

(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
2012年5月3日(03.05.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/057098 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/00 (2006.01) C02F 1/32 (2006.01)
B01D 61/04 (2006.01) C02F 3/12 (2006.01)
C02F 1/20 (2006.01) F25B 30/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074473
- (22) 国際出願日: 2011年10月25日(25.10.2011)
- (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 2010-240814 2010年10月27日(27.10.2010) JP
特願 2010-240813 2010年10月27日(27.10.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): オルガノ株式会社 (ORGANO CORPORATION) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 寺師 亮輔 (TERASHI, Ryosuke) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号オルガノ株式会社内

Tokyo (JP). 高橋 良行 (TAKAHASHI, Yoshitaka) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号オルガノ株式会社内 Tokyo (JP). 川田 和彦 (KAWADA, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒1368631 東京都江東区新砂1丁目2番8号オルガノ株式会社内 Tokyo (JP).

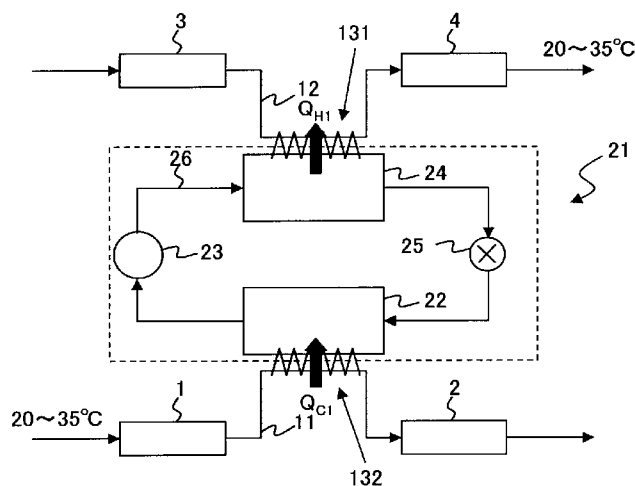
- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外 (MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂1丁目9番20号第16興和ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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,

[続葉有]

(54) Title: WATER TREATMENT SYSTEM AND WATER TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 水処理システム及び水処理方法

【図1】



(57) Abstract: In order to improve the energy efficiency of a water treatment system and perform stable temperature control, this water treatment system includes: a plurality of devices (1, 2, 3, 4); a plurality of pipe sections (11, 12) through which water flows and which connect the plurality of pairs of adjacent devices; and a heat pump (21) which absorbs heat from a heat absorption pipe section with at least one pipe section (11) being the heat absorption pipe section, and exhausts heat absorbed from the heat absorption pipe section (11) to a heat exhaust pipe section with at least another pipe section (12) being the heat exhaust pipe section.

(57) 要約: 水処理システムのエネルギー効率を高め、安定した温度制御を行う。水処理システムは、複数の装置1, 2, 3, 4と、互いに隣接する複数の装置同士を接続し、内部を水が流れる複数の配管区間11, 12と、少なくとも1つの配管区間11を吸熱配管区間として吸熱配管区間から吸熱し、吸熱配管区間11から吸熱した熱を、少なくとも1つの他の配管区間12を排熱配管区間として、排熱配管区間に排熱するヒートポンプ21と、を有している。



MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 水処理システム及び水処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、水処理システム及び水処理方法に関し、特にエネルギー消費の少ない水処理システムに関する。

背景技術

[0002] 純水製造システム等の水処理システムは、水処理のための様々な装置が配管で結ばれて構成されている。これらの装置の例として、イオン交換装置、逆浸透膜（RO膜）装置、ろ過装置などがある。各装置は性能（不純物の除去特性等）を最大限に発揮させるために、最適な水温の範囲を有している。一方、ユースポイント（使用点）では、例えば25℃、60℃、80℃等の様々な温度が要求されることがある。また、循環運転を行う部位では、循環運転に伴うポンプからの入熱などによって循環水の温度が上昇しやすくなる。このように、水処理システムでは、装置の温度要求、システム要求、システム構成などの様々な要因のために、システム内の様々な個所で温度調整を行う必要がある。

[0003] 特許文献1には超純水の製造装置が開示されている。原水槽から供給された原水は脱気槽やRO膜装置で処理され、後工程に送られる。RO膜装置における逆浸透膜の標準設計温度は25℃であるため、RO膜装置の入口点における処理水の温度をこの付近の温度に調整するため、原水槽と脱気槽の間にいくつかの熱交換器が設置されている。

[0004] 特許文献2には、熱交換のために、ヒートポンプを水処理システムに用いた例が開示されている。ヒートポンプは、エネルギー効率の高い熱交換システムとして知られている。ヒートポンプは外部熱源から熱を奪い、奪った熱を加熱対象部位に供給し、あるいは冷却対象部位から熱を奪い、奪った熱を外部に放出する。

特許文献1：特開2009-183800号公報

特許文献2：特開 2002-16036 号公報

特許文献3：特開 2006-095479 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 従来から、水処理システム内を流通する被処理水の温度調整を行う場合、冷却塔やボイラなどの設備を設けることが一般的であった。しかし、このようなシステム構成は、エネルギーの利用効率、ひいては二酸化炭素排出量等の環境負荷の面で以下の問題があった。
- [0006] すなわち、加熱及び冷却のためのエネルギーは、加熱や冷却の対象部位で個々に投入されている。例えば、加熱のためにボイラを使用する場合には、ボイラに投入された熱エネルギーによって、加熱対象部位よりも高温の温水や蒸気が製造され、温水や蒸気の持つ熱が加熱対象部位に加えられる。冷却のために冷却塔を使用する場合には、冷却対象部位よりも低温の冷却水が製造され、冷却対象部位から熱が奪われる。温度調整に必要な全エネルギーは加熱及び冷却の各対象部位で必要となるエネルギーの総和となる。
- [0007] 水処理システムにおいて、冷却対象部位から奪われた熱を、加熱対象部位に加えられる熱として利用することは一般に困難である。このようなプロセスを熱交換器によって実現できる場合もあるが、そのためには冷却対象部位が高温側、加熱対象部位が低温側となっている必要がある。しかも高温側と低温側とで相当の温度差がないと効率的な熱移動はできない。水処理システムの場合、多くの部位は常温に近い温度に制御されており、大きな温度差はなく、また冷却対象部位が高温側、加熱対象部位が低温側という関係が必ずしも成立しているわけではない。従って熱交換器を効率的に使用できる部位は限られている。
- [0008] ヒートポンプは、熱交換器と異なり、低温の熱源から高温の熱源に熱を移動することができる。しかし、空気熱などの外部熱源を利用するヒートポンプは、外部の温度条件によって性能が大きく変動する。例えば、低温度の空気から吸熱する場合には吸熱効率が大きく低下する。このように、空気熱な

どの外部熱源を利用するヒートポンプは外部温度によって影響を受けやすく、水処理システム内の水温を安定的に制御することは困難である。ヒートポンプに過剰な容量を持たせれば外部温度条件の変動による影響を緩和することはできるが、コストに多大の影響が生じる。

本発明はこのような課題に鑑みてなされ、エネルギー効率が高く、しかも安定した温度制御が可能な水処理システム及び水処理方法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

[0009] 本発明の水処理システムは、複数の装置と、互いに隣接する複数の装置同士を接続し、内部を水が流れる複数の配管区間と、少なくとも1つの配管区間を吸熱配管区間としてこの吸熱配管区間から吸熱し、この吸熱配管区間から吸熱した熱を、少なくとも1つの他の配管区間を排熱配管区間として、この排熱配管区間に排熱するヒートポンプと、を有している。

[0010] ヒートポンプは吸熱対象部位で熱を奪い、その熱を排熱対象部位まで移動させることができる。従って、水処理システム内に吸熱（冷却）が必要な部位（吸熱配管区間）と排熱（加熱）が必要な部位（排熱配管区間）とがある場合に、ヒートポンプを用いて、吸熱配管区間から排熱配管区間への熱移動を行うことが可能となる。冷却のために棄てた熱を別の部位の加熱に利用することができるため、エネルギー効率が著しく高められる。

[0011] また、吸熱配管区間と排熱配管区間は各々が温度調整部位であると同時に、安定した熱源でもある。すなわち、前述のように吸熱または排熱の一方を外部熱源を用いて行う場合、ヒートポンプ性能は外部熱源の温度変動による影響を受けやすかった。外部の空気を熱源として利用する場合、外気温が低いと吸熱しにくくなりヒートポンプ性能が低下する。地下水や海水を熱源として用いる場合も空気ほどの温度変動は生じないが、同様の問題が生じる。これに対して本発明の場合、水温が制御された水処理システム内の配管区間を熱源（吸熱配管区間または排熱配管区間）として用いているため、熱源の温度変動がほとんど生じない。このため、ヒートポンプ性能が外気温や海水

温度などの外部環境に左右されにくく、良好なヒートポンプ性能を安定して維持することが可能となる。なお、空気を熱源としたヒートポンプの場合、外気温が0℃付近まで下がると霜取りが必要となる。また、地下水や海水を熱源としたヒートポンプの場合、排水の処理や腐食対策が必要となる。本発明はこのような問題も発生しない。

[0012] 本発明の他の実施態様によれば、複数の装置と、互いに隣接する複数の装置同士を接続し、内部を水が流れる複数の配管区間と、を有する水処理システムを用いた水処理方法が提供される。この方法は、ヒートポンプによって、少なくとも1つの配管区間を吸熱配管区間として吸熱配管区間から吸熱し、吸熱配管区間から吸熱した熱を、少なくとも1つの他の配管区間を排熱配管区間として排熱配管区間に排熱することを含んでいる。

発明の効果

[0013] このように、本発明によれば、エネルギー効率が高く、しかも安定した温度制御が可能な水処理システム及び水処理方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の水処理システムの、第1及び第2の実施形態を示す概念図である。

[図2]図1に示す水処理システムにおいて、中間ループを設けた実施形態を示す概念図である。

[図3]図1に示す水処理システムにおいて、複数の吸熱配管区間が設けられた実施形態を示す概念図である。

[図4]図1に示す水処理システムにおいて、複数の吸熱及び排熱配管区間が設けられた実施形態を示す概念図である。

[図5]図1に示す水処理システムにおいて、補助加熱手段が設けられた実施形態を示す概念図である。

[図6]図1に示す水処理システムにおいて、第2のヒートポンプが設けられた実施形態を示す概念図である。

[図7]図1に示す水処理システムにおいて、熱電子式ヒートポンプを用いた実

施形態を示す概念図である。

[図8A]水処理システムの構成の一例を示す概略図である。

[図8B]水処理システムの構成の一例を示す概略図である。

[図8C]水処理システムの構成の一例を示す概略図である。

[図8D]水処理システムの構成の一例を示す概略図である。

[図8E]水処理システムの構成の一例を示す概略図である。

[図9]水処理システムの構成の他の例を示す概略図である。

[図10A]水処理システムの熱水殺菌時のライン構成を示す概略図である。

[図10B]水処理システムの熱水殺菌時のライン構成を示す概略図である。

[図11A]参考例の構成を示す概略図である。

[図11B]実施例の構成を示す概略図である。

[図11C]実施例の構成を示す概略図である。

[図12]本発明の第2の実施形態の効果を説明するための線図（モリエル線図）である。

[図13]本発明の水処理システムの、一実施例を示す概念図である。

[図14A]本発明の水処理システムの、第3の実施形態を示す概念図である。

[図14B]本発明の水処理システムの、第3の実施形態を示す概念図である。

[図15A]図14A，14Bに示す水処理システムの作用を概念的に示す模式図である。

[図15B]図14A，14Bに示す水処理システムの作用を概念的に示す模式図である。

[図16A]図14A，14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネルギー利用効率を示す模式図である。

[図16B]図14A，14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネルギー利用効率を示す模式図である。

[図16C]図14A，14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネルギー利用効率を示す模式図である。

[図16D]図14A，14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネ

ルギー利用効率を示す模式図である。

[図16E]図14A, 14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネルギー利用効率を示す模式図である。

[図16F]図14A, 14Bに示す水処理システムと他の水処理システムのエネルギー利用効率を示す模式図である。

[図17]本発明の水処理システムの、第4の実施形態を示す概念図である。

[図18]本発明の水処理システムの、第5の実施形態を示す概念図である。

[図19]本発明の水処理システムの、第6の実施形態を示す概念図である。

[図20]実施例の水処理システムの構成を示す概略図である。

[図21A]実施例の過不足熱量の経時変化を示すグラフである。

[図21B]比較例の過不足熱量の経時変化を示すグラフである。

[図21C]比較例の必要熱量の経時変化を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0015] (第1の実施形態)

図1～7を参照して、本発明の水処理システムに係る第1の実施形態について説明する。これらの図は水処理システムを構成する様々な装置のうち、本実施形態に関連する部分だけを抽出して示すものである。実際の水処理システムの例は後述する。

[0016] 図1には、互いに隣接する第1及び第2の装置1, 2と、これらを接続する第1の配管区間（吸熱配管区間）11と、が示されている。これらの装置1, 2及び配管区間11には第1の装置1から第2の装置2に向けて、図中右向きに流体（被処理水）が流通している。同様に、図1には、互いに隣接する第3及び第4の装置3, 4と、これらを接続する第2の配管区間（排熱配管区間）12と、が示されている。これらの装置3, 4及び配管区間12にも、第3の装置3から第4の装置4に向けて、図中右向きに流体（被処理水）が流通している。第1～第4の装置1～4はどのようなものであっても構わない。

[0017] 本実施形態では第1の配管区間11から吸熱し（符号 Q_{C1} で示す。）、第

2の配管区間12に排熱される（同じく、符号 Q_{H1} で示す。）。このような状況は、例えば第1の装置1の出口点水温が第2の装置2の入口点における要求水温よりも高く、被処理水を冷却することが必要であり、かつ第3の装置3の出口点水温が第4の装置4の入口点における要求水温よりも低く、被処理水を加熱することが必要である場合に生じる。一例として、前述のようにRO膜装置は逆浸透膜の標準設計温度が25℃であるが、入口点における水温がこれより低い場合、RO膜装置に入る前に被処理水を加熱する必要がある。

[0018] この目的のため、水処理システムには第1の配管区間11（吸熱配管区間）から吸熱し、第2の配管区間12（排熱配管区間）に排熱するヒートポンプ21が設けられている。ヒートポンプ21は、第1の配管区間11及び第2の配管区間12と熱的に接続されている。ヒートポンプ21は本実施形態では蒸気圧縮式を用いている。具体的には、ヒートポンプ21は、アンモニア、二炭化炭素、フロン類やR410Aを始めとする代替フロン類などの冷媒を蒸発させる蒸発器22と、冷媒を圧縮するコンプレッサ23と、冷媒を凝縮させる凝縮器24と、冷媒を膨張させる膨張弁25、とを備え、これらの要素22～25がこの順で閉ループ26上に配置されている。従って、冷媒は、閉ループ26内を循環しながら、蒸発、圧縮、凝縮、膨張の熱サイクルを受けることになる。蒸発器22に隣接して第1の配管区間11が位置しており、冷媒が蒸発した際の気化熱によって、第1の配管区間11を流れる流体から熱が奪われる（なお、各図において、波線は熱交換が行われる部位であることを示す。）。蒸発した冷媒はコンプレッサ23で圧縮され、高温高压の気相となる。冷媒は次に凝縮器24に送られ、周囲に熱を放出して凝縮する。凝縮器24に隣接して第2の配管区間12が位置しており、凝縮の際に放出された凝縮熱が第2の配管区間12を流れる流体に与えられる。凝縮した冷媒は膨張弁25を通して減圧冷却される。このようにしてヒートポンプ21の1サイクルの運転の間に、第1の配管区間11からの吸熱と、第2の配管区間12への排熱が行われる。

[0019] ヒートポンプ21を用いることによって、第1の配管区間11から奪われた熱の少なくとも一部を第2の配管区間12に与えることができる。このため、奪われた熱を棄てる必要がなく、第2の配管区間12に供給する熱を別の装置（ボイラ等）で発生させる必要もない。しかも、ヒートポンプ21は一般に成績係数（加熱または冷却の能力を Q 、この Q を得るために消費した電力 L としたときに、 Q/L で定義される。）が3～5の付近にあり、必要な電気エネルギーが、発生させる熱エネルギーと比べてはるかに小さい。このように、本実施形態の水処理システムでは第1の配管区間11から奪った熱を第2の配管区間12に移動させるため、熱エネルギーの無駄が生じにくい。しかも、この熱移動に効率の高いヒートポンプ21を用いているために、少ないエネルギー消費が実現される。

[0020] また、冷却及び加熱のためにボイラや冷却塔を別途設置する場合、これらの装置は一般に、温度調整が必要な部位から離れたところに設けられる。燃料貯蔵施設など多数の付帯設備が必要なボイラでは、特にこの傾向が強い。このため、冷水や温水、蒸気等を配管で移送する際の熱伝達ロスが大きく、追加の加熱冷却装置を設けるなど、エネルギー効率及びコスト面で不利となりやすい。ボイラや冷却塔は一般に必要なエネルギーが大きく、環境負荷が大きいという問題もある。ヒートポンプ21を第1の配管区間11と第2の配管区間12の中間付近に設置することで、熱伝達ロスを最小限に抑えることができる。

[0021] さらに、ヒートポンプ21は、吸熱側及び排熱側の温度とは無関係に熱移動を行うことができる。つまり、吸熱側の水温と排熱側の水温がほとんど同じ場合や、排熱側の水温が吸熱側の水温より高い場合でも熱移動が可能である。上述の通り、水処理システムでは、例えば発電システムなどと異なり、システム内で極端な温度差が生じることはあまりなく、一般的な熱交換器を有効利用することは困難であった。このため、冷却には冷水等を、加熱には蒸気等を個別に供給する方式が一般的であった。本発明では、ヒートポンプ21を用いているため、第1の配管区間11と第2の配管区間12の温度に

拘わらず、これらの間で必要な熱量の移動が可能となっている。

[0022] ヒートポンプの利用形態としては、空気や外部の水を熱源として用いる形態も考えられる。空気を熱源として用いる場合、空気から吸熱し、空気から奪った熱を第2の配管区間12で排熱すれば、第2の配管区間12の加熱が可能である。しかし、ヒートポンプは空気が低温になると吸熱効率が下がり、ヒートポンプ能力（成績係数）が低下する。このため、低い空気温度での運転を想定した場合、ヒートポンプの容量を増やしておくことが必要となる。従って、空気温度が高い場合には、性能を抑えて運転する必要が生じる。同様のことはヒートポンプで冷却を行う場合にもあてはまる。この場合は、外気温が高いと排熱効率が落ち、ヒートポンプ能力（成績係数）が低下する。従って、同様にヒートポンプの容量を増やしておくことが必要となる。さらに、外気温度が0℃付近である場合、熱を奪われた空気は0℃以下まで冷却されるため、空気との熱交換部位に凍結が生じる可能性がある。このため、定期的に運転を停止して霜取りをしたり、別途霜取りのための設備を設けておくなどの対処が必要となり、コスト面や運用面で不利となる。

[0023] 外部水（海水、地下水、下水等）を熱源として用いる場合も同様の問題が生じる。外部水の場合は空気ほど温度の変動は大きくなく、特に地下水は比較的溫度が安定しているが、それでも温度変動の影響は受ける。外部水を用いる場合、大量の排水が発生するため、その処理のために多大の設備やコストが必要となる可能性もある。下水として排出する場合、その料金も必要となる。大量の外部水を必要とする場合、立地面での制約も生じる。さらに海水を用いる場合はスケール対策や塩害、腐食対策が必要となる。

[0024] さらに、このように吸熱または排熱の一方を外部熱源を用いて行うヒートポンプの利用形態は、広い意味では従来のボイラや冷却塔となんら変わらない。ヒートポンプ自体の効率が高いために、ボイラや冷却塔と比べれば電気代などの運転コストは抑えられるが、逆に年間負荷変動への対応のため、ピーク負荷に合わせた過大な容量を持たせるなどの問題もあり、水処理システムへの適用は現実的とはいえない。

