

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5370074号  
(P5370074)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl. F I  
**F 2 8 D 15/02 (2006.01)** F 2 8 D 15/02 1 O 1 L  
**F 2 8 D 15/06 (2006.01)** F 2 8 D 15/02 L  
 F 2 8 D 15/02 1 O 5 D

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2009-246329 (P2009-246329)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社
(22) 出願日	平成21年10月27日(2009.10.27)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2011-94822 (P2011-94822A)	(74) 代理人	100091672 弁理士 岡本 啓三
(43) 公開日	平成23年5月12日(2011.5.12)	(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
審査請求日	平成24年7月20日(2012.7.20)	(72) 発明者	木村 孝浩 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	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備えた電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

外部から受熱して作動液を蒸発させる蒸発部と、  
 外部に放熱を行い前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮部と、  
 前記蒸発部に流入する作動液を貯留する補償チャンバと、  
 前記蒸発部で発生した前記作動液の蒸気を前記凝縮部に導く蒸気管と、  
 前記凝縮部で凝縮された前記作動液を前記補償チャンバに導く液管と、  
 前記蒸発部内に配置され、前記補償チャンバと連通した作動液流路と前記蒸気管と連通した蒸气流路とを隔てるウィックと、

前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動可能であり、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも高いトップヒート配置のときに前記作動液流路内に移動して、前記作動液流路の容積を減少させるスペーサと、  
 を有することを特徴とするループ型ヒートパイプ。

【請求項2】

前記スペーサは、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも低いボトムヒート配置のときに前記補償チャンバ内に移動す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】

前記補償チャンバ及び前記作動液流路は、トップヒート配置又はボトムヒート配置となったときに高低差を生じ、前記スペーサは自重により前記補償チャンバ内と前記作動液流

10

20

路内との間を移動することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 4】

前記スペースの表面が前記作動液と親和性を有する材料で覆われていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 5】

前記スペースは前記作動液よりも比重が大きい材料からなることを特徴とする請求項 3 に記載のループ型ヒートパイプ。

【請求項 6】

外部から受熱して作動液を蒸発させる蒸発部と、  
外部に放熱を行い前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮部と、  
前記蒸発部に流入する作動液を貯留する補償チャンバと、  
前記蒸発部で発生した前記作動液の蒸気を前記凝縮部に導く蒸気管と、  
前記凝縮部で凝縮された前記作動液を前記補償チャンバに導く液管と、  
前記蒸発部内に配置され、前記補償チャンバと連通した作動液流路と前記蒸気管と連通した蒸气流路とを隔てるウィックと、

前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動可能であり、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも高いトップヒート配置のときに前記作動液流路内に移動して、前記作動液流路の容積を減少させるスペースと、

を有するループ型ヒートパイプを搭載した電子機器であって、

前記蒸発部は発熱する電子部品と熱的に接続されていることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発熱素子等の冷却に用いられるループ型ヒートパイプ及びこれを備えた電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、コンピュータ等の電子機器の発熱量及び発熱密度が増加し、冷却性能の向上が求められている。そのため、ヒートシンクを冷却ファンの近傍等の冷却に適する場所に配置し、CPU等の発熱量の大きな電子部品とヒートシンクとをヒートパイプで熱的に接続して冷却する方法が広く用いられている。従来、ヒートシンクと電子部品とを熱的に接続するヒートパイプとしては、構造が簡単な単管型ヒートパイプが利用されてきた。しかし、単管型ヒートパイプの熱輸送能力は30～50W程度と低く、電子機器の冷却を行うのに十分ではないことがある。一方、ループ型ヒートパイプは単管型ヒートパイプに比べて熱輸送能力が優れることから、電子機器への搭載を目指した開発が進められている。

【0003】

ループ型ヒートパイプは、作動液（液相の作動流体）を蒸発させる蒸発部と、蒸気（気相の作動流体）を凝縮させる凝縮部と、蒸発部に供給する作動液を一時的に貯留する補償チャンバとを備える。蒸発部と凝縮部とは蒸気管で接続され、凝縮部と補償チャンバとは液管で接続される。さらに、蒸発部の内部には、補償チャンバと連通した作動液流路と、蒸気管と連通した蒸气流路と、作動液流路と蒸气流路とを隔てるウィックと呼ばれる多孔質部材とが設けられている。ウィックは、作動液流路の作動液を毛細管力で蒸气流路側に輸送する機能と、蒸气流路の蒸気が作動液流路に逆流するのを防ぐ機能とを有し、蒸発部と凝縮部との間で作動流体（作動液及びその蒸気を含む）を循環させる。

【0004】

ところで、コンピュータ等の電子機器は、設置、輸送及び保管等の状況により様々な向きに配置される。そのため、電子機器に搭載されるループ型ヒートパイプは、蒸発部（高温部）が凝縮部（低温部）よりも上側になる、いわゆるトップヒート配置となる場合が想

