(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3570824号
(P3570824)
(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 ZABN
F23G 5/50 ZABC
F23G 5/50 ZABH

請求項の数 6　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願平8-222633
(22)出願日　平成8年8月23日(1996.8.23)
(65)公開番号　特開平10-61931
(43)公開日　平成10年3月6日(1998.3.6)
審査請求日　平成14年4月16日(2002.4.16)

(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】ストーカ式焼却システムにおける燃焼制御方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
ストーカ式焼却炉の燃焼制御方法において、
（ａ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｂ）ガス冷却室への噴射水量を測定するステップと、
（ｃ）煙突入口の排ガス中の酸素濃度を測定するステップと、
（ｄ）測定された炉出口ガス温度、噴射水量、及び酸素濃度に基づいて、現在から第１の所定時間後のこれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）現在設定されている炉出口ガス温度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｆ）現在測定された噴射水量とその予想値とから、噴射水量の変化率を演算するステップと、
（ｇ）現在設定されている酸素濃度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｈ）演算された炉出口ガス温度の偏差、噴射水量の変化率、及び酸素濃度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、焼却炉に供給される空気量の総和である総燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｉ）演算された総燃焼空気量の補正値により、総燃焼空気量の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【請求項２】
請求項１記載の燃焼制御方法において、該方法はさらに、

（ｊ）ガス冷却室の出口におけるガス温度である、冷却室出口ガス温度を測定するステップと、
（ｋ）測定された冷却室出口ガス温度に基づいて、現在から第１の所定時間後のその予想値を推定するステップと、
（ｌ）現在設定されている冷却室出口ガス温度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｍ）演算された炉出口ガス温度の偏差、酸素濃度の偏差、及び冷却室出口ガス温度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、燃焼炉とガス冷却室との境界部分に供給される空気の量である二次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｎ）演算された二次燃焼空気量の補正値及び総燃焼空気量の補正値に基づいて、二次燃焼空気量の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【請求項３】
請求項２記載の燃焼制御方法において、該方法はさらに、
（ｏ）総燃焼空気量の補正値に基づいて、焼却炉の下部から供給される一次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｐ）演算された一次燃焼空気量の補正値により、一次燃焼空気量の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【請求項４】
ストーカ式焼却システムにおける燃焼制御方法において、
（ａ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｂ）煙突入口の排ガス中の酸素濃度を測定するステップと、
（ｃ）ガス冷却室の出口におけるガス温度である、冷却室出口ガス温度を測定するステップと、
（ｄ）測定された炉出口ガス温度、酸素濃度、及び冷却室出口ガス温度に基づいて、現在から第１の所定時間後のそれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）現在設定されている炉出口ガス温度、酸素濃度、及び冷却室出口ガス温度とそれら予想値との偏差を演算するステップと、
（ｆ）演算された炉出口ガス温度の偏差、酸素濃度の偏差、及び冷却室出口ガス温度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、燃焼炉とガス冷却室との境界部分に供給される空気の量である二次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｇ）演算された二次燃焼空気量の補正値により、二次燃焼空気量の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【請求項５】
ストーカ式焼却システムにおける燃焼制御方法において、
（ａ）焼却炉の乾燥帯の炉下の圧力である第１の炉下圧力と、燃焼帯の炉下の圧力である第２の炉下圧力とを測定するステップと、
（ｂ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｃ）焼却炉内のごみの燃焼完結位置を測定するステップと、
（ｄ）測定された第１及び第２の炉下圧力、炉出口ガス温度、並びに燃焼完結位置に基づいて、現在から第１の所定時間後のこれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）推定された第１及び第２の炉下圧力に基づいて、第１の所定時間後における乾燥帯及び燃焼帯におけるごみ層の厚さを、第１及び第２の層厚として演算するステップと、
（ｆ）現在設定されている炉出口ガス温度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｇ）現在設定されている燃焼完結位置とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｈ）演算された第１及び第２の層厚、炉出口ガス温度の偏差、燃焼完結位置の偏差を入力としてファジィ演算を行い、給じん装置、並びに乾燥帯及び燃焼帯における第１及び第２ストーカの駆動回数の補正値を演算するステップと、

（ｉ）演算された駆動回数の補正値により、給じん装置、並びに第１及び第２のストーカの駆動回数の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【請求項６】
請求項５記載の燃焼制御方法において、該方法はさらに、
（ｊ）ガス冷却室への噴射水量を測定するステップと、
（ｋ）煙突入口の排ガス中の酸素濃度を測定するステップと、
（ｌ）ガス冷却室の出口におけるガス温度である、冷却室出口ガス温度を測定するステップと、
（ｍ）測定された噴射水量、酸素濃度、並びに冷却室出口ガス温度に基づいて、現在から第１の所定時間後のこれらの予想値を推定するステップと、
（ｎ）現在の測定された噴射水量とその予想値とから、噴射水量の変化率を演算するステップと、
（ｏ）現在設定されている酸素濃度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｐ）現在設定されている冷却室出口ガス濃度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｑ）演算された炉出口ガス温度の偏差、酸素濃度の偏差、及び冷却室出口ガス温度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、燃焼炉とガス冷却室との境界部分に供給される空気の量である二次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｒ）演算された炉出口ガス温度の偏差、噴射水量の変化率、及び酸素濃度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、焼却炉に供給される空気量の総和である総燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｓ）演算された総燃焼空気量の補正値と二次燃焼空気量の補正値とに基づいて、焼却炉の下部から供給される一次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｔ）演算された一次及び二次燃焼空気量の補正値に基づき、一次及び二次燃焼空気量の設定値を較正するステップと
からなることを特徴とする燃焼制御方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の技術分野】
本発明は、焼却システムにおける燃焼制御方法に関し、特に、焼却システムの焼却炉への空気供給（吹込）量及びごみ（可燃廃棄物）の供給量、並びに焼却炉中のごみの移動速度等をファジィ制御できるようにした、焼却炉の燃焼制御方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、経済活動の発展に伴い、多種多様の廃棄物が膨大に排出されているが、これらの廃棄物の内の可燃廃棄物を、環境問題への対処及び焼却設備の耐久性等を考慮して、効率よく燃焼させる必要がある。
そのため、従来の燃焼制御方法においては、焼却システムへの空気の供給量、ごみの供給量、及びごみの焼却炉中での移動速度等を制御するために、これらの制御目標値である設定値が、運転状況に応じて、操作員により可変設定される。そして、操作員により設定されたそれぞれの設定値に近づけるように、中央監視制御コンピュータによるワンループＰＩＤコントロールにより、自動制御している。
また、操作員の操作によらず、設定値を自動的に変更することができる燃焼制御方式も提案されているが、この方式においては、ワンループＰＩＤコントロールを行うためのプログラムとは別に、演算式を駆使したプログラムを用いることにより設定値を変更できるようにしている。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
操作員が目標値を設定する上記の従来例の方式においては、操作員が運転状況を監視して

