

(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2012-242011

(P2012-242011A)

(43) 公開日 平成24年12月10日 (2012. 12. 10)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 3 K 5/00 (2006.01)	F 2 3 K 5/00 3 0 3	3 K 0 0 3
F 2 3 N 5/00 (2006.01)	F 2 3 N 5/00 J	3 K 0 6 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2011-113722 (P2011-113722)	(71) 出願人	000220262 東京瓦斯株式会社 東京都港区海岸1丁目5番20号
(22) 出願日	平成23年5月20日 (2011. 5. 20)	(74) 代理人	100107490 弁理士 杉原 鉄郎
		(72) 発明者	高橋 徹 東京都港区海岸1丁目5番20号 東京瓦斯株式会社内
		Fターム(参考)	3K003 EA07 FA04 GA03 3K068 AA03 AB04 BB21 EA01

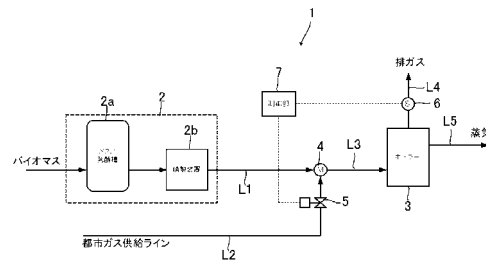
(54) 【発明の名称】 バイオガス燃焼制御システム及びその燃焼制御方法

(57) 【要約】

【課題】 発熱量が変動するバイオガスを、ガスホルダーを介在させることなく安定的に燃焼させることを可能とするバイオガス燃焼制御技術を提供する。

【課題手段】 本システムの燃焼制御系統は、ボイラー燃焼後の排気流路 L 4 に配設され、排ガス中の酸素濃度を計測する酸素濃度センサ 6 と、酸素濃度センサ 6 の検出値に基づいて都市ガス流量を制御する流量調整弁 5 と、制御系統を司る制御部 7 と、を主要構成とする。運転中は酸素濃度センサ 6 により、継続的に排ガス酸素濃度 C_{ex} が計測されている。 C_{ex} が上限、下限閾値範囲内 ($6.0\% + C_{ex} 6.0\% -$) には、現状の流量制御弁開度が維持される。 $C_{ex} > 6.0\% +$ の場合には燃料リーンの状態であるため、補助燃料ガス添加量を増大させるべく流量調整弁の開度を1段階大きくする。また、 $C_{ex} < 6.0\% -$ の場合には燃料リッチの状態であるため、補助燃料ガス添加量を減少させるべく流量調整弁の開度を1段階小さくする。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バイオガス発生設備で発生させたバイオガスをガスホルダーに貯留することなく直接、燃焼装置に送入するバイオガス燃焼制御システムであって、

発生させたバイオガスに、メタンを主成分とする補助燃料ガスを添加した混合ガスを燃焼装置に送入する手段と、

燃焼装置において混合ガスの燃焼により生じる排気ガス中の酸素濃度を計測する酸素センサと、

該酸素センサによる酸素濃度計測値に基づき、補助燃料ガス添加量を増減する流量制御手段と、を備えて成り、

バイオガスの発熱量の時間的変化に関わらず、補助燃料ガス添加量の増減により混合ガスの燃焼発熱量を所望の範囲に制御可能に構成したことを特徴とするバイオガス燃焼制御システム。

【請求項 2】

前記補助燃料ガスが、13A都市ガスであることを特徴とする請求項1に記載のバイオガス燃焼制御システム。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載のバイオガス燃焼制御システムにおいて、

バイオガスと補助燃料ガスの流量比の増減により、燃焼装置が安定燃焼する空気比に対応する排気ガス中の酸素濃度範囲に制御することを特徴とするバイオガス燃焼制御システムの燃焼制御方法。

【請求項 4】

前記酸素濃度範囲が、0 vol%乃至11.1 vol%であることを特徴とする請求項3に記載のバイオガス燃焼制御システムの燃焼制御方法。

【請求項 5】

前記酸素濃度範囲が、5.5 vol%乃至7.0 vol%であることを特徴とする請求項3に記載のバイオガス燃焼制御システムの燃焼制御方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は燃料ガス利用技術に係り、特に発熱量が変動するバイオガスをガスホルダーを介在させることなく安定的に燃焼させることを可能とするバイオガス燃焼制御技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、下水汚泥、生ゴミ、食品廃棄物等のバイオマスを嫌気性微生物を用いて発酵させて、生成するバイオガスをガス利用設備（例えば発電装置やボイラー等）の燃料として用いることが、再生可能な新エネルギー利用技術として注目されている。

