

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5178453号
(P5178453)

(45) 発行日 平成25年4月10日(2013.4.10)

(24) 登録日 平成25年1月18日(2013.1.18)

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl. | F 1 |
| F 2 2 B 35/00 (2006.01) | F 2 2 B 35/00 H |
| F 2 3 L 7/00 (2006.01) | F 2 3 L 7/00 A |
| F 2 2 B 31/00 (2006.01) | F 2 2 B 35/00 A |
| | F 2 2 B 31/00 C |

請求項の数 6 (全 17 頁)

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2008-275034 (P2008-275034) | (73) 特許権者 | 000005108 |
| (22) 出願日 | 平成20年10月27日(2008.10.27) | | 株式会社日立製作所 |
| (65) 公開番号 | 特開2010-101587 (P2010-101587A) | | 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 |
| (43) 公開日 | 平成22年5月6日(2010.5.6) | (74) 代理人 | 110000350 |
| 審査請求日 | 平成23年6月10日(2011.6.10) | | ポレール特許業務法人 |
| | | (72) 発明者 | 林 喜治 |
| | | | 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 |
| | | (72) 発明者 | 山田 昭彦 |
| | | | 茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラにおいて、

空気を分離して酸素を製造する酸素分離装置を設置し、

ボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部を酸素燃焼ボイラに送給する再循環ファンを設置し、

酸素燃焼ボイラのボイラ出口にガス温度を検出する温度センサを設置し、

温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンの稼働状態を制御する制御装置を設置したことを特徴とする酸素燃焼ボイラ。

【請求項2】

空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラにおいて、

空気を分離して酸素を製造する酸素分離装置を設置し、

ボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部を酸素燃焼ボイラに送給する再循環ファンを設置し、

酸素燃焼ボイラのボイラ出口にガス温度を検出する温度センサ及び酸素センサをそれぞれ

れ設置し、

温度センサで検出したボイラ出口のガス温度から火炉出口のガス温度を演算し、演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンの稼働状態を制御すると共に、酸素センサで検出したボイラ出口の酸素濃度が所望の設定酸素濃度となるように酸素分離装置の稼働状態を制御する制御装置を設置したことを特徴とする酸素燃焼ボイラ。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の酸素燃焼ボイラにおいて、

ボイラ内の火炉出口における所望の設定ガス温度は、酸素燃焼で運転した場合のボイラの後部伝熱面における各熱交換器の収熱量のバランスが、空気燃焼で運転した場合における前記各熱交換器の収熱量のバランスに近くなるように設定されていることを特徴とする酸素燃焼ボイラの制御装置。

10

【請求項 4】

空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラの制御方法において、

ボイラに供給される支援ガスとして混合される酸素は酸素分離装置によって空気から分離して製造し、

ボイラに供給される支援ガスとして混合される排ガスは該ボイラから排出された排ガスの一部を再循環ファンによって送給し、

20

この酸素分離装置で製造された酸素と再循環ファンから送給された排ガスとを混合した支援ガスを酸素燃焼ボイラに供給して該酸素燃焼ボイラでの石炭の燃焼に使用し、

酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、この演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンから供給される排ガスの供給量を調節することを特徴とする酸素燃焼ボイラの制御方法。

【請求項 5】

空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラの制御方法において、

30

ボイラに供給される支援ガスとして混合される酸素は酸素分離装置によって空気から分離して製造し、

ボイラに供給される支援ガスとして混合される排ガスは該ボイラから排出された排ガスの一部を再循環ファンによって送給し、

この酸素分離装置で製造された酸素と再循環ファンから送給された排ガスとを混合した支援ガスを酸素燃焼ボイラに供給して該酸素燃焼ボイラでの石炭の燃焼に使用し、

酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、この演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンから供給される排ガスの供給量を調節し、

40

酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した酸素センサで検出したボイラ出口の酸素濃度が所望の設定ガス温度となるように酸素分離装置から供給される酸素の供給量を調節することを特徴とする酸素燃焼ボイラの制御方法。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の酸素燃焼ボイラの制御方法において、

ボイラ内の火炉出口における所望の設定ガス温度は、酸素燃焼で運転した場合のボイラの後部伝熱面における各熱交換器の収熱量のバランスが、空気燃焼で運転した場合における前記各熱交換器の収熱量のバランスに近くなるように設定されていることを特徴とする酸素燃焼ボイラの制御方法。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、CO₂回収を目的とした石炭火力発電プラントに係わり、特に石炭火力発電プラントのCO₂回収に好適な酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

地球温暖化対策として、温室効果ガスの一つであるCO₂（二酸化炭素）の排出削減の取り組みが世界的に実施されている。火力発電所はCO₂の排出量が多い設備の一つであり、特に炭素含有量が多く燃焼排ガス中にCO₂を多量に発生させる石炭を燃焼する石炭ボイラを備えた石炭火力発電プラントは発電量当りのCO₂排出量が最も多く、早急なCO₂削減対策が要望されている。

10

【0003】

石炭火力発電プラントのCO₂削減対策としては、発電の高効率化に加えて、石炭ボイラでの燃焼によって発生した燃焼排ガス中からCO₂の分離・回収が挙げられる。CO₂の分離・回収とは、石炭火力発電プラントで発生した燃焼排ガス中からCO₂のみを取り出して圧縮・液化し、パイプライン等を通してこの液化させたCO₂を地下深部等に貯留させる方式である。

【0004】

20

石炭火力発電プラントに適用される燃焼排ガス中のCO₂分離・回収の方法としては、（１）燃焼前回収、（２）燃焼後回収、（３）酸素燃焼、の三種類に大別できる。

【0005】

（１）の燃焼前回収方式とは、石炭と水蒸気の反応によって得られるH₂（水素）とCO₂の混合ガスから物理吸収法等によってCO₂を回収し、残りのH₂を燃料として使用する方法である。燃料がH₂であれば、燃焼してもCO₂は発生しない。

【0006】

（２）の燃焼後回収方式とは、通常の空気中での石炭燃焼（空気燃焼と呼ぶ）で得られる燃焼排ガスから膜分離法等によりCO₂を回収する方法である。この場合、燃焼排ガスの主要成分は、空気に含まれるN₂（窒素）と燃焼で発生したCO₂であり、これらを分離してCO₂のみを回収する。

