(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5801399号
(P5801399)
(45)発行日　平成27年10月28日(2015.10.28)　(24)登録日　平成27年9月4日(2015.9.4)

(51)Int.Cl.　　F I
F24H 1/10 (2006.01)　　F24H 1/10 K
F24H 9/20 (2006.01)　　F24H 9/20 B

請求項の数 8　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願2013-528322(P2013-528322)
(86)(22)出願日　平成23年9月9日(2011.9.9)
(65)公表番号　特表2013-540977(P2013-540977A)
(43)公表日　平成25年11月7日(2013.11.7)
(86)国際出願番号　PCT/US2011/050967
(87)国際公開番号　WO2012/034000
(87)国際公開日　平成24年3月15日(2012.3.15)
審査請求日　平成26年6月18日(2014.6.18)
(31)優先権主張番号　12/889,581
(32)優先日　平成22年9月24日(2010.9.24)
(33)優先権主張国　米国(US)
(31)優先権主張番号　12/879,233
(32)優先日　平成22年9月10日(2010.9.10)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　513057832
アイエスアイ・テクノロジー，リミテッド・ライアビリティ・カンパニー
アメリカ合衆国サウスカロライナ州２９４８２，サリヴァンズ・アイランド，ミドル・ストリート　１６５５
(74)代理人　100099623
弁理士　奥山　尚一
(74)代理人　100096769
弁理士　有原　幸一
(74)代理人　100107319
弁理士　松島　鉄男
(74)代理人　100114591
弁理士　河村　英文

最終頁に続く

(54)【発明の名称】流体処理装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
流体処理装置において、
（ａ）下流方向に延在する通路を画定する通路構造体と、
（ｂ）前記通路の下流端に隣接して前記通路を幅方向に横切って延在する細長の温度検出ワイヤと、
（ｃ）前記通路の下流端において前記通路と境界を接する出口構造体であって、前記出口構造体は、前記ワイヤと真っ直ぐに並んで前記通路を幅方向に横切って延在する長孔を画定しており、前記長孔は、前記通路の断面積よりも小さい断面積を有しており、前記長孔は、前記通路から出る流体の流れに対して開いており、前記出口構造体は、前記長孔の両側に下流方向および幅方向と交差する横方向において前記長孔からずれて配置された１対の収集チャンバと、幅方向に延在しており、前記チャンバを前記長孔から分離している１対の細長リップと、をさらに画定しており、前記収集チャンバは、上流方向に開いており、前記リップから下流に延在しており、前記出口構造体は、前記収集チャンバに連通して前記通路から出る流体の流れに対して開いている多数の出口孔をさらに画定しており、前記出口孔は、合計で、前記長孔の断面積よりも小さい断面積を有している、出口構造体と、
を備えている、ことを特徴とする流体処理装置。
【請求項２】
前記ワイヤは、前記長孔内に延在している、ことを特徴とする請求項１に記載の流体処

理装置。
【請求項３】
前記チャンバの各々は、前記リップの１つによって画定された内側境界壁を有しており、　前記内側境界壁は、前記境界壁の下流延長部に沿って、前記横方向の１つにおいて前記長孔から離れる方に傾斜している、ことを特徴とする請求項１に記載の流体処理装置。
【請求項４】
前記チャンバの各々は、前記長孔から離れた外側境界壁を有しており、前記外側境界壁は、前記外側境界壁の下流延長部に沿って前記長孔に向かって傾斜している、ことを特徴とする請求項３に記載の流体処理装置。
【請求項５】
前記チャンバの各々は、幅方向に延在する軸を有する円筒の半分の形態に概してある境界壁を有している、ことを特徴とする請求項１に記載の流体処理装置。
【請求項６】
前記通路は、略矩形の断面を有しており、前記収集チャンバおよび前記長孔は、協働して、前記通路の実質的に全断面積にわたって延在している、ことを特徴とする請求項１に記載の流体処理装置。
【請求項７】
前記通路構造体は、ワイヤ方向において互いに隣接するように位置をずらして延在する複数の通路を画定しており、前記ワイヤは、前記複数の通路を横切って延在しており、前記出口構造体は、前記通路ごとに、前述の長孔、収集チャンバ、および出口孔を画定している、ことを特徴とする請求項６に記載の流体処理装置。
【請求項８】
前記通路構造体は、前記通路の各々に関連する１つまたは複数の加熱要素を備えている、ことを特徴とする請求項７に記載の流体処理装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
［関連出願の相互参照］
本願は、２０１０年９月２４日に出願された米国特許出願第１２／８８９，５８１号の継続であり、該出願第１２／８８９，５８１号は、（２００６年２月１０日に出願され、米国特許出願公開第２００６／０２９１５２７Ａ１　　号として公開され、米国特許第７，８１７，９０６号として刊行された）米国特許出願第１１／３５２，１８４号の一部継続であり、該出願第１１／３５２，１８４号は、２００５年５月４日に出願された米国仮特許出願第６０／６７７，５５２号、２００５年８月１９日に出願された米国仮特許出願第６０／７０９，５２８号、および２００５年１０月１３日に出願された米国仮特許出願第６０／７２６，４７３号の出願日の利得を主張するものである。また、本願は、現在は放棄されている、２０１０年９月１０日に出願された米国特許出願第１２／８７９，２３３号の一部継続であり、該出願第１２／８７９，２３３号は、２００６年２月１０日に出願された前述の米国特許出願第１１／３５２，１８４号の一部継続である。前述の出願および公開の全ての開示内容は、参照することによって、ここに含まれるものとする。
【０００２】
［発明の分野］
本発明は、液体加熱器、およびその構成要素に関する。
【背景技術】
【０００３】
前述の米国特許出願公開第２００６／０２９１５２７Ａ１（「‘５２７公開」）（特許文献１）に記載されているように、「タンクレス（tankless）」加熱装置を用いて、流体、特に、家庭温水として用いられる水のような液体を加熱すると、有利である。タンクレス加熱装置は、流体が源から使用箇所に流れているときに、該流体を加熱するように意図されている。タンクレス加熱器は、予熱された液体の貯蔵容器に依存せず、代わって、液

