

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6806285号
(P6806285)

(45) 発行日 令和3年1月6日 (2021.1.6)

(24) 登録日 令和2年12月8日 (2020.12.8)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 I O 1 H
H O 1 L 23/427 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 L
H O 5 K 7/20 (2006.01)	H O 1 L 23/46 B
	H O 5 K 7/20 Q

請求項の数 13 (全 57 頁)

(21) 出願番号	特願2020-522602 (P2020-522602)	(73) 特許権者	000002897
(86) (22) 出願日	令和1年5月30日 (2019.5.30)		大日本印刷株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/021609		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02019/230911	(74) 代理人	100129838
(87) 国際公開日	令和1年12月5日 (2019.12.5)		弁理士 山本 典輝
審査請求日	令和2年7月21日 (2020.7.21)	(74) 代理人	100101203
(31) 優先権主張番号	特願2018-103620 (P2018-103620)		弁理士 山下 昭彦
(32) 優先日	平成30年5月30日 (2018.5.30)	(74) 代理人	100104499
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 岸本 達人
	日本国 (JP)	(72) 発明者	高橋 伸一郎
(31) 優先権主張番号	特願2018-103633 (P2018-103633)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(32) 優先日	平成30年5月30日 (2018.5.30)		大日本印刷株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関		(72) 発明者	太田 貴之
	日本国 (JP)		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
早期審査対象出願		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ペーパーチャンバー、及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

密閉空間が形成されており、該密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバーであって、

前記密閉空間には、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、が具備されており、

前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを隔てる壁部には、前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、

複数の前記連通開口部のピッチが前記蒸气流路が延びる方向において異なっている、ペーパーチャンバー。

【請求項 2】

密閉空間が形成されており、該密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバーであって、

3つの金属板が重なってなり、該3枚の金属板のうち外側に配置される2枚の前記金属板の間に前記空間が形成され、

前記密閉空間には、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、が具備されており、

前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを隔てる壁部には、前記蒸气流路と前記凝縮液流路とを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、

複数の前記連通開口部のピッチが前記蒸气流路が延びる方向において異なっている、ペ

ーパーチャンバー。

【請求項 3】

前記蒸気流路が延びる方向において、1の領域に対して前記蒸気流路に沿った方向に並ぶ複数の前記連通開口部が含まれるように複数の領域に分けたとき、前記1の領域における前記連通開口部のピッチが、前記1の領域に隣り合う両方の前記領域における前記連通開口部のピッチよりも大きい、請求項1又は2に記載のペーパーチャンバー。

【請求項 4】

1つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、両端に配置される領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値が、両端に配置される前記領域の間に配置される中央の前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値よりも小さい、請求項1又は2に記載のペーパーチャンバー。

10

【請求項 5】

1つの前記蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値、及び両端に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値が、前記中央に配置される前記領域と前記両端に配置される前記領域との間に配置される前記領域に具備される前記連通開口部のピッチの平均値よりも小さい、請求項1又は2に記載のペーパーチャンバー。

【請求項 6】

密閉空間が形成されており、該密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバーであって、

20

3つの金属板が重なってなり、該3枚の金属板のうち外側に配置される2枚の前記金属板の間に前記空間が形成され、

前記密閉空間には、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気流路と、が具備され、

前記蒸気流路には、前記凝縮液流路及び前記蒸気流路が配列される方向に前記蒸気流路側に突出した張出部が備えられるとともに、前記蒸気流路が延びる方向において前記張出部の張出量が異なっている、ペーパーチャンバー。

【請求項 7】

1つの前記蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において3つの領域に分けたとき、中央に配置される領域の前記張出量の平均値が、前記中央に配置される領域の両隣に配置される2つの領域の前記張出量のそれぞれの平均値よりも小さくされている、請求項6に記載のペーパーチャンバー。

30

【請求項 8】

1つの前記蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において5つの領域に分けたとき、中央に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値、及び両端に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値が、前記中央に配置される前記領域と前記両端に配置される前記領域との間に配置される前記領域における前記張出部の張出量の平均値よりも大きい、請求項6に記載のペーパーチャンバー。

【請求項 9】

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ペーパーチャンバーであって、

40

前記密閉空間には、前記作動流体が流れる複数の流路が形成され、隣り合う前記流路の間には壁部を有しており、

前記壁部の幅 S_A は、 $20 \mu\text{m}$ 以上 $300 \mu\text{m}$ 以下であり、前記流路の横断面の断面積 S_B (μm^2) との関係である S_A を S_B で除した値が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下であり、

前記壁部には、隣り合う前記流路を連通する開口部を複数有している、ペーパーチャンバー。

【請求項 10】

前記開口部は、隣り合う前記壁部で前記流路が延びる方向で位置が異なるように設けら

50

れている、請求項 9 に記載のベーパーチャンバー。

【請求項 1 1】

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 1 0 のいずれかに記載されたベーパーチャンバーと、を備える、電子機器。

【請求項 1 2】

密閉空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーを構成するベーパーチャンバー用のシートであって、

前記ベーパーチャンバーとされたときに、前記作動流体が凝縮した液が流れるべき複数の凝縮液流路を形成する溝と、前記作動流体が気化した蒸気が流れるべき蒸气流路を形成するスリットと、が具備されており、

前記溝と前記スリットとを隔てる壁部には、前記溝と前記スリットとを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、

複数の前記連通開口部のピッチが前記スリットが延びる方向において異なっている、ベーパーチャンバー用シート。

【請求項 1 3】

密閉空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバーを構成するベーパーチャンバー用のシートであって、

前記ベーパーチャンバーとされたときに、前記作動流体が凝縮した液が流れるべき複数の凝縮液流路を形成する溝と、前記作動流体が気化した蒸気が流れるべき蒸气流路を形成するスリットと、が具備されており、

前記スリットには、前記溝及び前記スリットが配列される方向に前記スリット側に突出した張出部が備えられるとともに、前記スリットが延びる方向において前記張出部の張出量が異なっている、ベーパーチャンバー用シート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示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ベーパーチャンバーに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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は CPU (中央演算処理装置) 等の電子部品が備えられている。このような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。

【0 0 0 3】

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 に記載のようなベーパーチャンバー (平板状ヒートパイプ) が提案されている。

【0 0 0 4】

ベ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、ベ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。

【0 0 0 5】

より具体的には、ベ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。ベーパーチャンバーを熱源に配置する

10

20

30

40

50

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。

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。

【 0 0 0 6 】

10

特許文献 1 には、このような蒸気用流路（深溝部）と凝縮液用流路（浅溝部）とが形成された機器が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 7 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 0 - 1 1 1 2 8 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

本開示は、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。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本開示の 1 つの態様は、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ペーパーチャンバーであって、密閉空間には、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、が具備され、蒸气流路には、凝縮液流路及び蒸气流路が配列される方向に蒸气流路側に突出した張出部が備えられるとともに、蒸气流路が延びる方向において張出部の張出量が異なっている、ペーパーチャンバーである。

【 0 0 1 0 】

30

蒸气流路が延びる方向に複数の領域に分けたとき、1 の領域における張出部の張出量が、1 の領域に隣り合う両方の領域における張出部の張出量よりも小さくなるように構成してもよい。

【 0 0 1 1 】

1 つの蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において 3 つの領域に分けたとき、中央に配置される領域における張出量の平均値が、中央に配置される領域の両隣に配置される 2 つの領域における張出量のそれぞれの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

【 0 0 1 2 】

1 つの蒸气流路を該蒸气流路が延びる方向において 5 つの領域に分けたとき、中央に配置される領域における張出部の張出量の平均値、及び両端に配置される領域における張出部の張出量の平均値が、中央に配置される領域と両端に配置される領域との間に配置される領域における張出部の張出量の平均値よりも大きくなるように構成してもよい。

40

【 0 0 1 3 】

本開示の他の態様は、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ペーパーチャンバーであって、密閉空間には、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、が具備されており、蒸气流路と凝縮液流路とを隔てる壁部には、蒸气流路と凝縮液流路とを連通する開口部である連通開口部が複数設けられており、複数の連通開口部のピッチが蒸气流路が延びる方向において異なっている、ペーパーチャンバーである。

【 0 0 1 4 】

50

蒸気流路が延びる方向において、１の領域に対して蒸気流路に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部が含まれるように複数の領域に分けたとき、１の領域における連通開口部のピッチが、１の領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくなるように構成してもよい。

【００１５】

１つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において３つの領域に分けたとき、両端に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値が、両端に配置される領域の間に配置される中央の領域に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

【００１６】

１つの蒸気流路を該蒸気流路が延びる方向において５つの領域に分けたとき、中央に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値、及び両端に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値が、中央に配置される領域と両端に配置される領域との間に配置される領域に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成してもよい。

【００１７】

本開示の他の態様は、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ペーパーチャンバーであって、密閉空間には、作動流体が流れる複数の流路が形成され、隣り合う流路の間には壁部を有しており、壁部の幅 S_A は、 $20\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であり、流路の横断面の断面積 S_B (μm^2) との関係である S_A を S_B で除した値が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下である、ペーパーチャンバーである。

【００１８】

流路は、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流路と、を有し、壁部は、隣り合う凝縮液流路の間に形成された壁部としてもよい。

【００１９】

壁部の幅が凝縮液流路の幅より小さくなるように構成してもよい。

【００２０】

凝縮液流路にはその表面に溝が形成されていてもよい。

【００２１】

壁部には、隣り合う流路を連通する開口部を複数有していてもよい。

【００２２】

開口部は、隣り合う壁部で流路が延びる方向で位置が異なるように設けられてもよい。

【００２３】

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ペ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。

【発明の効果】

【００２４】

本開示のペーパーチャンバーによれば熱輸送能力を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】図１はペーパーチャンバー１の斜視図である。

【図２】図２はペーパーチャンバー１の分解斜視図である。

【図３】図３は第一シート１０の斜視図である。

【図４】図４は第一シート１０の平面図である。

【図５】図５は第一シート１０の切断面である。

【図６】図６は第一シート１０の他の切断面である。

【図７】図７は第一シート１０の他の切断面である。

10

20

30

40

50

- 【図 8】図 8 は外周液流路部 1 4 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 9】図 9 は他の形態の壁部及び連通開口部を表した図である。
- 【図 10】図 10 は他の形態の壁部及び連通開口部を表した図である。
- 【図 11】図 11 は他の形態の壁部及び連通開口部を表した図である。
- 【図 12】図 12 は他の例の外周液流路部 1 4 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 13】図 13 は内側液流路部 1 5 に注目した切断面である。
- 【図 14】図 14 は内側液流路部 1 5 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 15】図 15 は内側液流路部 1 5 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 16】図 16 は領域の分け方が異なる例を説明する図である。 10
- 【図 17】図 17 は第二シート 2 0 の斜視図である。
- 【図 18】図 18 は第二シート 2 0 の平面図である。
- 【図 19】図 19 は第二シート 2 0 の切断面である。
- 【図 20】図 20 は第二シート 2 0 の切断面である。
- 【図 21】図 21 は第二シート 2 0 の他の切断面である。
- 【図 22】図 22 は変形例にかかる第二シート 2 0 の平面図である。
- 【図 23】図 23 は領域の分け方の異なる例を説明する図である。
- 【図 24】図 24 は領域の分け方の異なる例を説明する図である。
- 【図 25】図 25 はペーパーチャンバー 1 の切断面である。
- 【図 26】図 26 はペーパーチャンバー 1 の切断面である。 20
- 【図 27】図 27 は図 25 の一部を拡大した図である。
- 【図 28】図 28 は図 26 の一部を拡大した図である。
- 【図 29】図 29 は凝縮液流路 3 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 30】図 30 は凝縮液流路 3 を平面視して一部を拡大して表した図である。
- 【図 31】図 31 は図 1 の $I_{13} - I_{13}$ で示した線に沿った切断面である。
- 【図 32】図 32 は壁部 1 5 b 及び 2 つの凝縮液流路 3 の切断面である。
- 【図 33】図 33 は壁部の耐久性の考え方を説明する図である。
- 【図 34】図 34 は壁部の耐久性の考え方を説明する図である。
- 【図 35】図 35 は他の例を説明する図である。
- 【図 36】図 36 は他の例を説明する図である。 30
- 【図 37】図 37 は他の例を説明する図である。
- 【図 38】図 38 は他の例を説明する図である。
- 【図 39】図 39 は変形例にかかるペーパーチャンバーの断面の一部を拡大した図である。
- 【図 40】図 40 は変形例にかかるペーパーチャンバーの断面の一部を拡大した図である。
- 【図 41】図 41 は電子機器 4 0 を説明する斜視図である。
- 【図 42】図 42 は電子部品の配置の形態例を示す図である。
- 【図 43】図 43 は電子部品の配置の形態例を示す図である。
- 【図 44】図 44 は電子部品の配置の他の形態例を示す図である。 40
- 【図 45】図 45 は電子部品の配置の他の形態例を示す図である。
- 【図 46】図 46 はペーパーチャンバー 1 の作動を説明する図である。
- 【図 47】図 47 はペーパーチャンバー 1 0 1 の斜視図である。
- 【図 48】図 48 はペーパーチャンバー 1 0 1 の分解斜視図である。
- 【図 49】図 49 は第三シート 1 3 0 を z 方向から見た図である。
- 【図 50】図 50 は図 49 とは反対側から見た図である。
- 【図 51】図 51 は第三シート 1 3 0 の切断面である。
- 【図 52】図 52 は第三シート 1 3 0 の他の切断面である。
- 【図 53】図 53 は外周液流路部 1 3 4 に注目した切断面である。
- 【図 54】図 54 は外周液流路部 1 3 4 を z 方向から見て一部を拡大した図である。 50

【図 5 5】図 5 5 は内側液流路部 1 3 8 に注目した切断面である。

【図 5 6】図 5 6 は内側液流路部 1 3 8 を z 方向から見て一部を拡大した図である。

【図 5 7】図 5 7 はペーパーチャンバー 1 0 1 の切断面である。

【図 5 8】図 5 8 はペーパーチャンバー 1 0 1 の他の切断面である。

【図 5 9】図 5 9 は図 5 7 の一部を拡大した図である。

【図 6 0】図 6 0 は図 5 7 の他の一部を拡大した図である。

【図 6 1】図 6 1 は壁部 1 3 9 a 及び 2 つの凝縮液流路 1 0 3 の切断面である。

【図 6 2】図 6 2 は張出部 2 4 1 を説明する図である。

【図 6 3】図 6 3 は張出部 3 4 1 を説明する図である。

【図 6 4】図 6 4 は張出部 4 4 1 を説明する図である。

【図 6 5】図 6 5 は張出部 5 4 1 を説明する図である。

【図 6 6】図 6 6 は張出部 6 4 1 を説明する図である。

【図 6 7】図 6 7 は張出部 7 4 1 を説明する図である。

【0 0 2 6】

以下、各形態を図面に基づき説明する。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。

また、ペーパーチャンバーでは、密閉空間内を作動流体が相変化を伴いつつ移動するため、本明細書では気化して気体である作動流体を「蒸気」、液化して液体である作動流体を「凝縮液」と記載することがある。

【0 0 2 7】

図 1 には第一形態にかかるペーパーチャンバー 1 の外観斜視図、図 2 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便宜のため、互いに直交する方向を表す矢印 (x、y、z) も表すことがある。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。

【0 0 2 8】

ペーパーチャンバー 1 は、図 1、図 2 からわかるように第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 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 1 0 と第二シート 2 0 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 1 0 と第二シート 2 0 との間に密閉空間 2 が形成され (例えば図 2 5 参照)、この密閉空間 2 に作動流体が封入されている。

【0 0 2 9】

本形態で第一シート 1 0 は全体としてシート状の部材である。図 3 には第一シート 1 0 を内面 1 0 a 側から見た斜視図、図 4 には第一シート 1 0 を内面 1 0 a 側から見た平面図をそれぞれ表した。また、図 5 には図 4 の $I_1 - I_1$ で切断したときの第一シート 1 0 の切断面を示した。なお、後で説明するように第一シート 1 0 は 3 つの領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けて考えることができるため、図 4 にはそれぞれについて $I_1 - I_1$ 線が表記されているが、本形態では図 3 に表した断面については、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 でいずれも同じとなるので、ここでは 1 つの図のみを表した。

【0 0 3 0】

第一シート 1 0 は、内面 1 0 a、該内面 1 0 a とは反対側となる外面 1 0 b 及び内面 1 0 a と外面 1 0 b とを連結して厚さを形成する側面 1 0 c を備え、内面 1 0 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 1 0 の内面 1 0 a と第二シート 2 0 の内面 2 0 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。

【0 0 3 1】

このような第一シート 1 0 は本体 1 1 及び注入部 1 2 を備えている。本体 1 1 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 25 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 10a 側も外面 10b 側も平坦面とされている。

【0032】

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、0.75mm 以下であることが好ましく、0.50mm 以下であってもよく、0.2mm 以下であってもよい。一方、この厚さは 0.02mm 以上であることが好ましく、0.05mm 以上であってもよく、0.1mm 以上であってもよい。この厚さの範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、厚さの範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

10

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。

【0033】

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。

ただし、必ずしも金属材料である必要はなく、例えば AlN 、 Si_3N_4 、又は Al_2O_3 などセラミックスや、ポリイミドやエポキシなど樹脂も可能である。

また、1 つシート内で 2 種類以上の材料を積層したものをを用いてもよいし、部位によって材料が異なってもよい。

20

【0034】

本体 11 の内面 10a 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 10a 側には、外周接合部 13、外周液流路部 14、内側液流路部 15、蒸気流路溝 16、及び、蒸気流路連通溝 17 が具備されて構成されている。

【0035】

外周接合部 13 は、本体 11 の内面 10a 側に、該本体 11 の外周に沿って形成された面を有する部位である。この外周接合部 13 が第二シート 20 の外周接合部 23 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 10 と第二シート 20 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。

【0036】

図 4 乃至図 7 に W_1 で示した外周接合部 13 の幅(外周接合部 13 が延びる方向に直交する方向の大きさで、第二シート 20 との接合面における幅)は必要に応じて適宜設定することができるが、この幅 W_1 は、3mm 以下であることが好ましく、2.5mm 以下であってもよく、2.0mm 以下であってもよい。幅 W_1 が 3mm 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。一方、幅 W_1 は 0.2mm 以上であることが好ましく、0.6mm 以上であってもよく、0.8mm 以上であってもよい。幅 W_1 が 0.2mm 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。幅 W_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

30

40

【0037】

また外周接合部 13 のうち、本体 11 の四隅には厚さ方向(z 方向)に貫通する穴 13a が設けられている。この穴 13a は第二シート 20 との重ね合せの際の位置決め手段として機能する。

【0038】

外周液流路部 14 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第 2 流路である凝縮液流路 3 (図 25 参照)の一部を構成する部位である。図 6 には図 5 のうち矢印 I_2 で示した部分、図 7 には図 4 に $I_3 - I_3$ で切断される部位の切断面を示し

50

た。いずれの図にも外周液流路部 14 の断面形状が表れている。また、図 8 には図 6 に矢印 I_4 で示した方向から見た外周液流路部 14 を平面視した拡大図を表した。

【0039】

これら図からわかるように、外周液流路部 14 は本体 11 の内面 10a のうち、外周接合部 13 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 14 には、本体 11 の外周方向に平行に延びる複数の溝である液流路溝 14a が形成され、複数の液流路溝 14a が、該液流路溝 14a 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 6、図 7 からわかるように外周液流路部 14 ではその断面において凹部である液流路溝 14a と液流路溝 14a の間である壁部 14b とが凹凸を繰り返して形成されている。

10

ここで液流路溝 14a は溝であることから、その断面形状において、外面 10b 側に底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対の内面 10a 側に開口を備えている。

【0040】

また、このように複数の液流路溝 14a を備えることで、1つ当たりの液流路溝 14a の深さ及び幅を小さくし、第 2 流路である凝縮液流路 3 (図 25 参照) の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。一方、液流路溝 14a 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。

【0041】

さらに、外周液流路部 14 では、図 8 からわかるように隣り合う液流路溝 14a は、所定の間隔で連通開口部 14c により連通している。これにより複数の液流路溝 14a 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、蒸气流路 4 (図 25 参照) を形成する蒸气流路溝 16 に隣接する壁部 14b に設けられた連通開口部 14c は、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。

20

【0042】

図 9 乃至図 11 には、図 8 の視点と同じ視点で、1つの凝縮液流路 14a とこれを挟む 2つの壁部 14b、及び各壁部 14b に設けられた 1つの連通開口部 14c を示した図を表した。これらはいずれも、当該視点(平面視)で壁部 14b の形状が図 8 の例とは異なる。