、それに応じて各制御系での設定値を変更する必要があり、燃焼制御を適切に行うためには、経験則に基づいた設定値の決定が必要である。したがって、操作員が常時監視して操作する必要があるだけではなく、長年の経験がある操作員でなければ、操作が不可能である。
また、設定値を自動変更できる上記の従来例の方式においては、演算式に基づいて得られた設定値に変更することが適正であるかどうかを判断し、適正となるようにチューニングしているが、これらは、操炉を行いながら実行する必要があるため、制御が適切に行えなかったり、また制御が困難になる場合がある。
したがって、本発明の目的は、ストーカ式燃焼システムにおいて、上記した従来例の問題点を解決して、制御に必要な目標値すなわち設定値を自動的に適切に決定し、それにより効率よくごみの焼却ができるようにすることである。
【０００４】
【課題を解決するための手段】
本発明のストーカ式焼却炉の燃焼制御方法においては、焼却炉に供給される空気量の総和である総燃焼空気量を適切に較正するために、
（ａ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｂ）ガス冷却室への噴射水量を測定するステップと、
（ｃ）煙突入口の排ガス中の酸素濃度を測定するステップと、
（ｄ）測定された炉出口ガス温度、噴射水量、及び酸素濃度に基づいて、現在から第１の所定時間後のこれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）現在設定されている炉出口ガス温度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｆ）現在測定された噴射水量とその予想値とから、噴射水量の変化率を演算するステップと、
（ｇ）現在設定されている酸素濃度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｈ）演算された炉出口ガス温度の偏差、噴射水量の変化率、及び酸素濃度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、焼却炉に供給される空気量の総和である総燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｉ）演算された総燃焼空気量の補正値により、総燃焼空気量の設定値を較正するステップと
を含んでいることを特徴としている。
【０００５】
本発明のストーカ式焼却システムの燃焼制御方法においては、焼却炉とガス冷却室との境界部分に供給する二次燃焼空気量を適切に較正するために、
（ａ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｂ）煙突入口の排ガス中の酸素濃度を測定するステップと、
（ｃ）ガス冷却室の出口におけるガス温度である、冷却室出口ガス温度を測定するステップと、
（ｄ）測定された炉出口ガス温度、酸素濃度、及び冷却室出口ガス温度に基づいて、現在から第１の所定時間後のそれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）現在設定されている炉出口ガス温度、酸素濃度、及び冷却室出口ガス温度とそれら予想値との偏差を演算するステップと、
（ｆ）演算された炉出口ガス温度の偏差、酸素濃度の偏差、及び冷却室出口ガス温度の偏差を入力パラメータとしてファジィ演算を行い、燃焼炉とガス冷却室との境界部分に供給される空気の量である二次燃焼空気量の補正値を演算するステップと、
（ｇ）演算された二次燃焼空気量の補正値により、二次燃焼空気量の設定値を較正するステップと
を含んでいることを特徴としている。
【０００６】
本発明のストーカ式焼却システムにおける燃焼制御方法においては、給じん装置及びストーカの駆動回数を自動的に適切に較正するために、

（ａ）焼却炉の乾燥帯の炉下の圧力である第１の炉下圧力と、燃焼帯の炉下の圧力である第２の炉下圧力とを測定するステップと、
（ｂ）焼却炉の出口におけるガスの温度である、炉出口ガス温度を測定するステップと、
（ｃ）焼却炉内のごみの燃焼完結位置を測定するステップと、
（ｄ）測定された第１及び第２の炉下圧力、炉出口ガス温度、並びに燃焼完結位置に基づいて、現在から第１の所定時間後のこれらの予想値を推定するステップと、
（ｅ）推定された第１及び第２の炉下圧力に基づいて、第１の所定時間後における乾燥帯及び燃焼帯におけるごみ層の厚さを、第１及び第２の層厚として演算するステップと、
（ｆ）現在設定されている炉出口ガス温度とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｇ）現在設定されている燃焼完結位置とその予想値との偏差を演算するステップと、
（ｈ）演算された第１及び第２の層厚、炉出口ガス温度の偏差、燃焼完結位置の偏差を入力としてファジィ演算を行い、給じん装置、並びに乾燥帯及び燃焼帯における第１及び第２ストーカの駆動回数の補正値を演算するステップと、
（ｉ）演算された駆動回数の補正値により、給じん装置、並びに第１及び第２のストーカの駆動回数の設定値を較正するステップと
を含んでいることを特徴としている。

【０００７】

本発明においてはさらに、総燃焼空気量の補正値に基づいて、下部から焼却炉内に供給される一次燃焼空気量の補正値を得て一次燃焼空気量の設定値を較正することができるよう構成されており、得られた一次燃焼空気量の設定値に基づいて、焼却炉の乾燥帯、燃焼帯等への空気量を適切に較正することができる。
また、上記した燃焼制御方法の２以上を適宜組み合わせることができることは、勿論である。

【０００８】

【実施の態様】

図１には、本発明の燃焼制御方法が実施される一例の燃焼システムの概略ブロック図が示されており、図において、１は焼却炉、２は焼却炉１で発生した排ガスを冷却するためのガス冷却室、３は可燃廃棄物即ちごみを焼却炉１に供給するためのホッパ、４は排ガスに含まれる塵を取り除くための集じん器である。５は、駆動装置D_5によって駆動されて、供給されたごみをホッパ３の下部から押し出して焼却炉１へ供給するための給じん装置、6_a～6_dは、焼却炉１の乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、及び後燃焼帯にそれぞれ対応して設けられたストーカであって、駆動装置D_{6a}～D_{6d}によって駆動されて、ごみを移送させるためのストーカ、８はごみ燃焼後の灰を排出するための灰排出路、９はバーナ、１０は、集じん器４において塵が除去された排ガスを、空中へ逃がすための煙突である。
なお、本明細書においては、焼却炉１の乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、後燃焼帯に関連する事項を、添字符号「ａ」～「ｄ」で表し、また、符号「Ｄ」は、油圧シリンダ等からなる駆動装置を表すものとする。

【０００９】

また、符号「Ｍ」はダンパを表しており、M_a～M_dは、焼却炉１の乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、及び後燃焼帯に吹き込まれる空気量（Ｑ）を調節するためのダンパ、M_1は、ダンパM_a～M_dを介してそれぞれ供給される空気量の和である一次燃焼空気量を調節するためのダンパ、M_2は、焼却炉１とガス冷却室２との境界部分に設けられた空気供給口から供給される二次燃焼空気量を調節するためのダンバである。
さらに、符号「Ｓ」はセンサを表しており、S_{Qa}～S_{Qd}は、ダンパM_a～M_dを介して供給される空気量を測定するための空気量センサ、S_{Q1}、S_{Q2}は、ダンパM_1、M_2を介して流れる一次及び二次燃焼空気量を測定するための空気量センサ、S_Vは、ガス冷却室３へ噴射される水の量（Ｖ）を測定するための水量センサ、S_{T1}、S_{T2}は、焼却炉１及びガス冷却室２の出口に設けられて、これら出口でのガスの温度（Ｔ）を測定するための温度センサである。また、S_{Pa}、S_{Pb}は、乾燥帯及び燃焼１帯における炉下圧力（Ｐ）を測定するための圧力センサ、S_Iは、集塵器４からの排ガス中の酸素濃度（

I_{O_2}）を測定するためのO_2濃度センサである。

【００１０】

さらにまた、１１は、焼却炉１内を撮影して、ごみの燃焼が完結する点、すなわち燃焼完結位置（Ｌ）を検出するためのカメラ、12_1～12_3は空気を供給するためのパイプ、１３は水を供給するためのパイプである。１４は、ガス冷却室２中の排ガスに混在する灰等を焼却炉１の後燃焼帯に落下させるためのものである。

図１に示されたセンサS_{Qa}～S_{Qd}、S_{Q1}、S_{Q2}、S_{T1}、S_{T2}、S_{Pa}、S_{Pb}、S_I、S_Vは、図２に示された演算制御装置（ＣＰＵ）１５に供給され、また、カメラ１１からの信号は、画像処理装置１６を介して演算制御装置１５に供給される。演算制御装置１５は、入力された信号に基づいて、駆動装置D_5、D_{6a}～D_{6d}、及びダンパM_a～M_d、M_1、M_2を制御するための制御信号を出力する。

演算制御装置１５は、タイマ15_1～15_3、及びメモリ・テーブル15_3を備えている。

【００１１】

このように構成された燃焼制御システムにおける本発明による燃焼制御方法においては、以下のＩ及びＩＩの制御が実行される。

制御Ｉ：ダンパ制御

図３のフローチャートに基づき、ダンパM_1、M_2によりその供給が調整される一次及び二次燃焼空気量Q_1、Q_2、並びに、ダンパM_a～M_dによりその供給量が調整される、焼却炉１の乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、後燃焼帯への空気量Q_a～Q_dを制御する。

