

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-247146

(P2012-247146A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
F 2 2 B 3/00 (2006.01) F 2 2 B 3/00
F 2 5 B 27/02 (2006.01) F 2 5 B 27/02 P

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-119871 (P2011-119871)	(71) 出願人	000005234 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(22) 出願日	平成23年5月30日(2011.5.30)	(74) 代理人	100086689 弁理士 松井 茂
		(72) 発明者	池田 洋一 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内
		(72) 発明者	小松 正 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

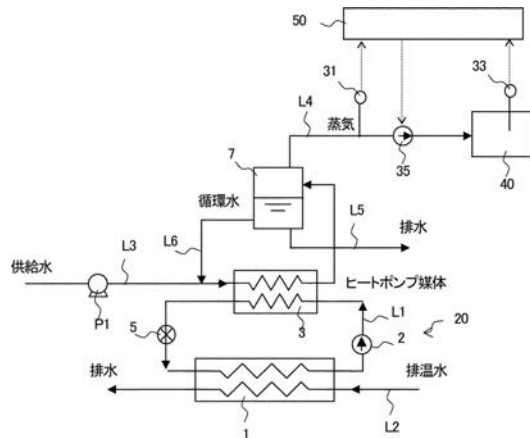
(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ式蒸気生成装置

(57) 【要約】

【課題】 蒸気利用設備を所望温度に効率よく加温することが可能なヒートポンプ式蒸気生成装置を提供する。

【解決手段】 ヒートポンプ循環経路 20 と、給水経路 L3 と、気液分離器 7 と、気液分離器 7 の気相部の蒸気を蒸気利用設備 40 に送る蒸気取り出し経路 L4 と、気液分離器 40 の液相部と給水経路 L3 とを接続する水循環経路 L6 とを備え、蒸気取り出し経路 L4 に上流側から第 1 圧力計 31 と蒸気圧縮機 35 とが設けられ、蒸気利用設備 40 における所定箇所の測定温度 T1 が同箇所の設定温度 Ta に近づくように求められる出力値 1 と、第 1 圧力計の測定値 P1 が気液分離器の設定圧力値 Pa に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置 50 が設けられているヒートポンプ式蒸気生成装置。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、

前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、

前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、

前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、

前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、

前記蒸気取出し経路に上流側から第 1 圧力計と蒸気圧縮機とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、

前記制御装置は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set_1} に近づくように求められる出力値 1 と、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とするヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 2】

前記出力値 1 は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 と、同箇所の設定温度 T_{set_1} とに基づいて P I D 制御により求められ、

前記出力値 2 は、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set_1} とに基づいて P I D 制御により求められる請求項 1 記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 3】

外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、

前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、

前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、

前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、

前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、

前記蒸気取出し経路に上流側から第 1 圧力計と蒸気圧縮機と第 2 圧力計とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、

前記制御装置は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set_1} に近づくように求められる出力値 1 を設定値とし、第 2 圧力計の測定値 P_2 が、前記出力値 1 に近づくように求められる出力値 3 と、

前記第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とするヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 4】

前記出力値 1 は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 と、同箇所の設定温度 T_{set_1} とに基づいて P I D 制御により求められ、

前記出力値 2 は、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set_1} とに基づいて P I D 制御により求められ、

前記出力値 3 は、前記第 2 圧力計の測定値 P_2 と、前記出力値 1 とに基づいて P I D 制御により求められる請求項 3 記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、

前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、

前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、

前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、

前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、

前記蒸気取出し経路に上流側から第 1 圧力計と蒸気圧縮機とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、

前記制御装置は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定圧力 P_3 が、同箇所の設定圧力 P_{set_2} に近づくように求められる出力値 4 と、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とするヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 6】

前記出力値 4 は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定圧力 P_3 と、同箇所の設定圧力 P_{set_2} に基づいて PID 制御により求められ、前記出力値 2 は、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set_1} とに基づいて PID 制御により求められる請求項 5 記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、工場排水などから排熱を回収して蒸気を生成するヒートポンプ式蒸気生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

蒸気生成装置の一つとして、ヒートポンプを利用したヒートポンプ式蒸気生成装置がある。ヒートポンプ式蒸気生成装置は、工場排水などから廃熱を回収して蒸気を生成するものであって、ボイラー設備等を利用して蒸気を発生させる燃焼系蒸気生成装置に比べて、ランニングコストが低く、 CO_2 の排出量を低減できるなどのメリットがある。

