

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6351632号
(P6351632)

(45) 発行日 平成30年7月4日(2018.7.4)

(24) 登録日 平成30年6月15日(2018.6.15)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 8 D 15/06 (2006.01)	F 2 8 D 15/06 D
F 2 8 D 15/04 (2006.01)	F 2 8 D 15/04 E
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 E

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2015-557438 (P2015-557438)
(86) (22) 出願日	平成26年2月14日 (2014.2.14)
(65) 公表番号	特表2016-507043 (P2016-507043A)
(43) 公表日	平成28年3月7日 (2016.3.7)
(86) 国際出願番号	PCT/EP2014/052896
(87) 国際公開番号	W02014/125064
(87) 国際公開日	平成26年8月21日 (2014.8.21)
審査請求日	平成27年10月5日 (2015.10.5)
(31) 優先権主張番号	1351282
(32) 優先日	平成25年2月14日 (2013.2.14)
(33) 優先権主張国	フランス (FR)

(73) 特許権者	514062736 ユーロ ヒート パイプス ベルギー王国, ニヴェル ペー 1 4 0 0, リュ ドゥ ランドユストゥリ, 2 4 番地
(74) 代理人	110000811 特許業務法人貴和特許事務所
(72) 発明者	デュボン, ヴァンサン ベルギー王国, エテルベク ペー 1 0 4 0 , アヴニユ ドゥ テルヴェラン, 4 9 番 地

審査官 庭月野 恭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二相流体による熱輸送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一般的な閉回路に含有された二相の作動流体により、能動的な調整を必要とすることなく、熱源から吸熱した熱を冷熱源へと放熱するよう構成された熱輸送装置であって、

入口と出口を有する、少なくとも1つの蒸発器と、

前記蒸発器とは別個に離れて設けられた少なくとも1つの凝縮器と、

液体 蒸気の界面により分離されている、液体部分および気体部分を含む内部チャンバと、該液体部分に設けられた少なくとも1つの入口/出口オリフィスとを有し、前記気体部分の容積は、最小容積 (V_{min}) と最大容積 (V_{max}) との間で変化するようにになっているリザーバと、

前記蒸発器の出口を前記凝縮器の入口に連結する、主として蒸気相の流体のための第1の伝達通路と、

前記凝縮器の出口を、前記リザーバおよび前記蒸発器の入口に連結する、主として液相の流体のための第2の伝達通路と、

を備え、

該熱輸送装置は、[- 5 0 、 + 5 0] の温度範囲で運転可能に設計されており、

前記リザーバの容積は、用途に合わせて決定され、かつ、一定であり、

前記リザーバの気体部分は、第1の分圧 (P_1) を有する作動流体の蒸気相と、第2の分圧 (P_2) を有する非凝縮性補助ガスとを含み、一般的閉回路全体の前記液体部分が最小容積である場合、リザーバ内の全圧が予め定めた最低作動圧力よりも高いか同等となる

よう、第2の圧力 P_2 が決定されており、および、

前記液体部分が最小容積(V_{min})である場合に、第2の分圧(P_2)は、第1の分圧(P_1)の数倍~10倍高くなっている、
熱輸送装置。

【請求項2】

前記非凝縮性補助ガスがヘリウムである、請求項1に記載の熱輸送装置

【請求項3】

前記作動流体がメタノールである、請求項1または2に記載の熱輸送装置。

【請求項4】

前記リザーバの全容積は、前記液体部分の最大容積 V_{max} の1.3倍~2.5倍に構成される、請求項1~3のいずれかに記載の熱輸送装置。 10

【請求項5】

主 vcd として地上における重力の影響下で使用され、前記入口/出口オリフィスが前記リザーバの最下点に配置されている、請求項1~4のいずれかに記載の熱輸送装置。

【請求項6】

主として微小重力下で使用され、前記リザーバは、少なくとも前記入口/出口オリフィスの付近に配置された多孔質体を備える、請求項1~4のいずれかに記載の熱輸送装置。

【請求項7】

前記蒸発器が、液相の流体をキャピラリポンプ現象により吸い上げる多孔質体を備える、請求項1~6のいずれかに記載の熱輸送装置。 20

【請求項8】

主として地上における重力の影響下で使用され、前記蒸発器は、前記凝縮器および前記リザーバの下に配置され、重力を利用して液体を蒸発器の方向へ促すようになっている、請求項1~5のいずれかに記載の熱輸送装置。

