

(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2017-161105
(P2017-161105A)

(43) 公開日 平成29年9月14日(2017.9.14)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 2 2 B 3/00 (2006.01)	F 2 2 B 3/00	
F 2 2 B 37/56 (2006.01)	F 2 2 B 37/56	A
F 2 2 B 37/38 (2006.01)	F 2 2 B 37/38	C
F 2 5 B 1/00 (2006.01)	F 2 2 B 37/38	E
	F 2 5 B 1/00	3 9 9 Y

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2016-43446 (P2016-43446)	(71) 出願人	000005234
(22) 出願日	平成28年3月7日 (2016.3.7)		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
		(74) 代理人	110002147
			特許業務法人酒井国際特許事務所
		(72) 発明者	小田 吉成
			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

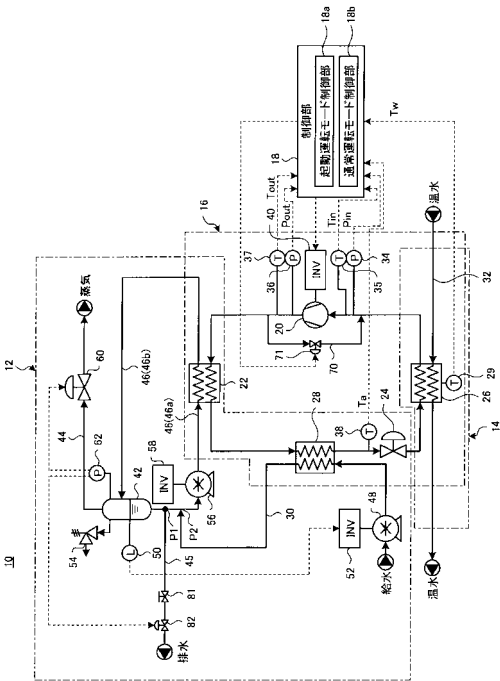
(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ式蒸気生成装置

(57) 【要約】

【課題】 供給水中の不純物の種類及び量が変化する場合であっても適正なブローダウン水の流量調節を行うことができるヒートポンプ式蒸気生成装置を提供すること。

【解決手段】 ヒートポンプサイクルであるヒートポンプ部16と、凝縮器22で被加熱水が伝熱され生成した気液二相流を蒸気と熱水とに分離する気液分離器42と、凝縮器22から気液分離器42へ気液二相流を供給する気液二相流流路46bと、気液分離器42で分離した蒸気を蒸気利用設備に送る蒸气流路44と、気液分離器42で分離した熱水を凝縮器44に送る循環熱水流路46aと、循環熱水流路46aに接続され、供給水を供給する供給水流路30と、気液分離器42で分離した熱水の一部を抽出し、当該抽出した熱水をブローダウン水として排出するブローダウン流路45と、を備え、ブローダウン水の流量は気液分離器42の蒸気圧力設定値に基づき調節される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機から吐出された冷媒の熱を被加熱水に伝熱させて前記冷媒を凝縮させる凝縮器、前記凝縮器で凝縮された冷媒を減圧する膨張機構、及び熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器を環状に接続したヒートポンプサイクルと、

前記凝縮器で被加熱水が伝熱され生成した気液二相流を蒸気と熱水とに分離する気液分離器と、

前記凝縮器から前記気液分離器へ前記気液二相流を供給する気液二相流流路と、

前記気液分離器で分離した蒸気を蒸気利用設備に送る蒸气流路と、

10

前記気液分離器で分離した熱水を前記凝縮器に送る循環熱水流路と、

前記循環熱水流路に接続され、供給水を供給する供給水流路と、

前記気液分離器で分離した熱水の一部を抽出し、当該抽出した熱水をブローダウン水として排出するブローダウン流路と、

を備えるヒートポンプ式蒸気生成装置において、

前記ブローダウン水の流量は前記気液分離器の蒸気圧力設定値に基づき調節され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】

前記ブローダウン水の流量は、さらに、前記供給水のスケール濃度、前記気液分離器の水位の少なくとも 1 つに基づき調節されることを特徴とする請求項 1 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

