

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7517075号
(P7517075)

(45)発行日 令和6年7月17日(2024.7.17)

(24)登録日 令和6年7月8日(2024.7.8)

(51)国際特許分類
F 2 3 N 5/18 (2006.01) F I
F 2 3 N 5/18 K
F 2 3 N 5/18 L

請求項の数 4 (全12頁)

(21)出願番号	特願2020-178588(P2020-178588)	(73)特許権者	000175272 三浦工業株式会社 愛媛県松山市堀江町7番地
(22)出願日	令和2年10月26日(2020.10.26)	(74)代理人	100142365 弁理士 白井 宏紀
(65)公開番号	特開2022-69753(P2022-69753A)	(72)発明者	伊東 航 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社内
(43)公開日	令和4年5月12日(2022.5.12)	(72)発明者	手島 慶祐 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社内
審査請求日	令和5年7月20日(2023.7.20)	審査官	河野 俊二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ボイラ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

設定された燃焼量に応じた流量の燃焼用空気を供給する供給手段と、
供給される燃焼用空気の流量を検出する空気流量検出手段と、
前記空気流量検出手段によって検出された燃焼用空気の流量に応じて、供給する燃料の流量を調整する燃料弁の開度を制御する燃料流量調整手段とを備え、

前記燃料流量調整手段は、

前記空気流量検出手段によって検出された燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値を特定する流量対応値特定手段と、

第1の燃焼量から燃焼量が異なる第2の燃焼量へ移行する移行期間において、当該第1の燃焼量に対応する前記燃料弁の理論開度と当該第2の燃焼量に対応する前記燃料弁の理論開度との差分及び移行所要時間を用いて、供給する燃料の流量を加減するための加減値を特定する加減値特定手段とを含み、

前記移行期間の開始時から、前記流量対応値特定手段により特定される流量対応値に前記加減値特定手段により特定される加減値を加減算した値を用いて、前記燃料弁の開度を制御することにより燃料の流量を調整する、ボイラ。

【請求項2】

設定された燃焼量に応じた流量の燃料を供給する供給手段と、

供給される燃料の流量を検出する燃料流量検出手段と、

前記燃料流量検出手段によって検出された燃料の流量に応じて、供給する燃焼用空気の

10

20

流量を調整する空気流量調整部の態様を制御する空気流量調整手段とを備え、

前記空気流量調整手段は、

前記燃料流量検出手段によって検出された燃料の流量に応じた燃焼用空気の流量とするための流量対応値を特定する流量対応値特定手段と、

第1の燃焼量から燃焼量が異なる第2の燃焼量へ移行する移行期間において、当該第1の燃焼量に対応する前記空気流量調整部の理論態様と当該第2の燃焼量に対応する前記空気流量調整部の理論態様との差分及び移行所要時間を用いて、供給する燃焼用空気の流量を加減するための加減値を特定する加減値特定手段とを含み、

前記移行期間の開始時から、前記流量対応値特定手段により特定される流量対応値に前記加減値特定手段により特定される加減値を加減算した値を用いて、前記空気流量調整部の態様を制御することにより燃焼用空気の流量を調整する、ボイラ。

10

【請求項3】

前記加減値特定手段は、前記第1の燃焼量から前記第2の燃焼量への移行が開始されてからの経過時間に応じて加減する流量が多くなるように前記加減値として大きな値を特定する、請求項1または請求項2に記載のボイラ。

【請求項4】

前記加減値特定手段は、前記移行期間が開始されてから所定タイミングに到達した後においては、前記加減値として一定値を特定し、前記移行期間が開始されてから予め特定される移行時間が経過した後においては経過時間に応じて加減する流量が少なくなるように前記加減値として小さな値を特定する、請求項3に記載のボイラ。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ボイラに関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、ノズルなどの噴出部に燃料を供給する燃料供給ライン上に調整弁を設けて、燃焼用空気の流量と連動させて比例弁（調整弁）を制御して燃料の流量を調整することにより、多位置制御（高燃焼、中燃焼、低燃焼など）や比例制御を行う燃焼装置を備えたボイラがある（例えば、特許文献1参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2008-2787号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のようなボイラにおいては、燃焼用空気の流量変化を先行させ、燃料の流量調整がフィードバックによる後追いとなる、あるいは、燃料の流量変化を先行させ、燃焼用空気の流量調整がフィードバックによる後追いとなる制御構成上、燃焼量が他の燃焼量に移行されたときには、過渡的な状態となり空気比が大きく変動してしまう結果、適正な空気比での燃焼状態の維持が困難になるおそれがある。例えば、燃焼用空気の流量変化を先行させ、燃料の流量調整がフィードバックによる後追いとなる制御構成の場合には、燃焼量を低燃焼から中燃焼に移行させたときにおいては、燃焼用空気の流量増に対する燃料の供給増が後追いとなり、高空気比となる期間を生じさせてしまう。一方、燃焼量を中燃焼から低燃焼に移行させたときにおいては、燃焼用空気の流量減に対する燃料の供給減が後追いとなり、低空気比となる期間を生じさせてしまう。また、燃料の流量変化を先行させ、燃焼用空気の流量調整がフィードバックによる後追いとなる制御構成の場合には、燃焼量を低燃焼から中燃焼に移行させたときにおいては、低空気比となる期間を生じさせる一方、燃焼量を中燃焼から低燃焼に移行させたときにおいては、高空気比となる期間を生じさせ

