

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5556897号
(P5556897)

(45) 発行日 平成26年7月23日(2014.7.23)

(24) 登録日 平成26年6月13日(2014.6.13)

(51) Int.Cl. F I
F 2 8 D 15/02 (2006.01) F 2 8 D 15/02 I O 1 K
 F 2 8 D 15/02 L

請求項の数 10 (全 17 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-541648 (P2012-541648) | (73) 特許権者 | 000005223 |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年11月1日 (2010.11.1) | | 富士通株式会社 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2010/069454 | | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 |
| (87) 国際公開番号 | W02012/059975 | (74) 代理人 | 100107766 |
| (87) 国際公開日 | 平成24年5月10日 (2012.5.10) | | 弁理士 伊東 忠重 |
| 審査請求日 | 平成25年4月23日 (2013.4.23) | (74) 代理人 | 100070150 |
| | | | 弁理士 伊東 忠彦 |
| | | (74) 代理人 | 100146776 |
| | | | 弁理士 山口 昭則 |
| | | (72) 発明者 | 内田 浩基 |
| | | | 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ループ型ヒートパイプ及びこれを用いた電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器であって、内部に多孔質体が配置された平板型の蒸発器と、

前記気化された前記作動流体を凝縮させる凝縮器と、

前記気化された前記作動流体を前記蒸発器から前記凝縮器へ供給する蒸気管と、

前記凝縮器で凝縮された作動液を前記蒸発器へ供給する液管と、

前記液管上に配置されて前記作動液を収容するタンクと、

前記液管の一部として前記タンクと前記蒸発器とを接続して前記作動液を前記蒸発器へ供給する接続管と、

前記接続管よりも重力方向で上方に位置し、前記蒸発器と前記タンクを直接つないで常時連通させるバイパス管と、

を有し、前記バイパス管は、前記蒸発器内に発生する蒸気泡を前記タンクへと排出することを特徴とするループ型ヒートパイプ。

【請求項 2】

前記蒸発器は、前記発熱体と接触する前記蒸発器の接触面が前記重力方向と平行に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 3】

前記蒸発器は、内部に 2 以上に分割された多孔質体が、前記重力方向と垂直に延設されていることを特徴とする請求項 2 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 4】

前記バイパス管の内径が前記接続管の内径よりも小さいことを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 5】

前記蒸発器は複数配置され、前記複数の蒸発器の各々は、それぞれ対応する前記接続管によって前記タンクと接続されるとともに、それぞれ対応する前記バイパス管で前記タンクと直接接続されていることを特徴とする請求項 1 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 6】

前記各バイパス管の内径は、対応する蒸発器に接続される接続管の内径よりも小さいことを特徴とする請求項 5 に記載のループ型ヒートパイプ。

10

【請求項 7】

前記複数の蒸発器の各々は、前記発熱体と接触する接触面が前記重力方向と垂直になるように配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 8】

前記蒸発器の各々は、内部に 2 以上に分割された多孔質体が並行に並べられていることを特徴とする請求項 5 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 9】

重力方向に沿って配置される基板と、
前記基板上に配置される電子部品と、
前記電子部品を冷却するためのループ型ヒートパイプと
を備え、

20

前記ループ型ヒートパイプは、

前記電子部品との接触面が前記重力方向と平行になるように前記電子部品に接して配置され、内部に多孔質体が配置された平板型の蒸発器と、

前記蒸発器と接続管で接続され、前記接続管を介して前記蒸発器に液相の作動流体を供給するタンクと、

前記接続管よりも前記重力方向で上方に位置し、前記蒸発器と前記タンクとを直接接続して常時連通させるバイパス管と、

を有し、前記蒸発器で発生する蒸気が前記バイパス管により前記タンクに排出されることを特徴とする電子機器。

30

【請求項 10】

複数の電子部品が配置される基板と、
前記複数の電子部品を冷却するためのループ型ヒートパイプと
を備え、

前記ループ型ヒートパイプは、

前記複数の電子部品の各々に対して配置され、各々が内部に多孔質体が配置された平板型の複数の蒸発器と、

前記複数の蒸発器の各々と、それぞれ対応する接続管で接続され、前記各蒸発器に液相の作動流体を供給する共通タンクと、

前記接続管よりも重力方向で上方に位置し、前記複数の蒸発器の各々を直接前記共通タンクに接続して常時連通させるバイパス管と

を有し、前記各蒸発器で発生する蒸気が前記対応するバイパス管により前記共通タンクに排出されることを特徴とする電子機器。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はループ型ヒートパイプとこれを用いた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

各種発熱体を冷却するためのデバイスとして、図 1 A に示すループ型ヒートパイプが知

50

られている（たとえば特許文献1及び2参照）。ループ型ヒートパイプは、蒸発器110と凝縮器130を、液管112及び蒸気管113によりループ状に接続して作動流体を循環させる冷却機構である。図1Bに示すように、CPU等の発熱体120に蒸発器110を接触させ、発熱体120からの熱で蒸発器110内の作動液105を気化させることによって発熱体120を冷却する。蒸発器110で発生した作動流体の蒸気103は、蒸気管113により凝縮器130へ送られ、凝縮器130で液化される。液体状態になった作動流体はリザーバタンク125に収容され、蒸発器110に供給される。

【0003】

電子部品等の発熱体120は、LSIパッケージに代表されるように平面型の形状をしていることが多いことから、受熱部である蒸発器110も発熱体120と密着しやすい平面型であるほうが好ましい。また、ループ型ヒートパイプの冷却性能を高めるためには、蒸発器110の内部容積を大きくすることが有効であるが、電子機器の小型化、軽量化を考えると、蒸発器110の形状をできるだけコンパクトにする必要がある。この相反する要請に答えて、外形がコンパクトでありながら内部容積を大きくできる形状は平面型であり、この点でも平板型蒸発器が望ましい。

【0004】

平板型蒸発器110の蒸発器ケース111の内部には、多孔質体のウィック115が熱的に密着配置され、ウィック115の毛細管力によって作動液105を駆動する。ウィック115に含浸された作動液105を効率よく気化させるために、平板型の蒸発器ケース111の内部に複数のウィック115を並列に並べ、ウィック115と蒸発器ケース111との接触面積を増大させる構成も提案されている（たとえば、特許文献3参照）。

【0005】

しかし、蒸発器110に流れ込む作動液105に発熱体120からの熱が伝わりやすくなると、図1Bのサークルで示すように、作動液105がウィック115に到達する前に沸騰して気泡101が生じてしまう。特に小型化、薄型化した平板型蒸発器の場合、発熱体120と作動液105との距離が近くなるため、気泡101が生じやすくなる。気泡101は蒸発器110への作動液105の流入を阻害するとともに、図1Cに示すように、ウィック115の毛細管力を阻害する。作動液105側に蒸気泡101がない場合は、ウィック115を構成する多孔質体に蒸気側に向かう毛細管力が働き（矢印116参照）、作動液105が適正に蒸気側に吸い上げられる。しかし、作動液105中に気泡101が生じた場合、図中の上向きの矢印と下向きの矢印で示すように、ウィック115の蒸気側と液側で表面張力が打ち消され、毛細管力が働かなくなる。その結果、作動液105の循環が弱まり、あるいは循環が停止して、ループ型ヒートパイプの冷却性能が低下する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2004-218887号公報

