

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6799503号  
(P6799503)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>F 2 8 D 15/02 (2006.01)</b>	F 2 8 D 15/02 I O 1 H
<b>F 2 8 D 15/04 (2006.01)</b>	F 2 8 D 15/02 L
	F 2 8 D 15/04 E

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2017-112587 (P2017-112587)	(73) 特許権者	000190688
(22) 出願日	平成29年6月7日(2017.6.7)		新光電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2018-96669 (P2018-96669A)		長野県長野市小島田町80番地
(43) 公開日	平成30年6月21日(2018.6.21)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	令和1年12月2日(2019.12.2)		弁理士 伊東 忠重
(31) 優先権主張番号	特願2016-242730 (P2016-242730)	(74) 代理人	100070150
(32) 優先日	平成28年12月14日(2016.12.14)		弁理士 伊東 忠彦
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72) 発明者	倉嶋 信幸
			長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内
		(72) 発明者	町田 洋弘
			長野県長野市小島田町80番地 新光電気工業株式会社内
		審査官	西塚 祐斗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ヒートパイプ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

作動流体が気化した蒸気を移動させる蒸気層と、前記蒸気が液化した前記作動流体を移動させる液層と、を備えたヒートパイプであって、

前記液層は、一方の面側から窪み、互いに離間して配置された複数の第1の有底孔と、他方の面側から窪む複数の第2の有底孔と、前記第1の有底孔と前記第2の有底孔とが部分的に連通して形成された第1の細孔と、隣接する前記第2の有底孔の側面が部分的に連通して形成された第2の細孔と、を備えた第1金属層からなり、

前記蒸気層は、前記第1金属層の一方の面上に、前記複数の第1の有底孔を露出するように枠状に形成された第2金属層からなることを特徴とするヒートパイプ。

【請求項2】

作動流体が気化した蒸気を移動させる蒸気層と、前記蒸気が液化した前記作動流体を移動させる液層と、を備えたヒートパイプであって、

前記液層は、一方の面側から窪み、互いに離間して配置された複数の第1の有底孔と、他方の面側から窪む複数の第2の有底孔と、前記第1の有底孔と前記第2の有底孔とが部分的に連通して形成された第1の細孔と、隣接する前記第2の有底孔の側面が部分的に連通して形成された第2の細孔と、を備えた第1金属層からなり、

前記蒸気層は、前記第1金属層の一方の面上に形成された凹型の形状の第2金属層からなることを特徴とするヒートパイプ。

【請求項3】

10

20

前記第 1 の有底孔の前記一方の面側に開口する部分の面積は、前記第 2 の有底孔の前記他方の面側に開口する部分の面積よりも小さいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のヒートパイプ。

【請求項 4】

前記第 1 の有底孔は、前記第 1 の細孔側から前記一方の面側に向かって内壁が拡幅し、  
前記第 2 の有底孔は、前記第 1 の細孔側から前記他方の面側に向かって内壁が拡幅することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載のヒートパイプ。

【請求項 5】

1 つの前記第 2 の有底孔に対して、複数の前記第 1 の有底孔が連通していることを特徴とする請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載のヒートパイプ。

10

【請求項 6】

前記第 1 の有底孔が高密度に配置された領域と、前記第 1 の有底孔が低密度に配置された領域と、を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載のヒートパイプ。

【請求項 7】

前記第 1 の有底孔は、前記一方の面側に開口する部分の面積が異なる有底孔を含んでいることを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載のヒートパイプ。

【請求項 8】

前記凹型の形状の第 2 金属層は、平板部と、前記平板部の外周部から前記第 1 金属層側に突起する側壁部が一体的に形成されて構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のヒートパイプ。

20

【請求項 9】

作動流体が気化した蒸気を移動させる蒸気層を構成する第 2 金属層を形成する工程と、前記蒸気が液化した前記作動流体を移動させる液層を構成する第 1 金属層を形成する工程と、前記第 1 金属層の一方の面の上に前記第 2 金属層を接合する工程と、を備えたヒートパイプの製造方法であって、

前記第 1 金属層を形成する工程は、

第 1 の金属シートを一方の面側からハーフエッチングして、第 1 の有底孔を複数形成し、前記第 1 の金属シートを他方の面側からハーフエッチングし、第 2 の有底孔を複数形成すると共に、前記第 1 の有底孔と部分的に連通する第 1 の細孔と、隣接する前記第 2 の有底孔の側面が部分的に連通して形成された第 2 の細孔を形成する工程を有し、

30

前記第 2 金属層を形成する工程は、

第 2 の金属シートを厚さ方向に貫通する貫通孔を形成する工程を有することを特徴とするヒートパイプの製造方法。

【請求項 10】

作動流体が気化した蒸気を移動させる蒸気層を構成する側壁部が設けられた第 2 金属層を形成する工程と、前記蒸気が液化した前記作動流体を移動させる液層を構成する第 1 金属層を形成する工程と、前記第 1 金属層の一方の面の上に前記第 2 金属層を接合する工程と、を備えたヒートパイプの製造方法であって、

前記第 1 金属層を形成する工程は、

40

第 1 の金属シートを一方の面側からハーフエッチングして、第 1 の有底孔を複数形成し、前記第 1 の金属シートを他方の面側からハーフエッチングし、第 2 の有底孔を複数形成すると共に、前記第 1 の有底孔と部分的に連通する第 1 の細孔と、隣接する前記第 2 の有底孔の側面が部分的に連通して形成された第 2 の細孔を形成する工程を有し、

前記第 2 金属層を形成する工程は、

第 2 の金属シートを一方の面又は他方の面側からハーフエッチングして、中央側に有底の開口部を形成すると共に、外周側に前記開口部を囲む側壁部を形成する工程を有することを特徴とするヒートパイプの製造方法。

【請求項 11】

前記第 1 の有底孔の前記一方の面側に開口する部分の面積は、前記第 2 の有底孔の前記

50

他方の面側に開口する部分の面積よりも小さいことを特徴とする請求項 9 又は 10 に記載のヒートパイプの製造方法。

【請求項 12】

前記第 1 の有底孔は、前記第 1 の細孔側から前記一方の面側に向かって内壁が拡幅し、  
前記第 2 の有底孔は、前記第 1 の細孔側から前記他方の面側に向かって内壁が拡幅することを特徴とする請求項 9 乃至 11 の何れか一項に記載のヒートパイプの製造方法。

【請求項 13】

1 つの前記第 2 の有底孔に対して、複数の前記第 1 の有底孔が連通していることを特徴とする請求項 9 乃至 12 の何れか一項に記載のヒートパイプの製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、ヒートパイプ及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電子機器に搭載される CPU (Central Processing Unit) 等の発熱部品を冷却するデバイスとして、ヒートパイプが知られている。ヒートパイプは、作動流体の相変化を利用して熱を輸送するデバイスである。

【0003】

一例として、片面に蛇行した溝を形成したプレートが交差角 90 度で相互に格子状に配置され、蛇行した溝のトンネルに作動流体が封入されたヒートパイプが提案されている。このヒートパイプは、蒸気管と液管が分かれていない構造である（例えば、特許文献 1 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2001 - 165582 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

30

しかしながら、上記のヒートパイプでは、蒸発部からの蒸気拡散と凝縮した作動流体の戻りが同じトンネルを通る。そのため、発熱部付近で作動流体が蒸発して溝のトンネルに沿って広がるが、トンネルには作動流体が存在しているため蒸気の広がりを妨げる。又、蒸気が広がった後に冷却・凝縮して液化した作動流体が蒸発部に戻る際も、蒸発部からの蒸気とぶつかる。このように蒸発と凝縮がサイクルとして作動しないため、放熱性がよくない。

