

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 5 部門第 3 区分  
 【発行日】平成 17 年 7 月 28 日 (2005.7.28)

【公開番号】特開 2003-222307 (P2003-222307A)  
 【公開日】平成 15 年 8 月 8 日 (2003.8.8)  
 【出願番号】特願 2002-24177 (P2002-24177)  
 【国際特許分類第 7 版】

F 2 3 C 10/00

F 2 3 C 11/00

F 2 3 G 5/30

F 2 3 G 5/50

【F I】

F 2 3 C 11/02 3 0 3

F 2 3 C 11/00 3 2 2

F 2 3 G 5/30 M

F 2 3 G 5/50 M

F 2 3 G 5/50 R

F 2 3 G 5/50 Z A B E

【手続補正書】

【提出日】平成 16 年 12 月 21 日 (2004.12.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】多種燃料燃焼方法及装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】硫黄分を燃料中に 1 % 以上含む高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料を流動媒体として火炉内の流動層内で火炉下から投入した一次空気により流動化させながら燃焼させる多種燃料燃焼方法において、

流動層から発生した燃焼ガスの後流側に硫黄分を燃料中に 1 % 未満含む低硫黄分含有燃料を燃焼用空気と共に投入し、さらにその後流側から二次空気を投入することにより燃焼させることを特徴とする多種燃料燃焼方法。

【請求項 2】流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の燃料の発熱量を制御し、流動層内の温度を 860 以下に保つことを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 3】流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の発熱量及び硫黄分量を調整し、火炉出口排ガス中の硫黄酸化物濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 4】流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の窒素含有量を調整し、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 5】流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の塩素含有量を調整し、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 6】低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度が 1000 以上になるよう制御す

ることを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 7】 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 8】 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分燃料燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口排ガス温度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 9】 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 10】 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の硫黄酸化物濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 11】 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、流動層内の酸素濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 12】 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 13】 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の未燃成分濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 14】 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 15】 一次空気量と二次空気量の比率を制御することによって、火炉出口排ガス温度を制御することを特徴とする請求項 1 記載の多種燃料燃焼方法。

【請求項 16】 硫黄分を燃料中に 1 % 以上含む高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料を流動媒体とする流動層と該流動層の下方から流動層を流動化させる一次空気投入用の一次空気投入口を有する火炉を備えた多種燃料燃焼装置において、

火炉壁面には、流動層から発生した燃焼ガスの後流側に硫黄分を燃料中に 1 % 未満含む低硫黄分含有燃料を燃焼用空気と共に投入する低硫黄分含有燃料バーナと、さらにその後流側から二次空気を投入するエアポートを備えたことを特徴とする多種燃料燃焼装置。

【請求項 17】 流動媒体としての高硫黄分含有燃料投入用ホッパ及び低発熱量燃料投入用ホッパの出口部にそれぞれ設けられた供給量調整弁と、

前記両ホッパから供給される燃料を混合する燃料混合ホッパと、

流動層内の温度を測定する層内温度測定手段と、

火炉出口排ガス温度を測定する火炉出口温度測定手段と、

火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度、硫黄酸化物濃度、酸素濃度、ダイオキシン濃度及び未燃分濃度のうち、一以上の濃度を測定するガス分析手段と、

前記各測定手段及びガス分析手段の測定値に応じて流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率、低硫黄分含有燃料の投入量、一次空気と二次空気の比率の中の一つ以上を調整する制御装置

を備えたことを特徴とする多種燃料燃焼装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

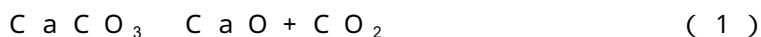
本発明は、窒素酸化物 ( $\text{NO}_x$ )、未燃分、硫黄酸化物 ( $\text{SO}_2$ ) 及びダイオキシンを低減することを目的とした多種燃料燃焼方法と装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

バイオフェューエルと石炭の混焼については、火炉の対向する壁面に複数個数設けられたバーナの各バーナから両燃料を供給する形式のもの（出典：Energy & Fuels 1997 11, 43 9-446）とタンジェンシャル方式より一つのバーナコンパートメントに設けられた複数のノズルで供給する形式のもの（出典：Power, February 1995）がある。