定される。この場合、作動停止時に作動液が重力により補償チャンバから流出し、作動液を蒸気流路側に輸送する機能及び蒸気が作動液流路側に逆流するのを防ぐ機能が働かなくなるとしてループ型ヒートパイプを始動することができなくなる。

【0005】

上述の不具合の発生を防ぐために、従来のループ型ヒートパイプではループ型ヒートパイプ内に封入する作動液の量を最適な熱輸送特性が得られる量よりも増加させている。このように作動液の量を増加させると、トップヒート配置でも動液流路内を作動液で満たしてウィックを湿潤させておくことが可能となり、ループ型ヒートパイプの始動性が向上する。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-168273号公報

【特許文献2】特開2009-115396号公報

【特許文献3】特開2002-340489号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、従来のようにループ型ヒートパイプ内に封入する作動液の量を増加させると、液相の割合の増加に伴って流動抵抗が高くなり、作動流体の循環量が低下してしまう。さらに、凝縮部において作動液の比率が高まるので蒸気の凝縮を効率良く行えなくなる。このため、ループ型ヒートパイプの熱輸送能力が低下してしまう。

20

【0008】

そこで、始動性及び熱輸送能力に優れたループ型ヒートパイプ及びこれを備えた電子機器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】

【0009】

一観点によれば、外部から受熱して作動液を蒸発させる蒸発部と、外部に放熱を行い前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮部と、前記蒸発部に流入する作動液を貯留する補償チャンバと、前記蒸発部で発生した前記作動液の蒸気を前記凝縮部に導く蒸気管と、前記凝縮部で凝縮された前記作動液を前記補償チャンバに導く液管と、前記蒸発部内に配置され、前記補償チャンバと連通した作動液流路と前記蒸気管と連通した蒸気流路とを隔てるウィックと、前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動可能であり、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも高いトップヒート配置のときに前記作動液流路内に移動して、前記作動液流路の容積を減少させるスペーサと、を有するループ型ヒートパイプが提供される。

30

【発明の効果】

【0010】

上記観点のループ型ヒートパイプによれば、トップヒート配置になるとスペーサが作動液流路内に入り、作動液流路の容積を減少させる。そのため、トップヒート配置で補償チャンバ及び作動液流路から作動液が流出しても作動液流路内に残存する作動液で作動液流路を満たすことができる。これにより、ウィックが作動液と接する部分が増加してウィック全体を湿潤させることができ、ループ型ヒートパイプを始動させることができる。さらに、ループ型ヒートパイプ内に封入する作動液の量を過度に増加させる必要がないため、熱輸送特性にも優れる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1(a)は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをトップヒート配置で作動停止させた状態で示す図であり、図1(b)は図1(a)の状態における補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。

50

【図2】図2(a)は、実施形態に係る蒸発部をウィックの軸に垂直な面に沿って切断して示す断面図であり、図2(b)は実施形態に係る蒸発部及び補償チャンバを示す透視図である。

【図3】図3(a)は、ウィックの空孔が作動液で満たされているときの気相の作動流体の流れを示す模式図であり、図3(b)はウィックの空孔が作動液で満たされていない場合の気相の作動流体の流れを示す模式図である。

【図4】図4は、参考例に係る補償チャンバ及び蒸発部を示す模式図である。

【図5】図5(a)は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをトップヒート配置で作動させた状態で示す図であり、図5(b)は図5(a)の補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。

10

【図6】図6(a)は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをボトムヒート配置で作動させた状態を示す図であり、図6(b)は図6(a)状態における補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。

【図7】図7(a)～(c)は、実施例に係るループ型ヒートパイプを示す図である。

【図8】図8は、実施形態に係るループ型ヒートパイプを実装したコンピュータを示す透視図である。

【図9】図9は、実施形態に係るループ型ヒートパイプの蒸発部と電子部品との接続構造を示す側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

20

以下、本発明の実施形態について、添付の図面を参照して説明する。

【0013】

図1(a)は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをトップヒート配置で作動停止させた状態を示す図であり、図1(b)は図1(a)の補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。図2(a)は、実施形態に係る蒸発部をウィックの軸に垂直な面に沿って切断して示す断面図であり、図2(b)は実施形態に係る蒸発部及び補償チャンバを示す透視図である。なお、図1において矢印Aは鉛直上向き方向を示し、他の図についても同様とする。

【0014】

図1(a)に示すように、本実施形態のループ型ヒートパイプ10は、補償チャンバ11、蒸発部12、蒸気管13、コンデンサ管(凝縮部)14及び液管15を備え、内部には作動液18が飽和蒸気圧の蒸気と共に封入されている。

30

【0015】

補償チャンバ11は、蒸発部12に隣接して配置されおり、蒸発部12に供給する作動液18を一時的に貯留する。この補償チャンバ11は、ループ型ヒートパイプ10がトップヒート配置の際に蒸発部12よりも上に位置し、ボトムヒート配置(蒸発部12の位置が凝縮部14の位置よりも低い配置)の際に蒸発部12よりも下に位置する。補償チャンバ11の内部には、例えば内径14mm程度、長さが11mm程度の空間が設けられている。