【特許文献2】特開2005-147625号公報

【特許文献3】特開2009-115396号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

一般に平板型の蒸発器は、円筒型蒸発器と比較して作動液の流入口が狭く、内部に蒸気泡が溜まりやすい構造である。発明者らは、平板型蒸発器110を垂直に用いる場合や、マルチCPUの冷却にループ型ヒートパイプを用いる場合に、ヒートリークによる気泡の問題がいつそう顕著化することを見出した。

【0008】

そこで、本発明は、蒸発器に流れ込む作動液からヒートリークによる蒸気泡を除去し、作動液を効率よく蒸発器内に供給して気泡詰まりを防止することのできるループ型ヒートパイプを提供することを課題とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】**【0009】**

上記の目的を達成するために、本発明のひとつの側面では、発熱体からの熱で作動流体を気化させる蒸発器と、気化された作動流体を凝縮させる凝縮器とを蒸気管及び液管でループ状に接続したループ型ヒートパイプにおいて、

前記凝縮器で凝縮された作動液を循環させる前記液管上に配置されて前記作動液を収容するタンクと、

前記タンクと前記蒸発器とを接続して前記作動液を前記蒸発器へ供給する接続管と、

前記接続管よりも重力方向で上方に位置し、前記蒸発器と前記タンクとをつなぐバイパス管と、

を有し、前記バイパス管は、前記ループ型ヒートパイプの動作時に前記蒸気器内に発生する蒸気泡を前記タンクへと排出する。

【0010】

別の側面では、ループ型ヒートパイプを用いた電子機器を提供する。このような電子機器は、

重力方向に沿って配置される基板と、

前記基板上に配置される電子部品と、

前記電子部品を冷却するためのループ型ヒートパイプとを備え、

前記ループ型ヒートパイプは、

前記電子部品との接触面が前記重力方向と平行になるように前記電子部品に接する蒸発器と、

前記蒸発器と接続管で接続され、前記接続管を介して前記蒸発器に液相の作動流体を供給するタンクと、

前記接続管よりも前記重力方向で上方に位置し、前記蒸発器と前記タンクとを接続するバイパス管と、

を有し、前記ループ型ヒートパイプの動作時に前記蒸発器で発生する蒸気が前記バイパス管により前記タンクに排出される。

【0011】

さらに別の側面では、電子機器は、

複数の電子部品が配置される基板と、

前記複数の電子部品を冷却するためのループ型ヒートパイプとを備え、

前記ループ型ヒートパイプは、前記複数の電子部品の各々に対して配置される複数の蒸発器と、

前記複数の蒸発器の各々と、それぞれ対応する接続管で接続され、前記各蒸発器に液相の作動流体を供給する共通タンクと、

前記接続管よりも重力方向で上方に位置し、前記複数の蒸発器の各々と前記共通タンクとを接続するバイパス管と

を有し、前記ループ型ヒートパイプの動作時に、前記各蒸発器で発生する蒸気が前記対応するバイパス管により前記共通タンクに排出される。

【発明の効果】**【0012】**

上述した構成により、ループ型ヒートパイプの作動時にヒートリークにより発生する蒸気泡を除去して気泡詰まりの問題を解消し、作動液を効率よく蒸発器内に供給することが可能になる。その結果、ループ型ヒートパイプの動作が安定し、冷却性能が向上する。このようなループ型ヒートパイプを用いた電子機器も安定して冷却されるため、安定して機能する。

【図面の簡単な説明】**【0013】**

10

20

30

40

50

【図 1 A】従来のループ型ヒートパイプの全体構造を示す概略平面図である。

【図 1 B】図 1 A のループ型ヒートパイプで用いられる蒸発器の構成を示す図であり、作動流体が流れる方向に沿った概略断面図である。

【図 1 C】従来のループ型ヒートパイプにおける蒸気泡の問題を説明するための模式図である。

【図 2 A】一般的なループ型ヒートパイプを垂直配置に適用した場合の概略構成図である。

【図 2 B】垂直配置のループ型ヒートパイプにおける蒸気泡の問題を説明するための図である。

【図 2 C】垂直配置のループ型ヒートパイプにおける蒸気泡の問題を説明するための図である。

10

【図 3】実施例 1 のループ型ヒートパイプの主要部の構成を示す図である。

【図 4 A】実施例 1 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 4 B】実施例 1 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 4 C】実施例 1 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 5】実施例 1 のループ型ヒートパイプを垂直型の配置に適用した場合の全体構成図である。

【図 6 A】図 5 のループ型ヒートパイプで用いられる蒸発器と、蒸発器に接続される管構成を示す図であり、作動液の流れる方向に沿った断面図である。

【図 6 B】図 6 A の D - D ' 断面に沿った蒸発器の配置構成図である。

20

【図 7】実施例 1 の効果を示すグラフである。

【図 8 A】実施例 2 のループ型ヒートパイプに至る過程で考えられる構成図である。

【図 8 B】実施例 2 のループ型ヒートパイプの全体構成図である。

【図 9】実施例 2 のループ型ヒートパイプの主要部を示す図である。

【図 10 A】実施例 2 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 10 B】実施例 2 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 10 C】実施例 2 のループ型ヒートパイプの動作を説明するための図である。

【図 11】実施例 2 のループ型ヒートパイプの全体構成を示す斜視図である。

【図 12】実施例 2 の効果を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

30

【実施例 1】

【0014】

実施例 1 では、基本形として、ループ型ヒートパイプで単一の発熱体を冷却する場合、すなわちループ型ヒートパイプの循環路に単一の蒸発器を接続する場合を説明する。ループ型ヒートパイプは、垂直の配置構成に適用されてもよい。図 2 A は一般的なループ型ヒートパイプをそのまま垂直配置に適用した場合の構成例を示す。ブレードサーバや縦置きデスクトップパソコン等では、筐体内でプリント板 40 を垂直（重力方向 G と平行）に実装するケースが多い。この場合、プリント板 40 上の CPU（発熱体）20 を冷却するために、平板型蒸発器 10 も垂直に配置される。リザーバタンク 25 をプリント板 40 上で CPU 20 に隣接して配置するのは困難なので、蒸発器 10 とリザーバタンク 25 との間は接続管 14 で接続されることになる。