【0003】

特許文献 1 には、圧縮機の吐出側に一端が接続された冷媒管の他端が、蒸気生成用熱交換器、温水生成用熱交換器、膨張弁、熱回収器を介して前記圧縮機の吸入側に接続された冷媒回路を備え、熱回収器において外部熱源からの熱を回収し、蒸気生成用熱交換器で蒸気を生成し、温水生成用熱交換器で温水を生成するように構成されたヒートポンプ式蒸気・温水生成装置が開示されている。そして、特許文献 1 のヒートポンプ式蒸気・温水生成装置では、蒸気生成用熱交換器で生成した蒸気中に含まれる水あるいは蒸気の凝縮により液化した水を給水用気液分離器で分離し、給水用気液分離器の気相部に設けられた蒸気供給管から蒸気を外部に取出している。

【0004】

特許文献 2 には、熱源からの熱で水を蒸発させて蒸気を生成する蒸発器と、前記蒸発器で生成された蒸気を圧縮する圧縮機とを備えたヒートポンプシステムにおいて、圧縮機に流入する蒸気量を制御する手段を設けたことを特徴とするヒートポンプシステムが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【0005】

【特許文献1】特開2007-232357号公報

【特許文献2】特開2008-57876号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1では、ヒートポンプ式蒸気生成装置において使用されているヒートポンプ媒体の臨界温度は、およそ150であるため、ヒートポンプ式蒸気生成装置では、約120～130の蒸気を生成することが限界である。したがって、それ以上の温度の蒸気を生成することができないという問題点がある。

10

【0007】

特許文献2では、蒸発器で生成された蒸気の圧力が低いため、所望の温度(圧力)の蒸気を出力するためには、大容量の圧縮機を使用する必要があり装置が大型化すると共にコストが高くなる。また、圧縮機の動力も大きくなるため、蒸気生成効率が悪くなるという問題点がある。

【0008】

したがって、本発明の目的は、蒸気利用設備を所望温度に効率よく加温することが可能なヒートポンプ式蒸気生成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

20

上記目的を達成するため、本発明の第1のヒートポンプ式蒸気生成装置は、外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、前記蒸気取出し経路に上流側から第1圧力計と蒸気圧縮機とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、前記制御装置は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set} に近づくように求められる出力値1と、前記第1圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set} に近づくように求められる出力値2とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とする。

30

【0010】

前記出力値1は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 と、同箇所の設定温度 T_{set} とに基づいてPID制御により求められ、前記出力値2は、前記第1圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set} とに基づいてPID制御により求められることが好ましい。

【0011】

40

また、本発明の第2のヒートポンプ式蒸気生成装置は、外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、前記蒸気取出し経路に上流側から第1圧力計と蒸気圧縮機と第2圧力計とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、前記制御装置は、

50

前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set_1} に近づくように求められる出力値 1 を設定値とし、第 2 圧力計の測定値 P_2 が、前記出力値 1 に近づくように求められる出力値 3 と、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とする。

【0012】

前記出力値 1 は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 と、同箇所の設定温度 T_{set_1} とに基づいて PID 制御により求められ、前記出力値 2 は、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set_1} とに基づいて PID 制御により求められ、前記出力値 3 は、前記第 2 圧力計の測定値 P_2 と、前記出力値 1 とに基づいて PID 制御により求められることが好ましい。

10

【0013】

また、本発明の第 3 のヒートポンプ式蒸気生成装置は、外部熱源から熱を回収して媒体を加温する排熱回収器、前記排熱回収器を通過した媒体を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された媒体の熱を被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する媒体凝縮器、及び前記媒体凝縮器を通過した媒体を減圧して温度を下げる膨張機を有するヒートポンプ循環経路と、前記媒体凝縮器に供給水を導入する給水経路と、前記媒体凝縮器で生成した、温水及び蒸気の気液二相流を、水蒸気と水とに分離する気液分離器と、前記気液分離器の気相部の蒸気を、蒸気利用設備に送る蒸気取出し経路と、前記気液分離器の液相部と前記給水経路とを接続する水循環経路とを備えたヒートポンプ式蒸気生成装置であって、前記蒸気取出し経路に上流側から第 1 圧力計と蒸気圧縮機とが設けられると共に、前記蒸気圧縮機の出力を制御する制御装置が設けられており、前記制御装置は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定圧力 P_3 が、同箇所の設定圧力 P_{set_2} に近づくように求められる出力値 4 と、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、前記蒸気圧縮機の出力を制御することを特徴とする。