20

【請求項 3】

前記ブローダウン流路には開度調節可能な調節弁が設けられ、該調節弁により前記ブローダウン水の流量が調節されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 4】

前記ブローダウン流路には前記ブローダウン水の流出を遮断する遮断弁をさらに備えることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 5】

前記調節弁は、前記気液分離器の蒸気圧力設定値が上がった場合に開度を大きくし、前記気液分離器の蒸気圧力設定値が下がった場合に開度を小さくすることを特徴とする請求項 3 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

30

【請求項 6】

前記調節弁は、前記供給水のスケール濃度が上がった場合に開度を大きくし、前記供給水のスケール濃度が下がった場合に開度を小さくすることを特徴とする請求項 3 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

【請求項 7】

前記調節弁は、気液分離器の水位が上がった場合に開度を小さくし、気液分離器の水位が下がった場合に開度を大きくすることを特徴とする請求項 3 に記載のヒートポンプ式蒸気生成装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、供給水中の不純物の種類及び量が変化する場合であっても適正なブローダウン水の流量調節を行うことができるヒートポンプ式蒸気生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水蒸気生成のボイラーなどでは、水蒸気がボイラーから排出されると、供給水中に混入した不純物がボイラー内の循環水中に残る。この不純物が連続的に加わり、不純物の少ない水蒸気が排出される結果、循環水中の不純物濃度が増大する。循環水中の不純物濃度が

50

飽和状態を超えると析出してスケールとなるのを防止するため、循環水をブローダウンし、循環水中の不純物濃度が飽和状態を超えないようにしている。なお、ブローダウン水の流量を大きくすると熱エネルギー効率が低下する。

【0003】

特許文献1には、ボイラー中でボイラーに供給した新鮮な給水から水蒸気を発生させ、追加の水を補給して入れながらブローダウンしてボイラー水をボイラーから除去してボイラー水中の不純物濃度を減少させるボイラー系が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2000-111004号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、循環水で濃縮される不純物の量及び不純物の種類は、供給水によって左右される。すなわち、供給水は常に同じ不純物量あるいは同じ種類の不純物が含まれるとは限らず、循環水で濃縮される不純物の量及び不純物の種類は異なる場合がある。したがって、不純物濃度を検出してブローダウン水の量を調整しようとしても、すべての不純物に対して精度高く検出することができないことから、適正なブローダウン水の流量調節を行うことは難しい。

【0006】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、供給水中の不純物の種類及び量に変化する場合であっても適正なブローダウン水の流量調節を行うことができるヒートポンプ式蒸気生成装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、冷媒を圧縮する圧縮機、前記圧縮機から吐出された冷媒の熱を被加熱水に伝熱させて前記冷媒を凝縮させる凝縮器、前記凝縮器で凝縮された冷媒を減圧する膨張機構、及び熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器を環状に接続したヒートポンプサイクルと、前記凝縮器で被加熱水が伝熱され生成した気液二相流を蒸気と熱水とに分離する気液分離器と、前記凝縮器から前記気液分離器へ前記気液二相流を供給する気液二相流流路と、前記気液分離器で分離した蒸気を蒸気利用設備に送る蒸气流路と、前記気液分離器で分離した熱水を前記凝縮器に送る循環熱水流路と、前記循環熱水流路に接続され、供給水を供給する供給水流路と、前記気液分離器で分離した熱水の一部を抽出し、当該抽出した熱水をブローダウン水として排出するブローダウン流路と、を備えるヒートポンプ式蒸気生成装置において、前記ブローダウン水の流量は前記気液分離器の蒸気圧力設定値に基づき調節されることを特徴とする。

【0008】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記ブローダウン水の流量は、さらに、前記供給水のスケール濃度、前記気液分離器の水位の少なくとも1つに基づき調節されることを特徴とする。

【0009】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記ブローダウン流路には開度調節可能な調節弁が設けられ、該調節弁により前記ブローダウン水の流量が調節されることを特徴とする。

