

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5597723号  
(P5597723)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014.10.1)

(24) 登録日 平成26年8月15日(2014.8.15)

(51) Int.Cl. F I  
**F 2 8 F 19/01 (2006.01)** F 2 8 F 19/00 5 0 1 Z

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-546646 (P2012-546646)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86) (22) 出願日	平成22年12月3日(2010.12.3)	(74) 代理人	100099461 弁理士 溝井 章司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/071707	(74) 代理人	100122035 弁理士 渡辺 敏雄
(87) 国際公開番号	W02012/073380	(72) 発明者	齊藤 禎司 日本国東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87) 国際公開日	平成24年6月7日(2012.6.7)	(72) 発明者	宮 一普 日本国東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	平成24年12月18日(2012.12.18)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水加熱器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水を加熱する水加熱器において、  
 流入口と流出口とを有する流路であって、前記流入口から流入した水を通過中に昇温し、昇温した水を前記流出口から流出する流路である昇温流路を有する昇温部と、  
 前記昇温流路を流れる昇温中の水の内部にキャピテーションが発生しない所定の周波数の超音波を発振することにより、前記昇温流路を流れる水を振動させる振動部と、  
90°程度に曲がった後に前記昇温流路の前記流入口に接続する流路と  
 を備え、

前記振動部は、

前記流路の90°程度に曲がった箇所に配置され、90°程度に曲がった前記箇所から前記流入口に向かう方向を振動方向として振動することを特徴とする水加熱器。

【請求項2】

水を加熱する水加熱器において、  
 流入口と流出口とを有する流路であって、前記流入口から流入した水を通過中に昇温し、昇温した水を前記流出口から流出する流路である昇温流路を有する昇温部と、  
 前記昇温流路を流れる昇温中の水の内部にキャピテーションが発生しない所定の周波数の超音波を発振することにより、前記昇温流路を流れる水を振動させる振動部と、  
前記流出口から流出した水を90°程度に曲げて流す流路と  
 を備え、

前記振動部は、

前記流路の90°程度に曲がった箇所配置され、前記流出口から90°程度に曲がった前記箇所に向かう方向を振動方向として振動することを特徴とする水加熱器。

【請求項3】

前記昇温部は、さらに、

前記昇温流路を流れる水と熱交換することにより前記昇温流路を流れる水を昇温する熱媒体が流れる熱媒体流路を有し、

前記水加熱器は、さらに、

前記熱媒体流路に設置された第2の振動部であって、前記昇温流路を流れる水の内部にキャビテーションが発生しない所定の周波数の超音波を発振することにより、前記昇温流路を流れる水を振動させる第2の振動部を備えたことを特徴とする請求項1または2に記載の水加熱器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、水加熱器内の流路へのスケールの析出を抑制するスケール析出抑制方法及びこの方法を用いた水加熱器に関する。

【背景技術】

【0002】

浴室や台所に温水を供給する給湯器は、電気給湯器、ガス給湯器（ガスボイラー）、石油給湯器などに大別される。これらの給湯器は、いずれも熱を水に伝えるための熱交換器と呼ばれる部分が存在する。電気給湯器の中でも、最近特に、省エネや地球温暖化対策としての二酸化炭素削減の観点から、ヒートポンプ熱交換式の電気給湯器（ヒートポンプ給湯器）が注目されている。その原理は、大気の熱を熱媒体に移し、その熱でお湯を沸かすものである。具体的に言えば、気体を圧縮したときに発生する高熱を熱交換器を介して水へ移し、その気体を膨張させたときの冷気によって再び熱媒体の温度を大気温まで戻す繰り返し（冷熱サイクル）によるものである。理論上投入エネルギー以上の熱エネルギーを取り出すことはできない。しかし、ヒートポンプ給湯器は大気の熱を活用する仕組みのため、運転に要するエネルギーよりも多くの熱エネルギーを利用することができる。

20

【0003】

熱交換器は水に対して熱を伝えるために、伝熱面を常に清浄な状態に保つことが非常に重要である。壁面が汚れると有効な熱伝達面積が減少し、熱伝達性能の低下を招く。さらに汚れが蓄積すると、最悪の場合には流路の閉塞を招く。特に、スケール（硬度成分、硫酸塩、ケイ酸成分、金属イオンなどを含む結晶状の生成物）成分を含む水を給湯器などの冷熱機器へ供給すると、スケールが熱交換器表面や給湯タンクまたは配管内に付着し、熱交換効率の低下や流路を閉塞させるなどの課題があった。

30

【0004】

これらの課題を解決する様々な方法が検討されている。その例として、特許文献1（特開平6-2947）や特許文献2（特開2003-117588）を説明する。

【0005】

特許文献1では、熱水器の給水源から被加熱部に至る範囲内に、その範囲内の水を振動させる超音波装置が少なくとも一箇所設けられている。供給源から供給される水がその範囲内で振動して脱気されるため、被加熱容器内における部分的な沸騰が防止され、その部分の損傷による熱水の漏れやスケールの付着を抑制できる。また、超音波振動発振器は被加熱部を構成する金属筒の外側に密着固定されているため、その振動が金属表面にも伝達され、被加熱部に析出し付着したスケールを剥離除去することができる。

40

【0006】

次に、特許文献2では、循環冷却水系の冷却水に超音波を伝達し、炭酸カルシウム粒子及び/又はシリカゲル粒子と接触させることにより、冷却水中のスケール成分を炭酸カルシウム又はシリカゲル粒子の表面に析出させて除去することで、冷却塔ピットにおける冷

50

却系熱交換器のスケール付着を防止できる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平6-2947号公報

【特許文献2】特開2003-117588号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

(1) しかしながら、特許文献1では、供給源から供給される水を超音波で脱気し沸騰を防止しているが、水中に溶存している炭酸ガスも脱気される。溶存していた炭酸ガスが脱気されると、水中に硬度成分として溶解していた炭酸カルシウムの溶解度が下がるため、炭酸カルシウム(スケール)が析出してしまう。すなわち、超音波による脱気は、スケールの析出を促進させてしまう。析出したスケール粒子は、水中を浮遊したり被加熱部の金属表面に付着する。付着したスケール粒子は超音波によって剥離除去もされるが、そのまま残留したり、剥がれても再付着したりする粒子もあるため課題となる。

10

(2) また、超音波の使用周波数が記載されていないが、水中の脱気を行うにはキャビテーションが発生する低周波を使用していると推測される。キャビテーションの発生は、被加熱部の金属表面を損傷させてしまうという課題もある。

(3) さらに、超音波振動発振器が、被加熱部を構成する金属筒の外側に水流方向と振動方向が垂直になるように固定されているため、振動の減衰が激しく、被加熱部全体の付着物を剥離除去するには困難である。これを解決するために超音波振動発振器を複数設置するのは、コストアップになり、超音波の出力を上げる方法は被加熱部の金属表面をさらに損傷させてしまうという課題が生じる。

20

【0009】

次に、特許文献2でも、冷却水に超音波を伝達させることで、炭酸カルシウム又はシリカゲル粒子の表面でスケールの析出を促進させている。析出したスケール粒子は、冷却塔ピットに戻る配管や冷却ピットにおける冷却系熱交換器に付着してしまう課題がある。特許文献1とは異なり、超音波発振器は配管内に設置してあるが、特許文献1と同様に、水流方向と振動方向が垂直に設置してあるため、振動の減衰は大きくなってしまいう課題がある。

