

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5189174号  
(P5189174)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl. F 1  
**F 2 2 B 35/14 (2006.01)** F 2 2 B 35/14 C

請求項の数 12 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-546312 (P2010-546312)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成21年2月10日 (2009.2.10)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2011-512506 (P2011-512506A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成23年4月21日 (2011.4.21)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/051496		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02009/101075	(74) 代理人	100075166
(87) 国際公開日	平成21年8月20日 (2009.8.20)		弁理士 山口 巖
審査請求日	平成22年12月10日 (2010.12.10)	(74) 代理人	100133167
(31) 優先権主張番号	08002850.9		弁理士 山本 浩
(32) 優先日	平成20年2月15日 (2008.2.15)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 貫流ボイラの始動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のバーナ(7)を有する燃焼室(8)と、蒸発管(12)と、この蒸発管(12)に流動媒体路において後置接続された気水分離装置(14)とを備えた貫流ボイラ(1)であって、前記ボイラの連続運転中は、前記蒸発管(12)内における1回の貫流によって水が殆ど完全に蒸発する構成を備えた貫流ボイラ(1)を始動するための方法において、少なくとも1つのバーナ(7)の燃焼出力を気水分離装置(14)の水位特性値に応じて調整する方法。

【請求項 2】

前記燃焼出力を気水分離装置(14)の水位に応じて調整する請求項1記載の方法。

10

【請求項 3】

前記燃焼出力を付加的に水位特性値の変化速度に応じて調整する請求項1又は2記載の方法。

【請求項 4】

前記水位特性値が上方限界値に到達した際に燃焼出力をそれ以上は上昇させない請求項1乃至3の1つに記載の方法。

【請求項 5】

前記水位特性値が上方限界値に到達した際に燃焼出力を低減する請求項1乃至4の1つに記載の方法。

【請求項 6】

20

前記燃焼出力の低減が最大燃焼出力の1%～5%である請求項5記載の方法。

【請求項7】

前記燃焼出力を或る待ち時間後に再上昇させる請求項4乃至6の1つに記載の方法。

【請求項8】

前記限界値到達後に1～3分の待ち時間を維持する請求項7記載の方法。

【請求項9】

前記水位特性値が下方限界値に到達した際に燃焼出力を再上昇させる請求項4乃至8の1つに記載の方法。

【請求項10】

貫流ボイラ(1)のホットスタート過程とコールドスタート過程とで異なる限界値を設定する請求項4乃至9の1つに記載の方法。

10

【請求項11】

複数のバーナ(7)を有する燃焼室(8)と、蒸発管(12)と、この蒸発管(12)に流動媒体路において後置接続された気水分離装置(14)とを備えた貫流ボイラ(1)であって、前記ボイラの連続運転中は、前記蒸発管(12)内における1回の貫流によって水が殆ど完全に蒸発する構成を備えた貫流ボイラ(1)において、燃焼出力の調整のために設けられた制御ユニットのデータ入力側が、気水分離装置(14)の水位特性値を測定するためのセンサに接続されている貫流ボイラ。

【請求項12】

センサ(30)が気水分離装置(14)の水位を測定する請求項11記載の貫流ボイラ

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のバーナを有する燃焼室と、蒸発管と、この蒸発管に流動媒体路において後置接続された気水分離装置とを備えた貫流ボイラを始動するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気を発生するボイラを有する発電施設においては、燃料のエネルギーがボイラ内の流動媒体を蒸発させるために利用される。ボイラは流動媒体を蒸発させるために蒸発管を有し、蒸発管の加熱がこの管内に導入される流動媒体を蒸発させる。ボイラによって供給される蒸気は、再び、例えば接続されている外部プロセスのために供されるか、あるいは蒸気タービンの駆動のために供される。蒸気が蒸気タービンを駆動する場合には蒸気タービンのタービン軸を介して通常は発電機又は作業機械が運転される。発電機の場合には、発電機によって発生させられた電流が、連系系統及び/又は個別系統への給電のために供される。

30

【0003】

このボイラは貫流ボイラとして構成することができる。貫流ボイラは公知である(例えば、非特許文献1参照)。貫流ボイラの場合には、蒸発管として設けられているボイラ管の加熱が、一回だけの貫流でボイラ管内の流動媒体を蒸発させる。

