

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-347601
(P2004-347601A)

(43) 公開日 平成16年12月9日(2004.12.9)

(51) Int. Cl.⁷
GO1N 27/16

F I
GO1N 27/16 Z

テーマコード(参考)
2GO60

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-149866 (P2004-149866)</p> <p>(22) 出願日 平成16年5月20日 (2004.5.20)</p> <p>(31) 優先権主張番号 10/442,070</p> <p>(32) 優先日 平成15年5月21日 (2003.5.21)</p> <p>(33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(71) 出願人 390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ GENERAL ELECTRIC COMPANY アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番</p> <p>(74) 代理人 100093908 弁理士 松本 研一</p> <p>(74) 代理人 100105588 弁理士 小倉 博</p> <p>(74) 代理人 100106541 弁理士 伊藤 信和</p> <p>(74) 代理人 100129779 弁理士 黒川 俊久</p>
---	--

最終頁に続く

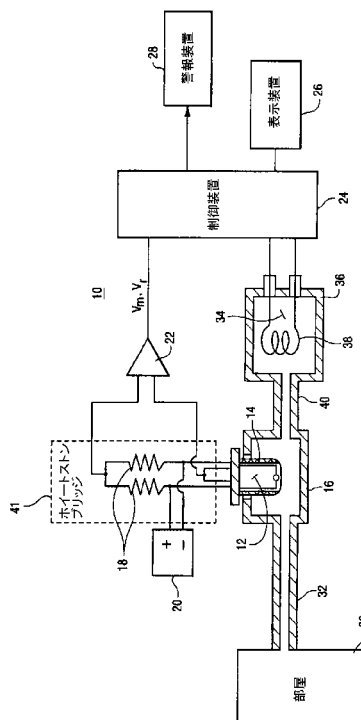
(54) 【発明の名称】 流通センサ容器を有する可燃性ガス検出器及び可燃性ガスを測定する方法

(57) 【要約】

【課題】 ガス検出器のゼロ校正及び感度校正するための方法及び装置を提供する。

【解決手段】 触媒センサ(12)を使用して可燃性ガスを測定するための装置(10)及び方法は、周囲ガスのボリューム(30)から隔離された流通チャンバ(16)内に触媒センサを収納することと、周囲ガスの試料を流通チャンバ内へ周期的に引き込むこと(60)と、触媒センサ及び流通チャンバで周囲ガスの試料中の可燃性ガスを、例えば、本質的に完全燃焼が完了するまで燃焼させることと、触媒チャンバで試料を燃焼させている間、周囲ガスの試料抽出の中断と同時に触媒センサの複数の出力信号を測定すること(62)とを含む。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

触媒センサ(12)を使用して可燃性ガスを測定する方法において、

周囲ガスのボリュームからの触媒センサへのガス拡散を最小限に抑えるために前記触媒センサを流通チャンバ(16)内に収納することと、

前記周囲ガスのボリュームから周囲ガスの個別のガス試料を前記流通チャンバへ引き込むこと(60、72)と、

前記ガス試料が前記流通チャンバに流入した後、前記流通チャンバ内への周囲ガスの流れを遮断することと、

前記ガス流れの遮断と同時に前記触媒センサの出力を測定すること(62、76)とから成る方法。 10

【請求項 2】

前記周囲ガスの流れは対流により前記流通チャンバ内へ引き込まれる(60、72)請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

前記ガス流れの遮断は前記流通チャンバ内におけるガス試料の触媒による燃焼の間は維持される請求項 1 記載の方法。

【請求項 4】

前記ガス試料中の複数の可燃性ガスのうちの少なくとも 1 つの可燃性ガスの濃度を判定するために、複数のセンサ出力測定値を解析すること(66、78、80、88)を更に含む請求項 3 記載の方法。 20

【請求項 5】

ガス流れを前記流通チャンバ内へ引き込む前に、方法は、

前記流通チャンバから周囲ガスを吐き出すこと(54)と、

前記流通チャンバ内に残留する可燃性ガスを燃焼させること(56)と、

前記流通チャンバ内に残留する可燃性ガスを燃焼させた後、前記触媒センサからの基準出力信号を測定すること(62)とを更に含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 6】

前記触媒センサの流通チャンバをパーキングし(82)、その後、前記触媒センサの第 1 の出力を測定し(84)、 30

パーキングガスに所定の量の水素を導入し(88)、その後、前記触媒センサの流通チャンバを 2 度目にパーキングし(90)、

2 度目のパーキングの後に前記触媒センサの第 2 の出力を測定し(92)、

第 1 の出力と第 2 の出力の差に基づいてセンサ感度を判定する(94)ことにより、センサ感度を判定することを更に含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 7】

周囲ガス中の可燃性物質を検出する検出器(10)において、

周囲ガスを透過せず、第 1 のガス拡散制限流路(32)に結合されたポートと、第 2 の拡散制限流路(40)に結合された第 2 のポートとを有するチャンバ(16)と、

前記チャンバ内に配置された可燃性ガスの触媒センサ(12)とを具備し、 40

前記第 1 のガス拡散制限流路(32)は周囲ガスのボリューム(30)に接続可能であり、

前記第 2 の拡散制限流路(40)を介して前記チャンバに空気接続されたガスポンプ(34)を更に具備する検出器。

【請求項 8】

周囲ガスの試料を前記第 1 のガス拡散制限流路を介して前記チャンバ内へ引き込むために前記ガスポンプを周期的に作動し、前記触媒センサが引き込まれたガス試料中の可燃性物質を検出している間は前記チャンバへ向かう周囲ガスの流れを一時的に停止させるポンプ制御装置(24)を更に具備する請求項 7 記載の検出器。

【請求項 9】

前記ガスポンプ(34)は、前記ポンプ制御装置により監視される内部電気加熱装置(38)を更に収納する密閉ポンプチャンバ(36)である請求項7記載の検出器。

【請求項10】

少なくとも前記第1のガス拡散制限流路(32)は対流ガス試料抽出流量より小さいガス拡散能力流量を有する請求項7記載の検出器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、流通センサ容器を有する触媒可燃性ガス検出器に関し、より具体的にはガス検出器のゼロ校正及び感度校正するための方法及び装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

