(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3570881号
(P3570881)
(45)発行日　平成16年9月29日(2004.9.29)　(24)登録日　平成16年7月2日(2004.7.2)

(51)Int.Cl.[7]　F I
F23G 5/50　F23G 5/50 ZABQ
F23G 5/50 ZABG
F23G 5/50 ZABR

請求項の数 4　(全 9 頁)

(21)出願番号　特願平10-49337
(22)出願日　平成10年3月2日(1998.3.2)
(65)公開番号　特開平11-248130
(43)公開日　平成11年9月14日(1999.9.14)
審査請求日　平成14年3月27日(2002.3.27)

(73)特許権者　000000239
株式会社荏原製作所
東京都大田区羽田旭町１１番１号
(74)代理人　100089705
弁理士　社本　一夫
(74)代理人　100071124
弁理士　今井　庄亮
(74)代理人　100076691
弁理士　増井　忠弐
(74)代理人　100075236
弁理士　栗田　忠彦
(74)代理人　100075270
弁理士　小林　泰
(74)代理人　100096068
弁理士　大塚　住江

最終頁に続く

(54)【発明の名称】焼却システムにおける高発熱量ごみの供給制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

焼却システムにおいて、発酵ごみ等の高発熱量のごみを検知し、かつそれに応じてごみ供給量を補正するごみの供給制御装置であって、

給じん装置により焼却炉に供給される前のごみの温度を測定する温度センサと、

実機運転により測定された結果に基づいて予め作成された、ごみの温度と発熱量との対応関係を記憶する関数テーブルと、

温度センサからの信号を受信し、当該ごみの温度に対応する発熱量を関数テーブルから読み出すとともに、当該ごみが焼却炉に供給される時間を演算し、その時間におけるごみの焼却炉への供給量を該ごみの発熱量に応じて補正する制御手段と

を備えていることを特徴とする高発熱量ごみ供給制御装置。

【請求項２】

請求項１記載の高発熱量ごみ供給制御装置において、

温度センサは、ホッパの上方に配置された複数の放射温度計で構成されており、

制御手段は、これら複数の放射温度計からの信号が示す複数の温度の平均を演算して、ごみの温度とするよう構成されている

ことを特徴とする高発熱量ごみ供給制御装置。

【請求項３】

請求項１記載の高発熱量ごみ供給制御装置において、

温度センサは、ホッパの側壁に配置された複数の放射温度計で構成されており、

制御手段は、これら複数の放射温度計からの信号が示す複数の温度の平均を演算して、ごみの温度とするよう構成されている
ことを特徴とする高発熱量ごみ供給制御装置。
【請求項４】
焼却システムにおいて、発酵ごみ等の高発熱量のごみを検知しかつそれに応じてごみ供給量を補正するごみの供給制御方法であって、
給じん装置により焼却炉に供給される前のごみの温度を測定するステップと、
測定されたごみの温度を受信し、実機運転により測定された結果に基づいて予め作成されたごみの温度と発熱量との対応関係を記憶する関数テーブルから、当該ごみの温度に対応する発熱量を読み出すステップと、
当該ごみが焼却炉に供給される時間を演算するステップと、
演算された時間におけるごみの焼却炉への供給量を、関数テーブルから読み出されたごみの発熱量に応じて補正するステップと
からなることを特徴とする高発熱量ごみ供給制御方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の技術分野】
本発明は、焼却システムに関し、特に、発酵ごみ等の高発熱量のごみを検知し、それに応じて燃焼を自動制御することができる高発熱量ごみ供給制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ごみの燃焼によって生じる熱を利用して発電を行うＢＴＧ付都市ごみ焼却システムが開発され、既に稼働している。その発電量を安定させるためには、発生蒸気量を安定させる必要があり、自動燃焼制御（ＡＣＣ）を行っている。なお、自動燃焼制御では、安定した発電を行うエネルギの有効利用とともに、ダイオキシン類等の有害ガスの抑制、及びプラントの長期安定運転をはかるため、多入力多出力の燃焼プロセスを実行してプラント系内の運転管理及び制御を行っている。
【０００３】
上記したように、焼却システムにおいては、発生蒸気量を安定化して発電量の安定化をはかっているが、そのためには、ごみ発熱カロリーを安定化する必要がある。しかしながら、ごみ質が変化すると発熱量が変化してしまうので、ごみ質変化による燃焼への影響を押さえるために、従来は、ごみ質の変化をごみ密度を演算して判断し、ごみ密度が大きいほど低カロリーのごみとして、逆に小さいほど高カロリーのごみとして判断している。例えば、家庭から出される生ごみは高密度で低カロリーのごみの代表例であり、オフィスから出される紙類は低密度で高カロリーのごみの代表例である。このように、ごみ密度と燃焼時の発熱カロリーとは、一般に、負の相関関係にあると考えられている。
そして、ごみ密度に応じて燃焼炉へのごみ供給量等を自動調整することにより、所定の範囲内の発熱量が得られるように制御している。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、ごみ密度と発熱カロリーとは、必ずしも負の相関関係を有するものばかりではない。例えば、発酵しているごみ（発酵ごみ）の場合には、通常のごみと同様な制御により燃焼させると、発熱量が高くなりすぎてしまう。
すなわち、発酵ごみは通常、ごみがピットの底部に長時間溜まったままの状態にあるときに発酵して形成されたものであるが、土、日曜日や休日等のごみの搬入が少ない日にはピット内のごみ量が少なくなり、ピット底部の発酵ごみが燃焼に使用されることになる。そして、発酵ごみを燃焼させると、ごみ密度との関係においてごみ供給量をフィードフォワード制御している従来の制御方式では、燃焼発熱量が許容範囲よりも大幅に増大してしまい、適切な燃焼制御を行うことが困難であった。
本発明は、このような従来例の問題点を解消するためになされたものであり、本発明の目