40

【0015】

このように一般的なループ型ヒートパイプをそのまま垂直に配置した場合、図 2 B のように、平板型蒸発器 10 の内部に蒸発面積を増やすために 2 つのウィック 115 a、115 b が配置されているとする。CPU 20 からの発熱量が増大すると、ウィック 115 a、115 b の蒸発面（ウィック 115 a、115 b と蒸発器 10 の内壁との接触面）だけではなく、蒸発器 10 の液側でもヒートリークによる蒸気（又は気泡）103 が発生する。この場合、蒸気泡 103 の行き場がなく、上側のウィック 115 b の内側に蒸気が滞留する（矢印 A 参照）。

【0016】

50

図 2 C に示すように上記の滞留が進むと、蒸気器 10 の上側に作動液 5 が供給されず、上側のウィック 15 b がドライアウトしやすくなる。また、蒸気器 10 内に溜まった蒸気泡 10 1 は接続管 14 を逆流しようとするため、蒸気器 10 への作動液 5 の流入が阻害される。

【 0017 】

円筒型の蒸気器の場合は、蒸気器の近傍に円筒形のリザーバタンクを配置して、蒸気器とリザーバタンクを大径の接続管で接続することによって、作動液 105 の流れを阻害することなく気泡をリザーバタンク側に排出することができる。しかし、薄い平板型蒸気器 10 の場合は、リザーバタンク 25 との接続に大径の接続管を用いることができない。また、図 2 A のように蒸気器 10 とリザーバタンク 25 が離れて配置される場合は、接続管 14 の設計はさらに制限され、接続管 14 に詰まった蒸気泡を除去するのが困難になる。

10

【 0018 】

このように、ループ型ヒートパイプが垂直方向に配置される場合や、蒸気器とリザーバタンクが離れて位置する場合に、ヒートリークによる蒸気の問題が深刻になる。そこで、実施例では、蒸気詰まりの問題を解消するために図 3 ~ 図 5 に示す構成を採用する。図 3 は、実施例 1 のループ型ヒートパイプの主要部を示す概略断面図、図 4 A ~ 図 4 C は図 3 の主要部の動作を説明する図、図 5 は図 3 の構成を適用したループ型ヒートパイプの全体構成図である。

【 0019 】

ループ型ヒートパイプ 1 (図 5 参照) は、CPU 等の発熱体 20 からの熱で作動流体を気化させる蒸気器 10 と、気化された作動流体を凝縮させる凝縮器 30 を含み、これらが液管 12 及び蒸気管 13 でループ状に接続されている。凝縮器 30 で凝縮された液相の作動流体 (作動液) を蒸気器 10 へ供給する液管 12 上に、リザーバタンク 25 が設置されている。リザーバタンク 25 から接続管 14 を介して蒸気器 10 に作動液が供給される。蒸気器 10 は平板型蒸気器であり、垂直配置されたプリント板 40 に実装された CPU 20 を冷却するために、蒸気器 10 も垂直に配置されている。

20

【 0020 】

ループ型ヒートパイプ 1 には、重力方向 G にみて接続管 14 よりも上方に、蒸気器 10 とリザーバタンク 25 をつなぐバイパス管 18 が設けられている。バイパス管 18 は、ループ型ヒートパイプ 1 の動作時に、蒸気器 10 内部に滞留する蒸気泡を、リザーバタンク 25 に排出するための管である。接続管の上方に配置したバイパス管 18 により、蒸気器 10 の内部に発生した高温の蒸気を低温側のリザーバタンク 25 へ逃がす。これにより、接続管 14 から蒸気器 10 への作動液の流れを適正に維持し、2分割されたウィック 15 a、15 b の片側 (上側) のウィック 15 b がドライアウトするのを防止する。

30

【 0021 】

図 4 A ~ 図 4 C を参照して、バイパス管 18 を用いた蒸気泡の排出動作を説明する。図 4 A に示すように蒸気泡が発生する以前、たとえば CPU 20 (図 5 参照) から蒸気器 10 に伝わる熱が、いまだ蒸気器 10 内に供給される作動液 5 を直接蒸発させる程度に至っていない間は、蒸気器 10 の内壁に密着するウィック 15 に浸透した作動液 5 が、蒸気器 10 の内壁で CPU 20 から伝わった熱を吸収し、気化する。気化した作動液の蒸気は、図示しないグループから蒸気管 13 へと排出される。このとき、バイパス管 18 の内部では作動液 5 は静止しているか、又は蒸気器 10 に向かう方向に流動する。

40

【 0022 】

その後、図 4 B に示すように CPU 20 からの発熱が増大すると、蒸気器 10 の内壁でウィック 15 に浸透した作動液 5 を蒸発させるだけでなく、接続管 14 から蒸気器 10 内に供給された作動液 5 にも熱が漏れ伝わる。このヒートリークにより、蒸気器 10 の内部 (ウィック 15 の内側) の作動液 5 中に高温の蒸気 103 が発生する。この蒸気 103 は、図 4 C に示すように、接続管 14 の上方に設けたバイパス管 18 を通って、低温側のリザーバタンク 25 へと向かう。リザーバタンク 25 に排出された蒸気は、リザーバタンク 25 の液面で凝集して液相に戻る。この間、接続管 14 を通る作動液 5 の流れは阻害さ

50

れることなく、蒸発器 10 に供給される。また、蒸発器 10 内に滞留する気泡が排出されるので、蒸発器 10 内部に滞留する気泡に起因するウィック 15 の毛細管力の阻害も回避できる。したがって、ウィック 15 を二分割して配置した場合でも、上側のウィック 15 b への作動液の浸透が確保され、ドライアウトを防止することができる。

【 0 0 2 3 】

バイパス管 18 は、接続管 14 から蒸発器 10 への作動液の正常な流入を確保するために蒸発器 10 内の蒸気（気泡）を排出するための管なので、その径は蒸気の流路を形成できる範囲で、なるべくスペースをとらないサイズであるのが望ましい。また、蒸発器 10 内で発生した高温の蒸気がリザーバタンク 25 に到達するまでの間に、ある程度温度が下がっていることが望ましい。これらの観点から、バイパス管 18 の内径は接続管 14 の内径よりも小さく設定されている。

10

【 0 0 2 4 】

図 3 ~ 図 5 の例では、垂直配置のループ型ヒートパイプ 1 を例にとって蒸気詰まりの解消を説明したが、水平に配置する場合、すなわち、水平に置かれた CPU 等の発熱体の上に平板型の蒸発器を配置する場合でも、リザーバタンクと蒸発器を細い接続管で接続する場合には同じ気泡詰まりの問題（ウィックの毛細管力の阻害や接続管への気泡の逆流の問題）が生じる。この場合も、接続管の上方にバイパス管を設けることで、気泡詰まりの問題を解決することができる。

【 0 0 2 5 】

次に、図 5、図 6 A 及び図 6 B を参照して、実施例 1 におけるループ型ヒートパイプ 1 の具体的な構成例を説明する。図 6 A は蒸発器 10 の作動流体の流れる方向に沿った縦断面図、図 6 B は、図 6 A の D - D' 断面でみたときの蒸発器 10 の配置構成を示す図である。蒸発器 10 の本体ケース 11 は無酸素銅で作製されている。本体ケース 11 の平面形状は、外寸で一辺が 40 mm の正方形、本体ケース 11 の厚さ（t）は 8 mm である。このような小型、薄型の形状は、サーバーやパソコン等、高密度実装されたコンピュータ内の発熱体（CPU）20 上への実装に適している。