可燃性ガス及び蒸気(ここではまとめて「可燃性ガス」又は「可燃性物質」と呼ぶ)の有無を検出し、その濃度を測定するための周知の方法はいくつかある。そのような方法の1つにおいては、触媒による燃焼の間に熱発生速度を実際に測定することに基づいて可燃性ガスが検出される。可燃性ガス検出器は、触媒センサにおいてガス試料を燃焼させることにより可燃性ガスを検出し、測定する。触媒による燃焼はセンサの加熱される多孔質基板、例えば、触媒を含浸させたシリカ又はアルミナの表面で起こる。その結果起こる基板の温度の上昇は触媒による燃焼の間の熱発生速度に比例し、埋め込み抵抗温度検出器(RTD)の抵抗変化を感知することにより電子的に測定される。

20

【0003】

周知の種類触媒可燃性ガス検出器は触媒ビードセンサと、基準ビードと、ホイートストンブリッジとを有する。ビードセンサは、従来、小さなビードの形態をとる触媒含浸基板と、RTDと、ビードの本体に埋め込まれたごく小さなプラチナ(Pt)ワイヤコイルとして製造されている加熱装置組み合わせとを含む。通常、基準ビード(補償ビードとも呼ばれる)は、補償ビードが触媒を含浸されていないという点を除いて、加熱装置を伴う触媒含浸ビードに類似している。感知ビード及び基準ビードは、加熱コイルの延長であるPtワイヤにより支持されている。触媒含浸ビード及び基準ビードは多孔性カップ(エンクロージャ)により周囲ガスから遮蔽されていても良い。カップエンクロージャは、周囲ガスを本質的に拡散によってビードに到達させるようにガスを透過する。カップはステン

30

【0004】

従来の触媒センサは、周囲環境からビードに向かって拡散する可燃性ガスの絶え間のない流入にさらされる。試料ガスは対流によってもビードに到達する。この場合のセンサの周囲のガス速度の変化はセンサの偽読み値を誘発するであろう。ガス速度の変化に起因する測定誤差を減少させようとする以前の試みは、センサ感度を低下させ、センサの応答時間を長くしようとするものであった。

【0005】

40

従来のセンサの触媒感知ビード及び基準ビードは、通常、平衡ホイートストンブリッジ回路の抵抗シオルダとして接続されている。感知ビードで燃焼加熱が起こると、その結果、感知ビードに埋め込まれたRTDの抵抗は基準ビードRTDの抵抗に関して変化して、ブリッジ不均衡を発生させる。

【0006】

ブリッジの出力電圧は感知ビードRTDと基準ビードRTDの抵抗の不均衡を示し、可燃性ガスの濃度を取り出す元になる信号として出力される。しかし、従来の検出器におけるブリッジ不均衡は、ビードのエージング、周囲温度の変化などのバックグラウンドの変化、不燃性ガス混合物の組成、及び水分濃度の相違によるセンサビードの付近の放射線吸収を含む、感知ビードにおける触媒による燃焼以外の要因によって影響を受ける可能性が

50

ある。これらの他の要因は検出器の低い検出限界を著しく大きく上昇させ、検出器の応答を燃焼ガスに対する定格検出レベル又は範囲から逸脱させてしまう。

【0007】

従来、触媒検出器の可燃性ガスに対する感度は、センサビードにおける触媒の「無力化」によっても低減されるであろう。無力化されると、センサの可燃性物質に対する感度は低下する。触媒センサ、特に、火災及び爆発を防止するために採用される低爆発限界（LEL）検出器などの、危機的用途で使用される触媒センサの場合には、可燃性ガスに対する感度の低下及びセンサドリフトは厄介な問題である。

【0008】

触媒ビードセンサの「無力化」は、従来、ガス試料に濃度がわかっている可燃性物質を直接に適用することにより検出されている。拡散型センサの場合、この手順は相対的に煩雑である。更に、検出器が感度を失ってから、検出器の感度損失が回復されるまでに、例えば、数ヶ月に至るような長い期間が経過してしまうこともある。無力化した検出器は危険なレベルの可燃性物質を検出できない可能性がある。従来、検出器における自動化感度検査又は頻りに手作業で行われる感度検査は、その実現に極めて高い費用が要求される。

10

【0009】

従来、触媒ビードセンサでは、あるガス群に対して選択的に感度を向上又は低下させることができ、一般に、これは触媒ビードの特定の温度設定を選択することにより実現される。この温度選択技法は、単一のセンサを使用して、1つの固定された温度で2種類以上の可燃性ガスを含む異なる組成を判別するときには有効ではないであろう。特に、触媒ビードセンサは実際には一酸化炭素（CO）ガスと水素（H₂）ガスを判別することができない。通常、COとH₂は共にほぼ同じ「低い」触媒温度で触媒による燃焼を開始し、実際にビードの温度設定に基づいてこれらを判別することは不可能である。従って、従来、触媒検出器は、長い期間にわたり可燃性ガスの低い濃度、例えば、500ppm（百万分率）を下回る濃度を測定すること、何年もの期間にわたりドリフトなく安定した「ゼロ」を維持すること、及び可燃性ガスを判別すること、例えば、COとH₂を判別することには有効ではないといえるであろう。

20

【発明の開示】

【0010】

第1の実施例において、本発明は、触媒センサを使用して可燃性ガスを測定する方法であり、方法は、周囲ガスのボリュームからの触媒センサへのガス拡散を本質的に阻止する流通チャンバ内に触媒センサを収納することと、チャンバ内へ周囲ガスの流れを引き込むことと、チャンバ内へ周囲ガスの試料が引き込まれた後、チャンバ内への周囲ガスの流れを遮断することと、ガス流れの遮断と同時に触媒センサの出力を測定することとを含む。