【0010】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記ブローダウン流路には前記ブローダウン水の流出を遮断する遮断弁をさらに備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0011】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記調節弁は、前記気液分離器の蒸気圧力設定値が上がった場合に開度を大きくし、前記気液分離器の蒸気圧力設定値が下がった場合に開度を小さくすることを特徴とする。

【0012】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記調節弁は、前記供給水のスケール濃度が上がった場合に開度を大きくし、前記供給水のスケール濃度が下がった場合に開度を小さくすることを特徴とする。

【0013】

また、本発明にかかるヒートポンプ式蒸気生成装置は、上記の発明において、前記調節弁は、気液分離器の水位が上がった場合に開度を小さくし、気液分離器の水位が下がった場合に開度を大きくすることを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、気液分離器の蒸気圧力設定値を用いてブローダウン水の流量を調節するようにしているので、供給水中の不純物の種類及び量に変化する場合であっても適正なブローダウン水の流量調節を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の実施形態に係るヒートポンプ式蒸気生成装置の全体構成図である。

【図2】蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理手順を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態の変形例1に係るヒートポンプ式蒸気生成装置の全体構成図である。

【図4】スケール濃度による調節弁開度制御処理手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態の変形例2に係るヒートポンプ式蒸気生成装置の全体構成図である。

【図6】気液分離器の水位による調節弁開度制御処理手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、添付図面を参照してこの発明を実施するための形態について説明する。

【0017】

(全体構成)

図1は、本発明の実施形態に係るヒートポンプ式蒸気生成装置10の全体構成図である。ヒートポンプ式蒸気生成装置10は、工場排水等の温水から排熱を回収し、回収した排熱を利用して水蒸気を生成するシステムであり、生成した水蒸気は乾燥装置や殺菌装置等の外部の蒸気利用設備に送られる。

【0018】

図1に示すように、ヒートポンプ式蒸気生成装置10は、水を蒸発させて水蒸気を生成し、外部へと送り出す蒸気生成部12と、温水供給部14によって供給される温水（熱源温水）から熱を回収し、この熱を蒸気生成部12での蒸気生成のための熱源として供給するヒートポンプ部16と、制御部18とを備える。

【0019】

ヒートポンプ部16は、冷媒を圧縮する圧縮機20と、圧縮機20で圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器22と、凝縮器22を出た冷媒を減圧する膨張機構24と、熱源温水から熱を回収して冷媒を蒸発させる蒸発器26とを環状に接続したヒートポンプサイクルを有したヒートポンプ装置である。本実施形態では、凝縮器22の出口側と膨張機構24の入口側との間に加熱器28を接続している。膨張機構24は、例えば電子膨張弁である。

【0020】

ヒートポンプサイクルに流れる冷媒は、P-h線図上での等エントロピー線が低圧側で過熱域にあり、高圧側で飽和ガス線と等エントロピー線とが2点以上の交点もしくは接点

10

20

30

40

50

を有する特性を持つ冷媒であることが好ましい。この冷媒は、例えば、1, 1, 1, 3, 3-ペンタフルオロプロパン（構造式： $\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$ 、R245fa）である。

【0021】

圧縮機20で圧縮されて高温高圧となった冷媒は、凝縮器22で蒸気生成部12を循環する水と熱交換して冷却され凝縮する。凝縮器22を出た冷媒は、加熱器28で供給水流路30を流れる水を予熱してさらに冷却された後、膨張機構24で断熱膨張され、蒸発器26で温水供給部14の温水流路32を流れる熱源温水から吸熱して蒸発して圧縮機20へと戻る。

【0022】

ヒートポンプ部16の冷媒流路には、圧縮機20の吸入側の冷媒圧力 P_{in} 及び冷媒温度 T_{in} をそれぞれ検出する吸入圧力センサ34及び吸入温度センサ35と、圧縮機20の吐出側の冷媒圧力 P_{out} 及び冷媒温度 T_{out} をそれぞれ検出する吐出圧力センサ36及び吐出温度センサ37と、膨張機構24の入口側の冷媒の温度 T_a を検出する入口温度センサ38と、蒸発器26に流入する熱源温水の温度 T_w を検出する熱源温水温度センサ29とが設置されている。

