

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5676914号
(P5676914)

(45) 発行日 平成27年2月25日 (2015. 2. 25)

(24) 登録日 平成27年1月9日 (2015. 1. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

F 2 5 B 30/04 (2006. 01)

F 2 5 B 30/04 5 1 0 A

F 2 5 B 27/02 (2006. 01)

F 2 5 B 27/02 K

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-112592 (P2010-112592)	(73) 特許権者	503164502
(22) 出願日	平成22年5月14日 (2010. 5. 14)		荏原冷熱システム株式会社
(65) 公開番号	特開2011-242013 (P2011-242013A)		東京都大田区大森北三丁目2番16号
(43) 公開日	平成23年12月1日 (2011. 12. 1)	(74) 代理人	100097320
審査請求日	平成24年12月13日 (2012. 12. 13)		弁理士 宮川 貞二
		(74) 代理人	100096611
			弁理士 宮川 清
		(74) 代理人	100100398
			弁理士 柴田 茂夫
		(74) 代理人	100131820
			弁理士 金井 俊幸
		(74) 代理人	100134278
			弁理士 吉村 裕子
		(74) 代理人	100106437
			弁理士 加藤 治彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 吸収ヒートポンプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 0 0 まで利用する熱源ガスであって、高温部分を利用した後、煙突から排出する前の排ガスにより冷媒を加熱して蒸発させる蒸発器と；

前記蒸発した冷媒を吸収して吸収熱で被加熱媒体を加熱する吸収器と；

前記吸収器で冷媒を吸収して濃度の低下した吸収液を前記熱源ガスにより加熱して再生する再生器とを備え；

前記蒸発器は、

蒸発器上部管板と、

蒸発器下部管板と、

前記蒸発器上部管板と蒸発器下部管板との間に設けられた、内側を液状の前記冷媒が流れる複数本の垂直伝熱管とを有し；

前記再生器は、

再生器上部管板と、

再生器下部管板と、

前記再生器上部管板と再生器下部管板との間に設けられた内側を前記吸収液が流れる複数本の垂直伝熱管とを有し；

前記複数本の垂直伝熱管の外側を前記垂直伝熱管と交差して前記熱源ガスが流れるように構成され；

前記複数本の垂直伝熱管は、前記蒸発器と、前記再生器とで、それぞれ蒸発器管群と再

生器管群を構成し、前記蒸発器管群と再生器管群は、前記熱源ガスの流れに対して直線的に配列され；

前記再生器管群は、前記熱源ガスの流れに対して、前記蒸発器管群の下流側に配置された；

吸収ヒートポンプ。

【請求項 2】

前記再生器上部管板は、前記蒸発器上部管板と一体の板で形成され、

前記再生器下部管板は、前記蒸発器下部管板と一体の板で形成された、

請求項 1 に記載の吸収ヒートポンプ。

【請求項 3】

前記熱源ガスの流路中、前記蒸発器管群の下流側の端部から前記再生器管群をバイパスして、前記熱源ガスを前記再生器管群の下流側に流すバイパス流路と、前記バイパス流路中の前記熱源ガスの流れを制限する流れ制限手段を備える、請求項 1 又は請求項 2 に記載の吸収ヒートポンプ。

【請求項 4】

前記熱源ガスの流路中、前記蒸発器管群と再生器管群との間に前記熱源ガスの流れを制限する流れ制限手段を備える、請求項 1 乃至請求項 3 に記載の吸収ヒートポンプ。

【請求項 5】

前記再生器上部管板を含んで再生器上部ヘッダが構成され、前記再生器下部管板を含んで再生器下部ヘッダが構成され、前記再生器上部ヘッダから前記再生器下部ヘッダに前記吸収液を降下させる降液管を備える、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の吸収ヒートポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は吸収ヒートポンプに関する。特に、排ガスのような熱源ガスから熱を回収して被加熱媒体を加熱する吸収ヒートポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

従来の昇温型吸収ヒートポンプは、図 10 に示すように、熱源に排温水 W H を用いていた。例えば、85 の温水を吸収ヒートポンプに投入し、80 ～ 75 程度まで利用し、120 以上の高温水あるいは水蒸気 S S を製造していた。このようなヒートポンプ構造は、シェル & チューブの吸収器 A A、蒸発器 E E、再生器 G G、凝縮器 C C であり、排熱を投入する再生器 G G、蒸発器 E E は、チューブ群を数パスに分け、何回かターンをさせながら排温水 W H を流している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 207883 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

一方、図 9 に示すように、我が国の工場から排出される排熱は、100 以上のガス排熱、40 以上の温水排熱が、年間 1110 PJ（平成 12 年度）であると推計されている。しかし、そのうち 100 未満の温水や 250 未満のガスは温度が低いためエネルギーとして工場内での再利用が難しいとされており、その量は 914 PJ / 年と実に 82 % を占めている。なかでも排ガスの形態で排出されるものが圧倒的に多い。しかしながら、排ガスの単位体積あたりの熱容量は小さく、体積流量が非常に大きくなる。また、排ガスは例えば、200 で供給し、100 まで利用し、180 の蒸気を得るなどのように、排ガスの温度変化が大きくなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

このような排ガスの特性から、従来の吸収ヒートポンプでは体積流量の大きい排ガスを蒸発器及び再生器の熱源として利用し難かった。また流動抵抗による圧力損失のためこれを流動させるための動力が大きくなり省エネルギー効果を削ぐことになり勝ちであった。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

上記課題を解決するために、本発明の第1の態様に係る吸収ヒートポンプは、例えば図1、図3、図4に示すように、熱源ガスGH1により冷媒CLを加熱して蒸発させる蒸発器Eと；前記蒸発した冷媒CSを吸収して吸収熱で被加熱媒体W1を加熱する吸収器Aと；吸収器Aで冷媒CSを吸収して濃度の低下した吸収液ALIを熱源ガスGH2により加熱して再生する再生器Gとを備え；蒸発器Eは、蒸発器上部管板52と、蒸発器下部管板53と、蒸発器上部管板52と蒸発器下部管板53との間に設けられた、内側を液状の前記冷媒が流れる複数本の垂直伝熱管51とを有し；再生器Gは、再生器上部管板72と、再生器下部管板73と、再生器上部管板72と再生器下部管板73との間に設けられた内側を前記吸収液ALIが流れる複数本の垂直伝熱管71とを有し；複数本の垂直伝熱管51、71の外側を垂直伝熱管51、71と交差して熱源ガスGH1、GH2が流れるように構成され；複数本の垂直伝熱管51、71は、蒸発器Eと、再生器Gとで、それぞれ蒸発器管群50と再生器管群70を構成し、蒸発器管群50と再生器管群70は、熱源ガスGHの流れに対して直線的に配列されている。

以下、蒸発器Eに先ず供給される熱源ガスをGH1と称し、蒸発器Eを通過して再生器Gに供給される熱源ガスをGH2と称する。さらに再生器Gを通過して排出される熱源ガスをGH4と称する。しかしながら、熱源ガスを各部を流れるガスとして区別する必要がないとき、あるいは包括的に扱うときは、単にGHの符合で呼ぶものとする。

【 0 0 0 7 】

本態様のように構成すると、複数本の垂直伝熱管の外側を垂直伝熱管と交差して熱源ガスGHが流れるように構成され、さらに複数本の垂直伝熱管は、蒸発器と、再生器とで、それぞれ蒸発器管群と再生器管群を構成し、蒸発器管群と再生器管群は、熱源ガスの流れに対して直線的に配列されているので、体積流量の大きい排ガスを蒸発器及び再生器の熱源として利用するに当たって、流動抵抗による圧力損失を低く抑えることができる。そのためこれを流動させるための動力を小さく抑えることができ、省エネルギー効果を高めることができる。

【 0 0 0 8 】

本発明の第2の態様に係る吸収ヒートポンプは、第1の態様に係る吸収ヒートポンプにおいて、例えば、図3に示すように、再生器上部管板72は、蒸発器上部管板52と一体の板で形成され、再生器下部管板73は、蒸発器下部管板53と一体の板で形成される。

【 0 0 0 9 】

本態様のように構成すると、再生器上部管板は、蒸発器上部管板と一体の板で形成され、再生器下部管板は、蒸発器下部管板と一体の板で形成されるので、製造効率が高く、また蒸発器と再生器を隣接して構成し易い。さらには、蒸発器と再生器との間隔を小さく構成することが容易にできる。

【 0 0 1 0 】

本発明の第3の態様に係る吸収ヒートポンプは、例えば図1、図3、図4に示すように、第1の態様又は第2の態様に係る吸収ヒートポンプにおいて、再生器管群70は、熱源ガスGHの流れに対して、蒸発器管群50の下流側に配置される。

