

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-115813

(P2012-115813A)

(43) 公開日 平成24年6月21日(2012.6.21)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
C O 2 F 3/12 (2006.01)	C O 2 F 3/12 H	4 D O 2 8
F 2 5 B 30/02 (2006.01)	C O 2 F 3/12 B	
	F 2 5 B 30/02 H	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-270618 (P2010-270618)
 (22) 出願日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (72) 発明者 二階堂 智
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
 (72) 発明者 和島 一喜
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

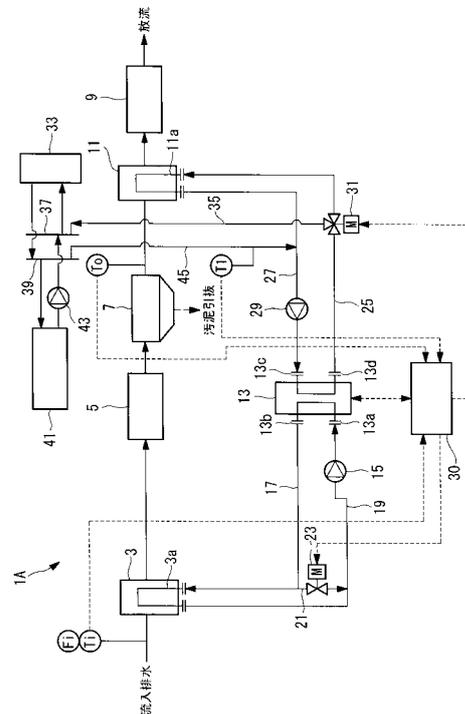
(54) 【発明の名称】 生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム、及びこれを備えた生物処理方式による排水処理設備、並びに、生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法

(57) 【要約】

【課題】 排水の目標加熱温度を安定的に維持することができる生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムを提供する。

【解決手段】 汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽5に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器3と、生物処理槽5にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器11と、加熱用熱交換器3に対して温熱を供給するとともに、熱回収用熱交換器11にて吸熱して熱回収するヒートポンプ13とを備えている。ヒートポンプ13の熱回収側には、放流水とは別の冷熱負荷33から熱回収するように接続された別熱回収系統35, 45が設けられ、加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、熱回収用熱交換器11の熱回収量および冷熱負荷33の熱回収量を決定する制御部30を備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、

前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、

前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプと、

を備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムであって、

前記ヒートポンプの熱回収側には、前記放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統が設けられ、

前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、前記熱回収用熱交換器の熱回収量および前記別熱回収系統の熱回収量を決定する制御部を備えていることを特徴とする生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム。

【請求項 2】

前記別熱回収系統が接続される前記別熱源は、冷熱負荷であることを特徴とする請求項 1 に記載の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム。

【請求項 3】

前記別熱回収系統が接続される前記別熱源は、海水または河川といった未利用の自然流体であることを特徴とする請求項 1 に記載の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム。

【請求項 4】

汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、

前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、

前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプと、

を備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムであって、

前記ヒートポンプの加熱側には、前記排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統が設けられ、

前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、前記熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、前記別加熱系統の加熱量を決定する制御部を備えていることを特徴とする生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム。

【請求項 5】

前記熱回収用熱交換器にて前記目標冷却温度まで冷却された放流水と熱交換して冷熱を取り出す冷熱用熱交換器を備えていることを特徴とする請求項 4 に記載の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれかに記載されたヒートポンプシステムと、

前記ヒートポンプシステムによって加熱された排水が導かれる生物処理槽と、
を備えていることを特徴とする生物処理方式による排水処理設備。

【請求項 7】

汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、

前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、

前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱

10

20

30

40

50

して熱回収するヒートポンプと、

を備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法であって、

前記ヒートポンプの熱回収側には、前記放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統が設けられ、

制御部により、前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、前記熱回収用熱交換器の熱回収量および前記別熱回収系統の熱回収量を決定することを特徴とする生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法。

【請求項 8】

汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、

前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、

前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプと、

を備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法であって、

前記ヒートポンプの加熱側には、前記排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統が設けられ、

前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、前記熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、前記別加熱系統の加熱量を決定する制御部を備えていることを特徴とする生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートポンプによって生物処理槽内に流入する排水を加熱する生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム、及びこれを備えた生物処理方式による排水処理設備、並びに、生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

生物処理方式による排水処理設備では、有機物を主体とする排水中の汚濁物質を微生物の働きによって分解して清浄化している。この生物処理に用いられる微生物は、典型的には、有酸素下で活動する好気性菌や、無酸素下または殆ど酸素がない条件で活動する嫌気性菌が用いられる。そして、これら好気性菌や嫌気性菌といった微生物は、所定の温度で活発に活動する。したがって、排水を生物処理する生物処理槽では、微生物の活動に適した温度を維持する必要がある。

【0003】

図 5 には、生物処理槽を適温に維持するために適用される一般的な排水処理設備が示されている。この排水処理設備 100 は、ボイラ 103 から供給される蒸気によって流入排水を加熱する加熱用熱交換器 101 と、微生物によって排水中の汚濁物質を分解する生物処理槽 105 と、生物処理槽 105 によって処理された排水を貯留して汚泥を沈殿させる沈殿槽 107 と、沈殿槽 107 にて汚泥を取り除いた後の放流水を貯留する放流ピット 109 とを備えている。

【0004】

流入排水は、加熱用熱交換器 101 へ導かれ、ボイラ 103 から供給される蒸気によって微生物が活動する所望温度となるように加熱される。排水の加熱を終えた蒸気は、ドレン水として回収される。加熱用熱交換器 101 によって加熱された排水は、生物処理槽 105 へと導かれ、この生物処理槽 105 内にて活動する微生物によって汚濁物質が分解さ

10

20

30

40

50

れる。生物処理を終えた排水は沈殿槽 107 へと導かれ汚泥を除去された後に放流ピット 109 へと導かれ、河川や海へと放流される。

【0005】

この排水処理設備 100 は、ボイラ 103 を用いて排水を加熱するので、ボイラ燃料として化石燃料を使用することになる。化石燃料を使用するので、燃焼後の排出ガスを大気に放出することになり、地球温暖化や環境汚染の観点から好ましくない。また、燃焼熱による加熱は効率的に運用しても COP (成績係数) は 1 を超えることはなく、省エネルギーの観点からも好ましくない。