制御ＩＩ：給じん装置及びストーカの駆動回数制御

図４のフローチャートに基づき、駆動装置D_5による給じん装置５の駆動回数N_5、及び駆動装置D_a～D_cによるストーカ6_a～6_cの駆動回数N_a～N_cを制御する。

【００１２】

上記した制御Ｉ及びＩＩについて詳細に説明する前に、これらの制御においては、ファジィ演算により制御に必要な補正値を得ることを特徴としているので、該ファジィ演算に用いられる、前件部（条件部）及び結論部メンバシップ関数（図５及び図６）並びに制御ルール（図７～図８）について簡単に説明する。

なお、これらの前件部及び結論部メンバシップ関数並びに制御ルールは、演算制御装置１５内のメモリ・テーブル15_4に予め記憶されている。

【００１３】

図５には、前件部メンバシップ関数の一例が示されており、［Ａ］～［Ｇ］はそれぞれ、O_2濃度偏差$\triangle I_{O_2}$（ＩＤ値：ＡＩ０１）、炉出口ガス温度の偏差$\triangle T_1$（ＩＤ値：ＡＩ０２）、噴射水量の変化率Ｖ′（ＩＤ値：ＡＩ０３）、冷却室出口ガス温度の偏差$\triangle T_2$（ＩＤ値：ＡＩ０４）、燃焼完結位置の偏差$\triangle L$（ＩＤ値：ＡＩ０８）、乾燥帯でのごみ層厚予想値$H_{a(asm)}$（ＩＤ値：ＡＩ０９）、燃焼１帯でのごみ層厚予想値$H_{b(asm)}$（ＩＤ値：ＡＩ１０）を入力パラメータとする、前件部メンバシップ関数である。

図３に示した制御Ｉにおいては、［Ａ］～［Ｄ］の前件部メンバシップ関数が用いられ、図４に示した制御ＩＩにおいては、［Ｂ］、及び［Ｅ］～［Ｇ］の前件部メンバシップ関数が用いられる。

【００１４】

図６には、結論部メンバシップ関数の一例が示されており、［Ａ］～［Ｆ］はそれぞれ、総燃焼空気量の補正値$\triangle Q$（ＩＤ値：ＡＯ００１）、二次燃焼空気量の補正値$\triangle Q_2$（ＩＤ値：ＡＯ００２）、給じん装置５の駆動回数の補正値$\triangle N_5$（ＩＤ値：ＡＯ００４）、ストーカ6_a～6_cの駆動回数の補正値$\triangle N_a$～$\triangle N_c$（ＩＤ値：ＡＯ００５～ＡＯ００７））を出力パラメータとする、結論部メンバシップ関数である。総燃焼空気量とは、一次燃焼空気量と二次燃焼空気量との和であり、燃焼システムに供給される空気量の総和を表している。

図３の制御Ｉにおいては、［Ａ］及び［Ｂ］の結論部メンバシップ関数が用いられ、図４

に示した制御ＩＩにおいては、［Ｃ］～［Ｆ］の結論部メンバシップ関数が用いられる。

【００１５】

図５及び図６において、三角形または台形の領域「ＮＢ」、「ＺＥ」等は、横軸の値が、その基準値「０」から見てどの程度離れているかを表しているものであり、それぞれ以下の意味を表している。

「ＮＢ」：基準値「０」からみて、非常に小さい（Ｎｅｇａｔｉｖｅ　Ｂｉｇ）
「ＮＭ」：基準値「０」からみて、かなり小さい（Ｎｅｇａｔｉｖｅ　Ｍｉｄｄｌｅ）
「ＮＳ」：基準値「０」からみて、少し小さい（Ｎｅｇａｔｉｖｅ　Ｓｍａｌｌ）
「ＺＥ」：基準値「０」に、ほぼ等しい（Ｚｅｒｏ　Ｅｑｕａｌ）
「ＰＳ」：基準値「０」からみて、少し大きい（Ｐｏｓｉｔｉｖｅ　Ｓｍａｌｌ）
「ＰＭ」：基準値「０」からみて、かなり大きい（Ｐｏｓｉｔｉｖｅ　Ｍｉｄｄｌｅ）
「ＰＢ」：基準値「０」からみて、非常に大きい（Ｐｏｓｉｔｉｖｅ　Ｂｉｇ）

【００１６】

なお、「ＮＭ」、「ＢＭ」は、図６の結論部メンバシップ関数においてのみ用いられている。

また、図５及び図６における横軸の－１～＋１の数値とそれに対応する入力パラメータの値とは線形関係である必要がなく（例えば、横軸の－１．０～０の範囲と０～１．０の範囲とで、対応する値のスパンが異なっていてもよい）、経験則に基づいて、用いる焼却システムに応じて最適な対応関係に予め設定されている。

【００１７】

図７及び図８には、上記した前件部メンバシップ関数と結論部メンバシップ関数とを関係付けるために作成された、制御ルールの一例が示されている。

なお、図７及び図８において、前件部のＡＩ０１、ＡＩ０２等は、図５に示した入力パラメータのＩＤ値を示しており、結論部のＡＯ０１、ＡＯ０２等は、図６に示した出力パラメータのＩＤ値を示している。また、図７において、ルール番号のＮｏ．１７～３２は、後に制御を拡張をするときの予備として用いるものであり、図８のＮｏ．８３以降のものも予備として用いることができる。制御規則は、例えばＮｏ．１２８まで設定することができる。

さらに、図７及び図８の制御ルールは、炉出口の排ガスの温度の安定が最重要課題であるとの認識に基づき、炉出口ガス温度T_1の偏差$\triangle T_1$を中心として作成されている。

図５の前件部メンバシップ関数を参照することにより、入力パラメータに応じて１つまたは複数の領域（「ＮＢ」、「ＺＥ」等）が得られると、図７及び図８の前件部「ＩＦ」を参照して、得られた領域のＡＮＤ条件を満足するルール番号を全て検出して、そのルール番号の結論部「ＴＨＥＮ」の情報を取り出し、そして、図６の結論部メンバシップ関数に基づいて、補正値を得るものである。

【００１８】

制御Ｉ：ダンパの動作制御

図３のフローチャートを参照して、ダンパM_1、M_2による一次及び二次燃焼空気量Q_1、Q_2の制御、ダンパM_a～M_dによる、焼却炉１の乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯、後燃焼帯に供給される空気量Q_a～Q_dの制御を詳細に説明する。

まず、演算制御装置１５は、ブロック$B1_{T1}$、$B1_V$、$B1_I$、$B1_{T2}$において、温度センサS_{T1}からの炉出口ガス温度の実測値$T_{1(act)}$、水量センサS_Vからの噴射水量の実測値$V_{(act)}$、O_2濃度センサS_IからのO_2濃度の実測値$I_{O2(act)}$、及び温度センサS_{T2}からの冷却室出口ガス温度の実測値$T_{2(act)}$に基づいて、現時点t_0から$\triangle t$時間後のそれぞれの予想値$T_{1(asm)}$、$V_{(asm)}$、$I_{O2(asm)}$、$T_{2(asm)}$を演算する。なお、これらの予想値はそれぞれ、例えば、１０分前から現時点t_0までの間に所定のサンプリング周期で抽出された複数の実績値を用いて、一次回帰演算により求められる。なお、１０分前からに限らず、適宜の時間前から現時点までの実績値を用いることができ、例えば、５分前～１０分前の範囲で適宜に設定することができる。

