

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7465650号
(P7465650)

(45)発行日 令和6年4月11日(2024.4.11)

(24)登録日 令和6年4月3日(2024.4.3)

(51)国際特許分類		F I	
F 2 2 B	1/18 (2006.01)	F 2 2 B	1/18 E
F 2 2 D	1/02 (2006.01)	F 2 2 D	1/02
F 2 2 B	3/04 (2006.01)	F 2 2 B	3/04
F 2 2 G	1/00 (2006.01)	F 2 2 G	1/00
F 0 1 K	21/00 (2006.01)	F 0 1 K	21/00 A
請求項の数 27 (全38頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2019-214824(P2019-214824)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和1年11月28日(2019.11.28)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2021-85608(P2021-85608A)		東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
(43)公開日	令和3年6月3日(2021.6.3)	(74)代理人	110000785
審査請求日	令和4年11月11日(2022.11.11)		S S I P 弁理士法人
		(72)発明者	上地 英之
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	大谷 雄一
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	梶谷 史人
			東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号
			三菱重工業株式会社内
		(72)発明者	吉井 大智
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 蒸気発生装置及び排熱回収プラント

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱媒体が流れる熱媒体流路と、
前記熱媒体流路に設けられた第 1 節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 1 節炭器の上流側に設けられた第 2 節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 2 節炭器の上流側に設けられた第 1 蒸発器と、
前記第 1 節炭器で加熱された水を前記第 2 節炭器に供給するように構成された第 1 給水ラインと、
前記第 1 給水ラインから分岐して設けられ、前記第 1 節炭器で加熱された水を熱利用設備に供給するように構成された第 2 給水ラインと、
を備え、
前記熱媒体流路には、前記第 1 蒸発器を含む複数の蒸発器が設けられ、
前記第 1 蒸発器は、前記複数の蒸発器のうち前記熱媒体流路の流れ方向において最も下流側に位置する蒸発器である、蒸気発生装置。

【請求項 2】

前記熱利用設備は、フラッシュ蒸気を発生させるための第 1 フラッシュタンクである、請求項 1 に記載の蒸気発生装置。

【請求項 3】

前記第 2 節炭器で加熱された水を前記第 1 フラッシュタンクに供給するための第 3 給水ラインと、前記第 1 節炭器に水を供給するための給水ラインから分岐して設けられ、前記第 1 フラッシュタンクに水を供給するように構成された第 4 給水ラインと、の少なくとも一方を更に備える、請求項 2 に記載の蒸気発生装置。

【請求項 4】

前記第 1 フラッシュタンクで発生させた蒸気を、該蒸気を利用する設備に供給するための第 1 蒸気ラインと、

前記第 1 蒸気ラインに設けられ、前記第 1 フラッシュタンクで発生した蒸気を過熱するための過熱器と、

を更に備える、請求項 2 又は 3 に記載の蒸気発生装置。

10

【請求項 5】

前記蒸気発生装置は、前記第 1 フラッシュタンクを含む複数のフラッシュタンクを備え、前記複数のフラッシュタンクの圧力は、互いに異なる圧力に設定された、請求項 2 乃至 4 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 6】

前記複数のフラッシュタンクを直列に接続し、前記フラッシュタンクの各々から排出されたドレン水が流れるドレン水ラインと、

前記第 1 節炭器又は前記第 2 節炭器で加熱された水を前記ドレン水ラインに供給するための第 5 給水ラインと、

を更に備え、

20

前記第 5 給水ラインの水の温度は、前記複数のフラッシュタンクのうち前記ドレン水ラインの流れ方向において前記ドレン水ラインと前記第 5 給水ラインとが接続する位置よりも上流側に位置するフラッシュタンクの圧力に応じた飽和温度よりも低く、前記複数のフラッシュタンクのうち前記ドレン水ラインの流れ方向において前記ドレン水ラインと前記第 5 給水ラインとが接続する位置よりも下流側に位置するフラッシュタンクの圧力に応じた飽和温度よりも高い、請求項 5 に記載の蒸気発生装置。

【請求項 7】

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸発器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器のうち少なくとも 1 つの節炭器の出口から出た水の一部を熱源として利用するように構成された、請求項 2 乃至 6 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

30

【請求項 8】

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸発器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器のうち少なくとも 1 つの節炭器の入口に接続する給水ラインを流れる水の一部を冷却媒体として利用し、排熱を回収するように構成された、請求項 2 乃至 7 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 9】

熱媒体が流れる熱媒体流路と、

前記熱媒体流路に設けられた節炭器と、

40

前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記節炭器の上流側に設けられた第 1 蒸発器と、

フラッシュ蒸気を発生させるための第 1 フラッシュタンクと、

前記節炭器で加熱された水を前記第 1 蒸発器に供給するように構成された第 1 給水ラインと、

前記第 1 給水ラインから分岐して設けられ、前記節炭器で加熱された水を前記第 1 フラッシュタンクに供給するように構成された第 2 給水ラインと、

前記第 2 給水ラインに設けられ、前記第 1 フラッシュタンクで発生した蒸気を前記第 2 給水ラインを流れる水により過熱する過熱器と、

を備え、

50

前記節炭器で加熱された水をフラッシュさせて発生した前記蒸気を、フラッシュさせる前の前記節炭器で加熱された水で過熱する、蒸気発生装置。

【請求項 10】

前記蒸気発生装置は、前記第2給水ラインに設けられた弁の開度を調整することにより、前記第1フラッシュタンクに供給される給水の流量が調整される、請求項2乃至9の何れか1項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 11】

前記蒸気発生装置は、前記第1フラッシュタンクのドレン水が流れるラインに設けられた弁の開度、または、前記第1フラッシュタンクのドレン水が流れるラインに設けられたポンプの流量の内、少なくとも一方を調整することにより、前記第1フラッシュタンクの液位を調整する、請求項2乃至10の何れか1項に記載の蒸気発生装置。

10

【請求項 12】

前記熱利用設備は、被加熱媒体を前記第1節炭器で加熱された水と熱交換させ、または、被加熱媒体を前記第1節炭器で加熱された水と混合させて、前記被加熱媒体を加熱する、請求項1に記載の蒸気発生装置。

【請求項 13】

前記被加熱媒体は、100 以下である、請求項12に記載の蒸気発生装置。

【請求項 14】

前記熱利用設備は、被冷却媒体を前記第1節炭器で加熱された水と熱交換させ、前記被冷却媒体を冷却すると共に、前記第1節炭器で加熱された水を更に加熱する請求項1に記載の蒸気発生装置。

20

【請求項 15】

前記熱利用設備は、前記第1節炭器で加熱された水が100 よりも高い温度となるまで加熱する、請求項14に記載の蒸気発生装置。

【請求項 16】

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第1蒸発器よりも下流側に、前記第1節炭器と前記第2節炭器とを含む複数の節炭器を含み、前記複数の節炭器の内、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において、最も上流に設置された節炭器は、加熱された給水を前記第1蒸発器に供給し、前記熱利用設備は、被冷却媒体を前記第1蒸発器における蒸気圧力に応じた飽和温度以下の温度となるように冷却する請求項14、または、請求項15に記載の蒸気発生装置。

30

【請求項 17】

熱媒体が流れる熱媒体流路と、
前記熱媒体流路に設けられた第1節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第1節炭器の上流側に設けられた第2節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第2節炭器の上流側に設けられた第1蒸発器と、

前記第1節炭器で加熱された水を前記第2節炭器に供給するように構成された第1給水ラインと、

40

前記第2節炭器で加熱された水を、前記熱媒体と熱交換させることなく前記第1蒸発器に供給するように構成された第6給水ラインと、

を備える蒸気発生装置であって、

前記第2節炭器に流れる給水は、前記第1節炭器に流れる給水よりも質量流量が少なく、
前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第1蒸発器よりも下流側に、前記第1節炭器と前記第2節炭器とを含む複数の節炭器を含み、
前記複数の節炭器の内1つの節炭器の出口から出た水の一部を取得する給水取得ラインを備え、
前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第2節炭器よりも下流側に、第3節炭器を含み、前記第2節炭器に流れる給水の質量流量が、前

50

記第 3 節炭器を流れる給水の質量流量よりも少ない、蒸気発生装置。

【請求項 18】

熱媒体が流れる熱媒体流路と、

前記熱媒体流路に設けられた第 1 節炭器と、

前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 1 節炭器の上流側に設けられた第 2 節炭器と、

前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 2 節炭器の上流側に設けられた第 1 蒸発器と、

前記第 1 節炭器で加熱された水を前記第 2 節炭器に供給するように構成された第 1 給水ラインと、

前記第 2 節炭器で加熱された水を、前記熱媒体と熱交換させることなく前記第 1 蒸発器に供給するように構成された第 6 給水ラインと、

を備える蒸気発生装置であって、

前記第 2 節炭器に流れる給水は、前記第 1 節炭器に流れる給水よりも質量流量が少なく、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸発器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の出口から出た水の一部を取得する給水取得ラインを備え、

前記蒸気発生装置は、それぞれ、異なる前記節炭器の出口から出た水の一部を取得する 2 つ以上の前記給水取得ラインを備える、蒸気発生装置。

【請求項 19】

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸発器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の入口に給水を供給する、給水供給ラインを備える、請求項 17 又は 18 に記載の蒸気発生装置。

【請求項 20】

前記蒸気発生装置は、前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の入口に給水を供給する、給水供給ラインを備える、請求項 17 乃至 19 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 21】

前記蒸気発生装置は、それぞれ、異なる前記節炭器の入口に給水を供給する 2 つ以上の前記給水供給ラインを備える、請求項 19 又は 20 に記載の蒸気発生装置。

【請求項 22】

前記給水供給ラインは、その給水の供給先である前記節炭器の給水出口よりも温度が低く、前記熱媒体の流れ方向において、その給水の供給先である前記節炭器よりも下流に設置された前記節炭器の給水入口よりも温度が高い給水を供給する、請求項 19 乃至 21 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 23】

前記蒸気発生装置は、動力発生装置を更に備え、前記給水取得ラインの内、少なくともひとつから取得した給水を動力発生装置に送り、前記動力発生装置は、受け取った給水を用いて動力を発生する、請求項 17 乃至 22 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 24】

前記蒸気発生装置は、前記第 2 節炭器で加熱された水の全量を前記第 1 蒸発器、または、前記第 1 蒸発器の蒸気圧力に応じた飽和温度よりも高い温度に加熱する高温熱交換器の内、少なくとも一方に送る、請求項 17 乃至 23 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置。

【請求項 25】

請求項 1 乃至 24 の何れか 1 項に記載の蒸気発生装置と、

前記蒸気発生装置で発生した蒸気を利用する蒸気利用設備と、
を備える、排熱回収プラント。

【請求項 26】

請求項 25 に記載の排熱回収プラントと、

10

20

30

40

50

原動機、ボイラー又は燃料電池と、
を備え、
前記蒸気利用設備は蒸気タービンを含み、
前記熱媒体は、前記原動機の排気ガス、前記ボイラーの排気ガス又は前記燃料電池の排気ガスである、コンバインドプラント。

【請求項 27】

請求項 25 に記載の排熱回収プラントと、
原動機、ボイラー又は燃料電池と、
を備え、
前記蒸気利用設備は前記蒸気を熱源として利用するように構成され、
前記熱媒体は、前記原動機の排気ガス、前記ボイラーの排気ガス又は前記燃料電池の排気ガスである、コジェネレーションプラント。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、蒸気発生装置及び排熱回収プラントに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、ガスタービンの排気ガス（熱媒体）の熱を利用して節炭器に供給された給水を加熱し、節炭器から蒸発器に向かう給水の一部をフラッシュタンク（フラッシャー）に供給して、フラッシュタンクでフラッシュ蒸気を発生させる構成が開示されている。かかる構成によれば、節炭器を通過する比較的低温の排気ガスの熱を利用して蒸気を発生させることができ、排気ガスの熱利用の効率を高めることができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開 2019 - 44678 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 に記載の構成では、フラッシュタンクを設けない場合と比較して、フラッシュタンクに供給する給水の流量に応じて節炭器に供給する給水の流量が多くなるため、節炭器に供給された給水の温度を飽和蒸気温度に近づけるために必要な節炭器のサイズが大きくなってしまふ。また、フラッシュタンクを設けないシステムでも、節炭器から蒸発器に向かう給水の一部を熱利用設備に供給して熱源として利用するシステムでは同様に、節炭器に供給された給水の温度を飽和蒸気温度に近づけるために必要な節炭器のサイズが大きくなってしまふ。

30

【0005】

上述の事情に鑑みて、本開示は、節炭器のサイズの大型化を抑制しつつ、熱媒体の熱利用の効率を高めることができる蒸気発生装置及びこれを備える排熱回収プラントを提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の蒸気発生装置は、
熱媒体が流れる熱媒体流路と、
前記熱媒体流路に設けられた第 1 節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 1 節炭器の上流側に設けられた第 2 節炭器と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第 2 節炭器の上流側に設けられた第 1 蒸発器と、

50

前記第 1 節炭器で加熱された水を前記第 2 節炭器に供給するように構成された第 1 給水ラインと、

前記第 1 給水ラインから分岐して設けられ、前記第 1 節炭器で加熱された水を熱利用設備に供給するように構成された第 2 給水ラインと、

を備える。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、節炭器のサイズの大型化を抑制しつつ、熱媒体の熱利用の効率を高めることができる蒸気発生装置及びこれを備える排熱回収プラントが提供される。

【図面の簡単な説明】

10

【0008】

【図 1】一実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2A) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 2】蒸気発生装置における節炭器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から節炭器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図であり、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えていない蒸気発生装置 (比較例 1) に係る図である。

【図 3】蒸気発生装置における節炭器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から節炭器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図であり、図 3 は、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えており第 1 蒸発器の入口の水をフラッシュタンクでフラッシュさせて理想的に最大の熱量を回収する蒸気発生装置 (比較例 2) に係る図である。

20

【図 4】蒸気発生装置における節炭器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から節炭器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図であり、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えており、アプローチ温度差 (第 1 蒸発器の圧力における飽和温度と第 1 蒸発器の入口の給水温度の差) が 0 でない蒸気発生装置 (比較例 3) に係る図である。

【図 5】蒸気発生装置における節炭器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から節炭器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図であり、第 1 節炭器、第 2 節炭器及びフラッシュタンクを備える実施形態の蒸気発生装置 6 に係る図である。

30

【図 6】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2B) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 7】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2C) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 8】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2D) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 9】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2B) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 10】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2D) の概略的な全体構成を示す図である。

40

【図 11】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2E) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 12】他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2E) の概略的な全体構成を示す図である。

【図 13】蒸気発生装置における低温熱交換器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から低温熱交換器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図であり、低温熱交換器、第 1 節炭器、第 2 節炭器、第 3 節炭器及びフラッシュタンクを備える実施形態の蒸気発生装置 6 に係る図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 9 】

以下、添付図面を参照して幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

10

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な表現ではない。

【 0 0 1 0 】

< コンバインドプラントの構成 >

図 1 は、一実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2 A) の概略的な全体構成を示す図である。

20

コンバインドプラント 2 は、原動機としてのガスタービン 4 と、蒸気タービンシステム 1 0 0 と、排熱回収ボイラー 5 を含み蒸気を生成する蒸気発生装置 6 (6 A) と、排熱回収ボイラー 5 から排出された排気ガスを大気に放出する煙突 9 と、を備える。蒸気タービンシステム 1 0 0 は、蒸気発生装置 6 で発生した蒸気を利用する蒸気利用設備として機能する。また、蒸気発生装置 6 及び蒸気タービンシステム 1 0 0 は、ガスタービン 4 の排熱を回収するための排熱回収プラント 2 0 0 を構成する。

【 0 0 1 1 】

< ガスタービンの構成 >

ガスタービン 4 は、空気を圧縮する圧縮機 1 2 と、圧縮機 1 2 で生成された圧縮空気をを用いて燃料を燃焼させる燃焼器 1 4 と、燃焼器 1 4 で生成された燃焼空気によって駆動されるタービン 1 6 とを含む。図示する形態では、圧縮機 1 2 及びタービン 1 6 と同一の軸線上に発電機 1 9 が配置されており、圧縮機 1 2、タービン 1 6 及び発電機 1 9 の各々のロータが一体的に回転するように構成されている。