すなわち、図 8 に示した壁部 14b では、連通開口部 14c が形成される端部においてもその幅 (W_{31}) が他の部位と同じであり一定である。これに対して図 9 乃至図 11 に示した形状の壁部 14b では、連通開口部 14c が形成される端部においてその幅が、壁部 14b の最大幅 (W_{31}) よりも小さくなるように形成されている。より具体的には、図 9 の例では当該端部において角が円弧状となり角に R が形成されることにより端部の幅が小さくなる例、図 10 は端部が半円状とされることにより端部の幅が小さくなる例、図 11 は端部が尖るように先細りとなる例である。

30

【0043】

図 9 乃至図 11 に示したように、壁部 14b において連通開口部 14c が形成される端部でその幅が、壁部 14b の最大幅 (W_{31}) よりも小さくなるように形成されていることで、連通開口部 14c を作動流体が移動しやすくなり、隣り合う凝縮液流路 3 への作動流体の移動が容易となり、さらに作動流体の円滑な還流が可能となる。

40

一方で、ペーパーチャンパーの非作動時においては、後述するように、連通開口部 14c の近傍に溜まった作動流体が凍結して体積が増加する。そのとき、第一シートと第二シートを離す方向に働く力が加わると、壁部 14b の端部がこのような細くなっていることから、当該細くなった部位に応力が集中して壁部 14b の破壊がされやすい状況になる。しかしながら本形態ではこのような場合であっても壁部 14b が破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

【0044】

本形態では図 8 に示したように 1つの液流路溝 14a が延びる方向の同じ位置に対向するように連通開口部 14c 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

50

ば図12に示したように、1つの液流路溝14aが延びる方向で異なる位置に連通開口部14cが配置されてもよい。すなわち、この場合はいわゆるオフセットされた千鳥配列状に連通開口部14cが配置されている。

このようにオフセットして連通開口部14cを設けることで、凝縮液流路3を進行する作動流体からみたときに、連通開口部14cが両側に同時に表れることがなく、連通開口部14cが表れても少なくとも一方の側面は常に壁部14bが存在する。そのため、毛細管力を連続的に得ることができる。かかる観点からオフセットして連通開口部14cを形成することで作動流体に働く毛細管力を高く維持することができるため、より円滑な還流が可能となる。

一方で、ペーパーチャンバーの非作動時においては、このような強い毛管力のため、図8の例に比べて凝縮液が連通開口部14cに多く溜まる傾向にある。すると、後述するように作動流体が凍結して体積が増加したときに第一シートと第二シートを離す方向、すなわち壁部14bを破壊する方向により大きな力が加わる。しかしながら本形態ではこのような場合であって壁部14bが破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

【0045】

また、このように連通開口部14cをオフセットして配列にした場合にも、図9乃至図11の例に倣って壁部14bにおける端部形状を構成することもできる。

【0046】

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4乃至図7に W_2 で示した外周液流路部14の幅(液流路部14aが配列される方向の大きさで、第二シート20との接合面における幅)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、幅 W_2 は、3.0mm以下であることが好ましく、1.5mm以下であってもよく、1.0mm以下であってもよい。幅 W_2 が3.0mmを超えると内側の凝縮液流路や蒸气流路のための空間が十分にとれなくなる虞がある。一方、幅 W_2 は0.1mm以上であることが好ましく、0.2mm以上であってもよく、0.4mm以上であってもよい。幅 W_2 が0.1mmより小さいと外側を還流する凝縮液の量が十分得られない虞がある。幅 W_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0047】

液流路溝14aについて、図6、図8に W_3 で示した溝幅(液流路溝14aが配列される方向の大きさ、溝の開口面における幅)は、1000 μ m以下であることが好ましく、500 μ m以下であってもよく、300 μ m以下であってもよい。一方、溝幅 W_3 は30 μ m以上であることが好ましく、40 μ m以上であってもよく、60 μ m以上であってもよい。溝幅 W_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図6、図7に D_1 で示した溝の深さは、200 μ m以下であることが好ましく、150 μ m以下であってもよく、100 μ m以下であってもよい。一方、深さ D_1 は5 μ m以上であることが好ましく、10 μ m以上であってもよく、20 μ m以上であってもよい。深さ D_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

以上のように構成することにより、還流に必要な凝縮液流路の毛細管力をより強く発揮することができる。

【0048】

凝縮液流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、幅 W_3 を深さ D_1 で割った値である流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きいことが好ましい。この比は1.5以上でもよく、2.0以上であってもよい。または、アスペクト比は1.0より小さくてもよい。この比は0.75以下であってもよく、0.5以下であってもよい。

その中でも製造の観点から W_3 は D_1 より大きいことが好ましく、かかる観点からアスペクト比は1.3より大きいことが好ましい。

【0049】

また、壁部14bについて、図6、図8乃至図11に W_{31} で示した幅（壁部14bが配列される方向の大きさ、壁部14bの内面10a側部位の幅）は、300 μm 以下であることが好ましく、200 μm 以下であってもよく、100 μm 以下であってもよい。一方、幅 W_{31} は20 μm 以上であることが好ましく、30 μm 以上であってもよく、50 μm 以上であってもよい。この幅が20 μm より小さいと作動流体の凍結と溶融との繰り返しにより破断し易くなり、この幅が500 μm より大きくなると連通開口部14cの幅が大きくなりすぎ、隣り合う凝縮液流路3との作動流体の円滑な連通が阻害される虞がある。

幅 W_{31} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_{31} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0050】

本形態では液流路溝14aの断面形状は半楕円形であるがこれに限定されることなく、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円、又は、これらから選ばれる複数の組み合わせられた形状であってもよい。

【0051】

また、図8に P_1 で示した複数の液流路溝14aにおける隣り合う液流路溝14aのピッチは1300 μm 以下であることが好ましく、700 μm 以下であってもよく、400 μm 以下であってもよい。一方、ピッチ P_1 は50 μm 以上であることが好ましく、70 μm 以上であってもよく、110 μm 以上であってもよい。このピッチ P_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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抑制することができる。

【0052】

図3乃至図5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第2流路として凝縮液流路3の一部を構成する部位である。図13には図5のうちI₅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。

【0053】

内側液流路部15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ている。本形態の内側液流路部15は、図3、図4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、複数の（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。

【0054】

そして、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15aが形成され、複数の液流路溝15aが、該液流路溝15a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5、図13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 の間である隔壁となる壁部 15 b とが凹凸を繰り返して形成されている。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、外面 10 b 側に底部、及び底部とは向かい合わせとなる反対の内面 10 a 側に開口を備えている。

【0055】

このように複数の液流路溝 15 a を備えることで、1つ当たりの液流路溝 15 a の深さ及び幅を小さくし、第2流路としての凝縮液流路 3 (図25参照)の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。一方、液流路溝 15 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。

10

【0056】

一方、本形態では、内側液流路部 15 の長手方向については、次のような特徴を備えている。図4に R_1 、 R_2 、 R_3 で示したように3つの領域に分けて考える。ただし、本形態では領域 R_1 と領域 R_3 とでは内側液流路部 15 は同じ形状であり、該領域 R_1 と領域 R_3 に挟まれた領域 R_2 における内側液流路部 15 で領域 R_1 、領域 R_3 とは異なる形状を具備している。

図14には、領域 R_1 及び領域 R_3 における内側液流路部 15 について、図14に矢印 I_5 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。図15には、領域 R_2 における内側液流路部 15 について、図14に矢印 I_5 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。

20

【0057】

図14、図15からわかるように内側液流路部 15 では、隣り合う液流路溝 15 a が所定の間隔で設けられた連通開口部 15 c により連通している。これにより複数の液流路溝 15 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、蒸气流路 4 (図25参照)を形成する蒸气流路溝 16 に隣接する隔壁である壁部 15 b に設けられた連通開口部 15 c は、蒸气流路 4 と凝縮液流路 3 とを連通させる。従って、連通開口部 15 c を構成することにより蒸气流路 4 で生じた凝縮液を円滑に凝縮液流路 3 に移動させることができる。

【0058】

ここで、本形態では、蒸气流路 4 が延びる方向において、蒸气流路 4 に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部 15 c が含まれるように、これを複数の領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けたとき、1の領域である領域 R_2 における連通開口部 15 c のピッチが、領域 R_2 に隣り合う両方の領域である領域 R_1 、領域 R_3 における連通開口部 15 c のピッチよりも大きくされている。

30

そこで本形態では図14と図15とを対比してもわかるように、少なくとも蒸气流路溝 16 に隣接する連通開口部 15 c において、図15に示した領域 R_2 の連通開口部 15 c のピッチ P_{R_2} が、図14に示した領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部 15 のピッチ P_{R_1} よりも大きくなるように構成されている。すなわち、連通開口部のピッチが長い領域(領域 R_2)の両隣の領域(領域 R_1 、領域 R_3)の連通開口部のピッチが、間にある領域 R_2 の連通開口部のピッチより小さくなるように構成されている。

40

これにより、後で説明するように、連通開口部のピッチが長い領域(領域 R_2)では、これに隣り合う領域(領域 R_1 、領域 R_3)よりも作動流体と第一シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなることから、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_1 を熱源が配置される蒸発部とした場合に、蒸気が領域 R_2 にて凝縮して蒸气流路を塞いでしまうようなことが防止され、熱源から離隔した領域 R_3 まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_1 を蒸発部(受熱部、熱源が配置される部位)としたときに、作動流体が領域 R_2 にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_1 で凝縮液が不足することを防止できる。

同時に、領域 R_2 では、凝縮液流路において隣り合う領域(領域 R_1 、領域 R_3)よりも毛細管力が続く距離が長いため凝縮液の輸送を促すことができる。

50

これにより、作動流体の円滑な還流が可能になり、熱輸送能力を高めることができる。

【0059】

本形態では、領域 R_1 及び領域 R_3 における連通開口部のピッチ(P_{R_1})を同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_1 及び領域 R_3 における連通開口部のピッチが異なってもよい。本形態でいえば、少なくとも蒸気流路溝16に隣接する連通開口部15cにおいて、領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部のピッチが領域 R_2 の連通開口部のピッチよりも小さければよい。

【0060】

ここで、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_1 及び領域 R_3 の一方を蒸発部(受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位)とし、領域 R_1 及び領域 R_3 の他方を冷却部として、その間の領域 R_2 を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域(領域 R_1 及び領域 R_3 の一方)は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域(領域 R_1 及び領域 R_3 の他方)も蒸発部とされた領域と同じ大きさとするができる。

【0061】

また、本形態では1つの領域内では連通開口部のピッチが一定である例を示したが、これに限られることはなく、連通開口部のピッチが同じ領域内でも変化する形態であってもよい。この場合には、1つの内側液流路部15の全長を3つの領域に分けて考え、領域ごとに蒸気流路溝に隣接する連通開口部のピッチの平均値を算出し、中央の領域の連通開口部のピッチの平均値が、両端の領域の連通開口部のピッチの平均値よりも大きくなるように(両端の領域の連通開口部のピッチの平均値が、中央の領域の連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように)、構成すればよい。ここで3つの領域に分けるとときには3等分を考えてもよい。

【0062】

また、本形態では3つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部(受熱部)、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図16に示したように、5つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_1' 乃至領域 R_5' に分け、中央の領域 R_3' 、及び両端の領域 R_1' 、領域 R_5' に具備される連通開口部のピッチの平均値が、領域 R_1' と領域 R_3' との間である領域 R_2' 、領域 R_3' と領域 R_5' との間である領域 R_4' に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成される。ここで5つの領域に分けて考える際には5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_3' を蒸発部(受熱部)として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_1' 及び領域 R_5' を冷却部とすることが想定される。

【0063】

すなわち、第一シート10では、複数の連通開口部のピッチが内側液流路部が延びる方向において異なっているものである。これに加えて、ある領域における連通開口部のピッチが、このある領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくされている部位を具備する。

【0064】

内側液流路部15についても図9乃至図11の例に倣って壁部15bに対して、連通開口部15cが形成される端部においてその幅が、壁部15bの最大幅よりも小さくなるように形成されるようにしてもよい。

これにより、連通開口部15cを作動流体が移動しやすくなり、さらに作動流体の円滑な還流が可能となる。

一方で、ペーパーチャンバーの非作動時においては、後述するように、連通開口部15cの近傍に溜まった作動流体が凍結して体積が増加する。そのとき、第一シートと第二シートを離す方向に働く力が加わると、壁部15bの端部がこのような細くなっていることから、当該細くなった部位に応力が集中して壁部15bの破壊がされやすい状況になる。

10

20

30

40

50

しかしながら本形態ではこのような場合であっても壁部 15 b が破壊されることなく十分な耐久力を有するものとなる。

【0065】

この連通開口部 15 c についても、連通開口部 14 c と同様に、図 12 に示した例に倣って、オフセットされたいわゆる千鳥配列状に連通開口部が配置されてもよい。このように連通開口部 15 c をオフセットして配列にした場合にも、図 9 乃至図 11 の例に倣って壁部 15 b における端部形状を構成することもできる。

【0066】

以上のような構成を備える内側液流路部 15 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 4、図 5、図 13 に W_4 で示した内側液流路部 15 の幅（内側液流路部 15 と蒸気流路溝 16 が配列される方向の大きさで、第二シート 20 との接合面における幅）は、3000 μm 以下であることが好ましく、1500 μm 以下であってもよく、1000 μm 以下であってもよい。一方、この幅 W_4 は100 μm 以上であることが好ましく、200 μm 以上であってもよく、400 μm 以上であってもよい。この幅 W_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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。

【0067】

また、図 5 に P_2 で示した内側液流路部 15 の配列ピッチは、4000 μm 以下であることが好ましく、3000 μm 以下であってもよく、2000 μm 以下であってもよい。一方、このピッチ P_2 は200 μm 以上であることが好ましく、400 μm 以上であってもよく、800 μm 以上であってもよい。このピッチ P_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより蒸気流路の流路抵抗を下げ、蒸気の移動と、凝縮液の還流とをバランスよく行うことができる。

【0068】

液流路溝 15 a について、図 13 乃至図 15 に W_5 で示した溝幅（液流路溝 15 a が配列される方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、1000 μm 以下であることが好ましく、500 μm 以下であってもよく、300 μm 以下であってもよい。一方、この溝幅 W_5 は30 μm 以上であることが好ましく、40 μm 以上であってもよく、60 μm 以上であってもよい。この幅 W_5 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_5 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図 13 に D_2 で示した溝の深さは、200 μm 以下であることが好ましく、150 μm 以下であってもよく、100 μm 以下であってもよい。一方、この深さ D_2 は5 μm 以上であることが好ましく、10 μm 以上であってもよく、20 μm 以上であってもよい。この深さ D_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより還流に必要な凝縮液流路の毛細管力を強く発揮することができる。

【0069】

流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、幅 W_5 を深さ D_2 で割った値で表される

流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きいことが好ましい。1.5以上であってもよいし、2.0以上であってもよい。又は1.0よりも小さくてもよく、0.75以下でもよく0.5以下でもよい。

その中でも製造の観点から幅 W_5 は深さ D_2 よりも大きいことが好ましく、かかる観点からアスペクト比は1.3より大きいことが好ましい。

【0070】

また、壁部15bについて、図13乃至図15に W_{51} で示した幅（壁部15bが配列される方向の大きさ、壁部15bの内面10a側部位の幅）は、300 μm 以下であることが好ましく、200 μm 以下であってもよく、100 μm 以下であってもよい。一方、幅 W_{51} は20 μm 以上であることが好ましく、30 μm 以上であってもよく、50 μm 以上であってもよい。この幅が20 μm より小さいと作動流体の凍結と溶融との繰り返しにより破断し易くなり、この幅が500 μm より大きくなると連通開口部15cの幅が大きくなりすぎ、隣り合う凝縮液流路3との作動流体の円滑な連通が阻害される虞がある。

幅 W_{51} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、溝幅 W_{51} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0071】

本形態で液流路溝15aの断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形等、及びこれらが組み合わされた形状であってもよい。

【0072】

また、図14、図15に P_3 で示した隣り合う液流路溝15aのピッチは、1300 μm 以下であることが好ましく、700 μm 以下であってもよく、400 μm 以下であってもよい。一方、このピッチ P_3 は50 μm 以上であることが好ましく、70 μm 以上であってもよく、110 μm 以上であってもよい。このピッチ P_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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抑制することができる。

【0073】

連通開口部15cについて、図14、図15に L_1 で示した液流路溝15aが延びる方向に沿った連通開口部の大きさは、1100 μm 以下であることが好ましく、550 μm 以下であってもよく、220 μm 以下であってもよい。一方、この大きさ L_1 は30 μm 以上であることが好ましく、55 μm 以上であってもよく、70 μm 以上であってもよい。この大きさ L_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、大きさ L_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0074】

図14、図15に P_{R1} 、 P_{R2} で示した、液流路溝15aが延びる方向における隣り合う連通開口部15cのピッチは、上記したような関係を備えているが、さらに次のように構成することができる。このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} は、2700 μm 以下であることが好ましく、1800 μm 以下であってもよく、900 μm 以下であってもよい。一方、このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} は60 μm 以上であることが好ましく、110 μm 以上であってもよく、140 μm 以上であってもよい。このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、このピッチ P_{R1} 、 P_{R2} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせによ

り定められてもよい。

【0075】

連通開口部15cの態様、上記大きさ L_1 、及び、連通開口部15cのピッチ P_{R1} 及び P_{R2} については、外周液流路部14の連通開口部14cに対しても同様に考えることができる。

【0076】

また、上記した本形態の液流路溝14a及び液流路溝15aは等間隔に離間して互いに平行に配置されているが、これに限られることは無く、毛細管作用を奏することができれば溝同士のピッチがばらついて良く、また溝同士が平行でなくても良い。

【0077】

次に蒸気流路溝16について説明する。蒸気流路溝16は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第1の流路である蒸気流路4の一部を構成する。図4には平面視した蒸気流路溝16の形状、図5には蒸気流路溝16の断面形状がそれぞれ表れている。

【0078】

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5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、外面10b側となる底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対の内面10a側に開口を備えている。

【0079】

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ることができる。

図4、図5に W_6 で示した蒸気流路溝16の幅(内側液流路部15と蒸気流路16が配列される方向の大きさで、溝の開口面における幅)は、少なくとも上記した液流路溝14a、液流路溝15aの幅 W_3 、幅 W_5 より大きく形成され、2000 μm 以下であることが好ましく、1500 μm 以下であってもよく、1000 μm 以下であってもよい。一方、この幅 W_6 は100 μm 以上であることが好ましく、200 μm 以上であってもよく、400 μm 以上であってもよい。この幅 W_6 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_6 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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。

【0080】

一方、図5に D_3 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、液流路溝15aの深さ D_1 、深さ D_2 より大きく形成され、300 μm 以下であることが好ましく、200 μm 以下であってもよく、100 μm 以下であってもよい。一方、この深さ D_3 は10 μm 以上であることが好ましく、25 μm 以上であってもよく、50 μm 以上であってもよい。この深さ D_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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。

【0081】

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

10

20

30

40

50

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できる。そのため、 W_6 を D_6 で割った値であるアスペクト比は 4.0 以上とすることができ、さらに 8.0 以上としてもよい。

【0082】

本形態では蒸気流路溝 16 の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が円形、底部が半楕円形、又はこれらのいずれか複数を組み合わせた形状であってもよい。

蒸気流路は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより、作動流体を円滑に還流させることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

【0083】

蒸気流路連通溝 17 は、複数の蒸気流路溝 16 をその端部で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、液流路溝 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。

【0084】

本形態の蒸気流路連通溝 17 は、図 3、図 4 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 7 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 3、図 4 にはわかりやすさのため、当該境界を点線で表した。

【0085】

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 4、図 7 に W_7 で示した蒸気流路連通溝 17 の幅は、（連通方向に直交する方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $750\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_7 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $150\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_7 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_7 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

【0086】

また、図 7 に D_4 で示した蒸気流路連通溝 17 の深さは、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_4 は $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $25\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。その中でも蒸気流路溝 16 の深さ D_3 と同じとしてもよい。これにより製造が容易になる。

【0087】

本形態で蒸気流路連通溝 17 の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又はこれらのいくつかを組み合わせた形状であってもよい。

蒸気流路連通溝は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより作動流体の円滑な還流をさせることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

【0088】

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 17 には第二シート 20 を内面 20a 側から見た斜視図、図 18 には第

10

20

30

40

50

二シート 20 を内面 20 a 側から見た平面図をそれぞれ表した。

図 19 には図 18 に $I_6 - I_6$ で切断した切断面、図 20 には図 18 に $I_7 - I_7$ で切断したときの切断面をそれぞれ表した。

第二シート 20 でも 3 つの領域 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} に分けて考えることができるため、図 19 は図 18 に $I_6 - I_6$ で示した領域 R_{11} 、 R_{13} における断面、図 20 は図 18 に $I_7 - I_7$ で示した領域 R_{12} における切断面をそれぞれ表している。

