

(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2012-247166

(P2012-247166A)

(43) 公開日 平成24年12月13日(2012.12.13)

(51) Int.Cl.

F28D 15/02 (2006.01)

F I

F28D 15/02 104A

F28D 15/02 M

F28D 15/02 101Z

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-121418 (P2011-121418)
 (22) 出願日 平成23年5月31日 (2011.5.31)

(71) 出願人 000003609
 株式会社豊田中央研究所
 愛知県長久手市横道41番地の1
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 長田 裕司
 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道41
 番地の1 株式会社豊田中央研究所内

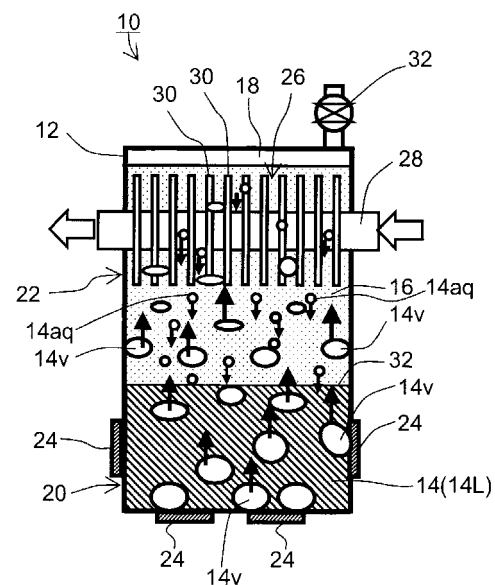
(54) 【発明の名称】 ヒートパイプ

(57) 【要約】

【課題】 不凝縮気体が混入しても凝縮性の低下を起こさないヒートパイプを提供する。

【解決手段】 容器に、非相溶性の2種類の冷媒14、16を収容する。第2冷媒16は、第1冷媒よりの液密度が小さく、沸点が高い。発熱体24にて加熱された第1冷媒14が沸騰し、気泡14vとなって液体の第2冷媒16の層に送られる。第1冷媒の気泡14vは、第2冷媒16中で、第2冷媒16および放熱器26に冷やされ、第1冷媒14は凝縮し、液滴14aqとなる。液滴14aqは降下し、液体の第1冷媒の層14Lに戻る。第1冷媒は、第2冷媒中で凝縮するので、凝縮した液滴14aqが不凝縮気体の濃い層に囲まれることがなく、不凝縮気体による熱および物質移動の障害が生じない。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

容器と、
容器に収容される第 1 冷媒と、
容器に収容され、第 1 冷媒より液密度が小さく、沸点が高く、第 1 冷媒と非相溶性の第 2 冷媒と、
を有し、
容器の、液相の第 1 冷媒を収容する領域が発熱体の熱を吸収する吸熱領域として規定され、容器の、液相の第 2 冷媒を収容する領域が外部に熱を放出する放熱領域として規定され、

10

第 1 冷媒が吸熱領域において気化して放熱領域に移動し、放熱領域において冷却されて凝縮し、吸熱領域から放熱領域へ熱が移動する、
ヒートパイプ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のヒートパイプであって、前記容器に気体を供給し、また前記容器から気体を排出する圧力調整弁を有する、ヒートパイプ。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のヒートパイプであって、
前記吸熱領域と前記放熱領域の間に、吸熱領域で気化した第 1 冷媒が上昇する上昇流路と、放熱領域で凝縮した第 1 冷媒が下降する下降流路とを分けて設け、
吸熱領域で気化した第 1 液媒体を上昇流路に向けて案内する上昇案内材と、
放熱領域で凝縮した第 1 液媒体を下降流路に向けて案内する下降案内材と、
を有する、ヒートパイプ。

20

【請求項 4】

請求項 3 に記載のヒートパイプであって、前記上昇案内材と前記下降案内材は、前記吸熱領域と前記放熱領域の間に、水平方向に対して傾斜して配置される板状の案内板として一体に設けられる、ヒートパイプ。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のヒートパイプであって、前記放熱領域には、当該放熱領域を貫通し、内部に外部冷媒が流れる放熱器が設けられる、ヒートパイプ。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、容器内に収容した媒体の相変化を利用して循環する媒体により伝熱を行うヒートパイプに関する。

