

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4338927号
(P4338927)

(45) 発行日 平成21年10月7日 (2009. 10. 7)

(24) 登録日 平成21年7月10日 (2009. 7. 10)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 K 17/00 (2006. 01)	GO 1 K 17/00 A
F 2 3 K 5/00 (2006. 01)	F 2 3 K 5/00 3 O 2
GO 1 F 1/84 (2006. 01)	GO 1 F 1/84
GO 1 N 25/22 (2006. 01)	GO 1 N 25/22

請求項の数 21 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-560631 (P2001-560631)	(73) 特許権者	592225504
(86) (22) 出願日	平成13年1月11日 (2001. 1. 11)		マイクロ・モーション・インコーポレーテッド
(65) 公表番号	特表2003-523508 (P2003-523508A)		Micro Motion Incorporated
(43) 公表日	平成15年8月5日 (2003. 8. 5)		アメリカ合衆国コロラド州80301, ボールダー, ウィンチェスター・サークル7070
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/001005		
(87) 国際公開番号	W02001/061285	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開日	平成13年8月23日 (2001. 8. 23)		弁理士 社本 一夫
審査請求日	平成18年6月8日 (2006. 6. 8)	(74) 代理人	100076691
(31) 優先権主張番号	09/505, 276		弁理士 増井 忠式
(32) 優先日	平成12年2月16日 (2000. 2. 16)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 質量流量およびエネルギー含量を計測する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の成分を有する流れストリーム（106）に関する実時間テレメトリを提供するのに用いられる計量装置（100）であって、質量流量計（102）を流れる前記流れストリームの質量流量を表わす第1の信号を生成して該第1の信号を伝送する質量流量計を備える計量装置において、

前記流れストリームが通過するアナライザ（110）であって、前記流れストリームの成分比率を決定して、前記成分比率を表す第2の信号を生成するアナライザと、

コントローラ（112）であって、

前記第1の信号と前記第2の信号を受け取り（P202）、

前記第1の信号と前記第2の信号を、前記質量流量と前記成分比率と該成分比率に対応する成分の質量に基づくエネルギー値とを乗算することによって処理し、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量を生成し（P204）、

前記流れストリームの前記の質量に基づくエネルギー含量を表わす出力を生成する（P206）

よう構成された回路を備えたコントローラと、

を具備する計量装置。

【請求項 2】

前記コントローラが、前記第1の信号に対応する質量と単位質量あたりの一定の仮定エネルギー含量とを乗算する回路を備える、請求項1記載の計量装置（100）。

10

20

【請求項 3】

前記コントローラ（１１２）に結合され、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量に基づいて前記流れストリームを制御するスロットル（１１８）を備える、請求項１記載の計量装置（１００）。

【請求項 4】

前記質量流量計（１０２）がコリオリ質量流量計である、請求項１記載の計量装置（１００）。

【請求項 5】

前記コントローラが、前記コリオリ流量計から前記第１の信号を受取り、前記第１の信号から前記流れストリーム（１０６）からの典型的な密度の読み値を決定するよう構成された回路を更に含む、請求項４記載の計量装置（１００）。 10

【請求項 6】

前記質量流量計（１０２）が密度計である、請求項１記載の計量装置（１００）。

【請求項 7】

前記コントローラ（１１２）が、前記密度計から得た情報に基づいて、前記流れストリーム（１０６）に対する、エンタルピに関係する値を決定する回路を含む、請求項６記載の計量装置（１００）。

【請求項 8】

前記流れストリーム（１０６）に接続されて前記コントローラ（１１２）に第３の信号を伝送するクロマトグラフを更に備える、請求項１記載の計量装置（１００）。 20

【請求項 9】

前記コントローラ（１１２）が、前記クロマトグラフから得た情報に基づいて、エンタルピに関係する値を計算するよう構成された回路を含む、請求項８記載の計量装置（１００）。

【請求項 10】

前記スロットル（１１８）が、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリーム（１０６）を制御し、前記予め選定されたパラメータが、燃焼による解放のための実質的に一定の比率のエネルギーの供給である、請求項３記載の計量装置（１００）。

【請求項 11】

前記スロットル（１１８）が、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリーム（１０６）を制御し、前記予め選定されたパラメータが、燃焼装置（１０８）に対する望ましい運転範囲内の比率でのエネルギーの供給である、請求項３記載の計量装置（１００）。 30