体が最大予想需要に等しい流速で加熱器内に流れるときでも、該液体を所望の温度に加熱するのに十分な容量を有するように設計されている。例えば、もしタンクレス加熱器が家庭のシャワーに温水を供給するように意図されているなら、この加熱器は、最も低い予想入来温度の水をシャワーの最大流量での最も高い所望シャワー温度に加熱するのに十分な容量を有するように設計されている。

【０００４】

特許文献１に開示されているように、家庭の水加熱のような液体に特に適する流体加熱器の一形態は、直接電気抵抗液体加熱器である。直接電気抵抗液体加熱器では、電力は、加熱されることになる液体に浸漬された電極間に印加され、これによって、電流が液体自体に流れ、液体自体の電気抵抗によって、電力が熱に変換されることになる。また、特許文献１に開示されているように、このような加熱器は、液体を流すための多数の通路を画定する多数の電極を有するように、構成することができる。このような加熱器のための制御システムは、電源に対して電極の互いに異なるものを接続および切断するように構成されているとよい。加熱器の電極および関連する要素は、電源接続部への種々の組の電極の接続が液体に流れる種々のレベルの電流をもたらすように、構成されているとよい。これらのレベルは、最も好ましくは、電極のいずれもが接続されていないときのゼロ電流と全ての電極が接続されているときの最大電流との間で段階的進行（step-wise progression）をもたらすようになっているとよい。特許文献１に開示されているように、この進行では、望ましくは、非ゼロ電流レベルを有する段階的進行の互いに隣接する段階の電流間の比率が、実質的に均一になっているとよい。特許文献１において説明されているように、このような可能な電流レベルの組を有する加熱器は、入来液体温度、所望の流出液体温度、流量、および液体の抵抗率が大きく変動しても、液体温度の漸進的な制御をもたらすことができる。望ましい段階的進行は、望ましくは、所定の抵抗率を有する液体に対して、多数の段階、例えば、６０以上の段階、すなわち、６０以上の種々の電流レベルを含んでいる。最も好ましくは、これらの段階は、非ゼロ電流を有する段階的進行の任意の互いに隣接する２つの段階における電流レベル間の最大比率が、約１．２２：１以下、好ましくは、約１．１：１以下であるように、また段階的進行の任意の互いに隣接する２つの段階における電流レベル間の最大差が、所定レベルの流体抵抗率に対する最大電流の約１０％以下になるように、構成されている。

【０００５】

熱が液体自体に放出されるので、このような加熱器は、該加熱器に流れる液体を本質的に瞬時に加熱することになる。さらに、この加熱器は、電源に対して電極の互いに異なるものを単純に接続および切断することによって、制御することができ、これによって、通常のリレーのようなスイッチ要素、さらに好ましくは、トライアックおよび電界効果トランジスタのような固体半導体スイッチ要素を用いることができる。好ましい半導体スイッチ要素は、それらが極めて低い電気抵抗を有する伝導状態または閉状態、またはそれらが極めて高い、殆ど無限大の抵抗を有し、本質的に電流を伝導させない、従って、オープンスイッチとして作用する実質的に非伝導状態に切り換えることができる。従って、半導体素子自体は、それらが閉状態にあるときにかなりの電流がそれらに流れても、極めてわずかな電力しか浪費しないことになる。

【０００６】

特許文献１に開示されている加熱器は、温度センサを備えている。スイッチ要素を制御し、これによって、流れている液体に加熱器によって印加される電力を制御するために、温度センサは、温度センサからの信号に応答する制御装置の近くで加熱される液体の温度を検出するように、構成されている。特許文献１において示唆されている好ましい温度センサは、「熱伝導性温度検出プレート」を備えている。該プレートは、「加熱チャンバを出る液体が温度検出プレートの孔を通らねばならないようにするために、加熱チャンバの端の可能な限り近くに、液体の流れと直交して配置されており」、またプレートに取り付けられた「半導体接合に基づく温度センサ」を備えている。しかし、特許文献１に記載されているように、このような構成は、加熱された液体の温度の変化と熱センサから出力さ

れた信号との間に、熱プレートの熱抵抗、熱センサのパッケージング、およびこれらの構成要素の「熱質量」による、「サーマルラグまたは熱遅延」の問題を抱えることになる。これを補償するために、制御システムは、信号調節回路を備えている。この回路は、「温度センサによって測定される温度の変化の比率」を表す信号を生成し、この信号が、温度自体を表す信号に加算されるようになっている。この構成は、満足できる操作をもたらしているが、さらなる改良が望まれている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】米国特許出願公開第２００６／０２９１５２７Ａ１号明細書

【発明の概要】

【０００８】

本発明の一態様は、複数の通路を画定する通路構造を備える流体加熱器であって、通路は、流体が該通路内を入口から出口に向かって互いに平行に下流に流れることができるように、下流方向に延在している、流体加熱器を提供している。通路構造は、好ましくは、各通路に関連する１つまたは複数の電気エネルギー印加要素を備えている。例えば、エネルギー印加要素は、米国特許出願公開第２００６／０２９１５２７Ａ１号（’５２７公開）明細書に記載されているような電極であるとよい。また、加熱器は、望ましくは、複数の通路の下流端に隣接して該複数の通路を横切って延在する温度検出ワイヤと、エネルギー印加要素およびワイヤに接続された制御回路と、を備えている。制御回路は、ワイヤの電気抵抗を監視し、ワイヤの電気抵抗に応じて、印加要素への電力の印加を制御するように、構成されている。制御回路は、望ましくは、少なくともいくつかの制御条件下において、通路の互いに異なるものに流れる流体が互いに異なる温度に加熱されるように、構成されている。以下にさらに詳細に説明するように、ワイヤの電気抵抗は、種々の通路に関連する電気抵抗分の合計または平均を表しており、これによって、種々の通路から下流に流出した流体の温度の合計または平均として、流体が種々の通路から流出したときに混合する流体の最終温度を表すことになる。