30

【 0 0 1 2 】

< 蒸気タービンシステムの構成 >

蒸気タービンシステム 1 0 0 は、複数の蒸気タービン 1 0 2 , 1 0 4 , 1 0 6 と、蒸気タービン 1 0 6 から排出された蒸気を冷却し、水に戻す復水器 1 0 8 とを備える。蒸気タービンシステム 1 0 0 は、複数の蒸気タービンとして、高圧蒸気タービン 1 0 2 と、中圧蒸気タービン 1 0 4 と、低圧蒸気タービン 1 0 6 とを含む。中圧蒸気タービン 1 0 4 の蒸気出口と低圧蒸気タービン 1 0 6 の蒸気入口とは中圧排気ライン 1 1 0 を介して接続されており、低圧蒸気タービン 1 0 6 の蒸気出口と復水器 1 0 8 とは低圧排気ライン 1 1 2 を介して接続されている。図示する形態では、圧縮機 1 2、タービン 1 6、発電機 1 9、高圧蒸気タービン 1 0 2、中圧蒸気タービン 1 0 4 及び低圧蒸気タービン 1 0 6 は、同一の軸線上に配置されており、各々のロータが一体的に回転するように構成されている。

40

【 0 0 1 3 】

< 蒸気発生装置の構成 >

蒸気発生装置 6 (6 A) は、ガスタービン 4 の排気ガス (熱媒体) が供給される排熱回収ボイラー 5 と、第 1 フラッシュタンクとしてのフラッシュタンク 8 とを含む。また、フラッシュタンク 8 は加熱された水の供給を受けて、前記水の熱を用いて蒸気を発生させる熱利用設備でもある。

50

【 0 0 1 4 】

排熱回収ボイラー 5 は、ガスタービン 4 の排気ガスが流れる排気ガス流路 1 8（熱媒体流路）と、排気ガス流路 1 8 に設けられた複数の熱交換器 2 0 とを含む。複数の熱交換器 2 0 は、排気ガス流路 1 8 の排気ガスの流れ方向において下流側から順に、第 1 低圧節炭器 2 2（第 1 節炭器）、第 2 低圧節炭器 2 4（第 2 節炭器）、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）、低圧過熱器 2 8、第 1 高圧節炭器 3 0、中圧蒸発器 3 2、中圧過熱器 3 4、第 2 高圧節炭器 3 6、高圧蒸発器 3 8、第 1 高圧過熱器 4 0、第 1 再熱器 4 2、第 2 高圧過熱器 4 4 及び第 2 再熱器 4 6 を含む。排気ガス流路 1 8 における排気ガスの流れ方向において、第 2 低圧節炭器 2 4 は第 1 低圧節炭器よりも上流側に位置し、低圧蒸発器 2 6 は第 2 低圧節炭器 2 4 よりも上流側に設けられている。排気ガス流路 1 8 における低圧過熱器 2 8 と中圧蒸発器 3 2 との間には、中圧節炭器 3 1 が第 1 高圧節炭器 3 0 と並設されている。

10

【 0 0 1 5 】

復水器 1 0 8 と第 1 低圧節炭器 2 2 とは、給水ライン 4 8 によって接続されており、給水ライン 4 8 には復水器 1 0 8 から出た復水を第 1 低圧節炭器 2 2 に供給するための復水ポンプ 5 0 が設けられている。

【 0 0 1 6 】

第 1 低圧節炭器 2 2 は、給水ライン 4 8 から供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 1 低圧節炭器 2 2 で加熱された水の一部は、第 1 低圧節炭器 2 2 と第 2 低圧節炭器 2 4 とを接続する給水ライン 5 2 を介して第 2 低圧節炭器 2 4 へ供給される。

【 0 0 1 7 】

フラッシュタンク 8 には、給水ライン 5 2 から分岐して設けられた給水ライン 5 3 が接続しており、第 1 低圧節炭器 2 2 で加熱された水の一部は、給水ライン 5 3 を介してフラッシュタンク 8 に供給される。給水ライン 5 3 には、第 1 低圧節炭器 2 2 から供給された加熱水を減圧するための減圧弁 5 9 が設けられている。給水ライン 5 3 を介してフラッシュタンク 8 に供給された加熱水は、フラッシュタンク 8 で減圧されて蒸発し（フラッシュ）、フラッシュ蒸気となる。フラッシュタンク 8 で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 と低圧蒸気タービン 1 0 6 の中間段落とを接続する蒸気ライン 5 7 を介して低圧蒸気タービン 1 0 6 の中間段落に供給される。

20

【 0 0 1 8 】

フラッシュタンク 8 の底部に溜まった凝縮水は、フラッシュタンク 8 と給水ライン 4 8 とを接続する凝縮水ライン 5 1 を介して給水ライン 4 8 へ流入し、給水ライン 4 8 を介して第 1 低圧節炭器 2 2 に供給される。凝縮水ライン 5 1 には給水ポンプ 6 1 が設けられており、フラッシュタンク 8 から排出された凝縮水は給水ポンプ 6 1 により第 1 低圧節炭器 2 2 に圧送される。フラッシュタンク 8 から排出された凝縮水（例えば 9 0 ）は、給水ライン 4 8 を流れる水（例えば 3 5 ）よりも温度が高く、給水ライン 4 8 を流れる水は、フラッシュタンク 8 から排出された凝縮水と混合することにより、第 1 低圧節炭器 2 2 入口における給水温度（例えば 6 0 ）まで温度が上昇する。こうすることにより、第 1 低圧節炭器 2 2 入口における給水の温度は、排気ガスの露点温度よりも高く保たれ、第 1 低圧節炭器 2 2 における排気ガス中の水分の凝縮を防止することができ、第 1 低圧節炭器 2 2 が比較的安価な材料で製作されている場合でも、腐食を防止することができる。

30

40

【 0 0 1 9 】

本例においては、第 1 低圧節炭器 2 2 で加熱された水の一部は、給水ライン 5 3 を介してフラッシュタンク 8 に供給される。給水ライン 5 3 で供給された水の一部は、フラッシュタンク 8 で蒸発して低圧蒸気タービン 1 0 6 の駆動に用いられ、他の部分は、凝縮水として、給水ライン 4 8 を流れる水に混合し、給水ライン 4 8 を流れる水の加熱に用いられている。即ち、凝縮水ライン 5 1 と給水ポンプ 6 1 は、給水ライン 4 8 を流れる水に、給水ライン 5 3 で供給された水に由来する温度が高い凝縮水を混合することにより、給水ライン 4 8 を流れる水を加熱する熱利用設備を構成し、フラッシュタンク 8 と低圧蒸気タービン 1 0 6 は、給水ライン 5 3 で供給された水を熱源として動力を発生する動力発生装置を構成している。

50

【 0 0 2 0 】

一般に 1 4 0 ～ 1 8 0 となる低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）入口給水を給水ライン 4 8 を流れる水に混合し、昇温に用いると必要以上に高温の熱を使ってしまうこととなり、熱利用効率が低い。給水ライン 4 8 を流れる水の昇温に、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）入口給水よりも低温の第 1 低圧節炭器 2 2 の出口から出た加熱水を用いることにより、低温の熱を有効に活用して吸気を加熱することができ、熱利用効率を高めることができる。1 0 0 を超える温度の熱は常圧の水蒸気を発生させることができるのであり、1 0 0 を超える温度の熱と 1 0 0 以下の熱では大きく利用価値が異なる。

【 0 0 2 1 】

従って、1 4 0 ～ 1 8 0 の低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）入口給水を、利用価値が低い 1 0 0 以下の熱を持つ被加熱媒体に混合し、被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことになるのである。逆に、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）入口給水よりも温度が低い、第 1 低圧節炭器 2 2 の出口の加熱水を用いて、1 0 0 以下の被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことなく、熱利用効率を向上することができる。本実施形態では、第 1 低圧節炭器 2 2 の出口の加熱水をフラッシュさせて蒸気を得、残りの更に低温の凝縮水を被加熱媒体への混合、加熱に用いており、更に熱利用効率を高めることができる。

10

【 0 0 2 2 】

第 2 低圧節炭器 2 4 は、第 1 低圧節炭器 2 2 から給水ライン 5 2 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 2 低圧節炭器 2 4 で加熱された水の一部は、第 2 低圧節炭器 2 4 と低圧蒸発器 2 6 とを接続する給水ライン 5 4 を介して低圧蒸発器 2 6 へ供給される。

20

【 0 0 2 3 】

低圧蒸発器 2 6 は、第 2 低圧節炭器 2 4 から給水ライン 5 4 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱して蒸発させ、低圧蒸気を生成する。給水ライン 5 4 には、第 2 低圧節炭器 2 4 から供給された水を減圧するための給水弁 5 5 が設けられている。低圧蒸発器 2 6 で生成された低圧蒸気の一部は、低圧蒸発器 2 6 と低圧過熱器 2 8 とを接続する蒸気ライン 5 6 を介して低圧過熱器 2 8 へ供給される。

【 0 0 2 4 】

低圧過熱器 2 8 は、低圧蒸発器 2 6 から蒸気ライン 5 6 を介して供給された低圧蒸気を排気ガスとの熱交換により過熱して低圧過熱蒸気を生成する。低圧過熱器 2 8 で生成された低圧過熱蒸気は、低圧過熱器 2 8 と中圧排気ライン 1 1 0 とを接続する蒸気ライン 5 8 を介して中圧排気ライン 1 1 0 に流入し、中圧排気ライン 1 1 0 から低圧蒸気タービン 1 0 6 の蒸気入口に流入する。

30

【 0 0 2 5 】

第 2 低圧節炭器 2 4 で加熱された水の一部は、給水ライン 6 0 を介して中圧節炭器 3 1 に供給される。給水ライン 6 0 は、給水ライン 5 4 から分岐して設けられ、中圧節炭器 3 1 に接続している。給水ライン 6 0 を流れる加熱水は、給水ライン 6 0 に設けられた中圧給水ポンプ 6 2 によって中圧節炭器 3 1 に圧送される。

【 0 0 2 6 】

中圧節炭器 3 1 は、第 2 低圧節炭器 2 4 から給水ライン 6 0 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。中圧節炭器 3 1 で加熱された水は、中圧節炭器 3 1 と中圧蒸発器 3 2 とを接続する給水ライン 6 4 を介して中圧蒸発器 3 2 に供給される。

40

【 0 0 2 7 】

中圧蒸発器 3 2 は、中圧節炭器 3 1 から給水ライン 6 4 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱して蒸発させ、中圧蒸気を生成する。給水ライン 6 4 には、中圧節炭器 3 1 から供給された水を減圧するための給水弁 6 5 が設けられている。中圧蒸発器 3 2 で生成された中圧蒸気の一部は、中圧蒸発器 3 2 と中圧過熱器 3 4 とを接続する蒸気ライン 6 6 を介して中圧過熱器 3 4 へ供給される。

【 0 0 2 8 】

50

中圧過熱器 3 4 は、中圧蒸発器 3 2 から蒸気ライン 6 6 を介して供給された中圧蒸気を排気ガスとの熱交換により過熱して中圧過熱蒸気を生成する。中圧過熱器 3 4 で生成された中圧過熱蒸気は、高圧蒸気タービン 1 0 2 の蒸気出口と第 1 再熱器 4 2 の蒸気入口とを接続する高圧排気ライン 1 1 4 に蒸気ライン 6 8 を介して供給される。中圧過熱器 3 4 で生成された中圧過熱蒸気は、蒸気ライン 6 8 及び高圧排気ライン 1 1 4 を介して第 1 再熱器 4 2 に流入する。

【 0 0 2 9 】

第 2 低圧節炭器 2 4 で加熱された水の一部は、第 2 低圧節炭器 2 4 と第 1 高圧節炭器 3 0 とを接続する給水ライン 7 0 を介して第 1 高圧節炭器 3 0 に供給される。給水ライン 7 0 を流れる加熱水は、給水ライン 7 0 に設けられた高圧給水ポンプ 7 2 によって第 1 高圧節炭器 3 0 に圧送される。

10

【 0 0 3 0 】

第 1 高圧節炭器 3 0 は、第 2 低圧節炭器 2 4 から給水ライン 7 0 を介して供給された加熱水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 1 高圧節炭器 3 0 で加熱された加熱水は、第 1 高圧節炭器 3 0 と第 2 高圧節炭器 3 6 とを接続する給水ライン 7 4 を介して第 2 高圧節炭器 3 6 に供給される。

【 0 0 3 1 】

第 2 高圧節炭器 3 6 は、第 1 高圧節炭器 3 0 から給水ライン 7 4 を介して供給された高圧加熱水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 2 高圧節炭器 3 6 で加熱された高圧加熱水は、第 2 高圧節炭器 3 6 と高圧蒸発器 3 8 とを接続する給水ライン 7 6 を介して高圧蒸発器 3 8 へ供給される。

20

【 0 0 3 2 】

高圧蒸発器 3 8 は、第 2 高圧節炭器 3 6 から給水ライン 7 6 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱して蒸発させ、高圧蒸気を生成する。給水ライン 7 6 には、第 2 高圧節炭器 3 6 から供給された水を減圧するための給水弁 7 7 が設けられている。高圧蒸発器 3 8 で生成された高圧蒸気は、高圧蒸発器 3 8 と第 1 高圧過熱器 4 0 とを接続する蒸気ライン 7 8 を介して第 1 高圧過熱器 4 0 へ供給される。

【 0 0 3 3 】

第 1 高圧過熱器 4 0 は、高圧蒸発器 3 8 から蒸気ライン 7 8 を介して供給された高圧蒸気を排気ガスとの熱交換により過熱して高圧過熱蒸気を生成する。第 1 高圧過熱器 4 0 で生成された高圧過熱蒸気は、第 1 高圧過熱器 4 0 と第 2 高圧過熱器 4 4 とを接続する蒸気ライン 8 0 を介して第 2 高圧過熱器 4 4 に供給される。蒸気ライン 8 0 には、蒸気ライン 8 0 を流れる高圧過熱蒸気を減温するための減温器 8 1 が設けられている。

30

【 0 0 3 4 】

第 2 高圧過熱器 4 4 は、第 1 高圧過熱器 4 0 から蒸気ライン 8 0 を介して供給された高圧過熱蒸気を排気ガスとの熱交換によりさらに過熱する。第 2 高圧過熱器 4 4 で過熱された高圧過熱蒸気は、第 2 高圧過熱器 4 4 と高圧蒸気タービン 1 0 2 の蒸気入口とを接続する蒸気ライン 9 7 を介して高圧蒸気タービン 1 0 2 に供給される。

【 0 0 3 5 】

第 1 再熱器 4 2 は、高圧蒸気タービン 1 0 2 の蒸気出口から高圧排気ライン 1 1 4 を介して第 1 再熱器 4 2 に供給された蒸気及び中圧過熱器 3 4 から蒸気ライン 6 8 及び高圧排気ライン 1 1 4 を介して第 1 再熱器 4 2 に供給された蒸気を排気ガスとの熱交換により過熱する。第 1 再熱器 4 2 で過熱された蒸気は、第 1 再熱器 4 2 と第 2 再熱器 4 6 とを接続する蒸気ライン 8 2 を介して第 2 再熱器 4 6 に供給される。蒸気ライン 8 2 には、蒸気ライン 8 2 を流れる蒸気を減温するための減温器 8 3 が設けられている。

40

【 0 0 3 6 】

第 2 再熱器 4 6 は、蒸気ライン 8 2 を介して供給された蒸気を排気ガスとの熱交換により過熱する。第 2 再熱器 4 6 で過熱された蒸気は第 2 再熱器 4 6 と中圧蒸気タービン 1 0 4 の蒸気入口とを接続する蒸気ライン 9 8 を介して中圧蒸気タービン 1 0 4 に供給される。

【 0 0 3 7 】

50

以上に説明した蒸気発生装置 6 により得られる効果について、図 2 ~ 図 5 に示す T Q 線図を用いて説明する。図 2 ~ 図 5 は、蒸気発生装置における節炭器から第 1 蒸発器までの給水の熱量と温度の関係を示す線と、第 1 蒸発器から節炭器までの排気ガスの熱量と温度の関係を示す線とを示す図である。図 2 は、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えていない蒸気発生装置（比較例 1）に係る図である。図 3 は、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えており第 1 蒸発器の入口の水をフラッシュタンクでフラッシュさせて理想的に最大の熱量を回収する蒸気発生装置（比較例 2）に係る図である。図 4 は、節炭器を 1 つだけ備えておりフラッシュタンクを備えており、アプローチ温度差（第 1 蒸発器の圧力における飽和温度と第 1 蒸発器の入口の給水温度の差）が 0 でない蒸気発生装置（比較例 3）に係る図である。図 5 は、第 1 節炭器、第 2 節炭器及びフラッシュタンクを備える上述した実施形態の蒸気発生装置 6 に係る図である。