【請求項 12】

前記スロットル（１１８）が、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリーム（１０６）を制御し、前記予め選定されたパラメータが、前記流れストリームにおけるエネルギー含量の時間管理された販売の供給である、請求項３記載の計量装置（１００）。

【請求項 13】

複数の成分を持つ流れストリーム（１０６）に関する実時間テレメトリを提供する方法（Ｐ２００）であって、 40

前記流れストリームにおける質量流量を計測し、該質量流量を表す第１の信号を提供するステップと、

前記流れストリームの成分比率を決定し、該成分比率を表す第２の信号を生成するステップと、

前記第１の信号と前記第２の信号を、前記質量流量と前記成分比率と該成分比率に対応する成分の質量に基づくエネルギー値とを乗算することによって処理し、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量を生成するステップ（Ｐ２０４）と、

前記流れストリームの前記の質量に基づくエネルギー含量を表わす出力を生成するステップ（Ｐ２０６）と、を含む方法。 50

【請求項 14】

前記流れストリーム（106）に対する代表的な密度を決定するステップを含む、請求項 13 記載の方法（P200）。

【請求項 15】

前記流れストリーム（106）の密度を、密度計から得られる前記代表的な密度に基づく、エンタルピに関係する値と関連付けるステップを更に含む、請求項 14 記載の方法。

【請求項 16】

前記流れストリーム（106）を分析する前記ステップが、クロマトグラフを用いて前期流れストリームを分析することを含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 17】

前記クロマトグラフから得る情報に基づいて、エンタルピに関係する値を計算するステップを更に含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 18】

前記流れストリームにおけるエネルギー含量の供給のため、予め選定されたパラメータの変動に応答して前記流れストリーム（106）を調整するステップ（P208）を含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 19】

前記予め選定されたパラメータが、燃焼による解放のための実質的に一定の比率のエネルギーの供給である、請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

前記予め選定されたパラメータが、燃焼装置に対する望ましい運転範囲内の比率におけるエネルギーの供給である、請求項 18 記載の方法。

【請求項 21】

前記予め選定されたパラメータが、前記流れストリーム（106）におけるエネルギー含量の時間的に管理された販売の供給である、請求項 18 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

発明の背景

1. 発明の分野

本発明は、コリオリ流量計のような質量流量計装置の分野に関する。特に、当該計量装置は、優れた計測精度を得るため、流れストリームにおける流体の組成を実時間で質量分率により決定する他の装置または評価手法と組合わせて用いられる。

2. 課題の記述

石油化学的液体および気体を消費しあるいは輸送する工業プロセスは、単一混合物においてメタン、エタン、プロパンおよびブタンなどの化合物の混合物をしばしば用いる。単一形式の化合物からなる混合物全体の百分比を知ることが、しばしば重要である。このことから、混合物中の化合物の表示はモル分率または質量分率によって論じられることが多い。用語「質量分率」とは、質量に基づいて単一の化合物あるいは化合物群に割り当てられる混合物の百分比を意味する。同様に、用語「モル分率」は、モルに基づいて単一の化合物あるいは化合物群に割り当てられる混合物の百分比を意味する。種々の経験的相関あるいは密度の計測を用いて質量へ変換される、混合流の体積測定に基づいてモル分率または質量分率を計算することが、従来の慣例であった。この変換プロセスは、質量分率決定に不確定性と誤差を導入することになる。

【0002】

流れストリームから質量分率またはモル分率を確認することが望ましい特定の例が、石油化学精製産業に存在する。技術者は、例えば、純酸素からの助けでナフタレンまたは原油と高温ガスの混合物を用いて 2000 °F での燃焼により石油からエチレンを直接作る火災分解プロセスにおいて行うように、供給原料を精製品へ変換する種々の供給原料の分解においてプロセス効率を常に検討している。原油の性質およびガスの利用可能性に依存して、反応温度およびタイミングが反応容器の使用からの経済的回収を最適化するように

10

20

30

40

50

調整される。このような一般的な形式の計算にとって、流れストリームにおける組成分率に基づく質量バランス計算がしばしば不可欠である。プロセス微調整に関しては、到来する燃料ストリームの組成比率を知ることが有用であるばかりでなく、反応生成物の組成比率を知ることにもまた有用である。これらの計測は、典型的には、質量比率ではなく体積比率に基づいて実施される。

【0003】

流れストリームの分率内訳を知ることが望ましい別の特定の例が、天然ガスその他の燃料の輸送および配分のためのパイプラインの使用において存在する。燃料は典型的には体積に基づいて販売されるが、発熱量は時間に対する燃料組成の変動に依存して、一定の体積であっても50パーセント以上変動し得る。