【０００９】

本発明のさらに他の態様は、例えば、前述の加熱器に用いることができる流体処理装置を提供している。本発明のこの態様による加熱器は、望ましくは、下流方向に延在する少なくとも１つの通路を画定する通路構造体と、通路の下流端に隣接して該通路を幅方向に横切って延在する細長のワイヤと、を備えている。この装置は、通路の下流端において通路と境界を接する出口構造体をさらに備えている。出口構造体は、最も好ましくは、ワイヤと真っ直ぐに並んで通路を幅方向に横切って延在する長孔を画定している。長孔は、望ましくは、通路の断面積よりも小さい断面積を有しており、望ましくは、通路から出る流体に対して開いている。また、出口構造体は、好ましくは、長孔の両側に下流方向および幅方向と交差する横方向に長孔からずれて配置された１対の収集チャンバと、幅方向に延在しており、チャンバを長孔から分離している１対の細長のリップと、を画定している。収集チャンバは、上流方向に開いており、リップから下流方向に延在している。出口構造体は、望ましくは、多数の出口孔をさらに画定している。出口孔は、収集チャンバに連通しており、通路から出る流体の流れに開いている。好ましくは、出口孔は、合計で、長孔の断面積よりも小さい断面積を有している。出口構造体は、ワイヤに対する気泡の密着を防ぐのに役立つものである。ワイヤが前述の温度検出ワイヤである場合、これによって、検出作用が改良されることになる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】本発明の一実施形態による加熱器の外部平面図である。

【図２】説明を明瞭にするために、一部が除去された、図１の加熱器の切断斜視図である。

【図３】図１の線３－３に沿った断面図である。

【図４】図１に示されている加熱器の断面図である。
【図５】図４に５で示されている領域を示す部分断面図である。
【図６】図５の線６－６に沿ったさらに他の断面図である。
【図７】図１－６の加熱器に用いられる電気回路のブロック図の形態にある概略図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
本発明の一実施形態による加熱器は、ハウジング１０を備えている（図１）。ハウジング１０は、第１の端キャップ１２、第２の端キャップ１４、およびこれらの端キャップ間に延在する略管状の筐体１６を備えている。第１および第２の端キャップは、取付け脚１８を備えている。第１および第２の端キャップは、望ましくは、金属材料、例えば、ダイキャストまたは機械加工された金属材から形成されている。筐体１６は、望ましくは、端キャップ間においてその長さに沿って実質的に一定の断面を有しており、望ましくは、金属材料から形成されている。例えば、筐体１６は、金属押出材、例えば、アルミニウム押出材から形成されているとよい。明瞭にするために、図２では、筐体１６が除去されている。筐体１６およびキャップ１２，１４は、協働して、耐圧容器を画定している。第１の端キャップ１２は、流体入口ポート２０を備えており、第２の端キャップ１４は、流体出口ポート２２を備えている。シュラウド２４が、第１の端キャップ２０を覆っており、さらなるシュラウド２６が第２の端キャップ１４を覆っている。以下に説明するように、第２のシュラウド２６は、いくつかの電気構成要素を取り囲んでいる。説明を明瞭にするために、図２では、シュラウド２６および関連する電気構成要素が除去されている。
【００１２】
誘電体構造体３０が、筐体１６内に取り付けられている。誘電体構造体３０は、望ましくは、互いに同一の多数の中間部分３２を備えている。中間部分３２は、筐体１６の長さ方向に沿って積み重ねられている。積層された中間部分は、多数の長孔４９を画定している。誘電体構造体は、第１の端キャップ１２内に取り付けられた第１の内部端片３４、および第２の端キャップ１４内に取り付けられた第２の内部端片３６も備えている。説明を明瞭にするために、図２では、これらの端片の一部が除去されている。誘電体構造体３０は、筐体１６内において長さ方向に延在する流体取入通路３８と、ハウジング１０内において長さ方向に延在する流体出口通路４０（流体出口通路４０は、ハウジング内および筐体１６内においても長さ方向に延在している）と、ハウジング１０および筐体１６内において長さ方向に延在する１対の加熱チャンバ４２、４４（図３）と、を備えている。チャンバ４２は、本明細書では、「上側」加熱チャンバと称されており、チャンバ４４は、本明細書では「下側」加熱チャンバと称されている。しかし、このような表示は、重力場を基準とした座標系に対するどのような特定の方位も意味するものではない。
【００１３】
図３，図５に最もよく示されているように、多くの平坦なプレート状電極４６が、ポリマー構造体３０に取り付けられており、上側加熱チャンバ４２を１０個の略矩形通路４８にさらに分割している。電極４６の２つは、チャンバの縁に取り付けられており、該縁に最も近い通路と境界を接している。以下にさらに説明するように、電極４６間の間隔は、均一ではなく、その結果、種々の通路４８は、種々の幅を有している。下側加熱チャンバ４４は、さらなる平坦なプレート状電極５０を含んでいる。これらの電極５０は、チャンバ４４を多数の個々の通路５２（図３）にさらに分割している。これらの通路５２も、種々の幅を有している。
【００１４】
図４，図５，図６に最もよく示されているように、出口構造体５４が、第１の端プレート１２および第１の内部端片３４の近くの通路４８，５２の下流端において、チャンバ４２，４４、従って、通路４８，５２と境界を接している。従って、出口構造体５４は、第１の内部端片３４内において、通路および加熱チャンバを出口チャンバ５６（図４，図５）から分離している。

【００１５】
図５に最もよく示されているように、出口壁構造体５４は、通路４８の方（図５の図面の上の方）を向く上流側と、出口空間５６の方（図５の図面の底の方）を向く下流側とを有している。電極４６は、出口構造体５４の上流側内に延在する溝（図示せず）内に収容されている。出口構造体５４は、分割壁５８も有している。分割壁５８は、分割壁５８が各通路４６を隣接する通路４６から分離して効果的に保持するために、個々の電極と実質的に同一面をなしている。各電極および同一面内にある分割壁５８の間に小さい間隙６０が存在しているが、このような間隙は、流体流に関して実質的に取るに足らないものである。出口構造体５４の各通路４８の端は、以下に述べる出口構造体の開口から離れた出口構造体の部分によって効果的に閉鎖されている。