【0023】

圧縮機20の吐出側と吸入側との間は、バイパス弁71を介して接続されるバイパス管路70が設けられる。このバイパス弁71は、ヒートポンプ装置の起動時に、制御部18によって開閉制御される。バイパス弁71が開のとき、圧縮機20の吐出側の冷媒が吸入側に流入する。

【0024】

蒸気生成部12は、ヒートポンプ部16を循環する冷媒を熱源として水を蒸発させて蒸気を生成する凝縮器22と、凝縮器22で生成される水と蒸気を含む気液二相流を蒸気と水とに分離する気液分離器42と、気液分離器42で分離された蒸気を外部の蒸気利用設備に供給する蒸气流路44と、気液分離器42で分離された熱水を供給水流路30から供給される供給水と合流点P2で合流させて凝縮器22から気液分離器42へと導く水循環流路46とを有する。

【0025】

気液分離器42は、鉛直方向に沿った円筒状容器で構成され、下端壁に接続された水循環流路46に接続された供給水流路30から供給水が給水補給されることで容器内部に水を貯留する。供給水流路30は、図示しない水道管や水タンクからの水（給水）を給水ポンプ48によって加熱器28を経て水循環流路46まで導入する。給水ポンプ48は制御部18の制御下に、気液分離器42内に貯留された水の水位を測定する水位センサ50の検出値（水位）に基づきインバータ（INV）52を介してその運転回転数が制御される。気液分離器42には、内部の蒸気圧が所定圧力以上になった際に開放される圧力逃がし弁54が接続されている。

【0026】

水循環流路46は、気液分離器42の下端壁から凝縮器22までを連通して熱水を凝縮器22まで送る循環熱水流路46aと、凝縮器22から気液分離器42の上部側壁までを連通し、気液二相流を気液分離器42に送る気液二相流流路46bとから構成されている。循環熱水流路46aには熱水が流通し、気液二相流流路46bには熱水及び蒸気を含む気液二相流が流通する。循環熱水流路46aには循環ポンプ56が設けられている。循環ポンプ56は制御部18の制御下に、インバータ（INV）58を介してその運転回転数が制御される。

【0027】

蒸气流路44は、気液分離器42の上端壁に接続され、気液二相流流路46bから当該気液分離器42内に供給され、ここで熱水が分離された後の蒸気を外部に送り出す流路である。蒸气流路44には、流れる蒸気の圧力を調整する圧力調整弁60が設置されている。圧力調整弁60は、制御部18の制御下に、圧力センサ62で測定される気液分離器42内の蒸気圧力に基づきその開度が調整される。圧力調整弁60の開度を適宜調整するこ

10

20

30

40

50

とにより、ヒートポンプ式蒸気生成装置 10 から外部に送り出される蒸気の流量や圧力を制御できる。蒸気流路 44 を流れる蒸気の圧力を調整する蒸気圧力調整手段としては、圧力調整弁 60 に代えて又はこれと共に蒸気を圧縮する蒸気圧縮機を用いてもよい。

【0028】

気液分離器 42 の下端壁から合流点 P2 までの循環熱水流路 46a 上の分離点 P1 には、気液分離器 42 で分離した熱水の一部を抽出し、この抽出した熱水をブローダウン水として排出するブローダウン流路 45 が接続される。

【0029】

ブローダウン流路 45 には、分離点 P1 側から、遮断弁 81、調節弁 82 が順次配置される。遮断弁 81 は、ブローダウン水の流出を遮断する。調節弁 82 は、開度調節可能な弁であり、ブローダウン水の流量を、気液分離器の蒸気圧力設定値、すなわち圧力センサ 62 が検出した圧力値に基づいて調節する。調節弁 82 は、気液分離器 42 の蒸気圧力設定値が上がった場合に開度を大きくし、気液分離器 42 の蒸気圧力設定値が下がった場合に開度を小さくする。蒸気圧力設定値が上がった場合に開度を大きくするのは、不純物の少ない蒸気量（水）が水循環流路 46 から外部に多く排出されるため、水循環流路 46 内の水が濃縮され、不純物濃度が高くなるためである。また、蒸気圧力設定値が下がった場合に開度を小さくするのは、不純物の少ない蒸気量（水）が水循環流路 46 から外部への排出が少ないため、水循環流路 46 内の水の濃縮が小さくなり、不純物濃度も高くないからである。