【0006】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、放熱性を向上したヒートパイプを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0007】

本ヒートパイプは、作動流体が気化した蒸気を移動させる蒸気層と、前記蒸気が液化した前記作動流体を移動させる液層と、を備えたヒートパイプであって、前記液層は、一方の面側から窪み、互いに離間して配置された複数の第 1 の有底孔と、他方の面側から窪む複数の第 2 の有底孔と、前記第 1 の有底孔と前記第 2 の有底孔とが部分的に連通して形成された第 1 の細孔と、隣接する前記第 2 の有底孔の側面が部分的に連通して形成された第 2 の細孔と、を備えた第 1 金属層からなり、前記蒸気層は、前記第 1 金属層の一方の面上に、前記複数の第 1 の有底孔を露出するように枠状に形成された第 2 金属層からなることを要件とする。

【発明の効果】

50

## 【 0 0 0 8 】

開示の技術によれば、放熱性を向上したヒートパイプを提供できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 2】第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図（その 1 ）である。

【図 3】第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図（その 2 ）である。

【図 4】第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図である。

10

【図 5】第 1 の実施の形態の変形例 1 に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 6】第 1 の実施の形態の変形例 2 に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 7】第 1 の実施の形態の変形例 3 に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 8】第 1 の実施の形態の変形例 4 に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 9】第 2 の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図である。

【図 10】第 2 の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図である。

【図 11】第 2 の実施の形態の変形例 1 に係るヒートパイプを例示する図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 0 】

以下、図面を参照して発明を実施するための形態について説明する。なお、各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

20

## 【 0 0 1 1 】

## 第 1 の実施の形態

## [ 第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの構造 ]

まず、第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの構造について説明する。図 1 は、第 1 の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図であり、図 1 ( b ) は平面図、図 1 ( a ) は図 1 ( b ) の A - A 線に沿う断面図である。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 を参照するに、ヒートパイプ 1 は、金属層 1 1 ~ 1 4 の 4 層が積層された構造を有する全方位型のヒートパイプである。金属層 1 1 ~ 1 4 は、例えば、熱伝導性に優れた銅からなり、固相接合等により互いに直接接合されている。金属層 1 1 ~ 1 4 の各々の厚さは、例えば、50  $\mu\text{m}$  ~ 200  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。なお、金属層 1 1 ~ 1 4 の材料は銅に限定されず、ステンレスやアルミニウム、マグネシウム合金等の熱伝導性が高い材料から形成してもよい。ヒートパイプ 1 の平面形状（金属層 1 4 の上面 1 4 a の法線方向から見た形状）は、ここでは一例として矩形状とする。

30

## 【 0 0 1 3 】

なお、図 1 において、金属層 1 1 ~ 1 4 の積層方向（厚さ方向）を Z 方向、金属層 1 4 の上面 1 4 a の一辺に平行な方向を X 方向、金属層 1 4 の上面 1 4 a 内において X 方向と直交する方向を Y 方向としている（以降の図も同様）。又、本実施の形態では、便宜上、ヒートパイプ 1 の金属層 1 4 側を上側又は一方の側、金属層 1 1 側を下側又は他方の側とする。また、各部位の金属層 1 4 側の面を上面又は一方の面、金属層 1 1 側の面を下面又は他方の面とする。

40

## 【 0 0 1 4 】

ヒートパイプ 1 において、1 層目（他方の最外層）の金属層 1 1 及び 4 層目（一方の最外層）の金属層 1 4 は、孔や溝は形成されていないベタ状の金属層である。

## 【 0 0 1 5 】

金属層 1 2 は、金属層 1 1 の上面の上に積層されている。2 層目の金属層 1 2 には、金属層 1 3 側（金属層 1 2 の上面側）から Z 方向の略中央部に向かって窪む有底孔 1 2 1 と金属層 1 1 側（金属層 1 2 の下面側）から Z 方向の略中央部に向かって窪む有底孔 1 2 2 とがそれぞれ複数個配置されている。又、有底孔 1 2 1 と有底孔 1 2 2 が部分的に連通し

50

た細孔 1 2 3 が配置されている。

【 0 0 1 6 】

金属層 1 2 は、有底孔 1 2 1 及び有底孔 1 2 2、細孔 1 2 3 により構成される、Z 方向に貫通した貫通孔 1 2 x を有している。

【 0 0 1 7 】

複数個の有底孔 1 2 1 は、行列状に配置されている。複数個の有底孔 1 2 1 は、例えば、X 方向に所定間隔で配置された行と、Y 方向に所定間隔で配置された列とを備えている。但し、行は必ずしも X 方向に沿っている必要はなく、列は必ずしも Y 方向に沿っている必要はない。

【 0 0 1 8 】

又、行と列は必ずしも直交している必要はなく、例えば、行に対して列が斜めに設けられ、複数個の有底孔 1 2 1 が配置された領域の平面形状が全体として平行四辺形状であってもよい。又、各行及び各列に含まれる有底孔 1 2 1 の個数は同一でなくてもよく、例えば、複数個の有底孔 1 2 1 が配置された領域の平面形状が全体として台形状であってもよい。又、複数個の有底孔 1 2 1 は、千鳥状に配置されてもよい。

【 0 0 1 9 】

有底孔 1 2 2 は、各々の有底孔 1 2 1 に対応して 1 つずつ設けられている。対応する有底孔 1 2 1 と有底孔 1 2 2 とは平面視において重複するように配置され、底面同士が部分的に連通して、細孔 1 2 3 が形成されている。すなわち、複数個の有底孔 1 2 2 は、複数個の有底孔 1 2 1 に対応して行列状に配置されており、平面視において重複する有底孔 1 2 1 と有底孔 1 2 2 とは底面同士が接して Z 方向に連通している。但し、有底孔 1 2 1 と有底孔 1 2 2 とは、底面同士が細孔 1 2 3 を介して連通できるように配置されていれば、必ずしも平面視において完全に重複するように配置されていなくても構わない。

【 0 0 2 0 】

各々の有底孔 1 2 1 は、互いに離間して配置されている。つまり、X 方向及び Y 方向に隣接する有底孔 1 2 1 同士は、連通していない。一方、X 方向及び Y 方向に隣接する有底孔 1 2 2 は、側面同士が細孔 1 2 5 を介して X 方向及び Y 方向に部分的に連通している。つまり、行列状に配置された全ての有底孔 1 2 2 が細孔 1 2 5 を介して連通している。

【 0 0 2 1 】

有底孔 1 2 1 の金属層 1 2 の上面側に開口する部分の面積は、有底孔 1 2 2 の金属層 1 2 の下面側に開口する部分の面積よりも小さい。有底孔 1 2 1 は、例えば、略半球状に形成されており、平面形状が円形である。この場合、有底孔 1 2 1 の金属層 1 3 側に開口する部分の直径  $d_1$  は、例えば、25  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

【 0 0 2 2 】

有底孔 1 2 2 は、例えば、略半球状に形成されており、平面形状が円形である。この場合、有底孔 1 2 2 の金属層 1 2 の下面側に開口する部分の直径  $d_2$  は、有底孔 1 2 1 の金属層 1 2 の上面側に開口する部分の直径  $d_1$  よりも大きく、例えば、50  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