【００１６】
第２の端ギャップ１４における第２の内部要素３６は、６２で概略的に示されている流体入口空間（（図２，図４）を画定している。この空間は、第２の端ギャップ１４に隣接する通路の端に開いている。流体取入通路３８は、第１の端キャップ１２内の流体入口ポート２０と、第２の端キャップ１４に隣接する流体入口空間６２（図２，図３）とに連通している。流体出口通路４０（図２，図３）は、第１の端キャップ１２に隣接する出口空間（図４，図５）と、第２の端キャップ１４の流体出口ポート２２とに連通している。従って、図２の湾曲した流れ経路６３によって示されているように、装置内を通る流体は、第１の端キャップ１２に入り、流体入口通路３８を通って、第２の端キャップ１４に隣接する入口チャンバ６２に入る。次いで、流体は、第１の端キャップ１２に向かって、流れチャンバ４２，４４の通路４８，５２内を通り、これらの通路から、出口構造体５４の開口を通って、出口チャンバ５６に入る。次いで、流体は、出口チャンバ５６から流体出口通路４０（図２，図３）を通って、第２の端キャップ１４の出口ポート２２を介して、装置の外に出ることになる。従って、通路４８，５２内を流れる流体は、第２の端キャップ１４から第１の端キャップ１２に向かう方向に進むことになる。通路および出口構造体のそれぞれの構造を参照して、この方向は、ここでは、「下流」方向と称され、図２，図４，図５の各々において矢印Ｄによって示されており、反対方向は、ここでは、「上流」方向と称されている。

【００１７】
図５，図６に最もよく示されているように、出口構造体５４は、１対のリップ６４を備えている。リップ６４は、ここでは通路の「ワイヤ」方向または「幅」方向Ｗと称される方向において（図６）、各通路４８を横切って延在している。幅方向は、図５の紙面の奥／手前方向である。リップ６４は、それらの間に長孔６６を画定している。長孔は、細長く、幅方向Ｗにおいて通路４８を横切って延在している。図５に最もよく示されているように、長孔６６は、出口空間５６に開いており、その結果、長孔は、通路４８から出る流体の流れに開いている。

【００１８】
出口構造体は、１対の収集チャンバ７０も画定している。これらの収集チャンバ７０は、長孔６６から、図５，図６において両矢印Ｌによって示されている互いに向き合った横方向にずれている。これらの横方向は、幅方向Ｗと交差しており、下流方向Ｄとも交差している。各通路４８に関連する収集チャンバ７０は、リップ６４によって長孔６６から分離されており、リップから下流に延在している。収集チャンバは、下流方向に開いている。出口構造体は、出口孔７２も画定している。出口孔７２は、収集チャンバ７０の下流端を出口空間５６に接続している。従って、出口孔も、通路４８から出る流体の流れに対して開いている。各通路に関連する長孔６６は、通路の断面積よりも小さい断面積を有している。各通路に関連する出口孔７２も、通路の断面積よりも小さい断面積を有しており、好ましくは、長孔の断面積よりも小さい総断面積を有している。

【００１９】
図５に最もよく示されているように、収集チャンバ７０の各々は、境界壁を有している。この境界壁は、概して、幅方向Ｗ（図５の紙面の奥／手前方法面）に延在する軸を有す

る半円形の形態にある。各収集チャンバ７０の境界壁は、リップの１つの側面に沿って延在する内側境界壁を備えている。このような境界壁は、収集チャンバの下流端に向かって、長孔から横方向に離れるように傾斜している。各収集チャンバ７０は、外側境界壁も有している。外側境界壁は、長孔から離れており、長孔に向かって、かつ収集チャンバの下流端に向かって略内方に傾斜している。これらの境界壁は、互いに向かって傾斜しており、収集チャンバの最も下流の点において、かつチャンバとチャンバに関連する出口孔７２との交差点で、交合している。

【００２０】

上側流れチャンバ４２の各通路４２に対して、かつ下側流れチャンバ４４の各通路５２に対して、長孔、収集チャンバ、および出口孔からなる同様の配置構成を有する出口構造体５４が、設けられている。

【００２１】

図６に最もよく示されているように、上側流れチャンバ４２の流れ通路４８の全ての長孔６６は、互いに真っ直ぐに並んでいる。何故なら、通路４８の全てに対する出口チャンバが、互いに真っ直ぐに並んでいるからである。長孔、リップ、および出口チャンバは、実質的に各通路の全断面積を占めている。各通路に関連する長孔は、横方向Ｌにおいて同じ幅を有しており、ワイヤ方向Ｗにおいて通路の全体を横切って延在している。図６および図３を参照すると最もよく理解されるように、上側流れチャンバ内の種々の通路４６は、ワイヤ方向Ｗにおけるそれらの寸法、従って、それらの断面積が互いに異なっている。同様に、下側流れチャンバ４８の種々の通路５２も、ワイヤ方向における寸法、従って、断面積が互いに異なっている。これは、種々の流れ通路に関連する電極４６間の間隙および電極５０間の間隙が不均一になっている結果である。しかし、各長孔は、関連する通路よりもかなり小さい断面積を有している。単なる例示にすぎないが、横方向Ｌにおける各長孔６６の幅は、約０．１１５インチ（約２．９２１ｍｍ）であり、横方向における各通路４６，５２の寸法は、約０．９２９インチ（約２３．５９６６ｍｍ）である。従って、通路の断面積に対する長孔の断面積の比率は、約０．１２である。

