

(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2006-112673

(P2006-112673A)

(43) 公開日 平成18年4月27日(2006.4.27)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
 F 2 8 D 15/02 (2006.01) F 2 8 D 15/02 I O 1 L
 F 2 8 D 15/02 L

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2004-298436 (P2004-298436)	(71) 出願人	800000080 タマティーエルオー株式会社 東京都八王子市旭町9番1号 八王子スクエアビル11階
(22) 出願日	平成16年10月13日(2004.10.13)	(74) 代理人	100094053 弁理士 佐藤 隆久
		(72) 発明者	小泉 安郎 神奈川県川崎市宮前区有馬1-10-5 ハイコート鷺沼
		(72) 発明者	大竹 浩靖 東京都江東区大島3-3-4-602
		(72) 発明者	櫻井 久 東京都東久留米市滝山6-1-14-404

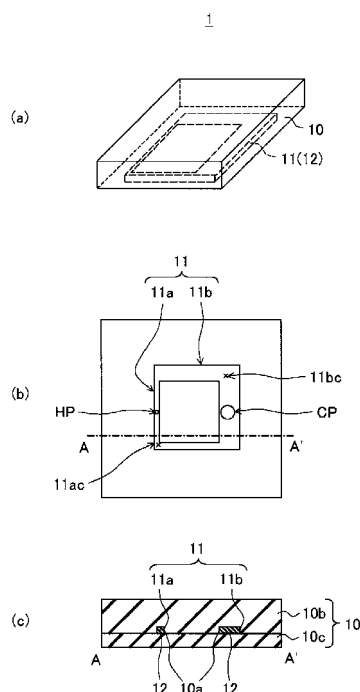
(54) 【発明の名称】 ヒートパイプ

(57) 【要約】

【課題】 重力の影響やポンプの助力がなく、作動液を自己循環して熱輸送できるヒートパイプヒートパイプを提供する。

【解決手段】 ヒートパイプ本体内部に受熱部HPと放熱部CPを接続してループ状に延伸して設けられた流路11内に、作動液12が封入された構成のヒートパイプ11であって、上記の流路11は、流路の延伸方向に垂直な断面において第1の断面積を有する第1流路部11aと、第1断面積と異なる第2の断面積を有する第2流路部11bとを有する構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受熱部と放熱部を接続してループ状に延伸して設けられた流路であって、前記流路の延伸方向に垂直な断面において第 1 の断面積を有する第 1 流路部と、前記第 1 断面積と異なる第 2 の断面積を有する第 2 流路部とを有する流路と、

前記流路内に封入された作動液と
を有するヒートパイプ。

【請求項 2】

前記第 1 流路部の両端と前記第 2 流路部の両端が接続して前記流路が構成されている
請求項 1 に記載のヒートパイプ。

10

【請求項 3】

前記第 1 段面積より前記第 2 断面積が大きく、
前記受熱部が前記第 1 流路部に存在し、
前記放熱部が前記第 2 流路部に存在する
請求項 1 または 2 に記載のヒートパイプ。

【請求項 4】

前記受熱部が前記流路の前記延伸方向に対する前記第 1 流路部の中点とは異なる位置に
存在し、

前記放熱部が前記流路の前記延伸方向に対する前記第 2 流路部の中点とは異なる位置に
存在する

20

請求項 3 に記載のヒートパイプ。

【請求項 5】

流路用溝が設けられた基板と、前記流路用溝を覆う蓋部とを有し、
前記流路が前記流路用溝の内壁と前記蓋部の表面から構成される
請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はヒートパイプに関し、特にループ状の流路内に作動液を封入してなるヒートパイプに関する。 30

【背景技術】

【0002】

近年、CPU (中央演算素子) などの電子デバイスは小型化および高集積化が進められ、それに伴って、電子デバイスの発熱量は増加してきている。その熱流束は 100 W/cm^2 に達すると予測されている。

