(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-198380
(P2017-198380A)
(43)公開日　平成29年11月2日(2017.11.2)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F23N	1/02	(2006.01)	F23N	1/02	101	3K003
F23C	9/08	(2006.01)	F23C	9/08	400	3K065
F23N	5/00	(2006.01)	F23N	5/00	T	

審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 9 頁）

(21)出願番号　特願2016-88209(P2016-88209)
(22)出願日　平成28年4月26日(2016.4.26)

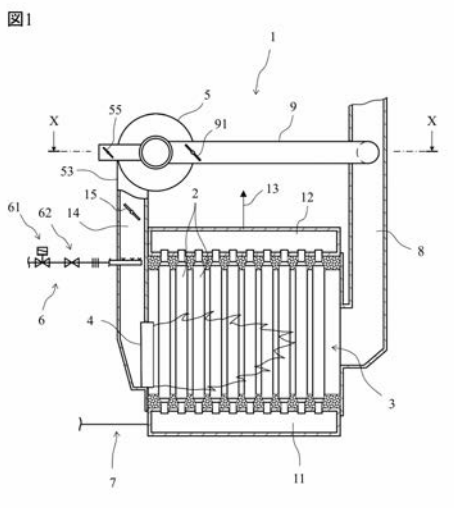
(71)出願人　000175272
三浦工業株式会社
愛媛県松山市堀江町７番地
(74)代理人　110001139
ＳＫ特許業務法人
(74)代理人　100130328
弁理士　奥野　彰彦
(74)代理人　100130672
弁理士　伊藤　寛之
(72)発明者　山口　幸洋
愛媛県松山市堀江町７番地　三浦工業株式会社内

Ｆターム(参考)　3K003 AA01 AC04 CB03 CB05 CC02
DA03 EA07 FB04 FC04 GA03
3K065 TA01 TC01 TD05 TG04 TL02
TL06

(54)【発明の名称】ボイラ及びボイラの制御方法

(57)【要約】
【課題】ＥＧＲ量の変動を抑制し、燃焼性能を安定させる構成を備えるボイラを提供する。
【解決手段】本発明によれば、燃焼室と、燃焼室内を加熱するバーナと、燃焼用流路を介して燃焼用空気を前記バーナへ供給する送風機と、前記燃焼室から排ガスを導出する排ガス路と、前記排ガス路と前記送風機の吸込口を接続する排ガス再循環路と、前記バーナを第１燃焼状態と当該第１燃焼状態よりも燃焼量の少ない第２燃焼状態の少なくとも２つの燃焼状態で燃焼させるよう制御する制御手段と、を備えたボイラであって、前記送風機の吸込口にダンパを備え、前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機による外気の取込量を維持できるようにしたまま、前記ダンパにより前記送風機の吸込口の開口面積を小さくする、ボイラが提供される。
【選択図】図１