さらに、典型的には、例えば、図3、図4に示すように、蒸発器管群50と再生器管群70を各管板52、53、72、73と協働して外気から遮断し、各管板52、53、72、73とで熱源ガスGHの流路を構成する側板54a、54b、74a、74bを備えてもよい。

【 0 0 1 1 】

本態様のように構成すると、再生器管群は、熱源ガスの流れに対して、蒸発器管群の下

10

20

30

40

50

流側に配置されるので、熱源ガスは蒸発器で温度がある程度低下した後で再生器に供給される。したがって、高温ガスによる吸収液の過濃縮、結晶の危険を抑えることができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 4 の態様に係る吸収ヒートポンプは、第 3 の態様に係る吸収ヒートポンプにおいて、例えば図 5 に示すように、熱源ガス G H の流路 6 0 中、蒸発器管群 5 0 の下流側の端部から再生器管群 7 0 をバイパスして、熱源ガス G H を再生器管群 7 0 の下流側に流すバイパス流路 9 1 と、バイパス流路 9 1 中の熱源ガス G H の流れを制限する流れ制限手段 9 2 を備える。

ここで、「制限」は「遮断」を含まない「制限」であってもよいが、典型的には「遮断」を含む概念である。

10

【 0 0 1 3 】

このように構成すると、再生器での加熱量を制限することができ、吸収液の過剰濃縮あるいは結晶化を抑えることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 5 の態様に係る吸収ヒートポンプは、第 3 の態様又は第 4 の態様に係る吸収ヒートポンプにおいて、例えば図 5 に示すように、熱源ガス G H の流路 6 0 中、蒸発器管群 5 0 と再生器管群 7 0 との間に熱源ガス G H の流れを制限する流れ制限手段 9 3 を備える。

ここで、「制限」は「遮断」を含まない「制限」であってもよいが、典型的には「遮断」を含む概念である。

20

【 0 0 1 5 】

本態様のように構成すると、熱源ガスの流路中、蒸発器管群と再生器管群との間に熱源ガスの流れを制限する流れ制限手段を備えるので、バイパス流路中の熱源ガスの流れを制限する流れ制限手段とあいまって、バイパス流路を流れる熱源ガス量を調節し易い。

【 0 0 1 6 】

本発明の第 6 の態様に係る吸収ヒートポンプは、第 1 の態様乃至第 5 の態様のいずれか 1 の態様に係る吸収ヒートポンプにおいて、例えば図 7 又は図 8 に示すように、再生器上部管板 7 2 を含んで再生器上部ヘッダ 7 5 が構成され、再生器下部管板 7 3 を含んで再生器下部ヘッダ 7 6 が構成され、再生器上部ヘッダ 7 5 から再生器下部ヘッダ 7 6 に吸収液 A L i を降下させる降液管 7 7 を備える。

30

【 0 0 1 7 】

本態様のように構成すると、吸収液は再生器下部ヘッダに供給され、垂直伝熱管中を流れる間に加熱され再生器上部ヘッダまで上昇する。効果的に加熱するには、吸収液は垂直伝熱管を通して再生器下部ヘッダと再生器上部ヘッダとの間で循環するのが好ましい。降液管はそのような吸収液の循環に資する。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、体積流量の大きい排ガスのような熱源ガスの流動抵抗による圧力損失を抑え、熱源ガスを流動させるための動力を小さく抑えることができ、省エネルギー効果が削がれるのを抑制することが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 9 】

【図 1】本発明の第一の実施の形態に係る吸収ヒートポンプの構成を示すフローシートである。

【図 2】図 1 のフローシート上の吸収液の状態を示すデューリング線図である。

【図 3】本発明の第一の実施の形態に係る吸収ヒートポンプで用いる蒸発器と再生器を、上部ヘッダを一部切り欠いて斜め上方から見た斜視図である。

【図 4】本発明の第一の実施の形態に係る吸収ヒートポンプで用いる蒸発器と再生器を、ヘッダをはずして垂直伝熱管の軸方向の上方から見た平面図である。

【図 5】本発明の第二の実施の形態に係る吸収ヒートポンプで用いる蒸発器と再生器を、

50

ヘッダをはずして垂直伝熱管の軸方向の上方から見た平面図である。

【図 6】排ガス入口温度に対する発生蒸気熱量を、発生する蒸気温度をパラメータとして示した線図である。

【図 7】本発明の実施の形態で用いる発生器の実例 1 の構成を説明する正面断面図、側面断面図、平面図及び降液管の断面図である。

【図 8】本発明の実施の形態で用いる発生器の実例 2 の構成を説明する正面断面図及び側面断面図である。

【図 9】温度範囲別工場排熱の表を示す図である。

【図 10】従来の吸収ヒートポンプの構成を示すフローシートである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において、互いに同一又は相当する部分には同一又は類似の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0021】

図 1 のフローシートを参照して、本発明の第一の実施の形態に係る吸収ヒートポンプの構成を説明する。吸収ヒートポンプ 101 は、吸収液 ALi (例えば、臭化リチウム水溶液) による冷媒蒸気 CS (冷媒は例えば水) の吸収が行われる吸収器 A と、吸収液 ALi から冷媒蒸気 CS を蒸発させ吸収液 ALi の再生が行われる再生器 G と、冷媒液 CL から冷媒蒸気 CS を発生させる蒸発器 E と、冷媒蒸気 CS を凝縮させ冷媒液 CL とする凝縮器 C とを備える。吸収器 A、再生器 G、蒸発器 E、凝縮器 C はそれぞれ一つの圧力下であり、蒸発器 E の圧力と吸収器 A の圧力は実用上等しく、再生器 G の圧力と凝縮器 C の圧力は実用上等しい。

【0022】

吸収器 A は、(1) 濃溶液である吸収液 ALi が移送 (供給) され、移送された吸収液 ALi を吸収器 A の内部に散布する吸収液スプレイ 22 と、(2) 補給水 W1 が移送され、冷媒蒸気 CS を吸収した希溶液である吸収液 ALi によって、移送された補給水 W1 が加熱される被加熱管 23 とを備える。吸収器 A の底部は、吸収液 ALi を蓄積するに十分な吸収液溜め部となっている。

【0023】

蒸発器 E は、冷媒液移送管 5 により凝縮器 C から移送される冷媒液 CL を内部に流し、外部を流れる熱源ガスとしての排ガス GH1 により加熱し蒸発させる垂直伝熱管 51 を備える。また蒸発器 E の上部ヘッダ 55 中に設置され、蒸発器 E 内の冷媒液 CL の液面レベルを検出する液面レベルセンサ L1 を備える。液面レベルセンサ L1 は制御装置 21 を介して、冷媒供給弁 V3 を調節することにより、蒸発器 E 内の冷媒の液面レベルを維持する (なお、冷媒供給弁 V3 を設けずに冷媒ポンプ 4 をインバータモータ駆動として冷媒ポンプを調節してもよい)。吸収ヒートポンプ 101 では、蒸発器 E で蒸発した冷媒蒸気 CS は、冷媒蒸気移送管 16 を通して吸収器 A に送られる。蒸発器 E の構造については、図 3 ~ 図 5 を参照して詳細に説明する。ここで排ガスは、典型的には工場で各種プロセスで高温部分を利用した後の 200 程度以下のガスである。ボイラからの排ガスであって、高温部分を利用した後、煙突から排出する前のガスであってもよい。

【0024】

再生器 G は、吸収液移送管路 3 を通して吸収器 A から移送される吸収液 ALi を内部に流し、外部を流れる熱源ガスとしての排ガス GH2 により加熱して冷媒蒸気を生じさせ、これを濃縮する垂直伝熱管 71 を備える。この吸収液 ALi は、吸収器 A で冷媒を吸収して濃度の低下した吸収液すなわち希溶液である。また再生器 G の上部ヘッダ 75 中に設置され、再生器 G 内の吸収液 ALi の液面レベルを検出する液面レベルセンサ L2 を備える。液面レベルセンサ L2 は制御装置 21 を介して、溶液ポンプ 1 を調節することにより、再生器 G 内の吸収液の液面レベルを維持する (なお、溶液ポンプ 1 の調節の代わりに調節弁を設けてもよい)。吸収ヒートポンプ 101 では、再生器 G で濃縮された吸収液 ALi は、吸収液移送管 2 を通して吸収器 A に送られる。また再生器 G で発生した冷媒蒸気 CS