20

【 0 0 2 6 】

本体ケース 11 の内側には、オーバル（楕円）形の開口孔 11 A が二つ、並んで形成されている。開口孔 11 A の長半径は 18 mm、短半径は 6 mm である。二つの開口孔 11 A の内部に、それぞれ樹脂製のウィック（多孔質体）15 a、15 b が挿入されている。ウィック 15 a、15 b の寸法は、短半径方向のサイズ、長半径方向のサイズともに、開口孔 11 A の寸法よりも 100 ~ 200 μm 大きく作製してある。ウィック 15 a、15 b の長さ（L）は約 30 mm である。ウィック 15 a、15 b を PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）製の多孔質体で構成して弾力性をもたせることで、本体ケース 11 の開口孔 11 A よりもウィック寸法をわずかに大きく設定して、ウィック 15 a、15 b を本体ケース 11 の内壁に密着させることができる。樹脂ウィック 15 a、15 b の平均ポラス径は約 2 μm 、空孔率は約 40 % である。樹脂ウィック 15 a、15 b は楕円型のコップのような形状をしており、ウィック 15 a、15 b の内側に、高さ 2 mm、幅 14 mm の断面がオーバル形の空間 17 a、17 b が形成されている。この空間 17 a、17 b が作動液の通路となり、液相の作動流体 5 が接続管 14 から樹脂製のマニフォールド 19 を介して蒸発器 10 内に流入する。ウィック 15 a、15 b がそれぞれ金属の本体ケース 11 と接触する接触面には、複数の溝（深さ 1mm x 幅 1mm）で構成されるグループ 16 a、16 b が形成されている。各溝の表面で蒸気が発生し、発生した蒸気は溝を通過して蒸発器 10 から排出され、蒸気管 13 に至る。

30

40

【 0 0 2 7 】

樹脂製のマニフォールド 19 は、樹脂製ウィック 15 a、15 b との間に隙間ができないようにして、金属製の本体ケース 11 の内部に設置されている。樹脂製マニフォールド 19 は、たとえば MC ナイロン製である。マニフォールド 19 は接続管 14 から流れ込んできた液相の作動流体 5 を、マニフォールド 19 から外に漏らさずに樹脂製ウィック 15 a、15 b に振り分ける。樹脂製マニフォールド 19 を設置することにより、蒸発器 10

50

に流れ込んだ液相の作動流体 5 に熱が伝わりにくくなるという断熱効果が期待できる。

【 0 0 2 8 】

リザーバタンク 2 5 は、高さ 2 0 m m、幅 3 0 m m（垂直方向）、長さが 6 0 m m、肉厚 1 m m の箱型であり銅製である。このリザーバタンク 2 5 を蒸発器 1 0 から 1 0 0 m m 離れた液管 1 2 上に設置した。蒸発器 1 0 とリザーバタンク 2 5 を結ぶ接続管 1 4、リザーバタンク 2 5 と凝縮器 3 0 を結ぶ液管 1 2、蒸気管 1 3、及び凝縮器 3 0 の配管はすべて外径 4 m m、内径 3 m m の銅管を用いた。

【 0 0 2 9 】

バイパス管 1 8 は、蒸発器 1 0 の液側（マニフォールド 1 9 を挿入してある位置）とリザーバタンク 2 5 とが連通するように取り付けられている。バイパス管 1 8 と接続管 1 4 の位置関係は、ループ型ヒートパイプ 1 を電子機器に実装した際に、バイパス管 1 8 が重力方向に対して接続管 1 4 よりも上方に位置する関係にある。バイパス管 1 8 は外径 2 m m、内径 1 m m の銅製細管とした。これにより、気泡詰まりの問題を解消することに加え、バイパス管 1 8 を通過する蒸発器 1 0 から的高温の蒸気が、リザーバタンク 2 5 に至るまでに温度が低下して、リザーバタンク 2 5 内の作動液 5 の温度上昇を防止する効果も期待できる。

【 0 0 3 0 】

上述のようにして蒸発器 1 0 とリザーバタンク 2 5 を組み立てた後、蒸気管 1 3、放熱フィンを設置した凝縮器 3 0、及び液管 1 2 を溶接にて環状に接続し、内部に作動流体を封入した。蒸気管 1 3 から凝縮器 3 0、液管 1 3、リザーバタンク 2 5 までの全長は約 9 0 0 m m である。実施例 1 では、作動流体として n-ペンタンを用いるが、水やエタノール、R141B、アセトン、ブタン、アンモニアなどを作動流体として封止してもよい。

【 0 0 3 1 】

蒸発器 1 0 を電子機器内の発熱部品（CPU）2 0 に取り付けるには、サーマルグリース（例えば、コスモ石油製 W4500 など）2 1 を介して、押さえつけ金具（図示しない）などをネジ止めすることにより取り付け。図 5 の例では、ループ型ヒートパイプ 1 が適用される電子機器はタワー型デスクトップパソコンであり、筐体（不図示）内部にプリント板 4 0 が垂直に実装されている。

【 0 0 3 2 】

実施例 1 の効果を確認するため、図 5 の配置構成でプリント板 4 0 上に実装された最大発熱量 1 0 0 W の CPU 2 0 を、ループ型ヒートパイプ 1 により冷却し、熱輸送抵抗の変化を測定した。ループ型ヒートパイプ 1 の動作中、凝縮器 3 0 の放熱フィンに送風ファン（図示しない）から空気を送って冷却を促進した。送風ファンにより、放熱フィンを通じた熱い空気はそのまま筐体外に放出される。比較例として、蒸発器 1 0 とリザーバタンク 2 5 との間にバイパス管 1 8 を設けないことを除いて、実施例 1 と同一の構成のループ型ヒートパイプを試作し、同様の冷却方法により冷却機能を測定した。

【 0 0 3 3 】

図 7 は、実施例 1 のループ型ヒートパイプ 1 と従来構成のループ型ヒートパイプの冷却機能を比較するグラフである。グラフの横軸は CPU 2 0 の発熱量 [W]、縦軸は熱輸送抵抗 [K / W] である。熱輸送抵抗は、CPU 2 0 の発熱量の変化ごとに蒸発器 1 0 と凝縮器 3 0 の平均温度を測定し、両者の温度差を発熱量で除した値である。バイパス管 1 8 を設置しない従来構成のループ型ヒートパイプの場合、CPU 2 0 の発熱量が 3 0 W で熱抵抗が上昇し始め、5 8 W で蒸発器 1 0 がドライアウトして CPU 2 0 の温度が急激に上昇した。他方、実施例 1 のバイパス管 1 8 を設けたループ型ヒートパイプ 1 の場合、CPU 2 0 の発熱量が 9 0 W になるまで熱抵抗の急激な上昇は発生せず、CPU 2 0 を安定して冷却できることが確認された。