【 0 0 2 3 】

有底孔 1 2 1 と有底孔 1 2 2 とが連通する位置（細孔 1 2 3 の位置）は、金属層 1 2 の厚さ方向の中央よりも金属層 1 2 の上面側であり、例えば、 $D_1 : D_2$  を 3 : 7 程度とすることができる。細孔 1 2 3 の直径  $d_3$  は、有底孔 1 2 1 の直径  $d_1$  及び有底孔 1 2 2 の直径  $d_2$  よりも小さく、例えば、15  $\mu\text{m}$  程度とすることができる。

【 0 0 2 4 】

但し、有底孔 1 2 1 及び 1 2 2 の平面形状は円形には限定されず、楕円形や多角形等の任意の形状として構わない。又、有底孔 1 2 1 は略半球状には限定されず、細孔 1 2 3 側から金属層 1 2 の上面側に向かって内壁が拡幅する任意のテーパ形状として構わない。同様に、有底孔 1 2 2 は略半球状には限定されず、細孔 1 2 3 側から金属層 1 2 の下面側に向かって内壁が拡幅する任意のテーパ形状として構わない。

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

50

細孔 1 2 5 の X 方向の幅  $W_1$ 、Y 方向の幅  $W_2$ 、及び Z 方向の高さ  $H_1$  は、各々有底孔 1 2 2 の直径  $\phi_2$  よりも小さい。細孔 1 2 5 の X 方向の幅  $W_1$  は、例えば、 $20\text{ }\mu\text{m}$  程度とすることができる。細孔 1 2 5 の Y 方向の幅  $W_2$  は、例えば、 $20\text{ }\mu\text{m}$  程度とすることができる。細孔 1 2 5 の Z 方向の高さ  $H_1$  は、例えば、 $10\text{ }\mu\text{m}$  程度とすることができる。

【0026】

金属層 1 3 は、金属層 1 2 の上面上に積層されている。3 層目の金属層 1 3 は、行列状に配置された貫通孔 1 2 x を露出する貫通孔 1 3 x を有し、枠状に形成されている。金属層 1 4 は、金属層 1 3 により形成された枠部に蓋をするように、金属層 1 3 上に積層されている。

10

【0027】

図 2 は、第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図（その 1）であり、図 1（a）に対応する断面を示している。

【0028】

図 2 に示すように、ヒートパイプ 1 において、金属層 1 1 及び金属層 1 4 は、外壁となる層になる。又、ヒートパイプ 1 において、枠状に形成された金属層 1 3 は、蒸気層になる。具体的には、金属層 1 3（蒸気層）は、金属層 1 3 の貫通孔 1 3 x 内において、金属層 1 2 の上面及び金属層 1 4 の下面で囲まれた気相部 2 1 を有している。気相部 2 1 は、作動流体 C が気化した蒸気  $C_v$  を高温側から低温側に移動させる領域である。

【0029】

20

又、ヒートパイプ 1 において、金属層 1 2 は、液層になる。具体的には、金属層 1 2（液層）は、液体流路部 2 2 と通気部 2 3 を有している。液体流路部 2 2 は、金属層 1 2 において、X 方向及び Y 方向に連通する有底孔 1 2 2 から構成されている。液体流路部 2 2（有底孔 1 2 2）は、低温側で液化した作動流体 C を高温側に移動させる領域である。

【0030】

又、通気部 2 3 は、金属層 1 2 において、有底孔 1 2 2 と連通する各々の有底孔 1 2 1 及び細孔 1 2 3 から構成されている。通気部 2 3 は、気相部 2 1 と液体流路部 2 2 を仕切ると共に、気相部 2 1 で発生した作動流体 C を液体流路部 2 2 へ移動させる領域である。

【0031】

液体流路部 2 2 は、初期状態において（ヒートパイプ 1 が発熱部品と接していない状態）作動流体 C で満たされている。作動流体 C の種類は特に限定されないが、蒸発潜熱によって発熱部品を効率的に冷却するために、蒸気圧が高く、かつ蒸発潜熱が大きい流体を使用することが好ましい。そのような流体としては、例えば、アンモニア、水、フロン、アルコール、及びアセトンを挙げることができる。

30

【0032】

図 3 は、第 1 の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図（その 2）であり、図 3（b）は平面図、図 3（a）は図 3（b）の B - B 線に沿う断面図である。

【0033】

図 3 に示すように、ヒートパイプ 1 では、金属層 1 4 の上面 1 4 a の法線方向から見て貫通孔 1 2 x（有底孔 1 2 1 及び 1 2 2、細孔 1 2 3）が均等に配置されている。そのため、金属層 1 1 の外面の任意の位置に半導体装置等の発熱部品を配置することができ、発熱部品を配置した位置が発熱部となる。図 3 では、一例として、金属層 1 1 の左下を発熱部 H（蒸発部）としている。

40

【0034】

図 3 において、発熱部 H 近傍の金属層 1 1 及び 1 2 の温度が上昇すると、発熱部 H 近傍の液体流路部 2 2 内の作動流体 C が気化（蒸発）して蒸気  $C_v$  が生成される。生成された蒸気  $C_v$  は、通気部 2 3 を介して気相部 2 1 に移動して気相部 2 1 の全体に広がる。発熱部 H から離れた個所が凝縮部 G となり、蒸気  $C_v$  は凝縮部 G において液化する。

【0035】

これにより、発熱部 H で発生した熱が凝縮部 G に移動して放熱される。凝縮部 G で液化

50

した作動流体Cは、細孔123の毛細管力により通気部23を通過して液体流路部22に吸い込まれる。液体流路部22に吸い込まれた作動流体Cは、細孔125の毛細管力により液体流路部22を通過して作動流体Cの不足している個所、すなわち発熱部Hに移動する。以降、同様に蒸発と凝縮のサイクルを繰り返すことにより、発熱部Hの温度上昇が抑制される。

#### 【0036】

[第1の実施の形態に係るヒートパイプの製造方法]

次に、第1の実施の形態に係るヒートパイプの製造方法について説明する。図4は、第1の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図であり、図1(a)に対応する断面を示している。

10

#### 【0037】

まず、図4(a)に示す工程では、金属シート120を準備し、金属シート120の上面に開口部310xを備えたレジスト層310を形成し、金属シート120の下面に開口部320xを備えたレジスト層320を形成する。開口部310xは、図1(b)に示す有底孔121に対応する位置の金属シート120の上面を露出するように形成する。又、開口部320xは、図1(b)に示す有底孔122に対応する位置の金属シート120の下面を露出するように形成する。

#### 【0038】

金属シート120は、最終的に金属層12となる部材であり、例えば、銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等から形成することができる。金属シート120の厚さは、例えば、50 $\mu$ m~200 $\mu$ m程度とすることができる。レジスト層310及び320としては、例えば、感光性のドライフィルムレジスト等を用いることができる。開口部310x及び320xは、例えば、レジスト層310及び320を露光及び現像して形成することができる。