[0025] これに対して本実施形態では、熱の移動は熱源の温度が安定した水処理システムの内部で行われるため、外部環境の影響を受けにくい。ただし後述するように、熱源が常温の範囲にあり、温度変動が限られている場合は空気を熱源として用いることも有効である。実際には必要吸熱量と必要排熱量とがバランスすることはほとんどないため、熱量の過不足を調整するために外部熱源を利用している。しかし、外部熱源の利用は最小限度にとどめ、できる限りシステムの内部で熱移動を行っているため、従来と比べ経済的で安定した温度制御が可能となっている。

[0026] 図2にも、図1と同様のシステムが示されている。本実施形態では、第1の配管区間11とヒートポンプ21との間に、第1の配管区間11からの吸熱をヒートポンプ21に伝達する第1の中間ループ15を有している。同様に、第2の配管区間12とヒートポンプ21との間に、ヒートポンプ21からの吸熱を第2の配管区間12に伝達する第2の中間ループ16を有している。このように中間ループ15、16を設けることで、ヒートポンプ21の設置場所の制約が緩和される場合がある。すなわち、ヒートポンプ21が第1の配管区間11や第2の配管区間12から離れている場合、これらの配管区間11、12をヒートポンプ21まで引きまわす必要が生じる。水処理システムでは一般に、膜装置やイオン交換装置など圧力損失の大きい装置が多数設置されているため、圧力損失を抑えることが重要である。図2の例では、第1及び第2の配管区間11、12はそれぞれ、第1の装置1と第2の装置2、第3の装置3と第4の装置4を最短距離で結び、第1及び第2の配管区間11、12とヒートポンプ21の間は圧力損失の小さい中間ループ15、16で接続すればよいので、水処理システムの圧力損失を抑えることが可能である。この利点は、ヒートポンプ21が第1の配管区間11や第2の配管区間12から離れている場合に、特に大きい。図示は省略するが、第1の中間ループ15と第2の中間ループ16はいずれか一方だけを設けてもよいし、必要に応じて各中間ループ15、16を二重、三重のループとして構成することも可能である。中間ループに用いる媒体に特に制約はなく、腐食性

の強い流体やスケールの発生しやすい流体を使う必要性はない。中間ループ 15, 16 に CO_2 を充填すれば、水を充填する場合よりも効率的に熱を運搬できる。

[0027] 図3, 4は、複数の部位から吸熱し、あるいは排熱するようにされた水処理システムの実施形態を示している。図3を参照すると、水処理システムは、流体が流通するようにされた、互いに隣接する第5及び第6の装置5, 6並びにこれらを接続する第3の配管区間13（吸熱配管区間）と、第1及び第3の配管区間11, 13から吸熱するようにされた第1の中間ループ15と、を有している。図4を参照すると、水処理システムは上記構成に加え、流体が流通するようにされた、互いに隣接する第7及び第8の装置7, 8並びにこれらを接続する第4の配管区間14（排熱配管区間）と、第2及び第4の配管区間12, 14に排熱するようにされた第2の中間ループ16と、を有している。

[0028] これらの実施形態に示すように、吸熱側、排熱側とも、熱の授受を行う配管区間は1箇所限定されず、複数箇所であってもよい。つまり、吸熱配管区間と排熱配管区間は単数対単数、単数対複数、複数対単数、複数対複数のいずれの組み合わせも可能である。複数の配管区間が中間ループを介して1台のヒートポンプ21に接続されているため、ヒートポンプの台数を削減することが可能となる。個々の吸熱及び排熱配管区間の位置関係や移動熱量などを勘案して、水処理システムに複数の中間ループと複数のヒートポンプを設けることもできる。

[0029] 一般にヒートポンプ21のコンプレッサ能力は、吸熱配管区間での吸熱量（冷却）に対応した必要コンプレッサ能力 C_c と排熱配管区間での排熱量（加熱）に対応した必要コンプレッサ能力 C_h とが一致することはなく、いずれかに合わせて決定される。具体的には、以下の4パターンが考えられる。

（パターン1） $C_h > C_c$ であり、コンプレッサ能力を排熱（加熱）側に合わせて C_h とした場合。この場合は、吸熱配管区間での吸熱（冷却）が過剰となるため、吸熱配管区間を加熱する。もしくは吸熱配管区間での吸熱（冷却）

が過剰とならないように、熱の一部を吸熱配管区間から奪い、残りを系外から奪う（例えば周囲の空気から熱を奪い、周囲の空気を冷却する。）。これは換言すれば、系外へ過剰分の冷却エネルギーを放出するということでもある。

（パターン２） $C_H > C_C$ であり、コンプレッサ能力を吸熱（冷却）側に合わせて C_C とした場合。この場合は、排熱配管区間での排熱（加熱）が不足するため、排熱配管区間を追加で加熱する。

（パターン３） $C_H < C_C$ であり、コンプレッサ能力を排熱（加熱）側に合わせて C_H とした場合。この場合は、吸熱配管区間での吸熱（冷却）が不足するため、吸熱配管区間から追加で除熱する。

（パターン４） $C_H < C_C$ であり、コンプレッサ能力を吸熱（冷却）側に合わせて C_C とした場合。この場合は、排熱配管区間での排熱（加熱）が過剰となるため、排熱配管区間から除熱する。もしくは排熱配管区間での排熱（加熱）が過剰とならないように、熱の一部を排熱配管区間に排出し、残りを系外へ排出する（例えば周囲の空気に熱を与え、周囲の空気を加熱する。）。これは換言すれば、系外へ過剰分の加熱エネルギーを放出するということでもある。

[0030] このように、どのパターンを選択しても、吸熱配管区間または排熱配管区間のいずれかを除熱または加熱、あるいは水処理システムの系外と熱を授受する必要が生じる。ここでは、これらのパターンのうち、排熱配管区間での排熱（加熱）が不足するパターン２の例と、吸熱配管区間での吸熱（冷却）が過剰となるパターン１の例を、図５，６を参照して説明する。

[0031] 図５の実施形態では、ヒートポンプ２１からの第２の配管区間１２への排熱（加熱）の不足分を補うために第２の配管区間１２を加熱する第２のヒートポンプ２７が設けられている。第２のヒートポンプ２７はヒートポンプ２１と基本的な構成は同じであるが、排熱量に応じコンプレッサ能力は適宜設定される。本実施形態では、第２のヒートポンプ２７はヒータとして用いられる。ヒートポンプ２１は第１の配管区間１１から熱量 Q_{C1} を奪い、熱量 Q_H

1を第2の配管区間12に放出する。ここで、熱量 Q_{C1} はコンプレッサ能力 C_c と吸熱時の成績係数 COP_c の積であり、熱量 Q_{H1} は、熱量 Q_{C1} にコンプレッサの圧縮仕事 W を加えた値である。すなわち、 $Q_{C1} = C_c \times COP_c$ 、 $Q_{H1} = Q_{C1} + W$ であり、排熱時の成績係数 $COP_h = Q_{H1} / W = Q_{C1} / W + 1 = COP_c + 1$ の関係にある。つまり原理的に、熱量 Q_{H1} は熱量 Q_{C1} よりもコンプレッサの圧縮仕事 W の分だけ大きくなっており、 COP_h は COP_c よりも1だけ大きくなっている。第2のヒートポンプ27は第2の配管12に加えられる熱量 Q_{H1} と熱量 Q_{C1} との差分の熱量 Q_2 を第2の配管12に与える。ヒートポンプ27の吸熱側は水処理システムと接続されていないため、熱量 Q_2 は大気中から奪われる（大気が冷却される）。

[0032] 図6の実施形態では、ヒートポンプ21による第1の配管区間11からの過剰吸熱を補償するために、ヒートポンプ21は水熱交換部21aと空気熱交換部21bとを備えている。ヒートポンプ21は水熱交換部21aで、第1の配管区間11（内部の流通水）から熱量 Q_{C1} を奪い、熱量 Q_{H1} を第2の配管区間12に放出する。第2の配管区間12に与えられる熱量 Q_{H1} は所望の熱量に一致している。空気熱交換部21bは、熱量 Q_{C1} と第1の配管区間11から奪われる吸熱量との差分の熱量 Q_2 を周囲の空気から奪い、第2の配管区間12に供給する。換言すれば、ヒートポンプ21は、第1の配管区間11と大気から熱を奪っていることになる。本実施形態は、第2のヒートポンプ27が不要であるため、コストの観点からは図5の実施形態よりも有利となることが多い。

[0033] ヒートポンプ21は蒸気圧縮式に加えて、熱電子式を用いることもできる。図7は熱電子式ヒートポンプ21'を用いた実施形態を示している。同図は図1に示す蒸気圧縮式ヒートポンプ21を熱電子式ヒートポンプ21'に置き換えた点を除き、図1と同様であるので、ヒートポンプ21'以外の説明については上述の説明を参照されたい。熱電子式ヒートポンプ21'は、いわゆる熱電素子（ペルチェ素子）の原理を用いたヒートポンプである。基板34、35上に設けられたp型半導体29とn型半導体30とが電極33

を介して直列に接続されており、 p n 接合部に電流を流すと、電流の向きに沿って n 型から p 型となる接合部分 3 1 では吸熱現象が、 p 型から n 型になる接合部分 3 2 では放熱現象が発生する。 n 型から p 型になる接合部分 3 1 は第 1 の配管区間 1 1 側に、 p 型から n 型になる接合部分 3 2 は第 2 の配管区間 1 2 側となるように p 型半導体 2 9 と n 型半導体 3 0 が配置されている。図 7 では、3 つの p 型半導体 2 9 及び 3 つの n 型半導体 3 0 が示されているが、さらに多数の p 型及び n 型半導体を交互に配置することもできる。熱電子式ヒートポンプ 2 1' は構造がシンプルであり、また機械的な作動部分がないため、静音性に優れている。熱電子式ヒートポンプ 2 1' は特に小型のヒートポンプとして利用することが望ましい。

[0034] さらに、図示は省略するが、化学式、吸着式または吸収式のヒートポンプを用いることも可能である。例えば、化学式ヒートポンプは塩化カルシウム、酸化カルシウムなどの水和物が充填された反応室と、連通管を介して反応室と接続された凝縮室と、を備えている。第 1 の配管区間 1 1 は反応室に隣接して位置し、第 2 の配管区間 1 2 は凝縮室に隣接して位置している。反応室に充填された塩化カルシウム等の水和物は第 1 の配管区間 1 1 から吸熱し、それによって水和物の水分子が水蒸気となって水和物から離脱し、凝縮室に移行する。凝縮室に移行した水蒸気は凝縮して液化し、隣接して位置する第 2 の配管区間 1 2 に排熱する。

[0035] 次に、以上述べたヒートポンプ 2 1 が適用される水処理の具体例について説明する。本発明が適用される水処理システムは、超純水製造装置、排水処理装置、排水回収装置などの様々な装置（ユニット）から構成することができる。ただし、これらの装置の構成は純水の要求水質、原水や排水の水質等によって様々であり、以下に示す例はあくまで一例であることに留意されたい。図 8 A ~ 1 0 B に示す例は本発明の全ての実施形態に係る水処理システムと組み合わせることができる。

[0036] 図 8 A は、水処理システムのうち、超純水製造装置の概略構成の一例を示している。原水の温度は設置場所や季節によっても異なるが、ここでは 1 5

℃であると仮定する。純水を製造するには、原水を除濁膜１０８に通して懸濁物などを除去し、さらに活性炭塔１０９を通した後、加熱ポイント１０１で加熱してＲＯ膜装置１１０に送る。加熱するのはＲＯ膜装置１１０に用いられる逆浸透膜の標準設計温度が２５℃であるためである。２５℃の標準設計温度は透過水量の確保、塩類付着防止等の観点から設けられている。ＲＯ膜装置１１０出口での水温は、２５℃程度からこれよりやや低い２３℃程度の間の範囲とすることが望ましい。原水の温度によってはこの加熱工程は不要である。ＲＯ膜装置１１０を出た原水はイオン交換装置１１１でイオン成分を除去され、一次純水タンク１１２に貯蔵される。イオン交換装置１１１に用いられる樹脂の再生のため、イオン交換装置１１１には薬品供給ラインが設けられており、アルカリ薬液を加熱ポイント１２７で加熱してイオン交換装置１１１に供給し、アルカリ薬液の廃液を冷却ポイント１２８で冷却した後、中和槽１１３において酸廃液と中和させる。廃液は、中和された後も必要に応じて中和槽内１１３で冷却される。

[0037] 一次純水タンク１１２に貯蔵された純水は紫外線酸化装置１１４、カートリッジポリッシャー装置（混床イオン交換樹脂が充填された非再生型イオン交換ユニット）１１５及び限外ろ過膜（ＵＦ膜）装置１１６を通して、各ユースポイント１１７において使用される。使用されなかった純水は循環ループ１１８を通して一次純水タンク１１２に回収され、さらに循環運転を続ける。この際、図示しないポンプからの入熱などによって循環中の純水の温度が上昇するため、ユースポイント１１７での温度要求に応じて純水を冷却する。本例では紫外線酸化装置１１４の入口側に冷却ポイント１１９が設けられている。紫外線酸化装置１１４の入口側での水温は２０～３０℃程度とすることが望ましい。一方、使用目的によっては６０～８０℃程度の高温超純水が必要とされる場合もある。本例では、純水タンク１１２から高温超純水供給ライン１２０が分岐しており、加熱ポイント１２１で昇温された後、紫外線酸化装置１２２、カートリッジポリッシャー装置１２３及び限外ろ過膜装置１２４を通して、ユースポイント１２５まで送られる。使用されなかつ

た高温超純水は一次純水タンク 1 1 2 に戻る前に冷却ポイント 1 2 6 で冷却される。なお、カートリッジポリッシャー装置 1 2 3 内のイオン交換樹脂は高温に弱いため、加熱ポイント 1 2 1 に代えて、カートリッジポリッシャー装置 1 2 3 と限外ろ過膜装置 1 2 4 の間に加熱ポイント 1 2 1' を設けることがより望ましい。

[0038] 図 8 B～8 E は様々な排水処理装置の例を示している。排水は水処理システム内で発生したものでもよく、水処理システム外で発生したものでもよい。また、処理された排水はそのまま水処理システム外に放出されてもよく、図 8 A に示す超純水製造装置で再利用されてもよい（図中の*印）。

[0039] 図 8 B は排水に嫌気性処理及び好気性処理を行うプロセスを示している。嫌気性処理と好気性処理は各々、嫌気性微生物と好気性微生物を用いた排水処理であるが、本例では嫌気性処理（メタン発酵）の最適温度が 3 6～3 8℃（中温発酵）、5 3～5 5℃（高温発酵）と比較的高温であるため、予め加温する必要がある。中温発酵の場合は 3 0～3 5℃の範囲とすることもできる。一方、好気性処理の適正温度は 3 0℃程度であるため、嫌気性処理が終わった排水を冷却する必要がある。図 8 C は好気性処理のみを行う例を示したものであり、好気性処理の最適温度である 2 0～3 0℃程度まで、排水が加温される。

[0040] 図 8 D は排水をストリッピング処理するプロセスを示している。ストリッピング処理とは、遊離アンモニアに蒸気や空気を吹き込んで、遊離アンモニアを排水中から除去する処理である。この処理は排水が比較的高温で供給されることが望ましいため、ストリッピング装置の入口側に加熱ポイントが設けられている。アンモニアストリッピング処理は pH が高いほど効率が良く、最適温度は 2 0～3 5℃程度である。

[0041] 以上説明した嫌気性処理、好気性処理及びストリッピング処理が終了した後は、排水の温度調整は不要である。しかし、他の加熱ポイントにおいて必要とされる熱量を得るために、上記処理を受けた排水から必要に応じて吸熱することができる。そこで、これらの装置の出口側に、吸熱が可能なポイン

トであるという意味で冷却ポイントが設けられている。また、これらのポイントを逆に、必要に応じてヒートポンプにて吸熱した熱の排出先として利用してもよい。

[0042] 図8Eは、超純水が使用されたシステムから回収された排水の処理システムを示している。使用可能な排水としては、例えば半導体製造の際にウエハの rins で用いた純水など、比較的清浄なものが挙げられる。排水は、過酸化水素が混合された後に紫外線酸化装置101に送られ、主に排水中のTOC (total organic carbon) 成分が除去される。次に排水は、冷却ポイント102で冷却された後、活性炭塔103で有機物や臭気成分を除去され、イオン交換装置104に送られる。紫外線酸化装置101では、排水が数時間滞留し、温度がかなり上昇することがある。そこで、紫外線酸化装置101の出口側に冷却ポイント102が設けられている。

[0043] 図9は、以上説明した装置のうち、図8Aで説明した超純水製造装置と図8Eで説明した排水処理システムを一つの水処理システムとして構成した例を示している。個々の要素については上述の説明を参照されたい。

[0044] 図10A、10Bは、水処理システムのメンテナンスの際に熱水殺菌を行う場合のプロセスを示している。ここでは、処理水を軟化（CaイオンやMgイオンの除去）し、活性炭処理して原水とし、その原水をRO膜装置、イオン交換装置（電気式脱イオン水製造装置（EDI））に通した後に、フィルタ処理と紫外線酸化を行うシステムの例を示している。図10Aは活性炭とRO膜を熱水殺菌する場合の例であり、通常時にはラインから隔離されている熱水源をラインに接続し、熱水源から破線で示すルートで熱水を供給し、RO膜装置と活性炭塔とが熱水殺菌される。処理が終了すると、熱水は冷却されて排水される。図10BはEDI、フィルタ及び紫外線酸化装置を熱水殺菌する場合の例であり、通常時にはラインから隔離されている熱水源（加熱熱交）をラインに接続し、熱水源から破線で示すルートで熱水を供給し、EDIが熱水殺菌される。処理が終了すると、熱水は冷却されて排水される。熱水は冷却されて排水される。熱殺菌後のブロー水（冷却熱交への流入

水)は高温水であるため、ヒートポンプの熱源として使用することができる。

[0045] 図8A～10Bにおいては排熱配管区間と吸熱配管区間を太線で示しているが、以上説明したように、水処理システムにおいては通常運転時、メンテナンス時を問わず、様々な排熱配管区間及び吸熱配管区間が存在している。

[0046] 次に、以上説明した第1の実施形態に係る水処理システムを、実施例によってさらに詳細に説明する。図11A～11Cは図9のA部を切り出して示した模式図である。図11Aは従来技術に従い、排熱配管区間と吸熱配管区間を別々の装置(例えば熱交換器)で加熱冷却する場合を示している。以降の説明では、排熱配管区間を流れる流体の流量は100t/h(毎時トン)、加熱前の水温は288K、加熱後の温度は298Kとし、吸熱配管区間を流れる流体の流量は100t/h(毎時トン)、冷却前の水温は303K、冷却後の温度は298Kとする。水の比熱は4.2J/g・Kとする。

[0047] 以上の条件で必要エネルギーを求めると、排熱配管区間での必要エネルギーは約 1.17×10^3 kW、吸熱配管区間での必要エネルギーは約 5.8×10^2 kWであり、合計約 1.8×10^3 kWのエネルギーが必要となる。

[0048] 図11B, 11Cは、本実施形態に従い、ヒートポンプによって吸熱配管区間から吸熱し、排熱配管区間に排熱する場合を示しており、各々図5, 6に対応している。図11Bは、吸熱側の必要除熱量でヒートポンプ21(図中ではHP1と表記)のコンプレッサの容量を決定し、排熱側で不足する熱量を第2のヒートポンプ27(図中ではHP2と表記)で補う構成である。図11Cは排熱側の必要熱量でコンプレッサ21の容量を決定し、吸熱側では一部の熱を大気から吸熱する構成である。ここでは、水温15℃～25℃の範囲でのヒートポンプ21, 27の成績係数は、加温で5、冷却で4とした。

