

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7086523号

(P7086523)

(45)発行日 令和4年6月20日(2022.6.20)

(24)登録日 令和4年6月10日(2022.6.10)

(51)国際特許分類

F I

F 0 1 K 23/10 (2006.01)

F 0 1 K 23/10

U

請求項の数 9 外国語出願 (全13頁)

(21)出願番号	特願2017-43385(P2017-43385)	(73)特許権者	515322297
(22)出願日	平成29年3月8日(2017.3.8)		ゼネラル エレクトリック テクノロジー
(65)公開番号	特開2017-172580(P2017-172580 A)		ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング
(43)公開日	平成29年9月28日(2017.9.28)		General Electric Technology GmbH
審査請求日	令和2年3月2日(2020.3.2)		スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
(31)優先権主張番号	16161150.4		シュトラッセ 7
(32)優先日	平成28年3月18日(2016.3.18)		Brown Boveri Strasse 7, CH-5400 Baden, Switzerland
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74)代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合サイクル発電プラント、および、この複合サイクル発電プラントを動作させるための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複合サイクル発電プラントのための水／蒸気システム（1）であって、
 ガスタービンから排出された排ガス流れ（9）から熱を抽出するための排ガス流路（6）を提供する熱回収蒸気発生器（4）を備え、
 前記熱回収蒸気発生器（4）は、高圧力セクションと中圧力セクションと低圧力セクション（3）とを有し、
 前記低圧力セクション（3）は、低圧力サブセクション（10）とサブ低圧力サブセクション（11）とを含み、
 前記低圧力サブセクション（10）は、低圧力蒸気タービン（51）の主入力（54）用に低圧力主水入力（19）から入力された水および/または復水に基づいて低圧力入力レベル（p10）で低圧力蒸気を生成するために前記排ガス流路（6）に沿って配置された低圧力蒸発器（13）を含み、
 前記サブ低圧力サブセクション（11）がさらに、サブ低圧力主水入力（29）から入力された水および/または復水に基づいて前記低圧力入力レベル（p10）より低いサブ低圧力入力レベル（p11）にあるサブ低圧力蒸気を生成するためのサブ低圧力蒸発器（23）を備え、
 前記サブ低圧力サブセクション（11）は、前記サブ低圧力蒸気を過熱するためのサブ低圧力過熱器（24）を含み、
 前記サブ低圧力過熱器（24）は、前記排ガス流路（6）に沿って前記低圧力蒸発器（1

3)の下流に配置され、
前記低圧力セクション(3)はさらに、
前記サブ低圧力サブセクション(11)に水および/または復水を供給するように構成された入力ライン(16)と、
前記入力ライン(16)に接続され、前記サブ低圧力サブセクション(11)の前記サブ低圧力主水入力(29)の上流の水および/または復水を前記低圧力主水入力(19)にバイパスするように構成されたバイパスライン(18)と、
前記入力ライン(16)に接続され、前記低圧力セクション(3)で加熱された水および/または復水を再度、前記低圧力セクション(3)で加熱するように構成された再循環ライン(28)と、
を含む、ことを特徴とする水/蒸気システム(1)。

10

【請求項2】

複合サイクル発電プラントのための水/蒸気システム(1)であって、
ガスタービンから排出された排ガス流れ(9)から熱を抽出するための排ガス流路(6)を提供する熱回収蒸気発生器(4)を備え、
熱回収蒸気発生器(4)は、
前記排ガス流路(6)に沿って配置され、高圧力蒸気タービンの高圧力入力レベルで高圧力蒸気を生成するための高圧力セクションと、
前記排ガス流路(6)に沿って配置され、中間圧力蒸気タービンの中間圧力入力レベルで中圧力蒸気を生成する中圧力セクションと、
低圧力サブセクション(10)およびサブ低圧力サブセクション(11)を含む低圧力セクション(3)と、
を有し、

20

前記低圧力サブセクション(10)は、
低圧力蒸気タービン(51)の主入力(54)用に低圧力主水入力(19)から入力された水に基づいて低圧力入力レベル(p10)で低圧力蒸気を生成するために前記排ガス流路(6)に沿って配置された低圧力蒸発器(13)を含み、
前記中間圧力入力レベルは、前記高圧力入力レベルより低く、
前記低圧力入力レベル(p10)は、前記中間圧力入力レベルより低く、
前記サブ低圧力サブセクション(11)がさらに、サブ低圧力主水入力(29)から入力された水に基づいて前記低圧力入力レベル(p10)より低いサブ低圧力レベル(p11)にあるサブ低圧力蒸気を生成するためのサブ低圧力蒸発器(23)を備え、
前記低圧力サブセクション(10)は、前記低圧力蒸気を過熱するための低圧力過熱器(14)を含み、
前記サブ低圧力サブセクション(11)は、前記サブ低圧力蒸気を過熱するためのサブ低圧力過熱器(24)を含み、
前記サブ低圧力過熱器(24)は、前記排ガス流路(6)に沿って前記低圧力蒸発器(13)の下流に配置され、
前記低圧力セクション(3)はさらに、
前記サブ低圧力サブセクション(11)に水および/または復水を供給するように構成された入力ライン(16)と、
前記入力ライン(16)に接続され、前記サブ低圧力サブセクション(11)の前記サブ低圧力主水入力(29)の上流の水および/または復水を前記低圧力主水入力(19)にバイパスするように構成されたバイパスライン(18)と、
前記入力ライン(16)に接続され、前記低圧力セクション(3)で加熱された水および/または復水を再度、前記低圧力セクション(3)で加熱するように構成された再循環ライン(28)と、
を含む、ことを特徴とする水/蒸気システム(1)。