【0016】

40

図1(b)、図2(a)及び図2(b)に示すように、蒸発部12は、ヒートブロック21及びウィック22を備えている。

【0017】

ヒートブロック21は、銅等の熱伝導性の良い材料からなり、例えば、縦50mm程度、横50mm程度及び厚さ20mm程度の平板状に形成されている。ヒートブロック21の内部には、例えば直径14mm程度、長さ43mm程度の円柱状の空洞部21aが形成されている。空洞部21a内には、ウィック22が空洞部21aの内壁と接触するようにして収容されている。

【0018】

ウィック22は、一方の端部が封鎖された円筒状(有底円筒状)に形成された多孔質材

50

料からなり、内側の空間が作動液流路 2 2 b となっている。ウィック 2 2 は、例えば外径が 1 4 mm 程度、軸方向の長さが 4 0 mm 程度であり、作動液流路 2 2 b は、例えば内径 5 mm 程度、軸方向の長さが 3 3 mm 程度である。また、ウィック 2 2 の空隙率は例えば 0 . 5 程度である。

**【 0 0 1 9 】**

ウィック 2 2 の外周側には、例えば幅（ウィック 2 2 の周方向の長さ）が 1 mm 程度、深さ（ウィック 2 2 の半径方向の長さ）が 2 . 5 mm 程度、長さが（ウィック 2 2 の軸方向の長さ）4 0 mm 程度のグループ溝（蒸気流路）2 2 a が形成されている。この蒸気流路 2 2 a は、ウィック 2 2 の外周に例えば 8 本程度、等間隔に配置されている。

**【 0 0 2 0 】**

作動液流路 2 2 b は、補償チャンバ 1 1 と連通し、蒸気流路 2 2 a は蒸気管 1 3 と連通している。また、蒸気流路 2 2 a と作動液流路 2 2 b とはウィック 2 2 によって隔離されている。

**【 0 0 2 1 】**

上述の例では蒸気流路 2 2 a をウィック 2 2 側に設けているが、本実施形態はこれに限定されるものではなく、蒸気流路 2 2 a をヒートブロック 2 1 の空洞部 2 1 a の内周面側に設けてもよい。

**【 0 0 2 2 】**

図 1 ( b ) に示すように、作動液流路 2 2 b 内には、円柱状のスペーサ 1 6 が挿入されている。このスペーサ 1 6 は、作動液流路 2 1 b と補償チャンバ 1 1 との高低差により作動液流路 2 2 b 内と補償チャンバ 1 1 内との間を移動することができる。すなわち、ループ型ヒートパイプ 1 0 をトップヒート配置としたときには、スペーサ 1 6 は自重により作動液流路 2 2 b 内に移動して作動液流路 2 2 b 内の容積を減少させる。また、後述するようにループ型ヒートパイプ 1 0 をボトムヒート配置としたときは、スペーサ 1 6 は自重により補償チャンバ 1 1 内に移動して作動液流路 2 2 b 内の流路を拡大させる。

**【 0 0 2 3 】**

スペーサ 1 6 は、例えば直径が 4 . 5 mm 程度、長さが 9 mm 程度の円柱状のアルミニウム棒からなる。なお、スペーサ 1 6 の材料はアルミニウムに限定されるものではなく、作動液 1 8 よりも比重が大きく作動流体と化学反応しにくい材料、例えば、金属、セラミック及びフィラー充填樹脂等の材料等を用いることができる。また、スペーサ 1 6 の形状は円柱状に限定されるものではなく、角柱状や球状等としてもよい。さらに、スペーサ 1 6 の表面を樹脂材料などで被覆してもよい。この場合には、作動流路 2 2 b 内に作動液 1 8 をスムーズに導入することができるように、作動液 1 8 と親和性を有する材料（例えばポリフッ化エチレン）でスペーサ 1 6 を被覆すると好適である。また、スペーサ 1 6 に面取加工（角部を丸める加工）を施すと、スペーサ 1 6 をスムーズに移動させることができ好適である。

**【 0 0 2 4 】**

図 1 ( a ) に示すように、蒸気管 1 3 は、蒸発部 1 2 とコンデンサ管 1 4 とを接続し、蒸発部 1 2 で発生した蒸気をコンデンサ管 1 4 に導く。コンデンサ管 1 4 は、ヒートシンク（図示せず）を備え、このヒートシンクで放熱することで蒸気を凝縮させて作動液 1 8 を生成させる。液管 1 5 は、コンデンサ管 1 4 と補償チャンバ 1 1 とを接続し、コンデンサ管 1 4 で生成された作動液 1 8 を補償チャンバ 1 1 に導く。蒸気管 1 3 は例えば内径が 3 mm 程度、長さが 3 0 5 mm 程度である。またコンデンサ管 1 4 は、例えば内径が 3 mm 程度、長さが 3 4 7 mm 程度である。さらに液管 1 5 は、例えば内径が 3 mm 程度、長さが 3 8 0 mm 程度である。これらの蒸気管 1 3、コンデンサ管 1 4 及び液管 1 5 は、銅等の金属パイプから形成される。