【背景技術】

【0002】

蒸発器と凝縮器を冷媒配管で接続した密閉系の中に、単一の液状の冷媒を封入し、蒸発器内で蒸発した冷媒蒸気を凝縮器表面で凝縮させることにより、冷媒の潜熱を利用して、蒸発器から凝縮器への熱輸送を行うヒートパイプが各種考案されている。

40

【0003】

密閉系内に単一の液状冷媒を封入したヒートパイプにおいて、不凝縮気体が混入すると、冷媒蒸気の凝縮性能が低下する。これは、冷媒蒸気が凝縮器表面で凝縮する際、その周囲の気相部で、冷媒蒸気の濃度が低下する一方、不凝縮気体の濃度が上昇することによる。つまり、冷媒が液化したことにより、凝縮器表面近傍に不凝縮気体の濃度が高い層が形成され、この層が、冷媒蒸気の移動、拡散の妨げになって、凝縮性能を低下させる。この低下を防止するために、真空脱気を行った後に冷媒を入れて、系を封止し、不凝縮気体の混入を防止している。

【0004】

50

また、冷媒を封入後、密閉系内で不凝縮気体が発生することを防止するために、容器等を構成する構造材の材料と冷媒の組み合わせも制約されている。例えば、冷媒として水を使用する場合、構造材にアルミニウム材を使用すると、アルミニウム材表面の酸化により水素が発生し、この水素が不凝縮気体となる。この組み合わせを採用する場合には、アルミニウム材表面にメッキ等のコーティング処理が必須となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平3-113255号公報

【特許文献2】特開2008-64384号公報

【特許文献3】特開2005-77018号公報

【特許文献4】特開2010-79402号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述のように、従来のヒートパイプにおいては、不凝縮気体の混入を防止するために、真空脱気等の工程が必要となっており、また系を封止するための構造を設ける必要がある。また、媒体を封入した後の不凝縮気体の発生を防止するために、構造材の表面のコーティング処理が必要な場合がある。そして、これらにより、ヒートパイプの製造コストが上昇するという問題があった。

【0007】

本発明は、不凝縮気体の混入が許容されるヒートパイプを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のヒートパイプは、非相溶性の2種類の冷媒を組み合わせることで、系内の不凝縮気体の存在による凝縮性能の低下を防止している。2種類の冷媒は、第1冷媒と、第1冷媒より液密度が小さく、沸点が高い第2冷媒との組み合わせである。一つの繋がった空間を提供する容器内に第1および第2冷媒を収容すると、液密度の違いにより、第1冷媒が下に、第2の冷媒が上に位置するようになる。ここでいう上下は、重力場では重力により規定される方向であり、重力の向きが下向きである。また、遠心力等の慣性力の作用が支配的な場においては、慣性力の向きが下向きである。容器の、第1冷媒を収容する領域が発熱体からの熱を吸熱する吸熱領域となり、第2冷媒を収容する領域が吸収した熱を外部に放熱する放熱領域となる。吸熱領域において、第1冷媒は、発熱体からの熱により蒸発して気体となって液相の第1冷媒中を上昇し、液相の第2冷媒の層に達する。このときにおいても第1冷媒は気体であるため、第2冷媒内でも上昇する。気体の第1冷媒は、液体の第2冷媒中で、第2冷媒および容器等の構造材により冷やされて凝縮する。凝縮して液体となった第1冷媒は、液密度の差により第2冷媒中を下降し、液体として残っている第1冷媒の部分に戻る。このように、第1冷媒は、吸熱領域で気化し、放熱領域に移動して冷却されて凝縮し、液体となって吸熱領域に戻る循環を行う。この第1冷媒の循環により、放熱領域から吸熱領域へ熱が移動する。