40

【0004】

貫流ボイラの特別に高い効率を達成するために、蒸発管には流動媒体路において過熱管が後置接続されていて、過熱管は出力蒸気のエンタルピを更に高める。過熱管は蒸気貫流を目的として設計されており、水が流入した場合に破損するおそれがある。従って、過熱管には一般に流動媒体路において気水分離装置が前置接続されている。気水分離装置は、例えば気水分離器と水容器(いわゆる集水タンク)とを含み、或いは分離器と水容器との結合体を含む。気水分離装置は、完全には蒸発させられていない水を大幅に蒸気から分離し、これを排水弁を介して排出する。分離された水は廃棄してもよいし、再び蒸発させるべく循環路に供給してもよい。

【0005】

50

貫流ボイラの連続運転状態では、気水分離装置内に比較のごく僅かしか、或いは全く水が流入しない。なぜならば、ポンプで注入された水が蒸発管において殆ど完全に蒸発するからである。これに対して始動時には気水分離装置内に著しく大量の水が流入する。というのは、貫流ボイラの始動時には、一般に最初は蒸発管が十分に冷却されている理由から蒸発管が最小質量流量で通流され、かつバーナが部分負荷状態で点火されるからである。その際に蒸発開始前には水流量の全部が気水分離装置に供給される。蒸発が開始すると、これに起因して起きる突然の体積増加によって、蒸発開始場所と気水分離装置との間の水の一部が噴出される。この水噴出にも拘らず、後置接続された過熱管への未蒸発の流動媒体の望ましくない流入を大幅に回避するためには、一般に、気水分離装置及び後置接続された排水装置（例えば、膨張器、復水器、ドレン管など）の構造部分全体にそれ相応に大きい寸法を持たせる必要があり、このことが高い材料費及び経費につながる。

10

## 【0006】

水噴出を回避するか又は僅かにとどめることを可能にする貫流ボイラの始動方法は公知である（例えば、特許文献1参照）。この方法では燃焼出力と給水流量との比率が次のように調整される。即ち、蒸発管内にポンプで注入される水が部分負荷範囲においても完全に蒸発し、従って気水分離装置又は過熱管への水の流入が全く、或いは殆ど起こらないように調整される。それゆえ、これは給水供給をそれ相応に少なく保つことで水噴出を最小限にとどめるものである。

## 【0007】

しかし、前記特許文献1に記載された貫流ボイラの場合には、蒸発管のより確実な冷却のために、最小燃焼出力においても、最小質量流量密度、従って最小給水質量流量が必要である。それゆえ、水噴出を回避するための給水流量の低減ができない。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】独国特許出願公開第19528438号明細書

## 【非特許文献】

## 【0009】

【非特許文献1】雑誌「VGB-Kraftwerks-technik」の第73巻（1993年）、第4号、第352～360頁に掲載されたJ.Franke、W.Koehler、E.Wittchow共著の論文「Verdampferkonzepte fuer BENSON-Dampferzeuger（ベンソンボイラの蒸発器構想）」

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

本発明の課題は、始動過程において気水分離装置及び排水装置内に流入する水量を僅かにとどめることにより、気水分離装置及び/又は排水装置の小型化を可能にし、同時に蒸発管の十分な冷却を保障する貫流ボイラの始動のための方法を提供することにある。これは、この方法を実施するために適した貫流ボイラにおいて、簡単な手段で達成されるべきである。

## 【課題を解決するための手段】

40

## 【0011】

方法に関しては、この課題は、本発明によれば、少なくとも1つのバーナの燃焼出力を気水分離装置の水位特性値に応じて調整することによって解決される。

## 【0012】

本発明は、導入される給水量が十分に多ければ、蒸発管の十分な冷却が保証されたまま維持されるという考えから出発する。従って、給水量の単純な低減による水噴出の回避は目的に適っていない。それにも拘らず、気水分離装置及び排水装置の比較的小さい寸法が達成されるべきである。なぜならば、これは、気水分離装置及び排水装置の設計時に著しい材料・製造コストの節約を意味するからである。従って、始動過程で発生する水噴出は、給水量の調整による手段とは異なる手段で制限すべきである。これは、水噴出を、より

50

長い時間帯に配分することによって達成される。そのためには、始動過程中に開始する水の蒸発の速度を緩やかにすべきである。なぜならば、水噴出は、蒸発管内で蒸発が突然に発生し、その結果として体積増加が生じることによって引き起こされるからである。水噴出のより長い時間帯への配分は、蒸発管への熱供給を適切に調整することによって達成される。これは、燃焼出力によって決められ、従って発生する蒸発を考慮して制御すべきである。発生する蒸発の時点を求めるためには、蒸発によって引き起こされる水噴出を指標として考慮するとよい。水噴出は、特に気水分離装置内への水流入の増加によって検知されるので、この検知は気水分離装置の水位特性値の測定によって行なうことができる。

