

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7155585号
(P7155585)

(45)発行日 令和4年10月19日(2022.10.19)

(24)登録日 令和4年10月11日(2022.10.11)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 D 15/04 (2006.01)

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

F 2 8 D 15/04 B

F 2 8 D 15/02 1 0 1 H

請求項の数 4 (全26頁)

(21)出願番号	特願2018-70273(P2018-70273)	(73)特許権者	000002897
(22)出願日	平成30年3月30日(2018.3.30)		大日本印刷株式会社
(65)公開番号	特開2019-178860(P2019-178860 A)	(74)代理人	100129838
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(43)公開日	令和1年10月17日(2019.10.17)	(74)代理人	100101203
審査請求日	令和3年1月26日(2021.1.26)		弁理士 山本 典輝
		(74)代理人	100101203
			弁理士 山下 昭彦
		(74)代理人	100104499
			弁理士 岸本 達人
		(72)発明者	鈴木 裕行
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内
		(72)発明者	太田 貴之
			東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ベーパーチャンバー、及び電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一シート、及び前記第一シートに重ねて接合された第二シートを有し、密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、

前記空間には、前記作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、前記作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が形成され、

前記蒸气流路と前記蒸气流路に隣り合う前記凝縮液流路とは、複数の開口部により連通されており、

前記蒸气流路が延びる方向に沿って隣り合う前記複数の開口部のピッチが前記蒸气流路の幅の大きさ以下となる前記開口部があり、

1つの前記蒸气流路の幅方向両側に前記開口部が存在し、前記蒸气流路を挟んで前記開口部は対向しないように位置がずれて配置されているとともに前記開口部は前記蒸气流路が延びる方向でピッチが異なるように配置された部位を有する、
ベーパーチャンバー。

【請求項2】

前記凝縮液流路は、前記第一シートに設けられた凸条と前記第二シートに設けられた凸条とが重ね合わされることにより形成されており、前記第一シートの前記凸条及び前記第二シートの前記凸条のうちの少なくとも一方に液流路溝が形成され、

前記蒸气流路は、前記第一シートに設けられた前記凸条に隣接する凹条と、前記第二シートに設けられた前記凸条に隣接する凹条とが重ね合わされることにより形成されている

、請求項 1 に記載のペーパーチャンバー。

【請求項 3】

前記蒸気流路は、流路断面が扁平形状である請求項 1 又は 2 に記載のペーパーチャンバー。

【請求項 4】

筐体と、

前記筐体の内側に配置された電子部品と、

前記電子部品に対して直接又は他の部材を介して接触して配置された請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載されたペーパーチャンバーと、を備える、電子機器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は密閉空間に封入された作動流体を相変化を伴いつつ還流することより熱輸送を行うペーパーチャンバーに関する。

【背景技術】

【0002】

パソコン並びに携帯電話及びタブレット端末等の携帯型端末に代表される電子機器に備えられている CPU（中央演算処理装置）等の電子部品からの発熱量は、情報処理能力の向上により増加する傾向にあり、これを冷却する技術が重要となっている。このような冷却のための手段としてヒートパイプがよく知られている。これはパイプ内に封入された作動流体により、熱源における熱を他の部位に輸送することで拡散させ、熱源を冷却するものである。

20

【0003】

一方、近年においてこれら電子機器の薄型化が顕著であり、従来のヒートパイプよりも薄型の冷却手段が必要となってきた。これに対して例えば特許文献 1 に記載のようなペーパーチャンバーが提案されている。

【0004】

ペーパーチャンバーはヒートパイプによる熱輸送の考え方を平板状の部材に展開した機器である。すなわち、ペーパーチャンバーでは、対向する平板の間に作動流体が封入されており、この作動流体が相変化を伴いつつ還流することで熱輸送を行い、熱源における熱を輸送及び拡散して熱源を冷却する。

30

【0005】

より具体的には、ペーパーチャンバーの対向する平板間には蒸気用流路と凝縮液用流路とが設けられ、ここに作動流体が封入されている。ペーパーチャンバーを熱源に配置すると、熱源の近くにおいて作動流体は熱源からの熱を受けて蒸発し、気体（蒸気）となって蒸気用流路を移動する。これにより熱源からの熱が熱源から離れた位置に円滑に輸送され、その結果熱源が冷却される。

熱源からの熱を輸送した気体状態の作動流体は熱源から離れた位置にまで移動し、周囲に熱を吸収されることで冷却されて凝縮し、液体状態に相変化する。相変化した液体状態の作動流体は凝縮液用流路を通り、熱源の位置にまで戻ってまた熱源からの熱を受けて蒸発して気体状態に変化する。

40

以上のような循環により熱源から発生した熱が熱源から離れた位置に輸送され熱源が冷却される。

【0006】

特許文献 1 には、このような蒸気用流路（蒸気通路）と凝縮液用流路（ウィック）とが形成されたシート型のヒートパイプ（ペーパーチャンバー）が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開 2008 - 51407 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、電子機器の薄型化に対応するためにペーパーチャンバーも薄型化すると、冷却能力（熱輸送能力）が十分に得られない問題があった。

【0009】

そこで本発明は、薄型化しても高い熱輸送能力を得ることができるペーパーチャンバーを提供することを課題とする。またこのペーパーチャンバーを備える電子機器を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

発明者は鋭意検討の結果、ペーパーチャンバーを薄くすると、作動流体が蒸発した部位の近くで蒸気流路が凝縮液により塞がれてしまう状態となり、蒸気の移動が阻害される知見を得た。蒸気の移動が阻害されると作動流体の還流が円滑に行われなため熱輸送能力が低下してしまう。

ペーパーチャンバーの薄型化が進むと蒸気流路の深さが制限され、蒸気流路の断面積を大きくして流路抵抗を下げるためには蒸気流路の幅を広げることになる。結果として薄型のペーパーチャンバーにおいて、蒸気流路は扁平形状となる。このとき蒸気流路が扁平形状となることで伝熱性能が向上して凝縮しやすくなるため、凝縮液による蒸気流路の閉塞が助長されると考えられる。また、扁平形状となると蒸気流路の高さが小さいため凝縮液が蒸気流路の平面方向へ広がりやすくなり、これによっても蒸気流路の閉塞が助長されると考えられる。

これに対する1つの方法としては、例えば蒸気流路の幅を広げることで、流路断面積を大きく確保して凝縮液による蒸気流路の閉塞を防止することは可能である。しかしながら、1つの蒸気流路の幅を広くすると、蒸気流路に接する凝縮液流路が少なくなるので、蒸気輸送能力に対し凝縮液の供給が足りなくなり、熱輸送能力が低下してしまう。また、蒸気流路内が減圧されたとき、外圧との圧力差を蒸気流路の周囲の金属が支えきれず、蒸気流路がつぶれてしまう可能性が高くなる。さらに、蒸気流路の幅を広げるとペーパーチャンバーを構成する重ね合わせた2枚のシートの接合面積が低下する虞があり耐久性にも問題が生じる可能性がある。

従って、発明者は、熱輸送能力をできるだけ低下させないために蒸気流路の流路断面積を広げることなく、凝縮液による蒸気流路の閉塞を防止する手段が必要であるとの考えに至り次のような着想を得た。図23(a)～図23(c)に模式図を表した。

【0011】

図23(a)に示したように幅が W 、高さが H である矩形断面を有する1つの蒸気流路を考える。ここで蒸気流路は $W > H$ であり、いわゆる扁平断面の形状を備えた流路である。

作動流体は蒸気流路の内表面で凝縮するとともに、凝縮液は表面張力により球状となるように力が働き、自由表面を形成できる方向に対しては等しい大きさとなる。そうすると、薄幅化によりその高さ（厚さ方向大きさ）が小さくなった蒸気流路では、図23(b)に示したように、凝縮液は高さ方向については H に制限され、流路の長さ方向及び幅方向には自由表面を作り同じ大きさ W_1 となる。

さらに凝縮液が大きくなり、図23(c)のように、凝縮液がちょうど蒸気流路を塞いだときには、凝縮液の幅は蒸気流路の幅 W と同じであるため、流路の長さ方向における凝縮液の大きさも W となる。

【0012】

従って、発明者は蒸気流路の長さ方向において、少なくとも蒸気流路の幅と同じ大きさ毎に凝縮液を蒸気流路から移動させる（除外する）手段を設けることにより、薄型化しても凝縮液により蒸気流路が閉塞されてしまうことを回避し、作動流体を円滑に還流させることができる着想し、これを具体化することにより本発明を完成させた。以下、本発明について説明する。

【0013】

本発明の１つの態様は、第一シート、及び第一シートに重ねて接合された第二シートを有し、第一シートと第二シートとの間には密閉された空間が形成されており、該空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーであって、密閉空間には、第一シートと第二シートとの重ね合わせにより、作動流体が凝縮した液が流れる複数の凝縮液流路と、作動流体が気化した蒸気が流れる蒸气流路と、が形成され、蒸气流路と蒸气流路に隣り合う凝縮液流路とは、複数の開口部により連通されており、複数の開口部のピッチが蒸气流路の幅の大きさ以下となる開口部があるベーパーチャンバーである。

【００１４】

上記ベーパーチャンバーにおいて、凝縮液流路は、第一シートに設けられた凸条と第二シートに設けられた凸条とが重ね合わされることにより形成されており、第一シートの凸条及び第二シートの凸条のうちの少なくとも一方に液流路溝が形成され、蒸气流路は、第一シートに設けられた凸条に隣接する凹条と、第二シートに設けられた凸条に隣接する凹条とが重ね合わされることにより形成されているように構成してもよい。

10

【００１５】

上記ベーパーチャンバーにおいて、蒸气流路を流路断面が扁平形状、楕円形状、又は、半楕円形が組み合わさった形状としてもよい。

【００１６】

また、筐体と、筐体の内側に配置された電子部品と、電子部品に対して直接又は他の部材を介して接触して配置された上記ベーパーチャンバーと、を備える、電子機器を提供することができる。

20

【発明の効果】

【００１７】

本発明のベーパーチャンバーによれば、薄型化されても蒸气流路が凝縮液で閉塞される前に凝縮液が凝縮液流路に入るため、蒸气流路が閉塞されることなく作動流体の円滑な還流が促進され、熱輸送能力を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】図１（ａ）はベーパーチャンバー１の斜視図、図１（ｂ）はベーパーチャンバー１の分解斜視図である。

