

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4702248号
(P4702248)

(45) 発行日 平成23年6月15日(2011.6.15)

(24) 登録日 平成23年3月18日(2011.3.18)

(51) Int. Cl. F 1
GO 1 N 21/37 (2006.01) GO 1 N 21/37
 GO 1 F 1/68 (2006.01) GO 1 F 1/68 Z

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-262019 (P2006-262019)	(73) 特許権者	000006507
(22) 出願日	平成18年9月27日 (2006.9.27)		横河電機株式会社
(65) 公開番号	特開2008-82816 (P2008-82816A)		東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(43) 公開日	平成20年4月10日 (2008.4.10)	(72) 発明者	松村 茂
審査請求日	平成21年3月11日 (2009.3.11)		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	南光 智昭
			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	山岸 秀章
			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
		審査官	廣田 健介

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 赤外線ガス分析計およびその出力補償方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料ガスが流通する試料セルを通過した赤外光と試料セルを通過しない赤外光との差を検出する検出器のガス流通路に、検出ガスを逆方向に流通させる折返し部を設けるとともに、このガス流通路内の流通方向の異なる位置に向きを揃えて配置された第1および第2のサーマルフローセンサと、これらのサーマルフローセンサの出力により求められる濃度信号を両者の出力の演算結果により補償する補償部を有し、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計において、

前記補償部は、

前記第1および第2のサーマルフローセンサの出力信号から振動によりこれらのサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分を求める第1の演算部と、

前記第1および第2のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数を備え、前記第1の演算部の出力から前記赤外線ガス分析計に加わる振動の大きさを推定する第2の演算部と、

前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数を備え、前記第2の演算部で推定した振動の大きさから振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分を求める第3の演算部と、

前記第1および第2のサーマルフローセンサの出力信号の差分を前記第3の演算部の出力を利用して補正する第4の演算部と、

を有することを特徴とする赤外線ガス分析計。

10

20

【請求項 2】

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサは、それぞれ検出ガスの流通方向に対して平行な方向に配列された 1 組以上のヒータ線よりなることを特徴とする請求項 1 に記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 3】

前記第 2 の演算部は、前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の赤外線ガス分析計。

10

【請求項 4】

前記第 3 の演算部は、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、ガス流通路全体に渡る流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 5】

前記第 2 の演算部で推定した振動の大きさを監視し、必要に応じて外部にアラームを発する振動量モニタ部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の赤外線ガス分析計。

【請求項 6】

20

試料ガスが流通する試料セルを通過した赤外光と試料セルを通過しない赤外光との差を検出する検出器のガス流通路に、検出ガスを逆方向に流通させる折返し部を設けるとともに、一方のガス流通路内に配置された第 1 のサーマルフローセンサの出力と、他方のガス流通路内に第 1 のサーマルフローセンサと同じ向きに配置された第 2 のサーマルフローセンサの出力により求められる濃度信号を両者の出力の演算結果により補償して、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計の出力補償方法において、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号から振動によりこれらのサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分を求める第 1 の演算ステップと、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数を備え、前記第 1 の演算ステップの出力から前記赤外線ガス分析計に加わる振動の大きさを推定する第 2 の演算ステップと、

30

前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数を備え、前記第 2 の演算ステップで推定した振動の大きさから振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分を求める第 3 の演算ステップと、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号の差分を前記第 3 の演算ステップの出力を利用して補正する第 4 の演算ステップと、

を有することを特徴とする赤外線ガス分析計の出力補償方法。

【請求項 7】

前記第 2 の演算ステップは、前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする請求項 6 に記載の赤外線ガス分析計の出力補償方法。

40

【請求項 8】

前記第 3 の演算ステップは、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、ガス流通路全体に渡る流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の赤外線ガス分析計の出力補償方法。

【請求項 9】

前記第 2 の演算ステップで推定した振動の大きさを監視し、必要に応じて外部にアラーム

50

ムを発することを特徴とする請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の赤外線ガス分析計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定対象ガスにおける赤外光の吸収特性を利用して、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計およびその出力補償方法に関するものである。

さらに詳しくは、赤外線ガス分析計に加わる外部振動の影響を除去して、高精度の測定動作を行うことのできる赤外線ガス分析計およびその出力補償方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

図 5 は、従来の赤外線ガス分析計の一例を示す構成図である。図に示されるように、赤外線光源 1 から発せられた赤外光は、分配セル 2 により 2 つに分割され、それぞれ基準セル 3 および試料セル 4 に入射する。基準セル 3 には不活性ガスなど、測定対象成分を含まないガスが封入されている。また、試料セル 4 には試料ガスが流通する。このため、分配セル 2 で 2 つに分けられた赤外光は、試料セル 4 側でのみ測定対象成分による吸収を受け、検出器 5 に到達する。