また、図 21 には図 18 に $I_8 - I_8$ で切断したときの第二シート 20 の切断面を示した。

【0089】

第二シート 20 は、内面 20 a、該内面 20 a とは反対側となる外面 20 b 及び内面 20 a と外面 20 b とを連結し厚さを形成する側面 20 c を備え、内面 20 a 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 20 a と上記した第一シート 10 の内面 10 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が形成される。

【0090】

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 25 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 20 a 側に注入溝 22 a が形成されており、第二シート 20 の側面 20 c 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。ただし、第一シート 10 と第二シート 20 とは必ずしも同じ厚さ及び材料である必要はない。

【0091】

本体 21 の内面 20 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 21 の内面 20 a 側には、外周接合部 23、外周液流路部 24、内側液流路部 25、蒸气流路溝 26、及び、蒸气流路連通溝 27 が具備されている。

【0092】

外周接合部 23 は、本体 21 の内面 20 a 側に、該本体 21 の外周に沿って設けられた面である。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 18 乃至図 21 に W_8 で示した外周接合部 23 の幅は上記した第一シート 10 の本体 11 の外周接合部 13 の幅 W_1 と同じであっても異なってもよい。

【0093】

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 23 a が設けられている。この穴 23 a 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。

【0094】

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第 2 流路である凝縮液流路 3 の一部を構成する。

【0095】

外周液流路部 24 は本体 21 の内面 20 a のうち、外周接合部 23 の内側に沿って、密閉空間 2 の外周に沿って環状を成すように設けられている。本形態において第二シート 20 の外周液流路部 24 は、図 19 乃至図 21 からわかるように外周接合部 23 と面一な面である。これにより上記した第一シート 10 の複数の液流路溝 14 a のうち少なくとも一部の液流路溝 14 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 10 と第二シ

10

20

30

40

50

ート 20 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 20 では外周接合部 23 と外周液流路部 24 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 17、図 18 では点線により両者の境界を表している。

【0096】

外周液流路部 24 は、次のような構成を備えていることが好ましい。

本形態で図 18 乃至図 21 に示した外周液流路部 24 の幅 W_9 は第一シート 10 の外周液流路部 14 の幅 W_2 と同じ大きさで形成されている。

【0097】

次に内側液流路部 25 について説明する。内側液流路部 25 も液流路部であり、第 2 流路である凝縮液流路 3 を構成する 1 つの部位である。

【0098】

内側液流路部 25 は、図 17 乃至図 20 からわかるように、本体 21 の内面 20a のうち、外周液流路部 24 の環状である環の内側に設けられている。本形態の内側液流路部 25 は、本体 21 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 25 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 25 は、その内面 20a 側の表面が第一シート 10 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 10 の複数の液流路溝 15a のうち少なくとも一部の液流路溝 15a の開口を閉鎖して第 2 流路である凝縮液流路 3 を形成する。

【0099】

一方、内側液流路部 25 の長手方向については、次のような特徴を備えている。図 18 に R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} で示したように、本形態では 3 つの領域に分けて考える。本形態では領域 R_{11} と領域 R_{13} とは内側液流路部 25 の形状は同じであり、該領域 R_{11} と領域 R_{13} に挟まれた領域 R_{12} は領域 R_{11} 、領域 R_{13} とは内側液流路部の形状が異なる。

【0100】

ここで、図 19、図 20 に示した、本形態で内側液流路部 25 の幅 W_{10} 、幅 W_{11} は、いずれも第一シート 10 の内側液流路部 15 の幅 W_4 よりも大きくなるように形成されている。これにより後述するように蒸气流路 4 に張出部 6 を形成することができ、凝縮液の移動を円滑にさせることが可能となる。

【0101】

ここで、図 17 乃至図 20 からわかるように、領域 R_{12} における内側液流路部 25 の幅 W_{11} が、領域 R_{11} 、及び領域 R_{13} の幅 W_{10} に比べて小さくなるように構成されている。すなわち内側液流路部が延びる方向において、複数の領域に分けたとき、1 の領域における内側液流路部の幅が、当該 1 の領域に隣り合う両方の領域における内側液流路部の幅よりも小さくなるように構成されている。

これにより、後で説明するように、内側液流路部 25 のうち幅が小さい領域 (領域 R_{12}) では、これに隣り合う幅が広い領域 (領域 R_{11} 、領域 R_{13}) よりも張出部 6 の張出量が小さくなることから、作動流体と第二シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなり、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_{11} を熱源が配置される蒸発部とした場合に、蒸気が領域 R_{12} にて凝縮液で蒸气流路が塞がれることが防止され、熱源から離隔した領域 R_{13} まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_{11} を蒸発部 (受熱部、熱源が配置される部位) としたときに、作動流体が領域 R_{12} にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_{11} で凝縮液が不足することを防止できる。

これにより、作動流体の円滑な還流が可能なり、熱輸送能力を高めることができる。

【0102】

本形態では、内側液流路部 25 において領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の幅 (W_{10}) を同

10

20

30

40

50

じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における内側液流路部の幅が異なっているてもよい。本形態でいえば領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における内側液流路部の幅が領域 R_{12} の内側液流路部の幅よりも大きければよい。

【0103】

ここで、領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方を冷却部として、その間の領域 R_{12} を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることができる。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとするすることができる。

【0104】

また、本形態では1つの領域内では内側液流路部の幅は一定である例を示したが、これに限られることはなく、図22に示したように、内側液流路部25の幅が一定でなく変化する形態であってもよい。この場合には、1つの内側液流路部25の全長を3つの領域（領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} ）に分けて考え、領域ごとに内側液流路部の幅の平均値を算出し、中央の領域（領域 R_{12} ）における内側液流路部の幅の平均値が、両端の領域（領域 R_{11} 、領域 R_{13} ）における内側液流路部の幅の平均値よりも小さくなるように構成すればよい。ここで3つの領域に分けて考える際には3等分を考えてもよい。

【0105】

また、本形態では、第一シート10で説明した領域 R_1 の長さを第二シート20で説明した領域 R_{11} の長さと同じとし、同様に領域 R_2 の長さを領域 R_{12} の長さと同じとし、領域 R_3 の長さを領域 R_{13} の長さと同じとした。これによれば、上記した連通開口部15cのピッチに関する違いによる効果と、内側液流路部25の幅に関する違い（張出量）による効果とを併せて相乗的に発揮することができ、より高い効果を得ることができる。

ただし、これに限られることはなく、領域 R_1 と領域 R_{11} 、領域 R_2 と領域 R_{12} 、及び領域 R_3 と領域 R_{13} を関連付けることなく個別に設定してもよい。

また、上記した連通開口部15cのピッチに関する違いの構造と、内側液流路部25の幅（張出量）に関する違いの構造については、何れか一方のみであっても独立して効果を奏することもできるので、ペーパーチャンバーはいずれか一方の構造のみを具備するものであってもよい。

すなわち、例えば連通開口部15cのピッチが全ての領域で同じでありつつ、内側液流路部の幅（張出量）については領域により異なる形態のペーパーチャンバーであってもよく、又は、連通開口部15cのピッチが領域により異なりつつ、内側液流路部の幅（張出量）については全ての領域で同じとなるような形態のペーパーチャンバーであってもよい。

【0106】

また、本形態では3つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図23、図24に示したように、5つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_{11}' 乃至領域 R_{15}' に分け、中央の領域 R_{13}' 、及び両端の領域 R_{11}' 、領域 R_{15}' に具備される内側液流路部の幅の平均値が、領域 R_{11}' と領域 R_{13}' との間である領域 R_{12}' 、領域 R_{13}' と領域 R_{15}' との間である領域 R_{14}' に具備される内側液流路部の幅の平均値よりも大きくなるように構成される。これにより後述するように張出量を領域ごとに変えることができる。ここで、5つの領域としては例えば5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_{13}' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_{11}' 及び領域 R_{15}' を冷却部とすることが想定される。

【0107】

すなわち、第二シート20では、内側液流路部の幅が、当該内側液流路部が延びる方向において異なっている。これに加えて、ある領域における内側液流路部の幅が、このある領域に隣り合う両方の領域における内側液流路部の幅よりも小さく形成されている部位を具備する。

【0108】

次に蒸気流路溝26について説明する。蒸気流路溝26は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位であり、第1流路である蒸気流路4の一部を構成する。図18には平面視した蒸気流路溝26の形状、図19、図20には蒸気流路溝26の断面形状がそれぞれ表れている。

10

【0109】

これら図からもわかるように、蒸気流路溝26は本体21の内面20aのうち、環状である外周液流路部24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26は、隣り合う内側液流路部25の間、及び、外周液流路部24と内側液流路部25との間に形成され、本体21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、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、外面20b側に底部、及び該底部とは向かい合わせとなる反対の内面20a側に開口を備えている。

20

【0110】

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。

【0111】

蒸気流路溝26は内側液流路部25に隣接して形成される溝であるため、その形状は、内側液流路部25の形状に影響を受ける。従って本形態では、図19、図20に示したいずれの蒸気流路溝26の幅 W_{12} 、幅 W_{13} も第一シート10の蒸気流路溝16の幅 W_6 よりも小さく構成されている。また、内側液流路部25で説明した領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、及び領域 R_{13} によっても幅が異なる。具体的には、内側液流路部25の幅が狭い領域 R_{12} において蒸気流路溝26の幅 W_{13} が広く、その両隣の領域 R_{11} 、領域 R_{13} において幅 W_{12} が幅 W_{13} よりも小さくなっている。これにより、後述する張出部6の張出量の領域による違いを形成することができる。

30

一方、図19、図20に D_5 で示した蒸気流路溝26の深さは、 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_5 は $10\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $25\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_5 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_5 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の

40

下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また第一シート10の蒸気流路溝16と第二シート20の蒸気流路溝26の深さは同じであってもよく、大きくても小さくてもよい。

【0112】

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、 W_{12} を D_5 で割った値、 W_{13} を D_5 で割った値で示されるアスペクト比は4.0以上とすることができ、さらには8.0以上としてもよい。

【0113】

50

本形態で蒸気流路溝 26 の断面形状は半楕円形であるが、正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又は、これらのいずれかを組み合わせた形状であってもよい。

【0114】

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。

【0115】

本形態の蒸気流路連通溝 27 は、図 18、図 21 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 21 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。

【0116】

図 18、図 21 に W_{14} 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 W_7 と同じであってもよいし、異なってもよい。

幅 W_{14} と幅 W_7 とを異なる大きさにしたときには、蒸気流路連通溝 17 及び蒸気流路連通溝 27 による流路に段差が形成され、これによる毛細管力により凝縮液の移動が促進されるためより円滑に作動流体の還流が可能となる。

【0117】

幅 W_{14} の大きさの範囲は幅 W_7 と同様に考えることができる。また、図 21 に D_6 で示した蒸気流路連通溝 27 の深さの範囲についても、第一シート 10 の蒸気流路連通溝 17 の深さ D_4 と同様に考えることができる。

【0118】

本形態で蒸気流路連通溝 27 の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形、又は、これらのいずれかを組み合わせた形状であってもよい。

【0119】

次に、第一シート 10 と第二シート 20 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 10 及び第二シート 20 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。

図 25 には、図 1 に $I_9 - I_9$ 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、図 26 には、図 1 に $I_{10} - I_{10}$ 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それぞれを表した。図 25 は領域 R_1 及び領域 R_{11} 、並びに領域 R_3 及び領域 R_{13} における切断面、図 26 は領域 R_2 及び領域 R_{12} における切断面である。

これらの図は第一シート 10 における図 5 に表した図と、第二シート 20 における図 19、図 20 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 27 には図 25 の一部を拡大した図、図 28 には図 26 の一部を拡大した図をそれぞれ表した。

また、図 29 には図 27 に表した $I_{11} - I_{11}$ 矢視断面図、図 30 には図 28 に表した $I_{12} - I_{12}$ 矢視断面図をそれぞれ示した。

また、図 31 には、図 1 に $I_{13} - I_{13}$ 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 10 における図 7 に表した図と、第二シート 20 における図 21 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。

【0120】

図 1、図 2、及び図 25 乃至図 31 よりわかるように、第一シート 10 と第二シート 2

10

20

30

40

50

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 10 の内面 10a と第二シート 20 の内面 20a とが向かい合うように配置されており、第一シート 10 の本体 11 と第二シートの本体 21 とが重なり、第一シート 10 の注入部 12 と第二シート 20 の注入部 22 とが重なっている。本形態では、第一シート 10 と第二シート 20 との相対的な位置関係は、第一シート 10 の穴 13a と第二シート 20 の穴 23a 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。

【0121】

本形態では第一シート 10 と第二シート 20 との積層体により、本体 11 及び本体 21 に具備される各構成が図 25 乃至図 31 に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

【0122】

第一シート 10 の外周接合部 13 と第二シート 20 の外周接合部 23 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 10 と第二シート 20 との間に密閉空間 2 が形成されている。

【0123】

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 25、図 26 に T_0 で示したペーパーチャンバー 1 の厚さは 1 mm 以下とすることができ、0.3 mm 以下、さらには 0.2 mm 以下としてもよい。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が多くなる。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。

【0124】

第一シート 10 の外周液流路部 14 と第二シート 20 の外周液流路部 24 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 14 の液流路溝 14a 及び外周液流路部 24 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第 2 流路である凝縮液流路 3 が形成される。

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第 2 流路である凝縮液流路 3 が形成される。

【0125】

凝縮液流路 3 には連通開口部 14c、及び連通開口部 15c が形成されている（図 29、図 39 参照）。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 を連通する連通開口部 14c、連通開口部 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 に移動させる。

【0126】

連通開口部 15c は次のような構成を備えている。本形態では内側液流路部 15、内側液流路部 25 による第 2 流路である凝縮液流路 3 の構造について説明するが、外周液流路部 14、外周液流路部 24 による凝縮液流路 3 について同様の構造を適用してもよい。

【0127】

ここで、本形態では、蒸气流路が延びる方向において、蒸气流路に沿った方向に並ぶ複数の連通開口部 15c が含まれるように複数の領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 に分けたとき、1 の領域である領域 R_2 における連通開口部 15c のピッチが、領域 R_2 に隣り合う両方の領域である領域 R_1 、領域 R_3 における連通開口部 15c のピッチよりも大きくされている。

本形態では図 29 と図 30 とを対比してもわかるように、図 30 で示した領域 R_2 の連通開口部 15c のピッチ P_{R_2} が、図 19 で示した領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部 15c のピッチ P_{R_1} よりも大きくなるように構成されている。

10

20

30

40

50

すなわち、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）における連通開口部では、その両隣の領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）の連通開口部のピッチよりもピッチが大きくなるように構成されている。

これにより、連通開口部のピッチが長い領域（領域 R_2 ）では、これに隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも作動流体と第一シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなることから、作動流体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_1 を熱源が配置される蒸発部（受熱部）とした場合に、蒸気が領域 R_2 で凝縮し難く、蒸気流路が塞がれる等の障害を受けることなく熱源から離隔した領域 R_3 まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_1 を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_2 にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_1 で凝縮液が不足することを防止できる。

10

同時に領域 R_2 では、凝縮液流路において隣り合う領域（領域 R_1 、領域 R_3 ）よりも毛細管力が続く距離が長いこと凝縮液の輸送を促すことができる。

以上により、作動流体の円滑な還流が可能となって、熱輸送能力を高めることができる。

【0128】

本形態では、領域 R_1 及び領域 R_3 において連通開口部のピッチ（ P_{R1} ）は同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_1 及び領域 R_3 における連通開口部のピッチが異なってもよい。本形態でいえば領域 R_1 及び領域 R_3 の連通開口部のピッチが領域 R_2 の連通開口部のピッチよりも小さければよい。

20

【0129】

ここで、領域 R_1 、領域 R_2 、領域 R_3 の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_1 及び領域 R_3 の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_1 及び領域 R_3 の他方を冷却部として、その間の領域 R_2 を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_1 及び領域 R_3 の他方）も蒸発部とされた領域と同じ大きさとすることができる。

【0130】

また、本形態では1つの領域内では連通開口部のピッチが同じである例を示したが、これに限られることはなく、連通開口部のピッチが1つの領域内で変化する形態であってもよい。この場合には、1つの内側液流路部15の全長を3つの領域に分けて考え、領域ごとに蒸気流路溝に隣接する連通開口部のピッチの平均値を算出し、中央の領域における連通開口部のピッチの平均値が、両端の領域における連通開口部のピッチの平均値よりも大きくなるように構成すればよい。ここで、3つの領域に分けて考える際には3等分を考えてもよい。

30

【0131】

凝縮液流路3において、図29、図30に L_{R1} 、 L_{R2} で示した連通開口部15cの長さは特に限定されることはないが、上記した L_1 と同様の範囲を考えることができる（図14、図15も参照）。これにより凝縮液流路3の毛管力の大きさと、連通開口部15cの連通機能とのバランスを良好にすることが可能である。

40

同様の観点から、 L_{R1} を P_{R1} で除した開口長さ比、 L_{R2} を P_{R2} で除した開口長さ比は、0.2以上1.0以下とすることができる。

また、 P_{R2} を P_{R1} で除した領域間のピッチの比率は1.3以上2.5以下とすることができる。

【0132】

本形態では3つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合を想定できる。これに対して、図16に示して説明したように、5つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 R_1' 乃至領域 R_5' に分け、中央の領域 R_3' 、及び両端の領域 R_1

50

、領域 R_5' に具備される連通開口部のピッチの平均値が、領域 R_1' と領域 R_3' との間である領域 R_2' 、領域 R_3' と領域 R_5' との間である領域 R_4' に具備される連通開口部のピッチの平均値よりも小さくなるように構成される。ここで5つの領域に分ける際には5等分を考えることもできる。

この場合は、中央の領域 R_3' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_1' 及び領域 R_5' を冷却部とすることが想定される。

【0133】

すなわち、ペーパーチャンバー1では、複数の連通開口部のピッチが蒸気流路が延びる方向において異なっているものである。これに加えて、ある領域における連通開口部のピッチが、このある領域に隣り合う両方の領域における連通開口部のピッチよりも大きくされている。

10

【0134】

図29、図30に W_{15} で示した凝縮液流路3の幅は、図14、図15に W_5 で示した溝幅に基づき、同様の範囲を考えることができる。また、凝縮液流路3の高さは、本形態では図13に D_2 で示した溝の深さに基づき、同様の範囲を考えることができる。これにより還流に必要な凝縮液流路の毛細管力を十分に発揮することができる。

本形態では内側液流路部15側にのみ液流路溝15aが設けられているが、これに限られることはなく、第二シートの内側液流路部にも液流路溝が設けられ、液流路溝15aに重ねられることにより凝縮液流路とされてもよい。この場合には第一シートの液流路溝の深さと第二シートの液流路溝の深さとの合計が凝縮液流路の高さとなる。

20

【0135】

流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、流路幅を流路高さで除した値で表される、凝縮液流路の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流路幅が流路高さより大きいこと好ましく、流路幅を流路高さで除した値が1.0よりも大きく4.0以下とすることができ、1.3よりも大きくすることができる。

【0136】

また、複数の凝縮液流路3における隣り合う凝縮液流路3のピッチは、図14、図15に表した P_3 に基づき、同様の範囲を考えることができる。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

【0137】

また、凝縮液流路が形成された部位における第一シートの材料部分の厚さ及び第二シートの材料部分の厚さ（すなわち、凝縮液流路3の部位において、ペーパーチャンバーの厚さから高さ D_2 を引いた残り部分の第一シートの厚さ及び第二シートの厚さ）は、いずれも凝縮液流路の高さ D_2 以上であることが好ましい。これにより、凝縮液流路の高さ D_2 に対して第一シート及び第二シートの材料厚さを十分に確保することができ、凝縮液流路3に起因するペーパーチャンバーの破断（破れ）をさらに防止することができる。

【0138】

図32に凝縮液流路3の部分を拡大して表したように、壁部15bの幅 S_A (μm) は、凝縮液流路3の幅よりも小さいことが好ましい。壁部15bが大きいことにより、連通開口部15cの幅が大きくなり、また、隣接する凝縮液流路3同士の距離も長くなることで、作動流体の円滑な連通が阻害される虞があるためである。

40

また、壁部15bの幅 S_A は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50\mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、壁部の幅 S_A (μm) は $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以下とすることができ、 $100\mu\text{m}$ 以下でもよい。これにより、限られた内部空間を有効活用でき、蒸気流路及び凝縮液流路の本数を増やすことができる。これら幅 S_A の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 S_A の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