[0049] 図11Bの場合(実施例1)、吸熱側に必要な除熱量約 5.8×10^2 kWを得るための必要コンプレッサ能力は約 1.46×10^2 kWである。このコンプレッサ能力では、排熱側で約 7.3×10^2 kWの排熱量が得られる。排

熱側における実際に必要な排熱量約 1.17×10^3 との差分 (約 $4.4 \times 10^2 \text{ kW}$) は第2のヒートポンプ27で補われる。第2のヒートポンプの必要コンプレッサ能力は約 $0.88 \times 10^2 \text{ kW}$ であり、合計約 $2.3 \times 10^2 \text{ kW}$ の電気エネルギーが必要となる。これは図11Aに示す比較例 (従来例) の $1/7$ である。

[0050] 同様に、図11Cの場合 (実施例2)、排熱側での必要な排熱量約 1.17×10^3 を得るための必要コンプレッサ能力は約 $2.3 \times 10^2 \text{ kW}$ である。このコンプレッサ能力では、吸熱側は必要な除熱量約 $5.8 \times 10^2 \text{ kW}$ 以上に除熱されることになるが、余剰分は大気冷却に用いられる。よって、必要電気エネルギーは図11Bの場合と同様、約 $2.3 \times 10^2 \text{ kW}$ となる。

[0051] なお、参考例として、図11Aの場合で、加熱及び冷却をヒートポンプを用いて行う場合、加熱側における必要な加熱量約 1.17×10^3 と冷却側で必要な除熱量約 $5.8 \times 10^2 \text{ kW}$ は各々別のヒートポンプでまかなわれる。加熱側のヒートポンプの必要コンプレッサ能力は約 $2.3 \times 10^2 \text{ kW}$ 、冷却側のヒートポンプの必要コンプレッサ能力は約 $1.5 \times 10^2 \text{ kW}$ であるから、合計約 $3.8 \times 10^2 \text{ kW}$ の電気エネルギーが必要となる。従って、比較例よりは有利であるが、実施例と比べると60%以上消費エネルギーが多い結果となった。以上をまとめて表1に示す。

[0052] [表1]

		操作	必要熱量[kW]	消費エネルギー[kW]	
比較例	加温機	水の加温	1167	1167	
	冷却機	水の冷却	583	583	
				合計	1750
参考例		操作	必要熱量[kW]	COP	コンプレッサ能力[kW]
	ヒートポンプ	水の加温	1167	5	233
	第2のヒートポンプ	水の冷却	583	4	146
				合計	379
実施例1	ヒートポンプ	水の加温	729	5	146
		水の冷却	583	4	
	第2のヒートポンプ	水の加温	438	5	88
				合計	233
実施例2	ヒートポンプ	水の加温	1167	5	233
		水の冷却	583	—	
		外部の冷却	350	—	

(第2の実施形態)

従来、ヒートポンプの熱サイクルは高温状態（凝縮時）と低温状態（蒸発時）の温度差を大きく取るように設計されることが一般的であった。これは、従来の水加温用ヒートポンプはボイラ代替用途であり、ボイラ同様高温水を出湯するよう設計されているからである。

[0053] しかし、一般に水処理システムでは、内部を流通する水の温度は常温付近に維持されることが多く、極端な高温や低温にされることはない。加温する場合は、温度は20～35℃となるように制御されることが多い。

[0054] さらに、冷媒の温度差が大きいとコンプレッサの圧縮仕事を増加する必要があり、このことは運転コストの増加に直接的につながる。冷媒の温度差が大きいとヒートポンプの内部からの放熱ロスも大きくなる。冷媒の温度差は必要最小限であることが望ましい。

[0055] 第2の実施形態はこのような課題に鑑みて、エネルギー効率が高く、しかも安定した温度制御が可能な水処理システム及び水処理方法を提供する。

[0056] 本実施形態では、ヒートポンプ21として蒸気圧縮式ヒートポンプを用いている。本実施形態では、図1～6に示す第1の実施形態の各例において、第2の配管区間12（排熱配管区間）のヒートポンプ21の出口側及び第1の配管区間11（吸熱配管区間）のヒートポンプ21の入口側での温度が、上述の温度範囲に制御される。すなわち、本実施形態では、第2の配管区間12は、ヒートポンプの出口側（より一般的には、第2の配管区間12の、蒸気圧縮式ヒートポンプとの間で熱の授受が行われる部位131の出口側）における水温が20～35℃となるようにされている。このような温度条件下でヒートポンプを作動させると、エネルギー効率が飛躍的に高まる。

[0057] 図12は、蒸気圧縮式ヒートポンプの熱サイクルを示すモリエル線図である。上述の通り、蒸気圧縮式ヒートポンプは内部を循環する冷媒が、蒸発、圧縮、凝縮、膨張の熱サイクルを受ける。具体的には、冷媒は点Aから点Bの区間で、冷媒よりも高温の流体と熱交換し（冷媒は加熱され、高温の流体は冷却される）蒸発する。点Bから点Cの区間ではコンプレッサにより圧縮され、温度及び圧力が上昇する。点Cから点Dの区間では、冷媒よりも低温

の流体と熱交換し（冷媒は冷却され、低温の流体は加熱される）凝縮する。点Dから点Aの区間では、冷媒は膨張弁を通過しながら膨張し、減圧される。冷媒は、点Aから点Bの区間では外部の流体から熱 Q_c を奪い（冷却工程）、点Bから点Cの区間ではコンプレッサによる圧縮仕事 W を受け、点Cから点Dの区間では外部の流体へ熱 Q_h を与える（加熱工程）。加熱時の成績係数は Q_h/W であり、冷却時の成績係数は Q_c/W である。従って、 W が小さいほど成績係数は増加し、エネルギー効率が向上する。

[0058] サイクルA B C Dは凝縮温度 T_2 と蒸発温度 T_1 に対応している。これに対してサイクルA B C' D'は、従来一般的であったより高い凝縮温度 T_2' に対応しており（蒸発温度 T_1 は一定）、 Q_h は Q_h' に増加するが、圧縮仕事 W も W' に増加する。図より明らかな通り $Q_h/W \geq Q_h'/W'$ であるため、凝縮温度が増加すると加熱時の成績係数が低下する。同様に $Q_c/W \geq Q_c'/W'$ であるため、凝縮温度が増加すると冷却時の成績係数が低下する。

[0059] 以上のように、成績係数を上げるには凝縮温度と蒸発温度の差をできるだけ小さくすることが有効である。ところで、水処理システムでは水の温度がシステム内で大きく変動することはなく、常温付近の温度から高々数十度の範囲内で変動するにすぎない。従って、温度制御対象となる水の目標水温を常温付近に設定することで、冷媒の凝縮温度と蒸発温度の差も抑えることができる。水処理システムにおける加温箇所（例えばRO膜装置）は、一般に20～35℃程度の範囲で温度制御することが多い。よって、特定の部位の水温を20～35℃程度となるように調整すれば、凝縮温度と蒸発温度の差が抑えられ、極めてエネルギー効率の高い運転が可能となる。

[0060] この点について補足すると、一般の水加温、または給湯用蒸気圧縮式ヒートポンプでは、熱源は水と空気に大別される。水の場合、主として冷水を対象としている。空気の場合、外気である。水はもちろん、外気であっても0℃付近では含有水分が凍結する恐れがある。このために凝縮温度は0℃より上、したがって線A Bは縦軸方向に下向きには実用上動かさないことになる。これに対して、線C D（C' D'）の位置はコンプレッサの圧縮仕事によ

って決まる。第2の配管区間12の、蒸気圧縮式ヒートポンプの出口側における水温を従来よりも低めに設定することで、凝縮温度 T_2 を下げることで、その結果コンプレッサの圧縮仕事を減らすことができる。これによって、ヒートポンプの成績係数を上げ、運転効率を高めることができる。

[0061] 吸熱配管区間11のヒートポンプ21の入口側（より一般的には、第1の配管区間11の、蒸気圧縮式ヒートポンプとの間で熱の授受が行われる部位132の入口側）での温度を $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ とすると、ヒートポンプ21の凝縮温度と蒸発温度の差が小さくなる場合があり、さらにエネルギー効率を向上させることができる。

[0062] このように、図1～6に示すいずれの実施形態でも、第2の配管区間12（または14）を温度制御対象配管とする場合は、第2の配管区間12（または14）の、蒸気圧縮式ヒートポンプとの間で熱の授受が行われる部位131の出口側における水温が $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ となるようにすればよい。

[0063] 従来は、中間ループを設ける場合でも、中間ループに用いる媒体が高温となることが多く、中間ループにおける放熱ロスが大きかったが、本実施形態では蒸気圧縮式ヒートポンプの出口側における温度が $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ と低温であるため、媒体の温度も低く抑えられ、放熱ロスを抑えることができる。

[0064] 次に、以上説明した第2の実施形態に係る水処理システムを、実施例によってさらに詳細に説明する。図13に示すように、出力 1.5 kW のコンプレッサを備えた蒸気圧縮式ヒートポンプによって、蒸気圧縮式ヒートポンプの出口側における温度が $20 \sim 35^{\circ}\text{C}$ となるように、第2の配管区間12を流れる水を加熱した。本実施例では、装置3, 4は設けておらず、空気を熱源とした。加熱対象水のヒートポンプ入口側水温は 21°C 、周囲の空気温度は 23°C であった。加熱対象水の流量を変化させることでヒートポンプ出口側水温を変化させた。このときの、流量毎の出口側水温、消費エネルギー、成績係数（COP）は以下の通りとなった。

[0065]

[表2]

入口水温 °C	出口水温 °C	水量 L/h	エネルギー kcal/h	エネルギー kW	消費電流 A	消費動力 kW	COP -
21	53	200	6,400	7.4	8.2	1.6	4.5
21	47	250	6,500	7.6	7.2	1.4	5.2
21	42	350	7,350	8.5	6.3	1.3	6.8
21	35	550	7,700	9.0	5.6	1.1	8.0
21	34	600	7,800	9.1	5.5	1.1	8.2
21	32	700	7,700	9.0	5.3	1.1	8.4
21	29	1100	8,800	10.2	5.3	1.1	9.7
21	25	2500	10,000	11.6	5.1	1.0	11.4

従来のヒートポンプでは、加熱対象水のヒートポンプ出口側水温を高めを設定することが多い。これに対し、加熱対象水のヒートポンプ出口側水温を低めに設定するとCOPが著しく改善される。20～35℃の温度範囲では特に高いCOPが得られた。これは、凝縮温度と蒸発温度の差が小さくなっているためであると考えられる。

[0066] (第3の実施形態)

従来から、水処理システム内を流通する被処理水等の温度調整を行う場合、冷却塔やボイラなどの設備を設けることが一般的であった。例えば、加熱のためにボイラを使用する場合には、ボイラに投入された熱量によって、加熱対象部位よりも高温の温水や蒸気が製造され、熱媒体である温水や蒸気の持つ熱が加熱対象部位に加えられる。冷却のために冷却塔を使用する場合には、冷却対象部位よりも低温の冷却水が製造され、冷却対象部位から熱が奪われる。

[0067] 水処理システムの場合、多くの部位は常温に近い温度に制御されており、例えばボイラで得られる温水や蒸気の温度は水処理システム内の水温よりはるかに高い。このため、温水や蒸気を配管で輸送する際、大きな放熱ロスが生じる可能性がある。

[0068] ヒートポンプは、ボイラなどとは異なり、熱媒体を過度の高温まで加熱する必要がないため、水処理システムにおける温度調整手段として有利である。また、ボイラなどと比べエネルギー効率が高く、消費電力を抑えることも容易である。しかし、水処理システム内の水温は、例えば1日の昼夜での温度

変化など様々な原因によって変動する。これに対して水処理システム内の様々な装置は最適な水温範囲で作動するように構成されており、温度条件の変動に対してはヒートポンプで適切に対処する必要がある。ユースポイントで要求される温度範囲も、使用用途によっては厳密に管理される。ヒートポンプに過剰な容量（コンプレッサ容量）を持たせれば温度条件の変動による影響を緩和することはできるが、コストに多大の影響が生じる。

[0069] 第3～第6の実施形態は、ヒートポンプ容量の増加を抑制することの容易な水処理システム及びこれを用いた水処理方法を提供する。

[0070] 図14Aを参照すると、水処理システム201aは、互いに隣接する複数の装置D1、D2同士を接続する第1の配管区間202（吸熱配管区間）と、第1の配管区間202の一部と熱的に接続されたヒートポンプ203と、第1の熱貯蔵手段204と、第1のバイパス管205と、を有している。第1の配管区間202は水処理システム内の冷却が必要な任意の配管区間である。第1の配管区間202は通常、水が流れるようにされているが、水以外の液体または気体を含む任意の流体が流れるようにされていてもよい。

[0071] 水処理システム201aはさらに、互いに隣接する複数の装置D3、D4同士を接続する第2の配管区間222（排熱配管区間）と、第2の熱貯蔵手段224と、第2のバイパス管225とを有している。第2の配管区間222も水が流れるようにされている。ヒートポンプ203は、第1の配管区間202の接続部206において第1の配管区間202と熱的に接続され、第1の配管区間202を流れる水との間で熱量の授受を行うことができる。ヒートポンプ203は第2の配管区間222の一部とも、接続部226において熱的に接続され、第2の配管区間222を流れる水との間で熱量の授受を行うことができる。このため、ヒートポンプ203を介して第1の配管区間202と第2の配管区間222との間で熱量の授受を行うことができる。

[0072] ヒートポンプ203は本実施形態では蒸気圧縮式を用いている。図14Bは、図14Aに示すヒートポンプ203の部分詳細図である。ヒートポンプ203は、アンモニア、二炭化炭素、フロン類やR410Aを始めとする代

替フロン類などの冷媒を蒸発させる蒸発器 203 a と、冷媒を圧縮するコンプレッサ 203 b と、冷媒を凝縮させる凝縮器 203 c と、冷媒を膨張させる膨張弁 203 d、とを備え、これらの要素がこの順で閉ループ 203 e 上に配置されている。冷媒は、閉ループ 203 e 内を循環しながら、蒸発、圧縮、凝縮、膨張の熱サイクルを受ける。蒸発器 203 a は接続部 206 で第 1 の配管区間 202 と熱的に接続しており、冷媒が蒸発した際の気化熱によって、第 1 の配管区間 202 を流れる水から熱 Q_C が奪われる。蒸発した冷媒はコンプレッサ 203 b で圧縮され、高温高圧の気相となる。冷媒は次に凝縮器 203 c に送られる。凝縮器 203 c は接続部 226 で第 2 の配管区間 222 と熱的に接続しており、凝縮の際に放出された凝縮熱 Q_H が第 2 の配管区間 222 を流れる水に与えられる。凝縮した冷媒は膨張弁 203 d を通って減圧冷却される。このようにしてヒートポンプ 203 の 1 サイクルの運転の間に、第 1 の配管区間 202 の冷却と第 2 の配管区間 222 の加熱が行われる。

[0073] ヒートポンプ 203 は蒸気圧縮式に加えて、熱電子式、化学式、吸着式または吸収式のヒートポンプを用いることも可能である。

[0074] 第 1 の熱貯蔵手段 204 は、第 1 の配管区間 202 のヒートポンプ 203 との接続部 206 よりも下流側に設けられており、冷却された水の少なくとも一部を一時的に貯蔵する。第 1 の熱貯蔵手段 204 としては、一般的なタンクを用いることができる。第 1 の熱貯蔵手段 204 の下流側には第 1 の流量調整手段 211 が設けられている。第 1 の流量調整手段 211 としては一般的な流量調整弁を用いることができる。

[0075] 第 1 のバイパス管 205 は接続部 206 の上流側で第 1 の配管区間 202 から分岐して、第 1 の熱貯蔵手段 204 の下流側で第 1 の配管区間 202 と合流している。分岐部には三方弁 208 が設けられ、第 1 の配管区間 202 と第 1 のバイパス管 205 に流れる水の流量比を調整することができる。第 1 の流量調整手段 211 に代えて、第 1 のバイパス管 205 と第 1 の配管区間 202 の合流部に三方弁を設けてもよい。

- [0076] 第1の配管区間202の第1のバイパス管205との合流部より下流側には第1の温度センサ209が設けられている。
- [0077] 第1の制御部210は、第1の温度センサ209で測定された水の温度 T_2 に応じて、三方弁208の開度を調整し、第1のバイパス管205へ流入する水の流量を制御するとともに、第1の流量調整手段211を調整し、第1の熱貯蔵手段204から流出する水の流量を制御する。
- [0078] 第2の熱貯蔵手段224は、第2の配管区間222のヒートポンプ203との接続部226よりも下流側に設けられ、加熱された水の少なくとも一部を一時的に貯蔵する。第2の熱貯蔵手段224は第1の熱貯蔵手段204と同様、一般的なタンクを用いることができる。第2の熱貯蔵手段224の下流側には第2の流量調整手段231が設けられている。第2の流量調整手段231としては一般的な流量調整弁を用いることができる。
- [0079] 第2のバイパス管225は接続部226の上流側で第2の配管区間222から分岐して、第2の熱貯蔵手段224の下流側で第2の配管区間222と合流している。分岐部には三方弁228が設けられ、第2の配管区間222と第2のバイパス管225に流れる水の流量比を調整することができる。第2の流量調整手段231に代えて、第2のバイパス管225と第2の配管区間222の合流部に三方弁を設けてもよい。
- [0080] 第2の配管区間222の第2のバイパス管225との合流部より下流側には第2の温度センサ229が設けられている。
- [0081] 第2の制御部230は、第2の温度センサ229で測定された水の温度 T_2' に応じて、第2のバイパス管225へ流入する水の流量と、第2の熱貯蔵手段224から流出する水の流量とを制御する。第2の制御部230は第1の制御部210と共通の制御部として構成することができる。
- [0082] 次に、以上述べた水処理システム201aの作動について説明する。ここでは簡単な例として、温度 T_1' の水が一定流量で第2の配管区間222に流入し、三方弁228で第2の配管区間222と第2のバイパス管225とに分岐し、その後合流して温度 T_2' の温水として供給される場合を考える

。温度 T_2' は一定の目標温度となるように制御される。これに対して温度 T_1' は、時間の経過に従い変動すると仮定する。また、ヒートポンプ203から加えられる供給熱量 Q_H は一定とし、水処理システム201a内の熱交換効率や第2の熱貯蔵手段224での放熱は無視する。

[0083] まず初期状態として、第2の配管区間222と第2のバイパス管225への流入比率が所定の値となるように三方弁228を調整しておく。ここでは簡単のために、第2のバイパス管225への流入は全くないと仮定する。第2の熱貯蔵手段224の第2の流量調整手段231は流量調整を行わない状態、すなわち水の全量がそのまま第2の熱貯蔵手段224を通過する状態としておく。その後ヒートポンプ203を起動し、水を温度 T_1' で供給し、第2の温度センサ229で出口側での水の温度 T_2' を連続的に測定する。

[0084] 温度 T_2' が目標温度を超えている場合には以下の操作を行う。まず、三方弁228を調整し、水の一部を第2のバイパス管225に流入させる。しかしこれだけでは、第2の配管区間222を流れる水の温度が上昇し、第2のバイパス管225を流れる水と合流して温度 T_2' に戻るだけであるため、温度 T_2' は変わらない。そこで、第2の熱貯蔵手段224の出口側に設けられた第2の流量調整手段231によって第2の熱貯蔵手段224の出口側での流量を絞り、第2の流量調整手段231を通過した水と、第2のバイパス管225を通過した水とを混合させる。これによって、合流後の水に与えられる総熱量が下がったのと同じ効果が得られ、温度 T_2' を下げ、温度 T_2' を目標温度となるように制御することができる。以上の操作を行った結果、第2の熱貯蔵手段224には温水、すなわち熱量が貯蔵されていく。