40

50

てしまう。

【0005】

本発明は、かかる実情に鑑み考え出されたものであり、その目的は、燃焼量の移行時における空気比を極力安定させることができるボイラを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明のボイラは、設定された燃焼量に応じた流量の燃焼用空気を供給する供給手段と、供給される燃焼用空気の流量を検出する空気流量検出手段と、前記空気流量検出手段によって検出された燃焼用空気の流量に応じて、供給する燃料の流量を調整する燃料弁の開度を制御する燃料流量調整手段とを備え、前記燃料流量調整手段は、前記空気流量検出手段によって検出された燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値を特定する流量対応値特定手段と、第1の燃焼量から燃焼量が異なる第2の燃焼量へ移行する移行期間において、当該第1の燃焼量に対応する前記燃料弁の理論開度と当該第2の燃焼量に対応する前記燃料弁の理論開度との差分及び移行所要時間を用いて、供給する燃料の流量を加減するための加減値を特定する加減値特定手段とを含み、前記移行期間の開始時から、前記流量対応値特定手段により特定される流量対応値に前記加減値特定手段により特定される加減値を加減算した値を用いて、前記燃料弁の開度を制御することにより燃料の流量を調整する。

10

【0007】

上記の構成によれば、第1の燃焼量から第2の燃焼量に移行する際に、燃焼用空気の供給流量を検出したうえで、燃料の流量を調整する場合、移行期間において、検出された燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて燃料の流量が調整される。これにより、燃焼量が変化（移行）した際に、燃焼用空気の供給量の変化から一定時間遅れて燃料の流量が変化することに起因して、空気比が一時的に変化してしまうことを防ぎ、その結果、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御でき、失火等の燃焼異常を抑制でき、不完全燃焼に起因する一酸化炭素濃度の増加も抑制できる。また、本発明は、燃焼量を段階的に制御するボイラのみならず、燃焼量を細かく制御可能な所謂比例制御のボイラにも適用できる。

20

【0008】

また、本発明のボイラは、設定された燃焼量に応じた流量の燃料を供給する供給手段と、供給される燃料の流量を検出する燃料流量検出手段と、前記燃料流量検出手段によって検出された燃料の流量に応じて、供給する燃焼用空気の流量を調整する空気流量調整部の態様を制御する空気流量調整手段とを備え、前記空気流量調整手段は、前記燃料流量検出手段によって検出された燃料の流量に応じた燃焼用空気の流量とするための流量対応値を特定する流量対応値特定手段と、第1の燃焼量から燃焼量が異なる第2の燃焼量へ移行する移行期間において、当該第1の燃焼量に対応する前記空気流量調整部の理論態様と当該第2の燃焼量に対応する前記空気流量調整部の理論態様との差分及び移行所要時間を用いて、供給する燃焼用空気の流量を加減するための加減値を特定する加減値特定手段とを含み、前記移行期間の開始時から、前記流量対応値特定手段により特定される流量対応値に前記加減値特定手段により特定される加減値を加減算した値を用いて、前記空気流量調整部の態様を制御することにより燃焼用空気の流量を調整する。

30

40

【0009】

上記の構成によれば、第1の燃焼量から第2の燃焼量に移行する際に、燃料の供給流量を検出したうえで、燃焼用空気の流量を調整する場合、移行期間において、検出された燃料の流量に応じた燃焼用空気の流量とするための流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて燃焼用空気の流量が調整される。これにより、燃焼量が変化（移行）した際に、燃料の供給量の変化から一定時間遅れて燃焼用空気の流量が変化することに起因して、空気比が一時的に変化してしまうことを防ぎ、その結果、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御でき、失火等の燃焼異常を抑制でき、不完全燃焼に起因する一酸化炭素濃度の増加も抑制できる。また、本発明は、燃焼量を段階的に制御するボイラの

50

みならず、燃焼量を細かく制御可能な所謂比例制御のボイラにも適用できる。

【0010】

好ましくは、前記加減値特定手段は、前記第1の燃焼量から前記第2の燃焼量への移行が開始されてからの経過時間に応じて加減する流量が多くなるように前記加減値として大きな値を特定する。