【0006】

これに対して、下記特許文献 1 では、ヒートポンプによって排水を加熱する発明が開示されている。ヒートポンプを用いれば、COP を 1 以上にすることができ、また燃焼排ガスを放出することがないので好ましい。図 6 には、このようなヒートポンプ加熱による排水処理設備 110 が示されている。

10

【0007】

排水処理設備 110 は、図 5 に示した排水処理設備 100 と同様に、加熱用熱交換器 101、生物処理槽 105、沈殿槽 107 及び放流ピット 109 を備えている。さらに、排水処理設備 110 は、ボイラに代えてヒートポンプ 111 を備えている。ヒートポンプ 111 の温熱は、温水ポンプ 113 によって循環する温水によって、加熱用熱交換器 101 へと出力される。ヒートポンプ 111 の熱源は、沈殿槽 107 と放流ピット 109 との間に設けた熱回収用熱交換器 117 によって放流水から得られる回収熱とされる。すなわち、回収用熱交換器 117 とヒートポンプ 111 との間で冷水が冷水ポンプ 115 によって循環されるようになっており、この冷水によって熱回収用熱交換器 117 にて回収された回収熱がヒートポンプ 111 へ供給される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献 1】特開平 2 - 214598 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

一般に、ヒートポンプは、所定のエネルギーを投入して低温熱源から熱回収して高温側へと熱を移動させるものであるため、熱回収量と温熱出力との間には一定の比率がある。したがって、処理すべき流入排水の温度や流量が変化すると、目標加熱温度を維持するための加熱量も変化し、これに付随して必要な回収熱量も変化する。

30

【0010】

しかし、図 6 に示したヒートポンプ 111 を用いたシステムは、加熱用熱交換器 101 に流入する排水の温度や流量に応じて必要な温熱出力 (加熱量) が変化するにも関わらず、熱回収用熱交換器 117 での熱回収量は流入する放流水の温度および流量に依存することになっており、必要な温熱出力と熱回収量とのアンバランスが生じる。これでは、流入排水を目標加熱温度に維持することができないという問題がある。

40

【0011】

また、熱回収用熱交換器 117 にて熱回収されて冷却された放流水の冷熱を利用したい場合がある。この場合、熱回収用熱交換器 117 にて冷却された放流水を目標冷却温度に維持する必要がある。しかし、上述のように、図 6 に示したヒートポンプ 111 を用いたシステムでは、温熱出力と熱回収量の比率を調整することができないので、目標加熱温度および目標冷却温度の両立を図ることができない。

【0012】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、排水の目標加熱温度を安定的に維持することができる、及び/又は、排水の目標加熱温度と放流水の目標冷却温度の両者を安定的に維持することができる生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシ

50

ステム、及びこれを備えた生物処理方式による排水処理設備、並びに、生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御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】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステム、及びこれを備えた生物処理方式による排水処理設備、並びに、生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法は以下の手段を採用する。

すなわち、本発明にかかる生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムは、汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプとを備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムであって、前記ヒートポンプの熱回収側には、前記放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統が設けられ、前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、前記熱回収用熱交換器の熱回収量および前記別熱回収系統の熱回収量を決定する制御部を備えていることを特徴とする。

10

【0014】

本発明のヒートポンプシステムは、熱回収用熱交換器にて生物処理後の放流水から熱回収し、この回収熱を熱源として運転されて温熱を出力し、加熱用熱交換器にて生物処理前の排水を加熱する。

20

ヒートポンプは、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度が得られるように運転する。目標加熱温度が決まると、ヒートポンプの温熱出力である加熱量が決まり、この加熱量に対応して所定の比率で必要な熱回収量が決まる。このように、ヒートポンプの温熱出力が決まれば、これに応じた熱回収量が決まるので、加熱する排水の温度や流量が変化すればヒートポンプによる温熱出力も変化し、必要な熱回収量も変化する。

そこで、本発明では、ヒートポンプの熱回収側に、放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統を設け、放流水以外から熱回収できるようにした。そして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、熱回収用熱交換器の熱回収量と別熱回収系統の熱回収量を決定することとした。これにより、加熱量の変化に熱回収量を追従させることができ、排水の目標加熱温度に応じた適切な熱回収量を得ることができる。

30

【0015】

さらに、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムでは、前記別熱回収系統が接続される前記別熱源は、冷熱負荷であることを特徴とする。

【0016】

別熱源として冷熱負荷を用いることにより、冷熱負荷から熱回収すると同時に冷熱負荷に必要な冷熱を供給することができる。これにより、冷熱負荷に冷熱を与えるための冷凍機の負荷を減少させることができ、冷凍機を含めた全体のシステムの効率が向上する。好ましくは、冷熱負荷から主として熱回収を図り、不足分を放流水から熱回収するように制御する。このような制御を行えば、冷熱負荷用の冷凍機の消費エネルギーを可及的に少なくできるからである。

40

また、排水処理設備の周囲に適切な冷熱負荷が存在しない場合であっても別熱源を得ることができる点で有利である。

【0017】

さらに、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムでは、前記別熱回収系統が接続される前記別熱源は、海水または河川といった未利用の自然流体であることを特徴とする。

【0018】

別熱源として海水または河川といった未利用の自然流体を用いることにより、本来的に

50

未利用とされた自然エネルギーを利用することができ、エネルギーの有効活用を図ることができる。

【0019】

また、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムは、汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプと、を備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムであって、前記ヒートポンプの加熱側には、前記排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統が設けられ、前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、前記熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、前記別加熱系統の加熱量を決定する制御部を備えていることを特徴とする。

10

【0020】

本発明のヒートポンプシステムは、熱回収用熱交換器にて生物処理後の放流水から熱回収し、この回収熱を熱源として運転されて温熱を出力し、加熱用熱交換器にて生物処理前の排水を加熱する。