【図２】図２（ａ）は第一シート１０の斜視図、図２（ｂ）は第一シート１０の平面図である。

30

【図３】図３は第一シート１０の切断面である。

【図４】図４（ａ）、図４（ｂ）は第一シート１０の他の切断面である。

【図５】図５は外周液流路部１４を平面視して一部を拡大して表した図である。

【図６】図６は他の例の外周液流路部１４を平面視して一部を拡大して表した図である。

【図７】図７は液流路溝１４ａの断面形状が半楕円形である例である。

【図８】図８（ａ）は内側液流路部１５に注目した切断面、図８（ｂ）は内側液流路部１５を平面視して一部を拡大して表した図である。

【図９】図９は蒸气流路溝１６の断面形状が半楕円形である例である。

【図１０】図１０（ａ）は第二シート２０の斜視図、図１０（ｂ）は第二シート２０の平面図である。

40

【図１１】図１１は第二シート２０の切断面である。

【図１２】図１２は第二シート２０の他の切断面である。

【図１３】図１３はベーパーチャンバー１の切断面である。

【図１４】図１４は、図１３の一部を拡大した図である。

【図１５】図１５は、図１４のＸＶ－ＸＶ矢視断面図である。

【図１６】図１６（ａ）、図１６（ｂ）は蒸气流路幅が変化する場合の例について説明する図である。

【図１７】図１７はベーパーチャンバー１の他の切断面である。

【図１８】図１８はベーパーチャンバー１'の切断面である。

50

【図 19】図 19 (a)、図 19 (b) はペーパーチャンバー 1 ' の変形例である。

【図 20】図 20 はペーパーチャンバー 1 " の切断面である。

【図 21】電子機器 40 を説明する斜視図である。

【図 22】図 22 はペーパーチャンバー 1 の作動を説明する図である。

【図 23】図 23 (a) ~ 図 23 (c) は蒸気流路内の凝縮液について説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明を図面に示す形態に基づき説明する。ただし、本発明はこれら形態に限定されるものではない。なお、以下に示す図面では分かりやすさのため部材の大きさや比率を変更または誇張して記載することがある。また、見やすさのため説明上不要な部分の図示や繰り返しとなる符号は省略することがある。

10

【0020】

図 1 (a) には 1 つの形態にかかるペーパーチャンバー 1 の外観斜視図、図 1 (b) にはペーパーチャンバー 1 の分解斜視図を表した。これら図及び以下に示す各図には必要に応じて便宜のため、互いに直交する方向を表す矢印 (x、y、z) も表した。ここで x y 面内方向は平板状であるペーパーチャンバー 1 の板面に沿った方向であり、z 方向は厚さ方向である。

【0021】

ペーパーチャンバー 1 は、図 1 (a)、図 1 (b) からわかるように第一シート 10 及び第二シート 20 を有している。そして、後で説明するように、この第一シート 10 と第二シート 20 とが重ねられて接合 (拡散接合、ろう付け等) されていることにより第一シート 10 と第二シート 20 との間に密閉空間 2 が形成され (例えば図 13 参照)、この密閉空間 2 に作動流体が封入されている。

20

【0022】

本形態で第一シート 10 は全体としてシート状の部材である。図 2 (a) には第一シート 10 を内面 10 a 側から見た斜視図、図 2 (b) には第一シート 10 を内面 10 a 側から見た平面図をそれぞれ表した。また、図 3 には図 2 (b) の I I I - I I I で切断したときの第一シート 10 の切断面を示した。

第一シート 10 は、内面 10 a、該内面 10 a とは反対側となる外面 10 b 及び内面 10 a と外面 10 b とを連結して厚さを形成する側面 10 c を備え、内面 10 a 側に作動流体が還流する流路のためのパターンが形成されている。後述するようにこの第一シート 10 の内面 10 a と第二シート 20 の内面 20 a とが対向するようにして重ね合わされることで密閉空間 2 が形成される。

30

【0023】

このような第一シート 10 は本体 11 及び注入部 12 を備えている。本体 11 は作動流体が還流する部位を形成するシート状であり、本形態では平面視で角が円弧 (いわゆる R) にされた長方形である。

注入部 12 は第一シート 10 と第二シート 20 により形成された密閉空間 2 (例えば図 13 参照) に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では本体 11 の平面視長方形である一辺から突出する平面視四角形のシート状である。本形態では第一シート 10 の注入部 12 は内面 10 a 側も外面 10 b 側も平坦面とされている。

40

【0024】

このような第一シート 10 の厚さは特に限定されることはないが、0.1 mm 以上 1.0 mm 以下が好ましい。これにより薄型のペーパーチャンバーとして適用できる場面を多くすることができる。

また、第一シート 10 を構成する材料も特に限定されることはないが、熱伝導率が高い金属であることが好ましい。これには例えば銅、銅合金を挙げることができる。

【0025】

本体 11 の内面 10 a 側には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体 11 の内面 10 a 側には、外周接合部 13、外周液流路部 14、内側液流路

50

部 1 5、蒸気流路溝 1 6、及び、蒸気流路連通溝 1 7 が具備されて構成されている。

【 0 0 2 6 】

外周接合部 1 3 は、本体 1 1 の内面 1 0 a 側に、該本体 1 1 の外周に沿って形成された平坦面である。この外周接合部 1 3 が第二シート 2 0 の外周接合部 2 3 に重なって接合（拡散接合、ろう付け等）されることにより、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との間に密閉空間 2 が形成され、ここに作動流体が封入される。

図 2（b）、図 3 に A₁₀ で示した外周接合部 1 3 の幅は必要に応じて適宜設定することができるが、0.8 mm 以上 3 mm 以下であることが好ましい。この幅が 0.8 mm より小さくなると第一シートと第二シートとの接合時における位置ずれが生じた際に接合面積が不足する虞がある。また、この幅が 3 mm より大きくなると、密閉空間の内容積が小さくなり蒸気流路や凝縮液流路が十分確保できなくなる虞がある。

10

【 0 0 2 7 】

また外周接合部 1 3 のうち、本体 1 1 の四隅には厚さ方向（z 方向）に貫通する穴 1 3 a が設けられている。この穴は第二シート 2 0 との重ね合せの際の位置決め手段として機能する。

【 0 0 2 8 】

外周液流路部 1 4 は、液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る凝縮液流路 3 の一部を構成する部位である。図 4（a）には図 3 のうち矢印 I V a で示した部分、図 4（b）には図 2（b）に I V b - I V b で切断される部位の切断面を示した。いずれの図にも外周液流路部 1 4 の断面形状が表れている。また、図 5 には図 4（a）に矢印 V で示した方向から見た外周液流路部 1 4 を平面視した拡大図を表した。

20

【 0 0 2 9 】

これら図からわかるように、外周液流路部 1 4 は本体 1 1 の内面 1 0 a のうち、外周接合部 1 3 の内側に沿って形成され、密閉空間 2 の外周に沿って環状となるように設けられている。また、外周液流路部 1 4 には、本体 1 1 の外周方向に平行に延びる複数の溝である液流路溝 1 4 a が形成され、複数の液流路溝 1 4 a が、該液流路溝 1 4 a が延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。従って、図 4（a）、図 4（b）からわかるように外周液流路部 1 4 ではその断面において凹部である液流路溝 1 4 a と液流路溝 1 4 a の間である凸部 1 4 b とが凹凸を繰り返して形成されている。

ここで液流路溝 1 4 は溝であることから、その断面形状において、底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対側の部位に開口を備えている。

30

【 0 0 3 0 】

また、このように複数の液流路溝 1 4 a を備えることで、1 つ当たりの液流路溝 1 4 a の深さ及び幅を小さくし、凝縮液流路 3（図 1 4 参照）の流路断面積を小さくして大きな毛管力を利用することができる。一方、液流路溝 1 4 a を複数とすることにより合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができる。

【 0 0 3 1 】

さらに、外周液流路部 1 4 では、図 5 からわかるように隣り合う液流路溝 1 4 a は、所定の間隔で液連通開口部 1 4 c により連通している。これにより複数の液流路溝 1 4 a 間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができ、円滑な作動流体の還流が可能となる。また、蒸気流路 4 を形成する蒸気流路溝 1 6 に隣接する凸部 1 4 b に設けられた液連通開口部 1 4 c は、蒸気流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。従って、後で説明するように液連通開口部 1 4 c を構成することにより蒸気流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させることができ、凝縮液による蒸気流路 4 の閉塞を防止することができる。

40

【 0 0 3 2 】

本形態では図 5 で示したように 1 つの液流路溝 1 4 a の該溝を挟んで液流路溝 1 4 a が延びる方向において同じ位置に対向するように液連通開口部 1 4 c が配置されている。ただしこれに限定されることはなく、例えば図 6 に示したように、1 つの液流路溝 1 4 a の

50

該溝を挟んで液流路溝 14 a が延びる方向において異なる位置に液連通開口部 14 c が配置されてもよい。すなわち、この場合はいわゆる千鳥配列状に液連通開口部 14 c が配置されている。

【0033】

以上のような構成を備える外周液流路部 14 は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図 2 (b)、図 3、図 4 (a)、図 4 (b) に B₁₀ で示した外周液流路部 14 の幅は、ペーパーチャンバー全体の大きさ等から適宜設定することができるが、0.3 mm 以上 2 mm 以下であることが好ましい。この幅が 0.3 mm より小さいと外側を還流する液の量が十分得られない虞がある。またこの幅が 2 mm を超えると内側の凝縮液流路や蒸気流路のための空間が十分にとれなくなる虞がある。

10

【0034】

液流路溝 14 a について、図 5、図 4 (a) に C で示した溝幅は 20 μm 以上 200 μm 以下であることが好ましい。また、図 4 (a)、図 4 (b) に D で示した溝の深さは 5 μm 以上 200 μm 以下であることが好ましい。これにより還流に必要な液流路の毛管力を十分に発揮することができる。

流路の毛管力をより強く発揮する観点から、C / D で表される流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0 よりも大きい、又は 1.0 よりも小さいことが好ましい。その中でも製造の観点から C > D であることが好ましく、アスペクト比は 1.3 より大きいことが好ましい。

20

【0035】

本形態では液流路溝 14 a の断面形状は長方形であるがこれに限定されることなく、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が半円形、底部が半楕円形等であってもよい。図 7 には液流路溝が半楕円形である例を示した。この形状によりエッチングを用いて液流路溝を作製することが容易になる。

このなかでも、入隅による角部があることにより表面張力が働きやすく、毛管力によって液の還流が円滑に行われる傾向にあることから、四角形であることが好ましい。

【0036】

また、複数の液流路溝 14 a における隣り合う液流路溝 14 a のピッチは 40 μm 以上 600 μm 以下であることが好ましい。これにより、凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを防止することができる。

30

【0037】

図 2、図 3 に戻って内側液流路部 15 について説明する。内側液流路部 15 も液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る凝縮液流路 3 の一部を構成する部位である。図 8 (a) には図 3 のうち V I I I a で示した部分を示した。この図にも内側液流路部 15 の断面形状が表れている。また、図 8 (b) には図 8 (a) に矢印 V I I I b で示した方向から見た内側液流路部 15 を平面視した拡大図を示した。

【0038】

これら図からわかるように、内側液流路部 15 は本体 11 の内面 10 a のうち、環状である外周液流路部 14 の環の内側に形成されている。本形態の内側液流路部 15 は、図 2 (a)、図 2 (b) からわかるように、本体 11 の平面視長方形で長辺に平行な方向 (x 方向) に延びる凸条であり、複数（本形態では 3 つ）の内側液流路部 15 が同短辺に平行な方向 (y 方向) に所定の間隔で配列されている。