【 0 0 1 3 】

水噴出の開始を検知するために、気水分離装置における水位を特徴づける種々の特性値の評価が考えられ得る。例えば、気水分離装置の入口において通過流量測定を行ない、これから間接的に水位を推定することができる。特に有利な実施態様では、格別に信頼性のある検知が気水分離装置の水位の直接測定によって達成される。気水分離装置内の水位上昇は、水噴出の開始を特に確実に示し、これは簡単な手段で測定できる。

【 0 0 1 4 】

方法に関する他の有利な実施態様においては、測定された水位特性値の変化速度が付加的に考慮される。なぜならば、特別に急速な上昇は、始まる水噴出及び水噴出の程度に関する別の指標を提供するからである。

【 0 0 1 5 】

水噴出に十分に対抗するために、蒸発管への熱供給が調整され、特に熱供給が絞られるべきである。これは、始動過程における典型的な燃焼出力の上昇段階の途中において、蒸発が発生した時点で燃焼出力の上昇を中断することによって行なわれる。それによって、蒸発プロセスが減速され、気水分離装置への水の過剰供給が防止される。水噴出の開始は、特に気水分離装置における比較的急激な水位上昇によって示されるので、気水分離装置の測定された水位特性値が或る限界値に到達すると、この低減が行なわれることができる。これは技術的に特別に簡単に実現できる回路によって可能にされる。

【 0 0 1 6 】

他の有利な実施態様においては、測定された水位特性値が限界値に到達した際に、バーナの燃焼出力を一定に保つのではなくて、それどころか低減する。これは、蒸発管への熱供給の更に強い低減、従って蒸発プロセスの更に強い減速を生じさせる。これは、水噴出の効果的な低減ならびに気水分離装置内への水流入の制限を可能にする。

【 0 0 1 7 】

その場合に勿論、他の有利な実施態様において、燃焼安定性を配慮した貫流ボイラ設計に従って、例えば最大燃焼出力（100%負荷時の燃焼出力に相当する）の2%~5%である最小の定常的始動燃焼出力をできる限り下回らないようにすべきであることが考慮される。このために、限界値到達時の燃焼出力の低下は最大燃焼出力の1%~5%であることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

蒸発開始に基づいて噴出した水が取り除かれた直後に、できるだけ迅速に、貫流ボイラを所望の運転状態に戻すことによって、格別に有効な設備運転を達成することができる。このためには燃焼出力を或る待ち時間後に再上昇させることが適切である。噴出された水が蒸発管から完全に排出されることを保証するためには、好ましくは1~3分の待ち時間を維持すべきである。

【 0 0 1 9 】

本発明の他の有利な実施態様においては、時間的になお良好に水噴出終了に合わせた燃焼出力上昇を保証するために、気水分離装置のための水位特性値が下方の限界値に到達した際に燃焼出力の再上昇が行なわれる。これは、相対的に更に効率のよい時間を節約した始動過程を可能にする。

【 0 0 2 0 】

貫流ボイラの初期状態は、ホットスタートとコールドスタートとで非常に異なる。種々

10

20

30

40

50

の構成部分の温度は、始動過程のパラメータに直接的な影響を持つ。従って、貫流ボイラのホットスタート及びコールドスタートのために異なる水位特性値の限界値が設定されるのが好ましい。気水分離装置がホットスタート及びコールドスタートのために異なる排水弁を有する場合、気水分離装置内の圧力が一般にコールドスタート用排水弁の閉鎖圧力を上回っているホットスタートの際には、上方の限界値が例えばホットスタート用排水弁の制御範囲の最高値であるとよい。これに対して気水分離装置内の圧力がコールドスタート用排水弁の閉鎖圧力を下回っているコールドスタートの際には、上方の限界値が、例えばコールドスタート用排水弁の水位制御範囲の最高値であるとよい。したがって、始動過程の相応の最適化が可能にされる。

#### 【 0 0 2 1 】

複数のバーナを有する燃焼室と、蒸発管と、この蒸発管に流動媒体路において後置接続された気水分離装置とを備えた貫流ボイラに関する課題は、燃焼出力の調整のために設けられた制御ユニットのデータ入力側が、気水分離装置の水位特性値を測定するためのセンサに接続されていることによって解決される。