20

【0014】

前記出力値 4 は、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定圧力 P_3 と、同箇所の設定圧力 P_{set_2} に基づいて PID 制御により求められ、前記出力値 2 は、前記第 1 圧力計の測定値 P_1 と、前記設定圧力値 P_{set_1} とに基づいて PID 制御により求められることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0015】

本発明の第 1 のヒートポンプ式蒸気生成装置によれば、制御装置によって、蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set_1} に近づくように求められる出力値 1 と、第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、蒸気圧縮機の出力を制御するので、排熱回収器に供給される排熱量に応じて、気液分離器の気相部の蒸気圧力が所定値以下に下がらないように抑制しつつ、蒸気利用設備における所定箇所の温度 T_1 が設定温度 T_{set_1} に近づくように、蒸気圧縮機の出力を制御して、気液分離器内の圧力を低下させすぎることなく、高温の蒸気を効率よく蒸気利用設備に供給することができ、速やかに所望温度まで昇温できる。したがって、シンプルなシステム構成で、供給される排熱を最大限に利用しつつ、高温の蒸気を安定して出力できるヒートポンプ式蒸気生成装置を提供することができる。

40

【0016】

また、本発明の第 2 のヒートポンプ式蒸気生成装置によれば、制御装置によって、前記蒸気利用設備における所定箇所の測定温度 T_1 が、同箇所の設定温度 T_{set_1} に近づくように求められる出力値 1 を設定値とし、第 2 圧力計の測定値 P_2 が、出力値 1 に近づくように求められる出力値 3 と、第 1 圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set_1} に近づくように求められる出力値 2 とを比較して、低い方の出力値となるように、

50

蒸気圧縮機の出力を制御するので、いわゆるカスケード制御によって、蒸気利用設備における所定箇所の温度をより迅速に設定温度 T_{set1} に近づけることができる。

【0017】

また、本発明の第3のヒートポンプ式蒸気生成装置によれば、制御装置によって、蒸気利用設備における所定箇所の測定圧力 P_3 が、同箇所の設定圧力 P_{set2} に近づくように求められる出力値4と、第1圧力計の測定値 P_1 が、気液分離器の設定圧力値 P_{set1} に近づくように求められる出力値2とを比較して、低い方の出力値となるように、蒸気圧縮機の出力を制御するので、気液分離器内の圧力を低下させすぎることなく、高温の蒸気を効率よく蒸気利用設備に供給することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0018】

【図1】本発明のヒートポンプ式蒸気生成装置の第1の実施形態の概略構成図である。

【図2】同ヒートポンプ式蒸気生成装置の制御装置で行われる制御ブロック図である。

【図3】本発明のヒートポンプ式蒸気生成装置の第2の実施形態の概略構成図である。

【図4】同ヒートポンプ式蒸気生成装置の制御装置で行われる制御ブロック図である。

【図5】本発明のヒートポンプ式蒸気生成装置の第3の実施形態の概略構成図である。

【図6】同ヒートポンプ式蒸気生成装置の制御装置で行われる制御ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[第1の実施形態]

20

図1に示すように、このヒートポンプ式蒸気生成装置は、排熱回収器1の出口側から伸びた配管 L_1 が、圧縮機2、媒体凝縮器3、膨張機5の順に經由して、排熱回収器1の入り口側に接続したヒートポンプ循環経路20を備える。

【0020】

ヒートポンプ循環経路20では、ヒートポンプ媒体が循環流通しており、ヒートポンプ媒体を介して外部熱源から送られてくる熱媒体（この実施形態では、熱媒体として排温水を使用している）の熱を回収するとともに、給水源から送られてくる供給水にヒートポンプ媒体の熱を伝熱して蒸気を生成するように構成されている。

【0021】

ヒートポンプ媒体としては、臨界温度が高く、地球温暖化係数が低く、オゾン破壊係数の低いものが好ましく用いられる。このような媒体としては、1, 1, 1, 3, 3 - ペンタフルオロプロパン（構造式： $CHF_2CH_2CF_3$ 、R245fa）、n - ペンタン（構造式： C_5H_{12} ）、1, 1, 1, 2, 2, 3, 3 - ヘプタフルオロ - 3 - メトキシプロパン（構造式： $C_3F_7OCH_3$ 、3M社製品名：「HFE - 7000」）等が挙げられる。これらは、いずれも臨界温度が150以上であり、地球温暖化係数が低く、オゾン破壊係数が低い。