【 0 0 3 4 】

このように、実施例 1 の構成を採用することにより、平板形状の蒸発器 1 0 を垂直配置で用いた場合でも、ループ型ヒートパイプ 1 を正常に作動させ、高い冷却性能を維持することができる。また、実施例 1 のループ型ヒートパイプ 1 は、電子機器を安定して冷却す

10

20

30

40

50

ることができるので、電子機器の安定動作が実現される。さらに、ループ型ヒートパイプ 1 で蒸発器 10 を小型・薄型化しても、作動液の循環を妨げることがないので、高密度実装コンピューターに実装される高発熱の電子部品を冷却する際にも、設計自由度を高く維持することができる。

【0035】

なお、実施例 1 では、平板型蒸発器の発熱体との接触面を重力方向 G に沿って配置する垂直型配置を例にとって説明したが、図 1 B のように水平に置かれた発熱体上に平板型蒸発器を配置して冷却する構成にも適用可能である。この場合も、リザーバタンクから蒸発器に作動液を供給する接続管よりも重力方向で上方にバイパス管を設け、動作時に蒸発器内に発生する蒸気泡を効率良くリザーバタンクへと排出する。この構成により、水平に置かれた蒸発器内部での気泡詰まりや、毛細管力の阻害を防止することができる。

10

【0036】

実施例 1 では、凝縮器 30 の放熱フィンへ送風することで冷却を促進したが、凝縮器部 30 を室温以下に冷却した液体に浸すなどの液冷方式により冷却してもよい。また、バイパス管は銅製に限らず、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金など導伝導率の高い材料で構成してもよい。

【実施例 2】

【0037】

次に、実施例 2 のループ型ヒートパイプを説明する。実施例 2 では、ループ型ヒートパイプをマルチ CPU 基板の冷却に適用する。大型コンピューターの場合、高性能化のため複数の CPU を設置することが主流となっている。ループ型ヒートパイプで複数の電子部品を冷却する場合、図 8 A に示すように電子部品 20 の数に応じて複数の蒸発器 10 を配置し、蒸発器 10 ごとにリザーバタンク 25 を設ける構成が考えられる。しかし、発熱体 20 の数だけ近傍にリザーバタンク 25 を設けるとなると、設計自由度が著しく阻害される。特に、小型・高密度実装が要求される電子機器内の素子を冷却する上では、リザーバタンク 25 用のスペースの確保はボトルネックとなる。一般にコンピューター内で最も発熱量が大きい電子部品は CPU であり、CPU の周囲は、電気信号の遅延を回避して高性能を維持するために最も高密度実装が要求される箇所だからである。

20

【0038】

そこで、図 8 B のループ型ヒートパイプ 2 のように、CPU 等の発熱体から離れた位置に共通のリザーバタンク 25 を配置し、接続管 14 で各蒸発器 10 に作動液を供給する配置構成を採用する。従来のループ型ヒートパイプをそのままマルチ CPU に拡張した場合、電子機器内部のレイアウトの関係で、各蒸発器 10 と、離れて位置するリザーバタンク 25 とを径の小さな接続管 14 で接続することになるため、蒸気泡による冷却性能阻害の問題が顕著化する。蒸発器 10 内で発生する気泡により、リザーバタンク 25 から蒸発器 10 に作動液がスムーズに供給されず、ウィックがドライアウトするという問題が、各蒸発器 10 で発生するからである。これに対し、実施例 2 では、各蒸発器 10 を接続管 14 で共通のリザーバタンク 25 に接続するとともに、重力方向にみて接続管 14 の上方にバイパス管 18 を設け、各蒸発器 10 から蒸気をリザーバタンク 25 へと排出する。この構成により、各蒸発器 10 で蒸気詰まりの問題が解消され、蒸発器 10 への作動液の供給を適正に維持できる。

30

40

【0039】

図 9 は、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 の主要部を示す概略構成図である。図 9 では、リザーバタンク 25 に接続されている複数の蒸発器 10 のうちのの一つを示している。水平方向（すなわち重力方向と直交する方向）に置かれた CPU 等の発熱体 20 の上面に蒸発器 10 が配置され、蒸発器 10 の底面が CPU 20 との接触面となっている。接続管 14 よりも重力方向 G に対して上側に、バイパス管 18 が設けられている。バイパス管 18 は、たとえば蒸発器 10 の CPU 20 との接触面と反対側の面（上面）に接続されている。バイパス管 18 の内径は、実施例 1 と同様に、高温の蒸気がリザーバタンク 25 に到達するまでの間にある程度温度が下がっているように、接続管 14 の内径よりも小さく設

50

定されている。

【 0 0 4 0 】

図 1 0 A ~ 図 1 0 C は、ループ型ヒートパイプ 2 の動作時のリザーバタンク 2 5 への蒸気の排出を説明する図である。まず、図 1 0 A に示すように、蒸気泡が発生する以前、たとえば CPU 2 0 から蒸発器 1 0 に伝わる熱が、いまだ蒸発器 1 0 内に供給される作動液 5 を直接蒸発させる程度に至っていない間は、蒸発器 1 0 の内壁に密着するウィック 1 5 に浸透した作動液 5 が、CPU 2 0 からの熱を吸収し気化して、図示しないグループを通過して蒸気管 1 3 へと排出される。このとき、バイパス管 1 8 の内部では作動液 5 が静止しているか、又は蒸発器 1 0 に向かう方向に流動する。

【 0 0 4 1 】

その後、図 1 0 B に示すように CPU 2 0 からの発熱が増大すると、蒸発器 1 0 の内壁でウィック 1 5 に浸透した作動液 5 を蒸発させるだけではなく、接続管 1 4 から蒸発器 1 0 内に供給された作動液 5 にも熱が漏れ伝わる。このヒートリークにより、蒸発器 1 0 の内部（ウィック 1 5 の内側）の作動液 5 中に気泡が生じ、蒸発器 1 0 の内部に蒸気 1 0 3 が発生する。

【 0 0 4 2 】

図 4 C に示すように、蒸発器 1 0 内に発生した高温の蒸気 1 0 3 は、バイパス管 1 8 を通過して低温側のリザーバタンク 2 5 へと向かう。リザーバタンク 2 5 に排出された蒸気はリザーバタンク 2 5 の液面で凝集して液相に戻る。このような蒸気の排出により、接続管 1 4 から蒸発器 1 0 へ向かう作動液 5 の流れは阻害されない。また、蒸発器 1 0 内に滞留する気泡に起因するウィック 1 5 の毛細管力の阻害も回避できる。