30

【0007】

上記した二つのCO₂分離・回収の方式に対し、（３）の酸素燃焼方式とは、空気から酸素を分離し、分離させた純酸素を石炭ボイラに供給して燃料の石炭を燃焼させて前記石炭ボイラを酸素燃焼ボイラとして使用するよう構成したものであり、この酸素燃焼ボイラで石炭を燃焼して生成した燃焼排ガス（主要成分はCO₂）の一部と純酸素とを混合させた混合ガスを支燃ガスとして酸素燃焼ボイラに供給して石炭を燃焼させる方式である。

【0008】

ところで空気燃焼ボイラで発生した燃焼排ガスには窒素（N₂）が多く含まれるので、空気燃焼ボイラから排出される排ガスから二酸化炭素（CO₂）を分離する処理が必要となるが、酸素燃焼ボイラで発生した燃焼排ガスは成分のほとんどがCO₂であるため、排ガスからCO₂の分離処理をしないで、そのままCO₂を回収できる。

40

【0009】

この酸素燃焼ボイラに供給する支燃ガスとして酸素にCO₂を混合させるのは、石炭ボイラ内で燃焼する火炎温度を抑制するためである。

【0010】

石炭ボイラに酸素のみを供給して微粉炭を燃焼させる燃焼（純酸素燃焼）では石炭ボイラ内で燃焼する火炎温度が高くなるので、ボイラ材料として高価な耐熱鋼が必要となる点、また、石炭ボイラに設置されたバーナでの支燃ガスの吹き出し流速が低下して火炎形成が困難になる点から、石炭ボイラでは純酸素燃焼は実施されていない。

50

【 0 0 1 1 】

以上の事情から、石炭ボイラを空気燃焼から酸素燃焼に改造する場合に、酸素燃焼での熱吸収量のバランスが空気燃焼での熱吸収量のバランスを再現できるのであれば、伝熱面積変更のための改造が不要になり、ボイラの改造コストを大幅に抑制することができる。

【 0 0 1 2 】

前記したように、酸素燃焼ボイラは支燃ガスの酸素濃度を調整することで、熱交換器の熱吸収量のバランスやボイラ全体の収熱量を変えることができるので、これを利用して空気燃焼と近い状態を作り出す制御方式を採用することが考えられる。

【 0 0 1 3 】

例えば、特開 2 0 0 7 - 1 4 7 1 6 2 号公報に記載された制御方式では、あらかじめ負荷要求に応じたボイラ収熱量の目標値を設定し、収熱量の実測値が目標値となるように排ガス循環量を制御することにより、支燃ガスの酸素濃度を調整している。ここでの目標値は、既存の空気燃焼ボイラにおいて定められた目標の収熱量と同等になるように設定している。さらに、酸素供給量についても、負荷要求に対応した設定値を設けている。

10

【 0 0 1 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 4 7 1 6 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 5 】

しかしながら、前記特開 2 0 0 7 - 1 4 7 1 6 2 号公報に記載された石炭ボイラを酸素燃焼させる酸素燃焼ボイラの制御方式では、ボイラ負荷に応じて石炭ボイラに供給する酸素量を設定値となるように制御すると共に、ボイラ収熱量が既存の空気燃焼ボイラと同等となるように排ガス循環量を制御しているので、前記したように酸素量を制御することによって石炭ボイラに供給する酸素濃度が変更されると、それに応じて石炭ボイラの火炉のガス温度も変化することになる。

20

【 0 0 1 6 】

このため、ボイラ収熱量が既存の空気燃焼ボイラと同等の目標値を満たすように石炭ボイラに供給する酸素濃度を上昇させた場合、石炭ボイラの火炉のガス温度も上昇してしまうのでボイラの設計上の限界点を超える状況や、限界点に対して余裕がなくなる状況に至る可能性がある。

30

【 0 0 1 7 】

また、経年劣化によって石炭ボイラの収熱効率が低下した場合には、このボイラ収熱効率の低下を補うために供給する酸素濃度は増加する方向に制御されるので、石炭ボイラの火炉のガス温度もそれに合わせて上昇し、石炭ボイラを構成する材料の耐熱性の劣化がさらに進行することになる。

【 0 0 1 8 】

また、石炭ボイラにおける火炉出口ガス温度は、後部伝熱面でのスラッキングを防止するために灰の融点以下になるように設計しているが、供給される酸素濃度が高くなることで、この制約に対する余裕も低下することになる。

【 0 0 1 9 】

本発明の目的は、既存の空気燃焼ボイラとして運用している石炭ボイラを、酸素燃焼ボイラとして運用した場合に改造に要する費用が抑制でき、高温ガスによる酸素燃焼ボイラの劣化やスラッキングを防止して長期に亘って安定して運転可能な信頼性の高い酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 0 】

本発明の酸素燃焼ボイラは、空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラにおいて、空気を分離して酸素を製造する酸素分離装置を設置し、ボイラから排

50

出された排ガスから分岐した排ガスの一部を酸素燃焼ボイラに送給する再循環ファンを設置し、酸素燃焼ボイラのボイラ出口にガス温度を検出する温度センサを設置し、温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンの稼動状態を制御する制御装置を設置したことを特徴とする。

【0021】

また、本発明の酸素燃焼ボイラは、空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラにおいて、空気を分離して酸素を製造する酸素分離装置を設置し、ボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部を酸素燃焼ボイラに送給する再循環ファンを設置し、酸素燃焼ボイラのボイラ出口にガス温度を検出する温度センサ及び酸素センサをそれぞれ設置し、温度センサで検出したボイラ出口のガス温度から火炉出口のガス温度を演算し、演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンの稼動状態を制御すると共に、酸素センサで検出したボイラ出口の酸素濃度が所望の設定酸素濃度となるように酸素分離装置の稼動状態を制御する制御装置を設置したことを特徴とする。

【0022】

本発明の酸素燃焼ボイラの制御方法は、空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラの制御方法において、ボイラに供給される支援ガスとして混合される酸素は酸素分離装置によって空気から分離して製造し、ボイラに供給される支援ガスとして混合される排ガスは該ボイラから排出された排ガスの一部を再循環ファンによって送給し、この酸素分離装置で製造された酸素と再循環ファンから送給された排ガスとを混合した支援ガスを酸素燃焼ボイラに供給して該酸素燃焼ボイラでの石炭の燃焼に使用し、酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、この演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンから供給される排ガスの供給量を調節することを特徴とする。

