

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年8月17日(17.08.2017)



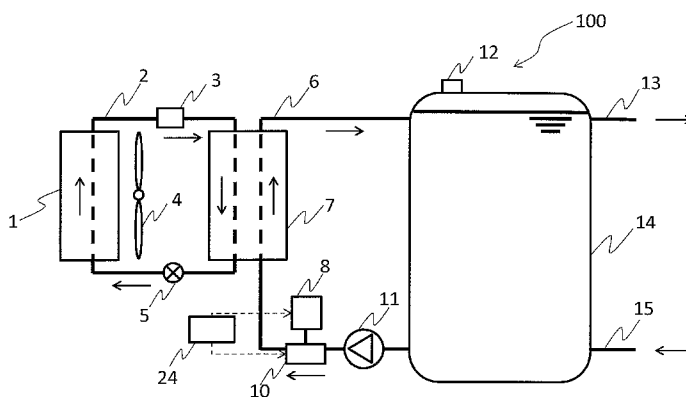
(10) 国際公開番号
WO 2017/138226 A1

- (51) 国際特許分類:
F24H 1/18 (2006.01) F28G 9/00 (2006.01)
F24H 9/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/085332
- (22) 国際出願日: 2016年11月29日(29.11.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-024853 2016年2月12日(12.02.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中井 隆文(NAKAI, Takafumi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 執行 和浩(SHIGYO, Kazuhiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 堀内 淳一郎(HORIUCHI, Junichiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 安永 望(YASUNAGA, Nozomu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人きさ特許商標事務所(KISA PATENT & TRADEMARK FIRM); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目10番1号 虎ノ門ツインビルディング東棟8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: CIRCULATION PIPING SYSTEM AND SYSTEM FOR SUPPLYING WATER CONTAINING CARBON DIOXIDE

(54) 発明の名称: 循環配管システム及び二酸化炭素含有水供給システム



(57) Abstract: In the present invention a hot-water supply device, which is a circulation piping system, is equipped with: a heat exchanger that heats water; a hot water storage tank that stores the heated water; circulation piping that circulates water between the heat exchanger and the hot water storage tank; hot water supply piping that supplies the water stored in the hot water storage tank; an air bubble injection device that is provided in the circulation piping upstream from a flow path flowing into the heat exchanger, and that injects air bubbles into the water; a carbon dioxide supply device that is connected to the air bubble injection device, and that supplies air bubbles containing carbon dioxide; and a control unit. The control unit controls the air bubble injection device and the carbon dioxide supply device such that the air bubbles containing carbon dioxide are intermittently injected into the water.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/138226 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

循環配管システムである給湯器は、水を加熱する熱交換器と、加熱された水を貯留する貯湯タンクと、熱交換器と貯湯タンクとの間で水を循環させる循環配管と、貯湯タンクに貯留した水を給湯する給湯配管と、循環配管において熱交換器へ流入する流路の上流側に設けられ、水へ気泡を注入する気泡注入装置と、気泡注入装置に接続され、二酸化炭素を含む気泡を供給する二酸化炭素供給装置と、制御部とを備える。制御部は、二酸化炭素を含む気泡が断続的に水に注入されるよう、気泡注入装置と二酸化炭素供給装置とを制御する。

明 細 書

発明の名称：

循環配管システム及び二酸化炭素含有水供給システム

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器内に付着するスケールの発生を抑制する循環配管システム及び二酸化炭素含有水供給システムに関する。

背景技術

[0002] 浴室または台所等に温水を供給する給湯器は、電気給湯器、ガス給湯器（ガスボイラー）、石油給湯器に大別され、いずれの給湯器においても熱を水に伝えるための熱交換器が設けられている。近年、省エネや地球温暖化対策として二酸化炭素を削減する観点から、ヒートポンプ熱交換式の電気給湯器（ヒートポンプ給湯器）が注目されている。ヒートポンプ給湯器の原理は、大気の熱を熱媒体に移し、熱媒体に移された熱でお湯を沸かすものである。ヒートポンプ給湯器は大気の熱を利用するため、運転に要するエネルギーよりも多くの熱エネルギーを利用することができる。

[0003] 熱交換器では、水に熱を伝えるために、熱伝達面を清浄な状態に保つことが重要である。熱伝達面が汚れると、有効な熱伝達面積が減少して熱伝達性能の低下を招く。さらに熱伝達面に汚れが蓄積すると、熱交換器の流路が狭くなっていき、水を流すポンプの運転負荷が増大したり、流路が閉塞したりする問題が懸念される。特に、スケール形成因子（主にはカルシウムイオンやマグネシウムイオンなどの硬度成分）を含む水が熱交換器に供給されると、熱交換器の熱伝達面にスケールが形成されて付着することによって、熱伝達性能の低下、ポンプの運転負荷増大、熱交換器流路の閉塞等の問題が懸念される。

[0004] 水中のスケール形成因子がスケールとして熱交換器の内部に付着する機構について、全て解明されている訳ではないが、熱交換器の熱伝達面等の高温部で炭酸カルシウムなどの分子が析出し、この炭酸カルシウムを核としてス

ケールの結晶成長が進行することが挙げられる。スケールの主要因である炭酸カルシウム (CaCO_3) は、水中において、以下の式 (1) で示す平衡に基づいて存在する。

[0005] [数1]



[0006] ここで、二酸化炭素 (CO_2) ガスを水中に供給すれば、水中に溶ける二酸化炭素 (溶存 CO_2) が増え、溶存 CO_2 を緩和するように (1) 式の平衡は右向きに進行し、炭酸カルシウムは炭酸水素カルシウム ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) となって溶解する。したがって、水中に二酸化炭素ガスを供給することで、炭酸カルシウム分子の析出を抑制する効果が期待される。

[0007] 例えば特許文献1には、熱交換器へ流入する水に二酸化炭素ガスを供給することで、炭酸カルシウム分子の付着を抑制するスケールの除去装置として、熱交換器へ流入する水にガスポンベから連続して二酸化炭素ガスを供給することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2010-223525号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、特許文献1に記載のスケール除去装置においては、ガスポンベを用いるため、使用場所の制約があること、ポンベ交換等のメンテナンスの必要があること等から、家庭用の給湯器に適用する場合の課題があった。また、二酸化炭素ガスを含む気泡が連続的に注入されるため、熱媒体である水に気泡 (気体) が混入して熱伝達面積が減少してしまい、熱交換効率が低いという課題があった。

[0010] 本発明は、上述のような課題を背景としてなされたものであり、ガスポン

べを用いずに、熱交換器へ流入する水へ二酸化炭素を含む気泡を導入して、スケールの付着を抑制することが可能な循環配管システムを提供することを第一の目的としている。また、熱交換効率の低下を抑制することが可能な循環配管システム及び二酸化炭素含有水供給システムを提供することを第二の目的としている。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明に係る循環配管システムは、第1の装置と第2の装置との間で水を循環させる循環配管と、水へ気泡を注入する気泡注入装置と、気泡注入装置に接続され、気泡を生じさせるために二酸化炭素を供給する二酸化炭素供給装置と、二酸化炭素を含む気泡が循環配管を循環する水へ断続的に注入されるよう気泡注入装置及び二酸化炭素供給装置を制御する制御部とを備えるものである。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、循環配管の熱交換器へのスケール付着を抑制しつつ、使用場所の制約が少なく、ポンベ交換等のメンテナンスの必要もなく、熱交換効率の低下を抑制することが可能な循環配管システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの構成図の一例である。
[図2]本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの気泡注入装置と二酸化炭素供給装置とを示す構成図の一例である。
[図3]本発明の実施の形態1におけるパルス気泡を説明するタイムチャートである。
[図4]本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの動作状態を説明する構成図の一例である。
[図5]本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの動作状態を説明する構成図の一例である。
[図6]本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの気泡注入装置を示す例

である。

[図7]本発明の実施の形態2に係る循環配管システムの構成図の一例である。

[図8]本発明の実施の形態3に係る循環配管システムの構成図の一例である。

[図9]本発明の実施の形態4に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。

[図10]本発明の実施の形態4に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。

[図11]本発明の実施の形態5に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。

[図12]本発明の実施の形態2に係る循環配管システムの構成図の一例である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の給湯器の好適な実施の形態について図面を用いて説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図面における各構成部材の大きさ、形状は、説明のためにわかりやすく表しており、実際の大きさ、形状と異なる場合がある。

[0015] 実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る循環配管システムの構成図の一例である。給湯器100は、お湯（水）を溜める貯湯タンク14と、貯湯タンク内に貯まった気体を排出するガス抜き弁12と、空気熱交換器1と、空気熱交換器1に送風する送風機4と、冷媒を圧縮する圧縮機3と、水熱交換器7と、圧縮された冷媒を減圧させる減圧手段5と、水を送液する水ポンプ11と、気泡注入装置10と、二酸化炭素供給装置8と、制御部24とを備える。給湯器100には、冷媒流路2及び水流路6が設けられている。貯湯タンク14には、給湯配管13と給水配管15が接続されている。給水配管15を介して外部から貯湯タンク14に水が供給され、貯湯タンク14に溜められたお湯は給湯配管13を介して外部へ流出する。

[0016] 冷媒流路2内には、例えば、二酸化炭素（CO₂）冷媒が流れるようになっ

ている。冷媒流路 2 における冷媒の流れ方向は図 1 の矢印方向である。冷媒流路 2 には、空気熱交換器 1、圧縮機 3、水熱交換器 7、及び減圧手段 5 が順に設けられている。冷媒流路 2 を流れる冷媒は、送風機 4 が駆動して空気熱交換器 1 に供給される大気と熱交換する。これにより、空気熱交換器 1 を流れる冷媒は大気から吸熱して温度上昇し、空気熱交換器 1 に供給された大気は冷媒に放熱して温度低下する。大気から吸熱して温度上昇した冷媒は、圧縮機 3 の吸入側に供給されて圧縮される。圧縮機 3 において圧縮されて高温及び高圧になった冷媒は、水熱交換器 7 の熱伝達面を介して、水流路 6 を流れる水と熱交換する。冷媒流路 2 において水熱交換器 7 から流出した冷媒は、減圧手段 5 で減圧されて低温になって空気熱交換器 1 に供給される。

[0017] 水流路 6 には、水ポンプ 11 によって供給される水が流れるようになっている。水流路 6 における水の流れ方向は、図 1 の矢印方向である。水流路 6 には、貯湯タンク 14、水ポンプ 11、気泡注入装置 10、及び水熱交換器 7 が順に設けられている。また、貯湯タンク 14 にはガス抜き弁 12 が設けられている。さらに、気泡注入装置 10 は二酸化炭素供給装置 8 と接続されている。なお、気泡注入装置 10 は、水熱交換器 7 の上流（入口）側に設けられていればよく、水ポンプ 11 の上流側に設けてもよい。貯湯タンク 14 に貯留されていた水は、水流路 6 内を通過して水熱交換器 7 に流入し、水熱交換器 7 内で空気熱交換器 1 から供給された冷媒と熱交換して温度上昇する。水熱交換器 7 から流出して温度上昇した水は貯湯タンク 14 に戻る構成となっている。冷媒と水の流れが向かい合う方向に流れる向流式の水熱交換器の例を図 1 に示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、冷媒と水が並行して流れる並流式の水熱交換器であってもよい。また、水熱交換器の鉛直下方向から鉛直上方向へ向かって水が流れる例を図 1 に示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、水熱交換器の鉛直上方向から鉛直下方向へ向かって水が流れる水熱交換器であってもよい。

[0018] なお、水熱交換器 7 は、冷媒と水との熱交換によって水を加熱するものである。例えば、水熱交換器 7 として、プレート式熱交換器、多管式熱交換器

、二重管式熱交換器、マイクロチャンネル式熱交換器、ボイラー式熱交換器、振り管式熱交換器を採用することができる。

[0019] 気泡注入装置 10 は、水熱交換器 7 の上流（入口）側に設けられていて、水熱交換器 7 へ流入する水へ気泡を注入する機能を有する。図 3 に、本発明における断続的に気泡を注入する一例として、パルス気泡を説明するタイムチャートを例示する。ここでパルス気泡とは、水へ注入する気泡の注入量がパルス波形となる気泡のことを指している。本実施の形態 1 において、パルス気泡を注入する気泡注入装置 10 の一例として、パルス気泡注入装置を用いる。パルス気泡注入装置については後述する。なお、後述するパルス気泡注入装置の設置位置は、水熱交換器 7 の上流側の水流路 6 上にあればよく、特に限定されるものではない。