50

【 0 1 3 9 】

また、壁部 1 5 b の幅 S_A (μm) と、これに隣り合う凝縮液流路 3 の横断面 (流れ方向 (流路長手方向) に直交する方向の断面) の断面積 S_B (μm^2) との関係で、 S_A を S_B で除した値 (S_A / S_B) が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下の範囲としてもよい。

【 0 1 4 0 】

ここで、壁部 1 5 b の幅 (S_A) は次のようにして得る。

ペーパーチャンバーを切断及び研磨する等して、隣り合う 2 つの凝縮液流路の横断面及びその間の壁が表れるようにした上で、当該断面を高倍率の顕微鏡又は SEM を用いて、50 倍乃至 200 倍の範囲で拡大して表す。そしてこの拡大した断面から、2 つの凝縮液流路のそれぞれ内周面の輪郭を抽出する。そして、抽出した 2 つの輪郭間のうち最も狭い部分の距離を壁の幅とする。

一方、流路断面は、上記の方向で得た輪郭によりその形状を認識し、得られた輪郭のうち幅方向 (y 方向) に最も大きい距離を流路幅 S_C 、当該輪郭のうち厚さ方向 (z 方向) に最も大きい距離を高さ S_D とする。そして認識した輪郭による凝縮液流路の断面の形状によりそれぞれ次のように流路断面積 S_B を得る。

- ・流路断面が長方形のときの流路断面積 $S_B = S_C \cdot S_D$
- ・流路断面が三角形のときの流路断面積 $S_B = S_C \cdot S_D / 2$
- ・流路断面が半円のときの流路断面積 $S_B = \pi \cdot S_C^2 / 8$
- ・流路断面が半楕円のときの流路断面積 $S_B = \pi \cdot S_C \cdot S_D / 4$

なお、流路断面が、複雑な形状である場合には、流路断面を上記基本的な形状で細分化して足し合わせることで流路断面積 S_B を求めても良い。

【 0 1 4 1 】

これにより、ペーパーチャンバーを薄型化しても、必要な凝縮液流路を確保することができ、熱輸送性能を得ることができるとともに、作動流体の凍結と溶融との繰り返しに対して壁部 1 5 b が十分な強度を有することができ、耐久性も優れたものとなる。

【 0 1 4 2 】

ここで、壁部の耐久性を考えるとときに、上記のように流路断面積に対する壁の幅を規定する理由について説明する。図 3 3 乃至図 3 5 に説明のための図を示した。

ペーパーチャンバーの z 方向 (厚さ方向) に注目すると、凝縮液流路の厚さ方向両方に存在するおける材料の厚さが、凝縮液流路の高さに対して十分に厚い場合には、「材料の引張り強さ (物性値) 」と「壁の断面積」との積が、「凍結した際の体積膨張による z 方向に生じる圧力」と「1 つの壁部あたりの平面内方向面積 (図 3 5 に薄墨で示した部位 A の面積) 」との積より小さいときに壁の破損が起こる。この場合には図 3 3 に矢印 Z_1 で示したような z 方向の力のみを考えればよい。

【 0 1 4 3 】

しかしながら実際には、作動流体の凍結及び溶解の繰り返しの過程があること、並びに、形状が単純ではないため等方向に凍結及び溶解が起こらないことから、生じる圧力が一定でない。また、ペーパーチャンバーを構成する材料は熱伝導が高いことが要求されるため比較的柔らかい材料が適用され、凍結及び溶解の繰り返しの中で少しずつ塑性変形が生じる。

以上のような様々な要素が重なって結果的に壁部は、厚さ方向に延びると共に、図 3 3 に矢印 y_1 で示したように細くなる方向に圧縮されるような力を受け、誇張して描くと図 3 4 のような形状の変化を伴う。

このようなことから、壁の耐久性を考えるとときには、単に凝縮液流路の高さのみでなく、高さと同幅方向の両方を考慮して流路断面全体で考える必要があるため、上記のように規定した。

【 0 1 4 4 】

また、特に、図 3 5 に B_1 で示した、連通開口部 1 5 c 及び連通開口部 1 5 c と凝縮液流路 3 とが連通する部位では、上記したように凝縮液の分配等により熱輸送の観点から利

点がある。しかし一方で、ペーパーチャンバーの非作動時にはここに凝縮液が溜まり易く、凍結で作動流体が膨張したときに、第一シートと第二シートとを離すような力が大きく加わる部位となってしまう。

【 0 1 4 5 】

上記の条件を満たすことで以上説明したような力が繰り返し加わっても壁部 1 5 b が破壊し難い構造を有するものとなる。

【 0 1 4 6 】

図 3 6 乃至図 3 8 には、変形例を説明する図を表した。

【 0 1 4 7 】

図 3 6 は、壁部 1 5 b の長手方向（凝縮液流路 3 の長手方向）において、隣り合う壁部 1 5 b に設けられた連通開口部 1 5 c の位置が異なるように配置された例である。

このような連通開口部 1 5 c によれば、凝縮液流路 3 を流れる作動流体から見たときに、両側の壁で同時に連通開口部 1 5 c が表れず、連通開口部 1 5 が表れても片方側には壁部 1 5 b が存在するため、凝縮液流路 3 の長手方向において毛細管力を連続して得ることができる。これにより凝縮液の移動が促進され作動流体のより円滑な還流が可能となる。

一方で、この形態では、図 3 6 に B₂ で示したような連通開口部 1 5 c の周辺において図 3 5 の例に比べて毛管力が強くなるため、ペーパーチャンバーの非作動時には凝縮液が溜まる量が多くなる。すると、この状態で凝縮液の凍結が起こり体積が増え、より強い力で第一シートと第二シートとを離す方向に力が働くことになって壁部 1 5 b を破壊する方向に作用する。しかしながら、上記の構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて上記のような力が繰り返し加わっても壁部 1 5 b が破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のペーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

【 0 1 4 8 】

図 3 7 は、壁部 1 5 b の長手方向（凝縮液流路 3 の長手方向）において、図 9 乃至図 1 1 で説明した例に倣って、連通開口部 1 5 c を形成する端部で、壁部 1 5 b の幅が最も小さくなる例を表した図である。

このような連通開口部 1 5 c によれば、連通開口部 1 5 c を通過する際の流動抵抗が抑えられるため、隣り合う凝縮液流路 3 への作動流体の移動がしやすく、これにより凝縮液の移動が促進されて作動流体のより円滑な還流が可能となる。

一方で、この形態では、連通開口部 1 5 c の周辺に溜まった凝縮液が凍結して体積が大きくなり、第一シートと第二シートとを離す方向に力が働くと、図 3 7 に B₃ で示したような壁部 1 5 b の細くなった端部に応力が集中して破壊され易い状態となる。

しかしながら、上記のような構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて上記したような力が繰り返し加わっても壁部 1 5 b が破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のペーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

【 0 1 4 9 】

当該凝縮液の凍結と溶融との繰り返しによるペーパーチャンバーの破断について具体的な試験を行った。詳しくは次の通りである。

【 0 1 5 0 】

試験例 1 をするためのペーパーチャンバーとして次の仕様のものを準備した。基本的な構造は図 1 に示したペーパーチャンバ 1 0 に倣うものであるが、より詳しくは次の通りである。

- ・ 第一シート及び第二シートの材質：無酸素銅
- ・ 蒸气流路溝：幅（y 方向）1 mm、高さ（z 方向）1 0 0 μm、長さ（x 方向）6 5 mm、本数 6 本
- ・ 内側液流路部：蒸气流路と交互に配置

- ・凝縮液流路：幅（ y 方向） $100\ \mu\text{m}$ 、高さ（ z 方向） $50\ \mu\text{m}$ 、長さ（ x 方向） $65\ \text{mm}$ 、本数8本
- ・壁部：幅（ y 方向） $10\ \mu\text{m}$ 、形状は図10と同様
- ・連通開口部：ピッチ $500\ \mu\text{m}$ 、長さ $100\ \mu\text{m}$
- ・ S_A / S_B ： 0.0025
- ・作動流体：水、充填率は内部体積の30%

【0151】

また、試験例2のペーパーチャンバーとして、試験例1の仕様のペーパーチャンバーに対して、壁部の幅を $20\ \mu\text{m}$ とし、 S_A / S_B を 0.0051 とした仕様のペーパーチャンバーを作製した。

【0152】

試験例1及び試験例2のペーパーチャンバーは次のように製造した。

厚さ $150\ \mu\text{m}$ である第一シート10及び第二シート20の外周形状を有する金属シートに対して、液流路溝、蒸気流路溝、及び蒸気流路連通溝をハーフエッチングにより形成した。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、第一シート及び第二シートの内面同士を向かい合わせるように重ねて抵抗溶接により仮止めを行った。そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シートと第二シートとを接合した。拡散接合は第一シート及び第二シートを 810°C にまで加熱し、 $2\ \text{MPa}$ の圧力を負荷することで行った。

接合の後、形成された注入流路から真空引きを行い、密閉空間を減圧して注入流路から作動流体を注入して密閉空間に作動流体を入れた。そして注入部をかしめた後にTEG溶接して注入流路を閉鎖した。

【0153】

以上のようにして得られたペーパーチャンバーに対して次のように温度サイクル試験を行った。JIS規格C 60068-2-14:2011(IEC 60068-2-14:2009)に準拠し、低温は -40°C 、高温は 85°C 、さらし時間は30分、サイクル数を100回とし、ペーパーチャンバーを水平置きした場合と鉛直置きした場合のそれぞれについて試験した。

【0154】

その結果、試験例2のペーパーチャンバーは破断が生じなかったが、試験例1のペーパーチャンバーは破断が生じた。

【0155】

以上説明した幅 S_A 、断面積 S_B 、及び、これらの関係は、本形態のペーパーチャンバーが具備する他の形態である、領域により連通開口部のピッチが異なる構造、及び、領域により張出量が異なる構造とは無関係に独立して効果を奏するものである。

従って、例えば、連通開口部のピッチが全ての領域で同じでありつつ、張出量については領域により異なる形態のペーパーチャンバー、連通開口部のピッチが領域により異なりつつ、張出量については全ての領域で同じとなるような形態のペーパーチャンバー、並びに、連通開口部のピッチ及び張出量がいずれも全ての領域で同じとなるペーパーチャンバーのいずれに対しても、上記した幅 S_A 、断面積 S_B 、及び、これらの関係は効果を奏するものである。以下の他の形態についても同様である。

【0156】

図38は、凝縮液流路3の流路面（壁部15bの表面）に微小な内面溝3aが形成されている例を表した図である。

このような凝縮液流路3によれば、微小な内面溝3aに凝縮液が入り強い毛管力を受けるため、凝縮液の移動がしやすく、凝縮液の移動が促進され作動流体のより円滑な還流が可能となる。

しかし一方で、ペーパーチャンバーの非作動時には、強い毛管力のため微小な内面溝3aに凝縮液が溜まりやすい、そしてこの凝縮液が凍結して体積が大きくなると内面溝3a

10

20

30

40

50

を広げて破壊しようとする力となる。

しかしながら、上記のような構造を備えることにより、凝縮液の凍結と溶融が繰り返されて力が繰り返し加わっても壁部 15 b が破壊しない構造を有するものとなる。

すなわち、薄型のペーパーチャンバーにおいてさらに熱輸送能力を高くする構造を適用しても、耐久性にも優れたものとなる。

【0157】

この内面溝 3 a の断面形状、断面積は特に限定されることはなく、凝縮液流路 3 の内面に設けられた溝であればよい。ただし、内面溝はその長手方向は、凝縮液流路 3 が延びる方向に平行な方向成分を含み、少なくとも該内面溝 3 a の開口幅の 2 倍よりも長く延在していることが好ましい。これにより毛管力を高める溝としてより顕著な効果を奏するものとなる。

10

内面溝 3 a の開口幅は、 $10\ \mu\text{m}$ 未満とすることができる。これにより高い毛管力を確保することができる。また内面溝の深さは $10\ \mu\text{m}$ 未満とすることができる。

【0158】

第一シート 10 の蒸气流路溝 16 の開口と第二シート 20 の蒸气流路溝 26 の開口とが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第 1 流路である蒸气流路 4 となる。

ここで第 1 流路である蒸气流路と第 2 流路である凝縮液流路とは次のような関係にある。すなわち、隣り合う 2 つの第 1 流路の平均の流路断面積を A_g とし、当該隣り合う 2 つの第 1 流路の間に配置される複数の第 2 流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、第 2 流路と第 1 流路とは、 A_1 が A_g の 0.5 倍以下の関係にあるものとし、好ましくは 0.25 倍以下である。この関係はペーパーチャンバー全体のうち少なくとも一部において満たせばよく、ペーパーチャンバーの全部でこれを満たせばさらに好ましい。

20

【0159】

図 25 乃至図 28 からわかるように、第一シート 10 の内側液流路部 15 の幅、蒸气流路溝 16 の幅、及び、第二シート 20 の内側液流路部 25 の幅、蒸气流路溝 26 の幅の上記した関係から、蒸气流路 4 には、流路横断面（流路が延びる方向に直交する方向の流路断面）において、段差である張出部 6 が形成される。これにより毛細管力を高めて円滑に凝縮液を凝縮液流路 3 に移動させることが可能となる。

【0160】

30

張出部 6 は蒸气流路 4 との境界面に形成された部位であり、蒸气流路 4 側に突出する部位を構成する。すなわち張出部は、凝縮液流路 3 及び蒸气流路 4 が配列される方向（y 方向、幅方向）に蒸气流路側に突出した部位で、蒸气流路の幅が最も狭い部位の先端である頂部から、蒸气流路の幅が最も広い部位に向けて延びる面である張出面を具備する。そして張出面は凝縮液流路の方向に延び、壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。具体的には本形態で張出部 6 は、蒸气流路の幅が最も狭い部位の先端が頂部 6 a であり、張出面 6 b が y 方向に延び、蒸气流路の幅が最も広くなる張出面 6 b の端部で壁部 15 b に連結している。

そして張出部の大きさは、例えば図 27 に W_{R12} で表したように張出面 6 b の幅方向大きさである。

40

【0161】

ここで、図 25 と図 26 との対比、及び、図 27 と図 28 との対比からもわかるように、図 28 に W_{R12} で示した領域 R_{12} における蒸气流路 4 の張出部 6 の大きさ（張出量）が、図 27 に W_{R11} で示した領域 R_{11} 、及び領域 R_{13} の張出部 6 の大きさ（張出量）に比べて小さくなるように構成されている。すなわち、蒸气流路 4 が延びる方向に複数の領域に分けたとき、1 の領域における張出部の張出量が、当該 1 の領域に隣り合う両方の領域における張出部の張出量よりも小さくなるように構成されている。

これにより、張出部 6 の張出量が小さい領域（ R_{12} ）では、これに隣り合う張出量が大きい領域（領域 R_{11} 、領域 R_{13} ）よりも張出部 6 の張出量が小さくなることから、作動流体と第二シートとの接触面積や、蒸気と凝縮液との接触面積が小さくなり、作動流

50

体の凝縮及び蒸発が起こり難くなる。そのため、例えば領域 R_{11} を熱源が配置される蒸発部（受熱部）とした場合に、領域 R_{11} に隣接する領域 R_{12} に蒸気が凝縮して流路を塞ぐことが防止され、熱源から離隔した領域 R_{13} まで蒸気を移動させることができる。また、例えば領域 R_{11} を蒸発部（受熱部、熱源が配置される部位）としたときに、作動流体が領域 R_{12} にて蒸発してしまい、蒸発部である領域 R_{11} で凝縮液が不足することを防止できる。

以上によって、作動流体の円滑な還流が可能なり、熱輸送能力を高めることができる。

【0162】

本形態では、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における張出部 6 の張出量を同じとしたが、これに限られることはなく、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} における張出部 6 の張出量が異なっ

10

【0163】

ここで、領域 R_{11} 、領域 R_{12} 、領域 R_{13} の大きさや割合は特に限定されることはなく適宜設定することができるが、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方を蒸発部（受熱部、冷却対象である熱源が配置される部位）とし、領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方を冷却部として、その間の領域 R_{12} を輸送部と考え、各領域をこれに適する大きさにすることが好ましい。

従って、蒸発部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の一方）は冷却する対象である熱源以上の大きさとし、冷却部とされた領域（領域 R_{11} 及び領域 R_{13} の他方）も蒸

20

【0164】

また、本形態では 1 つの領域内では張出部の張出量は一定である例を示したが、これに限られることはなく、張出部の張出量が一定でなく変化する形態であってもよい。この場合には、1 つの蒸気流路の全長を 3 つの領域に分けて考え、領域ごとに張出量の平均値を算出し、中央の領域の張出量の平均値が、両端の領域の張出量の平均値よりも小さくなるように構成すればよい。ここで 3 つの領域に分けて考える際には 3 等分を考えてもよい。

【0165】

本形態では 3 つの領域に分けて考える例を示した。これは上記したように両端に配置される領域のいずれか一方を蒸発部（受熱部）、他方を冷却部とする場合が想定できる。これに対して、図 23、図 24 に示して説明したように、5 つの領域に分けて考えることもできる。これによれば領域 $R_{11}' \sim$ 領域 R_{15}' に分け、中央の領域 R_{13}' 、及び両端の領域 R_{11}' 、領域 R_{15}' に具備される張出量の平均値が、領域 R_{11}' と領域 R_{13}' との間である領域 R_{12}' 、領域 R_{13}' と領域 R_{15}' との間である領域 R_{14}' に具備される張出量の平均値よりも大きくなるように構成される。ここで 5 つの領域に分けて考える際には 5 等分を考えることができる。

30

この場合は、中央の領域 R_{13}' を蒸発部（受熱部）として冷却対象となる熱源が配置され、両端の領域 R_{11}' 及び領域 R_{15}' を冷却部とすることが想定される。

【0166】

すなわち、ペーパーチャンバー 1 では、張出量が蒸気流路が延びる方向において異なっ

40

【0167】

また、本形態では、凝縮液流路 3 において説明した領域 R_1 の長さを蒸気流路 4 で説明した領域 R_{11} の長さと同じとし、同様に領域 R_2 の長さを領域 R_{12} の長さと同じとし、領域 R_3 の長さを領域 R_{13} の長さと同じとした。これによれば、上記した連通開口部 15c に関する領域による違いによる効果と、張出部 6 の張出量に関する領域による違いによる効果とを併せて相乗的に発揮することができ、より高い効果を得ることができる。

ただし、これに限定されることはなく、領域 R_1 と領域 R_{11} 、領域 R_2 と領域 R_{12} 、及び領域 R_3 と領域 R_{13} を関連付けることなく個別に設定してもよい。

50

また、上記した連通開口部 15c に関する領域による構造の違いと、張出部 6 の張出量に関する領域による構造の違いについては、何れか一方のみの構造の違いを適用したものであっても独立して効果を奏することもできるので、ペーパーチャンバーはいずれか一方の構造のみを具備するものであってもよい。

すなわち、例えば連通開口部 15c のピッチが全ての領域で同じでありつつ、張出量については領域により上記したように異なる形態のペーパーチャンバーであってもよく、又は、連通開口部 15c のピッチが上記のように領域により異なりつつ、張出量については全ての領域で同じとなるような形態のペーパーチャンバーであってもよい。以下の他の形態についても同様である。

【0168】

10

蒸気流路 4 の幅は、蒸気流路溝 16、蒸気流路溝 26 に基づいたものとなるが、最も広い部分で W_6 (図 4 参照) で説明した範囲と同様に考えることができる。

また、蒸気流路 4 の高さは蒸気流路溝 16 と蒸気流路溝 26 の合計に基づいたものとなり、 D_3 (図 5 参照) と D_5 (図 19、図 20 参照) とを合計した範囲と同様に考えることができる。

【0169】

また、張出部 6 の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} の大きさは、 $30\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることができる。また、隣り合う領域間の張出量の差 ($W_{R11} - W_{R12}$) は $20\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下の範囲とすることができる。

【0170】

20

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することができる。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、蒸気流路 4 の横断面において、最も広い部分の幅を高さで除した値で表される比が 2.0 以上とすることができる、4.0 以上でもよい。

【0171】

本形態で蒸気流路 4 の断面形状は楕円形を基準に張出部による段差が形成された形状であるが、これに限らず正方形、長方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形となる形状及びこれらを組み合わせた形状を基準とするものであってもよい。

30

【0172】

図 31 からわかるように、第一シート 10 の蒸気流路連通溝 17 の開口と第二シート 20 の蒸気流路連通溝 27 の開口とが向かい合うように重なり流路を形成し、これにより蒸気流路 4 が連通する流路となる。この流路により全ての蒸気流路が連通する。

【0173】

一方、注入部 12、注入部 22 についても図 1 に表れているように、その内面 10a、内面 20a 同士が向かい合うように重なり、第二シート 20 の注入溝 22a の底部とは反対側の開口が第一シート 10 の注入部 12 の内面 10a より塞がれ、外部と本体 11、本体 21 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。