【0023】

また、本発明の酸素燃焼ボイラの制御方法は、空気から分離した酸素と、燃料の石炭を燃焼して蒸気需要設備に供給する蒸気を発生させたボイラから排出された排ガスから分岐した排ガスの一部とを混合し、石炭を燃焼させる支燃ガスとして該ボイラに供給するように構成した酸素燃焼ボイラの制御方法において、ボイラに供給される支援ガスとして混合される酸素は酸素分離装置によって空気から分離して製造し、ボイラに供給される支援ガスとして混合される排ガスは該ボイラから排出された排ガスの一部を再循環ファンによって送給し、この酸素分離装置で製造された酸素と再循環ファンから送給された排ガスとを混合した支援ガスを酸素燃焼ボイラに供給して該酸素燃焼ボイラでの石炭の燃焼に使用し、酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した温度センサで検出したボイラ出口のガス温度からボイラ内の火炉出口のガス温度を演算し、この演算した火炉出口のガス温度が所望の設定ガス温度となるように再循環ファンから供給される排ガスの供給量を調節し、酸素燃焼ボイラのボイラ出口に設置した酸素センサで検出したボイラ出口の酸素濃度が所望の設定ガス温度となるように酸素分離装置から供給される酸素の供給量を調節することを特徴とする。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、既存の空気燃焼ボイラとして運用している石炭ボイラを、酸素燃焼ボイラとして運用した場合に改造に要する費用が抑制でき、高温ガスによる酸素燃焼ボイラの劣化やスラッシングを防止して長期に亘って安定して運転可能な信頼性の高い酸素燃焼

10

20

30

40

50

ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

本発明の一実施例である酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法について図面を参照して以下に説明する。

【実施例1】

【0026】

図1は、本発明の一実施例である酸素燃焼ボイラを有するCO₂回収に好適な石炭火力発電プラントの構成を示す概略図である。

【0027】

図1において、石炭火力発電プラントは、微粉炭を燃料として、石炭ボイラにて別途供給された酸素によって微粉炭を燃焼させる酸素燃焼ボイラ1を備えている。前記酸素燃焼ボイラ1は微粉炭を燃料とし、空気を供給して微粉炭を燃焼させる通常の空気燃焼ボイラと構造は同じである。

【0028】

前記酸素燃焼ボイラ1は、燃料である石炭を石炭供給装置2で粉碎して微粉炭にして、この微粉炭を石炭供給装置2から石炭供給系統3を通じて酸素燃焼ボイラ1に供給して、別途供給された酸素と共に燃焼させる。

【0029】

前記酸素燃焼ボイラ1で燃料の微粉炭を酸素と共に燃焼して発生した燃焼排ガスは、酸素燃焼ボイラ1から排ガスとして酸素燃焼ボイラ1の下流に設置された脱硝装置4に排ガス系統41を通じて導入され、酸素燃焼ボイラ1から排出した排ガス中に含まれた窒素酸化物(NO_x)の濃度を所望の値になるように低減させる。

【0030】

脱硝装置4を流下した排ガスは、脱硝装置4の下流に設置された酸素予熱器5に排ガス系統41を通じて導入され、この酸素予熱器5にて流下する排ガスの熱を利用して酸素燃焼ボイラ1に供給するガスを加熱する。

【0031】

酸素予熱器5を流下した排ガスは、酸素予熱器5の下流に設置された集塵装置6に排ガス系統41を通じて導入され、この集塵装置6にて排ガス中に含まれた粉塵を除去する。

【0032】

更に集塵装置6を流下した排ガスは、集塵装置6の下流に設置された脱硫装置7に排ガス系統41を通じて導入され、この脱硫装置7にて排ガス中の硫酸化物(SO_x)の濃度を所望の値になるように低減する。

【0033】

前記酸素燃焼ボイラ1には該酸素燃焼ボイラ1の内部を流下する燃焼排ガスによって加熱されて蒸気を発生させる複数の熱交換器(図示せず)が設置されている。

【0034】

そして酸素燃焼ボイラ1の前記熱交換器で発生した高圧の高温蒸気は、酸素燃焼ボイラ1から蒸気系統31を通じて蒸気需要設備である蒸気タービン設備50を構成する高圧蒸気タービン8に供給され、該高圧蒸気タービン8を駆動する。酸素燃焼ボイラ1から高圧蒸気タービン8に供給される高圧の蒸気流量は蒸気系統31に設置された加減弁10によって制御される。

【0035】

高圧蒸気タービン8を駆動して排出された蒸気は、蒸気系統33を通じて酸素燃焼ボイラ1に設置された熱交換器に供給され、該酸素燃焼ボイラ1の内部を流下する燃焼排ガスによって前記熱交換器で再度加熱された低圧の高温蒸気を酸素燃焼ボイラ1から蒸気系統32を通じて蒸気タービン設備50を構成する低圧蒸気タービン9に供給され、該低圧蒸気タービン9を駆動する。

【0036】

10

20

30

40

50

前記蒸気タービン設備 5 0 には高圧蒸気タービン 8 及び低圧蒸気タービン 9 の駆動によって回転され発電する発電機 1 1 が設置されている。そして低圧蒸気タービン 9 を駆動して排出された蒸気は蒸気系統 3 4 を通じて復水器 1 2 に導入され、冷却されて復水となる。

【 0 0 3 7 】

復水器 1 2 で復水となった復水は、給水系統 3 5 に設置された給水ポンプ 1 3 によって昇圧され、前記酸素燃焼ボイラ 1 の図示していない熱交換器に給水として供給される。

【 0 0 3 8 】

前記酸素燃焼ボイラ 1 には燃焼排ガスの温度及び酸素の濃度をそれぞれ計測する温度センサ 1 4 a 及び酸素センサ 1 4 b が設置されている。そして酸素燃焼ボイラ 1 を備えた石炭火力発電プラントには、種々の制御を行う制御装置 1 5 0 が設置されている。

10

【 0 0 3 9 】

ここで、実際の石炭火力発電プラントでは、状態量を測定する各種のセンサは酸素燃焼ボイラ以外の主要の機器にも設置されており、制御装置 1 5 0 では石炭火力発電プラントを構成する主要の機器に設置された各種センサから測定されたプラントの状態量に基づいて前記主要機器を動作させる制御信号を送信して石炭火力発電プラントの運転を行っている。

【 0 0 4 0 】

尚、図 1 に示した本実施例の石炭火力発電プラントは、酸素燃焼ボイラ 1 の動作と関連のある構成を中心に図示したもので、他の構成は省略している。

20

【 0 0 4 1 】

また、上記に説明した石炭火力発電プラントを構成する主要機器は、通常空気燃焼ボイラを備えた石炭火力発電プラントにも備えられた機器である（酸素予熱器 5 については、通常石炭火力発電プラントでは空気燃焼ボイラに供給する空気を加熱するので空気予熱器と呼ばれる）。