【請求項9】

逆流防止弁が前記蒸発器の入口に配置される、請求項1~8のいずれかに記載の熱輸送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】 30

本発明は、二相流体による熱輸送装置、特に、キャピラリポンプまたは重力を利用した二相流体ループの受動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

このような熱輸送装置が、電力変換装置を冷却する手段として使用されることは、フランス国特許2949642号により知られている。

【0003】

これらの熱輸送装置は、確立された運転条件の下では、申し分なく満足に機能する。しかしながら、「冷」状態(最低周囲温度で熱流束がゼロの状態)から始まる起動段階では、十分な熱出力を得るため、極めてデリケートな配慮が必要であり、たとえば、予めタンクを温めておくといった事前調整ステップが必要となる。こうした調整をしない場合、回路内の圧力は不十分となるため、十分な熱輸送を提供できない。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】フランス国特許第2949642号

【特許文献2】欧州特許第0832411号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】 50

本発明は、二相ループ起動時の有効性を改良することを目的とする。

【0006】

前記目的を達成するため、本発明は、能動的な調整を必要とすることなく、一般的な閉回路に含有された二相の作動流体により、熱源から熱を吸熱し、該熱を冷熱源へと放熱するよう構成された熱輸送装置を対象とする。該装置は、入口と出口を有する蒸発器と、該蒸発器とは別個に離れて設けられた凝縮器と、液体部分および気体部分を含む内部チャンバを有するリザーバとを備え、該リザーバは、前記液体部分に設けられた少なくとも1つの入口/出口オリフィスとを有し、前記気体部分の容積は、最小容積 V_{min} と最大容積 V_{max} との間で変化するようになっており、さらに、

前記蒸発器の出口を前記凝縮器の入口に連結する、主として蒸気相の流体のための第1の伝達通路と、

前記凝縮器の出口を、前記リザーバおよび前記蒸発器の入口に連結する、主として液相の流体のための第2の伝達通路と、
を備える。

【0007】

特に、本発明の熱輸送装置において、前記リザーバの気体部分は、第1の分圧 P_1 (前記リザーバの温度によって定まる圧力) を有する作動流体の蒸気相と、第2の分圧 P_2 を有する非凝縮性補助ガスとを含み、一般的閉回路全体の前記液体部分が、最小総容積である場合、リザーバ内の全圧が予め定めた最低作動圧力よりも高いか同等となるよう、第2の圧力 P_2 は調整される。

【0008】

このような構成により、とりわけ第2の分圧 P_2 の存在のおかげで、液体部分が最小である場合や、装置が完全な低温にある場合でも、リザーバ内の気体部分に非凝縮性補助ガスが存在するため、長時間にわたって蒸発器に熱を付与しなくても、リザーバ内の最低圧力は保証される。リザーバ内に非凝縮性補助ガスが存在することによる最低圧力は、第2の伝達通路(気体導管)における飽和温度を高めることを可能とし、これにより作動流体蒸気相の密度を最低にすることができ、ループの熱輸送能力は、蒸気相の密度に比例するため、ループを低温で起動する際でも、即座に、より効率のよい熱輸送が可能となる。

【0009】

さらに、このような構成により、能動的指令システムを必要とせずに、受動的調整が可能となり、この種の装置の信頼性を増大させる。能動的ポンピングも、能動的指令システムも有さないこうしたシステムは、メンテナンスの必要がなく、非常に高い信頼性を実現できる。さらに、そのエネルギー消費量は、ごく僅かであり、ゼロの場合ですらある。