#### 【 0 0 2 2 】

センサが直接的に気水分離装置の水位を測定することが好ましい。気水分離装置の水位は、燃焼出力の制御のための特に簡単に処理できる変量を提供する。

#### 【 0 0 2 3 】

本発明により得られる利点は、特に気水分離装置内における水量の測定又は観察によって、始動期間中において、即ちバーナ点火後最初の 20 分内でかつ最大燃焼出力の 15% 以下にある始動期間中において、水噴出開始の早期認識が可能であり、要求に即応した燃焼出力制御、特に燃焼出力の低減によって、水噴出を弱めることができることにある。従って、気水分離装置内に流入する水量が減少し、気水分離装置及び排水装置が全体として小型化できるので、著しい材料コスト及び製造コストの節約が達成できる。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 2 4 】

【 図 1 】 循環ポンプと気水分離装置と燃焼出力のための制御装置とを備えた貫流ボイラを例示的に示す概略図である。

【 図 2 】 貫流ボイラの始動過程を示すタイムチャートである。

#### 【 発明を実施するための形態 】

#### 【 0 0 2 5 】

本発明の実施例を図面に基づいて更に詳細に説明する。

#### 【 0 0 2 6 】

図 1 による貫流ボイラ 1 は垂直構造形態で実施されている。燃料入口 2 を通してもたらされる燃料 B の量は、制御装置 6 によって調整される制御弁 4 によって影響を及ぼされる。従って制御装置 6 は直接的にバーナ 7 の燃焼出力を制御する。燃焼プロセスによって発生させられた高温ガスが燃焼室 8 を通流して、煙道 9 に入る。煙道 9 には、例えばエコノマイザのような図示されていない構造部分をなおも後置接続することができる。

#### 【 0 0 2 7 】

流動媒体路においては、水 W が水入口 10 を通してまず蒸発管 12 に入る。この蒸発管 12 の出口側は気水分離装置 14 に連通している。蒸発していない水は、気水分離装置 14 において集められ、圧力下にあるために完全に排水弁 15 を通してこのシステムから遠ざけられるか、或いは循環路を有する蒸発器システムの場合には、排水質量流量全体が、気水分離装置から循環ポンプ 20 (後置された循環ポンプ用制御弁 21 を有する) と排水弁 15 とに相応の比率で分配される。従って、このようにして弁を通過させられた水は、廃棄することもできるし、再び水入口 10 を介してシステム内に供給することもできる。ここに示されている単一の排水弁 15 の代わりに、ホットスタート及びコールドスタートのための異なる排水弁も設けることができ、これらの弁は設計時においてホットスタート及びコールドスタートにおける貫流ボイラ 1 の異なる初期状態に合わせて調整することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 8 】

発生させられた蒸気 D は気水分離装置 1 4 から過熱管 1 6 の中に入り、そこで更に過熱され、次に蒸気出口 1 8 を通して蒸気の更なる利用に供される。

## 【 0 0 2 9 】

燃焼出力のための制御装置 6 は、始動過程時に突然に生じる蒸発による過度の水噴出が、時宜を得た調整によって、特に燃焼出力の一時的な低減によって防止されるように、設計されている。このために気水分離装置 1 4 には水位特性値の測定のための種々のセンサが装備されている。この装備に含まれるのが、データ線 3 6 を介して制御装置 6 に接続されている 1 つ又は複数の水位センサ 3 0 である。従って、気水分離装置の水位特性値は、制御装置 6 によって読み取られ、それにより気水分離装置 1 4 内の水位の突然の上昇を認識することを可能にする。この水位変化は、蒸発管側で始まった蒸発によって引き起こされた蒸発管 1 2 からの水噴出の結果である。従って、制御装置 6 は、水位センサ 3 0 を介して蒸発管 1 2 内で始まる蒸発に関する信頼性のあるデータを受信し、更なる蒸発及びそれに伴う気水分離装置への水の流入を制限すべく、バーナ制御への時宜を得た介入をするように設計されている。

10

## 【 0 0 3 0 】

貫流ボイラの始動過程の時間的経過が関連パラメータ又はデータに基づいてダイアグラムで図 2 に示されている。ここでは、シミュレーションプログラムにより求められた典型的な始動過程のプロセスデータが時間に対してプロットされている。この図において、線 L 1 は、制御装置 6 によって制御されるバーナ 7 の燃焼出力を最大燃焼出力に対するパーセント (%) で示す。線 L 2 は気水分離装置 1 4 への流入質量流量を示し、線 L 3 は排水弁 1 5 を通る水量の流出質量流量を示す。線 L 4 は水位センサ 3 0 のデータ、従って気水分離装置 1 4 の水位を示す。