本発明の従来技術として、バイオマスと泥炭の流動層燃焼の一例をあげる。流動層燃焼でバイオマスと泥炭を混焼させた場合、バイオマス中のアルカリ金属（Ca、K、Na等）がSO<sub>2</sub>を捕捉し、脱硫剤として働くことがパイロットスケールの燃焼試験で報告されている（出典：Fuel Vol74 No.4 pp.615-622,1995）。通常流動層ではCaCO<sub>3</sub>を脱硫剤として用い、反応式は以下の式で表わされる。



式(2)の反応は可逆反応である。CaSO<sub>4</sub>の安定性は雰囲気と温度で決まり、還元雰囲気であれば860℃付近まで、酸化雰囲気であれば1100℃付近まで安定である。各々の雰囲気では上記温度より層温度が高くなれば、CaSO<sub>4</sub>は分解し、SO<sub>2</sub>が再放出される。このため、流動層燃焼において層温度の制御（通常750℃～860℃）は非常に重要である。

#### 【0003】

上記バイオマスを用いた流動層の従来例では、SO<sub>2</sub>の捕捉形態としてCaSO<sub>4</sub>の他、3K<sub>2</sub>O<sub>4</sub>・Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>等バイオマス中に多く含まれるナトリウム（Na）とカリウム（K）が硫黄（S）と反応して生じた化合物形態が確認されている。ナトリウム（Na）とカリウム（K）を含んだ化合物は融点が低く、石炭焚きボイラにおいてスラッシングの発生が懸念されるが、流動層燃焼においては燃焼領域である層の温度が860℃以下と低く制御されるため、これらの問題は避けられる。

#### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明ではバイオマス中に含まれるアルカリ金属の脱硫作用に着目し、硫黄分を多く含む石炭やコークス（高硫黄分含有燃料）もCaCO<sub>3</sub>を用いず、効果的な脱硫を行なう燃焼装置を提案する。脱硫剤であるアルカリ金属の放出源としてRDF等のごみ燃料も用いることができる。

流動層燃焼方式の課題であるSO<sub>2</sub>低減については、従来例にある石炭やコークスとバイオマスとの混焼により、CaCO<sub>3</sub>の添加をしないで従来と同様、あるいはそれ以上の脱硫効果が期待できることが示されている。ただし、従来の流動層を用いる燃焼方式の問題点として、ダイオキシンの発生が懸念される。これは脱硫効果を向上させるため、燃焼領域である層温度を低く制御しなければならないことに起因する。

本発明ではダイオキシン発生源である塩素を多く含むごみ燃料を用いる場合も、ダイオキシンを効果的に低減する燃焼装置を提案するものである。

本発明の課題は、それぞれの燃料の燃焼時の特性をうまく利用することにより、燃料を選ばず、なおかつSO<sub>2</sub>、ダイオキシンをはじめ、NO<sub>x</sub>、未燃成分の放出を低減できる燃焼方法と装置を提供することにある。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の上記課題は、使用する燃料の燃焼時の特性を把握し、炉内の燃焼温度と雰囲気を制御する次の手段(1)、(2)によって達成される。

#### 【0006】

(1) 硫黄分を燃料中に1%以上含む高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料を流動媒体として火炉内の流動層内で火炉下から投入した一次空気により流動化させながら燃焼させる多種燃料燃焼方法において、流動層から発生した燃焼ガスの後流側に硫黄分を燃料中に1%未満含む低硫黄分含有燃料を燃焼用空気と共に投入し、さらにその後流側から二次空気を投入することにより燃焼させる多種燃料燃焼方法。

#### 【0007】

例えば、(a) 流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の燃料の発熱量を制御し、流動層内の温度を860℃以下に保つ方法

(b) 流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、

流動層内の発熱量及び硫黄分量を調整し、火炉出口排ガス中の硫黄酸化物濃度を制御する方法、

(c) 流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の窒素含有量を調整し、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度を制御する方法、

(d) 流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率を調整することにより、流動層内の塩素含有量を調整し、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御する方法、

(e) 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度が1000以上になるよう制御する方法、

(f) 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口窒素酸化物濃度を制御する方法、

(g) 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分燃料燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口排ガス温度を制御する方法、

(h) 低硫黄分含有燃料の投入量を調整することによって、流動層後流側の低硫黄分含有燃料の燃焼領域における炉内雰囲気温度を調整し、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御する方法、