40

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。

【0174】

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。

【0175】

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 10 及び第二シート 20 の外周形状を有する金属シートに対して、液流路溝

50

14a、液流路溝15a、蒸気流路溝16、蒸気流路溝26、及び蒸気流路連通溝17、蒸気流路連通溝27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10及び第二シート20の内面10a、内面20aを向かい合わせるように重ね、位置決め手段としての穴13a、穴23a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。

そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シート10と第二シート20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。

10

【0176】

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12、注入部22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保持される。

【0177】

図39、図40には変形例にかかるペーパーチャンバーの切断面の一部を示した。図39は図27の相当する図、図40は図28に相当する図である。

図39、図40に示したペーパーチャンバーでは張出部7が第一シート10の内側液流路部15により形成されている。この張出部7も蒸気流路4との境界面に形成された部位であり、蒸気流路4側に突出する部位を構成する。具体的には本形態で張出部7は、蒸気流路の幅が最も狭い部位の先端が頂部7aであり、張出面7bがy方向に延びる。この形態では張出面7bに壁部15bを含んでいる。

20

この張出部7でも上記したペーパーチャンバー1と同様に作用させることができる。

【0178】

次にペーパーチャンバー1の作用について説明する。図41には電子機器の一形態である携帯型端末40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40の筐体41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40は、各種電子部品を内包する筐体41及び筐体41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42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30が筐体41内に配置されている。

30

【0179】

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30に取り付けられる。電子部品30はペーパーチャンバー1の外表面10b又は外表面20b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。外表面10b、外表面20bのうちどの位置に電子部品30が取り付けられるかは特に限定されることなく、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。

40

【0180】

図42乃至図45には、電子部品30とペーパーチャンバー1との位置関係の具体例を示した。本形態ではいずれも、図1に点線で示したように、冷却すべき熱源である電子部品30を第一シート10の外表面10bのうち、本体11のy方向中央に配置している。これによりy方向一方と他方とで対称形とすることができ、製造及び作動流体の還流の観点から利点がある。

また、電子部品30は死角となって見えない位置なので点線で表している。

【0181】

図42、図43の例は、領域を3つ(R_1 乃至 R_3 、 R_{11} 乃至 R_{13})としたときに、その一方の端部の領域 R_1 、領域 R_{11} となる位置に電子部品30を配置した例である

50

。図 4 2 は第一シート 1 0 との関係、図 4 3 は第二シート 2 0 との関係をそれぞれ表している。

この場合、電子部品 3 0 は平面視でその全てが領域 R_1 、領域 R_{11} の内側に重なるように大きさ及び配置がなされるようにすることができ、図 4 2 に R_a で示した、電子部品 3 0 の中心位置から領域 R_1 と領域 R_2 との境界までの距離が電子部品 3 0 の x 方向長さよりも大きくしてもよい。これにより領域 R_1 、領域 R_{11} を蒸発部として効率よく利用することができる。

そして領域 R_3 、及び領域 R_{13} の x 方向長さは、領域 R_1 及び領域 R_{11} の x 方向長さと同じであることが好ましい。これによりペーパーチャンバー 1 の中心に対して内側の構造が x 方向の一方と他方とで対称形となるため、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との接合時や電子部品への搭載時の圧力バランスが良好となる。また、領域 R_1 乃至領域 R_3 及び領域 R_{11} 乃至領域 R_{13} の x 方向長さを全て同じとしてもよい。

【0182】

図 4 4、図 4 5 の例は、領域を 5 つ (R_1' 乃至 R_5' 、 R_{11}' 乃至 R_{15}') としたときに、その中央の領域 R_3' 、領域 R_{13}' となる位置に電子部品 3 0 を配置した例である。図 4 4 は第一シート 1 0 との関係、図 4 5 は第二シート 2 0 との関係をそれぞれ表している。

この場合、電子部品 3 0 は平面視で、その全てが領域 R_3' 、領域 R_{13}' の内側に重なるように大きさ及び配置がなされるようにすることができ、領域 R_3' 、領域 R_{13}' の x 方向大きさが電子部品 3 0 の x 方向大きさの 2 倍以上としてもよい。これにより熱源である電子部品 3 0 の近くで作動流体の蒸発を促進しつつ、隣接する領域 R_2' 領域 R_{12}' 、領域 R_4' 、領域 R_{14}' にて蒸発及び凝縮が起こり難くなる。

また、そのときには領域 R_3' 、領域 R_{13}' の x 方向中央位置と電子部品 3 0 の x 方向中央位置とが一致させてもよい。これによりペーパーチャンバー 1 の中心に対して内側の構造が x 方向の一方と他方とで対称形となるため、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との接合時や電子部品への搭載時の圧力バランスが良好となる。そのため、領域 R_2' 、 R_{12}' と領域 R_4' 、 R_{14}' との x 方向大きさは同じとすることができ、領域 R_1' 、 R_{11}' と領域 R_5' 、 R_{15}' との x 方向大きさは同じとすることができる。なお、全ての領域の大きさを同じにしてもよい。

また、ここでは第二シート 2 0 として図 2 3 に示した形態例で説明したが、図 2 4 に示した形態例であっても同様に考えることができる。

【0183】

図 4 6 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。

【0184】

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。

【0185】

気化した作動流体は蒸気となって図 4 6 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。この流れは領域 R_2 、及び / 又は、領域 R_{12} を通過して領域 R_3 及び / 又は領域 R_{13} に達するようにして電子部品 3 0 から離隔する方向に生じるため、蒸気は電子部品 3 0 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 3 0 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 1 0 及び第二シート 2 0 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 1 0 及び第二シート 2 0 はその外面 1 0 b、外面 2 0 b 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。

【0186】

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

10

20

30

40

50

流路４の壁面に付着する。一方で蒸气流路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、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は連通開口部１４ｃ、連通開口部１５ｃを備えているので、凝縮液はこの連通開口部１４ｃ、連通開口部１５ｃを通して複数の凝縮液流路３に分配される。

【０１８７】

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４６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。

【０１８８】

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。

10

また、ペーパーチャンバー１によれば、本例のように領域 R_1 及び／又は領域 R_{11} 、すなわち、連通開口部のピッチが隣接する領域より小さい領域、及び／又は、蒸气流路の張出部の張出量が隣接する領域より大きい領域に熱源を配置して蒸発部とすることで、当該蒸発部から流れ出る蒸気は次に凝縮がし難い領域（領域 R_2 及び／又は領域 R_{12} ）に達するため、凝縮液が蒸气流路を塞いでしまうことが防止されて蒸気を移動させることができる。そして移動した蒸気は熱源から離隔した領域 R_3 及び／又は領域 R_{13} に達し、この領域では連通開口部のピッチが隣接する領域より小さい領域、及び／又は、蒸气流路の張出部の張出量が隣接する領域より大きい領域になっているため、蒸気を凝縮させやすく、凝縮部として高い性能で機能する。これにより作動流体が円滑に還流して高い熱輸送能力を発揮することができる。

20

【０１８９】

ここまでは、第一シート及び第二シートの２つのシートによるペーパーチャンバーについて説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されることではなく、３つ以上のシートによるペーパーチャンバーでも同様に考えることができる。以下にはその１つの形態として、３つのシートからなるペーパーチャンバーを例に説明する。

【０１９０】

図４７には３つのシートからなるペーパーチャンバー１０１の外観斜視図、図４８にはペーパーチャンバー１０１の分解斜視図を表した。

【０１９１】

30

本形態のペーパーチャンバー１０１は、図４７、図４８からわかるように第一シート１１０、第二シート１２０、及び、第三シート１３０を有している。そして、上記と同様にこれらシートが重ねられて接合（拡散接合、ろう付け等）されていることにより、第一シート１１０と第二シート１２０との間に第三シート１３０の形状に基づいた中空部が形成されたペーパーチャンバー用シートとなる。そして、中空部に作動流体が封入されることで密閉空間１０２とされ、ペーパーチャンバー１０１となる。

第一シート１１０、第二シート１２０、及び第三シート１３０を構成する材料は上記した第一シート１１０と同様に考えることができる。

【０１９２】

本形態で第一シート１１０は、その表裏面（厚さ方向の一方と他方の面、内面１１０ａと外面１１０ｂ）が平坦である全体としてシート状の部材である。第一シート１１０は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面１１０ａ、該内面１１０ａとは反対側となる平坦な外面１１０ｂ、及び、内面１１０ａと外面１１０ｂとを渡して厚さを形成する端面１１０ｃを備える。

40

【０１９３】

また、第一シート１１０は本体１１１及び注入部１１２を備えている。

本体１１１は中空部及び密閉空間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 ）にされた長方形である。

ただし、第一シート１１０の本体１１１は本形態のように四角形である他、ペーパーチャンバーとして都度必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形

50

、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えばＬ字型、Ｔ字型、クランク型、Ｕ字型等であってもよい。また、これらの少なくとも２つを組み合わせた形状とすることもできる。

【０１９４】

注入部１１２は形成された中空部に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では平面視長方形である本体１１１の一辺から突出する平面視四角形のシート状である。

【０１９５】

このような第一シート１１０の厚さは特に限定されることはないが、１．０ｍｍ以下であることが好ましく、０．７５ｍｍ以下であってもよく、０．５ｍｍ以下であってもよい。一方、この厚さは０．０２ｍｍ以上であることが好ましく、０．０５ｍｍ以上であってもよく、０．１ｍｍ以上であってもよい。この厚さの範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の１つと、複数の下限の候補値のうちの１つの組み合わせによって定められてもよい。また、この厚さの範囲は、複数の上限の候補値の任意の２つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の２つの組み合わせにより定められてもよい。

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可能である。

【０１９６】

第一シート１１０は、単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド材）が用いられてもよい。

【０１９７】

本形態で第二シート１２０も、その表裏が平坦である全体としてシート状の部材である。第二シート１２０は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面１２０ａ、該内面１２０ａとは反対側となる平坦な外面１２０ｂ、及び、内面１２０ａと外面１２０ｂとを渡して厚さを形成する端面１２０ｃを備える。

また、第二シート１２０も第一シート１１０と同様に本体１２１及び注入部１２２を具備している。

その他、第二シート１２０は第一シート１１０と同様に考えることができる。ただし、第二シート１２０の厚さや材質は第一シート１１０と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

【０１９８】

第二シート１２０も、単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド材）が用いられてもよい。

【０１９９】

本形態で第三シート１３０は、第一シート１１０の内面１１０ａと第二シート１２０の内面１２０ａとの間に挟まれて重ねられるシートであり、作動流体が移動する密閉空間１０２のための構造が具備されている。

図４９、図５０には第三シート１３０を平面視した図（ｚ方向から見た図）を表した。図４９は第一シート１１０に重ねられる面の図、図５０は第二シート１２０に重ねられる面の図である。

また図５１には図４９に $I_{101} - I_{101}$ で示した線に沿った切断面、図５２には図４９に $I_{102} - I_{102}$ で示した線に沿った切断面をそれぞれ示した。

【０２００】

なお、第三シート１３０も単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。複数のシートが積層されてなる場合には、複数のシートを積層してから以下の形態と形成してもよいし、複数のシートを個別に加工してから重ね合わせることで以下の形態を形成してもよい。

【０２０１】

本形態で第三シート１３０は、第一シート１１０の内面１１０ａに重なる第一面１３０ａ、第二シート１２０の内面１２０ａに重なる第二面１３０ｂ、及び、第一面１３０ａと第二面１２０ｂとを渡して厚さを形成する端面１３０ｃを備える。従って図４９には第一

10

20

30

40

50

面 1 3 0 a、図 5 0 には第二面 1 3 0 b がそれぞれ現れている。

【 0 2 0 2 】

また、第三シート 1 3 0 は本体 1 3 1 及び注入部 1 3 2 を備えている。

本体 1 3 1 はペーパーチャンバー用シートにおける中空部及び、ペーパーチャンバー 1 0 1 における密閉空間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）にされた長方形である。

ただし、本体 1 3 1 は本形態のように四角形である他、ペーパーチャンバーとして必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えば L 字型、T 字型、クランク型、U 字型等であってもよい。また、これらの少なくとも 2 つを組み合わせた形状とすることもできる。

10

【 0 2 0 3 】

なお、本形態では、第一シート 1 1 0、第二シート 1 2 0、及び第三シート 1 3 0 の外形の形状は同一である。

【 0 2 0 4 】

注入部 1 3 2 は形成された中空部に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では平面視長方形である本体 1 3 1 の一辺から突出する平面視四角形のシート状である。そして注入部 1 3 2 には第二面 1 3 0 b 側に端面 1 3 0 c から本体 3 2 に通じる溝 1 3 2 a が設けられている。

【 0 2 0 5 】

第三シート 1 3 0 の厚さや材質は第一シート 1 1 0 と同様に考えることができる。ただし、第三シート 1 3 0 の厚さや材質は第一シート 1 1 0 と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

20

【 0 2 0 6 】

本体 1 3 1 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 1 3 1 には、外周接合部 1 3 3、外周液流路部 1 3 4、内側液流路部 1 3 8、蒸気流路溝 1 4 2、及び、蒸気流路連通溝 1 4 4 が具備されている。

【 0 2 0 7 】

本形態のペーパーチャンバー 1 0 1 は、第 1 流路であり作動流体の蒸気を通る蒸気流路 1 0 4、及び、第 2 流路であり作動流体が凝縮して液化した凝縮液が通る凝縮液流路 1 0 3 を備える。そして、第三シート 1 3 0 の蒸気流路溝 1 4 2 が蒸気流路 1 0 4 を形成し、外周液流路部 1 3 4 に具備される液流路溝 1 3 5 及び、内側液流路部 1 3 8 に具備される液流路溝 1 3 9 が凝縮液流路 1 0 3 を形成する。

30

【 0 2 0 8 】

外周接合部 1 3 3 は、本体 1 3 1 の外周に沿って設けられた部位であり、本体 1 3 1 の第一面 1 3 0 a に設けられた外周接合面 1 3 3 a 及び第二面 3 0 b に設けられた外周接合面 1 3 3 b を備えている。外周接合面 1 3 3 a が第一シート 1 1 0 の内面 1 1 0 a の外周部に重なり、外周接合面 1 3 3 b が第二シート 1 2 0 の 1 内面 2 0 a の外周部に重なってそれぞれが接合（拡散接合、ろう付け等）される。これにより、第一シート 1 1 0 と第二シート 1 2 0 との間に第三シート 1 3 0 の形状に基づく中空部が形成されペーパーチャンバー用シートとなる。そして当該中空部に作動流体が封入されることにより密閉空間 1 0 2 が形成されてペーパーチャンバー 1 0 1 となる。

40

【 0 2 0 9 】

図 4 9 乃至図 5 2 に W_{101} で示した外周接合部 1 3 3（外周接合面 1 3 3 a 及び外周接合面 1 3 3 b）の幅（外周接合部 1 3 3 が延びる方向に直交する方向の大きさ）は、上記した第一シート 1 0 の外周接合部 1 3 の幅 W_1 と同様に考えることができる。

【 0 2 1 0 】

外周液流路部 1 3 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第 2 流路である凝縮液流路 1 0 3 の一部を構成する部位である。図 5 3 には図 5 1 のうち矢印 I_{103} で示した部分を拡大して表した。また、図 5 4 には図 5 3 に矢印 I_{104} で示した方向から見た外周液流路部 1 3 4 を平面視した（z 方向から見た）拡大図を表した

50

。すなわち、図54は、第1面130aの方から見た外周液流路部134の一部を表している。

【0211】

ここで、外周液流路部134は、第一面130a側に液流路溝135、壁部135a、連通開口部135bを備えており、その形態は上記した外周液流路部14の液流路溝14a、壁部14b、及び、連通開口部14cの形態と同様に考えることができ、その説明も妥当する。

一方、本形態で外周液流路部134の第二面130b側は平坦面とされている。

【0212】

ここで液流路溝135は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。第一シート110が第三シート130に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路103となる。

【0213】

また本形態では図51に示したように外周液流路部134に張出部137が設けられている。張出部137は蒸气流路溝142との境界面に形成された部位であり、蒸气流路溝142側に突出する部位である。

本形態で張出部137は、第一面130aから厚さ方向(z方向) T_{101} (図53参照)の位置で蒸气流路溝(蒸气流路)の幅方向(y方向)に最も突出した頂部137aを具備し、この頂部137aから凝縮液流路(壁部135a)に向けて延びる、断面視で外周液流路部134側に凹の円弧状の張出面137bが具備されている。そして張出面137bは壁部135aに連結している。ただし張出面は円弧状である必要はなく、断面視で外周液流路部134側に凹の円弧以外の曲線状であってもよい。

張出部のさらなる他の形態例については後で示すが、張出部は、上記したペーパーチャンパー1における張出部6、張出部7と同様に、蒸气流路溝(蒸气流路)側に幅方向に突出した部位で、蒸气流路が最も狭められた先端である頂部から凝縮液流路(壁部)に向けて延びる面を備える張出面を具備し、張出面は壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。

【0214】

このような張出部137によれば、その形状によって張出面137bに凝縮液が集まり易く、張出部137を通じて凝縮液流路3と蒸气流路4との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力を高めることができる。

【0215】

また、張出面137bの表面は特に限定されることはないが、粗面や微小な階段状の面としてもよい。これにより凝縮液の保持力を高めることができる。

張出面の面粗さ(ISO 25178)は、例えば株式会社キーエンス製のレーザー顕微鏡(型番:VK-X250)にて測定できる。そしてこの面粗さの算術平均高さSaは0.005 μ m以上であることが好ましく、0.03 μ m以上であることがより好ましい。また最大高さSzは0.05 μ m以上であることが好ましく、0.3 μ m以上であることがより好ましい。

【0216】

図49乃至図51、図53に W_{102} で示した外周液流路部134の幅(液流路溝135が配列される方向の大きさ)は、上記した第一シート10の外周液流路部14の W_2 と同様に考えることができる。

【0217】

張出部137について、図53に W_{104} で示した張出量(壁部135aの端部から頂部137aのy方向における距離)は、上記したペーパーチャンパー1の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも、y方向において張出部137の張出量 W_{104} を異ならせることができる。また、領域を分け(例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3)、張出部137の張出量 W_{104} を領域毎に異ならせることができる。

【0218】

また、図53に T_{101} で示した壁部135aの頂部から張出部137の頂部137aまでの厚さ方向距離は、外周液流路部134の厚さを T_{102} としたとき、 T_{101} を T_{102} で割った値で0.05以上であることが好ましく、0.15以上であってもよく、0.3以上であってもよい。一方、 T_{101} を T_{102} で割った値は1.0以下であればよく、0.8以下であってもよく、0.6以下でもよい。当該 T_{101} を T_{102} で割った値の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、 T_{101} を T_{102} で割った値の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

10

なお、本形態では当該値が0.5であり頂部137aが外周液流路部134の厚さ方向中央となる位置に配置されている。

【0219】

図47乃至図51に戻って内側液流路部138について説明する。内側液流路部138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第2流路である凝縮液流路3の一部、及び張出部141を具備する部位である。図55には図51のうち矢印 I_{105} で示した部分を拡大して示した。図55にも内側液流路部138の断面形状が表れている。また、図56には図55に矢印 I_{106} で示した方向から見た内側液流路部138を平面視した(z方向から見た)した拡大図を示した。

20

【0220】

これら図からわかるように、内側液流路部138は本体131のうち、外周液流路部134の環状である環の内側に形成された部位である。本形態の内側液流路部138は、本体131の平面視(z方向から見たとき)長方形の長辺に平行な方向(x方向)に延び、複数(本形態では3つ)の内側液流路部138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。

【0221】

ここで、内側液流路部138は、第一面130a側に液流路溝139、壁部139a、連通開口部139bを備えており、その形態は上記した内側液流路部15の液流路溝15a、壁部15b、及び、連通開口部15cの形態と同様に考えることができ、その説明も妥当する。なお、液流路溝139は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。第一シート110が第三シート130に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路103となる。

30

一方、本形態で内側液流路部138の第二面130b側は平坦面とされている。

【0222】

また本形態では内側液流路部138に張出部141が設けられている。張出部141は蒸气流路溝142との境界面に形成された部位であり、蒸气流路溝142側に突出する部位である。

本形態で張出部141は、第一面130aから厚さ方向(z方向) T_{103} の位置で蒸气流路溝(蒸气流路)の幅方向(y方向)に最も突出した頂部141aを具備し、この頂部141aから凝縮液流路(壁部139a)に向けて延びる、断面視で内側液流路部138側に凹の円弧状の張出面141bが具備されている。そして張出面141bは壁部139aに連結している。ただし張出面は円弧状である必要はなく、断面視で内側液流路部138側に凹の円弧以外の曲線状であってもよい。