10

【 0 0 3 8 】

図 2、図 3 及び図 5 に示す例では、熱利用効率を高くするために、アプローチ温度差が 0 となっており、蒸発器の入口の水が飽和水の場合（飽和温度で乾き度が 0 % の場合）が示されている。

【 0 0 3 9 】

図 2 に示すように、比較例 1 では、フラッシュタンクが設けられていないため、排熱回収ボイラー 5 での熱回収量が少なく、排気ガスを温度が高いまま放出することになるので、熱利用効率が低い。

【 0 0 4 0 】

また、図 3 に示すように、比較例 2 では、最も熱回収量を増大し、熱利用効率を増大する理想の場合、給水を示す線の傾きが排気ガスの線と等しくなるようフラッシュ流量が設定される。このとき、熱回収量が大きく、節炭器における排気ガスと給水との温度差は入口から出口まで小さいので、高い熱利用効率を得ることができるが、節炭器が大型化してしまう。

20

【 0 0 4 1 】

また、図 4 に示すように、比較例 3 では、給水を示す線の傾きが排気ガスの線と等しくなるようにフラッシュ流量が設定され、第 1 蒸発器の入口の給水温度を下げると節炭器の伝熱面積が過大となることを避けることができる。このとき、熱回収量は図 5 に示す場合と同等であるが、第 1 蒸発器で排気ガスから回収した熱の一部が給水の第 1 蒸発器入口温度から第 1 蒸発器の圧力における飽和温度までの昇温に使われてしまうため、蒸発に利用可能な熱量が減少し、第 1 蒸発器の蒸気が減少する。このため、より低圧低温のフラッシュ蒸気の流量が増大する一方、フラッシュ蒸気よりも高圧高温で利用価値が高い第 1 蒸発器の蒸気が減少するため、図 5 に示す場合よりも熱利用効率が低下する。

30

【 0 0 4 2 】

これに対し、図 1 及び図 5 に示す実施形態に係る蒸気発生装置 6 は、第 1 低圧節炭器 22 で加熱された水を第 2 低圧節炭器 24 に供給する給水ライン 52 と、加熱水ライン 52 から分岐して設けられ、第 1 低圧節炭器 22 で加熱された水をフラッシュタンク 8 に供給する給水ライン 53 と、を備えるため、第 2 低圧節炭器 24 の流量が第 1 低圧節炭器 22 の流量よりも少なくなる（図 5 で、第 2 低圧節炭器の給水の線の傾きが第 1 低圧節炭器の給水の線の傾きより大きくなる）。このため、フラッシュタンク 8 に供給する給水の流量に応じて第 1 低圧節炭器 22 の給水の流量が多くなっても、比較的小さな第 2 低圧節炭器 24 で給水の温度を高効率に飽和蒸気温度に近づけることができる。また、第 1 低圧節炭器 22 では排気ガスと給水の温度差が比較的大きいので、給水の流量が多くなっても比較的小さなサイズとすることができる。したがって、1 つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ（第 1 低圧節炭器 22 のサイズと第 2 低圧節炭器 24 のサイズの合計）の大型化を抑制しつつ、フラッシュタンク 8 を用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

40

【 0 0 4 3 】

< コンバインドプラント 2 の変形例 >

50

次に、図 6 ～ 図 12 を用いて、コンバインドプラント 2 の変形例を説明する。

図 6 ～ 図 12 に示す幾つかの実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2 A ～ 2 F) において、図 1 に示したコンバインドプラント 2 の各構成と共通の符号は、特記しない限り図 1 に示した蒸気発生装置の各構成と同様の構成を示すものとし、説明を省略する。

【 0 0 4 4 】

図 6 は、他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2 B) の概略的な全体構成を示す図である。図 7 は、他の実施形態に係るコンバインドプラント 2 (2 C) の概略的な全体構成を示す図である。

【 0 0 4 5 】

幾つかの実施形態では、例えば図 6 及び図 7 に示すように、コンバインドプラント 2 (2 B , 2 C) の蒸気発生装置 6 (6 B , 6 C) は、第 2 低圧節炭器 24 で加熱された水をフラッシュタンク 8 に供給するための給水ライン 63 を更に備える。給水ライン 63 は、給水ライン 54 から分岐して給水ライン 53 に合流する。

10

【 0 0 4 6 】

これにより、第 2 低圧節炭器 24 の流量を調節することができ、適度のサイズの節炭器で高い効率を得ることができる。また、低圧蒸発器 26 の蒸発量に影響し、特に重要な第 2 低圧節炭器 24 の出口の給水温度を高く (低圧蒸発器 26 のアプローチ温度差を 0 に近く) 保ちつつ、第 1 節炭器 22 における排気ガスと給水の温度差を第 1 節炭器 22 の給水出口よりも大きな一定の値に保つことができる。ここで、排気ガスと給水との温度差は、一定の場合がサイズの割に最も熱交換量が大きいいため、第 1 節炭器 22 のサイズを合理的に小型化しつつ、性能上特に重要な第 2 低圧節炭器 24 のみ大型化して効率を高めることができる。

20

【 0 0 4 7 】

幾つかの実施形態では、例えば図 7 に示すように、コンバインドプラント 2 (2 C) の蒸気発生装置 6 (6 C) は、フラッシュタンク 8 で発生した蒸気を過熱するための過熱器 69 を更に備える。過熱器 69 は、給水ライン 63 を流れる加熱水と蒸気ライン 57 を流れる蒸気とを熱交換させることにより、蒸気ライン 57 を流れる蒸気を過熱する。他の実施形態では、図 6 に示すように、給水ライン 63 を流れる加熱水を過熱器 69 を経ずにフラッシュタンク 8 に直接供給してもよい。

【 0 0 4 8 】

30

図 7 に示すように、給水ライン 63 を流れる高温の給水を利用して蒸気ライン 57 を流れる蒸気を過熱器 69 で過熱することにより、過熱しない場合よりも高い温度の蒸気を利用することができ、熱利用効率を高めることができる。また、蒸気を過熱状態とすることにより、蒸気ライン 57 等の配管内での凝縮を抑制し、ドレン水による配管の閉塞等のトラブルを抑制することができる。また、過熱器 69 から出た蒸気を蒸気タービンで用いる場合、蒸気タービンの下流段の湿り度を低減し、タービン翼のエロージョンを抑制するとともに、蒸気タービンの効率を高めることができる。特に、複数個所から取得した給水を利用してフランシュ蒸気を生成することにより、温度の低い水がフラッシュして生成された蒸気も温度の高い給水で過熱することができるので、高い温度の加熱蒸気を大量に生成することができる。

40

【 0 0 4 9 】

幾つかの実施形態では、例えば図 8 に示すように、コンバインドプラント 2 (2 D) の蒸気発生装置 6 (6 D) は、低温熱交換器 23 及び第 3 低圧節炭器 25 を更に備える。図 8 に示す形態では、復水器 108 と低温熱交換器 23 とが、給水ライン 21 によって接続されており、給水ライン 21 には復水器 108 から出た復水を低温熱交換器 23 に供給するための復水ポンプ 50 が設けられている。

【 0 0 5 0 】

低温熱交換器 23 は、給水ライン 21 から供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。低温熱交換器 23 で加熱された水は、低温熱交換器 23 と第 1 低圧節炭器 22 とを接続する給水ライン 29 を介して第 1 低圧節炭器 22 へ供給される。低温熱交換器 23

50

では、水と熱交換することにより、排気ガスの温度が低下し、排気ガス中の水分の一部が凝縮し、放出される潜熱の一部も水に回収することができ、熱利用効率を高めることができる。低温熱交換器 2 3 は凝縮水による腐食を防止するため、耐腐食性の高いステンレス鋼等の材料で製作されている。

【 0 0 5 1 】

第 1 低圧節炭器 2 2 は、給水ライン 2 9 から供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 1 低圧節炭器 2 2 で加熱された水の一部は、第 1 低圧節炭器 2 2 と第 2 低圧節炭器 2 4 とを接続する給水ライン 5 2 を介して第 2 低圧節炭器 2 4 へ供給される。

【 0 0 5 2 】

第 2 低圧節炭器 2 4 で加熱された水の一部は、第 2 低圧節炭器 2 4 と第 3 低圧節炭器 2 5 とを接続する給水ライン 2 7 を介して第 3 低圧節炭器 2 5 に供給される。

10

【 0 0 5 3 】

第 3 低圧節炭器 2 5 は、第 2 低圧節炭器 2 4 から給水ライン 2 7 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。第 3 低圧節炭器 2 5 で加熱された水の一部は、第 3 低圧節炭器 2 5 と低圧蒸発器 2 6 とを接続する給水ライン 5 4 を介して低圧蒸発器 2 6 へ供給される。

【 0 0 5 4 】

低圧蒸発器 2 6 は、第 3 低圧節炭器 2 5 から給水ライン 5 4 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱して蒸発させ、低圧蒸気を生成する。給水ライン 5 4 には、第 3 低圧節炭器 2 5 から供給された水を減圧するための給水弁 5 5 が設けられている。低圧蒸発器 2 6 で生成された低圧蒸気の一部は、低圧蒸発器 2 6 と低圧過熱器 2 8 とを接続する蒸気ライン 5 6 を介して低圧過熱器 2 8 へ供給される。

20

【 0 0 5 5 】

第 3 低圧節炭器 2 5 で加熱された水の一部は、給水ライン 6 0 を介して中圧節炭器 3 1 に供給される。給水ライン 6 0 は、給水ライン 5 4 から分岐して中圧節炭器 3 1 に接続しており、給水ライン 6 0 を流れる加熱水は、給水ライン 6 0 に設けられた中圧給水ポンプ 6 2 によって中圧節炭器 3 1 に圧送される。

【 0 0 5 6 】

中圧節炭器 3 1 は、第 3 低圧節炭器 2 5 から給水ライン 6 0 を介して供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。中圧節炭器 3 1 で加熱された水は、中圧節炭器 3 1 と中圧蒸発器 3 2 とを接続する給水ライン 6 4 を介して中圧蒸発器 3 2 に供給される。

30

【 0 0 5 7 】

図 8 に示す形態では、コンバインドプラント 2 (2 D) の蒸気発生装置 6 (6 D) は、互いに異なる圧力に設定された複数のフラッシュタンク 8 a ~ 8 d と、複数のフラッシュタンク 8 a ~ 8 d を直列に接続し、フラッシュタンク 8 a ~ 8 d の各々から排出されたドレン水を導くドレン水ライン 7 1 と、排熱回収ボイラー 5 で排気ガスによって加熱された水をドレン水ライン 7 1 に供給する複数の給水ライン 7 3 , 7 5 , 7 7 を備える。給水ライン 7 3 は、給水ライン 5 4 から分岐してフラッシュタンク 8 a に接続する。給水ライン 7 5 は、給水ライン 2 7 から分岐してドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 a とフラッシュタンク 8 b との間の位置に合流する。給水ライン 7 7 は、給水ライン 5 2 から分岐してドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 b とフラッシュタンク 8 c との間の位置に合流する。

40

【 0 0 5 8 】

給水ライン 7 3 には減圧弁 8 4 が設けられている。ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 a とフラッシュタンク 8 b との間の位置には減圧弁 8 5 が設けられている。ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 b とフラッシュタンク 8 c との間の位置には減圧弁 8 6 が設けられている。ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 c とフラッシュタンク 8 d との間の位置には減圧弁 8 7 が設けられている。

【 0 0 5 9 】

給水ライン 7 3 から分岐した給水ライン 7 9 は、ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシ

50

ュタンク 8 c とフラッシュタンク 8 d との間の位置に接続する。給水ライン 7 9 には、複数の過熱器 8 8 , 8 9 , 9 0 , 9 1 が設けられている。

【 0 0 6 0 】

フラッシュタンク 8 a は、給水ライン 7 3 から供給された加熱水を減圧し蒸発させて（フラッシュさせて）フラッシュ蒸気を生成する。フラッシュタンク 8 a で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 a と中圧排気ライン 1 1 0 とを接続する蒸気ライン 9 2 を介して中圧排気ライン 1 1 0 に流入し、中圧排気ライン 1 1 0 を介して低圧蒸気タービン 1 0 6 の蒸気入口に流入する。蒸気ライン 9 2 には過熱器 8 8 が設けられており、蒸気ライン 9 2 を流れる蒸気は、過熱器 8 8 で給水ライン 7 9 を流れる加熱水との熱交換によって過熱されてから低圧蒸気タービン 1 0 6 へ供給される。

10

【 0 0 6 1 】

フラッシュタンク 8 b は、フラッシュタンク 8 a から排出されたドレン水及び給水ライン 7 5 から供給された加熱水を減圧し蒸発させて（フラッシュさせて）フラッシュ蒸気を生成する。フラッシュタンク 8 b で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 b と低圧蒸気タービン 1 0 6 の中間段落とを接続する蒸気ライン 9 3 を介して低圧蒸気タービン 1 0 6 に流入する。蒸気ライン 9 3 には過熱器 8 9 が設けられており、蒸気ライン 9 3 を流れる蒸気は、過熱器 8 9 で給水ライン 7 9 を流れる加熱水との熱交換によって過熱されてから低圧蒸気タービン 1 0 6 へ供給される。

【 0 0 6 2 】

フラッシュタンク 8 c は、フラッシュタンク 8 b から排出されたドレン水及び給水ライン 7 7 から供給された加熱水を減圧し蒸発させて（フラッシュさせて）フラッシュ蒸気を生成する。フラッシュタンク 8 c で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 c と低圧蒸気タービン 1 0 6 の中間段落とを接続する蒸気ライン 9 4 を介して低圧蒸気タービン 1 0 6 に流入する。蒸気ライン 9 4 には過熱器 9 0 が設けられており、蒸気ライン 9 4 を流れる蒸気は、過熱器 9 0 で給水ライン 7 9 を流れる加熱水との熱交換によって過熱されてから低圧蒸気タービン 1 0 6 へ供給される。

20

【 0 0 6 3 】

フラッシュタンク 8 d は、フラッシュタンク 8 c から排出されたドレン水及び給水ライン 7 9 から供給された加熱水を減圧し蒸発させて（フラッシュさせて）フラッシュ蒸気を生成する。フラッシュタンク 8 d で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 d と低圧蒸気タービン 1 0 6 の中間段落とを接続する蒸気ライン 9 5 を介して低圧蒸気タービン 1 0 6 に流入する。蒸気ライン 9 5 には過熱器 9 1 が設けられており、蒸気ライン 9 5 を流れる蒸気は、過熱器 9 1 で給水ライン 7 9 を流れる加熱水との熱交換によって過熱されてから低圧蒸気タービン 1 0 6 へ供給される。

30

【 0 0 6 4 】

ここで、低圧蒸気タービン 1 0 6 における蒸気の流れ方向において、蒸気ライン 9 3 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置は、中圧排気ライン 1 1 0 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置よりも下流側であり、蒸気ライン 9 4 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置は、蒸気ライン 9 3 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置よりも下流側であり、蒸気ライン 9 5 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置は、蒸気ライン 9 4 が低圧蒸気タービン 1 0 6 に接続する位置よりも下流側である。

40

【 0 0 6 5 】

ここで、給水ライン 7 5 を流れる水の温度 $T_w 1$ は、複数のフラッシュタンク 8 a ~ 8 d のうちドレン水ライン 7 1 の流れ方向においてドレン水ライン 7 1 と給水ライン 7 5 とが接続する位置 P 1 よりも上流側に位置するフラッシュタンク 8 a の圧力 P_a に応じた飽和温度 T_a よりも低い。また、給水ライン 7 5 を流れる水の温度 $T_w 1$ は、複数のフラッシュタンク 8 a ~ 8 d のうちドレン水ライン 7 1 の流れ方向においてドレン水ライン 7 1 と給水ライン 7 5 とが接続する位置 P 1 よりも下流側に位置するフラッシュタンク 8 b の圧力 P_b に応じた飽和温度 T_b よりも高い。