(i) 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の硫黄酸化物濃度を制御する方法、

(j) 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、流動層内の酸素濃度を制御する方法、

(k) 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度を制御する方法、

(l) 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中の未燃成分濃度を制御する方法、

(m) 一次空気と二次空気の比率を調整することによって、火炉出口排ガス中のダイオキシン濃度を制御する方法、

(n) 一次空気量と二次空気量の比率を制御することによって、火炉出口排ガス温度を制御する方法がある。

#### 【0008】

(2) 硫黄分を燃料中に1%以上含む高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料を流動媒体とする流動層と該流動層の下方から流動層を流動化させる一次空気投入用の一次空気投入口を有する火炉を備えた多種燃料燃焼装置において、火炉壁面には、流動層から発生した燃焼ガスの後流側に硫黄分を燃料中に1%未満含む低硫黄分含有燃料を燃焼用空気と共に投入する低硫黄分含有燃料バーナと、さらにその後流側から二次空気を投入するエアポートを備えた多種燃料燃焼装置。

#### 【0009】

より具体的には、流動媒体としての高硫黄分含有燃料投入用ホッパ及び低発熱量燃料投入用ホッパの出口部にそれぞれ設けられた供給量調整弁と、前記両ホッパから供給される燃料を混合する燃料混合ホッパと、流動層内の温度を測定する層内温度測定手段と、火炉出口排ガス温度を測定する火炉出口温度測定手段と、火炉出口排ガス中の窒素酸化物濃度、硫黄酸化物濃度、酸素濃度、ダイオキシン濃度及び未燃分濃度のうち一以上の濃度を測定するガス分析手段と、前記各測定手段及びガス分析手段の測定値に応じて流動媒体中の高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率、低硫黄分含有燃料の投入量、一次空気と二次空気の比率の中の一つ以上を調整する制御装置を備えた多種燃料燃焼装置である。

#### 【0010】

##### 【作用】

本発明では多種燃料を用い、燃焼炉内に低温還元域、高温還元域、高温酸化域を形成させる。各々の燃焼域における作用は以下の通りである。まず、流動層において褐炭・コークスなどの高硫黄分含有燃料とバイオマス・ごみ燃料などのアルカリ金属を多く含む低発

熱量燃料を860 以下の低温還元域で燃焼させることにより、効果的に脱硫を行なう。

次に、流動層の上部でジメチルエーテルなどの有機酸素化合物あるいはガス、油などの低硫黄分含有燃料を燃焼させることにより形成する高温還元域で発生した $\text{NO}_x$ ・ダイオキシンを低減する。最後に、高温還元域上部に燃焼用空気を投入することにより高温酸化域を形成し、一酸化炭素または未燃炭素分などの未燃成分を低減する。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図面と共に説明する。

本発明による第1の実施例を図1に示す。本実施例の流動層火炉は流動層1と低発熱量燃料燃焼バーナ2と二次空気を投入するアフタエアポート3からなる。流動層1を形成するのは、石炭やコークスなどの高硫黄分含有燃料とバイオマスやごみ燃料(RDF)などのアルカリ金属(Na, K, Ca)を多く含む低発熱量燃料であり、これらはそれぞれ設けられた高硫黄分含有燃料ホッパ4と低発熱量燃料ホッパ5から燃料混合ホッパ6へ投入され、その後燃料混合ホッパ6から火炉内に投入される。流動媒体としては、これら燃料のほかに砂などの無機物を加える場合もある。流動層1には火炉下より1次空気7を送り込み、流動させながら燃焼させる。この領域での雰囲気は還元雰囲気、反応温度は $\text{SO}_2$ 捕捉率を向上させるため、860 以下とする。

#### 【0012】

本発明の特徴の一つは脱硫剤としてバイオマスやごみ燃料中に含まれるアルカリ金属を用いる点であり、従来脱硫剤として使用している $\text{CaCO}_3$ を用いる必要がない。このため、大幅に運転コストが下げられる。アルカリ金属による $\text{SO}_2$ 捕捉効率は条件を最適化することにより、 $\text{CaCO}_3$ 使用時と同等、あるいはそれ以上となることがパイロット試験で確認されている。 $\text{SO}_2$ 捕捉の形態は通常融点が低く、石炭焚きボイラではスラッシングの発生が懸念されるアルカリ金属硫酸塩である。ただし、流動層では層温度を860 と低く保つため、低融点物による流動層媒体のシタリングなどの問題が生じる心配がない。