40

各内側液流路部 15 には、内側液流路部 15 が延びる方向に平行な溝である液流路溝 15 a が形成され、複数の液流路溝 15 a が、該液流路溝 15 a が延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。従って、図 3、図 8 (a) からわかるように内側液流路部 15 ではその断面において凹部である液流路溝 15 a と液流路溝 15 a の間である凸部 15 b とが凹凸を繰り返して形成されている。

ここで液流路溝 15 a は溝であることから、その断面形状において、底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対側の部位に開口を備えている。

50

【 0 0 3 9 】

このように複数の液流路溝 1 5 a を備えることで、1 つ当たりの液流路溝 1 5 a の深さ及び幅を小さくし、凝縮液流路 3 (図 1 4 参照) の流路断面積を小さくして大きな毛管力を利用することができる。一方、液流路溝 1 5 a を複数とすることにより合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができる。

【 0 0 4 0 】

さらに、図 8 (b) からわかるように隣り合う液流路溝 1 5 a は、所定の間隔で液連通開口部 1 5 c により連通している。これにより複数の液流路溝 1 5 a 間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができるため、作動流体の円滑な還流が可能となる。また、蒸気流路 4 を形成する蒸気流路溝 1 6 に隣接する凸部 1 5 b に設けられた液連通開口部 1 5 c は、蒸気流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。従って、後で説明するように液連通開口部 1 5 c を構成することにより蒸気流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させることができ、凝縮液による蒸気流路 4 の閉塞を防止することができる。

10

この液連通開口部 1 5 c についても、液連通開口部 1 4 c と同様に、図 6 に示した例に倣って、いわゆる千鳥配列状に連通開口部が配置されてもよい。

【 0 0 4 1 】

以上のような構成を備える内側液流路部 1 5 は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

20

図 2 (b)、図 3、図 8 に G₁₀ で示した内側液流路部 1 5 の幅は、1 0 0 μ m 以上 2 0 0 0 μ m 以下であることが好ましい。また、複数の内側液流路部 1 5 のピッチは 2 0 0 μ m 以上 4 0 0 0 μ m 以下であることが好ましい。これにより蒸気流路の流路抵抗を十分に下げ、蒸気の移動と、凝縮液の還流をバランスよく行うことができる。

【 0 0 4 2 】

液流路溝 1 5 a について、図 8 (a)、図 8 (b) に H で示した溝幅は 2 0 μ m 以上 2 0 0 μ m 以下であることが好ましい。また、図 8 (a) に J で示した溝の深さは 5 μ m 以上 2 0 0 μ m 以下であることが好ましい。これにより還流に必要な凝縮液流路の毛管力を十分に発揮することができる。

流路の毛管力をより強く発揮する観点から、H / J で表される流路断面におけるアスペクト比 (縦横比) は、1 . 0 よりも大きい、又は 1 . 0 よりも小さいことが好ましい。その中でも製造の観点から H > J であることが好ましく、アスペクト比は 1 . 3 より大きいことが好ましい。

30

【 0 0 4 3 】

また、本形態で液流路溝 1 5 a の断面形状は長方形であるが、これに限らず、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が半円形、底部が半楕円形等であってもよい。図 7 の例に倣って液流路溝 1 4 a と同様に液流路溝 1 5 a の断面形状を半楕円形とすることもできる。この形状によりエッチングを用いて液流路溝を作製することが可能である。

この中でも入隅による角部があることにより表面張力が働きやすく、毛管力で液の還流が円滑に行われる傾向にあることから、四角形であることが好ましい。

40

【 0 0 4 4 】

また、複数の液流路溝 1 5 a における隣り合う液流路溝 1 5 a のピッチは 4 0 μ m 以上 6 0 0 μ m 以下であることが好ましい。液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを防止することができる。

【 0 0 4 5 】

次に蒸気流路溝 1 6 について説明する。蒸気流路溝 1 6 は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、蒸気流路 4 の一部を構成する。図 2 (b) には平面視した蒸気流路溝 1 6 の形状、図 3 には蒸気流路溝 1 6 の断面形状がそれぞれ表れている。

【 0 0 4 6 】

50

これら図からもわかるように、蒸気流路溝 16 は本体 11 の内面 10a のうち、環状である外周液流路部 14 の環の内側に形成された溝により構成されている。詳しくは本形態の蒸気流路溝 16 は、隣り合う内側液流路部 15 の間、及び、外周液流路部 14 と内側液流路部 15 との間に形成され、本体 11 の平面視長方形で長辺に平行な方向（x 方向）に延びた溝である。そして、複数（本形態では 4 つ）の蒸気流路溝 16 が同短辺に平行な方向（y 方向）に配列されている。従って、図 3 からわかるように第一シート 10 は、y 方向において、外周液流路部 14 及び内側液流路部 15 を凸条とし、蒸気流路溝 16 を凹条とした凹凸が繰り返された形状を備えている。

ここで蒸気流路溝 16 は溝であることから、その断面形状において、底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対側の部位に開口を備えている。

10

【0047】

このような構成を備える蒸気流路溝 16 は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図 2（b）、図 3 に M₁₀ で示した蒸気流路溝 16 の幅は、少なくとも上記した液流路溝 14a、15a の幅 C、幅 H より大きく形成され、100 μm 以上 2000 μm 以下であることが好ましい。また、蒸気流路溝 16 のピッチは、内側液流路部 15 のピッチにより決まるのが通常である。

一方、図 3 に N₁₀ で示した蒸気流路溝 16 の深さは、少なくとも上記した液流路溝 14a、15a の深さ D、深さ J より大きく形成され、10 μm 以上 300 μm 以下であることが好ましい。

20

このように、蒸気流路溝の流路断面積を液流路溝よりも大きくすることにより、作動流体の性質上、凝縮液よりも体積が大きくなる蒸気を円滑に還流することができる。

【0048】

ここで蒸気流路溝 16 は、後で説明するように第二シート 20 と組み合わせられて蒸気流路 4 が形成されたときに、蒸気流路 4 の幅が高さ（厚さ方向大きさ）よりも大きい扁平形状となるように構成されていることが好ましい。そのため、M₁₀/N₁₀ で示されるアスペクト比は好ましくは 4.0 以上、より好ましくは 8.0 以上である。

【0049】

本形態では蒸気流路溝 16 の断面形状は長方形であるが、これに限らず正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が円形、底部が半楕円形等であってもよい。図 9 に蒸気流路溝 16 が半楕円形である例を表した。この形状によりエッチングを用いて蒸気流路溝を作製することが容易になる。

30

【0050】

蒸気流路連通溝 17 は、複数の蒸気流路溝 16 を連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路溝 16 の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの液流路溝 14a、15a による凝縮液流路 3 を効率よく利用できるようになったりする。これにより、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

【0051】

本形態の蒸気流路連通溝 17 は、図 2（a）、図 2（b）からわかるように、内側液流路部 15 が延びる方向の両端部及び蒸気流路溝 16 が延びる方向の両端部と、外周液流路部 14 との間に形成されている。図 4（b）には蒸気流路連通溝 17 の連通方向に直交する断面が表れている。なお、蒸気流路連通溝 17 と蒸気流路 16 との境界は必ずしも形状による境界が形成されるわけではないので、図 2（a）、図 2（b）にはわかりやすさのため、当該境界を点線で表した。

40

【0052】

蒸気流路連通溝 17 は、隣り合う蒸気流路溝 16 を連通させるように形成されていればよく、その形状は特に限定されることはないが、例えば次のような構成を備えることができる。

図 2（b）、図 4（b）に P₁₀ で示した蒸気流路連通溝 17 の幅は、100 μm 以上 1000 μm 以下であることが好ましい。

50

また、図4(b)に Q_{10} で示した蒸気流路連通溝17の深さは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、その中でも蒸気流路溝16の深さ N_{10} と同じであることが好ましい。これにより製造が容易になる。

【0053】

本形態で蒸気流路連通溝17の断面形状は長方形であるが、これに限らず、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が半円形、底部が半楕円形等であってもよい。図9の蒸気流路溝16の例に倣って蒸気流路連通溝17を半楕円形の断面とすることができる。この形状によりエッチングを用いて蒸気流路連通溝を作製することが容易となる。

【0054】

次に第二シート20について説明する。本形態で第二シート20も全体としてシート状の部材である。図10(a)には第二シート20を内面20a側から見た斜視図、図10(b)には第二シート20を内面20a側から見た平面図をそれぞれ表した。また、図11には図10(b)に $XI-XI$ で切断したときの第二シート20の切断面を示した。また、図12には図10(b)に $XII-XII$ で切断したときの第二シート20の切断面を示した。

第二シート20は、内面20a、該内面20aとは反対側となる外面20b及び内面20aと外面20bとを連結し厚さを形成する側面20cを備え、内面20a側に作動流体が還流するパターンが形成されている。後述するようにこの第二シート20の内面20aと上記した第一シート10の内面10aとが対向するようにして重ね合わされることで密閉空間が形成される。

【0055】

このような第二シート20は本体21及び注入部22を備えている。本体21は作動流体が還流する部位を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧(いわゆる R)とされた長方形である。

注入部22は第一シート10と第二シート20とにより形成された密閉空間2(図13参照)に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では本体21の平面視長方形である一辺から突出する平面視四角形のシート状である。本形態では第二シート20の注入部22には内面20a側に注入溝22aが形成されており、第二シート20の側面20cから本体21の内側(密閉空間2となるべき部位)に連通している。

このような第二シート20の厚さ及び構成する材料は第一シート10と同様に考えることができる。

【0056】

本体21の内面20a側には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体21の内面20a側には、外周接合部23、外周液流路部24、内側液流路部25、蒸気流路溝26、及び、蒸気流路連通溝27が具備されている。

【0057】

外周接合部23は、本体21の内面20a側に、該本体21の外周に沿って形成された面である。この外周接合部23が第一シート10の外周接合部13に重なって接合(拡散接合やろう付け等)されることにより、第一シート10と第二シート20との間に密閉空間2を形成し、ここに作動流体が封入される。

図10(b)、図11、図12に A_{20} で示した外周接合部23の幅は上記した本体11の外周接合部13の幅 A_{10} と同じであることが好ましい。

【0058】

また外周接合部23のうち、本体21の四隅には厚さ方向(z 方向)に貫通する穴23aが設けられている。この穴23aは第一シート10との重ね合せの際の位置決め手段として機能する。

【0059】

外周液流路部24は、液流路部であり、作動流体が凝縮して液化した際に通る凝縮液流路3の一部を構成する部位である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

外周液流路部 2 4 は本体 2 1 の内面 2 0 a のうち、外周接合部 2 3 の内側に沿って形成され、密閉空間 2 の外周に沿って環状を成すように形成されている。本形態において第二シート 2 0 の外周液流路部 2 4 は、図 1 1、図 1 2 からわかるように第一シート 1 0 との接合前において平坦面であり外周接合部 2 3 と面一である。これにより上記した第一シート 1 0 の複数の液流路溝 1 4 a のうち少なくとも一部の液流路溝 1 4 a の開口を閉鎖して凝縮液流路 3 を形成する。第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との組み合わせに関する詳しい態様は後で説明する。

