

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6801700号
(P6801700)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月30日 (2020. 11. 30)

(51) Int. Cl.	F I
F 2 8 D 15/02 (2006. 01)	F 2 8 D 15/02 1 O 1 H
F 2 8 D 15/04 (2006. 01)	F 2 8 D 15/02 L
H O 1 L 23/427 (2006. 01)	F 2 8 D 15/02 1 O 2 A
H O 5 K 7/20 (2006. 01)	F 2 8 D 15/04 B
	F 2 8 D 15/02 1 O 6 A
請求項の数 23 (全 41 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2018-186079 (P2018-186079)	(73) 特許権者	000002897
(22) 出願日	平成30年9月28日 (2018. 9. 28)		大日本印刷株式会社
(65) 公開番号	特開2019-143960 (P2019-143960A)		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8月29日 (2019. 8. 29)	(74) 代理人	100091982
審査請求日	令和2年7月1日 (2020. 7. 1)		弁理士 永井 浩之
(31) 優先権主張番号	特願2017-217593 (P2017-217593)	(74) 代理人	100091487
(32) 優先日	平成29年11月10日 (2017. 11. 10)		弁理士 中村 行孝
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
(31) 優先権主張番号	特願2018-30999 (P2018-30999)	(74) 代理人	100105153
(32) 優先日	平成30年2月23日 (2018. 2. 23)		弁理士 朝倉 悟
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(74) 代理人	100127465
			弁理士 堀田 幸裕
早期審査対象出願		(74) 代理人	100150717
			弁理士 山下 和也
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 ペーパーチャンバ、電子機器およびペーパーチャンバの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

作動液が封入されたペーパーチャンバであって、
 第 1 金属シートと、
 前記第 1 金属シートに積層された第 2 金属シートと、
 前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に介在された第 3 金属シートと、
 前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に設けられた密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を有する密封空間と、を備え、

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し

10

、
前記第 3 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面に前記液流路部が設けられて、前記第 1 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面から前記主流溝に複数の主流溝凸部がそれぞれ突出している、ペーパーチャンバ。

【請求項 2】

前記主流溝凸部の横断面は、湾曲状に形成されている、請求項 1 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 3】

互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

20

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通している、請求項 1 または 2 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 4】

前記第 1 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面から前記連絡溝に複数の連絡溝凸部がそれぞれ突出している、請求項 3 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 5】

前記連絡溝凸部の横断面は、湾曲状に形成されている、請求項 4 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 6】

前記連絡溝の深さは、前記主流溝の深さよりも深い、請求項 3 乃至 5 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

10

【請求項 7】

前記主流溝は、前記連絡溝と連通する交差部と、前記第 1 方向において前記交差部とは異なる位置に位置するとともに、互いに隣り合う一対の前記液流路凸部の間に位置する主流溝本体部と、を含み、

前記主流溝の前記交差部の深さは、前記主流溝本体部の深さよりも深い、請求項 3 乃至 6 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 8】

前記主流溝の前記交差部の深さは、前記連絡溝の深さよりも深い、請求項 7 に記載のペーパーチャンバ。

20

【請求項 9】

前記液流路凸部の角部に、丸みを帯びた湾曲部が設けられている、請求項 3 乃至 8 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 10】

前記連絡溝は、前記第 1 方向に交差する第 2 方向において整列している、請求項 3 乃至 9 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 11】

前記蒸気流路部は、前記第 2 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面および前記第 3 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面のうちの少なくとも一方に設けられ、

前記第 3 金属シートに、前記蒸気流路部と前記液流路部とを連通する連通部が設けられている、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

30

【請求項 12】

前記第 3 金属シートは、前記第 1 金属シートの側に設けられた第 1 面と、前記第 2 金属シートの側に設けられた第 2 面と、を含み、

前記蒸気流路部は、前記第 3 金属シートの前記第 2 面に設けられ、

前記液流路部は、前記第 3 金属シートの前記第 1 面に設けられて、前記蒸気流路部と連通している、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 13】

前記第 1 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面は、平坦状に形成されている、請求項 1 乃至 12 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

40

【請求項 14】

作動液が封入されたペーパーチャンバであって、

第 1 金属シートと、

前記第 1 金属シート上に設けられた第 2 金属シートと、

前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に設けられた密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液が通る液流路部と、を有する密封空間と、を備え、

前記液流路部は、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に設けられ、

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し、

50

前記第2金属シートは、前記第2金属シートの前記第1金属シートの側の面から、前記第1金属シートの前記主流溝にそれぞれ突出する複数の主流溝凸部を有している、ペーパーチャンバ。

【請求項15】

互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第1方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記第2金属シートは、前記第2金属シートの前記第1金属シートの側の面から、前記第1金属シートの前記連絡溝にそれぞれ突出する複数の連絡溝凸部を更に有している、請求項14に記載のペーパーチャンバ。

10

【請求項16】

ハウジングと、

前記ハウジング内に収容されたデバイスと、

前記デバイスに熱的に接触した、請求項1乃至15のいずれか一項に記載のペーパーチャンバと、を備えた、電子機器。

【請求項17】

第1金属シートと、前記第1金属シートに積層された第2金属シートと、前記第1金属シートと前記第2金属シートとの間に介在された第3金属シートと、前記第1金属シートと前記第2金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を有する密封空間と、を備えるペーパーチャンバの製造方法であって、

20

ハーフエッチングにより、前記第3金属シートの前記第1金属シートの側の面に前記液流路部を形成するハーフエッチング工程と、

前記第1金属シートと前記第2金属シートとを前記第3金属シートを介して接合する接合工程であって、前記第1金属シートと前記第2金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、

前記液流路部は、各々が第1方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し、

前記第1金属シートの前記第3金属シートの側の面から前記主流溝に複数の主流溝凸部がそれぞれ突出している、ペーパーチャンバの製造方法。

30

【請求項18】

互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第1方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記第1金属シートの前記第3金属シートの側の面から前記連絡溝に複数の連絡溝凸部がそれぞれ突出している、請求項17に記載のペーパーチャンバの製造方法。

【請求項19】

前記第2金属シートの前記第3金属シートの側の面および前記第3金属シートの前記第2金属シートの側の面のうちの少なくとも一方に前記蒸気流路部を形成する工程と、

40

前記第3金属シートに、前記蒸気流路部と前記液流路部とを連通する連通部を形成する工程と、を更に備えた、請求項17または18に記載のペーパーチャンバの製造方法。

【請求項20】

前記第3金属シートは、前記第1金属シートの側に設けられた第1面と、前記第2金属シートの側に設けられた第2面と、を含み、

前記第3金属シートの前記第2面に、前記蒸気流路部を形成するとともに、前記第3金属シートの前記第1面に前記液流路部を形成し、

前記蒸気流路部と前記液流路部とは連通している、請求項17または18に記載のペーパーチャンバの製造方法。

【請求項21】

50

前記第 1 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面は、平坦状に形成されている、請求項 1 7 乃至 2 0 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバの製造方法。

【請求項 2 2】

第 1 金属シートと第 2 金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を含む密封空間を有するペーパーチャンバの製造方法であって、

ハーフエッチングにより、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に前記液流路部を形成するハーフエッチング工程と、

前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとを接合する接合工程であって、前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し

、
前記第 2 金属シートは、前記第 2 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面から、前記第 1 金属シートの前記主流溝にそれぞれ突出する複数の主流溝凸部を有している、ペーパーチャンバの製造方法。

【請求項 2 3】

互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記第 2 金属シートは、前記第 2 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面から、前記第 1 金属シートの前記連絡溝にそれぞれ突出する複数の連絡溝凸部を更に有している、請求項 2 2 に記載のペーパーチャンバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、作動液が密封された密封空間を有するペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

携帯端末やタブレット端末といったモバイル端末等で使用される中央演算処理装置（CPU）や発光ダイオード（LED）、パワー半導体等の発熱を伴うデバイスは、ヒートパイプ等の放熱用部材によって冷却されている（例えば、特許文献 1 乃至 5 参照）。近年では、モバイル端末等の薄型化のために、放熱用部材の薄型化も求められており、ヒートパイプよりも薄型化を図ることができるペーパーチャンバの開発が進められている。ペーパーチャンバ内には、作動液が封入されており、この作動液がデバイスの熱を吸収して外部に放出することで、デバイスの冷却を行っている。

【0003】

より具体的には、ペーパーチャンバ内の作動液は、デバイスに近接した部分（蒸発部）でデバイスから熱を受けて蒸発して蒸気になり、その後蒸気が、蒸気流路部において蒸発部から離れた位置に移動して冷却され、凝縮して液状になる。ペーパーチャンバ内には、毛細管構造（ウィック）としての液流路部が設けられており、凝縮して液状になった作動液は、蒸気流路部から液流路部に入り込み、液流路部を流れて蒸発部に向かって輸送される。そして、作動液は、再び蒸発部で熱を受けて蒸発する。このようにして、作動液が、相変化、すなわち蒸発と凝縮とを繰り返しながらペーパーチャンバ内を還流することによりデバイスの熱を移動させ、放熱効率を高めている。

【0004】

ところで、液流路部は、第 1 方向に延びる主流溝を複数有している。蒸気流路部において蒸気から凝縮した液状の作動液は、第 1 方向に交差する第 2 方向に延びる複数の連絡溝を通過して主流溝に入り込み、主流溝の毛細管作用を受けて蒸発部に向かう推進力を得る

10

20

30

40

50

。このようにして、作動液は、主流溝内を蒸発部に向かって通過するようになっている。
また、複数の連絡溝によって隣り合う主流溝同士で作動液が往来可能になっている。この
ようにして、液流路部においては複数の主流溝と複数の連絡溝が格子状に形成されており
、液流路部内に均等に作動液が行き渡るようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2015-59693号公報

【特許文献2】特開2015-88882号公報

【特許文献3】特開2016-17702号公報

【特許文献4】特開2016-50682号公報

【特許文献5】特開2016-205693号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、蒸気から凝縮した作動液が連絡溝をスムーズに通過することが困難な場
合、蒸气流路部に近い側の主流溝や当該蒸气流路部から遠い側の主流溝に作動液が入り込
み難くなり、主流溝への作動液の入り込み量が低減する。この場合、蒸発部への作動液の
輸送量が低減し、熱輸送効率が低下するという問題が生じる。

【0007】

本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、液状の作動液の輸送機能を向上
させ、熱輸送効率を向上させることができるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャ
ンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、

作動液が封入されたペーパーチャンバであって、

第1金属シートと、

前記第1金属シート上に積層された第2金属シートと、

前記第1金属シートと前記第2金属シートとの間に設けられた密封空間であって、前記
作動液の蒸気を通る蒸气流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を有する密封空
間と、を備え、

前記液流路部は、各々が第1方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第1方向に配列された複
数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記連絡溝の幅は、前記主流溝の幅よりも大きい、ペーパーチャンバ、
を提供する。

【0009】

なお、上述したペーパーチャンバにおいて、

前記連絡溝の深さは、前記主流溝の深さよりも深い、
ようにしてもよい。

【0010】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、

前記主流溝は、前記連絡溝と連通する交差部と、前記第1方向において前記交差部とは
異なる位置に位置するとともに、互いに隣り合う一対の前記液流路凸部の間に位置する主
流溝本体部と、を含み、

前記主流溝の前記交差部の深さは、前記主流溝本体部の深さよりも深い、
ようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 1 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記主流溝の前記交差部の深さは、前記連絡溝の深さよりも深い、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 2 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記液流路凸部の角部に、丸みを帯びた湾曲部が設けられている、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記主流溝に突出する複数の主流溝凸部を更に備える、
ようにしてもよい。

10

【 0 0 1 4 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記主流溝凸部の横断面は、湾曲状に形成されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 5 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記連絡溝に突出する複数の連絡溝凸部を更に備える、
ようにしてもよい。

20

【 0 0 1 6 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記連絡溝凸部の横断面は、湾曲状に形成されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 7 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記連絡溝は、前記第 1 方向に交差する第 2 方向において整列している、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 8 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 2 金属シートは、前記第 1 金属シート上に設けられ、
前記液流路部は、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に設けられている、
ようにしてもよい。

30

【 0 0 1 9 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に介在された第 3 金属シートを更に備え、

前記蒸气流路部は、前記第 2 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面および前記第 3 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面のうちの少なくとも一方に設けられた第 2 蒸气流路部を有し、

40

前記液流路部は、前記第 1 金属シートの前記第 3 金属シートの側の面に設けられ、
前記第 3 金属シートに、前記第 2 蒸气流路部と前記液流路部とを連通する連通部が設けられている、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 0 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に介在された第 3 金属シートを更に備え、

前記第 3 金属シートは、前記第 1 金属シートの側に設けられた第 1 面と、前記第 2 金属

50

シートの側に設けられた第 2 面と、を含み、

前記蒸気流路部は、前記第 3 金属シートの前記第 2 面に設けられ、

前記液流路部は、前記第 3 金属シートの前記第 1 面に設けられて、前記蒸気流路部と連通している、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明は、

作動液が封入されたペーパーチャンバであって、

第 1 金属シートと、

前記第 1 金属シート上に設けられた第 2 金属シートと、

前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に設けられた密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を有する密封空間と、を備え、

前記液流路部は、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に設けられ、

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し

、
前記第 2 金属シートは、前記第 2 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面から、前記第 1 金属シートの前記主流溝にそれぞれ突出する複数の主流溝凸部を有している、ペーパーチャンバ、

を提供する。

【 0 0 2 2 】

また、本発明は、

作動液が封入されたペーパーチャンバであって、

第 1 金属シートと、

前記第 1 金属シート上に設けられた第 2 金属シートと、

前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に設けられた密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を有する密封空間と、を備え、

前記液流路部は、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に設けられ、

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液を通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記第 2 金属シートは、前記第 2 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面から、前記第 1 金属シートの前記連絡溝にそれぞれ突出する複数の連絡溝凸部を有している、ペーパーチャンバ、

を提供する。

【 0 0 2 3 】

また、本発明は、

ハウジングと、

前記ハウジング内に収容されたデバイスと、

前記デバイスに熱的に接触した、上述のペーパーチャンバと、を備えた、電子機器、
を提供する。

【 0 0 2 4 】

また、本発明は、

作動液が封入された、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液を通る液流路部と、を含む密封空間を有するペーパーチャンバのためのペーパーチャンバ用金属シートであって、

第 1 面と、

前記第 1 面とは反対側に設けられた第 2 面と、を備え、
前記第 1 面に、前記液流路部が設けられ、
前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記連絡溝の幅は、前記主流溝の幅よりも大きい、

ペーパーチャンバ用金属シート、

を提供する。

10

【 0 0 2 5 】

また、本発明は、

第 1 金属シートと第 2 金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液が通る液流路部と、を含む密封空間を有するペーパーチャンバの製造方法であって、

ハーフエッチングにより、前記第 1 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に前記液流路部を形成するハーフエッチング工程と、

前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとを接合する接合工程であって、前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、

20

前記液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記連絡溝の幅は、前記主流溝の幅よりも大きい、

ペーパーチャンバの製造方法、

を提供する。

【 0 0 2 6 】

なお、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

30

ハーフエッチングにより、前記第 2 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面および第 3 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面のうちの少なくとも一方に前記蒸気流路部を形成する工程と、

前記蒸気流路部と前記液流路部とを連通する連通部が設けられた第 3 金属シートを形成する工程と、を更に備え、

前記接合工程において、前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとは、前記第 3 金属シートを介して接合される、

ようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、本発明は、

40

第 1 金属シートと第 2 金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸気流路部と、液状の前記作動液が通る液流路部と、を含む密封空間を有し、前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に第 3 金属シートが介在されたペーパーチャンバの製造方法であって、

前記第 3 金属シートの前記第 1 金属シートの側の面に前記液流路部を形成するとともに、前記第 3 金属シートの前記第 2 金属シートの側の面に前記蒸気流路部を形成する工程と

、
前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとを前記第 3 金属シートを介して接合する接合工程であって、前記第 1 金属シートと前記第 2 金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

50

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、
前記液流路部は、各々が第１方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第１方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記連絡溝の幅は、前記主流溝の幅よりも大きい、ペーパーチャンバの製造方法、
を提供する。

【００２８】

また、本発明は、

第１金属シートと第２金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸气流路部と、液状の前記作動液が通る液流路部と、を含む密封空間を有するペーパーチャンバの製造方法であって、