【0010】

非凝縮性補助ガスとしては、該装置の温度/圧力の全範囲において、気体状態を保持できるものを選択することが好ましく、さらに、液体への拡散係数が非常に低いものが、選択される。

【0011】

本発明の様々な実施態様において、場合に応じて、さらに以下アレンジのいずれか1つ以上を用いることができる。

【0012】

ヘリウムの物理および化学的特性は、前記非凝縮性補助ガスに求められる条件に最も適合しており、また工業的に入手しやすいため、前記非凝縮性補助ガスとしては、ヘリウムを採用することができる。

【0013】

メタノールは、十分な温度範囲において作動することが可能であり、また十分な毛細管現象を実現できるため、前記作動流体としてメタノールを採用することができる。

【0014】

相当量の熱負荷を与えて準備しなくても、迅速な起動が可能なよう、最低圧力を十分高くするため、液体部分が最小容積である場合の第2の分圧 P_2 を、第1の分圧の少なくとも

10

20

30

40

50

も数倍高くすることができる。

【0015】

リザーバの容積を、前記液体部分の最大容積の1.3倍～2.5倍とし、これにより、液体部分の容積が最大するとき、リザーバおよびループ内の圧力と温度は制限され、蒸発器付近から熱を採取し続けることが可能となる。

【0016】

主として地上における重力の影響下で使用される場合、補助ガスが蒸発器の方向に吸引されないよう、入口/出口オリフィスは前記リザーバの少なくとも1つの最下点に配置される。

【0017】

主として微小重力下で使用される場合、前記リザーバは、少なくとも入口オリフィスの付近に多孔質体を備え、これにより該多孔質体内に液体のバリアを形成し、補助ガスが蒸発器の方向に吸引されるのを回避することができる。

【0018】

前記蒸発器は、液相の流体をキャピラリポンプ現象（毛細管力）により吸い上げる多孔質体を備え、これにより、メンテナンスの必要のない受動システムが実現される。

【0019】

主として地上における重力の影響下で使用される場合、キャピラリ構造を有さない蒸発器を、前記凝縮器および前記リザーバの下に配置し、重力を利用して液体を蒸発器の方向へ促し、これにより、非常にシンプルで頑丈な信頼性の高い装置が提供可能となる。

【0020】

逆流防止弁を蒸発器の入口に配置し、これにより液体が正常な循環方向とは逆方向に向かうことを阻止して、重い負荷がかかる起動時に、蒸発器が乾燥することを防止することができる。

【0021】

本発明のこのような構成により、能動的調整の必要がなく、非常に信頼性の高い、熱輸送装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】図1は、本発明の第1実施形態の一例の概略図である。

【図2】図2は、流体の温度 - 圧力における一般的相転移をグラフで示す。

【図3A】図3Aは、液相部が最低時のリザーバを示す。

【図3B】図3Bは、液相部が最大時のリザーバを示す。

【図4】図4は、本発明の第2実施形態の一例の概略図である。

【図5】図5Aおよび図5Bは、周囲温度との関連における飽和圧力、飽和温度のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、2つの実施形態を用いて、図面を参照しながら、本発明の詳細な説明を行うが、本発明はこれらの実施形態に限定されることはない。

【0024】

図1は、二相流体ループを用いた熱輸送装置を示す。第1の実施形態において、ポンピングは、毛細管現象を利用して行われる。該装置は、入口1aと、出口1bと、キャピラリポンピング（毛細管力による揚水）を提供するマイクロ多孔質体10とを有する蒸発器1を備える。この目的ため、マイクロ多孔質体10は、入口1aと連通する中央長手方向の凹部15を取り囲んでおり、液体状態の作動流体を、液相流体導管から受け取るようになっている。