【0003】

検出器 5 は基準セル 3 からの光を受ける基準側室 501 と試料セル 4 からの光を受ける試料側室 502 の 2 室からなり、その 2 室を連絡するガス流通路には、ガスの行き来を検出するためのサーマルフローセンサ 51 が取り付けられている。また、検出器 5 内には、測定対象と同じ成分を含むガス（検出ガス）が封入されており、基準セル 3 および試料セル 4 からの赤外光が入射すると、検出ガス中の測定対象成分が赤外光を吸収することで、基準側室 501 内および試料側室 502 内で、それぞれ検出ガスが熱膨張する。

【0004】

基準セル 3 内の基準ガスは測定対象成分を含まないので、基準セル 3 を通過する赤外光に対しては測定対象成分による吸収はなく、試料セル 4 内の試料ガスに測定対象成分が含まれると、赤外光の一部はそこで吸収されるために、検出器 5 では試料側室 502 に入射する赤外光が減少し、基準側室 501 内の検出ガスの熱膨張が試料側室 502 内の検出ガスの熱膨張より大きくなる。赤外光は回転セクタ 6 で断続されて、遮断および照射を繰り返しており、遮断されたときは基準側室 501 および試料側室 502 とともに赤外光が入射しないので、検出ガスは膨張しない。

【0005】

このため、基準側室 501 および試料側室 502 においては、試料ガス中の測定対象成分濃度に応じて、両室の間に周期的に差圧が生じ、両室間に設けられたガス流通路を検出ガスが行き来することとなる。その検出ガスの挙動はサーマルフローセンサ 51 により検出され、信号処理回路 7 により交流電圧増幅されて、測定対象成分濃度に対応した信号として出力される。8 は回転セクタ 6 を駆動する同期モータ、9 は基準セル 3 および試料セル 4 に入射する赤外光のバランスを調整するトリマである。

【0006】

このように、試料ガス中の測定対象成分濃度が変化すると、検出器 5（試料側室 502）に入射する赤外光の光量が変化するので、信号処理回路 7 を介して測定対象成分濃度に対応した出力信号を得ることができる。

【0007】

ここで、赤外線ガス分析計に振動が加わると、この振動がノイズとして出力信号に現れ、測定精度が低下してしまう。

図 6 は、振動の影響を説明するための概念図である。図において、前記図 5 と同様のものは同一符号を付して示す。矢印 *U s i g* を赤外光の吸収によりガス流通路内に発生する検出ガスの移動方向とすると、サーマルフローセンサ 51 を構成する第 1 のヒータ線 511 および第 2 のヒータ線 512 は、所定の間隔において、この移動（流通）方向 *U s i g* に沿って配列され、検出ガスの移動に応じた温度（抵抗値）変化を発生する。

10

20

30

40

50

【0008】

すなわち、ガス流通路内の検出ガスが移動すると、上流側のヒータ線は検出ガスにより冷却され、下流側のヒータ線は上流側のヒータ線の熱で加熱されるので、2つのヒータ線の間には温度差が生じる。

この2つのヒータ線511、512における温度変化(抵抗値変化)は、図7の如きブリッジ回路を使用して検出される。

【0009】

さて、赤外線ガス分析計に振動が加わった場合、ヒータ線511、512の配列方向と同じ方向の振動成分を矢印U v i bとすると、慣性により検出ガスが移動(振動)し、この矢印方向の検出ガスの移動(振動)がサーマルフローセンサ51により検出されて、ノイズとして出力信号V o u tに重畳されてしまう。

10

【0010】

図8は、赤外線ガス分析計に加わる振動の影響を示す波形図である。図において、(a)は時刻t₀において赤外線ガス分析計に外部振動を加えた場合の、測定状態におけるサーマルフローセンサ51の出力信号波形であり、(b)は赤外線光源1を消灯した状態での、サーマルフローセンサ51の出力信号波形である。

【0011】

図から明らかのように、振動による出力信号波形の乱れは、ほぼ同じ形状を有しており、この乱れが同一の原因(振動)により発生し、本来の赤外線の吸収に起因する信号波形とは独立のものであることが分かる。

20

【0012】

上記のように、赤外線ガス分析計に加わる振動がヒータ線511、512の配列方向と同じ方向の振動成分(U v i b)を有するものであると、赤外光の吸収によりガス流通路内に発生する検出ガスの移動(U s i g)とともに、サーマルフローセンサ51により検出されてしまい、このノイズ成分を信号成分と分離することができない。