[0085] 次に、温度 T_2' が目標温度から下がった場合を考える。この場合には、温度 T_2' を目標温度に維持するために必要な熱量が不足しているため、第2の流量調整手段231を制御して、第2の熱貯蔵手段224から流出する流量を増加させる。途中で温度 T_2' が目標温度に回復した場合はその状態を維持する。温度 T_2' が目標温度に達しない場合は、第2の熱貯蔵手段224から流出する流量をさらに増加させる。この際、第2の熱貯蔵手段22

4の貯蔵量が減少していく場合が起こり得る。これは、第2の熱貯蔵手段224に貯蔵されていた熱量を解放し、不足分の熱量を補うことを意味する。このようにして、ヒートポンプ203から加えられる供給熱量 Q_H 以上の熱量を水に与えて、温度 T_2' を目標温度となるように制御することができる。

[0086] 図15A、15Bは以上説明したことを模式的に示している。図15Aは時間と温度 T_1' の関係を、図15Bは時間と第2の熱貯蔵手段224内における温水の貯蔵量の関係を示している。温度 T_1' が高い場合は余剰の加熱量が生じるため、第2の熱貯蔵手段224に貯蔵される温水の量が増加していく（すなわち、熱量が貯蔵される）。つまり第2の貯蔵手段224は、ヒートポンプ203と第2の配管区間222との間で熱交換可能な熱量の一部を一時的に貯蔵することができる。温度 T_1' によっては、熱交換可能な熱量の全量を一時的に貯蔵する場合もあり得る。温度 T_1' が低くなると加熱量が不足するため、第2の熱貯蔵手段224に貯蔵される温水の量が減少していく（すなわち、熱量が消費されていく）。

[0087] 第1の配管区間202の温度 T_2 についても同様に制御することができる。入口側の温度 T_1 が低い場合は冷却して温度の下がった水の一部を第1の熱貯蔵手段204に貯蔵しておき、温度 T_2 が高い場合は第1の熱貯蔵手段204に貯蔵されていた低温の水を放出し、所望の温度まで水を冷却する。第1の熱貯蔵手段204は、ヒートポンプ203と第1の配管区間202との間で熱交換可能な熱量の少なくとも一部（すなわち、一部または全量）を一時的に貯蔵することができる。第1の熱貯蔵手段204に実際に貯蔵されているのは冷水であるが、この冷水は第1の配管区間202を流れる水から熱量を奪うことができる。従って、第1の熱貯蔵手段204には冷却のための熱量が貯蔵されているといえることができる。

[0088] 本実施形態のように、水処理システム内で一つの配管区間から吸熱しその熱で他の配管区間を加熱する方式を、熱貯蔵手段と組み合わせることで、エネルギー効率を大幅に高めることができる。この点について図16A～16

Fを参照して説明する。

[0089] 図16Aは、左側に加熱が必要な配管区間における必要加熱熱量を、右側に冷却が必要な配管区間における必要吸熱熱量を示している。簡単のために、必要加熱熱量は時間に従い変動し、必要吸熱熱量は時間によらず一定とする。水処理システムにおいて必要加熱熱量が変動する原因としては、原水温度の昼夜での変動などが考えられる。

[0090] 図16Bは、必要加熱熱量の最低値にあわせてヒートポンプ203を構成した場合を示している。冷却対象から熱量 Q_C を奪い、これをヒートポンプ203によって移送し、加熱対象に熱量 Q_H を与えるため、個別に冷却及び加熱を行った場合と比べてエネルギー効率が高まる。しかし、この例では吸熱熱量 Q_C は必要吸熱熱量よりも小さいため、図16Cに示すように、不足分の吸熱熱量 Q_C' を他の冷却手段で補う必要がある。同様に、不足分の加熱熱量 Q_H' も他の加熱手段で補う必要がある。

[0091] 図16Dは、必要加熱熱量の平均値にあわせてヒートポンプ203を構成した場合を示している。この例では、ヒートポンプ203によって移送する熱量が増加するため、図16Bに示すケースよりもさらにエネルギー効率が高まる。しかしこの例でも、吸熱熱量 Q_C は依然として必要吸熱熱量よりも小さいため、図16Eに示すように、不足分の吸熱熱量 Q_C'' は他の冷却手段で補う必要がある。同様に、不足分の加熱熱量 Q_H'' も他の加熱手段で補う必要がある。さらに、過剰の加熱熱量 Q_H''' は廃棄しなければならず、エネルギー効率の低下の要因となる。

[0092] 図16Fは、図16Dの例において廃棄されていた過剰の加熱熱量 Q_H''' を蓄熱し、不足分の加熱熱量 Q_H'' を過剰の加熱熱量 Q_H''' で補う例を示している。この例は過剰の加熱熱量 Q_H''' と不足分の加熱熱量 Q_H'' とが一致している理想的な場合を示しており、加熱のために他の加熱手段を併用する必要はない。しかし、仮に一致していなくても、過剰の加熱熱量 Q_H''' の少なくとも一部を不足分の加熱熱量 Q_H'' の少なくとも一部として利用することができるため、エネルギー効率の向上は可能である。吸熱熱量 Q_C'' は他の

冷却手段で補う必要があるが、全体としてみればエネルギーの利用効率は最も高く、エネルギー効率の大幅な向上が可能になる。

[0093] (第4の実施形態)

図17を参照すると、第4の実施形態の水処理システム201bは、第3の実施形態に加えて、第1の熱貯蔵手段204から、接続部206の上流側でかつ第1のバイパス管205の分岐部より下流側の第1の配管区間202に水を還流させる第1の還流管215を有している。第1の還流管215は第1の配管区間202とともに循環ループを構成する。この循環ループでは常にヒートポンプ203による吸熱を行うことができる。第1の熱貯蔵手段204に貯蔵された冷水は周囲との熱交換によって温度が上昇する場合がある。ヒートポンプ203の冷却能力に余裕がある場合に第1の熱貯蔵手段204に貯蔵された水の再冷却を行うことで、余剰の冷却能力を維持することができる。

[0094] 第2の熱貯蔵手段224についても同様の還流管を設けることができる。

図17を参照すると、第2の配管区間222の接続部226の上流側でかつ第2のバイパス管225の分岐部より下流側の第2の配管区間222に水を還流させる第2の還流管235が設けられている。第2の熱貯蔵手段224に貯蔵された温水は周囲との熱交換によって温度が低下する場合があるため、第2の還流管235によって温度の低下した水をヒートポンプ203によって再加熱することで、第2の熱貯蔵手段224に貯蔵された余剰の加熱能力を維持することができる。

[0095] 第2の熱貯蔵手段224において、第2の還流管235への流出部Lは第2の配管区間222からの流入部Hよりも下方に位置していることが望ましい。特に第2の配管区間222からの流入部Hは第2の熱貯蔵手段224の最上部に、第2の還流管235への流出部Lは第2の熱貯蔵手段224の底部に設けることが望ましい。第2の熱貯蔵手段224に水が貯蔵されている状態でヒートポンプ203の運転を開始すると、ヒートポンプ203によって加熱された温水が上側に位置する流入部Hから第2の熱貯蔵手段224に

流入し、それによって、第２の熱貯蔵手段２２４に貯蔵されていたこれより低温の水が下部に移動する。第２の熱貯蔵手段２２４に高温水と低温水とが成層化された状態が一時的に生じるため、低温の水が効率的に第２の熱貯蔵手段２２４からヒートポンプ２０３に供給され、加熱効率を高めることができる。

[0096] （第５の実施形態）

第５の実施形態は、第３，４の実施形態と同様、一つの配管区間から吸熱し、その熱で他の配管区間を加熱する場合に適用されるが、中間ループを有している点でこれらの実施形態と異なる。図１８を参照すると、水処理システム２０１ｃは、第１の実施形態と同様、水が流れるようにされた第１の配管区間２０２と、ヒートポンプ２０３と、を有している。本実施形態では、水処理システム２０１ｃは第１の中間ループ２１２を有している。第１の中間ループ２１２は、第１の配管区間２０２の一部及びヒートポンプ２０３と、それぞれ接続部２０６，２１６において熱的に接続されている。第１の中間ループ２１２は、第１の配管区間２０２を流れる水とヒートポンプ２０３との間で熱量の授受を行うための第１の熱媒体が流れるようにされている。第１の熱媒体に特に制約はなく、腐食性の強い流体やスケールの発生しやすい流体を使う必要性はない。第１の中間ループ２１２にＣＯ₂を充填すれば、水を充填する場合よりも効率的に熱を運搬できる。

[0097] 水処理システム２０１ｃは、第１の中間ループ２１２から三方弁２１８で分岐し、その下流で第１の中間ループ２１２と合流する第１の中間ループバイパス管２１４を有している。具体的には、第１の中間ループバイパス管２１４は、第１の熱媒体の流れる方向に沿ってヒートポンプ２０３側の接続部２１６の下流側で第１の中間ループ２１２から分岐して、第１の配管区間２０２側の接続部２０６の上流側で第１の中間ループ２１２と合流している。第１の中間ループバイパス管２１４には、第１の中間ループ２１２を流れる第１の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第３の熱貯蔵手段２１３が設けられている。第３の熱貯蔵手段２１３の、第１の熱媒体の流れ方向に

沿った下流側には第１の流量調整手段２１１が設けられている。

[0098] 第１の配管区間２０２の第１の中間ループ２１２との接続部２０６より下流側には、第１の温度センサ２０９が設けられている。

[0099] 第１の制御部２１０は、第１の温度センサ２０９で測定された水の温度に応じて第１の中間ループバイパス管２１４へ流入する第１の熱媒体の流量と、第３の熱貯蔵手段２１３から流出する第１の熱媒体の流量とを制御する。

[0100] 水処理システム２０１ｃはさらに、第２の配管区間２２２と、第２の中間ループ２３２と、第４の熱貯蔵手段２３３と、第２の中間ループバイパス管２３４と、を有している。第２の中間ループ２３２は、第２の配管区間２２２の一部及びヒートポンプ２０３と、それぞれ接続部２２６，２３６において熱的に接続されている。第２の中間ループ２３２は、第２の配管区間２２２を流れる水とヒートポンプ２０３との間で熱量の授受を行うための第２の熱媒体が流れるようにされている。これによって、ヒートポンプ２０３を介して、第１の配管区間２０２と第２の配管区間２２２との間で熱量の授受が行われる。利用可能な第２の熱媒体は、第１の熱媒体と同様に考えることができる。

[0101] 水処理システム２０１ｃは、第２の中間ループ２３２から三方弁２３８で分岐し、その下流で第２の中間ループ２３２と合流する第２の中間ループバイパス管２３４を有している。具体的には、第２の中間ループバイパス管２３４は、第２の熱媒体の流れる方向に沿ってヒートポンプ２０３側の接続部２３６の下流側で第２の中間ループ２３２から分岐して、第２の配管区間２２２側の接続部２２６の上流側で第２の中間ループ２３２と合流している。第２の中間ループバイパス管２３４には、第２の中間ループ２３２を流れる第２の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第４の熱貯蔵手段２３３が設けられている。第４の熱貯蔵手段２３３の、第２の熱媒体の流れ方向に沿った下流側には第２の流量調整手段２３１が設けられている。

[0102] 第２の配管区間２２２の第２の中間ループ２３２との接続部２２６より上流側には、第２の温度センサ２２９が設けられている。

- [0103] 第2の制御部230は、第2の温度センサ229で測定された水の温度 T_2' に応じて第2の中間ループバイパス管234へ流入する第2の熱媒体の流量と、第4の熱貯蔵手段233から流出する第2の熱媒体の流量を制御する。
- [0104] 本実施形態は2つの中間ループ212、232を備えているが、一方の中間ループを第1の実施形態のような中間ループを設けない構成とすることもできる。
- [0105] 第1の中間ループ212及び第2の中間ループ232を設けることで、ヒートポンプ3の設置場所の制約が緩和される場合がある。すなわち、ヒートポンプ203が第1の配管区間202等から離れている場合、これらの配管区間をヒートポンプ203まで引きまわす必要が生じる。水処理システムでは一般に、膜装置やイオン交換装置など圧力損失の大きい装置が多数設置されているため、圧力損失を抑えることが重要である。図18の例では、例えば第1の配管区間202は最短の配管長で設置し、第1の配管区間202とヒートポンプ203の間は圧力損失の小さい第1の中間ループ212で接続すればよいので、水処理システムの圧力損失を抑えることが可能である。この利点は、ヒートポンプ3が第1の配管区間202等から離れている場合に、特に大きい。図示は省略するが、第1の中間ループ212は、必要に応じ二重、三重のループとして構成することも可能である。第2の中間ループ232についても同様である。
- [0106] さらに図示は省略するが、第1の中間ループ212と第2の中間ループ232の少なくともいずれかは、複数の配管区間と熱的に接続していてもよい。例えば第2の中間ループ232に沿って加熱の必要な他の配管区間を設け、第2の配管区間222とともに加熱するようにしてもよい。中間ループはルートの制約が少ないため、1台のヒートポンプで複数の配管区間を同時に冷却し、複数の配管区間を同時に加熱することが容易である。
- [0107] 次に、以上述べた水処理システム201cの作動について説明する。ここでは簡単な例として、温度 T_1' の水が一定流量で第2の配管区間222に

流入し、温度 T_2' の温水として供給される場合を考える。温度 T_2' は一定の目標温度となるように制御される。これに対して温度 T_1' は、時間の経過に従い変動すると仮定する。ヒートポンプ203から加えられる熱量 Q_H は一定とし、水処理システム201c内の熱交換効率や第4の熱貯蔵手段233での放熱は無視する。第2の中間ループ232はヒートポンプ203と熱的に接続されており、第2の中間ループ232を流れる第2の熱媒体は、ヒートポンプ203によって加熱され、第2の配管区間222を流れる水と熱交換して冷却される。

[0108] まず初期状態として、第2の中間ループバイパス管234への流入比率が所定の値となるように三方弁238を調整しておく。ここでは簡単のために、第2の中間ループバイパス管234への流入は全くないと仮定する。第4の熱貯蔵手段233の出口側に設けられた第2の流量調整手段231は閉止状態としておく。その後ヒートポンプ203を起動し、水を温度 T_1' で供給し、第2の温度センサ229で出口側での水の温度 T_2' を連続的に測定する。

[0109] 温度 T_2' が目標温度を超えている場合には以下の操作を行う。まず、三方弁238を調整し、第2の熱媒体の一部を第2の中間ループバイパス管234に流入させる。これによって、第2の中間ループ232を循環する第2の熱媒体の流量が低下し、水に単位時間に与えられる熱量が下がる。この結果、温度 T_2' を下げ、温度 T_2' を目標温度となるように制御することができる。以上の操作を行った結果、第4の熱貯蔵手段233には昇温した第2の熱媒体、すなわち熱量が貯蔵されていく。

[0110] 次に、温度 T_2' が目標温度から下がった場合を考える。この場合には、温度 T_2' を目標温度に維持するために必要な熱量が不足しているため、第2の流量調整手段231を制御して、第4の熱貯蔵手段233に貯蔵された第2の熱媒体を所定の流量で放出させる。放出させる流量は不足する熱量に依存し、温度 T_2' の測定結果に基づき決定することができる。このようにして、第4の熱貯蔵手段233に貯蔵されていた熱量を解放し、不足分の熱

量を補うことができるため、温度 T_2' を目標温度となるように制御することができる。

[0111] 第1の配管区間202についても同様である。第1の配管区間202は、入口側の温度 T_1 が低い場合は冷却して温度の下がった第1の熱媒体の一部が第3の熱貯蔵手段213に貯蔵され、温度 T_1 が高い場合は第3の熱貯蔵手段213に貯蔵されていた低温の第1の熱媒体が放出されて、水を所望の温度まで冷却する。

[0112] (第6の実施形態)

図19を参照すると、水処理システム201dは、第1の配管区間202及びヒートポンプ203の各々と熱的に接続され、第1の配管区間202を流れる水とヒートポンプ203との間で熱量の授受を行うための第1の熱媒体が流れるようにされた第3の中間ループ217を有している。水処理システム201dはさらに、第1の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第3の熱貯蔵手段213を有している。第3の中間ループ217は、第3の熱貯蔵手段213を挟んで第1の循環ループ217aと第2の循環ループ217bとに区画されている。第1の循環ループ217aは、接続部206で第1の配管区間202と熱的に接続されており、第3の熱貯蔵手段213を介して第1の熱媒体が循環するようにされている。第2の循環ループ217bは、接続部216でヒートポンプ203と熱的に接続されており、第3の熱貯蔵手段213を介して第1の熱媒体が循環するようにされている。第2の循環ループ217bは第1の熱媒体を補給するための補給管219aを備えている。

[0113] 同様に、水処理システム201dは、第2の配管区間222及びヒートポンプ203の各々と熱的に接続され、第2の配管区間222を流れる水とヒートポンプ203との間で熱量の授受を行うための第2の熱媒体が流れるようにされた第4の中間ループ237と、第2の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第4の熱貯蔵手段233と、を有している。第4の中間ループ237は、第4の熱貯蔵手段233を挟んで第3の循環ループ237aと

第４の循環ループ２３７ｂとに区画されている。第３の循環ループ２３７ａは、接続部２２６で第２の配管区間２２２と熱的に接続されており、第４の熱貯蔵手段２３３を介して第２の熱媒体が循環するようにされている。第４の循環ループ２３７ｂは、接続部２３６でヒートポンプ２０３と熱的に接続されており、第４の熱貯蔵手段２３３を介して第２の熱媒体が循環するようにされている。第４の循環ループ２３７ｂは第２の熱媒体を補給するための補給管２３９ａを備えている。

[0114] 第２の配管区間２２２の入口側の温度 T_1' が高い場合は、加熱して温度が上がった第２の熱媒体の熱の一部が第４の熱貯蔵手段２３３に貯蔵され、温度 T_1' が低い場合は第２の流量調整手段２３１が調整され、第４の熱貯蔵手段２３３に貯蔵されていた高温の第２の熱媒体が放出されて、水を所望の温度まで加熱する。

[0115] 第１の配管区間２０２の入口側の温度 T_1 が低い場合は、冷却して温度の下がった第１の熱媒体の熱の一部が第３の熱貯蔵手段２１３に貯蔵され、温度 T_1 が高い場合は第１の流量調整手段２１１が調整され、第３の熱貯蔵手段２１３に貯蔵されていた低温の第１の熱媒体が放出されて、水を所望の温度まで冷却する。

[0116] 第４の熱貯蔵手段２３３において、第４の循環ループ２３９への流出部Ｌは第４の循環ループからの流入部Ｈよりも下方に位置していることが望ましい。特に、第４の循環ループからの流入部Ｈは第４の熱貯蔵手段２３３の最上部に、第４の循環ループへの流出部Ｌは第４の熱貯蔵手段２３３の低部に位置していることが望ましい。その理由は第５の実施形態と同様である。

[0117] 以上説明したように、第３～第６の各実施形態では、ヒートポンプ２０３から供給される熱量が、配管区間の加熱または冷却に必要な熱量に対して余った場合、これを熱貯蔵手段で貯蔵し、必要な熱量が不足した場合にこれを有効利用している。従って、熱量が余っても、負荷変動に対応するためにヒートポンプの無駄な待機や抑制運転を行う必要がなく、一方熱量が不足した場合に備えてヒートポンプの容量を増加する必要もない。

[0118] (実施例)

図20に示す、中間ループを持つシステムを用いて以下の測定を行った。
 熱貯蔵手段としては容量5 m³のタンクを用い、ヒートポンプとしてはコンプレッサ動力7.5 kW、成績係数4（加温時）のものをを用いた。負荷に応じたヒートポンプの調整運転は行わず、供給熱量は30 kW（＝7.5 kW×成績係数4）で一定とした。ヒートポンプの出口温度（出湯温度）T4は65℃とした。排熱配管区間における加熱対象水の入口温度T1は1日の中で時間帯によって変動するものとし、出口温度T2は25℃となるように制御した。熱貯蔵手段からの熱媒体の放出流量は温度センサでの測定結果に基づき制御した。

