

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5534251号
(P5534251)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 2 D 5/00 (2006.01)	F 2 2 D 5/00 B
F 2 2 D 5/24 (2006.01)	F 2 2 D 5/24
F 2 2 B 21/04 (2006.01)	F 2 2 B 21/04

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-17745 (P2012-17745)	(73) 特許権者	000175272 三浦工業株式会社
(22) 出願日	平成24年1月31日(2012.1.31)		愛媛県松山市堀江町7番地
(65) 公開番号	特開2013-155962 (P2013-155962A)	(72) 発明者	増田 幸一 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	平成25年8月15日(2013.8.15)	(72) 発明者	森松 隆史 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	平成26年2月17日(2014.2.17)	(72) 発明者	田中 孝典 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式 会社内
早期審査対象出願		(72) 発明者	胡 恒久 愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式 会社内

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】

上部ヘッダと下部ヘッダとの間をバーナにより加熱される多数の水管で連結して構成され、前記バーナの燃焼停止時前記水管内の水位が前記水管の上端より低い状態となる缶体と、前記缶体内へボイラ用水を供給する給水手段と、前記缶体の水位に応じて前記給水手段の作動を制御する制御手段とを備えるボイラであって、

前記水管内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられることにより前記上部ヘッダ内に存在する水位を検出するヘッダ水位検出手段と、

前記上部ヘッダ内下部と前記下部ヘッダとを連通する降水管とを備え、

前記制御手段は、前記ヘッダ水位検出手段による検出水位がヘッダ設定水位となると缶体内水位が低下するように前記給水手段の作動を制御する第一制御と、前記第一制御後において缶体内水位の低下が所定量となると缶体内水位が上昇するように前記給水手段の作動を制御する第二制御とを行うことを特徴とするボイラ。

【請求項2】

前記所定量を前記缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に応じて調整することを特徴とする請求項1に記載のボイラ。

【請求項3】

前記缶体の外部に設置され、前記上部ヘッダの内部空間および前記下部ヘッダの内部空間のそれぞれと連通管を介して連通し、缶体内外部水位を検出する電極を有する外部水位検出手段を備え、

前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極により行われることを特徴とする請求項 1 に記載のボイラ。

【請求項 4】

前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴とする請求項 3 に記載のボイラ。

【請求項 5】

前記ヘッダ水位検出手段は、ヘッダ設定水位を検出する第一の電極と、ヘッダ設定水位より低い水位を検出する第二の電極とを備え、

前記制御手段による前記所定量の判定が、前記第二の電極により行われることを特徴とする請求項 1 に記載のボイラ。

10

【請求項 6】

前記制御手段による前記所定量の判定が、前記第二の電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴とする請求項 5 に記載のボイラ。

【請求項 7】

前記ヘッダ水位検出手段は、ヘッダ設定水位を検出する電極を備え、

前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴とする請求項 1 に記載のボイラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、缶体の保有水量が少ないボイラに関する。

20

【背景技術】

【0002】

上部ヘッダと下部ヘッダとの間をバーナにより加熱される多数の水管で連結して構成され、バーナの燃焼停止時水管内の水位が水管の上端より低い状態となる缶体と、缶体内へボイラ用水を供給する給水手段と、缶体の水位に応じて給水手段の作動を制御する制御手段とを備えるボイラは、特許文献 1 等で周知である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 78204 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 のような保有水量が比較的少ないボイラ（少保有水量ボイラ）は、蒸気を生成するまでの起蒸時間が短く、かつ負荷変動に対する追従性も良好で、ボイラの運転効率の観点からは非常に好適である。しかしながら、缶水が高度に濃縮すると、上部ヘッダおよび外部ヘッダの間に接続した外部水位検出手段により行われる外部水位制御によっては、所望する蒸気の乾き度を得ることが困難である。この為、特許文献 1 のように、セパレータを設けている。

40

【0005】

この出願の発明者等は、部品点数を削減し、製品の低コスト化を目的として、セパレータの無い所謂セパレータレスボイラの開発に従事している。少保有水量セパレータレスボイラの最大の課題は、缶水が高度に濃縮した場合に所望の蒸気の乾き度を如何にして維持するかである。

【0006】

この出願の発明者等による研究の結果、上部ヘッダの高さを高くする、たとえば、蒸発量 2 t のボイラでは 600 mm 以上とすれば、所望の蒸気乾き度を得ることは可能であることが分かった。しかしながら、上部ヘッダ高さを高くすると、上部ヘッダの製作に要する鉄板量が増大し、コストアップとなり、セパレータレスにする意味が失われてしまう。

50

【0007】

ところで、特許文献1のような、少保有水量ボイラにおいては、水管過熱の問題から水管内の缶水の挙動については観察されているが、乾き度はセパレータにより確保されるので、上部ヘッダ内の缶水の挙動については観察されることはない。すなわち、上部ヘッダ内の缶水の挙動に関する知識としては、低濃縮時には上部ヘッダに水位は存在せず、高濃縮時において、缶水を含む多量の気泡が上部ヘッダ内に侵入することが推測される程度と
10

【0008】

この出願の発明者等は、従来の常識に捕らわれることなく、セパレータレスボイラの開発の過程において、上部ヘッダ内の缶水の挙動を詳細に観察することにより、高濃縮時において上部ヘッダ内の水位が存在すること、またこの水位を検出して給水手段を制御することで、上部ヘッダの内部空間において気泡を含む缶水の上方部分（沸騰上面）のレベルを所望するレベルに保って所望の蒸気乾き度を得ることができるとい
10

【0009】

また、缶体内水位の増加に転ずるタイミングを適切に制御することで、所定の缶水の循環比を確保して缶体の腐食リスクを低減できるという知見も得た。
20

【0010】

この発明が解決しようとする主たる課題は、上部ヘッダの高さを押えつつ、所望の乾き度を得ることが可能であって、缶体の腐食リスクを低減することが可能な保有水量の少ない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】

【0011】

本願発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、請求項1に記載の発明は、上部ヘッダと下部ヘッダとの間をバーナにより加熱される多数の水管で連結して構成され、前記バーナの燃焼停止時前記水管内の水位が前記水管の上端より低い状態となる缶体と、前記缶体内へボイラ用水を供給する給水手段と、前記缶体の水位に応じて前記給水手段の作動を制御する制御手段とを備えるボイラであって、前記水管内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられることにより前記上部ヘッダ内に存在する水位を検出するヘッダ水位検出手段と、前記上部ヘッダ内下部と前記下部ヘッダとを連通する降水管とを備え、前記制御手段は、前記ヘッダ水位検出手段による検出水位がヘッダ設定水位となると缶体内水位が低下するように前記給水手段の作動を制御する第一制御と、前記第一制御後において缶体内水位の低下が所定量となると缶体内水位が上昇するように前記給水手段の作動を制御する第二制御とを行うことを特徴としている。
30

【0012】

請求項1に記載の発明によれば、缶水の濃縮度が高くなり、前記水管内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられる高濃縮時において、前記ヘッダ水位検出手段が前記上部ヘッダ内に存在する水位を検出し、その水位がヘッダ設定水位となると、前記缶体内水位が低下するように前記給水手段の作動を制御する第一制御を行うので、前記上部ヘッダの内部空間における沸騰上面を所望するレベルに保つことができ、乾き度の低下を防止して、所望の乾き度を得ることができる。すなわち、前記ヘッダ水位検出手段による給水制御により、上部ヘッダの高さを左程高くすることなく、所望の乾き度を得ることができる。また、高濃縮時において、前記第一制御後において缶体内水位の低下が所定量となると前記缶体内水位が上昇するように前記給水手段の作動を制御する第二制御とを行うので、前記降水管を通した缶水の循環により所定の缶水の循環比を維持することができる。
40

【0013】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 において、前記所定量を前記缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に応じて調整することを特徴としている。

【 0 0 1 4 】

請求項 2 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明による効果に加えて、前記缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数が変化しても所定の循環比を維持することができるという効果を奏する。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 3 に記載の本発明は、請求項 1 において、前記缶体の外部に設置され、前記上部ヘッダの内部空間および前記下部ヘッダの内部空間のそれぞれと連通管を介して連
10
通し、缶体内外部水位を検出する電極を有する外部水位検出手段を備え、前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極により行われることを特徴としている。

【 0 0 1 6 】

請求項 3 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明による効果に加えて、前記外部水位検出手段により、所定の缶水の循環比を維持することができるという効果を奏する。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 において、前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴としている。

【 0 0 1 8 】

請求項 4 に記載の発明によれば、前記缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数の変化に対して設定時間を調整することができるという効果を奏する。
20

【 0 0 1 9 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 において、前記ヘッダ水位検出手段は、ヘッダ設定水位を検出する第一の電極と、ヘッダ設定水位より低い水位を検出する第二の電極とを備え、前記制御手段による前記所定量の判定が、前記第二の電極により行われることを特徴としている。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明による効果に加えて、前記制御手段による前記所定量の判定を外部水位検出手段を用いずに行うことができるという効果を
30
奏する。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 5 において、前記制御手段による前記所定量の判定が、前記第二の電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴としている。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 に記載の発明によれば、前記缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数の変化に対して設定時間を調整することができるという効果を奏する。

【 0 0 2 3 】

さらに、請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 において、前記ヘッダ水位検出手段は、ヘッダ設定水位を検出する電極を備え、前記制御手段による前記所定量の判定が、前記電極の水無し検出からの設定時間経過により行われることを特徴としている。
40

【 0 0 2 4 】

請求項 7 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明による効果に加えて、圧力などの条件により電極を変えるものと比較して、前記ヘッダ水位検出手段内の電極数を少なく
40
できるという効果を奏する。

【発明の効果】

【 0 0 2 5 】

本発明によれば、上部ヘッダの高さを押えつつ、所望の乾き度を得ることが可能であって、缶体の腐食リスクを低減することが可能な保有水量の少ないボイラを提供することが
50

できる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】この発明の実施例1に係るボイラの概略的な構成を示す縦断面の説明図である。