**【 0 0 2 5 】**

ループ型ヒートパイプ 1 0 に封入する作動液 1 8 としては、水、フロリナート等のフッ素系溶剤、及びエタノール等のアルコール類等を用いることができる。ここでは、作動液 1 8 として、例えば 1 0 m l （ミリリットル）程度の水をループ型ヒートパイプ 1 0 内に

10

20

30

40

50

封入するものとする。

【 0 0 2 6 】

次に、本実施形態のループ型ヒートパイプ 10 をトップヒート配置としたときの始動について説明する。図 3 ( a ) は、ウィック 2 2 の空孔 2 2 e が作動液 1 8 で満たされている場合の蒸気の流れを示す模式図であり、図 3 ( b ) はウィック 2 2 の空孔 2 2 e が作動液 1 8 で満たされていない場合の蒸気の流れを示す模式図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 ( a ) に示すように、ループ型ヒートパイプ 10 をトップヒート配置で作動停止させると、作動液 1 8 は重力の作用で凝縮管 1 4 側に集まる。ただし、この場合であっても、作動液流路 2 2 b 内には、僅かながら作動液 1 8 が残留する。これらの作動液 1 8 は、主にウィック 2 2 の空孔 2 2 e 内に浸透していた作動液等が集まったものである。本実施形態では、図 1 ( b ) に示すように、トップヒート配置のときに作動液流路 2 2 b 内にスパーサ 1 6 が入り、作動液流路 2 2 b 内の容積を減少させる。そのため、作動液流路 2 2 b 内に残留した作動液 1 8 の液面が上昇する。このとき、ウィック 2 2 が作動液流路 2 2 b 側で作動液 1 8 と接する部分の面積がウィック 2 2 の蒸气流路 2 2 a 側の面積に対して十分に大きくなる。これにより、ウィック 2 2 のほぼ全体を作動液 1 8 で湿潤させた状態とすることができる。

【 0 0 2 8 】

次に、蒸発部 1 2 を加熱すると、ウィック 2 2 はヒートブロック 2 1 を介して外周側から加熱され、ウィック 2 2 の外周側で蒸気が発生し蒸气流路 2 2 a に集められる。このとき、図 3 ( a ) に示すようにウィック 2 2 全体が湿潤している場合には、ウィック 2 2 の空孔 2 2 e 内に作動液 1 8 が表面張力で保持され、発生した蒸気はウィック 2 2 を透過できない。そのため、蒸気は蒸气流路 2 2 a 側の圧力が上昇し、蒸気管 1 3、コンデンサ管 1 4 及び液管 1 5 内に集まった作動液 1 8 を補償チャンバ 1 1 側に押し出す。以後、補償チャンバ 1 1 から作動液流路 2 2 b に作動液 1 8 が供給されて定常的な作動流体の循環が始まり、ループ型ヒートパイプ 10 を始動できる。

【 0 0 2 9 】

これに対し、図 4 に示すように、スパーサ 1 6 を作動液流路 2 2 b 内に導入しない参考例の場合には、ループ型ヒートパイプをトップヒート配置で作動停止させたときに作動液流路 2 2 b の下側の一部分のみしか作動液 1 8 で満たされない。このため、ウィック 2 2 の上端側の一部が十分に湿潤しない状態となる。この場合には、図 3 ( b ) に示すように、ウィック 2 2 の蒸气流路 2 2 a 側で発生した蒸気がウィック 2 2 の空孔 2 2 e を透過して作動液流路 2 2 b 側に逆流する。このため、蒸气流路 2 2 a と作動液流路 2 2 b との間に作動流体を循環させるのに必要な圧力差を発生することができず、ループ型ヒートパイプを始動できない。

【 0 0 3 0 】

次に、ループ型ヒートパイプ 10 の始動開始後の動作について説明する。ここに図 5 ( a ) は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをトップヒート配置で作動させた状態で示す図であり、図 5 ( b ) は作動中の補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。

【 0 0 3 1 】

図 5 ( a ) に示すように、ループ型ヒートパイプ 10 は、作動液 1 8 が液管 1 5 を経て補償チャンバ 1 1 内に流入する。図 5 ( b ) に示すように、作動液 1 8 は、補償チャンバ 1 1 内に一時的に貯留された後、作動液流路 2 2 b に移動する。作動液流路 2 2 b 内の作動液 1 8 は、ウィック 2 2 の毛細管力によってウィック 2 2 の外周側に運ばれ、ヒートブロック 2 1 からの加熱により外周部で蒸発する。このとき発生した蒸気は蒸气流路 2 2 a を経て蒸発部 1 2 内から流出し、蒸気管 1 3 によってコンデンサ管 1 4 に導かれる。コンデンサ管 1 4 では放熱が行われて蒸気が凝縮し、作動液 1 8 が生成する。コンデンサ管 1 4 で発生した作動液 1 8 は、蒸气流路 2 2 a と作動液流路 2 2 b との圧力差によって液管 1 5 内を押し上げられて補償チャンバ 1 1 内に移動する。