なお、このように第二シート 2 0 では外周接合部 2 3 と外周液流路部 2 4 とが面一であるため、構造的には両者を区別する境界線は存在しない。しかし、わかり易さのため、図 1 0 (b) では点線により両者の境界を表している。

10

【 0 0 6 1 】

外周液流路部 2 4 は、次のような構成を備えていることが好ましい。

図 1 0 (b)、図 1 1、図 1 2 に示した外周液流路部 2 4 の幅 B_{20} は特に限定されることはなく、第一シート 1 0 の外周液流路部 1 4 の幅 B_{10} と同じでもよいし、小さくてもよい。本形態では幅 B_{10} と幅 B_{20} とは同じである。

幅 B_{20} を幅 B_{10} より小さくすると、後で図 2 0 に示す例のように外周液流路部 1 4 のうち少なくとも一部において、液流路溝 1 4 a の開口が外周液流路部 2 4 により閉鎖されずに開口し、ここから凝縮液が入りやすいため、より円滑な凝縮液の還流をさせることができる。

20

【 0 0 6 2 】

次に内側液流路部 2 5 について説明する。内側液流路部 2 5 も液流路部であり、凝縮液流路 3 を構成する 1 つの部位である。

【 0 0 6 3 】

内側液流路部 2 5 は、図 1 0 (a)、図 1 0 (b)、図 1 1、図 1 2 からわかるように、本体 2 1 の内面 2 0 a のうち、外周液流路部 2 4 の環状である環の内側に形成されている。本形態の内側液流路部 2 5 は、本体 2 1 の平面視長方形で長辺に平行な方向 (x 方向) に延びる凸条であり、複数 (本形態では 3 つ) の内側液流路部 2 5 が同短辺に平行な方向 (y 方向) に所定の間隔で配列されている。

本形態で各内側液流路部 2 5 は、その内面 2 0 a 側の表面が第一シート 1 0 との接合前において平坦面となるように形成されている。これにより上記した第一シート 1 0 の複数の液流路溝 1 5 a のうち少なくとも一部の液流路溝 1 5 a の開口を閉鎖して凝縮液流路 3 を形成する。

30

【 0 0 6 4 】

図 1 0 (b)、図 1 1 に示した内側液流路部 2 5 の幅 G_{20} は特に限定されることはなく、第一シート 1 0 の内側液流路部 1 5 の幅 G_{10} と同じでもよいし、小さくてもよい。本形態では幅 G_{10} と幅 G_{20} とは同じである。

幅 G_{20} を幅 G_{10} より小さくすると、後で図 2 0 に示す例のように内側液流路部 1 5 のうち少なくとも一部において、液流路溝 1 5 a の開口が内側液流路部 2 5 により閉鎖されずに開口し、ここから凝縮液が入りやすいため、より円滑な凝縮液の還流をさせることができる。

40

【 0 0 6 5 】

次に蒸气流路溝 2 6 について説明する。蒸气流路溝 2 6 は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位であり、蒸气流路 4 の一部を構成する。図 1 0 (b) には平面視した蒸气流路溝 2 6 の形状、図 1 1 には蒸气流路溝 2 6 の断面形状がそれぞれ表れている。

【 0 0 6 6 】

これら図からもわかるように、蒸气流路溝 2 6 は本体 2 1 の内面 2 0 a のうち、環状である外周液流路部 2 4 の環の内側に形成された溝により構成されている。詳しくは本形態の蒸气流路溝 2 6 は、隣り合う内側液流路部 2 5 の間、及び、外周液流路部 2 4 と内側液流路部 2 5 との間に形成され、本体 2 1 の平面視長方形で長辺に平行な方向 (x 方向) に

50

延びた溝である。そして、複数（本形態では４つ）の蒸気流路溝２６が同短辺に平行な方向（ y 方向）に配列されている。従って、図１１からわかるように第二シート２０は、 y 方向において、外周液流路部２４及び内側液流路部２５を凸とする凸条が形成され、蒸気流路溝２６を凹とする凹条が形成されて、これらの凹凸が繰り返された形状を備えている。

ここで蒸気流路溝２６は溝であることから、その断面形状において、底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対側の部位に開口を備えている。

【００６７】

蒸気流路溝２６は、第一シート１０と組み合わせられた際に該第一シート１０の蒸気流路溝１６と厚さ方向に重なる位置に配置されていることが好ましい。これにより蒸気流路溝１６と蒸気流路溝２６とで蒸気流路４を形成することができる。

図１０（ｂ）、図１１に M_{20} で示した蒸気流路溝２６の幅は特に限定されることはなく、第一シート１０の蒸気流路溝１６の幅 M_{10} と同じでもよいし、大きくしてもよい。本形態では幅 M_{10} と幅 M_{20} とは同じである。

幅 M_{20} を幅 M_{10} より大きくすると、後で図２０に示す例のように内側液流路部１５のうち少なくとも一部において、液流路溝１５ａの開口が内側液流路部２５により閉鎖されずに開口し、ここから凝縮液が入りやすいため、より円滑な凝縮液の還流をさせることができる。

一方、図１１に N_{20} で示した蒸気流路溝２６の深さは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【００６８】

ここで蒸気流路溝２６は、後で説明するように第一シート１０と組み合わせられて蒸気流路４が形成されたときに、蒸気流路４の幅が高さ（厚さ方向大きさ）よりも大きい扁平形状となるように構成されていることが好ましい。そのため、 M_{20}/N_{20} で示されるアスペクト比は好ましくは４．０以上、より好ましくは８．０以上である。

【００６９】

本形態で蒸気流路溝２６の断面形状は長方形であるが、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が半円形、底部が半楕円形等であってもよい。図９の蒸気流路溝１６の例に倣って蒸気流路溝２６を半楕円形断面にすることができる。この形状によりエッチングを用いて蒸気流路溝を作製することが容易になる。

【００７０】

蒸気流路連通溝２７は、複数の蒸気流路溝２６を連通させる溝であり、蒸気流路４の一部を構成する。これにより、複数の蒸気流路４の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの凝縮液流路３を効率よく利用できるようになったりするため、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

【００７１】

本形態の蒸気流路連通溝２７は、図１０（ｂ）、図１１からわかるように、内側液流路部２５が延びる方向の両端部及び蒸気流路溝２６が延びる方向の両端部と、外周液流路部２４との間に形成されている。また、図１１には蒸気流路連通溝２７の連通方向に直交する断面が表れている。

【００７２】

図１０（ｂ）、図１２に P_{20} で示した蒸気流路連通溝２７の幅は特に限定されることはなく、第一シート１０の蒸気流路連通溝１７の幅 P_{10} と同じであってもよいし、幅 P_{10} よりも大きくてもよい。

幅 P_{20} を幅 P_{10} よりも大きくしたときには、第一シート１０の外周液流路部１４のうち少なくとも一部において、液流路溝１４ａの開口が蒸気流路４の一部を形成するように配置されるため凝縮液が入りやすくなり、より円滑に凝縮液を還流させることができる。

【００７３】

幅 P_{20} の大きさは、 $50\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下の範囲であることが好ましく、図１２に Q_{20} で示した蒸気流路連通溝２７の深さは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 4 】

本形態で蒸気流路連通溝 2 7 の断面形状は長方形であるが、これに限らず正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、半楕円形、底部が半円形、底部が半楕円形等であってもよい。図 9 の蒸気流路溝 1 6 の例に倣って蒸気流路連通溝 2 7 の断面形状を半楕円形とすることもできる。この形状によりエッチングを用いて蒸気流路連通溝を作製することが容易になる。

【 0 0 7 5 】

次に、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 とが組み合わされてペーパーチャンバー 1 とされたときの構造について説明する。この説明により、第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 が有する各構成の配置、大きさ、形状等がさらに理解される。

10

図 1 3 には、図 1 (a) に X I I I - X I I I で示した y 方向に沿ってペーパーチャンバー 1 を厚さ方向に切断した切断面を表した。この図は第一シート 1 0 における図 3 に表した図と、第二シート 2 0 における図 1 1 に表した図とが組み合わされてこの部位におけるペーパーチャンバー 1 の切断面が表されたものである。

図 1 4 には図 1 3 に X I V で示した部位を拡大した図、図 1 5 には図 1 4 の X V - X V に沿った矢視断面図をそれぞれ表した。また、図 1 7 には、図 1 (a) に X V I - X V I で示した x 方向に沿ってペーパーチャンバー 1 の厚さ方向に切断した切断面を表した。この図は、第一シート 1 0 における図 4 (b) に表した図と、第二シート 2 0 における図 1 2 に表した図とが組み合わされてこの部位におけるペーパーチャンバー 1 の切断面が表されたものである。

20

【 0 0 7 6 】

図 1 (a)、図 1 (b)、及び図 1 3 ~ 図 1 7 よりわかるように、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 とが重ねられるように配置され接合されることでペーパーチャンバー 1 とされている。このとき第一シート 1 0 の内面 1 0 a と第二シート 2 0 の内面 2 0 a とが向かい合うように配置されており、第一シート 1 0 の本体 1 1 と第二シートの本体 2 1 とが重なり、第一シート 1 0 の注入部 1 2 と第二シート 2 0 の注入部 2 2 とが重なっている。本形態では、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との相対的な位置関係は、第一シート 1 0 の穴 1 3 a と第二シート 2 0 の穴 2 3 a と位置を合わせることで適切になるように構成されている。

【 0 0 7 7 】

30

このような第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との積層体により、本体 1 1 及び本体 2 1 に具備される各構成が図 1 3 ~ 図 1 7 に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

【 0 0 7 8 】

第一シート 1 0 の外周接合部 1 3 と第二シート 2 0 の外周接合部 2 3 とが重なるように配置されており、拡散接合やろう付け等の接合手段により両者が接合されている。これにより、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との間に密閉空間 2 が形成されている。

【 0 0 7 9 】

本形態のペーパーチャンバー 1 は、薄型である場合に特にその効果が大きい。かかる観点から図 1、図 1 3 に T₀ で示したペーパーチャンバー 1 の厚さは 1 mm 以下、より好ましくは 0.3 mm 以下、さらに好ましくは 0.2 mm 以下である。0.3 mm 以下とすることにより、ペーパーチャンバー 1 を設置する電子機器において、ペーパーチャンバーを配置するスペースを形成するための加工をすることなく電子機器にペーパーチャンバーを設置することができる。そして本形態によれば、このような薄いペーパーチャンバーであっても作動流体の円滑な還流ができる。

40

【 0 0 8 0 】

第一シート 1 0 の外周液流路部 1 4 と第二シート 2 0 の外周液流路部 2 4 とが重なるように配置されている。これにより外周液流路部 1 4 の液流路溝 1 4 a 及び外周液流路部 2 4 により作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる凝縮液流路 3 が形成される。

50

同様に、第一シート 10 の凸条である内側液流路部 15 と第二シート 20 の凸条である内側液流路部 25 とが重なるように配置されている。これにより内側液流路部 15 の液流路溝 15a 及び内側液流路部 25 により凝縮液が流れる凝縮液流路 3 が形成される。