30

【0011】

第1の実施例は、センサを伴うチャンバ内へガス試料を引き込む過程と、繰り返し実行される測定サイクルの中で出力信号の変化を測定する過程とを更に含んでも良い。更に、第1の実施例は、（チャンバ内へ試料を引き込む前に）以前にセンサチャンバを通過して引き込まれ、「呼吸している」ポンプチャンバの中へ「吸い込まれた」ガス試料によってチャンバをパーキングする過程と、ポンプ及び/又はセンサチャンバ内に残留している可燃性ガスを燃焼させる過程と、残留している可燃性ガスがほぼ完全に燃焼した後、センサからの基準出力信号を測定する過程と、ポンプの「吸い込み」によって室内からセンサチャンバへ新たなガス試料を引き込む過程と、新たなガス試料を燃焼させている間にセンサ出力信号を測定する過程と、新たな試料の燃焼中に測定された出力信号と基準出力信号との差によって可燃性ガスの濃度を判定する過程とを含んでも良い。

40

【0012】

更に、第1の実施例は、試料がチャンバ内へ引き込まれた後に始まり、試料の燃焼中は継続する周期の間に出力信号の測定を繰り返すことと、複数のセンサ出力測定値を通して試料燃焼のダイナミクスを解析することと、試料中の複数の可燃性ガスのうちの少なくとも1つの可燃性ガスの濃度を判定することとを含んでも良い。

50

【0013】

加えて、第1の実施例は、チャンバから第1のガス試料をパージングし、その後、センサの第1の出力信号を測定する過程と、所定の量の水素によって濃縮された第2のガス試料によってチャンバをパージングする過程と、その後、センサの第2の出力信号を測定する過程と、センサ感度を判定するために第1の出力と第2の出力との差を適用する過程とを含んでいても良い。

【0014】

第2の実施例においては、本発明は、触媒センサを有する検出器を使用して可燃性ガスを測定する方法であり、方法は、触媒センサを周囲ガスから隔離する流通チャンバ内に触媒センサを収納することと、対流により周囲ガスの試料を流通チャンバ内へ引き込むことと、チャンバ内のセンサ、例えば、触媒センサビード自体に加えられたガス試料中の可燃性ガスをほぼ完全に燃焼させることにより検出器を自動的にゼロ化するために、チャンバを通るガスの流れを遮断する及び/又は反転させることと、試料抽出速度の変化と同期させて検出器の少なくとも2つの出力信号を測定することを含む。

10

【0015】

第3の実施例においては、本発明は、周囲ガス混合物中の可燃性物質を検出する検出器であり、検出器は、ガス拡散能力を最小限に抑えた、例えば、内径(ID)が限定された管であり、周囲ガス混合物のボリュームに接続可能である第1の拡散阻止流路に結合されたポートと、第2の拡散阻止流路に結合された第2のポートとを有し、ガスを透過しない流通チャンバと、チャンバの内部に設置された可燃性ガスの触媒型センサと、第2の拡散阻止流路を介してチャンバに空気接続されたガスポンプと、チャンバを通るガスの流れを遮断し且つ/又は交互に変化させるポンプ制御装置とを具備する。更に特定された第2の実施例では、ポンプは前記センサチャンバを介して周囲空気試料をポンプチャンバ内へ吸い込み、ポンプチャンバから周囲ガス試料を吐き出す。第2の実施例においては、第1の拡散阻止流路は10mmから5000mmの範囲の長さ及び0.1mmから3mmの範囲の内径を有する管であっても良い。第2の実施例では、触媒センサのセンサビード及び基準ビードはチャンバを通る対流ガス流に対して対称に配置されている。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、多孔性エンクロージャ又はその他の保護エンクロージャ14内にあり、流通チャンバ16の内部に収納された可燃性ガスセンサ12を有する可燃性ガス検出器10を示す。この構成においては、保護エンクロージャ14は任意の構造であり、市販の触媒センサではセンサメーカーにより一般に設置されていることから図1に示されている。チャンバ16は周囲から拡散されるガスを透過せず、相当に長い距離、例えば、10mまでの距離を隔てて周囲ガスボリューム30から分離されていても良い。チャンバは拡散制限流路32によりボリューム30に空気接続された試料ガス入口と、排出流路40とを有する。拡散制限流路32は、対流によりガス試料を引き込むことができる一方で、ボリューム30からチャンバ16内へ周囲ガスが拡散することを本質的に阻止する。チャンバ16内にあるセンサ12は、例えば、ホイートストンブリッジ41の抵抗シヨルダ18として接続される触媒感知ビード及び基準ビードを有する従来の触媒ビードセンサなどの触媒可燃性物質センサであっても良い。ホイートストンブリッジ41は電源20により給電される。

30

40

【0017】

ホイートストンブリッジ41の出力は前置増幅器22により増幅された後、マイクロプロセッサ利用制御装置24により読み取られる。制御装置はブリッジ出力からのデータを電子的に格納するために収集し、そのデータを処理して、ガス試料中に可燃性ガスが存在するか否かを解析するか、又はホイートストンブリッジ41の出力に基づいて可燃性ガスの濃度及び/又は組成を評価する。制御装置はそのデータ処理の結果を液晶表示装置(LCD)などの表示装置26及び警報装置などの検出器インタフェース装置28へ出力する。

【0018】

50

センサチャンバ16は、可燃性ガスを含んでいる可能性がある部屋、煙突又はその他のボリュームなどの周囲ガスのボリューム30に空気接続されている。チャンバは、周囲ガスがボリューム30から拡散することによりセンサ12に到達するのを防止するように、周囲ガスから隔離されている。拡散制限流路32はチャンバ16をガスボリューム30に接続する。この流路32は、0.1mmから3mmの内径及び10mmから10000mmの長さを有する管であっても良い。特に、拡散制限流路32の寸法は、流路を通過する周囲ガスの拡散速度が試料抽出用ポンプ34により強制的に形成される対流の流速より遅い速度まで減速されるように選択される。流路32は実質的に可燃性ガスが外部ボリューム30から拡散するのを阻止する。拡散ガスがチャンバ16に流入するのを防止することにより、センサが0化されているときに一時的にガス試料から可燃性物質を除去するプロセスが容易になる。拡散ガスの流れを最小にする拡散制限流路32は、センサチャンバ16における炎の逆火を防止するための火災防止装置としても機能できる。ガス試料は本質的にボリューム30から拡散制限流路32を通してセンサチャンバ16内へ対流によって流れる。流路32は、周囲ガスの試料がチャンバ16内へ引き込まれるための導管を形成する一方で、チャンバ16をボリューム30の周囲ガスの流れの変化から有効に隔離する。