【0009】

第1冷媒が凝縮する際、周囲は液体の第2冷媒であるので、凝縮過程において周囲に不凝縮気体の層が形成されず、熱および冷媒の移動が阻害されない。第1冷媒と第2冷媒の間で熱の移動が行われるので、第1冷媒および第2冷媒の気相以外の気体が容器内に存在しても、この気体が熱の移動を阻害することがない。したがって、容器外部との気体のやりとりが可能となる。容器内に外部から気体を供給するため、また容器内から外部に気体を排出するために圧力調整弁を設けることができる。この圧力調整弁を介して気体を供給、排出することで容器内の圧力を調整することができる。

【0010】

容器には、気体となって上昇する第1冷媒が通る上昇流路と、液体となった第1冷媒が

10

20

30

40

50

下降する下降流路を分けて設けることができる。この場合、気体となった第1冷媒を上昇流路に向けて案内する上昇案内部材と、液体となった第1冷媒を下降流路に向けて案内する下降案内部材を設けることができる。

【0011】

上昇案内部材と下降案内部材は、吸熱領域と放熱領域の間に、水平方向に対して傾斜して配置される板状の案内板として一体に設けることができる。この場合の水平方向は、重力または慣性力の向きに対して直交する方向である。案内板の下面が、気化した第1冷媒を案内する上昇案内部材として機能し、上面が液化した第1冷媒を案内する下降案内部材として機能する。

【0012】

放熱領域には、放熱領域を貫通するように設けられ、内部を外部冷媒が流れる放熱器を設けることができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、不凝縮気体の混入防止を考慮する必要があるヒートパイプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の実施形態のヒートパイプを示す断面図である。

【図2】ヒートパイプ内の圧力調整に係る構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の他の実施形態のヒートパイプを示す断面図である。

【図4】本発明の更に他の実施形態のヒートパイプを示す断面図である。

【図5】本発明の更に他の実施形態のヒートパイプを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、本発明の実施形態を図面に従って説明する。本明細書において、鉛直方向、「上」「下」の語句は、以下に説明する実施形態のヒートパイプが重力が支配的に作用する場に設置された場合において、重力の方向に基づき定められる。すなわち、重力の方向が鉛直方向であり、また重力の向きが下、その反対の向きが上である。また、実施形態のヒートパイプが、擬似的な重力として作用する遠心力等の慣性力が支配的な作用する場に設置された場合は、この慣性力の方向が鉛直方向、慣性力の向きが下、その反対の向きが上である。水平方向、「左」「右」等の語句は、前記の重力または慣性力に直交する方向を意味する。

【0016】

図1は、本発明の実施形態のヒートパイプ10の鉛直断面図である。容器12は、内部を密閉することができ、形状は、軸線の延びる方向が鉛直方向に一致する円柱、角柱等の柱状体、あるいは横方向に長い直方体など他の形状であってもよい。また、図に示される断面は長方形となっているが、他の形状であってもよい。さらに、他の形状、例えば上下に配置される二つの室を、この室に比べて細い管で繋いだ形状であってもよい。

【0017】

容器12内には、2種類の冷媒が収容されている。2種類の冷媒である第1冷媒14と第2冷媒16は、互いに溶けることがない、つまり非相溶性であり、液相における密度（液密度）および沸点に差がある。第1冷媒14に対し、第2冷媒16は液密度が小さく、沸点が高い。第1冷媒14は、このヒートパイプ10が適用される環境において、高温熱源の加熱により蒸発、気化し、低温熱源の冷却により凝縮、液化する程度の沸点の液体が採用される。第2冷媒16の沸点は、上述のように第1冷媒14より高く、また、気化した第1冷媒14により加熱されても容易には蒸発しない程度の沸点の液体が採用される。また、2種類の冷媒の液密度の差は、ヒートパイプ動作中の冷媒の循環による攪拌によっても、2種類の液媒体の単独の層が残る程度の差があることが望ましい。

【0018】

容器 1 2 内には、液相の第 1 および第 2 冷媒 1 4, 1 6 の他に、気体 1 8 が収容されている。気体 1 8 は、気化した第 1 および第 2 冷媒 1 4, 1 6 であってもよく、また他の気体、例えば空気や窒素であってもよい。