[0020] 図 2 は、本発明の実施の形態 1 に係る循環配管システムの気泡注入装置と二酸化炭素供給装置とを示す構成図の一例である。パルス気泡注入装置 10 b は、気液混合部 23 と、負圧形成部 22 と、第一開閉弁 9 とを有している。パルス気泡注入装置 10 b において、気液混合部 23 と負圧形成部 22 と第一開閉弁 9 は、気液混合部 23、負圧形成部 22、第一開閉弁 9 の順に接続されている。すなわち、気液混合部 23 に負圧形成部 22 が接続され、負圧形成部 22 に第一開閉弁 9 が接続され、気液混合部 23 と第一開閉弁 9 との間に負圧形成部 22 が介在するよう、接続されている。また、第一開閉弁 9 は二酸化炭素供給装置 8 と接続されており、負圧形成部 22 と二酸化炭素供給装置 8 との間に設けられている。

[0021] 図 6 は、本発明の実施の形態 1 に係る循環配管システムの気泡注入装置を示す例である。図 6 (a) は気体導入管を示し、図 6 (b) は散気管、散気球、及び多孔質ノズルを示し、図 6 (c) はスプレーノズルを示し、図 6 (d) はエゼクタを示し、図 6 (e) は加圧供給を示している。図 6 (a) - (e) において、実線の矢印は水の流れ方向を示し、破線の矢印は気体の流れ方向を示している。なお、図 6 (b) について、散気管、散気球、多孔質ノズルは、それぞれの形状が相違する。気液混合部 23 は、水流路 6 を流れ

る流路に加えて気体を導入できる気体導入管（図6（a）参照）を有しており、水熱交換器7へ流入する水に気体を加えて、水に気泡を混合する機能を有する。このような機能を有するものとして、例えば、液体に気体を流しこむ気体導入管、液体に気体を分散させて導入する散気管、散気球ならびに多孔質ノズル、気体と液体とを混合して噴霧するスプレーノズル、気体と液体との混相流をつくるエゼクタを用いることができる（図6（a）－（d）参照）。つぎに、気液混合部23にエゼクタを用いた例より、本発明の一例を説明する。なお、本実施の形態1では、エゼクタによって二酸化炭素を含む気体を吸引して気液混合部23へ導入する例を用いて説明するが、この例に限定されるものではなく、加圧ポンプなどによって二酸化炭素を含む気体を押し込んで導入してもよい（図6（e）参照）。

[0022] エゼクタは、水流路6を流れる流路上に狭窄部が設けられており、この部分で水流路6を流れる水の流速を高めている。このとき狭窄部で発生する減圧現象（通常ベルヌーイの定理と呼ばれる）により、気体導入管から気体を吸引することができ、水流路6を流れる水に気泡を注入することが可能となる。本実施の形態1ではエゼクタを流れる水の方角を水平方向に配設した例を示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、鉛直方向に水が流れるようにしてもよい。エゼクタに水が流入する一次側を鉛直上側に、エゼクタから水が流出する二次側を鉛直下側にすることにより、一次側と二次側との圧力差を大きくすることができ、狭窄部で発生する減圧現象を高めて、気体導入管から吸引される気体の量を多くすることが可能となる。すなわち同じ動力で得られる気体の吸引量が多く、運転効率を高める（省エネ）ことが可能となる。

[0023] 図2に示すように、気液混合部23は、負圧形成部22及び第一開閉弁9を介して、二酸化炭素供給装置8と接続されている。このため気液混合部23で吸引する気体は、二酸化炭素供給装置8（詳細は後述する）から供給される二酸化炭素濃度の高い気体となる。このことより、水流路6を流れる水に、二酸化炭素濃度の高い気泡を注入することができる。なお、気液混合部

23と負圧形成部22との間に逆止弁を設けて、気体の流れ方向が負圧形成部22から気液混合部23へなるようにしてもよい。

[0024] 気液混合部23と第一開閉弁9との間に設けられている負圧形成部22は、一定の体積空間を有している。

[0025] 第一開閉弁9は、弁を開閉することで負圧形成部22と二酸化炭素供給装置8とを連通したり、遮断したりする機能を有する。このような機能を有するものとして、例えば、電磁弁を用いることができる。また、第一開閉弁9は制御部24と接続されており、制御部24によって弁の開閉を制御できる。

[0026] 二酸化炭素供給装置8は、二酸化炭素濃縮部18と、吸気管21と、第二開閉弁19と、送風ポンプ20と、排出管16と、第三開閉弁17、とを有している。二酸化炭素供給装置8は、パルス気泡注入装置10bと接続されており、パルス気泡注入装置10bへ二酸化炭素濃度の高い気体を供給する機能を有する。このため、二酸化炭素供給装置8及びパルス気泡注入装置10bにより、二酸化炭素濃度の高い気泡を、水流路6を流れる水に注入することができる。

[0027] 二酸化炭素濃縮部18は、二酸化炭素を吸着する吸着剤が内部に設けられ、吸着によって二酸化炭素を濃縮する機能を有している。このような機能を有する吸着剤として、例えば、ゼオライト、モレキュラーシーブ、アルミナ、活性炭、固体アミンなどを用いることができる。二酸化炭素濃縮部18には、吸気管21を介して、第二開閉弁19と送風ポンプ20とが接続されていると共に、排出管16を介して、第三開閉弁17が接続されている。第二開閉弁19及び送風ポンプ20は、吸気管21の途中に設けられていればよいが、第二開閉弁19が二酸化炭素濃縮部18と送風ポンプ20との間に介在するよう、配置されていることがより好ましい。

[0028] 吸気管21は、一端が二酸化炭素濃縮部18に接続されており、もう一端は大気解放されている。また、上述のように、吸気管21の途中に第二開閉弁19と、送風ポンプ20が設けられている。吸気管21は、送風ポンプ2

0によって大気から二酸化炭素濃縮部18へ送られる空気を通す機能を有する。

[0029] 第二開閉弁19は、吸気管21の途中に設けられており、弁を開閉することで二酸化炭素濃縮部18と大気とを連通したり、遮断したりする機能を有する。このような機能を有するものとして、第二開閉弁19には、例えば、電磁弁を用いることができる。第二開閉弁19は制御部24と接続されており、制御部24によって弁の開閉を制御できる。なお、第二開閉弁19は、吸気管21の途中に設けられていれば良く、図示した位置（二酸化炭素濃縮部18と送風ポンプ20との間）に限定されるものではない。

[0030] 排出管16は、一端が二酸化炭素濃縮部18に接続されており、もう一端は大気解放されている。排出管16は、送風ポンプ20によって二酸化炭素濃縮部18へ送られた空気を大気へ排出する機能を有する。

[0031] 第三開閉弁17は、排出管16の途中に設けられており、開閉することで二酸化炭素濃縮部18と大気とを連通したり、遮断したりする機能を有する。このような機能を有するものとして、第三開閉弁17には、例えば、電磁弁を用いることができる。第三開閉弁17は制御部24と接続されており、制御部24によって弁の開閉を制御できる。

[0032] 送風ポンプ20は、吸気管21の途中に設けられており、大気中の空気を吸気管21、二酸化炭素濃縮部18、排出管16の順で流す機能を有する。なお、送風ポンプ20の接続位置は、上述した吸気管21の途中ではなく、排出管16の途中に設けてもよい。送風ポンプ20は制御部24と接続されており、制御部24によって電源のON/OFFを制御できる。

[0033] 二酸化炭素濃縮部18と吸気管21は、第一開閉弁9に近い位置（図では鉛直下方向に記載）において接続され、二酸化炭素濃縮部18と排出管16は、第一開閉弁9から遠い位置（図では鉛直上方向に記載）において接続されている。すなわち、二酸化炭素濃縮部18と吸気管21との接続位置は、二酸化炭素濃縮部18と排出管16との接続位置よりも第一開閉弁9に近い位置にある。

[0034] 上述のように、第一開閉弁 9、第二開閉弁 19、第三開閉弁 17、及び送風ポンプ 20 は、それぞれ制御部 24 に接続されている。制御部 24 により、第一開閉弁 9、第二開閉弁 19、第三開閉弁 17、及び送風ポンプ 20 の開閉と送風ポンプ 20 の ON/OFF は連動して動作するよう、制御される。

[0035] 図 4 及び図 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る循環配管システムの動作状態を説明する構成図の一例である。図 4 及び図 5 において、実線の矢印は水の流れ方向を示し、破線の矢印は気体の流れ方向を示している。制御部 24 の制御により、第一開閉弁 9 が閉じた状態の場合、第二開閉弁 19 と第三開閉弁 17 が共に開いている状態となり、送風ポンプ 20 は ON 状態となる（以下、弁動作状態 A）。図 4 は弁動作状態 A を表している。図 4 中、各開閉弁の開閉状態を符号の後ろに付した o（開）と c（閉）とで示している。このとき大気と二酸化炭素濃縮部 18 とが連通した状態となり、大気から二酸化炭素濃縮部 18 へ空気が流れる。一方、第一開閉弁 9 が開いた状態の場合、第二開閉弁 19 と第三開閉弁 17 が共に閉じた状態となり、送風ポンプ 20 は OFF 状態となる（以下、弁動作状態 B）。図 5 は弁動作状態 B を表している。図 5 中、各開閉弁の開閉状態を符号の後ろに付した o（開）と c（閉）とで示している。このとき大気と二酸化炭素濃縮部 18 とが遮断された状態となり、かつ送風ポンプ 20 が OFF 状態のため、大気から二酸化炭素濃縮部 18 への空気の流れはない。

[0036] 弁動作状態 A になると、気液混合部 23 の減圧現象により、負圧形成部 22 内の気体は吸引される。この状態を保持すると、負圧形成部 22 内の気体が減少していくため、負圧形成部 22 内の圧力は次第に低下して負圧状態（大気圧以下の状態）となる。このとき二酸化炭素供給装置 8 と負圧形成部 22 との内部圧力の差は大きくなっている。この状態で、第一開閉弁 9 を開けると、すなわち弁動作状態 A から弁動作状態 B に切り替えると、二酸化炭素濃縮部 18 とパルス気泡注入装置 10b とが連通するため、二酸化炭素供給装置 8 と負圧形成部 22 との間に、瞬時に大きな圧力差が得られる。その結

果、二酸化炭素濃縮部 18（二酸化炭素供給装置 8）からパルス気泡注入装置 10b（負圧形成部 22）へ、二酸化炭素濃度の高い気体を一気に供給することができる。負圧形成部 22 へ供給された気体は、瞬時に、気液混合部 23 の減圧現象により吸引される。このことから、第一開閉弁 9 を瞬間的に開けることにより、瞬時に得られる大きな圧力差で、水流路 6 を流れる水にパルス気泡を注入できる。

[0037] 図 3 は、本発明の実施の形態 1 におけるパルス気泡を説明するタイムチャートである。縦軸は気泡注入量であり、横軸は給湯器 100 の運転時間である。上述のように、弁動作状態 A を継続した後、弁動作状態 B に切り替えることにより、二酸化炭素供給装置 8 から負圧形成部 22 へ、二酸化炭素濃度の高い気体を一気に供給し、瞬時に、気液混合部 23 に吸引されるため、水流路 6 への気泡注入量のパルス波形の傾き a を急峻にすることができる。さらに、本実施の形態 1 では、制御部 24 により、弁動作状態 A の動作時間 t_1 を例えば 1～30 分とし、弁動作状態 B の動作時間 t_2 を例えば 5～20 秒程度となるよう、第一開閉弁 9、第二開閉弁 19、第三開閉弁 17 及び送風ポンプ 20 は制御される。弁動作状態 A と弁動作状態 B の動作時間の比（ t_1/t_2 ）は、例えば、 $3 < (t_1/t_2) < 360$ 、好ましくは $5 < (t_1/t_2) < 180$ 、さらに好ましくは $10 < (t_1/t_2) < 40$ となるよう、制御部 24 により制御される。

