

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6968063号
(P6968063)

(45) 発行日 令和3年11月17日(2021.11.17)

(24) 登録日 令和3年10月28日(2021.10.28)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 21/3504 (2014.01)

GO 1 N 21/3504

請求項の数 3 (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-521648 (P2018-521648)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成28年10月26日 (2016.10.26)</p> <p>(65) 公表番号 特表2018-532119 (P2018-532119A)</p> <p>(43) 公表日 平成30年11月1日 (2018.11.1)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/EP2016/075765</p> <p>(87) 国際公開番号 W02017/072159</p> <p>(87) 国際公開日 平成29年5月4日 (2017.5.4)</p> <p>審査請求日 令和1年10月3日 (2019.10.3)</p> <p>(31) 優先権主張番号 15192135.0</p> <p>(32) 優先日 平成27年10月29日 (2015.10.29)</p> <p>(33) 優先権主張国・地域又は機関 欧州特許庁 (EP)</p>	<p>(73) 特許権者 520330386 インフィコン・ホールディング・アーゲー INFICON HOLDING AG スイス、ツェー・ハー 7310 パート ・ラガッツ、ヒンターガッセ、15・ペー</p> <p>(74) 代理人 100137338 弁理士 辻田 朋子</p> <p>(72) 発明者 ヘルグレン, ヨハン スウェーデン国, 58102 リンショー ピング, インフィコン アーペー内</p> <p>(72) 発明者 ベナーバーク, ヘンリック スウェーデン国, 58102 リンショー ピング, インフィコン アーペー内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次センサ付き赤外線ガス検知器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

赤外線ガス分析器(12)と、赤外線ガス分析器(12)とガス導管を介して連通される、非ガス選択性である二次ガスセンサ(14)と、が分析するガス成分を検知する方法であって、

前記赤外線ガス分析器(12)による測定信号が、所定の閾値を下回る場合であって、前記赤外線ガス分析器(12)及び前記二次ガスセンサ(14)の双方の測定信号が、前記ガス成分に一致又は時間的に一致する場合、分析されたガス成分が特定のガス成分のみであるとして検知する方法。

【請求項 2】

前記閾値は、前記赤外線ガス分析器(12)により測定される特定の加速度に対応する、電気信号振幅である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記赤外線ガス分析器(12)からの前記測定信号が、特定のガス成分が 0 ppmであることを示した場合、前記赤外線ガス分析器(12)からの前記測定信号は、前記二次ガスセンサ(14)の現在の 0 ppm 基準値を決定するための基準信号として採用される、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非分散型赤外線吸収検知器(N D I R センサ)等の赤外線ガス検知システムに関する。

【 0 0 0 2 】

赤外線ガス分析器は、ガス試料を通過する赤外線を検知する。典型的には、I R ガス分析器は、赤外線源、ガス入口及びガス出口を有するキュベット等の測定部及び赤外線センサを備える。赤外線源は、赤外線を発生し、赤外線は測定部を通過し、測定部に含まれるガス試料を通過する。赤外線センサは、ガス試料を通過した赤外線を受信し感知する。N D I R センサは、分析対象のガスを通じた赤外線中の一つ又は複数の波長帯での赤外線量を測定する。N D I R センサの選択性は、各測定対象のガス特有の吸収線に合った適切な波長帯を選択することで決定される。測定原理は、特定のガス成分が赤外線を吸収するという事実に基づいている。吸収範囲は、赤外線ガス分析器により検知される。

10

【 0 0 0 3 】

赤外線センサは、入射した赤外線エネルギーの変動の大きさを電気信号に変換する。ピエゾ材料を用いる I R センサもあり、焦電センサとして知られている。ピエゾ材料は、入射した赤外線を吸収し、入射した赤外線が温度変化を引き起こし、温度変化は次に材料に亘って一時的に電位を誘発する。この電位は、入射した赤外線の強度の変化の測定に利用できる。