【0025】

蒸発器1は、電源部品アセンブリやその他の発熱エレメントなどの熱源11と、たとえばジュール効果（抵抗発熱）あるいはその他のプロセスにより熱的に連結されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 6 】

液体で満たされたミクロ多孔質体の接触部 1 6 に熱を供給することより、流体は液体状態から蒸気状態になり、移転チャンバ 1 7、および、第 1 の伝達通路 4 を通じて排出される。凝縮器 2 は蒸発器 1 と隣接しておらず離れており、第 1 の伝達通路 4 は、前記蒸気を、入口 2 a および出口 2 b を有する凝縮器 2 へと伝達する。

【 0 0 2 7 】

蒸発器 1 内では、蒸気が排出されてできた空洞が、前述の中央凹部 1 5 からミクロ多孔質体 1 0 により吸収された液体で満たされる。これが周知のキャピラリポンプ現象である。なお、熱源から採取される熱量 Q は、熱流に作動流体の蒸発時の潜熱 L を乗じた値となる ($Q = L \cdot dM / dt$)。

10

【 0 0 2 8 】

凝縮器 2 内では、熱が、蒸気相の流体から冷熱源 1 2 へと放出される。これにより、蒸気相の流体は冷却され、液相へと相変化する。すなわち凝縮が起こる。

【 0 0 2 9 】

凝縮器 2 において、作動流体の温度は、液体 - 蒸気の平衡温度以下まで下げられる。このような「サブ冷却」により、相当量の入熱がない限り、流体は蒸気状態に戻らなくなる。

【 0 0 3 0 】

蒸気圧が、凝縮器 2 の出口 2 b の方向へと液体を押し、出口 2 b を、蒸発器 1 の入り口 1 a に連結された第 2 の伝達通路 5 へと開く。このようにして、熱源 1 1 から熱を吸熱し、この熱を冷熱源 1 2 に放熱する二相ループ循環が得られる。

20

【 0 0 3 1 】

蒸気相により第 1 の伝達通路を輸送される熱は、 $Q = \rho V S$ で示すことができる。ここで、 ρ は蒸気相の密度、 V は蒸気相の移動速度、 S は伝達通路の断面積を表す。

【 0 0 3 2 】

第 2 の伝達通路 5 は、一方ではリザーバ 3 と連結されている。リザーバ 3 は、作業流体の膨張器の役割を果たすものであり、作業流体を液相および蒸気相の両相で含有する。リザーバ 3 は、第 1 の伝達通路 4、第 2 の伝達通路 5、蒸発器 1 および凝縮器 2 とともに、一般的な閉回路、すなわち密閉回路を形成する。

【 0 0 3 3 】

リザーバ 3 は、少なくとも 1 つの入口 / 出口オリフィス 3 1 を有し、その容積 3 0 は、一般的に、用途に合わせて決定される。この容積は、場合に応じて、手作業または自動的に操作される機械装置により調整可能である。さらにリザーバ 3 は、最初に回路を充填するための注入オリフィス 3 6 を備えるが、注入オリフィス 3 6 は、最初の充填時以外は、閉じられている。リザーバ 3 は、任意の形状とすることができ、具体的には平行 6 面体、円筒形などの任意の形状とし得る。

30

【 0 0 3 4 】

熱輸送装置は、ある一定範囲の周囲温度で運転可能なように設計されており、ここに示された例において、この温度範囲は $[-50, +50]$ である。さらに、熱源 1 1 は、排出する熱量に関わりなく、予め定めた最高温度を超えないことが望ましい。この既定の最高温度は、たとえば 100 である。こうした温度は、微小重力下における宇宙用途であるか、車両や固定位置などにおける地上の用途であるかなど、目的とする用途のタイプに合わせて設定される。

40

【 0 0 3 5 】

ループの作動流体として、前述した温度範囲 (図 2 の符号 1 4 を参照) に基づく二相ループの流体温度および圧力の範囲において、常時潜在的に二相である流体が選択される。