従って、微小空間で発生した熱を、効果的、効率的に除去する微細な熱輸送デバイスの必要性が高まってきている。

【0003】

上記の熱輸送技術として、非特許文献 1 に記載されているように、マイクロ熱輸送器、特に熱輸送能力に優れた相変化を利用した熱輸送デバイスが注目されている。非特許文献 1 に記載の熱輸送デバイス技術では、マイクロスケールでの沸騰熱伝達特性において未解明な部分が多く、流動特性や熱伝達特性に関する知見がどの程度の微細流路まで適用できるかなどについて明らかにする必要がある。 40

【0004】

一方、相変化を利用したマイクロスケールでの熱輸送デバイスに関しては、マイクロチャネル内で気泡を扱う、マイクロ・ヒート・パイプ (micro heat pipe)、マイクロ・キャピラリー・ポンプト・ループ (micro capillary pumped loop)、マイクロ・インピンジメント・クーラー (micro impingement cooler) などのマイクロ・サーマル・マネージメント・デバイス (micro thermal management device) の研究が進められている。これらのデバ 50

イスの熱輸送メカニズムは、相変化および強制対流からなることがわかっている。しかし、熱輸送はほとんど相変化に依存している。

【0005】

非特許文献2において、ヌークリエイテッド・バブル(nucleated bobble)の膨張を利用し、気泡のカオス的運動(chaotic motion)を扱う、エネルギー消費のないノーベル・ループト・ヒートパイプ(novel looped heat pipe)の研究が報告されている。この研究では、気泡流の対流は潜熱のために効果的に熱輸送を行い、従来のヒートパイプより優れた性能を示すという結果が得られている。

【非特許文献1】「マイクロマシンの基礎技術の研究」、財団法人マイクロマシンセンター、1995年、5-21

【非特許文献2】Koji Takahashi et al., DESIGN AND TESTING OF A MICRO BUBBLE-PUMPED HEAT PIPE, IMECE 2002, 33648

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、重力の影響やポンプの助力がなく、作動液を自己循環して熱輸送できるヒートパイプを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のヒートパイプは、ヒートパイプ本体内部に受熱部と放熱部を接続してループ状に延伸して設けられた流路であって、前記流路の延伸方向に垂直な断面において第1の断面積を有する第1流路部と、前記第1断面積と異なる第2の断面積を有する第2流路部とを有する流路と、前記流路内に封入された作動液とを有する。

【0008】

上記の本発明のヒートパイプは、ヒートパイプ本体内部に受熱部と放熱部を接続してループ状に延伸して設けられた流路内に、作動液が封入された構成である。

ここで、上記の流路は、流路の延伸方向に垂直な断面において第1の断面積を有する第1流路部と、第1断面積と異なる第2の断面積を有する第2流路部とを有する。

【0009】

上記の本発明のヒートパイプは、好適には、前記第1流路部の両端と前記第2流路部の両端が接続して前記流路が構成されている。

【0010】

上記の本発明のヒートパイプは、好適には、前記第1断面積より前記第2断面積が大きく、前記受熱部が前記第1流路部内に存在し、前記放熱部が前記第2流路部内に存在する。

さらに好適には、前記受熱部が前記流路の前記延伸方向に対する前記第1流路部の中点とは異なる位置に存在し、前記放熱部が前記流路の前記延伸方向に対する前記第2流路部の中点とは異なる位置に存在する。

【0011】

上記の本発明のヒートパイプは、好適には、流路用溝が設けられた基板と、前記流路用溝を覆う蓋部とを有し、前記流路が前記流路用溝の内壁と前記蓋部の表面から構成される。

【発明の効果】

【0012】

本発明のヒートパイプは、作動液が封入された流路が、流路の延伸方向に対して垂直な断面積として、それぞれ異なる断面積を有する第1流路部と第2流路部とを有しており、即ち、流路が非対称性を有していることから、作動液である沸騰二相流を自己循環させることができ、受熱部から放熱部へ熱輸送するループ型ヒートパイプとして機能する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下に、本発明の実施形態に係るヒートパイプについて、図面を参照して説明する。