20

#### 【0039】

次に、図4(b)に示す工程では、開口部310x内に露出する金属シート120を金属シート120の上面側からハーフエッチングすると共に、開口部320x内に露出する金属シート120を金属シート120の下面側からハーフエッチングする。これにより、金属シート120の上面側に有底孔121が形成され、下面側に有底孔122が形成される。又、有底孔121及び有底孔122の底面同士がZ方向に部分的に連通し細孔123が形成され、有底孔121及び有底孔122、細孔123からなる貫通孔12xが形成される。又、X方向及びY方向に隣接する有底孔122は、側面同士がX方向及びY方向に部分的に連通し、細孔125が形成される。金属シート120のハーフエッチングには、例えば、塩化第二鉄溶液を用いることができる。その後、レジスト層310及び320を剥離液により剥離することで、貫通孔12xが行列状に配置された金属層12が完成する。

30

#### 【0040】

次に、図4(c)に示す工程では、貫通孔13xを有する枠状の金属層13を形成する。金属層13は、金属シートを準備し、金属シートの不要部をエッチングで除去することで形成できる。或いは、金属層13は、金属シートを準備し、金属シートの不要部をプレス加工やレーザ加工により除去することで形成してもよい。

40

#### 【0041】

次に、図4(d)に示す工程では、孔や溝が形成されていないベタ状の金属層11及び14を準備する。そして、金属層11、12、13、及び14を順次積層し、加圧及び加熱により固相接合を行う。これにより、隣接する金属層同士が直接接合され、気相部21、液体流路部22、及び通気部23を備えたヒートパイプ1が完成する。その後、真空ポンプ等を用いて液体流路部22内を排気した後、図示しない注入口から液体流路部22内に作動流体Cを注入し、その後注入口を封止する。

#### 【0042】

ここで、固相接合とは、接合対象物同士を溶融させることなく固相(固体)状態のまま

50

加熱して軟化させ、更に加圧して塑性変形を与えて接合する方法である。なお、固相接合によって隣接する金属層同士を良好に接合できるように、金属層 11 ~ 14 の全ての材料を同一にすることが好ましい。

#### 【0043】

このように、ヒートパイプ 1 では、蒸気を通る気相部 21 と作動流体が通る液体流路部 22 とが分かれている。そのため、発熱部 H (蒸発部) 側からの蒸気 C<sub>v</sub> の拡散と、凝縮部 G 側で凝縮した作動流体 C の戻りが別の層となり、互いにぶつかることがない。その結果、蒸発と凝縮がサイクルとして作動し、放熱性を向上することができる。

#### 【0044】

又、ヒートパイプ 1 では、金属層 14 の上面 14a の法線方向から視て貫通孔 12x (有底孔 121 及び 122、細孔 123) が均等に配置されている。そのため、発熱部 H (蒸発部) と凝縮部 G の区分けがなく、金属層 11 の外面の任意の位置に半導体装置等の発熱部品を配置して発熱部 H とすることができる。そして、発熱部 H 付近で蒸発した蒸気 C<sub>v</sub> は全方位へ広がり、温度の低い部分が凝縮部 G となって蒸気が凝縮する。このような構造により、全方位に均等な熱拡散性能を有し、姿勢依存性がないヒートパイプを実現できる。

#### 【0045】

又、ヒートパイプ 1 では、1つの金属層に液体流路部 22 及び通気部 23 を形成している。そのため、ヒートパイプ 1 を薄型化することが可能となる。

#### 【0046】

##### 第 1 の実施の形態の変形例 1

第 1 の実施の形態の変形例 1 では、支柱を設ける例を示す。なお、第 1 の実施の形態の変形例 1 において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

#### 【0047】

図 5 は、第 1 の実施の形態の変形例 1 に係るヒートパイプを例示する図であり、図 5 (b) は平面図、図 5 (a) は図 5 (b) の A - A 線に沿う断面図である。

#### 【0048】

図 5 を参照するに、ヒートパイプ 1A は、枠状に形成された金属層 13 の内側に支柱 15 が設けられている。図 5 の例では、支柱 15 が 4 本設けられているが、支柱 15 は 1 ~ 3 本又は 5 本以上設けても構わない。

#### 【0049】

このように、枠状に形成された金属層 13 の内側に支柱 15 を設けることで、ヒートパイプ 1A を製造する際に、図 4 (d) の工程で金属層 11、12、13、及び 14 を順次積層して加圧するときに金属層 14 が潰れることを防止できる。又、ヒートパイプ 1A が動作している際に、金属層 14 が変形して気相部 21 が潰れることを防止できる。

#### 【0050】

##### 第 1 の実施の形態の変形例 2

第 1 の実施の形態の変形例 2 では、1つの有底孔 122 に対して金属層 12 の上面側に複数の有底孔を設ける例を示す。なお、第 1 の実施の形態の変形例 2 において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

#### 【0051】

図 6 は、第 1 の実施の形態の変形例 2 に係るヒートパイプを例示する図であり、図 6 (b) は部分平面図、図 6 (a) は図 6 (b) の C - C 線に沿う部分断面図である。

#### 【0052】

図 6 に示すヒートパイプ 1B において、2層目の金属層 12 には、金属層 12 の上面側から Z 方向の略中央部に向かって窪む有底孔 121a 及び 121b と金属層 12 の下面側から Z 方向の略中央部に向かって窪む有底孔 122 が形成されている。また、有底孔 121a 及び 121b と有底孔 122 が部分的に連通した細孔 123a 及び 123b が配置されている。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 3 】

金属層 1 2 は、有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b と有底孔 1 2 2、細孔 1 2 3 a 及び 1 2 3 b により構成される、Z 方向に貫通した貫通孔 1 2 y を有している。

## 【 0 0 5 4 】

すなわち、各々の貫通孔 1 2 y において、1つの有底孔 1 2 2 に対して有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b が設けられている。対応する有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b と有底孔 1 2 2 とは平面視において重複するように配置されている。そして、有底孔 1 2 1 a と有底孔 1 2 2 の底面同士が部分的に連通して細孔 1 2 3 a が形成されている。又、有底孔 1 2 1 b と有底孔 1 2 2 の底面同士が部分的に連通して細孔 1 2 3 b が形成されている。

## 【 0 0 5 5 】

X 方向において隣接する有底孔 1 2 1 a と有底孔 1 2 1 b とは、互いに離間して配置されている。又、Y 方向において隣接する有底孔 1 2 1 a 同士、及び Y 方向において隣接する有底孔 1 2 1 b 同士は、互いに離間して配置されている。

## 【 0 0 5 6 】

有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b の金属層 1 2 の上面側に開口する部分の面積は、有底孔 1 2 2 の金属層 1 2 の下面側に開口する部分の面積よりも小さい。有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b は、例えば、略半球状に形成されており、平面形状が円形である。有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b と有底孔 1 2 2 とが連通する位置（細孔 1 2 3 a 及び 1 2 3 b の位置）は、金属層 1 2 の厚さ方向の中央よりも金属層 1 2 の上面側である。

## 【 0 0 5 7 】

但し、有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b の平面形状は円形には限定されず、楕円形や多角形等の任意の形状として構わない。又、有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b は略半球状には限定されず、細孔 1 2 3 a 及び 1 2 3 b 側から金属層 1 2 の上面側に向かって内壁が拡幅する任意のテーパ形状として構わない。

## 【 0 0 5 8 】

このように、各々の貫通孔 1 2 y において、1つの有底孔 1 2 2 に対して金属層 1 2 の上面側に2つの有底孔 1 2 1 a 及び 1 2 1 b を設けても構わない。この場合、細孔 1 2 3 a 及び 1 2 3 b の大きさを第 1 の実施の形態の細孔 1 2 3 の大きさよりも小さくできるため、作動流体 C を気相部 2 1 から液体流路部 2 2 に吸い込む際の毛細管力を大きくすることができる。