バイオガスの供給に関しては、発酵段階において発生ガス量・組成が時間経過とともに変動するため、従来、ガスホルダーに一旦貯蔵して組成を安定化させた後に燃焼装置に供給することが一般的である。この場合、ガスホルダーの必要容量はガス発生量の変動並びにガス利用機器の運転態様にもよるが、燃焼装置を終日運転する場合であっても1日の発生量の1/4～1/2が必要とされている（バイオガス技術ハンドブック p 302 第1版 平成20年10月25日：株式会社オーム社）。また、ガスホルダーを介在させたとしても、供給ガスの熱量変動は完全には解消されないという問題がある。

【0003】

熱量変動を解決する手段として、発生バイオガスの熱量と流量を測定して補助燃料であるLPGを添加し、熱量一定のガスを供給する技術が提案されている（例えば特許文献1）。特許文献1のバイオガス燃焼制御システム100は、図6に示すようにメタン発酵槽

10

20

30

40

50

101で生成するバイオガスをガスホルダー102に貯留し、組成を安定化させたガスをCO₂濃度計103、供給量をガスメータ104で計測してバイオガスの熱量を演算する。バイオガスのみでは十分な熱量、燃焼性能が得られない場合には、LPG供給ライン107を介して補助燃料としてのLPG（及び空気）をミキサー108で添加する。混合ガスをガスホルダー105に貯留した後、安定燃焼可能な所定熱量に調整し燃焼装置106に供給する。なお、LPG添加量は流量調整弁109により行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-226878号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1のバイオガス燃焼制御システムを採用しても、ガスホルダーの介在が必要であり、設備の設置面積、建設費が嵩むという問題がある。

また、混合ガスの熱量測定及び制御が必要となるため、制御のための機器・装置が複雑となり、イニシャルコスト、ランニングコストが嵩むという問題がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するため、本願発明者は鋭意研究の結果、ガスホルダーの介在を不要とし、かつ、発熱量が変動するバイオガスを安定的に燃焼可能とするバイオガス燃焼制御システム及びその燃焼制御方法を発明した。

20

本発明は、以下の内容を要旨とする。すなわち、本発明に係るバイオガス燃焼制御システムは、

(1) バイオガス発生設備で発生させたバイオガスをガスホルダーに貯留することなく直接、燃焼装置に送入するバイオガス燃焼制御システムであって、

発生させたバイオガスに、メタンを主成分とする補助燃料ガスを添加した混合ガスを燃焼装置に送入する手段と、

燃焼装置において混合ガスの燃焼により生じる排気ガス中の酸素濃度を計測する酸素センサと、

30

該酸素センサによる酸素濃度計測値に基づき、補助燃料ガス添加量を増減する流量制御手段と、を備えて成り、

バイオガスの発熱量の時間的変化に関わらず、補助燃料ガス添加量の増減により混合ガスの燃焼発熱量を所望の範囲に制御可能に構成した、ことを特徴とする。

【0007】

以下、本発明の作用について説明する。不純物除去後のバイオガスは後述するようにメタン(CH₄)50-60%、二酸化炭素(CO₂)50-40%であり、組成比は発酵条件、時間経過、等により変化する。また、可燃性成分はメタンのみであるため、バイオガスの燃焼発熱量も組成比変化に対応して変化する。

このような特性を有するバイオガスを一定発熱量で安定的に燃焼させるためには、理論空気比が近接するメタンを主成分とする補助燃料ガスを添加して混焼させることが効果的である。この場合、排気ガス酸素濃度を一定に制御することにより、良好燃焼域の空気過剰率を維持することができる(図5参照)。本発明はこのような作用を利用して、ガスホルダーの介在なしにバイオガスの安定的な燃焼を可能とするものである。

40

「ガス燃焼の理論と実際」第1版p37図2・2、省エネルギーセンター、1992.10)