【0030】

制御部 18 は、インバータ（INV）40 を介して圧縮機 20 の運転回転数を制御する。制御部 18 は、ヒートポンプ装置の起動時に起動運転モードとなり、起動運転モード制御部 18a に対して起動運転モード制御を行わせる。また、制御部 18 は、起動運転モード制御が終了した時点で通常運転モードとなり、通常運転モード制御部 18b に対して通常運転モード制御を行わせる。

【0031】

起動運転モード制御部 18a は、ヒートポンプ装置の起動時に、起動運転モード制御を行う。この起動運転モード制御は、圧縮機 20 の吸入側における冷媒圧力 P_{in} 、熱源温水温度 T_w 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒過熱度 ΔT_{in} 、圧縮機 20 の吐出側における冷媒過熱度 ΔT_{out} 、圧縮機 20 の吸入側における冷媒温度 T_{in} のうちの少なくとも 1 つに基づきバイパス弁 71 を開閉制御するとともに、各センサ 34～38 の検出値をもとにインバータ 40 を介して圧縮機 20 の運転回転数を制御する。

【0032】

通常運転モード制御部 18b は、バイパス弁 71 が閉となって起動運転モード制御が終了した時点から、各センサ 34～38 の検出値に基づき圧縮機 20 の運転制御を行うことで、ヒートポンプ部 16 の加熱出力を制御する。すなわち、通常運転モード制御部 18b は、各センサ 34～38 の検出値をもとに、圧縮機 20 の吐出側から膨張機構 24 の入口側までの冷媒のエンタルピー差と、ヒートポンプサイクルの冷媒循環量との積であるヒートポンプ加熱出力を算出し、この算出したヒートポンプ加熱出力が目標加熱出力となるように、圧縮機 20 の運転回転数を制御する。なお、通常運転モード制御部 18b による制御時、バイパス弁 71 は閉状態となっている。

【0033】

なお、制御部 18 は、さらに給水ポンプ 48、循環ポンプ 56 及び圧力調整弁 60 の制御を行うものであってもよいが、これら蒸気生成部 12 側は図示しない別の制御部によって制御してもよい。

【0034】

（蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理）

ここで、図 2 に示したフローチャートを参照して、調節弁 82 の、蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理手順について説明する。図 2 に示すように、まず、調節弁 82 は、圧力センサ 62 が検出した蒸気圧力設定値が所定圧力を超えたか否かを判断する（ステッ

10

20

30

40

50

プ S 1 0 1)。蒸気圧力設定値が所定圧力を超えた場合（ステップ S 1 0 1, Y e s）には、調節弁 8 2 は、蒸気圧力設定値と所定圧力との圧力差分に応じた開度分、開度を開いて（ステップ S 1 0 2）、本処理を終了する。

【0035】

一方、蒸気圧力設定値が所定圧力を超えない場合（ステップ S 1 0 1, N o）には、さらに蒸気圧力設定値が所定圧力未満であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 3）。蒸気圧力設定値が所定圧力未満である場合（ステップ S 1 0 3, Y e s）には、調節弁 8 2 は、蒸気圧力設定値と所定圧力との圧力差分に応じた開度分、開度を閉じて（ステップ S 1 0 4）、本処理を終了する。蒸気圧力設定値が所定圧力未満でない場合（ステップ S 1 0 3, N o）には、そのまま、本処理を終了する。なお、上述した処理は、所定時間毎、繰り返して行う。