## 【 0 0 5 9 】

なお、1つの有底孔 1 2 2 に対して金属層 1 2 の上面側に3つ以上の有底孔を設けても構わない。又、1つの有底孔 1 2 2 に対して金属層 1 2 の上面側に設けられる複数の有底孔を各々異なる大きさ（例えば、異なる径）にしても構わない。

## 【 0 0 6 0 】

## 第 1 の実施の形態の変形例 3

第 1 の実施の形態の変形例 3 では、有底孔の密度を変える例を示す。なお、第 1 の実施の形態の変形例 3 において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

## 【 0 0 6 1 】

図 7 は、第 1 の実施の形態の変形例 3 に係るヒートパイプを例示する図であり、図 1 (b) に対応する平面図である。但し、図 7 では、金属層 1 2 において有底孔 1 2 2 に対して金属層 1 2 の上面側に設けられる有底孔 1 2 1 のみを図示しており、有底孔 1 2 2 や細孔 1 2 3 の図示は省略している。

## 【 0 0 6 2 】

図 7 に示すヒートパイプ 1 C では、有底孔 1 2 1 が高密度に配置された高密度領域 H d と、有底孔 1 2 1 が低密度に配置された低密度領域 L d とが X 方向及び Y 方向に交互に配置されている。高密度領域 H d では、例えば、1つの有底孔 1 2 2 に対して複数の有底孔 1 2 1 を設けることができる。

## 【 0 0 6 3 】

ヒートパイプ１Ｃのように、有底孔１２１の密度は必ずしも均一とする必要はなく、高密度領域Ｈｄと低密度領域Ｌｄを有しても構わない。この場合は、発熱部からの熱拡散効率向上の効果が期待できる。又、作動流体の気化効率や、液化した作動流体を液層に戻す効率が向上する効果が期待できる。

【００６４】

なお、密度の異なる領域は２種類には限定されず、３種類以上の密度の異なる領域を有しても構わない。

【００６５】

#### 第１の実施の形態の変形例４

第１の実施の形態の変形例４では、有底孔の大きさを変える例を示す。なお、第１の実施の形態の変形例４において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

【００６６】

図８は、第１の実施の形態の変形例４に係るヒートパイプを例示する図であり、図１（ｂ）に対応する平面図である。但し、図８では、金属層１２において有底孔１２２に対して金属層１３側に設けられる有底孔１２１ｃ及び１２１ｄのみを図示しており、有底孔１２２や細孔１２３の図示は省略している。

【００６７】

図８に示すヒートパイプ１Ｄでは、金属層１２の上面側に開口する部分の面積の大きい（例えば、大径の）有底孔１２１ｃと、金属層１２の上面側に開口する部分の面積の小さい（例えば、小径の）有底孔１２１ｄとがＸ方向及びＹ方向に交互に配置されている。有底孔１２１ｃ及び１２１ｄは、例えば、有底孔１２１と同様に、略半球状等に形成することができる。

【００６８】

ヒートパイプ１Ｄのように、金属層１２の上面側に開口する各々の有底孔の開口する部分の面積は必ずしも同一とする必要はなく、開口する部分の面積の大きい有底孔１２１ｃと開口する部分の面積の小さい有底孔１２１ｄを有しても構わない。この場合は、作動流体の気化効率や、液化した作動流体を液層に戻す効率が向上する効果が期待できる。

【００６９】

なお、金属層１３側に開口する各々の有底孔の開口する部分の面積は２種類には限定されず、３種類以上としても構わない。

【００７０】

#### 第２の実施の形態

第２の実施の形態では、ヒートパイプを更に薄型化する例を示す。なお、第２の実施の形態において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

【００７１】

[ 第２の実施の形態に係るヒートパイプの構造 ]

まず、第２の実施の形態に係るヒートパイプの構造について説明する。図９は、第２の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図であり、図９（ｂ）は平面図、図９（ａ）は図９（ｂ）のＡ－Ａ線に沿う断面図である。

【００７２】

図９を参照するに、ヒートパイプ２は、金属層１３及び１４が１層の金属層２５に置換された点がヒートパイプ１（図１参照）と相違し、その他の点はヒートパイプ１と同様である。すなわち、ヒートパイプ２は、金属層１１、１２、及び２５の３層が積層された構造を有する全方位型のヒートパイプである。金属層１１、１２、及び２５は、例えば銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等からなり、固相接合等により互いに直接接合されている。

【００７３】

金属層２５は、上面２５ａ及び下面２５ｂを有する矩形状の平板部２５１と、平板部２

10

20

30

40

50

5 1 の下面 2 5 b の外周部から金属層 1 2 側に突起する側壁部 2 5 2 とを備えている。金属層 2 5 は、平板部 2 5 1 と側壁部 2 5 2 とが一体に形成され、凹型の形状からなる。側壁部 2 5 2 は、行列状に配置された貫通孔 1 2 x を露出する開口部 2 5 x を有し、平板部 2 5 1 の下面 2 5 b の外周部に枠状に形成されている。金属層 2 5 の側壁部 2 5 2 の下面は、金属層 1 2 の上面の外周部と直接接合されている。

【 0 0 7 4 】

金属層 2 5 の全体の厚さ  $T_1$  は、例えば、 $50\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$  程度とすることができる。金属層 2 5 の全体の厚さ  $T_1$  は、例えば、金属層 1 1 及び 1 2 の厚さと同一としてもよい。金属層 2 5 の側壁部 2 5 2 の厚さ  $T_2$  は、例えば、厚さ  $T_1$  の半分程度とすることができる。

10

【 0 0 7 5 】

金属層 2 5 の側壁部 2 5 2 は蒸気層となり、側壁部 2 5 2 の開口部 2 5 x 内において、金属層 1 2 の上面及び金属層 2 5 の下面 2 5 b で囲まれた気相部 2 1 ( 図 2 参照 ) を有している。気相部 2 1 は、作動流体 C が気化した蒸気 C v を高温側から低温側に移動させる領域である。

【 0 0 7 6 】

[ 第 2 の実施の形態に係るヒートパイプの製造方法 ]

次に、第 2 の実施の形態に係るヒートパイプの製造方法について説明する。図 1 0 は、第 2 の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図であり、図 9 ( a ) に対応する断面を示している。

20

【 0 0 7 7 】

まず、第 1 の実施の形態の図 4 ( a )、及び図 4 ( b ) の工程を実行し、金属層 1 2 を作製する。

【 0 0 7 8 】

次に、図 1 0 ( a ) に示す工程では、金属シート 2 5 0 を準備し、金属シート 2 5 0 の上面の全体にベタ状のレジスト層 3 3 0 を形成し、金属シート 2 5 0 の下面に矩形状の開口部 3 4 0 x を備えた枠状のレジスト層 3 4 0 を形成する。レジスト層 3 4 0 は、側壁部 2 5 2 を形成したい領域を被覆するように形成する。

【 0 0 7 9 】

金属シート 2 5 0 は、最終的に金属層 2 5 となる部材であり、例えば、銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等から形成することができる。金属シート 2 5 0 の厚さは、例えば、 $50\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$  程度とすることができる。レジスト層 3 3 0 及び 3 4 0 としては、例えば、感光性のドライフィルムレジスト等を用いることができる。開口部 3 4 0 x は、例えば、レジスト層 3 4 0 を露光及び現像して形成することができる。

