

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4970859号
(P4970859)

(45) 発行日 平成24年7月11日 (2012. 7. 11)

(24) 登録日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 3 G 5/50 (2006.01)

F 2 3 G 5/50 Z A B A

F 2 3 G 5/50 N

F 2 3 G 5/50 M

F 2 3 G 5/50 Q

F 2 3 G 5/50 L

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-181798 (P2006-181798)
(22) 出願日 平成18年6月30日 (2006. 6. 30)
(65) 公開番号 特開2008-8586 (P2008-8586A)
(43) 公開日 平成20年1月17日 (2008. 1. 17)
審査請求日 平成21年6月8日 (2009. 6. 8)

(73) 特許権者 000133032
株式会社タクマ
兵庫県尼崎市金楽寺町二丁目2番33号
(74) 代理人 110000729
特許業務法人 ユニアス国際特許事務所
(74) 代理人 100104422
弁理士 梶崎 弘一
(74) 代理人 100105717
弁理士 尾崎 雄三
(74) 代理人 100104101
弁理士 谷口 俊彦
(72) 発明者 松田 吉司
兵庫県尼崎市金楽寺町2丁目2番33号
株式会社タクマ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃焼炉の燃焼制御方法およびその燃焼制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼状態の解析データを得るための流体解析手法として有限体積法を用いた物理モデルを使用し、少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関するプロセスデータをセンサ手段から所定時間間隔で取得するステップと、

取得したプロセスデータに基づいて、前記物理モデルのための少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関する境界条件を設定するステップと、

前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて理想の燃焼状態を示す解析データを算出するステップと、

前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて現実の燃焼状態を示す解析データを算出するステップと、

理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データとに基づいて現実の燃焼状態を理想の燃焼状態へ近づけるための燃焼炉の各操作手段の操作量を算出するステップと、

を備えることを特徴とする燃焼炉の燃焼制御方法。

【請求項 2】

少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関するプロセスデータをセンサ手段から所定時間間隔で取得するプロ

10

20

セスデータ取得手段と、燃焼状態の解析データを得るための流体解析手法として有限体積法を用いた物理モデルを記憶した物理モデル記憶手段と、取得したプロセスデータに基づいて前記物理モデルのための少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関する境界条件を設定する境界条件設定手段と、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて理想の燃焼状態を示す解析データを算出する理想燃焼状態算出手段と、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて現実の燃焼状態を示す解析データを算出する現実燃焼状態算出手段と、理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データとに基づいて現実の燃焼状態を理想の燃焼状態へ近づけるための燃焼炉の各操作手段の操作量を算出する操作量算出手段と、を備えることを特徴とする燃焼炉の燃焼制御システム。

10

【請求項3】

理想と現実の2つの解析結果データに基づいて、理想の燃焼状態を示す表示と現実の燃焼状態を示す表示の2つの表示を対比させて表示する燃焼状態比較表示手段を設ける請求項2記載の燃焼炉の燃焼制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は燃焼炉の燃焼制御方法およびその燃焼制御システムに関し、特に、ごみ焼却炉などの燃焼制御に好適な技術に関する。

【背景技術】

20

【0002】

近年、ごみ処理施設においては、排ガス中の NO_x 濃度の引下げやダイオキシン類の発生防止を図って環境汚染を防止すると共に、熱回収の高効率化および排ガス処理設備の小型化等を可能とした次世代型燃焼方式が多く提案されている。

【0003】

この次世代型燃焼方式においては、安定した燃焼制御が要求され、具体的には(1)燃焼熱量の安定化、(2)目標とする空気比での安定燃焼、(3)ダイオキシンや CO の発生抑制および NO_x の変動抑制などが要求されることになる。