30

40

【請求項3】

前記サブ低圧力蒸発器(23)が、前記排ガス流路(6)に沿って前記低圧力蒸発器(1

50

3) の下流に配置されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の水／蒸気システム (1)。

【請求項 4】

前記低圧力蒸発器 (13) 内で蒸発させることになる水を予熱するための前記低圧力セクション (3) の第 1 の低圧力エコノマイザ (12) が、前記排ガス流路 (6) に沿って前記サブ低圧力過熱器 (24) の下流に配置され、

前記サブ低圧力蒸発器 (23) 内で蒸発させることになる水を予熱するための前記低圧力セクション (3) の第 2 の低圧力エコノマイザ (22) が、前記排ガス流路 (6) に沿って前記サブ低圧力蒸発器 (23) の下流に配置されることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の水／蒸気システム (1)。

10

【請求項 5】

前記第 1 の低圧力エコノマイザ (12) が、前記排ガス流路 (6) に沿って前記サブ低圧力蒸発器 (23) の上流に配置されることを特徴とする、請求項 4 に記載の水／蒸気システム (1)。

【請求項 6】

前記低圧力サブセクション (10) および前記サブ低圧力サブセクション (11) の両者が、それぞれ前記低圧力蒸発器 (13) および前記サブ低圧力蒸発器 (23) に接続された少なくとも 1 つの蒸気ドラム (15、25) を備え、前記少なくとも 1 つの蒸気ドラム (15、25) が前記低圧力蒸発器 (13) と前記第 1 の低圧力エコノマイザ (12) の両方に流体的に接続されることを特徴とする、請求項 4 に記載の水／蒸気システム (1)。

20

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項記載の少なくとも 1 つの水／蒸気システム (1) を特徴とする、複合サイクル発電プラント。

【請求項 8】

複合サイクル発電プラントのための水／蒸気システム (1) を動作させる方法であって、熱回収蒸気発生器 (4) の排ガス流路 (6) に沿って、ガスタービンから排出された排ガス流れ (9) から熱が抽出され、

前記熱回収蒸気発生器 (4) の高圧力セクション内で高圧力蒸気タービン用に高圧力入力レベルで高圧力蒸気が生成され、

前記熱回収蒸気発生器 (4) の中間圧力セクション内で中間圧力蒸気タービン用に中間圧力入力レベルで中間圧力蒸気が生成され、

30

前記中間圧力入力レベルは、前記高圧力入力レベルより低く、

前記熱回収蒸気発生器 (4) の低圧力サブセクション (10) 内で低圧力蒸気タービン (51) の主入力 (54) 用に 低圧力主水入力 (19) から入力された水に基づいて低圧力入力レベル (p10) で前記排ガス流路 (6) の低圧力蒸発器 (13) によって低圧力蒸気が生成され、

前記熱回収蒸気発生器 (4) のサブ低圧力サブセクション (11) 内で、さらに、サブ低圧力主水入力 (29) から入力された水に基づいて前記低圧力入力レベル (p10) より低いサブ低圧力レベル (p11) にあるサブ低圧力蒸気が前記排ガス流路 (6) のサブ低圧力蒸発器 (23) によって生成され、

40

前記熱回収蒸気発生器 (4) のサブ低圧力サブセクション (11) 内のサブ低圧力過熱器 (24) で、サブ低圧力過熱蒸気が生成され、

前記サブ低圧力過熱器 (24) は、前記排ガス流路 (6) に沿ってに沿って前記低圧力蒸発器 (13) の下流に配置され、

入力ライン (16) により前記サブ低圧力サブセクション (11) に水および/または復水を供給し、

前記入力ライン (16) に接続されたバイパスライン (18) により、前記サブ低圧力サブセクション (11) の 前記サブ低圧力主水入力 (29) の上流の水および/または復水を前記低圧力主水入力 (19) にバイパスし、

前記入力ライン (16) に接続された再循環ラインにより、前記低圧力セクション (3)

50

で加熱された水および/または復水を再度、前記低圧力セクション(3)で加熱することを特徴とする方法。

【請求項9】

前記サブ低圧力蒸気が、低圧力蒸気タービン(51)の中間ポート(55a、55b)内に注入されることを特徴とする、請求項8に記載の水／蒸気システム(1)を動作させる方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、火力発電プラントに関する。詳細には、本発明は、複合サイクル発電プラントのための請求項1のプリアンブルによる水／蒸気システムを参照する。本発明はさらに、このような水／蒸気システムを動作させるための請求項13のプリアンブルによる方法を参照する。