【 0 0 3 2 】

以上のようにして、ループ型ヒートパイプ10は作動流体を蒸発と凝縮を繰り返しつつ循環させることで蒸発部12の熱を放熱部14に輸送する。

【0033】

図6(a)は、実施形態に係るループ型ヒートパイプをボトムヒート配置で作動させた状態を示す図であり、図6(b)は図6(a)状態における補償チャンバ及び蒸発部を示す断面図である。

【0034】

図6(a)、(b)に示すように、本実施形態のループ型ヒートパイプ10は、ボトムヒート配置にすると補償チャンバ11が蒸発部12より下に配置され、作動液流路22b内のスペーサ16が自重で補償チャンバ11内に移動する。これにより、作動液流路22b内の流路(断面)を増加させることができ、作動液18の流動抵抗を減少させて熱輸送特性を向上させることができる。

10

【0035】

なお、ループ型ヒートパイプ10のボトムヒート配置での動作は、先に説明したトップヒート配置での動作と同様である。

【0036】

以下、スペーサ16を導入した実施例に係るループ型ヒートパイプ10と、スペーサ16を導入しない比較例に係るループ型ヒートパイプとを作製して始動性及び熱輸送特性を評価した結果について説明する。

【0037】

図7(a)~(c)は、実施例に係るループ型ヒートパイプを示す図である。

20

【0038】

図7(a)~(c)に示すように、実施例のループ型ヒートパイプ10の蒸気管13は内径3mm×長さ305mm、コンデンサ管14は内径3mm×長さ347mm、液管15は内径3mm×長さ347mmとした。補償チャンバ11の内径1は14mm、長さL1は11mmである。ウィック22は空隙率が0.5のものを用いた。ウィック22は、外径3が14mm、長さL4が40mmである。作動液流路22bは、内径2が5mm、長さL2が41mmである。なお、ウィック22内での作動液流路22bの長さL3は33mmである。ウィック22の蒸気管13側の端部と空洞部21aの蒸気管13側の端部との隙間L6は3mm程度である。蒸气流路22aは、幅W1が1mm、深さD1が2.5mm、長さL5が40mmであり、この蒸气流路22aをウィック22の外周部に等間隔に8本形成した。

30

【0039】

補償チャンバ11及び蒸气流路22aの内部には、直径が4.5mm、長さが9mmの円柱状のスペーサ16を3本導入した。このスペーサ16はアルミニウムからなりその表面はポリフッ化エチレン樹脂で被覆されている。

【0040】

本実施例では、上述のループ型ヒートパイプ内に作動液として10mlの水(液体)を減圧下(飽和蒸気圧下)で封入した。

【0041】

実施例のループ型ヒートパイプの各部の容積を下記の表1に示す。

40

【0042】

【表 1】

部材	容積[ml]
補償チャンバ11	1.6
作動液流路22b	0.8
ウィック22の空隙	3.9
蒸気流路22a	0.7
ウィック22前の空隙	0.3
蒸気管13	2.2
コンデンサ管14	2.5
液管15	2.6

10

以上のループ型ヒートパイプ10について、トップヒート配置及びボトムヒート配置での始動性及び熱輸送特性を評価した。なお、トップヒート配置での始動性の試験は、図7(a)に示すように、作動液18が補償チャンバ11内から流出した状態として行った。また、熱輸送特性は、蒸発部への入熱量 $Q$  [W]に対する蒸発部と凝縮部の温度差 $T$  [ ]から熱抵抗 $T/Q$  [ /W]を求めて評価した。なお、熱抵抗が小さいほどループ型ヒートパイプの熱輸送特性に優れることを意味する。

## 【0043】

その結果、実施例のループ型ヒートパイプ10は、トップヒート配置及びボトムヒート配置の何れの場合であっても始動できることが確認できた。また、ループ型ヒートパイプ10のトップヒート配置での熱抵抗は0.62 /Wであり、ボトムヒート配置での熱抵抗は0.35 /Wであった。

20

## 【0044】

次に、比較例1に係るループ型ヒートパイプについて説明する。

## 【0045】

比較例1に係るループ型ヒートパイプは、図7(a)~(c)に示す実施例のループ型ヒートパイプ10と概略同様であるが、補償チャンバ11及び作動液流路22b内にはスパーサ16を導入していない。また、比較例1では熱輸送特性を優先させるべく、補償チャンバ11の長さ $L_2$ を21mmとして実施例の補償チャンバ11の約2倍の容量とした。さらに封入する水の量は9.2mlと実施例のときよりも少なくした。その他は実施例と同様である。

30

## 【0046】

比較例1のループ型ヒートパイプについて、実施例と同様の条件でトップヒート配置及びボトムヒート配置での始動性の評価を行ったところ、ボトムヒート配置の場合には始動できたが、トップヒート配置では始動することができなかった。また、比較例のループ型ヒートパイプの熱抵抗は、ボトムヒート配置で0.30 /Wであった。