30

【0022】

外部熱源から伸びた、排温水が流通する配管 L_2 は、排熱回収器1を經由して系外に接続している。

【0023】

40

給水源から伸びた、供給水が流通する配管 L_3 は、給水ポンプ P_1 、媒体凝縮器3の順に經由して、気液分離器7の気相部に接続している。

【0024】

気液分離器7の気相部には、蒸気利用設備40に接続する蒸気取出し用の配管 L_4 が設けられている。この配管 L_4 には、上流から、第1圧力計31、蒸気圧縮機35の順に配置されている。蒸気圧縮機35は、第1圧力計31の測定値 P_1 と、蒸気利用設備40に設けられた温度計33の測定値 T_1 に基づき、制御装置50によって駆動が制御されている。また、気液分離器7の液相部には、系外の排水系へと伸びる配管 L_5 と、媒体凝縮器3に接続する配管 L_6 が設けられている。

【0025】

50

次に、本発明のヒートポンプ式蒸気生成装置の動作について、熱の流れに沿って説明する。

【0026】

(排温水について)

工場排水系等の外部熱源から送られる排温水は、配管L2を流通し、排熱回収器1を通過して排水として系外へと送られる。

排熱回収器1では、排温水の熱を、配管L1を流通するヒートポンプ媒体に伝熱してヒートポンプ媒体を加温する。

【0027】

(ヒートポンプ媒体について)

排熱回収器1にて、排温水との熱交換により加温されたヒートポンプ媒体は、圧縮機2に送られる。

【0028】

圧縮機2では、ヒートポンプ媒体を所定の圧力まで圧縮して高温高圧にする。この高温高圧になったヒートポンプ媒体は、媒体凝縮器3を通過して、配管L3を流通する供給水との熱交換に利用される。

【0029】

媒体凝縮器3では、高温高圧になったヒートポンプ媒体の熱を、配管L3を流通する被加熱水に伝熱して温水及び蒸気の気液二相流を生成する。

【0030】

媒体凝縮器3を通過したヒートポンプ媒体は、膨張機5に送られ、所定圧力まで減圧したのち、排熱回収器1に再び導入して、配管L2を流通する排温水の熱回収に用いられる。

【0031】

(供給水について)

給水源から給水ポンプP1で供給される供給水は、供給水の質量流量 Q_1 が、配管L4から取出される蒸気の質量流量 Q_2 及び配管L5からの排水流量 Q_3 との合計量($Q_2 + Q_3$)となるように制御される。

【0032】

次に、供給水は、配管L6から送られてくる、気液分離器7内の温水(循環水)と合流して、循環水と供給水との混合水が形成され、媒体凝縮器3に送液される。媒体凝縮器3に導入された混合水は、前述したように高温高圧になったヒートポンプ媒体の熱を回収し、温水及び蒸気の気液二相流を生成して、気液分離器7に送られる。

【0033】

気液分離器7では、温水及び蒸気の気液二相流を蒸気と温水とに分離する。そして、気液分離器7の気相部に貯留された蒸気は、蒸気圧縮機35で所定の温度及び圧力まで圧縮し、蒸気利用設備40に供給される。また、気液分離器7の液相部に貯留された温水は、配管L6を通して配管L3内を流通する供給水と混合して循環利用される。

【0034】

気液分離器7の液相部に接続された配管L5からは、循環水システムの塩分の濃縮防止を目的としてブローダウンするために、定期的又は一時的に系外に排水する。

【0035】

(制御装置50での制御について)

次に、制御装置50で行われる制御について、図2の制御ブロック図を用いて説明する。

【0036】

PID制御器61に、蒸気利用設備40の蒸気需要先に設けられた温度計33の測定値 T_1 が入力される。PID制御器61では、測定値 T_1 が予め設定した設定温度 T_{set_1} に近づくようにPID制御して出力値1を得て、出力値1をローレベルセレクター65に入力する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

また、P I D制御器 6 2 に、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P 1 が入力される。P I D制御器 6 2 では、測定値 P 1 が予め設定した気液分離器の設定圧力値 $P_{s e t 1}$ に近づくように制御して出力値 2 を得て、出力値 2 をローレベルセレクター 6 5 に入力する。ここで、出力値 2 は設定圧力値 $P_{s e t 1}$ において出力できる最大値を示すことになる。

