

(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2012-7882  
(P2012-7882A)

(43) 公開日 平成24年1月12日(2012.1.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>F 2 5 B</b> 1/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 9 Z	3 L 0 5 3
<b>F 2 4 F</b> 3/00 (2006.01)	F 2 5 B 1/00 3 9 6 S	
	F 2 4 F 3/00 B	

審査請求 有 請求項の数 41 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2011-168068 (P2011-168068)  
 (22) 出願日 平成23年8月1日(2011.8.1)  
 (62) 分割の表示 特願2009-503415 (P2009-503415)の分割  
 原出願日 平成18年4月4日(2006.4.4)

(71) 出願人 508294767  
 エフィシヤント・エナジー・ゲゼルシャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフツング  
 ドイツ国、82054 ソウルラフ、ムエールヴェーク 2b  
 (74) 代理人 100091432  
 弁理士 森下 武一  
 (74) 代理人 100124729  
 弁理士 谷 和紘  
 (72) 発明者 セドラック、ホルガー  
 ドイツ国、82054 ロクホーヘン/ソウルラフ、クレマーガーセ 2a

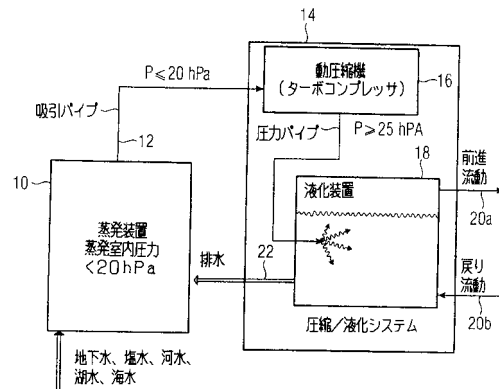
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートポンプ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】より効率的なヒートポンプの概念を提供する。  
 【解決手段】ヒートポンプは作業蒸気を生成するために作業液体としての水を蒸発させる蒸発装置10を有し、この蒸発は20hPaよりも低い蒸発圧力下で行われる。作業気体は動圧縮機16によって少なくとも25hPaの作業圧力に圧縮され、その後、液化装置内18で液化装置水と直接接触することで液化する。ヒートポンプは好ましくは開放システムであり、このシステムにおいて、地下水、海水、河水、湖水または塩水として自然環境に存在する水が蒸発させられ、そして再び液化させられた水は蒸発装置、汚水または浄水場に送られる。

【選択図】 図1a



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

以下のものを含むヒートポンプ、

作業気体を生成するために作業液体としての水を蒸発させるための蒸発装置(10)であり、この蒸発装置は蒸発室(100)を有し、蒸発室内では20hPaよりも小さい蒸発圧力になるように構成され、これにより、水が18未満の温度で蒸発する、

前記蒸発装置(10)に接続された、作業気体を圧縮するための圧縮機(16)であり、この圧縮機は動圧縮機として構成され、作業気体を、蒸発圧力を5hPaよりも大きい差で上回る作業圧力に圧縮するように構成されている、

圧縮作業気体を液化させるための液化装置(18)であり、この液化装置は、液化中に得られた熱を暖房システムに出力するように構成されている。

10

**【請求項 2】**

請求項1に記載のヒートポンプであり、

前記蒸発装置(10)は地下水、海水、河水、湖水または塩水という形で自然環境に存在する水を蒸発させるように構成され、

前記液化装置(18)は、液化した水を蒸発装置、汚水または浄水場に送るよう構成されている。

**【請求項 3】**

請求項1または2に記載のヒートポンプであり、前記圧縮機(16)は作業気体を25hPaよりも高い作業圧力に圧縮するよう構成されている。

20

**【請求項 4】**

請求項1, 2または3に記載のヒートポンプであり、前記動圧縮機は半径流圧縮機として構成されている。

**【請求項 5】**

請求項1, 2, 3または4に記載のヒートポンプであり、前記蒸発装置(10)は蒸発室(100)と接続された上昇管(102)を有し、上昇管(102)の一端は作業液体のための液体で満たされた容器(116)に接続され、上昇管(102)の他端は、蒸発圧力が重力の作用により蒸発室(100)で起こるように、蒸発室(100)に接続されている。

30

**【請求項 6】**

請求項5に記載のヒートポンプであり、前記上昇管(102)は8mよりも大きい高さを有するように構成されている。

**【請求項 7】**

請求項1, 2, 3, 4, 5または6に記載のヒートポンプであり、前記蒸発装置(10)は、蒸発させられるべき水に溶けているガスの少なくとも一部を除去するよう構成されたガスセパレータを有し、除去された部分のガスは蒸発室を介して圧縮機に吸引されることはない。

**【請求項 8】**

請求項7に記載のヒートポンプであり、前記ガスセパレータは除去された部分のガスを蒸発しなかった水に送るよう構成され、このガスは蒸発しなかった水によって流動からはずされる。

40

**【請求項 9】**

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7または8に記載のヒートポンプであり、

前記液化装置はガスセパレータ(220)、及び液化装置内で溜まる水蒸気以外のガスをセパレータ(220)から排出するためのポンプ(222)を有する。

**【請求項 10】**

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8または9に記載のヒートポンプであり、

前記液化装置(18)は、液化させた作業液体を排出する排水管(22)を有し、

前記排水管(22)は、蒸発装置内での泡蒸発のための核生成作用を提供するために蒸発装置内に配置された部分(204)を有する。

50

## 【請求項 1 1】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 または 10 に記載のヒートポンプであり、  
 液化装置からの排水管の部分(204)は、少なくとも一般的なパイプである排水管の  
 なめらかな表面と比較して核生成作用が増大されるような表面粗さを有する粗い部分(2  
 06)を有する。

## 【請求項 1 2】

請求項 10 または 11 に記載のヒートポンプであり、  
 排水管(22)はノズルパイプ(230)に接続され、このノズルパイプ(230)は  
 、蒸発装置内での泡蒸発のための核生成作用を提供するために、ノズルパイプ(230)  
 内に位置する作業液体を、蒸発させられるべきであり蒸発装置内に位置する水に送り込む  
 ためのノズル口(234)を有する。

10

## 【請求項 1 3】

請求項 5 または 6 に記載のヒートポンプであり、  
 前記液化装置(18)は、液化された作業液体を排水するための排水管(22)を有し  
 、この排水管(22)は、連結部(194)で上昇管(102)または戻し管(113)  
 に連結され、この連結部における上昇管または戻し管(113)内の液体圧力は排水管(2  
 2)の圧力以下である。

## 【請求項 1 4】

請求項 5, 6 または 13 に記載のヒートポンプであり、前記液化装置(18)は、液化  
 された作業液体を排水するための排水管(22)を有し、この排水管(22)は、連結部  
 (194)で上昇管(102)または戻し管(113)に連結され、液化装置(18)か  
 らの排水管(22)と連結部(194)の間に圧力補償手段(192)が配置され、この  
 圧力補償手段(192)は、液化装置(18)からの排水が上昇管(102)または戻し  
 管(113)に入るように、この排水の圧力を制御するよう構成されている。

20

## 【請求項 1 5】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 または 14 に記  
 載のヒートポンプであり、

前記液化装置(18)は、液化装置からの排水が特性によって下水システムに入るか  
 または汚水にしみ込むように、この排水の圧力を増加させるように構成されたポンプ(19  
 2)を有する。

30

## 【請求項 1 6】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 または 1  
 5 に記載のヒートポンプであり、

前記圧縮機(16)は、半径流ホイール、半軸流ホイール、軸流ホイールまたはプロペ  
 ラとして形成された回転ホイールであって、作業気体を圧縮するために駆動される回転ホ  
 イールを有する。

## 【請求項 1 7】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ま  
 たは 16 に記載のヒートポンプであり、

前記液化装置(18)は、少なくとも一部が液化装置水(180)で満たされ、その水  
 の高さが最低レベル以上に保たれるように構成された液化室を有する。

40

## 【請求項 1 8】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,  
 16 または 17 に記載のヒートポンプであり、

前記液化装置(18)は、冷たい作業液体を凝縮位置まで運ぶため、または熱を冷たい  
 作業液体まで運ぶために、液化した作業液体を循環させるための循環ポンプ(202)を  
 有する。

## 【請求項 1 9】

請求項 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,  
 16, 17 または 18 に記載のヒートポンプであり、

50

前記液化装置は、暖房前進流動（20a）と液化装置内の水（180）への暖房戻り流動（20b）を有する。

【請求項20】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18または19に記載のヒートポンプであり、

前記液化装置（18）は、暖房システム（300）と液化装置を液体に関して分離するために熱交換器を有する。

【請求項21】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19または20に記載のヒートポンプであり、

前記圧縮機（16）は一方が他方の背後に配置されているいくつかの動圧縮機から形成され、第1動圧縮機（172）によって作業気体を中間圧力に圧縮し、最後の動圧縮機（174）によって作業気体を作業圧力に圧縮する。

【請求項22】

請求項21に記載のヒートポンプであり、一方が他方の背後に配置されている少なくとも二つの動圧縮機は、互いに反対方向に回転駆動される軸流ホイールを有する。

【請求項23】

請求項21に記載のヒートポンプであり、作業気体から熱を奪い、その熱で水を加熱するために、一つまたはいくつかの熱交換器（170）が、第1動圧縮機（172）またはさらに別の動圧縮機（174）から下流に配置されている。

【請求項24】

請求項23に記載のヒートポンプであり、前記熱交換器は、作業気体の温度を、最大で、前段の圧縮機部分（172）よりも前の温度より高い温度に下げるよう構成されている。

【請求項25】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23または24に記載のヒートポンプであり、さらに以下のものを含む、

液化装置内、蒸発装置内または圧縮機内の騒音が少なくとも6dB低くなるように構成された防音装置（208）。

【請求項26】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24または25に記載のヒートポンプであり、さらに以下のものを含む、

目標温度を保持するための制御装置（250）であり、実際の温度を検知し、目標温度が実際の温度よりも高い場合、圧縮機から出力される圧力または体積を増加するよう制御し、目標温度が実際の温度よりも低い場合、圧縮機から出力される圧力または体積を減少するよう制御する。

【請求項27】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25または26に記載のヒートポンプであり、少なくとも蒸発室、圧縮機のハウジング、液化装置のハウジング、または動圧縮機の半径流ホイールがプラスチックから成る。

【請求項28】

請求項1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26または27に記載のヒートポンプであり、前記動圧縮機（16）は、一つまたはいくつかの内側の半径位置から一つまたはいくつかの外側の半径位置に伸びている複数のベーン（262, 272, 274, 276）を有する半径流ホイール（260）を備えた半径流圧縮機を含み、このベーンは半径流ホイールに関して異なる半径位置（ $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $r_1$ ）から外側へと伸

10

20

30

40

50

びている。

【請求項 29】

請求項 28 に記載のヒートポンプであり、少なくとも一つのベーン (272) が、半径流ホイール (260) に関して、半径 ( $r_w$ ) の位置から外側へ伸びている二つのベーン (262) の間に配置され、この少なくとも一つのベーン (272) は、半径流ホイール (260) に関して、より大きい半径 ( $R_1$ ) の位置から外側へ伸びている。

【請求項 30】

請求項 28 または 29 に記載のヒートポンプであり、半径流ホイール (260) は基盤 (266) とカバー (268) を有し、半径流ホイール (260) の、別のベーン (262) よりも大きい半径 ( $R_1$ ) の位置から外側へ伸びる少なくとも一つのベーン (272) は、カバー (268) と基盤 (266) の両方に一体的に接続されている。

10

【請求項 31】

ヒートポンプのための蒸発装置であり、以下のものを含む、

作業気体を生成するために作業液体としての水を蒸発させるための蒸発装置 (10) であり、この蒸発装置は蒸発室 (100) を有し、蒸発室内で 20 hPa よりも小さい蒸発圧力を生成するよう構成され、水が 18 未満の温度で蒸発する。