【００１９】
そして、ブロック$B2_{T1}$、$B2_{T2}$、$B2_{I}$において、炉出口ガス温度の設定値$T_{1(set)}$と予想値$T_{1(asm)}$との偏差$\triangle T_1$、冷却室出口ガス温度の設定値$T_{2(set)}$と予想値$T_{2(asm)}$との偏差$\triangle T_2$、及びO_2濃度の設定値$I_{O2(set)}$と予想値$I_{O2(asm)}$との偏差$\triangle I_{O2}$を、それぞれ演算する。
【数１】
$$\triangle T_1 = T_{1(set)} - T_{1(asm)}$$
$$\triangle T_2 = T_{2(set)} - T_{2(asm)}$$
$$\triangle I_{O2} = I_{O2(set)} - I_{O2(asm)}$$
それと同時に、ブロック$B2_V$において、噴射水量実測値$V_{(act)}$からの予想値$V_{(asm)}$の変化率Ｖ′を求める。この変化率Ｖ′は、例えば、予想値演算を行うときに生成される時間ｔを変数とする予測式
$$V = at + b$$
の傾き、すなわち係数ａを変化率Ｖ′とすることにより得られる。
【００２０】
次に、演算制御装置１５は、ブロック$B3_Q$、$B3_{Q2}$において、総燃焼空気量Ｑ（＝一次燃焼空気量Q_1＋二次燃焼空気量Q_2）の補正値$\triangle Q$、及び二次燃焼空気量Q_2の補正値$\triangle Q_2$を得るためのファジィ演算を実行する。
ブロック$B3_Q$のファジィ演算においては、ブロック$B2_{T1}$、$B2_V$、$B2_I$で求められた$\triangle T_1$、Ｖ′、$\triangle I_{O2}$を入力パラメータとして用い、ブロック$B3_{Q2}$のファジィ演算においては、ブロック$B2_{T1}$、$B2_{T2}$、$B2_I$で求められた$\triangle T_1$、$\triangle T_2$、$\triangle I_{O2}$を入力パラメータとして用いる。
以下に、どのようにして出力パラメータの値が推論されるかについて、具体例を上げて説明する。なお、Ｘ及びＹは、メンバシップ関数の横軸及び縦軸を表すものとする。
【００２１】
（ａ）$\triangle I_{O2}$が、図５の［Ａ］において、Ｘ＝０．６０に対応する値である場合、
ＡＩ０１＝ＰＳ
ＡＩ０１＝ＰＢ
が得られる。
（ｂ）$\triangle T_1$が、図５の［Ｂ］において、Ｘ＝０．３５に対応する値である場合、
ＡＩ０２＝ＺＥ
ＡＩ０２＝ＰＳ
が得られる。
（ｃ）Ｖ′が、図５の［Ｃ］において、Ｘ＝０に対応する値である場合、
ＡＩ０３＝ＺＥ
が得られる。
（ｄ）$\triangle T_2$が、図５［Ｄ］において、Ｘ＝０．２対応する値である場合、
ＡＩ０４＝ＰＳ
が得られる。
【００２２】
前件部メンバシップ関数によって得られた各入力パラメータの領域に基づけば、図７及び図８の制御ルールにおいて、ルールＮｏ．３、７、３５、３６、６６、６７の前件部「ＩＦ」のＡＮＤ条件が満足されていることが分かる。
したがって、演算制御装置１５は、これらのルール番号の結論部をみて、

△Qに関しては、	ＡＯ０１＝ＮＭ	（ルールＮｏ．３）
	ＡＯ０１＝ＺＥ	（ルールＮｏ．７）
$\triangle Q_2$に関しては、	ＡＯ０２＝ＰＭ	（ルールＮｏ．６６）
	ＡＯ０２＝ＰＳ	（ルールＮｏ．６７）

を得る。
そして、ＭＡＸ－ＭＩＮ法及びシングルトン重心法等の、推論エンジンにおいて公知の方法を用い、さらに図６の［Ａ］及び［Ｂ］の結論部メンバシップ関数のＹ値を参照して、△Ｑ及び△$Ｑ_2$の値（すなわち補正値）を推論する。なお、ＭＡＸ－ＭＩＮ法及びシングルトン重心法に限られるものではなく、その他の推論法を用いることができることは言うまでもない。

【００２３】
図９を参照して、△Ｑの値の推論方法について説明する。
なお、図９の［Ａ］は、図５の［Ａ］において、Ｘ＝０．６が含まれる領域「ＰＳ」と「ＰＢ」を取り出して拡大表示したものであり、図９の［Ｂ］は、図５の［Ｂ］において、Ｘ＝０．３５が含まれる領域「ＺＥ」と「ＰＳ」を取り出して拡大表示したものである。さらに、図９の［Ｃ］は、ルールＮｏ．３及びルールＮｏ．７から、ＡＯ０１＝ＮＭ、及びＡＯ０１＝ＺＥが得られているので、図６の［Ａ］における領域「ＮＭ」及び「ＺＥ」を取り出して拡大表示したものである。

【００２４】
まず、図９の［Ｃ］の出力パラメータの領域「ＮＭ」は、ルールＮｏ．３から得られているので、そのときの前件部は、
ＡＩ０１＝ＰＳ（図９の［Ａ］）、及び
ＡＩ０２＝ＰＳ（図９の［Ｂ］）
である。図９の［Ａ］において、入力パラメータの領域「ＰＳ」に注目すると、
Ｘ＝０．６０の場合は、Ｙ＝０．７５
であり、また図９の［Ｂ］において、領域「ＰＳ」に注目すると、
Ｘ＝０．３５の場合は、Ｙ＝０．６５
であるので、Ｙの値の大きいほうを選択して（すなわち、三角形が重なったときのＯＲで見る）、図９の［Ｃ］の領域「ＮＭ」のＹ＝０．７５以上をカットし、斜線が引かれた台形を得る。

【００２５】
また、図９の［Ｃ］の出力パラメータの領域「ＺＥ」は、ルールＮｏ．７から得られているので、そのときの前件部は、
ＡＩ０２＝ＺＥ（図９の［Ｂ］）
である。図９の［Ｂ］において、入力パラメータの領域「ＺＥ」に注目すると、
Ｘ＝０．３５の場合は、Ｙ＝０．１０
であるので、図９の［Ｃ］の領域「ＺＥ」のＹ＝０．１０以上をカットし、縦線が引かれた台形を得る。

【００２６】
次に、このようにして得られた２つの台形それぞれの重心$Ｇ_1$、$Ｇ_2$を演算し、そしてさらに、これら２つの重心の重心Ｇを演算し、得られた重心Ｇの横軸Ｘに相当する値を推論結果とし、これにより、対応する△Ｑの値を決定する。
同様にして、制御ルールのルールＮｏ．６６、６７により、△$Ｑ_2$の出力パラメータの領域が「ＰＭ」、「ＰＳ」であることから、図５の［Ａ］及び［Ｄ］の前件部メンバシップ関数、並びに図６の［Ｂ］の結論部メンバシップ関数を参照して、△$Ｑ_2$の値を推論する。

【００２７】
その後、演算制御回路１５は、ブロック$Ｂ４_{Ｑ1}$及び$Ｂ４_{Ｑ2}$において、ファジィ演算により得られた補正値△$Ｑ_1$及び△$Ｑ_2$を用いて、新たな一次燃焼空気量の設定値$Ｑ_{1（ｓｅｔ）}$及び二次燃焼空気量の設定値$Ｑ_{2（ｓｅｔ）}$を得る。新たな設定値の演算は、以下のように実行される。
起動時に設定された総燃焼空気量、一次燃焼空気量、二次燃焼空気量の固定の初期設定値をそれぞれ$Ｑ_{（ｓｅｔ）0}$、$Ｑ_{1（ｓｅｔ）0}$、$Ｑ_{2（ｓｅｔ）0}$で表し、一次及び二次燃焼空気量が予め例えば$α_1$：$α_2$に振り分けられるよう設定されている場合、

【数２】

$$Q_{1(set)0} = Q_{(set)0} \cdot \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2)$$
$$Q_{2(set)0} = Q_{(set)0} \cdot \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2)$$

となる。設定変更タイミング時点t_iがきたとき、すなわちｉ回目の変更タイミングでは、ブロック$B3_Q$で得られた△Ｑを用いて、今回新たに設定する一次燃焼空気量の設定値$Q_{1(set)i}$を、以下の式に基づいて演算する。