【0019】

前述の液密度の差により、容器 1 2 の下側に液相の第 1 冷媒、上側に液相の第 2 冷媒が位置する。容器 1 2 の、液体の第 1 冷媒 1 4 を収容する領域が、ヒートパイプ 1 0 の冷却対象となる発熱体から熱を吸熱する吸熱領域 2 0 として規定される。この吸熱領域 2 0 は、第 1 冷媒 1 4 を収容する容器 1 2 自身およびこの容器 1 2 の部分に囲まれた容器内部の空間を含む。容器 1 2 の、液体の第 2 冷媒 1 6 を収容する領域が、吸熱領域 2 0 で吸収した熱を放熱する放熱領域 2 2 として規定される。この放熱領域 2 2 は、第 2 冷媒 1 6 を収容する容器 1 2 自身およびこの容器 1 2 の部分に囲まれた容器内部の空間を含む。

10

【0020】

吸熱領域 2 0 の容器 1 2 の外側表面に、ヒートパイプ 1 0 の冷却対象となる発熱体 2 4 が固定的にまたは着脱可能に密着される。発熱体 2 4 は、例えば I G B T、C P U 等の電子機器である。また、吸熱領域 2 0 の周囲の空間を冷却対象とすることもできる。放熱領域 2 2 には、ヒートパイプ 1 0 からの放熱を助ける放熱器 2 6 が設けられる。放熱器 2 6 は、放熱領域 2 2 を貫通する管 2 8 と、放熱領域 2 2 内の管 2 8 の周囲に設けられたフィン 3 0 を含む。管 2 8 内部は、ヒートパイプ 1 0 内部の空間とは分離されており、ここに外部冷媒が流れて、放熱領域 2 2 からの熱を吸収する。外部冷媒は、例えば水とすることができる。フィン 3 0 は、伝熱性のよい金属、例えばアルミニウムの薄板材により構成することができる。また、板面が、鉛直方向に延びるように配置されることが望ましい。

20

【0021】

容器 1 2 には、圧力調整弁 3 2 が設けられている。圧力調整弁 3 2 は、気体 1 8 が位置する部分に対応して設けることができ、好適には、容器 1 2 の頂部とすることができる。圧力調整弁 3 2 を介して、容器 1 2 の外部と気体のやりとりを行うことで、容器 1 2 の内部の圧力を調整することができる。

【0022】

ヒートパイプ 1 0 の動作について説明する。発熱体 2 4 が発熱すると、吸熱領域 2 0 の容器 1 2 の内壁面の温度が上昇する。容器内壁面の温度上昇により、第 1 冷媒 1 4 が加熱され、液体の第 1 冷媒 1 4 の層内で対流が生じる。この対流により熱が第 2 冷媒 1 6 との境界面 3 4 に移動し、第 2 冷媒 1 6 が加熱される。この加熱により液体の第 2 冷媒 1 6 の層内にも対流が生じ、更に上方へ熱が移動する。この熱は、放熱領域 2 2 の容器 1 2 の外壁面および放熱器 2 6 により外部に放熱される。

30

【0023】

さらに、発熱体 2 4 が発熱すると、吸熱領域 2 0 の容器 1 2 の内壁面にて第 1 冷媒 1 4 が沸騰し始め、その蒸発潜熱により容器内壁面、そして発熱体 2 4 の温度上昇が抑制される。気化した第 1 冷媒は、第 1 冷媒の液体の層内を気泡となって上昇する。この気化した第 1 冷媒およびその気泡を符号 1 4 v で示す。また、液体の第 1 冷媒が形成している層を符号 1 4 L で示す。第 1 冷媒の気泡 1 4 v は、液体の第 2 冷媒 1 6 中に進入すると、第 2 冷媒 1 6 に冷やされつつ上昇する。この過程で、第 1 冷媒の気泡 1 4 v は、その表面から凝縮し、気泡中の全ての気体が凝縮すると第 1 冷媒の液滴 1 4 a q となる。気泡 1 4 v が冷却される過程において、気相の周囲には、凝縮した第 1 冷媒の層が形成される。つまり、周囲が液相で内側が気相の気泡が形成される。この 2 層の気泡も便宜的に気泡 1 4 v と記して説明する。周囲の液相と内側の気相は直接接触し、不凝縮気体が介在することがなく、凝縮が阻害されない。第 1 冷媒の気泡 1 4 v が凝縮して形成された液滴 1 4 a q は、周囲の第 2 冷媒 1 6 より密度が高いため、下降し、第 1 冷媒の層 1 4 L に到達する。