【背景技術】

【0002】

複合サイクル発電プラント(CCP)では、一般に、天然ガスのような燃料が発電機を駆動するガスタービン内で燃焼される。ガスタービンからの排ガスは、蒸気タービン(ST)を駆動してさらに発電機を駆動するための蒸気を生成するために用いられる。蒸気タービンは、蒸気タービンに入る前の蒸気を生成し、蒸気タービンから排出された蒸気をサイクルに再び入れるために復水になるまで冷却するための水／蒸気サイクルを必要とする。従来技術によるCCPは、ガスタービンの排ガスの煙道温度を一般的におよそ80℃から85℃に導く水／蒸気サイクルを含み、この温度は水／蒸気サイクルにおいて排ガスからの熱を使用して復水を加熱しそこから蒸気を生成した後最終的に煙道または煙突に入るガスタービンからの排ガスの温度である。

【0003】

蒸気を生成するために、従来技術のCCPは、貫流式またはドラム式として設計され得る通常3個の蒸発器を有する熱回収蒸気発生器(HRSG)を含む。HRSGの低温端において、復水は、加熱するために一般的に低温(LT)エコノマイザと呼ばれる第1のエコノマイザに入る。復水の温度は排ガスにおけるそれぞれの圧力の水／酸露点の温度より低くなり得るので、水／酸が凝縮するのを防ぎ、したがって排ガスからの水／酸の凝縮によってエコノマイザが腐食する可能性を回避するために、エコノマイザの再循環が行われる。LTエコノマイザによって加熱される復水の流れは、一般的に高圧力(HP)蒸発器、中圧力(IP)蒸発器、および低圧力(LP)蒸発器に分類されるHRSGの3個の蒸発器を通る流れの合計に限定されるので制限される。

【0004】

CCPの全効率を増大させる目的の従来技術において排ガスからの抽熱を増大させるための一般的な慣行は、追加の給水ベースの「熱需要家(heat consumer)」を結合することである。従来技術におけるこのような給水熱ベースの「熱需要家」の一例は、いわゆるフラッシング蒸気システムである。従来技術のフラッシング蒸気システムにおいて、LPエコノマイザからの水は蒸気を生成するために容器に流入する。残りの復水はHRSGに再循環する。生成された飽和蒸気はその後LPSTのそれぞれの注入ポートに注入される。

【0005】

例えばWO2013/139884A2は、ガスタービンプラント、ガスタービンプラントの高温廃ガスによって加熱された熱回収蒸気発生器、生成された蒸気によって駆動される蒸気タービンプラント、および、ストレージに供給するための酸化炭素を放棄しながら再生セクションにおいて昇温状態で引き続き再生される吸収流体によって廃ガス中の酸化炭素を吸収できる、熱回収蒸気発生器の下流に配置された廃ガス浄化プラント、を含む複合サイクル発電プラントに関し、再生セクションは再生のための必要な昇温を維持するための加熱器を有し、加熱器は熱回収蒸気発生器または蒸気タービンプラントからの蒸気で

動作し、蒸気は凝縮してその結果高温復水が低圧力でフラッシュボイラに供給され得て直ちに少なくとも部分的に蒸発し、この蒸気が蒸気圧力にしたがって蒸気タービンプラントの適切なステージに供給され得る。

【0006】

EP2937528A1では、CCPPは、ガスタービン、HRSG、蒸気タービン、フラッシュタンク、ならびに、第1および第2の供給ラインを備える。ガスタービン、HRSG、および蒸気タービンは、電力を生成するために相互に連結される。ガスタービンは、ガスタービンでの燃焼促進を可能にするためにガスタービンに供給される空気を予熱する空気予熱システムを備えてよい。フラッシュタンクは、HRSGの低温端からの温廃水を取り出すためにHRSGの低温端に流体接続される。さらに、第1の供給ラインは、フラッシュ蒸気を蒸気タービンに供給するためにフラッシュタンクと蒸気タービンを相互に連結するように構成される。さらに、第2の供給ラインは、フラッシュタンクと空気予熱システムとを相互に連結し、フラッシュ温復水を空気予熱システムに供給するように構成される。

【0007】

従来技術のフラッシング蒸気システムは、必要なエコノマイザのサイズが大きくなるという問題がある比較的高い再循環流を必要とする欠点がある。さらに、公知のシステムは、水再循環ポンプのための比較的高い補助電力要求があるという欠点がある。比較的高い補助電力要求は、CCPPの全効率の望ましい増大を損なう。

【0008】

現状技術の上記の欠点を考慮して、本発明の課題は、エコノマイザのサイズおよび水再循環ポンプの電力消費に関する上述の欠点を少なくとも部分的に避けつつCCPPの全効率を増大させることができるCCPPのための水／蒸気システムを提供することにある。本発明の別の課題は、CCPPのための水／蒸気システムを動作させるための方法を提供することにある。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