【0081】

ここで、図 15 にも表れているように、凝縮液流路 3 には液連通開口部 14c、及び液連通開口部 15c が形成されている。これにより複数の凝縮液流路 3 が連通し、凝縮液の均等化が図られて効率よく凝縮液の移動が行われる。また、蒸气流路 4 に隣接し、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 を連通する液連通開口部 14c、15c については、蒸气流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させ、蒸气流路 4 が凝縮液で閉塞されることを防止することができる。

10

【0082】

しかしながら、上記したようにペーパーチャンバーの高い熱輸送能力を保ちつつ薄型化をした場合には、単に液連通開口部 14c、15c を設けただけでは凝縮液による蒸气流路の閉塞を防ぐことはできなかった。これに対して具体的に次の構成を備える。ここでは内側液流路部 15、25 による凝縮液流路 3、蒸气流路 4、及び液連通開口部 15c の関係について説明するが、外周液流路部 14、24 による凝縮液流路 3、蒸气流路 4、及び液連通開口部 14c の関係についても同様に考えることができる。ただし、必ずしも全ての凝縮液流路、蒸气流路、及び液連通開口部が下記構成を備えている必要はない。

【0083】

液連通開口部 15c は、図 15 に示した流路長手方向のピッチ P_A が、蒸气流路 4 の幅（y 方向大きさ） W_B 以下とされている。すなわち $P_A \leq W_B$ である。これにより図 23 に表して説明したように凝縮液が蒸气流路を閉塞する前に凝縮液を凝縮液流路に導くことができ、凝縮液を蒸气流路から排出することが可能となる。従って蒸气流路の閉塞が防止されて作動流体の円滑な還流が維持される。

20

このようにピッチ P_A が幅 W_B 以下となる液連通開口部 15c は、全ての液連通開口部 15c を対象とする必要はなく、少なくとも蒸气流路に隣接し、蒸气流路と凝縮液流路とを連通する液連通開口部に対してこのように構成すればよい。そしてその中でも蒸气流路に隣接し、蒸气流路と凝縮液流路とを連通する液連通開口部のうちの少なくとも 90% 以上において $P_A \leq W_B$ が成立することが好ましい。また、このような関係が成立する部位を蒸气流路が凝縮液により閉塞し易い部位に限って設けてもよい。

30

【0084】

さらに円滑に蒸气流路が閉塞する前に凝縮液を凝縮液流路へ移動させる観点から、併せて次のような構成を備えてもよい。

ピッチ P_A が幅 W_B の $1/2$ 以下としてもよい。すなわち $P_A \leq W_B/2$ である。これにより、さらに蒸气流路からの凝縮液の排出が円滑に行われ、より確実に蒸气流路の閉塞を防止することができる。

1 つの蒸气流路の幅方向両側に液連通開口部が存在するとともに、当該両側の液連通開口部が $P_A \leq W_B$ となるように構成してもよい。これによってもさらに蒸气流路からの凝縮液の排出が円滑に行われ、より確実に蒸气流路の閉塞を防止することができる。このとき、当該両側の液連通開口部でピッチ、及び/又は、ピッチ方向における液連通開口部の位置がずれているとさらに凝縮液の排出効果が高い。さらにこれによりペーパーチャンバーの強度が上がってつぶれ難くなる。

40

図 15 に L_A で示した液連通開口部 15c の長さは 0.05 mm 以上 0.2 mm 以下とすることができる。これにより凝縮液流路 3 の毛管力の大きさと、液連通開口部 15c の上記連通機能とのバランスを良好にすることが可能である。同様の観点から、 L_A/P_A で表される開口長さ比を 0.2 以上 0.5 以下、好ましくは 0.4 以下としてもよい。 L_A/P_A が 0.5 より大きくなると特に薄型のペーパーチャンバーでは強度が低下して蒸气流路や凝縮液流路が潰れるおそれがある。

図 14 に示した凝縮液流路 3 の高さ H_A は、本形態では液流路溝 15a の深さに準じるが、 0.005 mm 以上 0.2 mm 以下であることが好ましい。これにより還流に必要な

50

凝縮液流路の毛管力を十分に発揮することができる。なお、本形態では液流路溝を第一シートのみ形成したが、第二シートにも液流路溝を形成して両方の液流路溝を重ねることにより凝縮液流路が形成されてもよい。その場合は、両方の液流路溝の深さの合計に基づいて凝縮液流路の高さ H_A が決まる。

図14に示した蒸気流路4の高さ H_B は、本形態では蒸気流路溝16の深さと蒸気流路溝26との合計に準じるが、 $20\mu\text{m}$ 以上 $600\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0085】

また、蒸気流路が延びる方向における形態の変化に対しては、次のように考えることができる。

【0086】

蒸気流路が延びる方向で液連通開口部のピッチ P_A が異なる場合には、その中で最も大きいピッチ P_A が蒸気流路の幅 W_B 以下であることが最も好ましい。ただし、これに限らず、上記したように蒸気流路が凝縮液により閉塞し易い部位として、熱源が配置されて蒸発部となる部位と蒸発部から離隔した凝縮部となる部位との間となる部位があり、この部位で $P_A = W_B$ となるように構成されていてもよい。

また、1つの蒸気流路に隣接し、蒸気流路と凝縮液流路とを連通する液連通開口部のうち少なくとも90%の液連通開口部で $P_A = W_B$ とすることが好ましい。

【0087】

また、図16(a)、図16(b)に模式的に示した蒸気流路4のように蒸気流路が延在する方向において幅が異なる場合には次のように考えることができる。ここで図16(a)は蒸気流路4の延在方向に沿って幅が小さくなる例である。ここでは傾斜状に徐々に幅が小さくなる例を示したが、階段(ステップ)状に幅が小さくなるような構成も考えられる。一方、図16(b)は延在方向において一度幅が小さくなり途中で幅がまた大きくなるように変化する例である。この例でも傾斜状に徐々に幅が変化する例を示したが、階段(ステップ)状に幅が変化するような構成も考えられる。

【0088】

このように蒸気流路がその延在方向で幅が異なる場合(図16(a)、図16(b))では最大幅を W_{B1} 、最小幅を W_{B2} とした。)には、液連通開口部のピッチ P_A が最小幅 W_{B2} 以下であること、すなわち $P_A = W_{B2}$ であることが最も好ましい。

【0089】

また、図16(a)に模式的に表したように、1つの蒸気流路4を挟んで一方の液連通開口部15cのピッチと他方の液連通開口部15cのピッチとが異なる場合、図16(a)に W_{B3} で示したように、液連通開口部15cが対向して存在する位置における蒸気流路4の幅が、ピッチ P_A 以上であるように構成してもよい。ここでピッチ P_A は大きい方のピッチを用いる。またこのような部位が複数ある場合には、そのうちの最も狭い部位の蒸気流路の幅を用いる。

【0090】

一方、蒸気流路の延在方向における液連通開口部のピッチの変化と、蒸気流路の延在方向における該蒸気流路の幅の変化と、が複合的に生じるように構成されている場合には、当該蒸気流路における液連通開口部の平均ピッチを P_{Am} とし、蒸気流路の平均幅を W_{Bm} としたときに、 $P_{Am} = W_{Bm}$ となるようにしてもよい。

または、蒸気流路と凝縮液流路とを連通する液連通開口部のうち少なくとも90%の液連通開口部で $P_A = W_{Bm}$ となるように構成することもできる。

【0091】

また、1つの蒸気流路が延在する方向において、連続して並ぶ10個の液連通開口部を抽出し、この10個のうち少なくとも9個(90%に相当)の液連通開口部のピッチ P_{A10} が、この10個の液連通開口部が存在する範囲における蒸気流路の平均幅 W_{B10} 以下となるように構成してもよい。

【0092】

第一シート10の蒸気流路溝16の開口と第二シート20の蒸気流路溝26の開口とが

10

20

30

40

50

向かい合うように重なって流路を形成し、これが蒸気が流れる蒸気流路 4 となる。

ここで、蒸気流路 4 はペーパーチャンバー 1 の薄型化に伴い、その断面形状が扁平形状とされている。これにより薄型化されても流路内の表面積を確保することが可能とされ、熱輸送能力を高い水準に維持することが可能となる。より具体的には、図 1 4 に表した蒸気流路 4 の幅 W_B 、高さ H_B において、 W_B / H_B で表される比が 2 . 0 以上であることが好ましい。さらに高い熱輸送能力を確保する観点から、当該比は 4 . 0 以上がさらに好ましい。

【 0 0 9 3 】

ペーパーチャンバー 1 では、このように薄型で熱輸送能力が高い形状であっても上記した液連通開口部と蒸気流路との関係を有していることにより、蒸気流路が凝縮液で閉塞することなく作動流体の還流が可能となる。

10

【 0 0 9 4 】

また、熱輸送能力をさらに高める観点から蒸気流路について、「流路断面積 / 当該断面における濡れ縁長さ」の値が 0 . 0 3 mm 以上 0 . 2 mm 以下とすることができる。このように、ペーパーチャンバー 1 ではさらに伝熱性能を高めても作動流体の円滑な還流が可能である。

【 0 0 9 5 】

図 1 7 からわかるように、第一シート 1 0 の蒸気流路連通溝 1 7 の開口と第二シート 2 0 の蒸気流路連通溝 2 7 の開口とが向かい合うように重なり流路を形成し、これが蒸気が流れる蒸気流路 4 となる。この蒸気流路 4 により全ての蒸気流路が連通する。

20

【 0 0 9 6 】

一方、注入部 1 2、2 2 についても図 1 に表れているように、その内面 1 0 a、2 0 a 同士が向かい合うように重なり、第二シート 2 0 の注入溝 2 2 a の底部とは反対側の開口が第一シート 1 0 の注入部 1 2 の内面 1 0 a より塞がれ、外部と本体 1 1、2 1 間の密閉空間 2 (凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4) とを連通する注入流路 5 が形成されている。

ただし、注入流路 5 から密閉空間 2 に対して作動流体を注入した後は、注入流路 5 は閉鎖されるので、最終的な形態のペーパーチャンバー 1 では外部と密閉空間 2 とは連通していない。

【 0 0 9 7 】

ペーパーチャンバー 1 の密閉空間 2 には、作動流体が封入されている。作動流体の種類は特に限定されることはないが、純水、エタノール、メタノール、アセトン等、通常のペーパーチャンバーに用いられる作動流体を用いることができる。

30

【 0 0 9 8 】

以上のようなペーパーチャンバーは例えば次のように作製することができる。

第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 の外周形状を有する金属シートに対して、液流路溝 1 4 a、1 5 a、蒸気流路溝 1 6、2 6、及び蒸気流路連通溝 1 7、2 7 をハーフエッチングにより形成する。ここでハーフエッチングとは、エッチングにより厚さ方向を貫通させることなく厚さ方向の途中までエッチングによる材料の除去を行い、溝や窪みを形成することである。

次いで、第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 の内面 1 0 a、2 0 a を向かい合わせるように重ね、位置決め手段としての穴 1 3 a、2 3 a を用いて位置決めし、仮止めを行う。仮止めの方法は特に限定されることはないが、抵抗溶接、超音波溶接、及び接着剤による接着等を挙げることができる。