[0119] 水の入口温度T1と出口温度T2は表3の通りとした。

[0120] [表3]

時刻(時)	8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時	0時	2時	4時	6時	8時
水温(℃)T1	21	22	22	23	22	22	21	20	20	19	20	20	21
水温(℃)T2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25

このときの水処理システムにおける2時間毎の各種パラメータの変化を表4に示している。表中、「流量(L/h)」は水の供給流量であり、6500 L/hの一定値とした。「必要熱量(kW)」は水を25℃まで加温するのに必要な熱量を示しており、時間（すなわち入口温度T1）によって変動している。「過不足熱量(kW)」は、ヒートポンプの供給熱量と必要熱量との差分であり、熱量が余る場合を正、不足する場合を負としている。「貯蔵熱量(kWh)」は、熱貯蔵手段に貯蔵されている熱量である。ヒートポンプの供給熱量30 kWのうち余剰分がある場合には、熱貯蔵手段に貯蔵されていくため、余剰の状態が続くと、貯蔵熱量は増加していく。図21Aは、実施例における過不足の熱量の経時的变化をグラフに示した。

[0121] [表4]

時刻(時)	8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時	0時	2時	4時	6時	8時
水温(℃)T1	21	22	22	23	22	22	21	20	20	19	20	20	21
水温(℃)T2	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
流量(L/h)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
必要熱量(kW)	30	25	20	15	20	25	30	35	40	45	40	35	30
過不足熱量(kW)	0	5	10	15	10	5	0	-5	-10	-15	-10	-5	0
貯蔵熱量(kWh)	0	5	20	45	70	85	90	85	70	45	20	5	0

表5には、中間ループにおける各種パラメータの変化を示している。温度T3は水の出口温度T2に等しいとした。「熱媒体貯蔵手段貯水量(L/h)」は時間あたりに熱貯蔵手段に貯蔵された熱媒体の量を示し、「熱媒体手段放水量(L/h)」は時間あたりに熱貯蔵手段から放出された熱媒体の量を示している。これに対し、表4の「貯蔵熱量(kWh)」は熱貯蔵手段にそれまでに蓄積された熱量の累積値である。

[0122] [表5]

時刻(時)	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6
温度T3(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
出湯温度T4(°C)	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
出湯水量(L/h)	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
熱媒体貯蔵手段放水量(L/h)	0	0	0	0	0	0	0	108	217	325	217	108
熱媒体貯蔵手段貯水量(L/h)	0	108	217	325	217	108	0	0	0	0	0	0

実施例では、「貯蔵熱量(kWh)」が徐々に増加していき、その後温度T1が下がるとともに徐々に消費されていき、最終的に0になる。従って、他の熱源で不足分を補う必要はなく、トータルの必要加熱熱量は720kWhであった。実際に消費したエネルギーは、コンプレッサの電力に換算して180kWhとなった。ヒートポンプからの供給熱量30kWは、ヒートポンプと排熱配管区間との間で熱交換可能な熱量ということができる。8時から20時までの間は、熱交換可能な熱量の一部だけが熱交換に用いられ、残りの熱量は熱貯蔵手段に一時的に貯蔵される。22時から8時までの間は、熱貯蔵手段に一時的に貯蔵された熱量が、排熱配管区間への排熱の不足分を補填するために用いられている。

[0123] (比較例1)

実施例の装置構成で熱貯蔵手段を設けない場合について同様の測定を行った。結果を表6に示す。図21Bは、比較例1における過不足の熱量の経時的变化をグラフに示した。「他の熱源からの供給熱量(kW)」は、加熱熱量が不足する場合に他の手段(ボイラ等)で補うべき熱量であり、不足する場合を負としている。前半はヒートポンプの供給熱量が必要熱量を上回るため、他の熱源からの熱供給は不要であるが、余った熱は棄てられることになる。後半ではヒートポンプの供給熱量が必要熱量を下回るため、他の熱源か

らの熱供給が必要となる。不足分は全て他の熱源から供給する必要がある。これに要する熱量は90kWhであった。仮に、この熱量をボイラで供給する場合、トータルの必要エネルギーは180kWh（ヒートポンプの必要エネルギー）に90kWhを加えた270kWhとなる。従って、第1の熱貯蔵手段を設けることでトータルの必要エネルギーを節約することが可能となる。

[0124] [表6]

時刻(時)	8	10	12	14	16	18	20	22	0	2	4	6
入口温度T1(°C)	21	22	22	23	22	22	21	20	20	19	20	20
出口温度T2(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
流量(L/h)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
必要熱量(kW)	30	25	20	15	20	25	30	35	40	45	40	35
貯蔵熱量(kWh)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
供給可能熱量(kWh)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
他の熱源からの供給熱量(kWh)	0	0	0	0	0	0	0	5	10	15	10	5

(比較例2)

実施例の装置構成でヒートポンプをボイラ等の熱源に置換した構成を用いて同様の測定を行った。結果を表7に示す。図21Cは、比較例2における過不足の熱量の経時的変化をグラフに示した。この場合、実施例と同様、トータルの必要熱量は720kWhとなるが、必要エネルギーも720kWhであり、実施例と比べて4倍のエネルギーを必要とする。

[0125] [表7]

時刻(時)	8時	10時	12時	14時	16時	18時	20時	22時	0時	2時	4時	6時	8時
入口水温(°C)	21	22	22	23	22	22	21	20	20	19	20	20	21
出口水温(°C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
流量(L)	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
必要熱量(kW)	30	25	20	15	20	25	30	35	40	45	40	35	30

計720

符号の説明

[0126] 1～6 第1～6の装置

11, 13 第1, 第3の配管区間（吸熱配管区間）

12, 14 第2, 第4の配管区間（排熱配管区間）

21, 21', 21'' ヒートポンプ

202 第1の配管区間（吸熱配管区間）

203 ヒートポンプ

2 0 4 第 1 の熱貯蔵手段

2 2 2 第 2 の配管区間（排熱配管区間）

2 2 4 第 2 の熱貯蔵手段

請求の範囲

- [請求項1] 複数の装置と、
- 互いに隣接する前記複数の装置同士を接続し、内部を水が流れる複数の配管区間と、
- 少なくとも1つの前記配管区間を吸熱配管区間として該吸熱配管区間から吸熱し、該吸熱配管区間から吸熱した熱を、少なくとも1つの他の前記配管区間を排熱配管区間として、該排熱配管区間に排熱するヒートポンプと、
- を有する、水処理システム。
- [請求項2] 前記吸熱配管区間からの吸熱の不足もしくは過剰な吸熱、または前記排熱配管区間への排熱の不足もしくは過剰な排熱を補償するために、前記吸熱配管区間または排熱配管区間を加熱または除熱する手段、または水処理システムの系外と熱を授受する手段を有する、請求項1に記載の水処理システム。
- [請求項3] 前記手段は第2のヒートポンプである、請求項2に記載の水処理システム。
- [請求項4] 前記吸熱配管区間と前記ヒートポンプとの間に設けられ、該吸熱配管区間からの吸熱を前記ヒートポンプに伝達する第1の中間ループと、前記排熱配管区間と前記ヒートポンプとの間に設けられ、前記ヒートポンプからの排熱を該排熱配管区間に伝達する第2の中間ループの少なくともいずれかを有する、請求項1に記載の水処理システム。
- [請求項5] 前記吸熱配管区間は複数個所設けられ、該複数の吸熱配管区間と前記ヒートポンプとの間に、該複数の吸熱配管区間からの吸熱を前記ヒートポンプに伝達する第1の中間ループを有する、請求項1に記載の水処理システム。
- [請求項6] 前記排熱配管区間は複数個所設けられ、該複数の排熱配管区間と前記ヒートポンプとの間に、前記ヒートポンプからの排熱を該複数の排熱配管区間に伝達する第2の中間ループを有する、請求項1に記載の

水処理システム。

[請求項7] 前記ヒートポンプは蒸気圧縮式、吸収式、吸着式、熱電子式または化学式のいずれかである、請求項1に記載の水処理システム。

[請求項8] 前記ヒートポンプと前記吸熱配管区間との間で熱交換可能な熱量の少なくとも一部、または前記ヒートポンプと前記排熱配管区間との間で熱交換可能な熱量の少なくとも一部を一時的に貯蔵する熱貯蔵手段を有する、請求項1に記載の水処理システム。

[請求項9] 前記吸熱配管区間の前記ヒートポンプとの接続部よりも下流側に設けられた第1の熱貯蔵手段と、

前記接続部の上流側で前記吸熱配管区間から分岐して、前記熱貯蔵手段の下流側で前記吸熱配管区間と合流する第1のバイパス管と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項10] 前記吸熱配管区間の前記ヒートポンプとの接続部よりも下流側に設けられた第1の熱貯蔵手段と、

前記接続部の上流側で前記吸熱配管区間から分岐して、前記第1の熱貯蔵手段の下流側で前記吸熱配管区間と合流する第1のバイパス管と、

前記第1の熱貯蔵手段から、前記接続部の上流側でかつ前記第1のバイパス管の分岐部より下流側の前記吸熱配管区間に水を還流させる第1の還流管と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項11] 前記排熱配管区間の前記ヒートポンプとの接続部よりも下流側に設けられた第2の熱貯蔵手段と、

前記排熱配管区間の前記接続部の上流側で前記排熱配管区間から分岐して、前記第2の熱貯蔵手段の下流側で前記排熱配管区間と合流する第2のバイパス管と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項12] 前記排熱配管区間の前記ヒートポンプとの接続部よりも下流側に設けられた第2の熱貯蔵手段と、

前記排熱配管区間の前記接続部の上流側で前記排熱配管区間から分岐して、前記第2の熱貯蔵手段の下流側で前記排熱配管区間と合流する第2のバイパス管と、

前記第2の熱貯蔵手段から、前記排熱配管区間の前記接続部の上流側でかつ前記第2のバイパス管の分岐部より下流側の前記排熱配管区間に水を還流させる第2の還流管と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項13] 前記排熱配管区間の前記ヒートポンプとの接続部よりも下流側に設けられた第2の熱貯蔵手段と、

前記排熱配管区間の前記接続部の上流側で前記排熱配管区間から分岐して、前記第2の熱貯蔵手段の下流側で前記排熱配管区間と合流する第2のバイパス管と、

前記第2の熱貯蔵手段から、前記排熱配管区間の前記接続部の上流側でかつ前記第2のバイパス管の分岐部より下流側の前記排熱配管区間に水を還流させる第2の還流管と、を有し、

前記第2の熱貯蔵手段において、前記第2の還流管への流出部は前記排熱配管区間からの流入部よりも下方に位置している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項14] 前記吸熱配管区間及び前記ヒートポンプの各々と熱的に接続され、前記吸熱配管区間を流れる水と前記ヒートポンプとの間で熱量の授受を行うための第1の熱媒体が流れるようにされた第1の中間ループと、

前記第1の熱媒体の流れる方向に沿って前記第1の中間ループの前記ヒートポンプとの接続部の下流側で分岐して、前記吸熱配管区間との接続部の上流側で合流する第1の中間ループバイパス管と、

前記第1の中間ループバイパス管に設けられ、該第1の中間ループを流れる前記第1の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第3の熱貯蔵手段と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項15] 前記吸熱配管区間及び前記ヒートポンプの各々と熱的に接続され、前記吸熱配管区間を流れる水と前記ヒートポンプとの間で熱量の授受を行うための第1の熱媒体が流れるようにされた第3の中間ループと、

前記第1の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第3の熱貯蔵手段と、を有し、

前記第3の中間ループは、前記吸熱配管区間と熱的に接続され、前記第3の熱貯蔵手段を介して前記第1の熱媒体が循環するようにされた第1の循環ループと、前記ヒートポンプと熱的に接続され、前記第3の熱貯蔵手段を介して前記第1の熱媒体が循環するようにされた第2の循環ループと、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項16] 前記排熱配管区間及び前記ヒートポンプの各々と熱的に接続され、前記排熱配管区間を流れる水と前記ヒートポンプとの間で熱量の授受を行うための第2の熱媒体が流れるようにされた第2の中間ループと、

前記第2の熱媒体の流れる方向に沿って前記第2の中間ループの前記ヒートポンプとの接続部の下流側で分岐して、前記排熱配管区間との接続部の上流側で合流する第2の中間ループバイパス管と、

前記第2の中間ループバイパス管に設けられ、該第2の中間ループを流れる前記第2の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第4の熱貯蔵手段と、を有している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項17] 前記排熱配管区間及び前記ヒートポンプの各々と熱的に接続され、前記排熱配管区間を流れる水と前記ヒートポンプとの間で熱量の授受を行うための第2の熱媒体が流れるようにされた第4の中間ループと、

前記第2の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第4の熱貯蔵手段と、を有し、

前記第4の中間ループは、前記排熱配管区間と熱的に接続され、前記第4の熱貯蔵手段を介して前記第2の熱媒体が循環するようにされた第3の循環ループと、前記ヒートポンプと熱的に接続され、前記第4の熱貯蔵手段を介して前記第2の熱媒体が循環するようにされた第4の循環ループと、を有する、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項18]

前記排熱配管区間及び前記ヒートポンプの各々と熱的に接続され、前記排熱配管区間を流れる水と前記ヒートポンプとの間で熱量の授受を行うための第2の熱媒体が流れるようにされた第4の中間ループと、

前記第2の熱媒体の少なくとも一部を一時的に貯蔵する第4の熱貯蔵手段と、を有し、

前記第4の中間ループは、前記排熱配管区間と熱的に接続され、前記第4の熱貯蔵手段を介して前記第2の熱媒体が循環するようにされた第3の循環ループと、前記ヒートポンプと熱的に接続され、前記第4の熱貯蔵手段を介して前記第2の熱媒体が循環するようにされた第4の循環ループと、を有し、

前記第4の熱貯蔵手段において、前記第4の循環ループへの流出部は前記第4の循環ループからの流入部よりも下方に位置している、請求項8に記載の水処理システム。

[請求項19]

前記ヒートポンプは蒸気圧縮式ヒートポンプであり、前記排熱配管区間の、前記ヒートポンプの間で熱の授受が行われる部位の出口側における水の温度が20～35℃となるように構成されている、請求項1に記載の水処理システム。

[請求項20]

前記吸熱配管区間は、前記ヒートポンプとの間で熱の授受が行われる部位の入口側で温度20～35℃の水が流れるようにされている、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項21]

前記ヒートポンプとは別に、前記排熱配管区間または前記吸熱配管区間を加熱または冷却する手段を有する、請求項19に記載の水処理

システム。

[請求項22] 前記排熱配管区間と前記ヒートポンプとの間、または前記吸熱配管区間と前記蒸気圧縮式ヒートポンプとの間の少なくとも一方に設けられ、前記排熱配管区間または前記吸熱配管区間と前記ヒートポンプとの間で熱の授受を行うための中間ループを有する、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項23] 前記ヒートポンプは、逆浸透膜装置の入口側配管区間を流れる水を、水温が23～25℃となるように加熱する、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項24] 前記ヒートポンプは、紫外線酸化装置の入口側配管区間を流れる水を、水温が20～30℃となるように加熱する、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項25] 前記ヒートポンプは、アンモニアストリッピング装置の入口側配管区間を流れる水を、水温が20～35℃となるように加熱する、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項26] 前記ヒートポンプは、好気性処理装置の入口側配管区間を流れる水を、水温が20～30℃となるように加熱する、請求項19に記載の水処理システム。

[請求項27] 複数の装置と、互いに隣接する前記複数の装置同士を接続し、内部を水が流れる複数の配管区間と、を有する水処理システムを用いた水処理方法であって、

ヒートポンプによって、少なくとも1つの前記配管区間を吸熱配管区間として該吸熱配管区間から吸熱し、該吸熱配管区間から吸熱した熱を、少なくとも1つの他の前記配管区間を排熱配管区間として該排熱配管区間に排熱することを含む、水処理方法。

[請求項28] 蒸気圧縮式ヒートポンプと熱的に接続された排熱配管区間及び吸熱配管区間に水を通水することと、

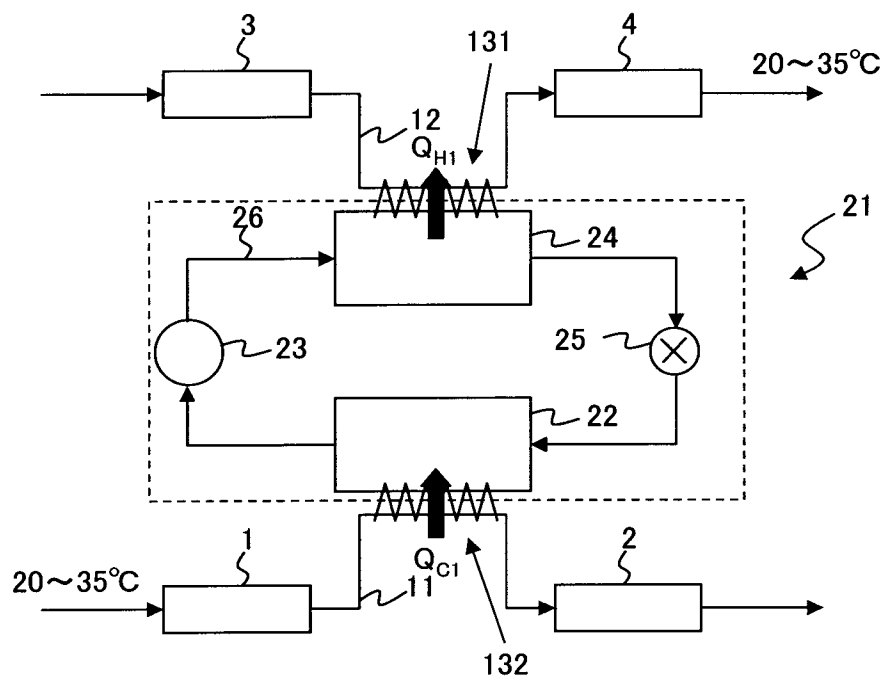
前記排熱配管区間で冷媒の凝縮工程が、吸熱配管区間で前記冷媒の

蒸発工程が行われるように前記蒸気圧縮式ヒートポンプを運転することと、

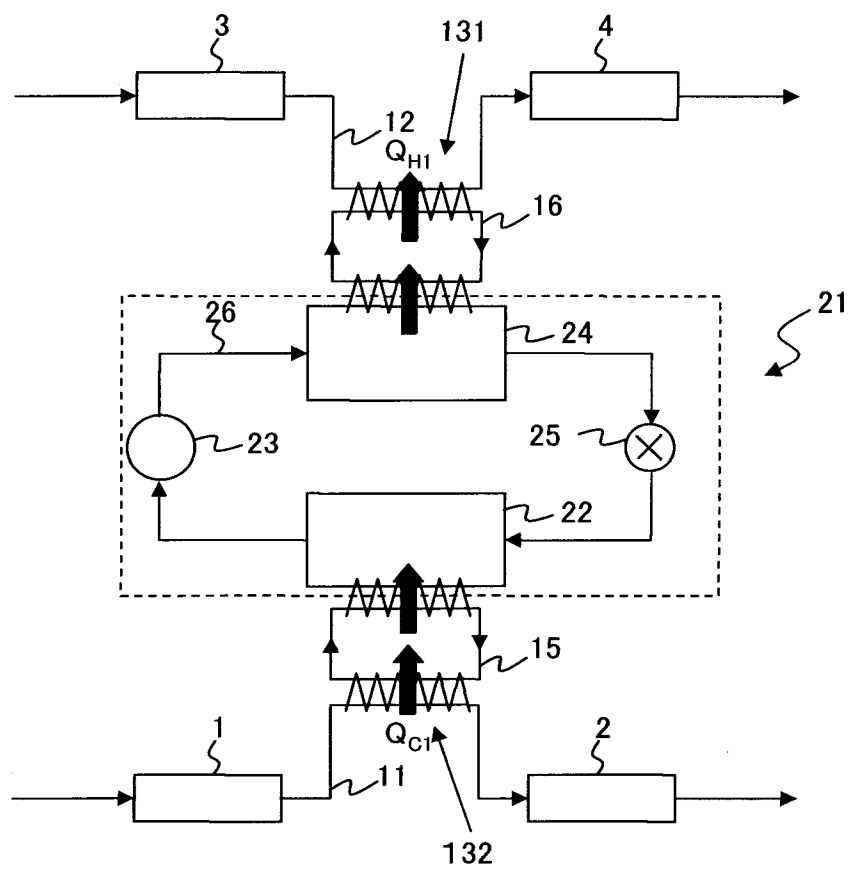
を含み、

前記蒸気圧縮式ヒートポンプを運転することは、前記排熱配管区間の、前記蒸気圧縮式ヒートポンプとの間で熱の授受が行われる部位の出口側における水の温度が20～35℃となるように制御することを含む、水処理方法。