40

【0024】

上昇する第 1 冷媒の気泡 1 4 v が、冷えている容器 1 2 または放熱器 2 6 等の構造材表面に達すると、この構造材表面により冷やされて凝縮する。液滴 1 4 a q は構造材表面に付着する。液滴 1 4 a q が成長すると、構造材表面に沿って下降し、さらに構造材の下端

50

から滴下し、第 2 冷媒 1 6 中を降下し、第 1 冷媒の層 1 4 L に戻る。

【0025】

第 2 冷媒 1 6 の層は、第 1 冷媒の気泡 1 4 v の上昇と液滴 1 4 a q の下降により、攪拌され、放熱領域 2 2 内の構造材表面の対流熱伝熱が促進され冷却性能が向上する。また、第 1 冷媒の層 1 4 L の上層部分は、第 2 冷媒 1 6 の層と接し、冷却されている。このため第 1 冷媒の層 1 4 L 内では上下の温度差に起因したベナール対流が生じ、発熱体 2 4 が設けられた容器 2 0 の部分の沸騰伝熱が促進される。

【0026】

第 1 冷媒 1 4 の蒸発、凝縮を伴う循環により、第 1 および第 2 冷媒 1 4, 1 6 は攪拌されて、特にこれらの境界付近では、2 種の冷媒が乳濁した状態となる場合があるが、この混合層の下には第 1 冷媒 1 4 を主として形成された層が、上には第 2 冷媒 1 6 を主として形成された層が存在するよう、2 種の冷媒の液密度が定められる。液密度の差が大きい方が、2 種の冷媒が分かれやすい。

【0027】

放熱器 2 6 に替えて、またはこれに加えて、容器に、容器 1 2 と第 2 冷媒 1 6 の接触する面積および容器 1 2 の外側表面の面積を増加させる構造を設けることもできる。例えば、容器 1 2 に凹凸を形成する、また容器表面にフィンを設けることなどが挙げられる。

【0028】

圧力調整弁 3 2 を用いることで、第 1 冷媒の沸騰状態を調整することができる。図 2 は、圧力調整弁 3 2 に制御に係る構成を示すブロック図である。圧力調整弁 3 2 は、ポンプ 3 6 により加圧された気体を容器 1 2 内に導入し、また容器 1 2 内の気体 1 8 を外部に排出する機能を有する。圧力調整弁 3 2 とポンプ 3 6 の動作を制御する制御部 3 8 が設けられる。沸騰冷却においては、加熱部分の温度が高くなりすぎると、加熱部分表面を沸騰した冷媒の気泡が覆い、乾いた状態となって冷却性能が急低下することが知られている。いわゆるバーンアウトである。このバーンアウトを防止するために容器 1 2 内部の圧力を調整する。バーンアウトを検知するために、吸熱領域の容器 1 2 の温度を監視するための温度センサ 4 0 を設ける。温度センサ 4 0 は容器 1 2 に直接設けることもできるが、最終的に冷却する必要があるのは発熱体 2 4 であるので、これに温度センサ 4 0 を設けることが好適である。

【0029】

制御部 3 8 は、温度センサ 4 0 の検出する温度を監視し、これが急激に上昇するなど、バーンアウトの発生が推測される状況となると、圧力調整弁 3 2 とポンプ 3 6 を動作させる。制御部 3 8 からの指令により、圧力調整弁 3 2 は、ポンプ 3 6 により加圧された気体を容器 1 2 内に送るように動作する。これにより、容器 1 2 内の圧力が高まると、第 1 冷媒 1 4 の沸点が上昇し、バーンアウトが解消される。バーンアウトが解消され、容器 1 2 内の圧力を低下してもよい状態となると、制御部 3 8 は、圧力調整弁 3 2 を容器 1 2 内の気体 1 8 を外部に排出するように制御する。ポンプ 3 6 は、高圧の気体を貯えるタンクまたはアキュムレータに替えることもできる。