【 0 0 3 6 】

このように作動流体は、アンモニア、アセトン、メタノール、水、HFE 7200 型の誘電性流体、またはその他の適切な流体を含むリストの中から選択される。後述の実施形態の場合には、メタノールを選択することが好ましい。

50

【 0 0 3 7 】

リザーバ3の内部には、本質的に、液相の作動流体（ここではメタノール）からなる液体部分6と、蒸気相の作動流体からなる気体部分7が存在するが、さらに非凝縮性の補助ガス8（これについては後述する）が含まれている。非凝縮性補助ガス8（NCGと表記される）は、熱交換に直接的に関与することなく、リザーバ3の気体部分に閉じ込められており、その効果は、気体部分に最低圧力をもたらすことである。この非凝縮性補助ガス8の分圧はP2で表される。使用時の温度および圧力範囲において、この非凝縮性補助ガス8は気体状態を保持し続ける（図2の右参照）。

【 0 0 3 8 】

周知の従来技術によれば、作動回路に非凝縮性ガスが存在することは好ましくないとされてきた。なぜなら、非凝縮性ガスの気泡がキャピラリ蒸発器のエリアに侵入した場合、気化の熱性能を低下させることになり、さらには、キャピラリ蒸発器が起動しなくなる可能性があるため、ある種の重大な用途の場合、最悪の事態を招きうるからである。

10

【 0 0 3 9 】

重力が作用する環境においては、気体部分7は液体部分6の上に位置し、一般的に水平な液体 - 蒸気の界面19により、二つの相は分離される（リザーバ内の液体の自由表面）。

【 0 0 4 0 】

微小重力が作用する環境においては（無重力状態）、液体部分は多孔質材の中に含有され、気体部分が、リザーバの残りの容積を占有する。このようなモデルケースにおいても、液体 - 蒸気の界面19は存在するが、平坦ではない。

20

【 0 0 4 1 】

この界面19の温度は、気体部分における作動流体の分圧P1と一義的に結びついており、図2の左側に示されるとおり、この圧力は、界面19を支配する温度 T_{sat} における流体の飽和圧力 P_{sat} に相当する。

【 0 0 4 2 】

実際には、液体部分の温度、気体部分の温度、およびリザーバの周囲温度は、比較的均一である。リザーバ内には、ほとんど、あるいは全く温度勾配がない。さらに、リザーバの温度は、リザーバが置かれている場所の気温と大差はない。

【 0 0 4 3 】

本発明の好適な態様の1つによれば、気体部分が液体伝達通路5と直接的に連絡することがないように、入口/出口オリフィス31は液体部分のエリアに配置される。リザーバと多孔質体の毛細管現象による結びつきの構造は、欧州特許第0832411号に記載された構造と同様である。

30

【 0 0 4 4 】

本発明に特徴的な態様、とりわけ微小重力下で使用するケース（ただし限定的ではない）においては（このモデルケースは図示していない）、液体を保持する機能を有する多孔質体9を、入口/出口オリフィス31付近に配置し、これにより結果的に気体相の成分が液体伝達通路5に吸引されるのをブロックするバリアを形成する。

【 0 0 4 5 】

重力が作用する地上における応用では、入口/出口オリフィス31はリザーバの最下点に配置される。なお、リザーバの最下点は複数存在しうる。

40

【 0 0 4 6 】

リザーバ内における液体部分6の容積は、図3Aに示す最小容積（ V_{min} ）と図3Bに示す最大容積（ V_{max} ）との間で変化する。なお、 V_{min} は、一般的回路全体における液体の最小総容積に相当し、 V_{max} は、一般的回路全体における液体の最大総容積に相当する。

【 0 0 4 7 】

V_{max} と V_{min} との差は、少なくとも以下の2つの容積の和と一致する。すなわち、液体の熱膨張を表す、膨張容積（ V_{oc} ）と呼ばれる容積と、蒸気伝達通路4および凝