10

【0019】

検出器のボリューム30、拡散制限流路32及びセンサチャンバ16はガスパンプ34に直列に空気接続されている。ガスパンプは制御された流量の試料ガスをボリューム30から流路32を経てセンサチャンバ16の中へ引き込む。ポンプは、制御装置24からの制御信号に応答する従来の試料抽出用ポンプ又は「呼吸」ポンプ(図1に示す)であれば良い。呼吸ポンプ34は、制御装置24により制御されるヒータコイル38を収納する密閉ポンプチャンバ36であっても良い。チャンバ36内のガスを加熱、冷却することにより、ガスはポンプチャンバ36から押し出されたり、引き込まれたりする。呼吸ポンプは機械的に単純であり、動作の信頼性が高く、寿命も長い。呼吸ポンプは動く部品を含まず、約500までの周囲温度で動作できる。その他の種類の試料抽出用ポンプをポンプ34として採用しても差し支えない。

20

【0020】

試料が燃焼され、測定されている間、チャンバ16内への試料の流れは遮断される。試料ガス流れの遮断は、ポンプ34を制御することにより、又は例えば、制御装置に接続されたソレノイド弁を採用するなど、チャンバ16に至る迂回ガス流れを制御することにより実現できる。ポンプ34は制御された少量のガス(試料ガス)を「吸入」し、その後、繰り返しサイクルでその試料をパーキングする(「吐き出す」)。

30

【0021】

ヒータコイル38は、支持された12.5 μ の薄いステンレス鋼箔から形成されていても良い。この場合、一定温度まで加熱又は冷却するためのヒータの時間は、通常、1秒未満から数秒である。一例として、センサチャンバ16の容積は1cc(cm^3)から10ccであり、ポンプチャンバ36の容積は5ccから200ccであっても良い。センサチャンバ及びポンプチャンバの容積はガス検出器がどのような特定の設計を適用されるかによって異なるであろう。

40

【0022】

拡散防止ポンプ流路40はポンプチャンバ36とセンサチャンバ16とを流体接続する。ポンプ流路40は、流路32と同じ又はそれに類似する管材料から形成されていても良い。ポンプ流路40及び拡散制限流路32の寸法は、流路32及びポンプ流路40を通るガス拡散の速度が平均ポンプ流量より遅くなるように選択されるのが好ましい。一例として、内径(ID)が1mm、長さが500mmである管を正常な条件で通過する水素の拡散流量は0.0001 cm^3/sec に近い。この流量は、対流によるセンサチャンバ内へのガス試料引き込みの平均流量である典型的な0.1 cm^3/sec と比較して十分に小さい。H₂以外のガスの拡散流量はこれより更に小さい。実際、0でない拡散速度が導入する測定誤差は通常は問題にならないほどにわずかである。例えば、ソレノイド弁など

50

の周知の機械的遮断装置を採用することにより拡散を更に減少させること、又はなくすことができるのは自明である。

【0023】

図2は、センサ12、エンクロージャ14及びチャンバ16を含む検出器10の一部の上下横断面図を示す概略図である。触媒感知ビード42及び基準ビード44はエンクロージャ14およびチャンバ16の中に対称に配列されるのが好ましい。ビード42及び44は、エンクロージャ14を通過するガス流れ46に関して対称に配列されている。例えば、ビードはチャンバ16を通過する流路46の軸の両側に互いに等間隔で位置していても良い。ビードは、双方のビードがセンサエンクロージャ14の内部で互いに空間的に位置がずれている一方で、ほぼ同時に同じ流れ条件に実質的にさらされるように流路内で整列されている。ビードは同様の条件の下でガスにさらされるため、ガス流れに対する感知ビードと基準ビードの応答は、感知ビード42でのみ可燃性ガスが燃焼することを除いて同じになるべきである。

10

【0024】

ビード42、44が流路46で互いに関して対称に整列されていることにより、試料ガス流れに可燃性ガスが存在しないときの「オフセット」センサ信号は最小になるはずである。ビードをバランス良く位置決めすれば、チャンバ16を流れるガスの典型的な流量が毎秒数立方センチメートルであるときにオフセットは20ppm未満の可燃性ガスと等価の値まで最小限に抑制されることが実験により判明している。ビードが対称に配列されていないと、オフセットセンサ信号は重大なものになってしまうであろう。そのように大きなオフセットセンサ信号は従来のセンサにおいては一般に見られ、それは、触媒感知ビードと基準ビードが方向及び流量を無作為に変化させようとする流路に配置されているためである。例えば、一方のビードが他方のビードの上流側にある場合、又はビードが実質的にガス試料の同じ流れ条件を受けない場合、ビードのRTDは非対称に応答する。

20

【0025】

図3に示すように、検出器10は、ポンプ流路40に配置された「吹き通し」電流制御電解槽50を更に含んでも良い。電解槽はセンサチャンバ16とポンプ34との間に空気接続されている。電解槽は、ポンプ流路40を流れるガスから周囲水分を吸収することが可能である母材を電流が通過するときに水素ガス（及び酸素）を発生するように設計されている。適切な高速応答電解槽は知られており、ロシア特許第1170277号に示されている。

30

【0026】

センサチャンバ内に至るガス試料の流量は流れ誤差を導入しないようにいつでも相対的に小さいが、通常は数秒という時間の中で0から最大値まで急速な相対変化を示す。センサをゼロ化するために、ガス試料の抽出は5から30秒の期間にわたり中断される。このタイミングは単なる一例として与えられており、本発明はこの周期に限定されない。従って、外部からのガス混合物はセンサチャンバ16内へ絶えずサンプリングされるのではなく、相対的に少量の複数の部分として取り入れられる。それぞれ1回分の試料に含まれる可燃性ガスは、好ましくは試料中の可燃性ガスの完全燃焼が本質的に完了するまで燃焼され（それにより、感知ビードの温度を上昇させ）、その後になって初めてチャンバ16内のガス部分は置き換えられる。第2に、「呼吸」ポンプ34へのガスの流入と、ポンプからのガスの流出は、コイル温度が変化するときのみ起こることに注意すべきである。ポンプの加熱コイルが一定の温度にとどまっているとき（例えば、絶えず加熱されている間）、「呼吸」は停止しており、チャンバ16を通過するガスの流量は実質的に0のままである。言い換えれば、間欠的で、相対的に短い（たとえば、1秒）「吸い込み」と「吐き出し」がそれより長い（例えば、15秒）休止時間によって分割されているのである。