【 0 0 6 6 】

50

また、給水ライン 77 を流れる水の温度 T_{w2} は、複数のフラッシュタンク 8a ~ 8d のうちドレン水ライン 71 の流れ方向においてドレン水ライン 71 と給水ライン 77 とが接続する位置 P2 よりも上流側に位置するフラッシュタンク 8b の圧力に応じた飽和温度よりも低い。また、給水ライン 77 を流れる水の温度は、複数のフラッシュタンク 8a ~ 8d のうちドレン水ライン 71 の流れ方向においてドレン水ライン 71 と給水ライン 77 とが接続する位置 P2 よりも下流側に位置するフラッシュタンク 8c の圧力に応じた飽和温度よりも高い。

【0067】

このように、給水ライン 75 の水の温度を T_{w1} 、給水ライン 75 の水の温度を T_{w2} 、フラッシュタンク 8a における蒸気の圧力 P_a に対応する蒸気の飽和温度を T_a 、フラッシュタンク 8b における蒸気の圧力 P_b に対応する蒸気の飽和温度を T_b 、フラッシュタンク 8c における蒸気の圧力 P_c に対応する蒸気の飽和温度を T_c 、フラッシュタンク 8d における蒸気の圧力 P_d に対応する蒸気の飽和温度を T_d と定義すると、 $T_a > T_{w1} > T_b > T_{w2} > T_c > T_d$ を満たす。

【0068】

図 8 に示す構成によれば、互いに圧力の異なる複数のフラッシュタンク 8a ~ 8d が設けられており、複数個所の給水がその温度に応じてドレン水ラインの適切な温度の箇所に投入されるため、熱利用効率を高めることができる。また、フラッシュタンク 8a ~ 8d の飽和水を、順次、圧力及び温度の低いフラッシュタンク 8 に送ってフラッシュさせることにより、熱を温度に応じて回収し、熱利用効率を高めることができる。

【0069】

幾つかの実施形態では、例えば図 9 に示すように、蒸気発生装置 6 (6B) は、複数の節炭器 22, 24 のうち少なくとも 1 つの節炭器の出口から出た水の一部を熱源として利用するように構成される。図 9 に示す形態では、複数の節炭器 22, 24 の出口から出た水の一部は、排熱回収ボイラー 5 の外部に設けられた熱交換器 120, 122 に熱源として供給される。

【0070】

給水ライン 53 から分岐した給水ライン K は、圧縮機 12 の入口に接続する吸気ラインに設けられた熱交換器 120 に接続されており、第 1 低圧節炭器 22 の出口から出た加熱水の一部は、給水ライン K を通って熱交換器 120 に供給され、熱交換器 120 で圧縮機 12 の吸気を熱交換により加熱する。給水ライン K を通って熱交換器 120 に供給された加熱水は、熱交換器 120 を通過後に、給水ライン L を通って復水器 108 に戻される。この場合の熱交換器 120 は熱利用設備の一種である。圧縮機 12 の吸気を加熱することにより、低大気温時や入口案内翼 (IGV) の角度を絞った運転をする時に吸気中の水分の凝縮、氷結を防止する効果や、電力需要が少ない時間帯に低出力で運転することを可能とする効果を得ることができる。吸気の高温度は高いときでも 40 前後であり、その加熱に、一般に 140 ~ 180 となる低圧蒸発器 26 (第 1 蒸発器) 入口給水を用いると必要以上に高温の熱を使ってしまうこととなり、熱利用効率が低い。吸気の加熱に低圧蒸発器 26 (第 1 蒸発器) 入口給水よりも低温の第 1 低圧節炭器 22 の出口から出た加熱水を用いることにより、低温の熱を有効に活用して吸気を加熱することができ、熱利用効率を高めることができる。100 を超える温度の熱は常圧の水蒸気を発生させることができるのであり、100 を超える温度の熱と 100 以下の熱では大きく利用価値が異なる。従って、140 ~ 180 の低圧蒸発器 26 (第 1 蒸発器) 入口給水を用いて、利用価値が低い 100 以下の熱を持つ被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことになるのである。逆に、低圧蒸発器 26 (第 1 蒸発器) 入口給水よりも温度が低い、第 1 低圧節炭器 22 の出口の加熱水を用いて、100 以下の被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことなく、熱利用効率を向上することができる。

【0071】

給水ライン 63 から分岐した給水ライン M は、燃焼器 14 に燃料を供給する燃料供給ラインに設けられた熱交換器 122 に接続されており、第 2 低圧節炭器 24 の出口から出た

加熱水の一部は、給水ラインMを通過して熱交換器122に供給され、熱交換器122で燃焼器14に供給される燃料を熱交換により加熱する。給水ラインMを通過して熱交換器122に供給された加熱水は、熱交換器122を通過後に、給水ラインNを通過して凝縮水ライン51に流入する。以上のように、熱交換器120、122に、それぞれ必要とされる温度に近い温度の節炭器出口の加熱水を適宜選択して利用することにより、熱利用効率を高めることができる。

【0072】

幾つかの実施形態では、例えば図9に示すように、蒸気発生装置6(6B)は、複数の節炭器22、24のうち少なくとも1つの節炭器の入口に水を供給するラインを流れる水の一部を冷却媒体として利用し、排熱を回収するように構成される。図9に示す形態では、節炭器22の入口に接続するライン48、53を流れる水の一部は、排熱回収ボイラー5の外部に設けられた熱交換器124、126、128、129、130、132に冷却媒体として供給される。

10

【0073】

給水ライン70から分岐した給水ラインAは、熱交換器124に接続されている。熱交換器124は、圧縮機12で圧縮された空気の一部を冷却用空気として燃焼器14に供給する冷却用空気ライン134に設けられており、第2低圧節炭器24を出た水の一部は、給水ラインAを通過して熱交換器124に供給され、熱交換器124で冷却用空気を熱交換により冷却する。給水ラインAを通過して熱交換器124に供給された加熱水は、熱交換器124を通過後に、給水ラインBを通過して給水ライン76に流入する。

20

【0074】

給水ライン48から分岐した給水ラインCは、発電機19の冷却媒体を冷却するための冷却媒体クーラー126に接続されている。給水ライン48を流れる水の一部は、給水ラインCを通過して冷却媒体クーラー126に供給され、冷却媒体クーラー126で冷却媒体を熱交換により冷却する。給水ラインCを通過して冷却媒体クーラー126に供給された水は、圧縮機12の軸受127に使用される潤滑油を冷却するための潤滑油クーラー128に供給されて、潤滑油を熱交換により冷却する。冷却媒体クーラー126に供給された水は、冷却媒体クーラーを通過後に、給水ラインDを通過して給水ライン48に戻り、第1低圧節炭器22に流入する。

【0075】

30

給水ライン48から分岐した給水ラインEは、熱交換器129に接続されている。熱交換器129は、圧縮機12から抽気した空気をタービン16に供給する抽気ライン138に設けられており、給水ライン48を流れる水の一部は、給水ラインEを通過して熱交換器129に供給され、熱交換器129で圧縮機12から抽気した空気を熱交換により冷却する。給水ラインEから熱交換器129に供給された水は、給水ラインFを通過して給水ライン52に流入する。

【0076】

給水ライン48から分岐した給水ラインGは、熱交換器130に接続されている。熱交換器130は、冷却用空気ライン134における熱交換器124の下流側に設けられており、給水ライン48を流れる水の一部は、給水ラインGを通過して熱交換器130に供給され、熱交換器130で冷却用空気を熱交換により冷却する。給水ラインGを通過して熱交換器130に供給された加熱水は、熱交換器130を通過後に、給水ラインHを通過して給水ライン52に流入する。なお、冷却用空気ライン134における熱交換器130の下流側には冷却空気を圧縮する圧縮機140が設けられている。

40

【0077】

給水ライン53から分岐した給水ラインIは、熱交換器132に接続されている。熱交換器132は、圧縮機12における抽気ライン138が接続する位置よりも下流側から抽気した空気をタービン16に供給する抽気ライン136に設けられており、給水ライン53を流れる水の一部は、給水ラインIを通過して熱交換器132に供給され、熱交換器132で圧縮機から抽気した空気を熱交換により冷却する。給水ラインIから熱交換器132

50

に供給された水は、給水ライン J を通って給水ライン 5 4 に流入する。

【 0 0 7 8 】

このように、複数の節炭器 2 2 , 2 4 のうち少なくとも 1 つの節炭器の出口から出た水の一部を熱源として利用することにより、コンバインドプラント 2 全体での熱利用効率を高めることができる。

【 0 0 7 9 】

また、複数の節炭器 2 2 , 2 4 のうち少なくとも 1 つの節炭器の入口に水を供給するラインを流れる水の一部を冷却媒体として利用して排熱を回収することにより、コンバインドプラント 2 全体での熱利用効率を高めることができる。

【 0 0 8 0 】

なお、図 9 に示すように様々な温度で低温排熱の利用や低温排熱の回収を行う場合、給水ライン 4 8 及び給水ライン 5 2 , 5 3 , 6 3 の給水の流量が温度レベルによって変わり、第 1 低圧節炭器 2 2 及び第 2 低圧節炭器 2 4 を流れる給水の流量が変化することとなり、T Q 線図（例えば図 5 参照）の傾きが低圧節炭器のサイズ低減の観点から好ましいものとはならない。ここで、フラッシュに用いる水の量を温度レベル毎に例えば減圧弁 5 9 を用いて調整し、第 1 低圧節炭器 2 2 及び第 2 低圧節炭器 2 4 を流れる給水の流量を調整することにより、第 1 低圧節炭器 2 2 を流れる給水の T Q 線図の傾きが、排気ガスの T Q 線図の傾きに近くなるようにすると共に、第 2 低圧節炭器 2 4 の給水出口温度を低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の作動圧力における飽和温度に近付ける（アプローチ温度差を 0 に近付ける）ことにより、比較的サイズの小さな節炭器 2 2 , 2 4 で高い効率を得ることができる。

【 0 0 8 1 】

幾つかの実施形態では、図 9 を用いて説明したコンバインドプラント 2（2 B）における給水を熱源又は冷却媒体として利用するための構成は、図 1 0 に示すように、上述した複数のフラッシュタンク 8 a ~ 8 d（多段フラッシュ）を備えるコンバインドプラント 2（2 D）に適用してもよい。図 1 0 に示すように、多段フラッシュの構成を採用して、給水を近い飽和温度の箇所に回収してフラッシュさせると、更に高い効率を得ることができる。この場合、熱源又は冷却媒体として用いる給水はそれぞれ、復水器 1 0 8 と低温熱交換器 2 3 とを接続する給水ライン 2 1、各熱交換器 2 0 の間、即ち、低温熱交換器 2 3 の給水出口、第 1 低圧節炭器 2 2 の給水出口、第 2 低圧節炭器 2 4 の給水出口、第 3 低圧節炭器 2 5 の給水出口（低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の給水入口）の内、所望の温度の箇所から取得し、使用後の給水は上記の各箇所の内、最も温度に近い箇所に回収すると熱利用効率を高めることができ、好ましい。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 に対応する T Q 線図を図 1 3 に示す。本図において、給水は右側から供給され、低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）、第 1 低圧節炭器（図 1 0 中の 2 2、第 3 節炭器）、第 2 低圧節炭器（図 1 0 中の 2 4、第 1 節炭器）、第 3 低圧節炭器（図 1 0 中の 2 5、第 2 節炭器）をこの順に経由して加熱され、給水を第 3 低圧節炭器（図 1 0 中の 2 5、第 2 節炭器）から、熱媒体（排気ガス）と熱交換させることなく、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）に供給するように構成された給水ライン 5 4（第 6 給水ライン）を通して、低圧蒸発器（図 1 0 中の 2 6、第 1 蒸発器）に供給される。低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）には給水が供給される。給水取得ライン E は、低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）を出た給水の一部を、被冷却媒体である冷却空気を冷却する熱利用設備である冷却空気クーラー 1 2 9 の冷熱源となる給水として取得する。また、低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）を出て、第 1 低圧節炭器（図 1 0 中の 2 2、第 3 節炭器）に供給される給水にはフラッシュタンク 8 d からの凝縮水が、凝縮水ライン（給水供給ライン）5 1、給水ポンプ 6 1 を経由して混合される。

【 0 0 8 3 】

本実施形態では、低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）出口の水よりも、凝縮水の方が温度が高いため、T Q 線図上（図 1 3）で、低温熱交換器（図 1 0 中の 2 3）出口の給水より

10

20

30

40

50

も、第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）入口の給水の方が温度が高い。また、低温熱交換器（図10中の23）では、途中で排気ガス中の水分の一部が凝縮し、潜熱が放出されているため、排気ガス下流側の排気ガスのTQ線図の傾きが小さくなっている。また、第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）には、凝縮水が加わるため、低温熱交換器（図10中の23）よりも給水の流量が多く、第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）の給水のTQ線図の傾きは低温熱交換器（図10中の23）よりも小さい。

【0084】

第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）出口の給水の一部は、給水取得ラインKによってガスタービン4の圧縮機12の吸気を加熱する熱利用設備である熱交換器120の熱源となる給水として取得されると共に、給水取得ラインGによって、ガスタービン4の燃焼器の冷却空気を冷却する冷却空気クーラー130の冷熱源となり、排熱を回収する給水として取得される。また、第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）出口の給水の一部は給水ライン（給水取得ライン）77によってフラッシュタンク8cに送られる。これらの水が取得されるため、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）を流れる給水の流量は、第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）よりも少なく、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）の給水のTQ線図の傾きは第1低圧節炭器（図10中の22、第3節炭器）よりも大きい。

【0085】

第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）出口、即ち、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）入口の給水には、熱利用設備である冷却空気クーラー129、130で冷熱源として利用され、排熱を回収した給水が、給水供給ラインF、Hによって混合されると共に、給水取得ラインIによって、熱利用設備である冷却空気クーラー132の冷熱源として取得され、また、給水取得ラインMによって、熱利用設備である燃料予熱器122に熱源として供給される。本例では、給水供給ラインによって給水が混入されることにより、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）入口の給水温度は、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）出口の給水の温度よりもわずかに低い（図13）。ここで、冷却空気クーラー129および130よりも、冷却空気クーラー132の方が被冷却媒体である冷却空気の温度が高く、このため、被冷却媒体の温度が高い冷却空気クーラー132には被冷却媒体の温度が低い冷却空気クーラー129、130よりも高い温度の給水を冷熱源として供給する。こうすることによって、冷却空気クーラー、即ち、熱利用設備の排熱をより近い温度の冷却媒体に回収して効果的に活用することができ、熱利用効率が高まる。

【0086】

以上のように、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）出口、即ち、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）入口の給水には、様々な給水取得ライン、給水供給ラインが設けられ、種々の給水が授受される。本実施形態では、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）出口、即ち、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）入口から取得される給水の量は、供給される給水の量よりも多くなるように構成されている。従って、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）に流れる給水の質量流量は、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）に流れる給水の質量流量よりも少なく、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）のTQ線図の傾きは、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）のTQ線図の傾きよりも大きい（図13）。このようなTQ線図の傾きを実現することにより、第2低圧節炭器（図10中の24、第1節炭器）において、給水のTQ線図の傾きが排気ガスのTQ線図の傾きに近くなり、排気ガス 給水の温度差を一定に近い適度の温度差に保つことができる。

【0087】

また、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）の流量が少なく、TQ線図の傾きが大きいことにより、第3低圧節炭器（図10中の25、第2節炭器）は低圧蒸発器26（第1蒸発器）に低圧蒸発器26（第1蒸発器）の蒸気圧力に対応する飽和温度（図1

10

20

30

40

50

3 中、水平の線)に近い温度の水を供給することができると同時に、熱媒体の流れから見て下流側に配置される熱交換器(節炭器)では排気ガス(熱媒体) 給水の温度差を十分に確保することができる。従って、比較的高い熱利用効率をサイズの小さな熱交換器(節炭器)で実現することができる。

【0088】

また、第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)に流れる給水の質量流量が、第1 低圧節炭器(図10 中の22、第3 節炭器)に流れる給水の質量流量よりも少なく、第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)の給水のTQ 線図の傾きが、第1 低圧節炭器(図10 中の22、第3 節炭器)の給水のTQ 線図の傾きよりも大きいことが、より好ましい。このような構成を備えると、熱媒体(排気ガス)から見て下流側まで、排気ガス 給水の温度差を一定に近い適度の温度差に保つことができ、よりサイズの小さな熱交換器(節炭器)で、高い熱利用効率を得ることができる。また、第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)の給水の流量が、熱媒体(排気ガス)から見て下流側の全ての節炭器(熱交換器)よりも少ないことがより一層好ましい。この場合、一層サイズの小さな熱交換器(節炭器)で、高い熱利用効率を得ることができる。