【請求項 32】

請求項 31 に記載の蒸発装置であり、

前記蒸発装置 (10) は、地下水、海水、河水、湖水または塩水として自然環境に存在する水を蒸発させるように構成されている。

20

【請求項 33】

蒸発圧力を有する作業気体を生成するために、作業液体としての水を蒸発させるための蒸発装置を含むヒートポンプのための圧縮 / 液化システムであり、該システムは以下のものを含む、

作業気体を圧縮するために蒸発装置 (10) に接続された圧縮機 (16) であり、この圧縮機は動圧縮機として形成され、作業気体を 5 hPa よりも高く、蒸発圧力よりも高い作業圧力に圧縮するよう構成されている、

圧縮作業気体を液化させるための液化装置 (18) であり、この液化装置は、液化中に得られた熱を暖房システムに送るよう構成されている。

【請求項 34】

30

請求項 33 に記載の圧縮 / 液化システムであり、

前記液化装置 (18) は、液化した水を蒸発装置、汚水または浄水場に送るよう構成されている。

【請求項 35】

熱をポンプで送る方法であり、以下のステップを含む、

作業気体を生成するために作業液体である水を蒸発させるステップ (10) であり、作業気体は 20 hPa よりも小さい蒸発圧力下で生成され、水は 18 未満の温度で蒸発する、

作業気体を流動の点で圧縮する圧縮ステップ (16) であり、作業気体を、蒸発圧力を 5 hPa よりも大きい差で上回る作業圧力に圧縮する、

40

圧縮作業気体を液化させるステップ (18) であり、液化中に得られた熱を暖房システムに出力する。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の方法であり、

蒸発ステップにおいて、地下水、海水、河水、湖水または塩水として自然環境に存在する水が蒸発させられ、

液化ステップにおいて、液化した水は蒸発装置、汚水または浄水場に送られる。

【請求項 37】

ヒートポンプ内で水を蒸発させる方法であり、以下のステップを含む、

作業気体を生成するために作業液体としての水を蒸発させるステップ (10) であり、

50

作業気体は20 hPaよりも低い蒸発圧力下で生成され、水は18 未満の温度で蒸発する。

【請求項38】

請求項37に記載の方法において、

蒸発ステップにおいて、地下水、海水、河水、湖水または塩水として自然環境に存在する水が蒸発させられる。

【請求項39】

ヒートポンプのための圧縮/液化方法であり、蒸発圧力を有する作業気体を生成するために作業液体としての水を蒸発させる蒸発装置を有し、該方法は以下のステップを含む、

流動の点で作業気体を圧縮するステップ(16)であり、作業気体を、前記蒸発圧力を5 hPaよりも大きい差で上回る作業圧力に圧縮する、

圧縮作業気体を液化させるステップ(18)であり、液化の間に得られた熱を暖房システムに出力する。

【請求項40】

請求項39に記載の方法であり、

液化ステップ(18)において、液化した水は蒸発装置、汚水または浄水場に送られる。

【請求項41】

算術的論理ユニットで起動されると、請求項35, 37または39に記載の方法を実行するプログラムコードを有するコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はヒートポンプに関する。特に、建物、より詳細には、一戸建て住宅、二戸建て住宅、長屋等の比較的小さな建物を暖房するために使用されるヒートポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

図8は、「応用熱力学」(基礎理論と応用、第14改訂版、ハンザーフェルラーク、2005年、pp. 278 - 279)に記載されているような、公知のヒートポンプを示している。このヒートポンプは密閉サイクルを有し、この密閉サイクルの中で、R134aのような作業物質が循環する。第1熱交換器80と蒸発装置を介して、作業物質が蒸発するほどの熱を、汚水または地下水から奪う。このようにしてエネルギーを与えられた作業物質は、吸引ラインを介して圧縮機に取り込まれる。圧縮機81内で、作業物質は凝縮され、圧力と熱が増す。この凝縮は、ピストン圧縮機により行われる。凝縮され高温になった作業物質は、第2熱交換器82と液化装置に送られる。液化装置内では、冷却水が高温に晒され液化するほどの大量の熱が、暖房またはプロセス用水サイクルによって、作業物質から奪われる。チョークまたは膨張部材83において、作業物質は膨張される。つまり、作業物質はストレスから解放される。ここでは、作業物質が蒸発装置内で再び汚水または地下水から熱を吸収できる程度にまで、圧力と温度が下げられる。これでサイクルが終了し、再び始まる。

【0003】

このことからわかるように、作業物質は、汚水または地下水から熱を取り出し、それを液化装置内で暖房サイクルに与えるためのエネルギー運搬者としての役目を果たしている。この処理管理は、熱つまりエネルギーは「それ単独で」高温レベルから低温レベルに移動し、また、外界からのエネルギー補給により(ここでは圧縮機の動作により)逆の現象が起こるといふ熱力学の第2理論に従っている。

【0004】

図7は、典型的な $h, \log p$ グラフ( $h$ はエンタルピー、 $p$ は物質の圧力)を示す。作業物質の等圧蒸発が、図7のグラフ中、ポイント4とポイント1の間で、圧力も温度も低い値( $p_1, T_1$ )で起こる。ここでは、熱 $Q_{81}$ が与えられている。

## 【 0 0 0 5 】

理想的には、作業物質の気体が圧力  $p_2$  への可逆的な圧縮が、断熱圧縮機内でポイント 1 とポイント 2 の間で行われる。この過程で温度は  $T_2$  に上がる。圧縮の効果がここで提供される。

## 【 0 0 0 6 】

そして、作業物質の気体の 2 から 2' への等圧冷却が高圧  $p_2$  で行われる。過熱が減じられ、そして作業物質が液化する。全体として、熱  $Q_{25}$  が消散する。

## 【 0 0 0 7 】

チョーク 8 3 内で、作業物質は断熱的な方法で、高圧  $p_2$  から低圧  $p_1$  へチョークされる。この処理で、作業物質の液体の一部が蒸発し、温度は蒸発温度  $T_1$  まで下がる。  $h, \log p$  グラフにおいて、この処理のエネルギーと特性はエンタルピーによって計算され、また、図 7 のように示され得る。

10

## 【 0 0 0 8 】

このように、ヒートポンプの作業流体は、蒸発装置内で、空気、水、排水、汚水等の周囲から熱を奪う。液化装置は、暖房物質を加熱するための熱交換器として作用する。温度  $T_1$  は常温よりも少し低く、温度  $T_2$  は必要な加熱温度よりもかなり高く、温度  $T_2'$  は必要な加熱温度よりも少し高い。望まれる温度差が大きければ大きいほど、圧縮機の作業量は増す。従って、温度上昇をできるだけ小さく保つようにすることが望ましい。

## 【 0 0 0 9 】

図 7 に関して、作業物質の気体の圧縮は、理想的な場合、 $s =$  定数というポイント 2 までのエントロピーカーブに沿って行われる。ここからポイント 3 まで、作業物質は液化する。ポイント 2 ~ 3 の距離は有用な熱  $Q$  を示している。ポイント 3 からポイント 4 まで、作業物質は膨張し、ポイント 4 からポイント 1 まで、作業物質は蒸発し、ポイント 4 ~ 1 の距離は熱源から奪われる熱を示す。  $T, s$  グラフとは違い、熱と仕事量の大きさは、  $h, \log p$  グラフ中の距離として表わされる。バルブ内、圧縮機の圧力及び吸引ライン内等での圧力損失は、  $h, \log p$  グラフの循環処理の理想的なカーブを変化させ、処理全体の効果を低下させる。

20

## 【 0 0 1 0 】

ピストン圧縮機において、吸引された作業物質の気体は最初圧縮機のシリンダー壁よりも低い温度であり、従って、シリンダー壁から熱を吸収する。圧縮が進むにつれて、作業物質の気体の温度は上昇し、シリンダー壁の温度を超え、作業物質の気体がシリンダー壁に熱を放出するようになる。そして、ピストンが再び気体を吸入し、圧縮すると、再び最初はピストン壁の温度を下回り、そしてそれを超え、これは一定の損失につながる。また、吸入された作業物質の気体の過熱は、圧縮機にもうそれ以上作業物質を吸入しないようにさせるために必要である。さらなる不利な点は、特に、潤滑のために不可欠なピストン圧縮機のオイルサイクルとの熱交換である。

30

## 【 0 0 1 1 】

圧縮の間の熱損失、バルブ内での圧力損失、液化のための圧力ライン内や液化装置内での流量損失等の不可逆的な処理は、エントロピー、つまり取り戻すことができない熱を増加させる。さらに、温度  $T_2$  も液化温度を上回る。このような「過熱エンタルピー」は望ましいものではない。何故ならば、特に処理中に発生する高温は、圧縮機の老朽化、特にピストン圧縮機内の潤滑油の老朽化を促すからである。また、処理の効力が低下する。

40

## 【 0 0 1 2 】

液化装置から低温で排出される液化作業物質は、圧縮前の温度及び圧力での状態で存在していた余分なエネルギーを利用するために、理想的な循環処理においては、例えばタービンなどのエンジンを介して、膨張させられる必要がある。これには多大な経費を要するので、この対策を行わず、作業物質の圧力はチョーク 8 3 によって急に低圧低温に下げられる。作業物質のエンタルピーは、処理の間、ほぼ同じくらいである。急激な圧力低下により、作業物質はその温度を下げるので、一部蒸発しなければならない。必要な気化熱は、余分な温度を有する作業物質から引き出され、つまり、熱源から取り出されるわけでは

50

ない。チョーク 83 (図 8 参照) 内での膨張によって起こる損失全体は、膨張損失と称される。温度  $T$  の熱が温度  $T_0$  の熱に変換されるので、これらはエネルギー損失である。もしこの液体作業物質がその熱を  $T$  よりも低い温度を有する媒体に放出することができるならば、これらの損失は低下するであろう。この冷却不足のエンタルピーは内部熱変換によって利用され得るが、これにもまた、設備の点で付加的な経費が必要である。また、原則的に、内部熱変換には限界がある。それは、気体の圧縮において過熱温度  $T_2$  は上昇し、達成されたゲインは一部これにより相殺されてしまうことと、さらなる熱ストレスが機械と潤滑油にかかるという理由からである。つまり、過熱は気体の量を増加させ、これにより、体積的な熱の力が減じられる。この熱は、圧縮機に向かって流れるこれらの作業物質の気体を、これらに含まれる全ての水滴が確実に気体に変換されるのに必要な程度にのみ、予備的に暖めるために利用される。

10

## 【 0 0 1 3 】

一般的に、 $h, \log p$  グラフのポイント 1 とポイント 4 との間のエンタルピー差、及びポイント 2 とポイント 1 との間のエンタルピー差は、ヒートポンプ処理の経済効率の指針であるという説がある。

## 【 0 0 1 4 】

現在一般的に使用されている作業物質は R 1 3 4 a であり、その化学式は  $\text{CF}_3 - \text{CH}_2\text{F}$  である。それは、もはやオゾン層にダメージを与えないものではあるが、温室効果の点では、二酸化炭素の 1000 倍もの影響力がある作業物質である。しかし、この作業物質 R 1 3 4 a は約  $150 \text{ kJ} / \text{kg}$  という比較的大きなエンタルピー差を有しているので、好まれている。

20

## 【 0 0 1 5 】

この作業物質は「オゾンキラー」ではないが、その温室効果のためにはかなりのダメージを引き起こしかねないので、ヒートポンプサイクルの密閉サイクルからこの作業物質の一つの分子さえも漏れ出さないようにするために、ヒートポンプサイクルの完璧を期するための相当な必要条件が与えられる。このカプセル化は、ヒートポンプ建造の際の相当なコスト増加をもたらす。