【 0 0 4 2 】

本実施例の酸素燃焼ボイラ 1 を備えた石炭火力発電プラントにおいては、図 1 に示すように、脱硫装置 7 を流下した排ガスを冷却して水分を取り除く冷却除湿装置 2 1 が該脱硫装置 7 の下流側の排ガス系統 4 1 に設置されている。

【 0 0 4 3 】

冷却除湿装置 2 1 を流下した脱塵・脱硝・脱硫・除湿工程を経た排ガス（主に CO_2 ）は、冷却除湿装置 2 1 の下流に設置された二酸化炭素液化設備 2 2 に排ガス系統 4 1 を通じて導入され、この二酸化炭素液化設備 2 2 にて排ガス中の CO_2 を分離して圧縮・液化する。

30

【 0 0 4 4 】

二酸化炭素液化設備 2 2 による圧縮・液化によって液化された CO_2 は、二酸化炭素液化設備 2 2 から二酸化炭素回収系統 4 2 を通じて図示していない貯留施設へ運ばれて貯留される。

【 0 0 4 5 】

大気から取り入れた空気から酸素（ O_2 ）と窒素（ N_2 ）を分離する酸素分離装置 2 3 が設置されており、この酸素分離装置 2 3 で分離した酸素が酸素供給系統 2 4 を通じて前記酸素燃焼ボイラ 1 に供給され、再循環する排ガスと混合した支援ガスとして、石炭供給系統 3 から供給された微粉炭を酸素燃焼ボイラ 1 にて燃焼させる。

40

【 0 0 4 6 】

酸素分離装置 2 3 で分離された純酸素、又は酸素（僅かではあるが不純物として窒素等も含む）を供給する酸素供給系統 2 4 は酸素予熱器 5 を経由して酸素燃焼ボイラ 1 に供給するように構成されているので、前記純酸素または酸素は、排ガス系統 4 1 を流下する排ガスによって酸素予熱器 5 で加熱した後に、該酸素供給系統 2 4 を通じて酸素燃焼ボイラ 1 へ供給して部粉炭の燃焼に使用される。また、酸素分離装置 2 3 にて空気から酸素を取り除いた後のガス（主に N_2 ）は系外へ排出される。

50

【 0 0 4 7 】

本実施例の酸素燃焼ボイラを備えた石炭火力発電プラントにおいては、前記集塵装置 6 と脱硫装置 7 との間の排ガス系統 4 1 から分岐して排ガスの一部を導き、酸素燃焼ボイラ 1 に再循環させる再循環系統 2 5 が設置されている。

【 0 0 4 8 】

この再循環系統 2 5 には再循環ファン 2 6 が設置されており、排ガス系統 4 1 から分岐した排ガスの一部を再循環する排ガスとして酸素燃焼ボイラ 1 に送り込むように構成されている。また、前記再循環系統 2 5 は酸素予熱器 5 を経由して酸素燃焼ボイラ 1 に供給するように構成されているので、この再循環排ガスは酸素予熱器 5 にて排ガス系統 4 1 を流下する排ガスによって加熱された後に再循環系統 2 5 を通じて酸素燃焼ボイラ 1 へ供給され、酸素供給系統 2 4 を通じて供給された酸素と混合した支援ガスとして、石炭供給系統 3 から供給された微粉炭を酸素燃焼ボイラ 1 にて燃焼させる。

10

【 0 0 4 9 】

前記したように酸素燃焼ボイラ 1 に供給される支燃ガスは、酸素供給系統 2 4 から供給された純酸素と再循環系統 2 5 を通じて供給された再循環排ガスとの混合ガスである。

【 0 0 5 0 】

前記制御装置 1 5 では、純酸素の供給量を制御装置 1 5 で演算した指令信号によって酸素分離装置 2 3 の稼働を制御することにより調整し、一方、排ガス循環量を制御装置 1 5 で演算した指令信号によって再循環ファン 2 6 の回転数を制御することにより調整して、純酸素と循環排ガスを混合した支燃ガスに含まれる酸素濃度を所望の値になるように制御する。

20

【 0 0 5 1 】

酸素燃焼ボイラ 1 に供給される支燃ガスとしての供給量は、純酸素の供給量と循環排ガス量との合計値となる。また、支燃ガスに含まれる酸素は、酸素分離装置 2 3 から供給される酸素に加えて、循環排ガス中に僅かながら残存する酸素とを合わせた量が酸素燃焼ボイラ 1 に供給されることになる。

【 0 0 5 2 】

酸素燃焼ボイラ 1 に供給される支燃ガスの酸素濃度を増やすは、酸素分離装置 2 3 の稼働を制御して純酸素の供給量を増やすか、または、再循環ファン 2 6 の回転数を制御して排ガス循環量を減らすことにより実施される。

30

【 0 0 5 3 】

一方、酸素燃焼ボイラ 1 に供給される燃料である石炭の供給量は、石炭供給装置 2 の運転を制御することにより調整される。

【 0 0 5 4 】

以上に述べた制御手段により、酸素燃焼ボイラ 1 における燃焼状態を制御するためのパラメータである酸素供給量、排ガス循環量、石炭供給量の調節が行われる。

【 0 0 5 5 】

本実施例の酸素燃焼ボイラを備えた石炭火力発電プラントの酸素燃焼ボイラ 1 に供給する支燃ガスの酸素濃度の制御では、酸素燃焼ボイラ 1 内のガス温度、例えば、火炉出口 1 c のガス温度を、支燃ガスの酸素濃度を決定するための基準にして制御する。

40

【 0 0 5 6 】

火炉出口 1 c のガスは非常に高温であり、温度センサを設置することができないケースが多い。このため、他の場所に設置した温度センサによる実測値を基に、熱バランスから火炉出口 1 c のガス温度を演算によって求めることになる。

【 0 0 5 7 】

本実施例の酸素燃焼ボイラを備えた石炭火力発電プラントにおける微粉炭を燃焼させる酸素燃焼ボイラ 1 は、図 2 に示すように火炉 1 a と後部伝熱面 1 b との境界 2 0 1 の位置が火炉出口 1 c であり、この境界 2 0 1 の上流側を火炉 1 a、下流側を後部伝熱面 1 b と呼ぶ。

