ｖｒの差に応じて、ブリッジ電圧Ｖｂを変化させ、これにより対応して被加熱抵抗器に印加される電圧が変化して、被加熱抵抗器内に発生する熱を変化する。この結果、被加熱抵抗器の温度及び関連する抵抗ＲＨは、信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒが等しくなるように変更される。この環境のもとで、ブリッジ電圧Ｖｂは流体の流量を示す。

【０００６】

周囲温度検出抵抗ＲＡに直列な抵抗Ｒ１とブリッジ構成を完成するブリッジの下脚にある抵抗Ｒ２は、ブリッジのバランス及び較正に使用される。これらのブリッジの値は、流れ検出抵抗ＲＨが、周囲温度より高い前述の温度差になるとき、ブリッジがバランスするように選定される。空気の流れの変化により抵抗ＲＨが変化すると、ブリッジは不平衡になるため、増幅器が印加されるブリッジ電圧を訂正して抵抗温度差、したがってブリッジの平衡状態を回復しようとする。したがって、印加されたブリッジ電圧Ｖｂは空気の流れに応じて変化し、質量空気流量の測定に有効になる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

熱線式センサには幾つかの制限がある。特に、ＲＨ及びＲＡの抵抗は、単一値の抵抗器で上述のホイーストンブリッジを形成するのに十分なほど整合していない。ＲＨ及びＲＡの抵抗値の変動を補償するために、厚膜抵抗器をレーザトリミングして、それぞれ対応するＲＨ及びＲＡの値と一致させる。さらに、ホイーストンブリッジは、被加熱センサと同様な抵抗対温度特性を有する高価な周囲温度センサを必要とする。したがって、高価なレーザトリム抵抗器や周囲温度センサを要することなく、熱線式空気流量計を温度補償することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

流体の流量を測定する方法及び装置が開示される。本装置はブリッジ回路を有し、その両端にブリッジ電圧Ｖｂが発生し、ブリッジ電圧Ｖｂの大きさが流量を表す。ブリッジ回路は信号電圧V_{RL}を導く信号側を有し、この信号電圧V_{RL}はブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数

であって、電力抵抗器の抵抗ＲＬに対する比において被加熱抵抗器の抵抗ＲＨにより少なくとも部分的に決定される。抵抗ＲＨは、被加熱抵抗器の印加電圧の関数である被加熱抵抗器内に発生する熱と流量の関数である被加熱抵抗器から散逸される熱の差により少なくとも部分的に決定される被加熱抵抗器の温度に関係している。さらに、ブリッジ回路は基準電圧Ｖｒを定める基準側を有し、この基準電圧Ｖｒはブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数であって、ポテンショメータの抵抗Ｒｐにより少なくとも部分的に決定される。さらに、ブリッジ回路は、信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒの差に応じる増幅器を含み、信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒが等しくなるように、ブリッジ電圧Ｖｂを変更して、被加熱抵抗器内に生じる熱を維持することによりその温度及び関連する抵抗ＲＨを維持する。

【０００９】

前記定温空気流量計の温度補償方法は、サーミスタ回路から周囲温度を表す温度基準電圧を発生し、調整回路において非補償ブリッジ電圧及び温度基準電圧を受けて非補償ブリッジ電圧及び温度基準電圧を処理し、周囲温度について補償ブリッジ電圧を発生する。補償ブリッジ電圧は周囲温度範囲内で抵抗器ＲＨを通る流体の流れを表す。

【００１０】

前記及びその他の特徴は、図面及び実施の形態の説明により具体的に示される。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

図２において、導管（図示せず）を通る流量を測定する、具体的実施形態に係る流量計１２の回路図が示される。矢印１４は左から右への流れの方向を示す。一例として、流体は空気であり、管は内燃機関の吸気管（図示せず）の一部であってよい。この場合、流量計１２は導管を通りエンジンへの質量空気流を測定する。

【００１２】

流量計１２は「熱線（ホットワイヤ）」式である。すなわち、流量計１２は抵抗ＲＨが温度（T_{RH}）の関数である被加熱センサ抵抗器１６を有する。好ましくは、被加熱抵抗器１６は、通過する流体の流れに露出するように管内に設置される。被加熱抵抗器１６の温度（およびその関連する抵抗ＲＨ）は、被加熱抵抗器に印加される電圧の関数である被加熱抵抗器１６内に生成される熱と、被加熱抵抗器を通る冷却空気流の関数である被加熱抵抗器１６から放出される熱の差により、少なくとも部分的に決定される。