【0013】

このような振動に由来するノイズ成分を出力信号から除去するために、下記のような技術が提案されている。

【特許文献1】特開2006-184226号公報

【0014】

上記特許文献1には、試料ガスが流通する試料セルを有し、この試料セルを通過した赤外光における吸収量の変化を利用して、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計において、検出ガスを逆方向に流通させる折返し部を有するガス流通路と、このガス流通路内の流通方向の異なる位置に向きを揃えて配置された第1および第2のサーマルフローセンサとを具備するとともに、前記第1および第2のサーマルフローセンサの出力を、振動によるノイズ成分を相殺する極性に加算する補償部を具備したことを特徴とする請求項1に記載の赤外線ガス分析計が開示されている。

30

【0015】

上記の提案は、補償部で第1および第2のサーマルフローセンサの出力を、振動によるノイズ成分を相殺する極性に加算することによって、赤外線ガス分析計にかかる振動の影響を効果的に除去するというものである。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

上記特許文献1では、第1のサーマルフローセンサと第2のサーマルフローセンサにおいて、外部から赤外線ガス分析計に加えられる振動の影響による信号の出力は同等であると想定していた。

【0017】

ところが、赤外線ガス分析計に振動が加わった際に、第1および第2のサーマルフローセンサが受ける影響には、サーマルフローセンサ近傍に生じる流れ成分による影響と、ガ

50

ス流通路全体に渡る流れ成分による影響が存在する。サーマルフローセンサ近傍に生じる流れ成分は、第1および第2のサーマルフローセンサにおいて同じ向きとなる。一方、ガス流通路全体に渡る流れ成分は、ガス流通路に折り返し部があることによって第1および第2のサーマルフローセンサにおいて逆方向となる。

その結果、赤外線ガス分析計に振動が加わった際に、第1および第2のサーマルフローセンサで検出される振動の影響による信号出力は同等にならない。

【0018】

したがって、上記特許文献1のように、第1および第2のサーマルフローセンサの出力を、振動によるノイズ成分を相殺する極性に加算するだけでは、振動に由来するノイズ成分の影響の大幅な改善は見込めるものの、十分に補償することはできない。

10

【0019】

本発明は、上記のような従来装置の欠点をなくし、赤外線ガス分析計に加わる外部振動の影響を除去して、高精度の測定動作を行うことのできる赤外線ガス分析計およびその出力補償方法を実現することを目的としたものである。

【課題を解決するための手段】

【0020】

上記のような目的を達成するために、本発明の請求項1では、試料ガスが流通する試料セルを通過した赤外光と試料セルを通過しない赤外光との差を検出する検出器のガス流通路に、検出ガスを逆方向に流通させる折返し部を設けるとともに、このガス流通路内の流通方向の異なる位置に向きを揃えて配置された第1および第2のサーマルフローセンサと、これらのサーマルフローセンサの出力により求められる濃度信号を両者の出力の演算結果により補償する補償部を有し、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計において、

20

前記補償部は、

前記第1および第2のサーマルフローセンサの出力信号から振動によりこれらのサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分を求める第1の演算部と、

前記第1および第2のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数を備え、前記第1の演算部の出力から前記赤外線ガス分析計に加わる振動の大きさを推定する第2の演算部と、

前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数を備え、前記第2の演算部で推定した振動の大きさから振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分を求める第3の演算部と、

30

前記第1および第2のサーマルフローセンサの出力信号の差分を前記第3の演算部の出力を利用して補正する第4の演算部と、

を有することを特徴とする。

【0021】

請求項2では、請求項1に記載の赤外線ガス分析計において、前記第1および第2のサーマルフローセンサは、それぞれ検出ガスの流通方向に対して平行な方向に配列された1組以上のヒータ線よりなることを特徴とする。

【0022】

請求項3では、請求項1または2に記載の赤外線ガス分析計において、前記第2の演算部は、前記第1および第2のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と前記第1および第2のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする。

40

【0023】

請求項4では、請求項1乃至3のいずれかに記載の赤外線ガス分析計において、前記第3の演算部は、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、ガス流通路全体に渡る流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする

50

【 0 0 2 4 】

請求項 5 では、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の赤外線ガス分析計において、前記第 2 の演算部で推定した振動の大きさを監視し、必要に応じて外部にアラームを発する振動量モニタ部を有することを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 6 では、試料ガスが流通する試料セルを通過した赤外光と試料セルを通過しない赤外光との差を検出する検出器のガス流通路に、検出ガスを逆方向に流通させる折返し部を設けるとともに、一方のガス流通路内に配置された第 1 のサーマルフローセンサの出力と、他方のガス流通路内に第 1 のサーマルフローセンサと同じ向きに配置された第 2 のサーマルフローセンサの出力により求められる濃度信号を両者の出力の演算結果により補償して、試料ガス中の測定対象成分濃度を検出する赤外線ガス分析計の出力補償方法において、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号から振動によりこれらのサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分を求める第 1 の演算ステップと、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数を備え、前記第 1 の演算ステップの出力から前記赤外線ガス分析計に加わる振動の大きさを推定する第 2 の演算ステップと、

前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数を備え、前記第 2 の演算ステップで推定した振動の大きさから振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分を求める第 3 の演算ステップと、

前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号の差分を前記第 3 の演算ステップの出力を利用して補正する第 4 の演算ステップと、

を有することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

請求項 7 では、請求項 6 に記載の赤外線ガス分析計の出力補償方法において、前記第 2 の演算ステップは、前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分と前記赤外線ガス分析計に加わる振動との関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と前記第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの近傍に生じる流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 8 では、請求項 6 または 7 に記載の赤外線ガス分析計の出力補償方法において、前記第 3 の演算ステップは、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、振動により生じるガス流通路全体に渡る流れ成分の関係を表す関数の代わりに、前記赤外線ガス分析計に加わる振動と、ガス流通路全体に渡る流れ成分の実測値から逆算して得た関数を使用することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

請求項 9 では、請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載の赤外線ガス分析計において、前記第 2 の演算ステップで推定した振動の大きさを監視し、必要に応じて外部にアラームを発することを特徴とする。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 9 】

このように、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサ近傍に生じる流れ成分による影響と、ガス流通路全体に渡る流れ成分による影響の相違を考慮して、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号に含まれる振動に起因する信号成分を求め、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサの出力信号を補償することにより、赤外線ガス分析計に加わる外部振動の影響を除去して、高精度の測定動作を行うことのできる赤外線ガス分析計およびその出力補償方法を実現することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

以下、図面を用いて本発明の赤外線ガス分析計およびその出力補償方法を説明する。

【実施例 1】

【0031】

図 1 は、本発明の赤外線ガス分析計およびその出力補償方法の一実施例を示す構成図である。図において、前記図 5 ~ 図 8 と同様のものは同一符号を付して示す。503、504 はガス流通路、52 はその折返し部であり、折返し部 52 を挟んで、検出ガスを逆方向に流通させる。一方のガス流通路 503 にはサーマルフローセンサ 51 が配置され、他方のガス流通路 504 にはヒータ線 531、532 よりなるサーマルフローセンサ 53 が配置されている。また、サーマルフローセンサ 53 におけるヒータ線 531、532 は、サーマルフローセンサ 51 におけるヒータ線 511、512 と向きを揃えて配列されている。

10

【0032】

図 2 は図 1 のサーマルフローセンサ 51 および 53 の周辺の拡大図である。なお、図においては、サーマルフローセンサ 51、53 を配置する空間として、ガス流通路より多少広くなった部屋状の空間を例示しているが、空間の形状はこれに限られるものではない。また、サーマルフローセンサ 51、53 は同じ性能のものを使用し、これらのサーマルフローセンサ 51、53 の近傍は同じ構成とする。

【0033】

ここで、検出対象成分の濃度に応じた検出ガスの流れは、折り返されたガス流通路 503、504 の中を、矢印 *U s i g* のように流れる。また、振動が赤外線ガス分析計に加わると、サーマルフローセンサ 51、53 の近傍には流れ成分 *U v i b 1*、ガス流通路全体に渡る流れ成分 *U v i b 2* が生じ、ガス流通路 503、504 内に作用する。

20

なお、検出ガスは、赤外光の断続に応じて、ガス流通路 503、504 内を往復動するものであるが、ここでは、折り返されたガス流通路 503、504 の作用効果を明確化するために、一方向の矢印（流れ）として表している。また、振動による検出ガスの流れ（矢印 *U v i b 1*、*U v i b 2*）についても同様である。

【0034】

図に示されるように、折り返されたガス流通路 503、504 の中に、向きを揃えて 2 つのサーマルフローセンサ 51、53 を配置すると、ガス流通路 503 においては *U s i g* に対して振動の影響 *U v i b 1*、*U v i b 2* は同じ位相で作用し、ガス流通路 504 においては *U v i b 1* は逆位相、*U v i b 2* は同じ位相で作用することになる。