図1



【特許請求の範囲】
【請求項１】
燃焼室と、燃焼室内を加熱するバーナと、燃焼用流路を介して燃焼用空気を前記バーナへ供給する送風機と、前記燃焼室から排ガスを導出する排ガス路と、前記排ガス路と前記送風機の吸込口を接続する排ガス再循環路と、前記バーナを第１燃焼状態と当該第１燃焼状態よりも燃焼量の少ない第２燃焼状態の少なくとも２つの燃焼状態で燃焼させるよう制御する制御手段と、を備えたボイラであって、
前記送風機の吸込口にダンパを備え、前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機による外気の取込量を維持できるようにしたまま、前記ダンパにより前記送風機の吸込口の開口面積を小さくする、ボイラ。
【請求項２】
前記第２燃焼状態に移る際、前記制御手段は、前記送風機のインバータの回転数を前記第２燃焼状態に対応する回転数よりも高くする制御及び／又は、前記燃焼用流路に設けられたメインダンパにより、前記第２燃焼状態に対応する前記燃焼用流路の断面積より大きくする制御を行う、請求項１に記載のボイラ。
【請求項３】
前記送風機は複数の吸込口を備え、これらの吸込口の少なくとも１つに前記ダンパを備えている、請求項１または請求項２に記載のボイラ。
【請求項４】
燃焼室と、燃焼室内を加熱するバーナと、燃焼用空気路を介して燃焼用空気を前記バーナへ供給する送風機と、前記燃焼室から排ガスを導出する排ガス路と、前記排ガス路と前記送風機の吸込口を接続する排ガス再循環路とを備え、前記バーナを第１燃焼状態と当該第１燃焼状態よりも燃焼量の少ない第２燃焼状態の少なくとも２つの燃焼状態で燃焼させるボイラの制御方法であって、
前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機の吸込口に設けられたダンパにより、前記送風機への外気の取込量を維持できるようにしたまま、前記送風機の吸込口の開口面積を小さくする、ボイラの制御方法。
【請求項５】
前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機のインバータの回転数を前記第２燃焼状態に対応する回転数よりも高くする制御と、前記燃焼用空気路の断面積を前記燃焼用空気路に設けられたメインダンパにより大きくする制御の少なくとも一方を行う、請求項４に記載のボイラの制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は、排ガスの一部を再循環させて燃焼させるボイラ及び、このボイラの制御方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来、排ガスの一部を吸気側に循環させて燃料ガス及び燃料用空気に混合し、この混合ガスを噴出して燃焼させることで、排ガス路から排出されるＮＯｘ濃度の低減を図るボイラがある。例えば、特許文献１に記載のボイラは、排ガス路（煙突）と吸気側である送風機の吸込口とを接続する排ガス再循環路を備えることで、酸素濃度の低下した排ガスを吸気側に再循環させる。その結果、バーナにおける燃焼温度が低下し、その結果排ガス中に含まれるＮＯｘ濃度を低下させることが可能である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】特開２００４－６０９８４号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかしながら、特許文献１のボイラでは、燃焼条件によっては単位時間あたりの再循環ガス流量（以下、ＥＧＲ量とする）の変動が大きくなり、その結果、バーナの燃焼性能が不安定となるという問題が生じることが分かった。
【０００５】
本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであり、ＥＧＲ量の変動を抑制し、燃焼性能を安定させる構成を備えるボイラと、このボイラの制御方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明によれば、燃焼室と、燃焼室内を加熱するバーナと、燃焼用流路を介して燃焼用空気を前記バーナへ供給する送風機と、前記燃焼室から排ガスを導出する排ガス路と、前記排ガス路と前記送風機の吸込口を接続する排ガス再循環路と、前記バーナを第１燃焼状態と当該第１燃焼状態よりも燃焼量の少ない第２燃焼状態の少なくとも２つの燃焼状態で燃焼させるよう制御する制御手段と、を備えたボイラであって、前記送風機の吸込口にダンパを備え、前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機による外気の取込量を維持できるようにしたまま、前記ダンパにより前記送風機の吸込口の開口面積を小さくする、ボイラが提供される。
【０００７】
本発明者は、段階値制御ボイラや比例ボイラ等において、燃焼量の多い状態に対して燃焼量の少ない状態では、排ガス再循環路の前後、すなわち排ガス路側と燃焼用流路側の差圧が小さくなり、相対的に、排ガス路におけるドラフト変動（外気温の変動等による通風の変動）に起因するＥＧＲ量の変動が大きくなることに着目した。そして、送風機の吸込口にダンパを設けて、燃焼量の少ない状態において送風機への外気の取込量を維持できるようにしたままダンパにより送風機の吸込口の開口面積を小さくすることで、排ガス路側と燃焼用流路側の差圧を増加させることを思いつき、本発明に至った。
【０００８】
このような構成によれば、ＥＧＲ量の変動を低減することが可能となり、燃焼性能を安定させることが可能となる。
【０００９】
以下、本発明の種々の実施形態を例示する。以下に示す実施形態は互いに組み合わせ可能である。
【００１０】
好ましくは、前記第２燃焼状態に移る際、前記制御手段は、前記送風機のインバータの回転数を前記第２燃焼状態に対応する回転数よりも高くする制御及び／又は、前記燃焼用流路に設けられたメインダンパにより、前記第２燃焼状態に対応する前記燃焼用流路の断面積より大きくする制御を行う。
【００１１】
好ましくは、前記送風機は複数の吸込口を備え、これらの吸込口の少なくとも１つに前記ダンパを備えている。
【００１２】
また、本発明によれば、燃焼室と、燃焼室内を加熱するバーナと、燃焼用空気路を介して燃焼用空気を前記バーナへ供給する送風機と、前記燃焼室から排ガスを導出する排ガス路と、前記排ガス路と前記送風機の吸込口を接続する排ガス再循環路とを備え、前記バーナを第１燃焼状態と当該第１燃焼状態よりも燃焼量の少ない第２燃焼状態の少なくとも２つの燃焼状態で燃焼させるボイラの制御方法であって、前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機の吸込口に設けられたダンパにより、前記送風機への外気の取込量を維持できるようにしたまま、前記送風機の吸込口の開口面積を小さくする、ボイラの制御方法が提供される。