ヒートポンプは、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度が得られるように運転する。目標加熱温度が決まると、ヒートポンプの温熱出力である加熱量が決まり、この加熱量に対応して所定の比率で必要な熱回収量が決まる。しかし、熱回収用熱交換器にて熱回収して冷却した放流水を所定の目標冷却温度にしたい場合、この目標冷却温度から決まる熱回収量は、上述した加熱量から決まる熱回収量とは異なるものとなる場合が生じる。すなわち、目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量と、目標冷却温度を得るための熱回収量とのアンバランスが生じる。

20

そこで、本発明では、ヒートポンプの加熱側に、排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統を設け、排水以外も加熱できるようにした。そして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、別加熱系統の加熱量を決定することとした。これにより、ヒートポンプの加熱量（温熱出力）と熱回収量（冷熱出力）とをバランスさせることができ、目標加熱温度に排水を加熱するとともに、目標冷却温度に放流水を冷却することができる。

30

【0021】

さらに、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムでは、前記熱回収用熱交換器にて前記目標冷却温度まで冷却された放流水と熱交換して冷熱を取り出す冷熱用熱交換器を備えていることを特徴とする。

【0022】

熱回収用熱交換器にて目標冷却温度まで冷却された放流水と熱交換して冷熱を取り出す冷熱用熱交換器を設けることとしたので、冷熱用熱交換器にて得られた冷熱を他の設備の冷熱として利用することができる。得られた冷熱は、具体的には、圧縮機の冷却水や、冷房空調負荷として利用することができる。

40

【0023】

また、本発明の生物処理方式による排水処理設備は、上記のいずれかのヒートポンプシステムと、前記ヒートポンプシステムによって加熱された排水が導かれる生物処理槽とを備えていることを特徴とする。

【0024】

上記のヒートポンプシステムを用いることにより、所望の目標加熱温度とされた排水が生物処理槽に供給されるので、安定した生物処理が可能となる。

【0025】

また、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法は、汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換

50

器と、前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプとを備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法であって、前記ヒートポンプの熱回収側には、前記放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統が設けられ、制御部により、前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、前記熱回収用熱交換器の熱回収量および前記別熱回収系統の熱回収量を決定することを特徴とする。

【0026】

本発明の制御方法に用いるヒートポンプシステムは、熱回収用熱交換器にて生物処理後の放流水から熱回収し、この回収熱を熱源として運転されて温熱を出力し、加熱用熱交換器にて生物処理前の排水を加熱する。

ヒートポンプは、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度が得られるように運転する。目標加熱温度が決まると、ヒートポンプの温熱出力である加熱量が決まり、この加熱量に対応して所定の比率で必要な熱回収量が決まる。このように、ヒートポンプの温熱出力が決まれば、これに応じた熱回収量が決まるので、加熱する排水の温度や流量が変化すればヒートポンプによる温熱出力も変化し、必要な熱回収量も変化する。

そこで、本発明では、ヒートポンプの熱回収側に、放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収系統を設け、放流水以外から熱回収できるようにした。そして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量となるように、熱回収用熱交換器の熱回収量と別熱回収系統の熱回収量を決定することとした。これにより、加熱量の変化に熱回収量を追従させることができ、排水の目標加熱温度に応じた適切な熱回収量を得ることができる。

【0027】

また、本発明の生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法は、汚濁物質を微生物によって処理する生物処理槽に流入する排水を加熱する加熱用熱交換器と、前記生物処理槽にて処理された後に放流される放流水から熱回収する熱回収用熱交換器と、前記加熱用熱交換器に対して温熱を供給するとともに、前記熱回収用熱交換器にて吸熱して熱回収するヒートポンプとを備えた生物処理方式による排水処理設備用ヒートポンプシステムの制御方法であって、前記ヒートポンプの加熱側には、前記排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統が設けられ、前記加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、前記熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、前記別加熱系統の加熱量を決定する制御部を備えていることを特徴とする。

【0028】

本発明の制御方法に用いるヒートポンプシステムは、熱回収用熱交換器にて生物処理後の放流水から熱回収し、この回収熱を熱源として運転されて温熱を出力し、加熱用熱交換器にて生物処理前の排水を加熱する。

ヒートポンプは、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度が得られるように運転する。目標加熱温度が決まると、ヒートポンプの温熱出力である加熱量が決まり、この加熱量に対応して所定の比率で必要な熱回収量が決まる。しかし、熱回収用熱交換器にて熱回収して冷却した放流水を所定の目標冷却温度にしたい場合、この目標冷却温度から決まる熱回収量は、上述した加熱量から決まる熱回収量とは異なるものとなる場合が生じる。すなわち、目標加熱温度を得るための加熱量から決まる熱回収量と、目標冷却温度を得るための熱回収量とのアンバランスが生じる。

そこで、本発明では、ヒートポンプの加熱側に、排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱系統を設け、排水以外も加熱できるようにした。そして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、別加熱系統の加熱量を決定することとした。これにより、ヒートポンプ

10

20

30

40

50

の加熱量（温熱出力）と熱回収量（冷熱出力）とをバランスさせることができ、目標加熱温度に排水を加熱するとともに、目標冷却温度に放流水を冷却することができる。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、ヒートポンプの熱回収側に、放流水とは別の別熱源から熱回収するように接続された別熱回収システムを設け、放流水以外から熱回収できるようにして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度から決まる熱回収量となるように、熱回収用熱交換器の熱回収量と別熱回収システムの熱回収量を決定することとしたので、加熱量の変化に熱回収量を追従させることにより、排水の目標加熱温度を安定的に維持することができる。

【0030】

また、ヒートポンプの加熱側に、排水とは別の別温熱負荷を加熱するように接続された別加熱システムを設け、排水以外も加熱できるようにして、加熱用熱交換器にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定した上で、熱回収用熱交換器にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度から決まる加熱量となるように、別加熱システムの加熱量を決定することとしたので、ヒートポンプの加熱量（温熱出力）と熱回収量（冷熱出力）とをバランスさせることにより、排水の目標加熱温度および放流水の目標冷却温度を安定的に維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる排水処理設備を示した概略構成図である。