40

【0027】

図4から図6は、検出器10を動作させる過程の例を示すプロセスチャートである。図4及び図5は、それぞれが自動ゼロ化（V_r）過程を伴う2つの可燃性物質測定サイクルを示す。図6は、検出器が無効化されているか否かを検査するための校正プロセスを示す

50

。ガス検出器 10 は、ステップ 52、68 において「呼吸」ポンプのヒータコイル 38 を加熱するために、例えば、3W を供給されても良い。制御装置 24 はある一定の期間にわたりコイル 38 に給電しても良い。給電されたとき、ヒータコイルの温度は、例えば、周囲温度より 100 から 200 高い温度まで数秒以内に上昇する。ステップ 54 で、コイルがポンプチャンバ 36 の内部のガスを加熱している間、加熱されたガスはポンプ流路 40、センサチャンバ 16 及び流路 32 を経てボリューム 30 内まで押し出されて、検出器 10 をパージする。このパージ期間中及び特にパージ期間の後（ガス流量がしばらくの間、実質的に 0 にとどまっているとき）、ステップ 56 で、ポンプ及び / 又は流路 40 に存在すると思われる可燃性ガスはセンサチャンバ 16 に流入し、センサ触媒ビード 42 及び / 又はヒータ 38 において燃え尽きるであろう。基準電圧測定プロセスはガス試料を抽出する直前（図 4 を参照）又は試料抽出の後（図 5 を参照）に実行されれば良い。

10

【0028】

センサチャンバにおいてパージング過程の間に可燃性ガスの燃焼完了を促進するための技法は、ステップ 56 でポンプチャンバ内のガスを燃焼させることである。例えば、触媒による燃焼を促進するために、ヒータコイル 38 に Pt の薄い層を塗布しても良い。コイル 38 が加熱されると、ポンプチャンバ 36 内の可燃性ガスは、ポンプ流路 40 を通過してセンサチャンバ 16 に流入できるようになる前にほぼ燃え尽きてしまう。

【0029】

チャンバ 16 内へのガスの流れが遮断され、ステップ 56 でセンサ 12 がセンサチャンバ 16 内に既に存在する可燃性ガスを完全に燃焼させた後、ステップ 58 において、ホイートストブリッジの出力が測定される。測定値は後の使用に備えて基準電圧 V_r として制御装置のメモリにデジタル格納される。「基準電圧」(V_r) は、チャンバ 16 内へのガスの流入が遮断され、チャンバ内の可燃性物質がほぼ完全に燃え尽きた後の「可燃性物質 0 状態」のブリッジ電圧出力として定義されても良い。あるいは、基準電圧はガスが最初に試料になった後に測定されても良い。この場合に基準電圧 V_r を正確に測定するのに適する条件は、ステップ 76 で、ガス試料の流れが遮断された後（「吸い込み」の終了）に約 30 秒以上の時間間隔で実現される。

20

【0030】

制御装置 24 はヒータ 38 をオフし、薄膜ヒータコイル 38 を冷却させるが、この冷却には、通常、約 1 から 3 秒を要する。ヒータ 38 及びポンプチャンバ内のガスが冷却されている間、ステップ 60、72 でポンプは部屋 30 から所定量の試料ガスを吸い込む。ポンプは部屋ボリューム 30 から既知の一定量（通常は少量）のガスの試料を拡散制限流路 32 を介してセンサチャンバ 16 の中へ吸い込む。

30

【0031】

ステップ 62、74 で、吸い込まれたガス試料の中の可燃性ガスは触媒感知ビード 42 において燃焼される。オプションとして、可燃性物質がほぼ完全に燃え尽きるまで（通常は約 30 秒間）、ガス試料はチャンバ 16 の内部にとどまっても良い。この時点で、ステップ 76 においてセンサ出力は基準電圧 V_r として測定される。

【0032】

ポンプの「吸い込み」中、ガス試料は制御された量でセンサチャンバ内へ急速に引き込まれる。ガス試料中の可燃性物質が燃焼している間、感知ビード 42 の温度は一時的に上昇し、ビード抵抗に変化を生じさせる。感知ビードの温度の上昇の結果、ホイートストブリッジは感知ビード温度を示すブリッジ出力電圧 V_m を発生する。ブリッジ出力電圧は、ステップ 62 で、1 回以上のガス試料測定時間に測定される。

40

【0033】

ステップ 64、78 で、ガス試料がポンプにより「吸い込まれた」後、制御装置は 1 回以上の試料測定時間の V_r と V_m の差を判定することにより試料ガスにおける可燃性ガス濃度を検出する。このように電圧の差を連続して測定することにより、制御装置は、ステップ 66、80 において、メモリに格納されたルックアップテーブルを使用して試料ガス中の可燃性ガス濃度の正確且つ精密な読み取り値を生成することができる。ルックアップテ

50

ーブルは差電圧測定値を試料ガスの燃焼温度に変換する。

【0034】

周囲背景ガスの変化はセンサを頻繁にゼロ化することにより補償され、可燃性ガス濃度の差センサ測定値に影響を及ぼさない。

【0035】

触媒センサビードの温度は上昇し、その後、可燃性ガスを含む「吸い込まれた」試料が燃焼するにつれて、試料がチャンバ16内でほぼ完全に燃え尽きるまで温度は下がる。検出器10の一実施例について実施された実験に基づけば、ブリッジ出力の動的特性は可燃性ガスの種類及び/又は試料中に同時に存在する2種類以上の可燃性ガスの濃度の比によって決まる。例えば、最大燃焼速度及びその後の最大ブリッジ出力電圧は、可燃性物質として水素のみを含むガス試料の「吸い込み」後、約5秒で実現され、COのみを含む試料の場合には約9秒で実現される。このデータは2秒未満のガス試料「吸い込み」時間に基づいている。H₂/COガス混合物の場合、最大燃焼速度(最大ブリッジ出力電圧により示される)は5から9秒の間隔の間に徐々に変化し、それに伴って混合物中のCO濃度はH₂に対して相対的に増加する。チャンバ16内へ新たなガス試料が急速に導入されるために起こるセンサ12の温度上昇の速度は、可燃性ガス混合物の組成を示す。感知ビードの温度上昇の速度は、例えば、「吸い込み」周期に続くいくつかの時間間隔でホイートストンブリッジ出力を測定することにより判定できる。可燃性ガスが燃焼する速度は、試料中の特定の可燃性ガスの拡散係数と、触媒温度によって決まる。そうでなければ、感知ビード42の温度上昇の振幅は低いセンサ検出限界から可燃性ガス濃度の数パーセントの範囲で可燃性ガスの濃度に比例する。