【００１３】
好ましくは、前記第２燃焼状態に移る際、前記送風機のインバータの回転数を前記第２燃焼状態に対応する回転数よりも高くする制御と、前記燃焼用空気路の断面積を前記燃焼用空気路に設けられたメインダンパにより大きくする制御の少なくとも一方を行う。
【図面の簡単な説明】
【００１４】
【図１】本発明の実施形態に係るボイラの概略構成を示す説明図である。
【図２】図１のボイラの送風機及び排ガス再循環路を同図のＸ－Ｘ断面で切断した時の断面図である。
【図３】図１のボイラの制御を示すブロック図である。
【図４】本発明の変形例に係るボイラの送風機及び排ガス再循環路を図１のＸ－Ｘ断面で切断した時の断面図である。
【図５】本発明の他の変形例に係るボイラの送風機及び排ガス再循環路を図１のＸ－Ｘ断面で切断した時の断面図である。
【図６】本発明の実施形態に係るボイラの制御方法の実施例を比較して示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下、本発明の実施形態について説明する。以下に示す実施形態中で示した各種特徴事項は、互いに組み合わせ可能である。また、各特徴について独立して発明が成立する。
【００１６】
＜ボイラ＞
本発明の第１実施形態に係るボイラ１は、図１の縦断面の説明図に示すように、多数の水管２を備えた燃焼室３と、水管２を加熱するバーナ４と、バーナ４に燃焼用空気を供給する送風機５と、バーナ４に燃料ガスを供給するガス供給路６と、水管２に給水を行う給水路７と、燃焼室３から排ガスを導出する排ガス路８と、排ガス路８と送風機５の吸込口５１（図２参照）を接続する排ガス再循環路９と、ボイラ１を制御する制御手段１０（図３参照）とを備える。
【００１７】
燃焼室３は、バーナ４によって燃料が燃焼して生成される熱を吸熱する缶体がであり、下部管寄せ１１と上部管寄せ１２との間を多数の水管２で接続して構成される。水管２内には、給水路７を介して下部管寄せ１１から適宜給水されており、水管２内の水位が維持される。また、燃焼室３は、一端部（図１の左側）にバーナ４が設けられ、他端部（図１の右側）に排ガス路８が接続される。
【００１８】
各水管２内の水は、バーナ４からの燃焼ガスによって加熱され、蒸気として上部管寄せ１２から気水分離器（図示せず）を介して蒸気路１３へ導出される。蒸気は、蒸気ヘッダなどを介して各種の蒸気使用設備へ送られる。一方、バーナ４による燃焼ガスは、各水管２内の水と熱交換した後、排ガスとして排ガス路８から排出される。なお、排ガス路８には、余熱によって給水を予加熱するエコノマイザ（図示せず）を設けても良い。
【００１９】
バーナ４は、本実施形態においては予混合バーナとされ、このバーナ４には燃焼量に応じた量の燃焼用空気と燃料ガスとが、燃焼用流路１４を通って供給される。燃焼用空気は、送風機５により、燃焼用流路１４を介してバーナ４へ送り込まれる。
【００２０】
送風機５は、図２に示すように、外気を吸込む２つの吸込口５１，５２及び燃焼用流路１４に空気を送り出す吐出口５３（図１参照）を備える。吸込口５１には排ガス再循環路９が接続され、外気と同時に排ガス路８からの再循環ガスが取り込まれる。一方、吸込口５２には、流路方向と直交回転軸周りに回転可能に、板状の吸込口ダンパ５５が設けられる。吸込口５２内に吸込口ダンパ５５が回転可能に保持されることで、その傾き角を調整して、バーナ４へ送り出す空気流量を調整することができる。なお、吸込口ダンパ５５は