## 【 0 0 1 6 】

また、京都議定書の次の段階が実施されるまでに、R 1 3 4 a はその温室効果のために (温室効果の問題は、以前のもっと大きなダメージを与える物質に対して起こったものであるが) 2015 年までには禁止になるだろうという推測もある。

30

## 【 0 0 1 7 】

故に、現存のヒートポンプに関する不利な点は、有害な作業物質であるという事実の上に、ヒートポンプサイクル内での多くの損失のせいで、ヒートポンプの効率は概して 3 の比率を超えることはないという事実である。換言すれば、圧縮機のために使用されるエネルギーの 2 倍が、地下水や汚水等の熱源から奪われる。圧縮機が電気で駆動されるヒートポンプであること、また同時に電流生成の効率が 40% 程度であることを考慮すると、全体的なエネルギーバランスの点で、ヒートポンプの使用は非常に疑問視されるべきものであることがわかるであろう。元々のエネルギー源に関して、 $120\% = 3 \cdot 40\%$  の熱エネルギーが提供されている。バーナーを使用する従来の暖房システムは、少なくとも 90 ~ 95% の効率を達成しているが、それは高い技術と高い経費でわずか 25 ~ 30% の向上が達成できるのみである。

40

## 【 0 0 1 8 】

改良されたシステムは圧縮機を駆動するための最初のエネルギーを使用する。従って、気体または油を燃焼させることによって放出されるエネルギーを使用して圧縮機の評価をする。この解決策に関する利点は、エネルギーバランスが実際に、より建設的なものになるという事実である。この理由は、元々のエネルギー源の約 30% のみが駆動エネルギーとして使用されても、この場合、約 70% の廃棄熱もまた暖房のために使用できるということである。提供される暖房エネルギーは、元々のエネルギー源の  $160\% = 3 \cdot 30\% + 70\%$  ということになる。しかし、この解決策の不利な点は、もはや古典的な暖房シス

50

テムではないにもかかわらず、燃焼エンジンまたは燃料貯蔵を備えなければならないことである。結局、気候に有害な冷却水であるためにヒートポンプを高度な密閉サイクルとして建造するのに費用がかかり、さらにエンジンや燃料貯蔵のための費用がかかる。

【0019】

これら全ての事が、ヒートポンプが他のタイプの暖房システムに比べて限られた成果しか挙げていないという結果をもたらした。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0020】

【非特許文献1】ハンザーフェルラク著「応用熱力学」、基礎理論と応用、第14改訂版、2005年、pp. 278 - 279

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

本発明の目的は、より効率的なヒートポンプの概念を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

この目的は、請求項1に記載のヒートポンプ、請求項31に記載のヒートポンプのための蒸発装置、請求項33に記載のヒートポンプのための圧縮/液化システム、請求項35に記載の熱を与える方法、請求項37に記載の蒸発方法、請求項39に記載の圧縮/液化システムを作動する方法、または請求項41に記載のコンピュータプログラムによって達成できる。

20

【0023】

本発明は、気候に有害な作業物質を排除し、代わりに普通の水を最適な作業物質として使用することを実現しなければならないということに基づいている。今日頻繁に使用されている作業物質R134aと比較して、水はさらにはかなり大きなエンタルピー差の比率を有している。エンタルピー差は、ヒートポンプ処理がどれだけ効率的であるかを定めるものである。水の場合は、エンタルピー差は約2500 kJ/kgにもなり、これはR134aの場合の有用なエンタルピー差の約16倍である。それとは対照的に、消耗されるべき圧縮機のエンタルピーは、作業点にもよるが、たった4~6倍である。

30

【0024】

さらに、水は気候にとって有害ではない。つまり、水はオゾンキラーでもなく、温室効果をさらに悪化させるものでもない。このことにより、サイクルの完璧さに対する必要条件が高くなくてもよいので、ヒートポンプはかなり単純に建造できる。むしろ、密閉サイクル処理は完全にやめ、代わりに地下水または外部熱源に相当する水が直接蒸発する開放的な処理が行われることが好ましい。

【0025】

本発明によると、蒸発装置は、内部の蒸発圧力が20 hPa（ヘクトパスカル）よりも低い蒸発室を有し、水は18 未満、好ましくは15 未満の温度で蒸発する。北半球では、地下水は概して8~12 であり、この地下水が蒸発するには20 hPa 未満の圧力が必要である。地下水を蒸発させることにより、地下水の温度低下、従って、熱の除去が達成され、これにより、床暖房システム等の建物内部の暖房システムを作動させる。

40

【0026】

また、水は、水蒸気は大きな体積を取るという点、そしてこの水蒸気を圧縮するためにピストンポンプのような変位装置に戻す必要がなく、半径流圧縮機のような動圧縮機という形態での高性能圧縮機が使用できるという点で有利である。このような圧縮機は、数が非常に多く存在し、小さなタービン、例えば車のターボ圧縮機として現在まで使用されてきているので、技術の点で制御し易く、製造の点でコスト効率が良い。

【0027】

変位装置に匹敵する動圧縮機のうちで代表的なものは、例えば、半径流ホイールを有す

50

るターボ圧縮機という形態での半径流圧縮機である。

【0028】

半径流圧縮機つまり動圧縮機は、半径流圧縮機から出力される出力圧力が、この半径流圧縮機への入力圧力よりも少なくとも5 hPa高くなるような圧縮レベルを達成しなければならない。しかし、多分、1:2よりも大きな割合であり、さらに1:3よりも大きいであろう。

【0029】

概して密閉サイクル内で使用されるピストン圧縮機と比較して、動圧縮機は、動圧縮機内に存在する温度勾配のために、固定の温度勾配が存在しない変位装置(ピストン圧縮機)よりも、圧縮機損失がかなり低下する。特に有利であるのは、オイルサイクルが完全に不要であることである。

【0030】

さらに、寒い冬の日でも暖房システム内の十分な前進流動温度を確保するために、8~10の比率のかなり高いレベルの圧縮を達成するための多段式動圧縮機が特に好ましい。

【0031】

好ましい実施形態において、完全な開放サイクルが用いられ、地下水が低圧力を有するようになる。地下水のために20 hPa未満の圧力を生成する好ましい実施形態は、気密蒸発室に接続している上昇管を単に使用することである。上昇管が9~10mの高さを超えるものであれば、蒸発室は、地下水が7~12の間の温度で蒸発するのに必要な低圧力になる。概して、建物は少なくとも6~8mの高さであり、多くの地域で、地下水は地下2~4mに存在しているので、このようなパイプを設置することが、大きな追加出費につながることはない。このようなパイプの設置のためには、家の基礎よりもわずかに深く掘ることが必要なだけであり、概して、建物は、上昇管や蒸発室が建物の上へ突出することがないほど、十分に高いからである。

【0032】

短い上昇管しか可能ではない場合、上昇管の長さは、ポンプ/タービンの組み合わせによって簡単に低下させることができる。このポンプ/タービンの組み合わせのためには、タービンは高圧を低圧に変換するために使用され、ポンプは低圧を高圧に変換するために使用されるという事実のために、外部からのわずかな付加的な仕事が必要なだけである。

【0033】

このように、一次的熱交換器が全く使用されず、蒸発した地下水が、直接、作業気体つまり作業物質として使用されるので、一次的熱交換損失が排除される。

【0034】

好ましい実施形態において、液化装置においても熱交換器は全く使用されない。代わりに、圧縮によって温度上昇した水蒸気が、直接、液化装置内の暖房システム水に取り込まれ、その水分中で水蒸気の液化が起こり、二次的熱交換損失も排除される。

【0035】

本発明に係る蒸発装置/動圧縮機/液化装置の組み合わせにより、一般的なヒートポンプと比べて、少なくとも6の効率が可能となる。従って、圧縮のために消費される電力の少なくとも5倍のエネルギーを地下水から取得することができ、結果的に、動圧縮機が電力で動作するとしても、元々のエネルギー源に対して、 $240\% = 6 \cdot 40\%$ の暖房エネルギーが得られる。先行技術と比較して、このことは、少なくとも2倍の効率つまり半分のエネルギーコストであることを示している。気候に関して、このことは二酸化炭素の排出の点で特に正当なことである。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1a】本発明に係るヒートポンプの基本的なブロック図である。

【図1b】多様な圧力とこれらの圧力下での蒸発温度を示す表である。

【図2】地下水、海水、河水、湖水または塩水で動作する本発明に係るヒートポンプの好ましい実施形態のブロック図である。

10

20

30

40

50

- 【図 3 a】図 2 の液化装置の別の実施形態である。
- 【図 3 b】動作オフの状態では逆流が低下される液化装置の別の実施形態である。
- 【図 3 c】ガスセパレータを有する液化装置の概略図である。
- 【図 4 a】図 2 の蒸発装置の好ましい実施形態である。
- 【図 4 b】沸騰補助として液化装置の排水を使用する蒸発装置の別の実施形態である。
- 【図 4 c】沸騰補助のために地下水を使用する熱交換器を有する蒸発装置の別の実施形態である。
- 【図 4 d】側部から吸入し、中央部から排水する蒸発装置の別の実施形態である。
- 【図 4 e】拡張器の概略図であり、好ましい寸法を示す。
- 【図 5 a】上昇管の高さを減じるための蒸発装置の別の実施形態である。
- 【図 5 b】暖房ラインを、タービン/ポンプの組み合わせを有する液化装置に接続するための別の実施形態である。
- 【図 6 a】互いに後ろに配置された、いくつかの動圧縮機から成る圧縮機の概略図である。
- 【図 6 b】二つのカスケード配列された動圧縮機の回転数の設定を目標温度の関数として示す概略図である。
- 【図 6 c】本発明の好ましい実施形態に係る動圧縮機の半径流ホイールの概略上面図である。
- 【図 6 d】半径流ホイールの半径に関して、異なるペーン伸張を説明するための半径流ホイールのペーンの概略断面図である。
- 【図 7】  $h, \log p$  グラフの一例である。
- 【図 8】図 7 の左回りのサイクルを実行する公知のヒートポンプである。
- 【発明を実施するための形態】

10

20

【0037】

図 1 a は、その出力側で、作業蒸気ライン 12 内に気体を発生させるために作業流体としての水を蒸発させるための水蒸発装置 10 を最初から備えている本発明に係るヒートポンプを示す。蒸発装置は蒸発室（図 1 a には図示せず）を有し、その蒸発室内で 20 hPa よりも低い蒸発圧力を生成するように構成されているので、水はこの蒸発室内で 15 未満の温度で蒸発する。この水は好ましくは、地下水、汚水内または下水管内で自由に循環している塩水、つまり特定の塩分濃度を有する水、河水、湖水または海水である。本発明によれば、石灰水、非石灰水、塩水、非塩水などの全てのタイプの水が使用できる。これは、全てのタイプの水、つまりこれらの「水分材料」全てが有利な水分特性を有しているという事実によるものである。つまり、「R718」としても知られているこの有利な水分特性とは、ヒートポンプ処理のための 6 個の使用可能なエンタルピー差率を有することであり、これは例えば R134a の概して使用可能なエンタルピー差率の 2 倍以上である。

30

【0038】

吸引ライン 12 によって、水蒸気が、例えば図 1 a 中 16 で示されているターボ圧縮機という形態の半径流圧縮機のような動圧縮機を有する圧縮/液化システム 14 に送られる。この動圧縮機は作業気体を少なくとも 25 hPa よりも大きい気圧に圧縮する。25 hPa は、液化温度が約 22 であることに相当し、これは、少なくとも比較的暖かい日において、床暖房システムの十分な暖房システム前進流動温度であり得る。より高い前進流動温度を得るために、30 hPa よりも高い圧力が動圧縮機 16 によって生成されてもよい。30 hPa という圧力は、液化温度が 24 であり、60 hPa は液化温度が 36 であり、100 hPa は液化温度が 45 であることに相当する。床暖房システムは、非常に寒い日でも、45 の前進流動温度で十分な暖房を提供できるように設計されている。