【0030】

図 3 は、本発明の他の実施形態のヒートパイプ 5 0 の鉛直断面図である。前述のヒートパイプ 1 0 と同一の構成については、同一の符号を付して、その説明を省略する。ヒートパイプ 5 0 のヒートパイプ 1 0 に対する相違点は、発熱体の配置と、放熱器の構成である。ヒートパイプ 5 0 において、発熱体 2 4 は容器 1 2 の中に配置され、第 1 冷媒の層 1 4 L 中に浸漬される。発熱体 2 4 は、容器 1 2 の内壁面に直接配置されてもよく、また容器 1 2 内に台を設け、台を介して容器に固定して配置してもよい。ヒートパイプ 5 0 の放熱器 5 2 は放熱領域 2 2 に設けられる。放熱器 5 2 は、放熱領域 2 2 を貫通するダクト 5 4 を有する。図 3 において、ダクト 5 4 は紙面を貫く方向に延びている。図示されるようにダクト 5 4 の断面形状は長方形であるが、この断面形状は他の形状とすることができる。ダクト 5 4 内には、伝熱面積向上のためのフィン 5 6 を設けることができる。フィン 5 6 は、例えば、薄板材を山と谷が交互になるように繰り返し屈曲させ、ダクト 5 4 内に、山

10

20

30

40

50

の頂点と、谷の底がダクト５４の内壁面に接するように配置するようにできる。ダクト５４の内部は、ヒートパイプ５０内部の空間とは分離されており、ここに外部冷媒が流れて放熱領域２２からの熱を吸収する。外部冷媒は例えば空気とすることができる。

【００３１】

放熱器５２は、フィン５６を設けることで、外部冷媒に対する接触面積が増加する。この構成は、外部冷媒として、水等の液体に比べて一般的に熱伝導性の悪い気体を用いるのに有利である。また、フィンと共に、またはフィンに替えて、ダクト５４そのものの表面に凹凸を設け、伝熱面積を増加させてもよい。ダクト５４の外側表面、すなわち第２冷媒１６に接している面に、フィンを設けても、また凹凸形状を設けてもよい。

【００３２】

ヒートパイプ５０の発熱体２４の配置および放熱器５２の構造は独立して採用することができる。つまり、ヒートパイプ１０において、発熱体２４の容器内配置を採用することができる。また、ヒートパイプ１０において、発熱体２４は容器外に配置したまま、ヒートパイプ５０のダクト形状の放熱器５２を採用することができる。

【００３３】

ヒートパイプ５０の動作は、ヒートパイプ１０と同一であるので、説明は省略する。また、圧力調整に係る構成、動作についてもヒートパイプ１０と同一であるので説明は省略する。

【００３４】

図４は、本発明の更に他の実施形態のヒートパイプ６０の鉛直断面図である。前述のヒートパイプ１０と同一の構成については、同一の符号を付して、その説明を省略する。ヒートパイプ６０は、ヒートパイプ１０に対して第１冷媒１４と第２冷媒１６の間に、特に２種類の冷媒の境界面３４付近に案内板６２が配置される点において相違する。案内板６２は、水平方向に対して傾いて配置される。また、案内板６２の傾斜の上端と容器１２の側壁の間には隙間６４が形成され、同様に下端においても容器１２の側壁の間に隙間６６が形成される。案内板６２の傾斜配置により、第１冷媒の気泡１４ｖは、案内板６２の斜面に沿って上昇し、前述の隙間６４に案内され、この隙間を通して上昇する。この隙間６４は、気化した第１冷媒１４が上昇する上昇流路となる。また、案内板６２の傾斜配置により、第１冷媒の液滴１４ａｑが案内板６２の斜面に沿って下降し、上述の隙間６６に案内され、この隙間を通して下降する。この隙間６６は、凝縮した第１冷媒１４が下降する下降流路となる。