10

20

30

40

50

図1(a)は、本実施形態に係るヒートパイプ1の概観を示す斜視図である。

また、図1(b)は本実施形態に係るヒートパイプ1の流路のレイアウトを示す平面図であり、図1(c)は図1(b)中のA-A'における断面図である。

【0014】

本実施形態のヒートパイプ1は、ヒートパイプ本体10の内部に、受熱部HPと放熱部CPを接続してループ状に延伸して流路11が設けられており、この流路11中に、所定の作動液12が所定の量で封入されて構成されている。

上記のヒートパイプ本体10は、例えば、流路用溝10aが設けられた基板10bと、流路用溝を覆う蓋部10cとを有から構成される。この流路用溝10aの内壁と蓋部10cの表面から、流路11が構成されている。

10

基板10bおよび蓋部10cは、例えばポリカーボネート樹脂などからなるが、特に限定はない。蓋部10cについては熱伝導性の高い材料からなるか、ある程度以下の厚みとすることで、厚み方向の熱伝導性を確保していることが好ましい。

作動液としては、例えば脱気したエタノールを用いる。受熱により沸騰して気泡を生じ、放熱により凝縮する、凝縮性気液二相流体を構成できる液体であればよい。作動液の種類や流路内に封入される量などについては、後述の熱輸送動作を鑑みて適宜選択することができる。

【0015】

上記の流路11は、図1(c)に示すように、流路の延伸方向に垂直な断面において第1の断面積を有する第1流路部11aと、第1断面積と異なる第2の断面積を有する第2流路部11bとを有している。ここでは、第1流路部11aの第1段面積より、第2流路部11bの第2断面積が大きい構成となっている。例えば、第1流路部の断面形状は、幅が1mm、深さが1mm程度である。一方、第2流路部の断面形状は、幅が5mm、深さが1mm程度である。

20

上記の構成の第1流路部11aの両端と第2流路部11bの両端が接続して、ループ状の構成となっている。例えば、略正方形の隣り合う二辺に沿って第1流路部が設けられ、他の二辺に沿って第2流路部が設けられ、第1流路部と第2流路部からループ状の流路が構成されている。

【0016】

また、受熱部HPは第1流路部内11aに存在し、特に流路の延伸方向に対する第1流路部11aの midpoint 11acとは異なる位置に存在している。放熱部CPは第2流路部11b内に存在し、特に流路の延伸方向に対する第2流路部11bの midpoint 11bcとは異なる位置に存在する。

30

上記の受熱部HPおよび放熱部CPは、流路11に対して蓋部10c側に存在しており、蓋部10cを介して熱の授受がなされる。

【0017】

上記の図1(a)~(c)に示すヒートパイプの熱輸送の動作について説明する。

図2(a)~(d)は、本実施形態のヒートパイプの熱輸送動作を説明する模式図である。略正方形の隣り合う二辺に沿って第1流路部11aが設けられ、他の二辺に沿って第2流路部11bが設けられている。このように、第1流路部11aと第2流路部11bからループ状の流路が構成されている。

40

ここで、第1流路部11aを構成する二辺のうち、受熱部HPが設けられていない辺を第1辺11a₁、受熱部HPが設けられている辺を第2辺11a₂と称する。同様に、第2流路部11bを構成する二辺のうち、放熱部CPが設けられていない辺を第1辺11b₁、放熱部CPが設けられている辺を第2辺11b₂と称する。第1流路部11aの第1辺11a₁と第2辺11a₂、第2流路部11bの第1辺11b₁と第2辺11b₂とが、この順に時計回りに配置されている。

【0018】

まず、図2(a)に示すように、第1流路部11aの第2辺11a₂に設けられている受熱部HPにおいて熱を受け取ると、作動液の沸騰により気泡GBが発生する。気泡GB

50

は、第1流路部からより幅の広い第2流路部11bへ、より短い経路で、即ち、受熱部からより近い第2流路部11bの第1辺11b₁へと移動し、第1辺11b₁のほぼ中央部へ到達すると停止する。