ハーフエッチングにより、前記第１金属シートの前記第２金属シートの側の面に前記液流路部を形成するハーフエッチング工程と、

前記第１金属シートと前記第２金属シートとを接合する接合工程であって、前記第１金属シートと前記第２金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、

前記液流路部は、各々が第１方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し

、
前記第２金属シートは、前記第２金属シートの前記第１金属シートの側の面から、前記第１金属シートの前記主流溝にそれぞれ突出する複数の主流溝凸部を有している、ペーパーチャンバの製造方法、
を提供する。

【００２９】

また、本発明は、

第１金属シートと第２金属シートとの間に設けられた、作動液が封入される密封空間であって、前記作動液の蒸気を通る蒸气流路部と、液状の前記作動液が通る液流路部と、を含む密封空間を有するペーパーチャンバの製造方法であって、

ハーフエッチングにより、前記第１金属シートの前記第２金属シートの側の面に前記液流路部を形成するハーフエッチング工程と、

前記第１金属シートと前記第２金属シートとを接合する接合工程であって、前記第１金属シートと前記第２金属シートとの間に前記密封空間を形成する接合工程と、

前記密封空間に前記作動液を封入する封入工程と、を備え、

前記液流路部は、各々が第１方向に延びて液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し

、
互いに隣り合う一対の前記主流溝の間に、連絡溝を介して前記第１方向に配列された複数の液流路凸部を含む凸部列が設けられ、

前記連絡溝は、対応する一対の前記主流溝を連通し、

前記第２金属シートは、前記第２金属シートの前記第１金属シートの側の面から、前記第１金属シートの前記連絡溝にそれぞれ突出する複数の連絡溝凸部を有している、ペーパーチャンバの製造方法、
を提供する。

【発明の効果】

【００３０】

本発明によれば、液状の作動液の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【００３１】

【図１】図１は、本発明の第１の実施の形態による電子機器を説明する模式斜視図である

10

20

30

40

50

。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 の実施の形態によるペーパーチャンバを示す上面図である

。

【図 3】図 3 は、図 2 のペーパーチャンバを示す A - A 線断面図である。

【図 4】図 4 は、図 2 の下側金属シートの上面図である。

【図 5】図 5 は、図 2 の上側金属シートの下面図である。

【図 6】図 6 は、図 4 の液流路部を示す拡大上面図である。

【図 7】図 7 は、図 6 の B - B 線断面に、上側金属シートの上側流路壁部を追加して示す断面図である。

【図 8】図 8 は、図 6 の C - C 線断面に、上側金属シートの上側流路壁部を追加して示す断面図である。

10

【図 9】図 9 は、図 6 の D - D 線断面に、上側金属シートの上側流路壁部を追加して示す断面図である。

【図 10】図 10 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、下側金属シートの準備工程を説明するための図である。

【図 11】図 11 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、下側金属シートの第 1 ハーフエッチング工程を説明するための図である。

【図 12】図 12 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、下側金属シートの第 2 ハーフエッチング工程を説明するための図である。

【図 13】図 13 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、仮止め工程を説明するための図である。

20

【図 14】図 14 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、恒久接合工程を説明するための図である。

【図 15】図 15 は、本発明の第 1 の実施の形態のペーパーチャンバの製造方法において、作動液の封入工程を説明するための図である。

【図 16】図 16 は、図 6 に示す液流路凸部の変形例を示す上面図である。

【図 17】図 17 は、図 6 に示す液流路凸部の他の変形例を示す上面図である。

【図 18】図 18 は、図 6 に示す液流路凸部の他の変形例を示す上面図である。

【図 19】図 19 は、図 6 に示す液流路凸部の他の変形例を示す上面図である。

【図 20】図 20 は、図 3 の他の変形例を示す図である。

30

【図 21】図 21 は、本発明の第 2 の実施の形態におけるペーパーチャンバにおいて、主流溝凸部を示す拡大断面図であって、図 7 に対応する図である。

【図 22】図 22 は、本発明の第 2 の実施の形態におけるペーパーチャンバにおいて、連絡溝凸部を示す拡大断面図であって、図 8 に対応する図である。

【図 23】図 23 は、本発明の第 3 の実施の形態におけるペーパーチャンバを示す断面図である。

【図 24】図 24 は、図 23 の上側金属シートの下面図である。

【図 25】図 25 は、図 23 の中間金属シートの上面図である。

【図 26】図 26 は、図 23 のペーパーチャンバの変形例を示す断面図である。

【図 27】図 27 は、図 23 に示すペーパーチャンバの変形例において、主流溝凸部を示す拡大断面図である。

40

【図 28】図 28 は、図 23 に示すペーパーチャンバの変形例において、連絡溝凸部を示す拡大断面図である。

【図 29】図 29 は、本発明の第 4 の実施の形態におけるペーパーチャンバを示す断面図である。

【図 30】図 30 は、図 29 の中間金属シートの上面図である。

【図 31】図 31 は、本発明の第 5 の実施の形態におけるペーパーチャンバを示す断面図である。

【図 32】図 32 は、図 31 の中間金属シートの下面図である。

【図 33】図 33 は、図 31 の中間金属シートの上面図である。

50

【図 3 4】図 3 4 は、図 3 1 のペーパーチャンバの変形例を示す断面図である。

【図 3 5】図 3 5 は、図 3 1 に示すペーパーチャンバの変形例において、主流溝凸部を示す拡大断面図である。

【図 3 6】図 3 6 は、図 3 1 に示すペーパーチャンバの変形例において、連絡溝凸部を示す拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、本明細書に添付する図面においては、図示と理解のしやすさの便宜上、適宜縮尺及び縦横の寸法比等を、実物のそれらから変更し誇張してある。

10

【0033】

また、本明細書において用いる、形状や幾何学的条件および物理的特性並びにそれらの程度を特定する、例えば、「平行」、「直交」、「同一」等の用語や長さや角度並びに物理的特性の値等については、厳密な意味に縛られることなく、同様の機能を期待し得る程度の範囲を含めて解釈することとする。さらに、図面においては、明瞭にするために、同様の機能を期待し得る複数の部分の形状を、規則的に記載しているが、厳密な意味に縛られることなく、当該機能を期待することができる範囲内で、当該部分の形状は互いに異なってもよい。また、図面においては、部材同士の接合面などを示す境界線を、便宜上、単なる直線で示しているが、厳密な直線であることに縛られることはなく、所望の接合性能を期待することができる範囲内で、当該境界線の形状は任意である。

20

【0034】

(第1の実施の形態)

図 1 乃至図 2 を用いて、本発明の第 1 の実施の形態におけるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法について説明する。本実施の形態におけるペーパーチャンバ 1 は、電子機器 E に収容された発熱体としてのデバイス D を冷却するために、電子機器 E に搭載される装置である。デバイス D の例としては、携帯端末やタブレット端末といったモバイル端末等で使用される中央演算処理装置 (CPU)、発光ダイオード (LED)、パワー半導体等の発熱を伴う電子デバイス (被冷却装置) が挙げられる。

【0035】

30

ここではまず、本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 が搭載される電子機器 E について、タブレット端末を例にとって説明する。図 1 に示すように、電子機器 E (タブレット端末) は、ハウジング H と、ハウジング H 内に収容されたデバイス D と、ペーパーチャンバ 1 と、を備えている。図 1 に示す電子機器 E では、ハウジング H の前面にタッチパネルディスプレイ T D が設けられている。ペーパーチャンバ 1 は、ハウジング H 内に収容されて、デバイス D に熱的に接触するように配置される。このことにより、電子機器 E の使用時にデバイス D で発生する熱をペーパーチャンバ 1 が受けることができる。ペーパーチャンバ 1 が受けた熱は、後述する作動液 2 を介してペーパーチャンバ 1 の外部に放出される。このようにして、デバイス D は効果的に冷却される。電子機器 E がタブレット端末である場合には、デバイス D は、中央演算処理装置等に相当する。

40

【0036】

次に、本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 について説明する。ペーパーチャンバ 1 は、作動液 2 が封入された密封空間 3 を有しており、密封空間 3 内の作動液 2 が相変化を繰り返すことにより、上述した電子機器 E のデバイス D を効果的に冷却するようになっている。

【0037】

ペーパーチャンバ 1 は、概略的に薄い平板状に形成されている。ペーパーチャンバ 1 の平面形状は任意であるが、図 2 に示すような矩形状であってもよい。この場合、ペーパーチャンバ 1 は、平面外輪郭をなす 4 つの直線状の外縁 1 a、1 b を有する。このうち 2 つの外縁 1 a が、後述する第 1 方向 X に沿うように形成され、残りの 2 つの外縁 1 b が、後

50

述する第2方向Yに沿うように形成される。ペーパーチャンバ1の平面形状は、例えば、1辺が1cmで他の辺が3cmの長方形であってもよく、1辺が15cmの正方形であってもよく、ペーパーチャンバ1の平面寸法は任意である。また、ペーパーチャンバ1の平面形状は、矩形状に限られることはなく、円形状、楕円形状、L字形状、T字形状など、任意の形状とすることができる。

【0038】

図2および図3に示すように、ペーパーチャンバ1は、下側金属シート10（第1金属シート、ペーパーチャンバ用金属シート）と、下側金属シート10に積層された上側金属シート20（第2金属シート、ペーパーチャンバ用金属シート）と、を備えている。本実施の形態では、上側金属シート20は、下側金属シート10上に設けられている。下側金属シート10は、上面10a（第1面）と、上面10aとは反対側に設けられた下面10b（第2面）とを有している。上側金属シート20は、下側金属シート10の上面10a（上側金属シート20の側の面）に重ね合わされた下面20a（下側金属シート10の側の面）と、下面20aとは反対側に設けられた上面20bと、を有している。下側金属シート10の下面10b（とりわけ、後述する蒸発部11の下面）に、冷却対象物であるデバイスDが取り付けられる。

10

【0039】

下側金属シート10と上側金属シート20との間には、作動液2が封入された密封空間3が形成されている。本実施の形態では、密封空間3は、主として作動液2の蒸気を通る蒸気流路部80（後述する下側蒸気流路凹部12および上側蒸気流路凹部21）と、主として液状の作動液2が通る液流路部30と、を有している。作動液2の例としては、純水、エタノール、メタノール、アセトン等が挙げられる。

20

【0040】

下側金属シート10と上側金属シート20とは、後述する拡散接合によって接合されている。図2および図3に示す形態では、下側金属シート10および上側金属シート20は、平面視でいずれも矩形状に形成されている例が示されているが、これに限られることはない。ここで平面視とは、ペーパーチャンバ1がデバイスDから熱を受ける面（下側金属シート10の下面10b）、および受けた熱を放出する面（上側金属シート20の上面20b）に直交する方向から見た状態であって、例えば、ペーパーチャンバ1を上方から見た状態（図2参照）、または下方から見た状態に相当している。

30

【0041】

なお、ペーパーチャンバ1がモバイル端末内に設置される場合、モバイル端末の姿勢によっては、下側金属シート10と上側金属シート20との上下関係が崩れる場合もある。しかしながら、本実施の形態では、便宜上、デバイスDから熱を受ける金属シートを下側金属シート10と称し、受けた熱を放出する金属シートを上側金属シート20と称して、下側金属シート10が下側に配置され、上側金属シート20が上側に配置された状態で説明する。

【0042】

図4に示すように、下側金属シート10は、作動液2が蒸発して蒸気を生成する蒸発部11と、上面10aに設けられ、平面視で矩形状に形成された下側蒸気流路凹部12（第1蒸気流路凹部、第1蒸気流路部）と、を有している。このうち下側蒸気流路凹部12は、上述した密封空間3の一部を構成しており、主として、蒸発部11で生成された蒸気を通るように構成されている。

40

【0043】

蒸発部11は、この下側蒸気流路凹部12内に配置されており、下側蒸気流路凹部12内の蒸気は、蒸発部11から離れる方向に拡散して、蒸気の多くは、比較的温度の低い周縁部に向かって輸送される。なお、蒸発部11は、下側金属シート10の下面10bに取り付けられるデバイスDから熱を受けて、密封空間3内の作動液2が蒸発する部分である。このため、蒸発部11という用語は、デバイスDに重なっている部分に限られる概念ではなく、デバイスDに重なっていなくても作動液2が蒸発可能な部分をも含む概念として

50

用いている。ここで蒸発部 11 は、下側金属シート 10 の任意の場所に設けることができるが、図 2 および図 4 においては、下側金属シート 10 の中央部に設けられている例が示されている。この場合、ペーパーチャンバ 1 が設置されたモバイル端末の姿勢によらずに、ペーパーチャンバ 1 の動作の安定化を図ることができる。

【0044】

本実施の形態では、図 3 および図 4 に示すように、下側金属シート 10 の下側蒸気流路凹部 12 内に、下側蒸気流路凹部 12 の底面 12a（後述）から上方（底面 12a に垂直な方向）に突出する複数の下側流路壁部 13（第 1 流路壁部、第 1 流路突出部）が設けられている。本実施の形態では、下側流路壁部 13 が、ペーパーチャンバ 1 の第 1 方向 X（長手方向、図 4 にける左右方向）に沿って細長状に延びている例が示されている。この下側流路壁部 13 は、後述する上側流路壁部 22 の下面 22a に当接する上面 13a（第 1 当接面、突出端面）を含んでいる。この上面 13a は、後述する 2 つのエッチング工程によってエッチングされない面であり、下側金属シート 10 の上面 10a と同一平面上に形成されている。また、各下側流路壁部 13 は等間隔に離間して、互いに平行に配置されている。

10

【0045】

図 3 および図 4 に示すように、下側蒸気流路凹部 12 は、下側流路壁部 13 によって区画された複数の下側蒸気通路 81（第 1 蒸気通路）を含んでいる。下側蒸気通路 81 は、第 1 方向 X に沿って細長状に延びており、互いに平行に配置されている。各下側蒸気通路 81 の両端部は、第 2 方向 Y に沿って細長状に延びる下側連絡蒸気通路 82 に連通しており、各下側蒸気通路 81 が、下側連絡蒸気通路 82 を介して連通している。このようにして、各下側流路壁部 13 の周囲（下側蒸気通路 81 および下側連絡蒸気通路 82）を作動液 2 の蒸気が流れて、下側蒸気流路凹部 12 の周縁部に向かって蒸気が輸送されるように構成されており、蒸気の流れが妨げられることを抑制している。なお、図 3 においては、下側蒸気流路凹部 12 の下側蒸気通路 81 の横断面（第 2 方向 Y における断面）形状が、矩形状になっている。しかしながら、このことに限られることはなく、下側蒸気通路 81 の横断面形状は、例えば、湾曲状、半円状、V 字状であってもよく、作動液 2 の蒸気を拡散することができれば任意である。下側連絡蒸気通路 82 も同様である。下側蒸気通路 81 の幅（第 2 方向 Y の寸法）は、後述する下側流路壁部 13 同士の間隔 d に相当する。下側連絡蒸気通路 82 の幅（第 1 方向 X の寸法）も同様である。

20

30

【0046】

下側流路壁部 13 は、上側金属シート 20 の対応する上側流路壁部 22（後述）に平面視で重なるように配置されており、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図っている。下側蒸気通路 81 は、対応する上側蒸気通路 83（後述）に平面視で重なるように形成されている。同様に、下側連絡蒸気通路 82 は、対応する上側連絡蒸気通路 84（後述）に平面視で重なるように形成されている。

【0047】

下側流路壁部 13 の幅 w_0 は、例えば、 $0.1\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ 、好ましくは $0.1\text{ mm} \sim 2.0\text{ mm}$ であり、互いに隣り合う下側流路壁部 13 同士の間隔 d は、 $0.1\text{ mm} \sim 30\text{ mm}$ 、好ましくは $0.1\text{ mm} \sim 2.0\text{ mm}$ である。ここで、幅 w_0 は、下側流路壁部 13 の第 1 方向 X に直交する第 2 方向 Y における下側流路壁部 13 の寸法であって、下側金属シート 10 の上面 10a における寸法を意味しており、例えば、図 4 における上下方向の寸法に相当する。間隔 d は、下側金属シート 10 の上面 10a における寸法を意味している。また、下側流路壁部 13 の高さ（言い換えると、下側蒸気流路凹部 12 の最大深さ） h_0 （図 3 参照）は、 $10\text{ }\mu\text{ m} \sim 300\text{ }\mu\text{ m}$ であることが好適である。なお、下側流路壁部 13 の延びる方向は、下側蒸気流路凹部 12 の底面 12a から突出していれば、上方（または垂直）に限られることはなく、任意である。