10

【0089】

また、以上の説明の通り、熱媒体(排気ガス) 流路における熱媒体の流れ方向において、低圧蒸発器(26、第1 蒸発器)よりも下流側に、第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)と第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)とを含む複数の節炭器を含み、複数の節炭器の内1つの節炭器の出口から出た水の一部を取得する給水取得ライン、または、複数の節炭器の内1つの節炭器の入口に給水を供給する給水供給ラインの内、少なくとも一方を備えると、給水を取得、または、供給することにより、前後の節炭器の給水流量を調整し、上記のように好ましいTQ 線図の傾きを実現、比較的高い熱利用効率をサイズの小さな熱交換器(節炭器)で実現することができる。特に、それぞれ、異なる節炭器の出口から出た水の一部を取得する2つ以上の給水取得ライン、それぞれ、異なる節炭器の入口に給水を供給する2つ以上の給水供給ラインの内、少なくとも一方を備えると、給水を利用する熱利用設備での利用に適した、適度の温度の個所から給水を取得し、または、近い温度の個所に給水を供給することができるので、熱利用効率を高め、プラントの効率を向上することができる。また、給水取得ラインと給水供給ラインの両方を備えると、更に効果的に、熱利用効率を高め、プラントの効率を向上することができる。

20

30

【0090】

また、給水供給ラインは、その給水入口に給水を供給する節炭器の給水出口よりも温度が低く、熱媒体(排気ガス)の流れ方向において、その給水入口に給水を供給する節炭器よりも下流に設置された節炭器の給水入口よりも温度が高い給水を供給することが好ましい。このような構成とすることにより、混合する個所の給水と、供給される給水の温度差を低減することができる。従って、その入口に給水を供給する節炭器の給水入口温度と、熱媒体(排気ガス)の流れ方向において下流側(給水の流れ方向において上流側)に給水ラインを接続して設置された節炭器の給水出口温度の温度差を低減できる。例えば、図10、図13の実施形態において、給水供給ラインF、Hが供給する給水の温度が、第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)の給水出口の温度よりも低く、第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)の給水入口温度よりも高いと、給水供給ラインF、Hが供給する給水の温度は第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)と第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)の間を流れる給水の温度に近く、第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)の給水出口と第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)の給水入口の温度差を低減することができる。

40

【0091】

従って、TQ 線図(図13)において、第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)の給水に相当する線の左端(給水出口に相当)と第3 低圧節炭器(図10 中の25、第2 節炭器)の給水に相当する線の右端(給水入口に相当)の温度差を低減することができ、第2 低圧節炭器(図10 中の24、第1 節炭器)の給水出口と第3 低圧節炭器(図10

50

中の 25、第 2 節炭器) の給水入口における熱媒体 (排気ガス) 給水の温度差を近い値とすることができるので、サイズの小さな熱交換器 (節炭器) で、高い熱利用効率を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

更に、第 2 低圧節炭器 (図 10 中の 24、第 1 節炭器) 出口の給水の一部は給水ライン 73 を介してフラッシュタンク 8b に送られ、減圧沸騰することにより発生した蒸気が低圧蒸気タービンの中間段に供給されて、動力を取り出す。更に第 2 低圧節炭器 (図 10 中の 24、第 1 節炭器) 出口の給水の一部は低沸点媒体ランキンサイクル 142 に送られ、低沸点媒体ランキンサイクル 142 の内部を循環する低沸点媒体 (例えば、ペンタン、シクロヘキサン、R245fa、等) を加熱する。加熱された低沸点媒体は蒸発し、タービンを駆動、動力を発生する。以上のように、フラッシュタンク 8a ~ 8d と低圧蒸気タービン 106 の組、低沸点媒体ランキンサイクル 142 は、排気ガス (熱媒体) が流れる熱媒体流路に設けられ、給水を加熱する複数の熱交換器 (節炭器) の間の給水を取得する給水取得ラインの内、少なくともひとつから取得した給水を動力発生装置に送り、前記動力発生装置は、受け取った給水を用いて動力を発生する。

10

【 0 0 9 3 】

本構成により、給水の熱を有効に活用して動力を取り出すことができ、プラントの効率が高まる。その上で、減圧弁 84、流量調整弁 205、206 を用いて、給水ライン (給水取得ライン) 73、75、77 の流量をそれぞれ調節し、第 3 低圧節炭器 25 の給水出口温度を低圧蒸発器 26 (第 1 蒸発器) の作動圧力における飽和温度に近付ける (アプローチ温度差を 0 に近付ける) と共に、第 2 低圧節炭器 24、第 3 低圧節炭器 25 の流量を調節して第 2 低圧節炭器 24、第 3 低圧節炭器 25 の給水の TQ 線図の傾きが、それぞれ排気ガスの TQ 線図の傾きに近くなるようにする。給水ライン (給水取得ライン) 73、75、77 の流量を増大すると、それぞれの分岐点の、給水から見て上流の節炭器、即ち、第 3 低圧節炭器 25、第 2 低圧節炭器 24、第 1 低圧節炭器 22 の給水流量が増大し、TQ 線図の傾きが小さくなる。

20

【 0 0 9 4 】

逆に、それぞれの TQ 線図の傾きを大きくするためには、給水ライン 73、75、77 の流量を減少させればよい。このようにして、第 3 低圧節炭器 25 給水出口 (低圧蒸発器 26 の給水入口) の温度を低圧蒸発器 26 の作動圧力に対応する飽和温度に近付けると共に、第 1 低圧節炭器 22、第 2 低圧節炭器 24 の給水の TQ 線図の傾きを排気ガスの TQ 線図の傾きに近付けることができ、比較的小さなサイズの節炭器で熱利用効率を高めることができる。なお、本実施形態の低沸点媒体ランキンサイクル 142 の構成は例であり、適宜、様々な構成の低沸点媒体ランキンサイクルを採用することができる。特開 2015-183595 に各種の構成が開示されているので、これを参照すれば、当業者は、様々な構成を適用することができるであろう。

30

【 0 0 9 5 】

動力発生装置を除く、ガスタービン 4 の吸気加熱器 120、冷却空気クーラー 129、130、132、燃料予熱器 122 等のプラント内の熱利用設備では、必要な熱源、冷熱源となる給水の流量は、加熱や冷却の必要性から決まっており、自由に設定することはできない。一方で、動力発生装置は適宜熱源となる給水の温度、流量を与えることができ、得られた給水の温度、流量に応じて動力を発生させることができる。そこで、本実施形態のように、動力発生装置を備えると、各種のプラント内の熱利用設備に必要な温度、流量の給水を供給する必要がある場合でも、動力発生装置に供給する給水の流量や、節炭器間の取得位置を変えることにより、前述のように複数の節炭器を流れる給水の流量分布を改善し、低圧蒸発器 (第 1 蒸発器 26) 入口の給水温度を低圧蒸発器 (第 1 蒸発器 26) の蒸気圧力に対応する飽和温度に近付けると共に、各部の熱媒体 (排気ガス) 給水の温度差を適度の温度に保ち、サイズの小さな熱交換器 (節炭器) で、高い熱利用効率を得ることができる。

40

【 0 0 9 6 】

50

また、幾つかの実施形態では、図 1 に示すように、第 2 節炭器 2 4 で加熱された水の全量を低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）、または、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力に応じた飽和温度よりも高い温度に加熱する高温熱交換器の内、少なくとも一方に送る。図 1 では、第 2 節炭器 2 4 で加熱された水は、全量が低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）、中圧節炭器 3 1、第 1 高圧節炭器 3 0 のいずれかに送られており、これ以外の熱利用設備には供給されない。中圧節炭器 3 1、第 1 高圧節炭器 3 0 へは、それぞれ、中圧給水ポンプ 6 2、高圧給水ポンプ 7 2 によって、給水が圧送される。中圧節炭器 3 1、第 1 高圧節炭器 3 0 では、給水は昇圧されているため、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力に応じた飽和温度では沸騰せず、液相のまま、より高い温度まで加熱される。中圧節炭器 3 1、第 1 高圧節炭器 3 0 で昇温された給水は、それぞれ、中圧蒸発器 3 2、高圧蒸発器 3 8 で蒸発された後、最終的に、蒸気タービンを駆動し、動力を発生する。

10

【0097】

低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）に直接給水を送る第 2 節炭器 2 4 で加熱された給水を比較的低温の熱利用に用いる各種熱利用設備に送らず、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力に応じた飽和温度よりも高い温度に加熱する中圧節炭器 3 1、第 1 高圧節炭器 3 0 に限定して送ることにより、第 2 節炭器 2 4 で加熱される給水の流量を減少させることができる。これにより、節炭器を流れる給水の温度分布を前述の好ましい温度分布に近付け、TQ 線図上で第 2 節炭器 2 4 の給水に相当する線の傾きを大きくし、低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）に供給される給水の温度を低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力に応じた飽和温度に近付け、熱利用効率を高めることができる。この場合、比較的低温の熱利用に用いる各種熱利用設備には、節炭器の間から比較的低温の給水を取得して送る（給水ライン 5 3）。

20

【0098】

また、幾つかの実施形態では、図 10 に示すように、ガスタービン 4 の圧縮機 1 2 出口の空気の一部がガスタービン 4 の燃焼器を冷却する冷却空気として取得される。この冷却空気は、当該冷却空気を燃焼器に送る圧縮機 1 4 0 の動力を低減すると共に、燃焼器を冷却する際の冷却効果を高めるために、熱交換器 1 3 0 で冷却、減温される。一方、第 1 低圧節炭器 2 2 出口の給水の一部が冷却媒体として、熱交換器 1 3 0 に供給される。熱交換器 1 3 0 には、前記冷却空気と、前記給水を熱交換することにより前記冷却空気を冷却すると共に前記給水を加熱する。即ち、熱交換器 1 3 0 は、給水を冷熱源として利用する熱利用設備である。また、冷却空気は被冷却媒体の一種である。

30

【0099】

熱交換器 1 3 0 入口、出口における、前記冷却空気の温度は、それぞれ、例えば 1 8 0、9 0 で、熱交換器 1 3 0 入口、出口における、前記給水の温度はそれぞれ、8 0、1 3 0 である。ここで、1 0 0 を超える温度の熱は常圧の水蒸気を発生させることができるのであり、1 0 0 を超える温度の熱と 1 0 0 以下の熱では大きく利用価値が異なる。従って、本例のように冷却空気減温の排熱を有効に活用して、1 0 0 未満の節炭器出口の水を 1 0 0 よりも高い温度となるまで加熱すると、利用価値の高い熱を回収することができるのであり、特に熱利用効率を高めることができる。

【0100】

40

また、この場合、燃焼器において、十分な冷却効果を得るため、熱交換器 1 3 0 において、被冷却媒体である冷却空気を低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力における飽和温度（例えば 1 5 0）よりも低い温度まで冷却する必要がある。このとき、仮に熱交換器 2 0 が単一である場合を考えると、単一の熱交換器 2 0 の入口か出口の水を被冷却媒体の冷却に用いることになる。単一の熱交換器 2 0 では、給水出口の温度は低圧蒸発器 2 6（第 1 蒸発器）の蒸気圧力における飽和温度に近い温度となるため、被冷却媒体を十分に低い温度まで冷却することはできず、熱交換器 2 0 の入口の給水を用いて冷却することとなる。従って、被冷却媒体を冷却する際の排熱を低温の給水に回収することとなり、排熱を有効に回収することができず、熱利用効率が低い。

【0101】

50

従って、本開示のように、熱交換器 20 を複数設け、その途中から給水を取得して熱回収に利用すると、冷却媒体を低圧蒸発器 26（第 1 蒸発器）の蒸気圧力における飽和温度（例えば 150）よりも低い温度まで冷却する必要がある場合でも、排熱を適度の温度の給水に回収することができ、排熱を効率良く回収することができるのである。

【0102】

幾つかの実施形態では、例えば図 11 に示すように、低圧節炭器の数は 1 つでもよい。図 11 に示すコンバインドプラント 2（2E）では、図 7 に示すコンバインドプラント 2（2C）の第 1 低圧節炭器 22 及び第 2 低圧節炭器 24 に代えて、1 つの低圧節炭器 96 が設けられている。

【0103】

図 11 に示す構成では、給水ライン 48 は復水器 108 と低圧節炭器 96 とを接続している。低圧節炭器 96 は、給水ライン 48 から供給された水を排気ガスとの熱交換により加熱する。低圧節炭器 96 で加熱された水の一部は、低圧節炭器 96 と低圧蒸発器 26 とを接続する給水ライン 52 を介して低圧蒸発器 26 へ供給される。

【0104】

また、低圧節炭器 96 で加熱された水の一部は、給水ライン 60 を介して中圧節炭器 31 に供給される。給水ライン 60 は、給水ライン 54 から分岐して中圧節炭器 31 に接続しており、給水ライン 60 を流れる加熱水は、給水ライン 60 に設けられた中圧給水ポンプ 62 によって中圧節炭器 31 に圧送される。

【0105】

フラッシュタンク 8 には、給水ライン 52 から分岐した給水ライン 53 が接続しており、低圧節炭器 96 で加熱された水の一部は、給水ライン 53 を介してフラッシュタンク 8 に供給される。給水ライン 53 には、低圧節炭器 96 から供給された加熱水を減圧するための減圧弁 59 が設けられている。給水ライン 53 を介してフラッシュタンク 8 に供給された加熱水は、フラッシュタンク 8 で減圧されて蒸発し（フラッシュ）、フラッシュ蒸気となる。フラッシュタンク 8 で生成されたフラッシュ蒸気は、フラッシュタンク 8 と低圧蒸気タービン 106 の中間段落とを接続する蒸気ライン 57 を介して低圧蒸気タービン 106 の中間段落に供給される。

【0106】

フラッシュタンク 8 の底部に溜まった凝縮水は、フラッシュタンク 8 と給水ライン 48 とを接続する凝縮水ライン 51 を介して給水ライン 48 へ流入し、給水ライン 48 を介して低圧節炭器 96 に供給される。凝縮水ライン 51 には給水ポンプ 61 が設けられており、フラッシュタンク 8 から排出された凝縮水は給水ポンプ 61 により低圧節炭器 96 に圧送される。

【0107】

このように、給水を 1 か所から取得し、フラッシュさせて発生したフラッシュ蒸気を、フラッシュさせる前の給水で過熱した場合においても、過熱しない場合よりも高い温度の蒸気を利用することができ、熱利用効率を高めることができる。また、蒸気を過熱状態とすることにより、蒸気ライン 57 等の配管内での凝縮を抑制し、ドレン水による配管の閉塞等のトラブルを抑制することができる。また、過熱器 69 から出た蒸気を蒸気タービンで用いる場合、蒸気タービンの下流段の湿り度を低減し、タービン翼のエロージョンを抑制するとともに、蒸気タービンの効率を高めることができる。

【0108】

幾つかの実施形態では、例えば図 12 に示すように、コンバインドプラント 2（2F）は、蒸気発生装置 6 で発生した蒸気を熱源として利用するコジェネレーションプラントとして構成されていてもよい。

【0109】

図 12 に示すコンバインドプラント 2（2F）では、蒸気発生装置 6 から発生した蒸気、すなわち蒸気ライン 58, 92, 93, 94, 95, 117 を流れる蒸気は、化学反応、食品加工、空調（蒸気を熱源とする暖房や吸収冷凍機の熱源として用いる冷房等）等の

10

20

30

40

50

用途に利用してもよい。図 1 2 に示す例示的形態では、排熱回収ボイラー 5 の外部に熱交換器 1 1 6 が設けられており、第 2 高圧過熱器 4 4 で過熱された高圧過熱蒸気は、第 2 高圧過熱器 4 4 と熱交換器 1 1 6 とを接続する蒸気ライン 1 1 7 を通って熱交換器 1 1 6 に供給される。熱交換器 1 1 6 では、蒸気ライン 1 1 7 を介して供給された高圧過熱蒸気を上記用途に使用してもよい。熱交換器 1 1 6 で熱交換を行った高圧過熱蒸気は、バルブ 1 1 9 が設けられた蒸気ライン 1 1 8 を介して第 1 再熱器 4 2 に供給される。