30

【0010】

以上のように、特許文献1または2では、超音波を用いることでスケールの析出を促進させており、析出したスケールは壁面などに付着したり、または剥離除去されても再付着してしまう課題があった。また、使用周波数帯域は、キャビテーションの発生する低周波数を使用しており、かつ超音波発振器の振動方向は水流方向と垂直方向のため振動の減衰が大きく、超音波の効果上げるために出力をあげると配管などを損傷させてしまう課題があった。

【0011】

本発明は、水加熱器の昇温部全体でスケールの析出を抑制することで、スケールの付着を確実に防止し、かつ昇温部の損傷を防止する水加熱器を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0012】

この発明のスケール析出抑制方法は、  
 流入口と流出口とを有する流路であって、前記流入口から流入した水を通過中に昇温し、昇温した水を前記流出口から流出する流路である昇温流路へのスケールの付着を抑制するスケール付着抑制方法において、

前記昇温流路を流れる昇温中の水の内部にあってキャビテーションが発生しない所定の周波数の超音波を発振する振動部によって、前記昇温流路を流れる前記昇温中の水を振動させることを特徴とする。

50

## 【発明の効果】

## 【0013】

本発明によれば、水加熱器における被加熱水の流路範囲において、スケールの付着と流路の損傷を防止することができる。これにより、水加熱器の熱交換率の低下を防ぐと共に、長寿命な水加熱器を提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0014】

【図1】実施の形態1におけるヒートポンプ装置100-1の構成図。

【図2】実施の形態1における超音波発振器200aの構成図。

【図3】実施の形態1における超音波発振器200aの正面図、側面図、上面図。

10

【図4】実施の形態1における超音波振動子210の上面図と正面図。

【図5】実施の形態1における超音波発振器200bの構成図。

【図6】実施の形態1における超音波発振器200bの正面図、側面図、上面図。

【図7】実施の形態1における超音波発振器200cの構成図。

【図8】実施の形態1における実験1の構成図。

【図9】実施の形態1におけるスケール析出抑制方法の実験結果を示す図。

【図10】実施の形態2におけるヒートポンプ装置100-2の構成図。

【図11】実施の形態2における超音波発振器200a内の被加熱水180の流れを示す図。

【図12】実施の形態3におけるヒートポンプ装置100-3の構成図。

20

【図13】実施の形態4における超音波発振器200cが取り付けられたプレート式熱交換器120Pの側面図。

【図14】実施の形態4における超音波発振器200cが取り付けられたプレート式熱交換器120Pの正面図。

【図15】実施の形態4における超音波発振器200cが被加熱水流路出口12に取り付けられたプレート式熱交換器120Pの側面図。

【図16】実施の形態5におけるヒートポンプ装置100-5の構成図。

【図17】実施の形態6におけるヒートポンプ装置100-6の構成図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0015】

30

実施の形態1.

以下、実施の形態1における水加熱器の構成と動作について、図1を参照しながら説明する。

図1は、実施の形態1のヒートポンプ装置100-1を示す。ヒートポンプ装置100-1では、水加熱器として、水-冷媒用熱交換器120を用いる。まず、ヒートポンプ装置100-1の構成について説明する。なお以下の実施の形態1~6では、超音波発振器200a、200b、200cを説明する。これらを区別する必要がある場合には、アルファベットを添えて「超音波発振器200a」のように表記する。また、超音波発振器200a、200b、200cを区別する必要がない場合や、すべてに当てはまる場合には、「超音波発振器200」というようにアルファベットは省略する。

40

## 【0016】

図1に示すように、ヒートポンプ装置100-1は、冷媒を圧縮する圧縮機110と、水-冷媒用熱交換器120と、膨張弁などの減圧器130と、空気-冷媒用熱交換器140と、空気-冷媒用熱交換器140に送風する送風機141とを備える。さらに、ヒートポンプ装置100-1は、超音波発振器200aと、超音波発振器200aを制御する超音波制御器300とを備えている。

## 【0017】

圧縮機110、水-冷媒用熱交換器120、減圧器130、及び空気-冷媒用熱交換器140は、この順番で冷媒用流路101に接続されている。冷媒用流路101内には、冷媒が循環している。冷液の種類は様々あるが、例えば冷媒として、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)

50

が充填されている。水 - 冷媒用熱交換器 120 は、冷媒が流れる冷媒流路 120 e と、被加熱水が流れる昇温流路 120 d とを備えている。冷媒用流路 101 は、水 - 冷媒用熱交換器 120 の昇温部 120 c では、昇温流路 120 d を流れる被加熱水と熱交換する冷媒流路 120 e となっている。水 - 冷媒用熱交換器 120 には、冷媒用流路 101 の他に被加熱水用流路 501 も接続されている。被加熱水用流路 501 は、例えば給湯タンクに接続されている。被加熱水用流路 501 は、水 - 冷媒用熱交換器 120 の昇温部 120 c では、冷媒流路 120 e を流れる冷媒と熱交換する被加熱水が流れる昇温流路 120 d となっている。水 - 冷媒用熱交換器 120 の流入口 120 a には、超音波発振器 200 a が接続されている。超音波発振器 200 a には、超音波発振器 200 a を制御する超音波制御器 300 が接続されている。

10

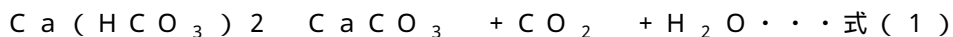
## 【0018】

次に、図 1 を参照して、ヒートポンプ装置 100 - 1 の動作について説明する。空気 - 冷媒用熱交換器 140 では、冷媒が送風機 141 からの送風で大気中の熱を吸収する。大気中の熱を吸収した冷媒は、圧縮機 110 で圧縮される。圧縮機 110 で圧縮され高温、高圧になった冷媒は、水 - 冷媒用熱交換器 120 の昇温部 120 c の冷媒流路 120 e を流れる際に、伝熱面を介して、水 - 冷媒用熱交換器 120 の昇温部 120 c の昇温流路 120 d を流れる被加熱水と熱交換する。昇温部 120 c で加熱された被加熱水は、流出口 120 b から被加熱水用流路 501 を経て貯湯タンク（図示していない）に送られる。熱交換により温度が低下した冷媒は、減圧器 130 で減圧されて低圧になった後、再度、空気 - 冷媒用熱交換器 140 に送られる。これらの動作（冷熱サイクル）がヒートポンプ装置 100 - 1 の運転中、繰り返される。

20

## 【0019】

ここで、スケール成分（硬度成分：炭酸カルシウム（ $\text{CaCO}_3$ ））を含む被加熱水中では、下記（1）式のような溶解平衡が保たれている。しかし、被加熱水が加熱されると、炭酸ガス（ $\text{CO}_2$ ）の溶解度が下がり、溶存していた炭酸ガスが脱気されるため、（1）式で示した溶解平衡が右辺にずれ、スケール（炭酸カルシウム）が析出する。



これにより、水 - 冷媒用熱交換器 120 では、スケール成分を含む被加熱水が昇温部 120 c の伝熱面で加熱されると、その伝熱面（昇温流路 120 d の内部表面）からスケールが析出し、伝熱面に付着する。

30

## 【0020】

次に、昇温部の伝熱面（昇温流路 120 d の内部表面）にスケールが析出する理由について説明する。上述したように、スケール成分を含む水に熱などのエネルギーを加えた場合、そのエネルギーがある閾値（臨界核生成エネルギー）を超えると、（1）式の溶解平衡が右辺にずれ、炭酸カルシウムが析出する。すなわち結晶核が生成する。結晶核の生成では、液相と接触する面積が小さいほうがエネルギー的に有利（安定）である。このため、結晶核は、例えば異物や壁面等の固液界面があると、固液界面に接するように微小なスケール核として形成される。このようなメカニズムにより、水 - 冷媒用熱交換器 120 の昇温部 120 c（昇温流路 120 d の内部表面）にスケール核が形成され、成長する。