40

【0039】

動圧縮機は、圧縮作業気体を液化させるように構成された液化装置 18 に接続されている。この液化によって、作業気体内のエネルギーは液化装置 18 に送られ、前進流動 20

50

aを介して暖房システムに送られる。戻り流動20bにより、作業流体は液化装置に戻される。

【0040】

本発明において、より温度の低い暖房水により、高エネルギー水蒸気から直接、熱（熱エネルギー）を取り出し、この熱（熱エネルギー）は暖房システム水によって取り上げられ、暖房システム水が温められるようにすることが好ましい。この処理において、多大なエネルギーが気体から取り出されるので、この気体は液化させられ、暖房サイクルに取り入れられる。

【0041】

液化装置または暖房システムへの材料の投入がこのように行われる。この投入は排水管22によって調整され、液化装置は水蒸気及びその圧縮物の継続的な供給を受けているにも関わらず、その液化室で、常に最高レベルよりも低い水の高さを維持するように調整される。

10

【0042】

前述したように、開放サイクルを採用すること、つまり、熱源である水を、熱交換器を使用せずに直接蒸発させることが好ましい。あるいは、蒸発させられる水は、最初に外部の熱源により熱交換器を介して暖められてもよい。しかし、これに関して考慮すべきことは、この熱交換器もまた、損失と、装置に関する大きな経費を意味するということである。

【0043】

さらに、今まで液化装置側で必要であった第2熱交換器のための損失を避けるために、そこでも直接媒体を使用すること、つまり、床暖房システムを備えた住宅の場合、蒸発装置から来る水を直接床暖房システム内で循環させるようにすることが好ましい。

20

【0044】

あるいは、前進流動20aと戻り流動20bを有する液化装置側に、熱交換器を配置してもよいが、この交換器は液化装置内にある水を冷却し、これにより典型的には水である別の床暖房液を温めるものである。

【0045】

使用される作業媒体は水であるという事実、及び地下水の蒸発した部分だけが動圧縮機に送り込まれるという事実のために、水の純度は重要ではない。液化装置もそしてこの場合それに直接接続された床暖房システムも同様であるが、動圧縮機は常に蒸留水を提供されるので、現存のシステムと比較して、このシステムにかかる維持費は安くなる。つまり、このシステムは自己清掃するものである。このシステムはずっと蒸留水だけを提供され、また、排水管22内の水も汚染されないからである。

30

【0046】

さらに、動圧縮機は、飛行機のタービンと同様に、油のような問題のある材料を含む圧縮媒体とは接触しないという特徴を有していることに注目すべきである。水蒸気は、タービンまたはタービン圧縮機によってのみ圧縮され、その純度に悪影響を及ぼすような油や他のいかなる媒体にも接触せず、従って、汚染されない。

【0047】

排水管から排出される使用後の蒸留水は、規則がなければ、そのまま地下水に容易に戻される。しかし、規則により許されているなら、庭や戸外に排出されるようになっていてもよく、または下水道システムを介して浄水場に送られてもよい。

40

【0048】

作業物質としての水と、R134aに比べて2倍になる有用なエンタルピー差率との本発明による組み合わせ、システムの閉鎖的な性質に対する必要条件の結果的な緩和（開放システムが好ましい）、及び必要な圧縮要因が純度に対して悪影響を及ぼすことなく効果的に達成できる動圧縮機の使用のために、環境破壊という点で中立である効率的なヒートポンプ処理が提供される。さらに、水蒸気が液化装置内で直接液化する場合、ヒートポンプ全体において、一つの熱交換器も必要ではないので、より効率的である。

50

## 【0049】

さらに、ピストン圧縮に関連するいかなる損失も伴わない。また、水の場合非常に低く、そうでない場合はチョークの際に起こる損失は、蒸発処理を向上させるために使用されてもよい。概して地下水の温度よりも高い温度を有する排水は、蒸発効率を上げるために、図4aを参照して後述するように、排水管204の構造体206により、蒸発装置内での泡蒸発の引き金として有利に使用される。

## 【0050】

本発明の好ましい実施形態を、図2を参照して以下に詳述する。蒸発装置は蒸発室100と上昇管102を有し、地下水が、地下水貯蔵庫104から蒸発室100へ矢印106の方向に上昇する。上昇管102は、できる限り広い蒸発面積を確保するために、比較的狭い管の断面を拡張する拡張器108につながっている。拡張器108は漏斗状、つまり何らかの形の回転放物面である。それは丸かまたは四角い転移部を有していてもよい。唯一重要なことは、蒸発処理を向上させるために、蒸発室100内に向かっている断面または蒸発室100に面する面積は、上昇管の断面積よりも大きいということである。毎秒約1lが上昇管を通して蒸発室へ上昇すると仮定すると、約10kWの暖房パワーで毎秒約4mlが蒸発装置内で蒸発する。あとのものはそこに残り、約2.5冷却され、拡張器108を介して蒸発室内の抑制収集水溜め110に落ちる。水溜め110は、排水管112を有し、その中を、毎秒1l - 4mlの量が廃棄され、好ましくは地下水貯蔵庫104に戻される。この目的のために、流量過多抑制のためのポンプまたはバルブ114が設けられている。ポンプまたはバルブ114が開いていれば、水は重力により水溜め110から戻し管113を介して地下水貯蔵庫に流れ下るので、いかなるポンプ動作も行う必要がないことに注目すべきである。このように、ポンプまたはバルブ114により、水溜め内の水の高さが上がり過ぎないように、つまり水蒸気が排水管112に入り込まないように、及び、蒸発室が戻し管113の下端における状況から確実に隔離される。

## 【0051】

上昇管は、好ましくは備えられているポンプ118によって水が蓄えられる上昇管の水溜め116内に配置されている。116と108の水の高さは、連通しているパイプ、重力及び水が116から108へ確実に運ばれるような116, 108内の互いに異なる圧力の原則に基づき、互いに関連している。上昇管の水溜め116内の水の高さは、好ましくは、空気が入り込むのを防ぐために、気圧が変わっても、高さが上昇管102の入り口よりも低くならないように設定されている。

## 【0052】

好ましくは、蒸発装置10は、蒸発させられるべき水から、そこに溶けているガスのうちの少なくとも一部例えば少なくとも50%を除去するためのガスセパレータを有し、除去された部分のガスは、蒸発室を介して圧縮機に吸入されることはない。好ましくは、このガスセパレータは除去された部分のガスを非蒸発水に送り込むように構成され、この非蒸発水により、このガスは輸送されなくなる。溶けているガスとは、酸素、二酸化炭素、窒素等である。これらのガスは、大体、水よりも高い圧力で蒸発するので、このガスセパレータを拡張器108よりも下流に設置し、ガスセパレータ内で蒸発した酸素等がまだ蒸発していない水から発散し、好ましくは戻し管113内に送り込まれるようにしてもよい。この送り込みは、戻し管113の、戻っていく水とともにガスが地下水に再び取り入れられる程に低い圧力を有する位置で行われる。あるいは、分離されたガスは、収集され、一定の時間ごとに処理されるか、継続的に排気され、つまり空气中に放出されてもよい。

## 【0053】

概して、地下水、海水、河水、湖水、塩水や他の自然に存在する液体は8 ~ 12の温度を有する。1lの水の温度を1下げることにより、4.2kWのパワーが生成される。この水が2.5冷却されると、10.5kWのパワーが生成される。好ましくは、暖房パワーに応じた流量の水、例えば毎秒1リットルの水が上昇管を通して流れる。

## 【0054】

ヒートポンプが比較的高い負荷で動作している場合、蒸発装置は毎秒約6mlを蒸発さ

10

20

30

40

50

せ、これは毎秒約  $1.2 \text{ m}^3$  の気体に相当する。求められる暖房システム水温度に応じて、動圧縮機の圧縮パワーが制御される。45 の暖房前進流動温度、これは非常に寒い日も十分なものであるが、この温度が要求される場合、動圧縮機は、 $10 \text{ hPa}$  で生成していた圧力を  $100 \text{ hPa}$  の圧力に上げなければならないだろう。逆に、例えば25 の前進流動温度が床暖房システムにとって十分である場合、動圧縮機のみによって行われる圧縮は3の比率である。

【0055】

生成されるパワーは、このように、一方では圧縮機の性能つまり圧縮率、換言すれば、圧縮機がどの程度圧縮するかにより、他方では圧縮機により生成される流量により決まる。流量が増すと、蒸発装置はより多くを蒸発しなければならず、ポンプ118はより多くの地下水を上昇管116に送り込まなければならず、その結果、より多くの地下水が蒸発室に送り込まれる。他方、動圧縮機が低い圧縮率を提供する場合、少ない地下水が下から上へ運ばれる。

10

【0056】

しかし、ポンプ118を介した地下水の通り道を制御することが好ましいことにも注目すべきである。連通するパイプの原則により、水溜め116内に貯められた水の高さまたはポンプ118の排気量が上昇管を通る流量を決定する。従って、流量制御が動圧縮機の吸引力とは切り離されているので、設備の効率が良くなる。

【0057】

地下水を下から蒸発室100に汲み上げるのに、ポンプは必要ではない。それどころか、これは「それ自身で」行われる。この自動的な蒸発室への上昇は、また、 $20 \text{ hPa}$  の負圧が容易に達成でき得るという事実の裏付けとなる。この目的のためにはいかなる排出ポンプも必要としない。むしろ、9m以上の高さの上昇管のみを必要とするだけである。そして、全く受動的な負圧生成が行われる。しかし、必要な負圧は、また、かなり短い上昇管を使用することでも生成できる。例えば図5aのような場合である。図5aには、かなり短い「上昇管」が示されている。高圧から負圧への変換はタービン150によって行われ、このタービンは、ここでは作業物質からエネルギーを奪い取る。同時に、戻し管側の負圧が再び高圧に戻され、これに必要なエネルギーはポンプ152によって与えられる。ポンプ152とタービン150は力連結器154を介して互いに連結されており、タービンは、特にタービンが媒体から奪い取ったエネルギーを使用してポンプを駆動する。システムが必然的に有する損失を埋め合わせ、循環を達成するため、つまりシステムを待機状態から図5aに示す動作モードに移行させるために、モーター156はなおも必要である。

20

30

【0058】

好ましい実施形態において、動圧縮機は、回転可能なホイールを有する半径流圧縮機として形成され、このホイールは、先行技術において知られているように、低速半径流ホイール、中速半径流ホイール、半軸流ホイール、軸流ホイールまたはプロペラであってもよい。半径流圧縮機は、C. プフライデラー、H. ベーターマンによる「ターボ発動機」(スプリングァーフェルラク、2005年、pp. 82 - 83) に説明されている。このような半径流圧縮機は、回転可能なホイールとして、いわゆる注入管を有し、その形は個々の必要条件に応じたものである。一般的に、ターボ圧縮機、ファン、プロペラまたはターボコンデンサとして知られているようなどんな動圧縮機でも使用可能である。

40

【0059】

本発明の好ましい実施形態において、半径流圧縮機16は、いくつかの別々の動圧縮機として構成され、これらは少なくとも回転数に関して個別に制御され、従って、二つの動圧縮機が互いに異なる回転数を有することもある。このような場合を図6aに示す。図6aでは、圧縮機は、n個の動圧縮機のカスケードとして構成されている。第1動圧縮機よりも下流の様々な位置で、例えば処理水を加熱するために、170で示されているような一つまたはそれ以上の熱交換器が設置されている。これらの熱交換器は、前段の動圧縮機172によって暖められた(そして圧縮された)ガスを冷却する。ここで、圧縮処理全体