【0011】

上記の構成によれば、燃焼段階の移行時においては、移行開始からの時間の経過に応じて加減流量が多くなるように加減値が設定される。このため、燃焼段階の移行時においては、流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて調整される流量が連続的に変化するように設定されるので、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御できる。

10

【0012】

好ましくは、前記加減値特定手段は、前記移行期間が開始されてから所定タイミングに到達した後においては、前記加減値として一定値を特定し、前記移行期間が開始されてから予め特定される移行時間が経過した後においては経過時間に応じて加減する流量が少なくなるように前記加減値として小さな値を特定する。

【0013】

上記の構成によれば、移行期間が開始されてから所定タイミングに到達した後においては、加減流量が一定となるように加減値が設定される。そして、移行期間が開始されてから予め特定される移行時間が経過した後、例えば、先行して流量が調整される側の流量変化が終了する移行期間の終盤段階においては、移行開始からの時間の経過に応じて加減流量が少なくなるように加減値が設定される。このため、流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて調整される流量が、先行して検出される側の供給流量の変化に近づくように連続的に変化するように設定されるので、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】ボイラの概略構成を説明するための図である。

【図2】ボイラの制御の一例を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0015】

<概略構成について>

以下に、図1を参照しつつ、本発明の実施の形態に係るボイラ1について説明する。図1は、本発明の実施の形態に係るボイラ1の構成を模式的に示す図である。

【0016】

ボイラ1は、燃料を燃焼させて蒸気を生成するボイラ本体2と、空気供給路30を介してボイラ本体2内に空気を送り込む送風機(送風手段)3と、ボイラ本体2からの排ガスなどを導出する煙道4と、ボイラ本体2に燃料を供給する燃料供給ライン(燃料供給路)5とを備えている。なお、燃料は、ガスである例について説明するが、ガスなどの気体に限らず、油などの液体であってもよい。

40

【0017】

燃料供給ライン5は、空気供給路30に接続されている。燃料供給ライン5から供給される燃料は、空気供給路30において、送風機3から送風される空気と混合されて、ボイラ本体2内のバーナ20に供給される。

【0018】

送風機3から供給される空気は、燃焼用空気として空気供給路30を介してボイラ本体2内のバーナ20に供給される。燃焼用空気の流量の調整は、空気供給路30にダンパ7を設けて、ダンパ7の位置(開度)を調整するか、これに代えてまたはこれに加えて、インバータを用いて送風機3のファンの回転速度を変えることでなされる。本実施の形態では、燃焼用空気の流量は、ダンパ7の開度制御および送風機3のインバータ制御により調

50

整される。

【 0 0 1 9 】

燃料供給ライン 5 には、流路を開閉するための開閉弁（電磁弁）1 1 , 1 2 と、燃料供給量調整弁 1 3 とが設けられている。燃料供給量調整弁 1 3 は、ボイラ本体 2 に供給する燃料の流量を調整可能である圧力調整弁として機能するとともに遮断機能をも備える。燃料供給量調整弁 1 3 は、開閉弁 1 1 , 1 2 よりも下流側に設けられており、制御装置 6 によって開度が調整されるモータバルブである。なお、燃料供給量調整弁 1 3 は、燃料の流量を調整するものであればモータバルブに限らず、例えば、空気式制御弁であってもよい。

【 0 0 2 0 】

制御装置 6 は、内部にメモリ、タイマ、および演算処理部を含むコンピュータにより実現され、電気的に接続される各センサからの信号に基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 や送風機 3 の制御を行う。

10

【 0 0 2 1 】

本実施の形態における空気供給路 3 0 には、ダンパ 7 より下流にパンチングメタル等の燃焼用空気減圧部材 8 が設けられている。空気流量検出部 9 は、燃焼用空気減圧部材 8 の前後の差圧を検出し、差圧情報を出力する。空気流量検出部 9 は、制御装置 6 と電気的に接続されている。これにより、空気流量検出部 9 からの差圧情報を制御装置 6 に入力することができる。なお、空気流量検出部 9 から出力されるアナログ信号はデジタル信号に変換されて、制御装置 6 に入力される。

【 0 0 2 2 】

制御装置 6 は、設定されている目標蒸気圧と蒸気ヘッドの蒸気圧とに応じて、燃焼量を制御する。制御装置 6 は、制御されている燃焼量に応じた態様（例えば、回転数、周波数）となるよう送風機 3 を制御し、燃焼量に応じた量の燃焼用空気を供給する。燃焼量に応じた燃焼用空気の流量は、予め定められている。制御装置 6 は、空気流量検出部 9 が検出した差圧情報に基づいて、ボイラ本体 2 に実際に供給されている燃焼用空気の流量を算出（検出）する。制御装置 6 は、燃焼量を細かく設定可能な比例制御を行うものである。なお、制御装置 6 は、比例制御を行うものに限らず、燃焼量が異なる複数種類の燃焼段階のいずれかに制御するものでもよく、例えば、低燃焼段階 L、中燃焼段階 M、高燃焼段階 H のいずれかの燃焼段階に制御するものであってもよい。