【0004】

上記安定した燃焼制御を実現するために、ごみ焼却炉内の状態を検出する技術の開発も行われている。例えば、下記特許文献1では、ストーカ式ごみ焼却炉において、乾燥ゾーンのガスにレーザ光を照射してガスの速度を検出するレーザ流速計を設け、乾燥ゾーンのごみ(燃焼対象物に相当)が所定の乾燥状態で燃焼ゾーンに送られるように、レーザ流速計の検出結果に基づいて、乾燥ゾーンに対するごみ供給装置と一次燃焼空気供給装置とストーカ駆動装置との少なくとも1つの装置を制御する技術が開示され、炉内の燃焼状態を安定化するようにしている。

30

【0005】

燃焼炉の設計を行う場合には、炉内のガス成分分布、温度分布やガス流れなどをスタティックなごみ処理施設のデータを用いてシミュレーション解析を行い、炉形状や燃焼空気の吸込み位置などを決定するデータとして使用されている。

40

【0006】

さらに、焼却炉内のごみ厚み、炉内の温度分布、 O_2 分布、 CO 分布などの制御対象を各種センサによって検出して、個々の制御ループで最適な燃焼を行うように制御することが行われている。

【0007】

【特許文献1】特開2003-254524公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記従来技術には、次のような課題がある。すなわち、各制御ループで

50

制御を行う方法は、各制御ループがそれぞれ独立して制御を行うため、1つの応答によって他の制御対象に影響を及ぼすことがあり、総合的に最適な制御を行うことが難しい。

【0009】

一般にごみ焼却炉は、ごみの内容や1日のごみ焼却量が日々変動することや、発電用にごみ焼却炉が使用されて一定量の発電量が必要になる場合や、ごみ焼却炉の運転コストを最も重視する場合など、個々の焼却炉において変動要因や個別要因が多く、個々の焼却炉において要求される運転条件はそれぞれ異なる。

【0010】

このような個々に要求される運転条件やごみ内容による変動がある燃焼炉において、オペレータが燃焼炉内の制御対象を可視化した表示によって、その燃焼状態を常に監視し、最適な運転状態を実現すべく、自らの経験に基づいて各操作端（操作部）に対して補正指令を出すことは、現実的には難しい。

10

【0011】

そこで、本発明の目的は、上記従来技術の有する問題点に鑑みて、現実の燃焼炉の運転状態を理想の運転状態に近づけることができる燃焼炉の燃焼制御方法およびその燃焼制御システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記課題は、各請求項記載の発明により達成される。すなわち、本発明に係る燃焼炉の燃焼制御方法の特徴構成は、燃焼状態の解析データを得るための流体解析手法として有限体積法を用いた物理モデルを使用し、少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関するプロセスデータをセンサ手段から所定時間間隔で取得するステップと、取得したプロセスデータに基づいて、前記物理モデルのための少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関する境界条件を設定するステップと、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて理想の燃焼状態を示す解析データを算出するステップと、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて現実の燃焼状態を示す解析データを算出するステップと、理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データとに基づいて現実の燃焼状態を理想の燃焼状態へ近づけるための燃焼炉の各操作手段の操作量を算出するステップと、を備えることにある。

20

30

【0013】

又、本発明に係る燃焼炉の燃焼制御システムの特徴構成は、少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関するプロセスデータをセンサ手段から所定時間間隔で取得するプロセスデータ取得手段と、燃焼状態の解析データを得るための流体解析手法として有限体積法を用いた物理モデルを記憶した物理モデル記憶手段と、取得したプロセスデータに基づいて前記物理モデルのための少なくとも燃焼炉に投入される燃焼対象物の量、および燃焼炉内の温度分布、ガス分布並びにガス流れ方向に関する境界条件を設定する境界条件設定手段と、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて理想の燃焼状態を示す解析データを算出する理想燃焼状態算出手段と、前記物理モデルを用い、前記境界条件に基づいて現実の燃焼状態を示す解析データを算出する現実燃焼状態算出手段と、理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データとに基づいて現実の燃焼状態を理想の燃焼状態へ近づけるための燃焼炉の各操作手段の操作量を算出する操作量算出手段と、を備えることにある。