【図2】同実施例1に係るボイラの水位検出に関する模式的な構成を示す図である。

【図3】同実施例1に係るボイラの制御手順を説明するフローチャート図である。

【図4】同実施例1に係るボイラの他の制御手順を説明するフローチャート図である。

【図5】この発明の実施例2に係るボイラの水位検出に関する模式的な構成を示す図である。

【図6】この発明の実施例3に係るボイラの概略的な構成を示す縦断面の説明図である。

10

【図7】同実施例3に係るボイラの制御手順を説明するフローチャート図である。

【図8】この発明の実施例4に係るボイラの概略的な構成を示す縦断面の説明図である。

【図9】同実施例4に係るボイラの制御手順を説明するフローチャート図である。

【図10】同実施例5に係るボイラの制御手順を説明するフローチャート図である。

【図11】同実施例5に係るボイラの他の制御手順を説明するフローチャート図である。

【図12】この発明の実施例6に係るボイラの概略的な構成を示す縦断面の説明図である。

。

【発明を実施するための形態】

【0027】

つぎに、この発明のボイラの実施の形態について説明する。この発明の実施の形態は、少保有水量であってセパレータレスのボイラに好適に実施される。

20

【0028】

この発明の実施の形態を説明する前に、本願において使用する用語について説明する。少保有水量とは、バーナの燃焼停止時における、缶体の水管の水位が水管の上端より低いことを意味する。この定義における「バーナの燃焼停止時」は「起蒸時」と言い換えることができ、「水管の上端より低い」は、「水管の途中」と言い換えることができる。また、セパレータレスボイラとは、セパレータ（気液分離器または汽水分離器ともいう。）を設けていないボイラである。なお、上部ヘッダの蒸気流出管の開口に近い複数の水管の上端上方にバッフル板を設けたものは、セパレータとしての独立した空間を持たないので、セパレータレスボイラに含まれる。

30

【0029】

（実施の形態）

この発明の実施の形態を具体的に説明する。この実施の形態のボイラは、上部ヘッダと下部ヘッダとの間をバーナにより加熱される多数の水管で連結して構成され、バーナの燃焼停止時水管内の水位が水管の上端より低い状態となる缶体と、缶体内へボイラ用水を供給する給水手段と、缶体の水位に応じて給水手段の作動を制御する制御手段とを備えている。バーナの燃焼停止時、水管内の水位が水管の上端より低い状態となるボイラであるので、少保有水量ボイラと称することができる。

【0030】

（実施の形態の特徴）

そして、この実施の形態の特徴とするところは、水管内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられることにより上部ヘッダ内に存在する水位を検出するヘッダ水位検出手段と、上部ヘッダ内下部と下部ヘッダとを連通する降水管とを備え、制御手段は、ヘッダ水位検出手段による検出水位がヘッダ設定水位となると缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御する第一制御と、第一制御後において缶体内水位の低下が所定量となると缶体内水位が上昇するように給水手段の作動を制御する第二制御とを行う構成にある。この発明は、好ましくは、セパレータを設けないセパレータレスボイラとするが、前記特徴を備え、従来より小型（小容量）のセパレータを備えるボイラとすることができる。

40

【0031】

50

なお、ヘッダ設定水位は、高濃縮時の所定の乾き度（たとえば、0.98以上）を維持するための上限水位としての高濃縮時乾き度限界水位と称することができる。また、「缶体内水位が低下（または上昇）するように給水手段の作動を制御」は、給水手段が給水量をON-OFF式に制御するものである場合は、給水手段をOFF（またはON）することを意味し、給水手段が給水量を多段階または比例的に制御するものである場合は、給水手段の給水量を減少（または増加）させることを意味している。また、「設定水位となる」とは、設定水位以上となる場合、および設定水位を超える場合を含む。さらに、「缶体内水位が低下（または上昇）するように」は「缶体内外部水位が低下（または上昇）するように」と言い換えることができる。

【0032】

この構成を備える実施の形態においては、ボイラの運転に伴い、缶水の濃縮度が高くなる（高濃縮）と、水管内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられ、上部ヘッダ内にヘッダ水位検出手段により検出可能な水位が存在するようになる。そして、ヘッダ水位検出手段によりヘッダ設定水位が検出されると、缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御するので、上部ヘッダの内部空間において気泡を含む缶水の上方部分（沸騰上面）を所望するレベルに保つことができ、乾き度の低下を防止して、所定の乾き度（たとえば、0.98以上）を得ることができる。なお、缶水の濃縮度は、たとえば300～400mS/m（この数値に限定されない）を境にして低濃縮と高濃縮とに分けることができる。

【0033】

また、ヘッダ水位検出手段による水位制御を行わない場合は、たとえば、蒸発量2t/hのボイラでは、上部ヘッダの高さを600mm以上にする必要があるが、この実施の形態のヘッダ水位検出手段による水位制御により、上部ヘッダの高さが高くなるのを抑える（たとえば、好ましくは400mm以下、さらに好ましくは300mm以下）ことが可能となる。

【0034】

また、循環比が低いとpHの低い給水が供給された部分のpHが低くなり、腐食のリスクが高まるが、循環比を高くすると、pHの低い給水と降水管を通して下部ヘッダに供給されるpHの高い缶水とが混合して缶体内を適切なpHに保ち腐食リスクを低減することができる。さらに、温度の低い給水と温度の高い缶水との混合により缶水全体を高い温度分布とすることができ、溶存酸素による腐食リスクを低減できる。

【0035】

循環比とは、 $(蒸発量 + 降水量) / (給水量)$ で定義される。蒸発量は、上部ヘッダからの蒸気流出量であり、降水量は、降水管を通して流下する缶水（循環水）の量である。ここで、蒸発量 = 給水量とすると、降水量が増加するにつれて循環比が大きくなる。

【0036】

（第二制御を実現する形態）

以上説明した実施の形態の特徴部分の第二制御は、缶水の循環比を高くすることを目的とする構成であって、缶体内水位が上昇するように給水手段を制御するタイミング、すなわち第一制御後において缶体内水位の低下が所定量と判定するタイミングを、過熱防止のための過熱限界水位より高い水位である目標循環比設定水位を定め、この目標循環比設定水位に水位が低下したタイミングとする。

【0037】

目標循環比設定水位は、目標循環比を得るために設定される水位である。貫流ボイラでは、循環比は2以下とされるが、この実施の形態のボイラでは、目標循環比はつぎのような範囲で適宜設定する。目標循環比の下限値は、缶体内のpHおよび溶存酸素濃度による腐食リスクに基づき設定される。また、目標循環比の上限値は、循環比を大きくし過ぎると、乾き度限界水位の制御困難となるので、乾き度限界により設定される。そして、この実施の形態のボイラでは、たとえば、腐食性の高い水に対して循環比を貫流ボイラのように2以下とすると、腐食リスクが高くなるので、2を超える上限値以下の可能な限り大きい値とすることが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

この実施の形態においては、好ましくは、前記の所定量，すなわち目標循環比設定水位を缶体内圧力，給水温度，缶水（缶体内の水）の濃縮度のいずれか一つまたは複数（二または三）に応じて調整する。缶体内圧力は、その値が高いほど乾き度の維持に有利であるが、所定の循環比の維持および過熱の防止に不利である。給水温度および缶水濃縮度は、逆にその値が高いほど乾き度の維持に不利であるが、所定の循環比の維持および過熱の防止に有利である。よって、目標循環比設定水位は、缶体内圧力が上昇すると高くし、缶体への給水温度または缶水の濃縮度が上昇すると低くする。すなわち、缶体内圧力が上昇するにつれて、また給水温度または缶水の濃縮度が下降（低下）するにつれて、目標循環比設定水位を高くするように制御する。

10

【 0 0 3 9 】

この制御は、たとえば、缶体圧力と給水温度の両方に基づき調整する場合、缶体内圧力および給水温度の変化に応じて変化する目標循環比設定水位が設定されたテーブルをメモリに記憶しておく。そして、このテーブルから、検出した缶体内圧力と給水温度とに対応する目標循環比設定水位を読み出して、この目標循環比設定水位による水位制御を行うことで実現できる。なお、缶水濃縮度は、たとえば降水管の下部にて検出できる。

【 0 0 4 0 】

このように構成することにより、缶体内圧力，給水温度，缶水濃縮度のいずれか一つまたは複数に変化しても所定の循環比を維持することができる。

【 0 0 4 1 】

この実施の形態の第二制御は、より具体的には、つぎの第一～第四の形態により実現することができる。

20

【 0 0 4 2 】

第一の形態は、缶体の外部に設置され、上部ヘッダの内部空間および下部ヘッダの内部空間のそれぞれと連通管を介して連通し、缶体内外部水位を検出する電極を有する外部水位検出手段を備え、制御手段による前記所定量の判定が、前記電極により行われるものである。

【 0 0 4 3 】

この第一の形態では、缶体内外部水位が所定の缶体内外部設定水位（目標循環比設定水位）に低下すると、電極の水無し検出により、制御手段は、缶体内水位の低下が所定量となったと判定して缶体内水位が上昇するように給水手段の作動を制御する第二制御を行い、所定の循環比を確保する。

30

【 0 0 4 4 】

この第一の形態において、好ましくは、制御手段による所定量の判定が、電極の水無し検出からの設定時間経過により行われるように構成する。さらに、好ましくは、設定時間を缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に応じて調整するように構成する。具体的には、缶体内圧力が上昇するにつれて、また給水温度または缶水の濃縮度が下降するにつれて、設定時間が短くなるように構成する。

【 0 0 4 5 】

このように構成することにより、第一の形態において、缶体内圧力，給水温度，缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に変化しても所定の循環比を維持することができる。

40

【 0 0 4 6 】

第二の形態は、ヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出する電極と、ヘッダ設定水位より低い水位を検出する他の電極とを備え、制御手段による所定量の判定が、他の電極により行われるものである。

【 0 0 4 7 】

この第二の形態では、ヘッダ水位がヘッダ設定水位より低い所定のヘッダ設定水位に低下して、他の電極が水無しを検出すると、制御手段は、缶体内水位の低下が所定量となったと判定して缶体内水位が上昇するように給水手段の作動を制御する第二制御を行い、所定の循環比を確保する。

50

【 0 0 4 8 】

この第二の形態においても、好ましくは、制御手段による所定量の判定が、他の電極の水無し検出からの設定時間経過により行われるように構成する。さらに、好ましくは、設定時間を缶体内圧力、給水温度、缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に応じて調整するように構成する。具体的には、缶体内圧力が上昇するにつれて、また給水温度または缶水の濃縮度が下降するにつれて、設定時間が短くなるように構成する。

【 0 0 4 9 】

このように構成することにより、第二の形態においても、缶体内圧力、給水温度、缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数が変化しても所定の循環比を維持することができる。

【 0 0 5 0 】

第三の形態は、ヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出する電極を備え、前記制御手段による所定量の判定が、電極の水無し検出からの設定時間経過により行われるものである。