[図1]



[図2]

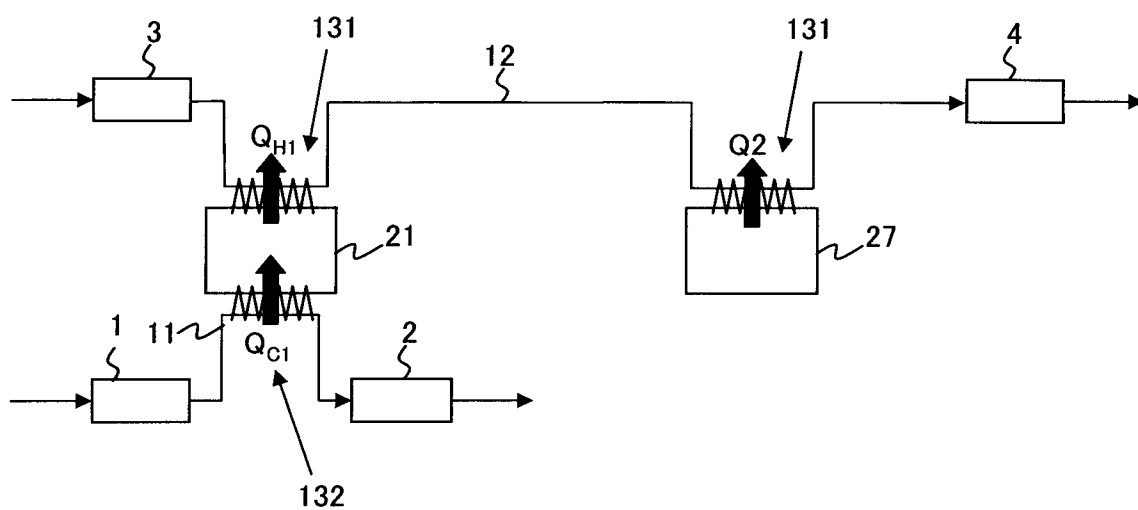


The diagram illustrates a thermodynamic cycle involving two heat exchangers and two heat sources. The cycle is represented by a closed loop of fluid flow, indicated by arrows. The components and their connections are as follows:

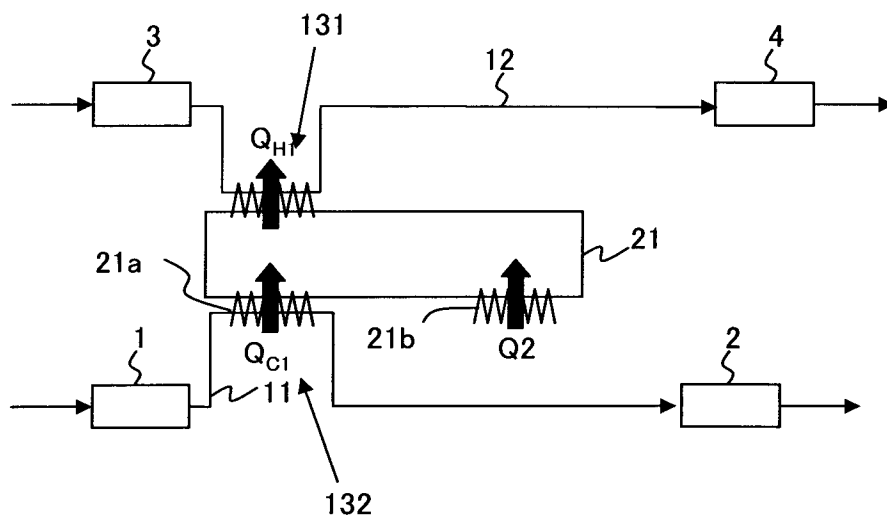
- Heat Exchanger 1 (11):** A zigzag line representing a heat exchanger. It has two ports: one on the left connected to the inlet (1) and one on the right connected to the outlet (2).
- Heat Exchanger 2 (13):** Another zigzag line representing a heat exchanger. It has two ports: one on the left connected to the inlet (5) and one on the right connected to the outlet (6).
- Heat Source 1 (21):** A rectangular block with a thick upward arrow labeled Q_{H1} indicating heat input. It is connected to the cycle via two ports, each with a zigzag line representing a heat exchanger. The top port is connected to the upper part of the cycle, and the bottom port is connected to the lower part of the cycle.
- Heat Source 2 (15):** A rectangular block with a thick upward arrow labeled Q_{C1} indicating heat input. It is connected to the cycle via two ports, each with a zigzag line representing a heat exchanger. The top port is connected to the upper part of the cycle, and the bottom port is connected to the lower part of the cycle.
- Flow Path:** The cycle starts at the inlet (1), goes through heat exchanger 11, then through a series of components (3, 12, 131, 4) to the outlet. The flow returns from the outlet (6) through heat exchanger 13, then through a series of components (5, 132, 2, 11, 15, 16, 21, 12, 131, 4) back to the inlet (1).

The diagram illustrates a thermoelectric system with two parallel legs. The top leg consists of components 3, 4, 7, and 8, with a central heat input Q_{H1} . The bottom leg consists of components 1, 2, 5, and 6, with a central heat input Q_{C1} . Both legs have thermoelectric modules 131 and 132. A central block 21 is connected to the bottom leg. A dashed line indicates a continuation of the circuit.

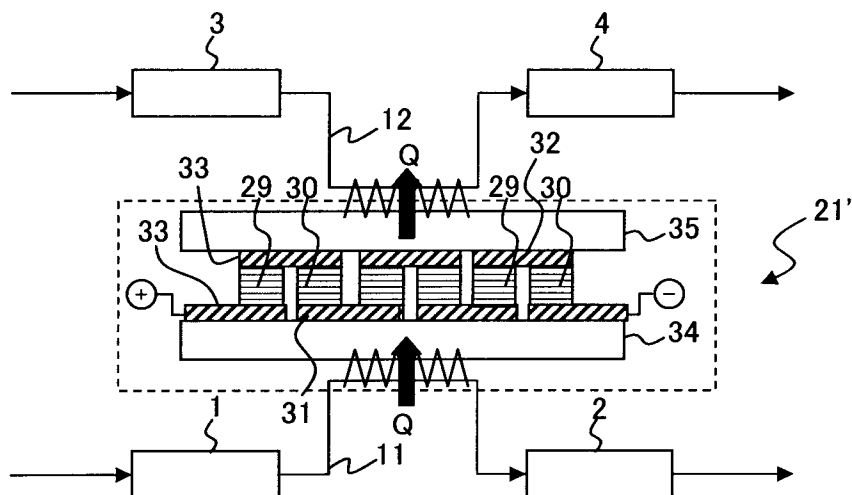
[図5]



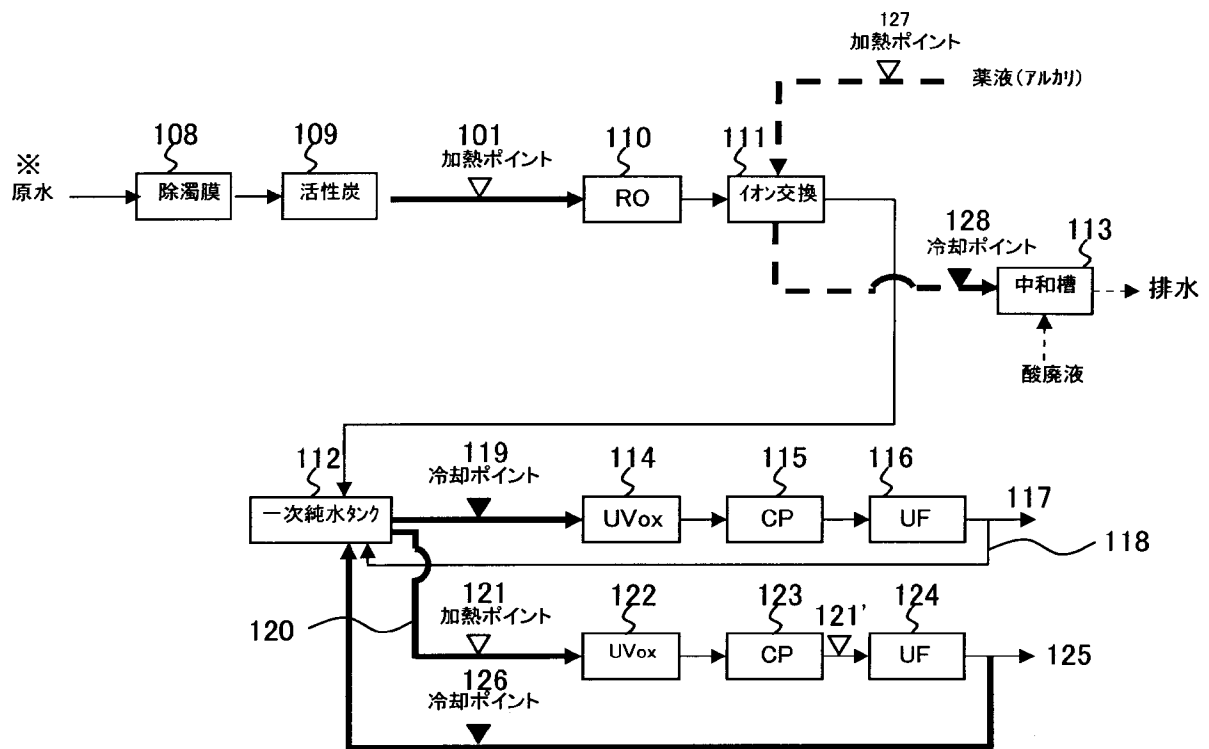
[図6]



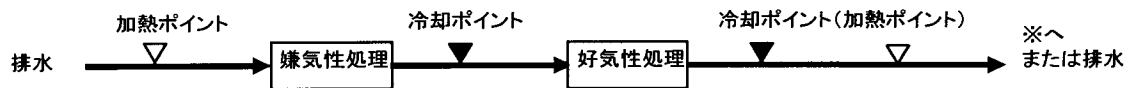
[図7]



[図8A]



[図8B]



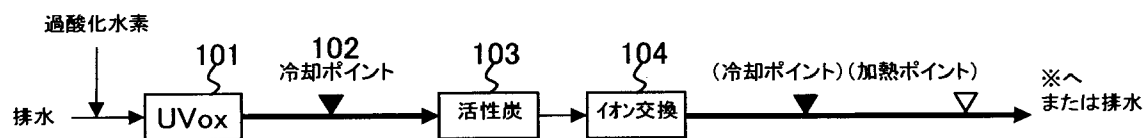
[図8C]



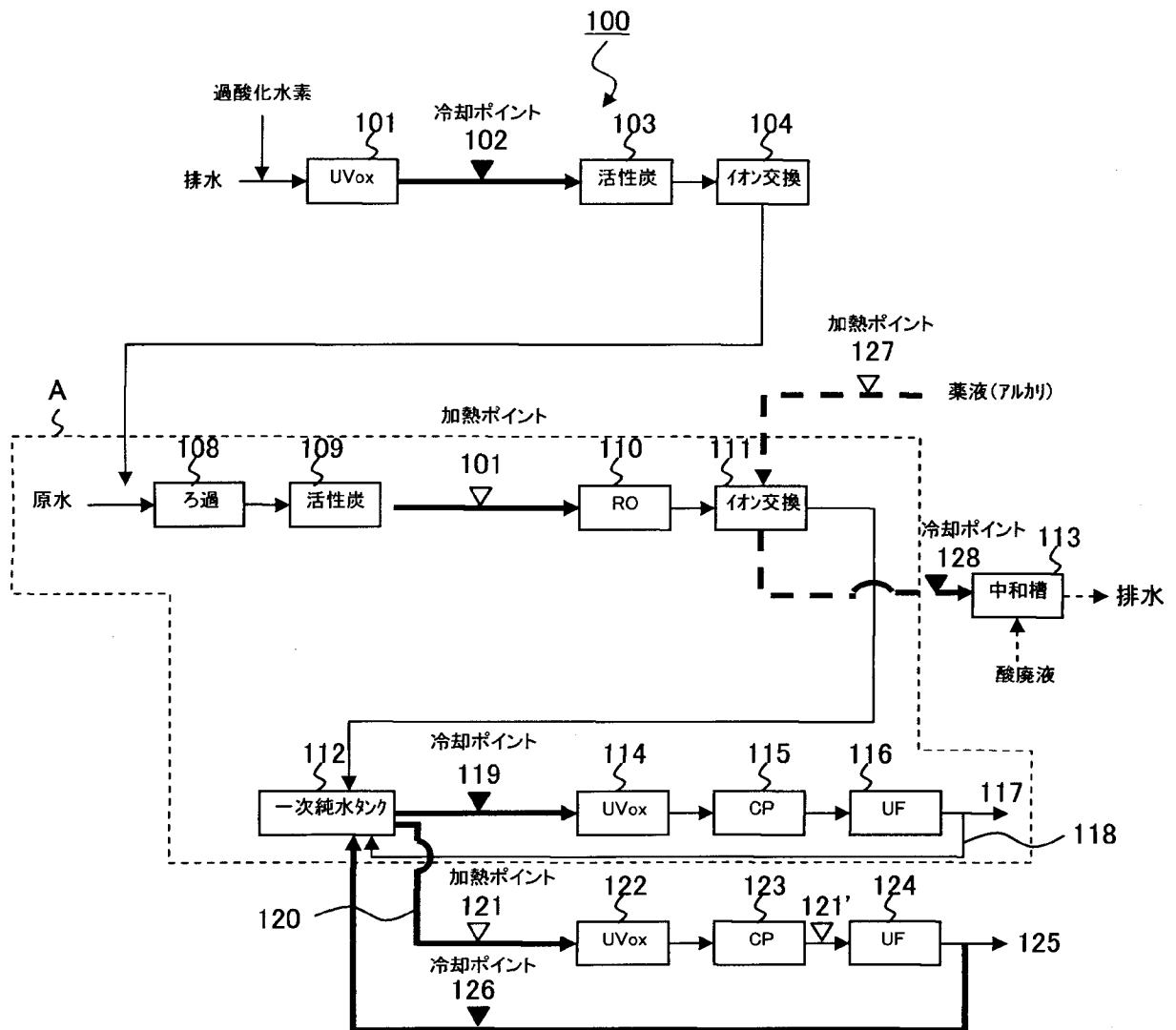
[図8D]



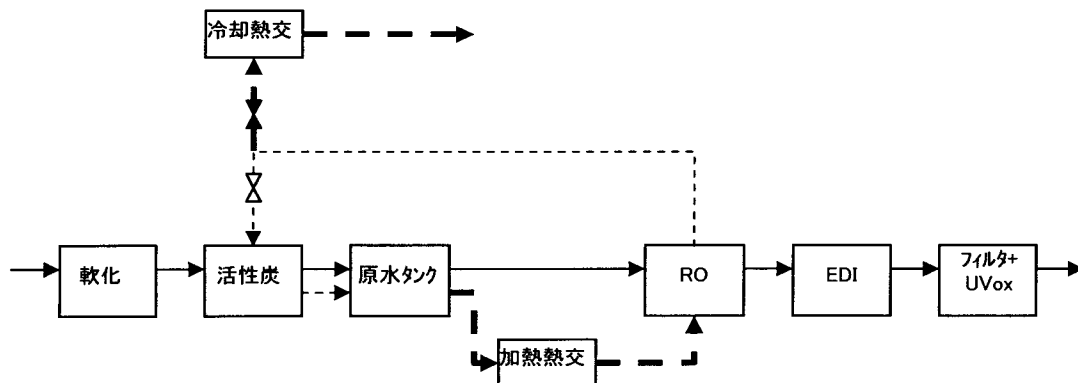
[図8E]



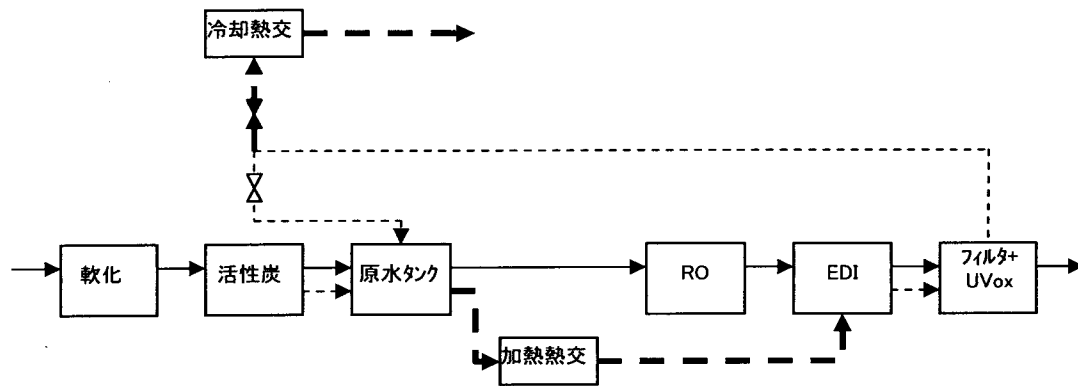
[図9]



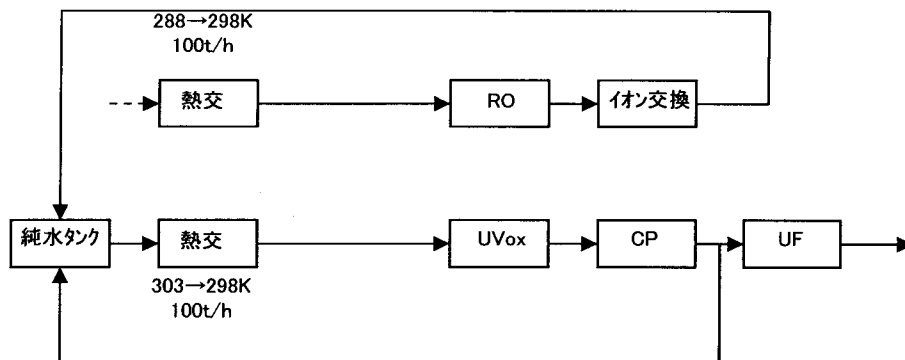
[図10A]