10

20

30

40

50

は、冷媒蒸気移送管 17 を通して凝縮器 C に送られる。再生器 G の構造については、図 3 ~ 図 5、図 7、図 8 を参照して詳細に説明する。

【 0 0 2 5 】

凝縮器 C は、冷却水 W C が移送され、再生器 G から凝縮器 C に送られた冷媒蒸気 C S を冷却する冷却管 30 を備える。冷却水 W C の温度は、例えば冷却管 30 の入口で 32 、出口で 37 である。

【 0 0 2 6 】

吸収ヒートポンプ 101 は、(1) 気液分離器 11 と、(2) 気液分離器 11 に接続され気液分離器 11 に補給水 W 1 を移送する補給水移送管路 7 と、(3) 気液分離器 11 から吸収器 A の被加熱管 23 に補給水 W 1 を移送する補給水移送管路 6 と、(4) 被加熱管 23 から気液分離器 11 に補給水 W 1 を移送して戻す補給水移送管路 10 と、(5) 蒸気ヘッダ (不図示) に接続され、気液分離器 11 で発生した蒸気 S (例えば、180) を蒸気ヘッダに供給する蒸気供給管路 8 とを備える。

【 0 0 2 7 】

吸収ヒートポンプ 101 は、さらに、(6) 再生器 G と吸収器 A とを繋ぎ、再生器 G で再生された濃溶液である吸収液 A L i を吸収器 A の吸収スプレイ 22 に移送する吸収液移送管路 2 と、(7) 吸収器 A と再生器 G とを繋ぎ、吸収器 A に蓄積された希溶液である吸収液 A L i を再生器 G の再生器下部ヘッダ 76 に移送する吸収液移送管路 3 と、(8) 凝縮器 C と蒸発器 E とを繋ぎ、凝縮器 C で凝縮した冷媒液 C L を蒸発器 E に移送する冷媒液移送管路 5 とを備える。

【 0 0 2 8 】

吸収ヒートポンプ 101 は、さらに、(9) 吸収液移送管路 2 を通って被加熱側に移送される濃溶液である吸収液 A L i と、吸収液移送管路 3 を通って再生器下部ヘッダ 76 に移送される希溶液である吸収液 A L i との間で熱交換を行う溶液 (吸収液) 熱交換器 X 1 を備える。

【 0 0 2 9 】

吸収ヒートポンプ 101 は、さらに加熱側に排熱源 G H 3 が流れ、被加熱側に補給水移送管路 7 を通って補給水 W 1 が移送され、熱交換が行われる熱交換器 X 2 を備える。熱交換器 X 2 は図中独立した熱交換器で示しているが、熱交換器 X 2 の伝熱部は、蒸発器 E 入口部あるいは蒸発器 E と再生器 G の中間の排ガスの流れ中に設けるのが好ましい。

【 0 0 3 0 】

吸収液移送管路 2 には、溶液ポンプ 1 が設置され、溶液ポンプ 1 は再生器 G で再生された吸収液 A L i を吸収器 A に移送する。溶液ポンプ 1 は、溶液熱交換器 X 1 の上流側に設置されている。冷媒液移送管路 5 には、冷媒昇圧手段としての冷媒ポンプ 4 が設置され、冷媒ポンプ 4 は凝縮器 C で凝縮された冷媒液 C L を蒸発器 E に移送する。補給水移送管路 7 には、給水ポンプ 12 が設置され、給水ポンプ 12 は補給水 W 1 を気液分離器 11 に移送する。補給水移送管路 7 の給水ポンプ 12 の直下流側には、逆止弁 37 が設置され、補給水 W 1 が逆流するのを防止している。補給水移送管路 6 には、給水ポンプ 13 が設置され、給水ポンプ 13 は補給水 W 1 を気液分離器 11 から被加熱管 23 に移送し、さらに補給水移送管路 10 を通って被加熱管 23 から気液分離器 11 に移送して戻し、補給水 W 1 を循環させる。

【 0 0 3 1 】

冷媒液移送管路 5 で冷媒ポンプ 4 の下流側には、蒸発器下部ヘッダ 56 に移送する冷媒液 C L の流量を調整する冷媒供給弁 V 3 が設置されている。

【 0 0 3 2 】

気液分離器 11 には、その圧力を検出する圧力センサ P が設置され、下部に蓄積された補給水 W 1 の液面レベルを検出する液面レベルセンサ L 3 が設置されている。蒸気供給管路 8 には、供給する蒸気 S の圧力を調節する蒸気弁 V 1 が設置されている。蒸気供給管路 8 に、図に示すように、蒸気ヘッダ (不図示) からの蒸気の逆流を防止する逆止弁 38 を設置してもよい。逆止弁 38 を設置すると、蒸気弁 V 1 の作動に関係なく、確実に蒸気へ

10

20

30

40

50

ッダからの蒸気の逆流を防止することができる。熱源ガスとしての排ガスGH1の供給温度は、例えば200である。蒸発器Eに供給された排ガスGH1は、蒸発器Eで熱を奪われ、温度が約150の排ガスGH2となり、さらに再生器Gに流入し、そこで熱を奪われ約100の排ガスGH4となって排出される。

【0033】

既に説明したように、蒸発器Eに先ず供給される排ガスをGH1と称し、蒸発器Eを通過して再生器Gに供給される排ガスをGH2と称する。さらに再生器Gを通過して排出される排ガスをGH4と称する。また排ガスを各部を流れるガスとして区別する必要がないとき、あるいは包括的に扱うときは、単にGHの符合で呼ぶ。

【0034】

補給水W1の予熱は、排ガスのような熱源ガスの供給側から蒸発器Eと再生器Gの中間部のガスGH2までの高温ガスで行うのがよい。あるいは、図示しないが、再生器Gに供給される入口の吸収液で加熱する熱交換器で行ってもよいし、蒸発器Eで発生した冷媒蒸気で加熱する熱交換器で行ってもよい。

【0035】

吸収ヒートポンプ101は、制御装置21を備える。液面レベルセンサL1からの、液面レベルを表す液面信号（不図示）は制御装置21に送られ、制御装置21から冷媒液CLの流量を制御する制御弁である冷媒供給弁V3に信号を送る。そのようにして、冷媒供給弁V3の開度を蒸発器Eの液面レベルが一定になるよう調節する（但し、図中、簡略化し制御信号が液面レベルセンサL1から冷媒供給弁V3に直接送られるよう示されている）。

【0036】

液面レベルセンサL2からの、液面レベルを表す液面信号（不図示）は制御装置21に送られ、制御装置21から液面レベルを一定のレベルに保つよう吸収液ALiの流量を制御する制御信号（不図示）が、溶液ポンプ1を駆動するインバータモータINに送られ、インバータモータINの回転速度を調節して、再生器Gの液面レベルが一定になるように制御する（図中、簡略化して、液面レベルセンサL2からインバータモータINに信号が直接送られるように示されている）。

【0037】

気液分離器11の液面レベルセンサL3からの、液面レベルを表す液面信号（不図示）は制御装置21に送られ、制御装置21から液面レベルをほぼ一定のレベルに保つように給水ポンプ12をオン/オフさせる（図中、簡略化して、液面レベルセンサL3から給水ポンプ12に信号が直接送られるように示されている）。なお、制御装置21から液面レベルを一定のレベルに保つよう補給水W1の流量を制御する制御信号（不図示）を給水ポンプ12に送り（実際には前述のように不図示のインバータモータ）、給水ポンプ12の回転数を気液分離器11の液面レベルが一定になるよう調節してもよい。

【0038】

圧力センサPからの、圧力を表す圧力信号（図中、破線）は制御装置21に送られ、制御装置21から気液分離器11の圧力が所定の値P1になるよう蒸気Sの供給量を制御する制御信号（図中、破線）が蒸気弁V1に送られ、蒸気弁V1の開度を気液分離器11の圧力が所定の値P1になるよう調節する。所定の値P1は、例えば、蒸気ヘッド圧よりわずかに（0.05MPa程度）高めに設定するとよい。排ガスGH1と排ガスGH3は、並列に供給されるように図示されているが、直列、あるいは一部並列、一部直列に供給してもよい。

【0039】

次に、第1の実施の形態の作用を図1、図2を参照して説明する。図2は、吸収液および冷媒の状態を示すデューリング線図であり、縦軸が冷媒温度、横軸が溶液（吸収液）温度である。吸収器Aを出た希溶液である吸収液ALi（状態は、図2中、B2の位置）は、吸収液移送管路3により移送され、溶液熱交換器X1を通過する。この吸収液ALiは熱交換器X1を通過することにより、吸収液移送配管2を通過して再生器Gから吸収器Aに