【００１３】

さらに流量計１２は、抵抗１６と並列に接続される抵抗素子１８を有する。抵抗素子１８は抵抗器１６の所望の定温度により決定される抵抗を有する。

さらに、流量計１２はブリッジ回路２１を有し、その内部に被加熱抵抗器１６及び抵抗素子１８が接続される。動作において、ブリッジ回路２０の両端に電圧Ｖｂが発生し、このブリッジ電圧Ｖｂの大きさは管内において被加熱抵抗器１６を通る流量を表す。

【００１４】

詳細には、ブリッジ回路２０は信号電圧V_{RL}を発生する信号側２２を有し、この信号電圧V_{RL}はブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数であって、と電力散逸抵抗２４の抵抗ＲＬに対する比において被加熱抵抗器１６の抵抗ＲＨにより部分的に決定される。信号電圧V_{RL}は抵抗器１６と２４の間からタップ出力される。

【００１５】

さらにブリッジ回路２０は基準電圧Ｖｒを定める基準側３０を有し、この基準電圧Ｖｒはブリッジ電圧Ｖｂの分圧関数であって、被加熱抵抗器１６間のパーツごとの変動を補償するため、抵抗素子１８としてデジタルプログラム可能ポテンショメータを使用することにより決定される。異なる流量計間で温度挙動を同一にするには、被加熱抵抗器１６の温度を同じにする必要がある。ここに、被加熱抵抗器１６の温度は基準側３０の分圧器により設定される。実施形態において、基準側３０の分圧器は、抵抗素子１８を構成するデジタルプログラマム可能ポテンショメータを使用することで構成され、これにより、図１に示されるレーザトリム抵抗器Ｒ１及びＲ２は不要になる。基準電圧Ｖｒは抵抗素子１８からタップ出力される。

【００１６】
さらに流量計１２は、ブリッジ回路２０を駆動する演算増幅器３２を有する。詳細には、演算増幅器３２は信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒの差によりブリッジ電圧Ｖｂを変化させ、これにより被加熱抵抗器１６に印加される電圧を対応して変え、被加熱抵抗器内に発生する熱を変える。この結果、被加熱抵抗器１６の温度及び関連する抵抗ＲＨは、信号電圧V_{RL}と基準電圧Ｖｒが等しくなるように変更される（すなわち、両電圧V_{RL}とＶｒの差がゼロになる）。
【００１７】
図３を参照すると、グラフ４０は、抵抗１６を２５０℃に維持される時に、ブリッジ電圧Ｖｂが周囲温度に対して変化する態様を示す。図２に示される実施形態の流量計において、ブリッジ電圧Ｖｂは周囲温度の範囲に亘って温度補償されることが望ましい。このことは、任意の流量において、ブリッジ電圧Ｖｂの変更が周囲温度変化に応じて上述の方法で行われることを意味する。例えば、ブリッジ電圧Ｖｂは、ブリッジ電圧Ｖｂに誘導される逆温度反応変化を除去または補償するように、周囲温度の範囲に亘り、所定の態様で変更されることが望ましい。図４及び５に示される実施形態において、ブリッジ電圧Ｖｂは後段の電圧調整回路５０に送られ、この電圧調整回路５０によりブリッジ電圧の温度反応関数である出力５２が得られる。
【００１８】
図４及び５を参照すると、低コストのサーミスタ回路５４が調整回路５０と組み合わされて補正電圧が生成される。サーミスタ回路５４は供給される基準電圧５６の分圧器である。サーミスタ回路５４はプルアップ抵抗器５８とサーミスタ６０を有する。基準電圧信号６２が抵抗５８と６０の間からタップ取出しされる。基準電圧信号６２は６４において広い周囲温度範囲で示されるが、その電圧対温度特性は７０で示される電圧対温度特性と一致しない可能性がある。このような場合、区分的線形回路６６を用いて所要の精度を達成する。区分的線形回路６６は７０に示される電圧対温度特性と実質的に一致する補正基準電圧出力信号６８を出力する。補正基準電圧信号６８は、図２のブリッジ回路２０から決定されるヒーターブリッジ電圧信号７２（すなわちＶｂ）とともに、調整回路５０に入力される。
【００１９】
低コストサーミスタは、約－４０℃から約１２５℃の全周囲温度範囲に亘り、１．０℃より高い精度を与えることが判明した。さらに、流量計１２を使用する多くのアプリケーションは空気温度信号を必要とする。サーミスタ６０から基準電圧信号６２をタップ出力することにより、サーミスタ信号は、基準電圧信号６２と並列に、周囲の気温を表す気温出力信号をオプションとして供給することができる。
【００２０】
流量計１２において、周囲の流体温度範囲に亘り、ブリッジ電圧Ｖｂが温度補償されることが望ましい。このために、任意の流量において、ブリッジ電圧Ｖｂの変更は、周囲の流体温度T_{amb}が調整回路５０を使用することにより変化する上述の方法で制御される。
【００２１】
本発明は、周囲の流体温度範囲に亘り、ブリッジ電圧Ｖｂを温度補償する技術に関する。本発明の技術は、被加熱抵抗器１６の温度を保ちながら、調整回路５０により周囲温度の変化を訂正するためにブリッジ回路電圧を処理することに基づいている。これにより、図１のホイーストンブリッジにおける高価な周囲空気温度センサは不要になる。流量計１２における定温度被加熱抵抗器１６を温度補償するために、ブリッジ電圧Ｖｂは、次式で示されるヒーターブリッジ電圧式の逆数により変更される。
【００２２】