【0036】

（変形例 1）

図 3 に示すように、この変形例 1 では、上述した実施形態に、供給水のスケール濃度を検出するスケール濃度センサ 9 0 をさらに備え、調節弁 8 2 が供給水のスケール濃度を加味して開度調節するようにしている。調節弁 8 2 による、スケール濃度による調節弁開度制御処理と、実施形態で示した蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理とは、独立して制御処理される。例えば、実施形態で示した蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理で開度が設定されている場合に、スケール濃度による調節弁開度制御処理が行われた場合、現在設定されている開度の状態を基準にして開度調節される。

【0037】

（スケール濃度による調節弁開度制御処理）

ここで、図 4 に示したフローチャートを参照して、調節弁 8 2 の、スケール濃度による調節弁開度制御処理手順について説明する。図 4 に示すように、まず、調節弁 8 2 は、スケール濃度センサ 9 0 が検出したスケール濃度が所定濃度を超えたか否かを判断する（ステップ S 2 0 1）。スケール濃度が所定濃度を超えた場合（ステップ S 2 0 1, Y e s）には、調節弁 8 2 は、スケール濃度と所定濃度との濃度差分に応じた開度分、開度を開いて（ステップ S 2 0 2）、本処理を終了する。

【0038】

一方、スケール濃度が所定濃度を超えない場合（ステップ S 2 0 1, N o）には、さらにスケール濃度が所定濃度未満であるか否かを判断する（ステップ S 2 0 3）。スケール濃度が所定濃度未満である場合（ステップ S 2 0 3, Y e s）には、調節弁 8 2 は、スケール濃度と所定濃度との濃度差分に応じた開度分、開度を閉じて（ステップ S 2 0 4）、本処理を終了する。スケール濃度が所定濃度未満でない場合（ステップ S 2 0 3, N o）には、そのまま、本処理を終了する。なお、上述した処理は、所定時間毎、繰り返して行う。

【0039】

（変形例 2）

図 5 に示すように、この変形例 2 では、さらに、気液分離器 4 2 の水位センサ 5 0 が検出した水位を加味して開度調節するようにしている。調節弁 8 2 による、気液分離器 4 2 の水位による調節弁開度制御処理と、実施形態で示した蒸気圧力設定値による調節弁開度制御処理とは、独立して制御処理される。

【0040】

（気液分離器の水位による調節弁開度制御処理）

ここで、図 6 に示したフローチャートを参照して、調節弁 8 2 の、気液分離器 4 2 の水位による調節弁開度制御処理手順について説明する。図 6 に示すように、まず、調節弁 8 2 は、水位センサ 5 0 が検出した水位が前回水位を超えたか否かを判断する（ステップ S 3 0 1）。検出した水位が前回水位を超えた場合（ステップ S 3 0 1, Y e s）には、調節弁 8 2 は、検出した水位と前回水位との水位差分に応じた開度分、開度を閉じて（ステップ S 3 0 2）、本処理を終了する。

【0041】

一方、検出した水位が前回水位を超えない場合（ステップS301，No）には、さらに、検出した水位が前回水位未満であるか否かを判断する（ステップS303）。検出した水位が前回水位未満である場合（ステップS303，Yes）には、調節弁82は、検出した水位と前回水位との水位差分に応じた開度分、開度を開いて（ステップS304）、本処理を終了する。検出した水位が前回水位未満でない場合（ステップS303，No）には、そのまま、本処理を終了する。なお、上述した処理は、所定時間毎、繰り返して行う。

【0042】

なお、検出した水位が前回水位を超えた場合、開度を小さくし、検出した水位が前回水位未満である場合、開度を大きくするのは、水位が増加する現象を、供給水量の増加とみなすことを前提としている。水位が増加すると、供給水量の増加によって循環水量が増え、循環水のスケール濃度が希釈されるため、この場合、開度を小さくしている。

【0043】

また、上述した実施形態、変形例1，2は、適宜組み合わせが可能である。

【0044】

なお、上述した実施形態、変形例1，2における調節弁82に替えて、手動設定できるニードル弁を用いてもよい。この場合における手動設定支援として、圧力センサ62、スケール濃度センサ90、水位センサ50の検出結果と、所定圧力（蒸気圧力設定値）、所定濃度、所定水位とのそれぞれの比較結果を表示する表示装置などの案内装置を設けることが好ましい。