【 0 0 3 8 】

ローレベルセレクター 6 5 では、入力された出力値 1 と、出力値 2 とを比較して、小さい方の出力値を選択してインバータ 6 7 に入力する。

【 0 0 3 9 】

インバータ 6 7 では、入力された出力値を、蒸気圧縮機 3 5 の回転数指令値に変換し、得られた回転数指令値を蒸気圧縮機 3 5 に入力して蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御する。

10

【 0 0 4 0 】

蒸気圧縮機 3 5 の回転数を上げて駆動力を高めることで、蒸気利用設備 4 0 に供給する蒸気温度を高めることができる。このため、温度計 3 3 の測定値 T 1 が予め設定した設定温度 $T_{s e t 1}$ に近づくように蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御することで、目的温度の蒸気を蒸気利用設備 4 0 に供給することができる。しかしながら、蒸気圧縮機 3 5 の駆動力を高めるに伴い、蒸気圧縮機 3 5 の入り口圧力、すなわち、気液分離器 7 の気相部の圧力が低下する傾向にある。気液分離器 7 の気相部の圧力が低下すると、蒸気の取出しが困難になったり、液相部の水面が安定しなくなったり、気液分離器 7 から媒体凝縮器 3 に循環水を供給する際に、送液ポンプがキャビテーションを起こす等の問題が生じる。

20

【 0 0 4 1 】

この実施形態によれば、温度計 3 3 の測定値 T 1 が予め設定した設定温度 $T_{s e t 1}$ に近づくように P I D制御して出力値 1 を得ると共に、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P 1 が予め設定した設定圧力値 $P_{s e t 1}$ に近づくように P I D制御して出力値 2 を得て、出力値 1 及び出力値 2 のいずれか小さい方の値に基づき、蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御しているので、気液分離器 7 の気相部の圧力低下を生じさせることなく、高温の蒸気を蒸気利用設備 4 0 に供給して、蒸気利用設備 4 0 を速やかに所望温度まで加温できる。

【 0 0 4 2 】

[第 2 の実施形態]

次に、図 3 を用いて、本発明を適用するヒートポンプ式蒸気生成装置の第 2 の実施形態について説明する。なお、第 1 の実施形態のヒートポンプ式蒸気生成装置と同一箇所は同一符号を付して、その説明を省略する。

30

【 0 0 4 3 】

この実施形態では、気取出し用の配管 L 4 に、上流側から順に、第 1 圧力計 3 1、蒸気圧縮機 3 5、第 2 圧力計 3 2 が配置されている。そして、蒸気圧縮機 3 5 が、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P 1 と、第 2 圧力計 3 2 の測定値 P 2 と、蒸気利用設備 4 0 に設けられた温度計 3 3 の測定値 T 1 に基づき、制御装置 5 1 によって駆動が制御されるように構成されている。

【 0 0 4 4 】

制御装置 5 1 で行われる制御について、図 4 の制御ブロック図を用いて説明する。

40

【 0 0 4 5 】

P I D制御器 6 1 に、蒸気利用設備 4 0 の蒸気需要先に設けられた温度計 3 3 の測定値 T 1 が入力される。P I D制御器 6 1 では、測定値 T 1 が予め設定した設定温度 $T_{s e t 1}$ に近づくように P I D制御して出力値 1 を得て、出力値 1 を P I D制御器 6 3 に入力する。そして、P I D制御器 6 3 では、P I D制御器 6 1 から出力された出力値 1 を設定値とし、第 2 圧力計 3 2 の測定値 P 2 が、出力値 1 に近づくように P I D制御して出力値 3 を得て、出力値 3 をローレベルセレクター 6 6 に入力する。

【 0 0 4 6 】

また、P I D制御器 6 2 に、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P 1 が入力される。P I D制御器 6 2 では、測定値 P 1 が予め設定した気液分離器の設定圧力値 $P_{s e t 1}$ に近づくように

50

制御して出力値 2 を得て、出力値 2 をローレベルセレクター 6 5 に入力する。ここで、出力値 2 は設定圧力値 P_{set1} において出力できる最大値を示すことになる。