【 0 0 5 1 】

この第三の形態では、電極がヘッダ設定水位を検出しなくなってから設定時間が経過すると、制御手段は、缶体内水位の低下が所定量となったと判定して缶体内水位が上昇するように給水手段の作動を制御する第二制御を行い、所定の循環比を確保する。

【 0 0 5 2 】

この第三の形態においても、好ましくは、設定時間を缶体内圧力、給水温度、缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数に応じて調整するように構成する。缶体内圧力が上昇するにつれて、また給水温度が下降するにつれて、設定時間が短くなるように構成する。

【 0 0 5 3 】

このように構成することにより、第三の形態においても、缶体内圧力、給水温度、缶水の濃縮度のいずれか一つまたは複数が変化しても所定の循環比を維持することができる。

【 0 0 5 4 】

第四の形態は、外部水位検出手段またはヘッダ水位検出手段の水位検出を電極によらないで設定水位を変更することができる水位センサ（たとえば、差圧センサ）により行うように構成し、目標循環比設定水位そのものを変更し、変更した目標循環比設定水位に水位が低下すると前記の所定量と判定するように構成するものである。

【 0 0 5 5 】

（第一制御の付加的特徴）

以上説明した実施の形態においては、さらに前記の第一制御に付加的な第一特徴～第四特徴の一つまたは複数を組み合わせることができる。なお、付加的とは、主たる特徴の課題と別の課題を解決するという意味である。

【 0 0 5 6 】

第一特徴は、ヘッダ水位検出手段による上部ヘッダ内の水位を安定的に存在させ、安定的なヘッダ設定水位による水位制御を行うことを目的とした構成にある。すなわち、第一特徴は、ヘッダ水位検出手段が、上部ヘッダ内上部および下部とそれぞれ連通する連通孔を有する水位制御室と、水位制御室内のヘッダ設定水位を検出する電極とを含んで構成されるところにある。上部ヘッダ内上部は、上部ヘッダ内のできるだけ高い位置が望ましく、上部ヘッダ内下部は、上部ヘッダ内のできるだけ低い位置が望ましい。なお、「水位制御室」は、「水位制御容器」と称することができ、好ましくは、形状を筒状とするが、これに限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

この第一特徴によれば、ヘッダ水位検出手段には、上方の連通孔および下方の連通孔を介して、上部ヘッダの内部空間内の圧力と同じ圧力とすることができ、さらには下方の連通孔を介して、缶水を水位制御室内へ流入させることが可能となる。そのため、上部ヘッダ内における缶水の水位は、水位制御室内で検出される缶水の水位と、ほぼ等しい水位とすることができる。そして、缶水の高濃縮時における上部ヘッダの沸騰上面は不安定であるが、この第一特徴によれば、水位制御室内に安定した水位を形成することができ、結果

10

20

30

40

50

として、ヘッダ水位検出手段によるヘッダ設定水位の検出を安定的に行うことができる。

【0058】

この第一特徴を実現する形態は、つぎの二つの形態を含む。第一の形態は、ヘッダ水位検出手段の水位制御室が上部ヘッダの内部に設置され、上部ヘッダ内上部および下部と連通孔により連通される形態である。第二の形態は、ヘッダ水位検出手段の水位制御室が上部ヘッダの外部に設置され、上部ヘッダ内上部および下部と各連通孔とがそれぞれ連通管により接続される形態である。

【0059】

ヘッダ水位検出手段を上部ヘッダ外に設ける第二の形態は、水位制御室と上部ヘッダとを接続するための連通管が必要である。これに対して、第一の形態によれば、連通管が不要となるとともに、ヘッダ水位検出手段を設置するスペースを上部ヘッダと別に設ける必要がないので、第二の形態と比較して設置スペースを減少することができる。

10

【0060】

また、ヘッダ水位検出手段を上部ヘッダ内に設ける第二の形態は、気泡が連通孔を通して水位制御室内へ流入することによる若干の水面の不安定さを伴う。これに対して、第二の形態によれば、第一の形態と比較して、より安定した上部ヘッダ内水位を水位制御室内に存在させることができ、その結果安定した水位制御が可能となる。

【0061】

第二特徴は、低濃縮時の外部水位検出手段による乾き度限界水位制御（外部水位制御）と高濃縮時のヘッダ水位検出手段による乾き度限界水位制御（ヘッダ水位制御）との切り替え制御の方式に関する形態である。この第二特徴の形態は、つぎの二つの形態を含む。

20

【0062】

第二特徴の第一の形態は、外部水位検出手段が缶内外部設定水位を検出する条件と、ヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出する条件のOR条件（第一制御条件）により、缶体内水位が低下するように給水手段を制御する形態である。この形態では、缶水の濃縮を判定することなく、自動的に外部水位制御とヘッダ水位制御との切り替えが行われる。

【0063】

第二特徴の第二の形態は、缶水の濃縮度を判定して外部水位制御とヘッダ水位制御との切り替えを行うものであり、つぎの二つの態様を含むが、これ以外の濃縮度の判定方法によるものを含む。第一の態様は、缶体の内部に存在する缶水を外部へ排出した後のバーナの燃焼時間が燃焼時間閾値に到達するかどうかで濃縮度を判定するものであり、第二の態様は、缶体内の缶水の電気伝導度を測定する電気伝導度測定手段により濃縮度を判定するものである。

30

【0064】

前記の第一の態様は、具体的には、制御手段は、バーナの燃焼時間が燃焼時間閾値に到達しない場合には、外部水位検出手段が缶内外部設定水位を検出すると、缶体内水位が低下するように給水手段を制御すると共に、燃焼時間閾値に到達した場合には、ヘッダ水位検出手段による検出水位がヘッダ設定水位を検出すると缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御するように構成される。

【0065】

40

また、第二の態様は、具体的には、制御手段は、電気伝導度測定手段で測定された缶水の電気伝導度が電気伝導度閾値に到達しない場合には、外部水位検出手段が缶内外部設定水位を検出すると、缶体内水位が低下するように給水手段を制御すると共に、電気伝導度測定手段で測定された缶水の電気伝導度が電気伝導度閾値に到達した場合には、ヘッダ水位検出手段による検出水位がヘッダ設定水位を検出すると缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御するように構成される。

【0066】

第三特徴は、外部水位検出手段が第一設定水位を検出しなくなり、かつヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出しなくなる（第二制御条件）と、缶体内水位が上昇するように給水手段を制御するように構成する。

50

【0067】

第二制御条件による給水量増加の構成により、つぎの作用効果を奏する。すなわち、ヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出している状態で、外部水位検出手段が第一設定水位を検出しなくなって給水手段を駆動して、上部ヘッダに水位が乾き度限界水位以上に存在するという状態で、給水手段により給水量を増大させると、乾き度の低い蒸気が上部ヘッダから流出する不都合を生ずることがある。しかしながら、第二制御条件による給水量増加の構成により、この不都合を解消でき、乾き度の低下を防止することができる。また、ヘッダ水位検出手段がヘッダ設定水位を検出している状態では、外部水位検出手段が缶体内外部設定水位を検出しなくても給水手段により給水量を増加させないので、水管過熱のリスクの少ない状態で缶体内外部水位を下げるができる。

10

【0068】

さらに、この第二制御条件による給水量増加の構成においては、好ましくは、外部水位検出手段は、上部ヘッダおよび下部ヘッダと連通する水位制御室と、水位制御室内の第一缶体内外部設定水位を検出する第一電極と、水位制御室内の第一缶体内外部設定水位より低い第二缶体内外部設定水位を検出する第二電極とを含んで構成され、制御手段は、第二電極が第二缶体内外部設定水位を検出しなくなると、缶体内水位が上昇するように給水手段を制御するように構成する。

【0069】

このように構成することで、つぎの作用効果を奏する。第二制御条件を満たさない状態が長く続くと缶体内水位が下がり過ぎ、缶体内圧力が上昇し過ぎる。しかしながら、第二電極が第二缶体内外部設定水位を検出しなくなると、缶体内水位が上昇するように給水手段を制御するので、缶体内圧力が上昇し過ぎることを防止し、結果として缶体内圧力の変動を少なくすることができる。なお、前記の給水量の減少による缶体内圧力の上昇は、給水による缶水の冷却量が減少することによるものと考えられる。

20

【0070】

第四特徴は、バーナの燃焼量が段階的に変化すると、同じ缶水の濃縮度でも缶水の沸騰が異なる（燃焼量が多いほど沸騰が激しくなる）ことによる乾き度低下を防止することを目的とする構成である。この第四特徴は、ヘッダ水位検出手段が異なる燃焼量に対応した異なる複数のヘッダ設定水位を検出する第一電極を備え、制御手段が異なる燃焼量に対応したヘッダ設定水位を検出すると缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御するようにした構成にある。たとえば、燃焼量が高燃焼と低燃焼とに切り替えられるボイラにおいては、高燃ヘッダ設定水位を検出する高燃第一電極と、高燃ヘッダ設定水位より高い低燃第二設定水位を検出する低燃第一電極とを備え、高燃焼時には、高燃第一電極が高燃第二設定水位を検出すると、低燃焼時には、低燃第一電極が低燃ヘッダ設定水位を検出すると、それぞれ缶体内水位が低下するように給水手段の作動を制御するように構成される。

30

【0071】

ここで、以上説明したこの発明の実施の形態のボイラを構成する構成要素を説明する。なお、説明済みのものは、その説明を省略する。缶体は、多数の水管を環状に配列した所謂丸型缶体に限定されるものではなく、燃焼ガスの流れ方向を直線的に形成し、この燃焼ガスの流れに沿って多数の水管を配設した所謂角型缶体を含むものである。丸型缶体の燃焼ガス（燃焼火炎を含むガスおよび排ガスを含む）の流れは、フローなどの水平方向の流れに限定されず、上下に流れる缶体を含む。また、上部ヘッダおよび下部ヘッダは、ドーナツ状、環状のものに限定されない。さらに、バーナおよび給水手段も、特定の構造、型式のものに限定されない。

40

【実施例1】

【0072】

ついで、この発明のボイラの実施例1を図面に従い説明する。図1は、この発明の実施例1に係るボイラの概略的な構成を示す縦断面の説明図であり、図2は、同実施例1に係るボイラの水位検出に関する模式的な構成を示す図であり、図3は、同実施例1に係るボ

50

イラの制御手順を説明するフローチャート図であり、図4は、同実施例1に係るボイラの他の制御手順を説明するフローチャート図である。

【0073】

(実施例1の構成)