【図2】図1のヒートポンプの制御を示した制御ブロック図である。

【図3】本発明の第2実施形態にかかる排水処理設備を示した概略構成図である。

【図4】本発明の第3実施形態にかかる排水処理設備を示した概略構成図である。

【図5】従来のボイラを用いた排水処理設備を示した概略構成図である。

【図6】従来のヒートポンプを用いた排水処理設備を示した概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下に、本発明にかかる実施形態について、図面を参照して説明する。

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1及び図2を用いて説明する。

図1には、本実施形態にかかる生物処理方式による排水処理設備1Aが示されている。

【0033】

排水処理設備1Aは、流入排水を加熱する加熱用熱交換器3と、微生物によって排水中の汚濁物質（有機物）を分解する生物処理槽5と、生物処理槽5によって処理された排水を貯留して汚泥を沈殿させる沈殿槽7と、沈殿槽7にて汚泥を取り除いた後の放流水を貯留する放流ピット9とを備えている。また、沈殿槽7と放流ピット9との間には、沈殿槽7からの放流水から熱回収する熱回収用熱交換器11が設けられている。

【0034】

加熱用熱交換器3は、流入排水と、後述するヒートポンプ13によって加熱された温水とを熱交換させるものである。加熱用熱交換器3は、温水用伝熱管3aを備えており、この温水用伝熱管3aの内部を通過する温水と、温水用伝熱管3aの外面に接して流れる排水とが熱交換を行う。

【0035】

生物処理槽5は、有酸素下で活動する好気性菌、又は、無酸素下または殆ど酸素がない条件で活動する嫌気性菌といった微生物によって排水中の汚濁物質を分解する。生物処理槽5内は、好気性菌または嫌気性菌に必要とされる酸素濃度に維持されている。また、好気性菌や嫌気性菌といった微生物の活動に適した温度に維持されている。この温度は、後述するように、ヒートポンプ13によって加熱用熱交換器3にて排水を加熱することによって得られる。

【0036】

10

20

30

40

50

沈殿槽 7 は、生物処理槽 5 によって処理された排水を貯留して汚泥を沈殿させる。沈殿された汚泥は、下方から引き抜かれて系外へ排出する。沈殿槽 7 の上方に存在する水分は、放流水として、熱回収用熱交換器 11 へと導かれる。

なお、本実施形態を含む本発明では、沈殿槽 7 で処理される前のものを排水といい、沈殿槽 7 で処理されたものを放流水という。

【0037】

熱回収用熱交換器 11 は、沈殿槽 7 から導かれた放流水と、後述するヒートポンプ 13 によって冷却された冷水とを熱交換させるものである。熱回収用熱交換器 11 は、冷水用伝熱管 11a を備えており、この冷水用伝熱管 11a の内部を通過する冷水と、冷水用伝熱管 11a の外面に接して流れる放流水とが熱交換を行う。

10

【0038】

放流ピット 9 は、熱回収用熱交換器 11 にて熱回収されて冷却された後の放流水を一時的に貯留するものである。放流ピット 9 から流出した放流水は、河川や海へと放流される。

【0039】

加熱用熱交換器 3 と熱回収用熱交換器 11 との間には、これら熱交換器 3, 11 と熱の授受を行うヒートポンプ 13 が設けられている。このヒートポンプ 13 によって、熱回収用熱交換器 11 にて熱回収し、加熱用熱交換器 3 へ温熱を出力する。

ヒートポンプ 13 は、ターボ冷凍機とされている。ターボ冷凍機は、図示しないが、冷媒を圧縮するターボ圧縮機と、ターボ圧縮機によって圧縮された冷媒を凝縮させる凝縮器と、凝縮された液冷媒を膨張させる膨張弁と、膨張された冷媒を蒸発させる蒸発器とを備えている。

20

なお、ヒートポンプ 13 としては、典型的には、本実施形態のようにターボ圧縮機を用いたターボ冷凍機が挙げられるが、スクリー式やスクロール式の圧縮機を用いた他の蒸気圧縮式のヒートポンプでもよく、また、吸収式冷凍機や吸着式冷凍機等の他の形式であってもよい。

【0040】

冷媒が凝縮器にて凝縮する際に放熱する凝縮熱によって、温水入口ノズル 13a から流入する温水を加熱する。加熱された温水は、温水出口ノズル 13b から流出し、温水往配管 17 を通り、加熱用熱交換器 3 内に設置された温水用伝熱管 3a へと導かれる。温水用伝熱管 3a の下流側には温水還配管 19 が接続されており、熱交換後の温水を温水入口ノズル 13a へと返送する。温水還配管 19 には、温水ポンプ 15 が設けられており、これにより、温水がヒートポンプ 13 と加熱用熱交換器 3 との間で循環するようになっている。

30

【0041】

温水往配管 17 と温水還配管 19 との間には、温水バイパス配管 21 及び温水バイパス弁 23 が設けられている。温水バイパス弁 23 は、制御部 30 によって、その開度が調整されるようになっている。温水バイパス弁 23 の開度を調整してヒートポンプ 13 からの温水の一部を加熱用熱交換器 3 からバイパスさせて温水還配管 19 へと流すことによって、加熱用熱交換器 3 によって加熱される排水の目標加熱温度が調整されるようになっている。

40

【0042】

冷媒が蒸発器にて蒸発する際に吸熱する蒸発熱によって、冷水入口ノズル 13c から流入する冷水を冷却する。冷却された冷水は、冷水出口ノズル 13d から流出し、冷水往配管 25 を通り、熱回収用熱交換器 11 内に設置された冷水用伝熱管 11a へと導かれる。冷水用伝熱管 11a の下流側には冷水還配管 27 が接続されており、熱交換後の冷水を冷水入口ノズル 13c へと返送する。冷水還配管 27 には、冷水ポンプ 29 が設けられており、これにより、冷水がヒートポンプ 13 と熱回収用熱交換器 11 との間で循環するようになっている。

【0043】

50

冷水往配管 25 には、冷水を冷熱負荷 33 へと導くための冷水三方弁 31 が設けられている。冷水三方弁 31 は、制御部 30 によって、その開度が調整されるようになっている。冷水三方弁 31 の開度を調整することによって、ヒートポンプ 13 から導かれた冷水を、熱回収用熱交換器 11 側と、冷熱負荷 33 側とに分配する。冷水三方弁 31 によって冷熱負荷 33 側に分岐された冷水は、冷熱負荷往配管 35 を通り、冷水往ヘッダ 37 へと導かれる。また、冷水三方弁 31 は、三方弁の代わりに、通常の制御弁（二方弁）を 2 つ組合せて構成したものでよい。