10

20

【0036】

一般に、可燃性ガスの組成の相違による感知ビードの加熱の振幅および速度の変化は、制御装置24に可燃性ガスの種類及び濃度を識別させるか、又は部屋ボリウム30からセンサエンクロージャ16内へ引き込まれるガス試料中の2つの可燃性ガスの比を評価させることにより解析できる。

【0037】

H₂濃度とCO濃度の比、並びにそれらのガスの混合物の濃度を実質的に十分な正確さで判定するために簡易アルゴリズムを使用しても良いであろうということが実験により判明している。この目的のために、ガス試料「吸い込み」に続いて、3つの異なる時間間隔で3つのホイートストンブリッジ出力V₅、V₁₂及びV_rがそれぞれ測定される。「吸い込み」開始(吸い込みの持続時間は約1秒である)から電圧測定までの時間間隔(遅延)は、V₅、V₁₂及びV_rについて、それぞれ5秒、12秒、30秒である。差V₁₂-V_rはCOとH₂の濃度の和を表す(それらのガスの試料ガスにおける比とは無関係である)ことがわかっており、これを使用して、制御装置24にルックアップテーブルを使用させることによりCO及びH₂という可燃性物質の濃度を判定することができる。比(V₅-V_r)/(V₁₂-V_r)は一般に0.9から1.7の範囲にあり、実際にはCO/H₂比に対して直線的な関係にあって、0.9の比は100%COに相当し、1.7の比は100%H₂に相当する。タイミング及び/又は(V₅-V_r)/(V₁₂-V_r)比等値は特定のセンサの種類及びセンサチャンバの幾何学的特性に特有であっても良い。一般に、予備校正が必要になるであろう。(V₅-V_r)/(V₁₂-V_r)を判定することにより、CO及びH₂の各々についてガス濃度を判定できる。従って、1回の測定サイクルから、センサビードの同じ温度で、COとH₂の個別の濃度レベル及び組み合わせ濃度レベルを判定することができる。差電圧(V₅-V_r)及び(V₁₂-V_r)はステップ64で測定される。ステップ66では、制御装置がCO対H₂比ルックアップテーブルを比較して使用し、線形近似を実行することにより、COとH₂の総濃度(個別及び和)を求めることができるであろう。

30

40

【0038】

COとH₂の濃度を相対的に高い正確さで判定するためには、1分以上の測定サイクルが要求されるであろう。可燃性ガスに関するガス試料の組成がわかっており、可燃性ガス

50

の和が唯一の関心事項である場合には、これより著しく短い測定サイクルが使用されても良い。あるいは、制御装置においてソフトウェアで切り替えを開始しつつ、短い測定サイクルと長い測定サイクルを交互に実行することも可能である。例えば、「長い」測定サイクルを使用することにより、制御装置はある所定のプロセスでCO/H₂比を最初に一度測定できる。その後、制御装置は、測定されたCO/H₂比が一定の既知の量（最前の長いサイクルで測定された）であると想定する「高速」測定サイクルを自動的に適用しても良い。制御装置は、CO/H₂比を再度測定するために、周期的に長いサイクルを実行しても良い。

【0039】

ガス試料抽出（「吸い込み」）の時間間隔が相対的に短い場合、実際にはセンサ信号全体の交番部分である、測定サイクル中のセンサ出力の最大値と最小値の差を測定することにより、可燃性物質の組み合わせ濃度を判定できる。

10

【0040】

検出器は、ステップ66で、測定サイクル終了ごとに「ゼロ」自動校正を自動的に実行する。自動ゼロ化方法は、検出器が測定サイクル中の感知ビードの温度の変化を約0.002まで検出することにより、試料ガスにおける少量の可燃性物質の正確な測定を可能にする。自動ゼロ化は、ステップ76のように「吸い込み」過程の終了時に、又はステップ58のように「吐き出し」過程の終了直前に基準センサ出力（V_r）を測定することにより実行されても良い。

【0041】

測定サイクルの間、検出器は少量のガス試料、例えば、0.1ccから1ccをセンサチャンバ16内へ「吸い込んで」も良い。チャンバは約2ccの容積を有すると考えられるので、少量のガス試料は（ガス試料より相当に大きいチャンバ容積を有するチャンバに入るときに）希釈される。発明者の実験においては、検出器は空気中の「外部」H₂濃度を8%（2LEL）まで高い信頼性で測定した。

20

【0042】

感度の自動校正は周期的に、たとえば、数分ごとから数時間に1回のペースで実行されても良い。周囲水分型電解槽が使用される場合、試料ガスから戻される電解水を補給することにより、再校正サイクル時間は制限される。通常、1回の校正に必要なとされる5mm³から10mm³のH₂は、30露点（霜点）（DP）条件の下であっても約20分で周囲水分により補給されるのが理想的である。DPが高くなるほど、周囲水分による補給は速くなる。現実には、特にDPの低いガス試料に対しては、補給に1時間を超える時間が要求されるであろう。煙道ガスのDP温度は通常は+50に近いたため、水分制限は煙道ガス解析に関しては問題ではない。空気中に、LELよりかなり低い濃度であっても水素又は炭化水素が存在する場合、センサにおける燃焼によって著しく大量の水分が発生されるであろうということに注意すべきである。