## 【0047】

以上より、比較例1では、ボトムヒート配置での熱輸送特性に優れるもの、トップヒート配置で始動することができず、熱輸送特性と始動性とを両立することができなかった。

40

## 【0048】

次に、比較例2に係るループ型ヒートパイプについて説明する。

## 【0049】

比較例2のループ型ヒートパイプの構造及びサイズは比較例1と同じである。ただし、比較例2では始動性を向上させるために、ループ型ヒートパイプ内に封入する水の量を11.3mlとし、比較例1よりも2割程度作動液の量を増加させた。

## 【0050】

比較例2のループ型ヒートパイプについて、実施例と同様の条件でトップヒート配置及びボトムヒート配置での始動性の評価を行った。その結果、ボトムヒート配置及びトップヒート配置の何れの場合にもループ型ヒートパイプを始動できることが確認できた。また

50

、比較例 2 のループ型ヒートパイプの熱抵抗は、トップヒート配置で 2.46 / W であり、ボトムヒート配置で 2.21 / W であった。

【 0 0 5 1 】

以上より、比較例 2 のループ型ヒートパイプではトップヒート配置での始動性を改善できるものの、熱輸送特性が大幅に悪化し、熱輸送特性と始動性とを両立することができなかった。

【 0 0 5 2 】

以上のように、本実施形態のループ型ヒートパイプ 10 によれば、トップヒート配置となった時にスペーサ 16 が作動液流路 22 b 内に入り、作動液流路 22 b の容積を減少させる。そのため、トップヒート配置で作動液流路 22 b 内に残存する僅かな作動液 18 で作動液流路 22 b 内を満たすことができる。これにより、ウィック 22 が作動液 18 と接する部分が増加するのでウィック 22 のほぼ全体を湿潤させることができ、トップヒート配置からの始動性を改善できる。さらに、ループ型ヒートパイプ 10 内に封入する作動液 18 の量を過度に増やす必要がないため熱輸送特性にも優れる。

【 0 0 5 3 】

以下、本実施形態に係るループ型ヒートパイプを電子機器に搭載する例について説明する。図 8 は、実施形態に係るループ型ヒートパイプを実装したコンピュータを示す透視図である。図 9 は、実施形態に係るループ型ヒートパイプの蒸発部と発熱部品との接続構造を示す側面図である。

【 0 0 5 4 】

図 8 に示すように、電子機器（コンピュータ）80 は、CPU 等の発熱量の大きな電子部品 85 と、電子部品 85 が実装された配線基板 81 と、外気を取り入れるための冷却ファン 82 と、補助記憶装置としてのハードディスクドライブ 83 と、電源部 84 とを備える。ループ型ヒートパイプ 10 は、配線基板 81 の上に実装され、コンデンサ管 14（及びヒートシンク）は、冷却ファン 82 の近傍に配置されている。また、ループ型ヒートパイプ 10 の蒸発部 12 は、図 9 に示すように、電子部品 85 の上面とサーマルグリス 86 を介して接合されている。

【 0 0 5 5 】

以上のように、本実施形態の電子機器 80 は、ループ型ヒートパイプ 10 を搭載しているので、例えば図 8 で Y1 方向が鉛直上向きとなり、トップヒート配置となった場合であっても冷却を行うことができる。さらに、本実施形態のループ型ヒートパイプ 10 は熱輸送能力が高いので効率の良い放熱が可能になり、冷却ファン 82 の風量を抑制して電子機器 80 の低騒音化や冷却ファン 82 の駆動用電力を抑制できる。

【 0 0 5 6 】

以上の実施例を含む実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 0 5 7 】

（付記 1）外部から受熱して作動液を蒸発させる蒸発部と、外部に放熱を行い前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮部と、前記蒸発部に流入する作動液を貯留する補償チャンバと、前記蒸発部で発生した前記作動液の蒸気を前記凝縮部に導く蒸気管と、前記凝縮部で凝縮された前記作動液を前記補償チャンバに導く液管と、前記蒸発部内に配置され、前記補償チャンバと連通した作動液流路と前記蒸気管と連通した蒸气流路とを隔てるウィックと、前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動可能であり、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも高いトップヒート配置のときに前記作動液流路内に移動して、前記作動液流路の容積を減少させるスペーサと、を有することを特徴とするループ型ヒートパイプ。

【 0 0 5 8 】

（付記 2）前記スペーサは、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも低いボトムヒート配置のときに前記補償チャンバ内に移動することを特徴とする付記 1 に記載のループ

10

20

30

40

50

型ヒートパイプ。

【 0 0 5 9 】

( 付記 3 ) 前記補償チャンバ及び前記作動液流路は、トップヒート配置又はボトムヒート配置となったときに高低差を生じ、前記スペーサは自重により前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動することを特徴とする付記 1 又は 2 に記載のループ型ヒートパイプ。

【 0 0 6 0 】

( 付記 4 ) 前記スペーサの表面が前記作動液と親和性を有する材料で覆われていることを特徴とする付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のループ型ヒートパイプ。