的は、焼却システムにおいて、発酵ごみ等の高発熱量ごみを適切に検出して、該ごみの焼却炉への供給量を補正することにより、焼却炉における発熱量を安定化させることである。

【０００５】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、本発明の高発熱量ごみ供給制御装置においては、

給じん装置により焼却炉に供給される前のごみの温度を測定する温度センサと、

実機運転により測定された結果に基づいて予め作成された、ごみの温度と発熱量との対応関係を記憶する関数テーブルと、

温度センサからの信号を受信し、当該ごみの温度に対応する発熱量を関数テーブルから読み出すとともに、当該ごみが焼却炉に供給される時間を演算し、その時間におけるごみの焼却炉への供給量を該ごみの発熱量に応じて補正する制御手段と

を備えていることを特徴としている。

【０００６】

本発明の好適実施例においては、温度センサが、ホッパの上部または側壁に配置された複数の放射温度計で構成され、制御手段が、複数の放射温度計からの信号が示す複数の温度の平均を演算して、ごみの温度とするよう構成されている。

【０００７】

【発明の実施の態様】

本発明の高発熱量ごみ供給制御装置の実施例を説明する前に、一般的な焼却システム、及び該焼却システムを利用して本出願人が行った実機テストについて説明する。

図１は、汎用されているストーカ式の焼却システムの概略図を示しており、図１において、１は焼却炉、２は廃熱ボイラ、３はごみを収納しておくピット、４はホッパ、５はごみをピット３からホッパ４に移すためのクレーン、６はホッパ４の下部からごみを焼却炉１に押し出すための給じん装置である。焼却炉１は、図１の左側から、乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、後燃焼帯を含み、それぞれ、ストーカ７ａ、７ｂ、７ｃ、７ｄによって焼却炉１内でごみを移送させるとともに、下部及び上部から空気が供給されるよう構成されている。ごみ焼却後に残る灰は、灰排出路８から排出される。図示していないが、焼却システムはまた、焼却によって生じる排ガス中の塵及びダイオキシン等の有害ガスを取り除く手段等も備えている。

【０００８】

図１の焼却システムはさらに、燃焼炉の出口のガス温度（炉出口ガス温度）を測定する温度センサＳＴ、ボイラ出口の蒸気量を測定する蒸気量センサＳＱ、及び、焼却炉内のごみの状態を監視するカメラからなり燃焼完結点を検知する燃焼完結点画像処理装置ＳＰを備えている。また、図示していないが、適宜の位置に温度センサ、O_2濃度センサ、炉下圧力センサ等が設けられている。そして、これらセンサからの信号に基づいて、給じん装置６から焼却炉１へのごみ供給量、焼却炉１における各燃焼帯への空気供給量（上方及び下方からの１次及び２次空気量）、ストーカ７ａ～７ｄによるごみの移送量または移送速度、炉温制御水（水噴霧量）、等が制御される。

更にまた、クレーン５には、１塊のごみの重量を測定するための重量センサＳＷが設けられており、測定されたごみの重量及びホッパ増加体積に基づいてごみの密度が演算され、そして、当該ごみが給じん装置６から供給されるときに、得られたごみ密度に応じて給じん量即ちごみ供給量がフィードフォワード制御される。