[0038] すなわち、制御部 24 により、弁動作状態 B の継続時間が 5～20 秒であり、弁動作状態 A の継続時間が弁動作状態 B の継続時間の 3 倍より長くかつ 360 倍より短くなるよう制御され、好ましくは、弁動作状態 A の継続時間が弁動作状態 B の継続時間の 5 倍より長くかつ 180 倍より短くなるよう制御され、さらに好ましくは、弁動作状態 A の継続時間が弁動作状態 B の継続時間の 10 倍より長くかつ 40 倍より短くなるよう制御される。弁の動作状態をこのように動作させることにより、二酸化炭素濃度の高い気泡の水流路 6 への注入量の変化は、図 3 に示すようにパルス波形となり、二酸化炭素濃度の高いパルス気泡を水流路 6 に注入することができる。その結果、制御部

24により、二酸化炭素濃度の高い気泡を水流路6へ断続的に注入することができる。

[0039] 二酸化炭素濃度の高いパルス気泡が水流路6を流れる水に注入されると、この気泡成分である二酸化炭素の一部が水に溶け込む。水に溶け込んだ二酸化炭素は、上述した(1)式の平衡を右向きに進行させ、スケールの主要因である炭酸カルシウム(CaCO_3)を炭酸水素カルシウム($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)として溶解する。すなわち、スケールの析出を抑制する効果が得られる。

[0040] さらに、二酸化炭素供給装置8と負圧形成部22との間に瞬時に得られる大きな圧力差を利用できるため、気泡径が1mm以上の大きいパルス気泡を水流路6に注入することができる。大きい気泡径のパルス気泡を注入することより、マイクロバブルと呼ばれる気泡径が $100\mu\text{m}$ 以下の小さい気泡が熱交換器の熱伝達面へ付着していた場合、大きい気泡径のパルス気泡と熱伝達面へ付着したマイクロバブルとが合体して熱伝達面から引き剥がす効果を得ることができる。すなわちマイクロバブルの付着による熱伝達面積の減少を抑制でき、熱交換効率の低下を抑制する効果を得ることができる。本願の発明者らは、大きい気泡径のパルス気泡が熱交換器の熱伝達面へ付着していた $100\mu\text{m}$ 以下の小さい気泡と合体して熱伝達面から引き剥がされる現象を観察した。

[0041] ここで、給湯器100の運転について具体的に説明する。制御部24の制御により、弁動作状態Aで、すなわち第一開閉弁9が閉じ、第二開閉弁19及び第三開閉弁17が開き、送風ポンプ20がONの状態では給湯器100の運転を開始した。弁動作状態Aにおいて、給湯器100の水流路6を流れる水の流量を $18\sim 20\text{L}/\text{min}$ 程度とした。一例として、負圧形成部22の体積空間(容積)を約 100cm^3 、二酸化炭素濃縮部18の容積を約 150cm^3 とし、二酸化炭素濃縮部18には二酸化炭素吸着剤としてゼオライト約 100g を充填して運転した。運転を開始すると、水流路6を流れる水の流速によって気液混合部23の減圧現象が起こり、初期状態で負圧形成部2

2に残っていた気体が吸引されて水流路6に注入された。次第に定常状態となり気体（気泡）の混入がない水が水流路6を流れる。負圧形成部22のゲージ圧は負圧になっていた。この状態を5分間（t1）継続し、水熱交換器7により水流路6を流れる水を加熱させた。このとき送風ポンプ20により、二酸化炭素濃縮部18に大気を流通させて、二酸化炭素濃縮部18内の吸着剤に二酸化炭素を吸着させた。

[0042] つづいて制御部24の制御により弁動作状態Bに切り替えた。このとき二酸化炭素濃縮部18と負圧形成部22との圧力差により、水流路6内へ二酸化炭素濃度の高いパルス気泡が一気に注入された。この状態を5秒間（t2）継続した。

[0043] その後、弁動作状態A、弁動作状態Bを繰り返し、水流路6を流れる水にパルス気泡を注入させながら給湯器100を運転させた。この結果、熱交換効率を表す一つの指標であるCOP（Coefficient of Performance）の低下は5%以下であった。このように、熱交換器へ流入するパルス気泡の量を制御することができ、スケールの析出を抑制する効果を得つつ、熱交換効率の低下を抑制する効果が得られた。

[0044] 以上のように、本実施の形態1によれば、第一開閉弁9を開いた場合、瞬時に得られる大きな圧力差によって、二酸化炭素供給装置8の二酸化炭素濃縮部18から気泡注入装置10の負圧形成部22へ二酸化炭素濃度の高い気体を一気に供給することができる。そして、弁動作状態A及び弁動作状態Bを上述のように制御することにより、熱交換器へ流入する二酸化炭素の高い気泡の量を制御して熱交換の効率の低下を抑制しつつ、スケール付着の抑制効果を得ることができる。

[0045] 一般的に、水熱交換器で冷媒と水との間で熱交換する場合、冷媒からの熱が熱媒体となる水に伝わって水が温められる。この熱媒体である水に気泡（気体）が混入した場合、混入した気泡の体積に依存して熱伝達面積が減少するため、熱交換効率が低下する。このため熱媒体である水に、定常的（連続的）に気泡を混入させた場合、熱交換効率の低下が顕著となる。また水と気

体（気泡）の熱容量の違いも熱交換効率が低下する一因と考えられる。さらに本願の発明者らは、マイクロバブルと呼ばれる小さい（ $100\mu\text{m}$ 以下の）気泡が熱交換器内へ流入した場合、マイクロバブルが熱交換器の熱伝達面へ容易に付着する（付着しやすい）現象を観察した。熱伝達面へ付着したマイクロバブルは、熱交換に有効な熱伝達面積を直接的に減少させるため、熱交換効率が低下させる一因となる。

[0046] 本実施の形態1の気泡注入装置10を備える給湯器100では、注入される気泡が上述したパルス気泡であるため、気泡を水流路6へ断続的に流入することができ、水熱交換器7へ流入する気泡の量を制御することが可能である。このことから、水熱交換器7へ気泡を注入することによるスケール付着の抑制効果を得つつ、熱交換効率の低下を抑制する効果を得ることができる。

[0047] さらに、瞬時に得られる大きな圧力差を利用できるため、気泡径が 1mm 以上の大きいパルス気泡を水流路6に注入することができる。大きい気泡径のパルス気泡を注入することができることより、上述のマイクロバブルが水熱交換器7の熱伝達面へ付着していても、大きい気泡径のパルス気泡と熱伝達面へ付着したマイクロバブルとが合体するため、マイクロバブルを熱伝達面から引き剥がす効果を得ることができる。すなわち、本実施の形態1によれば、マイクロバブルの付着による熱伝達面積の減少を抑制でき、熱交換効率の低下を抑制する効果をより高めることができる。

[0048] さらに、本実施の形態1によれば、ガスポンベを用いずに二酸化炭素を供給できるので、使用場所の制約が少なく、ポンベ交換等のメンテナンスが必要ないという効果がある。なお、大気中の二酸化炭素濃度は 0.04% 程度であるが、二酸化炭素濃縮部18により、 $50\sim 96\%$ 程度の二酸化炭素濃度の高い気体を水流路6に供給できる。

[0049] なお、二酸化炭素濃縮部18と吸気管21との接続位置、及び二酸化炭素濃縮部18と排出管16との接続位置は特に限定されないが、本実施の形態1のように、二酸化炭素濃縮部18と吸気管21との接続位置を、二酸化炭

素濃縮部 18 と排出管 16 との接続位置よりも第一開閉弁 9 に近い位置に設けることがより好ましい。このような位置関係に吸気管 21 及び排出管 16 を設けることによって、二酸化炭素濃縮部 18 を流れる空気（大気）を、第一開閉弁 9 に近い側から遠い側へ向かって流すことができる。その結果、二酸化炭素濃縮部 18 の内部に設けた吸着剤に吸着される二酸化炭素を、第一開閉弁 9 に近い位置から吸着させることができる。言い換えると、第一開閉弁 9 に近い位置にある吸着剤に吸着される二酸化炭素量が常に、第一開閉弁 9 から遠い位置にある吸着剤に吸着される二酸化炭素量より多いか、もしくは同等にすることができる。このため、弁動作状態 B のとき、第一開閉弁 9 に近い吸着剤に吸着した二酸化炭素から吸引（脱着）されていくため、より早く二酸化炭素濃度の高い気泡を水流路 6 を流れる水に供給できる。このため水流路 6 を流れる水に二酸化炭素をより早く溶け込ませることができる。よって、上述した（1）式の平衡を右向きに進行させ、スケールの主要因である炭酸カルシウム（ CaCO_3 ）を炭酸水素カルシウム（ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ）に、より早く溶解させることができる。すなわち、スケールの析出を抑制する効果がより高い。

[0050] また、送風ポンプ 20 は、送圧の高いポンプを用いることもできる。このときの各弁の開閉状態は、第一開閉弁 9 が閉じた状態の場合、第二開閉弁 19 が開いた状態で、第三開閉弁 17 が半開の状態（全開と全閉の間で任意に決定できる）とすればよい。すなわち、送風ポンプ 20 を ON 状態とし、二酸化炭素濃縮部 18 へ空気を流すとき、吸気管 21 を流れる圧力より排出管 16 を流れる圧力が小さくなるようにすればよい。このとき、二酸化炭素濃縮部 18 の内圧を大気圧以上に高めることができる。このように送圧の高いポンプを用いることで、二酸化炭素濃縮部 18 の内圧を高め、負圧形成部 22 との圧力差をより大きくすることができる。つづいて、上述の弁動作状態 B（第一開閉弁 9 が開いた状態、かつ第二開閉弁 19 及び第三開閉弁 17 が共に閉じた状態）にすることで、水流路 6 を流れる水に、パルス波形の傾き a がより急峻なパルス気泡を注入できる。水流路 6 を流れる水にパルス気泡

を流入することにより得られる効果は上述の通りである。

[0051] さらに、気泡径が1 mm以上の大きいパルス気泡の発生率を高めることができる。このため、上述のマイクロバブルが水熱交換器7の熱伝達面へ付着していても、大きい気泡径のパルス気泡と熱伝達面へ付着したマイクロバブルとが合体することによる、マイクロバブルを熱伝達面から引き剥がす効果をより高めることができる。すなわち、マイクロバブルの付着による熱伝達面の減少を抑制でき、熱交換率の低下を抑制する効果をより高めることができる。

[0052] 本明細書中ではヒートポンプ給湯器の例を中心に説明しているが、水熱交換器を備えた空気調和機（つまり、水熱交換器に接続された水回路及び冷媒回路を備えた冷凍サイクル装置）などの循環配管システムに応用可能であることは言うまでもない。また、二酸化炭素供給装置8を設けずに、パルス気泡注入装置10bのみの構成であってもパルス気泡を注入することができ、本発明のスケール付着の抑制効果を得つつ、熱交換効率の低下を抑制する効果を得ることができることは言うまでもない。

[0053] 実施の形態2.