10

【0004】

質量分率の分析が必要な更に別の例は、質量および体積のいずれもが計測されない場合に存在する。例えば、内燃機関あるいは産業用ボイラーは、電気を生産するため燃料を燃焼するという特別目的のために作動される。内燃機関は、このような目的のために小型発電機を回すのに用いられる。ボイラーは、比較的大型の発電機を駆動する蒸気を作るのに用いられる。最終目標はこれらの燃料からのエネルギーを利用することであるが、内燃機関に対するエネルギー・スループットは計測されない。

【0005】

仕事出力および系のエネルギー損失の分析に基づいて、原料油中に存在する化学的に利用可能なエネルギーの直接的あるいは間接的な計測を行うことは、実質的に不可能である。燃焼行為は例えば40%ないし60%の効率損失と関連しており、供給原料に蓄えられた化学的に利用可能なエネルギーの一部は、有効な仕事へ変換されないため、エントロピーへと失われる。例えば、熱は、対流および輻射の移動により失われる。燃焼の発熱的性質に起因して排気ガスの温度は上昇する。燃料は一貫した特性を持つことがほとんどない。これらの要因が集まって、機械的装置における効率あるいは切迫した機械的故障の標識として燃焼効率を監視するのを妨げる。

20

【0006】

ボイラーおよび内燃機関は、異なる燃料を用いるよう適合される。例えば、二目的型ボイラーは、気体原料での使用から液体原料での使用へ容易に変換され得る。この種の切換え型ボイラーは公共サービス企業セクターにおける用途を有しており、電気会社は燃料経費を最小化するため、あるいは規制排出レベルを低減するため、燃料の切換えを行うことを欲する。気体燃料の性質および成分が未知のとき、ボイラーを油から気体へ切換え、油の代わりとなるにはどれだけの気体を消費すべきかを確認することは極めて困難である。

30

【0007】

供給原料の変更が油から天然ガスへの切換えの場合ほど劇的でない場合でも、供給原料自体は品質および組成において時間的に変動する。二酸化炭素、窒素、水および硫化水素を含む希釈剤は、天然ガスの流れストリームにおいて一般に見出される。また、天然ガスにおける成分の相対比率は、選択された生産地域における油井間の変動に加えて、生産地域による大きな変動を有する。このため、メキシコ湾地域から生産されるガスは、ナイジェリアまたはカルフォルニアで生産されるガスよりも低い比重とエネルギー含量を持つ。同様に、原油の性質は、タール状の物質から、容易に流動して明るい茶色を有する薄い油まで変動する。輸送においては、個々の流れストリームは、生産地域から消費地域までパイプラインあるいは船で輸送されるとき、混合され合成される。各流れストリームには、それ自体の組成と固有の発熱値とがある。

40

【0008】

機関またはボイラーは、燃焼する燃料の性質と品質とに依存して、異なる効率で作動する。機関が一定速度で回転する場合でさえ、希釈剤の添加による供給原料成分の変化で、機関から利用可能なトルクが低下することがある。同様に、ボイラーは蒸気の発生を減らす。燃焼装置は、天然ガス供給源がメタンを比較的多く含むものに変わるならば、効率の低下あるいは改善を受け得る。燃料の発熱量のみが既知であっても、一定のエネルギー供給

50

源あるいは装置の動作を所望の範囲内に入れて最適な燃料効率を達成するように、体積流量または質量流量の変化のような予め選定されたパラメータに従って燃焼装置の作動条件を変更することは可能である。

【0009】

スネル等の1996年12月の論文「オーストラリア大型計測システム・プロジェクトの多経路超音波計の設置 (Installation of Multipath Ultrasonic Meters on a Major Australian Metering System Project)」における報告のように、多経路超音波流量計（体積型流量計）が、輸送システムから地域分配システムまでの全ての流出部における保税転送流量計として用いられるためにオーストラリア天然ガス・パイプラインに設置された。該流量計は、流れストリームの成分を分析するガス・クロマトグラフとそれぞれ結合された。質量流量計測値は体積へ変換され、体積に基づくエンタルピ値が流れストリームに対して計算された。研究において超音波流量計は流量に対する体積とエネルギー含量との計測の不確定性が最小であると報告されたので、超音波流量計が研究のため選定された。質量流量の読取り値を体積へ変換するためAGA式を用いて体積流量の計測値を得る考え得る代替物として、コリオリ流量計が挙げられたが、コリオリ流量計もまた、エネルギー計測に最大の不確定性を呈する（すなわち、超音波流量計の1.0%に対して3.0%である）ものとして特徴付けられた。検討時の全ての形式の流量計に対する全てのエネルギー不確定性は、体積不確定性よりも大きいものとして示された。