40

## 【0021】

（スケール析出抑制方法）

発明者は、以下の（A）、（B）、（C）を有するスケール析出抑制方法により、スケール析出を抑制できることを見いだした。

（A）水 - 冷媒用熱交換器 120 における昇温流路 120 d の範囲（流入口 120 a 付近及び流出口 120 b 付近を含む）に、キャビテーションが発生しない周波数を発振する超音波振動子の振動部を設置する。

（B）振動部は、被加熱水の水中に設置される。

（C）振動部が設置された空間（後述の超音波振動子 - 流路接続ユニット 220 a、220 b、220 c に形成された流路）に、振動部の振動方向と略同じ速度成分を持つ被加熱水が流れる流路を接続する。

50

以上の(A)、(B)、(C)によって、スケールの析出を抑制し、スケールの付着を防止することができる。また、昇温部120cの損傷も防止することができる。

なお、スケール析出抑制方法としては、(A)、(B)、(C)のすべてを満たすことが好適であるが、(A)だけでもよいし、(A)と(B)だけでもよいし、(A)と(C)だけでもよい。最低限、(A)を採用することで、スケールの析出を抑制し、スケールの付着を防止する効果を得ることができる。

#### 【0022】

(スケール析出抑制方法の原理)

次に、実施の形態1のスケール析出抑制方法の原理を説明する。

(1) 上述したように、水-冷媒用熱交換器120によって、スケール成分(硬度成分)を含む被加熱水を昇温していくと、被加熱水のバルクよりも温度の高い昇温部120cの伝熱面(固液界面、昇温流路120dの内部表面)に、まずは微小な結晶核が形成される。スケール成分(硬度成分)を含む被加熱水が加熱された場合、伝熱面でのスケール核の発生を防止するのは非常に難しい。

(2) しかし、発明者は、「生成したスケール核を微小な結晶状態のときに除去し、昇温部120cの伝熱面(昇温流路120dの内部表面)よりも温度の低い被加熱水のバルクで再溶解させるとすれば、見かけ上スケール成分(硬度成分)の濃度は下がらず、スケールの析出を抑制できる」との新しい発想を得た。

(3) この発想を実現する方法として、キャビテーションによりスケールの析出を促進させてしまう低周波の超音波ではなく、キャビテーションが被加熱水に発生しない高周波の超音波を使用する方法が良いことを見出した。

(A) すなわち、高周波の超音波を用いることによって、キャビテーションを発生させずに振動(共振)により微小なスケール核を固液界面から剥離除去し、剥離除去した微小なスケール核を被加熱水のバルクに再溶解させる。

(B) そして、その振動子の振動部は、水中に設置する。

(C) そして、振動部が設置された部屋(空間)には、振動方向と同じ速度成分を持つ被加熱水の流れる流路を接続する。

以上の(A)~(C)により、昇温部120cの昇温流路120dの範囲全体でスケールの析出抑制と、スケールの付着防止とが可能であり、かつ流路の損傷も防止できることを新たに見出した。

#### 【0023】

(スケール析出抑制方法の特徴点)

以上に説明したスケール析出抑制方法の特徴点をまとめると以下の様である。

(A) キャビテーションの発生しない周波数

高周波の超音波の周波数は、昇温流路120dを流れる被加熱水にキャビテーションの発生しない100kHz以上が好ましく、さらに好ましくは、メガヘルツ周波数帯域の周波数(1MHz以上)がよい。

(B) 振動部の設置位置

超音波を発する振動部の設置場所は、水加熱器における昇温部の被加熱水用流路(昇温流路)の範囲(昇温流路への流入口の付近、及び昇温流路の流出口の付近を含む)がよい。また、振動部を被加熱水用流路の外側に設置してもよいが、好ましくは、被加熱水用流路501を流れる被加熱水の水の中となるように設置するのがよい。

(C) 振動部の振動方向と水流の速度成分

また、振動部が設置された空間には、振動部の振動方向と同じ速度成分を持つ被加熱水が流れる流路が接続される。これについては、以下の各実施の形態で後述する。

#### 【0024】

(超音波発振器200a)

図2は超音波発振器200aの構成を示す図(正面図)である。

図3の(a)、(b)、(c)はそれぞれ、超音波発振器200aの正面図、側面図、上面図である。図2に示すように、超音波発振器200aは、超音波振動子210と、被

10

20

30

40

50

加熱水用流路501a-1と被加熱水用流路501a-2とを接続する流路221aが形成された超音波振動子-流路接続ユニット220aと、接続継ぎ手230-1、230-2とから構成されている。超音波振動子210は、キャピテーションの発生しない周波数を発振するものであれば、どのようなものでもよい。例えば、超音波振動子210として、1.6MHzの周波数を発振できる、本田電子製の超音波装置HM-1630を用いることができる。

【0025】

(超音波振動子210)

図4は、超音波振動子210の外観構成である。図4の(a)、(b)はそれぞれ、上面図、正面図である。超音波振動子210は、振動部211と、パッキン212と、支持台213から構成されている。支持台213には固定穴214が形成されている。

10

【0026】

図2において、超音波振動子210と超音波振動子-流路接続ユニット220aとは、固定穴214に通されたネジによって固定される。図2に示すように、超音波発振器200aでは、被加熱水用流路501a-1、501a-2とは、接続継ぎ手230-1、230-2で流路221aに連結される。図2に示す超音波発振器200aは、被加熱水用流路501が90°程度に曲がった箇所、例えば、昇温流路120dの流入口120aや流出口120b、または昇温流路120dの中間部に設置される。

【0027】

(超音波発振器200b)

図5は、超音波発振器200bの外観構成を示す。

図6の(a)、(b)、(c)は、それぞれ、超音波発振器200bの正面図、側面図、上面図である。超音波発振器200bは、図2の超音波発振器200aに対して、超音波振動子-流路接続ユニットの流路形状が異なる。超音波振動子-流路接続ユニット220aはL字形状の流路221aの流路を持つのに対して、超音波発振器200bの超音波振動子-流路接続ユニット220bは、U字形状の流路221bを持つ。超音波発振器200bは、超音波振動子210と、被加熱水用流路120d-1と被加熱水用流路120d-2とを接続する超音波振動子-流路接続ユニット220bと、接続継ぎ手230-1、230-2とから構成されている。超音波発振器200bは、昇温部の中間部によくある、U字流路に設置(連結)される。

20

30

【0028】

(超音波発振器200c)

図7は、超音波発振器200cの外観構成を示す。超音波発振器200cは、超音波振動子210cと、超音波振動子-流路接続ユニット220cと、接続継ぎ手230-1、230-2と、から構成される。超音波振動子-流路接続ユニット220cには、L字形状の流路221cが形成されている。図7において、超音波振動子-流路接続ユニット220cでは、X方向から被加熱水が流入し、Y方向に流出する。超音波発振器200cは、プレート型熱交換器のように、内部において昇温流路120dが何層にも分岐し、しかも昇温流路120dが狭い熱交換器に好適である。なお、超音波発振器200cの使用例は、実施の形態4で後述する。図7のように、超音波振動子210cは、振動部突起物211c-1が形成された棒状の振動部211cもつ。実施の形態4で後述するように、プレート式熱交換器の被加熱水の流入口または流出口に超音波発振器200cを連結する。その場合、振動部211cの振動部突起物211c-1が、プレート式熱交換器の内部の昇温流路の範囲内に入るように連結する。図7において、振動部突起物211c-1の先端は、上下方向(突起方向)が振動方向211c-2である。