図1に示すように、ボイラ10は、缶体20と、バーナ30と、耐火材40と、外部水位検出手段としての外部水位検出装置50と、ヘッダ水位検出手段としてのヘッダ水位検出装置60と、給水手段としての給水ポンプ70と、制御手段としての制御器100と、を備える。これらのうち、缶体20は、缶体カバー21と、下部ヘッダ22と、水管23と、上部ヘッダ24と、を主要な構成要素としている。ボイラ10は、バーナ30の燃焼量を零を含めて3段階に調節することで、停止、低燃焼、高燃焼の3位置に制御可能に構成されている。なお、低燃焼運転、高燃焼運転をそれぞれ低負荷運転、高負荷運転と称することができる。

10

【0074】

缶体カバー21は、板材を円室状に形成したものであり、水管23を覆って水管23を外部から隔離している。下部ヘッダ22は、中空のリング状に形成されていて、この下部ヘッダ22には給水管80が接続されていて、この給水管80を介して下部ヘッダ22にボイラ用水を供給可能となっている。また、下部ヘッダ22には主排水管81も接続されているが、この主排水管81には、主排水弁82が設けられている。この主排水弁82を開くことにより、下部ヘッダ22内の缶水を、外部に排出(ブロー)することを可能としている。ここにおいて、缶水とは、缶体20の内部(下部ヘッダ22、水管23等)へ導入されたボイラ用水のことを指す。

20

【0075】

そして、下部ヘッダ22には、水管23の下端側が接続されている。この水管23は、下部ヘッダ22と上部ヘッダ24とのそれぞれに連通して、缶水を貯留する管状部材である。また、バーナ30の燃焼により水管23を加熱することにより、この水管23の内部の缶水が沸騰する。それぞれの水管23は、垂直方向に沿って延伸している。本実施例1では、水管23は、多数配置される。かかる水管23の配列には、缶体20の径方向の中心から第1の半径だけ離間する第1円周上に沿って配置される外側水管列23Aと、第1の半径よりも小さな第2の半径だけ缶体20の径方向の中心から離間する第2円周上に沿って配置される内側水管列23Bとが存在する。ただし、水管23は、外側水管列23Aと内側水管列23Bの2列を有するものには限られず、1列のみ有するものであっても良く、3列以上有するものであっても良い。

30

【0076】

さらに、それぞれの水管23の上端側は、上部ヘッダ24に接続されている。上部ヘッダ24は、缶水が濃縮すると、水管23内の缶水がその沸騰により生じた気泡により押し上げられる部分、別の表現をすると、水管23にて沸騰している蒸気および沸騰時の気泡の存在によって体積が膨張した缶水が入り込む部分である。上部ヘッダ24は、上述の下部ヘッダ22と同様に、中空のリング状に形成されている。ここにおいて、以下の説明では、上部ヘッダ24の中空をなしている内部の空間を、内部空間24Aとする。この内部空間24Aは、水管23の開口部分23sと連通する一方、蒸気流出管83の開口部分83sと連通している。また、以下の説明においては、下部ヘッダ22の中空をなしている内部の空間を、内部空間22Aと称する。

40

【0077】

また、上部ヘッダ24は、本実施例1では、従来の上部ヘッダ24よりも高さが高く(垂直方向における寸法が大きくなる)になっている。たとえば、蒸発量2t/hのボイラでは、従来の上部ヘッダ24の高さを150mmとすると、300mmとなっている。すなわち、本実施例1におけるボイラ10においては、セパレータは設けられていないセパレータレスとしているが、後述のヘッダ水位制御装置60の乾き度限界水位制御によりセパレータレスであっても、セパレータの高さが高くなるのを抑えつつ、所定の乾き度を得るように構成している。

50

【 0 0 7 8 】

そして、上部ヘッダ 2 4 内にはバッフル板 2 5 を設けている。このバッフル板 2 5 は、蒸気流出管 8 3 に近い水管 2 3 からの沸騰する缶水の気泡が直接的に蒸気流出管 8 3 から流出しないように機能するもので、この実施例 1 では、上部ヘッダ 2 4 の蒸気流出管 8 3 の開口に近い側の半分（ドーナツの半分）の範囲の水管 2 3 の上方を覆うように設けている。このバッフル板 2 5 は、必要に応じて、省略したり、広さ（多数の水管 2 3 を覆う範囲）を増減することができる。

【 0 0 7 9 】

なお、上部ヘッダ 2 4 の内部空間 2 4 A の高さを高くすることは、上部ヘッダ 2 4 の底面に位置する水管 2 3 の開口部分 2 3 s から、上部ヘッダ 2 4 の天板 2 4 B に接続されている蒸気流出管 8 3 の開口部分 8 3 s までの流路の距離を大きくしたことを意味する。そして、2 つの開口部分の間（開口部分 2 3 s と開口部分 8 3 s の間）の流路の距離の拡大は、気水分離の機能を果たすことにつながっている。しかしながら、内部空間 2 4 A の高さを高くするだけでは、蒸発量 2 t/h のボイラでは、高さが 6 0 0 mm 以上となってしまう。そこで、本実施例 1 では、後述の過熱限界水位制御により、内部空間 2 4 A の高さ、すなわち上部ヘッダ 2 4 の高さを抑えるように構成している。

【 0 0 8 0 】

また、図 2 に示すように、上部ヘッダ 2 4 の内部空間 2 4 A の下部と降水管 8 4 の上端側が連通している。この降水管 8 4 は、内部空間 2 4 A に存在する缶水（この缶水は濃縮されている場合が多い）を下部ヘッダ 2 2 に戻すものである。そのため、降水管 8 4 の下端側は、下部ヘッダ 2 2 の内部空間 2 2 A に連通している。そして、この降水管 8 4 には、濃縮排水管 8 5 が接続されており、この濃縮排水管 8 5 には、濃縮排水弁 8 6 が設けられている。この濃縮排水弁 8 6 を開くことにより、濃縮された缶水を外部に排出可能としている。

【 0 0 8 1 】

また、缶体 2 0 の上部側には、バーナ 3 0 が設けられている。バーナ 3 0 は、上部ヘッダ 2 4 のリング状をなすリング孔（符号省略）内に位置していて、缶体カバー 2 1 の内部のうち水管 2 3 で周囲を囲われる内側（以下、燃焼室 2 1 A とする）に、火炎を形成する。その燃焼室 2 1 A 内での燃焼のために、バーナ 3 0 には、燃料および燃焼用の空気が供給される。燃料は、燃料弁 3 1 を備えた燃料配管 3 2 により供給され、空気は、送風機 3 3 により供給される。

【 0 0 8 2 】

また、缶体 2 0 の下部側には、耐火材 4 0 が設けられている。耐火材 4 0 は、缶体 2 0 の下部（水管 2 3 の下部側が位置する部分（水管絞り部分）およびそれよりも内側）を閉塞することにより、内側水管列 2 3 B よりも径方向の中心側は燃焼室 2 1 A となる。そして、耐火材 4 0 は、缶体カバー 2 1 の内側における上方側のうち、水管 2 3 の上部側が位置する部分（水管絞り部分）にも設けられている。

【 0 0 8 3 】

つぎに、図 1 および図 2 に示す外部水位検出装置 5 0 は、缶体 2 0 の内部（下部ヘッダ 2 2、水管 2 3 等）に導入されている缶水の水位（缶体内水位と称する。）を外部水位として検出するものである。この外部水位検出装置 5 0 は、水位制御室としての水位制御筒 5 1 と、複数の棒状の電極 5 2 と、を備える。

【 0 0 8 4 】

水位制御筒 5 1 は、導通可能な金属によって、両端が封止された略円筒形状に形成されている。この水位制御筒 5 1 の上端部と連通管 8 7 a の下端が接続されており、連通管 8 7 a の上端は、上部ヘッダ 2 4 に接続されている。また、水位制御筒 5 1 の下端部と連通管 8 7 b の上端が接続されており、連通管 8 7 b の下端は、下部ヘッダ 2 2 に接続されている。それにより、水位制御筒 5 1 は、上端部及び下端部が上部ヘッダ 2 4 及び下部ヘッダ 2 2 を介して水管 2 3 とそれぞれ連通し、したがって水管 2 3 に導入された缶水に対応した缶内水位（缶内外部水位）を水位制御筒 5 1 の内部に実現させる。

【 0 0 8 5 】

そして、電極 5 2 は、それぞれ水位制御筒 5 1 の異なる水位を検出する低燃用第一電極 5 2 S , 高燃用第一電極 5 2 M , 第三電極 5 2 L を含んで構成されている。低燃用第一電極 5 2 S は、低燃焼時の缶水の低濃縮時における乾き度限界水位（低濃縮時乾き度限界水位）である低燃缶内外部設定水位 H 1 S を検出する。この低燃缶内外部設定水位 H 1 S は、低燃焼時の缶水の低濃縮時における過熱度限界水位よりも高い水位に設定されると共に、低燃焼時の缶水の低濃縮時における目標循環比設定水位でもある。また、高燃用第一電極 5 2 M は、高燃焼時の缶水の低濃縮時における乾き度限界水位（低濃縮時乾き度限界水位）である高燃缶内外部設定水位 H 1 M（低燃缶内外部設定水位 H S よりも低い水位）を検出する。この高燃缶内外部設定水位 H 1 M は、高燃焼時の缶水の低濃縮時における過熱度限界水位よりも高い水位に設定されると共に、高燃焼時の缶水の高濃縮時における目標循環比設定水位（低濃縮時における目標循環比設定水位とほぼ等しい）でもある。さらに、第三電極 5 2 L は、水管過熱防止用の高燃缶内外部設定水位 H 1 M より低い第二缶内外部設定水位 H 3 L を検出する。以上説明した各設定水位は、予め実験により定めておく。