【００２２】

出口孔、例えば、出口孔７２（図５，６）の直径は、望ましくは、最小通路に関連する出口孔が最小直径を有するように選択されており、これによって、気泡を孔内に確実に入れることが可能になる。本発明は、どのような動作原理によっても制限されるものではないが、この最小直径は、液体の表面張力に関連すると考えられる。約１００－１２０°Ｆ（約３７．７７８－４８．８８９°Ｃ）の家庭用温水の場合、最小直径は、約０．０７０インチ（約１．７７８ｍｍ）である。この最小直径によって、出口孔の総面積と（以下に説明するワイヤ７６によって塞がれた面積を差し引いた後の）最小通路に関連する長孔６６の開面積との間の比率は、０．３５になる。各通路に関連する出口孔の断面積と各通路に関連する長孔の断面積との間の比率を満足のいく程度に均一に維持するために、より大きい通路に関連する出口孔は、より大きい直径を有している。例えば、この比率は、通路の全てに対して、約０．３から約０．４５とすることができる。

【００２３】

単一の細長ワイヤ７６が、出口構造体に取り付けられており、上側チャンバ４２内の通路４８の全てに関連する長孔６６と真っ直ぐに並んで、幅方向Ｗに延在している。ワイヤ７６は、出口構造体５４の分割壁５８の小さいノッチ内に支持されている。ワイヤ７６は、チャンバの全ての長孔に沿って延在している。ワイヤの一部（図示せず）は、上側流れチャンバの長孔と下側流れチャンバに関連する長孔との間に延在している。この部分は、出口空間５６内に配置されている。ワイヤ７６は、温度と共に変化する抵抗を有する細径ワイヤである。例えば、ワイヤ７６は、ニッケル－鉄合金、例えば、「Balco 120 ohm alloy」の商品名称で市販されている種類の７０％ニッケル－３０％鉄合金から形成されたワイヤであるとよく、薄い誘電体カバーを含めて、約４０ゲージ（０．０７９ｍｍ直径）であるとよい。誘電体カバーは、好ましくは、ポリマー、例えば、Teflon（登録商標）の名称で市販されているＰＴＦＥポリマーのようなフッ素ポリマーから形成されている。誘

電体カバーは、加熱器内に流れる流体からワイヤを絶縁するものである。誘電体カバーは、ピンホールまたは他の間隙を有せず、実用可能な限り薄くなっているべきである。

【００２４】

電極５０，４８の上流端は、図２を参照すれば最もよく理解されるように、第２の内部端構造体３６および第２の端キャップ１４を通って突出している。下側流れチャンバに関連する電極５０の上流端が、見えている。説明を明瞭にするために、図２において、上側流れチャンバ４２に関連する電極４６は、除去されている。電極は、第２の内部端構造体３６に封止されている。電極の上流端は、シュラウド２５に取り付けられたスイッチ要素に接続されている（図４）。いくつかのスイッチ要素は、図７において矢印８２によって概略的に示されている。スイッチ要素は、リレー作動される機械式スイッチであればよいが、最も好ましくは、半導体スイッチ要素、例えば、トライアック、電界効果トランジスタ、などである。各電極に関連するスイッチ要素は、望ましくは、各電極をＡＣ電源接続部の極８４または極８６のいずれかに接続するように、操作可能になっている。この実施形態におけるＡＣ電源接続部は、通常の家庭用電源に接続されるように構成された単相ＡＣ接続部である。電源の極が家庭用電源に接続されると、極８４，８６間に交流電圧、典型的には、米国基準で２２０Ｖが生じる。説明を明瞭にするために、図６にはいくつかの電極４６，５０しか示されていないが、各電極は、スイッチ要素８２を有しており、電源のいずれかの極に独立して接続可能になっている。

【００２５】

ワイヤ７６は、図７に概略的に示されている制御回路内に接続されている。制御回路は、抵抗モニター７８を備えている、抵抗モニター７８は、ワイヤ７６の電気抵抗を検出し、ワイヤ７６の抵抗を表す信号を、加熱器内の流体または加熱器内を通る流体の温度を表す温度信号として、供給するように構成されている。制御回路は、制御ロジックユニット８０をさらに備えている。制御ロジックユニット８０は、制御ロジックが温度信号を受信するように、抵抗モニターに繋がれている。制御ロジックユニットは、設定値源８１にも接続されている。この設定値は、永久的設定値であってもよいし、またはユーザーが選択可能な設定値であってもよい。選択可能な設定値の場合、設定値源８１は、ダイアル、キーパッド、などのようなユーザーが操作可能な調整つまみであるとよい。

【００２６】

スイッチ要素８２は、制御ロジック８０によって作動されるようになっている。‘５２７公開において詳細に説明されているように、制御ロジック８０は、電極を電源の極に接続することができると共に、電極のいくつかまたは全てを非接続状態にとどめることができる。電源に対して互いに異なる電極を接続および切断することによって、制御ロジックは、種々の長さ、従って、種々の電気抵抗の電流経路を生成することができる。単なる例示にすぎないが、チャンバ４２の両端の電極４６ａ，４６ｂを電源の向き合った極に接続し、他の電極４６の全てを電極に対して非接続とすることによって、上側チャンバ４２の流れ通路４８の全てにおける流体を通る比較的長い高抵抗の電流経路が生じることになる。対照的に、任意の互いに最隣接した２つの電極を互いに接続することによって、極めて短い低抵抗、従って、高電流の経路が生じることになる。電極間の不均一な間隔によって、種々の長さを有するさまざまの電流経路を生じさせることが可能になる。３つ以上の電極を電源の極に接続することによって、複数の電流経路を生じさせることができ、この場合、各電流経路は、単一の流れ通路を含んでいてもよいし、または多数の流れ通路を含んでいてもよい。下側チャンバ４４の流れ通路も同様の挙動をもたらすことになる。‘５２７公開において詳細に説明されているように、電極の間隔によって、所定の導電率を有する流体によって満たされているとき、種々の電気抵抗、従って、種々の導電率を有する電流経路がもたらされることになる。これらの導電率、従って、各経路に沿って流れる電流は、望ましくは、種々の導電率および電流として定められているとよい。また、これらの種々の導電率および電流は、望ましくは、（最小の非ゼロ導電率（および最小の非ゼロ電流）と最大の導電率および最大の電流との間で実質的に対数進行をなす）導電率および電流の段階的進行を画定する導電率および電流として定められているとよい。この段階的進