【0008】

(2) 前記補助燃料ガスが、13A都市ガスであることを特徴とする。

後述するように13A都市ガスはメタンを主成分とするため、補助燃料ガスとして最適であり、また、都市ガス供給網を容易に利用できるというメリットもある。

【0009】

50

また、本発明に係るバイオガス燃焼制御システムの燃焼制御方法は、
 (3) 上記各バイオガス燃焼制御システムにおいて、バイオガスと補助燃料ガスの流量比の増減により、燃焼装置が安定燃焼する空気比に対応する排気ガス中の酸素濃度範囲に制御することを特徴とする。

【0010】

(4) 上記(3)において、排気ガス中の酸素濃度範囲が、0 vol%乃至11.1 vol%であることを特徴とする。

【0011】

(5) 上記(3)において、排気ガス中の酸素濃度範囲が、5.5 vol%乃至7.0 vol%であることを特徴とする。

【0012】

空気中のCH₄の燃焼限界の空気比は0.6 - 2.0(13A都市ガスもほぼ同じ)である(前掲文献p11、表1.9)。但し、空気比 = 0.6 - 1.0では不完全燃焼域であり対象外であるから、良好燃焼域として = 1.0 - 2.0の範囲が適当である。この値に対応する酸素濃度範囲は0 vol%乃至11.1 vol%となる。

さらに、後述する実施例の検証データ(酸素濃度6.0 vol%及び6.5 vol%で検証)や燃焼装置の熱効率を考慮すると、酸素濃度範囲5.5 vol%乃至7.0 vol%(= 1.32 - 1.45)がより好ましい。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、バイオガス流量・組成変動抑制のためのガスホルダーを必要としないため、設備の設置面積、建設費の大幅な低減化が可能という効果がある。

また、熱量測定が不要となり、制御に必要な機器・装置が簡素化されるため、イニシャルコスト、ランニングコストの低減化が可能という効果がある。

また、添加用ガスとして13A都市ガスを用いる発明にあつては、理論空気比がバイオガスと近接しているため、排ガス酸素濃度の一定制御が容易という効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係るバイオガス燃焼制御システム1の構成を示す図である。

【図2】バイオガス燃焼制御システム1における燃料ガスの発熱量制御フローを示す図である。

【図3】実施例1における各ガスの燃焼発熱量及び排ガスO₂濃度の時間的変化を示す図である。

【図4】実施例2における各ガスの燃焼発熱量及び排ガスO₂濃度の時間的変化を示す図である。

【図5】13Aガス燃焼時の空気比と排ガスO₂濃度の関係を示す図である。

【図6】従来のバイオガス燃焼制御システム100の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態について、図1、2を参照してさらに詳細に説明する。なお、本発明の範囲は特許請求の範囲記載のものであって、以下の実施形態に限定されないことはいうまでもない。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態に係るバイオガス燃焼制御システム1の構成を示す図である。

バイオガス燃焼制御システム1の燃焼系統は、メタン発酵槽2a、精製装置2bを含むバイオガス発生設備2と、熱量調整用ガスである都市ガスを供給する都市ガス供給ラインL2と、精製後のバイオガスと都市ガスを混合するミキサー4と、熱量調整後の混合ガスを導入して蒸気を得るボイラー3と、を主要構成として備えている。また、本システム

10

20

30

40

50

の燃焼制御系統は、ボイラー燃焼後の排気流路 L 4 に配設され排ガス中の酸素濃度を計測する酸素濃度センサ 6 と、酸素濃度センサ 6 の検出値に基づいて都市ガス流量を制御する流量調整弁 5 と、制御系統を司る制御部 7 と、を主要構成とする。

【 0 0 1 7 】

バイオガス発生設備 2 において、不図示の前処理装置で物理化学的処理（異物除去、加熱、破碎、場合によって酸処理、アルカリ処理等）を施したバイオマスをメタン発酵槽 2 a に送入し、嫌気性微生物により分解してメタン及び二酸化炭素を主成分とするガスを生成する。バイオガス中の水分及び不純物（硫化水素、シロキサン等）は精製装置 2 b において除去する。精製後のバイオガスの組成比は原料組成や発酵槽 2 a の滞留時間によって変化するが、例えば表 1 の通りである。