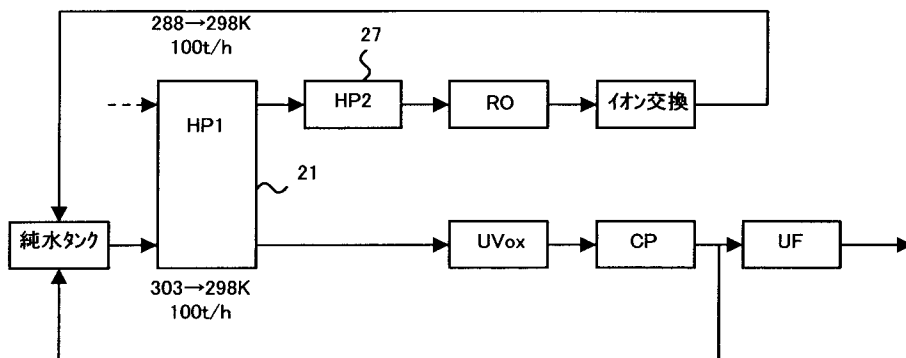
[図10B]



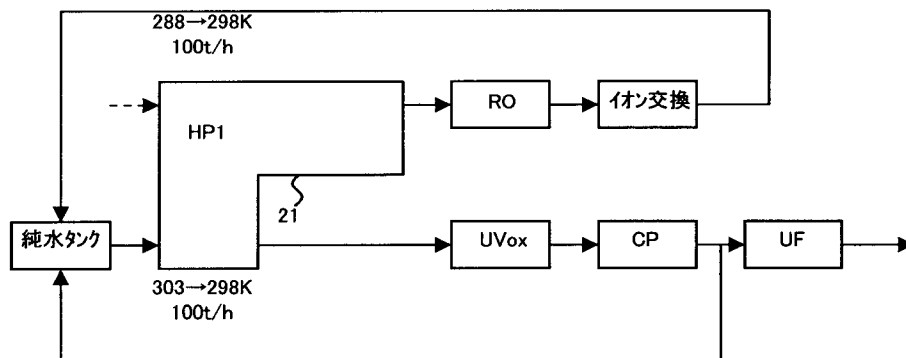
[図11A]



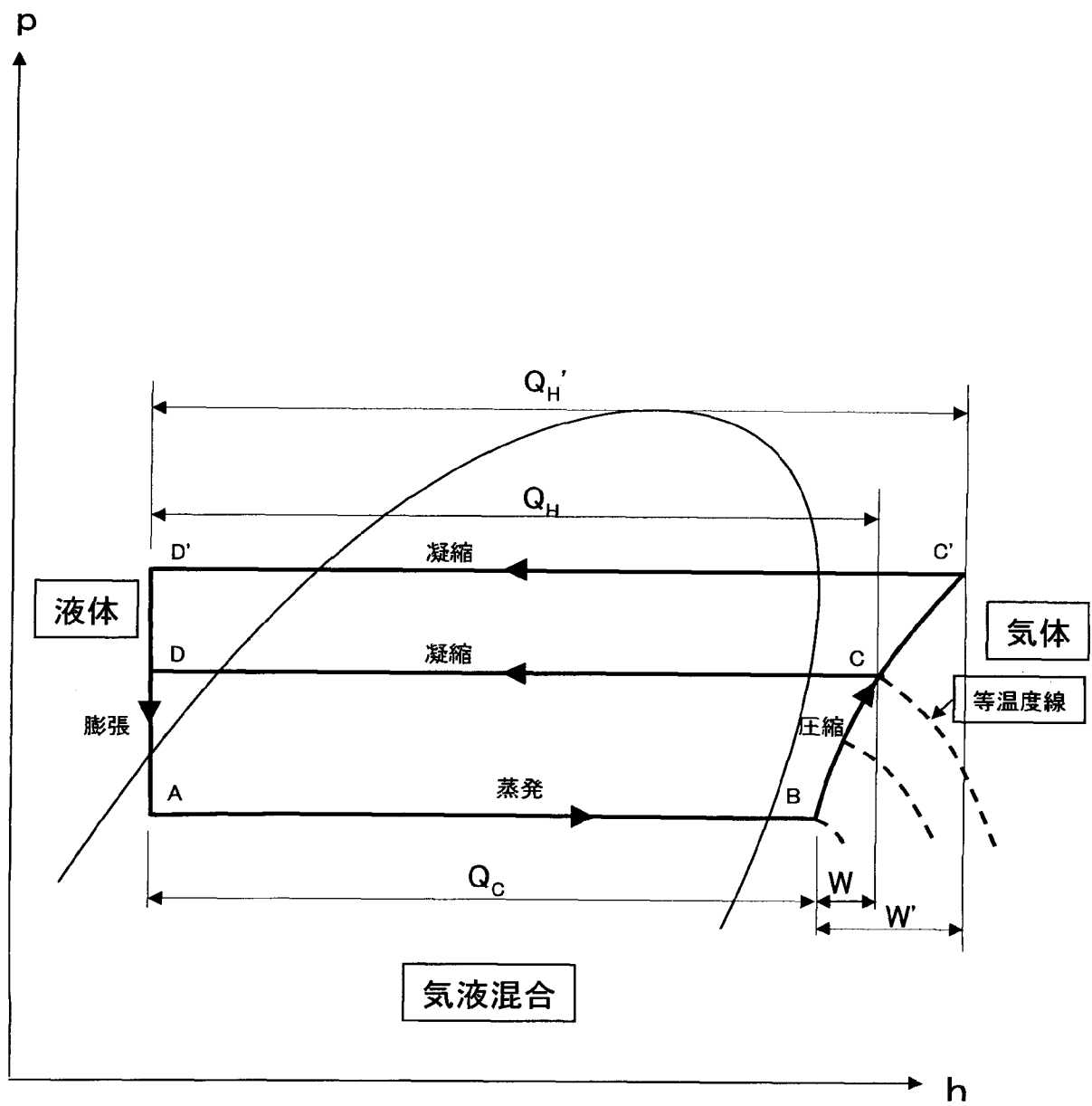
[図11B]



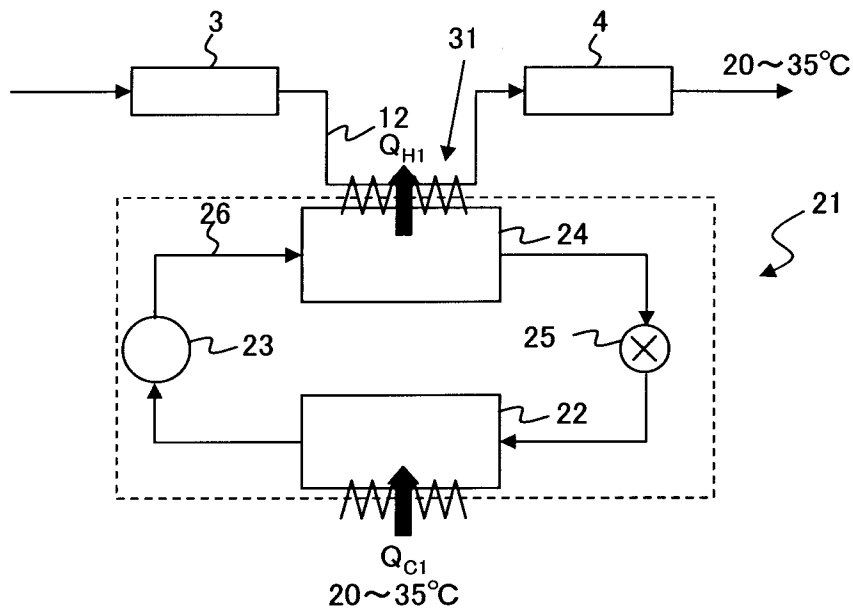
[図11C]



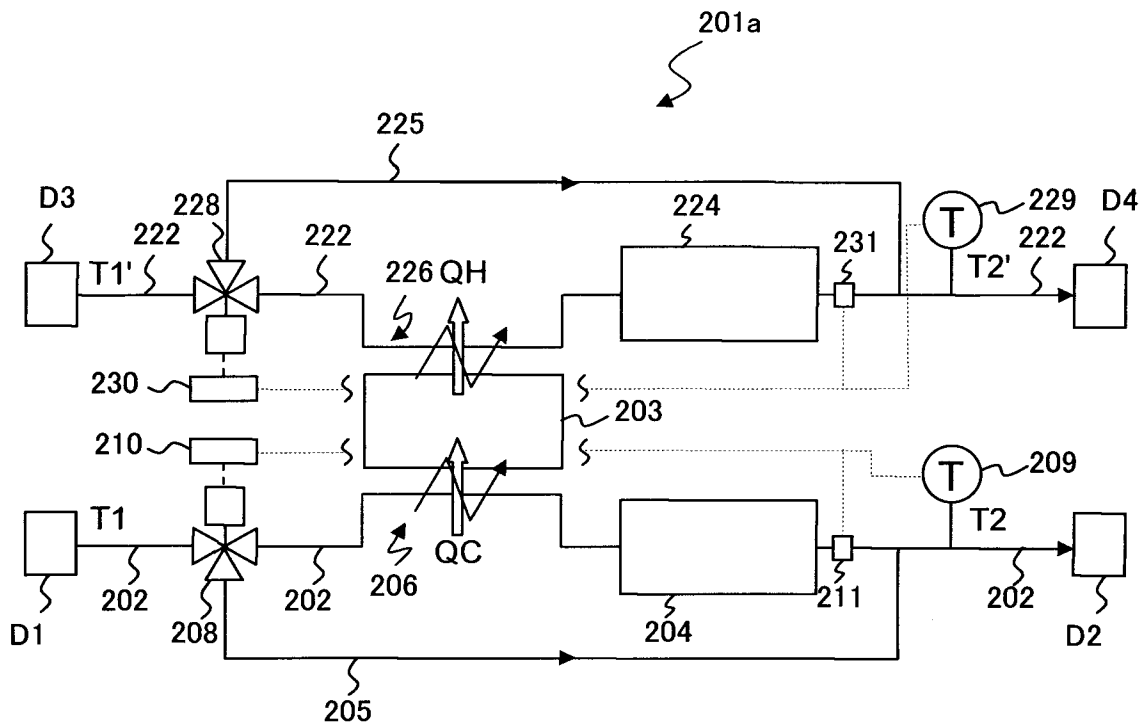
[図12]



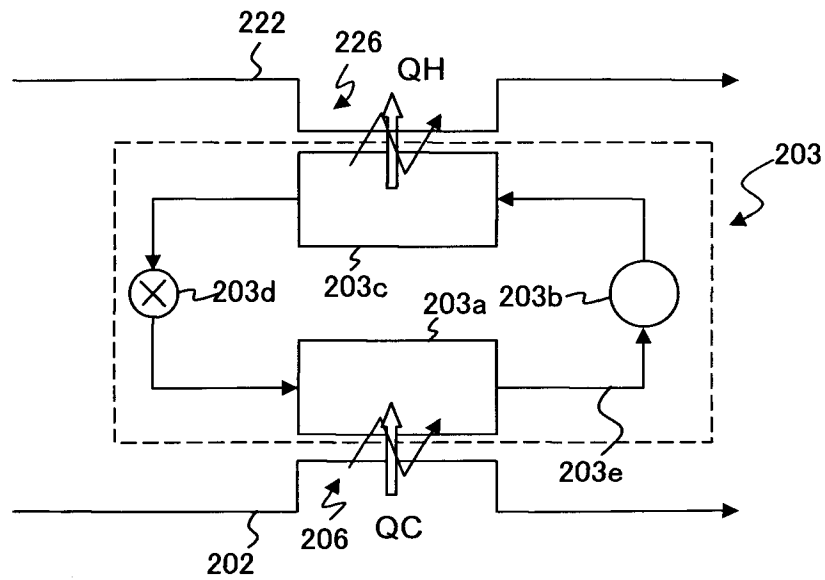
[図13]



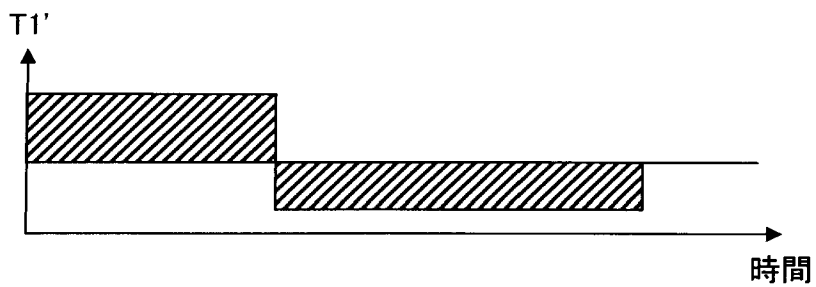
[図14A]



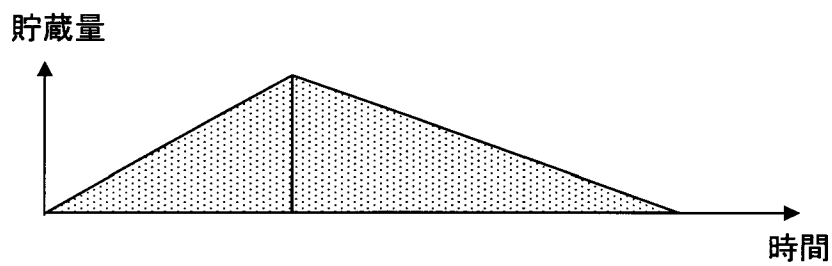
[図14B]



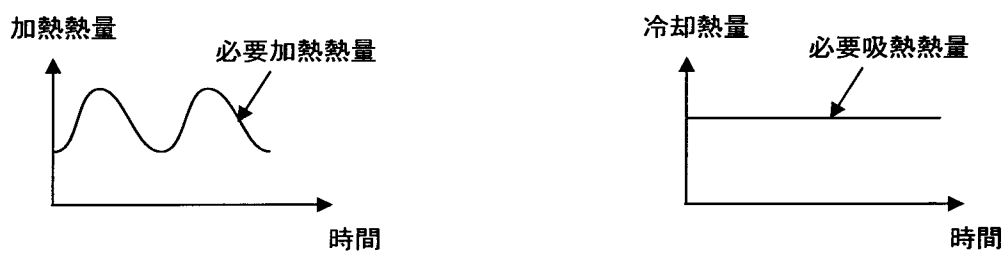
[図15A]



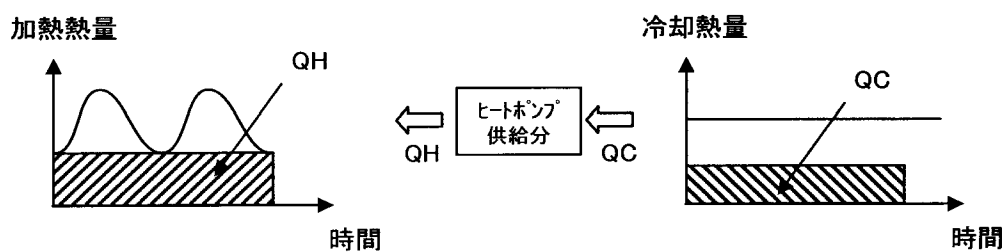
[図15B]



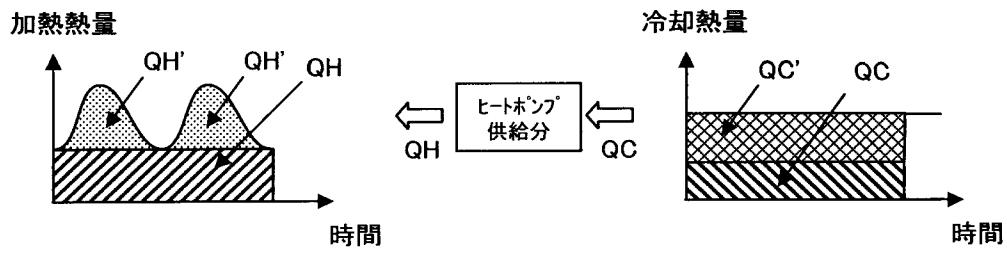
[図16A]



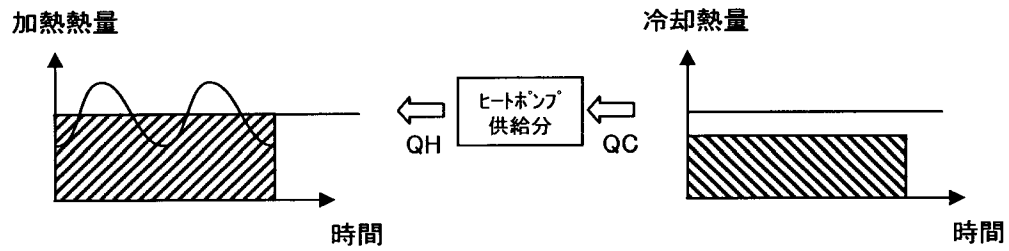
[図16B]



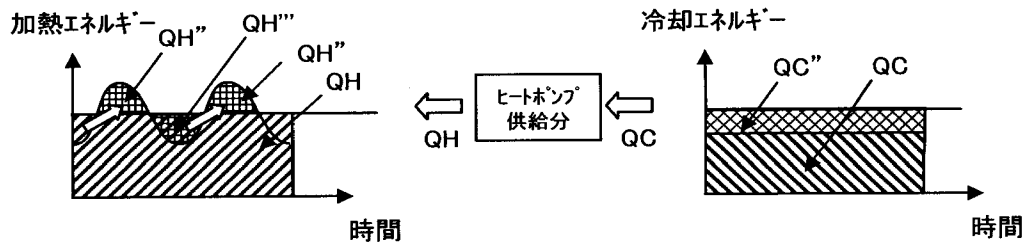
[図16C]



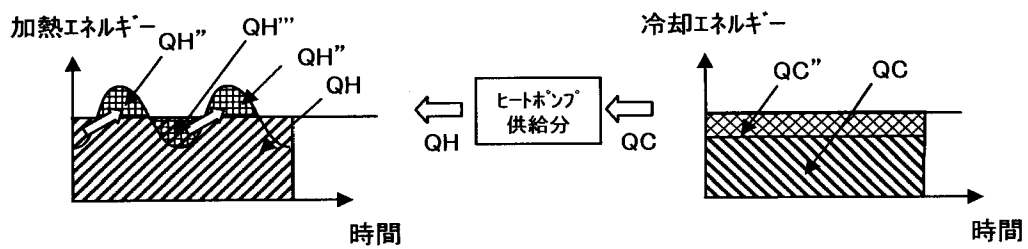
[図16D]



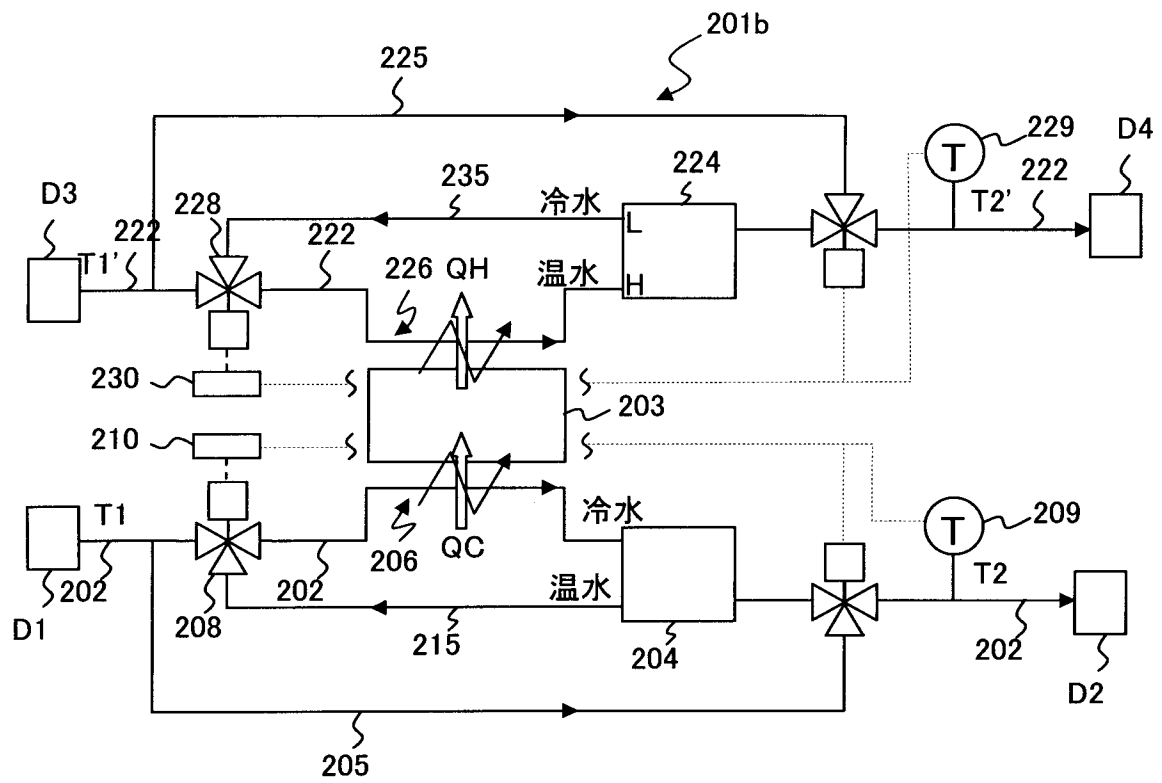
[図16E]