【０００９】

図１に示される焼却システムを用いて発酵ごみを燃焼させた場合に、蒸気量、燃焼完結点、炉出口ガス温度等に大きな変化が生じてしまうという従来例の問題点に鑑み、本発明者は、発酵ごみと一般ごみ（普通撹拌ごみ）とを判別する手法について研究した。その結果、投入時のごみの温度を測定すれば、発酵ごみと普通撹拌ごみとを判別可能であるのではないかと推察し、図１の焼却システムを用いて以下に説明するような実機テストを行った。

【００１０】
このテストにおいては、発酵ごみと、普通撹拌ごみと、破砕可燃ごみを多く含んだ撹拌ごみ（破砕撹拌ごみ）とを用い、ごみのホッパ４への投入時に重量センサＳＷによりごみ重量を測定し、蒸気量センサＳＱと温度センサＳＴによりボイラ出口での蒸気量と炉出口ガス温度とを測定した。また、カメラすなわち燃焼完結点画像処理装置ＳＰからの画像信号に基づいて、燃焼完結点を測定した。さらに、ごみ投入直後のホッパ４のレベルと測定したごみの重量とに基づいてごみ密度を計算し、ごみのＫｇ当たりの発熱量も一般ごみの燃焼近似式に基づいて演算した。なお、普通撹拌ごみは、実験の前日に収集された一般ごみを撹拌したものであり、発酵ごみは、ピット底部のごみを掘り起こして用いた。また、破砕撹拌ごみは、破砕可燃ごみと一般ごみとを約１／２重量パーセントずつ用い、それを撹拌したものである。

【００１１】
実機テストにおいて、発酵ごみを４回、普通撹拌ごみを５回投入したが、それぞれのごみの重量Ｗ［ｔ］、ごみ密度Ｄ［ｔ／m^3］、及びホッパ４への投入時間は、以下の表１の通りである。なお、発酵ごみを（Ａ）で、普通撹拌ごみを（Ｂ）で表している。

【表１】

表　　１

回	ごみ質	重量Ｗ［ｔ］	密度Ｄ［ｔ／m^3］	投入時間
1	(B)	1．65	284	13：51
2	(A)	1．77	258	14：13
3	(B)	1．31	234	14：42
4	(A)	1．84	230	15：00
5	(B)	1．56	225	15：17
6	(A)	1．25	205	15：36
7	(A)	1．24	142	16：02
8	(B)	1．55	249	16：26
9	(B)	1．55	345	16：45

上記の表１に示されているように、発酵ごみ（Ａ）と普通ごみ（Ｂ）との密度を比較すると、両者はほぼ同一であるか、むしろ発酵ごみの方が密度が小さいという結果が得られた。７回目に投入された発酵ごみの密度が他と比べて低かったのは、ブリッジ発生による誤検知であった。

【００１２】
各投入回でのごみの平均温度は、以下の表２の通りであった。また、普通ごみについて実行した実機テストによって得られた、ごみの密度Ｄ［ｋｇ／m^3］とごみ発熱量Ｈｕ［ＭＪ／ｋｇ］との関係を表す近似式

【数１】
$Hu = 4 \times 10^{-5} D^2 - 0.0494D + 18.959$
に、表１に示したごみ密度Ｄを代入して、発熱量Ｈｕ［ＭＪ／ｋｇ］を計算し、該計算結果の発熱量も表２に示している。

【表２】

表　2

回	ごみ質	平均温度［℃］	発熱量Ｈｕ［ＭＪ／ｋｇ］
1	(B)	２０．３	８．１６
2	(A)	２７．６	８．８８
3	(B)	２０．９	９．５９
4	(A)	２４．９	９．７１
5	(B)	２１．９	９．８７
6	(A)	２９．５	１０．５１
7	(A)	２６．１	１２．７５
8	(B)	２２．０	９．１４
9	(B)	２０．０	６．６８