40

【0029】

図2、図5、図7に示したような形状の、超音波発振器200a、200b、200cであれば、様々な水加熱器、例えば、水-冷媒用熱交換器、水-水用熱交換器、あるいはガスボイラーなどにも適用できる。また、熱交換器にも様々な形状があるが、例えば特開2008-249163号公報、特開2005-003209号公報、特開2008-0

50

75898号公報、特開2004-085172号公報や特開平6-2947号公報における昇温部の被加熱水の流路範囲にも設置することができる。

【0030】

(冷媒流路への超音波発振器の設置)

以上の説明では、超音波発振器200a~200c等は、被加熱水用流路に設置したが、加えて、超音波発振器200a~200c等は、昇温部の冷媒流路120eの範囲(冷媒流路120eの流入口付近及び流出口付近を含む)に設置してもよい。冷媒流路120e範囲への超音波発振器200の設置は、一つでもよいし複数でもよい。これにより、冷媒流路120eからも伝熱面を介して昇温流路120dに振動を伝えるので、スケール析出をさらに抑制できる。超音波発振器200の冷媒流路120eへの設置については、実施の形態6で述べる。

10

【0031】

図8は、実施の形態1の実験1を実験装置を説明する図である。次に図8を参照して実施の形態1の実験1を説明する。以下の説明では、単位「L」はリットル(1L=1×10<sup>-3</sup>m<sup>3</sup>)を示す。

【0032】

(実験1)

(1)実験には実機の熱交換器(水-冷媒用熱交換器120)を使用した。

(2)被加熱水には、一般試薬で調製した模擬高硬度水(初期水質:硬度100mg-CaCO<sub>3</sub>/L以上、Mアルカリ度140mg-CaCO<sub>3</sub>/L以上、pH7.5)を用いた。

20

(3)被加熱水を60Lのステンレス容器150に入れ、水-冷媒用熱交換器120の被加熱水用流路501をポンプ160で循環させた。

(4)なお、水-冷媒用熱交換器120で加熱された被加熱水は、水-冷媒用熱交換器120を出た後に冷却器170で冷やしてからステンレス容器150に返送した。

(5)超音波発振器は、図2の超音波発振器200aを用いた。超音波発振器200aは、昇温部の流入口120aに設置した。このように設置することで、図2のように、被加熱水180は、振動部211の横(被加熱水用流路501a-2)から流入し、被加熱水用流路501a-1から振動部211の振動方向211-1と略同じ方向に流出する。図2において、被加熱水用流路501a-1へ流出した被加熱水180は、昇温流路120

30

dに流れ込む。このように、振動部211は、流入口120aの付近に設置される。そして、振動部211の設置位置の近傍には、振動部211の振動方向211-1と略同じ速度成分を持つ被加熱水が流れる被加熱水用流路501a-1が形成されている。被加熱水用流路501a-1は、昇温流路120dに接続する。図2において、振動部211は、被加熱水180が昇温流路120dを流れるときには、すなわち、被加熱水180が流路221aを流れるときには、流路221aを流れる被加熱水180の水中に沈む位置に設置されている。すなわち、超音波振動子-流路接続ユニット220aには、振動部211がはまるように穴220a-1が形成されている。パッキン212は、穴220a-1からの水漏れを防止する。超音波振動子210としては、キャピテーションの発生しない周波数1.6MHzを発振できる、超音波装置HM-1630(本田電子製)を使用した。

40

(6)キャピテーションが発生する超音波振動子として、低周波数40kHzを発振できるW2005-40(日本ヒューチャア製)を、超音波発振器200aの超音波振動子210の代わりに用いた。なお、W2005-40の超音波振動子の振動部は、設置可能に加工した。

(7)図8に示す実験装置で、水-冷媒用熱交換器120の被加熱水の流出口120bの温度が80になるように、水流速0.23m/sで24時間循環させた。

(8)スケール析出量は、処理前後の模擬高硬度水のカルシウムイオン量の変化分から算出した。

(9)水-冷媒用熱交換器120の昇温流路120d内に付着したスケール付着量は、実験終了後に、水-冷媒用熱交換器120を取り外し、高濃度に調整した炭酸水溶液を昇温

50

流路 1 2 0 d を循環させて、付着したスケールを炭酸水溶液内に溶解させた。そして、その溶解したカルシウムイオン量を分析した。カルシウムイオン量は、高速液体クロマトグラフィ分析装置を使って測定した。

#### 【 0 0 3 3 】

図 9 は、超音波振動の有無およびキャビテーションの有無で実験したときのスケール析出量とスケール付着量とを示す。棒グラフはスケール析出量（左側の縦軸）を示し、折れ線グラフはスケール付着量（右側の縦軸）を示す。超音波無（周波数 0 k H z ）と、キャビテーションを発生させる超音波有（周波数 4 0 k H z ）との結果を比較すると、次の様である。キャビテーションを発生させている超音波有（周波数 4 0 k H z ）は、超音波無に比べ、スケール付着量が約 2 / 3 までしか減少せず、逆にスケール析出量は約 1 . 5 倍増加した。これより、キャビテーション有の超音波処理では、スケールの析出を促進しているため、その析出物が伝熱面に残留したり流路の後段で再付着してしまい、結果としてスケールを剥離除去する効果を低減させていると考えられた。一方、キャビテーションが発生しない超音波有（周波数 1 . 6 M H z ）は、超音波無と比較すると、スケールの析出量は 1 / 2 以下に減少し、スケール付着量は 1 / 1 0 以下に減少した。これより、キャビテーションを発生しない超音波処理（周波数 1 . 6 M H z ）によって、伝熱面でのスケールの析出を抑制し、スケールの付着を抑制できた。また、処理後の被加熱水の流路内も壊食等の腐食や超音波による損傷は見られなかった。

10

#### 【 0 0 3 4 】

以上のように、水加熱器における昇温流路 1 2 0 d の流入口 1 2 0 a の付近に、キャビテーションが発生しない周波数を発振する超音波振動子の振動部を、被加熱水が流れる場合に、水中になるように設置した。そして、その振動部が設置された空間（超音波振動子 - 流路接続ユニット 2 2 0 a に形成された流路 2 2 1 a ）に、振動部の振動方向 2 1 1 - 1 と同じ速度成分を持つ被加熱水 1 8 0 が流れる被加熱水用流路 5 0 1 a - 1 を接続した。これにより、昇温流路 1 2 0 d 内部でのスケール析出を抑制し、スケールの付着と昇温流路 1 2 0 d の損傷を防止することができる。そして、スケール付着と流路の損傷を防止することで熱交換率の低下を防ぎ、長寿命な水加熱器を提供できる。

20

#### 【 0 0 3 5 】

また、例えば、特開 2 0 0 8 - 2 4 9 1 6 3 号公報、特開 2 0 0 5 - 0 0 3 2 0 9 号公報、特開 2 0 0 8 - 0 7 5 8 9 8 号公報および特開 2 0 0 4 - 0 8 5 1 7 2 号公報に記載されている熱交換器や、特開平 6 - 2 9 4 7 号公報に記載のガスボイラー式熱交換器等の水加熱器の入口部に、本実施の形態 1 と同じように超音波発振器 2 0 0 を設置しても同様の効果が得られる。

30

#### 【 0 0 3 6 】

実施の形態 2 .