、制御手段１０によって開閉制御を行う構成としても、手動で開閉する構成としてもよい。

【００２１】

また、送風機５は、図３に示すように、インバータ５６及びモータ５７を備える。燃焼用空気の流量はモータ５７の回転数により調整され、モータ５７の回転数はインバータ５６の周波数により制御される。インバータ５６の周波数は、制御手段１０からの駆動信号により制御される。なお、これに代えて又はこれに加えて、燃焼用流路１４に設けられたメインダンパ１５によって燃焼用空気の流量を調整してもよい。

【００２２】

一方、燃料ガスは、図１に示すように、ガス供給路６から供給される。燃料ガスは、燃焼用流路１４内において噴出され、送風機５からの空気に混合されて、バーナ４へ送られる。ガス供給路６には、燃焼ガスの供給と供給の停止を切り替える遮蔽弁６１が設けられ、遮蔽弁６１より下流には流量調整弁６２が設けられる。燃焼量に応じて、制御手段１０からの駆動信号により流量調整弁６２の開度を変更することで、燃焼量に応じた空気比に調整することができる。

【００２３】

排ガス再循環路９は、上述したように排ガス路８と送風機５の吸込口５１を接続することで、排ガス路８を通って排出される排ガスの一部を燃焼用流路１４側へと送り込み、燃焼室３内へ再循環させるものである。このように、酸素濃度の低下した排ガスを吸気側に再循環させることでバーナ４における燃焼温度が低下し、その結果、排ガスに含まれるＮＯｘ濃度を低下させることが可能となる。なお、排ガス再循環路９には再循環調整ダンパ９１が設置され、再循環調整ダンパ９１は制御手段１０によって開閉が制御される。

【００２４】

制御手段１０は、コントロールユニットとして構成され、送風機５による燃焼用空気の供給量の制御、流量調整弁６２による燃焼ガスの供給量の制御等、ボイラ１の各部の制御を行う。この際、例えば、燃焼用空気と燃料ガスの比を設定した比とする制御が行われる。そして、制御手段１０の制御により、ボイラ１が発生させる蒸気量や蒸気圧力が調整される。

【００２５】

＜ボイラの動作＞

次に、本実施形態に係るボイラ１の動作を説明する。ボイラ１は、制御手段１０が各部の動作を制御することで、各動作を実現する。制御手段１０は、送風機５、ガス供給路６の遮蔽弁６１及び流量調整弁６２を駆動してバーナ４での燃焼を開始する。ボイラ１は、バーナ４で燃料を燃焼して火炎を形成し、燃料の燃焼で生成される燃焼ガスで水管２を加熱し、蒸気を生成する。

【００２６】

ここで、本実施形態のボイラ１は、高燃焼状態（特許請求の範囲における第１燃焼状態）及び低燃焼状態（特許請求の範囲における第２燃焼状態）の２つの燃焼モードで制御するよう構成される。低燃焼は、燃焼量が高燃焼の燃焼量よりも低い燃焼のことであり、高燃焼の時の燃料の供給量を１００％とすると、低燃焼の時の供給量は、例えば５０％に設定される。なお、以下に説明する燃料供給態様は、制御手段１０による送風機５及び流量調整弁６２の制御等によって実現される。

【００２７】

まず、高燃焼時においては、ガス供給路６の流量調整弁６２を開にして燃料ガスをバーナ４に供給するとともに、上記燃料ガスの供給量に応じた燃料用空気が供給されるよう、送風機５の回転数を制御する。ここで、高燃焼時には、送風機５の吸込口ダンパ５５及び排ガス再循環路９の再循環調整ダンパ９１はともに開いた状態とする。これにより、高燃焼時に必要な燃焼用空気を外気及び排ガスから得ることができる。なお、燃焼用空気量に対する排ガス量の割合を、ＮＯｘの発生が最も少なくなる所定の割合とするため、吸込口ダンパ５５又は再循環調整ダンパ９１の開度を調整してもよい。