【数１】

$$\left[\frac{(T_{RH}-T_{amb})\bullet P_{CONVECTIVE}(T_{amb})\bullet[RH(T_{RH})+RL]^2}{RH(T_{RH})}\right]^{1/2}$$

【００２３】

ここに、Ｖｂはフローブリッジ電圧

T_{RH}＝被加熱抵抗器温度

T_{amb}＝周囲気温

$P_{CONVECTIVE}$（T_{amb}）＝被加熱抵抗器からの対流伝熱

ＲＨ（T_{RH}）＝T_{RH}に加熱されたときのＲＨの抵抗

ＲＬ＝ＲＬの抵抗

図４を詳細に説明すると、図に示される周波数出力型空気流量計において、調整回路５０は、周囲温度の変化に対して温度非補償のブリッジ電圧Ｖｂを補正する電圧制御型発振器である。補正基準電圧信号６８は電圧制御型発振器の基準電圧入力７２に入力され、ブリッジ電圧信号７０は電圧制御型発振器のヒーターブリッジ電圧入力７４に入力される。電圧制御型発振器は周波数出力を表す出力５２を発生する。この周波数出力は、グラフ７６で示されるように、周囲温度範囲に亘り、補償されたブリッジ電圧を表す。グラフ７６は、周囲温度範囲に亘り補償されたブリッジ電圧Ｖｂとしての周波数出力を表し、電圧制御型発振器により以下のように処理される。

【００２４】

周波数出力＝（非補償ブリッジ電圧（Ｖｂ）／補正基準電圧）×定数

換言すると、調整回路５０は補償ブリッジ電圧を得るために、ブリッジ電圧入力Ｖｂに定数及び前記ブリッジ電圧式の逆数が乗じる処理を行う。

【００２５】

【数２】

$$\left[\frac{(T_{RH}-T_{amb})\bullet P_{CONVECTIVE}(T_{amb})\bullet[RH(T_{RH})+RL]^2}{RH(T_{RH})}\right]^{1/2}$$

【００２６】

図５を参照すると、図に示される電圧出力型流量計の別の実施形態において、調整回路５０は、周囲温度の変化に対して温度非補償のブリッジ電圧Ｖｂを補正するためのアナログ乗算除算ブリッジ電圧補償回路である。補正基準電圧信号６８はアナログ乗算除算ブリッジ電圧補償回路の基準電圧入力７２（Ｚ）に印加され、非補償ブリッジ電圧信号７０はアナログ乗算除算ブリッジ電圧補償回路の入力７４（Ｘ）に印加される。また、定数は入力（Ｙ）に印加される。アナログ乗算除算ブリッジ電圧補償回路は電圧出力を表す出力５２を発生する。この電圧出力はグラフ８０で示されるように、周囲温度範囲に亘り補償されたブリッジ電圧を表す。グラフ８０は、周囲温度範囲に亘り補償されたブリッジ電圧Ｖｂとしての電圧出力を示し、電圧制御型発振回路により次にように処理される。