【 0 0 0 4 】

従って、このような赤外線センサは、一般的に加速度や圧力変化といった異なる種類の機械的ストレスにも反応する。この現象はマイクロフォニーと称される。マイクロフォニー現象は多くの場合、検知可能なガス濃度の下限を決定する。I R センサの測定信号が一定の振幅を下回る場合は、測定信号が、特定のガス成分に由来するのか、ガスに起因しない運動や振動といった機械的ストレスに由来するのかが判定できなくなるからである。これは、赤外線ガス分析を採用する携帯又は手持ち型検知器特有の問題である。典型的に I R システム変調に使用される周波数スペクトラムにおいて、検知器を携行する作業者の歩行移動は、有意な強度を有している。検知器プローブが縁石などの障害物にぶつくと、赤外線ガス分析器からの電気測定信号の振幅となって、その振幅が特定のガス成分によるものと誤解釈されるおそれがある。

20

【 0 0 0 5 】

本発明の根本的な課題は、赤外線ガス分析を採用するガス検知システムの精度及び感度を上げることにある。

30

【 0 0 0 6 】

本発明のガス検知システムは、独立請求項 1 に定義される。本発明の方法は、独立請求項 5 に定義される。

【 0 0 0 7 】

請求項 1 によれば、本発明の赤外線ガス検知システムは、ガス入口と、前記ガス入口に接続される赤外線ガス分析器と、前記ガス入口に接続される二次ガスセンサとを備える。前記システムはさらに評価装置を備える。前記評価装置は、双方の赤外線測定信号及び二次測定信号がガスの種類と一致する場合のみ、特定の種類のガスが特定されるよう、前記赤外線ガス分析器と前記二次ガスセンサの双方からの前記測定信号を評価する。前記赤外線ガス分析器は、先行技術において公知の種類の分析器であってもよい。前記二次ガスセンサは、機械的な加速度、運動又は振動に対する感度が赤外線ガスセンサより低い、どの種類の公知のガスセンサであってもよい。特に、前記二次センサは特定の種類である必要はなく、完全な非選択型も使用可能である。前記二次センサは加速度に影響されなければよく、又は少なくとも前記赤外線ガス分析器より加速度による影響が少なければよい。このように、概ねどの特定の種類のガスであっても二次センサが信号を発生するであろう。二次センサはこのように、加速度に影響される赤外線ガス分析器による信号発生と同じタイミングで信号を発生させるために使用される。ガス選択的な赤外線信号と非ガス選択的な二次センサとの時間的な一致は、赤外線ガス分析器により生成された信号が機械的な加速度によるものではなく、I R ガス分析器からの信号に対応するガス、すなわち、ガスの

40

50

種類によるものであることを示している。

【0008】

たとえば、赤外線ガス分析器は、焦電赤外線センサと、圧電センサ又は加速度、運動又は振動を感知するその他の種類のセンサとを備えてもよい。二次ガスセンサは、少なくとも1つの金属酸化物半導体(MOS)センサ、 SnO_2 センサ、触媒ゲート電界効果センサ、電気化学センサ、熱伝導センサ、カーボン・ナノチューブセンサ及び/又はグラフェンセンサを備えてもよい。

【0009】

典型的には、前記赤外線ガス分析器は、赤外線源と、前記ガス入口に接続される入口と出口とを有する吸収キュベットとを備え、前記赤外線センサは、前記赤外線源により生成され、前記吸収キュベットを通過する赤外線を検知する。

10

【0010】

請求項5によると、上述した通り及び請求項で定義された通り、赤外線ガス分析器及び二次ガスセンサで分析するガス成分を検知する本発明の方法は、ガス成分を分析し、両赤外線ガス分析器及び二次ガスセンサからの測定信号が前記ガス成分と一致する場合、分析されたガス成分が特定のガス成分のみであるとして検知する。換言すると、IRガス分析器及び二次ガスセンサが共に、同時に又は狭い時間帯内に信号を発生する場合、このタイミングの一致は、赤外線ガス分析器が、機械的な振動、加速度又は運動に反応した可能性を排除し、ガスに反応したことを示すのに使用される。特定のガス又は特定のガス成分に対する高い選択性によって、ガスの種類が、IRガス分析器の選択性により判定可能である。