40

そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シート 1 0 と第二シート 2 0 とを接合する。なお、拡散接合の代わりにろう付けにより接合してもよい。

【 0 0 9 9 】

接合の後、形成された注入流路 5 から真空引きを行い、密閉空間 2 を減圧する。その後、減圧された密閉空間 2 に対して注入流路 5 から作動流体を注入して密閉空間 2 に作動流体が入れられる。そして注入部 1 2、2 2 に対してレーザーによる溶融を利用したり、かしめたりして注入流路 5 を閉鎖する。これにより密閉空間 2 の内側に作動流体が安定的に

50

保持される。

【 0 1 0 0 】

図 1 8、図 2 0 には変形例にかかるペーパーチャンバー 1'、1''を示した。これらの図はいずれも図 1 3 に相当する図である。

図 1 8 に示したペーパーチャンバー 1' では蒸気流路 4 が楕円形に形成されている。このような形状にすると、凝縮液流路へ凝縮液を引き込む際に楕円の両端にも毛管力が働くため、凝縮液が速やかに移動及び排出することができる。またこの形態では蒸気流路溝をエッチングにより作製しやすい。

さらにペーパーチャンバー 1' の変形にかかる図 1 9 (a) に示したように重ね合わせる蒸気流路溝 1 6、2 6 の幅を代えて段差を形成したり、図 1 9 (b) に示したように重ね合わせる蒸気流路溝 1 6、2 6 を幅方向の位置をずらして段差を形成したりすることで、さらに楕円の両端の毛管力を強めることができる。これら図 1 9 (a)、図 1 9 (b) に示した形態は、蒸気流路 4 が楕円形ではないが、2 つの半楕円形の蒸気流路溝が組み合わさって 1 つの蒸気流路を形成している。

【 0 1 0 1 】

図 2 0 に示したペーパーチャンバー 1'' では第二シート 2 0 の外周液流路部 2 4、及び内側液流路部 2 5 の幅が、第一シート 1 0 の外周液流路部 1 4、及び内側液流路部 1 5 の幅よりも小さくなるように形成されている。これによれば、最も蒸気流路 4 に近い凝縮液流路において、該凝縮液流路の開口が蒸気流路 4 に露出しているので、ここからも凝縮液が凝縮液流路 3 に入り易く、作動流体の還流をさらに円滑にすることができる。

これらいずれのペーパーチャンバー 1'、1''も、蒸気流路 4 の断面形状においてその高さ方向 (z 方向) 位置で幅 (y 方向大きさ) が異なる。このような場合には、当該蒸気流路の最大幅を蒸気流路の幅とし、これに基づいて液連通開口部のピッチを決めればよい。

【 0 1 0 2 】

次にペーパーチャンバー 1 の作用について説明する。図 2 1 には電子機器の一形態である携帯型端末 4 0 の内側にペーパーチャンバー 1 が配置された状態を模式的に表した。ここではペーパーチャンバー 1 は携帯型端末 4 0 の筐体 4 1 の内側に配置されているため点線で表している。このような携帯型端末 4 0 は、各種電子部品を内包する筐体 4 1 及び筐体 4 1 の開口部を通して外部に画像が見えるように露出したディスプレイユニット 4 2 を備えて構成されている。そしてこれら電子部品の 1 つとして、ペーパーチャンバー 1 により冷却すべき電子部品 3 0 が筐体 4 1 内に配置されている。

【 0 1 0 3 】

ペーパーチャンバー 1 は携帯型端末等の筐体内に設置され、CPU 等の冷却すべき対象物である電子部品 3 0 に取り付けられる。電子部品 3 0 はペーパーチャンバー 1 の外面 1 0 b 又は外面 2 0 b に直接、又は、熱伝導性の高い粘着剤、シート、テープ等を介して取り付けられる。外面 1 0 b、外面 2 0 b のうちの位置に電子部品 3 0 が取り付けられるかは特に限定されることはなく、携帯型端末等において他の部材の配置との関係により適宜設定される。本形態では図 1 (a) に点線で示したように、冷却すべき熱源である電子部品 3 0 を第一シート 1 0 の外面 1 0 b のうち、本体 1 1 の x y 方向中央に配置した。従って図 1 (a) において電子部品 3 0 は死角となって見えない位置なので点線で表している。

図 2 2 には作動流体の流れを説明する図を表した。説明のし易さのため、この図では第二シート 2 0 は省略し、第一シート 1 0 の内面 1 0 a が見えるように表示している。

【 0 1 0 4 】

電子部品 3 0 が発熱すると、その熱が第一シート 1 0 内を熱伝導により伝わり、密閉空間 2 内における電子部品 3 0 に近い位置に存在する凝縮液が熱を受ける。この熱を受けた凝縮液は熱を吸収し蒸発し気化する。これにより電子部品 3 0 が冷却される。

【 0 1 0 5 】

気化した作動流体は蒸気となって図 2 2 に実線の直線矢印で示したように蒸気流路 4 内を流れて移動する。この流れは電子部品 3 0 から離隔する方向に生じるため、蒸気は電子

10

20

30

40

50

部品 30 から離れる方向に移動する。

蒸気流路 4 内の蒸気は熱源である電子部品 30 から離れ、比較的溫度が低いペーパーチャンバー 1 の外周部に移動し、当該移動の際に順次第一シート 10 及び第二シート 20 に熱を奪われながら冷却される。蒸気から熱を奪った第一シート 10 及び第二シート 20 はその外面 10b、20b に接触した携帯型端末装置の筐体等に熱を伝え、最終的に熱は外気に放出される。

【0106】

蒸気流路 4 を移動しつつ熱を奪われた作動流体は凝縮して液化する。この凝縮液は蒸気流路 4 の壁面に付着する。一方で蒸気流路 4 には連続して蒸気が流れているので、凝縮液は蒸気で押し込まれるように、液連通開口部等から凝縮液流路 3 に移動する。本形態の凝縮液流路 3 は液連通開口部 14c、15c を備えているので、凝縮液はこの液連通開口部 14c、15c を通って複数の凝縮液流路 3 に分配される。

10

【0107】

凝縮液流路 3 に入った凝縮液は、凝縮液流路による毛管現象、及び、蒸気からの押圧により、図 22 に点線の直線矢印で表したように熱源である電子部品 30 に近づくように移動する。そして再度熱源である電子部品 30 からの熱により気化して上記を繰り返す。

【0108】

以上のように、ペーパーチャンバー 1 によれば、凝縮液流路において高い毛管力で凝縮液の還流が良好となり、熱輸送量を高めることができる。

薄型で蒸気流路の熱性能が高いペーパーチャンバーは、気化した蒸気が熱源である電子部品 30 からあまり離れていない時点で凝縮を開始してしまい、蒸気流路を塞いでしまう虞がある。これに対してペーパーチャンバー 1 では、蒸気流路と、該蒸気流路に隣接する液連通開口部との間に上記した関係を具備している。これにより、薄型で蒸気流路の熱性能が高くて凝縮液が蒸気流路を塞いでしまう前に凝縮液を凝縮液流路に移動させることができ、蒸気流路の閉塞を防止するので作動流体の適切で円滑な還流が可能となる。

20

【符号の説明】

【0109】

- 1 ペーパーチャンバー
- 2 密閉空間
- 3 凝縮液流路
- 4 蒸気流路
- 10 第一シート
- 10a 内面
- 10b 外面
- 10c 側面
- 11 本体
- 12 注入部
- 13 外周接合部
- 14 外周液流路部
- 14a 液流路溝
- 14c 液連通開口部
- 15 内側液流路部
- 15a 液流路溝
- 15c 液連通開口部
- 16 蒸気流路溝
- 17 蒸気流路連通溝
- 20 第二シート
- 20a 内面
- 20b 外面
- 20c 側面

30

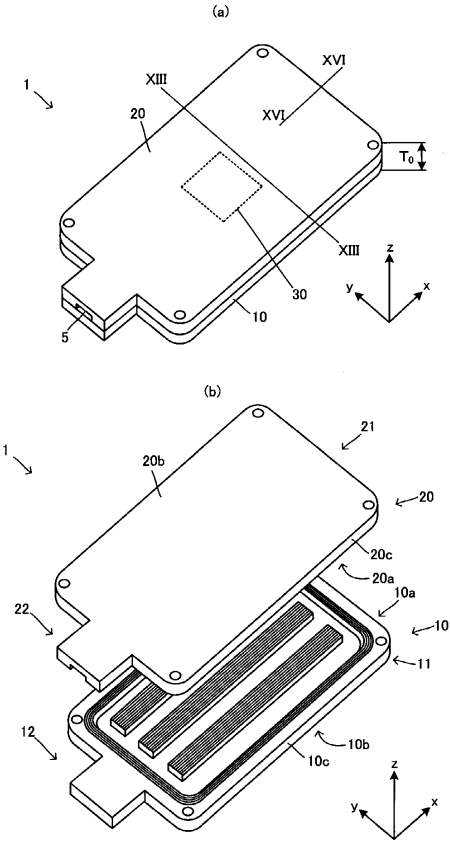
40

50

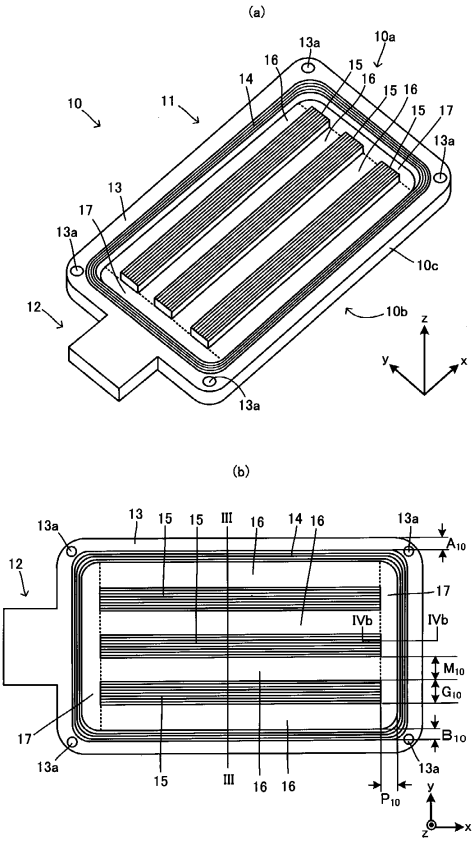
- 2 1 本体
- 2 2 注入部
- 2 3 外周接合部
- 2 4 外周液流路部
- 2 5 内側液流路部
- 2 6 蒸気流路溝
- 2 7 蒸気流路連通溝