【 0 0 6 1 】

( 付記 5 ) 前記スペーサは前記作動液よりも比重が大きい材料からなることを特徴とする付記 3 に記載のループ型ヒートパイプ。

【 0 0 6 2 】

( 付記 6 ) 前記作動液流路は断面が円形であり、前記スペーサは円柱状に形成されていることを特徴とする付記 3 に記載のループ型ヒートパイプ。

【 0 0 6 3 】

( 付記 7 ) 外部から受熱して作動液を蒸発させる蒸発部と、外部に放熱を行い前記作動液の蒸気を凝縮させる凝縮部と、前記蒸発部に流入する作動液を貯留する補償チャンバと、前記蒸発部で発生した前記作動液の蒸気を前記凝縮部に導く蒸気管と、前記凝縮部で凝縮された前記作動液を前記補償チャンバに導く液管と、前記蒸発部内に配置され、前記補償チャンバと連通した作動液流路と前記蒸気管と連通した蒸气流路とを隔てるウィックと、前記補償チャンバ内と前記作動液流路内との間を移動可能であり、前記蒸発部の位置が前記凝縮部の位置よりも高いトップヒート配置のときに前記作動液流路内に移動して、前記作動液流路の容積を減少させるスペーサと、を有するループ型ヒートパイプを搭載した電子機器であって、前記蒸発部は発熱する電子部品と熱的に接続されていることを特徴とする電子機器。

【 0 0 6 4 】

( 付記 8 ) 前記凝縮部は冷却ファンの近傍に配置されていることを特徴とする付記 7 に記載の電子機器。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

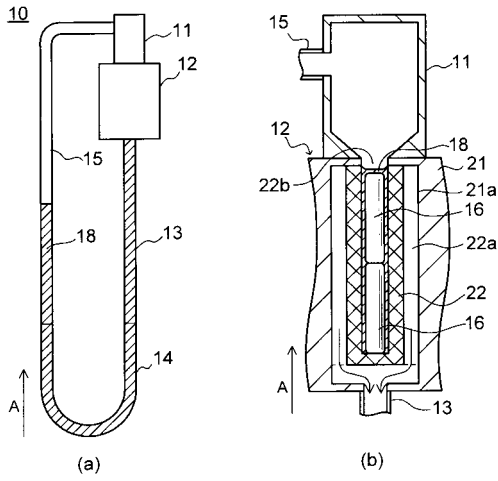
1 0 ...ループ型ヒートパイプ、 1 1 ...補償チャンバ、 1 2 ...蒸発部、 1 3 ...蒸気管、 1 4 ...コンデンサ管(凝縮部)、 1 5 ...液管、 1 6 ...スペーサ、 1 8 ...作動液、 2 1 ...ヒートブロック、 2 1 a ...空洞部、 2 2 ...ウィック、 2 2 a ...蒸气流路(溝部)、 2 2 b ...作動液流路、 2 2 e ...空隙、 8 0 ...コンピュータ(電子機器)、 8 1 ...配線基板、 8 2 ...冷却ファン、 8 3 ...ハードディスクドライブ、 8 4 ...電源部、 8 5 ...電子部品、 8 6 ...サーマルグリス。