図7は、本実施の形態2に係る循環配管システムの構成図の一例である。なお、本実施の形態2に係る循環配管システムの基本的な構成は、実施の形態1に係る循環配管システムと同じであるため、相違点のみ説明する。図7において、本実施の形態2に係る循環配管システムの一例は、実施の形態1に係る循環配管システムの構成において、二酸化炭素濃縮部18に接続され、二酸化炭素濃縮部18の温度を検出する温度検出部25を備え、温度検出部25は制御部24と接続されていることを特徴とする。上記のような構成を有する循環配管システムでは、二酸化炭素濃縮部18の温度を検知することにより、二酸化炭素濃縮部18内に設けられた二酸化炭素を吸着する吸着剤の吸着量を推測して、弁動作状態Aと弁動作状態Bを効率よく切換えることが可能となる。

[0054] 吸着剤が二酸化炭素を吸着及び脱着するときにはエンタルピー変化が生じ

る。一般的な吸着は発熱であり、脱着は吸熱である。すなわち温度検出部 25 において、二酸化炭素濃縮部 18 の温度を検出することにより、吸着剤の二酸化炭素吸着量を推測することができる。弁動作状態 A のとき、二酸化炭素濃縮部 18 内の吸着剤において、二酸化炭素が吸着されるとともに、吸着熱によって二酸化炭素濃縮部 18 の温度は上昇する。このときの温度上昇速度は二酸化炭素の吸着速度（吸着量）に依存すると考えられ、吸着剤の被覆率が高まって吸着飽和量に近づくとつれて温度上昇速度は小さくなり、吸着剤が飽和すると温度上昇はなくなる（吸着剤が飽和した状態で弁動作状態 A を続けると、吸着速度と脱着速度が等しくなると考えられ、これ以上の吸着はほとんど起こらないため、次第に、自然冷却によって温度が低下する）。制御部 24 において、温度検出部 25 で検出した温度から温度上昇速度を演算して、温度上昇速度が小さくなり始めてからゼロになるまでの間に、弁動作状態 A から弁動作状態 B に切り替えるとよい。

[0055] 一方、弁動作状態 B のとき、二酸化炭素濃縮部 18 内の二酸化炭素を吸着した吸着剤から二酸化炭素が脱着されるとともに、脱着熱によって二酸化炭素濃縮部 18 の温度は低下する。このときの温度低下速度は二酸化炭素の脱着速度（脱着量）に依存すると考えられ、吸着していた二酸化炭素が脱着してゼロに近づくとつれて温度低下速度は小さくなり、やがてゼロになる。制御部 24 において、温度検出部 25 で検出した温度から温度低下速度を演算して、温度低下速度が小さくなり始めてからゼロになるまでの間に、弁動作状態 B から弁動作状態 A に切り替えるとよい。

[0056] 上記のような運転方法により、吸着工程と脱着工程を無駄なく行うことができ、効率よく弁動作状態を切替えることが可能となる。弁動作状態 A 及び弁動作状態 B の時間は、吸着剤の充填量、二酸化炭素濃縮部 18 の容積、及び負圧形成部 22 の体積空間によって、任意に設計できることは言うまでもない。

[0057] 図 12 は、本発明の実施の形態 2 に係る循環配管システムの構成図の一例である。図 12 に示すように、温度検出部として、二酸化炭素濃縮部 18 内

の吸着剤を充填した内部かつ、排出管 16 側の近傍に接続された温度検出部 25 a と、二酸化炭素濃縮部 18 内の吸着剤が充填した内部かつ、吸気管 21 側の近傍に接続された温度検出部 25 b と、二つ接続してもよい。例えば、実施の形態 2 の実施例の場合、鉛直上側の吸着剤の中に温度検出部 25 a が接続され、鉛直下側の吸着剤の中に温度検出部 25 b が接続される。このような位置に温度検出部 25 a、25 b を接続することにより、排出管 16 の近傍にある吸着剤後段での温度を直接的に検知できるため、より効率よく、吸着剤の飽和状態を推測することが可能となる。実施の形態 1 で記載したように、第一開閉弁 9 に近い位置にある吸着剤に吸着される二酸化炭素量が常に、第一開閉弁 9 から遠い位置にある吸着剤に吸着される二酸化炭素量より多いか、もしくは同等になるようにした場合、第一開閉弁 9 に近い位置にある吸着剤から吸着熱が発生し、吸着飽和量に近づくとつれて、第一開閉弁 9 から遠い位置にある吸着剤に吸着熱が発生する。このため、温度検出部 25 a において、吸着剤後段での吸着熱のみ検知すればよく、制御部 24 での演算が不要となり、温度上昇を検知した段階で弁動作状態 A から弁動作状態 B に切り替えることが可能となる。

[0058] 一方、温度検出部 25 b は、吸着剤前段での温度を直接的に検知できるため、より効率よく、吸着剤における二酸化炭素の脱着状態を推測することが可能となる。実施の形態 1 で記載したように、弁動作状態 B のとき、第一開閉弁 9 に近い吸着剤（この場合、吸着剤前段）に吸着した二酸化炭素から吸引（脱着）されていく。吸着剤前段での脱着熱のみ検知すれば、制御部 24 で演算する必要がなく、温度低下を検知した段階で弁動作状態 B から弁動作状態 A に切り替えることが可能となる。

[0059] なお、温度検出部 25 a のみ接続して、弁動作状態 A から弁動作状態 B への切り替えを行い、弁動作状態 B から弁動作状態 A への切替は、実施の形態 1 で記載したように、時間で制御してもよい。すなわち、制御部 24 により、動作時間 t_2 を例えば 5 ~ 20 秒程度となるよう、第一開閉弁 9、第二開閉弁 19、第三開閉弁 17 及び送風ポンプ 20 は制御され、弁動作状態 B か

ら弁動作状態Aへ切り替わる。上記のような運転方法により、吸着工程を効率よく、かつ、制御部24での演算が必要なく、弁動作状態を切換えることが可能となる。弁動作状態Aの時間は、吸着剤の充填量、二酸化炭素濃縮部18の容量、及び負圧形成部22の体積空間によって、任意に設計できることとは言うまでもない。

[0060] 実施の形態3.

図8は、本実施の形態3に係る循環配管システムの構成図の一例である。なお、本実施の形態3に係る循環配管システムの基本的な構成は、実施の形態1及び実施の形態2に係る循環配管システムと同じであるため、相違点のみ説明する。図8において、本実施の形態3に係る循環配管システムの一例は、実施の形態1及び実施の形態2に係る循環配管システムの構成において、二酸化炭素濃縮部18を加熱する加熱部26を備え、加熱部26は制御部24と接続されていることを特徴とする。

[0061] 上記のような構成を有する循環配管システムでは、弁動作状態Bのときに二酸化炭素濃縮部18を加熱することができ、二酸化炭素濃縮部18内の二酸化炭素の脱着を促進することが可能となる。実施の形態2に記述したように、二酸化炭素が脱着するとき、吸着剤の温度が低下する。この温度低下より、二酸化炭素の脱着速度が低下してしまう。本実施の形態3において、弁動作状態Bのときに、加熱部26を用いて二酸化炭素濃縮部18を加熱することで脱着速度の低下を抑制でき、水流路6を流れる水に、パルス波形の傾きaがより急峻なパルス気泡を注入することが可能となる。水流路6を流れる水にパルス気泡を流入することにより得られる効果は、実施の形態1に記述した通りである。

[0062] 実施の形態4.

図9は、本実施の形態4に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。なお、本実施の形態4に係る二酸化炭素供給システムの基本的な構成は、実施の形態1、実施の形態2及び実施の形態3に係る循環配管システムと同じであるため、相違点のみ説明する。図9において、本実施の形

態４に係る二酸化炭素供給システムの一例は、実施の形態１、実施の形態２及び実施の形態３に係る循環配管システムの構成において、貯湯タンク１４に溜められた（貯湯された）お湯を外部へ流出する給湯配管１３に、気泡注入装置１０、二酸化炭素供給装置８、制御部２４、希釈水配管２７とを備えることを特徴とする。

[0063] 通常、給湯タンクに貯湯されるお湯の温度は４０～９０℃程度になるよう運転されており、外部へ流出する前に、ユースポイントで求められる温度になるよう、お湯と水道水と混合して外部のユースポイントへ流出（供給）される。ユースポイントとは、例えば、浴槽やシャワー、洗面所、キッチン、床暖房などが挙げられる。本実施の形態４によれば、ユースポイントへ供給する温水（供給水）に、二酸化炭素を供給することができる。

[0064] 気泡注入装置１０は、実施の形態１に記載したように、例えば、液体に気体を流しこむ気体導入管、液体に気体を分散させて導入する散気管、散気球ならびに多孔質ノズル、気体と液体とを混合して噴霧するスプレーノズル、気体と液体との混相流をつくるエゼクタを用いることができる。本実施の形態４では、気液混合部２３にエゼクタを用いた例より、本発明の一例を説明する。

[0065] 気泡注入装置１０は、給湯配管１３上に設けられていればよく、希釈水配管２７との合流部の上流側でも下流側でもよい。ヘンリーの法則に従えば、より水温の高い上流側よりも、より水温の低い下流側に設けた方が、二酸化炭素（気体）の溶解量が多くなるため、本発明の効果はより高い。また、ユースポイントである浴槽、シャワー、洗面所、キッチン、床暖房など流出口の近くに設けた方が、各ユースポイントごとに、二酸化炭素供給システムの動作状態を選択できるため、より利便性が高い。なお、二酸化炭素供給システムの外部操作パネル（図示しない）を用いて、二酸化炭素供給システムの動作状態（運転ＯＮ／ＯＦＦ）を選択してもよいことは言うまでもない。

[0066] 図１０は、本発明の実施の形態４に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。図１０に示すように、気泡注入装置１０は、希釈水配

管 27 上に設けてもよい。希釈水配管 27 をながれる水道水の水温は、給湯配管 13 を流れる水の水温よりも低いため、ヘンリーの法則に従い、より多くの二酸化炭素（気体）が溶け込むことが可能となる。このことより、実施の形態 1 で記述したスケール付着の抑制効果がより高い。

[0067] 本実施の形態 4 の二酸化炭素含有水供給システムにおいて、気泡注入装置 10、二酸化炭素供給装置 8 及び制御部 24 の構成と運転方法とは、実施の形態 1、実施の形態 2 及び実施の形態 3 と同じにするとよいことは言うまでもない。

[0068] 上記のような構成を有する二酸化炭素供給システムでは、二酸化炭素を含有する温水を供給できるため、スケール付着抑制効果の他、炭酸泉で得られるような血流促進による効能、皮膚への直接の効能など、健康状態をよくすることが可能となる。具体的には、肩のこり、腰痛、疲労回復、冷え症、神経痛、リウマチ、痔、あせも、しもやけ、荒れ性、ひび、あかぎれ、しっしん、にきびを改善することなどが可能と考えられる。また、浴槽の浴水に用いた場合、温浴効果など入浴時の快適性が向上すると考えられる。

[0069] 実施の形態 5.

図 11 は、本実施の形態 5 に係る二酸化炭素含有水供給システムの構成図の一例である。なお、本実施の形態 5 に係る二酸化炭素供給システムの基本的な構成は、実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3 及び実施の形態 4 に係る循環配管システムと同じであるため、相違点のみ説明する。図 11 において、本実施の形態 5 に係る二酸化炭素供給システムの一例は、実施の形態 1、実施の形態 2、実施の形態 3、及び実施の形態 4 に係る循環配管システムの構成において、加熱配管 28、追い焚き用熱交換器 29、循環ポンプ 30、31、追い焚き用循環配管 32、浴槽 33 を備えることを特徴とする。

[0070] 本実施の形態 5 では、循環配管システムの冷熱サイクルにより供給された熱により水を温水（湯）に変え、貯湯タンク 14 に貯湯する湯沸機能と、浴槽 33 に温水を供給する給湯機能と、浴槽 33 の浴水を追い焚きする追い焚

き機能とを有している。貯湯タンク 14 には、追い焚き用熱交換器 29 にお湯を供給する加熱配管 28 と、お湯を循環させる循環ポンプ 30 とが設けられている。追い焚きするための追い焚き用循環配管 32 が追い焚き用熱交換器 29 に接続されている。また、追い焚き用循環配管 32 には気泡注入用の気泡注入装置 10 が取り付けられている。

[0071] 気泡注入装置 10 の取り付け位置は、この例に限定されるものではなく、追い焚き用熱交換器 29 の上流側に設けても下流側に設けても、本実施の形態 5 の効果を得られる。なお、気泡注入装置 10 の取り付け位置を、追い焚き用熱交換器 29 の下流側に設けた方が、気泡注入装置 10 の二次側の圧力を低減できるため、より効率よく気泡を注入することが可能となる。言い換えると、同じ電力でより多くの気泡を注入できるようになる（省エネ運転）。

[0072] 浴槽の浴水が冷めて入浴に適さなくなった場合、浴水の湯温を上げるため、通常、風呂給湯装置には追い焚き機能が設けられている。ここで、浴水を追い焚き用の熱交換器にて加熱する。

[0073] つぎに、追い焚き用熱交換器 29 と、追い焚き用熱交換器 29 に接続される追い焚き用循環配管 32 に、二酸化炭素を含む気泡を注入する動作について説明する。浴槽 33 の浴水を追い焚きする場合は、貯湯タンク 14 から、お湯が、循環ポンプ 30 により、加熱配管 28 を通って追い焚き用熱交換器 29 へ導かれる。一方、浴槽 33 の浴水は、循環ポンプ 31 により追い焚き用循環配管 32 を通り、追い焚き用熱交換器 29 へ送られる。追い焚き用熱交換器 29 では、貯湯タンク 14 のお湯と浴水との熱交換器により、お湯は浴水により熱を奪われて低温水となって加熱配管 28 を通って貯湯タンクに戻される。一方、浴水はお湯から熱をもらってより高い温度となり、浴槽 33 に追い焚き用循環配管 32 を通って戻される。これを繰り返すことにより、追い焚きされた浴水の温度は入浴に適した湯温になる。