【0019】

次に、続けて受熱部HPにおいて熱を受け取ると、図2(b)に示すように、さらに気泡GBが発生して、上記と同様にして第2流路部11bの第1辺11b₁へと移動していく。ここで、先に移動していた気泡と後から移動してきた気泡が合体してより大きな気泡となる。

【0020】

上記の気泡の合体を繰り返してある程度の大きさになると、図2(c)に示すように、気泡GBは第2流路部11bの第1辺11b₁から放熱部CPが存在する第2辺11b₂へと移動し始める。

10

【0021】

上記の気泡GBが、第2流路部11bの第2辺11b₂に存在する放熱部CPに到達すると、図2(d)に示すように、気泡GBは冷却されて凝縮する。

【0022】

上記のように、気泡の発生と凝縮が連続的に起こり、それぞれが上記のように移動していくことで、作動液及びそれが気化してできた気泡に、一方向の循環流が形成される。

上記の循環流によって、加熱部から冷却部への熱輸送が行われているものである。

【0023】

上記の本実施形態のヒートパイプによれば、受熱部において流路内に気泡を発生させ、放熱部で冷却することで、流路が非対称性を有することによって、発生する気泡の挙動を制御し、重力の影響やポンプの助力がなく、作動液である沸騰二相流を自己循環させることができる。これにより、受熱部から放熱部へ熱輸送するループ型ヒートパイプとして機能する。

20

【0024】

(実施例)

上記の実施形態に従って、ヒートパイプを作製した。

即ち、ポリカーボネートからなる基板に流路用溝を設けて、蓋部で覆うことで流路を形成した。図3のレイアウト図に示すように、一辺の長さが20mmの正方形の隣り合う二辺に沿って、深さが1mm、幅が1mmの第1流路部11aを形成し、一方、他の二辺に沿って、深さが1mm、幅が5mmの第2流路部11bを形成し、第1流路部11aと第2流路部11bからループ状の流路とした。

30

上記の流路内を真空ポンプにより真空引きした後、作動液として脱気を行ったエタノールを封入して、ヒートパイプとした。

【0025】

図4は得られたヒートパイプの熱輸送特性を調べるための実験装置の模式構成図であり、図5は図4の要部(テストセクション)を拡大した模式図である。

テストセクションとして、本実施例のヒートパイプ1がプリント配線版2上に配置され、この下部に4mmのステンレス円柱(sus-304)3が配置され、その下部にペルチェ素子4が配置される。

40

【0026】

上記のプリント配線版2には、エッチングなどにより1mm角の銅薄膜とこれに接続する配線が形成されており、直流電源5により電流が流されて加熱できる加熱部が設けられている。加熱部はヒートパイプの第1流路部11aの第2辺11a₂に設けられている受熱部に重ね合わせられる。

一方、冷却機能を有するペルチェ素子4は、ステンレス円柱3を介して、プリント配線版2越しにヒートパイプ1を冷却し、ステンレス円柱3の先端の4mmの領域が冷却部となる。この冷却部が、第2流路部11bの第2辺11b₂に存在する放熱部に重ね合わせられる。

50

【0027】

ヒートパイプ1には真空ポンプ6と作動液を供給するタンク7が接続され、流路内の真空引きと作動液の供給がなされる。

ヒートパイプを含むテストセクションは、ループを構成する面が水平となるように保持して設置される。

【0028】

上記のようにヒートパイプを実験装置に組み込み、加熱部による加熱と、冷却部による冷却を行いながら、ヒートパイプ1の上方に設置したCCDカメラにより流路内の流動状況を観察記録した。また、テストセクション内圧力をデジタルマノメータにより測定した。

10

加熱面を加熱し、流路内に作動液が気化してなる気泡を発生させると、上述のように流路の非対称性によって気泡の挙動を制御し、沸騰二相流を自己循環させる様子を観察することができた。