40

【0048】

図 3 および図 4 に示すように、下側金属シート 10 の周縁部には、下側周縁壁 14 が設けられている。下側周縁壁 14 は、密封空間 3、とりわけ下側蒸気流路凹部 12 を囲むよ

50

うに形成されており、密封空間 3 を画定している。また、平面視で下側周縁壁 14 の四隅に、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との位置決めをするための下側アライメント孔 15 がそれぞれ設けられている。

【0049】

本実施の形態では、上側金属シート 20 は、後述する液流路部 30 が設けられていない点を除けば、下側金属シート 10 と略同一の構造を有している。以下に、上側金属シート 20 の構成についてより詳細に説明する。

【0050】

図 3 および図 5 に示すように、上側金属シート 20 は、下面 20a に設けられた上側蒸気流路凹部 21（第 2 蒸気流路凹部、第 2 蒸気流路部）を有している。この上側蒸気流路凹部 21 は、密封空間 3 の一部を構成しており、主として、蒸発部 11 で生成された蒸気を拡散して冷却するように構成されている。より具体的には、上側蒸気流路凹部 21 内の蒸気は、蒸発部 11 から離れる方向に拡散して、蒸気の多くは、比較的温度の低い周縁部に向かって輸送される。また、図 3 に示すように、上側金属シート 20 の上面 20b には、モバイル端末等のハウジング H（図 1 参照）の一部を構成するハウジング部材 Ha が配置される。このことにより、上側蒸気流路凹部 21 内の蒸気は、上側金属シート 20 およびハウジング部材 Ha を介して外部によって冷却される。

【0051】

本実施の形態では、図 2、図 3 および図 5 に示すように、上側金属シート 20 の上側蒸気流路凹部 21 内に、上側蒸気流路凹部 21 の底面 21a から下方（底面 21a に垂直な方向）に突出する複数の上側流路壁部 22（第 2 流路壁部、第 2 流路突出部）が設けられている。本実施の形態では、上側流路壁部 22 がペーパーチャンバ 1 の第 1 方向 X（図 5 における左右方向）に沿って細長状に延びている例が示されている。この上側流路壁部 22 は、下側金属シート 10 の上面 10a（より具体的には、上述した下側流路壁部 13 の上面 13a）に当接するとともに液流路部 30 を覆う平坦状の下面 22a（第 2 当接面、突出端面）を含んでいる。また、各上側流路壁部 22 は、等間隔に離間して、互いに平行に配置されている。

【0052】

図 3 および図 5 に示すように、上側蒸気流路凹部 21 は、上側流路壁部 22 によって区画された複数の上側蒸気通路 83（第 2 蒸気通路）を含んでいる。上側蒸気通路 83 は、第 1 方向 X に沿って細長状に延びており、互いに平行に配置されている。各上側蒸気通路 83 の両端部は、第 2 方向 Y に沿って細長状に延びる上側連絡蒸気通路 84 に連通しており、各上側蒸気通路 83 が、上側連絡蒸気通路 84 を介して連通している。このようにして、各上側流路壁部 22 の周囲（上側蒸気通路 83 および上側連絡蒸気通路 84）を作動液 2 の蒸気が流れて、上側蒸気流路凹部 21 の周縁部に向かって蒸気が輸送されるように構成されており、蒸気の流れが妨げられることを抑制している。なお、図 3 においては、上側蒸気流路凹部 21 の上側蒸気通路 83 の横断面（第 2 方向 Y における断面）形状が、矩形状になっている。しかしながら、このことに限られることはなく、上側蒸気通路 83 の横断面形状は、例えば、湾曲状、半円状、V 字状であってもよく、作動液 2 の蒸気を拡散することができれば任意である。上側連絡蒸気通路 84 の横断面形状も同様である。上側蒸気通路 83 の幅（第 2 方向 Y の寸法）および上側連絡蒸気通路 84 の幅は、図 3 等

示すように、下側蒸気通路 81 の幅および下側連絡蒸気通路 82 の幅と同様であってもよいが、異なってもよい。

【0053】

上側流路壁部 22 は、下側金属シート 10 の対応する下側流路壁部 13 に平面視で重なるように配置されており、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図っている。また、上側蒸気通路 83 は、対応する下側蒸気通路 81 に平面視で重なるように形成されている。同様に、上側連絡蒸気通路 84 は、対応する下側連絡蒸気通路 82 に平面視で重なるように形成されている。

【0054】

なお、上側流路壁部 22 の幅、高さは、上述した下側流路壁部 13 の幅 w_0 、高さ h_0 と同一であることが好適である。ここで、上側蒸気流路凹部 21 の底面 21a は、図 3 等に示すような下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との上下配置関係では、天井面と言うこともできるが、上側蒸気流路凹部 21 の奥側の面に相当するため、本明細書では、底面 21a と記す。

【0055】

図 3 および図 5 に示すように、上側金属シート 20 の周縁部には、上側周縁壁 23 が設けられている。上側周縁壁 23 は、密封空間 3、とりわけ上側蒸気流路凹部 21 を囲むように形成されており、密封空間 3 を画定している。また、平面視で上側周縁壁 23 の四隅に、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との位置決めをするための上側アライメント孔 24 がそれぞれ設けられている。すなわち、各上側アライメント孔 24 は、後述する仮止め時に、上述した各下側アライメント孔 15 に重なるように配置され、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との位置決めが可能に構成されている。

【0056】

このような下側金属シート 10 と上側金属シート 20 とは、好適には拡散接合で、互いに恒久的に接合されている。より具体的には、図 3 に示すように、下側金属シート 10 の下側周縁壁 14 の上面 14a と、上側金属シート 20 の上側周縁壁 23 の下面 23a とが当接し、下側周縁壁 14 と上側周縁壁 23 とが互いに接合されている。このことにより、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間に、作動液 2 を密封した密封空間 3 が形成されている。また、下側金属シート 10 の下側流路壁部 13 の上面 13a と、上側金属シート 20 の上側流路壁部 22 の下面 22a とが当接し、各下側流路壁部 13 と対応する上側流路壁部 22 とが互いに接合されている。このことにより、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度を向上させている。とりわけ、本実施の形態による下側流路壁部 13 および上側流路壁部 22 は等間隔に配置されているため、ペーパーチャンバ 1 の各位置における機械的強度を均等化させることができる。なお、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 とは、拡散接合ではなく、恒久的に接合できれば、ろう付け等の他の方式で接合されていてもよい。なお、「恒久的に接合」という用語は、厳密な意味に縛られることはなく、ペーパーチャンバ 1 の動作時に、密封空間 3 の密封性を維持可能な程度に、下側金属シート 10 の上面 10a と上側金属シート 20 の下面 20a との接合を維持できる程度に接合されていることを意味する用語として用いている。

【0057】

また、図 2 に示すように、ペーパーチャンバ 1 は、第 1 方向 X における一对の端部のうちの一方の端部に、密封空間 3 に作動液 2 を注入する注入部 4 を更に備えている。この注入部 4 は、下側金属シート 10 の端面から突出する下側注入突出部 16 と、上側金属シート 20 の端面から突出する上側注入突出部 25 と、を有している。このうち下側注入突出部 16 の上面に下側注入流路凹部 17 が形成され、上側注入突出部 25 の下面に上側注入流路凹部 26 が形成されている。下側注入流路凹部 17 は、下側蒸気流路凹部 12 に連通しており、上側注入流路凹部 26 は、上側蒸気流路凹部 21 に連通している。下側注入流路凹部 17 および上側注入流路凹部 26 は、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 とが接合された際、作動液 2 の注入流路を形成する。当該注入流路を通過して作動液 2 は密封空間 3 に注入される。なお、本実施の形態では、注入部 4 は、ペーパーチャンバ 1 の第 1 方向 X 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、任意の位置に設けることができる。また、2 つ以上の注入部 4 が設けられるようにしてもよい。

【0058】

次に、下側金属シート 10 の液流路部 30 について、図 3、図 4、図 6 乃至図 9 を用いてより詳細に説明する。

【0059】

図 3 および図 4 に示すように、下側金属シート 10 の上面 10a (より具体的には、各下側流路壁部 13 の上面 13a) に、液状の作動液 2 が通る液流路部 30 が設けられてい

る。液流路部 30 は、上述した密封空間 3 の一部を構成しており、上述した下側蒸気流路凹部 12 および上側蒸気流路凹部 21 に連通している。なお、液流路部 30 は、全ての下側流路壁部 13 に設けられていることには限られない。例えば、液流路部 30 が設けられていない下側流路壁部 13 が存在してもよい。

【0060】

図 6 に示すように、液流路部 30 は、複数の主流溝 31 を有している。各主流溝 31 はそれぞれ、第 1 方向 X に延びて液状の作動液 2 が通るようになっており、上述した第 2 方向 Y において互いに異なる位置に配置されている。主流溝 31 は、主として、蒸発部 11 で生成された蒸気から凝縮した作動液 2 を蒸発部 11 に向けて輸送するように構成されている。

10

【0061】

互いに隣り合う一対の主流溝 31 の間に、凸部列 41 が設けられている。この凸部列 41 は、第 1 方向 X に配列された複数の液流路凸部 41a を含んでいる。各凸部列 41 において、液流路凸部 41a は、一定のピッチで、第 1 方向 X に配列されている。また、一の凸部列 41 の液流路凸部 41a と、他の凸部列 41 の液流路凸部 41a は、第 1 方向 X において同じ位置に配置されている。このようにして、液流路凸部 41a の配置は、格子状になっている。各液流路部 30 の全体にわたって、液流路凸部 41a は格子状に配置されていてもよい。

【0062】

互いに隣り合う液流路凸部 41a の間には、連絡溝 51 が介在されている。連絡溝 51 は、第 2 方向 Y に延びるとともに、第 2 方向 Y で整列している。本実施の形態では、連絡溝 51 が整列する第 2 方向は、第 1 方向 X に直交する方向 Y になっている。また、連絡溝 51 は、対応する一対の主流溝 31 (図 6 において上下方向で隣り合う主流溝 31) に連通しており、これらの主流溝 31 の間で作動液 2 が往来可能になっている。連絡溝 51 は、第 1 方向 X において互いに隣り合う液流路凸部 41a の間の領域であって、第 2 方向 Y において互いに隣り合う一対の主流溝 31 の間の領域としている。

20

【0063】

図 6 に示すように、主流溝 31 は、連絡溝 51 が連通する交差部 P と、主流溝本体部 31a と、を含んでいる。

【0064】

このうち交差部 P において、第 2 方向 Y において主流溝 31 の両側に位置する一対の連絡溝 51 が、当該主流溝 31 に連通している。当該一対の連絡溝 51 は、第 2 方向 Y で整列しており、一直線上に配置されている。このようにして、交差部 P においては、主流溝 31 と連絡溝 51 とが十字状に交差している。交差部 P は、第 1 方向 X において互いに隣り合う主流溝本体部 31a の間の領域であるとともに、第 2 方向 Y において互いに隣り合う連絡溝 51 の間の領域としている。言い換えると、主流溝 31 と、連絡溝 51 の列とが交わる領域 (すなわち、重なる領域) としている。

30

【0065】

主流溝本体部 31a は、第 1 方向 X において交差部 P とは異なる位置に配置されており、第 2 方向 Y において互いに隣り合う液流路凸部 41a の間に位置する部分になっている。交差部 P と主流溝本体部 31a とは、交互に配置されている。

40

【0066】

主流溝 31 の幅 w_1 (第 2 方向 Y の寸法) は、液流路凸部 41a の幅 w_2 (第 2 方向 Y の寸法) よりも大きいことが好適である。この場合、下側流路壁部 13 の上面 13a に占める主流溝 31 の割合を大きくすることができる。このため、当該上面 13a における主流溝 31 の流路密度を増大させて、液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。例えば、主流溝 31 の幅 w_1 を、 $30\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ 、液流路凸部 41a の幅 w_2 を、 $20\ \mu\text{m} \sim 180\ \mu\text{m}$ としてもよい。

【0067】

図 7 に示す主流溝 31 の深さ h_1 は、上述した下側蒸気流路凹部 12 の深さ h_0 よりも

50

小さいことが好適である。この場合、主流溝 3 1 の毛細管作用を高めることができる。例えば、主流溝 3 1 の深さ h_1 は、 h_0 の半分程度が好ましく、 $5\ \mu\text{m} \sim 180\ \mu\text{m}$ としてもよい。

【0068】

また、連絡溝 5 1 の幅 w_3 が、主流溝 3 1 の幅 w_1 (より詳細には、主流溝本体部 3 1 a の幅) よりも大きくなっている。連絡溝 5 1 の幅 w_3 は、例えば $40\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ としてもよい。

【0069】

主流溝 3 1 の横断面 (第 2 方向 Y における断面) 形状は、特に限られることはなく、例えば矩形状、湾曲状、半円状、V 字状にすることができる。連絡溝 5 1 の横断面 (第 1 方向 X における断面) 形状も同様である。図 7 および図 8 においては、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 の横断面が、それぞれ湾曲状に形成されている例が示されている。この場合、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 の幅は、下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a における溝の幅とする。液流路凸部 4 1 a の幅も同様に、上面 1 3 a における凸部の幅とする。

【0070】

ところで、図 6 においては、各液流路凸部 4 1 a は、大局的に見れば、平面視で、第 1 方向 X が長手方向となるように矩形状に形成されている。液流路凸部 4 1 a は、各液流路部 3 0 の全体にわたって、同様の形状で形成されていてもよい。しかしながら、各液流路凸部 4 1 a の角部には、丸みを帯びた湾曲部 4 5 が設けられている。これにより、各液流路凸部 4 1 a の角部が滑らかに湾曲状に形成され、液状の作動液 2 の流路抵抗の低減が図られている。なお、液流路凸部 4 1 a の図 6 における右側の端部および左側の端部ではそれぞれ、2 つの湾曲部 4 5 が設けられており、これら 2 つの湾曲部 4 5 の間に直線状部分 4 6 が設けられている例が示されている。このため、連絡溝 5 1 の幅 w_3 は、第 1 方向 X に互いに隣り合う液流路凸部 4 1 a の直線状部分 4 6 の間の距離とする。図示しないが、各液流路凸部 4 1 a の角部に湾曲部 4 5 が形成されていない場合も同様である。しかしながら、液流路凸部 4 1 a の端部形状は、これに限られることはない。例えば、右側の端部および左側の端部のそれぞれに、直線状部分 4 6 が設けられることなく、端部の全体が湾曲するように (例えば半円状のように) 形成されていてもよい。この場合の各連絡溝 5 1 の幅 w_3 は、第 1 方向 X において互いに隣り合う液流路凸部 4 1 a の間の最小距離とする。

【0071】

図 8 および図 9 に示すように、本実施の形態においては、連絡溝 5 1 の深さ h_3 は、主流溝 3 1 の深さ h_1 (より詳細には、主流溝本体部 3 1 a の深さ) よりも深くなっている。ここで、上述したように、各主流溝 3 1 の横断面形状および各連絡溝 5 1 の横断面形状が湾曲状に形成されている場合、溝 3 1、5 1 の深さは、その溝において最も深い位置における深さとする。連絡溝 5 1 の深さ h_3 は、例えば $10\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ としてもよい。

【0072】

本実施の形態においては、図 9 に示すように、主流溝 3 1 の交差部 P の深さ h_1' が、主流溝本体部 3 1 a の深さ h_1 よりも深くなっている。また、主流溝 3 1 の交差部 P の深さ h_1' は、連絡溝 5 1 の深さ h_3 よりも深くなっている。このような交差部 P の深さ h_1' は、例えば $20\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ としてもよい。交差部 P の深さ h_1' は、交差部 P において最も深い位置における深さとする。

【0073】

上述したように、連絡溝 5 1 の深さ h_3 が、主流溝 3 1 の主流溝本体部 3 1 a の深さ h_1 よりも深くなっていると同時に、主流溝 3 1 の交差部 P の深さ h_1' が、主流溝本体部 3 1 a の深さ h_1 よりも深くなっている。このことにより、交差部 P から連絡溝 5 1 を介して交差部 P にわたる領域に、主流溝本体部 3 1 a の深さ h_1 よりも深いバッファ領域 Q が形成されている。このバッファ領域 Q は、液状の作動液 2 を貯留可能になっている。通常、液流路部 3 0 の各主流溝 3 1 および各連絡溝 5 1 には、液状の作動液 2 が充填されて