【符号の説明】

【0045】

- 10 ヒートポンプ式蒸気生成装置
- 12 蒸気生成部
- 14 温水供給部
- 16 ヒートポンプ部
- 18 制御部
- 18a 起動運転モード制御部
- 18b 通常運転モード制御部
- 20 圧縮機
- 22 凝縮器
- 24 膨張機構
- 26 蒸発器
- 28 加熱器
- 29 熱源温水温度センサ
- 30 供給水流路
- 32 温水流路
- 34 吸入圧力センサ
- 35 吸入温度センサ
- 36 吐出圧力センサ
- 37 吐出温度センサ
- 38 入口温度センサ
- 40, 52, 58 インバータ
- 42 気液分離器
- 44 蒸気流路
- 45 ブローダウン流路
- 46 水循環流路
- 46a 循環熱水流路
- 46b 気液二相流路

10

20

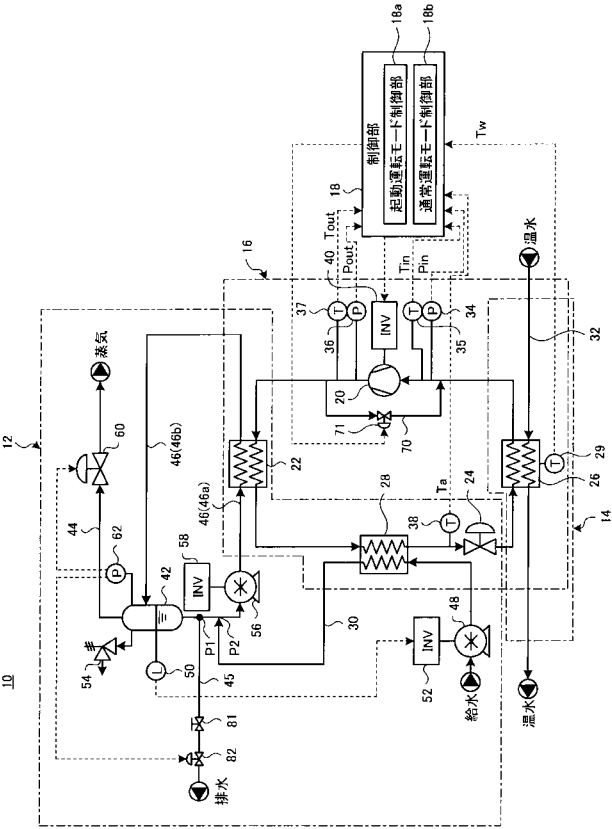
30

40

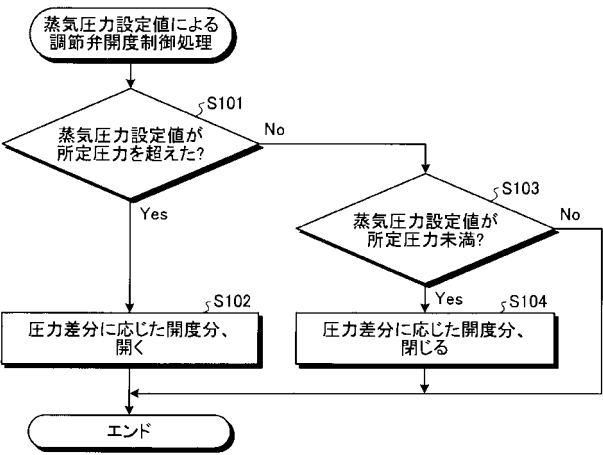
50

- 50 水位センサ
- 70 バイパス管路
- 71 バイパス弁
- 81 遮断弁
- 82 調節弁
- 90 スケール濃度センサ
- P1 分離点
- P2 合流点