【0029】

図6は、ヒートパイプに対する加熱量および冷却量の時間に対する変化を示すグラフである。加熱量は供給電源と加熱部面両端電圧を測定し、ジュール発熱量から求めた。また、ステンレス円柱の軸方向の温度勾配を熱電対TCで測定し、フーリエの法則を用いて冷却量を求めた。

加熱量および冷却量の熱量はほぼ一定となっており、冷却量が加熱量より1オーダー大きいという結果が得られた。

20

【0030】

図7はヒートパイプ1の第2流路部11bの第1辺11b₁における気泡速度の時間変化を示すグラフであり、図8は第2流路部11bの第1辺11b₁の第1流路部11aの第2辺11a₂側端部にある気泡サイズの時間変化を示すグラフである。

気泡サイズと流路内気泡速度は同周期の変化を示し、相関関係があることを示している。

【0031】

上記のように、約20mm角の大きさの微小なループ状のヒートパイプを作製し、その熱輸送特性および流動特性について実験を行って検討した。流路に非対称性を持たせることで、沸騰二相流を自己循環させることができた。

30

【0032】

本発明は上記の説明に限定されない。

例えば、実施形態においては、流路が正方形形状の各辺に沿って延伸するレイアウトで構成されているが、これに限らず、2つの異なる断面積を有する第1流路部と第2流路部を有する、その他のレイアウトの流路とすることも可能である。