いる。このため、バッファ領域Qの深さ(h_1' および h_3)が主流溝本体部31aの深さ h_1 よりも深くなっていることにより、バッファ領域Qに多くの作動液2を貯留することが可能になっている。上述のように、各主流溝31および各連絡溝51には作動液2が充填されることから、ペーパーチャンバ1の姿勢に関わることなく、バッファ領域Qには作動液2を貯留することができる。本実施の形態では、連絡溝51が第2方向Yで整列されていることから、バッファ領域Qは、第2方向Yに連続状に延びるように形成される。

【0074】

なお、ペーパーチャンバ1の各液流路部30には多数の交差部Pが形成されているが、そのうちの少なくとも1つの交差部Pの深さ h_1' が主流溝本体部31aの深さ h_1 (または連絡溝51の深さ h_3)よりも深くなっていれば、当該交差部Pにおける作動液2の貯留性能を向上させることができる。この貯留性能は、主流溝本体部31aの深さ h_1 よりも深い h_1' を有する交差部Pの箇所数が増えるにつれて向上するため、全ての交差部Pの深さ h_1' が同様の深さを有していることが好ましい。しかしながら、製造誤差などによって、一部の交差部Pの深さ h_1' が、主流溝本体部31aの深さ h_1 よりも深くなくても、作動液2の貯留性能を向上させることができることは明らかである。連絡溝51の深さ h_3 についても同様である。

【0075】

ここで、完成形のペーパーチャンバ1から主流溝31の幅、深さおよび連絡溝51の幅、深さを確認する方法について説明する。一般に、ペーパーチャンバ1の外部からは、主流溝31および連絡溝51は見えないようになっている。このため、完成形のペーパーチャンバ1を所望の位置で切断して得られた断面形状から、主流溝31および連絡溝51の幅、深さを確認する方法が挙げられる。

【0076】

具体的には、まず、ペーパーチャンバ1を10mm角片にワイヤーソーで切断して試料とした。続いて、蒸气流路凹部12、21および液流路部30(主流溝31および連絡溝51)に樹脂が入り込むように、試料を真空脱泡しながら樹脂包埋する。次に、所望の断面が得られるようにダイヤモンドナイフでトリミング加工する。この際、例えば、ミクロトーム(例えばライカマイクロシステムズ社製のウルトラミクロトーム)のダイヤモンドナイフを使用して、測定目的位置から40 μ m離れた部分までトリミング加工する。例えば、連絡溝51のピッチが200 μ mであるとする、測定目的としている連絡溝51の隣の連絡溝51から160 μ m削ることにより、測定目的としている連絡溝51から40 μ m離れた部分を特定することができる。次に、トリミング加工を行った切断面を削ることにより、観察用の切断面を作製する。この際、断面試料作製装置(例えばJ O E L社製のクロスセクションポリッシャー)を使用して、飛び出し幅を40 μ m、電圧を5kV、時間を6時間に設定し、イオンビーム加工にて切断面を削る。その後、得られた試料の切断面を観察する。この際、走査型電子顕微鏡(例えば、カールツァイス社製の走査型電子顕微鏡)を使用して、電圧を5kV、作動距離を3mm、観察倍率を200倍または500倍に設定し、切断面を観察する。このようにして、主流溝31および連絡溝51の幅、深さを測定することができる。なお、撮影時の観察倍率基準は、Polaroid 545とする。また、上述した方法は一例であり、サンプルの形状、構造等に応じて、使用する装置や、測定条件等は任意に決定することができる。

【0077】

上述したように、連絡溝51の幅 w_3 が、主流溝31の幅 w_1 よりも大きくなっている。このことにより、バッファ領域Qは、主流溝本体部31aよりも大きく開口した領域になっている。このため、図12に示す第2ハーフエッチング工程において、エッチング液は、主流溝本体部31aよりも、バッファ領域Qに多く入り込むようになる。この結果、バッファ領域Qでのエッチング液による浸食が進み、バッファ領域Qの深さが深くなる。そして、バッファ領域Qのうち交差部Pに相当する部分は、主流溝本体部31aに連通しているため、連絡溝51よりもエッチング液が入り込みやすくなっている。このことにより、交差部Pの深さ h_1' が、連絡溝51の深さ h_3 よりも深くなり得る。このようにし

て、図 9 に示すようなバッファ領域 Q が形成される。

【 0 0 7 8 】

ところで、上述した液流路部 3 0 は、下側金属シート 1 0 の下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a に形成されている。一方、本実施の形態では、上側金属シート 2 0 の上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a は、平坦状に形成されている。このことにより、液流路部 3 0 の各主流溝 3 1 は、平坦状の下面 2 2 a で覆われている。この場合、図 7 に示すように、主流溝 3 1 の第 1 方向 X に延びる一对の側壁 3 5、3 6 と上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a とにより、直角状あるいは鋭角状の 2 つの角部 3 7 を形成することができ、これら 2 つの角部 3 7 における毛細管作用を高めることができる。すなわち、主流溝 3 1 の横断面が湾曲状に形成されている場合であっても、角部 3 7 において毛細管作用を高めることができる。

10

【 0 0 7 9 】

同様に、液流路部 3 0 の各連絡溝 5 1 は、平坦状の下面 2 2 a で覆われている。この場合、図 6 および図 8 に示すように、連絡溝 5 1 の第 2 方向 Y に延びる一对の側壁 5 5、5 6 と上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a とにより、直角状あるいは鋭角状の 2 つの角部 5 7 を形成することができ、これら 2 つの角部 5 7 における毛細管作用を高めることができる。すなわち、連絡溝 5 1 の横断面が湾曲状に形成されている場合であっても、角部 5 7 において毛細管作用を高めることができる。

【 0 0 8 0 】

ここで、蒸気から凝縮した液状の作動液 2 は、後述するように、連絡溝 5 1 を通って主流溝 3 1 に入り込む。このため、連絡溝 5 1 の毛細管作用が高められることにより、凝縮した液状の作動液 2 をスムーズに各主流溝 3 1 に入り込ませることができる。すなわち、凝縮した液状の作動液 2 は、連絡溝 5 1 の毛細管作用によって、蒸气流路凹部 1 2、2 1 に近い側の主流溝 3 1 だけでなく、蒸气流路凹部 1 2、2 1 から遠い側の主流溝 3 1 にもスムーズに入り込むことができ、凝縮した液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。また、連絡溝 5 1 の幅 w_3 を主流溝 3 1 の幅 w_1 よりも大きくしていることにより、連絡溝 5 1 内における作動液 2 の流路抵抗を低減することができ、この点においても、凝縮した液状の作動液 2 を、各主流溝 3 1 にスムーズに入り込ませることができる。そして、各主流溝 3 1 に入り込んだ作動液 2 は、主流溝 3 1 の毛細管作用によって蒸発部 1 1 に向かってスムーズに輸送することができる。このため、液流路部 3 0 全体として、液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。

20

30

【 0 0 8 1 】

なお、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 に用いる材料は、熱伝導率が良好な材料であれば特に限られることはないが、例えば、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 は、銅（無酸素銅）または銅合金により形成されていることが好適である。このことにより、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 の熱伝導率を高めることができる。このため、ペーパーチャンバ 1 の放熱効率を高めることができる。あるいは、所望の放熱効率を得ることができれば、これらの金属シート 1 0 および 2 0 には、アルミニウム等の他の金属材料や、ステンレスなどの他の金属合金材料を用いることもできる。また、ペーパーチャンバ 1 の厚さは、0.1 mm ~ 1.0 mm である。図 3 では、下側金属シート 1 0 の厚さ T_1 および上側金属シート 2 0 の厚さ T_2 が等しい場合を示しているが、これに限られることはなく、下側金属シート 1 0 の厚さ T_1 と上側金属シート 2 0 の厚さ T_2 は、等しくなくてもよい。

40

【 0 0 8 2 】

次に、このような構成からなる本実施の形態の作用について説明する。ここでは、まず、ペーパーチャンバ 1 の製造方法について、図 1 0 乃至図 1 5 を用いて説明するが、上側金属シート 2 0 のハーフエッチング工程の説明は簡略化する。なお、図 1 0 乃至図 1 5 では、図 3 の断面図と同様の断面を示している。

【 0 0 8 3 】

まず、図 1 0 に示すように、準備工程として、平板状の金属材料シート M を準備する。

【 0 0 8 4 】

50

続いて、図 1 1 に示すように、金属材料シート M がハーフエッチングされて、密封空間 3 の一部を構成する下側蒸気流路凹部 1 2 が形成される。この場合、まず、金属材料シート M の上面 M a に図示しない第 1 レジスト膜が、フォトリソグラフィ技術によって、複数の下側流路壁部 1 3 および下側周縁壁 1 4 に対応するパターン状に形成される。続いて、第 1 ハーフエッチング工程として、金属材料シート M の上面 M a がハーフエッチングされる。このことにより、金属材料シート M の上面 M a のうち第 1 レジスト膜のレジスト開口（図示せず）に対応する部分がハーフエッチングされて、図 1 1 に示すような下側蒸気流路凹部 1 2、下側流路壁部 1 3 および下側周縁壁 1 4 が形成される。この際、図 2 および図 4 に示す下側注入流路凹部 1 7 も同時に形成され、また、図 4 に示すような外形輪郭形状を有するように金属材料シート M が上面 M a および下面からエッチングされて、所定の外形輪郭形状が得られる。第 1 ハーフエッチング工程の後、第 1 レジスト膜が除去される。なお、ハーフエッチングとは、材料を貫通しないような凹部を形成するためのエッチングを意味している。このため、ハーフエッチングにより形成される凹部の深さは、下側金属シート 1 0 の厚さの半分であることには限られない。エッチング液には、例えば、塩化第二鉄水溶液等の塩化鉄系エッチング液、または塩化銅水溶液等の塩化銅系エッチング液を用いることができる。

10

【 0 0 8 5 】

下側蒸気流路凹部 1 2 が形成された後、図 1 2 に示すように、下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a に液流路部 3 0 が形成される。

【 0 0 8 6 】

20

この場合、まず、下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a に、図示しない第 2 レジスト膜が、フォトリソグラフィ技術によって、液流路部 3 0 の液流路凸部 4 1 a に対応するパターン状に形成される。続いて、第 2 ハーフエッチング工程として、下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a がハーフエッチングされる。このことにより、当該上面 1 3 a のうち第 2 レジスト膜のレジスト開口（図示せず）に対応する部分がハーフエッチングされて、下側流路壁部 1 3 の上面 1 3 a に液流路部 3 0 が形成される。すなわち、当該上面 1 3 a に、各液流路凸部 4 1 a が形成される。これらの液流路凸部 4 1 a によって、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 が画定される。第 2 ハーフエッチング工程の後、第 2 レジスト膜が除去される。

【 0 0 8 7 】

このようにして、液流路部 3 0 が形成された下側金属シート 1 0 が得られる。なお、第 1 ハーフエッチング工程とは別の工程である第 2 ハーフエッチング工程として、液流路部 3 0 を形成することにより、下側蒸気流路凹部 1 2 の深さ h_0 とは異なる深さで主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 を容易に形成することが可能になる。しかしながら、下側蒸気流路凹部 1 2 と、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 は、同一のハーフエッチング工程で形成するようにしてもよい。この場合には、ハーフエッチング工程の回数を削減することができ、ペーパーチャンバ 1 の製造コストを低減可能になる。

30

【 0 0 8 8 】

一方、下側金属シート 1 0 と同様にして、上側金属シート 2 0 が下面 2 0 a からハーフエッチングされて、上側蒸気流路凹部 2 1、上側流路壁部 2 2 および上側周縁壁 2 3 が形成される。このようにして、上述した上側金属シート 2 0 が得られる。

40

【 0 0 8 9 】

次に、図 1 3 に示すように、仮止め工程として、下側蒸気流路凹部 1 2 を有する下側金属シート 1 0 と、上側蒸気流路凹部 2 1 を有する上側金属シート 2 0 とが仮止めされる。この場合、まず、下側金属シート 1 0 の下側アライメント孔 1 5（図 2 および図 4 参照）と上側金属シート 2 0 の上側アライメント孔 2 4（図 2 および図 5 参照）とを利用して、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とが位置決めされる。続いて、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とが固定される。固定の方法としては、特に限られることはないが、例えば、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とに対して抵抗溶接を行うことによって下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とを固定してもよい。この場合、図 1 1 に示すように、電極棒 4 0 を用いてスポット的に抵抗溶接を行うことが好適である。抵

50

抗溶接の代わりにレーザ溶接を行ってもよい。あるいは、超音波を照射して下側金属シート10と上側金属シート20とを超音波接合して固定してもよい。さらには、接着剤を用いてもよいが、有機成分を有しないか、若しくは有機成分が少ない接着剤を用いることが好適である。このようにして、下側金属シート10と上側金属シート20とが、位置決めされた状態で固定される。

【0090】

仮止めの後、図14に示すように、恒久接合工程として、下側金属シート10と上側金属シート20とが、拡散接合によって恒久的に接合される。拡散接合とは、接合する下側金属シート10と上側金属シート20とを密着させ、真空や不活性ガス中などの制御された雰囲気中で、各金属シート10、20を密着させる方向に加圧するとともに加熱して、接合面に生じる原子の拡散を利用して接合する方法である。拡散接合は、下側金属シート10および上側金属シート20の材料を融点に近い温度まで加熱するが、融点よりは低いため、各金属シート10、20が溶融して変形することを回避できる。より具体的には、下側金属シート10の下側周縁壁14の上面14aと上側金属シート20の上側周縁壁23の下面23aとが、接合面となって拡散接合される。このことにより、下側周縁壁14と上側周縁壁23とによって、下側金属シート10と上側金属シート20との間に密封空間3が形成される。また、下側注入流路凹部17（図2および図4参照）と上側注入流路凹部26（図2および図5参照）とによって、密封空間3に連通する作動液2の注入流路が形成される。さらに、下側金属シート10の下側流路壁部13の上面13aと、上側金属シート20の上側流路壁部22の下面22aとが、接合面となって拡散接合され、ペーパーチャンバ1の機械的強度が向上する。下側流路壁部13の上面13aに形成された液流路部30は、液状の作動液2の流路として残存する。

【0091】

恒久的な接合の後、図15に示すように、封入工程として、注入部4（図2参照）から密封空間3に作動液2が注入される。この際、まず、密封空間3が真空引きされて減圧され（例えば、5Pa以下、好ましくは1Pa以下）、その後に、作動液2が密封空間3に注入される。注入時、作動液2は、下側注入流路凹部17と上側注入流路凹部26とにより形成された注入流路を通過する。例えば、作動液2の封入量は、ペーパーチャンバ1内部の液流路部30の構成にもよるが、密封空間3の全体積に対して10%～40%としてもよい。

【0092】

作動液2の注入の後、上述した注入流路が封止される。例えば、注入部4にレーザを照射し、注入部4を部分的に溶融させて注入流路を封止するようにしてもよい。このことにより、密封空間3と外部との連通が遮断され、作動液2が密封空間3に封入される。このようにして、密封空間3内の作動液2が外部に漏洩することが防止される。なお、封止のためには、注入部4をかしてもよく（押圧して塑性変形させてもよく）、またはろう付けしてもよい。

【0093】

以上のようにして、本実施の形態によるペーパーチャンバ1が得られる。

【0094】

次に、ペーパーチャンバ1の作動方法、すなわち、デバイスDの冷却方法について説明する。

【0095】

上述のようにして得られたペーパーチャンバ1は、モバイル端末等のハウジングH内に設置されるとともに、下側金属シート10の下面10bに、被冷却対象物であるCPU等のデバイスDが取り付けられる。密封空間3内に注入された作動液2の量は少ないため、密封空間3内の液状の作動液2は、その表面張力によって、密封空間3の壁面、すなわち、下側蒸气流路凹部12の壁面、上側蒸气流路凹部21の壁面および液流路部30の壁面に付着する。