10

20

30

40

50

移送される濃溶液である吸収液 A L i により冷却される（冷却後の吸収液 A L i の状態は、図 2 中、B 8 の位置）。溶液熱交換器 X 1 により冷却された吸収液 A L i は、再生器下部ヘッダ 7 6 に移送される。

【 0 0 4 0 】

吸収液 A L i は、再生器 G の再生器下部ヘッダ 7 6（吸収液 A L i の状態は、図 2 中、B 5 の位置）から垂直管 7 1 内を流れる間に排ガス G H 2 によって加熱され、吸収液 A L i に吸収されていた冷媒は冷媒蒸気 C S として蒸発する。このようにして、濃縮され、再生された濃溶液である吸収液 A L i は再生器上部ヘッダ 7 5 部に設けられた吸収液出口 2 a から流出する。図 1 に示す再生器 G の上部ヘッダ 7 5 に実線で表わされている角穴が出口 2 a である。またそれにつながる破線は、出口ヘッダを示している。

10

【 0 0 4 1 】

濃溶液となった吸収液 A L i（状態は、図 2 中、B 4 の位置）は、吸収液移送管路 2 を通り吸収器 A の吸収液スプレイ 2 2 に移送される。吸収液移送管路 2 を通る間、溶液ポンプ 1 により昇圧され、その後溶液熱交換器 X 1 で、吸収器 A から再生器 G に移送される希溶液である吸収液 A L i に加熱され（吸収液移送管路 2 を通る吸収液 A L i の状態は、図 2 中、B 7 の位置）、吸収器 A の吸収液スプレイ 2 2 に移送される。

【 0 0 4 2 】

吸収器 A で、吸収液スプレイ 2 2 から吸収器 A 内に散布された濃溶液である吸収液 A L i（吸収液 A L i の状態は、図 2 中、B 6 の位置）は、蒸発器 E で蒸発した冷媒蒸気 C S を吸収し、被加熱管 2 3 を通る被加熱媒体としての補給水 W 1 を吸収熱で加熱し、吸収器 A の底部に蓄積する（吸収液 A L i の状態は、図 2 中、B 2 の位置）。

20

【 0 0 4 3 】

前述のように、溶液ポンプ 1 は、再生器 G 内の吸収液 A L i の液面レベルが一定となるような流量の吸収液 A L i を再生器 G から吸収器 A に移送する。移送量は制御装置 2 1 によって制御される。再生器 G の液面を一定に保つことにより、冷媒蒸気圧の差が大きい吸収器 A と再生器 G の間の液シールを確保する。再生器 G 内に滞留する吸収液を除く、系内の吸収液は、主として吸収器 A の底部に蓄積される。したがって吸収器 A の底部は、その蓄積に十分な容量を有するように構成する。吸収液移送管路 2 のポンプ 1 の出口側には逆止弁 3 9 が設けられている。ヒートポンプ 1 0 1 の運転中は、吸収器 A の方が再生器 G よりも圧力が高い。したがって、ヒートポンプ 1 0 1 を停止した際、すなわちポンプ 1 を停止すると、吸収液は黙っていれば吸収器 A から再生器 G に流入する。逆止弁 3 9 により、ポンプ 1 の逆回転が防止される。またヒートポンプ 1 0 1 を停止すると、吸収器 A に溜まっていた吸収液 A L i は、吸収液移送管路 3 を流れて、再生器 G に溜まる。したがって、再生器上部ヘッダ 7 5 は、それぞれ系内の吸収液を収容するに十分な容量とする。停止時に再生器上部ヘッダ 7 5 に溜まっていた吸収液 A L i は、ヒートポンプ 1 0 1 の起動時に、液面制御により吸収器 A に送られる。または、排ガス G H を投入する前に、あらかじめ吸収器 A に送ってもよい。

30

【 0 0 4 4 】

再生器 G で蒸発した冷媒蒸気 C S は冷媒蒸気移送管 1 7 を通して凝縮器 C に送られる。凝縮器 C に送られた冷媒蒸気 C S は凝縮器 C で冷却管 3 0 を通る冷却水 W C により冷却され凝縮して冷媒液 C L（状態は、図 2 中、D 1 の位置）となる。凝縮器 C の冷媒液 C L は、冷媒液移送管路 5 を通り、冷媒ポンプ 4 により昇圧され、冷媒供給弁 V 3 により流量を制御されて、蒸発器 E に送られる。

40

【 0 0 4 5 】

蒸発器 E に送られた冷媒液 C L は、蒸発器下部ヘッダ 5 6 から垂直伝熱管 5 1 の内側を流れる間に排ガス G H 1 により加熱されて蒸発する（冷媒の状態は、図 2 中、D 2 の位置）。蒸発した冷媒蒸気 C S は冷媒蒸気移送管 1 6 を通して吸収器 A に送られ、吸収器 A で吸収液 A L i に吸収される。

【 0 0 4 6 】

冷媒供給弁 V 3 は、制御装置 2 1 によって開度が調節され、凝縮器 C から蒸発器 E に移

50

送される冷媒液 C L の量を加減する。すなわち、移送される冷媒液 C L の量を、蒸発器 E に蓄積する冷媒液 C L の液面レベルが一定になるような量に加減する。このような制御が行われるのは、冷媒液の蒸発した量を補給するためであり、冷媒ポンプ 4 が気体を吸い込まないようにするためである。蒸発器 E に滞留する冷媒液を除く、系全体の冷媒液は、凝縮器 C の底部に蓄積する。したがって、凝縮器 C の底部は、その蓄積に十分な容量を有するように構成する。ヒートポンプ 101 を停止すると、圧力の高い蒸発器 E 側から、冷媒液移送管路 5 を通って蒸発器 E よりも低圧の凝縮器 C に冷媒液 C L が逆流する恐れがある。そのような停止直後の冷媒ポンプ 4 の逆転を避けるために、冷媒ポンプ 4 の出口側に逆止弁 40 を設けるとよい。その代わりに冷媒供給弁 V 3 (液面制御にまかせるとヒートポンプ停止時には開となり逆流を防げない) を、ヒートポンプ停止時には全閉とするように制御装置 21 を構成してもよい。

10

【0047】

補給水移送管路 7 に供給された補給水 W 1 は、給水ポンプ 12 により昇圧され、気液分離器 11 に移送される。給水ポンプ 12 を出た補給水 W 1 は、熱交換器 X 2 で排ガス G H 3 により加熱され、気液分離器 11 に移送される。

【0048】

気液分離器 11 に供給される補給水 W 1 の流量は、気液分離器 11 内に蓄積される補給水 W 1 の液面レベルが一定になるように、制御装置 21 により給水ポンプ 12 の回転数を制御することにより調節される。気液分離器 11 の補給水 W 1 の液面レベルを一定に調節するのは、蒸気 S として供給され失われた補給水 W 1 に見合う分を気液分離器 11 に補給するためである。

20

【0049】

気液分離器 11 に移送された補給水 W 1 は、補給水移送管路 6 を通り、給水ポンプ 13 により昇圧され吸収器 A の被加熱管 23 に送られ、吸収器 A で冷媒蒸気 C S を吸収する吸収液 A L i の吸収熱により加熱され、蒸気 S を発生させ、補給水移送管路 10 を通り、気液分離器 11 に戻り、蒸気と液を分離する。発生した蒸気 S は、蒸気供給管路 8 を通り、制御装置 21 により制御される蒸気弁 V 1 により気液分離器 11 の圧力が第 1 の所定の圧力 P 1 になるように流量調節されて、蒸気ヘッダ (不図示) に供給される。

【0050】

気液分離器 11 の圧力が所定の圧力 P 1 になるように制御されるのは、気液分離器 11 の圧力が蒸気ヘッダ (不図示) の圧力より高い圧力に制御し、気液分離器 11 の圧力を常に蒸気ヘッダの圧力より一定の圧力だけ高い圧力とし、吸収ヒートポンプ 101 で発生した蒸気 S が常に蒸気ヘッダに供給されるようにし、負荷 (不図示) 側に安定して蒸気 S が供給されるようにするためである。

30

【0051】

以上のような構成により、本実施の形態の吸収ヒートポンプ 101 は、排ガス G H 1 の保有する熱を蒸発器 E から吸収器 A に汲み上げて被加熱媒体である補給水 W 1 を加熱する。本実施の形態では、補給水 W 1 は加熱されて水蒸気となって外部へ供給される。

【0052】

図 3 の斜視図及び図 4 の平面図を参照して、本発明の第一の実施の形態の吸収ヒートポンプを構成する、蒸発器 E と再生器 G の構造を説明する。図 3 は、蒸発器 E と再生器 G を、それぞれの上部ヘッダを一部切り欠いて斜め上方から見た斜視図である。図 4 は、蒸発器 E と再生器 G を、それぞれの上部ヘッダを取り除いて上方から見た平面図である。本図において、蒸発器 E の冷媒液入口、冷媒蒸気出口、再生器 G の吸収液入口、吸収液出口は、図示を省略している。