【００２８】
次に、低燃焼時においては、ガス供給路６の流量調整弁６２の開度を調整して燃料ガスの供給量を絞り、これに応じて、送風機５の回転数を低下させて燃料用空気の供給量を調整する。この時、排ガス再循環路９の再循環調整ダンパを絞ることで再循環する排ガスを調整し、燃焼用空気量に対する排ガス量の割合を高燃焼時と低燃焼時とで同じになるように調整する。また、低燃焼時には、送風機５の吸込口ダンパ５５も絞る。これにより、送風機５の２つの吸込口５１，５５全体での開口面積が、高燃焼時よりも小さくなる。
【００２９】
ここで、低燃焼時は、高燃焼時と比較して排ガス再循環路９の排ガス路８側と燃焼用流路１４側の差圧が小さくなるため、上述したように、排ガス路８のドラフト変動によって再循環する排ガス量が大きく変動することになる。具体的には、排ガスの非圧縮性を仮定し、ＥＧＲ量をＱ、空気の密度をρ、排ガス路の断面積をＡ、差圧をΔＰとすると、

$$Q = A\sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}$$

が成り立っている。そして、排ガス路におけるドラフト変動による変動圧をＰとし、これを考慮したＥＧＲ量をＱ'とすると、

$$Q' = A\sqrt{\frac{2(\Delta P + P)}{\rho}} = \sqrt{\frac{\Delta P + P}{\Delta P}}Q$$

となることから、差圧ΔＰが小さい場合に、ドラフト変動による圧力ＰのＥＧＲ量Ｑ'への影響が大きくなるのである。なお、排ガス路８のドラフト変動の要因としては、季節変動による外気温の変化や燃焼開始時と燃焼中の燃焼室内の温度の変化によるもの、さらには、ボイラ室に複数のボイラ１を設置して複数のボイラ１からの排気ガスをまとめて排出する場合の、他のボイラの影響等が挙げられる。
【００３０】
この点、従来のボイラでは、低燃焼時に燃焼用流路に設けられたダンパ（２次側のダンパ）を絞ることによって空気供給量を削減しており、この方法では、供給する燃焼用空気量に対する再循環による排ガス量の割合の変動を抑えることができなかった。
【００３１】
これに対して、本実施形態に係るボイラ１では、送風機５の吸込口５２に設けられた吸込口ダンパ５５（１次側のダンパ）を絞って吸込口５２からの外気の吸込みを制限することにより空気を流れにくくするとともに、インバータ５６により送風機５の回転数を上げる制御を行っている。これにより、送風機５が排ガス再循環路９の空気を吸込む力が増加し、排ガス路側と燃焼用流路側の差圧が増加して、ＥＧＲ量の変動を低減することが可能となり、燃焼性能を安定させることが可能となっている。なお、高燃焼状態において送風機５の吸込口ダンパ５５を開いた状態とするのは、吸込口ダンパ５５を絞ってしまうと送風機の負荷（回転数及び回転トルク）が限界を超え、必要な燃焼用空気量を吐出することができないからである。
【００３２】
なお、送風機５の回転数を上げる制御とともに、またはこの制御に代えて、メインダンパ１５により燃焼用流路１４の断面積を大きくする制御を行なっても良い。図６に、従来のボイラと本実施形態に係るボイラ１の実施例１～実施例３の比較を示す。従来例及び実施例１～実施例３において、送風機の吐出量は略同一となっている。一方、実施例１では、低燃焼状態において送風機５の回転数を従来例よりも高回転としており、実施例２では、低燃焼状態においてメインダンパ１５の開度を従来例よりも大きくしている。ここで、従来例における「低燃焼状態の送風機回転数」が、特許請求の範囲における「第２燃焼状態に対応する回転数」である。また、実施例３では、低燃焼状態において送風機５の回転数を従来例よりも高回転とするとともに、メインダンパ１５の開度も従来例よりも大きくしている。このような実施例１～実施例３の制御によって、低燃焼状態において従来例と