【 0 0 4 3 】

図 1 1 は、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 の全体構成図である。冷却対象のコンピュータは平置き型のラックマウントサーバーであり、筐体（図示せず）の内部にプリント配線板 4 0 が水平に実装されている。プリント配線板 4 0 上に実装された 4 つの CPU 2 0（CPU 当たりの最大発熱量 1 0 0 W）を、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 を用いて冷却する。

【 0 0 4 4 】

CPU 2 0 の各々に蒸発器 1 0 を接触させて配置し、対応する CPU 2 0 を冷却する。図 1 1 の例では、複数の蒸発器 1 0 は循環系の中で並列に配置され、各蒸発器 1 0 の蒸気出口は Cu 製の蒸気管（外径 6mm、内径 5mm）1 3 により集合され、凝縮器 3 0 の入口に至る。凝縮器 3 0 は、Cu 製の凝縮管にアルミ製フィン（厚さ 0.1mm、ピッチ 1.5mm）がカシメ取り付けされている。凝縮器 3 0 の出口とリザーバタンク 2 5 との間は Cu 製の液管（外径 3mm、内径 2mm）により接続されている。リザーバタンク 2 5 と各蒸発器 1 0 は、作動液の供給用に接続管 1 4 で接続されるとともに、蒸発器 1 0 内の蒸気を排出するためのバイパス管 1 8 により連通している。各蒸発器 1 0 の内部構造は、図 6 A 及び図 6 B を参照して実施例 1 で説明したとおりであり、ここでは説明を省略する。

【 0 0 4 5 】

リザーバタンク 2 5 は、高さ 25mm、幅 120mm、長さが 50mm、肉厚 0.5mm の箱型であり SUS 製である。このリザーバタンク 2 5 と 4 つの蒸発器 1 0 の各々を、長さ 100 ~ 150mm の接続管 1 4（外径 5mm、内径 4mm）、及びバイパス管 1 8 で接続した。バイパス管 1 8 は、各蒸発器 1 0 の液側（作動液の流入側）とリザーバタンク 2 5 が連通するように取り付けられている。バイパス管 1 8 と接続管 1 4 の位置関係は、実施例 1 と同様に、ループ型ヒートパイプ 2 を電子機器に実装した際にバイパス管 1 8 が重力方向で接続管 1 4 よりも上方に位置する関係に設置されている。バイパス管 1 8 は外径 2mm、内径 1mm の銅製細管としたが、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金などで構成してもよい。これによりバイパス管 1 8 を通過する蒸発器からの高温の蒸気が、リザーバタンク 2 5 に至るまでに温度が低下し、不必要にリザーバタンク 2 5 内の作動液 5 の温度を上昇させることを防止する効果が期待できる。

【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

上述のようにして複数の蒸発器 10 とリザーバタンク 25 を組立てた後、蒸気管 13、放熱フィンを設置した凝縮器 30、液管 12 を環状に溶接にて接続し、内部に作動流体を封入する。蒸気管 13 から凝縮器 30、液管 12、リザーバタンク 25 の全長は約 900 mm である。実施例 2 では、作動流体 5 として n-ペンタンを用いたが、水やエタノール、R141B、アセトン、ブタン、アンモニアなどを作動流体として封止してもよい。

【0047】

各 CPU 20 への蒸発器 10 の取り付けは、サーマルグリース（例えば、コスモ石油製 W4500 など）を介して、押さえつけ金具を用いてネジ止め（バネ付き）により取り付ける。ループ型ヒートパイプ 2 の凝縮器 30 は、放熱フィンに送風ファン 35 からの空気を送ることによって冷却する。送風ファンにより放熱フィンを通過した熱が筐体（図示せず）の外部に放出される。あるいは、凝縮器 30 を室温以下に冷却した液中に浸すなどの液冷方式により冷却してもよい。

10

【0048】

上記の方法により作製したループ型ヒートパイプ 2 の冷却効果を検証するために、ループ型ヒートパイプ 2 を冷却対象であるラックマウントサーバーに実装し、各 CPU の内部温度を測定した。比較例として、各蒸発器 10 とリザーバタンク 25 との間にバイパス管 18 を設けないことを除いて、同一の構成でマルチ CPU に拡張したループ型ヒートパイプを試作して、同様の測定を行った。

【0049】

図 12 は実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 の冷却効果を示すグラフである。サーバーを動作させ、ループ型ヒートパイプ 2 を作動して、4 つの CPU の温度を時間の関数として実測した結果を示す。比較例としてのバイパス管 18 を設置しないループ型ヒートパイプの場合、作動流体の循環が開始されず、CPU 温度は 4 つとも 60 を超えて上昇し続けたので、実験を中止した。他方、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 の場合、CPU は 4 つとも異常な温度上昇を生ずることはなく、安定した温度で動作を継続することができた。これは、ループ型ヒートパイプ 2 内で作動流体 5 が安定して循環していることを裏付ける。4 つの CPU 温度が異なるのは、各 CPU の作動状態が異なるためであり、いずれの CPU もほぼ一定温度で安定して動作している。

20

【0050】

このように、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 によれば、蒸発器 10 から離れた場所にリザーバタンクを設置した場合でも、ループ型ヒートパイプ 2 の正常な動作が維持される。また、各蒸発器 10 から離れた位置にリザーバタンク 25 を設置できるため、電子機器内のプリント配線板のレイアウト設計が容易になり、電子機器を高性能化できる。さらに、複数の発熱体 10 を蒸気詰まりを生じさせることなく同時に冷却することが可能である。このように実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 は、マルチ CPU 化が進むコンピューターの冷却に適している。

30

【0051】

なお、実施例 2 では水平に配置した CPU を冷却する平板型蒸発器を例にとって説明したが、マルチ CPU を実施例 1 のように垂直配置した構成にも適用可能である。その場合は、各蒸発器 10 を共通リザーバタンク 25 と同じ高さ位置又はそれよりも低い位置に配置し、各蒸発器 10 とリザーバタンク 25 との間をつなぐバイパス管がリザーバタンク 25 よりも高い位置に配置する。さらに、実施例 2 のループ型ヒートパイプ 2 を、円筒型蒸発器を用いてマルチ CPU を冷却する場合に適用することも可能である。この場合、円筒型蒸発器の各々を、離れて位置する共通のリザーバタンクに接続することになるので、実装密度とレイアウトの関係から径の小さな接続管での接続が要請される場合に、効果的に蒸気詰まりの問題を解消することができる。

40

【0052】

函体の中にマルチ CPU を実装したプリント配線板を収容し、図 11 に示すようにループ型ヒートパイプ 2 を実装した場合は、平置き型のラックマウントサーバー等の電子機器が提供される。また、図示はしないが、図 11 に示すマルチ CPU 対応のループ型ヒート

50

パイプにおいて、各蒸発器 10 の内部に 2 以上に分割された多孔質体のウィックが水平に並べられた構成としてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明にかかるループ型ヒートパイプは、電子機器等、種々の発熱体の冷却装置に適用可能である。