40

【0053】

本実施の形態の吸収ヒートポンプ 101 の備える蒸発器 E は、水平に配置される上部管板 52 とこれに平行に配置される下部管板 53 を備える。上部管板 52 と下部管板 53 との間には複数本の垂直伝熱管 51 が垂直に配置されている。各垂直伝熱管 51 は、上部と下部の管板 52、53 にそれぞれ穿設された孔に挿入され拡管された後にシール溶接され

50

て気密性を確保している。複数本の垂直伝熱管 5 1 は、管の軸線方向から見て矩形の領域に格子状あるいは千鳥状に配列され、一群の管群を形成している。このような複数の垂直伝熱管 5 1 の内側を液状の冷媒液 C L が流れる。すなわち、蒸発器 E は水管ボイラの構造を備える。

【 0 0 5 4 】

同様に、本実施の形態の吸収ヒートポンプ 1 0 1 の備える再生器 G は、水平に配置される上部管板 7 2 とこれに平行に配置される下部管板 7 3 を備える。上部管板 7 2 と下部管板 7 3 との間には複数本の垂直伝熱管 7 1 が垂直に配置されている。各垂直伝熱管 7 1 は、上部と下部の管板 7 2、7 3 にそれぞれ穿設された孔に挿入され拡張された後にシール溶接されて気密性を確保している。複数本の垂直伝熱管 7 1 は、管の軸線方向から見て矩形の領域に格子状あるいは千鳥状に配列され、一群の管群を形成している。このような複数の垂直伝熱管 7 1 の内側を吸収液 A L i が流れる。すなわち、再生器 G は水管ボイラの構造を備える。

【 0 0 5 5 】

本実施の形態の吸収ヒートポンプ 1 0 1 では、蒸発器 E の上部管板 5 2 と再生器 G の上部管板 7 2、また蒸発器 E の下部管板 5 3 と再生器 G の下部管板 7 3 は、それぞれ一体の管板で形成されている。蒸発器 E と再生器 G は、共通の熱源である排ガス G H で加熱されるので隣接して設けることができ、一体の一枚の板で形成することにより効率的な製造が可能となる。蒸発器管群 5 0 と再生器管群 7 0 との間は、蒸発器 E と再生器 G のヘッダの構成が可能である限り、できるだけ近接して配置するのが好ましい。あるいは以下で説明する流れ制限手段としてのダンパを挿入配置が可能である限り、できるだけ近接して配置するのが好ましい。近接して配置することによって、排ガス G H の流路が徒に長くなることを防ぎ、排ガス G H の流れ損失を抑えることができる。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態の吸収ヒートポンプ 1 0 1 では、蒸発器 E と再生器 G それぞれの複数本の垂直伝熱管 5 1、7 1 の外側を垂直伝熱管 5 1、7 1 と交差して排ガス G H 1、G H 2 が流れるように構成されている。蒸発器 E の上部管板 5 2 下部管板 5 3 との間、再生器 G の上部管板 7 2 と下部管板 7 3 との間に排ガス G H の流路 6 0 が形成されている。本実施の形態では、排ガス G H は流路 6 0 を通って垂直伝熱管 5 1、7 1 に直角に交差して流れる。伝熱管 5 1、7 1 に関し、排ガス G H を管外に、冷媒液 C L や吸収液 A L i を管内側に流すので、排ガス G H の流路 6 0 を大きく確保し、流速の高速化を避けることができる。

【 0 0 5 7 】

また、複数本の垂直伝熱管 5 1、7 1 は、蒸発器 E と、再生器 G とで、それぞれ蒸発器管群 5 0 と再生器管群 7 0 を構成し、蒸発器管群 5 0 と再生器管群 7 0 は、排ガス G H の流れに対して直線的に配列される。直線的に配列されるとは、排ガス G H の流路 6 0 がいわゆる 2 パスや 3 パスのように複数パスではなく、1 パスに配置されていることをいう。言い換えれば、蒸発器管群 5 0 と再生器管群 7 0 を取り除いて、排ガス G H の供給側から排出側を見たとき、排ガス G H の流路 6 0 を通して供給側から排出側が見通せることをいう。

【 0 0 5 8 】

直線的に配列されるので、熱源が単位体積あたりの熱容量が小さい排ガスのようなガスであり、必要な熱量を得るためには非常に大きな体積流量の熱源ガスを流す必要があるとき、流動抵抗による圧力損失を低く抑えることができる。すなわち、曲がり損失あるいはターンによる損失を低減することができる。排ガスのような熱源ガスを流動させるための動力は大きくなりがちであるが、これを小さく抑えることができ、省エネルギー効果を削ぐことがない。

【 0 0 5 9 】

以上の実施の形態では、蒸発器 E と再生器 G とで、上部管板 5 2、7 2 同士、下部管板 5 3、7 3 同士は、それぞれ一体の管板で形成されているものとしたが、それぞれ別体としてもよい。別体とすれば、蒸発器 E と再生器 G の配置をそれぞれの独自の都合により定

10

20

30

40

50

めることができる。別体とする場合も、蒸発器管群 50 と再生器管群 70 は、排ガス GH 1、GH 2 の流れに対して直線的に配列される点は変わらない。また別体とする場合も、両者は極力近接して配置するのが好ましい。排ガスの流路損失を低く抑えるためである。

【0060】

本実施の形態では、再生器管群 70 は、排ガス GH の流れに対して、蒸発器管群 50 の下流側に配置される。

【0061】

熱源が排ガスのようなガスであるときは、利用すべき温度幅が大きい。例えば 200 で供給されて、100 で排出される。この場合、100 の温度差を利用することになる。したがって、排ガスを熱源として利用するような場合は、比較的高温のガスによる吸収液の過濃縮、結晶の危険があった。しかしながら、再生器管群 70 を、蒸発器管群 50 の下流側に配置するので、排ガス GH は蒸発器 E で温度がある程度低下した後で再生器 G に供給される。したがって、排ガス GH の供給された直後の部分、言い換えれば比較的高温の部分による吸収液の過濃縮、結晶の危険を抑えることができる。

【0062】

さらに、本実施の形態では、蒸発器管群 50 と再生器管群 70 を外気から遮断し、各管板 52、53、72、73 と協働して排ガス GH の流路を構成する側板 54a、54b、74a、74b (図 4 参照) を備える。側板 54a、54b、74a、74b の代わりに水冷壁としてもよいが、排ガスのように 250 程度あるいはそれ以下、典型的には 200 程度であれば、単なる平板 (鉄板) で構成することができ、簡易な構造となる。すなわち、水冷壁のように複層構造で層間に圧力をもった流体を収容する構造ではなく、単層構造乃至は単板構造とすることができる。本実施の形態の吸収ヒートポンプでは、蒸発器 E と再生器 G は、大気圧以上の圧力の圧力容器となることが多い。その場合、各上部ヘッダ 55、75 と下部ヘッダ 56、76 (吸収ヒートポンプでは特に蒸発器のヘッダ) は圧力を受けるが、側板 54a、54b、74a、74b が水冷壁ではなく単なる単層の平板であるので、強度的な対応が容易となる。

【0063】

又すでに説明したように、蒸発器 E と、再生器 G とが、あるいは蒸発器管群 50 と再生器管群 70 とが、排ガス GH の流れに対して直線的に配列されている。これは典型的には、側板 54a と側板 74a とが一枚の平面状に形成され、側板 54b と側板 74b が同様に一枚の平面状に形成され、それぞれ好ましくは単一の平板で形成され、さらに、蒸発器上部管板 52 と再生器上部管板 72 とが一枚の平面状に形成され、蒸発器下部管板 53 と再生器下部管板 73 とが同様に一枚の平面状に形成され、それぞれ好ましくは単一の平板で形成されていることにより実現できると言ってもよい。

【0064】

側板 54a、54b、74a、74b の外気側は断熱材を施すのが好ましい。あまり温度が高くないとはいいいながら、利用できる熱を外に逃がさないためである。また人体に対する安全のためである。

【0065】

さらに、本実施の形態では、蒸発器 E と再生器 G は、それぞれの管群 50、70 の上部の開口部を覆うように蒸発器上部ヘッダ 55 と再生器上部ヘッダ 75 を設け、下部の開口を覆うように蒸発器下部ヘッダ 56 (冷媒液供給室) と再生器下部ヘッダ 76 (溶液供給室) を設ける。蒸発器上部ヘッダ 55 は、気液分離室を兼ねてもよい。このように構成すると、構造の簡易化を図ることができる。