50

の効率を上げるために、賢明にも、過熱エンタルピーが活用されている。冷却されたガスは、その後さらに一つまたはいくつかの下流の圧縮機で圧縮されるか、または直接液化装置に送り込まれる。熱は、例えば処理水を40以上の温度に温めるために、圧縮水蒸気から取り出される。しかし、これはヒートポンプの全体的な効率を下げるわけではなく、それを上げさえする。互いの間に冷えつつあるガスが存在する二つの連続する動圧縮機は、熱負荷の低下のために液化装置内で必要なガス圧を達成し、冷えつつあるガスが存在しない一つの動圧縮機の場合よりも耐用年数が長く、必要とするエネルギーが少なくすむ。

#### 【0060】

個別に駆動されるカスケード配置された動圧縮機は、好ましくは入力側で暖房回路内の目標温度を維持し、また、場合によっては暖房回路内の実温度を維持するコントローラ250によって制御される。望ましい目標温度に応じて、例えば、カスケードの上流に配置されている動圧縮機の回転数 $n_1$ とカスケードの下流に配置されている動圧縮機の回転数 $n_2$ とを、図6bに示すように変化させる。より高い目標温度がコントローラ250に入力されている場合、両方の回転数を上げる。しかし、図6b中 $n_1$ で示す上流側に配置された動圧縮機の回転数は、カスケードの下流に配置されている動圧縮機の回転数 $n_2$ よりも緩やかに増加する。これは、これら二つの回転数の割合 $n_2/n_1$ が、図6bのグラフのように、正の傾きを有する直線として表わされる結果となる。

10

#### 【0061】

別々に図示された回転数 $n_1$ と $n_2$ の交点はどの点であってもよく、つまり、どんな目標温度であってもよく、また、場合によっては交点がなくてもよい。しかし一般的に、より高い目標温度が要求されている場合には、カスケードの中で液化装置により近く配置されている動圧縮機の回転数が、カスケードの中で上流に配置されている動圧縮機の回転数よりも大きく増加させることが好ましい。

20

#### 【0062】

この理由は、カスケードの下流に配置されている動圧縮機は、カスケードの上流に配置されている動圧縮機によってすでに圧縮されたガスをさらに処理しなければならないということである。さらに、このことは、図6c, 6dを参照しても説明するが、半径流ホイールのベーンの角度が、常に、圧縮されるべきガスの速度に関してできる限り都合よい位置にあることを保証する。このように、できる限り渦が小さくなるように流入ガスの圧縮を最適化する際の要件は、ベーン角度の設定のみである。ガスの流量と圧縮の割合等のような、この角度設定のパラメータは、別のやり方では、ベーン角度の選択において技術的妥協を許し、従って目標温度のみにおける最大効率を可能にするものであるが、本発明においては、これらのパラメータは個々の回転制御による最適動作位置に与えられ、故に、ベーン角度の選択に何の影響も及ぼさない。このように、ベーン角度が一定のものに設定されているにも関わらず、常に最大効率が得られる。

30

#### 【0063】

これに関して、カスケード内で液化装置により近く配置された動圧縮機が、カスケード中上流に配置されている半径流ホイールの回転方向とは逆の回転方向を有することが好ましい。これにより、両方の軸流ホイールのベーンの気体流への最適な入射角が達成でき、動圧縮機カスケードの好ましい効率が、狭い目標温度範囲内だけでなく、大概の暖房システムにおける最適範囲である20~50度という広い目標温度範囲で得られる。本発明に係る回転制御、及びこの場合には逆回転軸流ホイールの使用により、変化する目標温度での多様な気体流と軸流ホイールの一定のベーン角度との間の最適な調和が可能となる。

40

#### 【0064】

本発明の好ましい実施形態において、全ての動圧縮機の少なくとも一つのまたは好ましくは全ての軸流ホイールが、80MPaよりも強い張力を有するプラスチックで形成されている。この目的のための好ましいプラスチックは、炭素繊維をちりばめたポリイミド6.6である。このプラスチックは高い張力を有しているという利点があるので、妨害圧縮機の軸流ホイールがこのプラスチックから形成されてもよく、やはり高い回転数で作動さ

50

れてもよい。

【0065】

本発明によると、軸流ホイールは、好ましくは、例えば図6c中符号260で示されているように使用される。図6cはこのような半径流ホイールの概略上面図であり、図6dはこのような半径流ホイールの概略断面図である。先行技術から知られているように、半径流ホイールは内側から外側に伸びているいくつかのベーン262を有する。これらのベーンは、半径流ホイールの軸264に関して、中心軸264から距離 $r_w$ にある位置から外側に大きく伸びている。詳しくは、半径流ホイールは、基盤266、及び吸引パイプまたは前段の圧縮機の方を向いたカバー268を有する。半径流ホイールは、ガスを吸引するための吸引口 $r_1$ を有し、このガスは、引き続き、図6d中270で示されているように、半径流ホイールから横に排出される。

10

【0066】

図6cを参照して、回転方向に関してベーン262よりも前のガスは比較的高速であり、ベーン262よりも後のガスは低速である。しかし、高効率のためには、ガスは、いずれの位置においてもできる限り同じ速度で半径流ホイールから横に、つまり図6d中270で示されているように排出されることが好ましい。このためには、ベーン262はできる限りしっかりと取り付けられることが望まれる。

【0067】

しかし、技術的理由により、内側からつまり半径 $r_w$ の位置から外側に伸びるベーンをしっかりと取り付けることは不可能である。しっかりと取り付けると、半径 $r_1$ の吸引口をより塞いでしまうからである。

20

【0068】

故に、本発明によれば、ベーン262ほども長く伸びないベーン272, 274, 276を設置することが好ましい。詳しくは、ベーン272は半径 $r_w$ の位置から外側へと大きく伸びることはなく、半径 $r_w$ よりも大きい半径 $R_1$ の位置から半径流ホイールの外側まで伸びる。これと同様に、図6cの例で示されているように、ベーン274は半径 $R_1$ よりも大きい半径 $R_2$ の位置から外側まで伸び、ベーン276は半径 $R_2$ よりも大きい半径 $R_3$ の位置から外側まで伸びているだけである。

【0069】

図6dはこれらの割合を概略的に示している。例えば、図6d中の二重斜線部278は、この部分に二つのベーンが重なっており、故に二重斜線部として表わされていることを示している。この部分278の左下から右上への斜線は、例えば半径 $r_w$ の位置から半径流ホイールの外縁まで伸びるベーン262を示し、部分278の左上から右下への斜線は半径 $R_1$ の位置から外側に伸びるベーン272を示す。

30

【0070】

このように、好ましくは、より内側に達する二つのベーンの間、それほど内側に達しないベーンが少なくとも一つ配置されている。これにより、吸引部分が塞がれることはなく、小さな半径範囲内の部分が多くベーンで過密になることもない。逆に、大きな半径範囲部分にベーンが密集して配置されるので、半径流ホイールの出力口、つまり圧縮ガスが半径流ホイールから放出される部分からの排出ガスの速度分布ができる限り均等となる。図6cのような本発明に係る好ましい半径流ホイールを使用することで、排出ガスの速度分布が特に外縁部で均等となる。ベーンの「積み重ね」配置により、ガスを加速させるベーンの距離は、例えば中心から外縁まで伸びるベーン262のみが設置されている場合よりもかなり短いからである。そして必然的に、ベーン262のみが設置されている場合の半径流ホイールの外縁部でのベーンの距離は、図6cに示されている本発明に係る半径流ホイールの場合よりもかなり長い。

40

【0071】

この点に関して、図6cのような比較的高価で複雑な形の半径流ホイールは、プラスチック射出成形により好ましい方法で製造でき、特に、中心から外縁まで伸びないもの、つまりベーン272, 274, 276を含めた全てのベーンが、図6dに示すように、カバ

50

ー 2 6 8 と基盤 2 6 6 の両方に接続されるので、簡単に確実に固定されるということに注目すべきである。プラスチック射出成形技術とともにプラスチックを使用することにより、いかなる形であっても要望のものを正確に低コストで製造できる。これは、金属製の軸流ホイールの場合には容易に可能となるものではなく、つまり、非常に高い経費をかける場合にのみ可能であるか、あるいは全く不可能なことである。

#### 【 0 0 7 2 】

この点に関して、半径流ホイールが非常に高い回転数であることが好ましく、ペーンに掛かる加速度はかなりの値となることに注目すべきである。このため、半径流ホイールがこの加速度に容易に耐えられるように、特に短いペーン 2 7 2 , 2 7 4 , 2 7 6 が基盤だけでなくカバーにしっかりと固定されることが好ましい。

10

#### 【 0 0 7 3 】

これに関連して、プラスチックの使用はまた、プラスチックの卓越した衝撃強さのために好ましいということに注目すべきである。例えば、氷の結晶や水滴が少なくとも最初の圧縮機の段階で半径流ホイールに当たることがないとは必ずしも言えない。大きな加速度が非常に大きな衝撃力を生み出すが、十分な衝撃強さを有するプラスチックはこれに耐える。また、液化装置内での液化は、好ましくは空洞現象の原理に基づき起こる。ここで、この原理に基づき、ある量の水中で細かい気泡が割れる。顕微鏡的な観点から、長期間のうちに材料疲労を起こすかなりの速度と力がそこで生じるが、材料疲労は十分な衝撃強さを有するプラスチックを使用することにより、容易に解消され得る。

20

#### 【 0 0 7 4 】

最後の圧縮機 1 7 4 による圧縮ガスの出力、つまり圧縮水蒸気は、その後、液化装置 1 8 に送られる。この液化装置 1 8 は、図 2 に示すような構造であってもよいが、図 3 a に示すような構造の方が好ましい。

#### 【 0 0 7 5 】

液化装置 1 8 は水 1 8 0 を含み、また好ましくは、要求されているのと同程度に小さい体積の水蒸気 1 8 2 を含む。液化装置 1 8 は、圧縮気体を水 1 8 0 に送り込むように構成されており、符号 1 8 4 により概略的に示されているように、水蒸気が液体に入り込むとすぐに凝縮が起こる。この目的のためには、ガス供給のための拡張部 1 8 6 を有していることが好ましく、これによりガスは、液化装置内の水 1 8 0 のできる限り広い部分に分配される。典型的には、温度層があるので、水槽内で最も高い温度層が一番上になり、最も低い温度層が底部となる。従って、暖房前進流動は、常に液化装置内の水 1 8 0 から最も暖かい水を抽出するために、フローター 1 8 8 を介して、できる限り水 1 8 0 の表面の近くに配置される。暖房戻り流動は液化装置の底部に戻され、液化されるべき気体は、できる限り冷たく、暖房循環ポンプ 3 1 2 を使用した循環により、底部から再び拡張部 1 8 6 の蒸気と水の境界部の方へ移動する水と、常に接触する。

30

#### 【 0 0 7 6 】

図 2 の実施形態は簡単な循環ポンプ 3 1 2 のみを有するものであるが、これは、暖房すべき場所が液化装置よりも低い位置になるように液化装置が建物内に設置され、その結果、重力のために、全ての暖房パイプが液化装置内よりも高い圧力を有する場合には十分である。

40

#### 【 0 0 7 7 】

これとは対照的に、図 5 b は、液化装置が暖房ラインよりも低い位置に設置されているか、または、より高い圧力が要求される従来の暖房設備が接続されるべき場合の、暖房ラインとタービン / ポンプの組み合わせを有する液化装置との接続の例を示す。このように、液化装置が低い位置にある場合、つまり暖房すべき場所及び / または暖房ライン 3 0 0 よりも低い位置にある場合、ポンプ 3 1 2 は、図 5 b 中の 3 1 2 で示すように従動ポンプとして構成されている。また、ポンプ 3 1 2 を駆動するために、暖房戻り流動 2 0 b 内にタービン 3 1 0 が設置され、このタービン 3 1 0 は力連結部 3 1 4 を介してポンプ 3 1 2 に接続される。これにより、暖房システム内は高圧になり、液化装置内は低圧になる。