これらのおよび他の課題は、請求項1の水／蒸気システム、請求項12の複合サイクル発電プラント、および、請求項13の動作方法によって解決される。

【0010】

複合サイクル発電プラントのための本発明の水／蒸気システムは、ガスタービンから排出された排ガス流れから熱を抽出するための排ガス流路を提供する熱回収蒸気発生器を含む。熱回収蒸気発生器は、低圧力蒸気タービンの主蒸気入力用に低圧力入力レベルで低圧力蒸気を生成するために排ガス流路に沿って配置された低圧力蒸発器を含む低圧力セクションを有する。低圧力セクションは、さらに、低圧力レベルより低いサブ低圧力レベルにあるサブ低圧力蒸気を生成するためのサブ低圧力蒸発器を備える。

【0011】

本発明の複合サイクル発電プラントは、本発明の水／蒸気システムを含む。

【0012】

複合サイクル発電プラントのための本発明の水／蒸気システムを動作させる方法において、熱回収蒸気発生器の排ガス流路に沿って、ガスタービンから排出された排ガス流れから熱が抽出される。熱回収蒸気発生器の低圧力セクション内では、低圧力蒸気タービンの主蒸気入力のための低圧力入力レベルにおいて排ガス流路の低圧力蒸発器によって低圧力蒸気が生成される。低圧力セクション内では、さらに、低圧力レベルより低いサブ低圧力レベルにあるサブ低圧力蒸気が排ガス流路のサブ低圧力蒸発器によって生成される。

【0013】

これらの発明の解決手段は、低い温度レベルにおいて従来技術の熱回収蒸気発生器よりも多くの熱を排ガス流れから抽出することができるという利点がある。本発明の熱回収蒸気発生器は、熱を抽出するために排ガス流路に配置された追加のサブ低圧力蒸発器を使用す

10

20

30

40

50

る。追加のサブ圧力レベルは、従来技術の熱回収蒸気発生器の低圧力蒸気セクションよりも低い動作圧力を有する。これによりH R S Gの低温端で利用可能な熱のいかなるオーバーヘッドも蒸気を生成するために用い得る。このオーバーヘッドは、H R S Gの従来の低圧力エコノマイザによって抽出された低圧力において給水を加熱する要求が排ガス流れにおいて利用可能な低温熱の量よりも小さいことに起因する。

【0014】

これに加えて、本発明の解決手段は、従来技術に対して低圧力蒸気タービンで使用するためにサブ低圧レベルで過熱蒸気が生成され得るという利点がある。これに対して、従来技術のフラッシング蒸気システムは、飽和蒸気を供給することのみが可能であった。さらに、このような従来技術のフラッシング蒸気システムは、H R S Gの外部に配置されていたが、本発明は、サブ低圧蒸気生成器および／またはサブ低圧過熱器のようなサブ低圧蒸気を生成する設備をH R S G内に統合することができる。

10

【0015】

本発明の水／蒸気システムによれば、C C P Pの全性能を向上させることができる。性能は、H R S G内で利用可能な熱の量および使用する低圧力蒸気タービンの種類によって変化する。一般的にC C P P全体において0.13%pts.から0.17%pts.の効率の増大が見られる。本発明の水／蒸気システムは既存の蒸気タービンとともに用いられ得るので、タービンを再設計する必要がなく、妥当な費用で効率の向上を実現することができる。

【0016】

完全を期すために、熱回収蒸気発生器は一般的に、高圧力蒸気タービンおよび中圧力蒸気タービンのために高圧力レベルおよび中圧力レベルで蒸気をそれぞれ供給する高圧力セクションおよび／または中圧力セクションも含むことに留意されたい。最上位の中間圧力レベルは低圧力レベルより高い。これらの圧力レベルにおける蒸気は、高／中圧力蒸気タービンを駆動するために用いられる。

20

【0017】

本発明の解決手段は、必要に応じて以下の本発明のさらなる実施形態と組み合わせることができる。これらのさらなる実施形態は、必要に応じて相互に独立して組み合わせることができる。

【0018】

本発明の第1のさらなる実施形態によれば、サブ低圧力蒸発器は、排ガス流路に沿って低圧力蒸発器の下流に配置される。その結果、熱は低圧力蒸発器の排ガス流れよりも低い温度の排ガス流れから抽出され得る。

30

【0019】

本発明の別の実施形態によれば、サブ低圧力蒸発器内で蒸発させることになる水を予熱するための低圧力セクションの第2の低圧力エコノマイザが、排ガス流路に沿ってサブ低圧力蒸発器の下流に配置される。その結果、排ガス流れがH R S Gの低温端から出る前の最後の段階において、熱はサブ低圧力蒸発器の排ガス流れよりさらに低い温度レベルにおいて排ガス流れから抽出され得る。

【0020】

本発明のさらなる実施形態によれば、低圧力セクションは、低圧力蒸気を過熱するための低圧力過熱器と、サブ低圧力蒸気を過熱するためのサブ低圧力過熱器と、を備える。低圧力過熱器は一般的に、過熱した蒸気を蒸気タービンのそれぞれの主入力温度レベルで低圧力タービンの主蒸気入力内に導くために、低圧力蒸発器内で生成された蒸気を過熱するために使用される。サブ低圧力過熱器によって、サブ低圧力蒸気は実質的にその主入力温度レベルに至るまで過熱され得る。