【0066】

図 5 の平面図を参照して、本発明の第二の実施の形態で用いる蒸発器 E と再生器 G の組合せを説明する。図 5 は、蒸発器 E と発生器 G の各上部ヘッダをはずして、垂直伝熱管 51、71 を軸線方向から、すなわち上方から見た平面図である。本実施の形態では、熱源ガスとしての排ガス GH の流路 60 中、蒸発器管群 50 の下流側の端部から再生器管群 70 をバイパスして、排ガス GH を前記再生器管群 70 の下流側に流すバイパス流路 91 を

備える。

【0067】

バイパス流路91は、排ガスGH1あるいは蒸発器管群50を通過した後の排ガスGH2の全てあるいは一部を、再生器管群70を避けて、その下流側に導く流路である。

【0068】

ここで、蒸発器管群50の下流側の端部とは、排ガスGH1の流れ方向最下流の垂直伝熱管51の下流側の部分、すなわち排ガスGH1が蒸発器管群50の全てを通過して排ガスGH2となった部分、さらに言い換えれば蒸発器管群50と再生器管群70との間の空間部分が好ましいが、図示のように、排ガスGH1が蒸発器管群50の上流側の複数の垂直伝熱管を通過した後の部分であってもよい。すなわち、蒸発器管群50と再生器管群70との間の空間部分を含む部分、あるいはそれよりも多少上流部分であってもよい。このとき、バイパス流路91の始まる部分は、再生器管群70にかからないようにするのが好ましい。バイパス流路91を設ける目的は、再生器G中での吸収液の過剰濃縮、ひいては結晶化を防止することだからである。

10

【0069】

バイパス流路91の始点を、排ガスGH1が蒸発器管群50の全てを通過して排ガスGH2となった部分とすれば、蒸発器Eで排ガスGH1の高温部分をできるだけ利用することができ熱利用の観点から好ましい。しかしながら、バイパス流路91の始点を、排ガスGH1が蒸発器管群50の上流側のある程度の本数の垂直伝熱管51を通過した後の部分としても、排ガスGH1の熱量は蒸発器Eでかなり利用できている上に、装置構成の柔軟性を高めることができる。すなわち、蒸発器管群50と再生器管群70との間の空間部分を短く構成することができ、装置のコンパクト化、流路抵抗の低減を図ることができる。

20

【0070】

バイパス流路91には、バイパス流量を制限するダンパ92を備える。バイパス流路91は、再生器G中での吸収液ALiの過剰濃縮、ひいては結晶化を防止するに十分な排ガスGH2をバイパスするものだからである。必要以上にバイパスする必要はない。ダンパ92は、排ガスGH2の流量を制限するだけでなく、遮断できるものが好ましい。再生器G中の吸収液の濃度が危険領域にないときは、完全に遮断した方が熱回収の観点から好ましいからである。

【0071】

30

この実施の形態では、再生器G内の吸収液ALiの濃度を検出する濃度検出器DEN(図1参照)を備えるとよい。再生器G内の吸収液ALiの濃度に応じてダンパ92の開度を調節することができるようにするためである。濃度検出器DENは、再生器G内の吸収液ALiの濃度が最も高くなる位置、典型的には上部ヘッダ75内に設置する。なお、図1に示すように上部ヘッダ75から吸収器Aに吸収液ALiを導く吸収液移送管路2に設置してもよい。その場合、できるだけ再生器Gに近い位置が好ましい。濃度検出器DENは、濃度を直接検出する検出器に限らず、間接的に検出するものであってもよい。すなわち濃度に相当する物理量、例えば吸収液の密度を検出するものであってもよい。ここでいう濃度は、濃度に関連する算出値であってもよい。すなわち濃度は、密度と温度から検出するものであってもよく、音速と温度から検出するものであってもよく、濃度の代わりに密度、比重を基にしてもよい。また、再生器出口の溶液温度と再生器Gの蒸気圧(あるいは露点)との関係から濃度を推定してもよい。すなわち、溶液の気液平衡関係から算出してもよい。再生器の蒸気圧あるいは露点は冷却水温度に強く影響されるので、溶液温度と冷却水温度から濃縮の危険性を判断してもよい。このように推定、或いは算出するものも濃度検出の一形態とする。

40

【0072】

この実施の形態では、さらに蒸発器Eと再生器Gとの間、さらに言えば蒸発器管群50と再生器管群70との間に、ダンパ93を設けるのが好ましい。バイパス流路91とダンパ92を備えれば、再生器管群70の流路抵抗により、かなりの量の排ガスGH2をバイパス91に流すことができるが、ダンパ93を設けることにより、調節の幅を広げること

50

ができる。ダンパ 93 は、多葉式、すなわち本体部分を縦または横に複数枚に分割した平板とし、それぞれの縦長あるいは横長の平板の長手方向中心軸回りを回転可能にしたものである。多葉式にすると、蒸発器 E と再生器 G との間の空間を大きく取る必要がなく、蒸発器 E と再生器 G の組合せをコンパクト化し易い。ダンパ 92 も多葉式としてもよい。

【0073】

ダンパ 93 は、排ガス GH2 の流量を制限するだけでなく、遮断できるものが好ましい。再生器 G 中の吸収液の濃度によっては、一時的に完全に遮断したい場合もあり得るからである。ダンパ 93 を完全に遮断するときは、通常はダンパ 92 は全開とする。

【0074】

なお、バイパス流路 91 を設けると、見掛け上、側板が単層構造乃至は単板構造ではなく、複層構造であるかのように見える。しかしながら、バイパス流路 91 は、内圧のかかる複層構造の水冷壁の構造とは異なる。すなわち、排ガス GH は排ガス流路 60 を流れるときは、圧力は無視できる程度に低い。したがって、側板 54a、54b、74a、74b は、単層構造乃至は単板構造とすることができる点で、バイパス流路 91 が設けられていない場合と同様である。単層構造の側板 54a、54b、74a、74b の外側に、圧力容器として扱う必要のないバイパス流路 91 が設けられているだけである。

【0075】

図 6 を参照して、熱源ガスとしての排ガス入口温度と発生蒸気熱量の関係を説明する。図 6 は、横軸に熱利用装置に供給される排ガスの入口温度をとり、縦軸に各装置で発生する蒸気の熱量をとり、パラメータとして、各装置で得る水蒸気の温度をとったものである。一番上に x 印と実線で示すのが本発明の実施の形態の吸収ヒートポンプで 180 の水蒸気を得る場合である。以下上から順に、x 印と二点鎖線で示すのが排ガスボイラで 140 の水蒸気、* 印と破線で示すのが排ガスボイラで 160 の水蒸気、* と実線で示すのが排ガスボイラで 180 の水蒸気をそれぞれ得る場合である。ここで発生蒸気熱量は、排ガスを温度 200 から 100 まで利用した場合の熱量を 100 として相対的な数字で示している。

【0076】

この線図から分かるように、排ガス GH1 の入口温度が 200 で、180 の水蒸気 S を得ようとする、排ガスボイラでは約 12 の熱量しか得られないのに対して、吸収ヒートポンプを用いると約 43 の熱量が得られる。また排ガス GH1 の入口温度が 180 のときは、排ガスボイラでは当然のことながら、得られる熱量はゼロであるのに対して、吸収ヒートポンプを用いると約 32 の熱量が得られる。

【0077】

図 7 の正面図他を参照して、本実施の形態での利用に適する発生器 G1 の事例 1 を説明する。この図において、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は (a) の A-A 矢視図、(d) は降液管 77 を 1 本抽出して示す拡大断面図である。すでに説明したように、再生器 G1 では、上部管板 72、下部管板 73、上部ヘッダ 75 と下部ヘッダ 76 を接続する側板 74a、74b で囲まれて排ガス流路 60 が構成される。この流路 60 に、蒸発器 E から流入する排ガス GH2 が流れる。排ガス流路 60 の、再生器 G1 への流入口は、広く開口している。好ましくは、排ガス流路 60 の蒸発器 E 側から、流路断面積を絞ることなく、一連の流路を構成する (図 7 では、便宜上ステップ状に多少の絞りがあるように図示されている)。排ガス GH4 の出口側も同様に、絞らないようにするのが好ましい。排ガスにできるだけ流路損失を与えないためである。