#### 【 0 0 7 8 】

50

気体が絶え間なく液化装置に引き入れられ、液化装置内の水の高さがどんどん高くなるので、排水管 22 が設置されており、液化装置内の水の高さが基本的に変わらないように、この排水管 22 を介して、例えば毎秒約 4 ml が排水される。この目的のために、圧力調整のための排水ポンプまたは排水バルブ 192 が備えられ、圧力損失がなく、例えば毎秒 4 ml という必要量、つまり圧縮機が作動している間に液化装置に送られる水蒸気の量が排水される。実施により、この排水は 194 で示されているように上昇管に送り込まれてもよい。上昇管 102 に沿って 1 パールと蒸発室内の圧力との間の多様な圧力が存在するので、排水管 22 を、ポンプまたはバルブ 192 より下流の圧力と大体同じ圧力を有する上昇管の位置 194 に送り込むのが好ましい。この場合、排水を上昇管に再度送り込むのに、何の作業も必要としない。

10

**【0079】**

図 2 に示す実施形態の場合、熱交換器を全く使用せず、完全に作動する。地下水が蒸発し、その蒸気はその後液化装置内で液化し、液化したものは暖房システム内をポンプで送られ、上昇管に再び戻る。しかし、上昇管を流動する水量のうち全てではなく、(非常にわずかな) 一部のみが蒸発し、床暖房システム内を流れた水は地下水に送られる。このようなことが規則により禁止されている場合は、本発明はいかなる汚染をも引き起こさないが、毎秒 4 ml、つまり 1 日約 345 l の排水を下水システムに送り込むように構成されてもよい。これにより、何らかの建物の何らかの暖房システム内に存在していた媒体が地下水に直接送り込まれるということとはなくなる。

20

**【0080】**

しかし、蒸発装置からの戻り流動 112 は、何の問題もなく地下水に送られ得る。そこで戻ってくる水は上昇管と戻し管に接触しただけのものであり、蒸発拡張器 108 と動圧縮機の出力との間の「蒸発境界」を越えてはいないからである。

**【0081】**

図 2 に示す実施形態において、蒸発室及び液化装置または液化装置の気体室 182 は密閉されていなければならない。蒸発室内の圧力が、上昇管を通して組み上げられてくる水が蒸発するのに必要な水準を超えるや否や、ヒートポンプ処理は「停止」状態となる。

**【0082】**

以下に、図 3 a を参照して、液化装置 18 の好ましい実施形態を説明する。圧縮気体の供給ライン 198 は、気体が液体装置内の水 180 の表面直下で排出されるように、液体装置内に配置されている。この目的のために、気体供給ラインの端部では、ノズルが管の周囲に配置されており、これを通して気体が水中に排出される。できる限りあちこちで混ぜ合わせが起こるように、つまり、気体のできる限り迅速で効率的な液化のために、気体ができる限り冷たい水と接触するように、拡張器 200 を有している。この拡張器は液体装置内の水 180 の中に配置されている。そのもっとも狭い位置に、液化装置の底で冷水を吸い上げ、それを拡張器によって上へ広がるように移動させるための循環ポンプ 202 が設置されている。これは、液体装置内の水 180 の中に入り込んでくる気体のうちできる限り大量のものを、循環ポンプ 202 によって送られるできる限り冷たい水と接触させるためである。

30

**【0083】**

さらに、液化装置の周りに、能動的でもあるいは受動的にでも構成され得る防音対策 208 が施されていてもよい。受動的な防音対策とは、液化装置によって生み出される音の周波数をできる限り遮るものであり、防熱対策と同様のものである。システムの他の部分にも防音対策を施すことも同様に好ましい。

40

**【0084】**

あるいは、防音対策は能動的なものとして行われてもよい。この場合、例えば、音の測定のためのマイクを有し、それに反応して、例えば圧電手段を用いて液化装置の外壁を振動させるといったような音響逆効果を起こさせる。

**【0085】**

図 3 a の実施形態は、ヒートポンプの動力が減少されると、液化装置内の液体 180 が

50

、圧縮気体の中に存在するパイプ 198 に入り込むであろうという点で、いくぶん問題である。一実施形態として、逆流バルブがライン 198 内に、例えばラインの液化装置からの出口の近くに設けられてもよい。あるいは、ライン 198 は上方へ、特に圧縮機のスイッチが切られた際に液体が圧縮機に逆流しないくらいに上方へ向けられてもよい。圧縮機の電源が再び入れられると、最初に、圧縮気体によって水が気体ライン 198 から押し出される。

【0086】

ライン 198 から水が十分に除去されてから、気体が液化装置内で凝縮される。このようなタイプの実施形態において、水 180 が圧縮気体によって再び加熱されるまでに、遅延時間が必要となる。また、ライン 198 に入り込んだ水をライン 198 から再び取り除くのに必要な作業は補償可能なものではなく、従って暖房システムにとって「損失」となり、効率の点で小さな損失を容認しなければならない。

10

【0087】

この問題点を克服する別の実施形態を図 3 b に示す。図 3 a とは異なり、圧縮気体は液化装置内の水の高さよりも低いパイプで送られるわけではない。代わりに、気体は液化装置内の液体に表面からポンプで送り込まれる。このために、液化装置はノズル板 210 を有し、このノズル板 210 は、ノズル板 210 の表面に関して突出しているノズル 212 を有している。ノズル 212 は液化装置内の水 180 の表面の高さよりも低い位置にまで伸びている。それとは対照的に、図 3 b 中 214 で示されている二つのノズルの間の窪みは液化装置内の水面の高さよりも上にあり、液化装置内の水面はノズルによって遮られ、常に二つのノズルの間にある。ノズル 212 はノズル口を有し、ライン 198 によって気体 182 中に放出される圧縮蒸気は、矢印 216 で概略的に示すように液体装置内の水中に入り込む。

20

【0088】

図 3 b の実施形態において、圧縮機の動力が減少された際、液体はノズル板 210 のノズル 212 にわずかに入り込むだけなので、ヒートポンプの動力が再び増加された際に水をノズルから押し出すための作業はほとんど必要ではない。いずれにしても、ポンプ 202 によって吸い上げられた液体は拡張器 200 を通って送られるので、常にできる限り冷たく、暖かい蒸気と接触する。そして温水はすぐに前進流動 20a に入り込むか、または矢印 218 で示すように、拡張器端部の上の水中に広がる。これにより、かき乱されはするが、特に拡張器の形のためにその程度ができる限り小さい温度層構造が、液化装置内で拡張器の外側に形成される。

30

【0089】

拡張器端部、つまり矢印 218 によって示される部分での流動速度は、中央部分よりもかなり遅い。ヒートポンプ、特に圧縮機が間断なく動作する必要がなく、例えばオイルパーナーで動作する通常の暖房設備のように必要な時だけ動作するように、液化装置を温度層貯蔵庫として作用させることが好ましい。

【0090】

図 3 c は液化装置のさらに別の好ましい実施形態を概略的に示すものである。特に、この液化装置は、液体装置内の気体部分 182 と連結しているガスセパレータ 220 を有している。液体装置内に漏れ出る酸素や他のガスのような液体装置内で発生するいかなるガスも、ガスセパレータ 220 の容器内に収集される。このガスは、ポンプ 222 を駆動することで、大気中に送り出される。ガスの発生量は少なく、常時ガス排出を行う必要はないので、ポンプ 222 は一定の間隔で駆動されるのが好ましい。あるいは、ガスは図 2 の戻り流動 112 または 113 に送られてもよく、これにより、ガスは地下水が戻るのと共に、地下水貯蔵庫に再び戻される。そして、ガスが地下水貯蔵庫に入れられる際に、地下水に再び溶け込むか、または大気中に放出される。

40

【0091】

本発明に係るシステムは水で動くので、ガス漏れがあったとしても、以前には地下水に溶けていなかったようなガスは全く発生しないので、ガスを放出してもいかなる環境問題

50

をも引き起こさない。本発明に係る動圧縮機で圧縮を行い、作業流体として水を使用しているため、いかなる位置においても、オイルサイクルのための合成冷却水やオイルによる汚染は全く発生しない。本発明に係るシステムはいかなる位置においても作業媒体として水または蒸気を使用しており、それは少なくとも元の地下水と同じ程度にきれいであるか、あるいは蒸発装置内での蒸発により、地下水よりもきれいでさえある。圧縮気体が一旦液化装置内で液化すると、その水は蒸留水であるからである。

#### 【0092】

以下に、図4aを参照して、蒸発処理を加速するために液化装置の排水を有利に使用した蒸発装置の好ましい一実施形態を説明する。公知のように、排水は暖房システムの戻り流動の温度、つまり地中から汲み上げた地下水よりもずっと高い温度を有している。この排水が蒸発装置の拡張器108を通るので、排水管204の壁が核沸騰のための核として働く。このような核作用がない場合よりも実質的に効率的に気体が蒸発装置によって生成される。さらに206で示すように、排水管204の壁を、少なくとも拡張器内で、核沸騰のための核生成を向上させる構造に形成することが好ましい。排水管204の表面が粗ければ粗いほど、核沸騰のためのより多くの核が生成される。ここで扱われているのは、一動作モードの液化装置に送られる毎秒たった4mlのみであるので、排水管22内の流れが非常に緩やかであることに注目すべきである。それにもかかわらず、その地下水に比べてかなり高い温度のために、この小さな水量でかなり効果的な核沸騰を引き起こすことができ、これにより、ヒートポンプの効率を保ちながら、蒸発装置のサイズを小さくすることができる。

10

20

#### 【0093】

蒸発処理を加速するために、あるいはまたはさらに、蒸発装置の蒸発させられるべき水が載せられる部分、つまり拡張器の表面またはその一部は、核沸騰のための核を提供するために粗い材料から形成されてもよい。あるいはまたはさらに、蒸発させられるべき水の水面よりも低い（水面に近い）位置に、粗い格子が配置されてもよい。

#### 【0094】

図4bは蒸発装置の別の実施例を示す。図4aの排水は効率的な蒸発のための核形成の「貫流する」補助として単に使用され、図4aの左側に示されているように、この水は一旦蒸発装置を通り抜けてから排出されるが、図4bの排水はそれ自身核形成を強化するために使用される。このために、図2の液化装置の排水管22は、ポンプ192を介するか、または状況が許すのであればポンプを使用しないで、ノズルパイプ230と接続されており、ノズルパイプ230は端部がシール232により封止され、ノズル口234を有している。これにより、液化装置から排水管22を介して例えば毎秒4mlという速度で排水される温水が蒸発装置に送り込まれる。この排水の温度に対して圧力は非常に低いので、ノズルパイプ230内のノズル口234までの途中でまたはノズルの出口直後で、いわば、蒸発装置の水の水面よりも低い位置で、この水はすでに蒸発する。

30

#### 【0095】

そこで形成される蒸気の泡はすぐに、流入管102を通過して汲み上げられる蒸発装置の水のための沸騰核として作用する。このように、いかなる大きな付加的な対策も必要とせず、蒸発装置内で効率的な核沸騰が開始され得る。この核沸騰の開始は図4aの場合と同様で、図4aの粗い部分206の近くまたはノズル口234の近くの温度は非常に高いので、その圧力下で蒸発がすぐに起こるという事実のためである。この蒸発は小さな蒸気の泡を発生させるが、条件が好ましく設定されていればこの泡は二度と壊れず、表面へ移動する蒸気の泡となる可能性が非常に高く、それが一旦蒸発室の蒸気中に入り込むと、吸引パイプ12を介して圧縮機に吸い上げられる。

40

#### 【0096】

図4bに示す実施形態において、液化装置の水は地下水循環に組み入れられることになる。ノズルパイプ230に存在する媒体は、結果的に蒸発装置からの余分な水の流出により戻し流路112に戻され、地下水と接触することになるからである。