30

【 0 0 8 0 】

次に、図 1 0 ( b ) に示す工程では、開口部 3 4 0 x 内に露出する金属シート 2 5 0 を金属シート 2 5 0 の下面側からハーフエッチングして、中央側に有底の開口部 2 5 x を形成すると共に、外周側に開口部 2 5 x を囲む側壁部 2 5 2 を形成する。金属シート 2 5 0 のハーフエッチングには、例えば、塩化第二鉄溶液を用いることができる。その後、レジスト層 3 3 0 及び 3 4 0 を剥離液により剥離することで、平板部 2 5 1 の下面 2 5 b の外周部に開口部 2 5 x を囲む枠状の側壁部 2 5 2 を備えた金属層 2 5 が形成される。

40

【 0 0 8 1 】

なお、図 1 0 ( a ) において、金属シート 2 5 0 の下面の全体にベタ状のレジスト層 3 3 0 を形成し、金属シート 2 5 0 の上面に矩形状の開口部 3 4 0 x を備えた枠状のレジスト層 3 4 0 を形成してもよい。この場合には、図 1 0 ( b ) において、開口部 3 4 0 x 内に露出する金属シート 2 5 0 を金属シート 2 5 0 の上面側からハーフエッチングして開口部 2 5 x を形成する。

【 0 0 8 2 】

次に、孔や溝が形成されていないベタ状の金属層 1 1 を準備し、図 4 ( d ) の工程と同様にして、金属層 1 1、1 2、及び 2 5 を順次積層し、加圧及び加熱により固相接合を行

50

う。これにより、隣接する金属層同士が直接接合され、気相部 2 1、液体流路部 2 2、及び通気部 2 3 を備えたヒートパイプ 2 が完成する。その後、真空ポンプ等を用いて液体流路部 2 2 内を排気した後、図示しない注入口から液体流路部 2 2 内に作動流体 C を注入し、その後注入口を封止する。なお、固相接合によって隣接する金属層同士を良好に接合できるように、金属層 1 1、1 2、及び 2 5 の全ての材料を同一にすることが好ましい。

#### 【0083】

このように、ヒートパイプ 1 における金属層 1 3 及び 1 4 を 1 層の金属層 2 5 に置き換えてヒートパイプ 2 としてもよい。ヒートパイプ 2 では、曲げ加工や成型加工を用いずにハーフエッチングで有底孔や開口部を形成するため、薄型化が容易である。ヒートパイプ 2 において、例えば、金属層 1 1、1 2、及び 2 5 を何れも 50  $\mu\text{m}$  の厚さで形成すれば、総厚が 150  $\mu\text{m}$  の薄型のヒートパイプを実現することができる。その他の効果については、第 1 の実施の形態に示した通りである。

#### 【0084】

##### 第 2 の実施の形態の変形例 1

第 2 の実施の形態の変形例 1 では、支柱を設ける例を示す。なお、第 2 の実施の形態の変形例 1 において、既に説明した実施の形態と同一構成部についての説明は省略する場合がある。

#### 【0085】

図 1 1 は、第 2 の実施の形態の変形例 1 に係るヒートパイプを例示する図であり、図 1 1 ( b ) は平面図、図 1 1 ( a ) は図 1 1 ( b ) の A - A 線に沿う断面図である。

#### 【0086】

図 1 1 を参照するに、ヒートパイプ 2 A は、金属層 2 5 が金属層 2 5 A に置換された点がヒートパイプ 2 ( 図 9 参照 ) と相違し、その他の点はヒートパイプ 2 と同様である。すなわち、ヒートパイプ 2 A は、金属層 1 1、1 2、及び 2 5 A の 3 層が積層された構造を有する全方位型のヒートパイプである。金属層 1 1、1 2、及び 2 5 A は、例えば銅、ステンレス、アルミニウム、マグネシウム合金等からなり、固相接合等により互いに直接接合されている。

#### 【0087】

金属層 2 5 A は、上面 2 5 a 及び下面 2 5 b を有する矩形状の平板部 2 5 1 と、平板部 2 5 1 の下面 2 5 b の外周部から金属層 1 2 側に突起する側壁部 2 5 2 と、側壁部 2 5 2 の内側に設けられた支柱 2 5 3 とを備えている。平板部 2 5 1 と側壁部 2 5 2 と支柱 2 5 3 とは一体に形成されている。側壁部 2 5 2 は、行列状に配置された貫通孔 1 2 x を露出する開口部 2 5 x を有し、平板部 2 5 1 の下面 2 5 b の外周部に枠状に形成されている。支柱 2 5 3 は、開口部 2 5 x 内に露出する平板部 2 5 1 の下面 2 5 b から金属層 1 2 側に突起している。図 1 1 の例では、支柱 2 5 3 が 4 本設けられているが、支柱 2 5 3 は 1 ~ 3 本又は 5 本以上設けても構わない。金属層 2 5 A の側壁部 2 5 2 の下面は、金属層 1 2 の上面の外周部と直接接合されている。又、金属層 2 5 A の各々の支柱 2 5 3 の下面は、金属層 1 2 の上面の所定位置と直接接合されている。

#### 【0088】

金属層 2 5 A を作製するには、例えば、金属シートを準備し、金属シートの上面の全体にベタ状の第 1 レジスト層を形成し、金属シートの下面の外周部 ( 側壁部 2 5 2 となる部分 ) 及び支柱 2 5 3 の形成部に第 2 レジスト層を選択的に形成する。そして、金属シートの下面側の第 2 レジスト層から露出する部分をハーフエッチングする。これにより、中央側に有底の開口部 2 5 x が形成されると共に、外周側に開口部 2 5 x を囲む側壁部 2 5 2 が形成され、開口部 2 5 x 内に支柱 2 5 3 が形成される。金属層 2 5 A のハーフエッチングには、例えば、塩化第二鉄溶液を用いることができる。その後、第 1 及び第 2 レジスト層を剥離液により剥離することで、平板部 2 5 1 と側壁部 2 5 2 と支柱 2 5 3 とが一体に形成された金属層 2 5 A が完成する。

#### 【0089】

このように、金属層 2 5 A の枠状に形成された側壁部 2 5 2 の内側に支柱 2 5 3 を設け

10

20

30

40

50

ることで、ヒートパイプ 2 A を製造する際に、図 4 ( d ) と同様の工程で金属層 1 1、1 2、及び 2 5 A を順次積層して加圧するときに金属層 2 5 A が潰れることを防止できる。又、ヒートパイプ 2 A が動作している際に、金属層 2 5 A が変形して気相部 2 1 が潰れることを防止できる。その他の効果については、第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態に示した通りである。

#### 【 0 0 9 0 】

以上、好ましい実施の形態について詳説したが、上述した実施の形態に制限されることなく、特許請求の範囲に記載された範囲を逸脱することなく、上述した実施の形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

#### 【 0 0 9 1 】

例えば、第 1 の実施の形態及び変形例 1 ~ 4 は、適宜組み合わせて実施することができる。又、第 2 の実施の形態及び変形例 1 と、第 1 の実施の形態の変形例 2 ~ 4 は、適宜組み合わせて実施することができる。