#### 【0013】

また、本発明では、流動層1で燃焼させる燃料が石炭、コークスなどの高発熱量燃料とバイオマスやごみ燃料などの低発熱量燃料の混合物であるため、前記混合物の混合比の調整により発熱量を任意に調整できる。従って流動層内の温度制御が容易であり、流動層の温度が上がり過ぎるなどの問題がなく、流動層内に温度調整のための内層管を入れる必要がないため、内層管への灰付着も防止できる。

#### 【0014】

流動層1上部の燃焼バーナ2からは、油、ガス及びジメチルエーテルをはじめとした有機酸素化合物など、高発熱量で低硫黄分含有燃料を投入し、燃焼雰囲気温度を1000 以上とする。この領域では流動層1で生じた $\text{NO}_x$ ・ダイオキシンを低減する。

#### 【0015】

流動層火炉の燃焼バーナ2の上部には二次空気を投入するアフタエアポート3を設置する。この領域では、二次空気の投入によりバーナ2の領域で空気不足のため生じたCOと未燃分が完全燃焼する。本実施の形態では、火炉出口排ガス分析計8により排ガス濃度を、火炉出口温度計9により出口ガス温度を、流動層温度計10より層内温度を火炉運転中にそれぞれ常時監視する。これらの値が設定値になるように制御装置11を用い、流動層燃料の混合比、流動層1底部から導入する1次空気7とアフタエアポート3から投入する二次空気の混合比、燃焼バーナ2から投入する低硫黄分含有燃料量、及びホッパ4、5から燃料混合ホッパ6へ各々投入する高硫黄分含有燃料量・低発熱量燃料量を調整する。

#### 【0016】

図2は本実施例の火炉内の燃焼区分を示す図である。火炉内は低温還元域12、高温還元域13、高温酸化域14の燃焼区分に分けられる。また、表1に前記各区分の雰囲気、温度、燃料、役割についてまとめて示す。

#### 【0017】

【表 1】

区分け	雰囲気	温 度	燃 料	役 割
(高 温) 酸化域	酸化	1 2 0 0 ~ 1 3 0 0 °C	無 し	CO・ 未燃分低減
高 温 還元域	還元	1 0 0 0 °C以上	低硫黄分燃料 (油・ガス・有酸素化合物)	NO <sub>x</sub> ・ ダイオキシン 低減
低 温 還元域	還元	8 6 0 °C以下	高硫黄分含有燃料 (石炭・コークス) 低発熱量燃料 (バイオマス・ごみ燃料)	SO <sub>2</sub> 低減

## 【 0 0 1 8 】

低温還元域 1 2 では SO<sub>2</sub> 低減のため、燃焼温度を 8 6 0 °C 以下と低く制御しなくてはならない。このため、ダイオキシン、CO 及び未燃分の発生が避けられない。また、NO<sub>x</sub> に関しても燃焼温度が低いため、還元反応が十分に進行しない。高温還元域 1 3 では、まず、石炭以外の硫黄分濃度が低く、発熱量が高い燃料である油、ガス及びジメチルエーテルなどの有酸素化合物を燃焼させることにより、流動層 1 で生じた NO<sub>x</sub> とダイオキシンを低減させる。ここで示す低硫黄分含有燃料には、燃料中にほとんど窒素分が含まれない。したがって、この領域での燃料に起因する NO<sub>x</sub> の発生は少ない。

## 【 0 0 1 9 】

本実施例では高温還元域 1 3 の上部の火炉内に二次空気を投入することにより、さらに高温酸化域 1 4 を設ける。この領域では流動層 1 で発生した CO と未燃分を低減することができる。

## 【 0 0 2 0 】

図 3 は本実施例でのバイオマスと石炭の混焼による硫黄分捕捉率を示したものである。図 3 で特徴的なことは、条件を最適化することにより、従来方法の CaCO<sub>3</sub> による脱硫反応よりも硫黄分捕捉率が 7 5 ~ 9 5 % と高いこと、また、脱硫反応の活性温度範囲が広いことである。