#### 【0097】

50

水規制の規則や他の理由のためにこれが許されない場合、図4cに示す実施形態を適用してもよい。液化装置からの排水管22によって与えられる液化装置の温水は、例えば毎秒4mlの速度で熱交換器236に導入され、ライン102内の地下水の主流から支線238と分岐ポンプ240を介して枝分かれした地下水に熱を与える。枝分かれした地下水は、その後基本的に、熱交換器236内で液化装置の排水の熱を与えられ、例えば33に予備加熱された地下水がノズルパイプ230に導入され、地下水に比べてかなり高い温度であるので、蒸発装置内の核沸騰を効果的に開始させるかまたは効果的な補助となる。他方、この熱交換器により、かなり冷却された排水が排水管238を介して送られ、その後排水ポンプ240を介して下水システムに送り込まれる。支線238、分岐ポンプ240及び熱交換器236の組み合わせに基づき、地下水が他のいかなる媒体とも接触せずに、地下水のみが蒸発装置内に導入され使用される。このように、図4cの実施形態は水規制とは全く関係がない。

10

**【0098】**

図4dは端部供給を行う蒸発装置の別の実施例を示す。図2とは違い、ここでは、蒸発装置の拡張器200は蒸発装置内の水110の高さよりも低い位置にある。これにより、水は「外側から」拡張部の中心に向かって流れ、中央ライン112に戻される。図2の中央ラインは蒸発装置に水を供給するものであるが、図4dの中央ラインは蒸発しなかった水を排出するためのものである。図2では、ライン112が蒸発しなかった地下水を排出するものである。それと比較して、図4dでは、端部のラインは地下水を供給するためのものである。

20

**【0099】**

図4eは、例えば図2, 3a, 3bに示されているように、蒸発装置内でまたは液化装置内で使用され得る拡張器200の好ましい実施例を示す。この拡張器は、その小径が好ましくは「大」拡張部の中央でその一部となるように形成されている。この流入または排出(図4dの場合)の直径は好ましくは3~10cmの範囲であり、特に好ましい実施形態においては4~6cmである。

**【0100】**

好ましい実施形態において、拡張器の大径 $d_2$ は15~100cmの範囲内であり、特に好ましい実施形態では25cmよりも小さい。上述したように、核沸騰を開始させ補助するための効率的な対策が取られている場合は、蒸発装置の小型化が可能である。小径 $d_1$ 及び大径 $d_2$ はこれらの中に湾曲部を有し、この湾曲部は、好ましくは毎秒7~40cmの範囲内の第1流動速度から拡張器の端部の第2流動速度まで低速化した薄膜状の流れがこの部分で生じるように形成されている。拡張器を上から見た場合の流動速度の大きな切れ目、例えば湾曲部内の渦または流入の上の「泡効果」を避けることが好ましい。これらは効率の点でマイナス効果をもたらす可能性があるからである。

30

**【0101】**

特に好ましい実施形態において、拡張器表面よりも上の水の高さが15mmよりも小さい、特に好ましくは1~5mmであるように、拡張器が形成される。故に、上から見て拡張部の50%以上の部分で、水の高さが15mmよりも低くなるように、拡張器200が設置されることが好ましい。従って、核沸騰を開始させるための対策が取られている場合、その効率の点からも増加されている全体にわたり、効率的な蒸発が行われ得る。

40

**【0102】**

このように、本発明に係るヒートポンプは建物に熱を効率的に供給し、世界的な気候に悪影響を及ぼすような作業物質を全く必要としない。本発明によれば、水が非常に低い圧力下で蒸発させられ、一つまたは互いに背後に配置されているいくつかの動圧縮機により圧縮され、そして再び水に液化させられる。移動させられたエネルギーは暖房のために使用される。本発明によれば、好ましくは開放システムのヒートポンプが使用される。ここで、開放システムとは、熱エネルギーを運ぶ地下水または何らかの入手可能な液体媒体が低圧力下で蒸発させられ、圧縮され、液化させられることを意味する。この水が直接作業物質として使用される。従って、そこに含まれるエネルギーが閉止システムに送られるこ

50

とはない。液化後の水は、好ましくは暖房システム内で直接使用され、その後地下水に戻る。暖房システムを容量的に離すために、その端部に熱交換器が配置されてもよい。

【0103】

本発明の効率と有効性を数値例によって示す。年間30,000kWhの暖房が必要であるとすると、本発明によれば、これを達成するために動圧縮機を作動させるために最大約3,750kWhの電流を消費する。動圧縮機は、必要な熱量の約8分の1しか提供する必要がないからである。

【0104】

この8分の1は、非常に寒い時期には6分の1の消費が必要となり、そして例えば3月や10月末のような推移温度では効率は12以上に上がるという事実に基づくものであり、その結果、平均すれば年間最大8分の1が消費される。

【0105】

発電所が動作が中断されることはないということを保証する必要がない電気を買う場合、1kWhにつき約10ユーロセントの電気代がかかるが、この場合、年間大体375ユーロかかる。油を使用して30,000kWhを生成しようとする場合、約4,000lが必要であり、これは現在の油の価格では2,800ユーロかかり、油の価格は将来下がりそうにない。従って本発明によると、年間2,425ユーロ節約できる。さらに、暖房のために油またはガスを燃やすことに比べて、本発明の概念では二酸化炭素排出量を70%までに削減できることに注目すべきである。

【0106】

製造コスト削減及びメンテナンスと組み立てコスト削減のために、蒸発装置、圧縮機及び/または液化装置のハウジング、そして特に動圧縮機の半径流ホイールも、プラスチック特にプラスチックの射出成形で製造されることが好ましい。プラスチックは水に対して耐食性であり、また本発明によると、従来の暖房システムに比べて、最高温度が使用可能なプラスチックの変形温度よりも低いので、プラスチックが非常によく適している。さらに、蒸発装置、圧縮機及び液化装置から成るシステム内は負圧であるので、組み立てが特に簡単である。従って、ハウジングからの漏れを防止するのに全体的に大気が役立つので、密閉に関して概してほとんど必要なものはない。また、本発明に係るシステムにおいて、高温のために高価な特別なプラスチック、金属またはセラミックを必要とする部分は全くないので、プラスチックは特に適している。プラスチックの射出成形により、半径流ホイールは、その複雑な形にもかかわらず、簡単な方法で低コストで製造しながら、その形をいかなる望ましいものにも最適化することができる。

【0107】

状況により、本発明の方法はハードウェアでもソフトウェアでも実施できる。それぞれの方法を実行できるようにプログラム可能なコンピュータシステムと相互作用する電氣的に読み出し可能な制御信号を有するデジタル記憶媒体、特に、ディスクまたはCD上での実施が可能である。一般的に、本発明はまた、コンピュータ上で起動されると本発明の方法を実行するためのプログラムコードが機械読み出し可能なキャリアに記憶されたコンピュータプログラム製品として成り立つ。換言すれば、本発明は、コンピュータ上で起動されると本発明の方法を実行するプログラムコードを有するコンピュータプログラムとして実現されてもよい。

【符号の説明】

【0108】

- 20 a 前進流動
- 20 b 戻り流動
- 80 第1熱交換器
- 81 圧縮機
- 82 第2熱交換器
- 83 チョーク
- 100 蒸発室

10

20

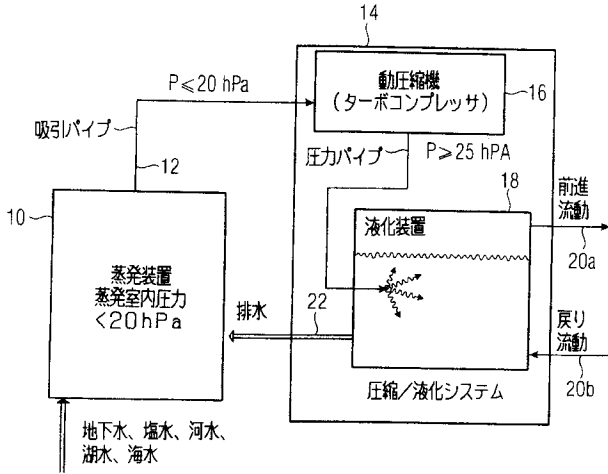
30

40

50

1 0 2	上昇管	
1 0 4	地下水貯蔵庫	
1 0 8	拡張器	
1 1 0	水溜め	
1 1 2 , 2 0 4	排水管	
1 1 3	戻し管	
1 1 4	バルブ	
1 1 6	水溜め	
1 1 8 , 1 5 2	ポンプ	
1 5 0 , 3 1 0	タービン	10
1 5 4	力連結器	
1 5 6	モーター	
1 7 2	動圧縮機	
1 7 4	最後の圧縮機	
1 8 0	水	
1 8 2	水蒸気	
1 8 6	拡張部	
1 9 2	バルブ	
1 9 8	供給ライン	
2 0 0	拡張器	20
2 0 2	循環ポンプ	
2 0 6	構造体	
2 0 8 , 2 6 8	カバー	
2 1 0	ノズル板	
2 1 2	ノズル	
2 2 0	ガスセパレータ	
2 2 2	ポンプ	
2 3 0	ノズルパイプ	
2 3 2	シール	
2 3 4	ノズル口	30
2 3 6	熱交換器	
2 3 8	支線	
2 5 0	コントローラ	
2 6 2 , 2 7 2 , 2 7 4 , 2 7 6	ベーン	
2 6 4	軸	
2 6 6	基盤	
3 0 0	暖房ライン	
3 1 2	ポンプ	
3 1 4	力連結部	