【００２７】

電圧出力＝（非補償ブリッジ電圧（Ｖｂ）／補正基準電圧）×定数

すなわち、

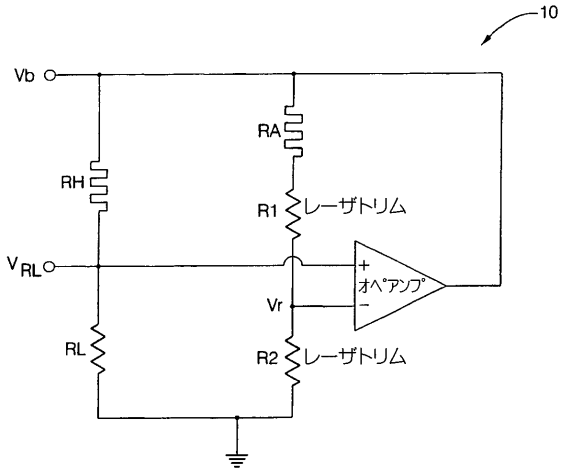
＝（Ｘ／Ｚ）×Ｙ

ここに、
【００２８】
【数３】

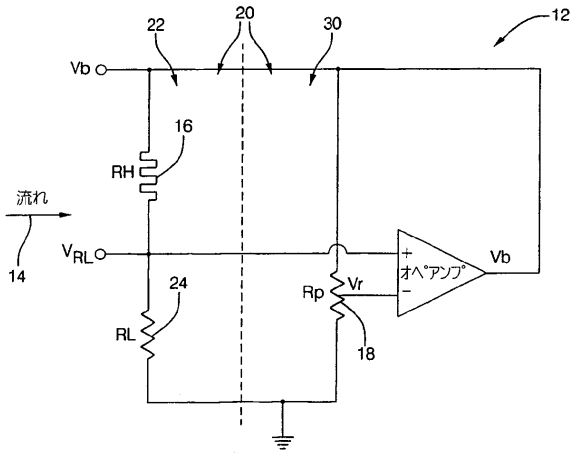
$$Z = \left[\frac{(T_{RH} - T_{amb}) \bullet P_{CONVECTIVE}(T_{amb}) \bullet [RH(T_{RH}) + RL]^2}{RH(T_{RH})} \right]^{1/2}$$

【００２９】
図１及び２を再び参照すると、同様な温度作用を得るのに、被加熱抵抗器１６の温度を全ての空気流量計について同一にする必要があることが当業者には明らかである。同様な温度作用を得るために、被加熱抵抗器１６の温度は基準側３０の分圧器により設定される。具体的には、この分圧器は異なる被加熱抵抗器１６間のパーツごとの変動を考慮して調整する必要がある。基準側３０の分圧器をデジタルプログラム可能ポテンショメータで構成することにより、レーザトリム抵抗器を用いる必要はなくなる。例えば、従来の分圧器において抵抗器Ｒ１及びＲ２の抵抗は、本発明の前記側面に基づいて計算される値に調整される可変抵抗である。従来技術において、抵抗器Ｒ１及びＲ２は、基板上に作製され、導体リードで相互接続される薄膜または厚膜で形成される。抵抗器Ｒ１及びＲ２の抵抗はレーザトリミング装置により、個別に所望値にトリミングされる。レーザトリミング装置には、抵抗器Ｒ１及びＲ２をトリミングする（例えば、抵抗にスリットを蒸発させる）レーザ、レーザトリミング処理中に抵抗をモニタリングする検査プローブ対、さらに抵抗器Ｒ１及びＲ２が所望抵抗値にトリミングされるようにレーザを制御する制御ユニットが必要である。レーザでトリムされる抵抗器Ｒ１及びＲ２に代え、デジタルプログラマブルポテンショメータを使用することにより、大規模なレーザトリミング処理は不要になる。
【００３０】
さらに、前記流量計により、高価な周囲温度センサも不要になる。周囲温度センサが不要になるので、リードフレームも不要になる。さらには、補正電圧を発生するサーミスタ回路を使用することにより、温度上昇に伴う電力散逸は低減され、空気温度信号が利用可能になる。さらには、レーザトリム抵抗器が不要なので、レーザトリム抵抗に関連して用いられる高価なセラミックボード材も不要になる。
【００３１】
以上、本発明を具体的実施形態について説明したが、当業者には明らかなように、本発明の範囲から逸脱することなしに、種々の変更が可能であり、各種構成要素を均等物に置換可能である。さらに、本発明の範囲から逸脱することなく、特定の状況、または材料を本発明の教示に沿って適合するための種々の変更が可能である。したがって、本発明は、本発明を実施する最良の形態として開示される実施形態に限定されるものでなく、特許請求の範囲内にある全ての実施形態を包含するものである。
【図面の簡単な説明】
【００３２】
【図１】従来のエア流量計回路図である。
【図２】本実施形態のエア流量計回路図である。
【図３】図２の回路において、被加熱センサが定温２５０℃に加熱されたとき、周囲温度に対するブリッジ電圧の変化の様子を示すグラフである。
【図４】周囲温度の変化についてブリッジ電圧を補正するために図２の回路及びサーミスタを用いた、周波数出力型空気流量計の概略図である。
【図５】周囲温度変化についてブリッジ電圧を補正するために図２の回路及びサーミスタを用いた電圧出力型流量計の概略図である。