## 【 0 0 2 1 】

以上のことは、本実施例が CaCO<sub>3</sub> を用いる従来の脱硫システムよりも高効率で低コストのシステムであることを示している。

## 【 0 0 2 2 】

図 4 と図 5 には、燃焼バーナ 2 とアフタエアポート 3 の配列例を示したものである。本発明では、流動層 1 からの燃焼ガスと低硫黄分含有燃料による火炎及びアフタエアポート 3 からの二次空気の混合を良くするために燃焼バーナ 2 とアフタエアポート 3 は対向燃焼型（図 4）、コーナファイヤリング型（図 5（a））、タンジェンシャル型（図 5（b））などの配列を用いることができる。また燃焼バーナ 2 のみを対向燃焼型とし、アフタエアポート 3 はコーナファイヤリングまたはタンジェンシャル型にする構成、またはその逆の組み合わせとしても良い。

## 【 0 0 2 3 】

以上をまとめると、前記実施例での利点は火炉内に役割の異なる燃焼域を形成し、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{CO}$ 、 $\text{NO}_x$ 、未燃分及びダイオキシンを同時に低減する燃焼装置が得られることである。 $\text{SO}_2$ 低減については従来から使用されている $\text{CaCO}_3$ を用いず、低コストで高効率の脱硫システムであるといえる。また、石炭からごみ燃料まで、燃料種を問わず、いずれの燃料も一つの火炉で処理できる。

## 【 0 0 2 4 】

## 【 発明の効果 】

( 1 ) 低発熱燃料であるバイオフューエル及びRDFなどに含まれるアルカリ金属分が $\text{SO}_2$ を捕捉する効果的な脱硫剤として働くため(最適条件においては捕捉率90%以上)、従来脱硫剤として必要不可欠であった $\text{CaCO}_3$ が必要無く、運用コストが大幅に低減できる。

( 2 ) バイオフューエルによる脱硫反応は、脱硫温度の下限が $\text{CaCO}_3$ を用いた場合に比べ低いため、低発熱量燃料の割合を増加による層内温度の低下にも対応できる。

( 3 ) アルカリ金属が $\text{SO}_2$ を捕捉した際、アルカリ硫酸塩が生成する。通常、流動層媒体をシンタリングさせたり、内層管に付着物を形成することが懸念されるが、本発明では流動層内温度を860以下で制御し、内層管も挿入しないため、これらの問題がない。

( 4 ) 流動層内を860以下に制御するため、 $\text{SO}_2$ の再放出がない。

( 5 ) 流動層から発生したガスを後流側に設けた炉内ガス温度1000以上の酸化域を経由させることにより、燃焼ガス中に含まれる未燃分、 $\text{CO}$ 、ダイオキシンを低減できる。

( 6 ) 燃焼域(流動層・低硫黄分含有燃料の燃焼領域)と酸化域を分ける二段燃焼を行うことにより、 $\text{NO}_x$ を低減できる。

( 7 ) 流動層の後流の炉壁においては、低硫黄分含有燃料の投入量を制御することにより炉内雰囲気温度及び火炉出口ガス温度(FEGT)が制御できるため、炉壁へのスラッキングを防止できる。

( 8 ) 一次空気と二次空気の比率及び高硫黄分含有燃料と低発熱量燃料の混合比率、低硫黄分含有燃料の投入割合を変化させることにより、どのような種類の燃料でも層内温度、層内酸素濃度、炉内温度、FEGT、炉内雰囲気を制御し、前記( 1 ) ~ ( 5 ) に示す最適運用を行うことができる。

( 9 ) 燃料種を選ばず、どんな燃料でも同時に燃焼させることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明になる実施例の燃焼装置の構成図である。

【 図 2 】 図 1 の火炉内の燃焼区分を説明する図である。

【 図 3 】 本発明になる実施例の燃焼装置でのバイオマスと石炭の混焼による硫黄分捕捉率を示す図である。

【 図 4 】 本発明になる燃焼用バーナとアフタエアポートの配列例を示す火炉平面図である。

【 図 5 】 本発明になる燃焼用バーナとアフタエアポートの配列例を示す火炉平面図である。

## 【 符号の説明 】

- |             |               |
|-------------|---------------|
| 1 流動層       | 2 低発熱量燃料燃焼バーナ |
| 3 アフタエアポート  | 4 高硫黄分含有燃料ホッパ |
| 5 低発熱量燃料ホッパ | 6 燃料混合ホッパ     |
| 7 1次空気      | 8 火炉出口排ガス分析計  |
| 9 火炉出口温度計   | 10 流動層温度計     |
| 11 制御装置     | 12 低温還元域      |
| 13 高温還元域    | 14 高温酸化域      |