40

張出部のさらなる他の形態例については後で示すが、張出部は、上記したペーパーチャンパー1における張出部6、張出部7と同様に、蒸气流路溝(蒸气流路)側に幅方向に突出した部位で、蒸气流路が最も狭められた先端である頂部から凝縮液流路(壁部)に向けて面を備える張出面を具備し、張出面は壁部に連結又は壁部を含むように構成されている。

【0223】

このような張出部141によれば、上記のような形状によって張出面141bに凝縮液

50

が集まり易く、張出部 1 4 1 を通じて凝縮液流路 1 0 3 と蒸气流路 1 0 4 との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力を高めることができる。

【 0 2 2 4 】

また、張出面 1 4 1 b の表面は特に限定されることはないが、粗面や微小な階段状の面としてもよい。これにより凝縮液の保持力を高めることができる。

張出面の面粗さ (I S O 2 5 1 7 8) は、例えば株式会社キーエンス製のレーザー顕微鏡 (型番 : V K - X 2 5 0) にて測定できる。そしてこの面粗さの算術平均高さ S_a は $0.005 \mu m$ 以上であることが好ましく、 $0.03 \mu m$ 以上であることがより好ましい。また最大高さ S_z は $0.05 \mu m$ 以上であることが好ましく、 $0.3 \mu m$ 以上であることがより好ましい。

10

【 0 2 2 5 】

図 4 9 乃至図 5 1、及び図 5 5 に W_{105} で示した内側液流路部 1 3 8 の幅 (内側液流路部 1 3 8 と蒸气流路溝 1 4 2 が配列される方向の大きさで、最も大きな値) は、上記した第一シート 1 0 の内側液流路部 1 5 の W_4 と同様に考えることができる。

【 0 2 2 6 】

また、図 5 1 に P_{102} で示した複数の内側液流路部 3 8 のピッチは、上記した第一シート 1 0 の内側液流路部 1 5 の P_2 と同様に考えることができる。

【 0 2 2 7 】

張出部 1 4 1 について、図 5 5 に W_{107} で示した張出量 (壁部 1 3 9 a の端部から頂部 1 4 1 a の y 方向における距離) は、上記したベーパーチャンバー 1 の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも、y 方向において張出部 1 4 1 の張出量 W_{107} を異ならせることができる。また、領域を分け (例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3)、張出部 1 4 1 の張出量 W_{107} を領域毎に異ならせることができる。

20

【 0 2 2 8 】

また、図 5 5 に T_{103} で示した壁部 1 3 9 a の頂部 1 4 1 a から張出部 1 4 1 の頂部 1 4 1 a までの厚さ方向距離は、内側液流路部 1 3 8 の厚さを T_{104} としたとき、 T_{103} を T_{104} で割った値で 0.05 以上であることが好ましく、 0.15 以上であってもよく、 0.3 以上であってもよい。一方、 T_{103} を T_{104} で割った値は 1.0 以下であればよく、 0.8 以下であってもよく、 0.6 以下でもよい。当該 T_{103} を T_{104} で割った値の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、 T_{103} を T_{104} で割った値の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

30

なお、本形態では当該値が 0.5 であり頂部 1 4 1 a が内側液流路部 1 3 8 の厚さ方向中央となる位置に配置されている。

【 0 2 2 9 】

次に蒸气流路溝 1 4 2 について説明する。蒸气流路溝 4 2 は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第 1 流路である蒸气流路 1 0 4 の一部を構成する。図 4 9、図 5 0 には平面視した蒸气流路溝 1 4 2 の形状、図 5 1 には蒸气流路溝 1 4 2 の断面形状がそれぞれ表れている。

40

【 0 2 3 0 】

これら図からもわかるように、本形態で蒸气流路溝 1 4 2 は本体 1 3 1 のうち、外周液流路部 1 3 4 の環状である環の内側に形成された溝 (スリット) により構成されている。詳しくは本形態の蒸气流路溝 1 4 2 は、隣り合う内側液流路部 1 3 8 の間、及び、外周液流路部 1 3 4 と内側液流路部 1 3 8 との間に形成され、本体 1 3 1 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) の蒸气流路溝 1 4 2 が同短辺に平行な方向 (y 方向) に配列されている。本形態の蒸气流路溝 1 4 2 は第三シート 1 3 0 の第一面 1 3 0 a と第二面 1 3 0 b 側とを連通するように構成されており、すなわちスリット状の溝であり、第一面 1 3 0 a 及び第二面 1 3 0 b 側に開口して

50

いる。

従って、図 5 1 からわかるように第三シート 1 3 0 は、y 方向において、外周液流路部 1 3 4 及び内側液流路部 1 3 8 と蒸気流路溝 1 4 2 とが交互に繰り返された形状を備えている。

【 0 2 3 1 】

図 4 9 乃至図 5 1 に W_{108} で示した蒸気流路溝 1 4 2 の幅（内側液流路部 1 3 8 と蒸気流路溝 1 4 2 が配列される方向の大きさで、蒸気流路溝のうち最も狭い部分における幅）は、上記第一シート 1 0 の蒸気流路溝 1 6 の W_6 と同様に考えることができる。

【 0 2 3 2 】

蒸気流路連通溝 1 4 4 は、複数の蒸気流路溝 1 4 2 を連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路溝 1 4 2 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。

【 0 2 3 3 】

本形態の蒸気流路連通溝 1 4 4 は、図 4 9、図 5 0、及び、図 5 2 からわかるように、内側液流路部 1 3 8、蒸気流路溝 1 4 2 が延びる方向の両端部と、外周液流路部 1 3 4 との間に形成されている。

【 0 2 3 4 】

蒸気流路連通溝 1 4 4 は、隣り合う蒸気流路溝 1 4 2 を連通させるように形成されている。本形態で蒸気流路連通溝 1 4 4 は図 5 2 からわかるように、第一面 1 3 0 a 側の溝 1 4 4 a、第二面 1 3 0 b 側の溝 1 4 4 b を有しており、溝 1 4 4 a と溝 1 4 4 b との間に連結部 1 4 4 c を具備している。この連結部 1 4 4 c は内側液流路部 1 3 8 と外周液流路部 1 3 4 とを連結し内側液流路部 3 8 を保持している。

また、図 4 9、図 5 0 に表れているように、本形態では蒸気流路連通溝 1 4 4 のうち、第三シート 1 3 0 の注入部 1 3 2 に設けられた溝 1 3 2 a の端部が配置される部位では、連結部 1 4 4 c に穴 1 4 4 d が設けられ、溝 1 4 4 a と溝 1 4 4 b とが連通している。これにより溝 1 3 2 a からの作動液注入を阻害することなく、より円滑な作動液注入ができるようにしている。

【 0 2 3 5 】

図 4 9、図 5 0、図 5 2 に W_{109} で示した蒸気流路連通溝 1 4 4 の幅（連通方向に直交する方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、上記した第一シート 1 0 の蒸気流路連通溝 1 7 の幅 W_7 と同様に考えることができる。

【 0 2 3 6 】

本形態で蒸気流路連通溝 1 4 4 の溝 1 4 4 a、溝 1 4 4 b の断面形状は半楕円形であるが、これに限らず、長方形、正方形、台形等の四角形、三角形、半円形、底部が半円形、底部が半楕円形又は、これらのいずれか複数の組み合わせであってもよい。

蒸気流路連通溝は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより作動流体の円滑な還流をさせることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

【 0 2 3 7 】

次に、第一シート 1 1 0、第二シート 1 2 0、及び第三シート 1 3 0 が組み合わされてペーパーチャンバ 1 0 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、ペーパーチャンバ 1 0 1 が具備する形状、並びに、第一シート 1 1 0、第二シート 1 2 0、及び第三シート 1 3 0 が有するべき各構成の配置、大きさ、形状等がさらに理解される。

【 0 2 3 8 】

図 5 7 には、図 4 7 に $I_{107} - I_{107}$ で示した y 方向に沿ってペーパーチャンバ 1 0 1 を厚さ方向に切断した切断面を表した。図 5 8 には図 4 7 に $I_{108} - I_{108}$ で示した x 方向に沿ってペーパーチャンバ 1 0 1 を厚さ方向に切断した切断面を示した。

図 5 9 には図 5 7 に I_{109} で示した部分、図 6 0 には図 5 7 に I_{110} で示した部分をそれぞれ拡大して表した。

なお、図 5 7 乃至図 6 0 に表れる断面では蒸気流路 1 0 4 と蒸気流路 1 0 3 とは壁部 1

10

20

30

40

50

35a及び壁部139aにより隔てられているが、壁部135a及び壁部139aはそれぞれ連通開口部135b及び連通開口部139bを備えている。従って、蒸気流路104と蒸気流路103とは連通開口部135b及び連通開口部139bにより連通している。

【0239】

図47、図48、及び図57乃至図60よりわかるように、第三シート30の第一面130a側に第一シート110の内面110aが重ねられ、第三シート130の第二面130b側に第二シート120の内面120a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101とされている。このとき、第三シート130の本体131と第一シート110の本体111、第三シート130の本体131と第二シート120の本体121とが重なり、第三シート130の注入部132の第一シート110の注入部112、第三シート130の注入部132と第二シート120の注入部122とが重なっている。

10

【0240】

このような第一シート110、第二シート120及び第三シート130の積層体により、本体111、本体121及び本体131に具備される各構成が図57乃至図60に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

【0241】

第三シート130の第一面130a側に設けられた外周接合面133aと第一シート110の内面110aの外周部の面とが重なるように配置されているとともに、第三シート130の第二面130b側に設けられた外周接合面133bと第二シート120の内面120aの外周部の面とが重なるように配置されており接合されている。これにより、第一シート110と第二シート120との間に、第三シート130の形状に基づく中空部が形成されてペーパーチャンバー用シートとされ、この中空部に作動流体が封入されることで密閉空間102を具備するペーパーチャンバーとなる。

20

【0242】

第三シート130の外周液流路部134の第一面130a側に第一シート110の内面110aが重なるように配置されている。これにより液流路溝135の開口が第一シート110により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された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第二流路である凝縮液流路103となる。

【0243】

同様に、第三シート130の内側液流路部138の第一面130a側に第一シート110の内面110aが重なるように配置されている。これにより液流路溝139の開口が第一シート110により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された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第二流路である凝縮液流路103となる。

30

【0244】

このように、断面においてその四方を壁で囲まれた細い流路を形成することにより強い毛細管力で凝縮液を移動させ、円滑な循環が可能となる。すなわち、凝縮液が流れることを想定した流路を考えたとき、該流路の1つの面が連続的に開放されているようないわゆる溝による流路に比べて、上記凝縮液流路3によれば高い毛細管力を得ることができる。

40

また、凝縮液流路3は第1流路である蒸気流路4とは分離されて形成されているため、作動流体の循環を円滑にさせることができる。

【0245】

また、複数の凝縮液流路103を設けることにより、1つの凝縮液流路103の流路断面積を小さく(細く)しつつも、凝縮液流路103の合計の流路断面積を大きく取ることができるので毛細管力を高く維持しつつ凝縮液の流れを円滑にすることができる。

【0246】

凝縮液流路3が具備する形状は、上記した第三シート30で説明した形状及び寸法と同様に考えることができる。

また、ペーパーチャンバー1で説明した、隣り合う凝縮液流路間の壁部の幅(S_A)や

50

、凝縮液流路 3 の横断面の断面積 S_B との関係 (S_A / S_B) についても、本形態で同様に考えることができる。すなわち、図 6 1 に、図 6 0 のうち、2 つの凝縮液流路 1 0 3 に注目して拡大図で表したように、壁部 1 3 9 a (壁部 1 3 5 a も同様に考えることができる。) の幅 S_A は $20 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $30 \mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $50 \mu\text{m}$ 以上であってもよい。また、壁部の幅 S_A (μm) は $300 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $200 \mu\text{m}$ 以下とすることができ、 $100 \mu\text{m}$ 以下でもよい。これにより、限られた内部空間を有効活用でき、蒸气流路及び凝縮液流路の本数を増やすことができる。これら幅 S_A の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 S_A の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

10

また、壁部 1 3 5 a、1 3 9 a の幅 S_A (μm) と、これに隣り合う凝縮液流路 1 0 3 の横断面 (流れ方向 (流路長手方向) に直交する方向の断面) の断面積 S_B (μm^2) との関係で、 S_A を S_B で除した値 (S_A / S_B) が 0.005 (μm^{-1}) 以上 0.04 (μm^{-1}) 以下の範囲としてもよい。

【0247】

他の部位について説明する。図 5 7 からわかるように、蒸气流路溝 1 4 2 の開口が第一シート 1 1 0 及び第二シート 1 2 0 により塞がれることで中空部の一部を形成し、ここが作動流体の流路を形成し、蒸気が流れる第 1 流路である蒸气流路 1 0 4 となる。

【0248】

20

蒸气流路 1 0 4 が具備する形状は、上記した第三シート 1 3 0 で説明した形状寸法、及び、ペーパーチャンバー 1 の蒸气流路 4 と同様に考えることができる。

【0249】

また、外周液流路部 1 3 4 及び内側液流路部 1 3 8 には、張出部 1 3 7 及び張出部 1 4 1 が設けられている。これにより、凝縮液流路 1 0 3 と蒸气流路 1 0 4 との間に配置され、蒸气流路 1 0 4 側に突出した張出部 1 3 7、張出部 1 4 1 が具備されている。

本形態で張出部 1 3 7 及び張出部 1 4 1 は、蒸气流路 1 0 4 の幅方向 (蒸气流路 4、凝縮液流路 3 が配列される方向、y 方向) に最も突出した頂部 1 3 7 a、頂部 1 4 1 a を具備し、頂部 1 3 7 a、頂部 1 4 1 a から凝縮液流路 3 (壁部) が具備された側に向けて延び、壁部に連結し、断面で円弧状の張出面 1 3 7 b、張出面 1 4 1 b が具備されている。

30

すなわち張出部は、凝縮液流路 1 0 3 と蒸气流路 1 0 4 との間に配置され、蒸气流路 1 0 4 を幅方向に狭めるように突出しており、その最も突出した部位 (頂部) から凝縮液流路 1 0 3 (壁部) に向けて近づく面を含む張出面を具備する。

【0250】

そしてその張出量 (W_{104} 、 W_{107}) は、上記したペーパーチャンバー 1 の張出量 W_{R11} 、張出量 W_{R12} と同様に考えることができる。すなわち、本形態でも領域を分け (例えば領域 R_1 、領域 R_2 、及び領域 R_3)、領域間で張出量を上記の関係を有するように構成することができる。

【0251】

図 5 8 からわかるように、第三シート 1 3 0 の蒸气流路連通溝 1 4 4 の溝 1 4 4 a の開口が第一シート 1 1 0 で、溝 1 4 4 b の開口が第二シート 1 2 0 でそれぞれ塞がれることにより複数の蒸气流路 1 0 4 が連通する中空部が形成され、密閉空間の一部となって作動流体が流れる流路となる。

40

【0252】

注入部 1 1 2、注入部 1 2 2、及び注入部 1 3 2 についても図 4 7、図 4 8 に表れているように、注入部 1 3 2 の第一面 1 3 0 a 側に注入部 1 1 2、注入部 1 3 2 の第二面 1 3 0 側に注入部 1 2 2 が重なり、第三シート 1 3 0 の第二面 1 3 0 b 側の注入溝 1 3 2 a の開口が第二シート 1 2 0 の注入部 1 2 2 に塞がれ、外部と中空部 (凝縮液流路 1 0 3 及び蒸气流路 1 0 4) とを連通する注入流路 1 0 5 が形成されている。

ただし、注入流路 1 0 5 から中空部に対して作動流体を注入した後は、注入流路 5 は閉

50

鎖されて密閉空間 1 0 2 となるので、最終的な形態のペーパーチャンバー 1 0 1 では外部と中空部とは連通していない。

本形態で注入部 1 1 2、注入部 1 2 2、及び注入部 1 3 2 は、ペーパーチャンバー 1 0 1 の長手方向における一对の端部のうちの一方の端部に設けられている例が示されているが、これに限られることはなく、他のいずれかの端部に配置されていてもよく、複数配置されてもよい。複数配置される場合には例えばペーパーチャンバー 1 0 1 の長手方向における一对の端部のそれぞれに配置されてもよいし、他の一对の端部のうちの一方の端部に配置されてもよい。

【 0 2 5 3 】

ペーパーチャンバー 1 0 1 の密閉空間 1 0 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、及びそれらの混合物等、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。

【 0 2 5 4 】

以上のようなペーパーチャンバー 1 0 1 によっても、ペーパーチャンバー 1 と同様に作用し、その効果を得ることができる。

【 0 2 5 5 】

図 6 2 乃至図 6 7 には、張出部の形状に注目して他の形態例を説明する図を表した。いずれも図 6 0 に相当する図である。なお、これら張出部の形態を外周液流路部に適用することもできる。また、張出部の張出量もペーパーチャンバー 1 の張出部 6 と同様に考えることもできる。

【 0 2 5 6 】

図 6 2 の形態例では、張出部 2 4 1 の頂部 2 4 1 a が、図 6 0 の頂部 1 4 1 a に比べて厚さ方向で凝縮液流路 1 0 3 に近い位置に配置されている。具体的には図 6 2 に示した T_{203} を T_{204} で割った値が 0.2 以上 0.4 以下の範囲とされている。

この形態によれば、張出面 2 4 1 b と第一シート 1 1 0 とに挟まれる空間が小さいため、毛細管力が強く働きやすく、上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 5 7 】

図 6 3 の形態例では、張出部 3 4 1 の頂部 3 4 1 a から延びる張出面 3 4 1 b が断面視で直線状である。上記した張出面 1 4 1 b、張出面 2 4 1 b はいずれも内側液流路部 1 3 8 側に凹の円弧状であったが、本形態では張出面 3 4 1 b が断面で直線状である。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 5 8 】

図 6 4 の形態例では、張出部 4 4 1 の頂部 4 4 1 a が面状であるとともに、張出面 4 4 1 b は、複数の凝縮液流路 1 0 3 及び蒸气流路 1 0 4 が配列される方向に平行 (y 方向) に延びる面を備えている。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 5 9 】

図 6 5 の形態例では、張出部 5 4 1 の頂部 5 4 1 a から延びる張出面 5 4 1 b が断面視で蒸气流路 1 0 4 側に凸の円弧状である。ただし円弧状である必要はなく、断面視で蒸气流路 1 0 4 側に凸の円弧以外の曲線状であってもよい。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。この形態では、張出面 5 4 1 b が凝縮液流路 1 0 3 に近づくにつれて第一シート 1 1 0 との間隔が狭い部位を比較的多く形成することができ、毛細管力の効率よい利用が期待できる。

【 0 2 6 0 】

図 6 6 の形態例では、張出部 6 4 1 の頂部 6 4 1 a が、蒸气流路 1 0 4 のうち凝縮液流路 1 0 3 側とは反対側となる面にまで離隔して設けられている例である。このような形態でも張出面 6 4 1 b を形成することができ上記効果を奏するものとなる。

ただし、張出面と第一面 1 1 0 a との間を狭くすることによって、より強い毛細管力を利用する観点からは、上記した各形態例のように、頂部は厚さ方向において、蒸气流路の

10

20

30

40

50

うち厚さ方向に対向する内面に一致しない側面のいずれかに配置されることが好ましい。

【0261】

図67の形態例では、凝縮液流路103が、内側液流路部138の厚さ方向の両方に形成されている。この例では張出部741は、その頂部741aから、当該両方の凝縮液流路103に向けてそれぞれ張出面741bを形成することができ、厚さ方向両方に存在する凝縮液流路3のそれぞれに対して上記の効果を奏するものとなる。

【0262】

本開示の上記各形態はそのままに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の形態とすることができる。一方、各形態に示される全構成要素から、得られる効果に応じて1つ又は複数の構成要素のみを抽出して適用したり、各形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除したりしてもよい。