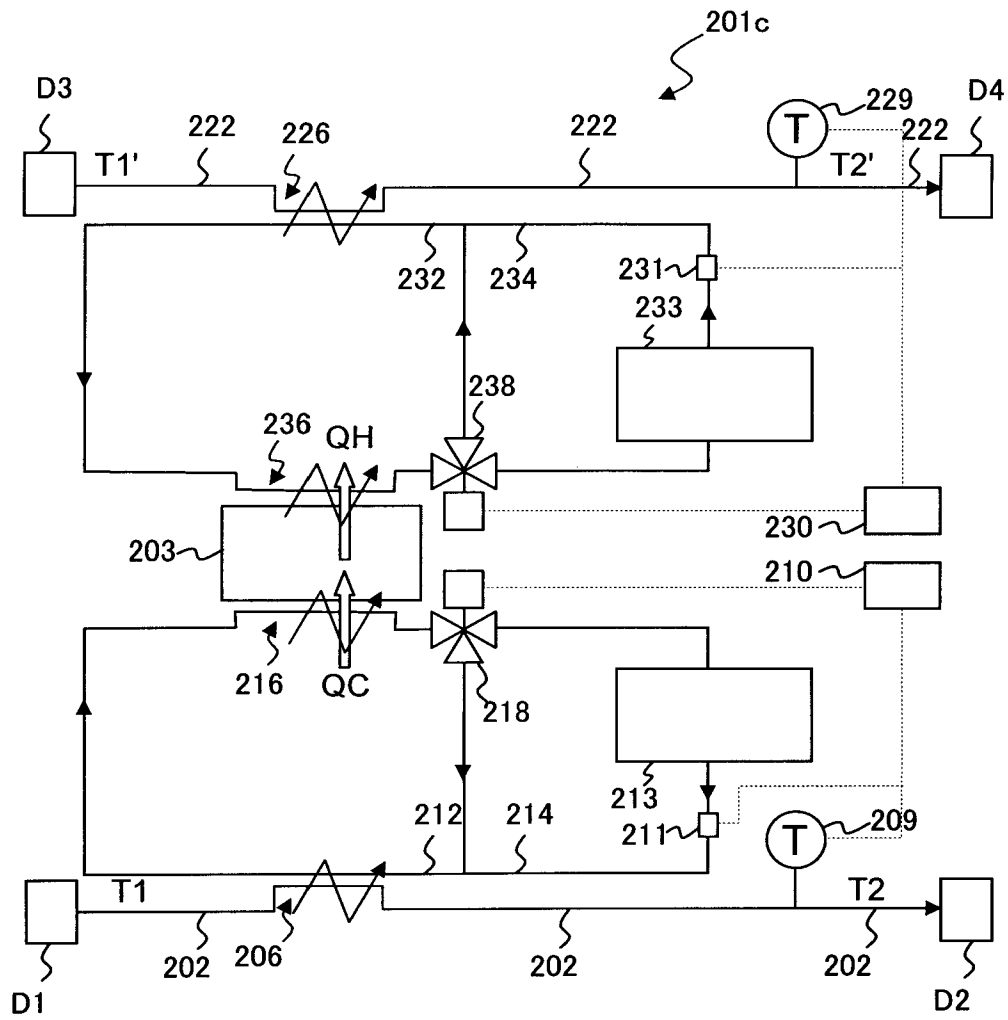
[図16F]



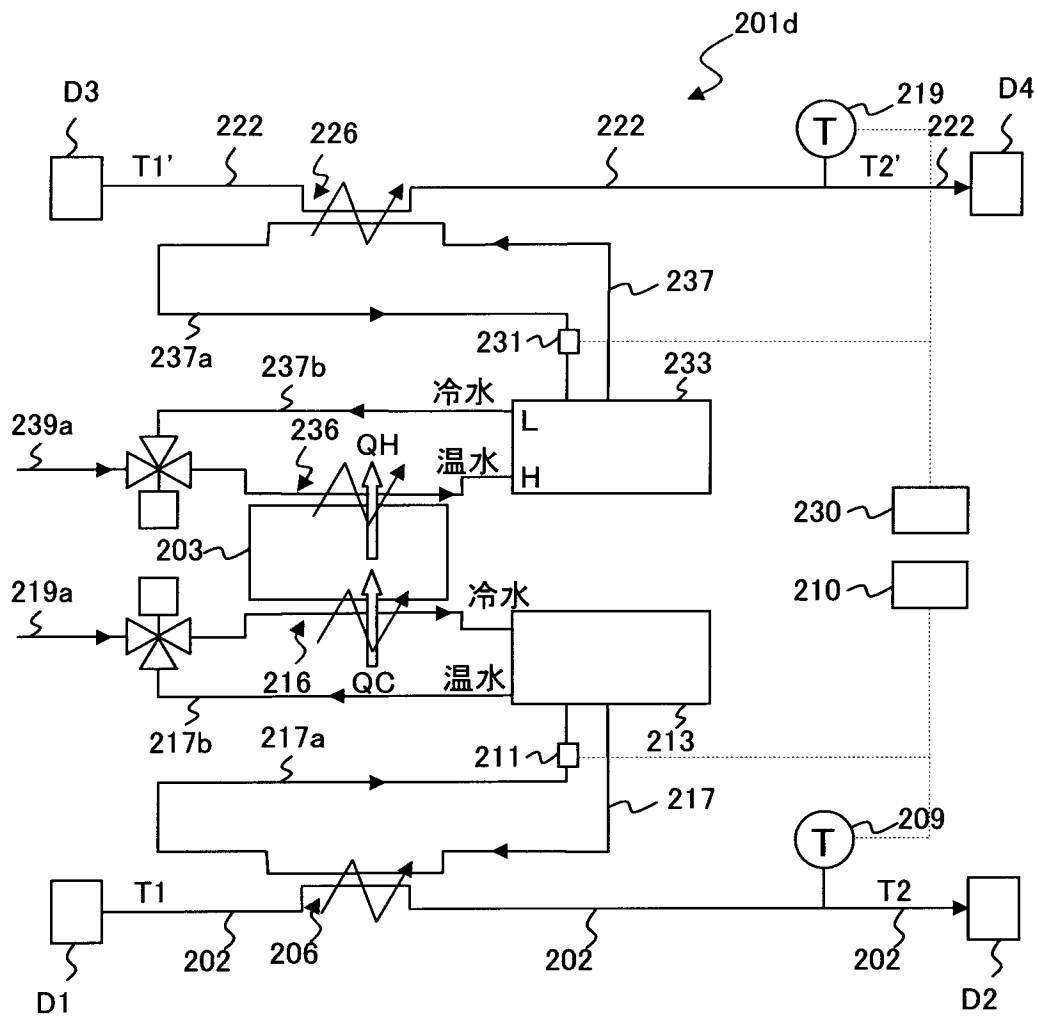
[図17]



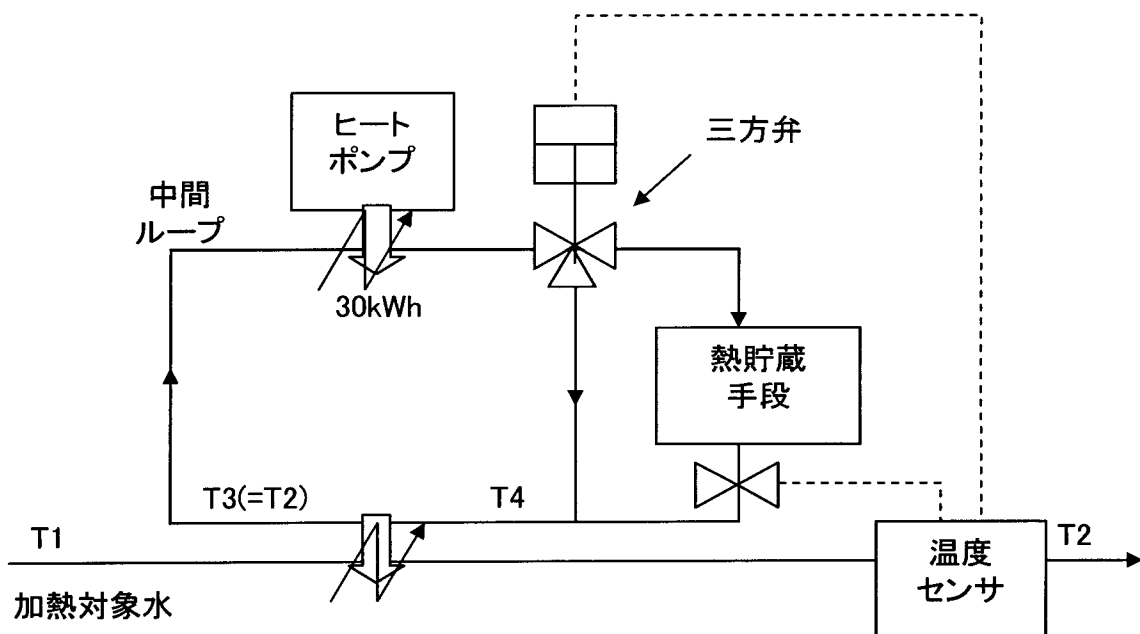
[図18]



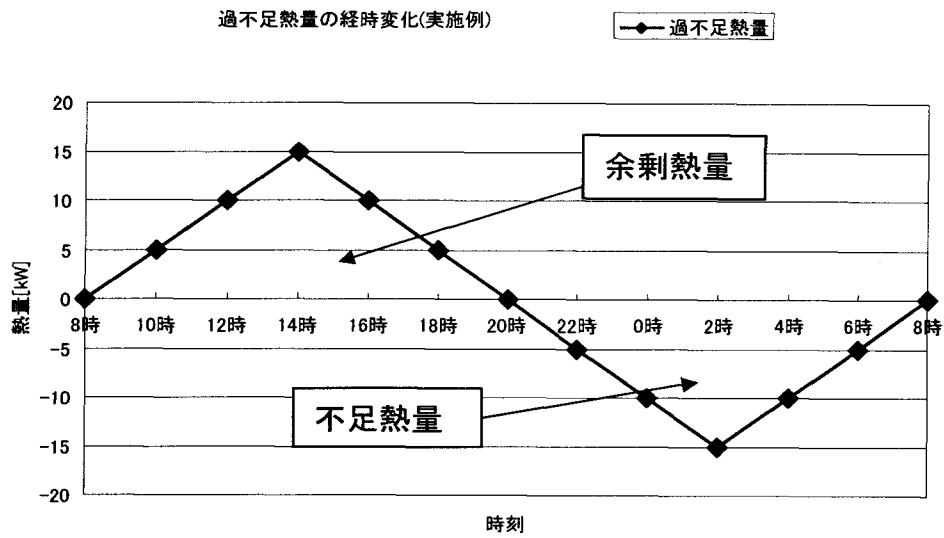
[図19]



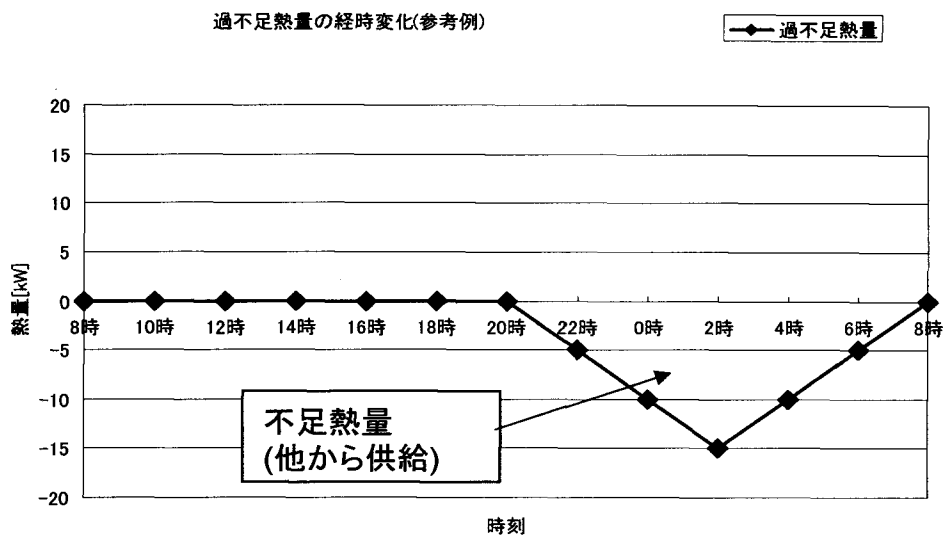
[図20]



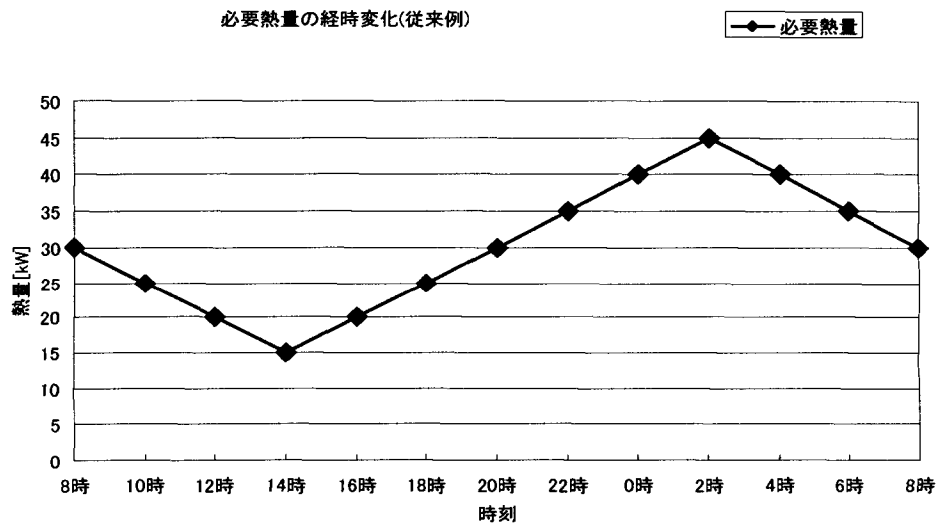
[図21A]



[図21B]



[図21C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074473

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/00(2006.01)i, B01D61/04(2006.01)i, C02F1/20(2006.01)i, C02F1/32(2006.01)i, C02F3/12(2006.01)i, F25B30/06(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)

C02F1/00, B01D61/04, C02F1/20, C02F1/32, C02F3/12, F25B30/06

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
X A	JP 11-226363 A (Kuraray Co., Ltd.), 24 August 1999 (24.08.1999), claims; paragraphs [0011] to [0013]; examples; fig. 1 (Family: none)	1-3, 7, 27 4-6, 8-26, 28
A	JP 55-075780 A (Hisaka Works, Ltd.), 07 June 1980 (07.06.1980), claims; drawings & GB 2035813 A & DE 2941686 A1 & FR 2442645 A1 & SE 7906745 A	1-28
A	JP 03-181302 A (Hitachi, Ltd.), 07 August 1991 (07.08.1991), claims; fig. 1 & US 5300197 A	1-28

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2012 (20.01.12)

Date of mailing of the international search report
31 January, 2012 (31.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074473

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X E, A	JP 2011-245413 A (Organo Corp.), 08 December 2011 (08.12.2011), claims (Family: none)	1-3, 5-7, 27 4, 8-26, 28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074473

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The document 1 (JP 11-226363 A (Kuraray Co., Ltd.), 24 August 1999 (24.08.1999), [claims], [0011]-[0013], examples) discloses a water treatment system equipped with components which are equivalent to "device", "piping section" and "heat pump" according to the present invention, and a method for treatment of water utilizing the system. Therefore, the inventions of claims 1 and 27 cannot be considered to be novel in the light of the invention disclosed in the document 1, and have no special technical feature. Consequently, the following four inventions (invention groups) are involved in claims of the present application.

(continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074473

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Meanwhile, the inventions of claims 1 and 27 having no special technical feature are classified into invention 1.

(Invention 1) claims 1-3, 7 and 27

The inventions relating to water treatment system equipped with specific piping section and heat pump; or method for treatment of water.

(Invention 2) claims 4-6

The inventions relating to water treatment system equipped with specific piping section, heat pump and intermediate loop.

(Invention 3) claims 5-18

The inventions relating to water treatment system equipped with specific piping section, heat pump and heat storage means.

(Invention 4) claims 19-26 and 28

The inventions relating to water treatment system equipped with specific piping section and heat pump, wherein the temperature of water in a piping tube is set within a specified range; or method for treatment of water.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F1/00(2006.01)i, B01D61/04(2006.01)i, C02F1/20(2006.01)i, C02F1/32(2006.01)i,
C02F3/12(2006.01)i, F25B30/06(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 (I P C))

Int.Cl. C02F1/00, B01D61/04, C02F1/20, C02F1/32, C02F3/12, F25B30/06

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X A	JP 11-226363 A (株式会社クラレ) 1999. 08. 24, 【特許請求の範囲】、 【0011】 - 【0013】、実施例、図1 (ファミリーなし)	1-3, 7, 27 4-6, 8-26, 28
A	JP 55-075780 A (株式会社日阪製作所) 1980. 06. 07, 特許請求の範 囲、図面 & GB 2035813 A & DE 2941686 A1 & FR 2442645 A1 & SE 7906745 A	1-28
A	JP 03-181302 A (株式会社日立製作所) 1991. 08. 07, 特許請求の範 囲、第1図 & US 5300197 A	1-28

☒ 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

「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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 0 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

3 1 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

川島 明子

4 D

3 8 4 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

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
E, X E, A	JP 2011-245413 A (オルガノ株式会社) 2011. 12. 08, 【特許請求の 範囲】 (ファミリーなし)	1-3, 5-7, 27 4, 8-26, 28

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

文献1（JP 11-226363 A（株式会社クラレ）1999.08.24, 【特許請求の範囲】、【0011】－【0013】、実施例）には、本願発明に係る「装置」、「配管区間」、「ヒートポンプ」に相当する構成部分を備えた水処理システム及び当該水処理システムによる水処理方法が開示されている。したがって、本願請求項1、27に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。よって、この出願の請求の範囲には、以下に示す4の発明（群）が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項1、27に係る発明は、発明1に区分する。
（以下、「特別ページ」に続く。）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(第 I I I 欄の続き)

(発明 1) 請求項 1-3、7、27

特定の配管区間、ヒートポンプを備える水処理システム又は水処理方法に係る発明。

(発明 2) 請求項 4-6

特定の配管区間、ヒートポンプ、中間ループを備える水処理システムに係る発明。

(発明 3) 請求項 5-18

特定の配管区間、ヒートポンプ、熱貯蔵手段を備える水処理システムに係る発明。

(発明 4) 請求項 19-26、28

特定の配管区間、ヒートポンプを備える水処理システムにおいて、配管内の水の温度を特定の範囲に設定する水処理システム又は水処理方法に係る発明。