[0074] 本実施の形態 5 では、お湯と浴水との流れが向かい合う方向に流れる向流式の追い焚き用熱交換器の例を図 11 に示したが、本発明はこの例に限定さ

れるものではなく、お湯と浴水が並行して流れる並流式の追い焚き用熱交換器であってもよい。また、追い焚き用熱交換器の鉛直下方向から鉛直上方向へ向かって浴水が流れる例を図11に示したが、本発明はこの例に限定されるものではなく、追い焚き用熱交換器の鉛直上方向から鉛直下方向へ向かって浴水が流れる追い焚き用熱交換器であってもよい。

[0075] なお、追い焚き用熱交換器29は、温水と浴水との熱交換によって水を加熱するものである。例えば、追い焚き用熱交換器29として、プレート式熱交換器、多管式熱交換器、二重管式熱交換器、マイクロチャンネル式熱交換器、ボイラー式熱交換器、振り管式熱交換器を採用することができる。このとき、追い焚き用循環配管32に設けられた気泡注入装置10により、二酸化炭素を含む気泡が注入され、浴槽33に、パルス気泡を注入することが可能となる。気泡注入装置10及び二酸化炭素供給装置8、制御部24の動作は、実施の形態1、実施の形態2、実施の形態3に記述した通りに、動作させるとよい。

[0076] 上記のような構成を有する二酸化炭素供給システムでは、二酸化炭素を含有する温水を浴槽33に供給できるため、炭酸泉で得られるような血流促進による効能、皮膚への直接の効能など、健康状態をよくすることが可能となる。具体的には、肩のこり、腰痛、疲労回復、冷え症、神経痛、リウマチ、痔、あせも、しもやけ、荒れ性、ひび、あかぎれ、しっしん、にきびを改善することなどが可能と考えられる。また、温浴効果など入浴時の快適性も向上すると考えられる。本実施の形態5では、入浴中の追い焚き用循環配管32を利用して、二酸化炭素を含むパルス気泡を浴槽33に供給できるため、上述した効果がより高い。また、二酸化炭素を含むパルス気泡を間欠に供給（リズム供給）できるため、入浴者の感受性を刺激し、入浴中の快適感を向上させることが可能と考えられる。

符号の説明

[0077] 1 空気熱交換器、2 冷媒流路、3 圧縮機、4 送風機、5 減圧手段、6 水流路、7 水熱交換器、8 二酸化炭素供給装置、9 第一開閉

弁、10 気泡注入装置、10b パルス気泡注入装置、11 水ポンプ、
12 ガス抜き弁、13 給湯配管、14 貯湯タンク、15 給水配管、
16 排出管、17 第三開閉弁、18 二酸化炭素濃縮部、19 第二開
閉弁、20 送風ポンプ、21 吸気管、22 負圧形成部、23 気液混
合部、24 制御部、25 温度検出部、25a 温度検出部、25b 温
度検出部、26 加熱部、27 希釈水配管、28 加熱配管、29 追い
焚き用熱交換器、30 循環ポンプ、31 循環ポンプ、32 追い焚き用
循環配管、33 浴槽、100 給湯器。

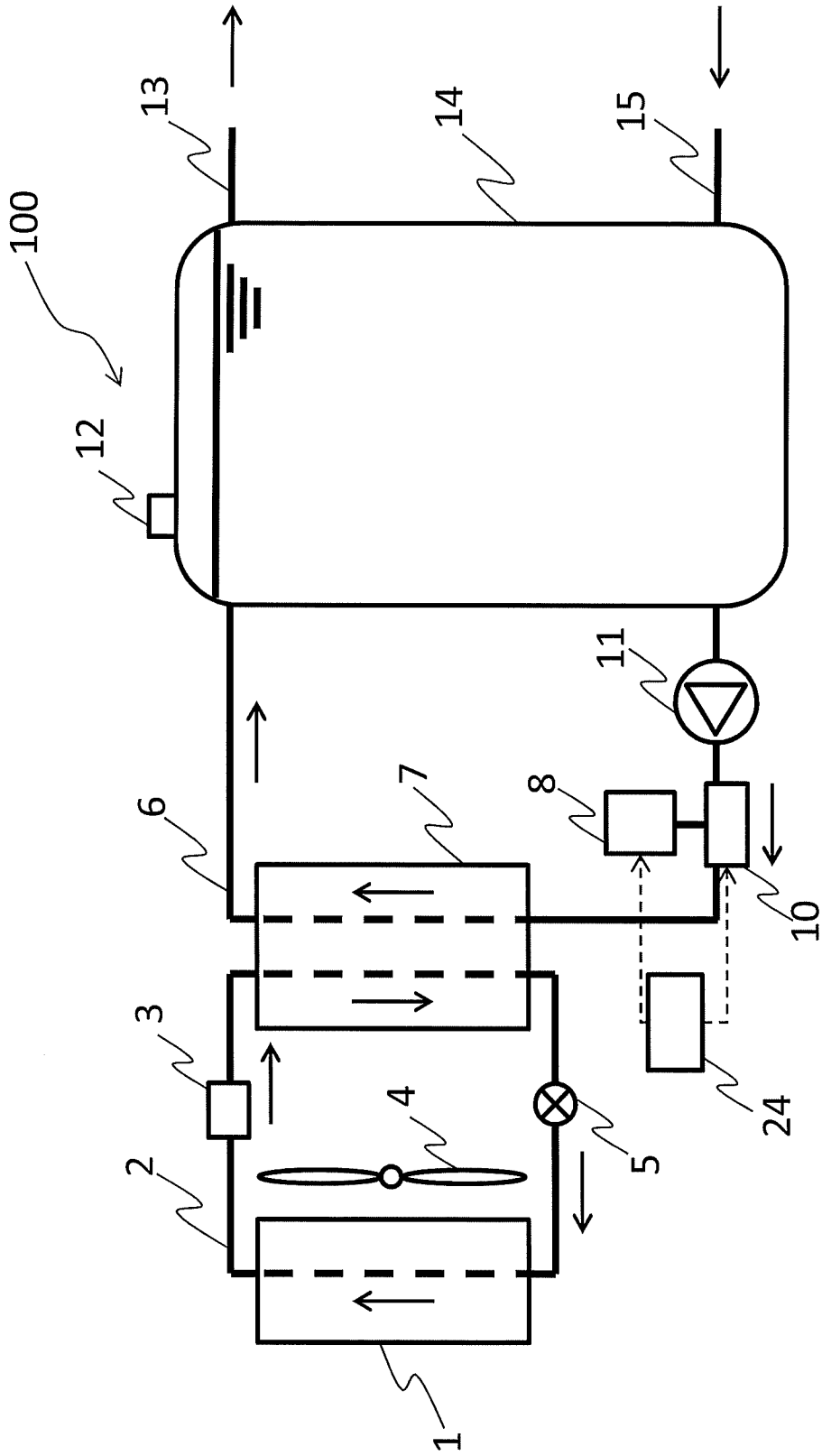
請求の範囲

- [請求項1] 第1の装置と第2の装置との間で水を循環させる循環配管と、
前記水へ気泡を注入する気泡注入装置と、
前記気泡注入装置に接続され、前記気泡を生じさせるために二酸化炭素を供給する二酸化炭素供給装置と、
前記二酸化炭素を含む前記気泡が前記循環配管を循環する前記水へ断続的に注入されるよう前記気泡注入装置及び前記二酸化炭素供給装置を制御する制御部とを備える
循環配管システム。
- [請求項2] 前記気泡注入装置は、
前記二酸化炭素供給装置に接続され、供給された前記二酸化炭素に対して負圧を形成する負圧形成部と、
前記負圧を介して前記負圧形成部に取り込まれた前記二酸化炭素を前記水に混合する気液混合部と、
前記負圧形成部と前記二酸化炭素供給装置との間に接続され、前記制御部によって開閉が制御される第一開閉弁とを備える
請求項1に記載の循環配管システム。
- [請求項3] 前記二酸化炭素供給装置は、
大気中の空気を流す送風ポンプと
供給する前記二酸化炭素として、前記空気に含まれる二酸化炭素を吸着する二酸化炭素濃縮部と、
前記二酸化炭素濃縮部と前記送風ポンプとの間に接続され、前記制御部によって開閉が制御される第二開閉弁と、
前記二酸化炭素濃縮部へ流した前記空気を排出するための排出管と、
前記二酸化炭素濃縮部と前記排出管との間に接続され、前記制御部によって開閉が制御される第三開閉弁とを備える
請求項1または2に記載の循環配管システム。

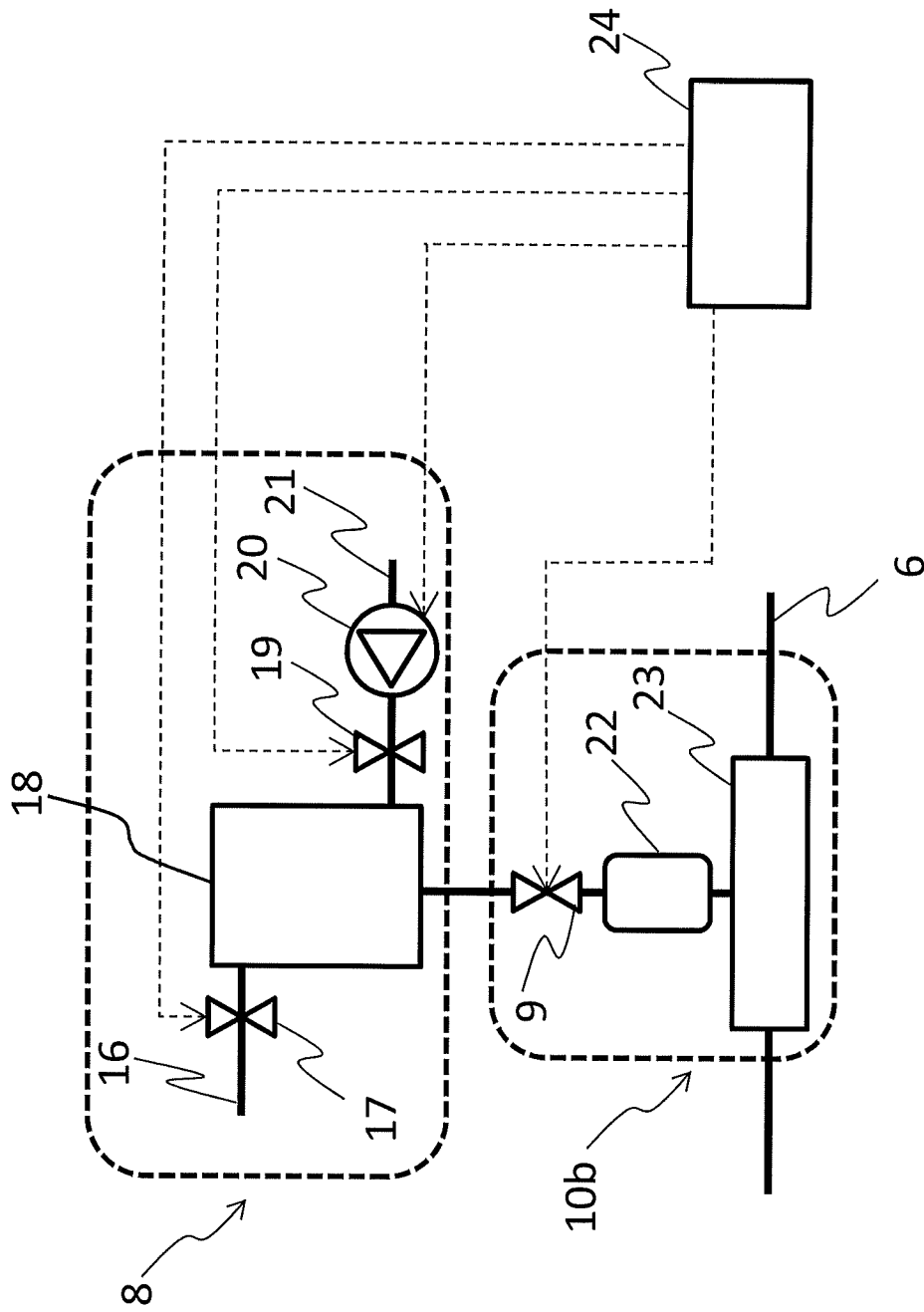
- [請求項4] 前記制御部は、前記第一開閉弁が閉じていると共に前記第二開閉弁及び前記第三開閉弁が開いている第1の弁動作状態と前記第一開閉弁が開いていると共に前記第二開閉弁及び前記第三開閉弁が閉じている第2の弁動作状態とを交互に繰り返す制御を行う
請求項3に記載の循環配管システム。
- [請求項5] 前記制御部は、前記第2の弁動作状態の継続時間が5～20秒であり、前記第1の弁動作状態の継続時間が前記第2の弁動作状態の継続時間の3倍より長くかつ360倍より短くなる制御を行う
請求項4に記載の循環配管システム。
- [請求項6] 前記二酸化炭素濃縮部の温度を検出する温度検出部を備え、
前記制御部は、前記温度検出部が検出した前記温度に基づいて前記第三開閉弁の開閉を制御する
請求項3に記載の循環配管システム。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の循環配管システムを備え、
前記第1の装置は、前記水を加熱する熱交換器であり、
前記第2の装置は、前記水を貯留する貯湯タンクであり、
前記貯湯タンクに貯留された前記水を給湯する給湯配管を備える
二酸化炭素含有水供給システム。
- [請求項8] 前記二酸化炭素供給装置は、前記給湯配管により給湯される前記水に前記二酸化炭素を供給する
請求項7に記載の二酸化炭素含有水供給システム。
- [請求項9] 請求項1に記載の循環配管システムと、
水を供給する水配管とを備え、
前記気泡注入装置は前記水配管に接続してあり、前記二酸化炭素を含む前記気泡を前記水配管に注入する
二酸化炭素含有水供給システム。
- [請求項10] 請求項1に記載の循環配管システムと、
浴槽とを備え、