40

【0014】

これらの構成によれば、現実のプロセスデータを所定時間間隔で取得して、理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データに基づいて燃焼炉の各操作手段の操作量を算出するので、刻々変化する燃焼炉の状態を理想の燃焼状態に近づけることが可能になる。また、現実の状態を理想の状態に近づける推論データを得ることができる。

【0015】

上記本燃焼制御方法および本燃焼制御システムをごみ焼却炉に適用する場合は、上記ブ

50

ロセスデータに加えて、燃焼対象物としてのごみの質、ごみの乾燥状態などを付加することが好ましい。ごみの質としては、ごみの比重、ごみの種類データなどを例示できる。ごみ焼却炉の場合、ごみの種類および状態によって燃焼状態が大きく変化するので、ごみの質を検出するセンサ手段を設けることが好ましい。

【0016】

なお、燃焼炉に付設してセンサ手段と操作手段とを設け、物理モデル記憶手段、境界条件設定手段、理想燃焼状態算出手段、現実燃焼状態算出手段、及び操作量算出手段をネットワーク上に配置し、そのネットワークを介して操作量を操作手段に送ることが好ましい。

【0017】

10

かかる構成によれば、燃焼炉の現場に物理モデル記憶手段、境界条件設定手段、理想燃焼状態算出手段、現実燃焼状態算出手段、及び操作量算出手段などを持ち込む必要がなくなる。これにより、燃焼炉から離れた場所において、最適な制御を行ったり、推論したりすることができ、実施コストを低減することができる。

【0018】

また、現実のプロセスデータをCSV（Comma Separated Values）形式で保存し、境界条件設定手段がそのCSV形式のデータに基づいて物理モデルのための境界条件を設定することが好ましい。この構成であれば、例えば、通信ネットワークを用いた場合の送信処理および汎用性を向上させることができる。

【0019】

20

理想または現実の燃焼状態を示す解析データもCSV形式やJPEG形式で保存または送信することが好ましい。物理モデルとしては有限体積法を用いた物理モデルが一般的である。

【0020】

更に、理想と現実の2つの解析結果データに基づいて、理想の燃焼状態を示す表示と現実の燃焼状態を示す表示の2つの表示を対比させて表示する燃焼状態比較表示手段を設けることが好ましい。

【0021】

この構成によれば、理想状態の燃焼を示す表示と現実の燃焼を示す表示の2つの表示を対比させて表示するので、オペレータに現在行われている燃焼制御の実際を視覚的に把握することができて現状の把握を高めることができると共に、燃焼制御システムの能力向上に対する示唆を得ることができる。

30

【0022】

上記したように、これまで燃焼炉の設計を行う場合には、燃焼炉内のガス分布、温度分布、ガス流れ状態などをスタティックなデータを用いてシミュレーション解析を行い、燃焼炉の個別設計条件、例えば、炉形状などの設計を決定している。本発明者は、上記スタティックなデータに代えて、現実の燃焼炉のプロセスデータを用いて上記シミュレーション解析を所定時間間隔で行って理想の燃焼状態を示す解析データと現実の燃焼状態を示す解析データを比較し、所定の規則に基づいて制御を行うことによって、理想的な燃焼状態に近づけることを見だし、本発明を完成させたのである。

40

【発明を実施するための最良の形態】**【0023】**

本発明の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。すなわち、本発明に係る燃焼炉の燃焼制御方法と燃焼制御システムを、ストーカ式ごみ焼却炉の燃焼制御に適用した場合について説明する。

【0024】

図1は、燃焼制御システムの概略全体構成を示し、ごみ焼却炉10は制御装置39と、燃焼解析装置40と、必要に応じて燃焼状態比較表示手段である燃焼状態比較表示装置41とが連携して所定の制御を行うように構成してある。