20

【0011】

概して、IRガス分析器及び二次ガスセンサそれぞれが、重複したガス範囲において反応することもありうる。両センサが反応する場合、ガスが重複した範囲内であると判定してもよい。

【0012】

赤外線ガスセンサからの測定信号が所定の閾値を下回る場合、二次ガスセンサからの測定信号は、特定のガス成分の検知のみに用いられてもよい。前記閾値は、赤外線センサにより測定された特定の加速度に対応する電気信号振幅であってもよい。閾値は、所定の閾値を超える赤外線ガスセンサからの測定信号が十分に特定のガス成分を特定するように選択されてもよい。閾値を超えると特定のガス成分により引き起こされる信号と十分に相違するよう、想定外の機械的振動による赤外線ガスセンサからの測定信号が十分低くなるようにしてもよい。

30

【0013】

赤外線センサからの測定信号が特定のガス成分の0ppmを示した場合、二次センサ用の基準信号として、赤外線ガス分析器からの測定信号が採用されてもよい。これにより、二次センサを使用した、容易かつ安全なリアルタイムのゼロ点校正が可能になる。

【0014】

本発明は、二次ガスセンサとともに赤外線ガス分析器により分析されたガスを分析するという着想に基づいている。二次ガスセンサは、赤外線ガスセンサよりも、機械的な加速度、運動又は振動に対する感度が低い。二次ガスセンサの選択性は、赤外線ガス分析器よりも低い。よって、二次センサは数種類のガス成分に反応する。典型的に、二次ガスセンサが特定のガス成分に反応し所定の閾値を超える測定信号を発生すると、この測定信号がどのガス成分により引き起こされたか判定することはできない。

40

【0015】

一方、赤外線ガス分析器は、二次センサより優れた選択性を有する。しかしながら、赤外線センサが、ある閾値を下回る測定信号振幅を発生した場合、この信号振幅が特定のガス成分によるものか、機械的な加速度又は圧力変化によるものなのかを判定することはできない。そこで、二次ガスセンサからの測定信号が、試験対象のガス成分がこの閾値を下回るかどうかの判定に用いられる。この閾値は選択性閾値とも称される。

50

【 0 0 1 6 】

本発明の一実施形態によれば、二次センサは、赤外線ガス分析器により先に分析されたガス成分を分析する。この選択性閾値を超える場合は、機械的な加速度又は圧力変化は、赤外線センサの測定信号に重大な影響を与えない。これは、歩行中の作業員又は縁石との衝突による振動等、手持ちでの測定時に発生する、典型的な機械的な加速度又は振動に関する。

【 0 0 1 7 】

本発明の利点は、赤外線センサの高い選択性と、二次センサの加速度及び圧力変化に対する低い感度を組み合わせた点にある。複数のガス成分に反応する二次センサの不利な点は、測定信号の選択性が高い赤外線センサにより克服される。両センサが同時に又はシステムの時定数により判定される遅れ以内で反応する場合、ガス信号は、縁石との衝突又はその他の機械的な加速度以外の要因で検知されたことを示す。赤外線センサ及び二次ガスセンサが共に一定の閾値を超える測定信号を発生した場合、赤外線センサからの測定信号は、ガスを特定するために使用できる。

【 0 0 1 8 】

両センサ間の反応の遅れは、システムの時定数により判定される。遅れは、2つのセンサ間の試料の搬送に要する時間及び流れ方向に関する第2位置に設置されたセンサ、すなわち2つのセンサのうち下流側に設置されるセンサの反応時間により判定される。遅れは、以下の通り算出できる。

$$\Delta t = \frac{V_{Transport}}{\varphi_{Sample}} + \tau_2$$

tは、ガス流れ方向の位置にちなんで名付けられた、第1及び第2センサによって示される信号間の遅れ時間である。

$V_{Transport}$ は、ガス試料を第1センサ位置から第2センサ位置に導く導管の内容積を立方センチメートル(ccm)で示す。

φ_{Sample} は、前記導管内を移動する試料ガスの流量をccm/秒で示す。

τ_2 は、第2センサ（流れ方向で第1センサ以降に設置）の反応時間である。

【 0 0 1 9 】

実用上の理由から、この遅れは、できる限り小さく保つ必要があり、好ましくはシステム全体の高速反応時間に対して1秒未満である。典型的な達成可能な遅れ時間は、センサの種類及びシステムアーキテクチャによるが、0.2秒乃至3秒の範囲である。