【0010】

上の論議に示されたように、流れストリームにおける質量分率の正確な実時間決定を提供し得る、質量に基づく計測装置は、石油化学精製における質量バランス計算を容易にすると共に、低下したレベルでエネルギー値を貯蓄し販売する能力に新たな視点を開くことになる。

【0011】

解

本発明は、流れストリームの質量分率に関して極めて正確な直接計測が可能な計量装置を提供することにより、先に概説した諸問題を克服する。これらの質量分率は、石油化学精製設備における質量バランス計算や、流れストリームから得られる熱含量その他の、エンタルピと関係する値に関連付けられる。精度は、質量分率の確認に先立つ条件として、質量に基づく流量測定値を体積測定値へ変換するこれまでの必要性を無くすことによって向上される。

【0012】

計量装置は、多くの成分を持つ流れストリームにおける質量分率に関する実時間テレメトリを提供するのに用いられる。コリオリ質量流量計あるいは質量に基づく他の流量計は、流れストリームにおける質量流量を計測し、質量流量を表わす第1の信号を提供するのに用いられる。流れストリームの成分比率を決定し、成分比率を表わす第2の信号を提供するため、クロマトグラフ、経験的相関と組合わされた密度または圧力の計測、あるいは流れストリームの内容を分析するための他の手段が用いられる。

【0013】

望ましい実施の形態においては、中央プロセッサ、コンピュータあるいはコントローラが、分析する手段から受取る第1の信号および第2の信号を解釈して、流れストリームにおけるエネルギー値を表わす出力を提供するのに用いられる。エネルギー値は、質量流量と、成分比率と、成分比率に対応する成分の質量に基づくエネルギー値とを乗じることによって得られる。この計算手法が有利なのは、実際の気体の非理想的な挙動を近似する相関のような中間的相関を最小限に抑えながら、流れストリームにおけるエネルギー含量の直接的なまたは質量に基づく計算を可能にするからである。

【0014】

更に他の望ましい実施の形態においては、エネルギー計量装置は、予め選定されたパラメータに基づいて流れストリームのエネルギー含量に基づく流量を制御するため、スロットル

と結合される。本発明の原理によれば、予め選定されたパラメータは、燃焼により解放される実質的に一定の比率のエネルギーの供給、燃焼装置における望ましい運転範囲内の比率でのエネルギーの供給、あるいは流れストリームにおけるエネルギー含量の時間的に管理された販売の供給を含み得る。

【0015】

質量流量計がコリオリ流量計であるとき、該流量計は密度計としても用いることができ、密度の読み値は、成分比率の分析のためのクロマトグラフの使用に代わるものとして、流れストリームをエネルギー含量の経験的相関と関連付けるために用いることができる。

【0016】

本発明の上記の目的および利点ならびに本発明の他の諸特徴は、添付図面に関して以降の記述を読むことにより当業者には明らかになるであろう。本発明の一つの特質は、

複数の成分を有する流れストリームに関する実時間テレメトリを提供するのに用いられる計量装置であって、質量流量計を流れる前記流れストリームの質量流量を表わす第1の信号を生成して該第1の信号を伝送する質量流量計を備える計量装置において、

前記流れストリームが通過するアナライザであって、前記流れストリームの成分比率を決定して、前記成分比率を表す第2の信号を生成するアナライザと、

コントローラであって、

前記第1の信号と前記第2の信号を受け取り、

前記第1の信号と前記第2の信号を、前記質量流量と前記成分比率と該成分比率に対応する成分の質量に基づくエネルギー値とを乗算することによって処理し、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量を生成し、

前記流れストリームの前記の質量に基づくエネルギー含量を表わす出力を生成するよう構成された回路を備えたコントローラと、
を具備する計量装置、
である。

【0017】

他の特質は、前記コントローラが、前記第1の信号に対応する質量と単位質量あたりの一定の假定エネルギー含量とを乗算する回路を備えることである。

他の特質は、前記コントローラに結合され、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量に基づいて前記流れストリームを制御するスロットルを備えることである。

【0018】

他の特質は、前記質量流量計がコリオリ質量流量計であることである。

他の特質は、前記コントローラが、前記コリオリ流量計から前記第1の信号を受取り、前記第1の信号から前記流れストリームからの典型的な密度の読み値を決定するよう構成された回路を更に含むことである。