【 0 1 1 0 】

図 1 0 に示すコンバインドプラントでは、フラッシュタンク 8 a、8 b、8 c に、給水を供給する給水ライン 7 3、7 5、7 7 に、それぞれ、減圧弁 8 4、流量調整弁 2 0 5、2 0 6 を備える。これらの各弁の開度を調整することにより、フラッシュタンク 8 a、8 b、8 c に供給される給水の流量を調整することができる。本構成によると、各熱交換器 2 0 (節炭器) の流量を調整することができるので、比較的高い熱利用効率を維持しつつ、熱交換器のサイズを小さくすることができる。以上のフラッシュタンクに供給する給水の流量を調整する構成は、図 1 0 のコンバインドプラントを例として図示、説明したが、他の実施形態にも適用することができる。

10

【 0 1 1 1 】

また、図 1 0 に示すコンバインドプラントでは、ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 a とフラッシュタンク 8 b との間の位置には減圧弁 8 5 が設けられている。ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 b とフラッシュタンク 8 c との間の位置には減圧弁 8 6 が設けられている。ドレン水ライン 7 1 におけるフラッシュタンク 8 c とフラッシュタンク 8 d との間の位置には減圧弁 8 7 が設けられている。

20

【 0 1 1 2 】

これらの減圧弁 8 5 から 8 7 の開度を調整し、ドレン水ライン 7 1 の各部を流れるドレン水の流量を調整することにより、それぞれ、ドレン水ライン 7 1 に対して上流側のフラッシュタンク 8 a から 8 c のドレン水の液位が一定に保たれる。例えば、減圧弁 8 6 の上流のフラッシュタンク 8 b の液位が上昇する場合、減圧弁 8 6 の開度を増大し、減圧弁 8 6 を流れるドレン水の流量を増大することにより、フラッシュタンク 8 b の液位を下降させる。逆にフラッシュタンク 8 b の液位が下降する場合、減圧弁 8 6 の開度を減少し、減圧弁 8 6 を流れるドレン水の流量を減少させることにより、フラッシュタンク 8 b の液位を上昇させ、フラッシュタンク 8 b の液位を一定に保つ。

30

【 0 1 1 3 】

下流のドレン水ラインに減圧弁を持たないフラッシュタンク 8 d については、ポンプ 6 1 の流量を制御することにより、液位を一定に保つ。図示しないが、ポンプ 6 1 に、出口のドレン水の一部を入口に再循環させる再循環流路と、前記再循環流路上に流量調整弁を設置し、再循環流量を流量調整弁で調整する方法や、ポンプ 6 1 をインバーター付き電動機で駆動し、回転数を制御する方法等を用いれば、ポンプ 6 1 の流量を制御することができる。

【 0 1 1 4 】

この構成を備えることにより、フラッシュタンクの液位を一定に保ち、低圧蒸気タービン 1 0 6 が蒸気ライン (9 2 から 9 5) を通して液を吸い込むことを防止し、低圧蒸気タービン 1 0 6 の信頼性を維持すると共に、フラッシュタンク内に十分な量の液を保ち、蒸発量を確保し、低圧蒸気タービン 1 0 6 の出力を十分に増大、プラント効率を高めることができる。以上のフラッシュタンクの液位を一定に保つ構成は、図 1 0 のコンバインドプラントを例として図示、説明したが、他の実施形態にも適用することができる。

40

【 0 1 1 5 】

本開示は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

【 0 1 1 6 】

例えば、上述した幾つかの実施形態では、ガスタービン 4 から排熱回収ボイラー 5 に排気ガスが供給される構成を例示したが、排熱回収ボイラー 5 へ排気ガスを供給する供給源

50

は、ガスタービンに限らず、例えばガスエンジン等の他の原動機であってもよいし、ボイラーであってもよいし、燃料電池であってもよい。

【0117】

また、既設の排熱回収プラントを改造して上述した蒸気発生装置6（6A～6F）を備える排熱回収プラント200を実現してもよい。

【0118】

この場合、排熱回収プラントの改造方法は、例えば図1に示す上記発生装置6（6A）を改造により製造するために、排気ガス流路18における第1蒸発器26の下流側に配置される節炭器の数を増やして2以上にするステップと、2以上の節炭器のうち隣接する2つの節炭器22，24を接続する給水ライン52とフラッシュタンク8等の熱利用設備とを給水ライン53により接続するステップと、を備える。

10

【0119】

これにより、1つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ（2以上の節炭器の合計サイズ）の大型化を抑制しつつ、フラッシュタンク8等の熱利用設備を用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

【0120】

上記各実施形態に記載の内容は、例えば以下のように把握される。

【0121】

（1）本開示の一実施形態に係る蒸気発生装置（6）は、
熱媒体が流れる熱媒体流路（18）と、
前記熱媒体流路に設けられた第1節炭器（22）と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第1節炭器の上流側に設けられた第2節炭器（24）と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第2節炭器の上流側に設けられた第1蒸発器（26）と、
前記第1節炭器で加熱された水を前記第2節炭器に供給するように構成された第1給水ライン（52，27）と、
前記第1給水ラインから分岐しており、前記第1節炭器で加熱された水を熱利用設備（8，51，61，120，122，129，130，132）に供給するように構成された第2給水ライン（53，75，77）と、
を備える。

20

【0122】

（1）上記に記載の蒸気発生装置によれば、第1節炭器から第2節炭器に水を供給する第1給水ラインと、第1給水ラインから分岐して熱利用設備に水を供給する第2給水ラインと、を備えるため、第2節炭器の流量が第1節炭器の流量よりも少なくなる。このため、熱利用設備に供給する給水の流量に応じて第1節炭器の給水の流量が多くなっても、比較的小さな第2節炭器で給水の温度を高効率に飽和蒸気温度に近づけることができる。したがって、1つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ（第1節炭器のサイズと第2節炭器のサイズの合計）の大型化を抑制しつつ、熱利用設備を用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

30

40

【0123】

（2）幾つかの実施形態では、上記（1）に記載の蒸気発生装置において、
前記熱利用設備は、フラッシュ蒸気を発生させるための第1フラッシュタンク（8）である。

【0124】

上記（2）に記載の蒸気発生装置によれば、第1節炭器から第2節炭器に水を供給する第1給水ラインと、第1給水ラインから分岐して第1フラッシュタンクに水を供給する第2給水ラインと、を備えるため、第2節炭器の流量が第1節炭器の流量よりも少なくなる。このため、フラッシュタンクに供給する給水の流量に応じて第1節炭器の給水の流量が多くなっても、比較的小さな第2節炭器で給水の温度を高効率に飽和蒸気温度に近づける

50

ことができる。したがって、1つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ（第1節炭器のサイズと第2節炭器のサイズの合計）の大型化を抑制しつつ、フラッシュタンクを用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

【0125】

（3）幾つかの実施形態では、上記（2）に記載の蒸気発生装置において、

前記熱媒体流路には、前記第1蒸発器を含む複数の蒸発器（26, 32, 38）が設けられ、

前記第1蒸発器は、前記複数の蒸発器のうち前記熱媒体流路の流れ方向において最も下流側に位置する蒸発器である。

【0126】

フラッシュで得られる蒸気、凝縮水の温度は元の水の温度よりも低くなってしまうため、蒸発器と比較すると、フラッシュによる蒸気発生は熱利用効率が低い。フラッシュさせる水を取得する節炭器の熱媒体（排気ガス）から見て下流側に別の蒸発器が存在する場合、フラッシュさせる水を取得すると、下流側の別の蒸発器に供給される熱媒体（排気ガス）の熱量が減少し、下流側の別の蒸発器で利用可能な熱量が減少してしまう。このため、熱利用効率が高い蒸発器からの蒸気発生量が減少する一方、熱利用効率がそれよりも低いフラッシュ蒸気流量が増大し、熱利用効率が低下してしまう。一方、上記（2）に記載の蒸気発生装置によれば、熱媒体流路の流れ方向において最も下流側の蒸発器、即ち第1蒸発器よりも更に下流の節炭器から給水を取得し、フラッシュさせるので、蒸発器で発生する蒸気量を減少させることなくフラッシュ蒸気を得ることができるので、熱利用効率が低下することなく、効果的に熱媒体の熱を活用することができ、プラント効率向上効果が特に大きい。なお、節炭器から取得する給水をフラッシュ蒸気の発生以外の用途に活用する場合においても、第1蒸発器が熱媒体流路の流れ方向において最も下流側に位置すると、他の蒸発器における蒸発量を減少させることなく、給水を得ることができるので、特に大きなプラント効率向上効果を得ることができる。

【0127】

（4）幾つかの実施形態では、上記（2）又は（3）に記載の蒸気発生装置において、

前記第2節炭器で加熱された水を前記第1フラッシュタンクに水を供給するように構成された第3給水ライン（63）と、前記第1節炭器に水を供給するための給水ラインから分岐して前記第1フラッシュタンクに水を供給するように構成された第4給水ライン（E, F, G, H）と、の少なくとも一方を更に備える。

【0128】

上記（4）に記載の蒸気発生装置によれば、第2給水ラインを含めて少なくとも2つの給水ラインから取得した給水を第1フラッシュタンクに供給することにより、第2節炭器の流量を調節することができ、適度のサイズの節炭器で高い効率を得ることができる。また、第1蒸発器の蒸発量に影響し、特に重要な第2節炭器の出口の給水温度を高く（第1蒸発器のアプローチ温度差を0に近く）保ちつつ、第1節炭器における排気ガスと給水の温度差を第1節炭器の給水出口よりも大きな一定の値に保つことができる。ここで、排気ガスと給水との温度差は、一定の場合がサイズの割に最も熱交換量が大きいため、第1節炭器のサイズを合理的に小型化しつつ、性能上特に重要な第2節炭器のみ大型化して効率を高めることができる。

【0129】

（5）幾つかの実施形態では、上記（2）乃至（4）の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記第1フラッシュタンクで発生させた蒸気を、該蒸気を利用する設備（100）に供給するための第1蒸気ライン（57, 93, 94, 95）と、

前記第1蒸気ラインに設けられ、前記第1フラッシュタンクで発生した蒸気を過熱するための過熱器（69, 89, 90, 91）と、

を更に備える。

【0130】

10

20

30

40

50

上記（５）に記載の蒸気発生装置によれば、高温の給水を利用して第１蒸気ラインを流れる蒸気を過熱器で過熱することにより、過熱しない場合よりも高い温度の蒸気を利用することができ、熱利用効率を高めることができる。また、蒸気を過熱状態とすることにより、蒸気ライン等の配管内での凝縮を抑制し、ドレン水による配管の閉塞等のトラブルを抑制することができる。

【０１３１】

（６）幾つかの実施形態では、上記（２）乃至（５）の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記第１フラッシュタンクを含む複数のフラッシュタンク（８a～８d）を備え、

前記複数のフラッシュタンクの圧力は、互いに異なる圧力に設定される。

【０１３２】

上記（６）に記載の蒸気発生装置によれば、フラッシュタンクの飽和水を順次、温度及び圧力の低いフラッシュタンクに送って蒸発させることにより、熱を温度に応じて回収し、熱利用効率を高めることができる。

【０１３３】

（７）幾つかの実施形態では、上記（６）に記載の蒸気発生装置において、

前記複数のフラッシュタンクを直列に接続し、前記フラッシュタンクの各々から排出されたドレン水が流れるドレン水ライン（７１）と、

前記第１節炭器又は前記第２節炭器で加熱された水を前記ドレン水ラインに供給する第５給水ライン（７５，７７）と、

を更に備え、

前記第５給水ラインの水の温度は、前記複数のフラッシュタンクのうち前記ドレン水ラインの流れ方向において前記ドレン水ラインと前記第５給水ラインとが接続する位置よりも上流側に位置するフラッシュタンクの圧力に応じた飽和温度よりも低く、前記複数のフラッシュタンクのうち前記ドレン水ラインの流れ方向において前記ドレン水ラインと前記第５給水ラインとが接続する位置よりも下流側に位置するフラッシュタンクの圧力に応じた飽和温度よりも高い。

【０１３４】

上記（７）に記載の蒸気発生装置によれば、互いに圧力の異なる複数のフラッシュタンクが設けられており、複数個所の給水がその温度に応じてドレン水ラインの適切な温度の箇所に投入されるため、熱利用効率を高めることができる。

【０１３５】

（８）幾つかの実施形態では、上記（２）乃至（７）の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第１蒸発器よりも下流側に、前記第１節炭器と前記第２節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器のうち少なくとも１つの節炭器の出口から出た水の一部を熱源として利用するように構成される。

【０１３６】

上記（８）に記載の蒸気発生装置によれば、複数の節炭器のうち少なくとも１つの節炭器の出口から出た水の一部を熱源として利用することにより、蒸気発生装置の外部構成も考慮した熱利用効率を高めることができる。

【０１３７】

（９）幾つかの実施形態では、上記（２）乃至（８）の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第１蒸発器よりも下流側に、前記第１節炭器と前記第２節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器のうち少なくとも１つの節炭器の入口に接続する給水ラインを流れる水の一部を冷却媒体として利用し、排熱を回収するように構成される。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

上記（ 9 ）に記載の蒸気発生装置によれば、複数の節炭器のうち少なくとも 1 つの節炭器の入口に水を供給するラインを流れる水の一部を冷却媒体として利用して排熱を回収することにより、蒸気発生装置の外部構成も考慮した熱利用効率を高めることができる。

【 0 1 3 9 】

（ 1 0 ）本開示の一実施形態に係る蒸気発生装置は、
前記熱媒体が流れる熱媒体流路（ 1 8 ）と、
前記熱媒体流路に設けられた節炭器（ 9 6 , 2 5 ）と、
前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記節炭器の上流側に設けられた第 1 蒸発器（ 2 6 ）と、
フラッシュ蒸気を発生させるための第 1 フラッシュタンク（ 8 ）と、
前記節炭器から前記第 1 蒸発器に水を供給するための第 1 給水ライン（ 5 2 , 5 4 ）と、
前記第 1 給水ラインから分岐して前記第 1 フラッシュタンクに接続する第 2 給水ライン（ 5 3 , 7 3 ）と、
前記第 2 給水ラインに設けられ、前記第 1 フラッシュタンクで発生した蒸気を前記第 2 給水ラインを流れる水により過熱する過熱器（ 6 9 , 8 8 ）と、
を備える。

10

【 0 1 4 0 】

（ 1 1 ）幾つかの実施形態では、上記（ 2 ）乃至（ 1 0 ）の何れかに記載の蒸気発生装置において、
前記蒸気発生装置は、前記第 2 給水ラインに設けられた弁（ 8 4 , 2 0 5 , 2 0 6 ）の開度を調整することにより、前記第 1 フラッシュタンクに供給される給水の流量が調整される。

20

【 0 1 4 1 】

上記（ 1 1 ）に記載の蒸気発生装置によれば、節炭器の流量を調整することができるので、比較的高い熱利用効率を維持しつつ、節炭器のサイズを小さくすることができる。

【 0 1 4 2 】

（ 1 2 ）幾つかの実施形態では、上記（ 2 ）乃至（ 1 1 ）の何れかに記載の蒸気発生装置において、
前記蒸気発生装置は、前記第 1 フラッシュタンクのドレン水が流れるライン（ 7 1 ）に設けられた弁（ 8 5 , 8 6 , 8 7 ）の開度、または、前記第 1 フラッシュタンクのドレン水が流れるラインに設けられたポンプ（ 6 1 ）の流量の内、少なくとも一方を調整することにより、前記第 1 フラッシュタンクの液位を調整する。

30

【 0 1 4 3 】

上記（ 1 2 ）に記載の蒸気発生装置によれば、弁の開度又はポンプの流量のうち少なくとも一方を適切に調整することにより、第 1 フラッシュタンクの液位を一定に調整することができる。

【 0 1 4 4 】

（ 1 3 ）幾つかの実施形態では、上記（ 1 ）に記載の蒸気発生装置において、
前記熱利用設備は、被加熱媒体を前記第 1 節炭器で加熱された水と熱交換させ、または、被加熱媒体を前記第 1 節炭器で加熱された水と混合させて、前記被加熱媒体を加熱する。