比較してＥＧＲ量の変動を低減させることが可能となる。

【００３３】

なお、本発明は、以下の態様でも実施可能である。

・上記実施形態では、ボイラ１は高燃焼及び低燃焼の２つの燃焼モードで制御される構成であったが、本発明を３つ以上の燃焼モードで制御される多段階値制御ボイラや、燃焼量を連続的に制御可能な比例ボイラに適用することも可能である。これらの場合は、高燃焼時にのみ吸込口ダンパ５５を開き、低燃焼時には吸込口ダンパ５５を閉じる構成とすることが好ましい。あるいは、ある燃焼モード以上では吸込口ダンパ５５を開き、当該燃焼モード以下で運転するときには吸込口ダンパ５５を閉じる構成とする事も考えられる。さらには、複数の燃焼モードに応じて吸込口ダンパ５５の開度を多段階に調整する構成とすることも可能である。

・上記実施形態では、図２に示すように、送風機５の２つの吸込口５１，５２が互いに垂直な方向から外気を吸込む構成となっていたが、図４に示すように、２つの吸込口５１，５２を水平に配置し、これらの吸込口５１，５２が同じ方向から外気を吸込む構成とすることも可能である。

・また、上記実施形態では、２つの吸込口５１，５２のうち吸込口５１に排ガス再循環路９が接続され、吸込口５２に吸込口ダンパ５５が設けられていたが、図５に示すように、送風機５がただ１つの吸込口５１を備え、この吸込口５１に排ガス再循環路９を接続するとともに、吸込口ダンパ５５を設置する構成とすることもできる。この構成の場合、排ガス再循環路９は、吸込口ダンパ５５よりも下流側、すなわち吐出口５３側に接続される。なお、送風機に３つ以上の吸込口を設けることも可能である。

・上記実施形態のボイラ１は、送風機５の空気取込量を制限する手段として吸込口ダンパ５５を備えていたが、ダンパに代えて、電磁弁を備える構成とすることも可能である。

【００３４】

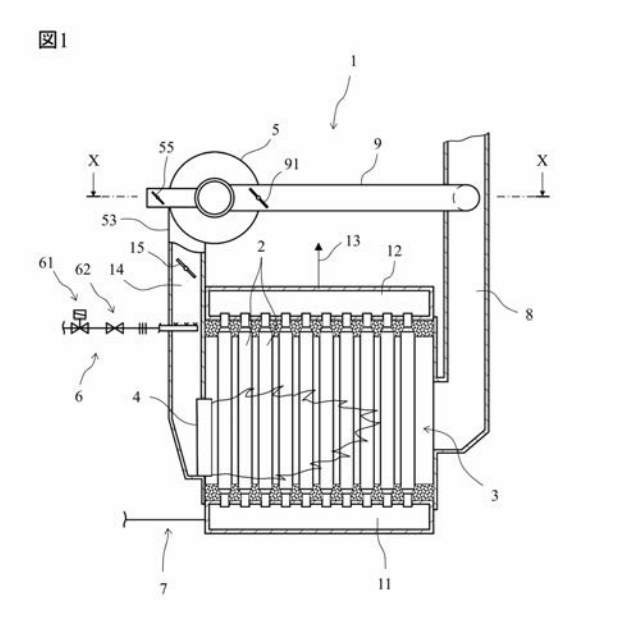
なお、この発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨の範囲内において種々の変形や変更が可能である。

【符号の説明】

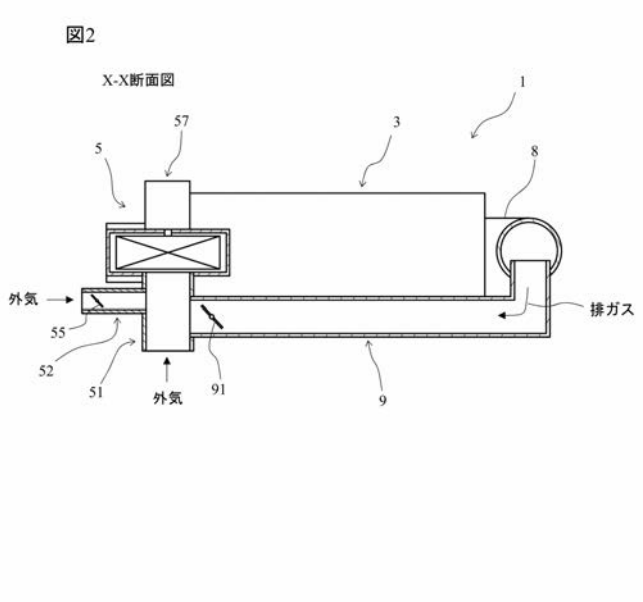
【００３５】

１：ボイラ、３：燃焼室、４：バーナ、５：送風機、８：排ガス路、９：排ガス再循環路、１０：制御手段、１４：燃焼用流路、１５：メインダンパ、５１，５２：吸込口、５５：吸込口ダンパ、５６：インバータ、９１：再循環調整ダンパ