【００１３】
上記した温度測定の結果、実機テストを通じての発酵ごみ（Ａ）及び普通撹拌ごみ（Ｂ）の平均温度Ｔａｖｅ（Ａ）及びＴａｖｅ（Ｂ）は、以下の通りであった。
Ｔａｖｅ（Ａ）＝２７．０℃
Ｔａｖｅ（Ｂ）＝２１．０℃
なお、放射温度計の性質上、被測定物質の放射率εを設定する必要がある。このため、実際のごみの表面温度を温度計で数カ所で測定し、放射温度計によって測定した値との差を求めて、この差から放射率を求めたが、その結果、ε＝１．０～０．９であった。本実験例では、ε＝１．０を用いた。
上記の結果から明らかなように、発酵ごみは普通撹拌ごみよりも平均的に６℃程度高温であり、また、普通撹拌ごみと破砕撹拌ごみとでは、ほぼ同一の温度であった。なお、発酵ごみにおいては、３８℃近くの温度に達している部分もあり、この部分からは湯気が出ていた。
【００１４】
図２の（Ａ）は、上記した実機テストの結果得られたボイラ出口での蒸気量Ｑ（ａｃｔ）［ｔ／ｈ］、（Ｂ）は燃焼完結点Ｐ［ｃｍ］を示している。なお、ボイラ出口での設定蒸気量Ｑ（ｓｅｔ）を１４ｔ／ｈとした。また、図２の（Ｃ）は、実際に測定した発熱量Ｈｕ（ａｃｔ）［ＭＪ／ｋｇ］を示し、（Ｄ）は、測定した炉出口ガス温度Ｔｇａｓを示している。
実験における蒸気量Ｑの変動について図２の（Ａ）を参照して考察すると、蒸気量は１５時少し前から上昇し始め、最高１９．２ｔ／ｈまで到達した。これは、２回目に投入した発酵ごみの影響であると考えられる。また、１６時２０分頃から蒸気量Ｑが上昇し、１８．１ｔ／ｈに達したこれは、６及び７回目の発酵ごみの影響であると考えられる。なお、４回目の発酵ごみの影響は顕著に現れなかったが、これは、該発酵ごみの投入前の温度が２４．９℃（表２）であり、ごみ温度がさほど高くないことが影響していると考えられる。１６時２０分頃から蒸気量Ｑが減少しているが、これは、ごみ量が少なくなってごみ枯れ状態を生じたことによると考えられる。
【００１５】
また、燃焼完結点Ｐは、図２の（Ｂ）に示されているように、１５時１０分頃から乾燥帯側に移行している。これは、２回目に投入の発酵ごみの影響であると考えられる。すなわち、２回目投入の発酵ごみが高カロリーであるため、速く燃えてしまったことを表していると考えられる。また、１６時４０分頃から燃焼完結点Ｐが乾燥帯側に移動しているが、

これは、ごみの量が少ないために生じたものと考えられる。
発熱量について、図２の（Ｃ）及び表２を比較すると、計算で求めた発熱量Ｈｕ（表２）よりも実際に測定した発熱量Ｈｕ（ａｃｔ）（図２の（Ｃ））の方が大きな値となっている。例えば、２回目の投入の発酵ごみの燃焼による発熱量Ｈｕ（ａｃｔ）は最高１３．７ＭＪ／ｋｇであるのに対して、計算による発熱量Ｈｕは８．８８ＭＪ／ｋｇであり、６、７回目の投入の発酵ごみに関しては、Ｈｕ（ａｃｔ）が最高１２．９ＭＪ／ｋｇであるのに対して、Ｈｕは１０．５１又は１２．７５ＭＪ／ｋｇであり、計算値の方が小さい。
炉出口ガス温度Ｔｇａｓは、図２の（Ｄ）に示されているように、蒸気量Ｑと近似した変化を示している。

【００１６】

以上のように、実機テストの結果、発酵ごみと普通撹拌ごみとでは、ごみ密度に関しては両者に顕著な相違が見られない（従来は、発酵ごみの方がごみ密度が大きいと考えられていた）が、発酵ごみの発熱量は、普通撹拌ごみに適用されている近似式を用いて得られた計算値よりも高い値となることが分かった。すなわち、ごみ密度がほぼ同一であるにも関わらず、発酵ごみの方が普通撹拌ごみよりも発熱量が大きいという結果が得られた。また、このような発熱量の相違により、蒸気量、燃焼完結点、炉出口ガス温度に大きな変動を及ぼしてしまうことも、上記実機テストの結果から明らかとなった。
したがって、ごみ密度に依存して給じん装置６によるごみ供給量を制御している従来例の自動燃焼制御方式では、発酵ごみを投入した場合に所期の制御が困難となることが明らかである。