20

【 0 0 2 3 】

制御装置 6 は、算出した燃焼用空気の流量と後述する流量加減値とに基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 の開度調整を行う。例えば、燃焼用空気の流量が増加すれば、燃料供給量調整弁 1 3 の開度を大きくして燃料の流量を増加させる一方、燃焼用空気の流量が減少すれば、燃料供給量調整弁 1 3 の開度を小さくして燃料の流量を減少させる。

30

【 0 0 2 4 】

制御装置 6 は、制御部 6 1 と記憶部 6 2 とを備える。制御部 6 1 は、記憶部 6 2 に予め記憶された開度調整情報に基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 に対して開度を特定するための開度特定信号を送信する。これにより、燃料供給量調整弁 1 3 は、燃焼用空気減圧部材 8 の前後の差圧に応じた開度に制御されて、ボイラ本体 2 に供給する燃料の流量を調整することができる。なお、開度調整情報とは、例えば、差圧（あるいは差圧から算出される燃焼用空気の流量）に応じて燃料供給量調整弁 1 3 の開度を特定可能なテーブルであってもよく、また差圧（あるいは差圧から算出される燃焼用空気の流量）に応じて燃料供給量調整弁 1 3 の開度を特定するための演算式であってもよい。

40

【 0 0 2 5 】

記憶部 6 2 には、ボイラ 1 に関する各種の情報が記憶され、本実施の形態では、燃料バルブの理論開度が燃焼量に応じて記憶されている。燃料供給量調整弁 1 3 の開度は、燃焼用空気減圧部材 8 の前後の差圧に基づき、開度調整情報に従って特定される。このため、理論的には、燃焼用空気の流量と供給される燃料の流量とに基づく空気比は、燃焼量に応じた空気比に収束されることになる。燃焼量を移行させる際には、例えば、送風機 3 のインバータ周波数やダンパ 7 の開度を変化させることによって風量を変えるが、単位時間当

50

たりに変更可能なインバータ周波数には制約があるため、移行後の燃焼量に対応する風量に到達するまでには所定の時間を要する。また、ダンパ7の開度も瞬時に変更されるのではなく一定の速度で変化するため、目標とする開度到達までには所定の時間を要する。これらの要因により、移行後の燃焼量に応じた目標空気比に対応した燃料の供給量となるように即時で変化させると、目標空気比に収束しない場合が実際には生じ得る。記憶部62には、ボイラ1に関する各種の情報として、一の燃焼量から他の燃焼量への燃焼量移行における移行所要時間 t が記憶されている。移行所要時間 t は、送風機3のインバータ周波数、加減速時間、ダンパ7の開度、ダンパ7の開閉速度等により、ボイラ毎に規定される。例えば、送風機3とダンパ7とを同時に動作させずに、一方を動作させてから他方を動作させるという制御を行う場合があるが、その場合の移行所要時間 t は長くなる。

10

【0026】

本実施の形態のボイラ1は、運転状態中において燃焼量の移行が検出されると、制御装置6のタイマは、例えば、移行が開始されてから経過した経過時間 t_0 の計時を開始する。制御装置6は、計時された経過時間 t_0 、燃焼量に応じて予め定められている燃料バルブの理論開度、および移行所要時間 t に基づいて、例えば、移行期間における流量加減値を算出・設定する。制御装置6（加減値特定手段）は、流量加減値を算出・設定するための処理を、運転状態中の移行期間において繰り返し行う。

【0027】

制御装置6は、燃焼用空気減圧部材8の前後の差圧（つまり燃焼用空気の流量）に基づき開度調整情報に従って特定される流量対応値（例えば、開度を特定するための値）と、上記のように算出・設定される流量加減値（例えば、加減算する開度を特定するための値）とを用いて、燃料供給量調整弁13の開度を制御するための処理を行う。例えば、理論開度Aである燃焼量aから理論開度Bである燃焼量bへの移行が開始されたとき、移行所要時間 t が特定されるとともに経過時間 t_0 の計時が開始され、流量加減値は、次式に基づき経過時間 t_0 における値が算出・設定される。ここで、燃焼量の移行を開始するための処理が開始されたときには、燃焼用空気の流量を変化させるための処理が開始された後、前述したように燃焼用空気減圧部材8の前後の差圧（つまり燃焼用空気の流量）が特定されるまでの一定時間だけ遅れて、燃料の流量を変化させるための処理が開始されるが、その遅れ時間をTとする。