40

【0021】

本発明の別の実施形態によれば、低圧力蒸発器内で蒸発させることになる水を予熱するための低圧力セクションの第1の低圧力エコノマイザが、排ガス流路に沿ってサブ低圧力過熱器の下流に配置される。このように、サブ低圧力過熱器は、排ガス流路に沿って低圧力

50

蒸発器と第1の低圧力エコノマイザとの間に配置される。その結果、サブ低圧力過熱器と第1の低圧力エコノマイザとの間の温度レベルで利用可能な排ガス流れ内の熱が抽出され得る。

【0022】

本発明の別の実施形態によれば、第1の低圧力エコノマイザが、排ガス流路に沿ってサブ低圧力蒸発器の上流に配置される。言い換えれば、サブ低圧力蒸発器は、流路に沿って第1の低圧力エコノマイザと第2の低圧力エコノマイザとの間に配置される。この配置によって、第1の低圧力エコノマイザの後でさえ排ガス流れから大量の熱を抽出することが可能となる。一般的にサブ低圧力蒸発器の熱需要および／または温度レベルは第1の低圧力エコノマイザのそれよりも低いので、総抽出量はエクセルギー的に最適化され得る。

10

【0023】

本発明の別の実施形態によれば、低圧力蒸発器およびサブ低圧力蒸発器はそれぞれ、低圧力セクションの低圧力サブセクションおよびサブ低圧力サブセクションの一部である。言い換えれば、低圧力セクションは、2個のサブセクションに分割され得る。これらの2個のサブセクションはそれぞれ、低圧力およびサブ低圧力で動作する。

【0024】

本発明の別の実施形態によれば、低圧力サブセクションおよびサブ低圧力サブセクションの両者は、それぞれ低圧力蒸発器およびサブ低圧力蒸発器に接続された少なくとも1つの蒸気ドラムを備える。各サブセクションが蒸気ドラムを備えることによって、サブセクション内の水および蒸気の流れを互いにある程度独立して制御し得る。サブ低圧力サブセクションは、高圧力セクション、中圧力セクション、および低圧力サブセクションのようなHRSGの高圧力レベルセクションを通る給水の流れとは無関係に動作し得る。

20

【0025】

本発明の別の実施形態によれば、サブ低圧力サブセクションのサブ低圧力出口が、低圧力蒸気タービンの中間入口に接続され得る。中間入口は少なくとも1つの蒸気注入ポートとして設計され得る。したがって、サブ低圧力蒸気は、タービンの主入力における圧力レベルよりも低い圧力レベルで低圧力蒸気タービン内に導かれ得る。HRSG内にはサブ低圧力過熱器があるので、本発明によって生成された蒸気は、主蒸気入力における低圧力蒸気の温度値に相当する温度値となり得る。これにより、蒸気タービン内の液滴腐食のリスクを減らすことができ、従来技術のフラッシング蒸気システムよりも高い注入蒸気フロー値を使用することが可能となる。

30

【0026】

好ましくは、低圧力蒸気タービンの抽気ポートは、中間入口として使用される。この構成には、本発明の水／蒸気システムにおいて公知の設計の低圧力蒸気タービンを用い得るという利点がある。公知の設計によれば、低圧力蒸気タービンは、第1の抽気ポートと、少なくとも1つの中間抽気ポートと、最終抽気ポートと、を含む。第1の抽気ポート、少なくとも1つの中間抽気ポート、および最終抽気ポートは、低圧力蒸気タービンの異なる圧力レベルで配置される。圧力は第1の抽気ポートから最終抽気ポートに向けて減少する。

【0027】

好ましくは、少なくとも1つの中間抽気ポートは、蒸気注入のために用いられる。少なくとも1つの中間抽気ポートの圧力レベルは通常、サブ低圧力サブセクションの圧力レベルに相当する一方、最終抽気ポートは、所望の性能向上を得るためには低すぎる圧力レベルに配置される。それにもかかわらず、異なる抽気ポートの使用は、本発明のHRSGの抽熱計画の所望の統合次第である。蒸気注入のための抽気ポートの使用は、個々のCCPPの具体的な構成にしたがって水／蒸気システムをカスタマイズする際に高い柔軟性を与える。

40

【0028】

本発明は、添付の図面を参照しながら本発明の可能な実施形態によってより具体的に説明される。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 2 9 】

【図 1】本発明の実施形態の複合サイクル発電プラントの水／蒸気システムの簡略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 0 】

図 1 に示すように、本発明の実施形態による水／蒸気システム 1 は、熱回収蒸気発生器（H R S G）4 の高および／または中圧力セクション 2 と、蒸気タービンセクション 5 と、を含む。H R S G 4 は、排ガス流路 6 を提供する。排ガス流路 6 は、H R S G 4 の高温端 7 から低温端 8 まで伸びる。排ガス入口流れ 9 i は、H R S G 4 の高温端 7 に入る。排ガス出口流れ 9 o は、H R S G 4 の低温端 8 から出る。