【００１７】

また、上記したように、発酵ごみのホッパ投入時の平均温度Ｔａｖｅ（Ａ）と普通撹拌ごみの平均表面温度Ｔａｖｅ（Ｂ）との差△Ｔａｖｅが＋６℃程度であるという結果が得られ、ごみの投入時にごみの温度を測定すれば、発酵ごみと普通撹拌ごみとを判別可能であることが、実機テストにより実証された。
なお、発酵ごみの発酵の度合いによっては、上記したテスト結果と同様な温度差△Ｔａｖｅ　６℃が必ずしも得られるものではなく、温度差はごみの発酵度合いによって変化する。また、発熱量も発酵度合いによって変化する。発酵ごみと普通撹拌ごみとの混合ごみにおける混合の割合等によっても、同様なことが言える。
したがって、ごみの発酵度合い及び混合の割合等を適宜変化させて実機テストを行い、統計をとることにより、発酵度合い及び混合割合等に応じた、ごみ温度と発熱量との関係を表す関数テーブルを作成することができ、該テーブルを参照することにより、給じん装置６によるごみ供給量を補正することができる。なお、表面温度の代わりに温度差△Ｔａｖｅを用いて関数テーブルを作成してもよい。

【００１８】

図３は、図１の焼却システムに追加される本発明の高発熱量ごみ供給制御装置を示している。図３において、９は温度センサ、１０は発熱量Ｈｕまたは補正係数Ｋを出力するリニアライズであり、実機テストの結果に基づいて予め作成されたごみの温度Ｔと発熱量Ｈｕとの関係、及びごみ温度Ｔと補正係数Ｋとの関係をそれぞれ表す関数テーブルを内蔵している。該関数テーブルのごみ温度Ｔと発熱量Ｈｕとの関係が図４に示されるほぼ線形関数で表されることは、実機テストの結果判明している。補正係数Ｋは、発熱量Ｈｕの推定により燃焼制御をするよりも、ダイレクトに制御がかかる方が良いと判断されるときに、該補正係数Ｋを出力する。１１は自動燃焼制御装置（ＡＣＣ）あり、１２は図１に示された構成を有する焼却システムである。自動燃焼制御装置１１は、焼却システム１２のセンサから蒸気量、ガス温度、排ガス濃度、燃焼完結点、炉下圧力等の情報を受け取り、そしてそれに応じて、焼却システム１２のごみ供給量、空気供給量、炉温度制御水の噴霧量、等を適宜調整する。

【００１９】

温度センサ９は、ホッパ４の上方に設けられており、クレーン５がごみをホッパ４に投入する直前でごみの温度Ｔを測定することができるように配置されている。図３においては

温度センサ９を１つだけ示しているが、投入される１つの塊のごみの平均温度の測定誤差を少なくするためには、多数の温度センサを配置し、得られた値の平均値を演算して、ごみの温度Ｔとすることが好ましい。また、温度センサ９ホッパ４の側壁に設けることもできる。温度センサ９としては放射温度計が好適であるが、他の形式の温度計も使用可能であることは勿論である。

【００２０】

得られた温度Ｔはリニアライズ１０に供給され、該リニアライズ１０は、関数テーブルを検索して温度Ｔに対応する発熱量Ｈｕ及び係数Ｋを自動燃焼制御装置１１に供給する。自動燃焼制御装置１１は、焼却システム全体の制御をつかさどる中央監視制御コンピュータの一部であり、リニアライズ１０からの発熱量Ｈｕに応じて、ごみの供給量の補正量を演算し、さらに、当該ごみが給じん装置６から燃焼炉１に供給される時間を推定演算する。演算により得られた時間が到来すると、給じん装置６を制御して、発熱量に応じて補正された供給量のごみを焼却炉１に供給するようにする。

【００２１】

本発明は以上のように構成されており、発酵ごみ及びそれに類する高発熱量のごみを検知しそれに応じてごみ供給量を補正することができるので、焼却炉内の不安定状態を最小限に押さえることができ、よって、本発明は、従来例と比べて高精度の自動燃焼制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