10

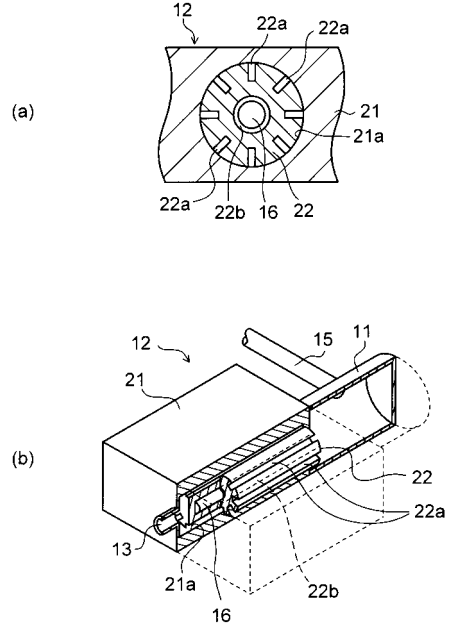
20

30

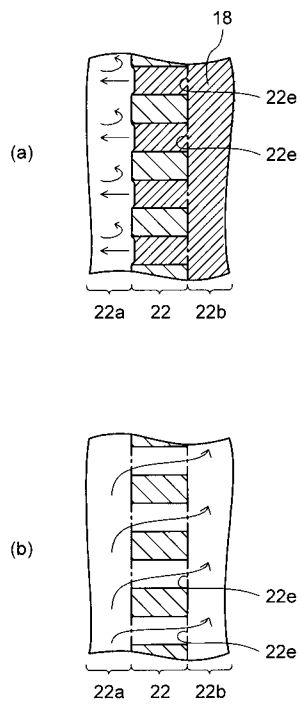
【図 1】



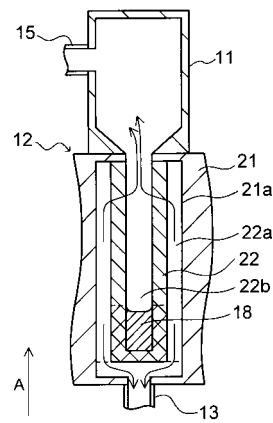
【図 2】



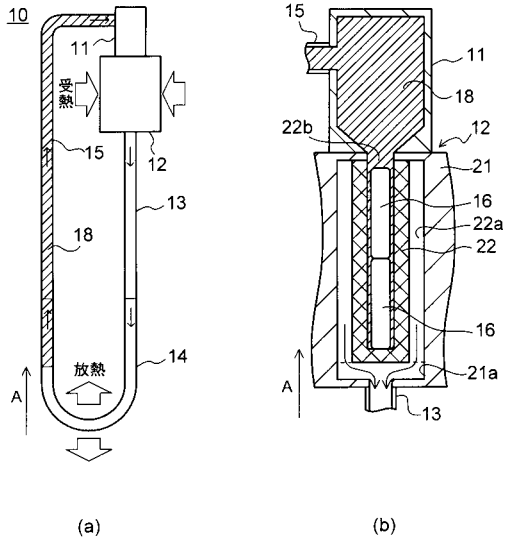
【図 3】



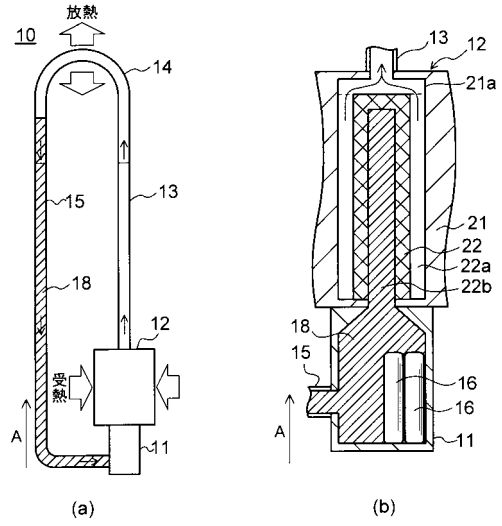
【図 4】



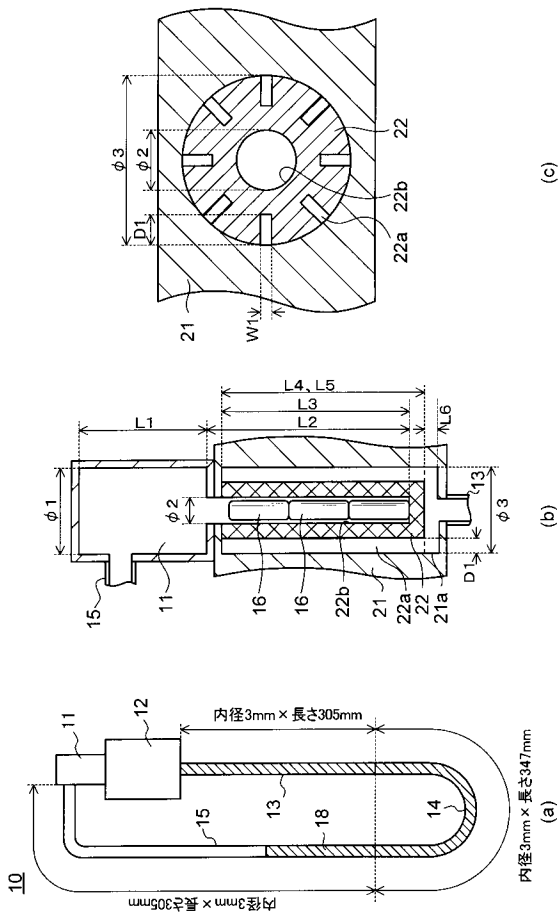
【図5】



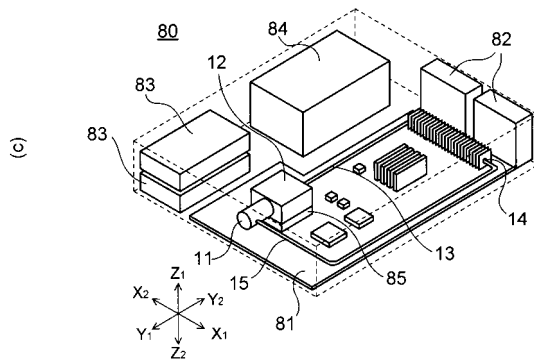
【図6】



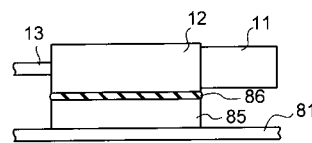
【図7】



【図8】



【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 青木 重憲

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 鈴木 充

(56)参考文献 特開2009-168273(JP,A)

特開2008-215702(JP,A)

特開平10-139689(JP,A)

米国特許出願公開第2004/0232284(US,A1)

米国特許第3661202(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02 - 15/06

H05K 7/20

H01L 23/46