20

【0028】

(式) 流量加減値 = $\{ (B - A) / t \} \cdot t$
ただし、経過時間 t_0 の値に応じ、 t の値を以下のように特定する。

30

【0029】

$$\begin{aligned} 0 < t_0 < T & : t = t_0 \\ T < t_0 < t & : t = T \\ t < t_0 < t + T & : t = (T + t) - t_0 \end{aligned}$$

前記式によって算出・設定された流量加減値と、燃焼用空気の流量に基づいて特定される燃料の流量対応値（開度調整情報に従って特定される燃料供給量調整弁13の開度）とに基づいて、燃料供給量調整弁13の開度を制御する。これにより、燃焼量が変化（移行）した直後（燃焼用空気の流量が変化した直後）から流量加減値に基づいて燃料の流量を変化させることにより、移行期間における空気比を適正な空気比に寄せるように調整される。その結果、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御でき、燃焼量の変化（移行）した際に、燃料の供給量の変化から一定時間遅れて燃焼用空気の流量が変化することに起因して、空気比が一時的に変化してしまうことを防ぎ、その結果、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御でき、失火等の燃焼異常を抑制でき、不完全燃焼に起因する一酸化炭素濃度の増加も抑制できる。また、移行前の燃焼量に応じた理論開度から移行先となる燃焼量に応じた理論開度まで、実際の制御に用いる燃料供給量調整弁13の開度を変化させるものであるため、燃焼量を段階的に制御するボイラのみならず、任意の燃焼量を設定するような比例制御のボイラにも適用することができる。以下では、このような制御についてより具体的に説明する。

40

50

【 0 0 3 0 】

< ボイラ制御処理について >

図 2 は、本発明のボイラの制御の一例を説明するためのフローチャートである。制御装置 6 は、一定期間（例えば 1 秒）毎に本制御を行い、ボイラ 1 の運転中は継続して本制御を実行する。

【 0 0 3 1 】

ステップ S 0 1 では、検出された蒸気ヘッダにおける蒸気圧と、目標蒸気圧とに基づき、燃焼量の移行が必要であるか否かを判定する。ステップ S 0 1 において燃焼量の移行が必要であると判定されなかったときには、本制御を終了する。一方、ステップ S 0 1 において燃焼量の移行が必要であると判定されたときには、ステップ S 0 2 に移行する。

10

【 0 0 3 2 】

ステップ S 0 2 では、燃焼量を燃焼量 a（第 1 の燃焼量）から燃焼量 b（第 2 の燃焼量）に変更する。ステップ S 0 3 では、ステップ S 0 2 で変更後の燃焼量 b に応じた態様（燃焼量に応じた回転数、あるいは燃焼量に応じた周波数等にするための態様）で、送風機 3 を制御する。

【 0 0 3 3 】

ステップ S 0 4 では、燃焼量 a の理論開度 A（第 1 の理論開度）、燃焼量 b の理論開度 B（第 2 の理論開度）、および移行所要時間 t を特定する。移行所要時間 t は、燃焼量 b（第 2 の燃焼量）に応じた流量の燃焼用空気が供給手段により供給されるまでに要する、予め特定される移行時間であり、前述した燃焼量 a から燃焼量 b に変更する際に、燃焼量に応じた回転数あるいは燃焼量に応じた周波数等に变化させるために要する時間である。移行所要時間 t は、送風機インバータ周波数、加減速時間、ダンパ開度、開閉速度等から算出され、ボイラ毎に決まる値である。

20

【 0 0 3 4 】

ステップ S 0 5 では、移行開始からの経過時間 t_0 の計時を開始する。ステップ S 0 6 では、空気流量検出部 9 により検出した差圧に基づいて燃焼用空気の空気流量を検出（算出）する。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 0 7 では、ステップ S 0 6 で検出した空気流量に基づき、燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値（燃料供給量調整弁 1 3 の開度を特定するための値）を特定する。

30

【 0 0 3 6 】

ステップ S 0 8 では、燃焼量 b の理論開度 B（第 2 の理論開度）から燃焼量 a の理論開度 A（第 1 の理論開度）を差し引いた値を、移行所要時間 t で除し、燃焼量 a（第 1 の燃焼量）から燃焼量 b（第 2 の燃焼量）への移行が開始されてから経過した時間 t_0 に応じて特定される値 t を乗じて、経過時間 t_0 における流量加減値を算出・設定する。 t_0 の値が、 $0 < t_0 < T$ であるときは、 $t = t_0$ とする。 t_0 の値が、 $T < t_0 < t$ であるときは、 $t = T$ とする。 t_0 の値が、 $t < t_0 < t + T$ であるときは、 $t = (T + t) - t_0$ とする。ここで、燃焼量の移行を開始するための処理が開始されたときには、燃焼用空気の流量を变化させるための処理が開始された後、前述したように燃焼用空気減圧部材 8 の前後の差圧（つまり燃焼用空気の流量）が特定されるまでの一定時間だけ遅れて、燃料の流量を变化させるための処理が開始されるが、その遅れ時間を T とする。