【 0 0 5 8 】

50

図5に示した火炉1aの下部には燃焼用バーナ101が設置されており、この燃焼用バーナ101から供給した微粉炭と、酸素及び再循環排ガスとが混合した支援ガスとが燃焼して高温の燃焼ガスを発生させる。

【0059】

高温の燃焼ガスは酸素燃焼ボイラ1内にそれぞれ設置され、水管で構成された複数の熱交換器を流れる蒸気への伝熱を行いながら火炉1a内をボイラ出口1dの方向に向かって流下する構造になっている。

【0060】

前記火炉1aの下部壁面にはスパイラル管102と呼ばれる水管がスパイラル状に配設されており、火炉1aの上部壁面にはオープンパス管103と呼ばれる水管が垂直状に配設されている。これらのスパイラル管102とオープンパス管103とを合わせて水壁と呼ばれる。

10

【0061】

また、図5に示した後部伝熱面1b側の壁面にもケージ壁と呼ばれる水管104が設置されている。前記水壁やケージ壁が壁面に設置された水管であるのに対し、酸素燃焼ボイラ1の内部には水管から構成された複数の熱交換器が設置されている。

【0062】

これらの熱交換器のうち、2次過熱器111は火炉1aの天井から吊り下げられて配置されている。また、2次過熱器111の下流側には、3次過熱器112、再熱器113、1次過熱器114、及び節炭器115の各熱交換器が燃焼ガスの流下方向に沿って順次配設されている。

20

【0063】

本実施例の酸素燃焼ボイラ1を備えた石炭火力発電プラントにおいて、酸素燃焼ボイラ1に酸素供給系統24から供給される純酸素と再循環系統25を通じて供給される再循環排ガスとが混合した支燃ガスの酸素濃度を調整することで、前記した各熱交換器の熱吸収量のバランスが変わるのは、対流伝熱・輻射伝熱と呼ばれる伝熱形態が関係している。

【0064】

対流伝熱とは、高温の燃焼ガスと水管との接触面において両者の温度差によって熱が移動する伝熱現象をいう。一方、輻射伝熱とは、高温の燃焼ガスから発せられた電磁波が水管で吸収され、これが熱エネルギーに変換することによって熱が移動する現象である。

30

【0065】

前記ボイラでの燃焼ガスから熱交換器への伝熱には、常に対流伝熱と輻射伝熱の両方が作用している。このとき、火炉1aのように燃焼ガスが高温の領域であれば輻射伝熱による伝熱が支配的であり、後部伝熱面1bのように燃焼ガスが比較的低温の領域であれば対流伝熱による伝熱が支配的となる。これは、輻射伝熱による伝熱量がガス温度の4乗に比例するという物理的な性質があるためである。

【0066】

このため、酸素燃焼ボイラ1において、再循環系統25を通じて酸素燃焼ボイラ1に供給される排ガス循環量を減らすことによって支燃ガスに含まれる酸素濃度を高くすると、火炉1a内の火炎温度が高くなるので火炉1aでの輻射伝熱量が大きくなり、火炉1a側の熱吸収量が増加する。

40

【0067】

一方、再循環系統25を通じて酸素燃焼ボイラ1に供給される排ガス循環量が少なくなると、酸素燃焼ボイラ1を流れるガス流量が低下してガス流速の低下をもたらす。このとき、前記した対流伝熱は、ガス流速が低下すると伝熱量が低くなるという物理的な性質がある。

【0068】

したがって、再循環系統25を通じて酸素燃焼ボイラ1に供給される排ガス循環量を減らして支燃ガスに含まれる酸素濃度を高くすると、対流伝熱が支配的な後部伝熱面1bでの熱吸収量が低下することになる。

50

【 0 0 6 9 】

つまり、酸素燃焼ボイラ 1 では、酸素燃焼ボイラ 1 に供給される排ガス循環量を減らして支燃ガスに含まれる酸素濃度を高くすると、輻射伝熱が支配的な火炉 1 a 側の熱吸収量が増加し、一方、対流伝熱が支配的な後部伝熱面 1 b 側の熱吸収量が低下する傾向にある。

【 0 0 7 0 】

また、酸素燃焼ボイラ 1 に供給される排ガス循環量を増やして支燃ガスに含まれる酸素濃度を低くした場合は、この逆に作用する。

【 0 0 7 1 】

以上に述べた現象から、酸素燃焼ボイラ 1 に供給される支燃ガスに含まれる酸素濃度を調整することによって、酸素燃焼ボイラ 1 に設置された熱交換器の熱吸収量のバランスを変えることができる。

10

【 0 0 7 2 】

また、火炉 1 a 側と後部伝熱面 1 b 側とを合わせたボイラ全体の収熱量については、一般的な空気燃焼ボイラの構成の場合、排ガス循環量を減らして酸素濃度を高くした方がボイラ全体の収熱量が増加する傾向にある。これは、ガス温度が高い方が伝熱効率が高いためである。

【 0 0 7 3 】

空気中で微粉炭を燃焼させていた既存の空気燃焼ボイラを酸素で微粉炭を燃焼させる酸素燃焼ボイラ 1 に改造する場合、改造コストの観点から言えば、酸素燃焼にした場合でも、空気燃焼における各熱交換器の熱吸収量のバランスをそのまま再現できるのが好ましい。なぜなら、ボイラの設計段階において、各熱交換器の熱吸収量のバランス（水管内の蒸気温度と圧力、水管外のガス温度）を踏まえて、熱交換器の材料選定を行っているからである。

20

【 0 0 7 4 】

ボイラに設置される熱交換器は、高温になる領域では耐熱性に優れた高価な材料を使用し、比較的低温の領域では耐熱的にはそれほど優れていない低価格の材料を使用する。このため、既存の空気燃焼ボイラを酸素燃焼ボイラに改造することで酸素燃焼の熱吸収のバランスが空気燃焼での熱吸収のバランスから大きく変化する場合には、設計段階で材料の選定基準となった温度等の条件が変わるので、そのままでは材料の耐熱的な観点から運転できなくなる事態が予想される。

30

【 0 0 7 5 】

このような場合に対応するためには、酸素燃焼ボイラ 1 に備えられる各熱交換器で、材料の使用限界温度以下となるように、伝熱面積を変更する改造を行う（具体的には水管を追加したり、削除したりする）ことが考えられるが、この改造には相当のコストを要することが推測される。