【 0 0 2 0 】

本発明の実施形態を、図面を参照しながら説明する。

【 0 0 2 1 】

ガス検知システム10は、赤外線ガス分析器12と二次ガスセンサ14とを備える。赤外線ガス分析器12及び二次ガスセンサ14は共に、同一の試料ガス入口16からの同一のガス試料を分析する。試料ガス入口16及び基準ガス入口18は、手持ち型のガス検知器プローブの一部であってもよい。当該概念は米国特許公報US7,030,381B2に記載されており、本内容は参照することにより本明細書中に組み込まれる。基準ガス入口18及び試料ガス入口16は、共に分離したガス導管22、24を介してガス調整弁20に接続される。ガス調整弁20は、基準ガス入口18起源の基準のガス導管22と、試料ガス入口16起源の試料ガス導管24とを切り換える。ガス調整弁20は、ガス導管22、24のいずれかを主ガス導管26に接続し、分析対象のガスは、主ガス導管26を通じ赤外線ガス分析器12及び二次ガスセンサ14に搬送される。当然のことながら、本発明は試料ガス入口のみを備え、基準ガス入口又はガス調整弁を有さないシステムにも使用できる。

【 0 0 2 2 】

主ガス導管 26 は、ガスを赤外線ガス分析器 12 に搬送する試料真空ポンプ 28 を備える。試料ポンプ 28 によって圧送されるガスは、主ガス導管 26 を通じて、赤外線ガス分析器 12 の吸収キュベット 30 の入口 29 に導入される。ガスは、出口 32 を通じて吸収キュベット 30 から排出される。赤外線源 34 は、吸収キュベット 30 の一端に配置され、光学ウインドウ 35 の近傍をガスが通過する吸収キュベット 30 の全体のポリウムから離間している。吸収キュベット 30 の他端には、光フィルタ 39 と赤外線センサ 36 が配置され、光学ウインドウ 37 の近傍をガス試料が通過する吸収キュベット 30 の全体から離間している。光学ウインドウ 35、37 は Si、Ge 又は CaF₂ から製造されてもよく、赤外線源 34 からの赤外線放射のため透明である。このように、光学ウインドウ 35、37 は、赤外線源 34、36、39 をガス流路から隔てる。光フィルタ 39 は、光学ウインドウ 37 を通過し、赤外線センサ 36 によって検知される波長の範囲を、メタンなどの検知対象ガスの固有波長に制限する二色性フィルタ若しくは干渉フィルタであることが好ましい。概して光フィルタ 39 は、赤外線の波長範囲を、検知対象ガスの波長を含み、他のガス特有の波長を含まない波長範囲に制限する。

10

【0023】

赤外線源 34 からの赤外線は、光学ウインドウ 35 を通じて吸収キュベット 30 の全体のポリウム内に放射され、キュベットを通過中のガス試料を通過し、その後光学ウインドウ 37 と光フィルタ 39 とを通過し、赤外線センサ 36 で受信される。赤外線センサ 36 は、受信した赤外線の波長帯に対して電気信号を発生する焦電センサである。

【0024】

20

試料真空ポンプ 28 は、二つのセンサ 12、14 を接続する、ライン 38 内に設置され得る。あるいは、試料真空ポンプ 28 は、二次ガスセンサ 14 以降に設置され得る。試料真空ポンプ 28 を、試料ガス入口 16 と赤外線ガス分析器 12 の間の主ガス導管 26 内に配置する利点は、試料採取プローブの様々な制約に起因するキュベットの圧力低下が回避できる点にある。