10

【 0 0 1 8 】

【表 1】

成 分	組成比(vol%)
CH4	50-60%
CO2	50-40%

【 0 0 1 9 】

補助燃料ガスとして添加される都市ガスは、メタンを主成分としてプロパン、ブタン等の炭化水素ガスを含み、成分比の一例を表 2 に示す。

20

【表 2】

成 分	組成比(vol%)
CH4	89.6%
C2H6	5.6%
C3H8	3.4%
C4H10	1.4%

30

【 0 0 2 0 】

次に、ボイラー燃焼制御の内容について説明する。精製後のバイオガスと都市ガスはミキサー 4 において混合する。都市ガス添加量は後述する流量調整弁 5 の開度調整により行われる。混合ガスはボイラー 3 に供給され、ここでバーナ（図示せず）に供給される燃焼用空気により燃焼が行われる。後述するが、混合ガスと空気の比（燃焼空気比）は 1.0 - 2.0 となるように制御される。

【 0 0 2 1 】

次に図 2 を参照して、制御部 8 の指令に基づいて行われるボイラー燃焼制御の具体的内容について説明する。なお、本実施形態においてボイラー 3 は定格能力（最大燃焼量）で燃焼し、これに対応する所定の空気量が供給されるものとする。制御開始に伴い、バイオガスと都市ガスの混合ガスがボイラー 3 に供給される（S 1 0 1）、初期状態において流量制御弁開度はデフォルト開度に設定されているものとする（S 1 0 2）。次いでボイラー 3 の燃焼が開始される（S 1 0 3）。

40

運転中は酸素濃度センサ 6 により、継続的に排ガス酸素濃度 C_{ex} が計測されている。 C_{ex} が上限、下限閾値範囲内（ $6.0\% + C_{ex} 6.0\% -$ ）にある場合には（S 1 0 5 において Y E S）、現状の流量制御弁開度が維持される（S 1 0 7）。S 1 0 5 において $C_{ex} > 6.0\% +$ の場合には燃料リーンの状態であるため、補助燃料ガス添加量を増大させるべく流量調整弁の開度を 1 段階大きくする（S 1 0 6）。また、S 1 0 5 において $C_{ex} < 6.0\% -$ の場合には燃料リッチの状態であるため、補助燃料ガス添加量を

50

減少させるべく流量調整弁の開度を1段階小さくする(S108)。

以上の制御を所定の時間間隔で繰返し行うことにより、排ガス酸素濃度を(6.0 ±)%、すなわち空気比を1.3 - 1.4に制御することができる。

【0022】

なお、本実施形態においては排ガス酸素濃度を6.0% ± に制御する例を示したが、所望の空気過剰率に対応する排ガス酸素濃度に設定することができる。

また、ボイラー燃焼を定格能力で運転する例を示したが、これに限らず部分負荷で運転する態様としてもよい。この場合もそれぞれの燃焼負荷の場合の空気過剰率に対応する排ガス酸素濃度に設定して、これに基づき制御することができる。

【0023】

また、本実施形態では流量調整弁5を都市ガス供給ラインL2経路中に配設する例を示したが、混合ガスの供給ラインL3経路中に配設することもできる。

【実施例1】

【0024】

以下、本発明の1実施例の内容を説明する。図1と同様のシステム構成により、生ゴミと紙ごみを原料としてメタン発酵槽から発生するバイオガスを全量ボイラーに供給する条件で、排ガス中の酸素濃度を制御してボイラーを連続的に燃焼させた場合の混合ガスの発熱量の時間的変化を測定した。ボイラー燃焼排ガスのO₂濃度設定は6.0%とした。この値は空気比 = 1.36に該当する。

制御検証結果(8日間)を図3に示す。投入原料の加温調節のためボイラーをオン・オフ運転とする原料投入時間(月曜から金曜の午前中約2時間:グラフ中の散在点)を除き、発熱量がほぼ一定(240MJ/h)に維持された。また、期間中ボイラーの失火・異常燃焼は見られなかった。(発生バイオガスの流量・濃度の変動により発生バイオガスの熱量が変動しているが、排ガス酸素濃度、ボイラー燃焼熱量が安定している。)

【0025】

引き続き3ヶ月間長期連続制御確認を行い、ボイラーの失火・異常燃焼がないことを確認した。

以上の結果から、本発明の制御を行うことによりメタン発酵槽の下流側にホルダーを設けることなく、熱量安定の燃焼ガスが得られることが実証された。

【実施例2】

【0026】

さらに、ボイラー燃焼排ガスのO₂濃度を6.5%(= 1.40)に設定し、その他は実施例1とど同一条件でボイラーを連続的に燃焼させ、混合ガスの発熱量の時間的変化を測定した。