冷熱負荷 33 は、例えば冷房用空調や、圧縮機の冷却水とされており、冷水往ヘッダ 37 から導かれた冷水によって冷熱を得る。冷熱負荷 33 に冷熱を与えた後の冷水は、冷水還ヘッダ 39 へと導かれる。冷熱往ヘッダ 37 及び冷熱還ヘッダ 39 は、別途設けられた冷熱出力用の熱源機（冷凍機）41 と接続されており、これらの間で冷水ポンプ 43 によって冷水が循環するようになっている。

冷水還ヘッダ 39 には、冷熱負荷還配管 45 が接続されており、この冷熱負荷還配管 45 を通って冷水が冷水還配管 27 に合流してヒートポンプ 13 側へと導かれる。

【0044】

このように、冷熱負荷 33 へと冷水を供給して回収する系統、すなわち冷熱負荷往配管 35 及び冷熱負荷還配管 45 は、熱回収用熱交換器 11 によって排水から熱回収する系統とは別の別熱回収系統とされている。

【0045】

制御部 30 は、各種の入力データに基づいて、流入排水を目標加熱温度まで加熱する制御を行う。制御部 30 には、加熱用熱交換器 3 によって加熱される前の流入排水温度 T_i 及び流入排水流量 F_i と、沈殿槽 7 から流出され熱回収用熱交換器 11 へ流入する前の放流水温度 T_o と、冷熱負荷還配管 45 を通り冷水還配管 27 へ合流する前の冷水温度（別熱源温度） T_1 と、例えばヒートポンプ温水出入口温度、冷水出入口温度等のヒートポンプ 13 の計測諸値が入力される。そして、制御部 30 は、排水の目標加熱温度が得られるようにヒートポンプ 13 の温水出口温度（温水出口ノズル 13b から流出する温水温度）の設定を行うと共に、温水バイパス弁 23 及び冷水三方弁 31 の開度を制御する。

【0046】

図 2 には、制御部 30 の具体的構成が示されている。同図に示すように、制御部 30 は、ターボ冷凍機の凝縮器を冷却する冷却水温度に応じた出力や効率等のヒートポンプ 13 の諸特性が記録された記憶部 51 と、所定の演算を行う演算部 53 と、演算部 53 で得られた結果に基づき、温水バイパス弁 23 及び冷水三方弁 31 に開度指令値を出力するとともに、温水出口設定温度をヒートポンプ 13 に出力する制御指示部 55 とを備えている。

【0047】

演算部 53 では、記憶部 51 に格納されたデータと、上述した各入力値に基づいて所定の演算を行う。具体的には、必要熱量計算、必要冷却（熱回収）量計算、ヒートポンプ熱出力計算、ヒートポンプ冷却出力計算等が行われる。

必要熱量計算は、流入排水温度 T_i 及び流入排水流量 F_i と、排水の目標加熱温度とを用いて行われる。排水の目標加熱温度は、生物処理槽 5 での適温を維持するために必要な温度として設定される。

必要冷却（熱回収）量計算は、必要熱量計算によって得られた必要熱量を得るために必要な熱回収量を得るために行われ、記憶部 51 に格納されたヒートポンプの諸特性および演算部 53 に入力されるヒートポンプの計測諸値に基づいて行われる。

ヒートポンプ熱出力計算は、必要熱量計算によって得られた必要熱量を出力するためのヒートポンプの熱出力の計算を行う。

ヒートポンプ冷却出力計算は、ヒートポンプ熱出力計算によって得られたヒートポンプ熱出力を得るために必要な熱回収量に相当するヒートポンプ冷却出力（冷熱出力）を計算する。

これらの計算の結果に基づき、温水バイパス弁 23 の開度や、ヒートポンプ温水出口設定温度が得られる。

10

20

30

40

50

また、演算部 53 では、沈殿槽 7 から流出され熱回収用熱交換器 11 へ流入する前の放流水温度 T_0 と、冷熱負荷還配管 45 を通り冷水還配管 27 へ合流する前の冷水温度（別熱源温度） T_1 とに基づいて、熱回収用熱交換器 11 側と冷熱負荷 33 側との冷水分配量を計算する。この計算結果に基づいて、冷水三方弁 31 の開度が決定される。

【0048】

次に、上記構成の排水処理設備 1A の運用方法について説明する。

流入排水は、加熱用熱交換器 3 へ導かれ、この加熱用熱交換器 3 にて、ヒートポンプ 13 から供給される温水によって、生物処理槽 5 内の微生物が活動する所望温度となるように目標加熱温度まで加熱される。このとき、ヒートポンプ 13 は、制御部 30 からの指令に基づいて、目標加熱温度が得られる加熱量（温熱出力）を出力する。すなわち、ヒートポンプ 13 の温熱出力は、流入排水温度 T_i 及び流入排水流量 F_i に応じた加熱量を出力するように制御される。また、制御部 30 は、温水バイパス弁 23 の開度を調整することによって、加熱用熱交換器 3 へ導く温水の温度を制御する。具体的には、温水温度を高くする場合には温水バイパス弁 23 の開度を絞り多くの温水を加熱用熱交換器 3 へと流し、温水温度を低くする場合には温水バイパス弁 23 の開度を大きくして温水のバイパス量を増大させ、加熱用熱交換器 3 へと導かれる温水の流量を減少させる。

10

【0049】

加熱用熱交換器 3 によって加熱された排水は、生物処理槽 5 へと導かれ、この生物処理槽 105 内にて活動する微生物によって汚濁物質が分解される。生物処理を終えた排水は沈殿槽 107 へと導かれ、沈殿された汚泥が除去される。