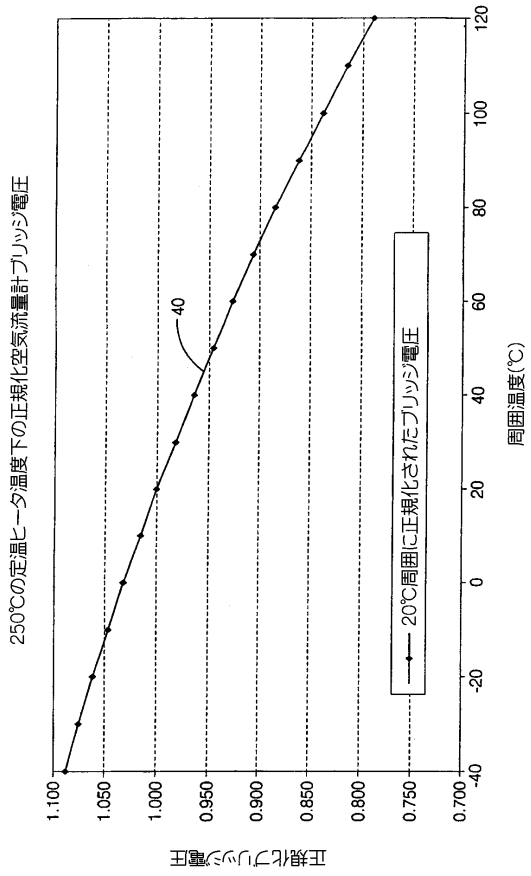
【図１】


10
Vb
RA
RH
R1
レーザトリム
VRL
+
オペアンプ
−
Vr
RL
R2
レーザトリム

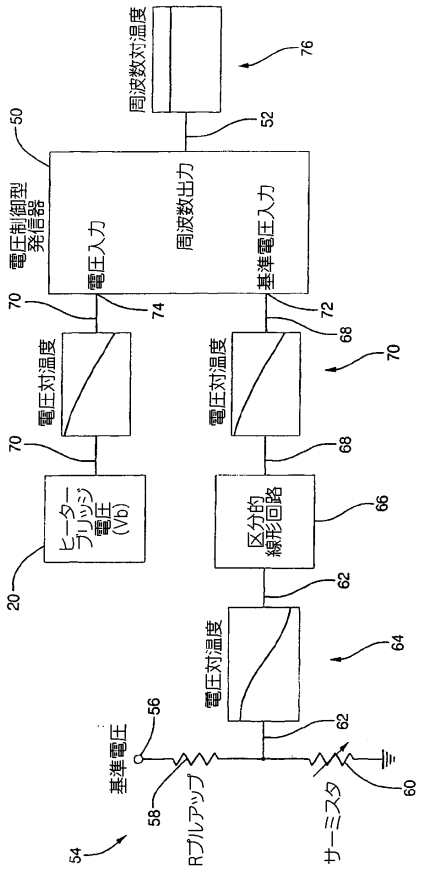
【図２】


12
22
20
30
Vb
16
RH
流れ
14
VRL
+
オペアンプ
−
Vb
24
RL
Rp
Vr
18

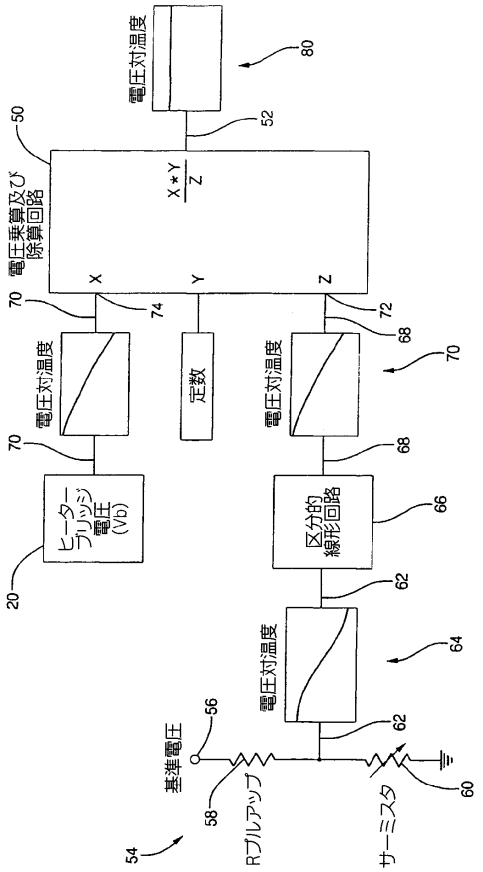
【図３】


250℃の定温ヒータ温度下の正規化空気流量計ブリッジ電圧
40
20℃周囲に正規化されたブリッジ電圧
周囲温度(℃)
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
1.100
1.050
1.000
0.950
0.900
0.850
0.800
0.750
0.700
正規化ブリッジ電圧

【図４】


周波数対温度
76
50
52
電圧制御型発信器
電圧入力
周波数出力
基準電圧入力
70
74
72
68
電圧対温度
電圧対温度
70
70
68
ヒーターブリッジ電圧(Vb)
区分的線形回路
66
20
62
電圧対温度
64
62
基準電圧
56
58
60
54
Rプルアップ
サーミスタ

【図５】


電圧対温度
80
52
50
電圧乗算及び除算回路
X*Y/Z
X
Y
Z
70
74
72
68
電圧対温度
定数
電圧対温度
70
70
68
ヒーターブリッジ電圧(Vb)
区分的線形回路
66
20
62
電圧対温度
64
基準電圧
56
62
58
60
54
Rプルアップ
サーミスタ

【国際調査報告】

60550210023

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US03/08861

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(7) : G01F 1/00,1/12,25/00; G01R 35/00; G01L 25/00; G01D 1/00; G01K 1/00;G01F 3/30,1/68
US CL : 702/45,100,104,107,108,113,127,130; 73/234.18,234.19,204.11
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
U.S. : 702/45,100,104,107,108,113,127,130; 73/234.18,234.19,204.11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
East

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4,987,549 A (GEE) 22 January 1991 (22.01.1991), claims 1 and 5,	1-3
---	entire document.	---
Y		4-23
Y	US 5,461,913 A (HINKLE et al) 31 October 1995 (31.10.1995), note entire document.	1-23
Y	US 4,807,151A (CITRON) 21 February 1989 (21.02.1989), note entire document.	1-23
Y	US 4,934,189A (TANIMOTO et al) 19 June 1990 (19.06. 1990), note entire document.	1-23

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 May 2003 (30.05.2003)

Date of mailing of the international search report
29 SEP 2003

Name and mailing address of the ISA/US
Mail Stop PCT, Attn: ISA/US
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450
Facsimile No. (703)305-3230

Authorized officer
John E. Barlow
Telephone No. (703) 308-1782

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

フロントページの続き

(74)代理人 100107696
弁理士 西山 文俊
(72)発明者 ジー，グレゴリー・ポール
アメリカ合衆国ミシガン州４８３２９，ウォーターフォード，レイクウッド・ドライブ ３７４７
Ｆターム(参考) 2F035 AA02 EA04 EA09