【0019】

他の特質は、前記質量流量計が密度計であることである。

他の特質は、前記コントローラが、前記密度計から得た情報に基づいて、前記流れストリームに対する、エンタルピに関係する値を決定する回路を含むことである。

【0020】

他の特質は、前記流れストリームに接続されて前記コントローラに第3の信号を伝送するクロマトグラフである。

他の特質は、前記コントローラが、前記クロマトグラフから得た情報に基づいて、エンタルピに関係する値を計算するよう構成された回路を含むことである。

【0021】

他の特質は、前記スロットルが、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリームを制御し、前記予め選定されたパラメータが、燃焼による解放のための実質的に一定の比率のエネルギーの供給であることである。

【0022】

他の特質は、前記スロットルが、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリ

10

20

30

40

50

ームを制御し、前記予め選定されたパラメータが、燃焼装置に対する望ましい運転範囲内の比率でのエネルギーの供給であることである。

【0023】

他の特質は、前記スロットルが、予め選定されたパラメータに基づいて前記流れストリームを制御し、前記予め選定されたパラメータが、前記流れストリームにおけるエネルギー含量の時間管理された販売の供給であることである。

【0024】

他の特質は、複数の成分を持つ流れストリームに関する実時間テレメトリを提供する方法であって、

前記流れストリームにおける質量流量を計測し、該質量流量を表す第1の信号を提供するステップと、

前記流れストリームの成分比率を決定し、該成分比率を表す第2の信号を生成するステップと、

前記第1の信号と前記第2の信号を、前記質量流量と前記成分比率と該成分比率に対応する成分の質量に基づくエネルギー値とを乗算することによって処理し、前記流れストリームの質量に基づくエネルギー含量を生成するステップと、

前記流れストリームの前記の質量に基づくエネルギー含量を表わす出力を生成するステップと、

を含む方法、

である。

【0025】

他の特質は、前記流れストリームに対する代表的な密度を決定することである。

他の特質は、前記流れストリームの密度を、密度計から得られる前記代表的な密度に基づく、エンタルピに関係する値と関連付けることである。

【0026】

他の特質は、前記流れストリームを分析する前記ステップが、クロマトグラフを用いて前期流れストリームを分析することを含むことである。

他の特質は、前記クロマトグラフから得る情報に基づいて、エンタルピに関係する値を計算することである。

【0027】

他の特質は、前記流れストリームにおけるエネルギー含量の供給のため、予め選定されたパラメータの変動に応答して前記流れストリームを調整することである。

【0028】

他の特質は、前記予め選定されたパラメータが、燃焼による解放のための実質的に一定の比率のエネルギーの供給であることである。

他の特質は、前記予め選定されたパラメータが、燃焼装置に対する望ましい運転範囲内の比率におけるエネルギーの供給であることである。

【0029】

他の特質は前記予め選定されたパラメータが、前記流れストリームにおけるエネルギー含量の時間的に管理された販売の供給であることである。

望ましい実施の形態の詳細な記述

エネルギー計測装置

図1は、本発明に係るエネルギー計測装置100の概略図を示している。流量計102は、ボイラーまたは機関などの燃焼装置108において最終的に使用される燃料の流れストリーム106における流量を計測するために流管104へ接続される。流れストリーム・アナライザ110も同様に、流れストリーム106の組成および性質の分析のため流管104へ接続される。アナライザ110は、流れストリームの密度あるいは比重のような固有の特性、あるいはメタン、エタン、ブタン、プロパン、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカンなどの異なる化学的合成物へ割り当てられる流れストリームの百分比を計測する。あるいは、アナライザ110は、流れストリームの一定のエネルギー

10

20

30

40

50

含量を単位質量あたり評価するコンピュータのメモリあるいはアルゴリズムを表わす。流量計102およびアナライザ110はそれぞれ直接計測を行い、これらの計測値を表わす信号をインタープリタ／コントローラ112へ回線114、116を介して送る。インタープリタ／コントローラ112は、これらの信号からの情報を入力として用いて、流れストリーム106における燃料の燃焼から利用可能なエンタルピ量または発熱値を表わす出力を与えるよう数学アルゴリズムを適用する。この出力に基づいて、インタープリタ／コントローラ112は、燃焼装置108の運転を支配する予め選定されたパラメータに基づいて、燃焼装置108へ燃料を供給するスロットルとして働く遠隔作動可能な弁118を調整する。燃焼装置は、仕事出力Wと効率損失ELとを生じる。