30

【0043】

図6に示すように、感度校正は、ステップ82に示すとおり、残留するガス部分をポンプでチャンバ16を介して、更に外部の部屋まで排出する定期（第1回）ポンプ「吐き出し」から始まる。センサ出力（V₀）は「吐き出し」開始から所定の時間遅延を経て測定される（ステップ84）。定期「吸い込み」（ステップ86）の後、次の（第2回）「吐き出し」過程の開始前に、ステップ88で、電解槽50のエンクロージャ51の内部に一定量の水素を発生するために電解槽50に所定の量の電気が通される。この目的のために、電解槽には、例えば、1mAから10mAの範囲の一定の電流が一定の期間、例えば、1秒から10秒にわたり供給される。この水素発生周期は、定期試料ガス測定中のポンプ「吐き出し」過程と「吸い込み」過程の間の周期より短いのが好ましい。発生される、例えば、0.1mm³から10mm³程度の相対的に少量の水素は、通常、校正には十分である。

40

【0044】

ステップ90で、ポンプは2回目の「吐き出し」を実行する。この2回目の「吐き出し

50

」の間にポンプから電解槽のチャンバ51を介してチャンバ16へ搬送されるガス部分は、電解槽で発生された一定量の水素を含む。ステップ92では、水素の燃焼中に、2回目の「吐き出し」から好ましくは1回目の「吐き出し」の開始の後の V_0 と同じ時間遅延を伴って、センサ出力(V_c)が測定される。この時間遅延は、通常、2秒から10秒であるが、最適の値はセンサチャンバへ試料として導入される水素の最大燃焼速度の時間に相当し、通常は6秒に近い。「吐き出される」ガスの量が制御されており(一定であり)、また、発生される水素の量が繰り返し可能であるため、更に長い期間、たとえば、数年間にわたり、十分に高い正確さ及び繰り返し精度をもって校正プロセスを、例えば、数時間ごとに繰り返すことができる。電解水は周囲環境から補給されるので、電解槽は何年にもわたり手作業による点検を必要としないであろう。

10

【0045】

ステップ94では、 V_c と V_0 の差が制御装置24により評価され、メモリに格納されている、この差の許容範囲と比較される。センサの感度が十分であれば、 V_c と V_0 の差は所定の範囲内にある。ステップ94では、 $V_c - V_0$ 比較に基づいて、センサの感度及びセンサ調整に関する決定又は自動アクションが実行される。 V_0 及び V_c は V_r に関する差信号として測定されるか、あるいは絶対値として測定されれば良い。いずれにせよ、 V_0 を V_c から減算する間に V_r は相殺される。

【0046】

図6に示すゼロ感知方法の場合、校正サイクルが終了するたびに自動校正によりセンサの無力化を迅速に検出できる。測定サイクルの「吐き出し」段階の間に感度校正が実行されるため、校正は実質的に検出器ユーザに対して透明であり、定期LEL測定を妨害又は中断しない。水素と並行して発生される相対的に少量の酸素は、ガス試料中に通常はそれより著しく多い量の O_2 が既に存在しているために、センサ校正の正確さに影響を及ぼさない。

20

【0047】

ここで開示した検出器10は、長期間安定性を改善し、校正に要求される条件を最小限に抑えるために各々の測定から次の測定までの間に透明自動「ゼロ化」を実行すること；センサ無力化成分を含む可能性があるガス試料に感知ビードがさらされるのを抑制すること；煙道ガス解析に特に適用できると考えられる CO と H_2 の濃度の別個の測定を実行すること； ± 10 ppm(百万分率)までの検出感度レベルで可燃性ガスの濃度を測定すること；ガスタービンエンクロージャの内部などの周囲ガス流量が大きい適用用途において可燃性物質を測定すること；センサを試料抽出ポイントから数メートルまでの遠隔場所に配置できること；センサがオンラインである間にセンサ感度を自動的に監視し、調整すること；後の測定に備えて急速にセンサを回復しつつ、LELレベルを著しく超えるレベルの可燃性物質の濃度を高い信頼性で測定することなどの特徴及び機能を含んでいても良い。

30

【0048】

ここで説明するようなゼロ校正及び感度校正は、センサにおける補助的で、相対的に稀な(例えば、数時間に1回)手続きとして共に採用されても良く、そのような校正がなければLEL検出器の高速応答条件を満たすためにガス試料抽出は中断され、周知の標準ブリッジ出力測定が実行されることになる。

40

【0049】

本発明を現時点で最も実用的で好ましい実施例であると考えられるものに関連して説明したが、本発明は開示された実施例に限定されるべきではなく、また、特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】**【0050】**