40

【 0 0 3 7 】

ステップ S 0 9 では、ステップ S 0 7 で特定した流量対応値と、ステップ S 0 8 で算出・設定した流量加減値とに基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 の開度を制御する。

【 0 0 3 8 】

ステップ S 1 0 では、ステップ S 0 6 で検出した空気流量が、燃焼量 b に応じた燃焼用空気流量であるか否かを判定する。ステップ S 1 0 において、ステップ S 0 6 で検出した空気流量が、燃焼量 b に応じた燃焼用空気流量であると判定されなかったときには、ステップ S 0 6 に移行する。一方、ステップ S 1 0 において、ステップ S 0 6 で検出した空気

50

流量が、燃焼量 b に応じた燃焼用空気流量であると判定されたときには、処理を終了する。

【 0 0 3 9 】

< 動作について >

本実施の形態におけるボイラ 1 において、検出された蒸気圧と目標蒸気圧とに基づき、燃焼量の移行が必要であると判定され (ステップ S 0 1、YES)、例えば、現在の燃焼量 a (第 1 の燃焼量) から目標燃焼量 b (第 2 の燃焼量) に連続的に移行する場合 (ステップ S 0 2) について説明する。移行する目標燃焼量 b が設定されることにより、送風機 3 は、目標燃焼量 b に応じた態様となるよう制御される (ステップ S 0 3)。このとき、記憶部 6 2 には、例えば、各燃焼量における理論開度、各燃焼量間の移行所要時間が記憶されているものとする。燃焼量 a から燃焼量 b に移行するとき、燃焼量 a の理論開度 A (第 1 の理論開度)、燃焼量 b の理論開度 B (第 2 の理論開度)、および移行所要時間 t を特定し (ステップ S 0 4)、移行開始からの経過時間 t_0 の計時を開始する (ステップ S 0 5)。そして、空気流量検出部 9 は、空気流量の検出処理を行う (ステップ S 0 6)。また、制御装置 6 は、検出された空気流量に基づき、燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値を特定する (ステップ S 0 7)。

10

【 0 0 4 0 】

次式に基づき、制御装置 6 (加減値特定手段) は、経過時間 t_0 における流量加減値を算出・設定する (ステップ S 0 8)。下記式において、 T は、燃焼量の移行を開始するための処理が開始されたとき、燃焼用空気の流量を変化させるための処理が開始された後、前述したように燃焼用空気減圧部材 8 の前後の差圧 (つまり燃焼用空気の流量) が特定されるまでの一定時間だけ遅れて、燃料の流量を変化させるための処理が開始されるが、その遅れ時間である。

20

【 0 0 4 1 】

(式) 流量加減値 = { ($B - A$) / t } · t

0 $t_0 < T$: $t = t_0$

T $t_0 < t$: $t = T$

t $t_0 < t + T$: $t = (T + t) - t_0$

そして、特定された流量対応値と、算出・設定された流量加減値とに基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 の開度が制御される (ステップ S 0 9)。具体的には、流量対応値に対して流量加減値を加減算して得られる値から特定される開度となるように、燃料供給量調整弁 1 3 の開度が制御される。

30

【 0 0 4 2 】

上記式においては、燃焼量を増大させる方向に移行させるときには、($B - A$) が + (正) になるため、流量加減値も + (正) となり、この場合、ステップ S 0 9 では、流量対応値に対して流量加減値の絶対値を加算 (符号が + (正) であるため) して得られる値から特定される開度となるように、燃料供給量調整弁 1 3 の開度が制御される。つまり、燃料供給量調整弁 1 3 は、流量対応値から特定される開度よりも流量加減値分だけ大きな開度で制御される。一方、燃焼量を低減させる方向に移行させるときには、($B - A$) が - (負) になるため、流量加減値も - (負) となり、この場合、ステップ S 0 9 では、流量対応値に対して流量加減値の絶対値を減算 (符号が - (負) であるため) して得られる値から特定される開度となるように、燃料供給量調整弁 1 3 の開度が制御される。つまり、燃料供給量調整弁 1 3 は、流量対応値から特定される開度よりも流量加減値分だけ小さな開度で制御される。