50

縮器 2 の一部に存在する蒸気によって追い出される、排出容積 (V_{purge}) と呼ばれる容積の和である。換言すれば、二相ループがしばらく停止状態にあるとき、ループ内に蒸気は存在しなくなり、ループ内部の容積を液体が占領するため、リザーバ内の液体部分は少量となる。反対に、熱量が最大するとき ($Q = Q_{\text{max}}$)、第 1 の伝達通路 4 の全体、および凝縮器 2 の通路の一部は蒸気で満たされるため、液体はリザーバ内に押し戻され、これによりリザーバ内の液体容積は大きくなる。周囲温度も液体部分の容積に影響を与え、膨張容積 V_{0c} へと導く。

【 0 0 4 8 】

より詳細には、最小容積 V_{min} は、周囲温度が最低で蒸発器の熱量がゼロ ($Q = 0$) の場合に相当し、この状態は、図 5 A および図 5 B における点 6 1 である。気体部分を支配する圧力は、非常に低い作動流体の分圧 P_1 ではなく、本質的に補助ガス 8 (圧力 P_2) の存在に因るものである。リザーバに作用する全圧は、 $P_{\text{res}} = P_1 + P_2$ であり、これは実質的に二相ループのその他いたるところに作用する圧力でもある。

10

【 0 0 4 9 】

蒸発器に熱の付与が無い状態 (熱量ゼロ、 $Q = 0$) のまま、周囲温度を最高にした場合、液体の膨張が認められ、液体部分の容積は、 V_{min} よりも大きい V_{0c} で示す容積となる。この状態は、図 5 A および図 5 B に点 6 2 で示す。

【 0 0 5 0 】

周囲温度が最高で、熱量も最大 ($Q = Q_{\text{max}}$) の場合、液体部分の容積は、排出容積 V_{purge} 相当分増加する。この状態は、図 5 A および図 5 B に点 6 4 で示す。

20

【 0 0 5 1 】

以上より、液体部分 6 が最小容積 V_{min} (これは、一般的回路全体における液体の最小総容積に相当する) である場合、第 2 の圧力 P_2 は、リザーバ内の全圧が予め定められた最低作動圧力よりも高いか同等となるよう設定される (図 5 B に示す例においては、0.7 バールであるが、この数値は限定的なものではなく、実際、この最低値は、目的とする用途に合わせて決定することができる)。

【 0 0 5 2 】

同様に、図示の実施形態において、液体部分 6 が最小容積 V_{min} である場合、第 2 の分圧 P_2 (NCG) は、第 1 の分圧 P_1 よりも高い。この条件は、 $Q = 0$ における周囲温度範囲の大部分において満たされる。さらに $Q = Q_{\text{max}}$ の場合であっても、冷温ゾーンにおいて、前記条件は満たされる。

30

【 0 0 5 3 】

さらに、液体部分 6 が最小容積 V_{min} である場合、第 2 の分圧 (NCG) は、第 1 の分圧の数倍、たとえば、5 倍、あるいは 10 倍も高いことが分かる (点 6 1 参照)。

【 0 0 5 4 】

リザーバ内に非凝縮性補助ガスを存在させることによる最低圧力 (図 5 B の例では 0.7 バール) は、第 2 の伝達通路における飽和温度を高めることを可能とし (図 5 A の例では 50)、これにより作動流体蒸気相の密度 を最低にすることができる。ループの熱輸送能力は、蒸気相の密度 に比例するため ($Q = V S$)、ループを低温で起動する際、即座に、蒸発器の作動停止を回避するのに十分な熱輸送が可能であり、効率のよいループを得ることができる。

40

【 0 0 5 5 】

点 6 4 で示される最も制約的な熱状況 (最高周囲温度で、最大熱量の場合) でも、十分な熱排出効率を維持するためには、気体部分 7 の容積を、液体部分の容積 V_{max} よりも十分上に設定する必要がある。