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

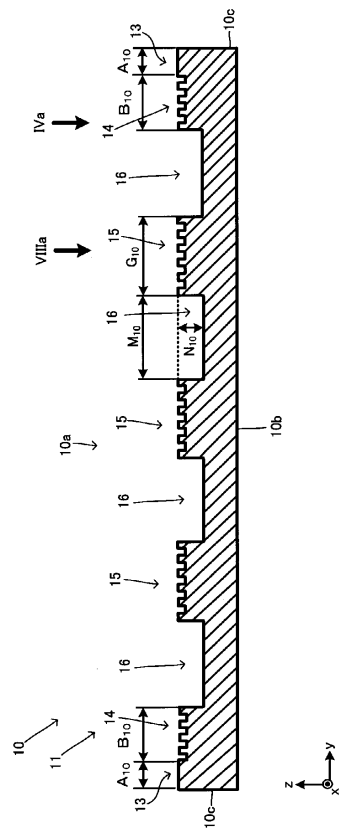
20

30

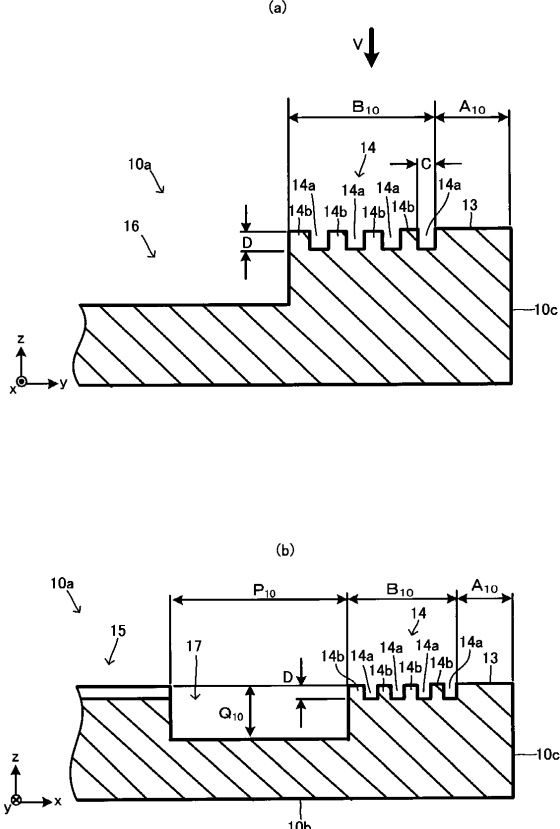
40

50

【図 3】



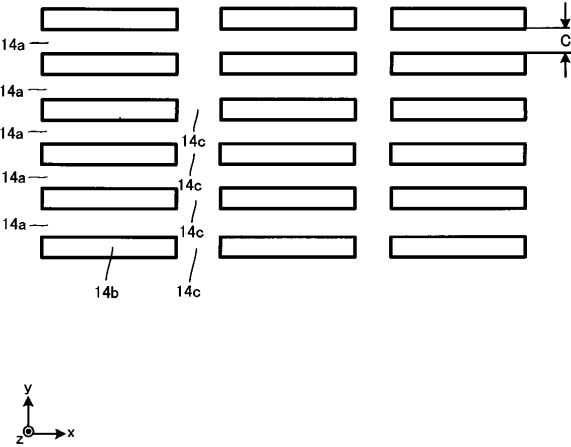
【図 4】



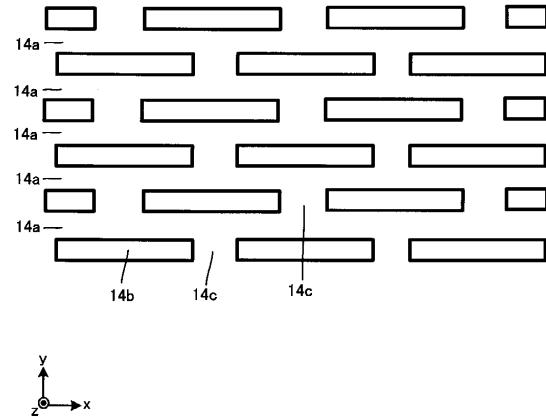
10

20

【図 5】



【図 6】

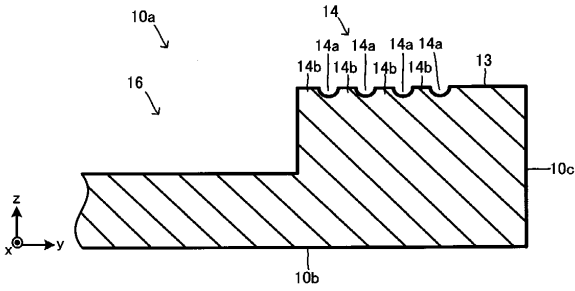


30

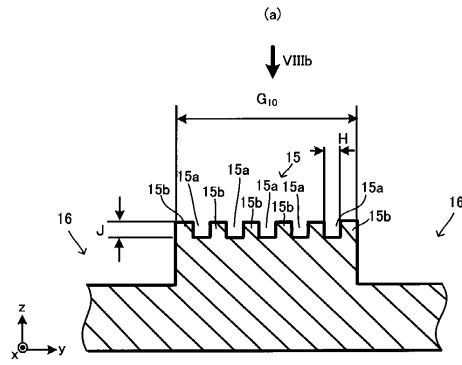
40

50

【図 7】

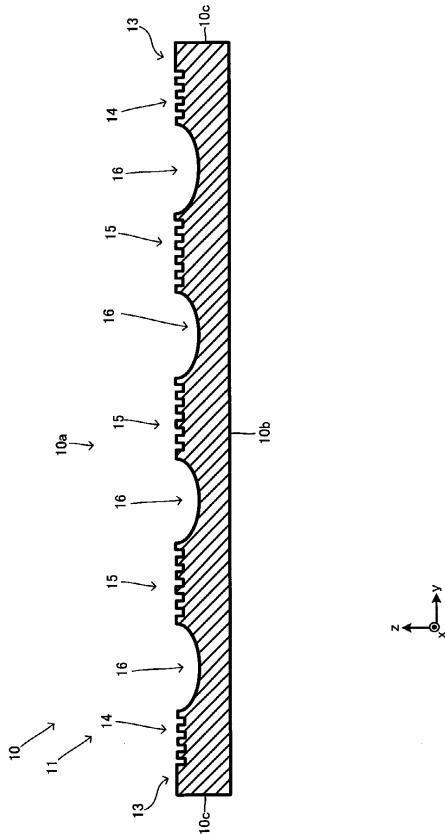


【図 8】

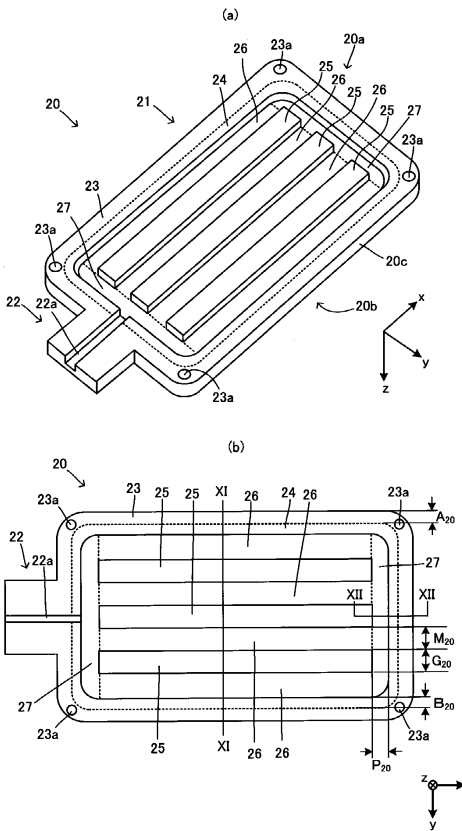


10

【図 9】



【図 10】

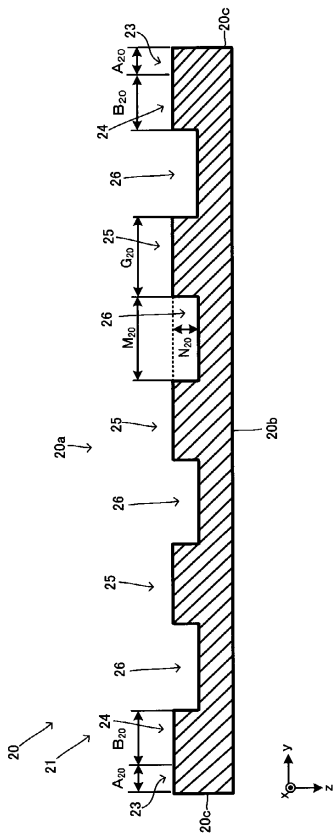


30

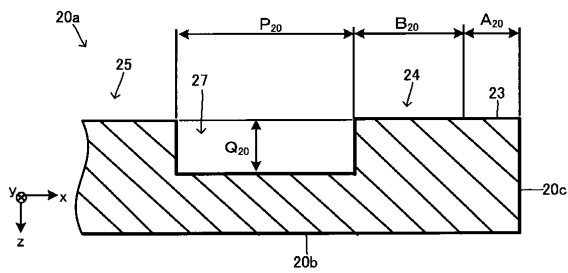
40

50

【図 1 1】



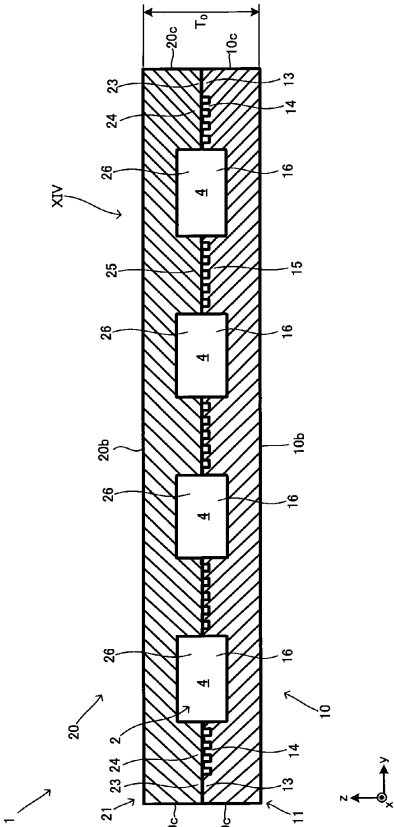
【図 1 2】



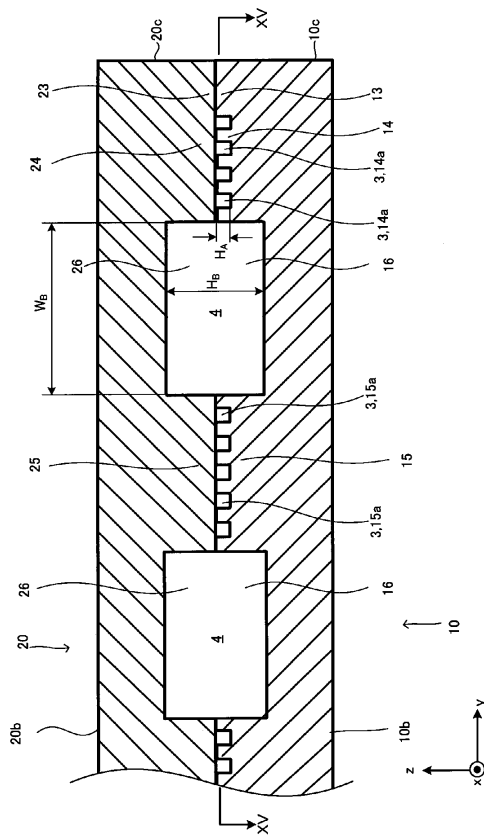
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