前記気泡注入装置は前記浴槽に接続してあり、前記二酸化炭素を含む前記気泡を前記浴槽に注入する二酸化炭素含有水供給システム。

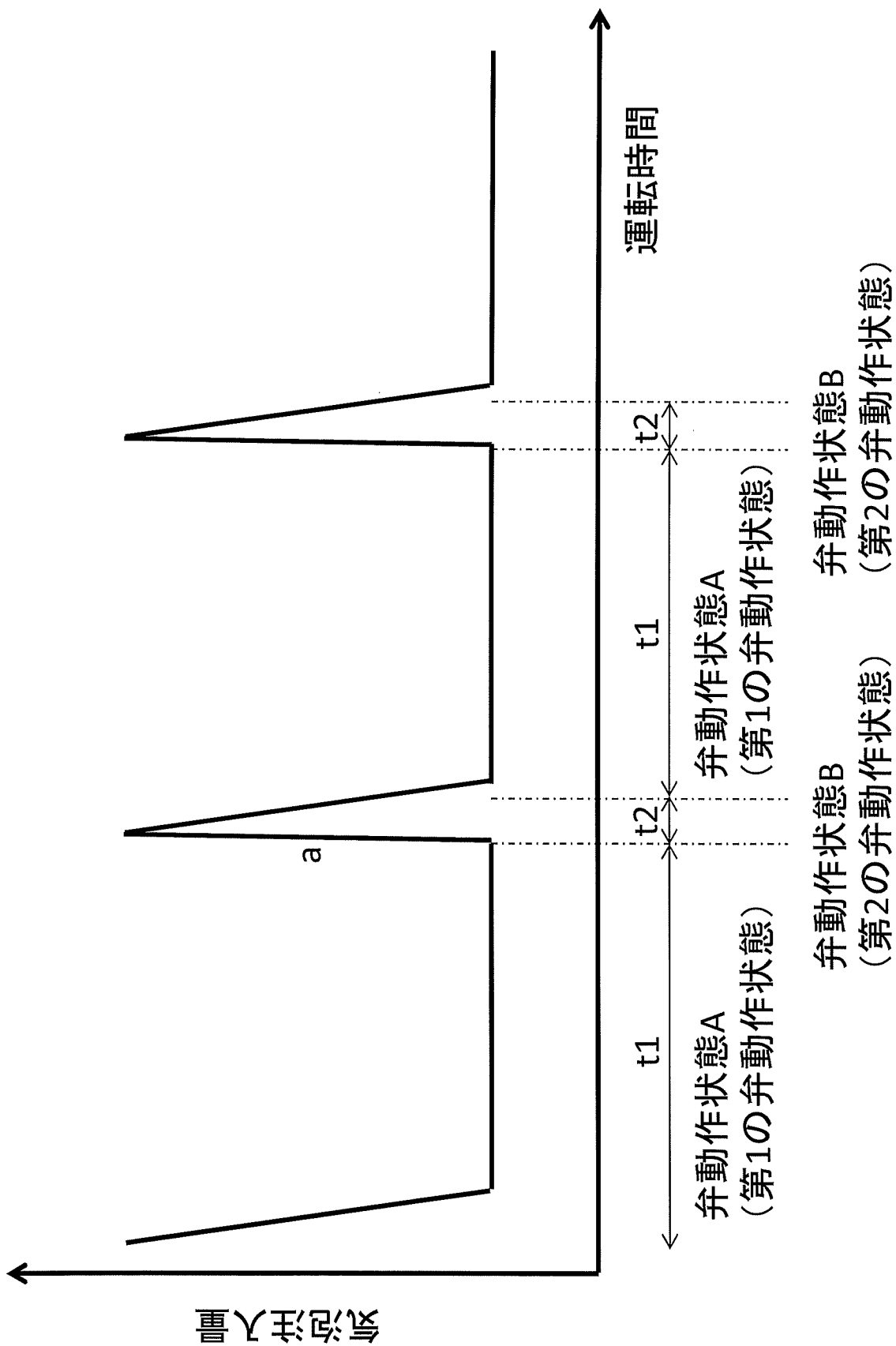
[図1]



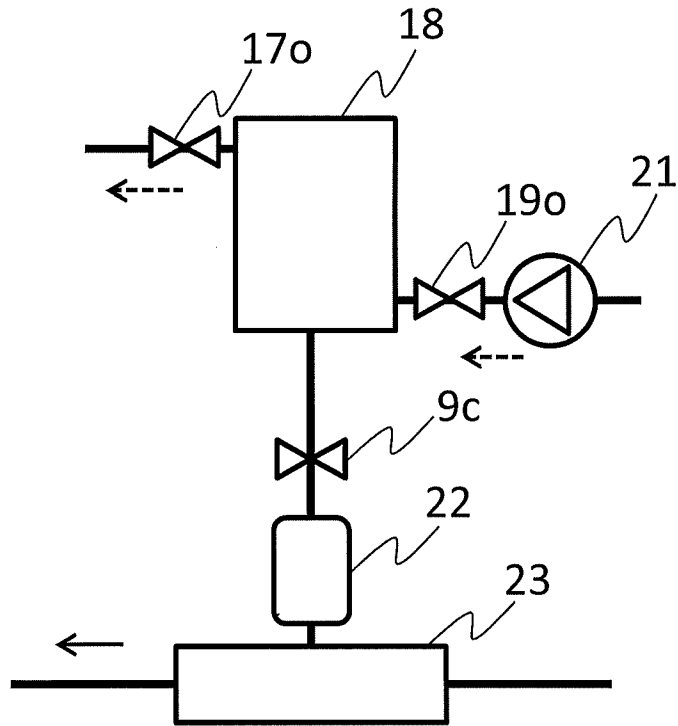
[図2]



[図3]

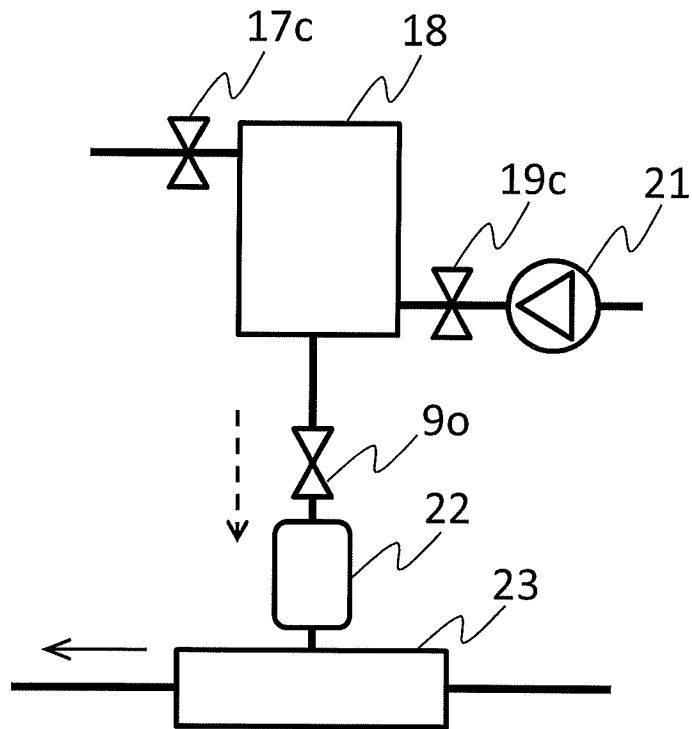


[図4]



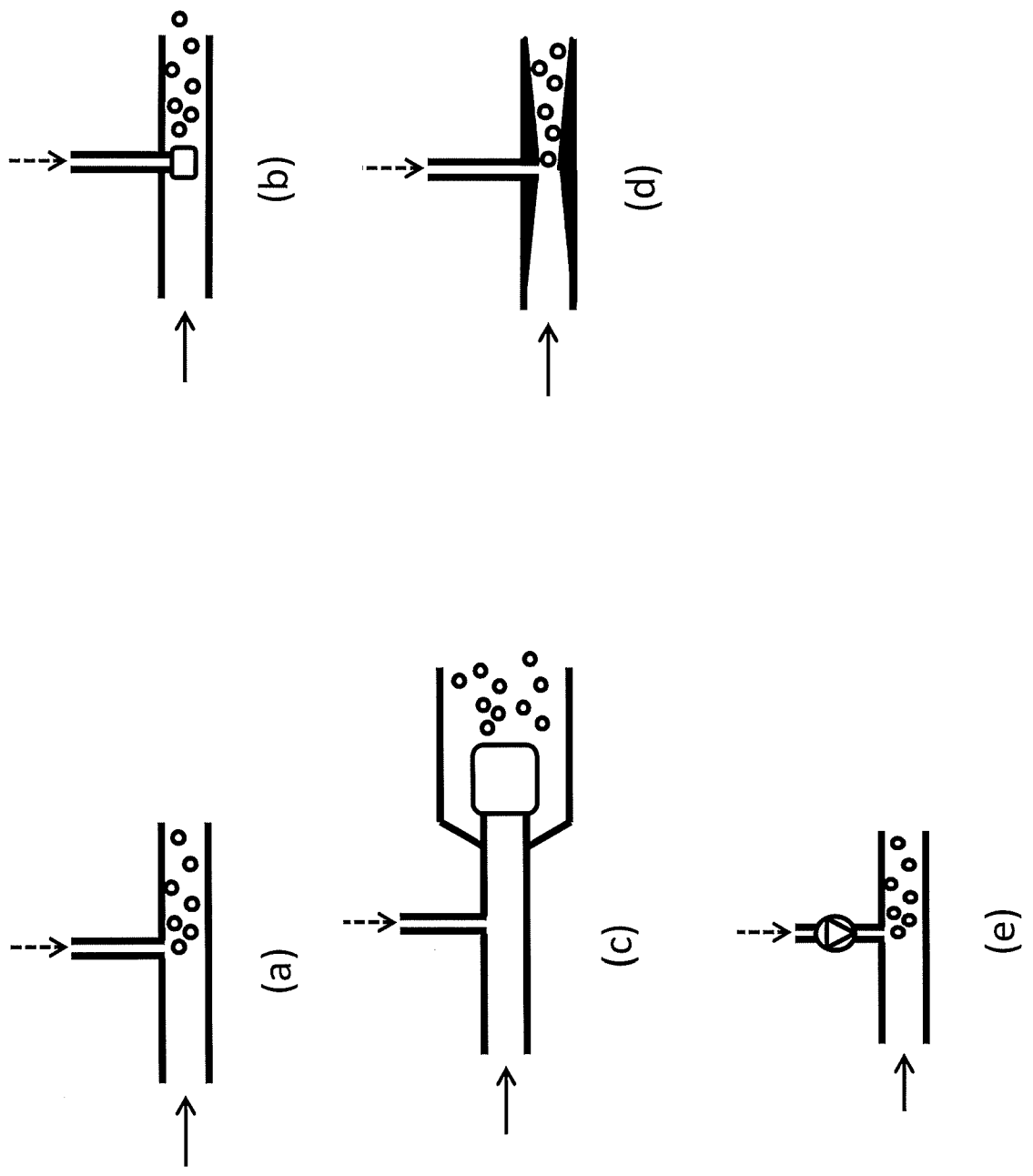
弁動作状態A
(第1の弁動作状態)