#### 【符号の説明】

#### 【 0 0 9 2 】

- 1、1 A、1 B、1 C、1 D ヒートパイプ
- 1 1、1 2、1 3、1 4、2 5、2 5 A 金属層
- 1 2 x、1 2 y 貫通孔
- 1 3 x 貫通孔
- 1 4 a 金属層 1 4 の上面
- 1 5 支柱
- 2 1 気相部
- 2 2 液体流路部
- 2 3 通気部
- 2 5 a 金属層 2 5 及び 2 5 A の上面
- 2 5 b 金属層 2 5 及び 2 5 A の下面
- 2 5 x 開口部
- 1 2 1、1 2 1 a、1 2 1 b、1 2 1 c、1 2 1 d、1 2 2 有底孔
- 1 2 3、1 2 3 a、1 2 3 b、1 2 5 細孔
- 2 5 1 平板部
- 2 5 2 側壁部
- 2 5 3 支柱

10

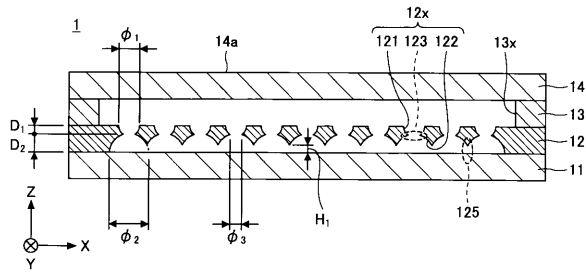
20

30

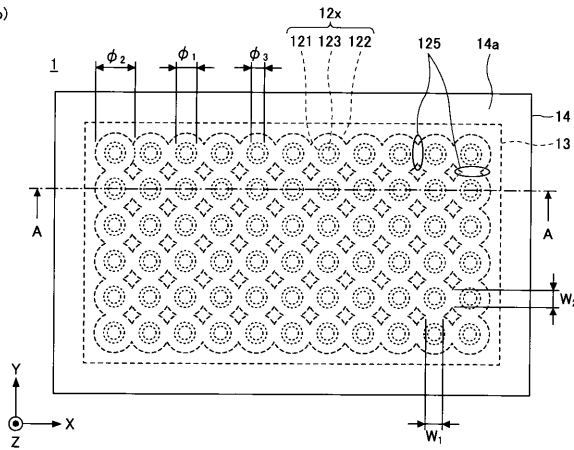
【図 1】

第1の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図

(a)

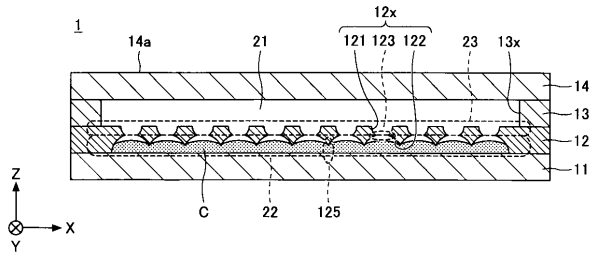


(b)



【図 2】

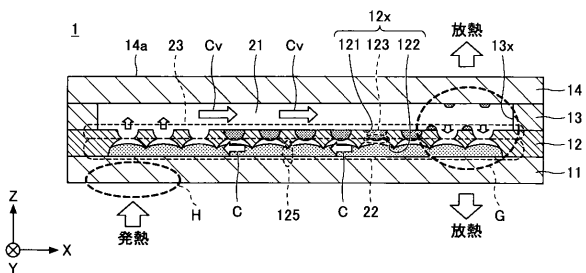
第1の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図(その1)



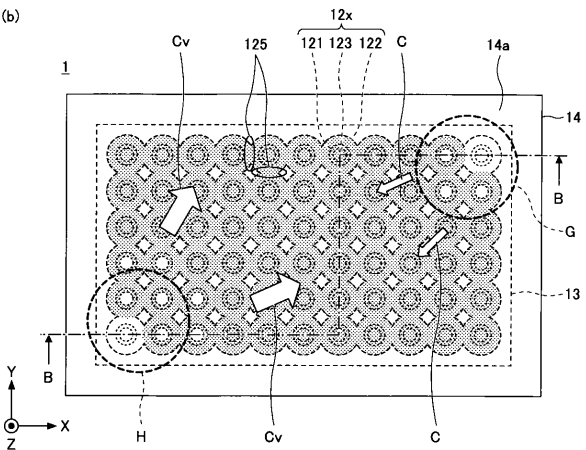
【図 3】

第1の実施の形態に係るヒートパイプの各部の機能を説明する図(その2)

(a)



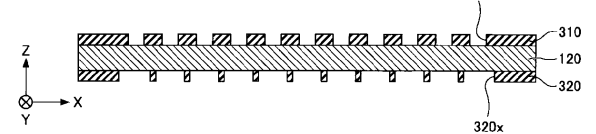
(b)



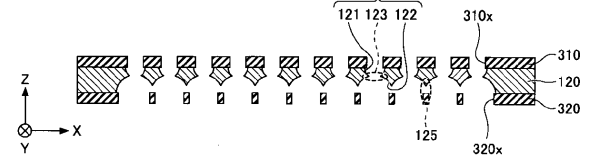
【図 4】

第1の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図

(a)



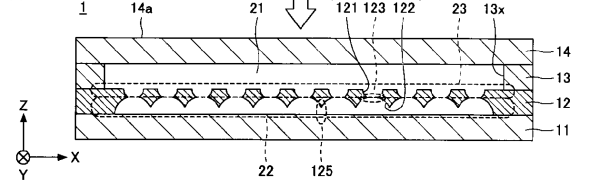
(b)



(c)

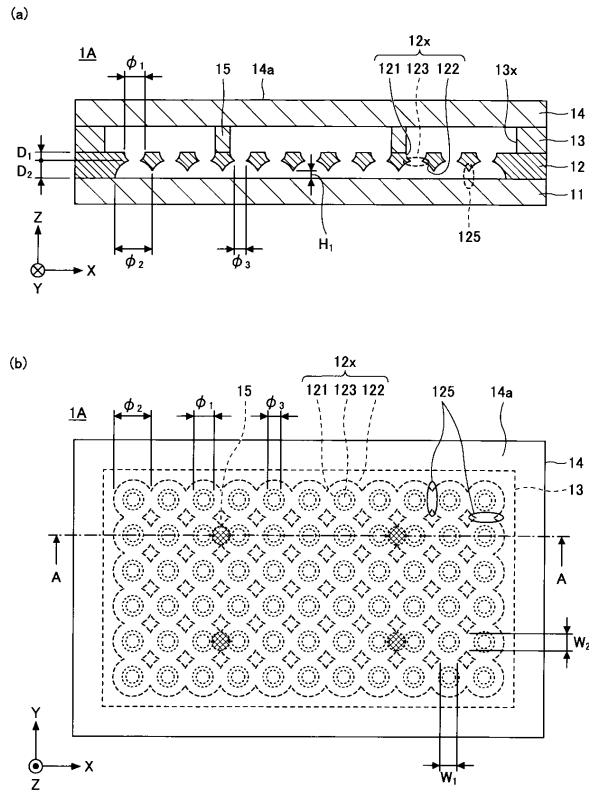


(d)