【 0 0 7 6 】

そこで、石炭火力発電プラントに備えた本実施例の酸素燃焼ボイラ 1 においては、酸素燃焼ボイラ 1 内のガス温度として、図 5 の火炉 1 a と後部伝熱面 1 b との境界 2 0 1 の位置である火炉出口 1 c のガス温度を、酸素燃焼ボイラ 1 に供給する支燃ガスの酸素濃度を決定する基準の温度とする。

40

【 0 0 7 7 】

前記火炉出口 1 c のガス温度は非常に高温なので、火炉出口 1 c に温度センサを設置してガス温度を直接計測することは困難である。そこで、本実施例の酸素燃焼ボイラの制御装置では、図 2 及び図 3 に示したように、火炉出口 1 c でのガス温度よりもガス温度が低下したボイラ出口 1 d に温度センサ 1 4 a 及びガス組成センサ 1 4 b を設置して計測可能なボイラ出口 1 d におけるガス温度、及びガス組成を夫々計測する。

【 0 0 7 8 】

本実施例の酸素燃焼ボイラの制御を行う制御装置 1 5 0 には、図 3 に示したようにボイラ出口 1 d のガス熱量を演算するボイラ出口のガス熱量演算器 1 5 1 が設置されており、

50

このガス熱量演算器 151 によって前記温度センサ 14 a 及びガス組成センサ 14 b でそれぞれ計測したボイラ出口 1 d におけるガス温度及びガス組成に基づいて、前記ガス熱量演算器 151 によってボイラ出口 1 d におけるガス熱量を演算する。

【0079】

即ち、前記ガス熱量演算器 151 には(1)式及び(2)式の演算を行う演算関数が備えられているので、ボイラ出口 1 d の温度センサ 14 a 及びガス組成センサ 14 b で計測したガス温度及びガス組成の計測値に基づき、前記ガス熱量演算器 151 の演算関数によって(1)式及び(2)式の計算を行い、ボイラ出口 1 d におけるガス熱量を演算する。

【0080】

【数 1】

$$H_{g2,i} = f_i(T_{g2}) \cdots \cdots (1)$$

【0081】

(1)式において、

$H_{g2,i}$: ボイラ出口における物質 i のガスエンタルピー、

$f_i()$: ガス中の物質 i の温度 - エンタルピー換算関数、

T_{g2} : ボイラ出口ガス温度。

【0082】

【数 2】

$$Q_{g2} = F_g \times \sum_i (w_i \times H_{g2,i}) \cdots \cdots (2)$$

【0083】

(2)式において、

Q_{g2} : ボイラ出口におけるガス熱量、

F_g : ガス流量、

w_i : ガス中の物質 i の質量比、

$H_{g2,i}$: ボイラ出口における物質 i のガスエンタルピー。

【0084】

そして、前記ガス熱量演算器 151 に備えられた(1)式の演算関数、及び(2)式の演算関数の演算によって、各物質 i (例えば、二酸化炭素、酸素、窒素、水)について温度センサ 14 a によるガス温度の計測値からガスエンタルピーを求めて、ボイラ出口のガス熱量を演算する。各物質 i の温度 - エンタルピーの換算関数は、大気圧力を条件とする公知のデータを使用する。また、ガス組成(ガス中に含まれる各物質の重量比)はガス組成センサ 14 b による計測値を使用する。

【0085】

制御装置 150 には、更に酸素燃焼ボイラ 1 の火炉出口からボイラ出口までに備えた熱交換器(ケージ壁 104、3次過熱器 112、再熱器 113、1次過熱器 114、節炭器 115、及びケージ壁 104)が得た熱量とそれらの熱量の総和を演算するために、熱交換器が得た熱量総和演算器 152 が設置されている。

【0086】

制御装置 150 に設置された熱量総和演算器 152 には前記熱交換器で蒸気が得た熱量の総和を計算する(3)式の演算関数が備えられているので、前記各熱交換器に設置した入口温度センサ 14 c、出口温度センサ 14 d、圧力センサ 14 d、流量センサ 14 f で計測した入口蒸気温度、出口蒸気温度、蒸気圧力及び蒸気流量の各計測値に基づき、前記熱交換器が得た熱量の総和演算器 152 の演算関数によって(3)式の計算を行い、前記熱交換器で蒸気が得た熱量の総和を演算する。

【0087】

【数 3】

$$Q_w = \sum_j F_{w,j} \times (H_{wout,j} - H_{win,j}) \cdots \cdots (3)$$

10

20

30

40

50

【0088】

(3)式において、

Q_w : 火炉出口からボイラ出口までの熱交換器が得た熱量、

$F_{w,j}$: 熱交換器 j の蒸気流量、

$H_{wout,j}$: 熱交換器 j の出口蒸気エンタルピー、

$H_{win,j}$: 熱交換器 j の入口蒸気エンタルピー。

【0089】

そして、前記熱量総和演算器152に備えられた(3)式の演算関数によって火炉出口からボイラ出口までの熱交換器が得た熱量の総和を演算する。

【0090】

蒸気のエンタルピーは、蒸気温度、および蒸気圧力の計測値から蒸気表を基にエンタルピーに換算して求める。

【0091】

前記制御装置150には、前記熱量総和演算器152で演算した、熱交換器で蒸気を得た熱量の総和の演算値に基づいて火炉出口1cのガス熱量を演算する火炉出口のガス熱量演算器153が設置されている。

【0092】

このガス熱量演算器153には(4)式の演算を行う演算関数が備えられているので、前記熱量の総和演算器152で演算した熱交換器が得た熱量の総和の値に基づき、前記火炉出口のガス熱量演算器153の演算関数によって(4)式の計算を行い、火炉出口1cにおけるガス熱量を演算する。

【0093】

【数4】

$$Q_{g1} = Q_{g2} + Q_w \cdots \cdots (4)$$

【0094】

(4)式において、

Q_{g1} : 火炉出口のガス熱量、

Q_{g2} : ボイラ出口のガス熱量、

Q_w : 火炉出口からボイラ出口までの熱交換器が得た熱量。

【0095】

火炉出口1cのガス熱量は、ボイラ出口1dのガス熱量に対して、熱交換器を通して蒸気を得た熱量の総和として評価できる。このとき、計算の対象となる熱交換器は火炉出口1cからボイラ出口1dの間に位置する熱交換器である。

【0096】

そこで、ガス熱量演算器153に備えられた(4)式の演算を行う演算関数を用いて火炉出口1cのガス熱量の演算を行う。

【0097】

前記制御装置150には、更に、ガス熱量演算器153で演算した、火炉出口1cにおけるガス熱量の演算値に基づいて火炉出口1cのガス温度を演算する火炉出口のガス温度演算器154が設置されている。