【0025】

50

ごみ焼却炉 10（燃焼炉に相当）は、ごみ（燃焼対象物に相当）を貯留するホッパー 1 と、ホッパー 1 のごみを送るごみ供給装置 4 とを設けると共に、ごみ供給装置 4 により送られてくるごみを燃焼させるストーカ 3 を炉本体 2 に設け、一次燃焼ゾーン 34 に空気を供給する一次燃焼空気供給装置 5 と、二次燃焼ゾーン 35 に二次燃焼空気を供給して未燃物または不完全燃焼物を完全燃焼させる二次燃焼空気供給装置 6 と、灰を排出する灰排出口 7 とを設けて構成してある。

【0026】

ストーカ 3 は、乾燥ストーカ 3A と燃焼ストーカ 3B と後燃焼ストーカ 3C とから構成されている。送風機 30 からの一次燃焼空気を通す一次空気ダクト 8 が、各ストーカ 3A, 3B, 3C の下方側に連通接続されている。なお、一次燃焼空気は一次燃焼空気予熱器 24 によって加熱される。

10

【0027】

二次燃焼空気供給装置 6 として、第 1 空気ノズル 6A と第 2 空気ノズル 6B とが設けられていて、送風機 31 からの二次空気を通す二次空気ダクト 32 が各ノズル 6A, 6B に連通接続されている。なお、二次燃焼空気は二次燃焼空気予熱器 25 によって加熱される。

【0028】

乾燥ストーカ 3A と燃焼ストーカ 3B と後燃焼ストーカ 3C とは、別々に往復移動駆動されてごみを送給する。図番 18 は、乾燥ストーカ駆動装置である。

【0029】

20

ホッパー 1 に投入されたごみは、乾燥ストーカ 3A・燃焼ストーカ 3B・後燃焼ストーカ 3C の順に送られながら、一次燃焼空気によって一次燃焼する。乾燥ストーカ 3A では、後段の燃焼ストーカ 3B・後燃焼ストーカ 3C での燃焼により生じる高温燃焼ガスによって主としてごみが乾燥し、一部燃焼が始まる。乾燥ストーカ 3A 上のごみから発生するガスは、水分の蒸発による水蒸気、乾留によって生じる炭化水素ガス、不完全燃焼によって生じる一酸化炭素（CO）などである。

【0030】

燃焼ストーカ 3B では、一次燃焼空気により、主としてごみが燃焼する。燃焼ストーカ 3B に供給される一次燃焼空気はごみの燃焼に必要な十分な量であり、燃焼ストーカ 3B 上のごみから発生するガスは高濃度の NO_x を含んでいる。後燃焼ストーカ 3C では、焼却灰中の未燃分の燃え切りを図る。

30

【0031】

ごみ焼却炉 10 には、焼却炉内の燃焼状態を検出するセンサ部が設けられている。ホッパー 1 に投入されるごみの量と質を測定するセンサ部として、ごみ投入重量検出センサ 12 とレーザ距離計 13 とが設けられている。レーザ距離計 13 により、ごみ表面までの距離を測定して、投入されるごみ体積を測定する。ごみ投入重量検出センサ 12 は、ごみの重量を測定する。ごみの体積と重量を検出することにより、ごみの比重の変化を所定時間間隔で検出することができる。ごみ比重が分かれば、ある程度ごみ質を予測することができる。

【0032】

40

ガス分布に関するプロセスデータを検出するセンサ部として、例えば、NO_x 濃度計 14、O₂ 濃度計 15、CO 濃度計 16 が二次燃焼ゾーン 35、一次燃焼ゾーン 34 の少なくとも一方に設けられている（図 1 では二次燃焼ゾーン 35 のみに設けた例を示す）。

【0033】

NO_x 濃度計 14、O₂ 濃度計 15、CO 濃度計 16 としては、レーザ発信器（図示略）が波長をスキャンしながら強さ一定のレーザ光をガスに照射し、レーザ受信器によって残存のレーザ光を測定することにより、ガスの濃度や温度を検出する方式を採用してもよい。また、各ガスの濃度を検出する公知のセンサを使用しても良い。