【0030】

流量計102は、望ましくはコリオリ流量計を含む任意の質量流量計であってよい。アナライザは、ガス・クロマトグラフ、密度計、伝導率計、あるいは流体のエネルギー含量と関連付け得る固有の流体特性を計測する他の任意の装置であってよい。流量計102がコリオリ流量計である場合、製造者の仕様に従って、従来の慣例により、流量計を振動管型密度計あるいは毛細管粘度計として用いることが可能である。これらの固有の流体特性のいずれもが、単位質量あたりの燃料のエネルギー含量と相関させることができる。このため、図1に流量計102およびアナライザ110として示された個々のブロックは、異なる動作モードを有する単一のコリオリ流量計に合体される。同様に、インタープリタ／コントローラ112は、CPUとコントローラとを一体化したものからなり、CPUとコントローラとは別個の装置であってもよい。

【0031】

動作の態様

図2は、インタープリタ／コントローラ112の動作を示す概略プロセス図を示している。インタープリタ／コントローラ112は、流量計102（図1参照）から流れストリーム106の体積流量または質量流量を表わす第1の信号を受取る。インタープリタ／コントローラ112は、アナライザ104から流れストリーム106の固有の特性または成分を表わす第2の信号を受取る。ここでの検討においては、用語「第1の信号」および「第2の信号」は、必ずしも時間的に一連のイベントを運ぶものではなく、単に信号を区別するために用いられている。これらの信号は、同時の伝送を含む任意の順序でインタープリタ／コントローラへ伝送され得る。

【0032】

ステップP204において、インタープリタ／コントローラ112は、アルゴリズム、統計的手法あるいはデータ・マッピング手法を用いて、流れストリームに対し発熱値を割り当てる。この発熱値は、燃焼により解放される燃料のエネルギー含量の、エンタルピに関係した任意の計測値である。エネルギー含量に対する代表的な値は、（乾湿を問わない）総発熱値、正味発熱値、燃焼のエンタルピおよび比熱として当該技術分野において知られる用語を含む。ステップP204からの出力はステップP206に現われ、ステップP208は、予め選定されたパラメータに従って燃焼装置108の動作を支配するインタープリタ／コントローラ調整弁118を含む。燃焼装置108の動作を支配するための適切なパラメータは、とりわけ、

- 1) 燃焼装置108における一定のエネルギー割合における消費のための一定割合での燃料エネルギーの適用、
- 2) 燃料のエネルギー含量に起因する運転効率の変動に対して補正された燃焼装置108から一定の仕事出力Wを生成する割合での燃料エネルギーの適用、
- 3) 燃焼装置108として示された形式の燃焼装置において最終的に使用される燃料のエネルギー含量に基づく燃料の販売、を含む。

【0033】

エネルギー含量アルゴリズム

流れストリームにおけるエネルギー含量を計算または評価する多くの方法が存在する。お

10

20

30

40

50

そらく、最も簡単な方法は、流れストリームにおける燃料のサンプルについて実行される研究室テストまたは計測により確認される、単位質量あたりのエネルギー含量について知識に基づく推測を行うことである。別の方法は、アダプティブ・フィルタやニューラル・ネットワークのような従来のデータ・マッピング手法の訓練において用いるための多種類の入力データを取得することである。これらの多種類の入力データは粘度、密度、温度および圧力を含み、その全ては、従来のコリオリ流量計および従来の送信器（例えば、コリオリ計測装置において用いられる温度および圧力の送信器）から取得される。更に別の代替策においては、燃料の固有特性に基づいてエネルギー含量を燃料と関連付ける能力に対して、多くの異なる種類のアルゴリズムが知られている。例えば、燃料を燃焼させるために熱量計が用いられ、熱含量は燃料の密度、粘度あるいは比重と関連付けられる。

10

【0034】

多くの工業用途に対して選択された燃料は天然ガスである。この場合、ガスの成分に関する頒布情報に基づいてガスの流れストリームの正確な発熱値を計算するのに用いることができる多くの優れたアルゴリズムが利用可能である。下記の表1は、任意の天然ガスの主要な比率を含む実質的に全ての成分に対する頒布情報の例を提供する。各流れ成分に対してKJ/gとして表わされる炭化水素に対する燃焼のエンタルピが、メタンのエネルギー含量の7ないし15%だけ変動し、プロパンおよび高級炭化水素の中ではそれより低い率で変動する、ほぼ一定の値であることが重要である。