【数３】

$$Q_{1(set)i} = Q_{1(set)0} + \triangle Q \cdot \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2)$$
$$= (Q_{(set)0} + \triangle Q) \cdot \alpha_1 / (\alpha_1 + \alpha_2)$$

また、設定変更タイミング時点t_j、すなわちｊ回目の変更タイミングで設定される二次燃焼空気量の設定値$Q_{2(set)j}$は、ブロック$B3_Q$及び$B3_{Q2}$で得られた△Ｑ及び$\triangle Q_2$を用いて、以下の式により演算される。

【数４】

$$Q_{2(set)j} = Q_{2(set)0} + \triangle Q \cdot \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2) + \triangle Q_2$$
$$= (Q_{(set)0} + \triangle Q) \cdot \alpha_2 / (\alpha_1 + \alpha_2) + \triangle Q_2$$

また、演算制御装置１５は、ブロック$B5_{Qa}$～$B5_{Qc}$において、上記のようにして得られた$Q_{1(set)i}$に基づいて、乾燥帯、燃焼１帯、燃焼２帯それぞれに供給される空気量の新しい設定値$Q_{a(set)i}$～$Q_{c(set)i}$を決定する。

【００２８】

ただし、ブロック$B4_{Q1}$及び$B4_{Q2}$に△Ｑを取り込む時間スパンΓ_1は、$\triangle Q_2$を取り込む時間スパンΓ_2よりもはるかに長く設定されている。すなわち、演算制御装置１５に内蔵されているタイマ（Γ_1）15_1の動作により、前回の取り込み時点から時間Γ_1経過したしたことを検出したときに、△Ｑはブロック$B4_{Q1}$及び$B4_{Q2}$に取り込まれ、一方、$\triangle Q_2$は、タイマ（Γ_2）の動作により、前回の取り込み時点から時間Γ_2（≪Γ_1）経過したときに、ブロック$B4_{Q2}$に取り込まれる。

上記したタイマ時間Γ_1、Γ_2は、例えばΓ_1＝１２００秒、Γ_2＝７０秒に設定されており、Γ_1がΓ_2の整数倍とならないように設定されている。これは、一次燃焼空気の設定値と二次燃焼空気の設定値とが同時に変更されないようにするためのものである。なお、この場合でも、長時間の燃焼制御を行う間に、$K_1\Gamma_1 = K_2\Gamma_2$　（ただし、K_1及びK_2は自然数）となってしまうので、このような等号が成立する前にタイマΓ_1及びΓ_2をリセットする必要があり、このようにリセットするためのタイマ（隠れタイマ）を演算制御装置１４に内蔵させて、設定値が同時に変更されないようにすることが好ましい。

【００２９】

したがって、ブロック$B4_{Q1}$において、時点t_i（＝$t_{i-1}+\Gamma_1$）毎に更新された設定値$Q_{1(set)i}$が得られ、ブロック$B6_{Q1}$において、新してセンサS_{Q1}からの実績値$Q_{1(act)}$が設定値$Q_{1(set)i}$に近づくように、ワンループＰＩＤ制御を行い、ダンパM_1を調整する。同様に、ブロック$B5_{Qa}$～$B5_{Qc}$においても時点t_i毎に更新された設定値$Q_{a(set)i}$～$Q_{c(set)i}$が得られ、ブロック$B6_{Qa}$～$B6_{Qc}$において、センサS_{Qa}～S_{Qc}からの実測値$Q_{a(act)}$～$Q_{c(act)}$がそれぞれ、設定値$Q_{a(set)i}$～$Q_{c(set)i}$に近づくように、ワンループＰＩＤ制御を行い、それにより、ダンパM_a～M_cを調整して空気量を制御する。

一方、ブロック$B4_{Q2}$においては、時点t_j（＝$t_{j-1}+\Gamma_2$）毎に更新された設定値$Q_{2(set)j}$が得られ、ブロック$B6_{Q2}$において、センサS_{Q2}からの実績値$Q_{2(act)}$が該設定値$Q_{2(set)j}$に近づくように、ワンループＰＩＤ制御を行い、ダンパM_2を調整して空気量を制御する。

【００２９】

制御ＩＩ：給じん装置及びストーカの動作制御

図４のフローチャートを参照して、給じん装置５の単位時間当たりの駆動回数設定値N_5

（ｓｅｔ）、及びストーカ６$_a$～６$_c$の単位時間当たりの駆動回数設定値Ｎ$_{a（set）}$～Ｎ$_{c（set）}$を変更するための制御について説明する。
これらの駆動回数設定値を変更するために、まず演算制御装置１５は、ブロックＢ１$_{Pa}$、Ｂ１$_{Pb}$において、圧力センサＳ$_{Pa}$、Ｓ$_{Pb}$からの乾燥帯の炉下圧力実績値Ｐ$_{a（act）}$、及び燃焼１帯の炉下圧力実績値Ｐ$_{b（act）}$を用いて、現時点ｔ$_0$から△ｔ時間後のそれぞれの予想値Ｐ$_{a（asm）}$、Ｐ$_{b（asm）}$、Ｔ$_{1（asm）}$を演算する。

【００３０】

それと同時に、演算制御装置１５は、ブロックＢ１$_L$において、ごみの燃焼完結位置を表す燃焼完結点実績値Ｌ$_{（act）}$を用いて、△ｔ時間後の予想値Ｌ$_{（asm）}$を演算する。なお、燃焼完結点実績値Ｌ$_{（act）}$は、燃焼炉１内のごみを撮影したカメラ１１からの映像信号の輝度分布を、画像処理装置１６（図２）において分析して得られたものである。
△ｔは、上記した制御Ｉの場合と同様に、例えば△ｔ＝５分に設定されており、また、これらの予想値Ｐ$_{a（asm）}$、Ｐ$_{b（asm）}$、Ｌ$_{（asm）}$はそれぞれ、例えば５～１０分前から現時点ｔ$_0$までの間にサンプリング抽出された複数の実績値を用いて、一次回帰演算式に基づいて演算される。

【００３１】

次に、演算制御装置１４は、ブロックＢ２$_{Pa}$、Ｂ２$_{Pb}$において、得られた△ｔ時間後の予想値Ｐ$_{a（asm）}$、Ｐ$_{b（asm）}$に基づいて、△ｔ時間後の乾燥帯及び燃焼１帯のごみ層厚予想値Ｈ$_{a（asm）}$、Ｈ$_{b（asm）}$を演算し、かつブロックＢ２$_L$において、現時点ｔ$_0$で設定されている燃焼完結位置の設定値Ｌ$_{（set）}$とその予想値Ｌ$_{（asm）}$との偏差△Ｌを演算する。

【数５】

$$\triangle L = L_{(set)} - L_{(asm)}$$

ごみ層厚の予想は、ごみ層厚演算式に基づいて実行されるが、例えば、以下の演算式が用いられる。

【数６】

Ｈ$_{a（asm）}$（乾燥帯ごみ層厚）

$$= (-1.1275 Q_{a(set)}^{\ 2} + 2.2825 Q_{a(set)} + 22.532) \times \{P_{a(asm)} - P_{SV} - (2.75 Q_{a(set)}^{\ 2} + 13.05 Q_{a(set)} + 0.95)\}$$

Ｈ$_{b（asm）}$（燃焼１帯ごみ層厚）

$$= (1.5095 Q_{b(set)}^{\ 2} \times 2 - 33.18 Q_{b(set)} + 184.85) \times \{P_{b(asm)} - P_{SV} - (25 Q_{b(set)} - 73) - \beta (Q_{c(set)} - 2)\} + \{142.6 - 5.981 \beta (Q_{c(set)} - 2) \times Q_{b(set)} / 2 - 595.2 + 35.41 \beta (Q_{c(set)} - 2)$$