【符号の説明】

【0263】

1、101 ベーパーチャンバー

2、102 密閉空間

3、103 凝縮液流路

3a 内面溝

4、104 蒸気流路

6、7 張出部

10、110 第一シート

10a、110a 内面

10b、110b 外面

10c、110c 側面

11、111 本体

12、112 注入部

13 外周接合部

14 外周液流路部

14 液流路溝

14c 連通開口部

15 内側液流路部

15a 液流路溝

15c 連通開口部

16 蒸気流路溝

17 蒸気流路連通溝

20、120 第二シート

20a、120a 内面

20b、120b 外面

20c、120c 側面

21、121 本体

22、122 注入部

23 外周接合部

24 外周液流路部

25 内側液流路部

26 蒸気流路溝

27 蒸気流路連通溝

130 第三シート

131 本体

132 注入部

133 外周接合部

10

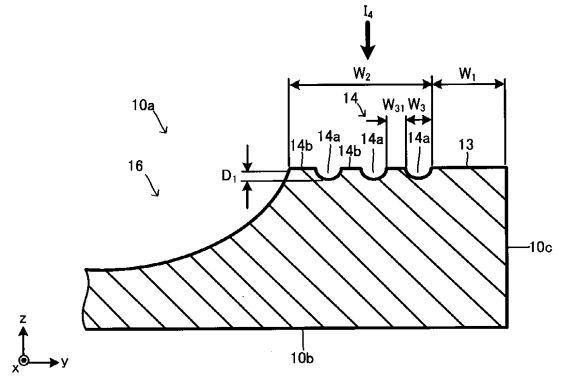
20

30

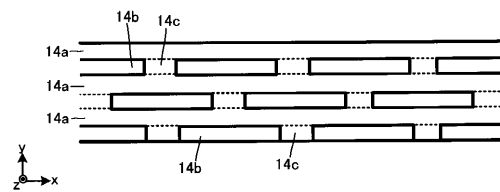
40

50

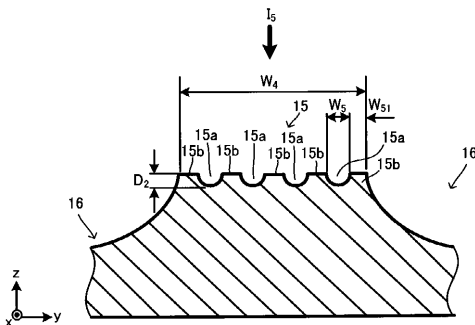
【 図 6 】



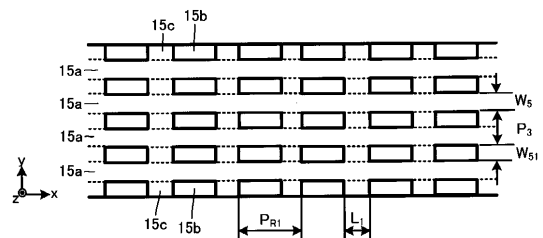
【圖 12】



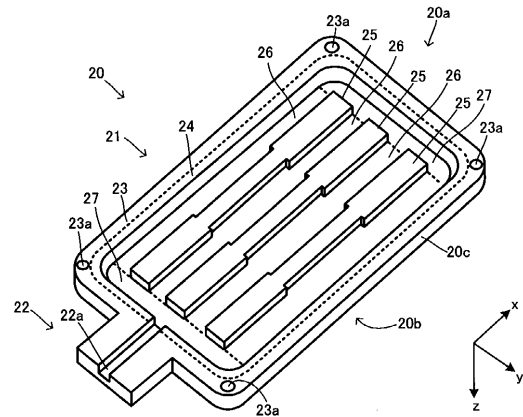
【 図 1 3 】



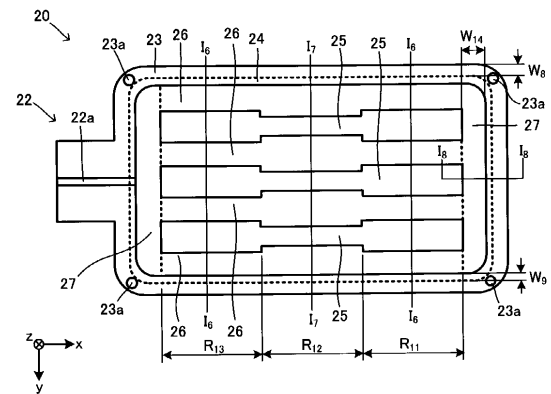
【 図 1 4 】



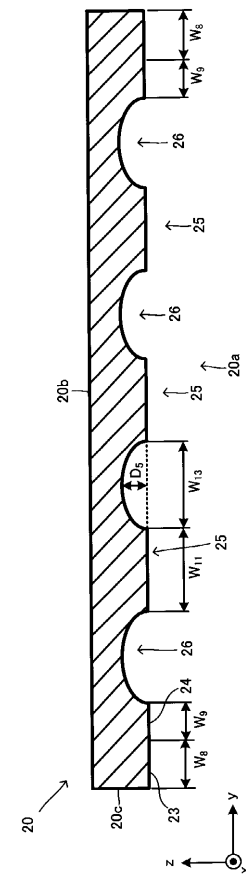
【圖 17】



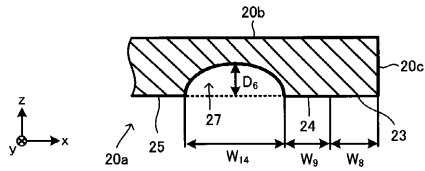
【圖 18】



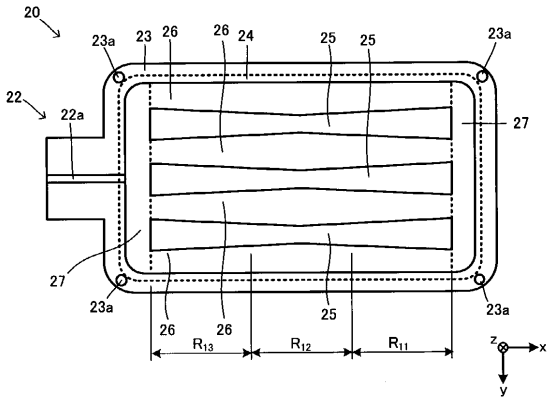
【 図 2 0 】



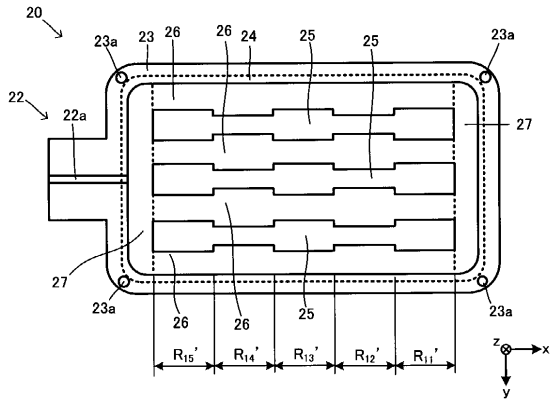
【図 2 1】



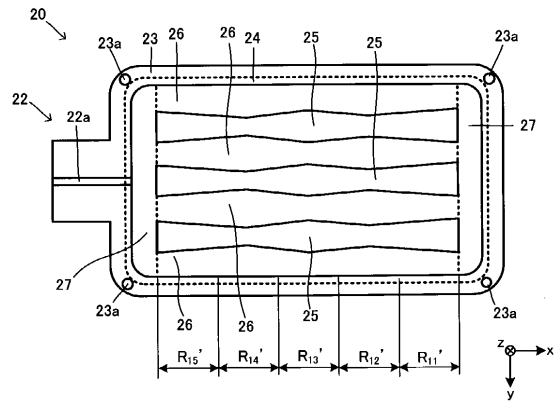
【図 2 2】



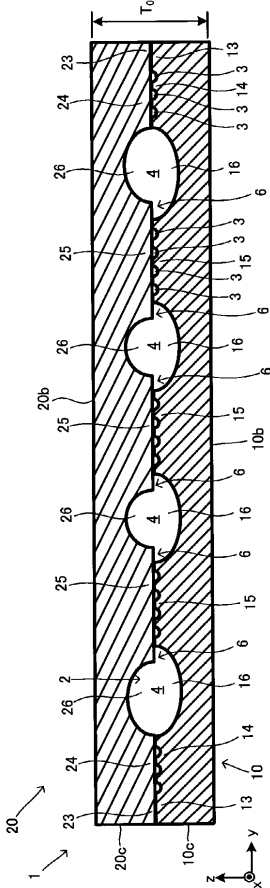
【図 2 3】



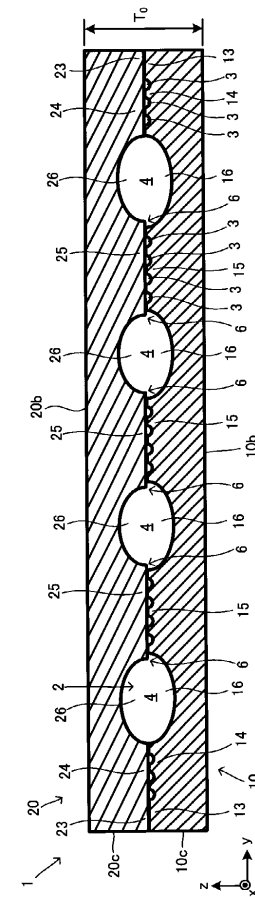
【図 2 4】



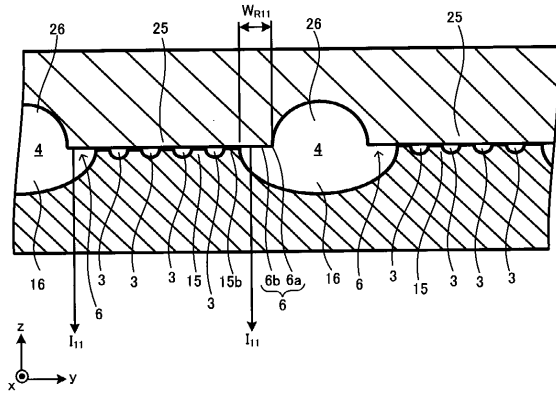
【図 2 5】



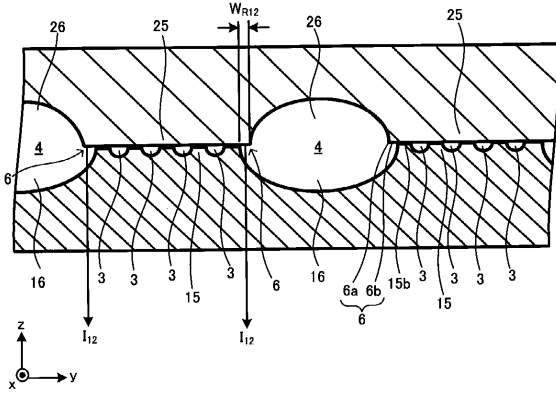
【図 2 6】



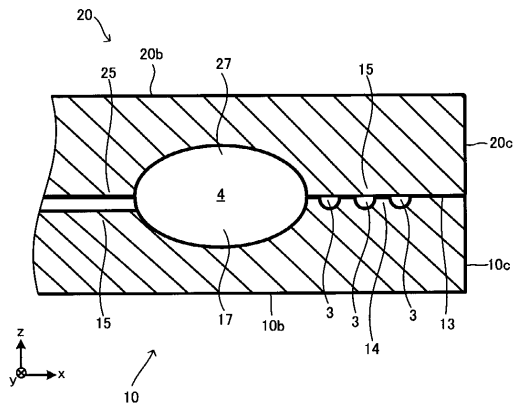
【図 27】



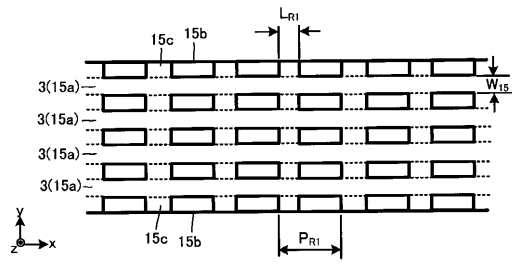
【図 28】



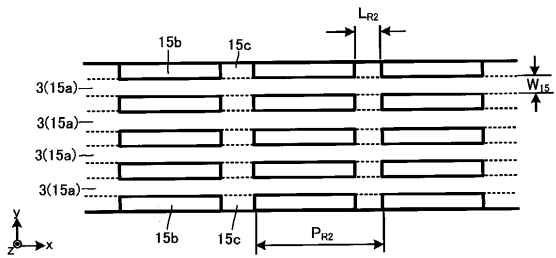
【図 31】



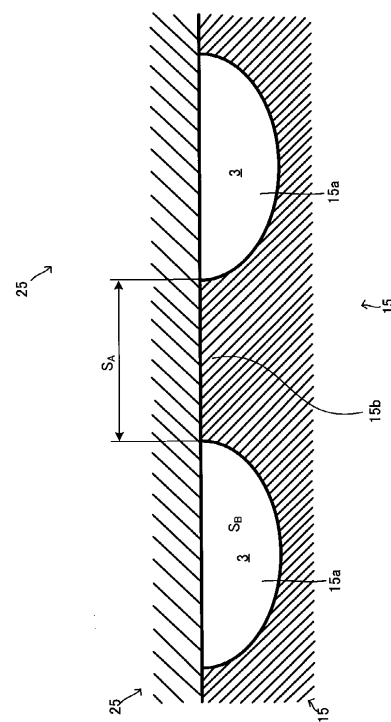
【図 29】



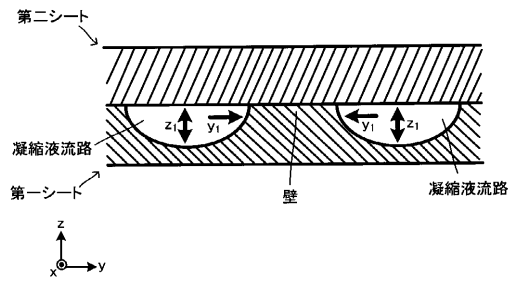
【図 30】



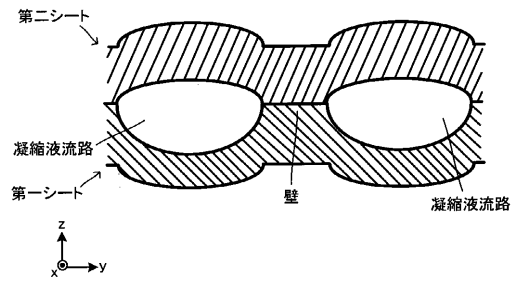
【図 32】



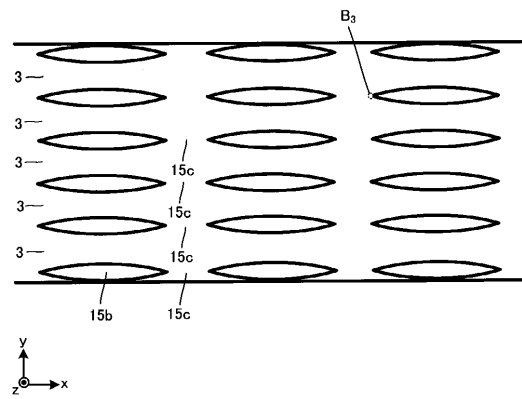
【図 3 3】



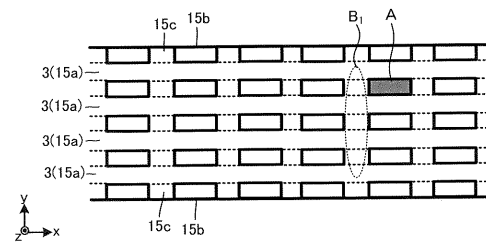
【図 3 4】



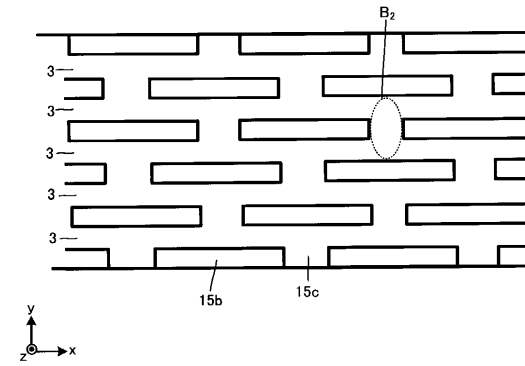
【図 3 7】



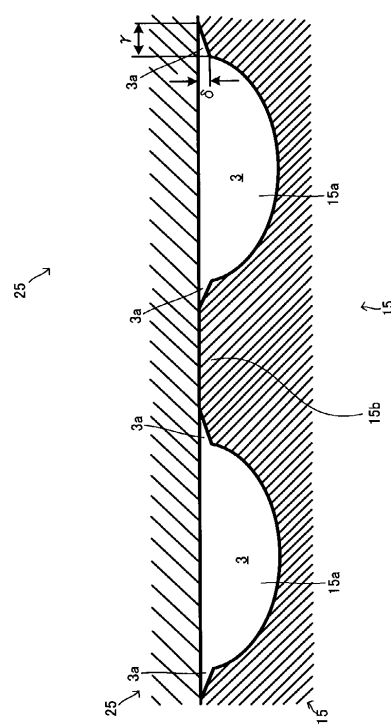
【図 3 5】



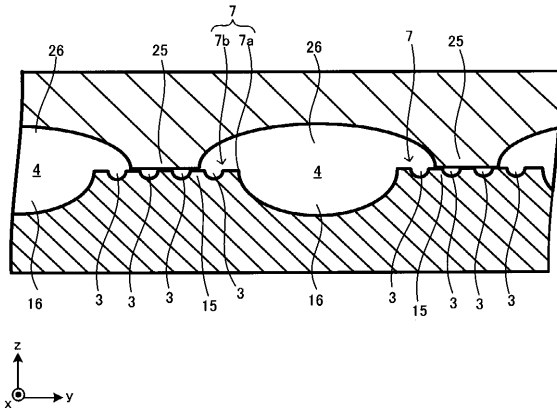
【図 3 6】



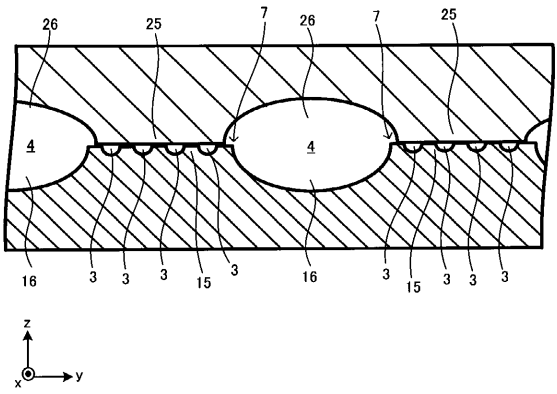
【図 3 8】



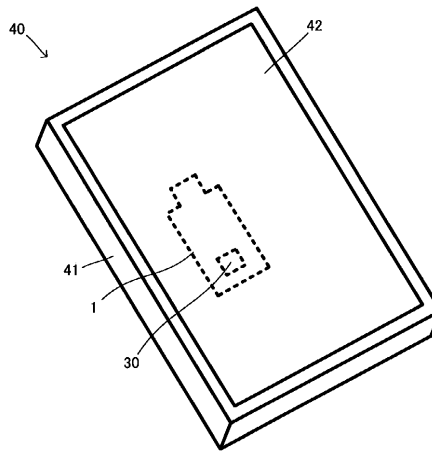
【図 39】



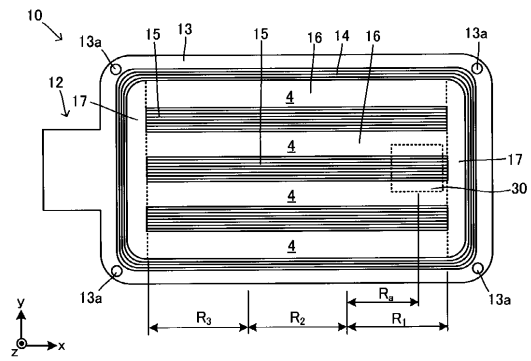