10

【 0 0 8 6 】

また、ヘッダ水位検出装置 6 0 は、上述した上部ヘッダ 2 4 の内部空間 2 4 A における缶水の高濃縮時における水位を検出するものである。このヘッダ水位検出装置 6 0 での缶水の高濃縮時の水位の検出状態を、図 2 に示す。図 2 を参照して、水管 2 3 内の缶水が沸騰する場合、水管 2 3 内では多数の気泡 K が発生し、気泡 K を含む缶水の上方部分（沸騰上面）では、次々に気泡 K が露呈して飛散する。この状態では、気泡 K の中には内部空間 2 4 A に入り込むものがある。そして、内部空間 2 4 A の内部においては、入り込んだ気泡 K の破裂により、内部空間 2 4 A の内壁面および水管 2 3 の上部内表面は、破裂した液滴の膜（水膜）で被われた状態となる。このとき、内部空間 2 4 A の下部には、不安定な沸騰上面を有する水位が存在するようになる。一方、気泡 K の一部は、連通管 8 8 b（後述）から水位制御筒 6 1 内へ入り込むと共に、気泡 K が破裂した液滴も、連通管 8 8 b（後述）から水位制御筒 6 1 内へ流入し、これらが水量として検出される状態となり、水位制御筒 6 1 内において、水位として出現する。したがって、ヘッダ水位検出装置 6 0 は、水位制御筒 6 1 内に出現した水位を検出することになる。

20

【 0 0 8 7 】

このヘッダ水位検出装置 6 0 も、上述の外部水位検出装置 5 0 と同様の構成を有している。すなわち、ヘッダ水位検出装置 6 0 は、水位制御室としての水位制御筒 6 1 と、複数の電極 6 2 と、を備える。水位制御筒 6 1 の上端部の連通孔 6 4 a と連通管 8 8 a の下端が接続されており、連通管 8 8 a の上端は、上部ヘッダ 2 4 の上部に接続されている。また、水位制御筒 6 1 の下端部の連通孔 6 4 b と連通管 8 8 b の上端が接続されており、連通管 8 8 b の下端は、下部ヘッダ 2 2 の下部に接続されている。

30

【 0 0 8 8 】

電極 6 2 は、それぞれ水位制御筒 6 1 の異なる水位を検出する低燃用第二電極 6 2 S , 高燃用第二電極 6 2 M を含んで構成されている。低燃用第二電極 6 2 S は、低燃焼時の缶水の高濃縮時における乾き度限界水位（高濃縮時乾き度限界水位）である低燃第二設定水位 H 2 S を検出する。また、高燃用第二電極 6 2 M は、高燃焼時の缶水の高濃縮時における乾き度限界水位（高濃縮時乾き度限界水位）である高燃ヘッダ設定水位 H 2 M（低燃第二設定水位 H 2 S よりも低い水位）を検出する。低燃用第二電極 6 2 S , 高燃用第二電極 6 2 M はそれぞれ別の水位制御筒に設けることができる。

40

【 0 0 8 9 】

また、図 1 を参照して、缶体 2 0 には、水管 2 3 内の水位を検出する第四電極 6 2 D を備えている。第四電極 6 2 D は、ボイラ 1 0 の起蒸（冷態状態でのボイラ 1 0 の燃焼運転に限定されない。）時の水位である第四設定水位 H 4 D を検出する。制御器 1 0 0 は、運転開始スイッチ（図示省略）を操作すると、給水ポンプ 7 0 を駆動し、下部ヘッダ 2 2 から水管 2 3 内へ缶水を供給し、第四電極 6 2 D が第四設定水位 H 4 D を検出すると給水ポ

50

ンプ70を停止し、低燃焼運転へ移行するように構成されている。

【0090】

この起蒸時水位制御の構成により、起蒸時には、第四設定水位H4Dまで水管23の水位が上昇しているため、起蒸時の水管過熱を防止することができる。また、第四設定水位H4Dを超えて上部ヘッダ24内に缶水が侵入する状態で起蒸すると、多量の缶水が蒸気流出管83から流出してしまう不都合を生ずるおそれがあるが、起蒸時水位制御の構成により、この不都合を防止することができる。

【0091】

また、給水ポンプ70は、ON-OFF式のもので、給水管80を介して下部ヘッダ22と接続されていて、制御器100の制御により作動させられると、下部ヘッダ22へボイラ用水の供給を開始する。そして、下部ヘッダ22と給水ポンプ70との間の給水管80には、逆止弁89が設けられていて、缶水が下部ヘッダ22側から給水ポンプ70側に逆流するのを防止している。

【0092】

制御器100は、外部水位検出装置50の各電極、ヘッダ水位検出装置60の各電極、第四電極等の各種のセンサからの検出信号が入力されると共に、その検出信号に応じて、バーナ30、給水ポンプ70等の駆動部位の作動を司る。なお、制御手段100は、記憶装置(図示省略)に格納されている各種プログラムにより、燃焼制御手順および水位制御手順を実行する。水位制御手順には、乾き度維持制御および循環比確保制御手順が含まれ、高燃焼時、低燃焼時の水位制御手順をそれぞれ図3、図4に示す。なお、図3、図4では、先に説明した第四電極による起蒸時の水位制御手順は省略している。

【0093】

(実施例1の動作)

以上のような構成を有するボイラ10の水位制御の動作を図1～図4に基づき以下に説明する。

【0094】

まず、ボイラ10の高燃焼運転時の水位制御を図3に基づき説明する。制御器100は、ステップS1(以下、ステップSNを単にSNという。)にて、高燃焼第二電極62Mが水無し(水位を検出していない)で、かつ高燃焼第一電極52Mが水無し(水位を検出していない)か、すなわちANDで条件を満たしているかどうか(第二制御条件)を判定する。

【0095】

今、缶水が低濃縮の状態にあるとすると、ヘッダ水位検出手段60の高燃焼第二電極62Mによって水位が検出される状態とはならず、外部水位検出手段50によって缶体内水位が検出される。水位制御筒51の水位がH1M未満であると、S1でYESが判定され、S2へ移行して給水ポンプ70をONする。すると、下部ヘッダ22にボイラ用水が供給され、缶体20内の水位が上昇する。

【0096】

ついで、S3において、高燃焼第二電極62Mが水有り(水位を検出している)か、高燃焼第一電極52Mが水有り(水位を検出している)かどうか、すなわちORで条件を満たしているかどうか(第一制御条件)を判定する。今の場合、缶内水位が上昇して、水位制御筒51の水位がH1M以上となり、高燃焼第一電極52Mが水有りを検出すると、S3でYESが判定され、S4へ移行して給水ポンプ70をOFFする。こうして、高燃焼運転における低濃縮時は、高燃焼第一電極52Mによって、所定の乾き度が維持され、かつ水管過熱を生じない水位制御が行われる。なお、高燃焼第一電極52Mが水有りを検出して給水ポンプ70をOFFするまでの時間および高燃焼第一電極52Mが無しを検出して給水ポンプ70をONするまでの時間を調整可能に構成している。

【0097】

ボイラ10の運転によって、缶水の濃縮が進み、高濃縮状態となると、ヘッダ水位検出手段60の高燃焼第二電極62Mによって水位がほぼ常時検出される状態となる。その結

10

20

30

40

50

果、高燃用第一電極 5 2 M が水無しでも、高燃用第二電極 6 2 M が水有りを検出すると、S 3 で Y E S が判定され、S 4 へ移行して、給水ポンプ 7 0 を O F F する。すると、缶体 2 0 内の水位が低下する。

【 0 0 9 8 】

ついで、S 5 へ移行して、第三電極 5 2 L が水無しかどうかを判定する。N O の場合は、S 1 に戻る。S 1 で、高燃用第一電極 5 2 M および高燃用第二電極 6 2 M が共に水無しを検出（第二制御条件）すると、S 2 へ移行して、給水ポンプ 7 0 を O N する。

【 0 0 9 9 】

S 1 で、第二制御条件を満たすとき給水ポンプ 7 0 を O N する構成により、つぎの作用効果を奏する。すなわち、高燃用第二電極 6 2 M が水有りを検出している状態で、高燃用第一電極 5 2 M が水無しを検出して給水ポンプ 7 0 を駆動すると、上部ヘッダ 2 4 に水位が乾き度限界水位以上に存在するという状態で、給水ポンプ 7 0 により給水量が増大する。すると、乾き度の低い蒸気が上部ヘッダ 2 4 から流出する不都合を生ずることになる。しかしながら、第二制御条件による給水量増加の構成により、この不都合を解消でき、乾き度の低下を防止することができる。また、高燃用第二電極 6 2 M が水有りを検出している状態では、高燃用第一電極 5 2 M が水無し検出しても給水ポンプにより給水量を増加させないので、水管過熱のリスクの少ない状態で缶体 2 0 内水位を下げるができる。

【 0 1 0 0 】

そして、高燃用第二電極 6 2 M の水無し状態が継続して、S 1 で Y E S の判定が継続されることがある。その場合には、S 5 において、第三電極 5 2 L の水無しにより、Y E S が判定され、S 6 へ移行して、給水ポンプ 7 0 を O N する。その結果、長い時間給水ポンプ 7 0 が O F F することによる缶体 2 0 内の圧力上昇を防止でき、缶体 2 0 内の圧力変動を低減できる。

【 0 1 0 1 】

こうして、高燃焼運転における高濃縮時は、高燃用第二電極 6 2 M によって、上部ヘッダ 2 4 内の水位が乾き度限界水位以下の水位で制御されるので、高燃焼、高濃縮状態でも所定の乾き度が維持され、かつ水管過熱を生じない水位制御が行われる。

【 0 1 0 2 】

また、高燃焼運転における高濃縮時には、上部ヘッダ 2 4 の下部に存在する缶水が降水管 8 4 を通して流下し、下部ヘッダ 2 2 内へ還流する。その結果、上部ヘッダ 2 4 内に過剰の水位が存在することを防止できると共に、缶水の所定の循環比を確保することができる。

【 0 1 0 3 】

また、循環比は、給水ポンプ 7 0 を O N するタイミング、すなわち高燃用第一電極 5 2 M の検出水位を高くするほど高くなる。この検出水位を高くしすぎると、乾き度が低下する。この実施例 1 では、高燃用第一電極 5 2 M の検出水位を過熱防止のための過熱限界水位より高い水位である目標循環比設定水位に設定しているため、所定の循環比で水位制御を行うことができる。その結果、p H の低い給水と降水管を通して下部ヘッダに供給される p H の高い缶水とが適度に混合して缶体内を適切な p H に保ち腐食リスクを低減することができる。さらに、温度の低い給水と温度の高い缶水との混合により缶水全体を高い温度分布とすることができ、溶存酸素による腐食リスクを低減できる。

【 0 1 0 4 】

なお、缶水の濃縮度が中程度の状態では、缶水の沸騰状態に応じて、上述の低濃縮時の外部水位検出装置 5 0 による水位制御と、高濃縮時のヘッダ水位検出装置 6 0 による水位制御のいずれかが行われる。