20

汚泥が除去された後の排水は、熱回収用熱交換器 11 へと導かれ、ヒートポンプ 13 から導かれる冷水によって冷却されて熱回収される。

【0050】

本実施形態の熱回収は、放流水が流れる熱回収用熱交換器 11 からも行われるが、主として冷熱負荷 33 で行われる。すなわち、冷水三方弁 31 によって分岐された冷水が冷熱負荷往配管 35 を通って冷熱負荷 33 へ導かれ、冷熱負荷還配管 45 を通ってヒートポンプ 13 へと返送される別熱回収系統によって熱回収が主として行われる。熱回収用熱交換器 11 側と冷熱負荷 33 側への冷水の分配は、制御部 30 によって制御される冷水三方弁 31 の開度調整によって行われる。具体的には、沈殿槽 7 から流出され熱回収用熱交換器 11 へ流入する前の放流水温度 T_0 と、冷熱負荷還配管 45 を通り冷水還配管 27 へ合流する前の冷水温度（別熱源温度） T_1 とに基づいて行われる。この計算は、ヒートポンプ 13 が出力する必要温熱出力（必要加熱量）に対応したヒートポンプ 13 の必要熱回収量（必要冷熱出力）を賄うように、主として冷熱負荷 33 から熱回収し、不足分を熱回収用熱交換器 11 から熱回収するように行われる。これにより、冷熱出力用の熱源機 41 の消費エネルギーを最小に抑えるように運転することができる。

30

【0051】

熱回収用熱交換器 11 にて熱回収されて冷却された後の放流水は、放流ピット 9 へと導かれ、河川や海へと放流される。

【0052】

以上の通り、本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

40

ヒートポンプ 13 の熱回収側に、放流水とは別の別熱源である冷熱負荷 33 から熱回収するように接続された別熱回収系統（冷熱負荷往配管 35 及び冷熱還配管 45）を設け、放流水以外から熱回収できるようにした。そして、加熱用熱交換器 3 にて加熱する排水の目標加熱温度から決まる熱回収量となるように、熱回収用熱交換器 11 の熱回収量と冷熱負荷 33 側の別熱回収系統の熱回収量を決定することとした。これにより、加熱量の変化に熱回収量を追従させることができ、排水の目標加熱温度に応じた適切な熱回収量を得ることができる。

【0053】

また、別熱源として冷熱負荷 33 を用いることにより、冷熱負荷 33 から熱回収すると同時に冷熱負荷 33 に必要な冷熱を供給することができる。これにより、冷熱負荷に冷熱

50

を与えるための熱源機 4 1 の負荷を減少させることができ、熱源機 4 1 を含めた全体のシステムの効率が向上する。さらに、冷熱負荷 3 3 から主として熱回収を図り、不足分を放流水から熱回収するようにしたので、熱源機 4 1 の消費エネルギーを最小にすることができる。

【 0 0 5 4 】

[第 2 実施形態]

次に、本発明の第 2 実施形態について、図 3 を用いて説明する。

本実施形態は、第 1 実施形態では別熱源として冷熱負荷 3 3 (図 1 参照) を用いていたのに対し、河川や海水といった未利用エネルギーを別熱源として用いる点で異なる。したがって、その他の点については同様なので、同一符号を付しその説明を省略する。

図 3 に示されているように、排水処理設備 1 B は、河川や海といった自然の未利用エネルギーを熱源とするように、冷水三方弁 3 1 に接続された別熱源往配管 3 6 と、河川等から熱回収した冷水を返送する別熱源還配管 4 6 とを備えている。冷水三方弁 3 1 の開度は、制御部 3 0 によって制御され、必要熱回収量が得られるように、熱回収用熱交換器 1 1 側及び河川側に冷水を分配する。

【 0 0 5 5 】

このように、本実施形態では、第 1 実施形態と同様に、別熱源から熱回収する構成とされているので、流入排水の加熱量の変化に熱回収量を追従させることができ、排水の目標加熱温度に応じた適切な熱回収量を得ることができる。

また、河川等の本来的に未利用とされた自然エネルギーを利用することができるので、エネルギーの有効活用を図ることができる。

また、排水処理設備 1 B の周囲に適切な冷熱負荷 3 3 が存在しない場合であっても別熱源を得ることができる点で有利である。

【 0 0 5 6 】

[第 3 実施形態]

次に、本発明の第 3 実施形態について、図 4 を用いて説明する。

本実施形態は、第 1 実施形態に加えて、熱回収用熱交換器 1 1 によって得られた冷熱を更に有効利用することを目的としている。したがって、第 1 実施形態と同様の構成については同一符号を付しその説明を省略する。

【 0 0 5 7 】

図 4 に示されているように、本実施形態の排水処理設備 1 C は、温水往配管 1 7 に温水三方弁 5 0 を設け、温熱負荷往配管 5 2 を分岐させている。温熱負荷往配管 5 2 には、温熱負荷 5 4 が接続されている。温熱負荷 5 4 には、温熱負荷にて温熱を供給した後の温水が導かれる温熱負荷還配管 5 6 が接続されている。温熱負荷還配管 5 6 の下流端は、温水還配管 1 9 に接続されており、合流した温水がヒートポンプ 1 3 へと導かれるようになっている。

【 0 0 5 8 】

温水三方弁 5 0 は、制御部 3 0 によって、その開度が制御されるようになっている。この温水三方弁 5 0 の開度を制御することにより、加熱用熱交換器 3 にて必要な加熱量を上回る温熱が温熱負荷 5 4 に供給されるようになっている。

【 0 0 5 9 】

熱回収用熱交換器 1 1 の下流側には、放流水の冷熱を取得するための冷熱用熱交換器 5 8 が設けられている。冷熱用熱交換器 5 8 内には、冷水用伝熱管 5 8 が設けられており、冷水用伝熱管 5 8 a 内を流れる冷水と、熱回収用熱交換器 1 1 から導かれた放流水とが熱交換するようになっている。放流水によって冷却された冷水は、冷熱負荷 6 0 へと導かれ、冷熱負荷 6 0 に冷熱を与えた後に、再び冷熱用熱交換器 5 8 へと返送される。冷熱負荷 6 0 としては、例えば、第 1 実施形態と同様に、圧縮機の冷却水や冷房空調等が挙げられる。