【0096】

この状態でデバイスDが発熱すると、下側蒸気流路凹部12のうち蒸発部11に存在する作動液2が、デバイスDから熱を受ける。受けた熱は潜熱として吸収されて作動液2が蒸発（気化）し、作動液2の蒸気が生成される。生成された蒸気の多くは、密封空間3を構成する下側蒸気流路凹部12内および上側蒸気流路凹部21内で拡散する（図4の実線矢印参照）。上側蒸気流路凹部21内および下側蒸気流路凹部12内の蒸気は、蒸発部11から離れ、蒸気の多くは、比較的温度の低いペーパーチャンバ1の周縁部に向かって輸送される。拡散した蒸気は、下側金属シート10および上側金属シート20に放熱して冷却される。下側金属シート10および上側金属シート20が蒸気から受けた熱は、ハウジング部材Ha（図3参照）を介して外部に伝達される。

【0097】

蒸気は、下側金属シート10および上側金属シート20に放熱することにより、蒸発部11において吸収した潜熱を失って凝縮する。凝縮して液状になった作動液2は、下側蒸気流路凹部12の壁面または上側蒸気流路凹部21の壁面に付着する。ここで、蒸発部11では作動液2が蒸発し続けているため、液流路部30のうち蒸発部11以外の部分における作動液2は、蒸発部11に向かって輸送される（図4の破線矢印参照）。このことにより、下側蒸気流路凹部12の壁面および上側蒸気流路凹部21の壁面に付着した液状の作動液2は、液流路部30に向かって移動し、液流路部30内に入り込む。すなわち、連絡溝51を通過して主流溝31に入り込む。ここで、上述したように、連絡溝51の幅w3が、主流溝31の幅w1よりも大きくなっているため、各連絡溝51内における作動液2の流路抵抗は小さくなっている。このため、各蒸気流路凹部12、21の壁面に付着した液状の作動液2は、連絡溝51を通過して各主流溝31にスムーズに入り込む。そして、各主流溝31および各連絡溝51に、液状の作動液2が充填される。このため、充填された作動液2は、各主流溝31の毛細管作用により、蒸発部11に向かう推進力を得て、蒸発部11に向かってスムーズに輸送される。

【0098】

液流路部30においては、各主流溝31が、対応する連絡溝51を介して、隣り合う他の主流溝31と連通している。このことにより、互いに隣り合う主流溝31同士で、液状の作動液2が往来し、主流溝31でドライアウトが発生することが抑制されている。このため、各主流溝31内の作動液2に毛細管作用が付与されて、作動液2は、蒸発部11に向かってスムーズに輸送される。

【0099】

蒸発部11に達した作動液2は、デバイスDから再び熱を受けて蒸発する。このようにして、作動液2が、相変化、すなわち蒸発と凝縮とを繰り返しながらペーパーチャンバ1内を還流してデバイスDの熱を移動させて放出する。この結果、デバイスDが冷却される。

【0100】

ところで、蒸発部11に向かう作動液2の一部は、交差部Pによって構成されるバッファ領域Qに引き込まれて貯留される。

【0101】

ここで、主流溝本体部31aでドライアウトが発生すると、バッファ領域Qに貯留されている作動液2が、このドライアウトの発生部に向かって移動する。より具体的には、主流溝本体部31aでドライアウトが発生した場合、そのドライアウトの発生部に最も近いバッファ領域Qから作動液2が、主流溝本体部31aの毛細管作用によってドライアウトの発生部に移動する。このことにより、ドライアウトの発生部に、作動液2が充填されてドライアウトが解消される。

【0102】

また、主流溝本体部31aにおいて、液状の作動液2中にその蒸気による気泡が発生した場合、その気泡は、下流側（蒸発部11の側）のバッファ領域Qに引き込まれて保持される。バッファ領域Qの深さが主流溝本体部31aの深さh1よりも深くなっているため、バッファ領域Qに引き込まれた気泡は、バッファ領域Qから主流溝本体部31aに移動

10

20

30

40

50

することが抑制される。このため、バッファ領域Qによって、主流溝本体部31aに発生した気泡を捕捉することができ、作動液2の蒸発部11への流れが気泡によって妨げられることを抑制できる。

【0103】

このように、本実施の形態によれば、連絡溝51の幅w3が、主流溝31の幅w1よりも大きくなっている。このことにより、各連絡溝51内における作動液2の流路抵抗を低減することができる。このため、蒸気から凝縮した液状の作動液2をスムーズに各主流溝31に入り込ませることができる。すなわち、蒸气流路凹部12、21に近い側の主流溝31だけでなく、蒸气流路凹部12、21から遠い側の主流溝31にもスムーズに入り込ませることができ、凝縮した液状の作動液2の輸送機能を向上させることができる。この結果、液状の作動液2の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。

10

【0104】

また、本実施の形態によれば、連絡溝51の深さh3は、主流溝31の深さh1よりも深くなっている。このことにより、各連絡溝51に、作動液2を貯留するバッファ領域Qを形成することができる。このため、主流溝31においてドライアウトが発生した場合には、バッファ領域Qに貯留された作動液2をドライアウトの発生部に移動させることができる。このため、ドライアウトを解消することができ、各主流溝31における作動液2の輸送機能を回復させることができる。また、主流溝31内に、気泡が発生した場合には、その気泡をバッファ領域Qに引き込ませて捕捉することができる。この点においても、各主流溝31における作動液2の輸送機能を回復させることができる。

20

【0105】

また、本実施の形態によれば、主流溝31の交差部Pの深さh1'が、主流溝本体部31aの深さh1よりも深くなっている。このことにより、バッファ領域Qを、交差部Pに延ばすことができる。このため、バッファ領域Qにおける作動液2の貯留量を増大させることができ、ドライアウトをより一層解消させやすくすることができる。

【0106】

また、本実施の形態によれば、液流路凸部41aの角部には、丸みを帯びた湾曲部45が設けられている。このことにより、各液流路凸部41aの角部を滑らかに湾曲状に形成することができ、液状の作動液2の流路抵抗を低減することができる。

【0107】

また、本実施の形態によれば、主流溝31の交差部Pの深さh1'は、連絡溝51の深さh3よりも深くなっている。このことにより、バッファ領域Qのうちドライアウトの発生部に近い側でバッファ領域Qの深さを深くすることができる。このため、貯留された作動液2を、ドライアウトの発生部にスムーズに移動させることができ、ドライアウトをより一層解消させやすくすることができる。

30

【0108】

なお、上述した本実施の形態においては、連絡溝51が整列する第2方向が、第1方向Xに直交する方向Yである例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、連絡溝51が整列する第2方向Yは、第1方向Xに交差する方向であれば、第1方向に直交していなくてもよい。

40

【0109】

また、上述した本実施の形態においては、各液流路部30の全体にわたって、液流路凸部41aが、矩形状で格子状に配置されている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、各液流路部30の一部の領域においては、液流路凸部41aが、図16～図19に示すような形状で配置されていてもよい。

【0110】

例えば、図16に示すように、連絡溝51が整列する方向が、第1方向Xおよび第2方向Yに対してそれぞれ傾斜していてもよい。この場合の連絡溝51の第1方向Xに対する傾斜角度は任意である。図16に示す例では、各液流路凸部41aの平面形状は、平行四辺形になっている。このような形状を矩形状のペーパーチャンバ1に採用した場合には

50

、ペーパーチャンバ１の平面外輪郭をなす４つの外縁１ａ、１ｂ（図２参照）と、連絡溝５１とが直交しなくなる。この場合には、第２方向Ｙに延びる折り線で折れ曲がるように変形することを防止することができ、液流路部３０の各溝３１、５１がつぶれることを防止できる。なお、図１６に示す液流路凸部４１ａの角部にも、図６に示す液流路凸部４１ａと同様にして丸みを帯びた湾曲部４５が形成されていてもよい。後述する図１７に示す液流路凸部４１ａおよび図１８に示す第２の液流路凸部６０においても同様である。

【０１１１】

図１７においては、図１６に示すような形状の液流路凸部４１ａが、一の主流溝３１Ｓに対して、線対称に形成されている。すなわち、基準となる主流溝３１Ｓに対して、液流路凸部４１ａが左右対称に形成されている。主流溝３１Ｓの一方の側における連絡溝５１の列と、他方の側における連絡溝５１の列とが、Ｖ字状をなしている。この場合、連絡溝５１を流れる液状の作動液２は図１７における下側に向かう速度成分を有しながら流れる。このため、主流溝３１に入り込みやすくなっている。そして、主流溝３１Ｓの一方の側における連絡溝５１を流れる作動液２と、他方の側における連絡溝５１を流れる作動液２は、主流溝３１Ｓの交差部Ｐにおいて合流し、第２方向Ｙの速度成分が喪失される。このため、連絡溝５１を流れる際に有していた下側に向かう速度成分によって、主流溝３１Ｓに入り込みやすくなっている。図１７の下側に蒸発部１１が配置されている場合には、作動液２の蒸発部１１への流れを強めることができ、作動液２の輸送機能を向上させることができる。また、図１６に示す例と同様にして、ペーパーチャンバ１の変形を防止することができる。

【０１１２】

図１８においては、液流路部３０に、液流路凸部４１ａの代わりに第２の液流路凸部６０が設けられており、この第２の液流路凸部６０の平面形状は、ひし形（または平行四辺形）になっている。互いに隣り合う第２の液流路凸部６０の間には、第１液流路溝６１と第２液流路溝６２とが形成されている。第１液流路溝６１が延びる方向と第２液流路溝６２が延びる方向は、第１方向Ｘおよび第２方向Ｙに対してそれぞれ傾斜し、交差している。これにより、第１液流路溝６１の列と第２液流路溝６２の列とは、Ｘ字状をなしている。第１液流路溝６１および第２液流路溝６２は、第２の液流路凸部６０が形成された領域の外側に形成された主流溝３１または連絡溝５１に連通している。第２の液流路凸部６０を液流路部３０の一部に設けた場合には、図１６に示す例と同様にして、ペーパーチャンバ１の変形を防止することができる。

【０１１３】

さらに、図１８に示す第２の液流路凸部６０の平面形状は、図１９に示すように楕円形にしてもよい。図１９に示す例においても、ペーパーチャンバ１の変形を防止することができる。

【０１１４】

また、上述した本実施の形態においては、上側金属シート２０の上側流路壁部２２が、ペーパーチャンバ１の第１方向Ｘに沿って細長状に延びている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、上側流路壁部２２の形状は任意である。例えば、上側流路壁部２２は、円柱状のボスとして形成されていてもよい。この場合においても、上側流路壁部２２は、下側流路壁部１３に平面視で重なるように配置して、上側流路壁部２２の下面２２ａを、下側流路壁部１３の上面１３ａに当接させることが好適である。

【０１１５】

また、上述した本実施の形態においては、上側金属シート２０が、上側蒸気流路凹部２１を有している例について説明したが、このことに限られることはなく、上側金属シート２０は、全体的に平板状に形成されて、上側蒸気流路凹部２１を有していなくてもよい。この場合には、上側金属シート２０の下面２０ａが、第２当接面として下側流路壁部１３の上面１３ａに当接するようになり、ペーパーチャンバ１の機械的強度を向上させることができる。また、上側金属シート２０の下面２０ａのエッチング加工を不要にできる。

【 0 1 1 6 】

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 10 が、下側蒸気流路凹部 12 と、液流路部 30 と、を有している例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、上側金属シート 20 が上側蒸気流路凹部 21 を有していれば、下側金属シート 10 は、下側蒸気流路凹部 12 を有することなく、液流路部 30 が、下側金属シート 10 の上面 10a に設けられていてもよい。この場合、図 20 に示すように、上面 10a のうち液流路部 30 が形成される領域は、上側流路壁部 22 に対向する領域に加えて、上側蒸気流路凹部 21 に対向する領域のうち上側流路壁部 22 を除く領域にも形成されていてもよい。この場合、液流路部 30 を構成する主流溝 31 の個数を増やすことができ、液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。しかしながら、液流路部 30 を形成する領域は、図 20 に示す形態に限られることはなく、液状の作動液 2 の輸送機能を確保することができれば任意である。また、図 20 に示す形態では、上側金属シート 20 の上側流路壁部 22 の下面 22a (当接面) は、蒸気流路を確保するために、上側金属シート 20 の下面 20a のうちの一部の領域に形成されており、下側金属シート 10 の上面 10a のうち液流路部 30 が形成された領域の一部に、上側流路壁部 22 の下面 22a が当接するようになる。

10

【 0 1 1 7 】

さらに、上述した本実施の形態においては、ペーパーチャンバ 1 を、主としてエッチングによって製造する例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、3Dプリンタで製造してもよい。例えば、ペーパーチャンバ 1 をまとめて一度に3Dプリンタで製造してもよく、あるいは、各金属シート 10、20 を別々に3Dプリンタで製造して、その後に接合してもよい。

20

【 0 1 1 8 】

(第2の実施の形態)

次に、図 21 および図 22 を用いて、本発明の第2実施の形態におけるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法について説明する。

【 0 1 1 9 】

図 21 および図 22 に示す第2の実施の形態においては、主流溝内に、主流溝凸部が突出しているとともに、連絡溝内に、連絡溝凸部が突出している点が主に異なり、他の構成は、図 1 乃至図 20 に示す第1の実施の形態と略同一である。なお、図 21 および図 22 において、図 1 乃至図 20 に示す第1の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

30

【 0 1 2 0 】

図 21 に示すように、本実施の形態においては、上側金属シート 20 は、下面 20a に設けられた複数の主流溝凸部 27 を有している。各主流溝凸部 27 は、下面 20a から下側金属シート 10 の主流溝 31 にそれぞれ突出している。主流溝凸部 27 の下端は、主流溝 31 の底部から離間しており、作動液 2 の流路は確保されている。また、各主流溝凸部 27 は、対応する主流溝 31 に沿って第1方向 X に延びるように形成されている。

40

【 0 1 2 1 】

主流溝凸部 27 の横断面は、湾曲状に形成されている。また、主流溝凸部 27 の側縁は、図 21 に示すように、主流溝 31 の側壁 35、36 に接する、または近接している。これにより、主流溝 31 の側壁 35、36 と上側流路壁部 22 の下面 22a とにより形成される角部 37 が、楔状 (または鋭角状) に形成されている。このようにして、主流溝 31 と主流溝凸部 27 とによって画定される流路断面 (第2方向 Y における流路断面) が、図 21 に示すように三日月状に形成されている。

【 0 1 2 2 】

また、図 22 に示すように、本実施の形態においては、上側金属シート 20 は、下面 20a に設けられた複数の連絡溝凸部 28 を有している。各連絡溝凸部 28 は、下面 20a から下側金属シート 10 の連絡溝 51 にそれぞれ突出している。連絡溝凸部 28 の下端は

50

、連絡溝 5 1 の底部から離間しており、作動液 2 の流路は確保されている。また、各連絡溝凸部 2 8 は、対応する連絡溝 5 1 に沿って第 2 方向 Y に延びるように形成されている。主流溝 3 1 の交差部 P において、上述した主流溝凸部 2 7 と連絡溝凸部 2 8 とが十字状に交差している。

【 0 1 2 3 】

連絡溝凸部 2 8 の横断面は、主流溝凸部 2 7 と同様に湾曲状に形成されている。また、連絡溝凸部 2 8 の側縁は、図 2 2 に示すように、連絡溝 5 1 の第 2 方向 Y に延びる一对の側壁 5 5、5 6 に接する、または当該側壁 5 5、5 6 に近接している。これにより、連絡溝 5 1 の側壁 5 5、5 6 と上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a とにより形成される角部 5 7 が、楔状（または鋭角状）に形成されている。このようにして、連絡溝 5 1 と連絡溝凸部 2 8 とによって画定される流路断面（第 1 方向 X における流路断面）が、図 2 2 に示すように三日月状に形成されている。なお、側壁 5 5、5 6 は、液流路凸部 4 1 a の上述した直線状部分 4 6 に対応している。

【 0 1 2 4 】

主流溝凸部 2 7 および連絡溝凸部 2 8 は、例えば、上側金属シート 2 0 をハーフエッチングして上側流路壁部 2 2 等を形成した後に、上側金属シート 2 0 を単体でプレス加工することによって形成することができる。あるいは、図 1 4 に示す恒久接合工程において、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とに与える加圧力を高めることによって主流溝凸部 2 7 および連絡溝凸部 2 8 を形成することができる。すなわち、加圧力を高めることにより、上側金属シート 2 0 の上側流路壁部 2 2 の一部を、主流溝 3 1 内および連絡溝 5 1 内に入り込ませることができ、これにより、湾曲状の横断面を有する主流溝凸部 2 7 および連絡溝凸部 2 8 を形成することができる。