図 1 0 、図 1 1 を参照して実施の形態 2 のヒートポンプ装置 1 1 0 - 2 を説明する。

図 1 0 は、実施の形態 2 のヒートポンプ装置 1 1 0 - 2 の構成を示す図である。

図 1 1 は、ヒートポンプ装置 1 1 0 - 2 で使用される超音波発振器 2 0 0 a における被加熱水 1 8 0 の流れを示す図である。図 1 1 は図 2 の超音波発振器 2 0 0 a であるが、図 2 に対して被加熱水 1 8 0 の流れる方向が反対である。実施の形態 2 は、実施の形態 1 の図 1 に対して、超音波発振器 2 0 0 a を水 - 冷媒用熱交換器 1 2 0 の流出口 1 2 0 b 付近に設置した。また、超音波発振器 2 0 0 a を冷却するため、集風口 4 1 0 、通風路 4 3 0 及び送風口 4 2 0 からなる除熱機構を設けた点が図 1 と異なる。

40

#### 【 0 0 3 7 】

図 1 0 に使用される超音波発振器 2 0 0 a では、図 1 1 に示すように、被加熱水 1 8 0 は被加熱水用流路 5 0 1 a - 1 を振動部 2 1 1 に向かって流入し、被加熱水用流路 5 0 1 a - 2 から流出する。被加熱水 1 8 0 が流入する被加熱水用流路 5 0 1 a - 1 の先には、図 1 0 に示すように、昇温流路 1 2 0 d がある。つまり、図 1 1 の超音波振動子 - 流路接続ユニット 2 2 0 a の流路 2 2 1 a には、昇温流路 1 2 0 d からの被加熱水 1 8 0 が流入する。この示すように、振動部 2 1 1 は、流出口 1 2 0 b の付近に設置される。そして、

50

図 1 1 に示すように、振動部 2 1 1 の設置位置の近傍には、振動部 2 1 1 の振動方向 2 1 1 - 1 と略同じ速度成分を持つ水が流れる被加熱水用流路 5 0 1 a - 1 が形成されている。被加熱水用流路 5 0 1 a - 1 は、昇温流路 1 2 0 d に接続する。図 1 1 において、振動部 2 1 1 は、被加熱水 1 8 0 が昇温流路 1 2 0 d を流れるときには、すなわち、被加熱水 1 8 0 が流路 2 2 1 a を流れるときには、流路 2 2 1 a を流れる被加熱水 1 8 0 の水中に沈む位置に設置されている。

#### 【 0 0 3 8 】

図 1 0 において、昇温流路 1 2 0 d の流出口 1 2 0 b の被加熱水は、出湯温度以上に昇温されるが、超音波振動子には、高温に弱い素子や部品が含まれる。よって、超音波振動子の故障を防ぐために、除熱する必要がある。そこで、空気 - 冷媒用熱交換器 1 4 0 の送風機 1 4 1 からの風の一部を集風口 4 1 0 で集め、通風路 4 3 0 を介して送風口 4 2 0 から超音波発振器 2 0 0 a に送風し除熱する。超音波発振器 2 0 0 a を流出口 1 2 0 b に設置したこと、及び除熱機構を設けたこと以外は、実施の形態 1 の「実験 1」と同じ条件で試験した。その結果、超音波発振器 2 0 0 a を昇温流路 1 2 0 d の流出口 1 2 0 b に設置しても、実施の形態 1 の実験 1 とほぼ同様に、スケール析出抑制効果およびスケール付着防止効果を得ることができた。また、被加熱水用流路の損傷も防止できた。

#### 【 0 0 3 9 】

これより、実施の形態 2 でも、スケール析出を抑制し、スケール付着と流路の損傷とを防止することで熱交換率の低下を防ぐことができる、長寿命な水加熱器を提供できる。また、例えば、特開 2 0 0 8 - 2 4 9 1 6 3 号公報、特開 2 0 0 5 - 0 0 3 2 0 9 号公報、特開 2 0 0 8 - 0 7 5 8 9 8 号公報および特開 2 0 0 4 - 0 8 5 1 7 2 号公報に記載されている熱交換器や、特開平 6 - 2 9 4 7 号公報に記載のガスボイラー式熱交換器等の水加熱器の被加熱水用流路（昇温流路）の出口部に、本実施の形態 2 と同じように超音波発振器 2 0 0 a を設置しても同様の効果が得られる。

#### 【 0 0 4 0 】

実施の形態 3 .

図 1 2 は、ヒートポンプ装置 1 1 0 - 3 の構成を示す図である。図 1 2 を参照して実施の形態 3 のヒートポンプ装置 1 0 0 - 3 を説明する。実施の形態 3 は、実施の形態 1 の図 1 に対して、超音波発振器 2 0 0 b を水 - 冷媒用熱交換器 1 2 0 の昇温流路 1 2 0 d の中間位置（途中）に設置した構成である。また、実施の形態 2 と同様に、超音波発振器 2 0 0 b を冷却する除熱機構（集風口 4 1 0、通風路 4 3 0 及び送風口 4 2 0）を設けた。これら以外は図 1 と同じである。

#### 【 0 0 4 1 】

実施の形態 3 の実験で用いた被加熱水用流路（昇温流路 1 2 0 d）の中間位置は U 字の流路であったので、超音波発振器 2 0 0 b を U 字流路に設置（連結）した。図 5 に示す被加熱水 1 8 0 の流れは、ヒートポンプ装置 1 1 0 - 3 の場合に相当する。すなわち図 5 に示すように、図 1 2 では、昇温流路 1 2 0 d の一部をなす昇温流路 1 2 0 d - 2 を流れる被加熱水 1 8 0 は、超音波振動子 - 流路接続ユニット 2 2 0 b に形成された流路 2 2 1 b に流入し、昇温流路 1 2 0 d の一部をなす昇温流路 1 2 0 d - 1 に流出する。図 5、図 1 2 に示すように、振動部 2 1 1 は、昇温流路 1 2 0 d の途中に設置される。そして、図 5 に示すように、振動部 2 1 1 の設置位置の近傍には、振動部 2 1 1 の振動方向 2 1 1 - 1 と略同じ速度成分を持つ水が流れる昇温流路 1 2 0 d - 1 と昇温流路 1 2 0 d - 2 とが形成されている。昇温流路 1 2 0 d - 1 と昇温流路 1 2 0 d - 2 とは、昇温流路 1 2 0 d の一部をなす。図 5 において、図 2 の超音波発振器 2 0 0 a と同様に、振動部 2 1 1 は、被加熱水 1 8 0 が昇温流路 1 2 0 d を流れるときには、すなわち、被加熱水 1 8 0 が流路 2 2 1 b を流れるときには、流路 2 2 1 b を流れる被加熱水 1 8 0 の水中に沈む位置に設置されている。超音波振動子 - 流路接続ユニット 2 2 0 b への超音波振動子 2 1 0 の取り付け方法も、超音波発振器 2 0 0 a と同じである。

#### 【 0 0 4 2 】

また、超音波発振器 2 0 0 b の故障を防ぐため、実施の形態 2 と同様の除熱機構によっ

て、空気 - 冷媒用熱交換器 140 の送風機 141 からの風の一部を、超音波発振器 200 b に送風する。これらの条件以外は、実施の形態 1 と同じ条件で試験した。その結果、超音波発振器 200 b を被加熱水用流路（昇温流路 120 d）の中間位置に設置しても、実施の形態 1 とほぼ同様にスケールの析出抑制および付着防止効果を得ることができた。また、被加熱水用流路の損傷も防止できた。なお、本実施の形態 3 では、超音波発振器 200 b を昇温流路 120 d の中間位置に設置したが、超音波発振器 200 b の設置位置は、昇温流路 120 d の範囲（流入口 120 a の付近、及び流出口 120 b の付近を含む）であれば、同様の効果が得られる。これより、本実施の形態 3 でも、スケール析出を抑制しスケールの付着と流路の損傷を防止することで、熱交換率の低下を防ぎ長寿命な水加熱器を提供できる。

10

## 【0043】

また、例えば特開 2008 - 249163 号公報、特開 2005 - 003209 号公報、特開 2008 - 075898 号公報および特開 2004 - 085172 号公報に記載されている熱交換器や、特開平 6 - 2947 号公報に記載のガスボイラー式熱交換器等の水加熱器の被加熱水用流路の中間部（昇温流路の中間部）に本実施の形態 3 と同じように、超音波発振器 200 b を設置しても同様の効果が得られる。

## 【0044】

実施の形態 4 .