【0034】

ガス流れ方向に関するセンサ部として、ガス流速計 17 が例えば、一次燃焼ゾーン 34

50

に設けられている。また、温度分布に関するプロセスデータを検出するセンサ部として、赤外線放射温度計 19 が一次燃焼ゾーン 34 に設けられている。これらセンサ部からの各検出信号（検出情報）が、それぞれ制御装置 39 に入力される。図 1 に、制御装置 39 に入る複数の矢印が各センサ部からの検出信号を示している。

【0035】

他のセンサ部としては、ごみから生じる蒸気流量を検出する蒸気流量計、発電量検出計などがある。

【0036】

上記した操作手段としての操作部は、ごみ供給装置 4 と、ストーカ駆動装置 18、一次燃焼空気供給装置 5、二次燃焼空気供給装置 6、一次燃焼空気予熱器 24、二次燃焼空気予熱器 25などを制御する。他に、図示していないが、一次燃焼空気ダンパ駆動装置、二次燃焼空気ダンパ駆動装置、還流ガスファン駆動装置などを操作部として制御してもよい。

10

【0037】

図 2 は、燃焼制御システムの一例を示す概略ブロック図である。図 2 に示すように、この燃焼制御システムを構成する前提として、ごみ燃焼炉 10 は燃焼状態を検出するセンサ部 37 と、ごみ供給装置などの操作部 38 とを有する。燃焼制御システムは、少なくとも制御装置 39 と燃焼解析装置 40 とを有して構成されており、さらに必要に応じて燃焼状態比較表示装置 41 が設けられている。

20

【0038】

制御装置 39 は、センサ部 37 からのプロセスデータを取得するプロセスデータ取得部 42 と、燃焼解析装置 40 からの解析データに基づいて操作部 38 を駆動する操作量算出部 43 とを備える。操作量算出部 43 には規則記憶部 44 が設けられていて、この規則記憶部 44 には操作量を決定するための規則が記憶されている。プロセスデータ取得部 42 で取得されたデータは、コンピュータ内のデータ記憶部 45 に格納され、燃焼解析装置 40 へ送信される。

【0039】

燃焼解析装置 40 は、物理モデル記憶部 46 と、得られたプロセスデータから物理モデルの境界条件を設定する境界条件設定部 47 と、理想燃焼状態算出部 48 と、現実燃焼状態算出部 49 とを備えている。

30

【0040】

図 3 は、燃焼制御システムの処理例を示すフローチャートであり、図 2 及び図 3 に基づいて本燃焼制御システムによる処理を説明する。

【0041】

まず、ごみ焼却炉 10 の燃焼を解析するために、燃焼解析装置 40 や送信機器などの所定機器を運転状態にし（S1）、センサ部 37 が収集する信号からプロセスデータ取得部 42 が所定時間間隔でプロセスデータを取得してデータ記憶部 45 に記憶する（S2）。そのプロセスデータを燃焼解析装置 40 が得て（S3）、プロセスデータに基づいて境界条件設定部 47 が境界条件を設定する（S4）。

【0042】

40

物理モデル記憶部 46 には少なくとも 1 つの物理モデルが記憶されており、設定された境界条件に基づいて理想燃焼状態算出部 48 が、理想燃焼状態の解析（S5）と得られた解析結果データの記憶を行う（S6）。同様に、設定された境界条件に基づいて現実燃焼状態算出部 49 が、現実燃焼状態の解析（S7）と得られた解析結果データの記憶を行う（S8）。

【0043】

その結果、得られた 2 つの解析結果データは制御装置 39 の操作量算出部 43 に送信され（S9）、規則記憶部 44 に記憶された所定の規則に基づいて操作量を算出し（S10）、算出された操作量に基づいて操作部 38 を駆動して（S11）、ごみ焼却炉 10 を理想状態の燃焼に近づけるようにする。