【 0 1 2 5 】

このように、本実施の形態によれば、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a から下側金属シート 1 0 の主流溝 3 1 のうち対応する主流溝 3 1 に、主流溝凸部 2 7 が突出している。このことにより、主流溝 3 1 の側壁 3 5、3 6 と上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a とにより形成される角部 3 7 を、主流溝 3 1 の側壁 3 5、3 6 と主流溝凸部 2 7 とによって画定される微小な空間にすることができる。このため、角部 3 7 における毛細管作用を高めることができる。この結果、各主流溝 3 1 における液状の作動液 2 の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。とりわけ、各主流溝 3 1 の交差部 P を図 6 に示すようなバッファ領域 Q として構成する場合であっても、主流溝本体部 3 1 a における作動液 2 に、主流溝凸部 2 7 による毛細管作用により、蒸発部 1 1 に向かう高い推進力を与えることができ、作動液 2 の輸送機能を効果的に向上させることができる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施の形態によれば、主流溝凸部 2 7 の横断面が湾曲状に形成されている。このことにより、角部 3 7 を三日月形状の端部のような形状にすることができる。このため、角部 3 7 における毛細管作用をより一層高めることができる。

【 0 1 2 7 】

また、本実施の形態によれば、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a から下側金属シート 1 0 の対応する連絡溝 5 1 に、連絡溝凸部 2 8 が突出している。このことにより、連絡溝 5 1 の側壁 5 5、5 6 と上側流路壁部 2 2 の下面 2 2 a とにより形成される角部 5 7 を、連絡溝 5 1 の側壁 5 5、5 6 と連絡溝凸部 2 8 とによって画定される微小な空間にすることができる。このため、角部 5 7 における毛細管作用を高めることができる。

【 0 1 2 8 】

ここで、蒸気から凝縮した液状の作動液 2 は、上述したように、連絡溝 5 1 を通って主流溝 3 1 に入り込む。このため、連絡溝 5 1 の毛細管作用が高められることにより、凝縮した液状の作動液 2 をスムーズに各主流溝 3 1 に入り込ませることができる。すなわち、凝縮した液状の作動液 2 は、連絡溝 5 1 の毛細管作用によって、蒸气流路凹部 1 2、2 1 に近い側の主流溝 3 1 だけでなく、蒸气流路凹部 1 2、2 1 から遠い側の主流溝 3 1 にもスムーズに入り込むことができ、凝縮した液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることが

できる。また、連絡溝 5 1 の幅 w_3 を主流溝 3 1 の幅 w_1 よりも大きくしていることにより、連絡溝 5 1 内における作動液 2 の流路抵抗を低減することができ、この点においても、凝縮した液状の作動液 2 を、各主流溝 3 1 にスムーズに入り込ませることができる。そして、各主流溝 3 1 に入り込んだ作動液 2 は、主流溝 3 1 の毛細管作用によって蒸発部 1 1 に向かってスムーズに輸送することができる。このため、液流路部 3 0 全体として、液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。また、上述したように、連絡溝 5 1 の毛細管作用を高めることにより、ドライアウトが発生した場合には、連絡溝 5 1 の毛細管作用によって、主流溝 3 1 間で作動液 2 を往来させることができ、ドライアウトを解消することができる。

【0129】

10

また、本実施の形態によれば、連絡溝凸部 2 8 の横断面が湾曲状に形成されている。このことにより、角部 5 7 を三日月形状の端部のような形状にすることができる。このため、角部 5 7 における毛細管作用をより一層高めることができる。

【0130】

なお、上述した本実施の形態においては、主流溝 3 1 の横断面および連絡溝 5 1 の横断面が湾曲状に形成されている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、主流溝 3 1 の横断面および連絡溝 5 1 の横断面は、図示しないが、矩形状に形成されていてもよい。この場合においても、角部 3 7、5 7 における毛細管作用を高めることができ、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 における液状の作動液 2 の輸送機能を向上させることができる。横断面を矩形状にするためには、主流溝 3 1 および連絡溝 5 1 は、プレス加工や切削加工で形成されることが好ましい。

20

【0131】

また、上述した本実施の形態においては、連絡溝 5 1 の幅 w_3 が、主流溝 3 1 の幅 w_1 よりも大きくなっている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、各連絡溝 5 1 の幅 w_3 は、各主流溝 3 1 の幅 w_1 よりも大きくなくてもよい。すなわち、主流溝凸部 2 7 によって主流溝 3 1 の毛細管作用を高めて主流溝 3 1 における液状の作動液 2 の輸送機能を高めるという効果は、連絡溝 5 1 の幅 w_3 と主流溝 3 1 の幅 w_1 との大小関係とは無関係に発揮することができる。同様に、連絡溝凸部 2 8 によって連絡溝 5 1 の毛細管作用を高めて、凝縮した液状の作動液 2 の輸送機能を高めるという効果も、連絡溝 5 1 の幅 w_3 と主流溝 3 1 の幅 w_1 との大小関係とは無関係に発揮することができる。

30

【0132】

(第3の実施の形態)

次に、図 2 3 乃至図 2 8 を用いて、本発明の第 3 実施の形態におけるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法について説明する。

【0133】

図 2 3 乃至図 2 8 に示す第 3 の実施の形態においては、下側金属シートと上側金属シートとの間に中間金属シートが介在され、蒸气流路部が、上側金属シートの中間金属シートの側の面に設けられ、液流路部が、下側金属シートの中間金属シートの側の面に設けられ、中間金属シートに、蒸气流路部と液流路部とを連通する連通部が設けられている点が主に異なり、他の構成は、図 1 乃至図 2 0 に示す第 1 の実施の形態と略同一である。なお、図 2 3 乃至図 2 8 において、図 1 乃至図 2 0 に示す第 1 の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

40

【0134】

図 2 3 に示すように、本実施の形態においては、下側金属シート 1 0 (第 1 金属シート) と上側金属シート 2 0 (第 2 金属シート) との間に、中間金属シート 7 0 (第 3 金属シート) が介在されている。すなわち、本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 は、下側金属シート 1 0、中間金属シート 7 0 および上側金属シート 2 0 がこの順番で積層されている。中間金属シート 7 0 は、下側金属シート 1 0 上に設けられており、上側金属シート 2

50

0 は、中間金属シート 70 上に設けられている。なお、図 23 においては、図面を明瞭にするために、作動液 2 の図示を省略している。後述する図 26、図 31 および図 34 においても同様である。

【0135】

中間金属シート 70 は、下側金属シート 10 の側に設けられた下面 70a (第1面)と、下面 70a とは反対側に設けられ、上側金属シート 20 の側に設けられた上面 70b (第2面)と、を含んでいる。このうち下面 70a が、下側金属シート 10 の上面 10a に重ね合わされ、上面 70b が、上側金属シート 20 の下面 20a に重ね合わされている。下側金属シート 10 と中間金属シート 70 とは、拡散接合によって接合されており、中間金属シート 70 と上側金属シート 20 とは、拡散接合によって接合されている。中間金属シート 70 は、下側金属シート 10 および上側金属シート 20 と同様な材料で形成することができる。中間金属シート 70 の厚さは、例えば、10 μm ~ 300 μm である。

10

【0136】

密封空間 3 は、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間に形成されており、中間金属シート 70 にも密封空間 3 の一部が形成されている。本実施の形態では、密封空間 3 は、主として作動液 2 の蒸気が通る蒸気流路部 80 と、主として液状の作動液 2 が通る液流路部 30 と、を有している。蒸気流路部 80 と液流路部 30 は、作動液 2 が還流できるように連通している。蒸気流路部 80 は、下側蒸気流路凹部 12 (第1蒸気流路部)および上側蒸気流路凹部 21 (第2蒸気流路部)を有している。

【0137】

下側蒸気流路凹部 12 および液流路部 30 を含む下側金属シート 10 は、図 1 乃至図 20 に示す第 1 の実施の形態における下側金属シート 10 と同様の構成とすることができる。このため、ここでは詳細な説明は省略する。

20

【0138】

本実施の形態では、上側金属シート 20 には、液流路部 30 は設けられていない。また、上側金属シート 20 は、下面 20a に設けられた上側蒸気流路凹部 21 (第2蒸気流路部)を有している。上側蒸気流路凹部 21 内に、上側蒸気流路凹部 21 の底面 21a から下方(底面 21a に垂直な方向)に突出する複数の上側流路突出部 90 (第2流路突出部)が設けられている。上側流路突出部 90 は、ハーフエッチング工程においてエッチングされることなく、上側金属シート 20 の材料が残る部分である。

30

【0139】

図 23 に示すように、上側流路突出部 90 は、上側金属シート 20 の下面 20a と同一平面上に位置する下面 90a を有している。この下面 90a は、中間金属シート 70 の上面 70b に当接している。このことにより、密封空間 3 の減圧時におけるベーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図っている。

【0140】

図 24 に示すように、本実施の形態では、上側流路突出部 90 は、平面視で、千鳥状に配置されている。このことにより、上側流路突出部 90 の周囲を作動液 2 の蒸気が流れるように構成されており、蒸気の流れが妨げられることを抑制している。また、上側流路突出部 90 の下面の平面形状が、円形状になっており、この点においても、作動液 2 の蒸気の流れが妨げられることを抑制している。なお、上側流路突出部 90 の平面形状は、作動液 2 の蒸気の流れが妨げられることを抑制できれば、円形状であることに限られない。

40

【0141】

図 25 に示すように、中間金属シート 70 に、上側蒸気流路凹部 21 と液流路部 30 とを連通する連通孔 71 (連通部)が設けられている。連通孔 71 は、中間金属シート 70 を貫通しており、上述した密封空間 3 の一部を構成している。また、連通孔 71 は、平面視で、互いに隣り合う上側流路突出部 90 の間に配置されており、連通孔 71 は、平面視で、千鳥状に配置されている。

【0142】

図 23 に示すように、連通孔 71 は、中間金属シート 70 の上面 70b から下面 70a

50

にわたって延びている。このことにより、上側蒸気流路凹部 21 において作動液 2 の蒸気から凝縮して生成された液状の作動液 2 は、連通孔 71 を通って、液流路部 30 の主流溝 31 に入り込むように構成されている。一方、蒸発部 11 において蒸発した作動液 2 の蒸気は、下側蒸気流路凹部 12 で拡散されるだけでなく、連通孔 71 を通って上側蒸気流路凹部 21 にも拡散できるようになっている。

【0143】

連通孔 71 は、中間金属シート 70 の上面 70b からエッチングされることによって形成されてもよい。この場合、連通孔 71 は、下面 70a に向かって膨らむような形状で湾曲していてもよい。あるいは、連通孔 71 は、中間金属シート 70 の下面 70a からエッチングされてもよく、この場合には、上面 70b に向かって膨らむような形状で湾曲していてもよい。さらには、連通孔 71 は、下面 70a からのハーフエッチングと上面 70b からのハーフエッチングとで形成されていてもよい。この場合には、連通孔 71 のうち上面 70b の側の部分と下面 70a の側の部分とで、形状または大きさを異ならせてもよい。本実施の形態では、図 25 に示すように、連通孔 71 の平面形状が円形状になっている例が示されている。連通孔 71 の直径 ϕ を、上面 70b から下面 70a にわたる範囲における最小直径とした場合、連通孔 71 の直径 ϕ は、例えば、 $50\mu\text{m} \sim 2000\mu\text{m}$ としてもよい。なお、連通孔 71 の平面形状は、円形状に限られることはない。

【0144】

図 25 に示すように、本実施の形態においては、連通孔 71 は、平面視で、互いに隣り合う一対の下側蒸気通路 81 のうちの一方の下側蒸気通路 81 の一部と他方の下側蒸気通路 81 の一部に重なっている。このことにより、互いに隣り合う一対の下側蒸気通路 81 が、連通孔 71 を介して連通している。このため、連通孔 71 の流路断面積を増大させることができ、作動液 2 の蒸気を上側蒸気流路凹部 21 にスムーズに拡散させることができる。なお、連通孔 71 は、3 つ以上の下側蒸気通路 81 の各々の一部に重なって、これらの下側蒸気通路 81 を連通するようにしてもよい。

【0145】

また、図 25 に示すように、中間金属シート 70 には、各金属シート 10、20、70 を位置決めするための中間アライメント孔 72 が設けられている。すなわち、各中間アライメント孔 72 は、仮止め時に、上述した各下側アライメント孔 15 および上側アライメント孔 24 にそれぞれ重なるように配置され、各金属シート 10、20、70 の位置決めが可能になっている。

【0146】

なお、本実施の形態においては、注入部 4 は、図 1 乃至図 20 に示す第 1 の実施の形態の注入部 4 と同様に形成してもよい。この場合、中間金属シート 70 に、注入突出部（図示せず）を設けて、この注入突出部に注入流路を設けてもよい。あるいは、下側金属シート 10 または上側金属シート 20 に注入孔を設けて、この注入孔から作動液 2 を注入するようにしてもよい。

【0147】

また、本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 は、下側金属シート 10 の下側蒸気流路凹部 12 および液流路部 30 と、上側金属シート 20 の上側蒸気流路凹部 21 は、図 1 乃至図 20 に示す第 1 の実施の形態と同様に形成することができる。また、中間金属シート 70 の連通孔 71 も、エッチングによって形成することができる。その後、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 とを、中間金属シート 70 を介して接合する。すなわち、下側金属シート 10 と中間金属シート 70 とを拡散接合するとともに、上側金属シート 20 と中間金属シート 70 とを拡散接合する。このことにより、密封空間 3 が形成される。なお、下側金属シート 10 と中間金属シート 70 と上側金属シート 20 とを一度に拡散接合するようにしてもよい。

【0148】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間に中間金属シート 70 が介在され、上側金属シート 20 の下面 20a に上側蒸気流路凹部 2

1 が設けられ、下側金属シート 10 の上面 10 a に液流路部 30 が設けられている。そして、中間金属シート 70 に、上側蒸気流路凹部 21 と液流路部 30 とを連通する連通孔 71 が設けられている。このことにより、3 つの金属シート 10、20、70 でペーパーチャンバ 1 を構成する場合であっても、密封空間 3 内で、作動液 2 を、相変化を繰り返しながらペーパーチャンバ 1 内を還流させて、デバイス D の熱を移動させて放出することができる。また、上側金属シート 20 の上側蒸気流路凹部 21 が広く連通しているため、作動液 2 の蒸気の拡散をスムーズに行うことができ、熱輸送効率を向上させることができる。

【0149】

また、本実施の形態によれば、図 1 乃至図 20 に示す第 1 の実施の形態と同様の液流路部 30 が、下側金属シート 10 の上面 10 a に設けられている。このことにより、液状の作動液 2 の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。

10

【0150】

なお、図 23 に示す例では、下側蒸気流路凹部 12 の横断面形状および上側蒸気流路凹部 21 の横断面形状が、矩形状に形成されている例を示している。しかしながら、このことに限られることはなく、蒸気流路凹部 12、21 の横断面形状は、湾曲状に形成されていてもよい。また、液流路部 30 の主流溝 31 および連絡溝 51 についても同様である。

【0151】

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間に、1 つの中間金属シート 70 が介在されている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間には、2 つ以上の中間金属シート 70 が介在されていてもよい。

20

【0152】

また、上述した本実施の形態においては、上側金属シート 20 が、上側蒸気流路凹部 21 を有している例について説明したが、このことに限られることはなく、図 26 に示すように、中間金属シート 70 の上面 70 b に、中間蒸気流路凹部 75 (第 2 蒸気流路部) が設けられるようにしてもよい。この中間蒸気流路凹部 75 は、例えば、上側蒸気流路凹部 21 を上下反転したような形状を有していてもよい。すなわち、中間蒸気流路凹部 75 内に、上側流路壁部 22 と同様な中間流路壁部 76 が設けられていてもよい。中間蒸気流路凹部 75 は、上述した連通孔 71 と連通している。また、上側金属シート 20 は、図 26 に示すように、全体的に平板状に形成されて、上側蒸気流路凹部 21 を有していないようにしてもよい。あるいは、図 23 に示すような上側蒸気流路凹部 21 (第 2 蒸気流路部) が上側金属シート 20 に設けられていてもよい。この場合、第 2 蒸気流路部が上側金属シート 20 および中間金属シート 70 の両方に設けられることになる。