30

【0035】

図 3 は、サーマルフローセンサ 51、53 の出力を検出する検出部の具体的な構成例を示す回路図である。図において、11、12 はサーマルフローセンサ 51、53 におけるヒータ線 511、512、531、532 の抵抗値変化（温度変化）を検出するブリッジ回路、13 はブリッジ回路 11 の出力 *V o 1* とブリッジ回路 12 の出力と *V o 2* とから装置に加わる振動の影響によるノイズ成分を除去する補償部である。

【0036】

ブリッジ回路 11 においては、前記図 7 で説明したように、測定対象ガス濃度に応じた検出ガスの流れ成分（矢印 *U s i g*）と振動による検出ガスの流れ成分（矢印 *U v i b 1*、*U v i b 2*）とが検出され、その出力信号 *V o 1* は振動ノイズ成分を含んだものとなっている。ここでは、矢印 *U s i g* と矢印 *U v i b 1*、*U v i b 2* とは同じ向きである。

40

これに対して、ブリッジ回路 12 においては、測定対象ガス濃度に応じた検出ガスの流れ成分（矢印 *U s i g*）と振動による検出ガスの流れ成分（矢印 *U v i b 1*、*U v i b 2*）とが検出され、振動ノイズ成分を含んだ出力信号 *V o 2* が得られているが、矢印 *U s i g* に対して矢印 *U v i b 1* は逆向き、矢印 *U v i b 2* は同じ向きとなっている。

【0037】

以下に、外部から矢印 *U s i g* と同じ方向にかかる振動 *v* が赤外線ガス分析装置に加えられる場合に、どのように第 1 と第 2 のサーマルフローセンサ 51、53 の出力信号から振動によるノイズ成分を除去するかについて説明する。

50

【0038】

図1および図2において、第1のサーマルフローセンサ51に生じるガス流をG1、第2のサーマルフローセンサ53に生じるガス流をG2とする。

第1および第2のサーマルフローセンサ51, 53で検出されるガス流の内訳は、装置に加わる振動vによってフローセンサ近傍に生じる流れ成分(Uvib1)と、装置に加わる振動vによって基準側室501や試料側室502、流通路503, 504などガス流通路全体に生じる流れ成分(Uvib2)と、赤外線光源の点滅により測定対象ガス濃度に応じて生じる流れ成分(Usig)の3つに分けて考えることができる。このうち、分析値を求めるために必要なのは流れ成分Usigのみである。流れ成分Uvib1, Uvib2はノイズ成分となる。

10

【0039】

ガス流G1は、フローセンサ51, 53の近傍に生じる流れ成分Uvib1と、ガス流通路全体に生じる流れ成分Uvib2と、赤外線光源の点滅によって生じる流れ成分Usigの和である。

$$G1 = Uvib1 + Uvib2 + Usig \quad \dots \text{式1}$$

【0040】

一方、ガス流G2は、流れ成分Uvib1から流れ成分Uvib2および流れ成分Usigを減じたものある。

$$G2 = Uvib1 - (Uvib2 + Usig) \quad \dots \text{式2}$$

【0041】

振動vによって第1および第2のサーマルフローセンサ51, 53に生じるガスの流れは、振動vを変数とする伝達関数で表すことができる。流れ成分Uvib1, Uvib2はそれぞれ、

$$Uvib1 = Fva(v) \quad \dots \text{式3}$$

$$Uvib2 = Fvb(v) \quad \dots \text{式4}$$

と表すことができる。

【0042】

伝達関数Fva, Fvbは、第1および第2のサーマルフローセンサ51, 53の構造や、基準側室501、試料側室502、流通路503, 504の大きさや形状、さらには第1および第2のサーマルフローセンサ51, 53との位置関係を考慮して、計算によりあらかじめ求めることができる。ただし、計算による算出が困難な場合には、振動vの大きさと各検出器に生じる流れ成分の関係を実測により求め、実測値から逆算して得た関数を伝達関数として利用してもよい。

20

30

【0043】

式1から式2を減算すると、

$$G1 - G2 = 2Uvib2 + 2Usig$$

となり、

$$2Usig = (G1 - G2) - 2Uvib2 \quad \dots \text{式5}$$

が得られる。

【0044】

ここで、伝達関数Fvaの逆関数をFva⁻¹とすると、式3から、

$$v = Fva^{-1}(Uvib1) \quad \dots \text{式6}$$

となる。式6を式4に代入すると、

$$Uvib2 = Fvb(Fva^{-1}(Uvib1)) \quad \dots \text{式7}$$

となる。

【0045】

また、式1と式2を加算して、

$$Uvib1 = (G1 + G2) / 2 \quad \dots \text{式8}$$

が得られる。

【0046】

40

50

式 5、式 7、式 8 から、下記の式が得られる。

$$2 \times U s i g = (G 1 - G 2) - 2 \times F v b (F v a^{-1} ((G 1 + G 2) / 2)) \quad \dots \text{式 9}$$