【 0 1 0 5 】

つぎに、ボイラ 1 0 の低燃焼運転時の水位制御は、図 4 の制御手順に基づき制御される。低燃焼運転時で、高燃焼時と異なるのは、缶水の沸騰が弱いので、低燃用第二電極 6 2 S と、低燃用第一電極 5 2 M により、全体的に水位を高くして、乾き度、水管過熱度、循環比を制御する点である。制御の流れは、図 3 の制御手順と同様であり、図 4 の S 1 1 ,

10

20

30

40

50

S 1 2 , S 1 3 , S 1 4 , S 1 5 , S 1 6 がそれぞれ図 3 の S 1 , S 2 , S 3 , S 4 , S 5 , S 6 に対応するので、その説明を省略する。

【実施例 2】

【0106】

つぎのこの発明の実施例 2 のボイラ 1 0 を図 5 に基づき説明する。この実施例 2 において前記の実施例 1 と異なるのは、ヘッダ水位検出装置 6 0 を上部ヘッダ 2 4 内に設けた点で、その他の構成は、前記実施例 1 と同様であるので、同じ構成要素には同じ符号を付して説明を省略する。以下、異なる構成についてのみ説明する。

【0107】

図 5 を参照して、ヘッダ水位検出装置 6 0 の水位制御筒 6 1 が前記上部ヘッダの内部に設置される。水位制御筒 6 1 は、有底筒状の筒体であり、その上端側の開口側が上部ヘッダ 2 4 の天板 2 4 B に取り付けられている。そして、水位制御筒 6 1 の下端側の底部に近接した高さ位置における周壁には、内部空間 2 4 A 内の気泡の一部が入り込むと共に、内部空間 2 4 A 内で破裂した気泡の液滴が流入するための連通孔 6 4 b が設けられている。この連通孔 6 4 b は、単数あるいは複数個設けるものとしている。さらに、水位制御筒 6 1 の底部の垂直方向における高さ位置は、高燃用第二電極 6 2 M よりも十分に低い高さ位置となっている。

10

【0108】

また、水位制御筒 6 1 が天板 2 4 B に取り付けられる関係上、水位制御筒 6 1 の内部で水位が上昇した際に、気体（空気、蒸気等）を水位制御筒 6 1 の内部から逃がすために、水位制御筒 6 1 の上端側に近接した高さ位置における周壁には、単数または複数の連通孔 6 4 a が設けられている。したがって、水位制御筒 6 1 内は、上方の連通孔 6 4 a および下方の連通孔 6 4 b を介して上部ヘッダ 2 4 内の上部および下部と連通して、内部空間 2 4 A 内の圧力と同じ圧力となっている。

20

【0109】

そして、実施例 2 における低燃用第二電極 6 2 S および高燃用第二電極 6 2 M は、実施例 1 における低燃用第二電極 6 2 S および高燃用第二電極 6 2 M と同様の構成となっているので、詳細な説明は省略する。

【0110】

つぎに、実施例 2 のボイラ 1 0 の動作について説明する。実施例 2 のボイラ 1 0 は、図 3 および図 4 の制御手順により制御され、その動作に関しては、実施例 1 のボイラ 1 0 と、概略同じ動作を行う。

30

【0111】

ここで、前記実施例 1 のボイラ 1 0 の作動と相違する点を説明する。本実施例 2 のボイラ 1 0 において、内部空間 2 4 A 内へ入り込んだ気泡は、内部空間 2 4 A 内において破裂し、内部空間 2 4 A の内壁面および水管 2 3 の上部内表面を液滴の膜（水膜）で被うことになる。同時に、気泡の一部は、連通孔 6 4 b から水位制御筒 6 1 内へ入り込むと共に、気泡が破裂した液滴も、流入孔 6 4 b から水位制御筒 6 1 内へ流入し、これらが水量として検出される状態となり、水位制御筒 6 1 内において、水位として出現する。したがって、この実施例 2 のヘッダ水位検出装置 6 0 は、水位制御筒 6 1 内に出現した水位を検出することになる。

40

【0112】

以上が実施例 1 に対する相違点であり、その他の制御器 1 0 0 による制御等については、上述の第 1 の実施の形態と同様となっている。

【0113】

この実施例 2 によれば、実施例 1 の連通管 8 8 a , 8 8 b が不要となる。また、ヘッダ水位検出装置 6 0 を設置するスペースを上部ヘッダ 2 4 と別に設ける必要がないので、実施例 1 と比較して設置スペースを減少することができる。

【実施例 3】

【0114】

50

つぎに、この発明の実施例3のボイラ10を図6および図7に基づき説明する。前記実施例1と異なるのは、前記実施例1では、缶水の濃縮度を判定することなく、外部水位検出装置50による外部水位制御とヘッダ水位検出装置60によるヘッダ水位制御との切り替えを自動的に行うように構成しているのに対して、この実施例3では、缶水の濃縮度を判定して外部水位制御とヘッダ水位制御との切り替えを行うように構成している点である。その他の構成は、前記実施例1と同様であるので、同じ構成要素には同じ符号を付して説明を省略する。以下、異なる構成についてのみ説明する。

【0115】

この実施例3では、ヘッダ水位検出装置60には、ヘッダ内上限水位である高濃縮乾き度限界水位HEを検出すると給水ポンプ70をOFFする第六電極62Eと、高濃縮乾き度限界水位HEより低いヘッダ内下限水位である水位HFを検出すると給水ポンプ70をONする第七電極62Fとを備えている。また、外部水位検出装置50には、水位制御筒内上限水位である低濃縮乾き度限界水位HGを検出すると給水ポンプをOFFする第八電極52Gと、低濃縮乾き度限界水位HGより低い水位制御筒内下限水位である水位HJを検出すると給水ポンプ70をONする第九電極52Jとを備えている。

10

【0116】

そして、制御器100は、缶体20の内部に存在する缶水を外部へ排出した後のバーナ30の燃焼時間が燃焼時間閾値に到達するかどうかで濃縮度を判定し、低濃縮時には外部水位制御を行い、高濃縮時にはヘッダ水位制御を行うように構成している。制御器100による、水位制御手順を図7に示す。

20

【0117】

つぎに、この実施例3の動作を説明する。図7を参照して、制御器100は、S21において、内蔵タイマ(図示省略)により、全ブロー後のバーナ30における燃焼時間を計測し、所定の燃焼時間(燃焼時間閾値)に到達するかどうかを判定する。NOの場合には、S22へ移行して、外部水位検出装置50での検出結果に基づいて水位の制御を行う。また、S21でNOが判定される、すなわち所定の燃焼時間(燃焼時間閾値)に到達した場合には、S23へ移行して、ヘッダ水位検出装置60での検出結果に基づいて、水位の制御を行う。ここで、全ブローとは、缶体20の内部に存在する缶水の全部を、外部に排出することをいう。また、全ブローを実行する以外に、缶水のほぼ半分を外部へ排出する半ブローを実行することもある。この場合も、半ブロー後の燃焼時間を計測して、上述の燃焼時間閾値を設定する。

30

【0118】

すなわち、全ブローを行ってから暫くの間、バーナ30を燃焼させても、缶水の濃縮度は低い状態となっている。缶水の濃縮度が低い場合(低濃縮の場合)、缶水の濃縮度が高い場合(高濃縮の場合)よりも気泡の発生が少ない。すなわち、缶水の水挙動は比較的安定していて、外部水位検出装置50での検出結果に基づく制御を行っても、所望の蒸気の乾き度は得られる状態となっている。しかしながら、全ブローを行った後にバーナ30の燃焼時間が累積するにつれて、缶水の濃縮度は上昇していく。そして、缶水の電気伝導度が所定の値となる程に濃縮度が上昇すると、缶水の水挙動は急激に変化し、缶水の粘度の増加により泡立ちが激しくなり、発生する気泡の数も多くなると共に、気泡が破裂した際の飛沫(液滴)の直径が大きくなる等によって、乾き度が低下する。

40

【0119】

そこで、外部水位検出装置50による水位検出では、所望する乾き度が得られない程度の水挙動の変化が起きる状態に、上述の燃焼時間閾値を対応付けておく。すると、全ブロー後にバーナ30の燃焼が開始するタイミングにて時間計測を開始し、計測された時間が燃焼時間閾値に到達するまでの間は、外部水位検出装置50にて水位検出を行い、その検出結果に基づいて、缶水の水位を制御する。一方、計測された時間が燃焼時間閾値に到達した場合には、ヘッダ水位検出装置60の水位制御筒61の筒内水位を測定することで水位検出を行い、その検出結果に基づいて、缶水の水位を制御する。

【0120】

50

ここにおいて、「燃焼時間閾値に到達する」とは、燃焼時間閾値以上となる場合と、燃焼時間閾値を超える場合のいずれであっても良い。また、「燃焼時間閾値に到達しない」とは、燃焼時間閾値以下である場合と、燃焼時間閾値より小さい場合のいずれであっても良い。

【0121】

そして、外部水位検出装置50での検出結果に基づく制御では、第八電極52Gと第九電極52Jとの間の位置に、水位制御筒51内の水位が位置するように制御する。また、ヘッダ水位検出装置60での検出結果に基づく制御では、第六電極62Eと第七電極62Fとの間の位置に、水位制御筒61内の水位が位置するように制御する

【実施例4】

【0122】

つぎに、この発明の実施例4のボイラ10を図8および図9に基づき説明する。前記実施例3と異なるのは、前記実施例3では、缶水の濃縮度の判定を燃焼時間により行っていたが、この実施例4では、缶水の濃縮度を缶水の電気伝導度により判定するように構成している点である。その他の構成は、前記実施例3と同様であるので、同じ構成要素には同じ符号を付して説明を省略する。以下、異なる構成についてのみ説明する。

【0123】

この実施例4では、図8に示すように、降水管84内の缶水の電気伝導度を測定する電気伝導度測定センサ90を備えている。そして、制御器100による図9に示す水位制御手順により、この電気伝導度が電気伝導度閾値に到達しない場合、外部水位検出装置50での検出結果に基づいて水位の制御を行う。また、電気伝導度測定センサ90で測定される電気伝導度が電気伝導度閾値以上となった場合には、ヘッダ水位検出装置60での検出結果に基づいて、水位の制御を行う。なお、電気伝導度閾値は、所定の濃縮度に対応するように構成している。