[図5]

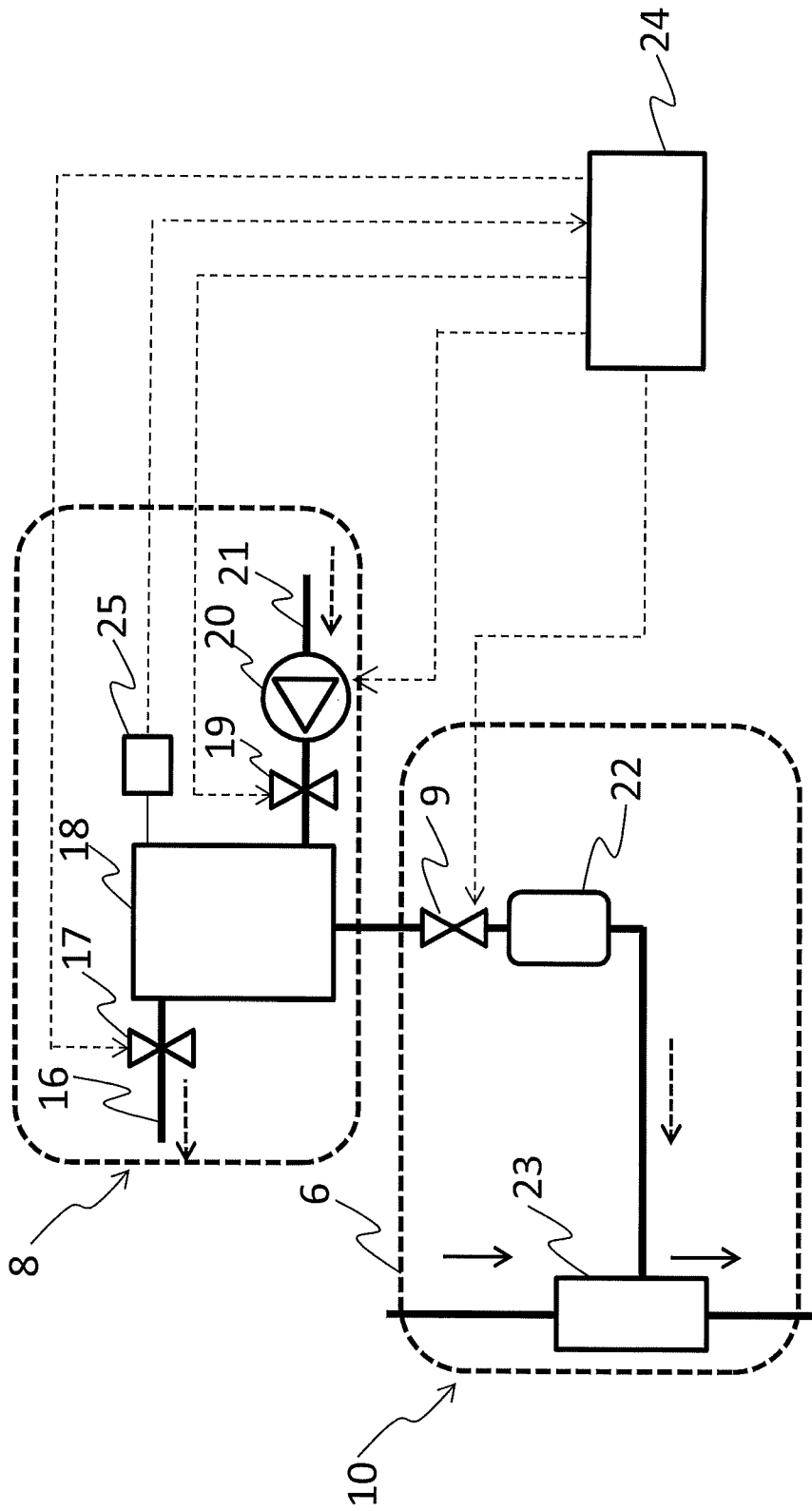


弁動作状態B
(第2の弁動作状態)

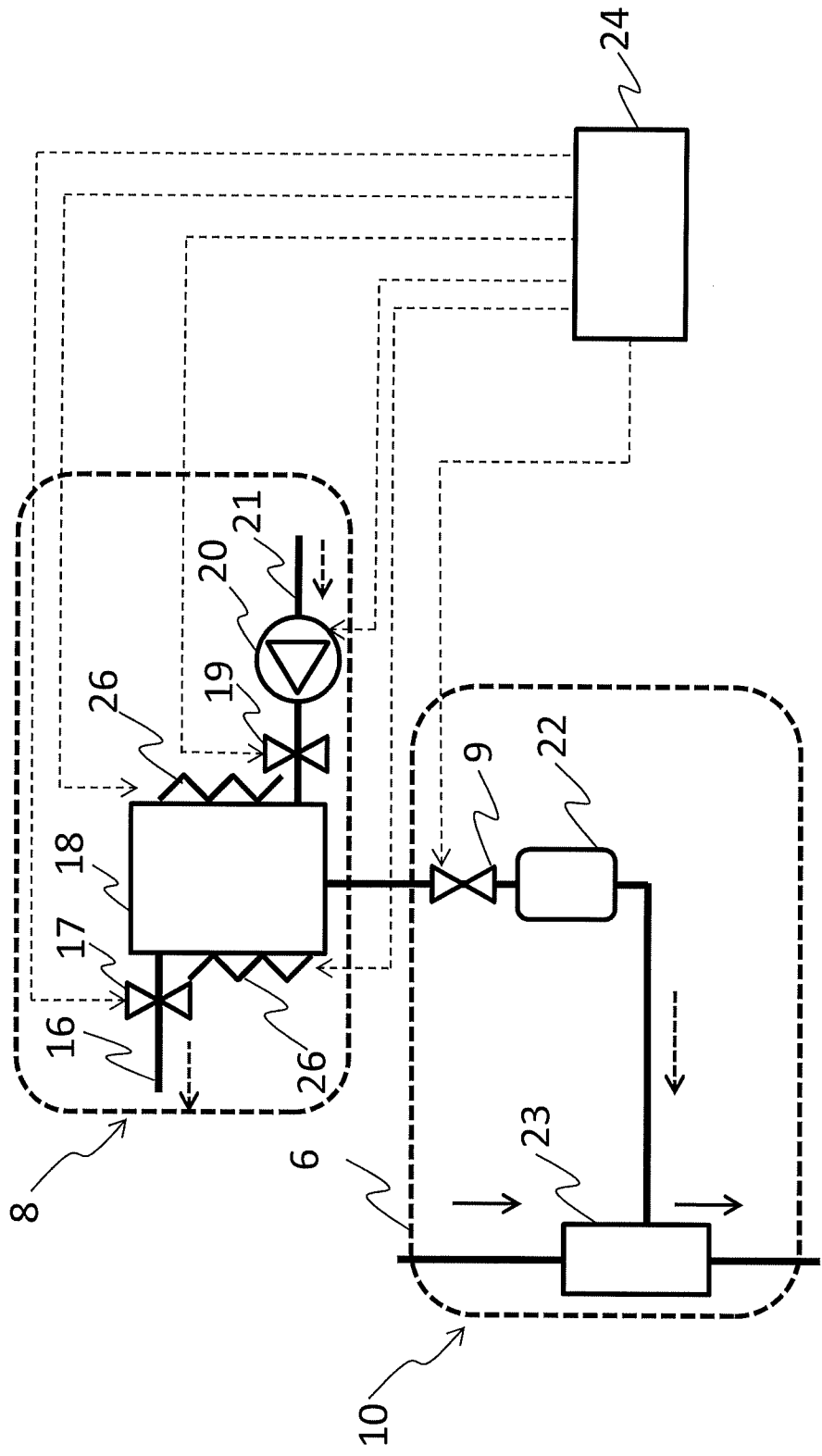
[図6]



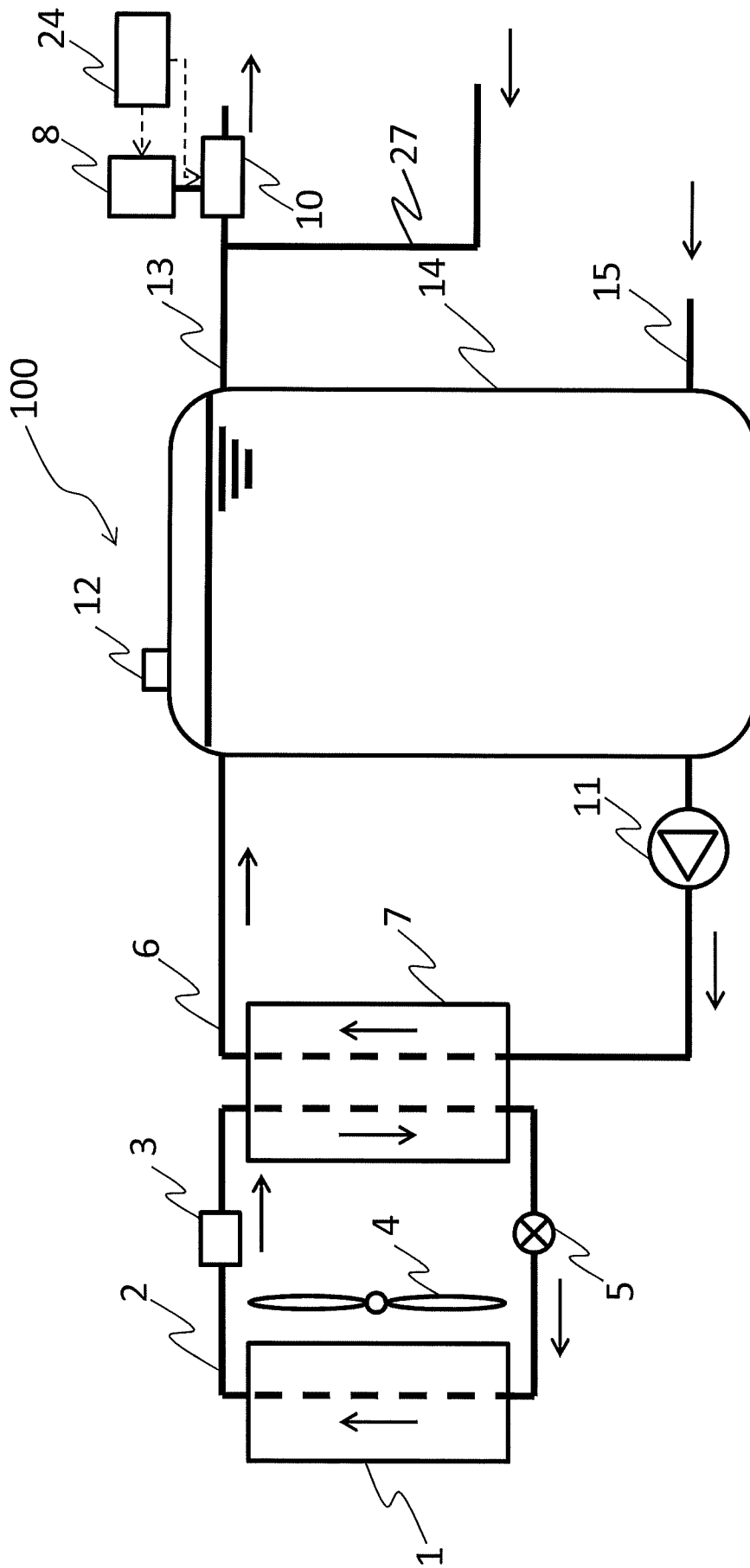
[図7]