【 0 0 4 7 】

式 9 において、ガス流 $G 1$ 、 $G 2$ はサーマルフローセンサ 5 1、5 3 の出力から得られる。また、伝達関数 $F v a$ の逆関数 $F v a^{-1}$ 、伝達関数 $F v b$ は計算により求まるものである。したがって、式 9 の計算を行なうことにより、振動の影響によるノイズ成分を含むガス流 $G 1$ 、 $G 2$ の測定値から、赤外線光源の点滅による流れ成分 $U s i g$ 成分のみを取り出すことができる。

【 0 0 4 8 】

図 4 は式 9 の計算動作の流れを示すブロック図であり、補償部 1 3 で実行される。

まず、ブリッジ回路 1 1、1 2 から、ガス流 $G 1$ 、 $G 2$ に応じた電圧信号 ($V o 1$ 、 $V o 2$) が入力される。ガス流 $G 1$ 、 $G 2$ には振動 v の影響によるノイズ成分 $U v i b 1$ 、 $U v i b 2$ も含まれている。

【 0 0 4 9 】

第 1 の演算部 1 3 1 は、入力されたガス流 $G 1$ 、 $G 2$ の信号 $V o 1$ 、 $V o 2$ に基づいて式 8 の計算を行い、 $U v i b 1$ を算出する。算出された $U v i b 1$ の情報は第 2 の演算部 1 3 2 に入力される。

第 2 の演算部 1 3 2 は、入力された $U v i b 1$ の情報から、伝達関数 $F v a^{-1}$ を用いて赤外線ガス分析計に加わる振動 v を求め、第 3 の演算部 1 3 3 へ出力する。

第 3 の演算部 1 3 3 は、入力された振動 v の情報から、伝達関数 $F v b$ を用いてガス流 $U v i b 2$ を算出し、さらにその 2 倍の値を出力する。

第 4 の演算部 1 3 4 は 1 3 4 a と 1 3 4 b から構成される。まず、1 3 4 a において、入力されたガス流 $G 1$ 、 $G 2$ の信号 $V o 1$ 、 $V o 2$ の差分を求め、1 3 4 b へ出力する。

1 3 4 b では 1 3 4 a の出力から第 3 の演算部 1 3 3 の出力を減算する。

以上の流れにより式 9 の計算が実行され、ガス流 $G 1$ 、 $G 2$ の測定値から赤外線光源の点滅による流れ成分 $U s i g$ の信号を取り出すことができる。

【 0 0 5 0 】

なお、式 9 を実行により得られる計算結果は、流れ成分 $U s i g$ の 2 倍の値である。したがって、従来の赤外線ガス分析計と比較して大きな信号出力が得られ、赤外線ガス分析計の高感度化を図ることができる。

【 0 0 5 1 】

なお、一般的には、 $F v a (v)$ はガスの流れに対して生じる抵抗による一次遅れ、 $F v b (v)$ は流通路 5 0 3、5 0 4 での抵抗と、基準側室 5 0 1 および試料側室 5 0 2 のガスの弾性による二次遅れとなる。

【 0 0 5 2 】

このように、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサ 5 1、5 3 近傍に生じる流れ成分 $U v i b 1$ による影響と、ガス流通路全体に渡る流れ成分 $U v i b 2$ による影響の相違を考慮して、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサ 5 1、5 3 の出力信号に含まれる振動に起因する信号成分を求め、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサ 5 1、5 3 の出力信号を補償することにより、赤外線ガス分析計に加わる外部振動の影響を除去して、高精度の測定動作を行うことのできる赤外線ガス分析計およびその出力補償方法を実現することができる。

【 0 0 5 3 】

なお、第 1 および第 2 のサーマルフローセンサ 5 1、5 3 の構成およびブリッジ回路 1 1、1 2 の構成は、図に示されたものに限らず、特許文献 1 に記載されているような様々な構成が採用可能である。