20

## 【 0 0 3 1 】

範囲 I においてバーナ 7 がまず最大燃焼出力の 5 % の燃焼出力へ立ち上げられる。約 7 5 秒後に蒸発管 1 2 において蒸発が開始し、この蒸発が水噴出を起こし、これは気水分離装置への流入質量流量の急上昇によって認識可能である。約 9 0 秒後に流入質量流量が排水弁 1 5 の最大処理能力に到達し、気水分離装置 1 4 の水位が上昇する。

## 【 0 0 3 2 】

気水分離装置 1 4 内の水位に関する 1 . 2 m なる限界値に到達すると、範囲 I I において最大燃焼出力の 2 . 5 % だけ燃焼出力の低減が作動させられる。この場合に他の測定量も指標として用いることができ、例えば水位の 1 次微分、即ち水位の変化速度も指標として用いることができる。

30

## 【 0 0 3 3 】

燃焼出力の低減によって熱供給が絞られ、それにより蒸発プロセスが減速される。蒸発プロセスに基づく体積増大の速度を落とすことによって水噴出が低減され、気水分離装置 1 4 内の水位の更なる上昇を約 2 . 9 m に制限することができる。これは、気水分離装置及び排水装置の全体構造を低コストの小型にすることを可能にする。

## 【 0 0 3 4 】

約 6 0 秒の待ち時間後に燃焼出力が範囲 I I I において以前に低減された最大燃焼出力の 2 . 5 % だけ上げられる。続いて燃焼が更に高められ、かくして貫流ボイラの連続運転状態が確立される。

40

## 【 0 0 3 5 】

従って、この方法は、バーナ 7 の燃焼出力への時宜を得た介入によって気水分離装置 1 4 の最大水位を制限し、それにより過熱管 1 6 への水流入を確実に防止する。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 3 6 】

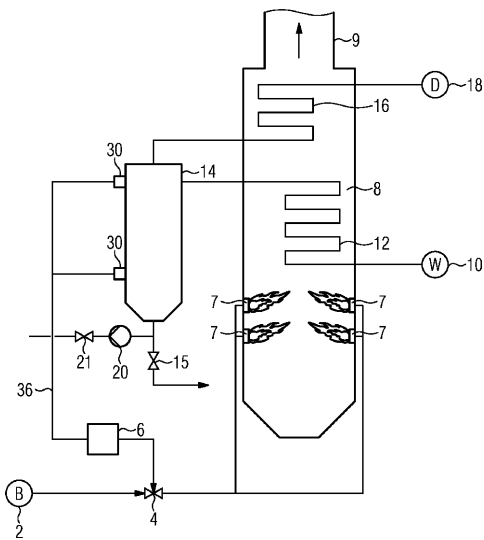
- 1 貫流ボイラ
- 2 燃料入口
- 4 制御弁

50

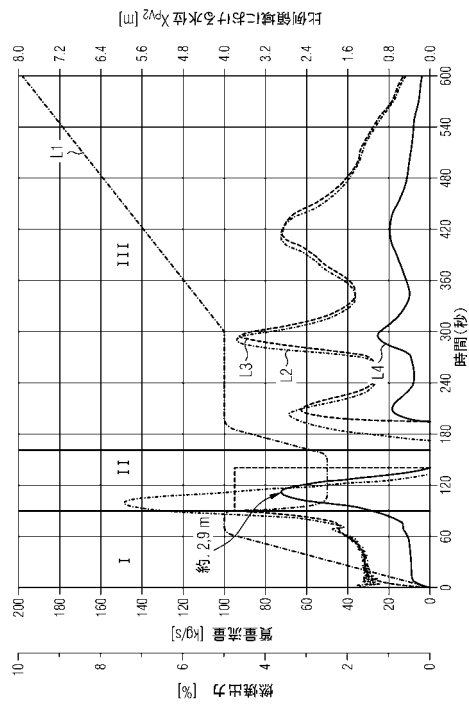
- 6 制御装置
- 7 パーナ
- 8 燃焼室
- 9 煙道
- 10 水入口
- 12 蒸発管
- 14 気水分離装置
- 15 排水弁
- 16 過熱管
- 18 蒸気出口
- 20 循環ポンプ
- 21 循環弁
- 30 水位センサ
- 36 データ線

【図1】

FIG 1



【図2】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 クラール、ルードルフ  
ドイツ連邦共和国 9 2 5 5 1 シュトゥルン、アム ライテンヴェーク 2 8
- (72)発明者 トーマス、フランク  
ドイツ連邦共和国 9 1 0 5 6 エアランゲン マイセンヴェーク 9 ベー

審査官 山本 崇昭

- (56)参考文献 特開2001-033005(JP,A)  
特開2005-188801(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F22B 35/00

F22B 35/14

F22D 5/00