【0124】

この実施例4の動作を説明する。図9を参照して、S31で電気伝導度測定センサ90で測定される電気伝導度が電気伝導度閾に到達しているかどうかを判定する。S31でNOが判定されるとS32へ移行して、外部水位検出装置50での検出結果に基づく制御を行う。電気伝導度閾よりも低い場合には、缶水の濃縮度は低い状態となっている。そのため、缶水の水挙動は比較的安定していて、外部水位検出装置50での検出結果に基づく制御を行っても、所望の蒸気の乾き度は得られる状態となっている。

【0125】

電気伝導度測定センサ90で測定される電気伝導度が電気伝導度閾値以上となる程に濃縮度が上昇すると、S31でYESが判定され、S33へ移行して、ヘッダ水位検出装置60にて筒内水位の検出を行い、その検出結果に基づいて、筒内水位を制御する。

【0126】

電気伝導度が電気伝導度閾値以上となる程に濃縮度が上昇すると、缶水の水挙動は急激に変化し、缶水の粘度の増加により泡立ちが激しくなり、気泡Kが破裂した際の飛沫(液滴)の直径が大きくなる等によって、乾き度が低下する。

【0127】

そこで、外部水位検出装置50による水位検出では、所望する乾き度が得られない程度の水挙動の変化が起きる状態に、上述の電気伝導度閾値を対応付けておく。すると、電気伝導度測定センサ90で測定される電気伝導度が電気伝導度閾値に到達しない間は、外部水位検出装置50にて水位検出を行い、その検出結果に基づいて、缶水の水位を制御する。一方、電気伝導度測定センサ90で測定される電気伝導度が電気伝導度閾値以上となった場合には、ヘッダ水位検出装置60にて筒内水位の検出を行い、その検出結果に基づいて、筒内水位を制御する。

【0128】

ここにおいて、「電気伝導度閾値に到達する」とは、電気伝導度閾値以上となる場合と、電気伝導度閾値を超える場合のいずれであっても良い。また、「電気伝導度閾値に到達

10

20

30

40

50

しない」とは、電気伝導度閾値以下である場合と、電気伝導度閾値より小さい場合のいずれであっても良い。

【実施例 5】

【0129】

つぎにこの発明の実施例 5 のボイラ 10 を図 10, 11 に基づき説明する。この実施例 5 で、実施例 1 と異なるところは、乾き度維持制御および循環比確保制御手順であり、図 3, 図 4 の制御手順を図 10, 図 11 とした点である。すなわち、図 3 の S1, 図 4 の S11 では、高燃用第一電極 62M, 高燃用第二電極 62M が水無しを検出すると直ちに給水ポンプ 70 を ON していたが、図 10 の S41, 図 11 の S51 では、高燃用第一電極 62M および高燃用第二電極 62M が共に水無しを検出してから設定時間後に給水ポンプ 70 を ON するように構成している。

10

【0130】

また、図 3 の S3, 図 4 の S13 では、高燃用第一電極 62M, 高燃用第二電極 62M が水有りを検出すると直ちに給水ポンプ 70 を OFF していたが、図 10 の S43, 図 11 の S53 では、高燃用第一電極 62M, 高燃用第二電極 62M のいずれかが水有りを検出してからそれぞれ異なる設定時間後に給水ポンプ 70 を OFF するように構成している。その他の構成は、実施例 1 と同じであるので、同じ符号を付してその説明を省略する。

【0131】

この実施例 5 においては、前記の各設定時間を缶体 20 内圧力（缶体 20 内の蒸気圧力を検出する図示省略のセンサにより検出）および給水温度（給水管 80 内の給水の温度を検出する図示省略のセンサにより検出）に応じて調整するように構成する。具体的には、缶体 20 内圧力が上昇するにつれて、また給水温度が下降するにつれて、設定時間が短くなるように構成している。

20

【実施例 6】

【0132】

つぎに、この発明の実施例 6 のボイラ 10 を図 12 に基づき説明する。この発明は、上述の実施例 1 ~ 実施例 5 のように、複数の水管 23 を環状に配列した構造の缶体構造のボイラのみではなく、図 12 に示されるボイラ 10 のように、複数の水管 23 が直方体形状を呈するように配列した構造のボイラにも同様に適用することができる。以下の実施例 6 の説明で、実施例 1 と異なる構成を中心に説明し、実施例 1 に対応する構成要素には同じ符号を付してその説明を省略する。

30

【0133】

図 11 に示すボイラ 10 は、省スペース化等の観点から、直方体状の下部ヘッダ 22 と、同じく直方体状の上部ヘッダ 24 と、この両ヘッダ 22, 24 間に立脚して垂直に配設された複数の水管 23 からなる水管群とにより構成された缶体 20 を備えている。この缶体 20 を構成する水管群において、長手方向における両外側に配置された水管 23 は、隣り合う水管 23 同士がそれぞれ連結部材（図示省略）を介して接続されて、一对の水管壁（図示省略）を形成している。したがって、缶体 20 は、下部ヘッダ 22 と上部ヘッダ 24 および一对の水管壁とによって形成された直方体状の区画室を備えている。この区画室は、上述の各実施の形態における燃焼室 21A に相当しており、長手方向の一端側に設けたバーナ 30 からの火炎が燃焼反応を行いつつ、排ガス出口 103 へ向かって流動するようになっている。

40

【0134】

さて、この図 11 に示すボイラ 10 においては、図示は省略しているが、上述の各実施例と同様の降水管 84 が設けられている。すなわち、濃縮された缶水が滞留する上部ヘッダ 24 と、新たなボイラ用水が供給される下部ヘッダ 22 とを降水管 84 で接続し、上部ヘッダ 24 内の缶水を自然循環させる構成としている。ここにおいて、この図 12 に示すボイラ 10 の動作は、上述の各実施例における動作とほぼ同様であり、その詳細な説明は省略する。

【0135】

50

また、上述の各実施例における構成と同様に、外部水位検出装置 5 0 は、上部ヘッダ 2 4 の内部空間 2 4 A と下部ヘッダ 2 2 の内部空間 2 2 A のそれぞれに対して、連通管 8 7 a , 8 7 b を介して連通している。また、ヘッダ水位検出装置 6 0 は、上部ヘッダ 2 4 の内部空間 2 4 A に対し、連通管 8 8 a , 8 8 b を介して連通している。

【 0 1 3 6 】

この発明は、上述の実施例 1 ~ 6 に限定されるものではなく、つぎの形態のボイラを含む。上述の実施例では、セパレータレスボイラとしているが、遠心分離によって蒸気から水滴（液滴）を分離する小型のセパレータを具備するように構成しても良い。また、実施例 1 では、図 3 の S 1 において、水無しが検出されると、直ちに S 2 へ移行して給水ポンプ 7 0 を ON しているが、水無し検出から所定の遅延時間をおいて給水ポンプ 7 0 を ON 10 するように構成できる。また、図 3 の S 3 において、水有りが検出されると、直ちに S 3 へ移行して給水ポンプ 7 0 を OFF しているが、水有り検出から所定の遅延時間をおいて給水ポンプ 7 0 を OFF するように構成できる。このように、遅延時間をおいて給水ポンプ 7 0 を制御する場合、電極による検出水位と各種設定水位が異なることになり、各種設定水位は、遅延時間後の想定水位となる。

【符号の説明】

【 0 1 3 7 】

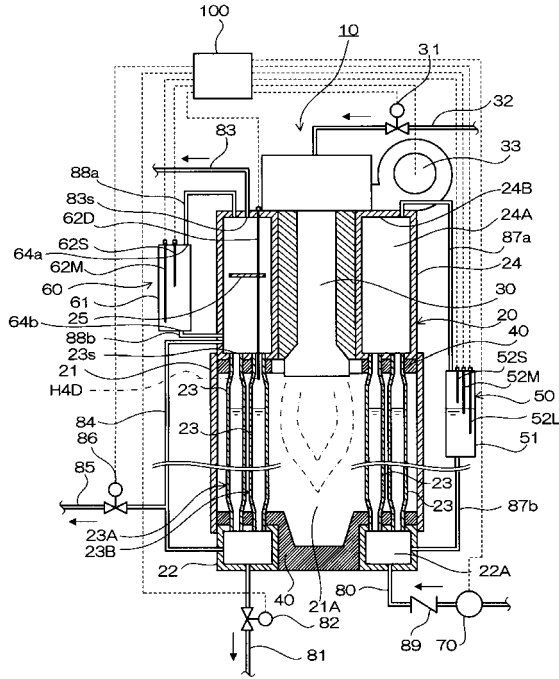
- 1 0 ... ボイラ
- 2 0 ... 缶体
- 2 2 ... 下部ヘッダ
- 2 3 ... 水管
- 2 4 ... 上部ヘッダ
- 5 0 ... 外部水位検出装置（外部水位検出手段）
- 5 2 S , 5 2 M ... 第一電極（電極）
- 6 0 ... ヘッダ水位検出装置（ヘッダ水位検出手段）
- 6 2 E ... 第六電極（第一の電極）
- 6 2 F ... 第七電極（第二の電極）
- 7 0 ... 給水ポンプ（給水手段）
- 8 4 ... 降水管
- 8 7 a , 8 7 b ... 連通管
- 8 8 a , 8 8 b ... 連通管
- 1 0 0 ... 制御部（制御手段）