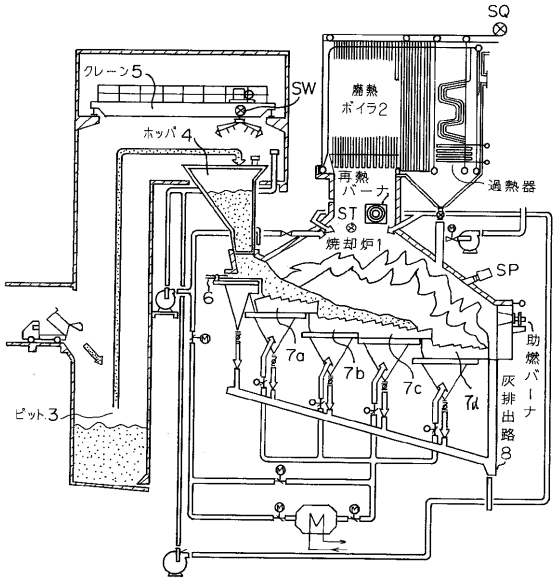
【図１】汎用の焼却システムの概略図である。

【図２】図１の焼却システムを用いて実機テストを行った結果を表すグラフである。

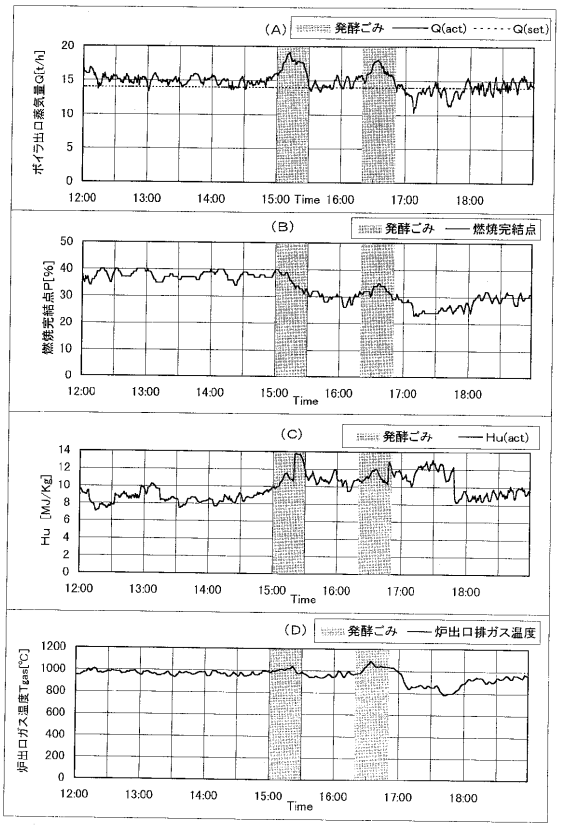
【図３】図１の焼却システムに付加して用いられる、本発明の高発熱量ごみ供給制御装置の概略図である。

【図４】図３のリニアライズに内蔵される関数テーブルに記憶されている、ごみ温度と発熱量との関係を表すグラフである。

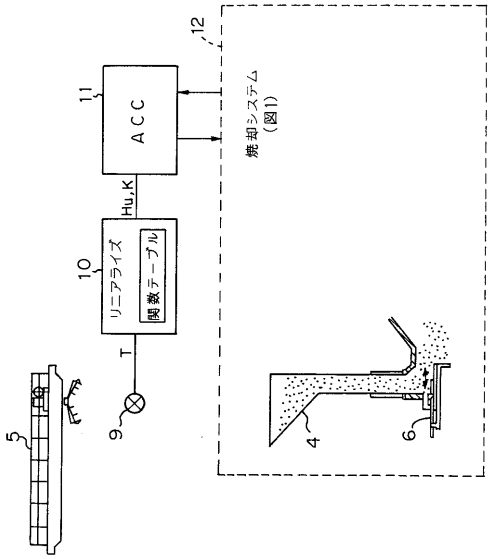
【図１】



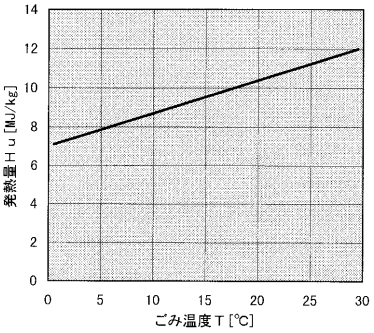
【図２】



【図３】


12
焼却システム
(図1)
11
ACC
Hu,K
10
リニアライズ
関数テーブル
T
9
5
4
6

【図４】


発熱量Hu[MJ/kg]
0
2
4
6
8
10
12
14
0
5
10
15
20
25
30
ごみ温度T[℃]

フロントページの続き

(72)発明者　鈴木　潔
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　井口　哲治
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内
(72)発明者　塚本　輝彰
東京都大田区羽田旭町１１番１号　株式会社荏原製作所内

審査官　永石　哲也

(56)参考文献　特開平０９－１７８１４７（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２１９４２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２５１１４４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０２６３２８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
F23G　5/50