10

【 0 0 3 1 】

H R S G 4 の高温端 7 に入った後、排ガス流れ 9 は、高／中圧力セクション 2 を通り、排ガス流路 6 に沿ってガイドされる。高／中圧力セクション 2 は、高および／または中圧力蒸気タービン（図示せず）のための蒸気を生成するために H R S G で知られているそれぞれの高および／または中圧力レベルで動作する高および／または中圧力エコノマイザ、蒸発器、および／または過熱器を備える。

【 0 0 3 2 】

高／中圧力セクション 2 から出る際に、排ガス流れ 9 は、低圧力セクション 3 を通り、排ガス流路 6 に沿ってガイドされる。低圧力セクション 3 は、低圧力サブセクション 1 0 およびサブ低圧力サブセクション 1 1 を含む。低圧力サブセクション 1 0 は、排ガス流路 6 に沿ってサブ低圧力サブセクション 1 1 の上流に配置されるが、低圧力サブセクション 1 0 およびサブ低圧力サブセクション 1 1 の以下の詳細な説明から明らかになるように、低圧力サブセクション 1 0 およびサブ低圧力サブセクション 1 1 は交互配置されてもよい。

20

【 0 0 3 3 】

低圧力サブセクション 1 0 は、第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2、低圧力蒸発器 1 3、および、低圧力過熱器 1 4 を備える。第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2 は、排ガス流路 6 に沿って低圧力蒸発器 1 3 の下流に配置され、低圧力蒸発器 1 3 はさらに、排ガス流路 6 に沿って低圧力過熱器 1 4 の下流に配置される。さらに、低圧力サブセクション 1 0 は、排ガス流路 6 においてサブ低圧力サブセクション 1 1 の下流に配置された第 2 の低圧力エコノマイザ 2 2 を含む。第 2 の低圧力エコノマイザ 2 2 をサブ低圧力サブセクション 1 1 の下流に配置することによって、低圧力サブセクション 1 0 およびサブ低圧力サブセクション 1 1 は、交互配置されているとみなされ得る。

30

【 0 0 3 4 】

さらに、低圧力蒸気ドラム 1 5 が低圧力サブセクション 1 0 に備えられる。低圧力蒸気ドラム 1 5 は、その水側 1 5 a がそれぞれの低圧力水ライン 1 6 を介して第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2 および低圧力蒸発器 1 3 に接続される。低圧力蒸気ドラム 1 5 の蒸気側 1 5 b は、それぞれ低圧力蒸気ライン 1 7 を介して低圧力蒸発器 1 3 および低圧力過熱器 1 4 に接続される。

【 0 0 3 5 】

水側 1 5 a において、低圧力水ライン 1 6 およびバイパスライン 1 8 の両者は、低圧力サブセクション 1 0 の低圧力主水入力 1 9 内、特に低圧力サブセクション 1 0 の低圧力蒸気ドラム 1 5 内に引き入れられる。バイパスライン 1 8 を介して、第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2 および第 2 の低圧力エコノマイザ 2 2 の両方がバイパスされ得る。蒸気側 1 5 b において、低圧力サブセクション 1 0 の低圧力過熱器蒸気出力 2 0、特に低圧力サブセクション 1 0 の低圧力過熱器 1 4 は、蒸気を低圧力レベル p_{10} で蒸気タービンセクション 5 に供給するために蒸気タービンセクション 5 に接続される。さらに、給水は、第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2 の入力に接続された第 1 の低圧力エコノマイザ水入力ライン 2 1 を介して直接第 1 の低圧力エコノマイザ 1 2 に入れることができる。

40

【 0 0 3 6 】

サブ低圧力サブセクション 1 1 は、サブ低圧力蒸発器 2 3、および、サブ低圧力過熱器 2

50

4を含む。第2の低圧力エコノマイザ22内で予熱された水は、高／中圧力セクション2内においても同様にサブ低圧力サブセクション11内で用いられ得る。したがって、第2の低圧力エコノマイザ22は、低圧力サブセクション10およびサブ低圧力サブセクション11の両者の一部であるとみなされ得る。別の観点から、第1の低圧力エコノマイザ12および第2の低圧力エコノマイザ22は、本発明によるサブ低圧力蒸発器23によって分離される単一のエコノマイザとみなされ得る。それゆえ、これは低圧力サブセクション10およびサブ低圧力サブセクション11がどのように交互配置されるかを示す別の例となる。

【0037】

第2の低圧力エコノマイザ22は、排ガス流路6に沿ってサブ低圧力蒸発器23の下流に配置され、サブ低圧力蒸発器23はさらに、排ガス流路6に沿って第1の低圧力エコノマイザ12およびサブ低圧力過熱器24の下流に配置される。それゆえ、第1の低圧力エコノマイザ12が排ガス流路6に沿ってサブ低圧力過熱器24とサブ低圧力蒸発器23との間に配置されるという点で、低圧力サブセクション10およびサブ低圧力サブセクション11はやはり交互配置される。

【0038】

さらに、サブ低圧力蒸気ドラム25が配置される。サブ低圧力蒸気ドラム25は、その水側25aがそれぞれのサブ低圧力水ライン26を介して第2の低圧力エコノマイザ22およびサブ低圧力蒸発器23に接続される。サブ低圧力蒸気ドラム25の蒸気側25bは、それぞれサブ低圧力蒸気ライン27を介してサブ低圧力蒸発器23およびサブ低圧力過熱器24に接続される。