図 13、図 14、図 15 を参照して実施の形態 4 のヒートポンプ装置 100 - 4 を説明する。実施の形態 4 は、超音波発振器 200 c を、水 - 冷媒用熱交換器 120 であるプレート式熱交換器 120 P に使用する場合は示す。なお図 1 のようなヒートポンプ装置 100 - 4 の構成は示していないが、ヒートポンプ装置 100 - 4 は、図 1 の水 - 冷媒用熱交換器 120 がプレート式熱交換器 120 P となった構成である。

20

## 【0045】

図 13 は、超音波発振器 200 c が設置された状態のプレート式熱交換器 120 P の概略図（側面図に相当）である。図 13 は、プレート式熱交換器 120 P の内部の流路の様子を示している。プレート式熱交換器 120 P では、被加熱水の分岐流路 122 と、冷媒の分岐流路 123 とが交互に形成されている。プレート式熱交換器 120 P の両側は、押え板 121 で押さえられる。

図 14 は、プレート式熱交換器 120 P の正面図である。プレート式熱交換器 120 P では、被加熱水は、被加熱水流路入口 128 から流入し、被加熱水流路出口 125 から流出する。冷媒は、冷媒流路入口 126 から流入し、冷媒流路出口 127 から流出する。超音波発振器 200 c は、プレート式熱交換器 120 P の被加熱水用流路 501 の被加熱水流路入口 128 に固定した。振動部突起物 211 C - 1 は、図 13 のように、被加熱水の分岐流路 122 の中に位置するように設置した。また図 14 のように、正面から見て、振動部突起物 211 C - 1 の先端が、左斜め上 45° 方向（Z 方向）を向くように、超音波発振器 200 c を設置した。

30

## 【0046】

また、側面図である図 13 でみると、振動部突起物 211 C - 1 の設置位置の近傍には、振動部突起物 211 C - 1 の振動方向 211 c - 2 と略同じ速度成分を持つ被加熱水 180 が流れる被加熱水の分岐流路 122 が形成されている。被加熱水の分岐流路 122 を昇温流路の一部とみた場合に、振動部突起物 211 C - 1（振動部）は、昇温流路の途中に設置されているといえる。すなわち、振動部突起物 211 C - 1 は、昇温流路の途中に設置され、振動部突起物 211 C - 1 の設置位置の近傍には、振動部突起物 211 C - 1 の振動方向と略同じ速度成分を持つ被加熱水 180 が流れる被加熱水の分岐流路 122 であって、昇温流路の一部をなす被加熱水の分岐流路 122 が形成されている。また図 13 に示すように、振動部突起物 211 C - 1 は、被加熱水 180 が被加熱水の分岐流路 122 を流れるときには、被加熱水 180 の水中になる。さらに図 7 において、振動部 210 c は、振動部突起物 211 C - 1 の振動方向 211 c - 2 に加え、図 2 の振動方向 211 - 1 と同様の振動方向 211 c - 3 の振動を発生させることも可能である。振動方向 21

40

50

1 c - 3の振動を発生させた場合、流路2 2 1 cを流れる被加熱水1 8 0と振動方向2 1 1 c - 3との関係は図2と同様となる。すなわち、振動部は、プレート式熱交換器1 2 0 Pの被加熱水流路入口1 2 8（流入口）の付近に設置される。そして、振動部の設置位置の近傍には、振動部の振動方向2 1 1 c - 3と略同じ速度成分を持つ水が流れる流路1 2 2 - 1（図1 3に示した）であって、昇温流路に接続する流路1 2 2 - 1が形成されている。

#### 【0 0 4 7】

なお、本実施の形態4では、図1 4のように、振動部突起物2 1 1 C - 1の先端が正面から見て左斜め上4 5 °を向くように固定したが、振動部突起物2 1 1 C - 1の先端方向はこれに限るものではない。被加熱水は被加熱水流路入口1 2 8から流入して被加熱水流路出口1 2 5に向かって流れるが、振動部突起物2 1 1 C - 1の先端方向は、被加熱水が流れる方向の方向成分を持てば、どの方向でもよい。これらの条件以外は、実施の形態1と同じ条件で試験した。その結果、実施の形態1とほぼ同様にスケールの析出抑制および付着防止効果を得ることができた。また、被加熱水用流路の損傷も防止できた。

10

#### 【0 0 4 8】

図1 5は、超音波発振器2 0 0 cが、プレート式熱交換器1 2 0 Pの被加熱水流路出口1 2 5に設置された状態を示す図である。図1 3では超音波発振器2 0 0 cを被加熱水用流路（昇温流路）の加熱水流路入口1 2 8（流入口）に設置したが、図1 5のように、被加熱水用流路（昇温流路）の被加熱水流路出口1 2 5（流出口）に設置しても同様の効果が得られる。本実施の形態4でも、スケールの析出を抑制しスケールの付着と流路の損傷を防止することで、熱交換率の低下を防ぎ長寿命な水加熱器を提供できる。

20

#### 【0 0 4 9】

また、例えば特開2 0 0 4 - 0 8 5 1 7 2号公報に記載されているプレート式熱交換器の入口部または出口部に、本実施の形態4と同じように超音波発振器2 0 0 cを設置しても同様の効果が得られる。

#### 【0 0 5 0】

実施の形態5 .

図1 6は、実施の形態5のヒートポンプ装置1 0 0 - 5の構成図である。図1 6を参照して実施の形態5のヒートポンプ装置1 0 0 - 5を説明する。ヒートポンプ装置1 0 0 - 5は、発振器に超音波発振器2 0 0 aを用い、水加熱器に水 - 水用熱交換器1 2 0 Wを用いる構成である。超音波発振器2 0 0 aは、水 - 水用熱交換器1 2 0 Wの昇温流路1 2 0 dの流入口1 2 0 aに設置される。超音波発振器2 0 0 aが、水 - 水用熱交換器1 2 0 Wにおける昇温流路1 2 0 dの流入口1 2 0 aに設置された以外は、実施の形態1と同じ条件で試験した。つまり実施の形態5における超音波発振器2 0 0 aは、図2と同一の状態である。図2の場合と異なるのは、被加熱水1 8 0を加熱する熱媒体が、冷媒ではなく湯であることである。実施の形態5の実験の結果、実施の形態1とほぼ同様にスケールの析出抑制および付着防止効果を得ることができ、被加熱水用流路の損傷も防止できた。また、実施の形態2および実施の形態3のように、超音波発振器2 0 0を昇温流路のどの位置に設置しても同様の効果を得ることができる。さらに、実施の形態4のように水 - 水用熱交換器がプレート式熱交換器1 2 0 Pの場合でも、同じ効果を得ることができる。これより、本実施の形態5の場合もスケールの析出を抑制しスケールの付着と流路の損傷を防止することで、熱交換率の低下を防ぎ長寿命な水加熱器を提供できる。

30

40

#### 【0 0 5 1】

実施の形態6 .