【0078】

上部ヘッダ 75 には、吸収液 (濃溶液) A l i - o u t を吸収液移送管路 2 に導き出す吸収液出口 2a が形成されている。吸収液出口 2a は、液面レベルセンサ L1 (図 1 参照) により検出され制御される液面よりも下方に設けられる。吸収液出口 2a が液面下にもぐっていることにより、既に説明したように、吸収器 A と再生器 G との間の液シールが維持される。

【0079】

10

20

30

40

50

下部ヘッダ76には、吸収液（希溶液）ALi-inを吸収液移送管路3から導入する吸収液入口3aが形成されている。吸収液入口3aから導入された吸収液ALi-inは、垂直伝熱管71内で加熱され上昇し、上部ヘッダ75に達する。垂直伝熱管71を上昇する間に、吸収液は蒸気CSを発生し濃縮される。上部ヘッダ75には、発生した蒸気CSを、冷媒蒸気移送管17に導き出す冷媒蒸気出口17aが形成されている。本実施の形態では、上部ヘッダ75は、吸収液の飛沫と蒸気CSを分離する気液分離器としても構成されている。そのために上部ヘッダ75内の空間は蒸気CSの流速が気液分離に十分な程度に低くなるよう、十分な容量に構成されている。また不図示の、折り曲げ板で構成されるエリミネータを設けてもよい。

【0080】

10

本実施の形態では、さらに再生器管群70の一部に降液管77を設けている。降液管77の外側（排ガス側）は断熱材78で覆われている。

【0081】

図7を参照して、再生器G1の作用を説明する。垂直伝熱管71にて、管内の吸収液ALiは、管外の排ガスGH2により加熱され沸騰し、気液二相流となって、上部ヘッダ（気液分離室）75に吹き出し、冷媒蒸気CSと吸収液（濃溶液）ALiとに分かれる。垂直伝熱管71下部には、下部ヘッダ76から吸収液（希溶液）ALiが供給される。気液分離室75の吸収液ALiの一部は、降液管77を通して、下部ヘッダ76に戻り、吸収液ALiが循環する。降液管77は再生器管群70の中にあるので、熱源となる排ガスGHで加熱されるが、降液管77外の断熱材78により、加熱量が抑えられる。したがって、液相状態あるいは蒸気が含まれるにしても、少量である。降液管77内では、垂直伝熱管71内の二相状態と比較すると、吸収液ALiの見かけ密度は大きく、下降流となる。即ち、（降液管77内の見かけ密度>垂直伝熱管71内の見かけ密度）の関係になるので、降液管77内が下降流、垂直伝熱管71内が上昇流となる。

20

【0082】

なお、図7では、垂直伝熱管71の配置を碁盤目で表示しているが、干鳥配置にしてもよい。また、垂直伝熱管71をベア管で示しているが、一部又は全てをフィン付管としてもよい。熱伝達係数が、ガス側では液側よりもはるかに低いので、フィン付きとすることで、内外の熱伝達係数のバランスがよくなる。その結果として、伝熱管の本数をベアチューブの場合と比較して、大幅に少なくすることができる。

30

【0083】

図7では、降液管77を再生器管群70内に設けているが、図8に示すように再生器管群70の外部、ひいては排ガス流路60の外に設けることもできる。このようにすると、降液管77内の吸収液が排ガスGHにより加熱されないで、吸収液ALiの循環がさらに良好になる。

【0084】

図8を参照して、再生器の実例2を説明する。この図において、(a)は正面図、(b)は側面図である。この再生器G2では、さらに、上部ヘッダ75及び下部ヘッダ76内に邪魔板79A、79Bをそれぞれ設ける。再生器G2では、吸収液入口3aは、下部ヘッダ76において排ガスGHの流れの下流側に設けられ、吸収液出口2aは、上部ヘッダ75において排ガスGHの流れの上流側に設けられる。

40

【0085】

邪魔板79Bは、下部ヘッダ76中で、排ガスGHの流れの下流側から垂直伝熱管71を排ガスGHの流れに直角な方向に分割するように1枚以上配置される（図では2枚）。同様に、邪魔板79Aは、上部ヘッダ75中で排ガスGHの流れの下流側から垂直伝熱管71を排ガスGHの流れに直角な方向に分割するように1枚以上配置される（図では2枚）。

【0086】

邪魔板79Aは、吸収液（濃溶液）ALiが上部をオーバーフローして流れるような高さに形成される。2枚以上設けられる場合は、排ガスGHの流れの下流側から上流側に行

50

くにつれて順に低くなるような高さに形成される。図示の実例 2 では、邪魔板 79A と 79B は、上下で対向する位置に配置されている。また降液管 77 は、1 枚以上の邪魔板 79A で分割された領域の、上部ヘッダ 75 側と下部ヘッダ 76 側とを連絡するように排ガス流路 60 の外に設けられる。

【0087】

このように構成すると、図中矢印のように吸収液 ALi と排ガス GH とは全体として対向流となる。したがって、熱源ガスの排ガス GH と吸収液 ALi との間の平均温度差が大きくとれるので、並行流あるいは直交流の場合と比べて伝熱量を大きくすることができ、伝熱的に有効である。

【0088】

実例 2 では、邪魔板 79A と邪魔板 79B とは上下で完全に対向する位置に設けられているが、邪魔板 79B を邪魔板 79A よりも排ガス GH の流れの上流側に垂直伝熱管 71 の 1 本分以上ずらして設けてもよい（不図示）。このように構成すると、下部ヘッダ 76 から上昇する吸収液の一部が邪魔板 79A で分割する領域の上流側に隣接する領域に流入する。このように構成すると、吸収液 ALi は邪魔板 79A の上部をオーバーフローしなくても、次々に排ガス GH の上流側に流れていくことができる。

【0089】

実例 2 では、邪魔板 79A と邪魔板 79B とは上下で完全に対向する位置に設けられており、降液管 77 は、そのようにして分割された上下対向する領域間を連絡するように設けられているが、上部ヘッダ 75 の領域から下部ヘッダ 76 の隣接する領域にたすき掛け状に連絡するように設けてもよい。このように構成すると、最初の領域で下部ヘッダ 76 から垂直伝熱管 71 を上昇してある程度濃縮されて上部ヘッダ 75 に達した吸収液 ALi は、対向する下部ヘッダの領域に戻るのではなく、隣接した下部ヘッダの領域に降下するので、次の濃縮過程に入ることができる。この場合、対向する領域に戻す降液管とたすき掛け降液管を併用してもよい。

【0090】

再生器 G の内部では、吸収液 ALi の濃度変化による平衡温度変化があり、また過濃縮の心配があるので、再生器 G 内での吸収液 ALi の循環に注意が必要である。実例 1 または実例 2 のように再生器 G1、G2 に降液管 77 を設ければ、上部ヘッダ 75 と下部ヘッダ 76 の間で吸収液の循環を起こすことができる。一方蒸発器 E では、冷媒 CL は蒸発して蒸気 CS になるので、温度はほぼ一定であり、再生器 G のような循環に対する配慮は不要である。ただし、降液管を設けて、伝熱管 51 内の流動（上昇流）を促し、伝熱の改良を図ってもよい。

【0091】

蒸発器 E と再生器 G は、管板を共通とするだけでなく、缶胴を一体構造としてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0092】

本発明の吸収ヒートポンプは、特に排ガスのような熱源ガスから熱を回収して被加熱媒体を加熱するのに利用される。

【符号の説明】

【0093】

- 1 溶液ポンプ
- 2、3 吸収液移送管路
- 4 冷媒ポンプ（冷媒昇圧手段）
- 5 冷媒液移送管路
- 7 補給水移送管路
- 8 蒸気供給管路
- 11 気液分離器
- 12、13 給水ポンプ
- 16、17 冷媒蒸気移送管