50

【0044】

一方、理想と現実の2つの解析結果データは燃焼状態比較表示装置41に送信され、理想状態の燃焼を示す表示と現実の燃焼を示す表示の2つの表示を対比させて表示される（S12）。以上のステップを繰り返す。

【0045】

上記物理モデルとしては、例えば、ボイラモデル、燃焼室モデル、ストーカモデルなどが考えられる。

【0046】

〔別実施の形態〕

（1）本発明に係る燃焼制御方法および燃焼制御システムを適用できる燃焼炉としては、ごみ焼却炉に限定されるものではなく、電気式灰溶融炉、ガス化溶融炉などであってもよい。その場合、電気式灰溶融炉が取得するプロセスデータとしては、灰供給、スラグ流れ、電極間距離、温度分布、 O_2 分布、 CO 分布、 NO_x 分布、ガス流れ方向、ガス流速などを例示できる。又、ガス化溶融炉が取得するプロセスデータとしては、温度分布、 O_2 分布、 CO 分布、 NO_x 分布、ガス流れ方向、ガス流速などを例示できる。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明の一実施形態に係るストーカ式ごみ焼却炉に本燃焼制御システムを適用した一例の概略全体構成図

【図2】本発明に係る燃焼制御システムの一例を示す概略ブロック図

【図3】本発明に係る燃焼制御システムの処理例を示すフローチャート

【符号の説明】

【0048】

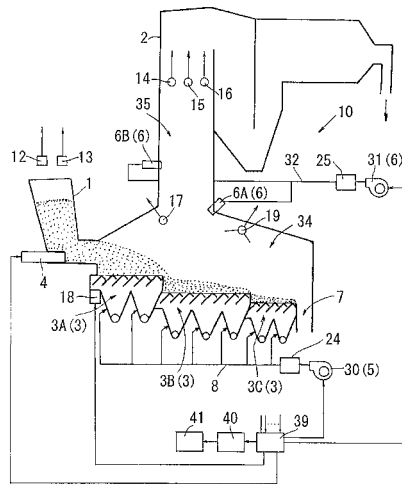
- | | |
|----|------------|
| 10 | 燃焼炉 |
| 37 | センサ部 |
| 38 | 操作部 |
| 41 | 燃焼状態比較表示手段 |
| 42 | プロセスデータ取得部 |
| 43 | 操作量算出部 |
| 46 | 物理モデル記憶部 |
| 47 | 境界条件設定部 |
| 48 | 理想燃焼状態算出部 |
| 49 | 現実燃焼状態算出部 |

10

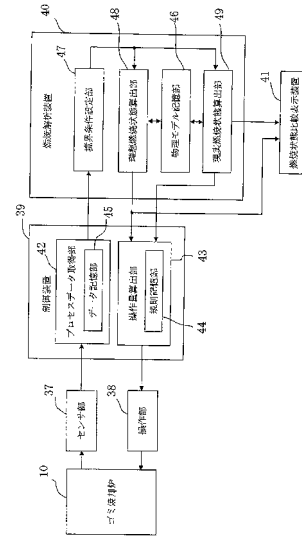
20

30

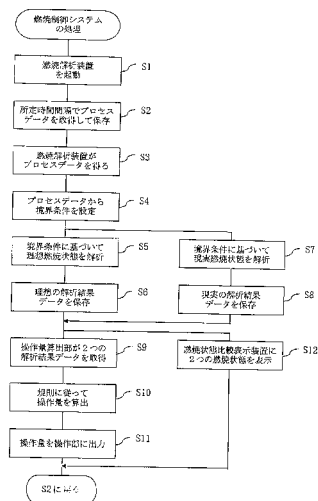
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 藤川 博之
兵庫県尼崎市金楽寺町2丁目2番33号 株式会社タクマ内

審査官 北村 英隆

(56)参考文献 特開2006-064300 (JP, A)
特開昭62-169920 (JP, A)
特開平07-004628 (JP, A)
特開平10-047633 (JP, A)
特開2000-097422 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F23G 5/50