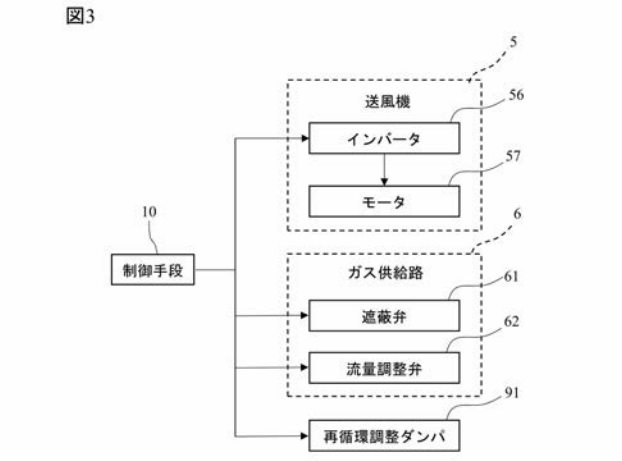
【図１】


図1
1
5
55
X
91
9
X
53
15
2
13
12
61
62
14
8
6
4
3
7
11

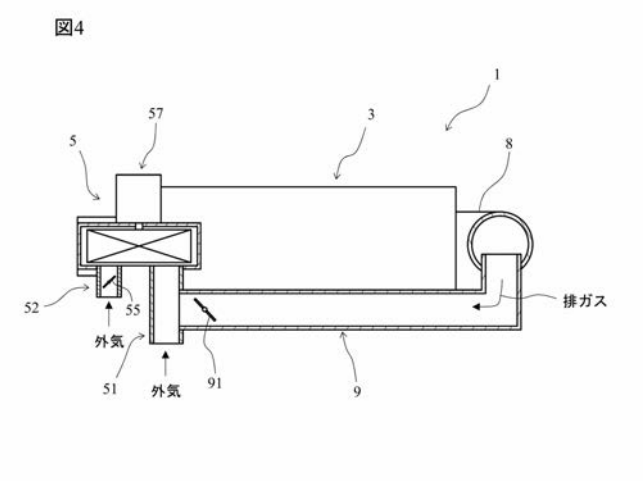
【図２】


図2
X-X断面図
1
57
3
5
8
外気
排ガス
55
52
51
外気
91
9

【図３】

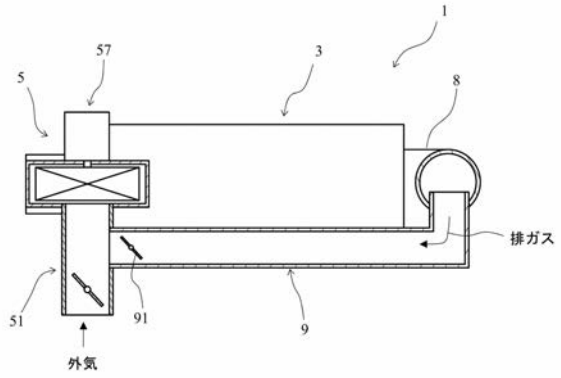

図3
5
送風機
56
インバータ
57
モータ
10
6
制御手段
ガス供給路
61
遮蔽弁
62
流量調整弁
91
再循環調整ダンパ

【図４】


図4
1
57
3
5
8
52
55
排ガス
外気
51
外気
91
9

【図５】

図5



【図６】

図6

		従来例		実施例１		実施例２		実施例３	
		高燃	低燃	高燃	低燃	高燃	低燃	高燃	低燃
送風機吸込口開度	高↕低	（ダンパなし）							
送風機回転数	高↕低								
メインダンパ開度	高↕低								
送風機吐出量	高↕低								