行の各段階において、導電率は、電源に接続された電極対の全ての間の導電率の合計であり、電流は、接続された電極間に流れる電流の全ての合計である。望ましくは、段階的進行のそれぞれの段階間の電流、従って、導電率の比率は、実質的に均一である。最も好ましくは、段階的進行は、少なくとも６０段階を備えており、さらに望ましくは、段階的進行の任意の２つの段階間の電流差が、最大電流の約２５％以下、望ましくは、約２５％未満、さらに好ましくは、最大電流の約１０％未満になるように選択されるようになっている。利用可能な導電率および電流の値は、段階的進行を形成する必要のない冗長値を、例えば、段階的進行に含まれている他の電流値と正確にまたは殆ど正確に同一の電流値として、含んでいてもよい。

【００２７】

‘５２７公開において詳細に説明されているように、制御ロジック８０は、大小に関わらずにある総電流値を有する段階を選択することによって、加熱器内に流れているか、または加熱器内に存在する流体の温度を示す信号、ここでは、抵抗モニター７８からの信号に応答することになる。最も好ましくは、制御ロジック８０は、毎秒につき多数回、最も好ましくは、電源８４，８６に印加されるＡＣ電圧の各サイクルにつき一回の割合で信号を評価し、それに応じて電流値を変化させるように、構成されている。特に好ましい構成では、制御ロジックは、電源の電圧が正常なＡＣサイクル中にゼロとほぼ交差するときに、作動していない電極の組合せを変更するために、必要に応じて、スイッチ要素のいずれかを切り換えるように構成されている。これによって、スイッチ作動による電源ラインの電気的「ノイズ」または無線周波数干渉をなくすことが確実になる。さらに、制御ロジックは、望ましくは、接続される電極の組を各サイクルにつき一回変更させるように構成されている。すなわち、もし大電流が必要であることを温度信号が示したなら、制御ロジックは、段階的進行の次の高い段階を与える接続を選択し、該パターンの電極に通電し、液体の温度が所望の温度にあることを温度信号が示すまで、必要に応じて、これを繰り返すことになる。換言すれば、制御ロジックは、望ましくは、著しく高い段階に即座に「ジャンプ」しないようになっている。これは、スイッチ動作が電源ラインの電圧変動を生じないことを確実にし、例えば、加熱器が設置されている建物の灯りの減光をもたらさないことを確実にするのに役立つことになる。

【００２８】

漏れ電極９０が取入通路３８および出口通路４０内に設けられている。また、漏れ電極は、第２の内部端構造体３６および第２の端キャップ１４を通って延出している。漏れ電極は、電源のアース接続部に恒久的に接続されている。この漏れ電極によって、電流が、電極４６，５０のいずれかから、流れている流体を通って、配管システムまたは配管システム内を流れている流体に流れないことが確実になる。また、この漏れ電極によって、電流が端キャップまたは筐体のいずれかに流れないことが確実になる。筐体および端キャップが、さらに一層の確実性を得るために、電源のアース接続線に電気的に接続されてもよい。

【００２９】

動作に際して、入口ポート２０が加熱されるべき液体の源、例えば、家庭の配管システムに接続され、出口ポート２２が使用箇所に接続される。水のような液体は、前述のように、加熱器内に流れ、取入通路３８を通って、第１の端キャップ１２から入口通路のある端キャップ１４に向かって略上流方向Ｕに沿って流れ、このような通路内の漏れ電極に接触する。次いで、液体は、種々の通路４８，５０を通って下流に流れながら、電極間の液体に通電することによって加熱されることになる。液体が各通路の下流端に達すると、各通路内を流れている液体の大部分は、各通路に関連する長孔を通って、該通路から出口空間５６（図５，図６）内に流れ、これによって、ワイヤ７６の周りを通ることになる。

【００３０】

ワイヤ７６は、通路の全てに関連する長孔に沿って延在しており、これによって、通路の全てに流れている液体に露出されることになる。通路の互いに異なるものに流れる液体は、互いに異なる程度に加熱される。例えば、もし電源に接続された特定の組合せの電極

が特定の通路を横切って電流が流れないようになっているなら、このような通路内に流れる液体は、隣接する通路からの伝熱によっていくらか加熱されるにしても、直接的には全く加熱されない。種々の通路に流れる液体は、出口空間５６内において混合し、出口通路４０を通って加熱器の外に流れ、この出口通路４０において、電流漏れ電極９０と再び接触し、出口ポート２２を通って、システムから流出する。出口から流出する液体の実際の温度は、種々の通路から流出する液体の温度の組合せを反映している。暖かい液体および冷えた液体は、混合し、最終的な平均温度を有する液体を生じることになる。

【００３１】

ワイヤ７６が通路の全てから流出する液体に露出しているので、ワイヤの抵抗は、加熱器から流出する液体の最終的な平均温度を反映する。しかし、混合の前に、個々の通路の下流端に可能な限り近い箇所の温度を測定することによって、ワイヤの抵抗は、混合過程に必要な時間遅れを生じることなく、最終的な平均値をもたらすことになる。さらに、ワイヤ７６は、極めて小さい熱質量を有しているので、その抵抗は、通路から流れる液体の温度に殆ど瞬時に追従する。これらの因子によって、制御システム内の「ループ遅延」が最小限に抑えられることになる。これは、平均温度が加熱通路の下流側、例えば、加熱器の流体出口ポート２２において測定される仮想的なシステムを参照すれば、最もよく理解されるだろう。このようなシステムでは、もし液体の温度が所望の設定温度よりも低いなら、制御ロジックは、電極を高電流設定に移し、これによって、より多くの熱を加えることになる。しかし、加熱された液体が、出口ポートに向かって下流に流れるまで、センサの周りを流れる液体は、設定温度未満にとどまっており、その結果、制御ロジックは、印加される電流量を連続的に増大させることになる。これによって、制御ロジックは、所望の設定値を得るのに実際に必要な電流よりも著しく大きい電流を印加し、その結果、「オーバシュート（overshoot）」状態が生じることになる。ループ遅延を最小限に抑えることによって、この実施形態による加熱器は、より効果的な制御システムをもたらすことになる。抵抗モニター７８からの抵抗信号は、温度を綿密に追跡するので、通常は、制御ロジックへの抵抗信号の変化を表す信号をもたらす必要がない。しかし、必要に応じて、このような信号が加えられてもよい。