【 0 0 6 0 】

熱回収用熱交換器 1 1 との間で冷水を循環させる冷水往配管 2 5 と冷水還配管 2 7 との

10

20

30

40

50

間には、冷水バイパス配管 2 6 及び冷水バイパス弁 2 8 が設けられている。この冷水バイパス弁 2 8 の開度を制御部 3 0 が調整することにより、熱回収用熱交換器 1 1 から流出した放流水温度 T 2 を目標冷却温度となるように制御する。具体的には、放流水温度 T 2 を下げる場合には、冷水バイパス弁 2 8 を絞り、多くの冷水を熱回収用熱交換器 1 1 へと流し、放流水温度 T 2 を上げる場合には、冷水バイパス弁の開度を大きくし、熱回収用熱交換器 1 1 へと流れる冷水流量を減少させる。

【 0 0 6 1 】

一方、ヒートポンプ 1 3 は、制御部 3 0 により、冷熱負荷 6 0 が必要な冷熱出力（熱回収量）が得られるように、運転制御される。すなわち、ヒートポンプ 1 3 は、排水を加熱するために必要な温熱出力を主体とするのではなく、冷熱負荷 6 0 に出力する冷熱出力を主体として運転する。したがって、冷熱出力に対応した温熱出力が排水の加熱量を上回る場合には、制御部 3 0 の指令によって温水三方弁 5 0 を制御し、温熱負荷 5 4 へ流す温水を増大させて温熱出力を調整するようにする。

10

【 0 0 6 2 】

上述した本実施形態によれば、以下の作用効果を奏する。

ヒートポンプ 1 3 の加熱側に、排水とは別の温熱負荷 5 4 を加熱するように接続された別加熱系統（温熱負荷往配管 5 2 及び温熱負荷還配管 5 6 ）を設け、排水以外にも加熱できるようにした。そして、加熱用熱交換器 3 にて加熱する排水の目標加熱温度を得る加熱量を決定し確保した上で、熱回収用熱交換器 1 1 にて熱回収されて冷却された放流水の目標冷却温度を得るための熱回収量から決まる加熱量となるように、別加熱系統へ流す温水流量を決定することとした。これにより、ヒートポンプ 1 3 の加熱量（温熱出力）と熱回収量（冷熱出力）とをバランスさせることができ、目標加熱温度に排水を加熱するとともに、目標冷却温度に放流水を冷却することができる。

20

また、熱回収用熱交換器 1 1 にて目標冷却温度まで冷却された放流水と熱交換して冷熱を取り出す冷熱用熱交換器 5 8 を設けることとしたので、冷熱用熱交換器 5 8 にて得られた冷熱を冷熱負荷 6 0 に利用することができる。

【符号の説明】

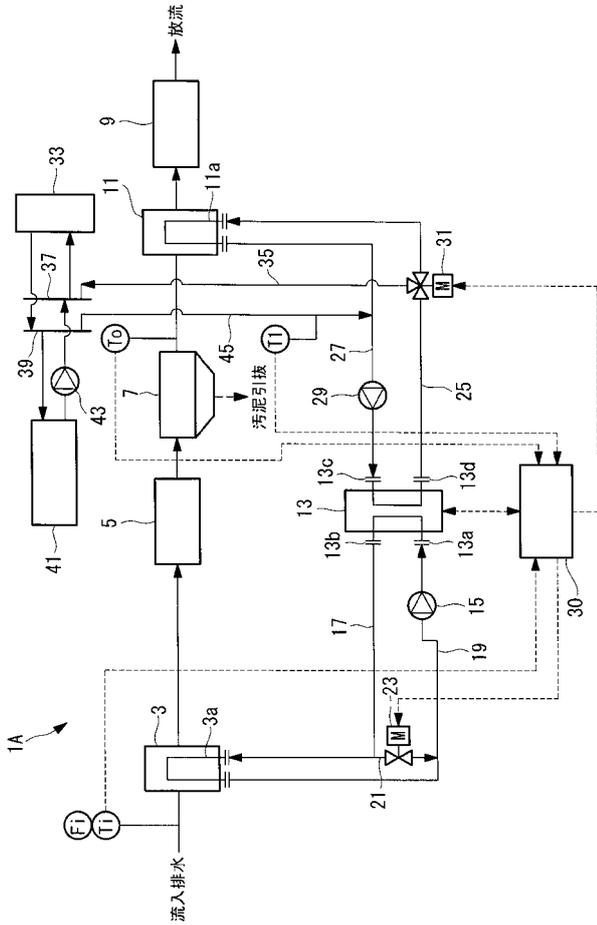
【 0 0 6 3 】

- 1 A , 1 B , 1 C 生物処理方式による排水処理設備
- 3 加熱用熱交換器
- 5 生物処理槽
- 7 沈殿槽
- 1 1 熱回収用熱交換器
- 1 3 ヒートポンプ
- 3 0 制御部
- 3 3 冷熱負荷
- 3 5 冷熱負荷往配管（別熱回収系統）
- 4 5 冷熱負荷還配管（別熱回収系統）
- 5 2 温熱負荷往配管（別加熱系統）
- 5 6 温熱負荷還配管（別加熱系統）
- 5 8 冷熱用熱交換器