10

20

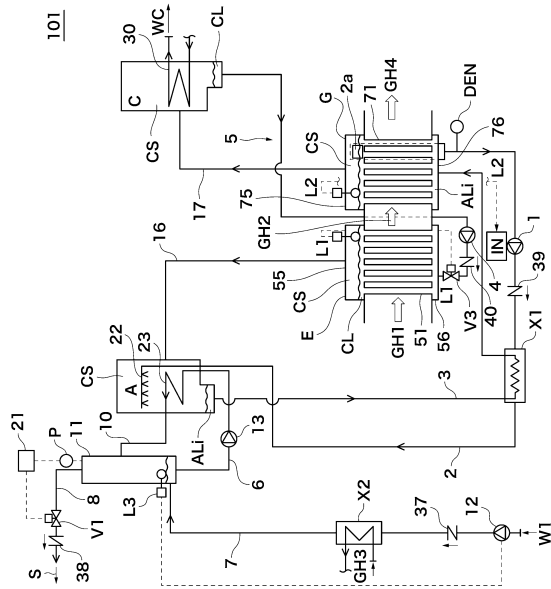
30

40

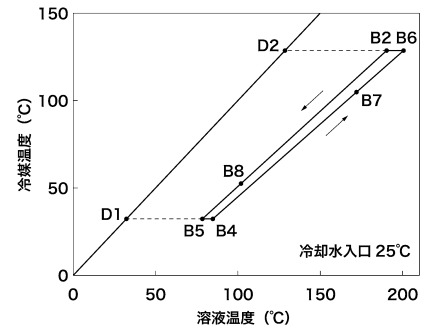
50

2 1	制御装置	
2 2	吸収液スプレイ	
2 3	被加熱管	
3 0	冷却管	
3 7	逆止弁	
3 8	逆止弁	
3 9	逆止弁	
4 0	逆止弁	
5 0	蒸発器管群	
5 1	垂直伝熱管	10
5 2	蒸発器上部管板	
5 3	蒸発器下部管板	
5 4 a、5 4 b	蒸発器側板	
5 5	蒸発器上部ヘッダ	
5 6	蒸発器下部ヘッダ	
6 0	排ガス流路	
7 0	再生器管群	
7 1	垂直伝熱管	
7 2	再生器上部管板	
7 3	再生器下部管板	20
7 4 a、7 4 b	再生器側板	
7 5	再生器上部ヘッダ	
7 6	再生器下部ヘッダ	
9 1	バイパス流路	
9 2、9 3	ダンパ	
1 0 1	吸収ヒートポンプ	
A	吸収器（吸収部）	
A L i	吸収液	
C	凝縮器（凝縮部）	
C S	冷媒蒸気	30
C L	冷媒液	
D E N	濃度センサ	
E	蒸発器	
G、G 1、G 2	再生器	
L 1、L 2、L 3	液面レベルセンサ	
P	圧力センサ	
S	蒸気	
V 1	蒸気弁	
V 3	冷媒供給弁	
W 1	補給水	40
W C	冷却水	
G H 1、G H 2、G H 3、G H 4	排ガス	
X 1	溶液熱交換器	
X 2	熱交換器	

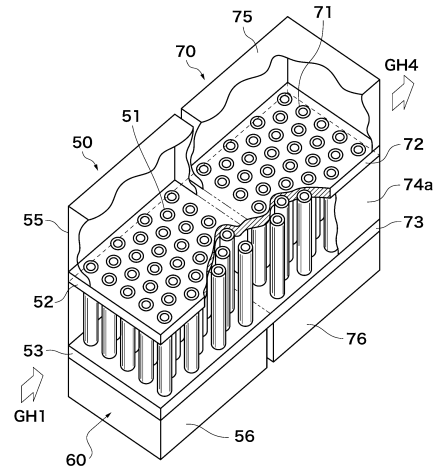
【図 1】



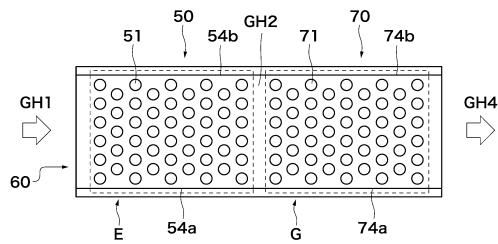
【図 2】



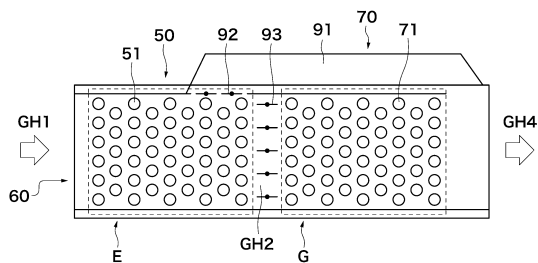
【図 3】



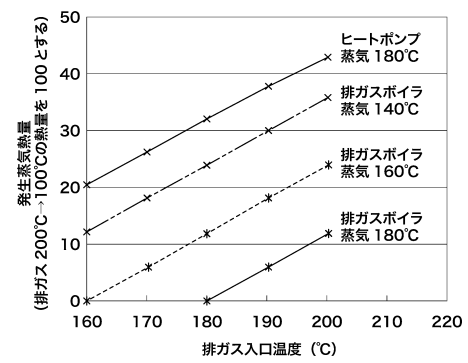
【図 4】



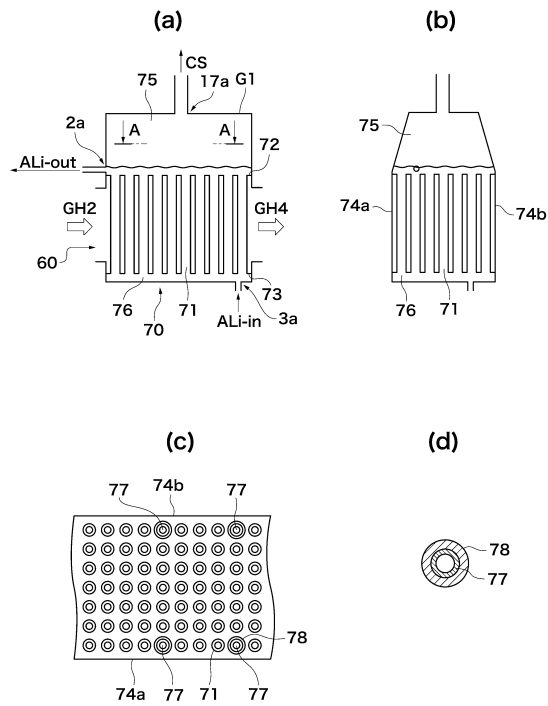
【図 5】



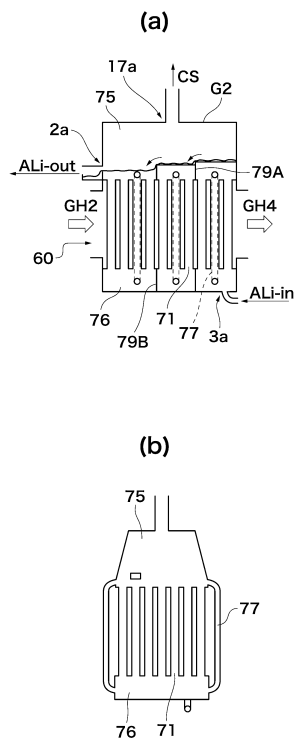
【図 6】



【図 7】



【図 8】

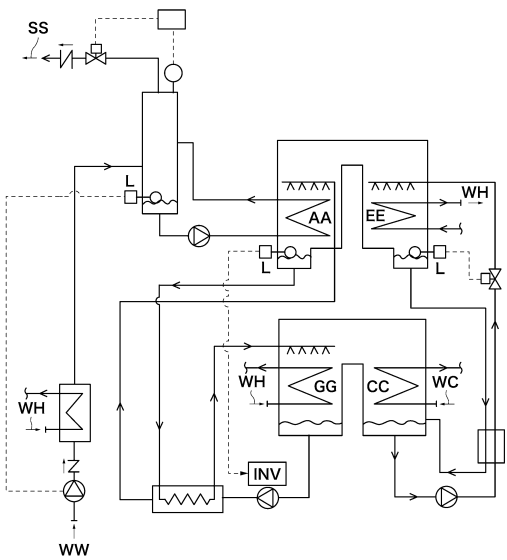


【図 9】

温度範囲別工場排熱量			単位：PJ/年
温度範囲 (°C)	ガス	温水	ガス + 温水
40～59		45.6	45.6
60～79		14.8	14.8
80～99		12.6	12.6
100～149	440.5	20.4	460.9
150～199	275.1		275.1
200～249	125.0		125.0
250～299	68.1		68.1
300～349	39.0		39.0
350～399	21.0		21.0
400～449	8.6		8.6
450～499	9.0		9.0
500～999	30.2		30.2
計	1016.6	93.5	1110.1

省エネルギーセンター「工場群の排熱実態調査」

【図 10】



フロントページの続き

(74)代理人 100155192

弁理士 金子 美代子

(72)発明者 井上 修行

東京都大田区大森北3 - 2 - 16 荏原冷熱システム株式会社内

審査官 松井 裕典

(56)参考文献 特開平08 - 261600 (JP, A)

特開2003 - 222434 (JP, A)

特開昭53 - 132843 (JP, A)

特開昭61 - 211668 (JP, A)

特開2004 - 239558 (JP, A)

特開2003 - 222437 (JP, A)

特開2002 - 098435 (JP, A)

特開平07 - 019648 (JP, A)

特開2006 - 162380 (JP, A)

特開2010 - 048519 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 15/00 - 30/00