ただし、Ｐ$_{SV}$　：炉内圧力設定値
β　：Ｑ$_{c（set）}$の吹き込みによるＰ$_{b（asm）}$の変化量

【００３２】

次に、演算制御装置１５は、ブロックＢ３$_N$において、駆動回数設定値Ｎ$_{5（set）}$、Ｎ$_{a（set）}$～Ｎ$_{c（set）}$を変更するための増減値、すなわち補正値△Ｎ$_5$、Ｎ$_a$～Ｎ$_c$を得るためのファジィ演算を実行する。このとき、ブロックＢ２$_{Pa}$、Ｂ２$_{Pb}$、Ｂ２$_L$において得られたＨ$_{Pa}$、Ｈ$_{Pb}$、△Ｌとともに、図２のブロックＢ２$_{T1}$において得られた△Ｔ$_1$も、ファジィ演算の入力パラメータとして用いる。したがって、参照される前件部メンバシップ関数は、図５の［Ｂ］、［Ｅ］～［Ｇ］である。
ブロックＢ３$_N$におけるファジィ演算も、上記した図３のブロックＢ３$_Q$、Ｂ３$_{Q2}$でのファジィ演算と同様にして実行されるが、ブロックＢ３$_N$においては、出力パラメータが△Ｎ$_5$、△Ｎ$_a$～△Ｎ$_c$であることから、図６の［Ｃ］～［Ｄ］の結論部メンバシップ関数が用いられる。

【００３３】

本発明においては、炉出口ガス温度（Ｔ）、ごみの燃焼完結位置（Ｌ）、及びごみ層厚（Ｈ）をパラメータとして用いて、給じん装置５及びストーカ6_a～6_cの駆動回数（Ｎ）を制御することにより、燃焼炉１へのごみの供給量及び燃焼炉内でのごみの移動速度を調整しているが、これは、次の理由によるものである。ごみが燃えにくいものであるほど、他の条件を一定とすると、炉出口ガス温度（Ｔ）が低下し、燃焼完結位置（Ｌ）が灰出口方向へ移動し、さらにごみ層厚（Ｈ）が厚くなる。したがって、これらのパラメータを監視すればごみの難燃焼性の程度を推論することができるので、それに応じて、ごみの供給量及び移動速度を調整すればよいことが解る。

【００３４】

その後、演算制御装置１５は、ブロック4_{N5}、$B4_{Na}$～$B4_{Nd}$において、ファジィ演算によって求められた駆動回数の補正値（増減値）$\triangle N_5$、$\triangle N_a$～$\triangle N_c$を、現在設定されている（すなわち、前回設定した）駆動回数$N_{5(set)}$、$N_{a(set)}$～$N_{c(set)}$に加算することにより、新しい駆動回数を決定する。

すなわち、今回の設定値の更新がｋ回目であるとき、決定された駆動回数の設定値をそれぞれ、$N_{5(set)k}$、$N_{a(set)k}$～$N_{c(set)k}$で表すと、以下の式により演算することができる。ただし、ｋ＝０のときの設定値$N_{5(set)0}$、$N_{a(set)0}$～$N_{c(set)0}$は、予め初期設定されているものとする。

【数７】

$$N_{5(set)k}=N_{5(set)k-1}+\triangle N_5$$
$$N_{a(set)k}=N_{a(set)k-1}+\triangle N_a$$
$$N_{b(set)k}=N_{b(set)k-1}+\triangle N_b$$
$$N_{c(set)k}=N_{c(set)k-1}+\triangle N_c$$

【００３５】

ただし、ブロック$B4_{N5}$、$B4_{Na}$～$B4_{Nc}$においては、演算制御装置１５に含まれるタイマ（Γ_3）15_3により、前回の更新時点t_{k-1}から所定時間Γ_3経過した時点t_k（＝$t_{k-1}+\Gamma_3$）が計時されると、その時点t_kで$\triangle N_5$、$\triangle N_a$～$\triangle N_c$を取り込み、駆動装置D_5、D_{6a}～D_{6c}による、給じん装置５、ストーカ6_a～6_cの駆動回数の設定値$N_{5(set)k}$、$N_{a(set)k}$～$N_{c(set)k}$を演算して更新する。このように駆動回数を制御することにより、ごみの難燃性に応じて、ごみの供給量及び移動速度を適切に制御することができる。

【００３６】

図１０は、本発明の制御Ｉ及び制御ＩＩに基づいて実機テストによりごみの燃焼制御を実行した場合の、煙突１０の入口における酸素濃度の実績値$I_{O2(act)}$と、従来例（運転員の手動操作）による燃焼制御を実行した場合の酸素濃度の実績値とを対比して表したグラフであり、［Ａ］は本発明による場合であり、［Ｂ］は従来例による場合である。実機テストにおいては、酸素濃度を８．８％に設定した。

図１０から明らかなように、本発明の制御方法によれば、従来例に比べて酸素濃度I_{O2}が格段に安定しており、したがって、ダイオキシン等の有害な物質を煙突から排出する恐れがなくなり、また、焼却炉の設備が損傷する確率が極めて少なくなる。

本発明の燃焼制御方法を好適な実施例に基づいて説明したが、該実施例に限らず種々の変形が可能であり、例えば、焼却炉１の燃焼１帯（ｂ）及び燃焼２帯（ｃ）が一体に形成されている焼却炉であっても、本発明を適用可能であることは言うまでもない。さらに、制御フローの順番は、必要に応じて適宜変更することもできる。

【図面の簡単な説明】

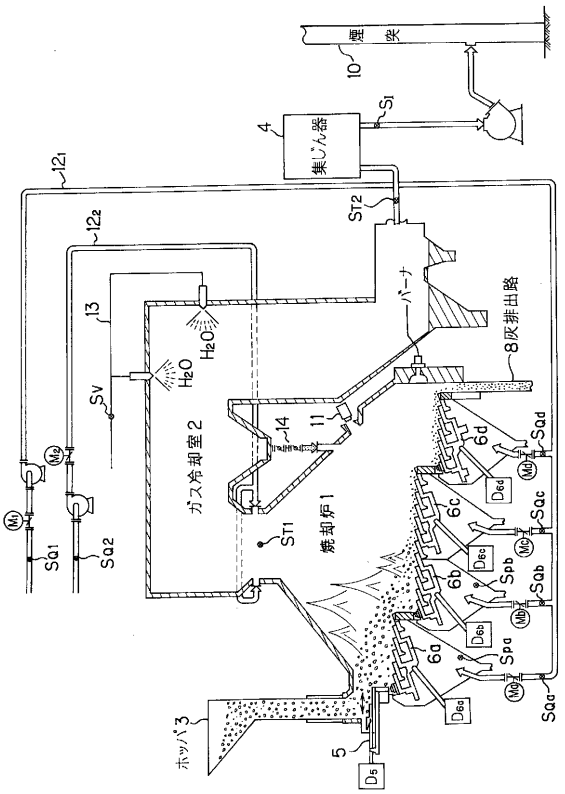
【図１】本発明の燃焼制御方法を実施することができるストーカ式燃焼システムの一例を示す概略図である。

【図２】図１の燃焼システムからの入力信号に基づいて、制御用の設定値を演算し更新するための演算制御装置の一例を示すブロック図である。

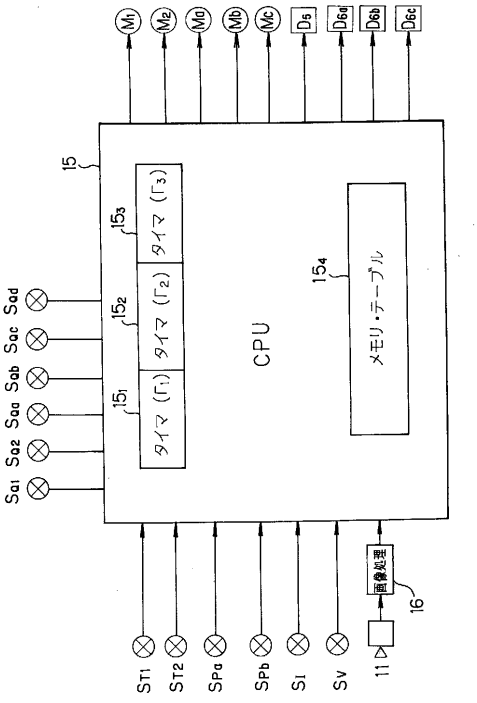
【図３】本発明の燃焼制御方法における、空気量を調節制御するためのフローチャートである。