【００３２】

ワイヤ７６は、電極および通路の下流端の極めて近くに配置されている。従って、ワイヤ７６は、液体が流れていない時でも、通路自体に含まれている液体と効果的に熱連通している。従って、制御システムは、液体がシステム内を流れていなくても、通路内の液体の温度を所望の設定値に維持することができる。このような非流通状態に用いる別のセンサを設ける必要がない。さらに、非流通状態が生じていることを検出するために流れセンサまたは他の装置を設ける必要がない。

【００３３】

これらの利得の全ては、極めて単純な温度検出装置に拠っている。前述の実施形態に用いられる単一ワイヤは、極めて単純であり、与圧流体充填空間の外部に１つまたは２つの接続部しか必要としない。

【００３４】

さらなる構成では、単一ワイヤ７６が多数のパスまたはターンを有していてもよく、この場合、各パスまたはターンが流れ通路の全てに関連する長孔の全てを横切って延在するようになっているとよい。これによって、温度変化当たりの抵抗の感度または変化が高められることになる。さらに他の変更形態では、多数のワイヤ区分を有するワイヤが設けられていてもよく、この場合、各ワイヤ区分は、いくつかの通路のみを横切って延在し、各ワイヤ区分の抵抗が、制御システムによって個別に監視されるようになっているとよい。しかし、このような構成では、制御システムは、好ましくは、例えば、平均を取ることによって抵抗値を数学的に組み合わせる回路を備えることになるだろう。さらに他の変更形態では、個々のワイヤまたは他のセンサが、各通路に対して設けられてもよい。しかし、このような構成は、より複雑な回路、該回路内にプログラム化されるより複雑なロジック、またはそれらの両方が必要になるだろう。さらに、多数の通路に関連する多数のセンサ

を用いる構成は、流体の流れ空間の外を通る多数の電気接続点を必要とし、これによって、該接続点の漏れまたは他の故障の可能性が大きくなり、またシステムのコストが高くなるだろう。

【００３５】

液体が通路内を下流に流れ、液体を通る電流によって加熱されると、気泡が液体内に生じる傾向にある。例えば、液体内に溶解しているガスは、液体が加熱されると、溶液から現れる傾向にある。もしこのような気泡が検出ワイヤ７６に密着すると、検出ワイヤへの熱伝達を阻害し、遅延温度信号または誤差温度信号をもたらす可能性がある。出口構造体および関連する構成要素は、気泡が出口ワイヤに密着する可能性を最小限に抑えるものである。長孔６６の比較的小さい断面積は、長孔を通る比較的高速の液体流れをもたらす傾向にあり、これが、ワイヤから気泡を剥ぎ取るのに役立つことになる。さらに、収集チャンバ７０は、液体内に存在する気泡を捕捉する傾向にあり、その結果、気泡は、出口ポート７２を通って通路から流出し、ワイヤを全く横切らないことになる。驚いたことに、出口ポート、収集チャンバ、および長孔からなる構造は、重力に対する加熱器の配向とは無関係に、この作用をもたらす傾向にある。収集チャンバおよび関連する要素の正確な形状は、いくらか変更されてもよい。例えば、収集チャンバは、図示されているように半円形状でなくてもよく、略多角形の断面を有していてもよい。

【００３６】

長孔および出口孔の比較的小さい断面積は、通路４６，５２の流れ抵抗と比較してかなり大きい流れ抵抗をもたらすことになる。これが、種々の通路内を流れる液体の粘度を均等化するのに役立つことになる。

【００３７】

本明細書に記載されている加熱器のモジュール設計によって、多くの異なる容量範囲を有する加熱器を簡単に製造することができる。より長い電極、より長いケーシング１６、およびより中間的な要素３２を単純に用いることによって、より大きい容量を有する加熱器を得ることができる。

【００３８】

前述の実施形態では、種々の流路４６，５２の種々の導電率は、ワイヤ方向Wにおける種々の電極間の種々の空間によってもたらされるようになっている（図６）。これは、望ましいことである。何故なら、各電極の本質的に全面積が、流れている流体に露出し、電流を伝達するので、電流密度は、各電極の全表面にわたって実質的に均一になっているからである。種々の通路間に同じ導電率の差をもたらすために、他のさらに複雑な装置が用いられてもよい。例えば、多数の通路がワイヤ方向において均一な幅を有する一方、いくつかの通路は、導電経路の一部を狭くするために、該通路内に横方向Ｌ（図６）に延在する誘電バリアを有していてもよい。代替的に、電極のいくつかは、電流経路の面積を縮小して通路の電気抵抗を高めるために、それらの表面の一部が誘電材料によって被覆されてもよい。しかし、このような構成は、それほど好ましくない。何故なら、電極の表面を横切る非均一な電流密度をもたらすからである。

【００３９】

２組の流れ通路、すなわち、上側流れチャンバ４２内の流れ通路４６および下側流れチャンバ４４内に流れ通路５２の物理的な配置は、幅方向またはワイヤ方向、すなわち、上流方向および下流方向と交差する方向において小さい寸法を有するよりコンパクトな装置をもたらすのに役立つことになる。これは、ケーシング１６を含む耐圧筐体の構造を簡単なものにする。しかし、規制要件および安全要件を満たすために、ケーシング１６は、典型的には、一般的に用いられるものよりも高い内圧に耐えるように構成されねばならない。