【0098】

このガス温度演算器154には(5)式及び(6)式の演算を行う演算関数が備えられているので、前記火炉出口のガス熱量演算器153で計算した火炉出口1cのガス熱量の値に基づき、前記火炉出口のガス温度演算器154の演算関数によって(5)式及び(6)式の計算を行い、火炉出口1cにおけるガス温度を演算する。

【0099】

【数5】

$$H_{g1,i} = f_i(T_{g1}) \cdots \cdots (5)$$

10

20

30

40

50

【 0 1 0 0 】

(5) 式において、

$H_{g1,i}$: 火炉出口における物質 i のガスエンタルピー、

$f_i()$: ガス中の物質 i の温度 - エンタルピー換算関数、

T_{g1} : 火炉出口ガス温度。

【 0 1 0 1 】

【 数 6 】

$$Q_{g1} = F_g \times \sum_i (w_i \times H_{g1,i}) \cdots \cdots (6)$$

10

【 0 1 0 2 】

(6) 式において、

Q_{g1} : 火炉出口におけるガス熱量、

F_g : ガス流量、

w_i : ガス中の物質 i の質量比、

$H_{g1,i}$: 火炉出口における物質 i のガスエンタルピー。

【 0 1 0 3 】

火炉出口のガス温度演算器 154 に備えられた (5) 式及び (6) 式の演算を行う演算関数を用いて火炉出口 1 c のガス温度を演算する場合に、火炉出口 1 c のガス熱量を計算してから火炉出口 1 c のガス温度の演算を行う。最初は、火炉出口 1 c のガス温度として初期値を与えて火炉出口 1 c のガス熱量を計算し、このガス熱量の計算値と (4) 式で与えられた火炉出口 1 c のガス熱量の値とを比較して、ガス温度を更新しながら収束計算によって前記火炉出口 1 c のガス温度を求める。

20

【 0 1 0 4 】

ここで、火炉出口 1 c のガス温度の計算に必要な酸素燃焼ボイラ 1 の状態量は、前述したようにボイラ出口 1 d に設置した温度センサ 14 a と、ガス組成センサ 14 b で計測した計測値である。

【 0 1 0 5 】

前記制御装置 150 には、火炉出口 1 d の所望のガス温度を設定する温度設定器 155 が設置されている。前記制御装置 150 には、更に、前記ガス温度演算器 154 で演算した、火炉出口 1 c におけるガス温度の演算値と、前記温度設定器 155 で設定された設定ガス温度とを比較し、両者の偏差信号に基づいた指令信号によって再循環ファン 26 の駆動状態を調節する比較演算器 156 が備えられており、この比較演算器 156 によって再循環ファン 26 から酸素燃焼ボイラ 1 に供給する排ガス循環量を制御するように構成されている。

30

【 0 1 0 6 】

また、前記制御装置 150 には、ボイラ出口 1 d に設置したガス組成センサ 14 b で測定したボイラ出口 1 d における排ガスのガス組成の測定値から、ボイラ出口 1 d における酸素濃度を検出するボイラ出口の酸素濃度測定器 157 と、火炉出口 1 d における排ガス中の所望の酸素濃度を設定する酸素濃度設定器 158 が設置されている。

40

【 0 1 0 7 】

前記制御装置 150 には、更に、酸素濃度測定器 157 で検出したボイラ出口 1 d における酸素濃度の演算値と、前記酸素濃度測定器 158 で設定された設定酸素濃度とを比較し、両者の偏差信号に基づいた指令信号によって酸素供給装置 23 の稼動状態を調節する比較演算器 159 が備えられており、この比較演算器 159 によって酸素供給装置 23 から酸素燃焼ボイラ 1 に供給する酸素の流量を制御するように構成されている。

【 0 1 0 8 】

次に、本実施例の酸素燃焼ボイラによる火炉出口のガス温度の制御について以下に説明する。

【 0 1 0 9 】

50

図 1 乃至図 3 に示した本実施例の酸素燃焼ボイラ 1 における制御装置 150 において、火炉出口 1c のガス温度の制御は次のように行われる。

【0110】

まず、ボイラ出口 1d に設置された温度センサ 14a で計測されたボイラ出口のガス温度及びガス組成センサ 14b の測定値に基づき、制御装置 150 に設置したボイラ出口のガス熱量演算器 151 によってボイラ出口 1d のガス熱量を計算する。

【0111】

次に、ボイラ出口のガス熱量演算器 151 による演算値、及び熱交換器に設置した状態量の計測値に基づき、熱交換器が得た熱量総和演算器 152 によって熱交換器が得た熱量総和を演算する。

10

【0112】

次に熱量総和演算器 152 による演算値に基づき、火炉出口のガス熱量演算器 153 によって火炉出口 1d のガス熱量を演算し、次に前記火炉出口のガス熱量演算器 153 による演算値に基づき、火炉出口のガス温度演算器 154 によって火炉出口 1c におけるガス温度を演算する。

【0113】

そして比較演算器 156 によって、前記火炉出口のガス温度演算器 154 で計算した火炉出口 1c におけるガス温度と、温度設定器 155 の設定温度とを比較して、ガス温度演算器 154 で計算した火炉出口 1c のガス温度の計算値が、温度設定器 155 で設定された温度設定値よりも低ければ、比較演算器 156 で比較した偏差信号に基づく指令信号によって排ガスを酸素燃焼ボイラ 1 に供給する再循環ファン 26 の駆動を弱めるように操作して排ガスの循環量を減少させ、酸素燃焼ボイラ 1 に供給する支燃ガスに含まれる酸素濃度を増加して、火炉出口 1c のガス温度を所望の温度に制御する。

20

【0114】

また、比較演算器 156 によって、前記火炉出口のガス温度演算器 154 で計算した火炉出口 1c におけるガス温度が、温度設定器 155 で設定された温度設定値よりも高ければ、比較演算器 156 で比較した偏差信号に基づく指令信号によって排ガスを酸素燃焼ボイラ 1 に供給する再循環ファン 26 の駆動を強めるように操作して排ガスの循環量を増加させ、酸素燃焼ボイラ 1 に供給する支燃ガスに含まれる酸素濃度を減少させて、火炉出口 1c のガス温度を所望の温度に制御する。