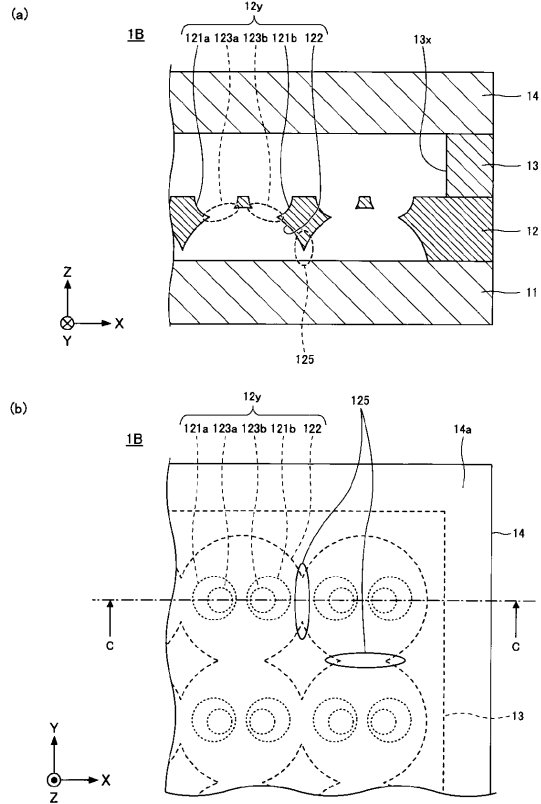
【図 5】

第1の実施の形態の変形例1に係るヒートパイプを例示する図



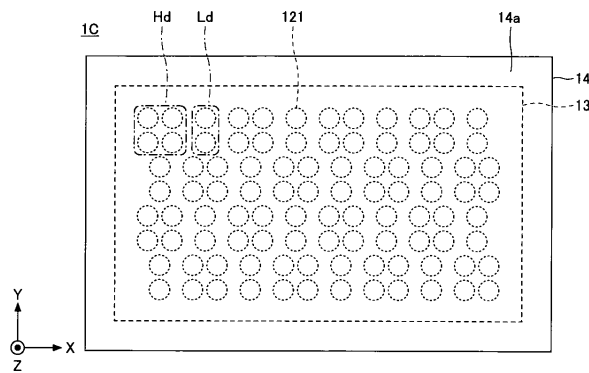
【図 6】

第1の実施の形態の変形例2に係るヒートパイプを例示する図



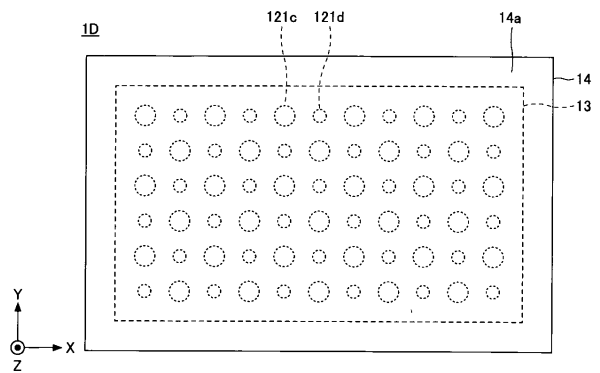
【図 7】

第1の実施の形態の変形例3に係るヒートパイプを例示する図



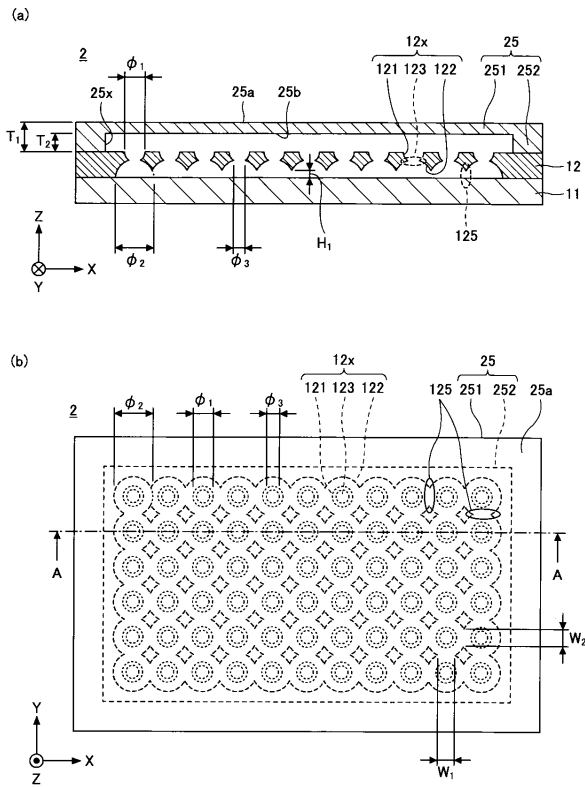
【図 8】

第1の実施の形態の変形例4に係るヒートパイプを例示する図



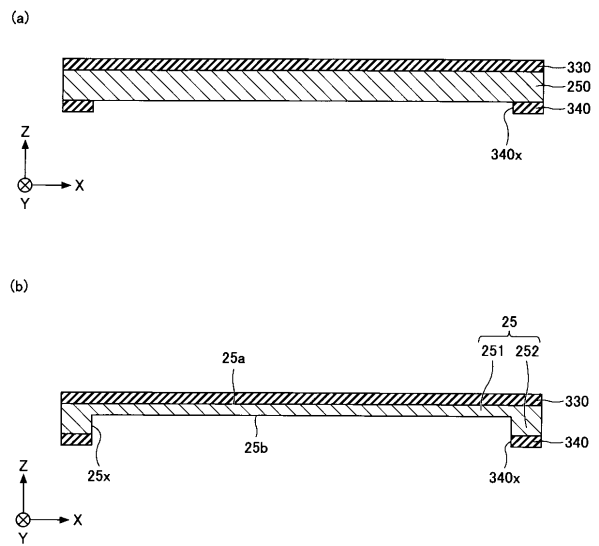
【図 9】

第2の実施の形態に係るヒートパイプを例示する図



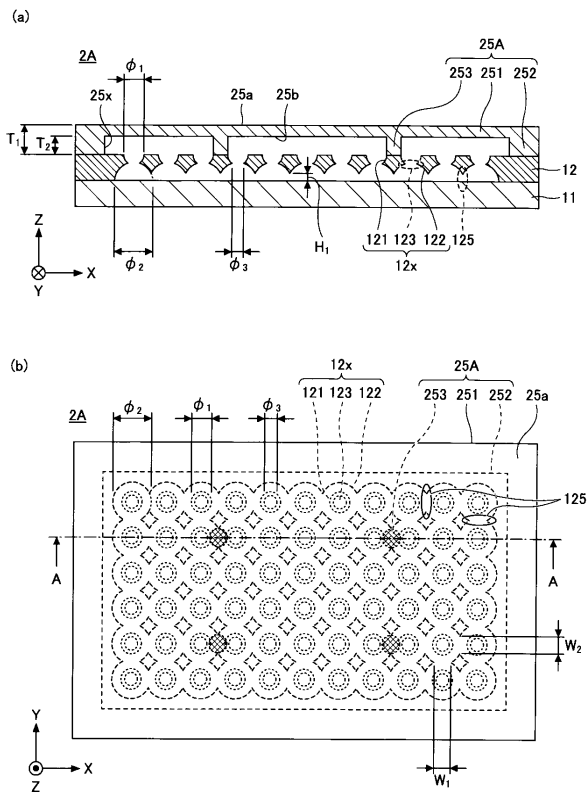
【図 10】

第2の実施の形態に係るヒートパイプの製造工程を例示する図



【図 11】

第2の実施の形態の変形例1に係るヒートパイプを例示する図





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2011-145044(JP,A)  
特開2010-007905(JP,A)  
特開2015-094491(JP,A)  
特開2004-077120(JP,A)  
特開2011-080679(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F28D 15/02  
F28D 15/04