制御検証結果を図4に示す。この条件においても発熱量はほぼ一定(210MJ/h)に維持され、期間中ボイラーの失火・異常燃焼も見られなかった。

【産業上の利用可能性】

【0027】

本発明は、生ゴミ、紙ごみのみならず、下水汚泥、食品廃棄物、廃材、木材チップ等、種々のバイオマス原料を用いたバイオガス燃焼システムに広く適用可能である。

【符号の説明】

【0028】

- 1・・・バイオガス燃焼制御システム
- 2・・・バイオガス発生設備
- 2a・・・メタン発酵槽
- 2b・・・精製装置
- 3・・・ボイラー
- 4・・・ミキサー
- 5・・・流量調整弁
- 6・・・酸素濃度センサ

10

20

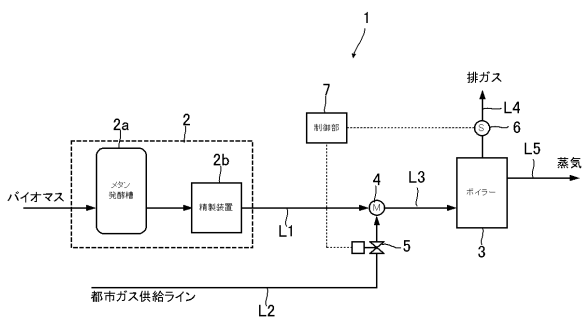
30

40

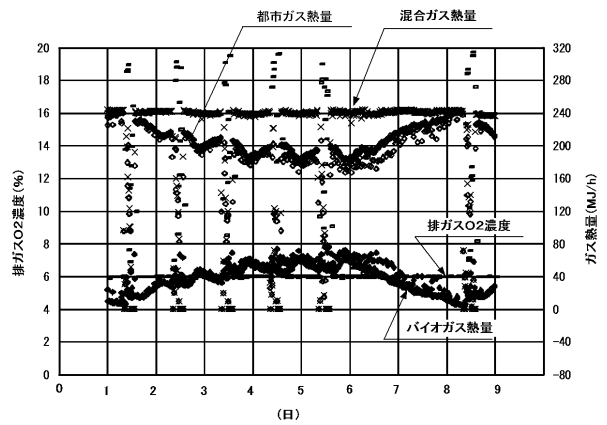
50

7 制御部

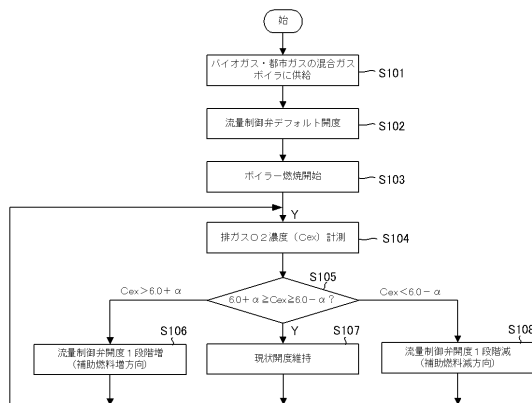
【 図 1 】



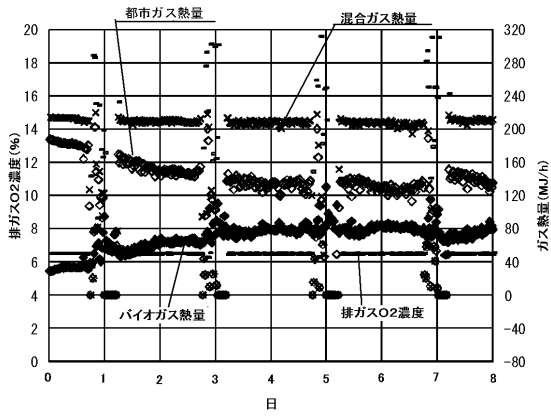
【 図 3 】



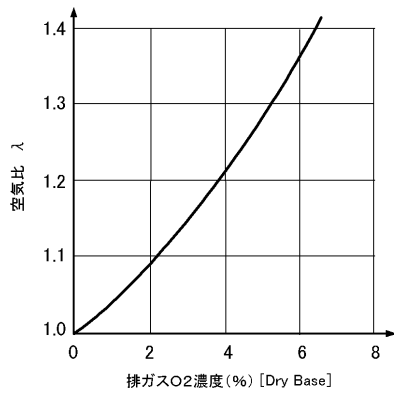
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