30

【0115】

次に、本実施例の酸素燃焼ボイラによる補完的なボイラ出口の酸素濃度の制御について以下に説明する。

【0116】

図 1 乃至図 3 に示した本実施例の酸素燃焼ボイラ 1 における制御装置 150 において、ボイラ出口 1d の酸素濃度の補完的な制御は次のように行われる。

【0117】

ボイラ出口 1d に設置されたガス組成センサ 14b の測定値に基づき、制御装置 150 に設置したボイラ出口の酸素濃度検出器 157 でボイラ出口 1d の酸素濃度値を検出する。

40

【0118】

そして比較演算器 159 によって、酸素濃度検出器 157 で検出したボイラ出口 1d の酸素濃度値と、酸素濃度設定器 158 で設定された酸素濃度設定値とを比較して、酸素濃度検出器 157 で検出したボイラ出口 1d の酸素濃度の実測値が酸素濃度設定器 158 で設定された酸素濃度設定値よりも低ければ、比較演算器 159 で比較した偏差信号に基づく指令信号によって酸素供給装置 23 の稼働が増加するように操作して、前記酸素供給装置 23 から酸素燃焼ボイラ 1 に供給する酸素供給量を増加させて、ボイラ出口 1d の酸素濃度を所定の濃度に制御する。

【0119】

また、比較演算器 159 によって、酸素濃度検出器 157 で検出したボイラ出口 1d の

50

酸素濃度の実測値が酸素濃度設定器 158 で設定された酸素濃度設定値よりも高ければ、比較演算器 159 で比較した偏差信号に基づく指令信号によって酸素供給装置 23 の稼働が減少するように操作して、前記酸素供給装置 23 から酸素燃焼ボイラ 1 に供給する酸素供給量を減少させて、ボイラ出口 1d の酸素濃度を所定の濃度に制御する。

【0120】

上述した本発明の実施例によれば、既存の空気燃焼ボイラとして運用している石炭ボイラを、酸素燃焼ボイラとして運用した場合に改造に要する費用が抑制でき、高温ガスによる酸素燃焼ボイラの劣化やスラッシングを防止して長期に亘って安定して運転可能な信頼性の高い酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法が実現できる。

【産業上の利用可能性】

10

【0121】

本発明は石炭火力発電プラントのCO₂回収に好適な酸素燃焼ボイラ及び酸素燃焼ボイラの制御方法に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0122】

【図1】本発明の一実施例である酸素燃焼ボイラを備えた石炭火力発電プラントを示す概略構成図。

【図2】図1に記載した実施例の酸素燃焼ボイラの構成を示す概略断面図。

【図3】図1に記載した実施例の酸素燃焼ボイラを制御する制御装置の構成を示す制御ブロック図。

20

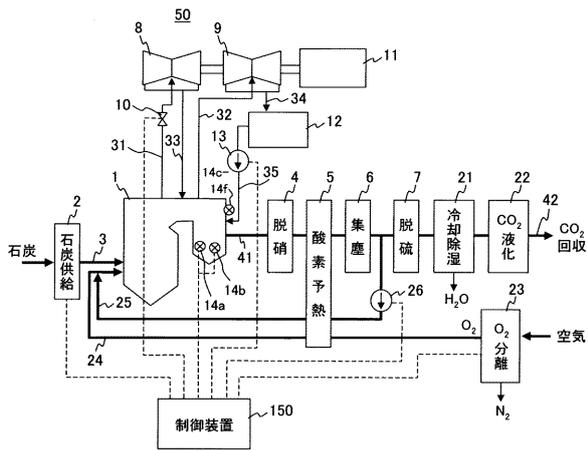
【符号の説明】

【0123】

1：酸素燃焼ボイラ、2：石炭供給装置、3：石炭供給系統、4：脱硝装置、5：酸素予熱器、6：集塵装置、7：脱硫装置、8：高圧蒸気タービン、9：低圧蒸気タービン、10：加減弁、11：発電機、12：復水器、13：給水ポンプ、14：センサ群、15：制御装置、21：冷却除湿装置、22：二酸化炭素液化装置、23：酸素分離装置、24：酸素供給系統、25：再循環系統、26：再循環ファン、31、32、33、34：蒸気系統、35：給水系統、41：排ガス系統、42：二酸化炭素回収系統、50：蒸気タービン設備。

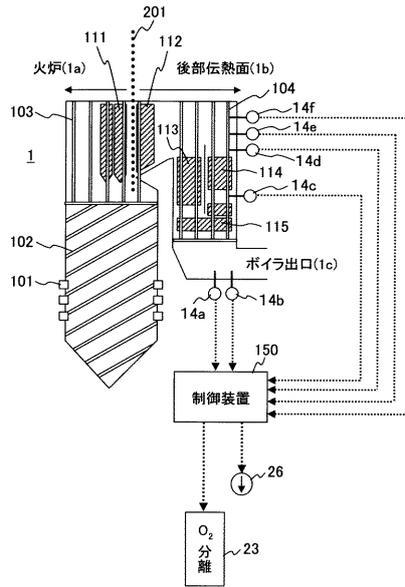
【図1】

図1



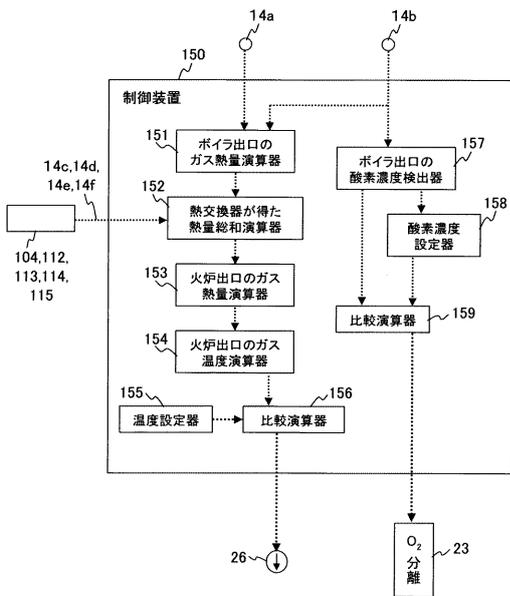
【図2】

図2



【図3】

図3



フロントページの続き

(72)発明者 柴田 強

茨城県日立市大みか町七丁目2番1号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内

審査官 山本 崇昭

(56)参考文献 特開2001-235103(JP,A)

特開平5-280703(JP,A)

特開2001-336736(JP,A)

特開平9-274507(JP,A)

特開平5-264005(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F22B 35/00

F22B 31/00

F23L 7/00