【 0 0 5 6 】

リザーバの全容積 3 0 は、前記液体部分の最大容積 V_{max} (液相が最大総容積の場合) の 1.3 倍 ~ 2.5 倍に設定することが好ましい。これにより、周囲温度が 50 で最大熱量 Q_{max} の場合の飽和温度 T_{sat} は、90 以下に維持され、これにより熱源 1 1 から熱を採取し続けることが可能となる。

50

【0057】

非凝縮性補助ガス8の選択に関しては、該ガスはループの全作動範囲において、とりわけリザーバ内の圧力および温度の全条件下において、蒸気相であり続ける必要があり、非常に低い沸点を有していなければならない。さらに、液体への拡散係数およびオズワルド係数もまた、非常に低くなければならない。これは、リザーバ内の液体部分6や、ループのその他の部分に、該補助ガスが侵入することを回避するためである。

【0058】

補助ガスとしては、ヘリウムを選択することが好ましい。ヘリウムは、化学的に中性であり、工業的に入手しやすい。ただし、窒素、アルゴン、ネオンなど、その他のガスを用いることも可能である。

10

【0059】

図4は、熱サイフォン型の第2の実施形態の一例を示している。ここでは、凝縮器2は蒸発器1の上部に配置され、重力が自然に液体を蒸発器の方向へ促すようになっており、こうした条件下において、蒸発器内の多孔質体の役割は、毛細管現象によるポンプ機能それ自体ではなく、熱交換および蒸発を促進することである。液体運動の起因、および構成要素の配置を除いて、作動原理を含むその他の事項は、第1の実施形態と同一なので、ここでは繰り返さない。

【0060】

補助ガス8の存在によりもたらされる加圧により、効果的な熱起動に先立って二相ループを調整するための発熱体を設ける必要がなくなる。

20

【0061】

前記のような二相ループは、能動的調整を必要としない。このことは、信頼性という観点からも非常に効果的である。

【0062】

本発明によれば、当該装置は機械的ポンプの使用を必要としない。ただし、本発明は、機械的補助ポンプの使用を排除するものではない。

【0063】

なお、図面におけるそれぞれの構成要素の大きさは、必ずしも実際の構成部材の相対的な大きさや寸法を表すものではない。

【0064】

第1および第2の流体伝達通路4、5は、円筒導管により構成されることが好ましいが、その他の種類の流体伝達管（長方形導管、弾性導管など）を用いることもできる。同様に、入口/出口オリフィス31を、別々の入口、出口とすることもできる。

30

【0065】

二相ループの蒸発器の入口に、逆流防止弁18を設け、起動時の出力を最大限に高めることも可能である。実際、逆流防止弁18は、液体が正常な循環方向とは逆方向に向かうことを阻止し、これにより、重い負荷がかかる起動時に、蒸発器が乾燥することを防止する。

【0066】

重力下における使用の場合、逆流防止弁18は、浮力により通路を閉じるゲートへと押し戻されるフロートとして形成することができ、これにより液体逆流を防止する。

40

【0067】

本発明の二相流体システムは、完全な自己適応型であり、いかなる制御やセンサを必要としない。したがって、本発明により、構造も製造もきわめてシンプルであり、メンテナンスの必要のない、比類のない信頼性を有するシステムが実現される。

【符号の説明】

【0068】

- 1 蒸発器
- 1 a 入口
- 1 b 出口

50

- 2 凝縮器
- 2 a 入口
- 2 b 出口
- 3 リザーバ
- 4 第 1 の伝達通路
- 5 第 2 の伝達通路
- 6 液体部分
- 7 気体部分
- 8 非凝縮性補助ガス
- 9 多孔質体
- 10 ミクロ多孔質体
- 11 熱源
- 12 冷熱源
- 15 凹部 (空洞)
- 16 接触部
- 17 移転チャンバ
- 18 逆流防止弁
- 19 分離面
- 30 内部チャンバ
- 31 入口 / 出口オリフィス
- 36 注入オリフィス