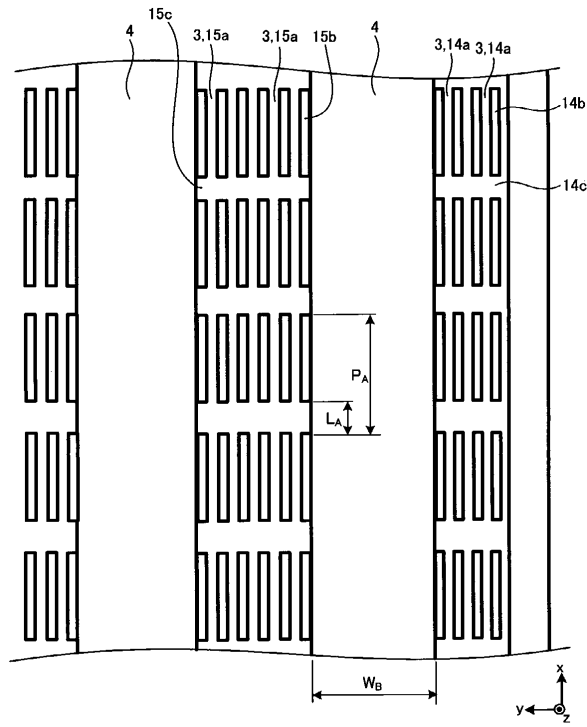


30

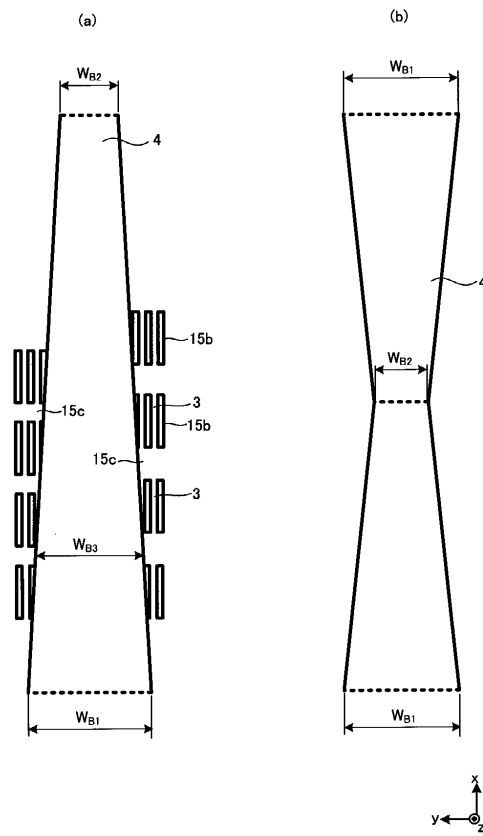
40

50

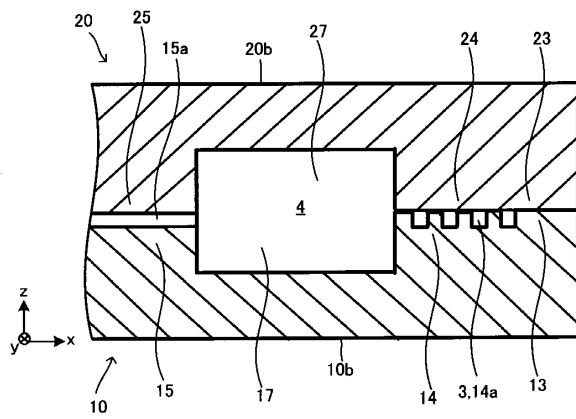
【図 15】



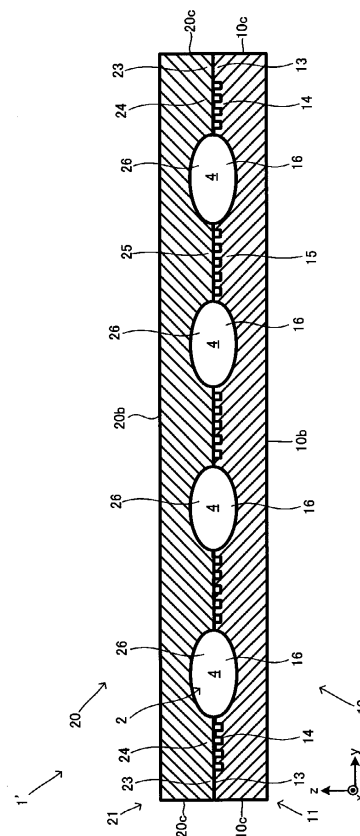
【図 16】



【図 17】



【図 18】



10

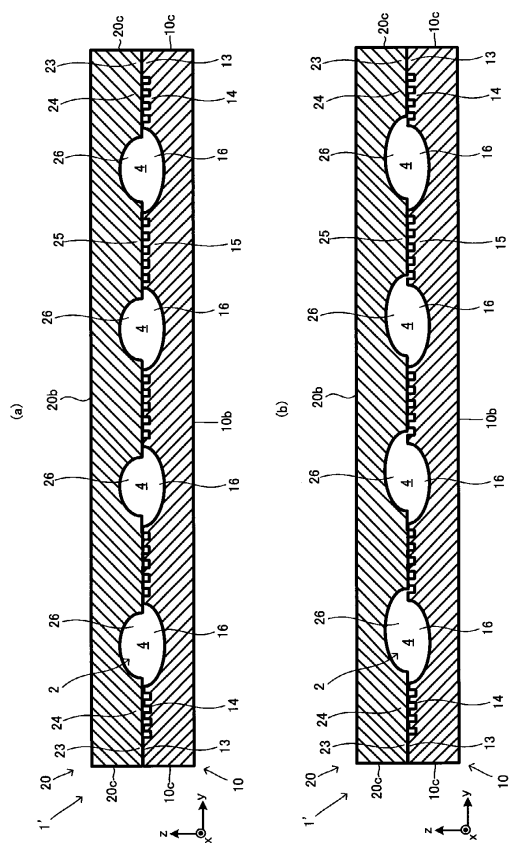
20

30

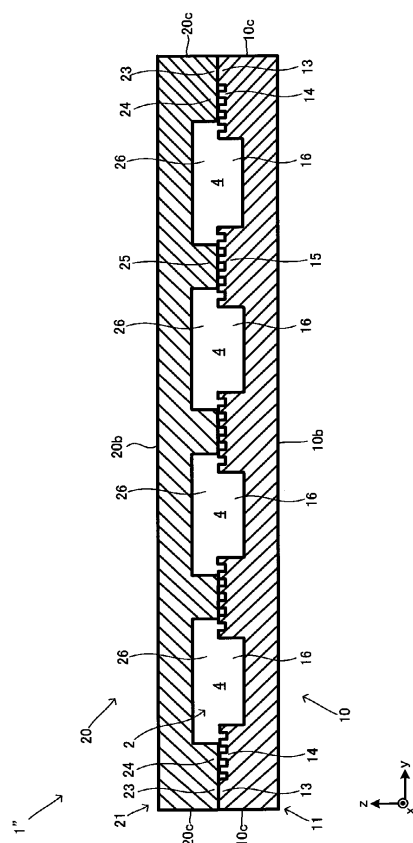
40

50

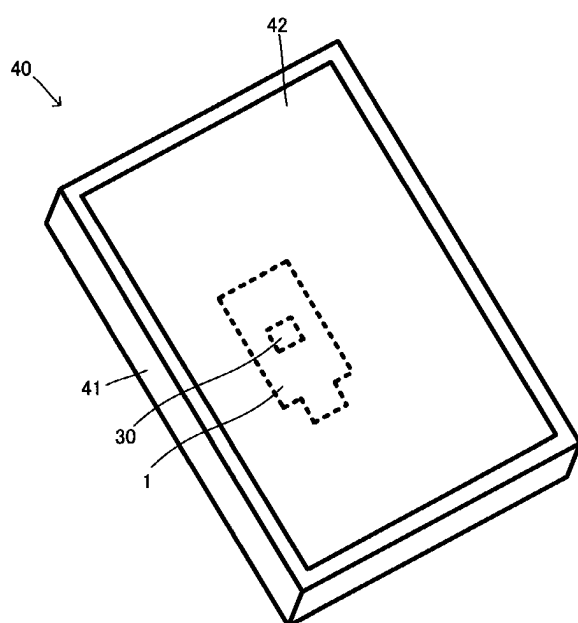
【 図 1 9 】



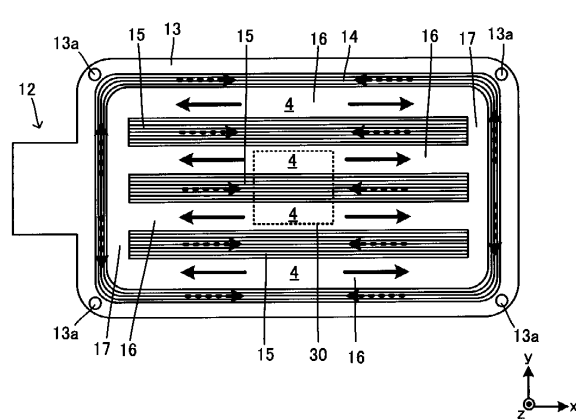
【圖 20】



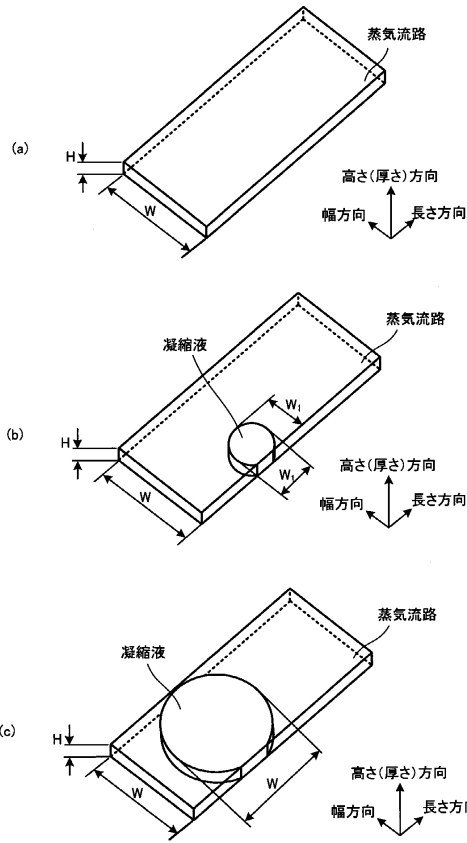
【 図 2 1 】



【圖 2 2】



【図 23】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 古川 峻弘

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 2 1 3 5 5 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 4 4 3 5 6 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 2 1 9 6 3 9 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 3 2 0 1 4 2 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 D 1 5 / 0 2 - 1 5 / 0 4
H 0 1 L 2 3 / 4 2 7
H 0 5 K 7 / 2 0