30

【0153】

また、上述した本実施の形態においては、図 27 に示すように、中間金属シート 70 が、下面 70 a に設けられた複数の主流溝凸部 77 を有していてもよい。各主流溝凸部 77 は、下面 70 a から下側金属シート 10 の主流溝 31 にそれぞれ突出している。主流溝凸部 77 は、第 2 の実施の形態における主流溝凸部 27 と同様に形成することができる。また、図 28 に示すように、中間金属シート 70 が、下面 70 a に設けられた複数の連絡溝凸部 78 を有していてもよい。各連絡溝凸部 78 は、下面 70 a から下側金属シート 10 の連絡溝 51 にそれぞれ突出している。連絡溝凸部 78 は、第 2 の実施の形態における連絡溝凸部 28 と同様に形成することができる。

40

【0154】

(第 4 の実施の形態)

次に、図 29 および図 30 を用いて、本発明の第 4 実施の形態におけるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法について説明する。

【0155】

図 29 および図 30 に示す第 4 の実施の形態においては、上側流路突出部および連通孔が、第 1 方向に沿って細長状に延びている点が主に異なり、他の構成は、図 23 乃至図 2

50

8に示す第3の実施の形態と略同一である。なお、図29および図30において、図23乃至図28に示す第3の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0156】

図29に示すように、本実施の形態においては、上側金属シート20に設けられた上側流路突出部90（第2流路突出部）は、図1乃至図20に示す第1の実施の形態における上側流路壁部22と同様に構成されている。このため、以下では、上側流路突出部90を上側流路壁部22と記し、上側流路突出部90を含む上側金属シート20についての詳細な説明は省略する。

【0157】

図30に示すように、本実施の形態においては、中間金属シート70に設けられた連通孔71は、第1方向Xに沿って細長状に延びるように形成されている。本実施の形態においても、連通孔71は、平面視で、互いに隣り合う上側流路壁部22の間に配置されている。連通孔71の幅w4（第2方向Yの寸法）は、例えば、50 μ m～1500 μ mとしてもよい。ここで、連通孔71の幅w4は、上面70bから下面70aにわたる範囲における最小幅とする。

【0158】

本実施の形態における連通孔71は、平面視で、下側蒸気流路凹部12の一下側蒸気通路81に重なっている。そして、連通孔71には、平面視で、当該下側蒸気通路81に重なる上側蒸気流路凹部21の上側蒸気通路83も重なっている。すなわち、互いに重なる下側蒸気通路81と上側蒸気通路83の間に、これらに重なるように連通孔71が設けられている。このため、下側蒸気通路81内の作動液2の蒸気は、速やかに連通孔71を介して上側蒸気通路83に達することができ、上側蒸気通路83にスムーズに拡散することができる。

【0159】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート10と上側金属シート20との間に中間金属シート70が介在され、上側金属シート20の下面20aに上側蒸気流路凹部21が設けられ、下側金属シート10の上面10aに液流路部30が設けられている。そして、中間金属シート70に、上側蒸気流路凹部21と液流路部30とを連通する連通孔71が設けられている。このことにより、3つの金属シート10、20、70でペーパーチャンバ1を構成する場合であっても、密封空間3内で、作動液2を、相変化を繰り返しながらペーパーチャンバ1内を還流させて、デバイスDの熱を移動させて放出することができる。

【0160】

また、本実施の形態によれば、図1乃至図20に示す第1の実施の形態と同様の液流路部30が、下側金属シート10の上面10aに設けられている。このことにより、液状の作動液2の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。

【0161】

（第5の実施の形態）

次に、図31乃至図36を用いて、本発明の第5実施の形態におけるペーパーチャンバ、電子機器、ペーパーチャンバ用金属シートおよびペーパーチャンバの製造方法について説明する。

【0162】

図31乃至図36に示す第5の実施の形態においては、下側金属シートと上側金属シートとの間に中間金属シートが介在され、蒸気流路部が、中間金属シートの上面に設けられ、液流路部が、中間金属シートの下面に設けられている点が主に異なり、他の構成は、図23乃至図28に示す第3の実施の形態と略同一である。なお、図31乃至図36において、図23乃至図28に示す第3の実施の形態と同一部分には同一符号を付して詳細な説明は省略する。

【0163】

図 3 1 に示すように、本実施の形態においては、蒸気流路部 8 0 は、中間金属シート 7 0 の上面 7 0 b に設けられている。すなわち、本実施の形態による蒸気流路部 8 0 は、中間金属シート 7 0 の上面 7 0 b から下面 7 0 a に延びるように形成されており、中間金属シート 7 0 を貫通している。液流路部 3 0 は、中間金属シート 7 0 の下面 7 0 a に設けられている。このため、本実施の形態による中間金属シート 7 0 は、ウィックシートと称する場合もある。蒸気流路部 8 0 と液流路部 3 0 は、作動液 2 が還流できるように連通している。

【 0 1 6 4 】

図 3 2 および図 3 3 に示すように、中間金属シート 7 0 は、平面視で矩形枠状に形成された枠体部 7 3 と、枠体部 7 3 内に設けられた複数のランド部 7 4 と、を有している。枠体部 7 3 およびランド部 7 4 は、中間金属シート 7 0 をエッチングする際にエッチングされることなく中間金属シート 7 0 の材料が残る部分である。ランド部 7 4 は、第 1 方向 X に沿って細長状に延びており、蒸気流路部 8 0 内に複数配置されている。ランド部 7 4 は、図示しない支持部を介して、互いに支持されているとともに、枠体部 7 3 に支持されている。支持部は、後述する中間蒸気通路 8 5 内を流れる作動液 2 の蒸気の流れが妨げられることを抑制するように形成されている。例えば、支持部は、図 3 1 の上下方向において中間金属シート 7 0 の上面 7 0 b から下面 7 0 a にわたる範囲の一部に形成されるようにしてもよい。

【 0 1 6 5 】

蒸気流路部 8 0 は、ランド部 7 4 によって区画された複数の中間蒸気通路 8 5 (第 3 蒸気通路) を含んでいる。中間蒸気通路 8 5 は、第 1 方向 X に沿って細長状に延びており、互いに平行に配置されている。各中間蒸気通路 8 5 の両端部は、第 2 方向 Y に沿って細長状に延びる中間連絡蒸気通路 8 6 に連通しており、各中間蒸気通路 8 5 が、中間連絡蒸気通路 8 6 を介して連通している。このようにして、各ランド部 7 4 の周囲 (中間蒸気通路 8 5 および中間連絡蒸気通路 8 6) を作動液 2 の蒸気が流れて、蒸気流路部 8 0 の周縁部に向かって蒸気が輸送されるように構成されており、蒸気の流れが妨げられることを抑制している。なお、図 3 1 においては、中間蒸気通路 8 5 の横断面 (第 2 方向 Y における断面) 形状が、矩形状になっている。しかしながら、このことに限られることはなく、中間蒸気通路 8 5 の横断面形状は、例えば、湾曲状、半円状、V 字状であってもよく、作動液 2 の蒸気を拡散することができれば任意である。中間連絡蒸気通路 8 6 も同様である。中間蒸気通路 8 5 および中間連絡蒸気通路 8 6 は、図 2 3 乃至図 2 8 に示す第 3 の実施の形態における連通孔 7 1 と同様にエッチングで形成することができ、連通孔 7 1 と同様な横断面形状を有することができる。

【 0 1 6 6 】

中間金属シート 7 0 のランド部 7 4 の幅 w 5 (第 2 方向 Y の寸法) は、上面 7 0 b から下面 7 0 a にわたる範囲における最大寸法とした場合、例えば、 $50\ \mu\text{m} \sim 2000\ \mu\text{m}$ としてもよい。中間蒸気通路 8 5 の幅 w 6 (第 2 方向 Y の寸法) は、上面 7 0 b から下面 7 0 a にわたる範囲における最小寸法とした場合、例えば、 $50\ \mu\text{m} \sim 2000\ \mu\text{m}$ としてもよい。中間連絡蒸気通路 8 6 の幅 (第 1 方向 X の寸法) も同様である。

【 0 1 6 7 】

液流路部 3 0 は、中間金属シート 7 0 の下面 7 0 a において、ランド部 7 4 に設けられている。すなわち、ランド部 7 4 の下面に液流路部 3 0 が設けられている。

【 0 1 6 8 】

本実施の形態における下側金属シート 1 0 の上面 1 0 a には、下側蒸気流路凹部 1 2 は設けられておらず、液流路部 3 0 も設けられていない。当該上面 1 0 a は、平坦状に形成されている。同様に、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a には、上側蒸気流路凹部 2 1 は設けられておらず、液流路部 3 0 も設けられていない。当該下面 2 0 a は、平坦状に形成されている。本実施の形態による下側金属シート 1 0 の厚さおよび上側金属シート 2 0 の厚さは、例えば、 $8\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ である。

【 0 1 6 9 】

また、本実施の形態によるペーパーチャンバ１は、中間金属シート７０の蒸気流路部８０と液流路部３０とを、エッチングによって形成することができる。その後、下側金属シート１０と上側金属シート２０とを、中間金属シート７０を介して接合する。すなわち、下側金属シート１０と中間金属シート７０とを拡散接合するとともに、上側金属シート２０と中間金属シート７０とを拡散接合する。このことにより、密封空間３が形成される。なお、下側金属シート１０と中間金属シート７０と上側金属シート２０とを一度に拡散接合するようにしてもよい。

【０１７０】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート１０と上側金属シート２０との間に中間金属シート７０が介在され、中間金属シート７０の上面７０ｂに蒸気流路部８０が設けられ、中間金属シート７０の下面７０ａに液流路部３０が設けられている。このことにより、３つの金属シート１０、２０、７０でペーパーチャンバ１を構成する場合であっても、密封空間３内で、作動液２を、相変化を繰り返しながらペーパーチャンバ１内を還流させて、デバイスＤの熱を移動させて放出することができる。

【０１７１】

また、本実施の形態によれば、下側金属シート１０と上側金属シート２０との間に介在された中間金属シート７０の上面７０ｂに、蒸気流路部８０が設けられ、下面７０ａに、液流路部３０が設けられている。このことにより、下側金属シート１０および上側金属シート２０への、蒸気流路や液流路を形成するためのエッチング加工を不要にできる。すなわち、エッチング加工を行う部材の点数を削減することができる。このため、ペーパーチャンバ１の製造工程を簡素化し、ペーパーチャンバ１を簡易に製造することができる。また、蒸気流路部８０と液流路部３０が中間金属シート７０に形成されているため、蒸気流路部８０と液流路部３０とは、エッチング加工時に精度良く位置決めすることができる。このため、組立工程において、蒸気流路部８０と液流路部３０とを位置合わせすることを不要にできる。この結果、ペーパーチャンバ１を簡易に製造することができる。また、蒸気流路の高さ（あるいは深さ）を、中間金属シート７０の厚みで画定することができる。ペーパーチャンバ１を簡易に製造することができる。

【０１７２】

また、本実施の形態によれば、図１乃至図２０に示す第１の実施の形態と同様の液流路部３０が、中間金属シート７０の下面７０ａに設けられている。このことにより、液状の作動液２の輸送機能を向上させ、熱輸送効率を向上させることができる。

【０１７３】

また、本実施の形態によれば、蒸気流路部８０は、中間金属シート７０の上面７０ｂから下面７０ａに延びている。このことにより、蒸気流路部８０の流路抵抗を低減することができる。このため、蒸気流路部８０において作動液２の蒸気から凝縮して生成された液状の作動液２を、スムーズに液流路部３０の主流溝３１に入り込ませることができる。一方、蒸発部１１において蒸発した作動液２の蒸気を、蒸気流路部８０にスムーズに拡散することができる。

【０１７４】

なお、上述した本実施の形態においては、液流路部３０が、中間金属シート７０の下面７０ａに設けられている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、図３４に示すように、液流路部３０は、下面７０ａだけでなく、上面７０ｂにも設けられていてもよい。この場合、液状の作動液２を蒸発部１１または中間金属シート７０のうち蒸発部１１に近い部分に輸送する流路を増やすことができ、液状の作動液２の輸送効率を向上させることができる。このため、ペーパーチャンバ１の熱輸送効率を向上させることができる。

【０１７５】

また、上述した本実施の形態においては、蒸気流路部８０が、中間金属シート７０の上面７０ｂから下面７０ａに延びるように形成されている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、蒸気流路部８０が、図１乃至図２０に示す下側蒸気

10

20

30

40

50

流路凹部 12 のように、あるいは、図 23 および図 24 に示す上側蒸気流路凹部 21 のように、中間金属シート 70 の上面 70b に凹状に形成されていてもよい。この場合、中間金属シート 70 に、蒸気流路部 80 を液流路部 30 に連通する連通孔（図示せず）が設けられていてもよい。

【0176】

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間に、1つの中間金属シート 70 が介在されている例について説明した。しかしながら、このことに限られることはなく、下側金属シート 10 と中間金属シート 70 との間に、図示しない他の金属シートが介在されていてもよく、上側金属シート 20 と中間金属シート 70 との間に、図示しない他の金属シートが介在されていてもよい。

10

【0177】

また、上述した本実施の形態においては、図 35 に示すように、下側金属シート 10 が、上面 10a に設けられた複数の主流溝凸部 18 を有していてもよい。各主流溝凸部 18 は、上面 10a から中間金属シート 70 の主流溝 31 にそれぞれ突出している。主流溝凸部 18 は、第 2 の実施の形態における主流溝凸部 27 と同様に形成することができる。また、図 36 に示すように、下側金属シート 10 が、上面 10a に設けられた複数の連絡溝凸部 19 を有していてもよい。各連絡溝凸部 19 は、上面 10a から中間金属シート 70 の連絡溝 51 にそれぞれ突出している。連絡溝凸部 19 は、第 2 の実施の形態における連絡溝凸部 28 と同様に形成することができる。

【0178】

20

本発明は上記各実施の形態および各変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では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、上記各実施の形態および各変形例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、種々の発明を形成できる。各実施の形態および各変形例に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。また、上記各実施の形態および各変形例では、下側金属シート 10 の構成と、上側金属シート 20 の構成とを入れ替えてもよい。

【符号の説明】

【0179】

- 1 ペーパーチャンバ
- 2 作動液
- 3 密封空間
- 10 下側金属シート
- 12 下側蒸気流路凹部
- 12a 底面
- 13 下側流路壁部
- 13a 上面
- 20 上側金属シート
- 21 上側蒸気流路凹部
- 21a 底面
- 22 上側流路壁部
- 22a 下面
- 27 主流溝凸部
- 28 連絡溝凸部
- 30 液流路部
- 31 主流溝
- 41 凸部列
- 41a 液流路凸部
- 51 連絡溝
- 70 中間金属シート
- 70a 下面

30

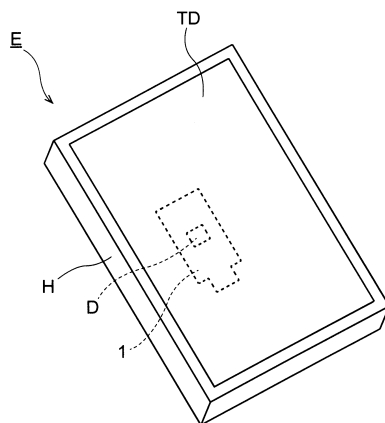
40

50

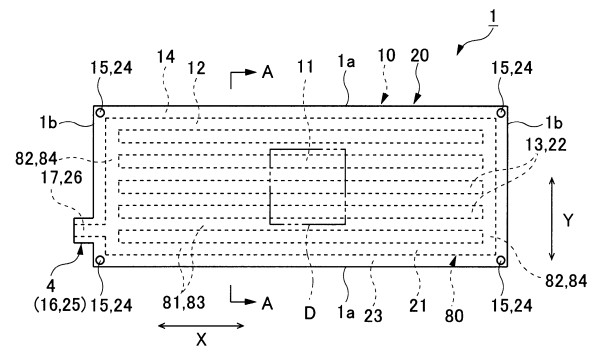
- 7 0 b 上面
 7 1 連通孔
 8 0 蒸気流路部
 8 1 下側蒸気通路
 9 0 上側流路突出部
 D デバイス
 E 電子機器
 Hハウジング
 P 交差部
 Q バッファ領域
 X 第 1 方向
 Y 第 2 方向