【符号の説明】

【0054】

1、2 ループ型ヒートパイプ

5 作動流体

10 蒸発器

11 蒸発器本体ケース

12 液管

13 蒸気管

14 接続管

15、15a、15b ウィック

18 バイパス管

20 発熱体（電子機器）

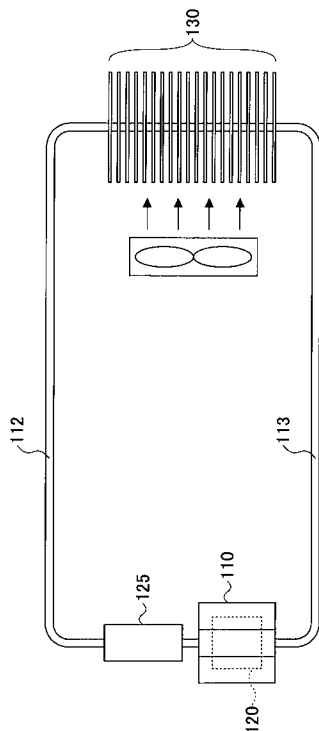
25 リザーバタンク

40 プリント配線板

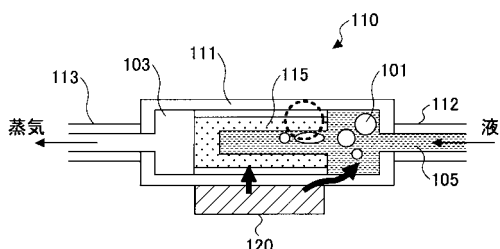
10

20

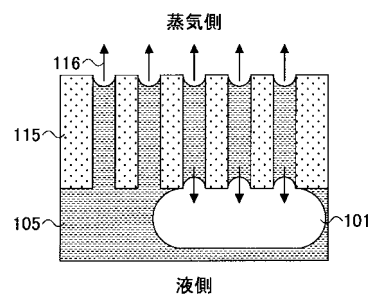
【図1A】



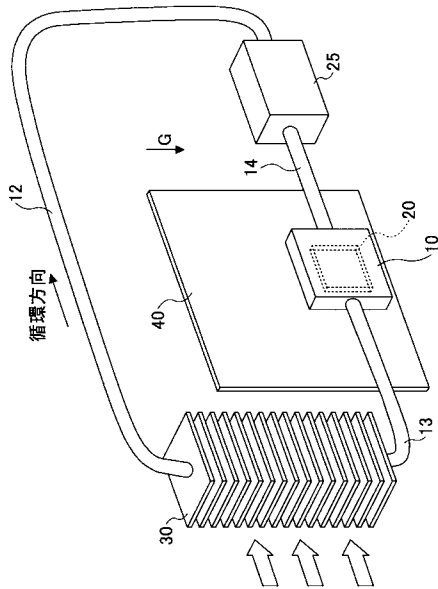
【図1B】



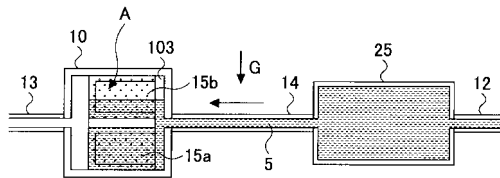
【図1C】



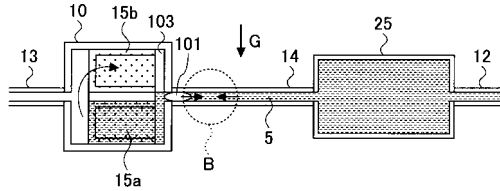
【図 2 A】



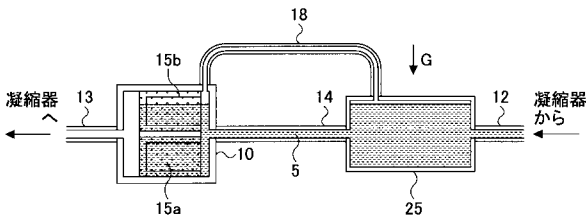
【図 2 B】



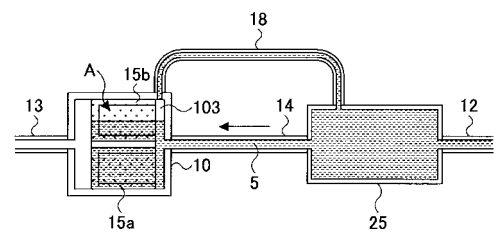
【図 2 C】



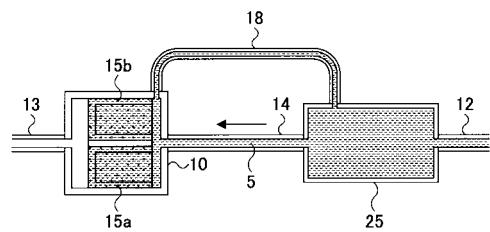
【図 3】



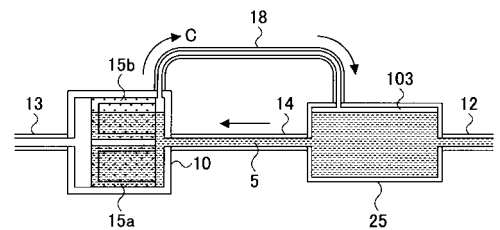
【図 4 B】



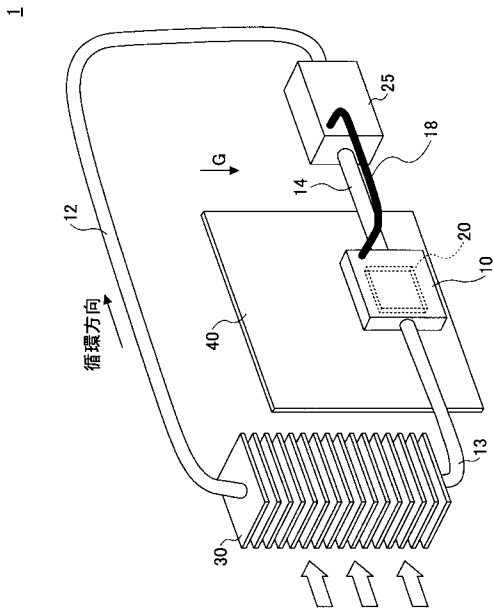
【図 4 A】



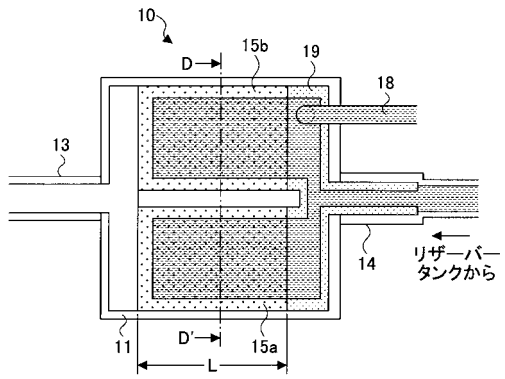
【図 4 C】



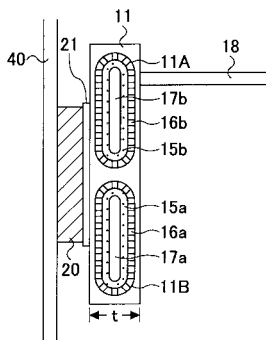
【図5】



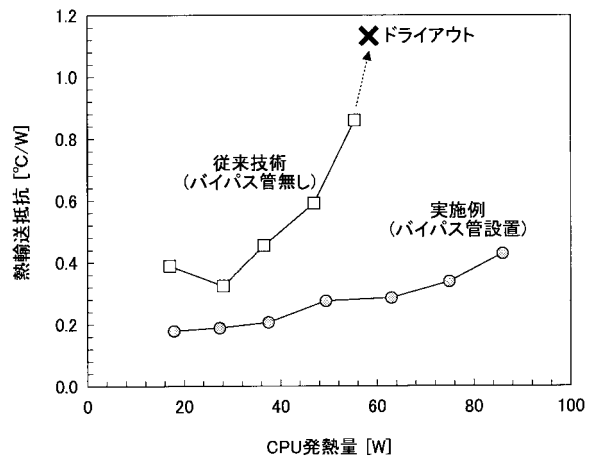