40

【 0 0 4 3 】

燃料供給量調整弁 1 3 の開度の制御は、検出される空気流量が、燃焼量 b に応じた燃焼用空気流量に到達するまで行われる (ステップ S 0 6 ~ S 1 0)。これにより、一の燃焼量から他の燃焼量に燃焼量が変化 (移行) した直後 (燃焼用空気の流量が変化した直後) から燃料の流量を変化させることにより、移行期間における空気比を適正な空気比に寄るように調整することができ、燃焼量が変化 (移行) した際に、燃焼用空気の供給量の変化から一定時間遅れて燃料の流量が変化することに起因して、空気比が一時的に変化してし

50

まうことを防ぎ、その結果、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御でき、失火等の燃焼異常を抑制でき、不完全燃焼に起因する一酸化炭素濃度の増加も抑制できる。

【 0 0 4 4 】

上記において、加減値特定手段は、燃焼量 a から燃焼量 b への移行が開始されてからの経過時間 t_0 に応じて加減する流量が多くなるように、加減値として大きな値を特定することが好ましい（ステップ S 0 7、 $0 < t_0 < T$: $t = t_0$ ）。これにより、燃焼段階の移行時においては、流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて調整される流量が連続的に変化するように設定されるので、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御できる。

10

【 0 0 4 5 】

また、加減値特定手段は、移行期間が開始されてから所定タイミングに到達した後（ $T < t_0 < t$ ）においては、加減値として一定値を特定し（ステップ S 0 7、 $t = T$ ）、移行期間が開始されてから予め特定される移行時間が経過した後（ $t < t_0 < t + T$ ）においては、経過時間に応じて加減する流量が少なくなるように加減値として小さな値を特定する（ステップ S 0 7、 $t = (T + t) - t_0$ ）ことが好ましい。これにより、移行期間が開始されてから所定タイミングに到達した後（ $T < t_0 < t$ ）においては、加減流量が一定となるように加減値が設定される。そして、移行期間が開始されてから予め特定される移行時間が経過した後（ $t < t_0 < t + T$ ）、例えば、先行して流量が調整される側の流量変化が終了する移行期間の終盤段階においては、移行開始からの時間の経過に応じて加減流量が少なくなるように加減値が設定される。このため、流量対応値と特定の加減値とに基づいた値を用いて調整される流量が、先行して検出される側の供給流量の変化に近づくように連続的に変化するように設定されるので、燃焼量の移行時における空気比変動を極力安定させて制御できる。

20

【 0 0 4 6 】

本発明は、上記の実施の形態に限られず、種々の変形、応用が可能である。以下、本発明に適用可能な上記の実施の形態の変形例などについて説明する。

【 0 0 4 7 】

上記実施の形態においては、一の燃焼量から他の燃焼量への燃焼量移行における移行所要時間 t が、ボイラ 1 に関する情報の一つとして記憶部 6 2 に記憶されている例を示したが、これに限らず、移行所要時間 t は移行前後の燃焼量に基づいて移行開始時にその都度算出されるものであってもよい。

30

【 0 0 4 8 】

上記実施の形態においては、燃焼量に応じた態様で送風機 3 を制御し、図 2 のステップ S 0 6 で示したように差圧に基づき空気流量（燃焼用空気の供給流量）を検出した上で、ステップ S 0 7 で示したように当該空気流量に基づき、制御装置 6 は燃焼用空気の流量に応じた燃料の流量とするための流量対応値を特定し、ステップ S 0 9 で示したように特定された流量対応値と、算出・設定された流量加減値とに基づいて、燃料供給量調整弁 1 3 の開度（燃料の供給流量）を制御することにより、空気比を調整する例を説明した。しかし、空気比を調整するための処理は、これに限らず、例えば、ステップ S 0 3 において燃焼量 b に応じた開度となるように燃料供給量調整弁 1 3 の開度を制御した上で、ステップ S 0 6 において実際の燃料の供給流量を検出し、当該燃料の供給流量に基づき、制御装置 6 は燃料の流量に応じた燃焼用空気の流量とするための流量対応値を特定し、ステップ S 0 9 で示したように特定された流量対応値と、算出・設定された流量加減値とに基づいて、空気流量（燃焼用空気の供給流量、例えば送風機 3）を制御することにより、空気比を調整するようにしてもよい。この場合における t も燃焼用空気が供給手段により供給されるまでに要する、予め特定される移行時間であり、先制御となる燃料の燃料供給量調整弁 1 3 の開度も、移行元開度（現在の燃焼量 a の理論開度 A）から移行先開度（目標燃焼量 b の理論開度 B）に向けて t に亘って制御される。実際の燃料の供給流量の検出に際しては、例えば、燃料供給ライン 5 にオリフィス等を複数箇所に設けて差圧を検出し、当