【図４】本発明の燃焼制御方法における、給じん装置及びストーカの駆動回数を制御するためのフローチャートである。
【図５】本発明の燃焼制御方法において用いられる、前件部メンバシップ関数を例示するグラフである。
【図６】本発明の燃焼制御方法において用いられる、結論部メンバシップ関数を例示するグラフである。
【図７】本発明の燃焼制御方法において用いられる、一例の制御ルールの図表の前半部分である。
【図８】図７の図表に続いている、制御ルールの図表の後半部分である。
【図９】本発明の燃焼制御方法において用いられる、ファジィ演算の具体的手法を説明するための説明図である。
【図１０】本発明の燃焼制御方法による煙突入口での酸素濃度の実績値と、従来例の燃焼制御方法による酸素濃度の実績値とを対比して示したグラフである。

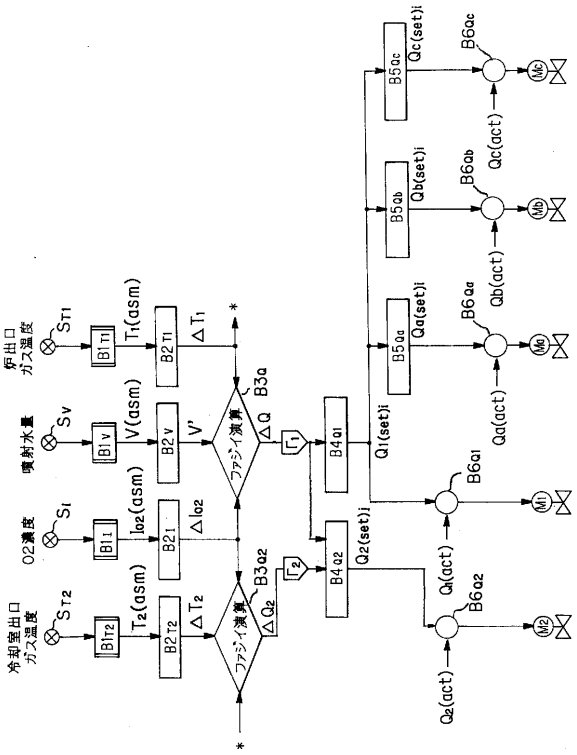
【図１】



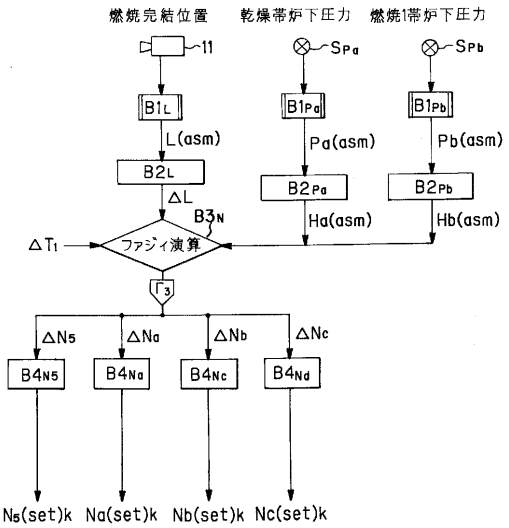
【図２】



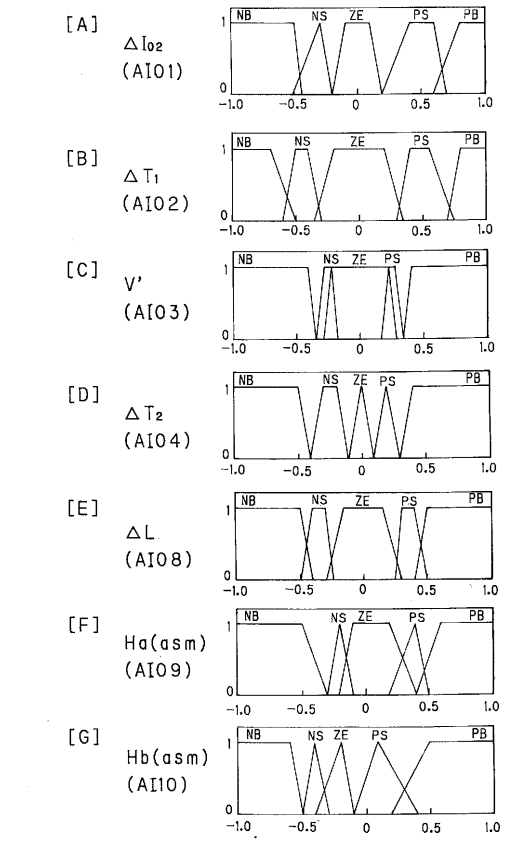
【図３】


炉出口ガス温度
噴射水量
O2濃度
冷却室出口ガス温度
ST1
SV
SI
ST2
B1T1
B1V
B1I
B1T2
T1(asm)
V(asm)
Io2(asm)
T2(asm)
B2T1
B2V
B2I
B2T2
ΔT1
ΔIo2
ΔT2
V'
ΔQ
ΔQ2
ファジィ演算
B3Q
B3Q2
Γ1
Γ2
B4Q1
B4Q2
Q1(set)i
Q2(set)i
B5Qc
B5Qb
B5Qa
Qc(set)i
Qb(set)i
Qa(set)i
B6Qc
B6Qb
B6Qa
B6Q1
B6Q2
Qc(act)
Qb(act)
Qa(act)
Q1(act)
Q2(act)
Mc
Mb
Ma
M1
M2

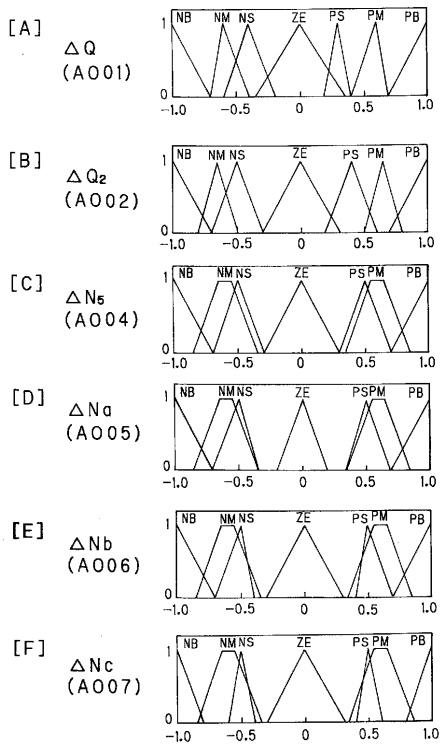
【図４】


燃焼完結位置
乾燥帯炉下圧力
燃焼1帯炉下圧力
11
SPa
SPb
B1L
B1Pa
B1Pb
L(asm)
Pa(asm)
Pb(asm)
B2L
B2Pa
B2Pb
ΔL
Ha(asm)
Hb(asm)
B3N
ΔT1
ファジィ演算
Γ3
ΔN5
ΔNa
ΔNb
ΔNc
B4N5
B4Na
B4Nc
B4Nd
N5(set)k
Na(set)k
Nb(set)k
Nc(set)k

【図５】


[A] ΔIo2 (AI01)
[B] ΔT1 (AI02)
[C] V' (AI03)
[D] ΔT2 (AI04)
[E] ΔL (AI08)
[F] Ha(asm) (AI09)
[G] Hb(asm) (AI10)
NB NS ZE PS PB
1
0
-1.0 -0.5 0 0.5 1.0