【0025】

出口 32 を出たガス試料は、二次ガス導管 38 を通じ、二次ガスセンサ 14 の二次入口 40 に導かれる。二次ガスセンサ 14 は、特定のガス成分に対しては非選択性である。二次ガスセンサ 14 は、ガス又はガス成分のより広い範囲に対して電気信号を発生する。

【0026】

30

本発明の主な着想は、二次ガスセンサ 14 が赤外線ガス分析器 12 よりガスの選択性が低いことにあり、両センサ 36、14 の反応の時間的な一致は、ガスが赤外線ガス分析器 12 の反応を引き起こしたという指標として使用される。

【0027】

図示しない評価装置は、両赤外線ガス分析器 12 及び二次ガスセンサ 14 から測定信号を受信する。赤外線ガス分析器 12 からの測定信号が所定の測定閾値又は選択性閾値を下回る場合、当該信号が特定のガス成分、もしくは機械的な加速度又は振動によるものなのかが判断できない。この場合、評価装置が、二次ガスセンサ 14 が発生させた測定信号を評価する。二次ガスセンサ 14 からの測定信号がある閾値を超え、両センサ 14、36 からの測定信号が、ある種類のガスと適合又は合致した場合、この種類のガスは、ガス検知システム 10 に検知されると考えられる。

40

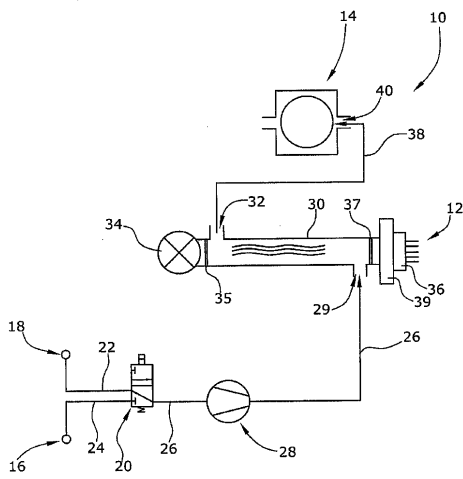
【0028】

たとえば、二次ガスセンサ 14 は非選択性であるため、二次ガスセンサ 14 からの測定信号は、4つの異なるガス成分 A、B、C 又は D のいずれかにより生成される場合がある。これは、二次ガスセンサ 14 が、どの種類のガスが存在しようとも、いずれかの当該ガスの有無を検知することを意味する。本例では、二次ガスセンサ 14 がガス成分 A、B、C 又は D に反応するかどうかは判定できない。しかしながら、赤外線ガス分析器 12 が、機械的ストレス又はガス成分 A に起因する機械的な加速度又は圧力変化に対して選択的である場合に、赤外線ガス分析器 12 及び二次ガスセンサ 14 が共に測定信号を発生した場合、ガス成分 A が検知されたことを意味している。

50

【 0 0 2 9 】

本発明の主要な利点は、二次ガスセンサ 1 4 が完全に非ガス選択性であることにある。一般に、二次ガスセンサ 1 4 が発生した信号は、赤外線ガス分析器 1 2 が、ガス又は加速度又は運動に反応するかどうかを判定する目的のみに使用される。二次ガスセンサ 1 4 は、ガスの種類を特定するために使用されるのではなく、赤外線ガス分析器 1 2 が、想定外の運動又は加速度に反応する選択肢を排除するために使用される。ガスの種類は、赤外線ガス分析器 1 2 自身の選択性により判別されてもよい。このように、赤外線ガス分析器 1 2 と二次ガスセンサ 1 4 の反応の時間的な一致性は、本発明の主な重要事項である。



Figure

フロントページの続き

(72)発明者 エンクイスト, フレドリク
スウェーデン国, 5 8 1 0 2 リンショーピング, インフィコン アーペー内

審査官 塚本 丈二

(56)参考文献 米国特許第04507558 (US, A)
特開2006-064494 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 1 N 2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 1
G 0 1 N 2 1 / 1 7 - 2 1 / 6 1