40

50

該差圧に基づいて燃料の供給流量を検出するものであってもよい。この場合において、制御装置 6 は、算出・設定される流量加減値を用いて、燃料の供給流量に基づき特定される送風機 3 の態様（例えば、回転数）を制御するための処理を行う。

【0049】

上記のように構成する場合においても、ボイラ 1 においては、燃焼量の移行の際に、移行前後の燃焼量において記憶されている理論開度を用いて、送風機 3 の態様（回転数等）を補正するようにしてもよい。燃焼量に応じた開度となるように燃料供給量調整弁 13 の開度を制御した上で、当該燃料の供給流量に基づき燃焼用空気の流量対応値を特定し、当該流量対応値と算出・設定された経過時間 t_0 における流量加算値とに基づいて送風機 3 を制御することにより、一の燃焼量から他の燃焼量に燃焼量が変化（移行）した直後から移行期間における空気比が適正な空気比に寄るように調整される。その結果、燃焼量の移行時における空気比を極力安定する側に制御できる。なお、上記の例では、空気流量を制御する手法として、送風機 3 の態様（回転数等）を調整する例を示したが、これに限らず、ダンパ 7 の開度を調整するものであってもよく、また、送風機 3 の態様（回転数等）およびダンパ 7 の開度の双方を調整するものであってもよい。

10

【0050】

上記実施の形態におけるボイラ 1 は、燃料供給量調整弁 13 を制御装置 6 による電子制御により制御するが、ガバナを用いて制御することもできる。ガバナとは、空気比を一定にするように、バーナ 20 への空気流量に基づき、開度が機械的に自動調整される弁をいう。このようなガバナを用いることにより、空気供給路 30 の中途に設けた燃焼用空気減圧部材 8 前後の差圧に基づき、開度をガバナ機構により機械的に自動調整して燃料供給量を制御するようにしてもよい。

20

【0051】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものでないと考えられるべきである。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

【0052】

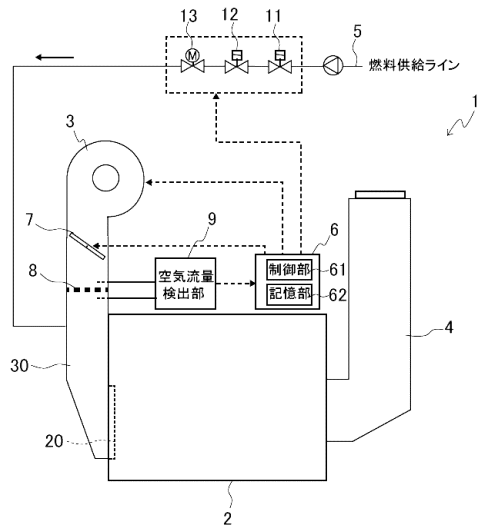
- 1 ボイラ
- 2 ボイラ本体
- 3 送風機（送風手段）
- 4 煙道
- 5 燃料供給ライン（燃料供給路）
- 6 制御装置
 - 6 1 制御部
 - 6 2 記憶部
- 7 ダンパ
- 8 燃焼用空気減圧部材
- 9 空気流量検出部（流量検出手段）
 - 1 1 開閉弁
 - 1 2 開閉弁
 - 1 3 燃料供給量調整弁
- 2 0 バーナ
- 3 0 空気供給路

30

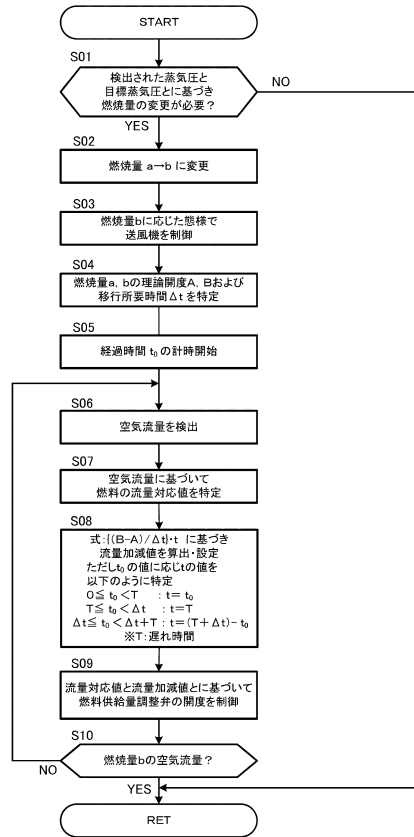
40

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 7 6 4 9 7 (J P , A)
特開平 0 9 - 0 2 6 1 3 1 (J P , A)
米国特許第 0 4 5 8 5 1 6 1 (U S , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 3 N 5 / 1 8