【００３５】

前述のように、第１冷媒１４と第２冷媒１６は、ヒートパイプの動作時に、これらの境界付近で乳濁する場合があるが、案内板６２は、この乳濁した層内に位置するように配置することができる。また、図４において、案内板６２は右下がりに配置されるが、逆に右上がりに配置することもできる。さらに、図４において、放熱器２６の管２８の延びる方向と案内板６２の傾斜の方向は一致しているが、これに限られず、例えば直交するように配置することもできる。

【００３６】

案内板６２は、図３に示されたヒートパイプ５０に採用してもよい。また、案内板６２は、ヒートパイプ１０において、発熱体２４を容器１２内に配置した態様に採用してもよく、ヒートパイプ１０において、放熱器２６に替えてヒートパイプ５０の放熱器５２を用いた態様に採用してもよい。圧力調整に係る構成、動作については、前述のヒートパイプ１０の場合と同一であるので説明は省略する。

【００３７】

図５は、本発明の更に他の実施形態のヒートパイプ７０の鉛直断面図である。前述のヒートパイプ１０、５０と同一の構成については、同一の符号を付して、その説明を省略する。ヒートパイプ７０は、ヒートパイプ１０に対して第１冷媒１４と第２冷媒１６の間に、特に境界面３４付近に２枚の案内板７２、７４が配置される。案内板７２、７４は、水平方向に対して、互いに逆向きの傾斜となるよう傾いて配置される。案内板７２、７４と

10

20

30

40

50

容器 1 2 の側壁の間には隙間 7 6, 7 8 が設けられ、案内板 7 2, 7 4 の間には隙間 8 0 が設けられる。図示する案内板 7 2, 7 4 の配置は、互いに近い側の端が低い位置にあり、遠い側の端が高い位置にあるが、これと逆に配置することも可能である。

【0038】

案内板 7 2, 7 4 の傾斜配置により、第 1 冷媒の気泡 1 4 v は、案内板 7 2, 7 4 の斜面に沿って上昇し、前述の隙間 7 6, 7 8 に案内され、この隙間を通して上昇する。この隙間 7 6, 7 8 は、気化した第 1 冷媒 1 4 が上昇する上昇流路となる。また、案内板 7 2, 7 4 の傾斜配置により、第 1 冷媒の液滴 1 4 a q が案内板 7 2, 7 4 の斜面に沿って下降し、上述の隙間 8 0 に案内され、この隙間を通して下降する。この隙間 8 0 は、凝縮した第 1 冷媒 1 4 が下降する下降流路となる。

10

【0039】

前述のように、第 1 冷媒 1 4 と第 2 冷媒 1 6 は、ヒートパイプの動作時に、これらの境界付近で乳濁する場合があるが、案内板 7 2, 7 4 は、この乳濁した層内に位置するように配置することができる。また、案内板は、2 枚に限らず、3 枚以上とすることも可能である。また、図 5 において、放熱器 5 2 のダクト 5 4 の延びる方向と案内板 7 2, 7 4 の傾斜の方向は直交しているが、これに限られず、直角以外の角度で交差するようにもでき、同じ向きになるよう配置することもできる。また、図 1, 4 のように発熱体 2 4 を容器 1 2 の外側に配置することもできる。また、放熱器 5 2 に替えて図 1, 4 に示される放熱器 2 6 を採用してもよい。圧力調整に係る構成、動作については、前述のヒートパイプ 1 0 の場合と同一であるので説明は省略する。

20

【0040】

ヒートパイプ 6 0, 7 0 によれば、第 1 冷媒の上昇する流路と、下降する流路が分かれたことにより、ヒートパイプ内に方向性をもった循環流れが形成される。この流れにより、上昇する第 1 冷媒の気泡 1 4 v と、下降する第 1 冷媒の液滴 1 4 a q の干渉が低減され、蒸発、凝縮のサイクルが円滑に進行し、伝熱性能が向上する。また、循環流れの形成により、吸熱領域の沸騰が生じている面において、沸騰により生じた気泡の離脱、および液の供給が促進され、バーンアウトの抑制に有利である。