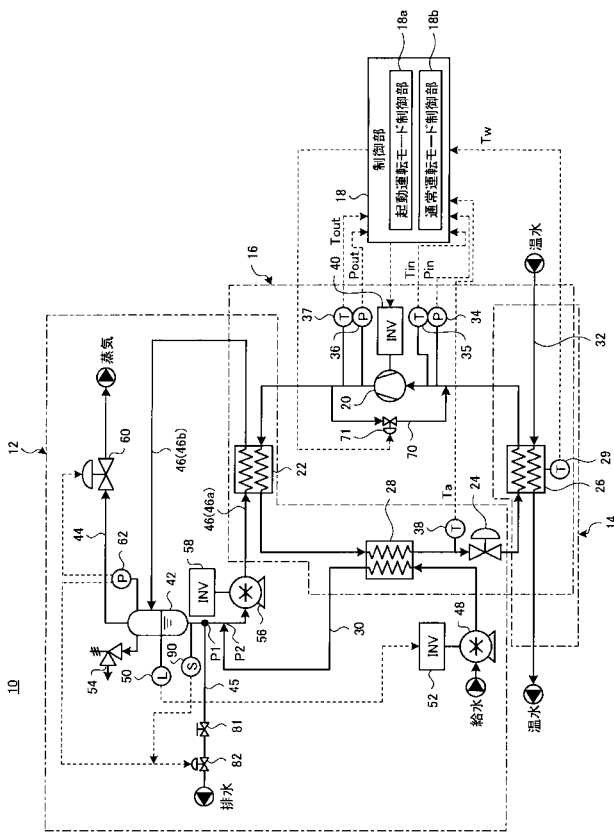
【図 1】



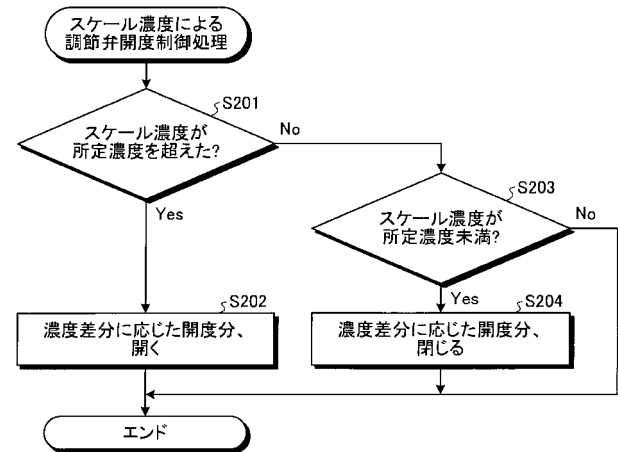
【図 2】



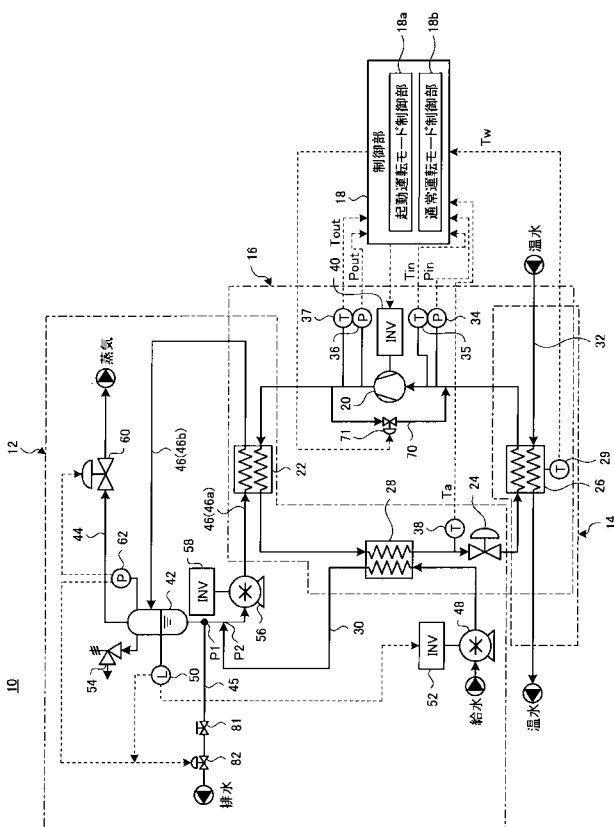
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