【0047】

ローレベルセレクター 6 6 では、入力された出力値 2 と、出力値 3 とを比較して、小さい方の出力値を選択してインバータ 6 7 に入力する。

【0048】

インバータ 6 7 では、入力された出力値を、蒸気圧縮機 3 5 の回転数指令値に変換し、得られた回転数指令値を蒸気圧縮機 3 5 に入力して蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御する。

【0049】

この実施形態によれば、温度計 3 3 の測定値 T_1 が予め設定した設定温度 T_{set1} に近づくように PID 制御して出力値 1 を得て、この出力値 1 を設定値として、第 2 圧力計 3 2 の測定値 P_2 が、出力値 1 に近づくように PID 制御して出力値 3 を得ている。この出力値 3 は、カスケード制御方式によって得られた出力値であるので、出力値 3 をローレベルセレクターで選択し、出力値 3 に基づき蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御した場合、速やかに目的温度の蒸気を蒸気利用設備 4 0 に供給することができる。蒸気利用設備 4 0 の熱容量が大きく、応答が悪い場合に特に有効である。

10

【0050】

また、この実施形態においても、出力値 3 と、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P_1 が予め設定した設定圧力値 P_{set1} に近づくように PID 制御して得た出力値 2 のいずれか小さい方の値に基づき、蒸気圧縮機 3 5 の駆動を制御しているので、気液分離器 7 の気相部の圧力低下を生じさせることなく、高温の蒸気を蒸気利用設備 4 0 に供給して、蒸気利用設備 4 0 を速やかに所望温度まで加温できる。

20

【0051】

第 2 の実施形態の構成によれば、第 2 の実施形態の構成に比べて、加熱対象物の温度上昇のオーバーシュートを抑制できる利点がある。

【0052】

[第 3 の実施形態]

図 5 を用いて、本発明を適用するヒートポンプ式蒸気生成装置の第 3 の実施形態について説明する。なお、第 1 の実施形態のヒートポンプ式蒸気生成装置と同一箇所は同一符号を付して、その説明を省略する。

30

【0053】

この実施形態では、蒸気利用設備が、ボイラー 4 5 から供給される蒸気と、気液分離器 7 から取出されるヒートポンプからの蒸気とを集合及び分配させる配管を備えた蒸気共通ヘッダ 4 1 であり、蒸気共通ヘッダ 4 1 内に、内部の雰囲気圧力を計測する第 3 圧力計 3 4 が配置されている。そして、蒸気圧縮機 3 5 が、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P_1 と、蒸気共通ヘッダ 4 1 に設けられた第 3 圧力計 3 4 の測定値 P_3 に基づき、制御装置 5 2 によって駆動が制御されるように構成されている。

【0054】

制御装置 5 2 で行われる制御について、図 6 の制御ブロック図を用いて説明する。

【0055】

PID 制御器 6 4 に、蒸気共通ヘッダ 4 1 に設けられた第 3 圧力計 3 4 の測定値 P_3 が入力される。PID 制御器 6 4 では、測定値 P_3 が予め設定した蒸気共通ヘッダ 4 1 の設定圧力 P_{set2} に近づくように PID 制御して出力値 4 を得て、出力値 4 をローレベルセレクター 6 5 に入力する。

40

【0056】

また、PID 制御器 6 2 に、第 1 圧力計 3 1 の測定値 P_1 が入力される。PID 制御器 6 2 では、測定値 P_1 が予め設定した気液分離器の設定圧力値 P_{set1} に近づくように制御して出力値 2 を得て、出力値 2 をローレベルセレクター 6 5 に入力する。ここで、出力値 2 は設定圧力値 P_{set1} において出力できる最大値を示すことになる。

【0057】

50

ローレベルセレクター 65 では、入力された出力値 4 と、出力値 2 とを比較して、小さい方の出力値を選択してインバータ 67 に入力する。

【0058】

インバータ 67 では、入力された出力値を、蒸気圧縮機 35 の回転数指令値に変換し、得られた回転数指令値を蒸気圧縮機 35 に入力して蒸気圧縮機 35 の駆動を制御する。

【0059】

この実施形態によれば、第 3 圧力計 34 の測定値 P_3 が、予め設定した蒸気共通ヘッダ 41 の設定圧力 P_{set_2} に近づくように PID 制御して出力値 4 を得ると共に、第 1 圧力計 31 の測定値 P_1 が予め設定した設定圧力値 P_{set_1} に近づくように PID 制御して出力値 2 を得て、出力値 4 及び出力値 2 のいずれか小さい方の値に基づき、蒸気圧縮機 35 の駆動を制御しているため、気液分離器 7 の気相部の圧力低下を生じさせることなく、高温の蒸気を蒸気共通ヘッダ 41 に安定供給できる。