10

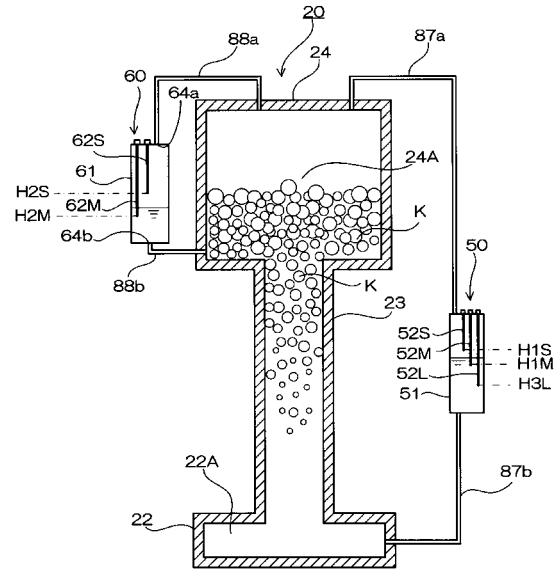
20

30

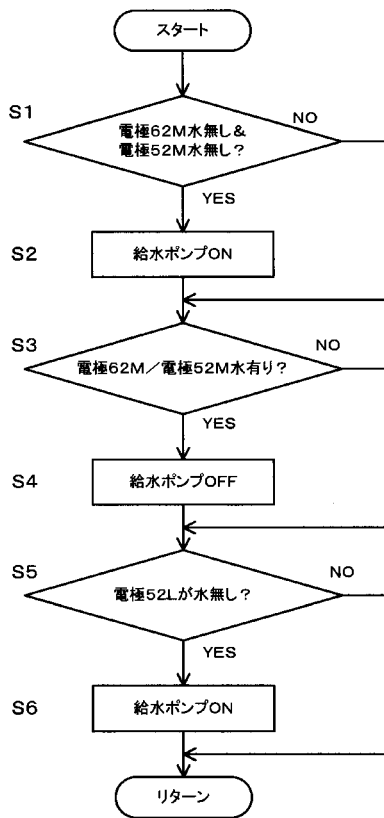
【図1】



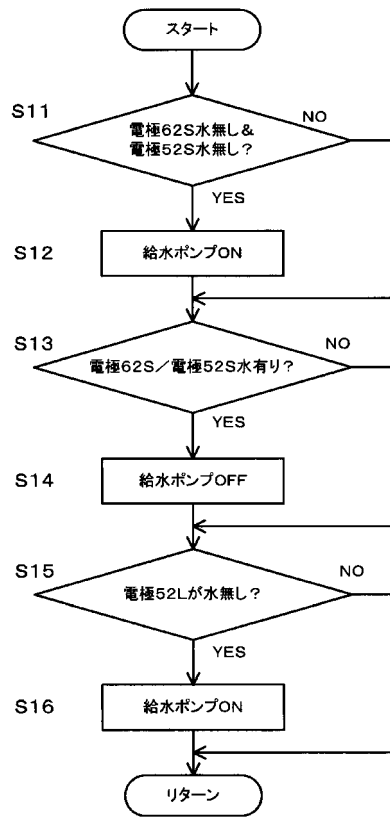
【図2】



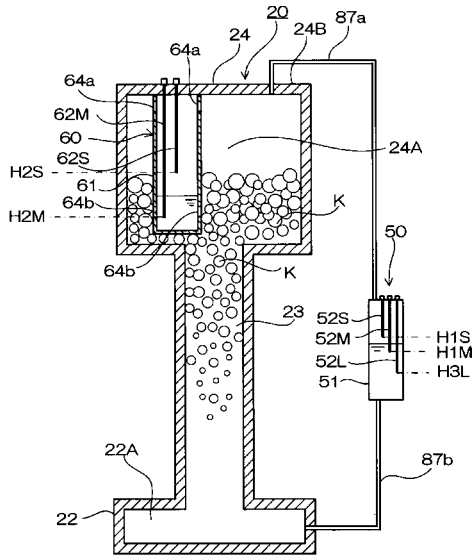
【図3】



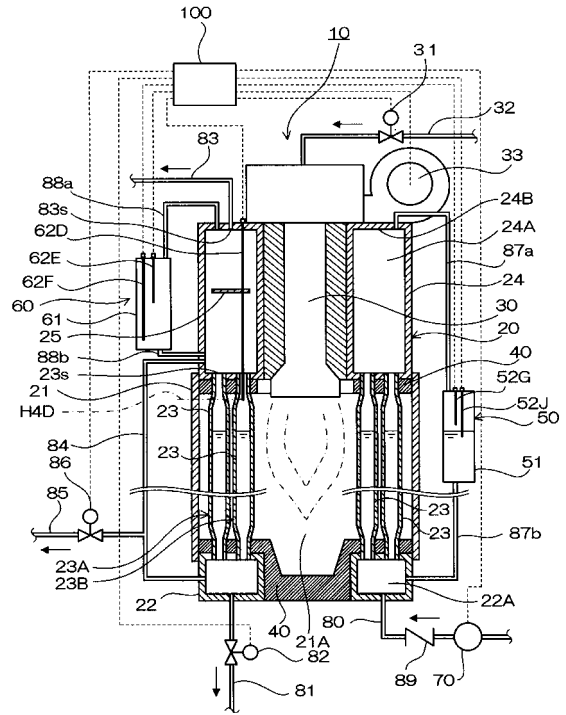
【図4】



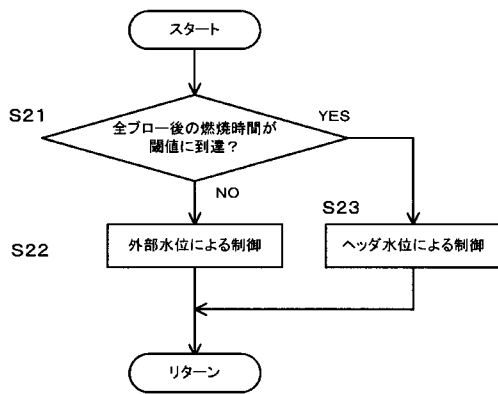
【図5】



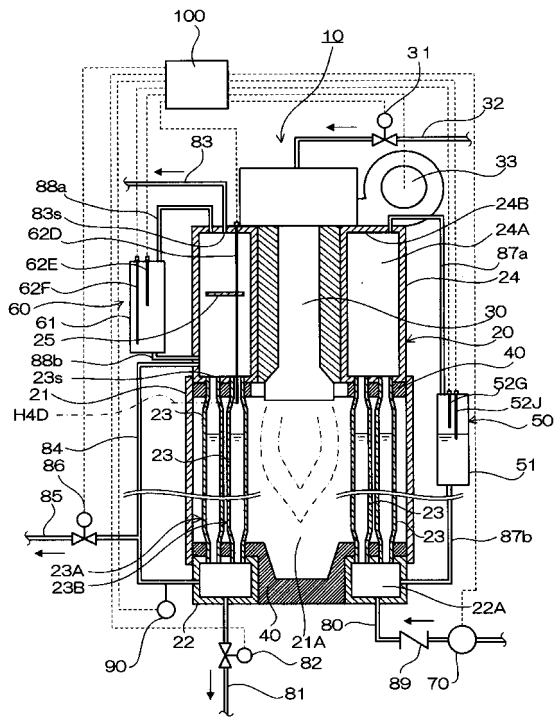
【図6】



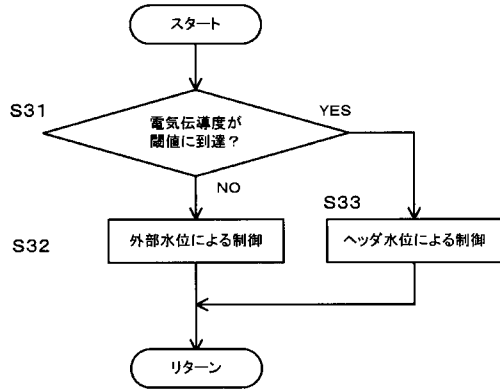
【図7】



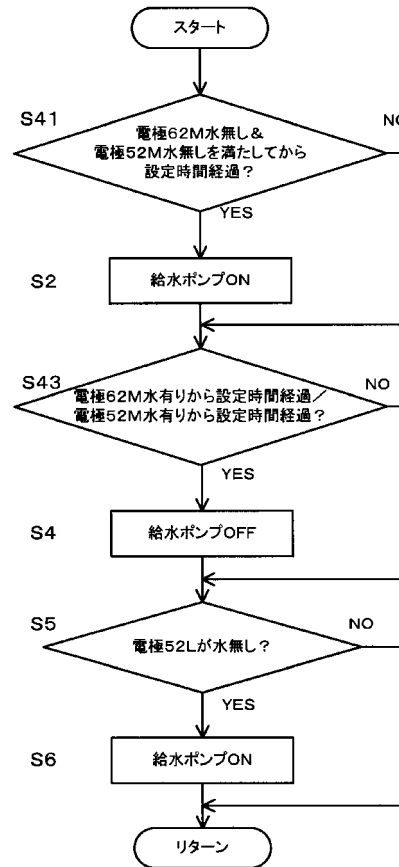
【図8】



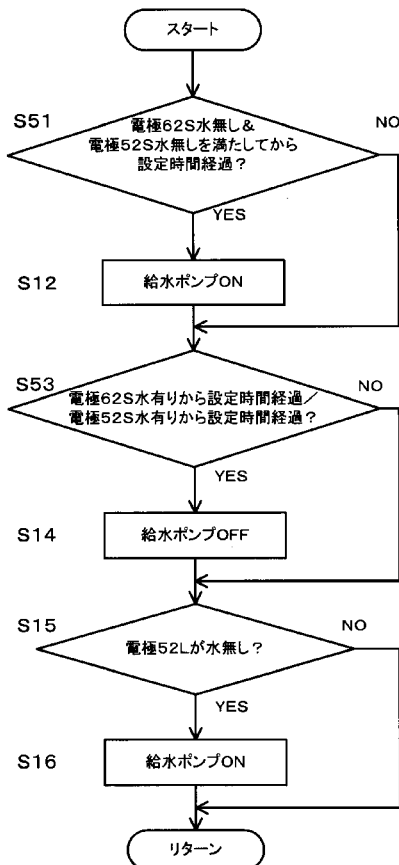
【図9】



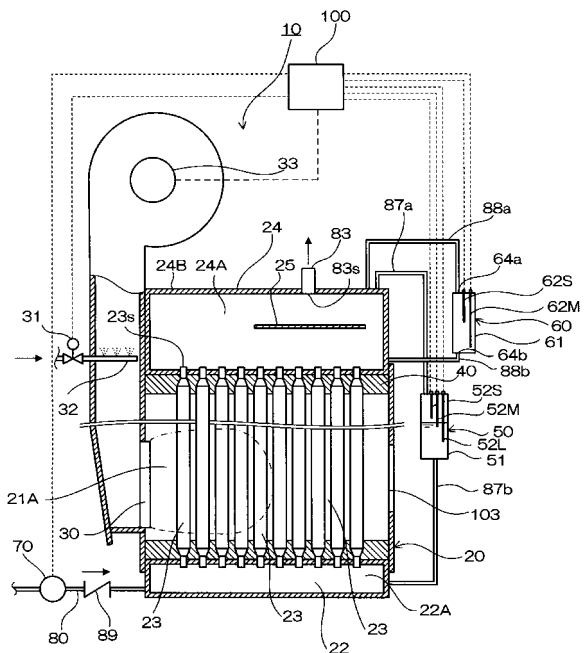
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 重安 正治
愛媛県松山市堀江町7番地 三浦工業株式会社内

審査官 山本 崇昭

(56)参考文献 特開2013-130363(JP,A)
特開2011-106739(JP,A)
特開2002-147708(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F22D 5/00
F22B 21/04
F22D 5/24