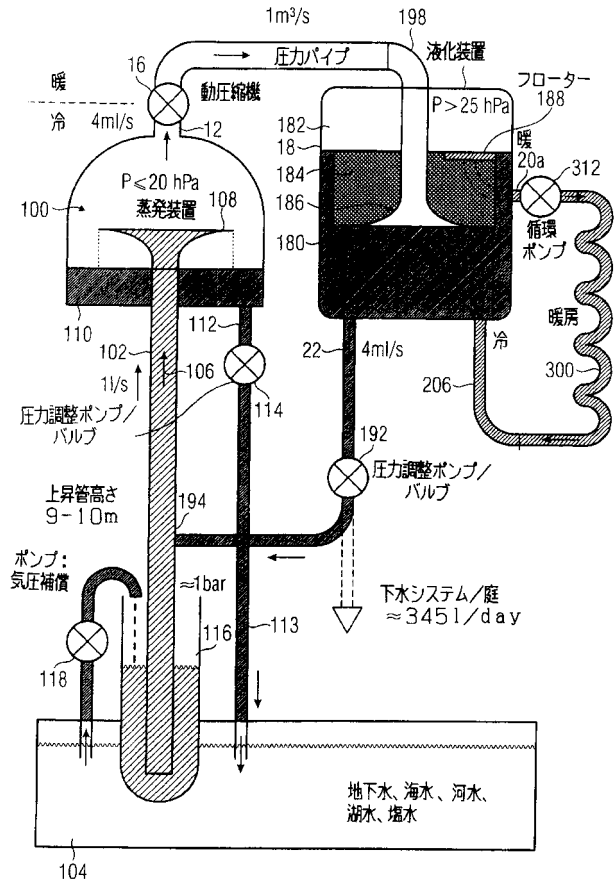
【 図 1 a 】



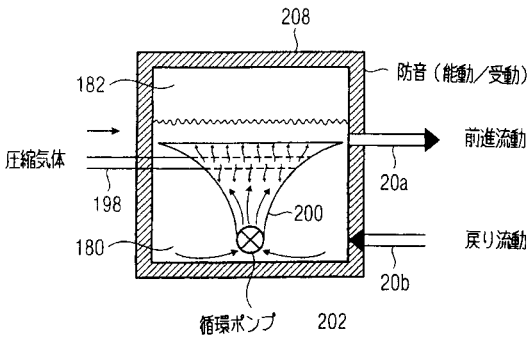
【 図 1 b 】

圧力 [hPa]	8	12	30	60	100	1000
蒸発温度	4°C	12°C	24°C	36°C	45°C	100°C

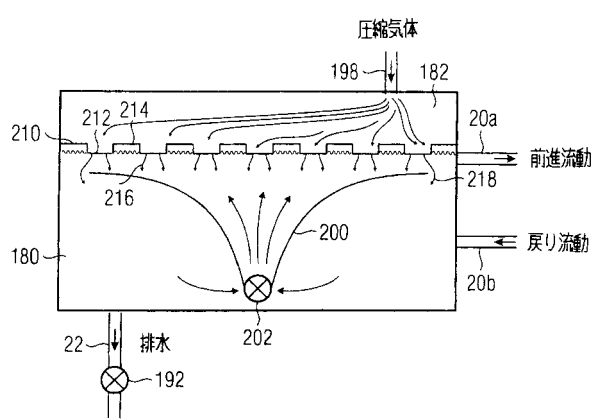
【 図 2 】



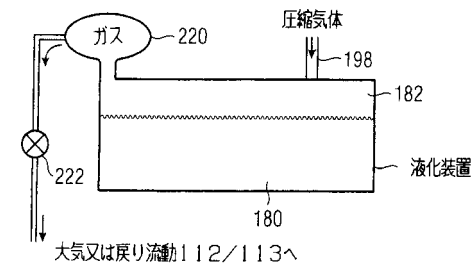
【 図 3 a 】



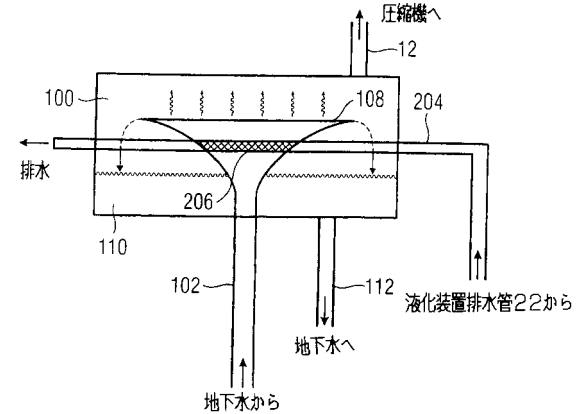
【 図 3 b 】



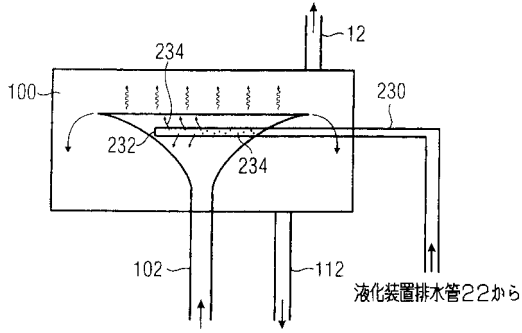
【 図 3 c 】



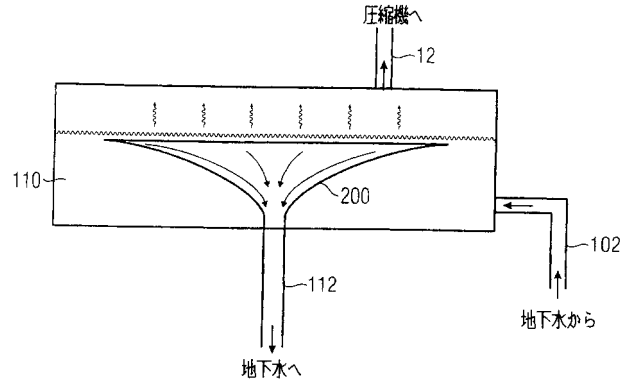
【 図 4 a 】



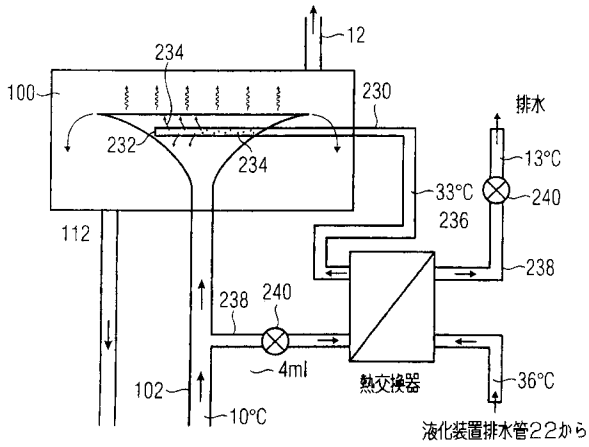
【図4b】



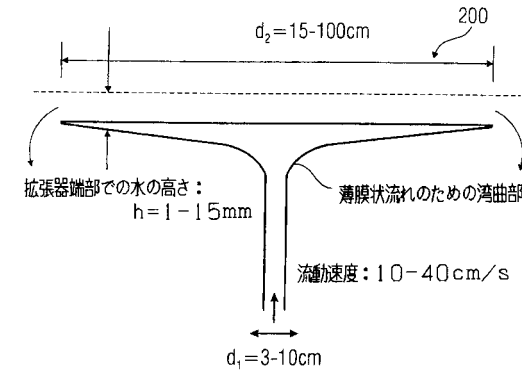
【図4d】



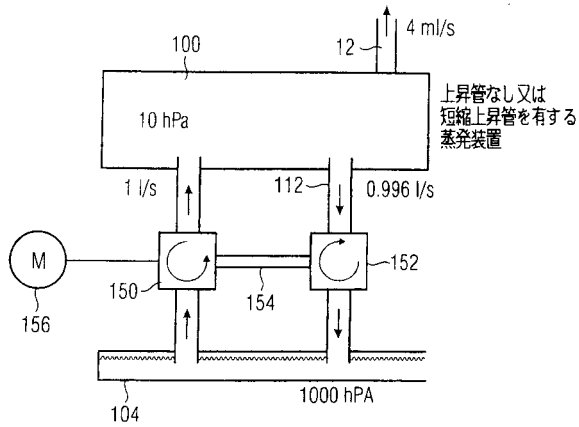
【図4c】



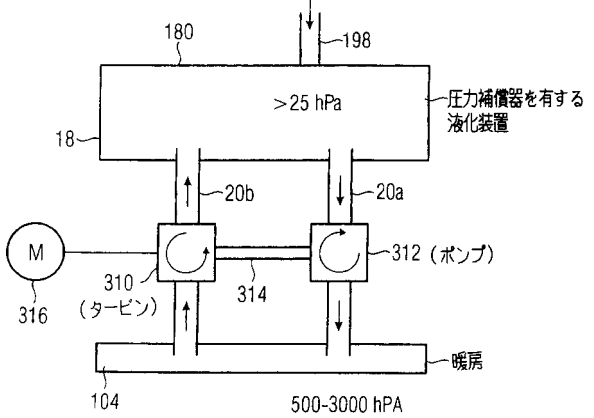
【図4e】



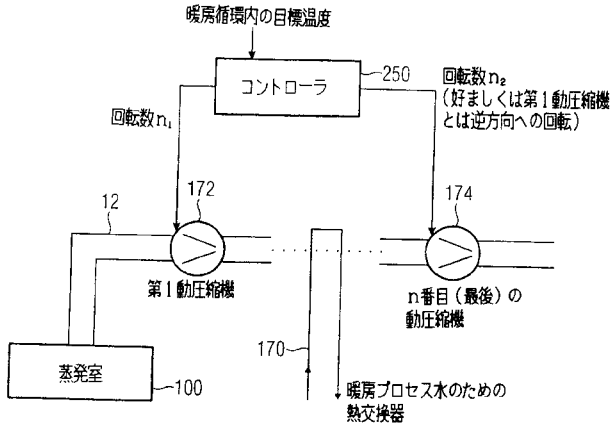
【図5a】



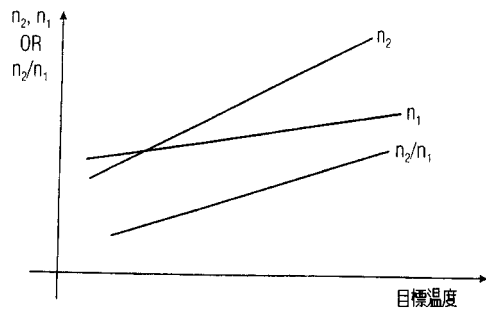
【図5b】



【 図 6 a 】

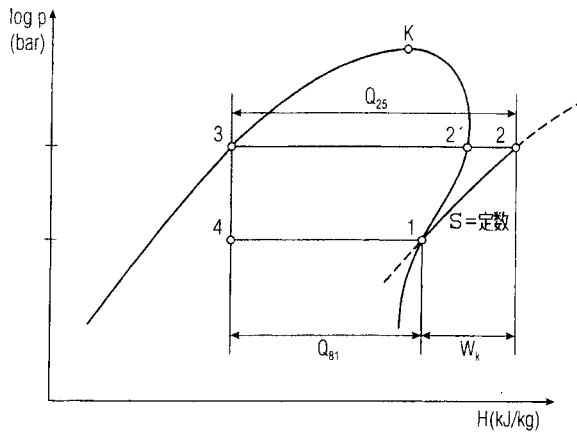


【 図 6 b 】

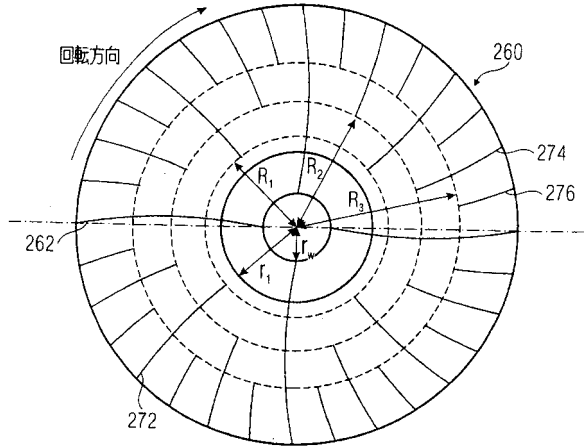


【 図 7 】

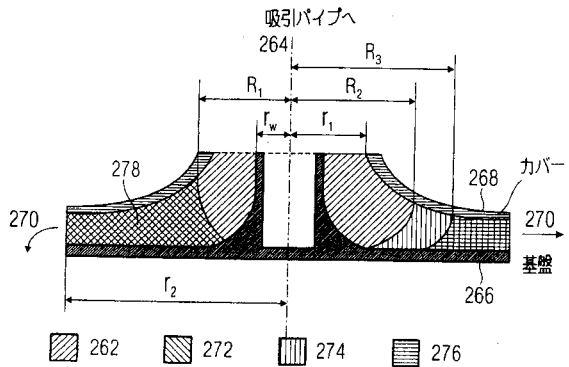
(先行技術)



【 図 6 c 】

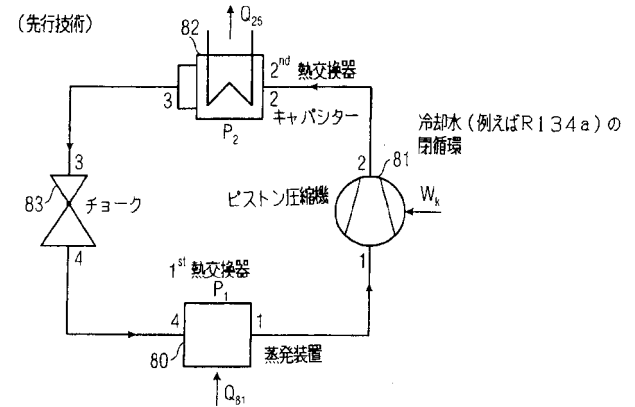


【 図 6 d 】



【 図 8 】

(先行技術)



---

フロントページの続き

(72)発明者 クニフラー、オリバー  
ドイツ国、8 1 7 3 9 ミュンヘン、グスタフ - ハイマン - リング 9 2  
Fターム(参考) 3L053 BA01 BA10