10

20

【 図 1 】

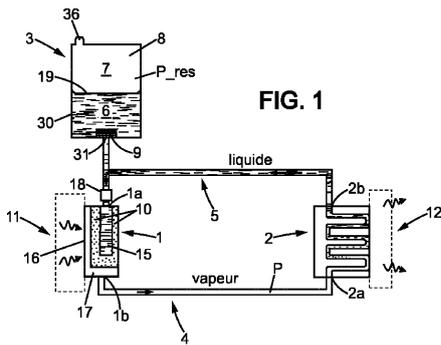


FIG. 1

【 図 3 A 】

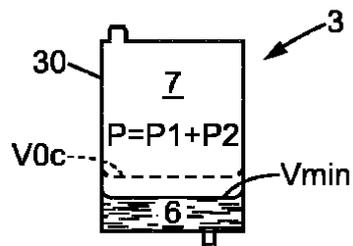


FIG. 3A

【 図 2 】

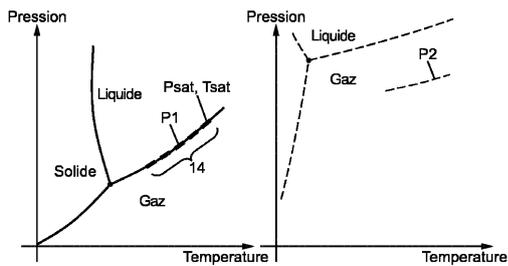


FIG. 2

【 図 3 B 】

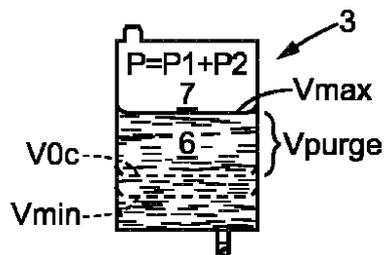


FIG. 3B

【 図 4 】

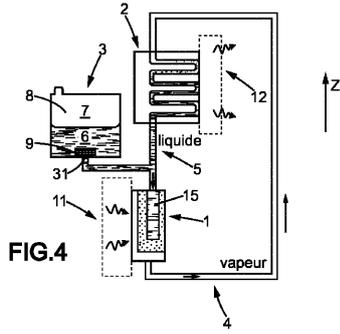


FIG.4

【 図 5 B 】

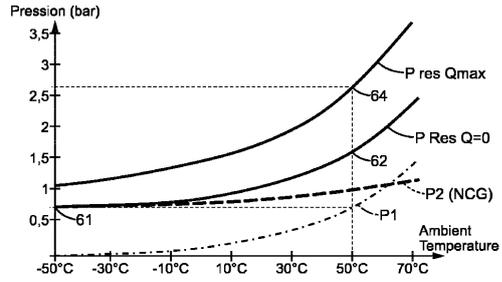


FIG.5B

【 図 5 A 】

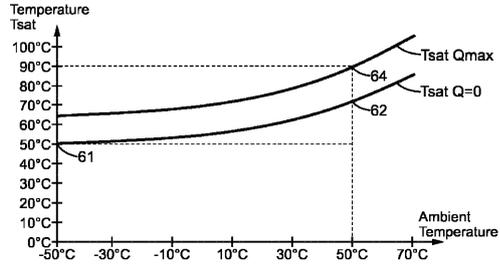


FIG.5A

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭60-171389(JP,A)
特開平04-020788(JP,A)
特開昭60-162186(JP,A)
特開平11-108572(JP,A)
特開平09-273876(JP,A)
特開昭54-131876(JP,A)
特開2013-019549(JP,A)
特開2003-302178(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0051857(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02 - 15/06