【図 40】



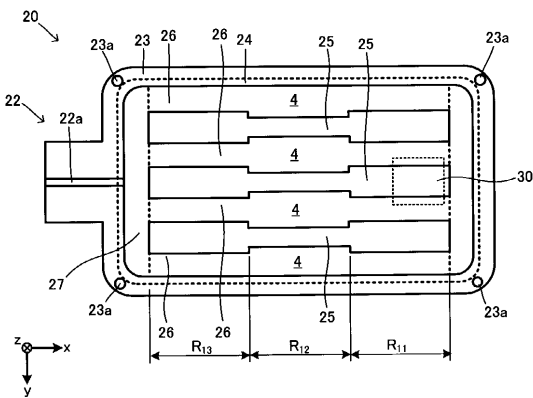
【図 41】



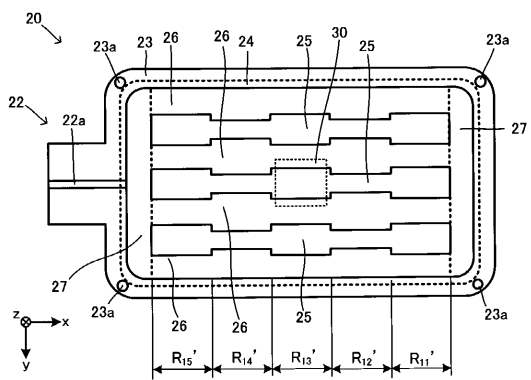
【図 42】



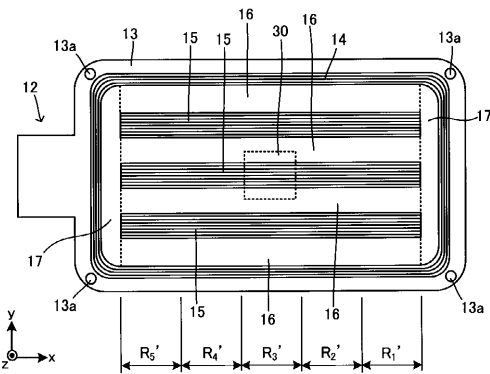
【図 43】



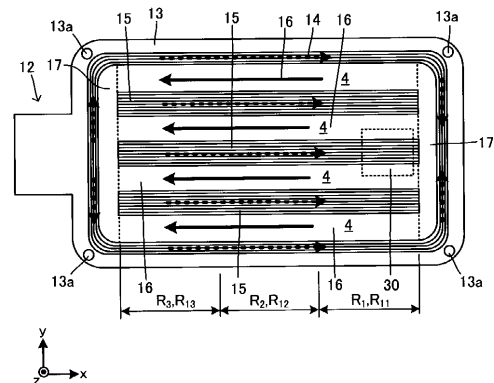
【図 45】



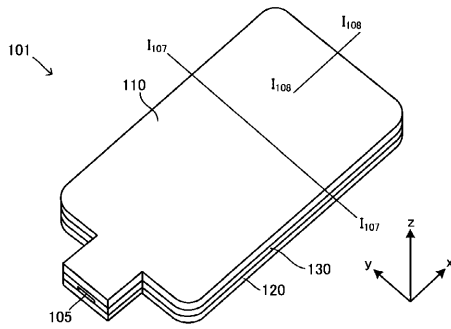
【図 44】



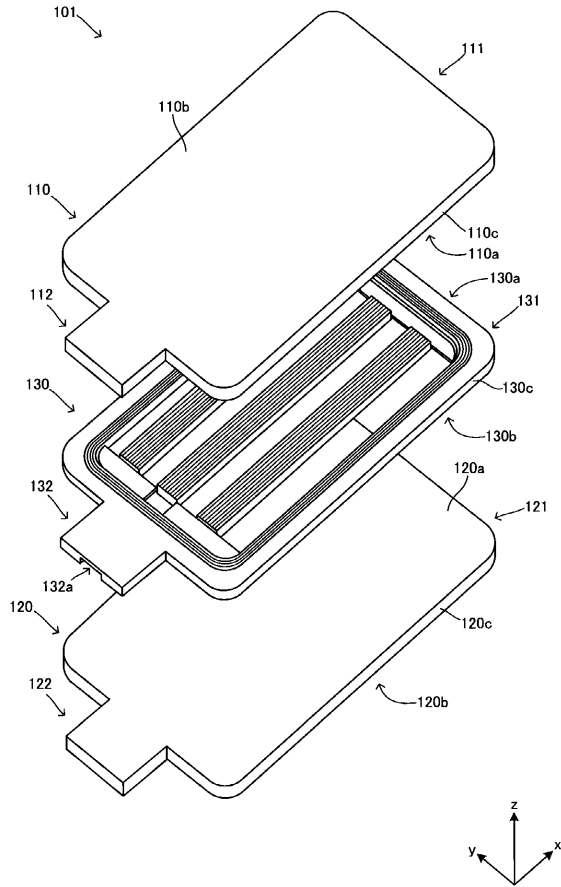
【図 46】



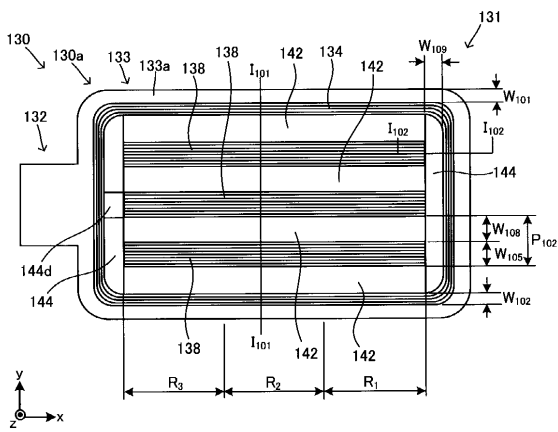
【図 47】



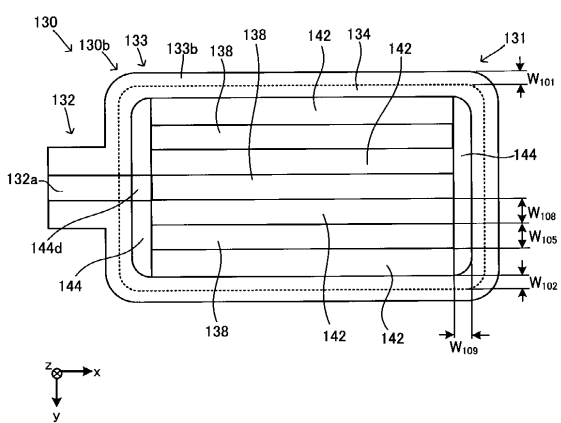
【図 48】



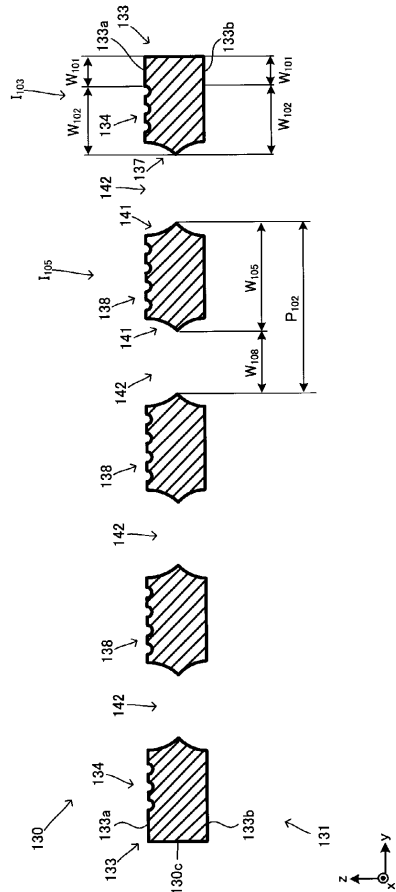
【図 49】



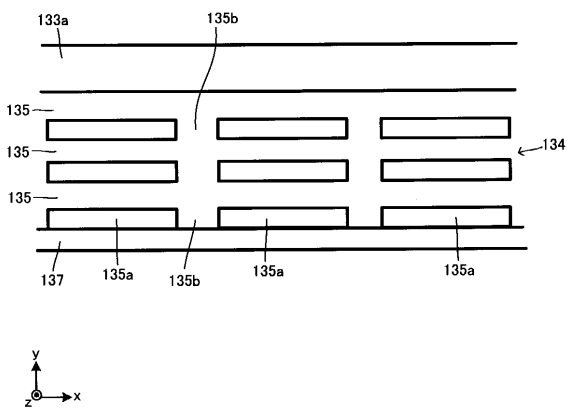
【図 50】



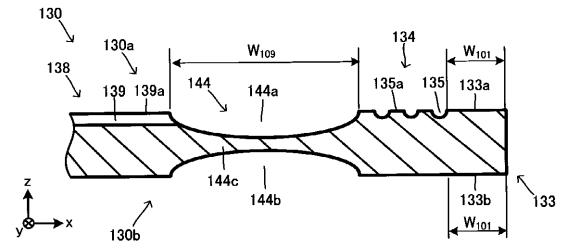
【 図 5 1 】



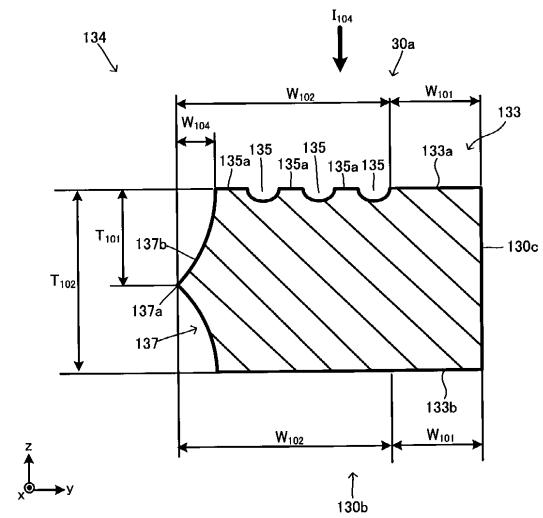
【 図 5 4 】



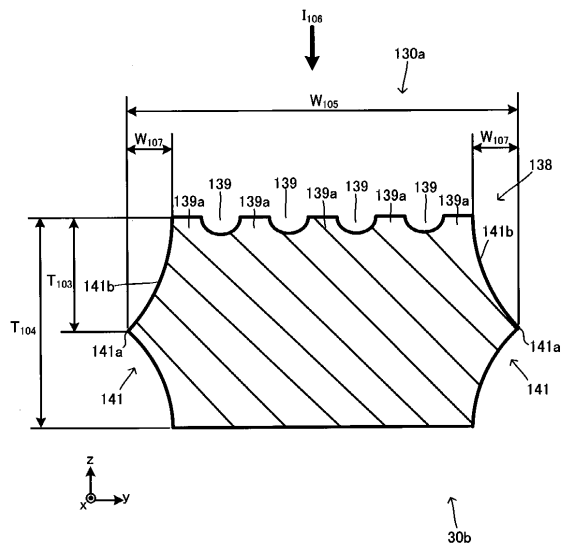
【 図 5 2 】



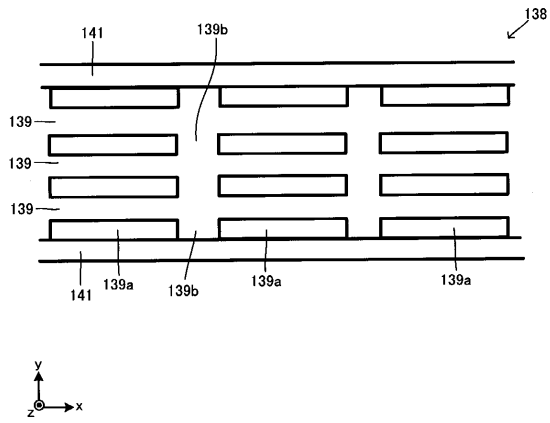
【 図 5 3 】



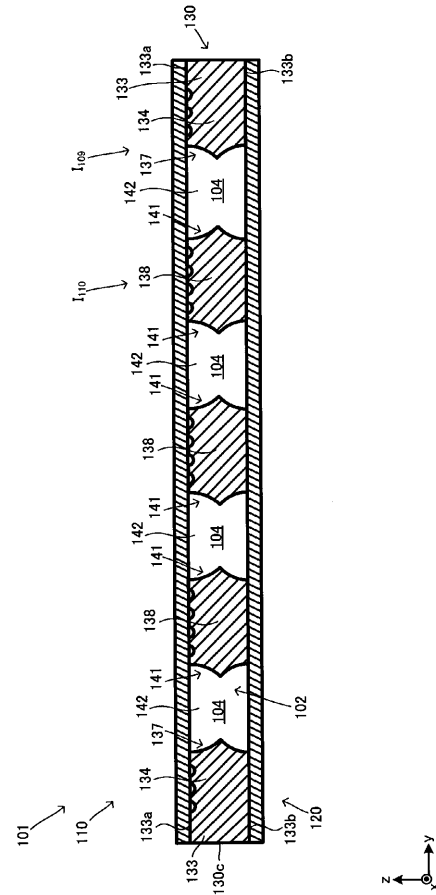
【 図 5 5 】



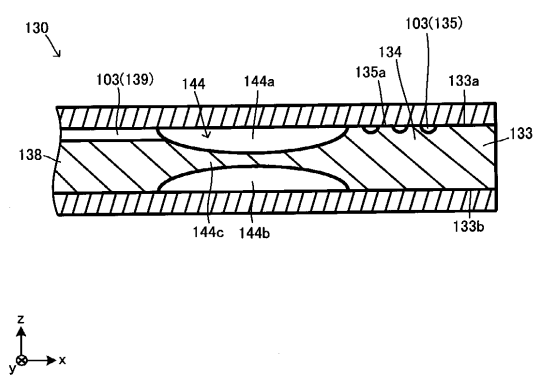
【図 56】



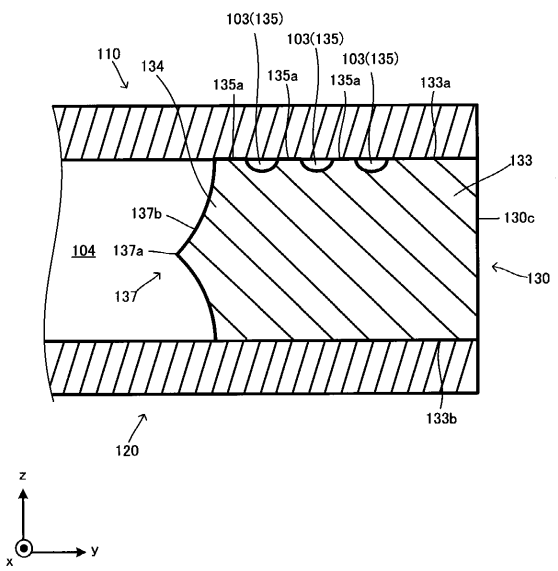
【図 57】



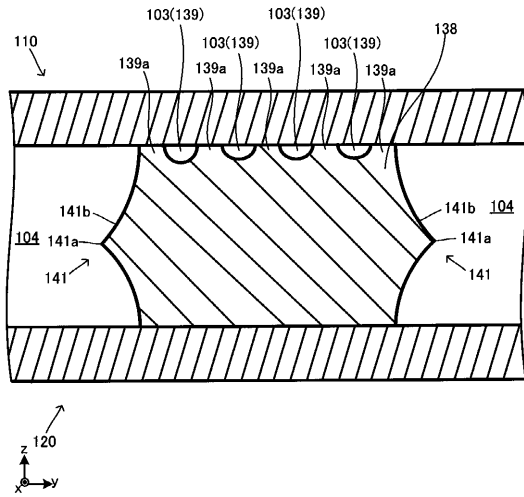
【図 58】



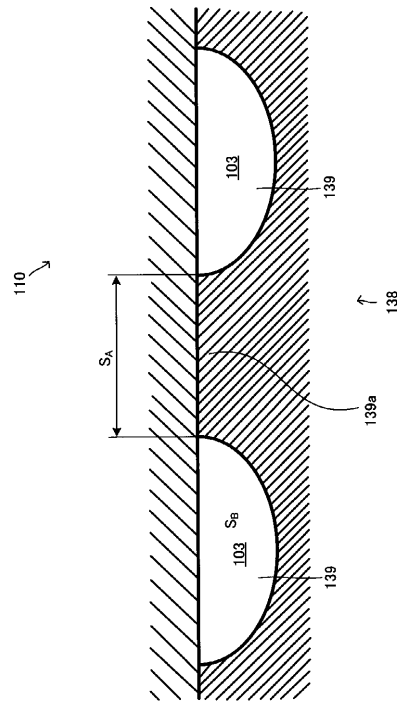
【図 59】



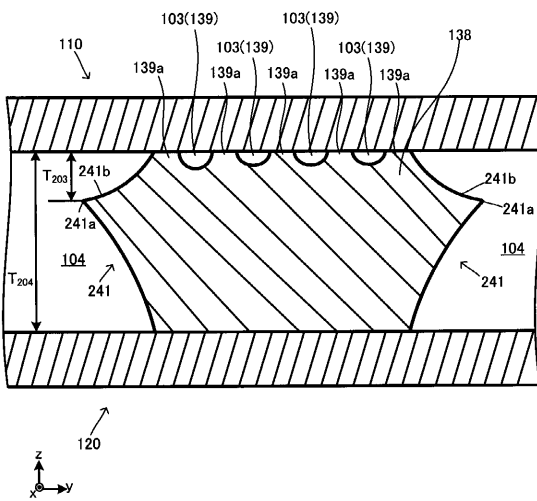
【図 60】



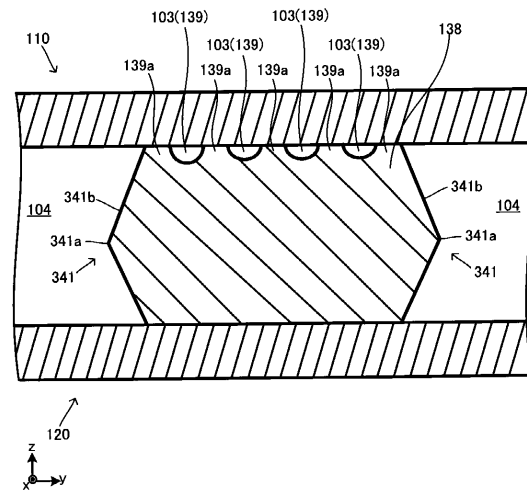
【図 61】



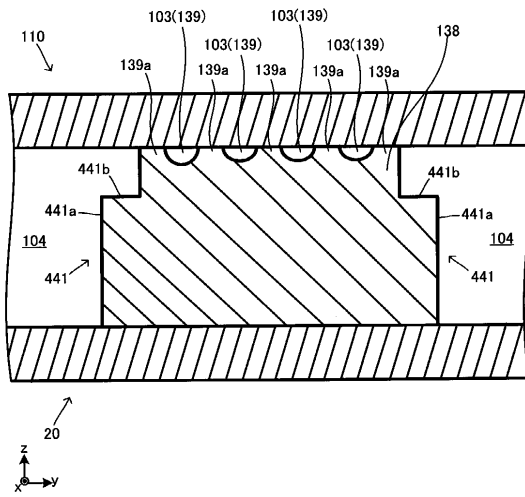
【図 62】



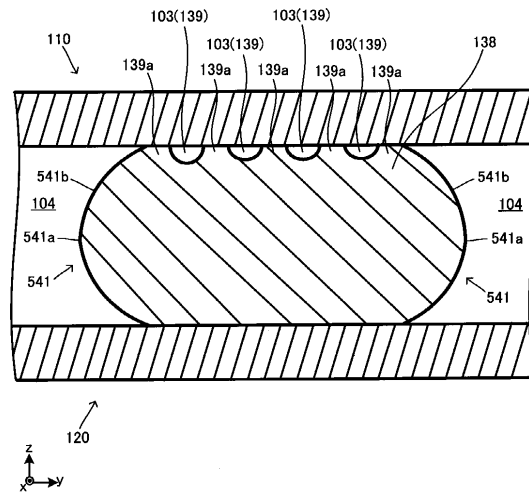
【図 63】



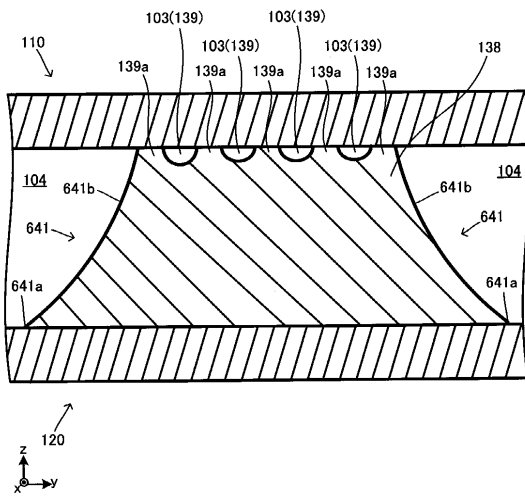
【図 6 4】



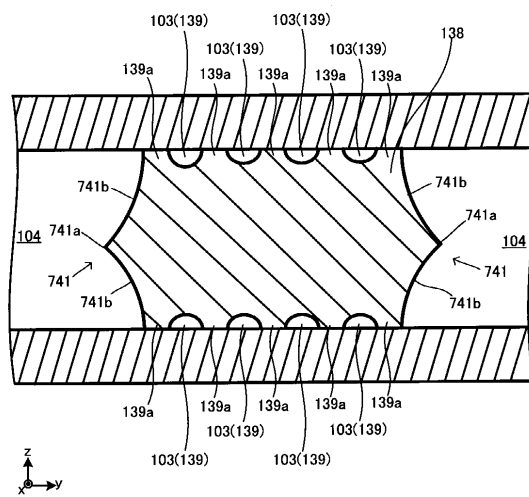
【図 6 5】



【図 6 6】



【図 6 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 小田 和範
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 武田 利彦
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 竹松 清隆
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 百瀬 輝寿
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 中村 陽子
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

審査官 河野 俊二

- (56)参考文献 特開昭58-055687(JP,A)
特開2002-267378(JP,A)
特開2016-125693(JP,A)
米国特許出願公開第2005/0022978(US,A1)
特開2015-219639(JP,A)
特開2014-142143(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02
H01L 23/427
H05K 7/20