【 実施例 2 】

【 0 0 5 4 】

前記実施例 1 に示した赤外線ガス分析計では、第 2 の演算部 1 3 2 において、振動 v の

10

20

30

40

50

情報を得ることができる。

$$v = F v a^{-1} \left((G_1 + G_2) / 2 \right) \dots \text{式 10}$$

【0055】

そこで、この振動 v を常時監視する振動量モニタ部を設け、振動 v が赤外線ガス分析計にとって過度の振動であった場合に装置外部にアラームを発する。

【0056】

このように、振動アラームを発する機能を持たせることにより、赤外線ガス分析計が過度の振動下で使用されるのを防止したり、赤外線ガス分析計の故障防止に役立てることができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0057】

【図1】図1は本発明の赤外線ガス分析計およびその出力補償方法の一実施例を示す構成図。

【図2】図2はサーマルフローセンサ51および53の周辺の拡大図。

【図3】図3はブリッジ回路11、12の具体的な構成例を示す回路図。

【図4】図4は式9の計算動作の流れを示すブロック図。

【図5】図5は従来の赤外線ガス分析計の一例を示す構成図。

【図6】図6は振動の影響を説明するための概念図。

【図7】図7はヒータ線511、512における温度変化（抵抗値変化）を検出するブリッジ回路。

20

【図8】図8は赤外線ガス分析計に加わる振動の影響を示す波形図。

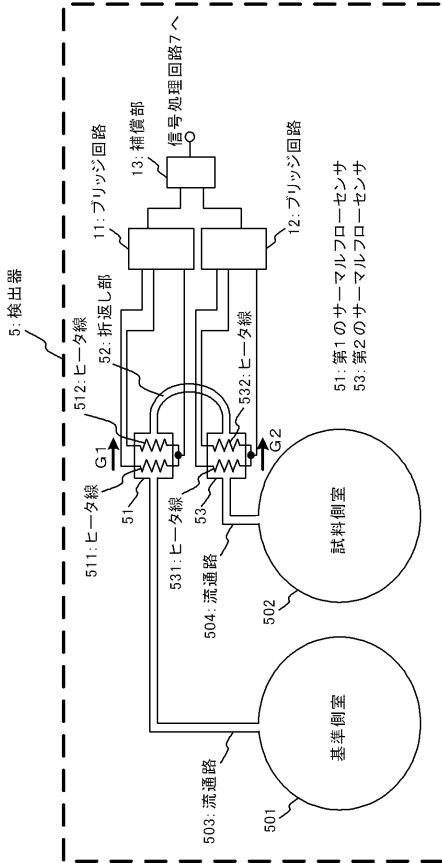
【符号の説明】

【0058】

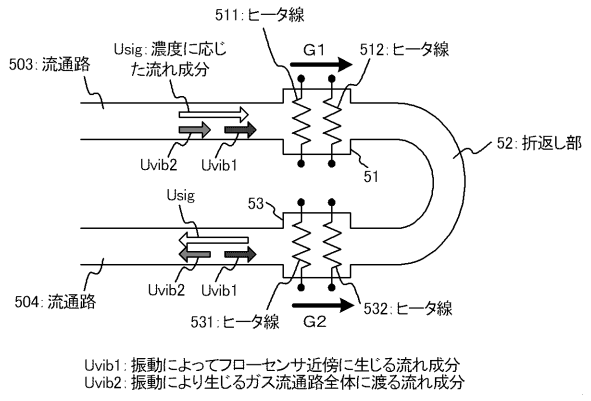
- 1 赤外線光源
- 2 分配セル
- 3 基準セル
- 4 試料セル
- 5 検出器
- 501 基準側室
- 502 試料側室
- 503, 504 流通路
- 51, 53 サーマルフローセンサ
- 511, 512, 531, 532 ヒータ線
- 6 回転セクタ
- 7 信号処理回路
- 8 同期モータ
- 9 トリマ
- 11, 12 ブリッジ回路
- 13 補償部