40

【 0 1 4 5 】

上記（ 1 3 ）に記載の蒸気発生装置によれば、蒸発器の入口給水よりも温度が低い第 1 節炭器の出口の加熱水を用いて被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことなく、熱利用効率を向上することができる。

【 0 1 4 6 】

（ 1 4 ）幾つかの実施形態では、上記（ 1 3 ）に記載の蒸気発生装置において、
前記被加熱媒体は、1 0 0 以下である。

【 0 1 4 7 】

上記（ 1 4 ）に記載の蒸気発生装置によれば、蒸発器の入口給水よりも温度が低い第 1

50

節炭器の出口の加熱水を用いて 100 以下の被加熱媒体を加熱すると、熱の利用価値を大きく損なうことなく、熱利用効率を向上することができる。

【0148】

(15) 幾つかの実施形態では、上記(1)に記載の蒸気発生装置において、

前記熱利用設備は、被冷却媒体を前記第1節炭器で加熱された水と熱交換させ、前記被冷却媒体を冷却すると共に、前記第1節炭器で加熱された水を更に加熱する。

【0149】

上記(15)に記載の蒸気発生装置によれば、冷却媒体を第1蒸発器の蒸気圧力における飽和温度よりも低い温度まで冷却する必要がある場合でも、排熱を適度の温度の給水に回収することができ、排熱を効率良く回収することができるのである。

10

【0150】

(16) 幾つかの実施形態では、上記(15)に記載の蒸気発生装置において、

前記熱利用設備は、前記第1節炭器で加熱された水が 100 よりも高い温度となるまで加熱する。

【0151】

100 を超える温度の熱は常圧の水蒸気を発生させることができるのであり、100 を超える温度の熱と 100 以下の熱では大きく利用価値が異なる。従って、上記(16)に記載の蒸気発生装置のように被冷却媒体の減温の排熱を有効に活用して、100 未満の節炭器出口の水を 100 よりも高い温度となるまで加熱すると、利用価値の高い熱を回収することができるのであり、特に熱利用効率を高めることができる。

20

【0152】

(17) 幾つかの実施形態では、上記(15)又は(16)に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第1蒸発器よりも下流側に、前記第1節炭器と前記第2節炭器とを含む複数の節炭器を含み、前記複数の節炭器の内、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において、最も上流に設置された節炭器は、加熱された給水を前記第1蒸発器に供給し、前記熱利用設備は、被冷却媒体を前記第1蒸発器における蒸気圧力に応じた飽和温度以下の温度となるように冷却する。

【0153】

30

上記(17)に記載の蒸気発生装置によれば、複数の節炭器の途中から給水を取得して熱回収に利用することにより、被冷却媒体を第1蒸発器の蒸気圧力に応じた飽和温度以下まで冷却する場合でも、排熱を適度の温度の給水に回収することができ、排熱を効率良く回収することができる。

【0154】

(18) 本開示の一実施形態に係る蒸気発生装置(6)は、

熱媒体が流れる熱媒体流路(18)と、

前記熱媒体流路に設けられた第1節炭器(24)と、

前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第1節炭器の上流側に設けられた第2節炭器(25)と、

40

前記熱媒体流路において前記熱媒体の流れ方向で前記第2節炭器の上流側に設けられた第1蒸発器(26)と、

前記第1節炭器で加熱された水を前記第2節炭器に供給するように構成された第1給水ライン(52, 27)と、

前記第2節炭器で加熱された水を、前記熱媒体と熱交換させることなく前記第1蒸発器に供給するように構成された第6給水ライン(54)と、

を備え、

前記第2節炭器に流れる給水は、前記第1節炭器に流れる給水よりも質量流量が少ない。

【0155】

上記(18)に記載の蒸気発生装置によれば、排気ガスと給水の温度差を一定に近い適

50

度の温度差に保つことができ、比較的高い熱利用効率をサイズの小さな節炭器で実現することができる。

【 0 1 5 6 】

(1 9) 幾つかの実施形態では、上記 (1 8) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 2 節炭器よりも下流側に、第 3 節炭器 (2 2) を含み、前記第 2 節炭器に流れる給水の質量流量が、前記第 3 節炭器を流れる給水の質量流量よりも少ない。

【 0 1 5 7 】

上記 (1 9) に記載の蒸気発生装置によれば、熱媒体から見て下流側まで、排気ガスと給水の温度差を一定に近い適度の温度差に保つことができ、よりサイズの小さな節炭器で、高い熱利用効率を得ることができる。

10

【 0 1 5 8 】

(2 0) 幾つかの実施形態では、上記 (1 8) 又は (1 9) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸気器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の出口から出た水の一部を取得する給水取得ライン (E , K , G , I , M , 7 7) を備える。

【 0 1 5 9 】

上記 (2 0) に記載の蒸気発生装置によれば、給水を取得することにより、前後の節炭器の給水流量を調整し、好ましい T Q 線図の傾きを実現し、比較的高い熱利用効率をサイズの小さな節炭器で実現することができる。

20

【 0 1 6 0 】

(2 1) 幾つかの実施形態では、上記 (2 0) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、それぞれ、異なる前記節炭器の出口から出た水の一部を取得する 2 つ以上の前記給水取得ラインを備える。

【 0 1 6 1 】

上記 (2 1) に記載の蒸気発生装置によれば、給水を利用する熱利用設備での利用に適した、適度の温度の個所から給水を取得することができるので、熱利用効率を高め、プラントの効率を向上することができる。

30

【 0 1 6 2 】

(2 2) 幾つかの実施形態では、上記 (1 8) 又は (1 9) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記熱媒体流路における前記熱媒体の流れ方向において前記第 1 蒸気器よりも下流側に、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを含む複数の節炭器を含み、

前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の入口に給水を供給する、給水供給ラインを備える。

【 0 1 6 3 】

上記 (2 2) に記載の蒸気発生装置によれば、給水を供給することにより、前後の節炭器の給水流量を調整し、上記のように好ましい T Q 線図の傾きを実現、比較的高い熱利用効率をサイズの小さな節炭器で実現することができる。

40

【 0 1 6 4 】

(2 3) 幾つかの実施形態では、上記 (2 0) 又は (2 1) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記複数の節炭器の内 1 つの節炭器の入口に給水を供給する、給水供給ライン (F , H) を備える。

【 0 1 6 5 】

上記 (2 3) に記載の蒸気発生装置によれば、上記給水取得ラインと給水供給ラインの両方を備えるため、更に効果的に、熱利用効率を高め、プラントの効率を向上することができる。

【 0 1 6 6 】

50

(2 4) 幾つかの実施形態では、上記 (2 2) 又は (2 3) に記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、それぞれ、異なる前記節炭器の入口に給水を供給する 2 つ以上の前記給水供給ラインを備える。

【 0 1 6 7 】

上記 (2 4) に記載の蒸気発生装置によれば、給水を利用する熱利用設備での利用に適した、近い温度の個所に給水を供給することができるので、熱利用効率を高め、プラントの効率を向上することができる。

【 0 1 6 8 】

(2 5) 幾つかの実施形態では、上記 (2 2) 乃至 (2 4) の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記給水供給ラインは、その給水の供給先である前記節炭器の給水出口よりも温度が低く、前記熱媒体の流れ方向において、その給水の供給先である前記節炭器よりも下流に設置された前記節炭器の給水入口よりも温度が高い給水を供給する。

【 0 1 6 9 】

上記 (2 5) に記載の蒸気発生装置によれば、混合する個所の給水と、供給される給水の温度差を低減することができる。従って、その入口に給水を供給する節炭器の給水入口温度と、熱媒体 (排気ガス) の流れ方向において下流側 (給水の流れ方向において上流側) に給水ラインを接続して設置された節炭器の給水出口温度の温度差を低減できる。これにより、サイズの小さな節炭器で、高い熱利用効率を得ることができる。

【 0 1 7 0 】

(2 6) 幾つかの実施形態では、上記 (2 0) 、 (2 1) 、 (2 3) の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、動力発生装置 (8 , 1 0 6) を更に備え、前記給水取得ラインの内、少なくともひとつから取得した給水を動力発生装置に送り、前記動力発生装置は、受け取った給水を用いて動力を発生する。

【 0 1 7 1 】

上記 (2 6) に記載の蒸気発生装置によれば、給水の熱を有効に活用して動力を取り出すことができ、プラントの効率が高まる。

【 0 1 7 2 】

(2 7) 幾つかの実施形態では、上記 (1 8) 乃至 (2 6) の何れかに記載の蒸気発生装置において、

前記蒸気発生装置は、前記第 2 節炭器で加熱された水の全量を前記第 1 蒸発器、または、前記第 1 蒸発器の蒸気圧力に応じた飽和温度よりも高い温度に加熱する高温熱交換器 (3 0 , 3 1) の内、少なくとも一方に送る。

【 0 1 7 3 】

上記 (2 7) に記載の蒸気発生装置によれば、第 1 蒸発器に直接給水を送る第 2 節炭器で加熱された給水を比較的低温の熱利用に用いる各種熱利用設備に送らず、第 1 蒸発器又は第 1 蒸発器の蒸気圧力に応じた飽和温度よりも高い温度に加熱する高温熱交換器のうち少なくとも一方に送ることにより、第 2 節炭器で加熱される給水の流量を減少させることができる。これにより、節炭器を流れる給水の温度分布を好ましい温度分布に近付け、T-Q 線図上で第 2 節炭器の給水に相当する線の傾きを大きくし、第 1 蒸発器に供給される給水の温度を第 1 蒸発器の蒸気圧力に応じた飽和温度に近付け、熱利用効率を高めることができる。

【 0 1 7 4 】

(2 8) 本開示の一実施形態に係る排熱回収プラント (2 0 0) は、

上記 (1) 乃至 (2 7) の何れかに記載の蒸気発生装置 (6) と、

前記蒸気発生装置で発生した蒸気を利用する蒸気利用設備 (1 0 0) と、

を備える。

【 0 1 7 5 】

10

20

30

40

50

上記(28)に記載の排熱回収プラントによれば、上記(1)乃至(27)の何れかの蒸気発生装置を備えるため、節炭器のサイズ(第1節炭器のサイズと第2節炭器のサイズの合計)の大型化を抑制しつつ、フラッシュタンクを用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。これにより、排熱回収プラントの大型化を抑制しつつ、排熱回収プラントにおける熱利用効率を高めることができる。

【0176】

(29)本開示の一実施形態に係るコンバインドプラント(2)は、
上記(28)に記載の排熱回収プラントと、
原動機(4)、ボイラー又は燃料電池と、
を備え、
前記蒸気利用設備は蒸気タービン(102, 104, 106)を含み、
前記熱媒体は、前記原動機の排気ガス、前記ボイラーの排気ガス又は前記燃料電池の排気ガスである。

10

【0177】

上記(29)に記載の蒸気発生装置によれば、原動機の排気ガス、ボイラーの排気ガス又は燃料電池の排気ガスの熱エネルギーを排熱回収プラントで高効率に回収することができる。また、蒸気タービンの下流段の湿り度を低減し、タービン翼のエロージョンを抑制するとともに、蒸気タービンの効率を高めることができる。

【0178】

(30)本開示の一実施形態に係るコジェネレーションプラント(2)は、
上記(28)に記載の排熱回収プラントと、
原動機(4)、ボイラー又は燃料電池と、
を備え、
前記蒸気利用設備は前記蒸気を熱源として利用するように構成され、
前記熱媒体は前記原動機の排気ガス、前記ボイラーの排気ガス又は前記燃料電池の排気ガスである。

20

【0179】

上記(30)に記載の蒸気発生装置によれば、原動機の排気ガス、ボイラーの排気ガス又は燃料電池の排気ガスの熱エネルギーを排熱回収プラントで高効率に回収することができる。また、蒸気発生装置で発生した蒸気を熱源として利用することにより、熱利用効率の高いコジェネレーションプラントを実現することができる。

30

【0180】

(31)本開示の一実施形態に係る排熱回収プラントの改造方法は、
熱媒体流路(18)における第1蒸発器(26)の下流側に配置される節炭器(22, 24, 25)の数を増やして2以上にするステップと、
前記2以上の節炭器のうち隣接する一対の節炭器を接続する給水ライン(52, 27)とフラッシュタンク(8)とを接続するステップと、
を備える。

【0181】

上記(31)に記載の排熱回収プラントの改造方法によれば、1つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ(第1節炭器のサイズと第2節炭器のサイズの合計)の大型化を抑制しつつ、フラッシュタンクを用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

40

【0182】

(32)本開示の一実施形態に係る蒸気発生方法は、
熱媒体流路(18)に設けられた第1節炭器(22)で加熱された水を、前記熱媒体流路の熱媒体の流れ方向において前記第1節炭器の上流側に設けられた第2節炭器(24)に供給するステップと、
前記第2節炭器で加熱された水を、前記熱媒体流路の熱媒体の流れ方向において前記第2節炭器の上流側に設けられた第1蒸発器(26)に供給するステップと、

50

前記第 1 節炭器で加熱された水を、前記第 1 節炭器と前記第 2 節炭器とを接続する第 1 給水ライン（52, 27）から分岐した第 2 給水ライン（53, 75, 77）によって熱利用設備（8, 51, 61, 120, 122, 129, 130, 132）に供給するステップと、
を備える。

【0183】

上記（32）に記載の蒸気発生方法によれば、第 1 節炭器で加熱された水を、第 1 節炭器と第 2 節炭器とを接続する第 1 給水ラインから分岐した第 2 給水ラインによって熱利用設備に供給するため、第 2 節炭器の流量が第 1 節炭器の流量よりも少なくなる。このため、熱利用設備に供給する給水の流量に応じて第 1 節炭器の給水の流量が多くなっても、比較的小さな第 2 節炭器で給水の温度を高効率に飽和蒸気温度に近づけることができる。したがって、1 つの節炭器で給水の温度を飽和蒸気温度に近づける場合と比較して、節炭器のサイズ（第 1 節炭器のサイズと第 2 節炭器のサイズの合計）の大型化を抑制しつつ、熱利用設備を用いて熱媒体の熱利用の効率を高めることができる。

【符号の説明】

【0184】

2 コンバインドプラント

4 ガスタービン

5 排熱回収ボイラー

6（6a～6d） 蒸気発生装置

8（8a～8d） フラッシュタンク

9 煙突

12, 140 圧縮機

14 燃焼器

16 タービン

18 排気ガス流路

19 発電機

20, 116, 120, 122, 124 熱交換器

126, 128, 129, 130, 132 熱交換器

21, 48 給水ライン

22 第 1 低圧節炭器

23 低温熱交換器

24 第 2 低圧節炭器

25 第 3 低圧節炭器

26 低圧蒸発器

27, 29, 48, 52, 53, 54, 60 給水ライン

63, 64, 70, 73, 74, 75, 76, 77, 79 給水ライン

28 低圧過熱器

30 第 1 高圧節炭器

31 中圧節炭器

32 中圧蒸発器

34 中圧過熱器

36 第 2 高圧節炭器

38 高圧蒸発器

40 第 1 高圧過熱器

42 第 1 再熱器

44 第 2 高圧過熱器

46 第 2 再熱器

50 復水ポンプ

51 凝縮水ライン

10

20

30

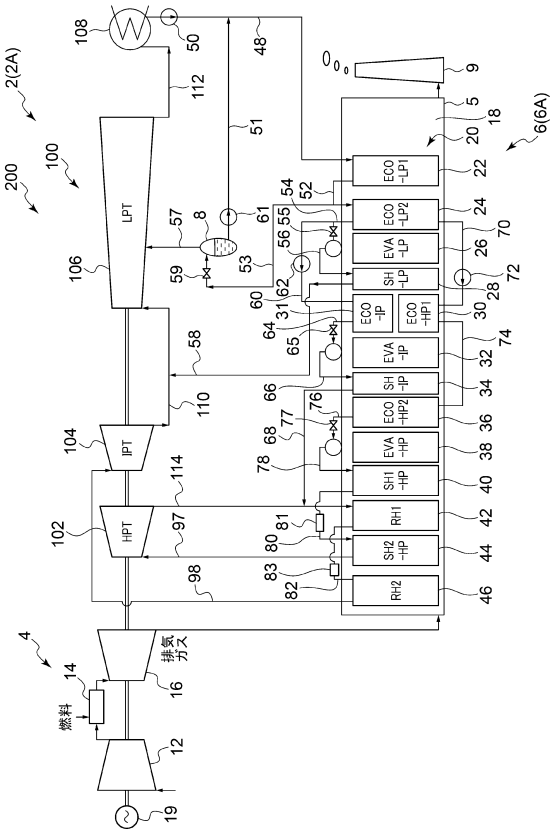
40

50

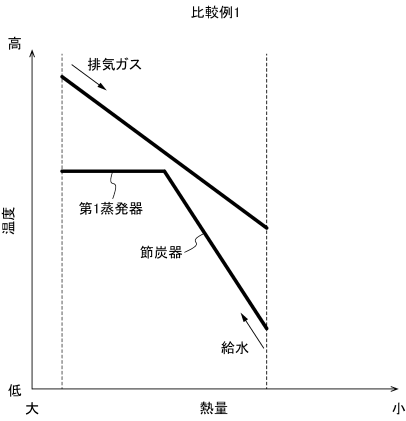
5 5 , 6 5 , 7 7	給水弁	
5 6 , 5 7 , 5 8 , 6 6 , 6 8 , 7 8 , 8 0	蒸気ライン	
8 6 , 9 2 , 9 3 , 9 4 , 9 5 , 9 7 , 1 1 7 , 1 1 8	蒸気ライン	
5 9 , 8 4 , 8 5 , 8 6 , 8 7	減圧弁	
6 1	給水ポンプ	
6 2	中圧給水ポンプ	
6 9 , 8 8 , 8 9 , 9 0 , 9 1	過熱器	
7 1	ドレン水ライン	
7 2	高圧給水ポンプ	
8 1 , 8 3	減温器	10
8 2 , 9 8	再熱蒸気ライン	
9 6	低圧節炭器	
1 0 0	蒸気タービンシステム	
1 0 2	高圧蒸気タービン	
1 0 4	中圧蒸気タービン	
1 0 6	低圧蒸気タービン	
1 0 8	復水器	
1 1 0	中圧排気ライン	
1 1 2	低圧排気ライン	
1 1 4	高圧排気ライン	20
1 1 9	バルブ	
1 2 6	冷却媒体クーラー	
1 2 7	軸受	
1 2 8	潤滑油クーラー	
1 3 4	冷却用空気ライン	
1 3 6 , 1 3 8	抽気ライン	
1 4 2	低沸点媒体ランキンサイクル	
2 0 0	排熱回収プラント	
2 0 5 , 2 0 6	流量調整弁	30