図1 7を参照して実施の形態6を説明する。実施の形態6は、実施の形態1に対して、さらに、水 - 冷媒用熱交換器1 2 0の冷媒流路1 2 0 eの流入口1 2 0 f付近に超音波発振器2 0 0 aを設置した。すなわち、流入口1 2 0 f付近に振動部2 1 1（第2の振動部）を設置した。この場合、図2において、被加熱水1 8 0の流れが冷媒（熱媒体の一例）の流れとなる。なお以下では、冷媒流路1 2 0 eの流入口1 2 0 f付近に設置された発振器を、超音波発振器2 0 0 a（2）と表記する場合がある。

50

## 【 0 0 5 2 】

図 1 7 に示すように、超音波発振器 2 0 0 a を、昇温流路 1 2 0 d の流入口 1 2 0 a に設置すると共に、超音波発振器 2 0 0 a ( 2 ) を、冷媒用流路 1 0 1 の流入口 1 2 0 f に設置した。超音波発振器 2 0 0 a ( 2 ) は、実施の形態 2 と同一の除熱機構で冷却される。すなわち、空気 - 冷媒用熱交換器 1 4 0 の送風機 1 4 1 からの風の一部を集風口 4 1 0 で集め、通風路 4 3 0 を介して送風口 4 2 0 から、超音波発振器 2 0 0 a ( 2 ) に送風する。これらの条件以外は、実施の形態 1 と同じ条件で試験した。

## 【 0 0 5 3 】

その結果、超音波発振器 2 0 0 a ( 2 ) を冷媒流路 1 2 0 e の流入口 1 2 0 f に追加して設置することで、水 - 冷媒用熱交換器 1 2 0 の冷媒流路 1 2 0 e から伝熱面を介して昇温流路 1 2 0 d に振動を伝える。これにより、微小なスケール核の剥離除去を補助できるため、実施の形態 1 と同等以上にスケールの析出抑制および付着防止効果を得ることができた。また、被加熱水用 ( 昇温流路 1 2 0 d ) および冷媒用流路 ( 冷媒流路 1 2 0 e ) の損傷も防止できた。これより、本実施の形態 6 の構成では、スケールの析出を抑制しスケール付着と流路の損傷を防止することで、熱交換率の低下を防ぎ長寿命な水加熱器を提供できる。

## 【 0 0 5 4 】

また、本実施の形態 6 では、超音波発振器 2 0 0 a を、昇温流路 1 2 0 d の流入口 1 2 0 a と、冷媒流路 1 2 0 e の流入口 1 2 0 f に設置した。しかし、超音波発振器の種類、設置場所はこれに限るものではない。超音波発振器 2 0 0 は、昇温流路 1 2 0 d の範囲 ( 流入口 1 2 0 a 付近及び流出口 1 2 0 b 付近を含む ) と冷媒流路 1 2 0 e の範囲 ( 流入口 1 2 0 f 付近および流出口 1 2 0 g 付近を含む ) との両方に少なくとも各一つ設置されれば、本実施の形態 6 と同様の効果が得られる。また、本実施の形態 6 は、実施の形態 1 に対して冷媒流路 1 2 0 e 範囲に超音波発振器 2 0 0 を追加する構成だけではなく、実施の形態 2 ~ 4 の水加熱器の冷媒流路の範囲に、超音波発振器 2 0 0 を追加しても同様の効果が得られる。さらに、実施の形態 5 でも、水循環閉流路 5 0 2 のうち水 - 水用熱交換器 1 2 0 W 内部の熱交換部流路 1 2 0 h の範囲 ( 熱交換部流路 1 2 0 h の流入口と流出口とを含む ) に、少なくとも一つ超音波発振器 2 0 0 を設置する。これによって、熱交換部流路 1 2 0 h を流れる高温水 ( 熱媒体の一例 ) を振動させてもよい。この構成により、実施の形態 5 についても実施の形態 6 と同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 5 】

以上の実施の形態で説明したスケール析出抑制方法では、水加熱器における昇温部の被加熱水流路の範囲に、キャビテーションが発生しない周波数を発振する超音波振動子の振動部を設置した。また、その振動子の振動部は水中に設置した。さらに、振動部が設置された空間 ( 流路 2 2 1 a , 2 2 1 b , 2 2 1 c ) に、振動部の振動方向と同じ速度成分を持つ流路を接続した。以上の実施の形態のスケール析出抑制方法 ( あるいはスケール析出抑制方法を適用した水加熱器 ) によれば、昇温部の被加熱水流路範囲 ( 昇温流路 ) にキャビテーションの発生しない高い周波数の振動を伝播させることで、昇温部の伝熱面に生成したスケール ( 硬度成分を含む結晶状の生成物 ) 核を微小な状態のうちに除去することができる。除去されたスケール核は、非常に微小なため、液中に再溶解し見かけ上硬度濃度が下がらない。ことため、スケールの析出を抑制でき、結果としてスケールの付着を防止することができる。また、振動部が設置された空間に振動部の振動方向と同じ速度成分を持つ被加熱水が流れる被加熱水流路を接続することで、昇温部の被加熱水流路範囲でスケールの析出を抑制し、スケールの付着を防止することができる。さらに、キャビテーションが発生しない周波数を発振する超音波振動子の振動部を水中に設置することで、スケールの析出を抑制し、付着を防止するとともに、流路の損傷も防止することができる。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 6 】

1 0 0 - 1 , 1 0 0 - 2 , 1 0 0 - 3 , 1 0 0 - 4 , 1 0 0 - 5 , 1 0 0 - 6 ヒートポンプ装置、1 0 1 冷媒用流路、1 1 0 圧縮機、1 2 0 水 - 冷媒用熱交換器、1 2