【0039】

水側25aにおいて、再循環ライン28は、水／復水を低圧力水ライン16および第1の低圧力エコノマイザ水入力ライン21から再循環することを可能とする。低圧力水ライン16は、第1の低圧力エコノマイザ入力ライン21内の水よりも高い温度レベルで第1の低圧力エコノマイザ12から低圧力蒸気ドラム15へ水を運ぶので熱源ラインとみなされ得る。したがって、第1の低圧力エコノマイザ入力ライン21は、冷源ラインとみなされ得る。

【0040】

さらに、低圧力セクション3は、サブ低圧力サブセクション11のサブ低圧力主水入力29、特にサブ低圧力サブセクション11のサブ低圧力蒸気ドラム25を含む。蒸気側25bにおいて、サブ低圧力サブセクション11のサブ低圧力蒸気過熱器出力30、特にサブ低圧力サブセクション11のサブ低圧力過熱器24は、蒸気をサブ低圧力レベル p_{11} で蒸気タービンセクション5に供給するために蒸気タービンセクション5に接続される。さらに、給水は、第2の低圧力エコノマイザ22の入力に接続された水／復水入力ライン31を介して直接第2の低圧力エコノマイザ22に入れることができる。

【0041】

水／復水入力ライン31を介して、水／復水は、冷水塔のような冷却設備などである水／復水源32からHRSG4の全体へ供給され得る。水／復水源32は、低圧力セクション3の水／復水入力33を介してHRSG4の低圧力セクション3の全体に接続される。水／復水入力33は、サブ低圧力バイパスライン18および第2の低圧力エコノマイザ水入力ライン31に分離される。

【0042】

蒸気タービンセクション5は、高／中圧力蒸気タービン50a、50bと、低圧力蒸気タービン51と、を含み、これらは全て発電機（図示せず）に機械的に接続されたシャフト52に配置されている。知られている方法で、高圧力蒸気タービン50aは、高／中圧力セクション2から蒸気を供給される。高圧力蒸気タービン50aからの排気は、中圧力蒸気タービン50bで用いられる（より具体的には、排気は通常HRSGへ流れて再加熱され、入ってくる中圧力蒸気と合流し、そして中圧力蒸気タービンへ流れる）。

【0043】

H R S G 4 の低圧力過熱器蒸気出力 2 0、および、中圧力蒸気タービン 5 0 b の排気出力に接続された排気ライン 5 3 の両者は、低圧力蒸気タービン 5 1 の主入力 5 4 に導かれる。H R S G 4 のサブ低圧力過熱器蒸気出力 3 0 は、低圧力蒸気タービン 5 1 の中間ポート 5 5 a、5 5 b、具体的には低圧力蒸気タービン 5 1 の第 1 の中間ポート 5 5 a および第 2 の中間ポート 5 5 b に接続される。

【 0 0 4 4 】

低圧力蒸気タービン 5 1 は通常、複流蒸気タービンであり、相互に鏡対称に配置された第 1 の流路 5 1 a と第 2 の流路 5 1 b（左および右の流路）を通常含む。流路 5 1 a、5 1 b はそれぞれ、低圧力蒸気タービン 5 1 の異なる圧力レベルに関連する例えば 3 個の中間ポートを含み得る。これらの低圧力レベルはまた、低圧力レベル範囲およびサブ低圧力レベル範囲において高圧力レベル、中圧力レベル、低圧力レベルを含む。第 1 の中間ポート 5 5 a および第 2 の中間ポート 5 5 b は、低圧力蒸気タービン 5 1 の高圧力レベルおよび中圧力レベルに関連する。代替として、第 1 の中間ポート 5 5 a および第 2 の中間ポート 5 5 b は、低圧力タービンの同じ圧力レベル、例えば低圧力範囲の中間圧力レベルに関連し得る。低圧力蒸気タービン 5 1 の抽気ポートは、中間ポート 5 5 a、5 5 b として用いられ得る。したがって、サブ低圧蒸気は、低圧力蒸気タービン 5 1 を駆動するために、異なるサブ低圧力レベル p_{11} で用いられ得る。

【 0 0 4 5 】

運転中に低圧力の水／復水は、それぞれの状態に応じて約 2 0 °C から 5 0 °C の間の温度で水／復水源 3 2 から水入力 3 3 を通って熱回収蒸気発生器 4 に入る。サブ低圧力蒸気ドラム 2 5 内において、温度は約 1 1 5 °C を上回り得る。低圧力レベル p_{10} および低圧力過熱器蒸気出力 2 0 は一般に 4 バールから 8 バールの範囲で変動する。この範囲に基づいて、サブ低圧力過熱器出力 3 0 内のサブ低圧力レベル p_{11} は、4 バールより低く減圧される。