その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【0033】

本発明のヒートパイプは、例えば半導体装置の冷却機構に適用できる。

【図面の簡単な説明】

40

【0034】

【図1】図1は本発明の実施形態に係るヒートパイプの模式構成図である。

【図2】図2(a)~(d)は本発明の実施形態のヒートパイプの熱輸送動作を説明する模式図である。

【図3】図3は本発明の実施例におけるヒートパイプの流路のレイアウトを示す平面図である。

【図4】図4はヒートパイプの熱輸送特性を調べるための実験装置の模式構成図である。

【図5】図5は図4の要部を拡大した模式図である。

【図6】図6は実施例におけるヒートパイプに対する加熱量および冷却量の時間に対する変化を示すグラフである。

50

【図 7】図 7 はヒートパイプ所定の辺における気泡速度の時間変化を示すグラフである。

【図 8】図 8 はヒートパイプ所定の位置における気泡サイズの時間変化を示すグラフである。

【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

1 ... ヒートパイプ

2 ... プリント配線板

3 ... ステンレス円柱

4 ... ペルチェ素子

5 ... 直流電源

10

6 ... 真空ポンプ

7 ... タンク

8 ... C C D カメラ

1 0 ... ヒートパイプ本体

1 0 a ... 流路用溝

1 0 b ... 基板

1 0 c ... 蓋部

1 1 ... 流路

1 1 a ... 第 1 流路部

1 1 a c ... 第 1 流路部中点

20

1 1 b ... 第 2 流路部

1 1 b c ... 第 2 流路部中点

1 2 ... 作動液

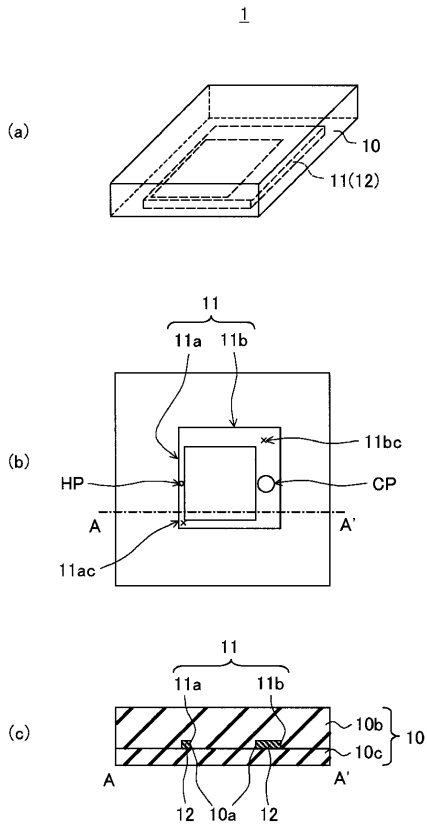
C P ... 放熱部

G B ... 気泡

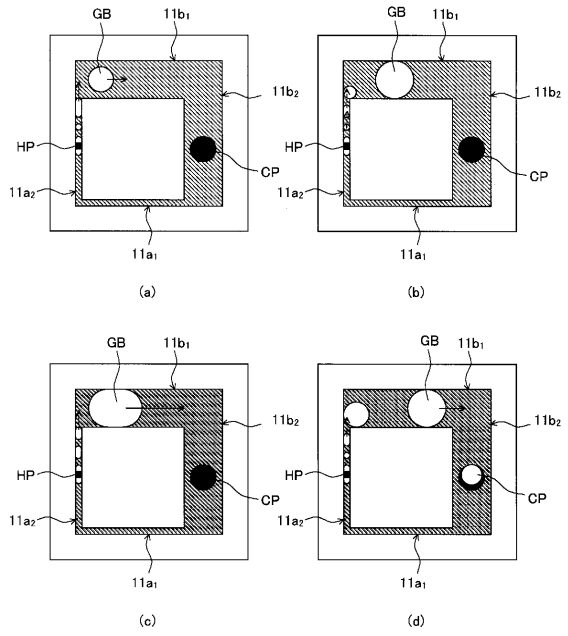
H P ... 受熱部

T C ... 熱電対

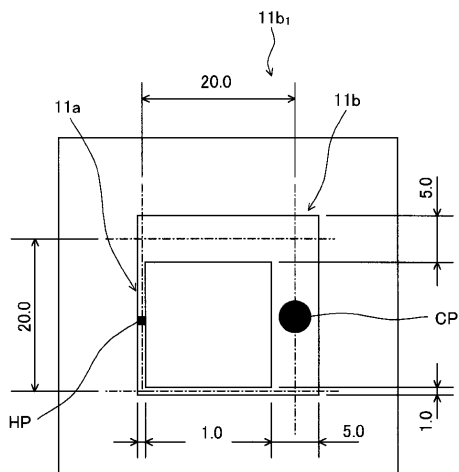
【 図 1 】



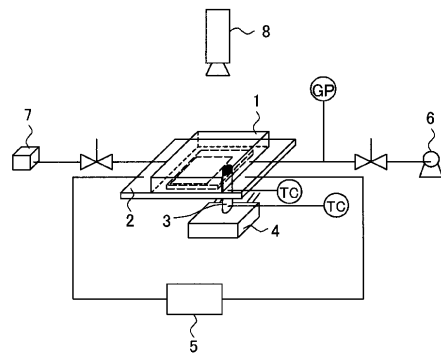
【 図 2 】



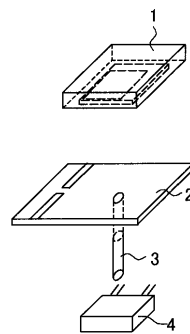
【 図 3 】



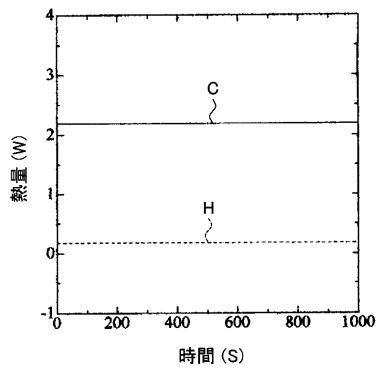
【 図 4 】



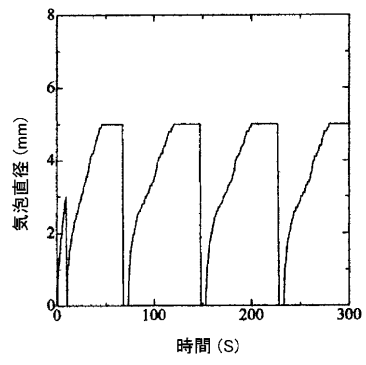
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 7 】