【００４０】

前述の加熱器は。さまざまな用途に利用可能であるが、特に、家庭の温水暖房に有用である。単一加熱器が、家庭の全体に対して設けられてもよいし、さらに好ましくは、個々の加熱器が、個々の水消費装置、または家庭内の装置のサブセットに付随的に設けられる

とよく、例えば、個々の加熱器が各バスルームまたはキッチンに設けられるとよい。個々の加熱器が蛇口またはシャワーのような個々の水使用装置に付随的に設けられるシステムでは、設定値は、使用する装置のノブによって設定されるとよい。

【００４１】

温度検出ワイヤのような制御システム要素、および長孔および収集チャンバのような気泡排除要素について、ここでは、加熱器の電気エネルギー印加要素が電極である直接電気抵抗加熱器に関連して説明してきたが、ワイヤおよび気泡排除要素は、他の用途に用いられてもよい。例えば、液体加熱器は、個々の加熱要素を有する多数の通路であって、これらの加熱要素が、各通路に流れる流体に露出されており、電力を放散することによって、熱を個々の通路に流れる流体に伝達させるように構成されている、多数の通路を備えていてもよい。このような加熱器は、前述した検出ワイヤおよび気泡排除要素を備えることができる。

【００４２】

これら、他の変更形態、および前述した特徴の組合せは、請求項に定義されている本発明から逸脱することなく利用されてもよく、前述の説明は、本発明を制限するものではなく、単なる例示にすぎないと見なされるべきである。

【図１】

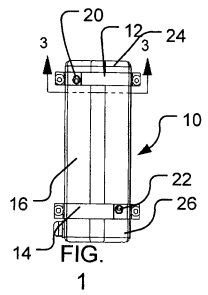

FIG. 1

【図２】

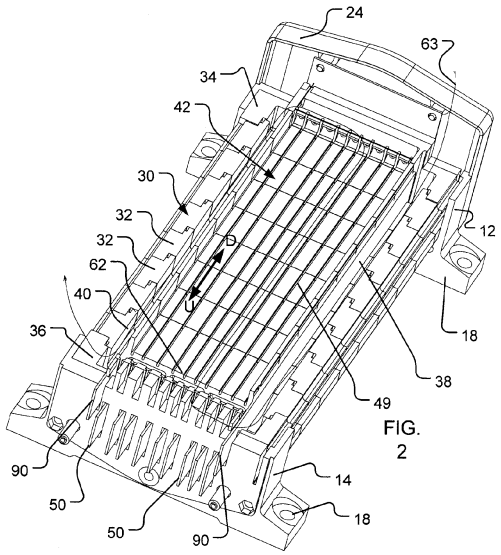

FIG. 2

【図３】

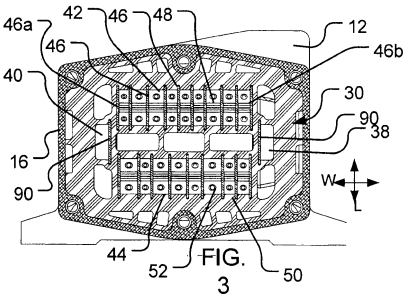

FIG. 3

【図４】

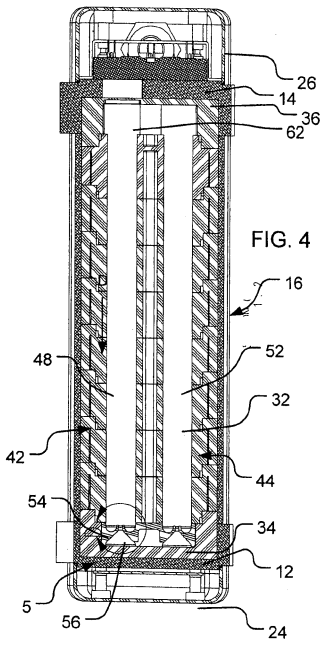

FIG. 4

【図５】

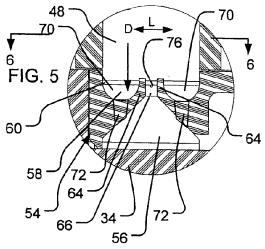

FIG. 5

【図６】

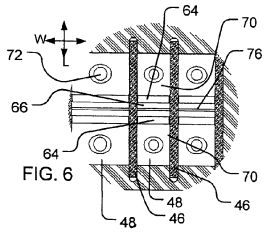

FIG. 6

【図７】

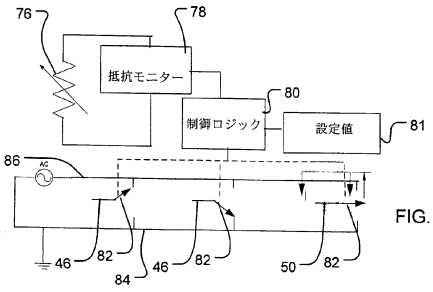

FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100125380
弁理士 中村 綾子
(74)代理人 100142996
弁理士 森本 聡二
(74)代理人 100154298
弁理士 角田 恭子
(74)代理人 100166268
弁理士 田中 祐
(74)代理人 100170379
弁理士 徳本 浩一
(74)代理人 100161001
弁理士 渡辺 篤司
(72)発明者 バワーズ，ジョン・エイチ
アメリカ合衆国ニュージャージー州０８５１０，クラークスバーグ，テクノコン・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー内，ピー・オー・ボックス ４０１
(72)発明者 ライオン，グレゴリー・エス
アメリカ合衆国ニューヨーク州１０５４３，ママロネック，スチュアート・アヴェニュー ９０７，エルティービー・エンジニアリング内

審査官 木村 麻乃

(56)参考文献 欧州特許出願公開第０２３９９２８（ＥＰ，Ａ２）
欧州特許出願公開第０１７０４８９（ＥＰ，Ａ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２４Ｈ １／１０
Ｆ２４Ｈ ９／２０