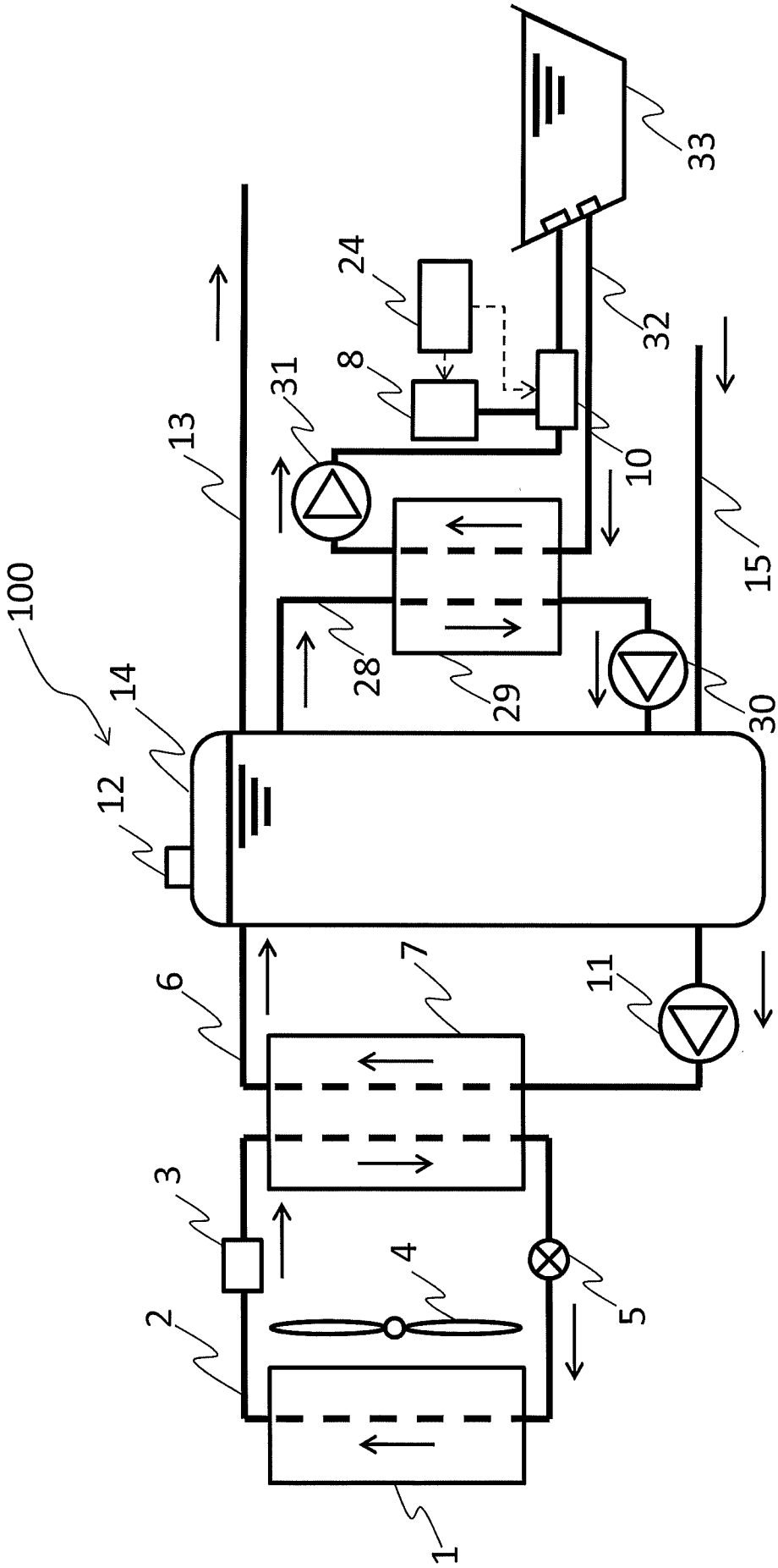
[図8]



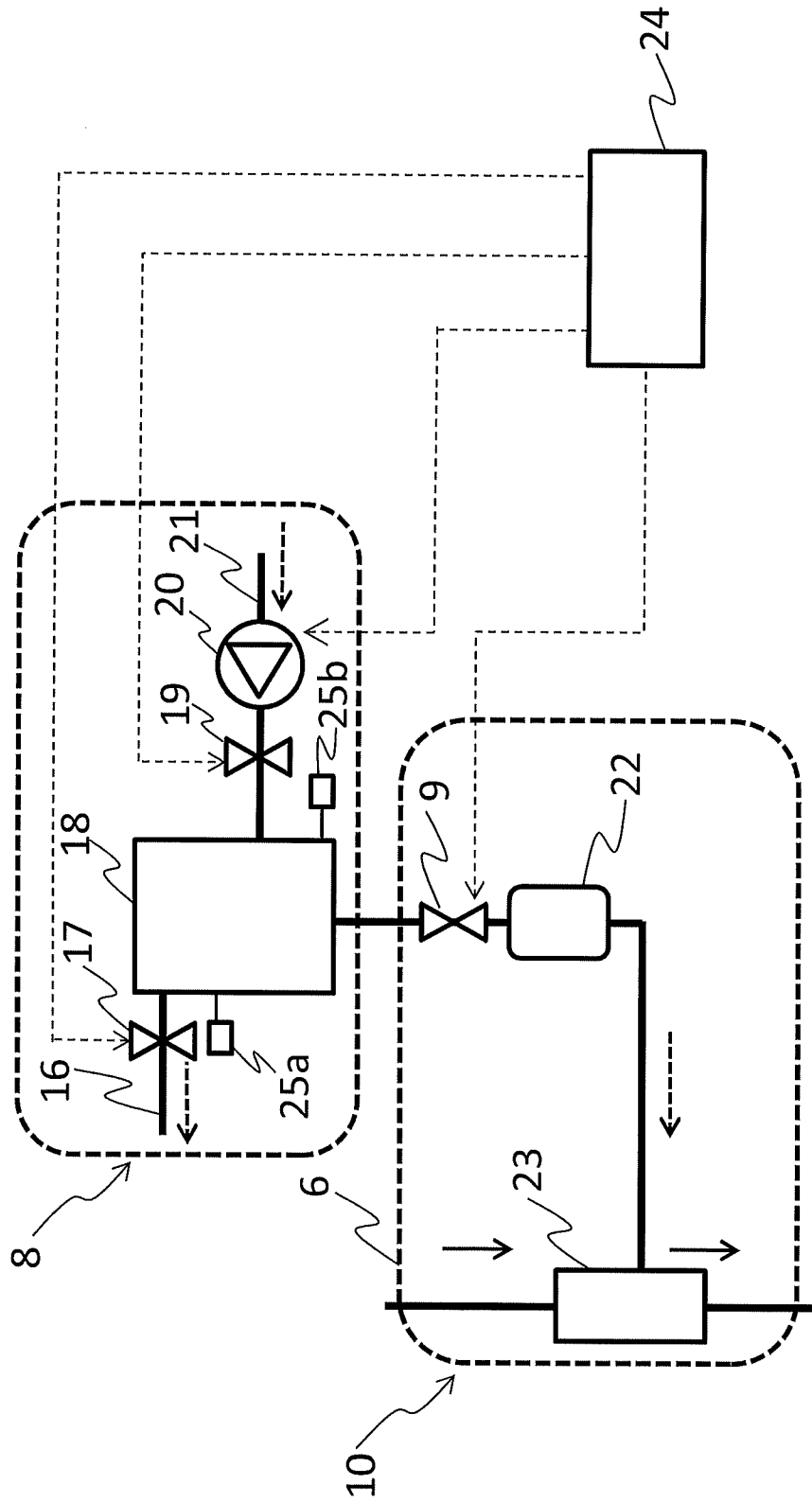
[図9]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/085332

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F24H1/18(2006.01)i, F24H9/00(2006.01)i, F28G9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F24H1/00, 1/18-1/20, 4/00-4/06, 9/00, F28G9/00, B08B9/00-9/44,
 B01F1/00-5/26, B01D53/04-53/12, A47K3/00, A61H23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2010/067454 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0021] to [0073]; fig. 1 to 2, 7 (Family: none)	1-10
Y	JP 4-241860 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 28 August 1992 (28.08.1992), paragraphs [0001], [0007] to [0011]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1,3-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 16 February 2017 (16.02.17)	Date of mailing of the international search report 28 February 2017 (28.02.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085332

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5-200091 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 10 August 1993 (10.08.1993), paragraphs [0015] to [0022]; fig. 2 & US 5347665 A column 5, line 67 to column 8, line 33; fig. 1 & DE 4231945 A1	1-10
Y	JP 6-71149 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 15 March 1994 (15.03.1994), paragraphs [0016] to [0018]; fig. 2 (Family: none)	3-8
Y	JP 6-253682 A (Kanebo, Ltd.), 13 September 1994 (13.09.1994), paragraphs [0016] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	3-8
Y	JP 5-76718 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 30 March 1993 (30.03.1993), paragraphs [0012] to [0017]; fig. 1 to 2 & US 5288311 A column 4, line 22 to column 6, line 27 & DE 4232000 A1	4-5,7-8
Y	JP 6-307712 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 01 November 1994 (01.11.1994), paragraphs [0041] to [0042] (Family: none)	6-8
Y	JP 2014-73461 A (Metawater Co., Ltd.), 24 April 2014 (24.04.2014), paragraphs [0032], [0044] to [0049] (Family: none)	6-8
A	WO 2015/052840 A1 (Mitsubishi Electric Corp.), 16 April 2015 (16.04.2015), entire text; all drawings & EP 3056473 A1 entire text; all drawings	1-10
A	JP 2010-78239 A (The Tokyo Electric Power Co., Inc.), 08 April 2010 (08.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2012-55845 A (Ebara Industrial Cleaning Co., Ltd.), 22 March 2012 (22.03.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/085332

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-69097 A (Chubu Electric Power Co., Inc.), 21 April 2014 (21.04.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2009-28579 A (Nishida Techno Firm Kabushiki Kaisha), 12 February 2009 (12.02.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F24H1/18(2006.01)i, F24H9/00(2006.01)i, F28G9/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F24H1/00, 1/18-1/20, 4/00-4/06, 9/00, F28G9/00, B08B9/00-9/44, B01F1/00-5/26, B01D53/04-53/12, A47K3/00, A61H23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2010/067454 A1（三菱電機株式会社） 2010.06.17, 段落[0021]-[0073], 図1-2, 7 (ファミリーなし)	1-10
Y	JP 4-241860 A（松下電工株式会社） 1992.08.28, 段落[0001], [0007]-[0011], 図1-2 (ファミリーなし)	1, 3-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 16.02.2017	国際調査報告の発送日 28.02.2017
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 磯部 賢 電話番号 03-3581-1101 内線 3337	3L	9332
--	--	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5-200091 A (松下電工株式会社) 1993.08.10, 段落[0015]-[0022], 図 2 & US 5347665 A, 第 5 欄第 67 行-第 8 欄第 33 行, 図 1 & DE 4231945 A1	1-10
Y	JP 6-71149 A (松下電工株式会社) 1994.03.15, 段落[0016]-[0018], 図 2 (ファミリーなし)	3-8
Y	JP 6-253682 A (鐘紡株式会社) 1994.09.13, 段落[0016]-[0017], 図 1 (ファミリーなし)	3-8
Y	JP 5-76718 A (松下電工株式会社) 1993.03.30, 段落[0012]-[0017], 図 1-2 & US 5288311 A, 第 4 欄第 22 行-第 6 欄第 27 行 & DE 4232000 A1	4-5, 7-8
Y	JP 6-307712 A (松下電工株式会社) 1994.11.01, 段落[0041]-[0042] (ファミリーなし)	6-8
Y	JP 2014-73461 A (メタウォーター株式会社) 2014.04.24, 段落[0032], [0044]-[0049] (ファミリーなし)	6-8
A	WO 2015/052840 A1 (三菱電機株式会社) 2015.04.16, 全文, 全図 & EP 3056473 A1, 全文, 全図	1-10
A	JP 2010-78239 A (東京電力株式会社) 2010.04.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2012-55845 A (荏原工業洗淨株式会社) 2012.03.22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2014-69097 A (中部電力株式会社) 2014.04.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-28579 A (ニシダテクノファーム株式会社) 2009.02.12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-10