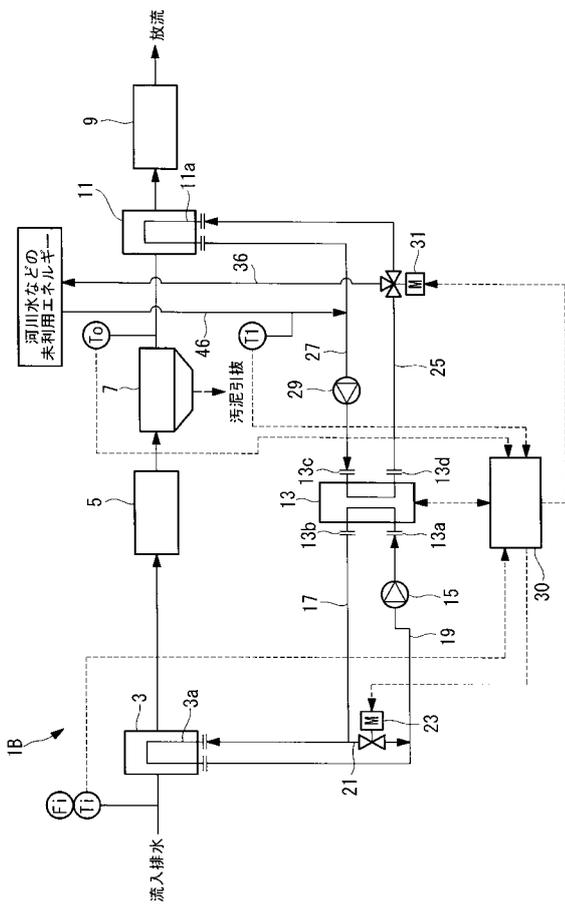
30

40

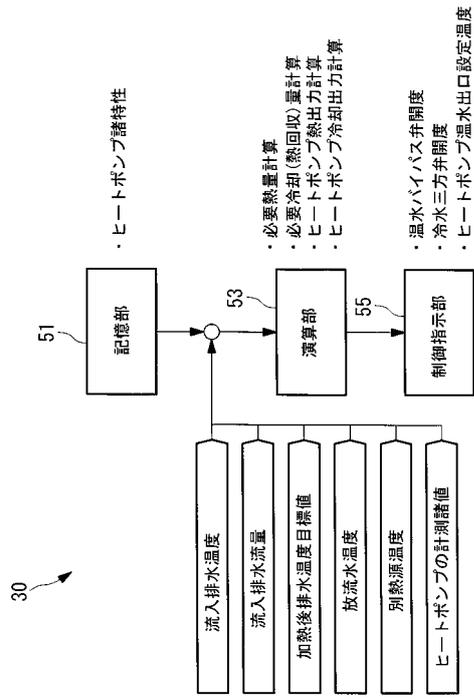
【図 1】



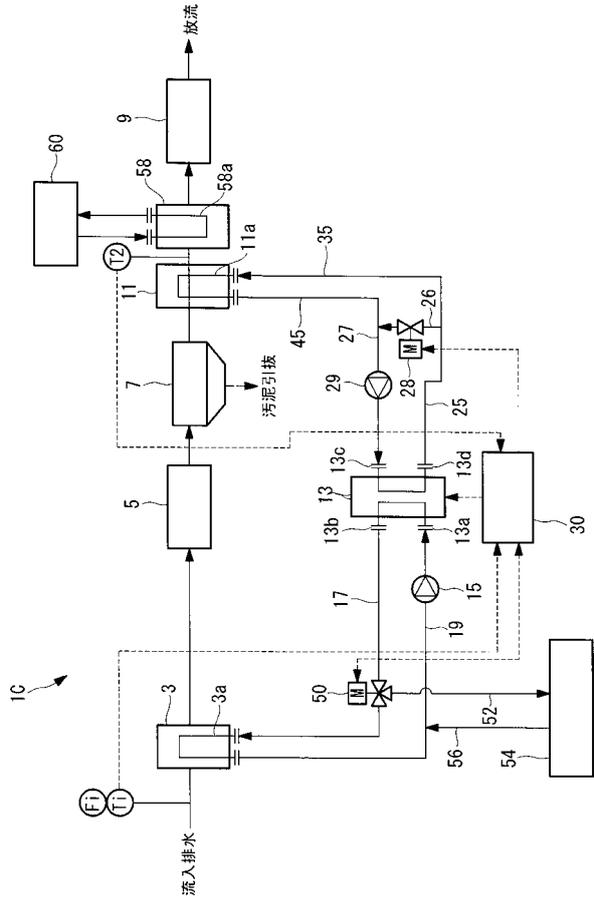
【図 3】



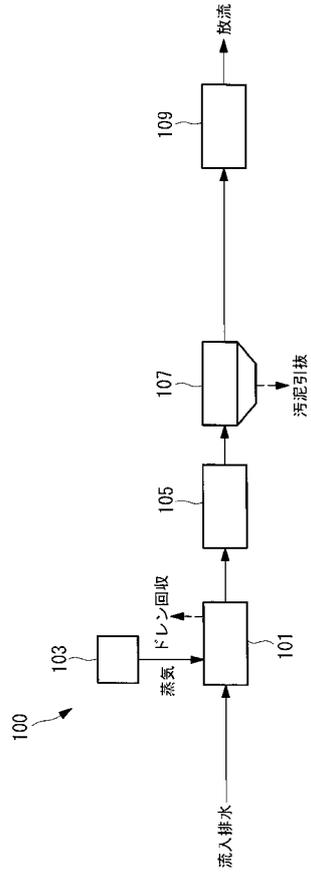
【図 2】



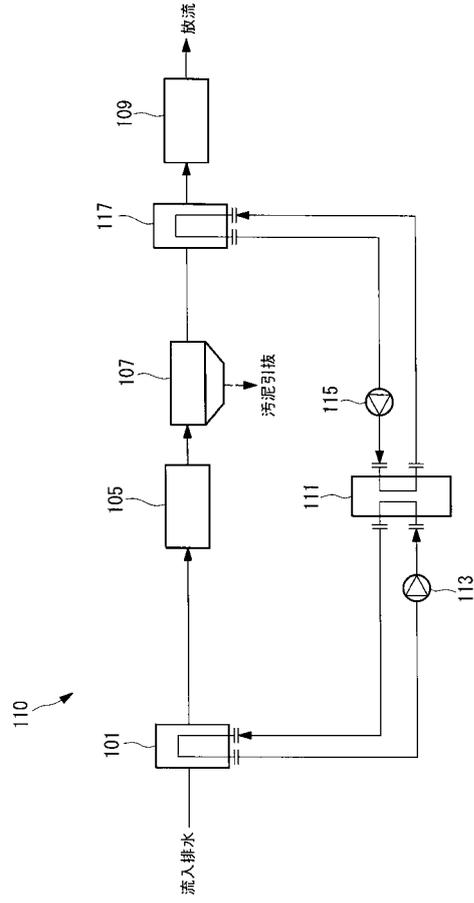
【図 4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 高添 勇三

神奈川県横浜市金沢区幸浦一丁目8番地1号 菱日エンジニアリング株式会社内

Fターム(参考) 4D028 AA07 BC22 CA01 CB01 CC00 CC01 CD01