【0035】**【表1】**

20

天然ガス成分の諸特性

成分	ガス比重	正味発熱値 (Btu/SCF)	燃焼のエンタルピー $-\Delta_c H_1$ (kJ/モル)	分子量 (g/モル)	燃焼のエンタルピー (kJ/g)
N ₂ **	0.9672	0	0	28.01	0.00
CO ₂	1.5195	0	0	44.00	0.00
H ₂ S	1.1765	588	672.4	34.08	19.73
メタン	0.5639	909.1	889.7	16.04	55.47
エタン	1.0382	1617.8	1559.1	30.07	51.85
プロパン	1.5225	2316.1	2217.0	44.10	50.27
イソブタン	2.0068	3001.1	2866.3	58.12	49.32
N-ブタン	2.0068	3010.4	2874.9	58.12	49.46
イソペンタン	2.4911	3698.3	3525.6	72.15	48.86
N-ペンタン	2.4911	3707.5	3532.4	72.15	48.96
N-ヘキサン	2.9753	4403.7	4191.1	86.18	48.63
N-ヘプタン	3.4596	5100.2	4849.3	100.20	48.40
N-オクタン	3.9439	5796.7	5507.2	114.23	48.21
N-ノナン	4.4282	6493.3	6166.4	128.26	48.08
N-デカン	4.9125	7188.6	6823.9	142.28	47.96
O ₂	1.1048	0	0	32.00	0.00
H ₂	0.0596	274	285.6	2.02	141.39
He	0.138	0	0	4.00	0.00
H ₂ O	0.622	0	0	18.02	0.00

*空気に対する (但し、空気=1とする)

【0036】

流量の計測が単位時間あたりの質量に基づいて行われる場合、本発明の原理に従って流れストリームにおける質量分率を計算することは簡単なことである。質量分率は、式(1)

【0037】

【数1】

$$(1) \quad Q_c = \sum_i^n X_{mi} Q_m$$

【0038】

に従って計算される。但し、nは流れストリーム全体における熱力学的に有意な流れ成分の総数を表わし、iは個々の流れ成分の特性を表し、 Q_c は総流れストリームの一部をなす流れ成分に割り当てられた総流れストリームの質量含量であり、 X_{mf} はクロマトグラ

フその他の計器によりこの目的のため決定された、流れ成分に割り当てられた総流れストリームの質量分率であり、 Q_m は総質量流量である。

【0039】

総エネルギー含量は、式（1）および式（2）

【0040】

【数2】

$$(2) \quad Q_E = \sum_i Q_c H_{fi}$$

10

【0041】

に基づいて計算することができる。但し、 Q_E は単位時間あたりのエネルギーにおける総エネルギー流量であり、 n は流れストリーム全体における熱力学的に有意な流れ成分の総数を表し、 i は個々の流れ成分の特性を表し、 Q_c は先に定義したとおりであり、 H_{fi} は単位質量あたりのエネルギーとして示される特定の成分に対する燃焼のエンタルピーである。 H_{fi} エンタルピー値は、反応生成物が気体状の水と CO_2 とである完全燃焼により解放されるエネルギーを意味するものと解されるが、正味発熱値、湿潤時の総発熱値および乾燥時の総発熱値、あるいは発熱値の他の任意の一般に理解される測定値を含む他の形態の発熱値の測定値を H_{fi} の代わりに用いてもよい。

20

【0042】

計器が破損していたり、特定の用途には高価過ぎたりするような、有機の流れストリームにおける炭化水素分率を分析するためのガス・クロマトグラフその他の機構が利用できない場合、エネルギー含量は、例えば表1の kJ/g 欄におけるように、単位質量あたりの一定の平均エネルギー値を仮定することによって推定される。流れストリームが気体の流れストリームである場合、流れストリームは通常は60%ないし90%のメタンを含み、良好な平均値は52ないし53 kJ/kg の範囲内にある。48 kJ/kg の値は、液の流れストリームに対して仮定される。これらの推定値は、流れストリームが過剰量の希釈剤、例えば二酸化炭素、水または硫化水素で汚染されてはいないことを前提として、典型的には3ないし5パーセント内に対して正確である。

30

【0043】

気体体積測定は、通常は当該技術分野で標準状態と呼ばれる基底または基準の圧力および温度、すなわち、60°Fおよび14.7 $psia$ を参照しなければならない。つまり、