【図6A】



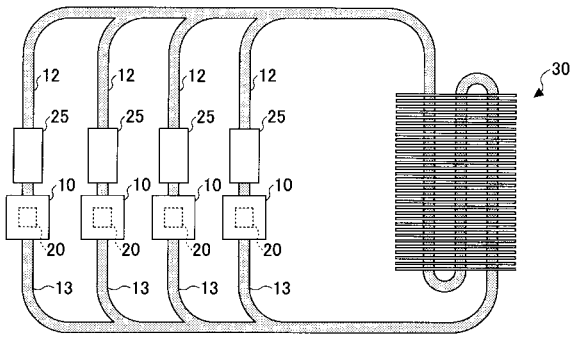
【図6B】



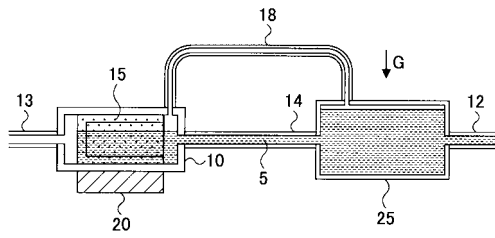
【図7】



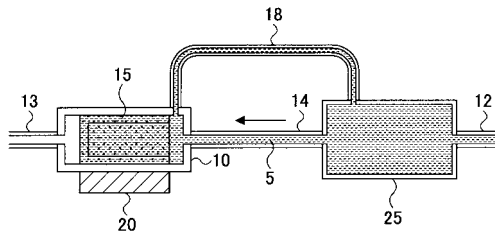
【図 8 A】



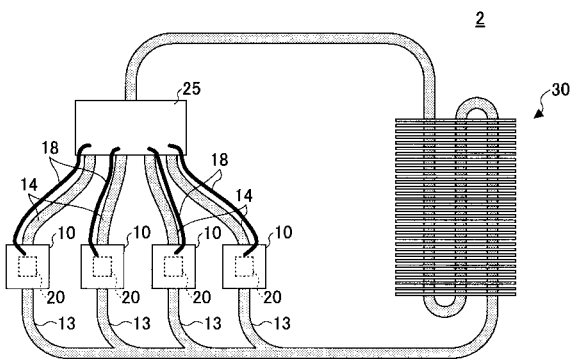
【図 9】



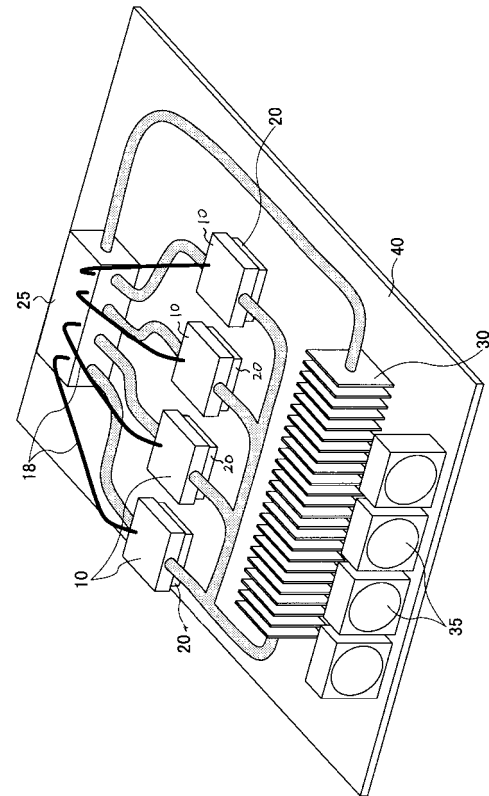
【図 10 A】



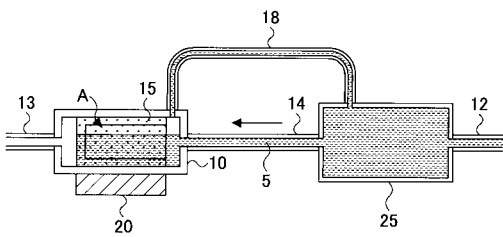
【図 8 B】



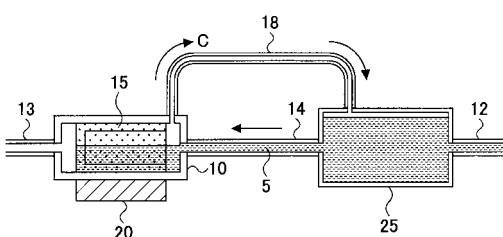
【図 11】



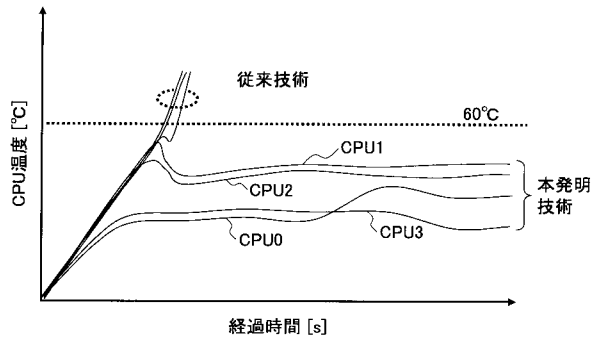
【図 10 B】



【図 10 C】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 尾形 晋

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

(72)発明者 日比野 聖二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 柳幸 恵子

(56)参考文献 特開昭60-191147(JP,A)

特開2005-086078(JP,A)

特開2006-012874(JP,A)

特開昭61-128093(JP,A)

特開2000-146471(JP,A)

特開2009-115396(JP,A)

実開昭61-069679(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02