【 0 0 4 6 】

例えば、このようなサブ低圧力レベル p_{11} は、0 . 8 バールから 1 バールの間の範囲内となり得る。サブ低圧力レベル p_{11} が 0 . 9 バールの際に、それぞれの蒸気は、1 5 K で過熱される。サブ低圧力過熱器蒸気出力 3 0 を通る蒸気のマスフローは、低圧力蒸気タービン 5 1 の主入力 5 4 を通って流れる蒸気のマスフローの最大約 4 % に至る。

【 0 0 4 7 】

サブ低圧力サブセクション 1 1 は、C C P P の周りの雰囲気温度が異常に低い、および／または、C C P P の負荷が非常に低い、すなわち C C P P に賄うよう要求される電力消費量が C C P P の全負荷において供給するように設計されている電力と比べて非常に低い期間は少なくとも部分的に停止され得る。このようにして、H R S G 4 において利用可能な熱は、低圧力サブセクション 1 0 および高／中圧力セクション 2 に供給された水／復水が十分に予熱され得るように、エコノマイザ 1 2、2 2 に移され得る。

【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

- 1 水／蒸気システム
- 2 高／中圧力セクション
- 3 低圧力セクション
- 4 熱回収蒸気発生器（H R S G）
- 5 蒸気タービンセクション
- 6 排ガス流路
- 7 H R S G の高温端
- 8 H R S G の低温端
- 9 排ガス流れ
- 9 i 排ガス入口流れ
- 9 o 排ガス出口流れ
- 1 0 低圧力サブセクション
- 1 1 サブ低圧力サブセクション

1 2	第 1 の低圧力エコノマイザ	
1 3	低圧力蒸発器	
1 4	低圧力過熱器	
1 5	低圧力蒸気ドラム	
1 5 a	低圧力蒸気ドラムの水側	
1 5 b	低圧力蒸気ドラムの蒸気側	
1 6	低圧力水ライン／低圧力蒸気ドラム水入力ライン	
1 7	低圧力蒸気ライン	
1 8	バイパスライン	
1 9	低圧力蒸気ドラムの低圧力主水入力	10
2 0	低圧力過熱器蒸気出力	
2 1	第 1 の低圧力エコノマイザ水入力ライン	
2 2	第 2 の低圧力エコノマイザ	
2 3	サブ低圧力蒸発器	
2 4	サブ低圧力過熱器	
2 5	サブ低圧力蒸気ドラム	
2 5 a	サブ低圧力蒸気ドラムの水側	
2 5 b	サブ低圧力蒸気ドラムの蒸気側	
2 6	サブ低圧力水ライン	
2 7	サブ低圧力蒸気ライン	20
2 8	再循環ライン	
2 9	サブ低圧力主水入力	
3 0	サブ低圧力過熱器蒸気出力	
3 1	第 2 の低圧力エコノマイザ水入力ライン	
3 2	水／復水源	
3 3	水／復水入力	
5 0 a	高圧力蒸気タービン	
5 0 b	中圧力蒸気タービン	
5 1	低圧力蒸気タービン	
5 1 a	第 1 の流路	30
5 1 b	第 2 の流路	
5 2	シャフト	
5 3	排気ライン	
5 4	低圧力蒸気タービンの主入力	
5 5 a	第 1 の中間ポート	
5 5 b	第 2 の中間ポート	
p 10	低圧力レベル	
p 11	サブ低圧力レベル	

【図面】
【図 1】

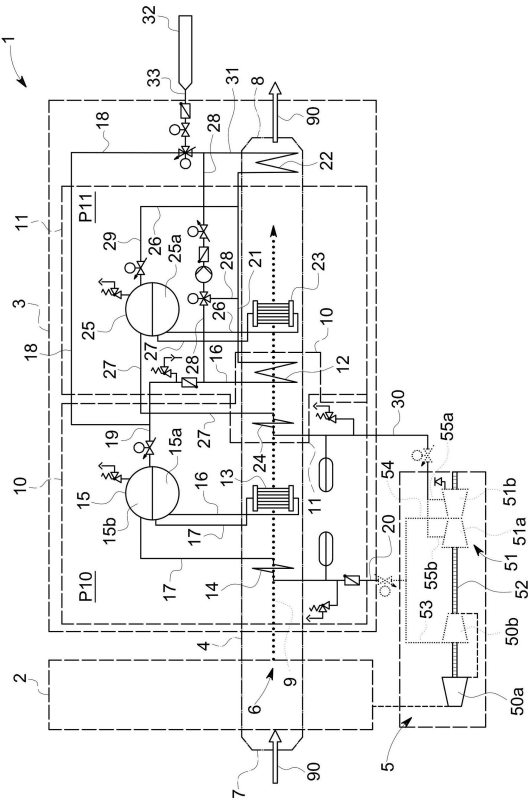


FIG. 1

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100113974
弁理士 田中 拓人
(72)発明者 マリア・コウジカルネイロ
スイス、5400、バーデン、ブラウン・ボベリ・シュトラッセ、7番
(72)発明者 ヨルグ・デイツマン
スイス、5400、バーデン、ブラウン・ボベリ・シュトラッセ、7番
審査官 谿花 正由輝
(56)参考文献 米国特許出願公開第2014／0096535 (US, A1)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F01K 23／10