【0044】

【数3】

$$(3) \quad Q_E = \sum_i X_{vi} Q_{vstd} H_{vstdi}$$

40

【0045】

である。但し、 Q_{vstd} は標準状態に補正された総気体流れストリームの体積流量であり、 H_{vstdi} は標準状態における単位体積あたりのエネルギーとして示される特定の成分に対する燃焼のエンタルピーであり、 X_{vi} は個々の成分に対して割り当てられた総気体流れストリームのモル分率であり、残りの項については先に定義した。また、各成分に対しては、式（4）

【0046】

【数4】

$$(4) \quad H_{vstdi} = (H_f) \times (\rho_{std}) = \left(\frac{H_{molei}}{MW_i} \right) \times \left(\frac{144 MW_i P}{1545 T Z} \right)$$

【0047】

による。但し、 H_{molei} は先の表1に示した、モルあたりのエネルギーとしての燃焼のエンタルピーであり、 MW_i は表1に示した分子量であり、 ρ_{std} は標準圧力時のガス密度であり、 P は流れシステムにおけるpsia単位の絶対圧力であり、 T は流れシステムにおける度ケルビン単位の温度であり、 Z は内部流れシステム温度および圧力における理想的な気体偏差係数であり、残りの諸項は先に定義した。

10

【0048】

このような性質の体積変換において生じる問題は、経験的相関が計算に誤差を導入することである。特に、気体偏差係数 Z は、計器の不確定性を越える程度まで不正確になり得る。この誤差源は、本発明の方法および装置によって回避される。

【0049】

当業者が理解するように、ここに述べた実施の形態は本発明の真の範囲および精神から逸脱することなく変更を受け得る。従って、発明者は、本発明の全権利を保護するため、本発明を均等論に依存させることをここに明言する。

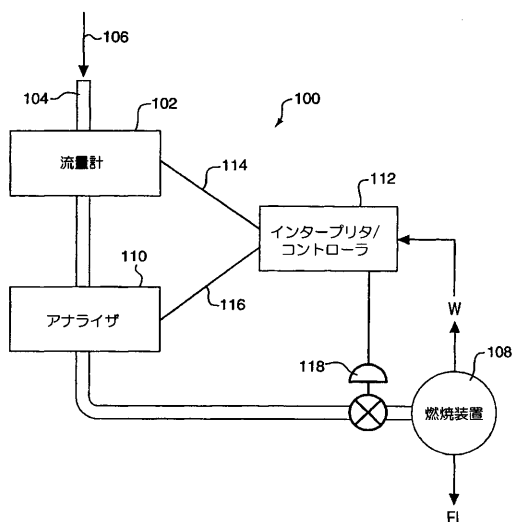
【図面の簡単な説明】

20

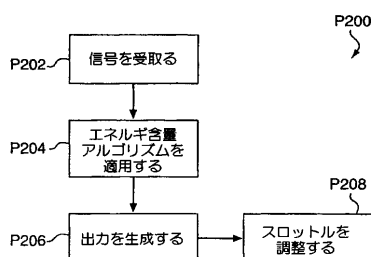
【図1】 本発明に係るエネルギー計測装置の概略図である。

【図2】 図1に示されたエネルギー計測装置を通過するエネルギー量を決定する信号インタープリタの動作を示すプロセス制御フローチャートである。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

- (74)代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男
- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100091063
弁理士 田中 英夫
- (72)発明者 パテン, アンドリュー・ティー
アメリカ合衆国コロラド州80302, ボールダー, グリーン・メドウ・レイン 123
- (72)発明者 オバニオン, トーマス・エイ
アメリカ合衆国コロラド州80503, ロングモント, ワイルドローズ・ドライブ 1498
- (72)発明者 ヴァレンタイン, ジュリー・アン
アメリカ合衆国ネバダ州89511, レノ, マウンテン・シャドウ・レイン 6020

審査官 松川 直樹

- (56)参考文献 特公平06-058173 (JP, B2)
特表平06-507725 (JP, A)
特開平05-240676 (JP, A)
特開平05-248915 (JP, A)
特開平06-201425 (JP, A)
特開平09-105656 (JP, A)
特表平08-505468 (JP, A)
伊藤 健 Takeshi Itoh, 東京ガス(株)袖ヶ浦工場における工場総合管理システム Total Management and Control System at the Sodegaura Works of TOKYO GAS CO., LTD., FUJITSU Vol. 34 No. 6, 日本, 富士通株式会社, 1983年 9月10日, 第34巻 第6号, p. 899~909

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01K 17/00
F23K 5/00
G01F 1/84
G01N 25/22