【0041】

以上のヒートパイプ 1 0, 5 0, 6 0, 7 0 において用いられる 2 種類の冷媒は、例えば、第 1 冷媒 1 4 としてフッ素系冷媒（沸点 5 6 °C、液密度 1 6 0 5 k g / m³（大気圧下））、第 2 冷媒 1 6 として水（沸点 1 0 0 °C、液密度 9 6 0 k g / m³（大気圧下））とすることができる。この他、フッ素系冷媒とエタノール（沸点 7 8 °C、液密度 7 3 7 k g / m³（大気圧下））の組み合わせ、水とシリコン系オイル（液密度 7 0 0 - 9 0 0 k g / m³（大気圧下））の組み合わせ等がある。

30

【0042】

以上のヒートパイプ 1 0, 5 0, 6 0, 7 0 においては、沸騰して気化した第 1 冷媒は、液体の第 2 冷媒中で凝縮液化するため、凝縮過程において、他の不凝縮気体により熱および物質移動が阻害されることがなく、凝集性能を維持できる。また、冷却容器内に不凝縮気体が混入しても、気体と液体の密度差により、不凝縮気体は、容器の上層部に集まり、この位置に保持されるため、第 2 冷媒中での第 1 冷媒の凝縮を阻害しない。これにより、ヒートパイプ作製時における高真空度の脱気工程、密閉製確保のためのヒートパイプの特別な構造等が不要となる。

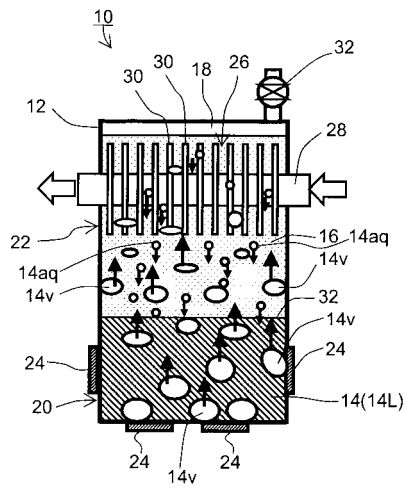
40

【符号の説明】

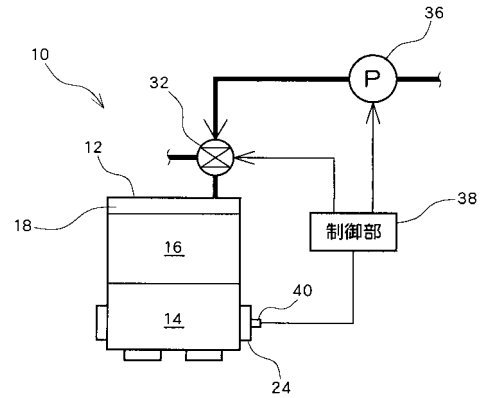
【0043】

1 0, 5 0, 6 0, 7 0 ヒートパイプ、1 2 容器、1 4 第 1 冷媒、1 6 第 2 冷媒、2 0 吸熱領域、2 2 放熱領域、2 4 発熱体、2 6, 5 2 放熱器、3 2 圧力調整弁、6 2, 7 2, 7 4 案内板、6 4, 7 6, 7 8 隙間（上昇流路）、6 6, 8 0 隙間（下降流路）。

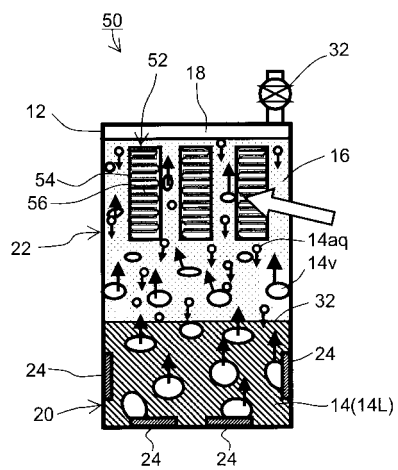
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