【図６】


[A] ΔQ (AO01)
[B] ΔQ2 (AO02)
[C] ΔN5 (AO04)
[D] ΔNa (AO05)
[E] ΔNb (AO06)
[F] ΔNc (AO07)
NB NM NS ZE PS PM PB
1
0
-1.0 -0.5 0 0.5 1.0

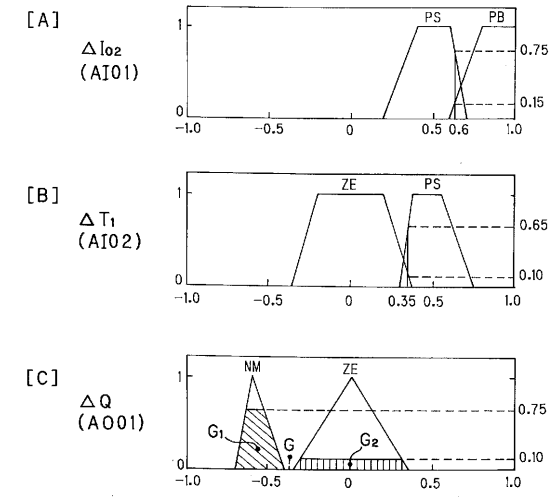
【図７】

No.	RULE	IF					THEN	
1	AND	AI01= PB	AI02= NB	=	=	=	A001= NB	=
2	AND	AI02= PB	=	=	=	=	A001= NB	=
3	AND	AI02= PS	AI01= PS	=	=	=	A001= NM	=
4	AND	AI02= PS	AI01= ZE	=	=	=	A001= NS	=
5	AND	AI02= PS	AI03= PB	=	=	=	A001= NM	=
6	AND	AI02= PS	AI03= PS	=	=	=	A001= NS	=
7	AND	AI02= ZE	=	=	=	=	A001= ZE	=
8	AND	AI01= NB	=	=	=	=	A001= PM	=
9	AND	AI02= NB	AI01= NB	=	=	=	A001= PB	=
10	AND	AI02= NS	AI01= NS	=	=	=	A001= PM	=
11	AND	AI02= NS	AI01= ZE	=	=	=	A001= PS	=
12	AND	AI02= NS	AI03= NB	=	=	=	A001= PM	=
13	AND	AI02= NS	AI03= NS	=	=	=	A001= PS	=
14	AND	AI04= PB	=	=	=	=	A001= NB	=
15	AND	AI04= PS	=	=	=	=	A001= NS	=
16		=	=	=	=	=	=	=
33	AND	AI02= PB	=	=	=	=	A004= NB	A005= NB
34	AND	AI02= PB	=	=	=	=	A006= NB	A007= NS
35	AND	AI02= PS	=	=	=	=	A004= NS	A005= NS
36	AND	AI02= PS	=	=	=	=	A006= NS	A007= ZE
37	AND	AI02= ZE	AI09= PB	=	=	=	A004= PS	A005= PS
38	AND	AI02= ZE	AI09= PB	=	=	=	A006= PS	A007= ZE
39	AND	AI02= ZE	AI09= PS	=	=	=	A004= NS	A005= NS
40	AND	AI02= ZE	AI09= PS	=	=	=	A006= NS	A007= ZE
41	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= PB	=	=	A004= NS	A005= NS
42	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= PB	=	=	A006= NB	A007= NS
43	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= PS	=	=	A004= NS	A005= NS
44	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= PS	=	=	A006= NS	A007= ZE
45	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= ZE	AI08= PB	=	A007= NS	=
46	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= ZE	AI08= PS	=	A007= ZE	=
47	AND	AI02= ZE	AI09= NB	=	=	=	A004= PB	A005= PB
48	AND	AI02= ZE	AI09= NB	=	=	=	A006= PB	A007= PS

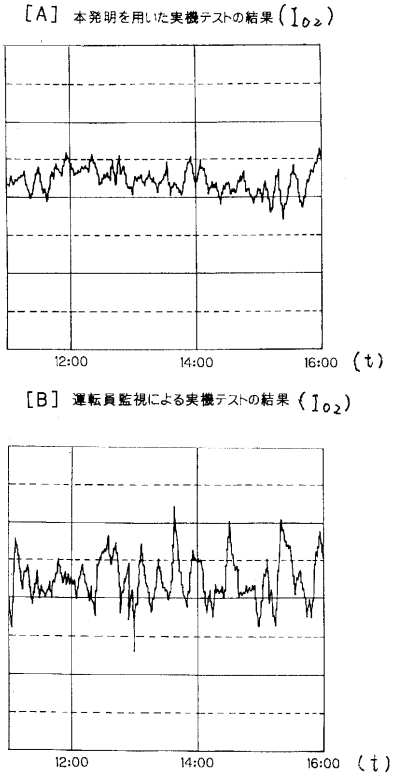
【図８】

No.	RULE	IF					THEN	
49	AND	AI02= ZE	AI09= NS	=	=	=	A004= PS	A005= PS
50	AND	AI02= ZE	AI09= NS	=	=	=	A006= PS	A007= ZE
51	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= NB	=	=	A004= PB	A005= PB
52	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= NB	=	=	A006= PB	A007= PS
53	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= NS	=	=	A004= PS	A005= PS
54	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= NS	=	=	A006= PS	A007= ZE
55	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= ZE	AI08= NB	=	A006= PB	A007= PS
56	AND	AI02= ZE	AI09= ZE	AI10= ZE	AI08= NS	=	A006= PS	A007= ZE
57	AND	AI02= NB	=	=	=	=	A004= PB	A005= PB
58	AND	AI02= NB	=	=	=	=	A006= PB	A007= PS
59	AND	AI02= NS	=	=	=	=	A004= PS	A005= PS
60	AND	AI02= NS	=	=	=	=	A006= PS	A007= ZE
61	AND	AI08= PB	=	=	=	=	A004= NB	A005= NB
62	AND	AI08= PB	=	=	=	=	A006= NB	A007= NS
63	AND	AI08= PS	=	=	=	=	A004= NS	A005= NS
64	AND	AI08= PS	=	=	=	=	A006= NS	A007= ZE
65	AND	AI04= PB	=	=	=	=	A002= PB	=
66	AND	AI01= PB	AI04= PS	=	=	=	A002= PM	=
67	AND	AI01= PS	AI04= PS	=	=	=	A002= PS	=
68	AND	AI01= ZE	AI04= PS	=	=	=	A002= PS	=
69	AND	AI01= PB	AI04= ZE	=	=	=	A002= NM	=
70	AND	AI01= PS	AI04= ZE	=	=	=	A002= NS	=
71	AND	AI01= ZE	AI04= ZE	=	=	=	A002= ZE	=
72	AND	AI01= NS	AI04= ZE	=	=	=	A002= PS	=
73	AND	AI01= NB	AI04= ZE	=	=	=	A002= PM	=
74	AND	AI01= NB	AI04= NS	=	=	=	A002= PB	=
75	AND	AI01= NS	AI04= NS	=	=	=	A002= NM	=
76	AND	AI01= ZE	AI04= NS	=	=	=	A002= NS	=
77	AND	AI04= NB	=	=	=	=	A002= NB	=
78	AND	AI01= PS	AI02= NS	=	=	=	A002= NM	=
79	AND	AI01= PS	AI02= NB	=	=	=	A002= NB	=
80	AND	AI01= PB	AI02= NS	=	=	=	A002= NB	=
81	AND	AI01= PB	AI02= NB	=	=	=	A002= NB	=
82	AND	AI02= PB	AI04= PS	=	=	=	A002= PB	=
83	END	=	=	=	=	=	=	=

【図９】



【図１０】



フロントページの続き

(72)発明者　奥　秀一
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　黒澤　和重
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　浦上　嘉信
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　岡　武裕
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０４－０７６３０７（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３０３７４１（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２９７７１４（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１６９９２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２０８３０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
F23G　5/50
B09B　3/00
C02F 11/00