【図1】可燃性ガス検出器の第1の実施例を横断面で示す概略図。

【図2】図1に示す可燃性ガス検出器の触媒ビードおよび基準ビードの流通エンクロージャ

50

ヤを横断面で示す概略図。

【図3】可燃性ガス検出器の第2の実施例を横断面で示す概略図。

【図4】ガス試料抽出プロセス及び校正プロセスのフローチャート。

【図5】ガス試料抽出プロセス及び校正プロセスのフローチャート。

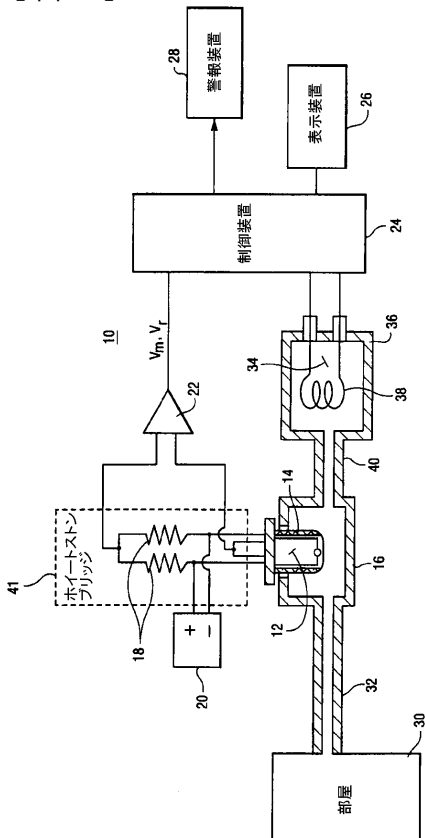
【図6】ガス試料抽出プロセス及び校正プロセスのフローチャート。

【符号の説明】

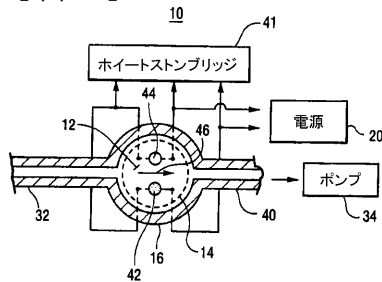
【0051】

10 ... 可燃性ガス検出器、12 ... 可燃性ガスセンサ、14 ... 保護エンクロージャ、16 ... 流通チャンバ、24 ... 制御装置、30 ... 周囲ガスボリューム、32 ... 拡散制限流路、34 ... 試料抽出用ポンプ、36 ... 密閉ポンプチャンバ、38 ... ヒータコイル、40 ... 排出流路、41 ... ホイートストンブリッジ、42 ... 触媒感知ビード、44 ... 基準ビード

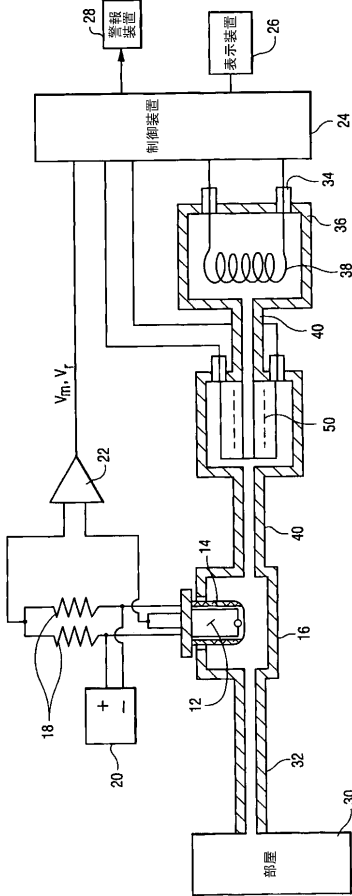
【図1】



【図2】

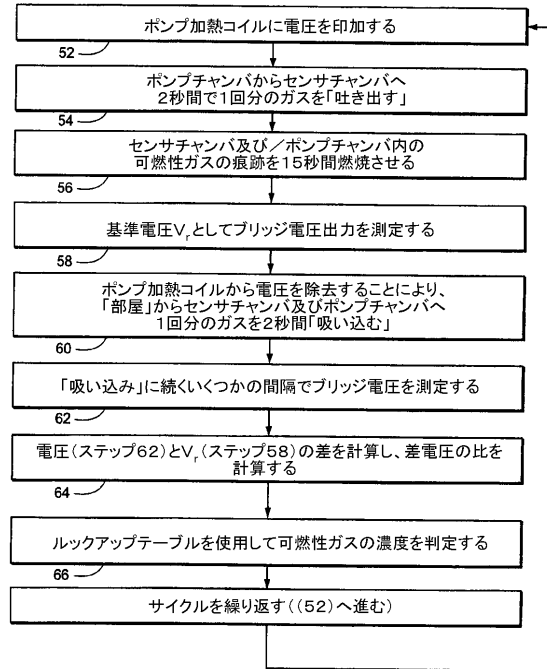


【図3】



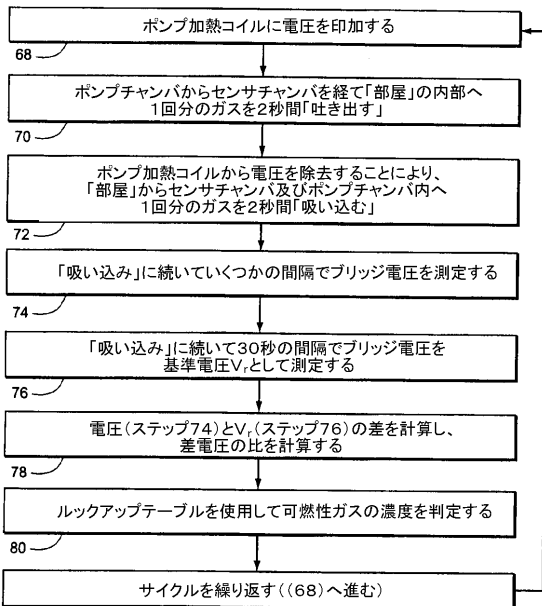
【図4】

自動「ゼロ化」を伴う測定サイクル (第1のオプション)



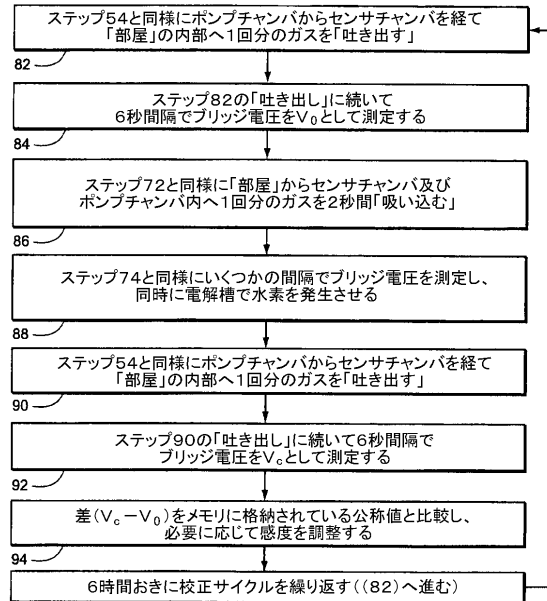
【図5】

自動「ゼロ化」を伴う測定サイクル (第2のオプション)



【図6】

感度自動校正を伴う測定サイクル



フロントページの続き

(72)発明者 ユゼフ・ゴークフェルド

アメリカ合衆国、マサチューセッツ州、ウォルサム、プロスペクト・ヒル・ロード、209番
Fターム(参考) 2G060 AA02 AE19 AF07 BA03 BC03 BC05 BC07 BD02 HC10 HC24