10

【実施例】

【0060】

(実施例 1)

図 1 に示すヒートポンプ式蒸気生成装置を使い、第 1 圧力計 31 の圧力が $0.10 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ (120 飽和蒸気) になるようにヒートポンプ循環経路 20 の圧縮機 2、膨張機 5 を運転した。第 1 圧力計 31 の設定圧力値 P_{set_1} は、 $0.04 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ (110 飽和蒸気) に設定した。この状態で、PID 制御器 62 の出力は 100% であった。

蒸気利用設備 40 加熱対象物を入れ、温度計 33 にて温度を測定した。温度計 33 の測定値 T_1 は 30 であった。設定温度 T_{set_1} を 130 とした場合、この状態で PID 制御器 61 の出力は 100% であった。

20

加熱対象物の乾燥を開始するために蒸気圧縮機 35 を起動した。設定温度 T_{set_1} を 130 とし、蒸気圧縮機 35 をインバータ 67 のスロースタート機能を使って起動し、すぐに 100% 運転となったが、第 1 圧力計 31 の測定圧力 P_1 が $0.04 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ になると PID 制御器 62 の出力が低下して 40% 運転となった。

5 時間経過後、温度計 33 の測定値 T_1 は 128 となり、PID 制御器 61 の出力値 1 が低下し 20% となり、蒸気圧縮機 35 は 20% 運転となった。

第 1 圧力計 31 の測定値 P_1 は $0.04 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ から上昇を始め、 $0.10 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ となり安定した。

30

蒸気圧縮機 35 は、運転回転数がしだいに低下し、温度計 33 の測定値 T_1 が 132 となると、PID 制御器 61 の出力値 1 は 0% となり蒸気圧縮機 35 は停止した。

【0061】

(実施例 2)

図 3 に示すヒートポンプ式蒸気生成装置を使い、第 1 圧力計 31 の圧力が $0.10 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ (120 飽和蒸気) になるようにヒートポンプ循環経路 20 の圧縮機 2、膨張機 5 を運転した。第 1 圧力計 31 の設定圧力値 P_{set_1} は、 $0.04 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ (110 飽和蒸気) に設定した。この状態で、PID 制御器 62 の出力は 100% であった。

蒸気利用設備 40 加熱対象物を入れ、温度計 33 にて温度を測定した。温度計 33 の測定値 T_1 は 30 であった。また、圧力計 32 にて、蒸気利用設備 40 内に供給される雰囲気圧力の圧力を測定した。蒸気圧縮機 35 の起動前の圧力計 32 の測定値 P_2 は $0 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ であった。設定温度 T_{set_1} を 130 とした場合、この状態で PID 制御器 61 の出力は 100% であった。PID 制御器 63 の設定値は、PID 制御器 61 の出力値 1 の $0 - 100\%$ に対し、 $0 \sim 0.26 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ (140 飽和蒸気) に割り付けた。

40

加熱対象物の乾燥を開始するために蒸気圧縮機 35 を起動した。設定温度 T_{set_1} を 130 とし、蒸気圧縮機 35 をインバータ 67 のスロースタート機能を使って起動し、すぐに 38% 運転となった。この時、圧力計 32 の測定値 P_2 は $0.26 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ であり、PID 制御器 63 の出力値 3 は 38% であった。また、第 1 圧力計 31 の測定圧力 P_1 は $0.06 \text{ MPa} \cdot \text{G}$ であり、PID 制御器 62 の出力値 2 は 100% であった。

5 時間経過後、温度計 33 の測定値 T_1 は 128 となり、PID 制御器 61 の出力値

50

1 が 73% に低下し、PID 制御器 63 の出力値 3 が 20% となり蒸気圧縮機 35 は 20% 運転となった。

第 1 圧力計 31 の測定値 P1 は 0.06 MPa・G から上昇を始め、0.10 MPa・G となり安定した。

温度計 33 の測定値 T1 が 130 となると、PID 制御器 63 の出力値 3 は 0% となり蒸気圧縮機 35 は停止した。

【0062】

(実施例 3)