【図面】

【図 1】



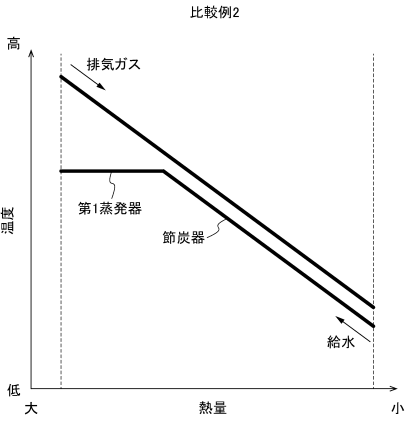
【図 2】



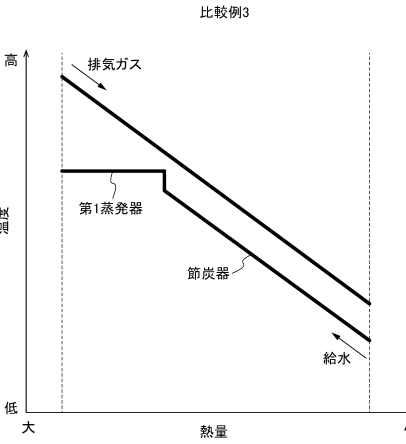
10

20

【図 3】



【図 4】

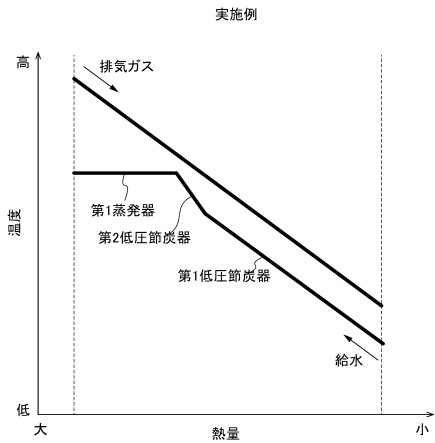


30

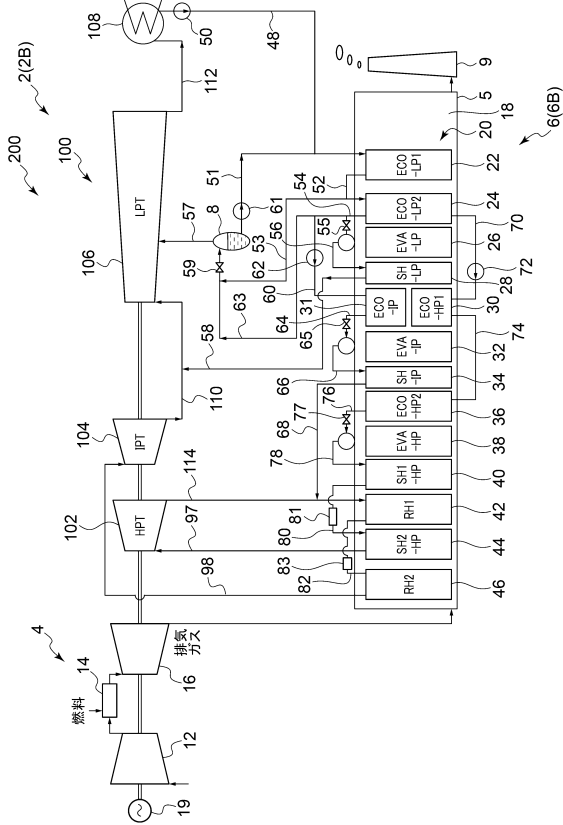
40

50

【図 5】



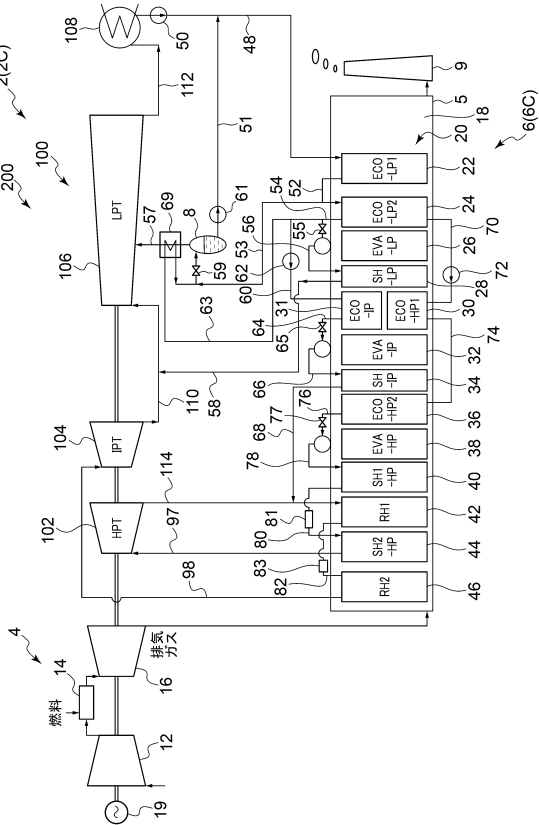
【図 6】



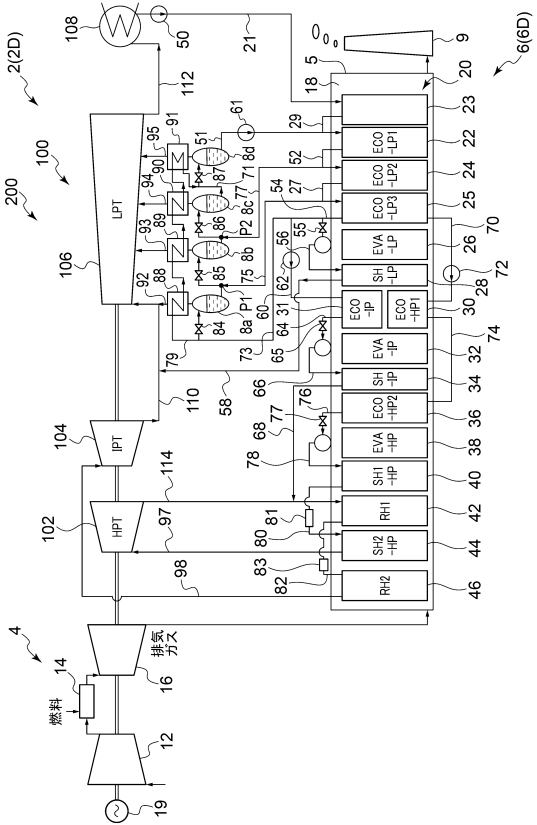
10

20

【図 7】



【図 8】

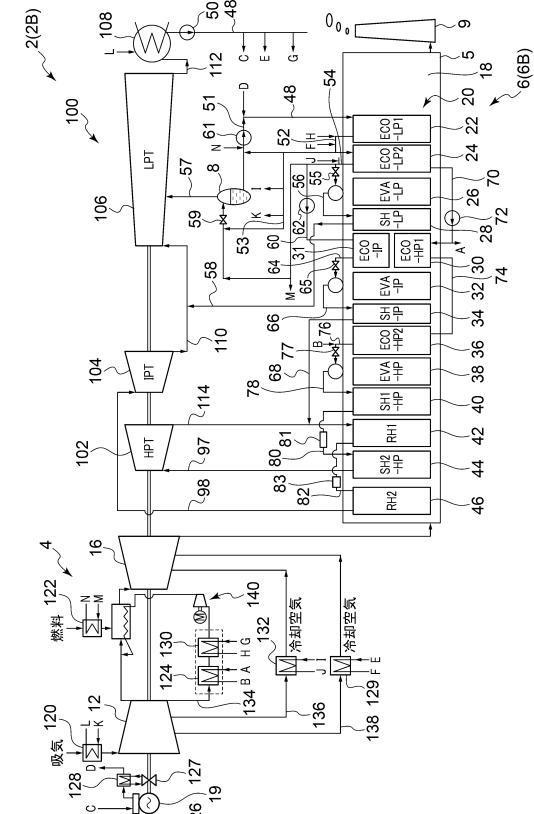


30

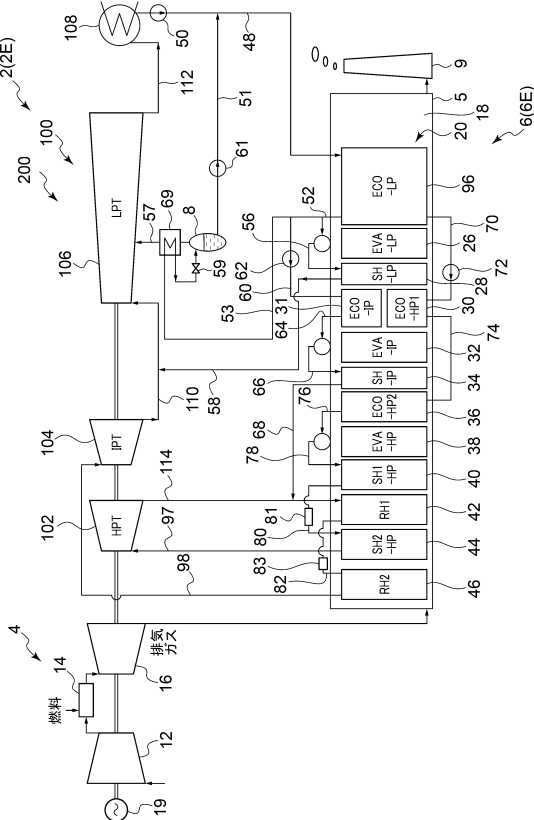
40

50

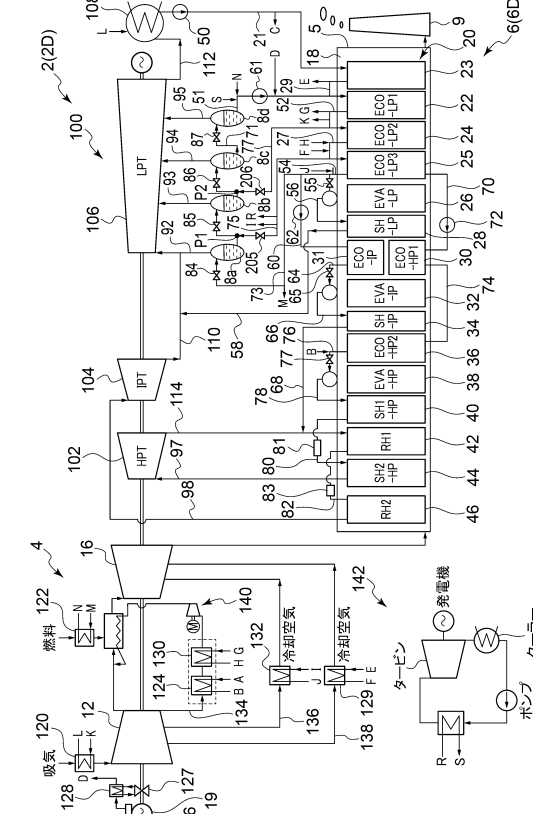
【図 9】



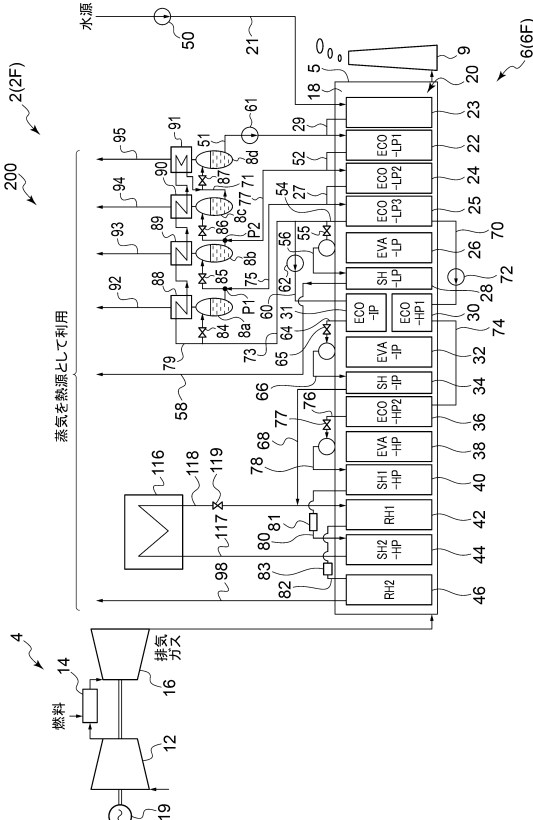
【図 11】



【図 10】



【図 12】



10

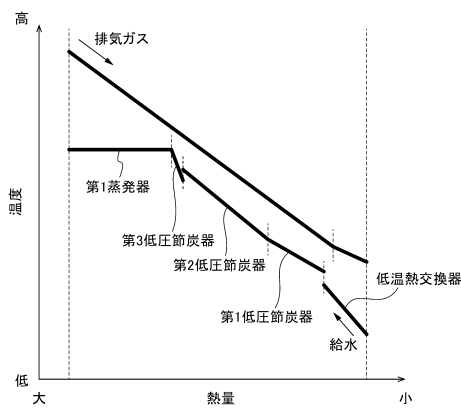
20

30

40

50

【図 13】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I				
<i>F 0 1 K</i>	<i>23/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 K</i>	<i>23/10</i>	<i>W</i>
<i>F 0 1 K</i>	<i>23/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 K</i>	<i>23/02</i>	<i>Z</i>
<i>F 0 2 C</i>	<i>6/18</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>6/18</i>	<i>A</i>

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 香月 紀人

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 永山 加奈子

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内

(72)発明者 日 高 貴弘

東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内

審査官 大谷 光司

(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 0 4 4 6 7 8 (J P , A)

特開平 1 1 - 0 6 2 5 1 5 (J P , A)

特開 2 0 1 5 - 1 8 3 5 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 2 2 B 1 / 1 8 , 3 / 0 4

F 2 2 D 1 / 0 2

F 2 2 G 1 / 0 0

F 0 1 K 2 1 / 0 0 , 2 3 / 0 2 , 2 3 / 1 0

F 0 2 C 6 / 1 8