10

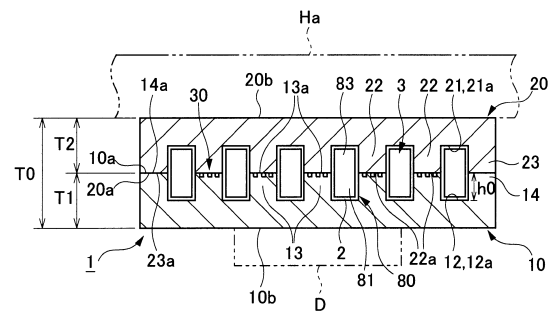
【図 1】



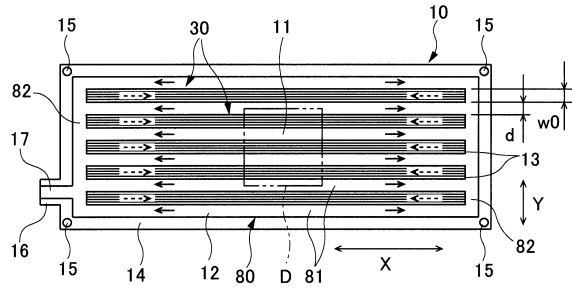
【図 2】



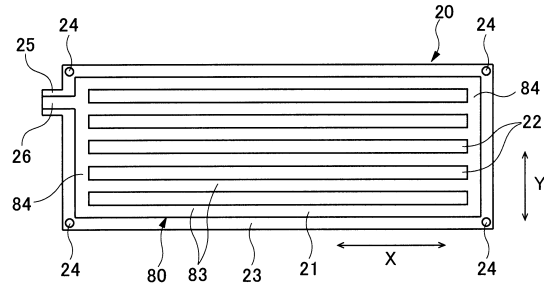
【図 3】



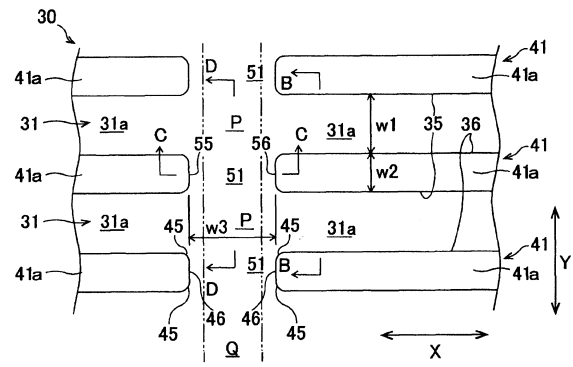
【図 4】



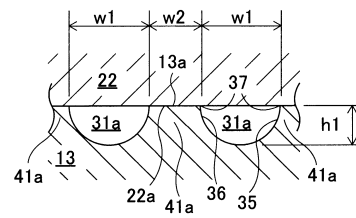
【図 5】



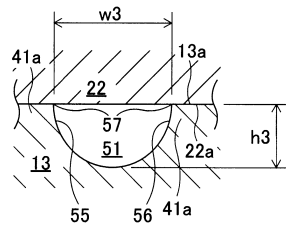
【図 6】



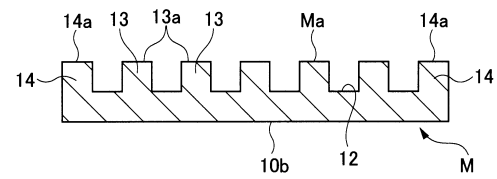
【図 7】



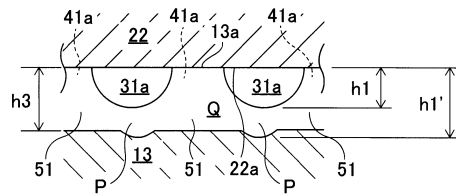
【図 8】



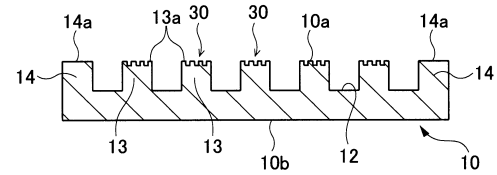
【図 1 1】



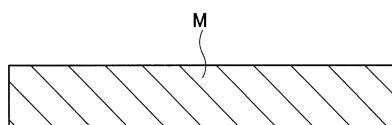
【図 9】



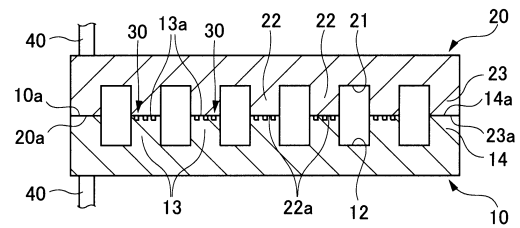
【図 1 2】



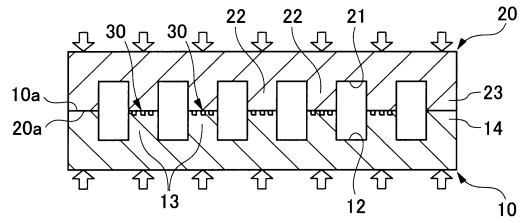
【図 1 0】



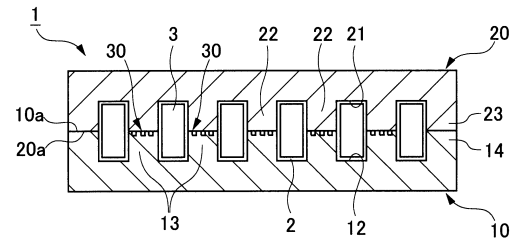
【図 1 3】



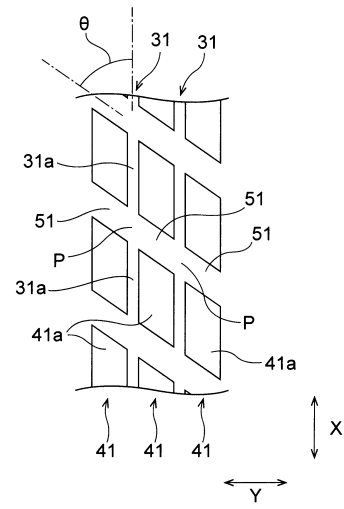
【図 14】



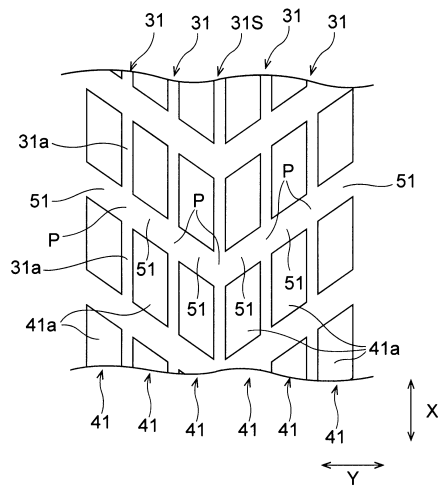
【図 15】



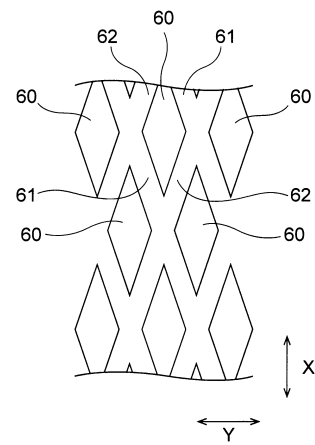
【図 16】



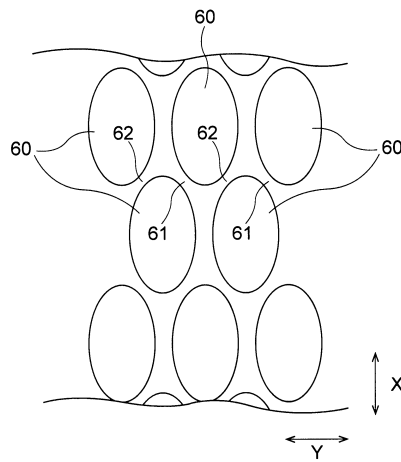
【図 17】



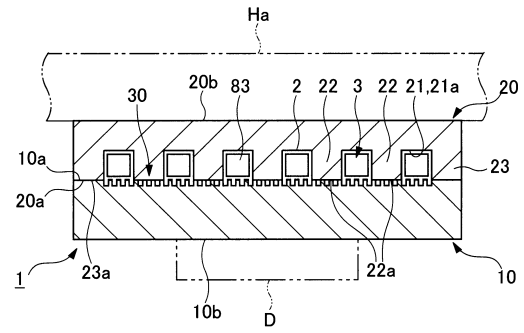
【図 18】



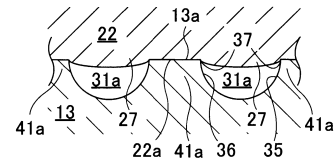
【図 19】



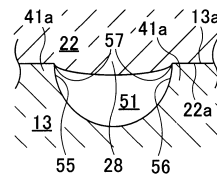
【図 20】



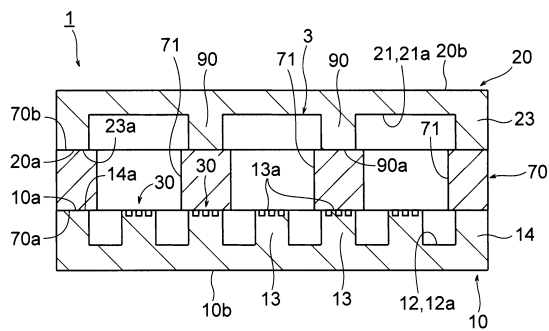
【図 21】



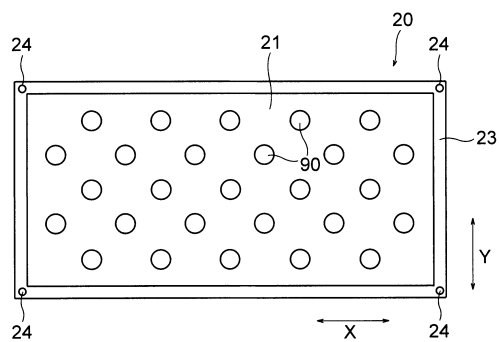
【図 22】



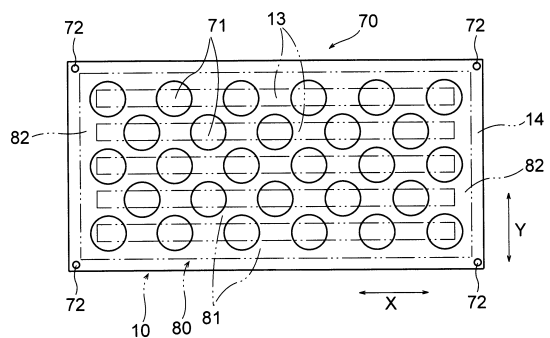
【図 23】



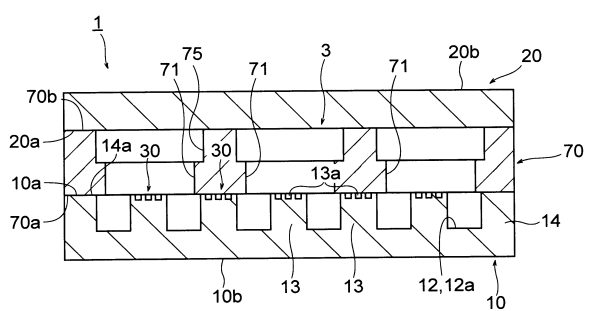
【図 24】



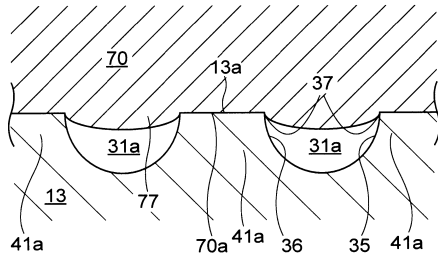
【図 25】



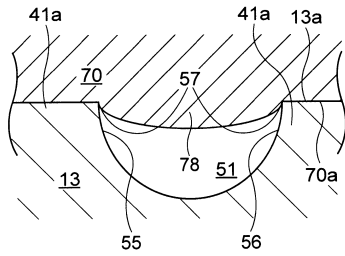
【図 26】



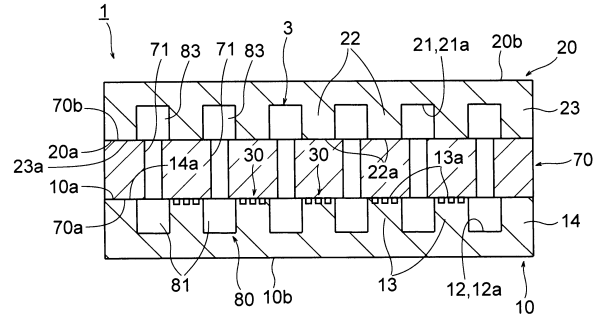
【図 27】



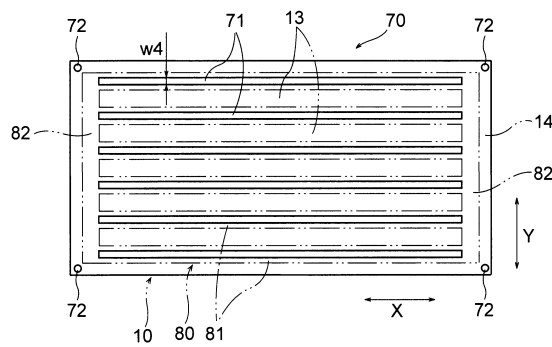
【図 28】



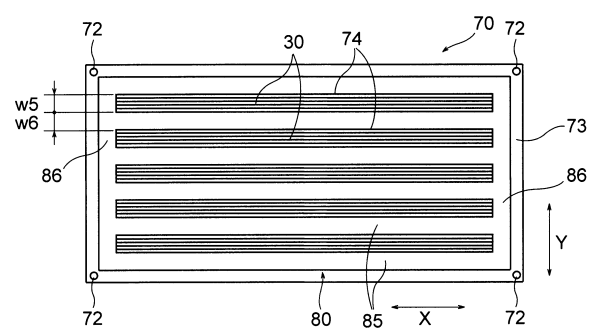
【図 29】



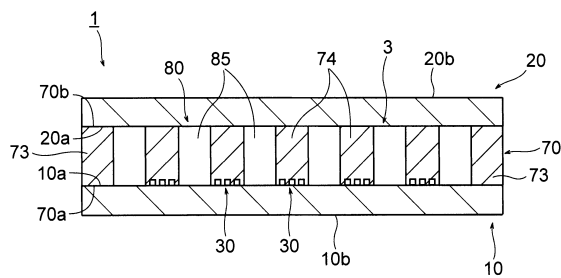
【図 30】



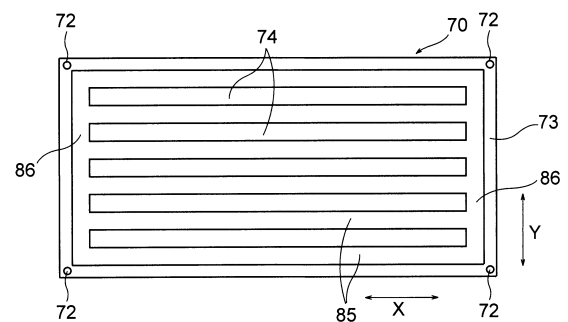
【図 32】



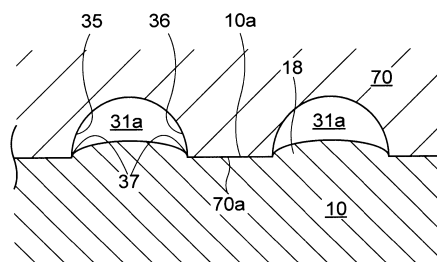
【図 31】



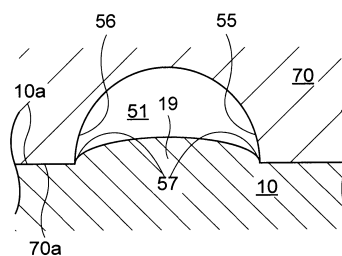
【図 33】



【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 23/46 B
H 0 5 K 7/20 Q

(72)発明者 高橋 伸一郎
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
(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 西塚 祐斗

(56)参考文献 国際公開第2018/155641(WO, A1)
特開2007-266153(JP, A)
特開2007-212028(JP, A)
特開2007-315745(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0018137(US, A1)
中国実用新案第204478896(CN, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 2 8 D 1 5 / 0 2
F 2 8 D 1 5 / 0 4
H 0 1 L 2 3 / 4 2 7
H 0 5 K 7 / 2 0