30

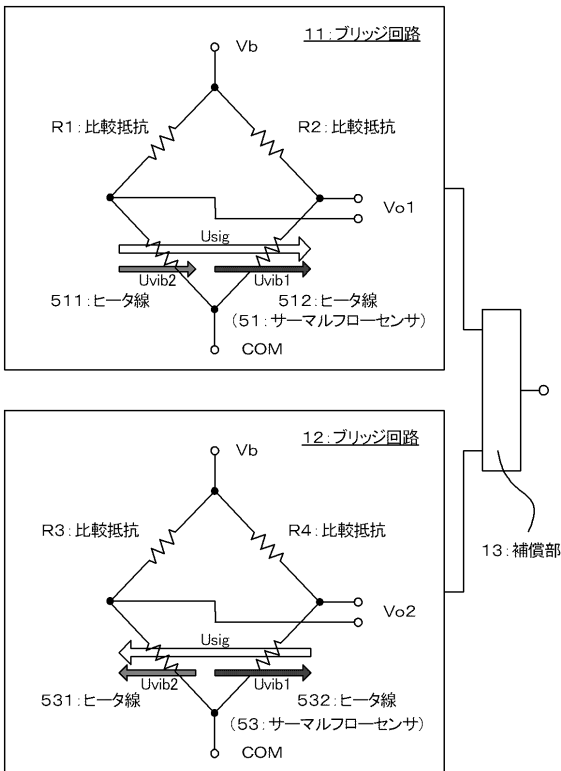
【図1】



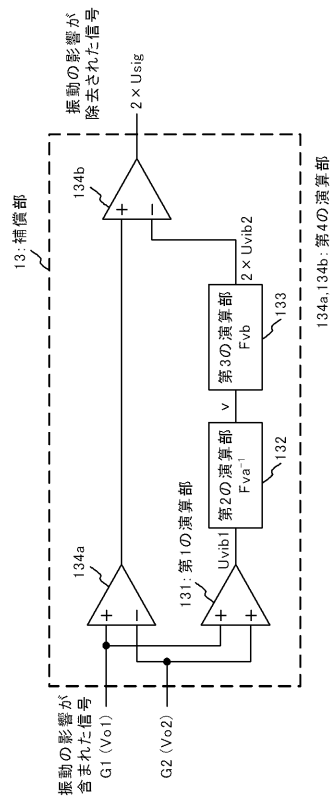
【図2】



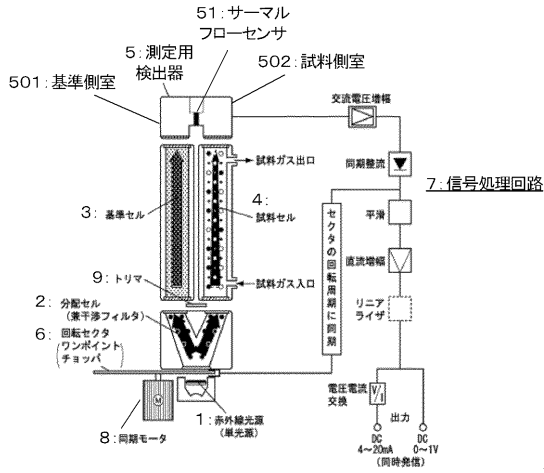
【図3】



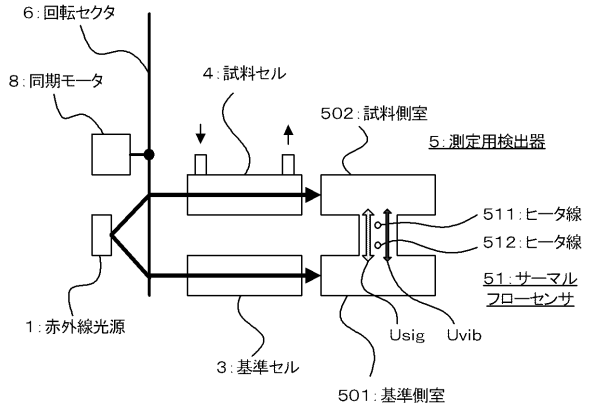
【図4】



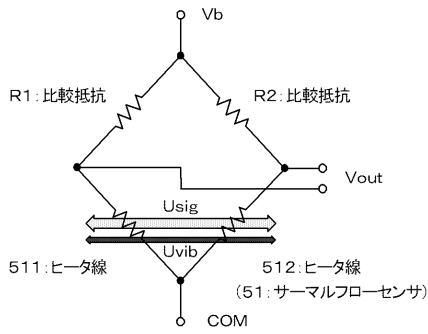
【図5】



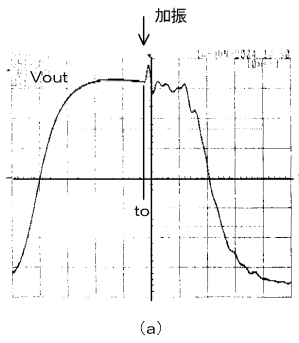
【図6】



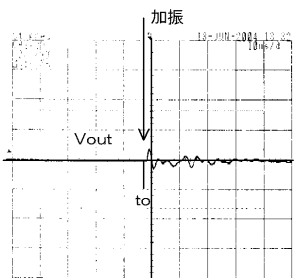
【図7】



【図8】



(a)



(b)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-184226(JP,A)
特開2006-184224(JP,A)
特開昭52-90984(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 21/00 - 21/61
G01F 1/68