図 5 に示すヒートポンプ式蒸気生成装置を使い、第 1 圧力計 31 の圧力が 0.10 MPa・G (120 飽和蒸気) になるようにヒートポンプ循環経路 20 の圧縮機 2、膨張機 5 を運転した。第 1 圧力計 31 の設定圧力値 P_{set1} は、0.04 MPa・G (110 飽和蒸気) に設定した。この状態で、PID 制御器 62 の出力は 100% であった。

共通蒸気ヘッダー 41 は、ボイラーからの蒸気とヒートポンプからの蒸気を集合・分配させる配管を備えており、圧力計 34 の測定値 P3 は 0.37 MPa・G (150 飽和蒸気) であり、設定圧力値 P_{set2} は 0.40 MPa・G とした。この状態で PID 制御器 64 の出力は 100% であった。

蒸気圧縮機 35 をインバータ 67 のスロースタート機能を使って起動し、すぐに 100% 運転となったが、第 1 圧力計 31 の測定圧力 P1 が 0.04 MPa・G になると PID 制御器 62 の出力が低下し、蒸気圧縮機 35 は 30% で連続運転となった。

【符号の説明】

【0063】

- 1 : 排熱回収器
- 2 : 圧縮機
- 3 : 媒体凝縮器
- 5 : 膨張機
- 7 : 気液分離器
- 20 : ヒートポンプ循環経路
- 31 : 第 1 圧力計
- 32 : 第 2 圧力計
- 33 : 温度計
- 34 : 第 3 圧力計
- 35 : 蒸気圧縮機
- 40 : 蒸気利用設備
- 41 : 共通蒸気ヘッダー
- 50, 51, 52 : 制御装置
- 61, 62, 63, 64 : PID 制御器
- 65, 66 : ローレベルセレクター
- 67 : インバータ
- L1 ~ L6 : 配管
- P1 : 供給ポンプ

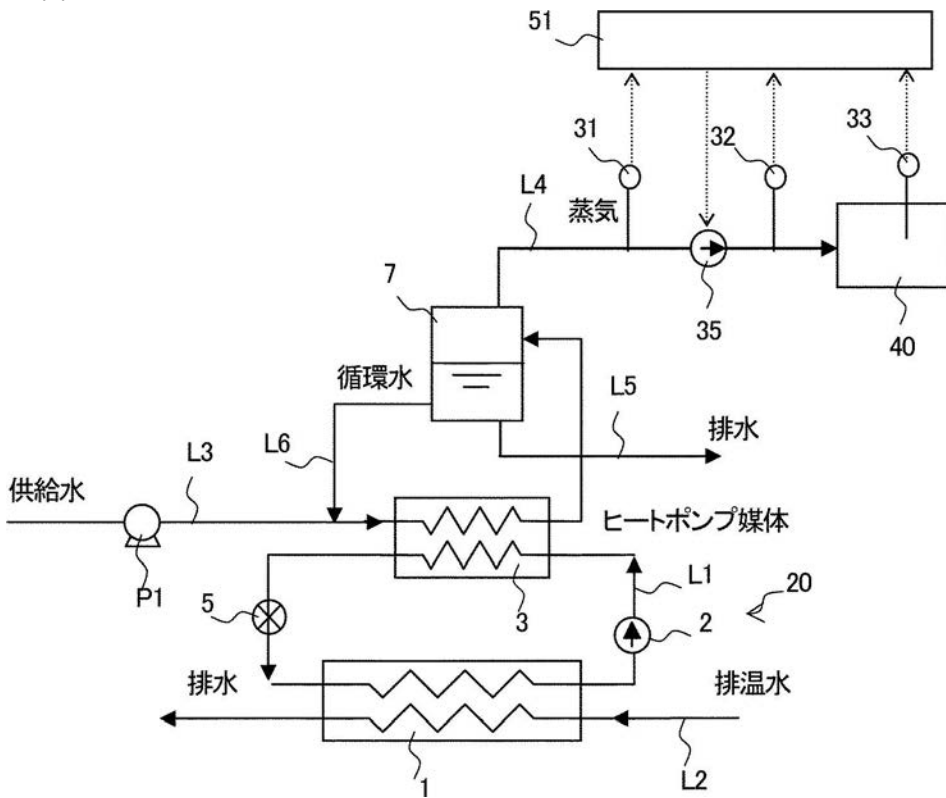
10

20

30

40

【 図 3 】



【 図 4 】