10

20

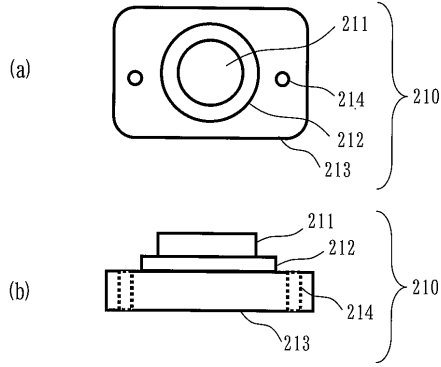
30

40

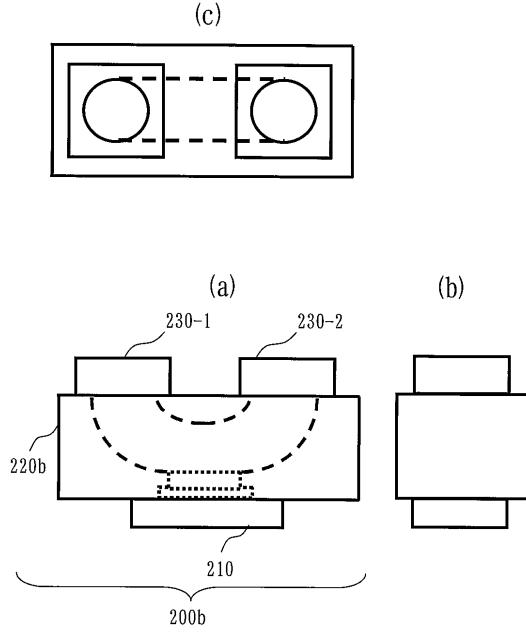
50



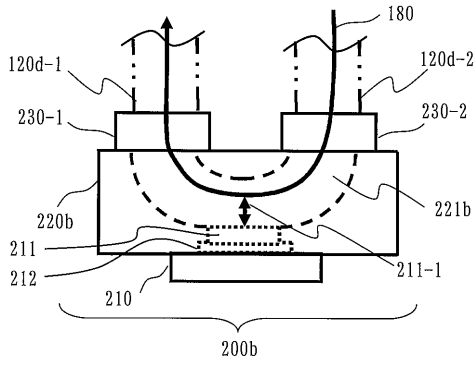
【図4】



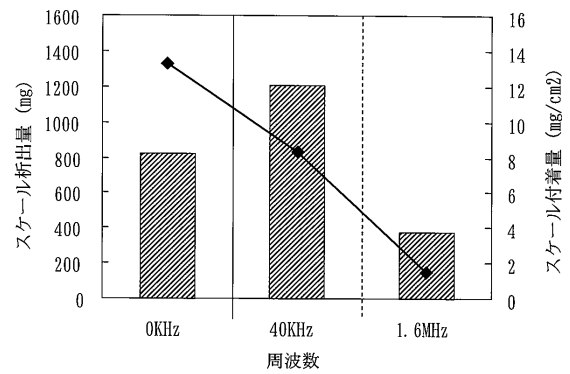
【図6】



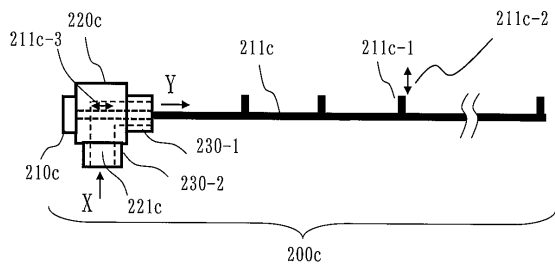
【図5】



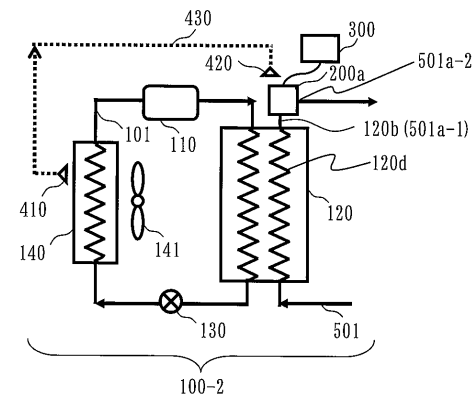
【図9】



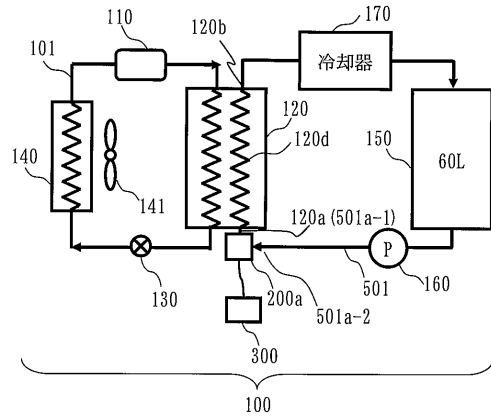
【図7】



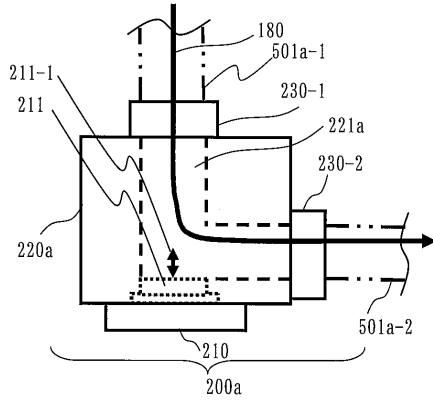
【図10】



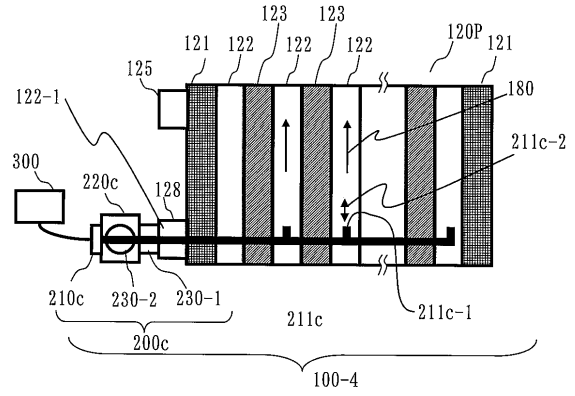
【図8】



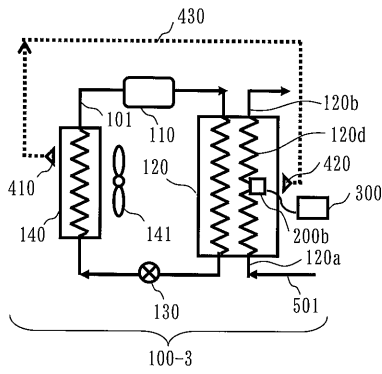
【図11】



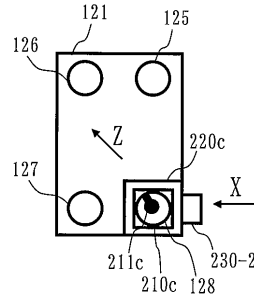
【図13】



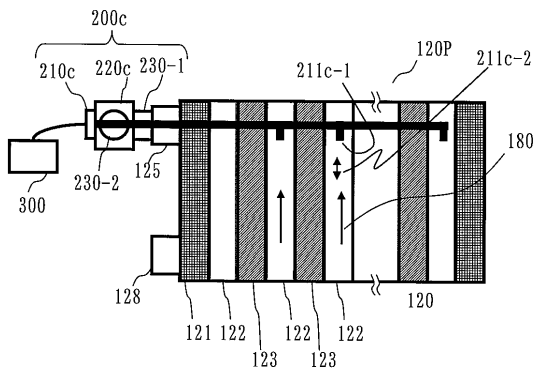
【図12】



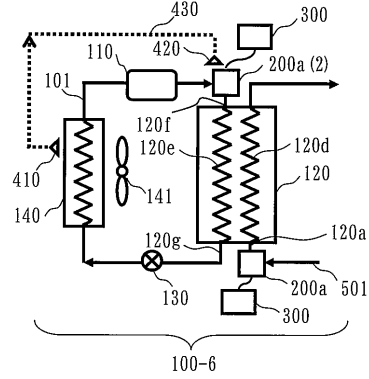
【図14】



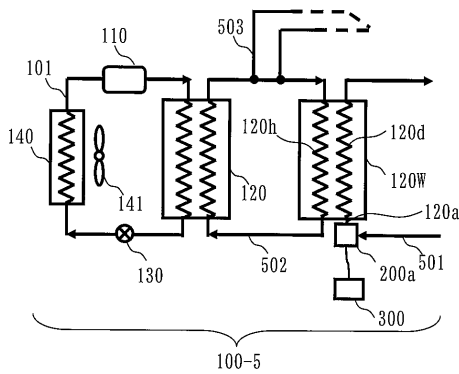
【図15】



【図17】



【図16】



---

フロントページの続き

(72)発明者 古川 誠司

日本国東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 仲村 靖

(56)参考文献 特開2010-91121(JP,A)

特開昭60-023794(JP,A)

特開2003-170192(JP,A)

実開昭49-093444(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 19/01