

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7598566号
(P7598566)

(45)発行日 令和6年12月12日(2024.12.12)

(24)登録日 令和6年12月4日(2024.12.4)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 D 15/02 (2006.01)

F 2 8 D 15/02 1 0 1 H

F 2 8 D 15/04 (2006.01)

F 2 8 D 15/04 B

請求項の数 21 (全47頁)

(21)出願番号	特願2023-177714(P2023-177714)	(73)特許権者	000002897
(22)出願日	令和5年10月13日(2023.10.13)		大日本印刷株式会社
(62)分割の表示	特願2022-137306(P2022-137306)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
)の分割	(74)代理人	100120031
原出願日	平成30年8月24日(2018.8.24)		弁理士 宮嶋 学
(65)公開番号	特開2023-174814(P2023-174814)	(74)代理人	100127465
	A)		弁理士 堀田 幸裕
(43)公開日	令和5年12月8日(2023.12.8)	(74)代理人	100150717
審査請求日	令和5年10月13日(2023.10.13)		弁理士 山下 和也
(31)優先権主張番号	特願2017-161409(P2017-161409)	(72)発明者	太田 貴之
(32)優先日	平成29年8月24日(2017.8.24)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(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

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用のウィックシート

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

作動液が封入された密封空間を有するペーパーチャンバであって、

第1シートと、

ウィックシートを備え、

前記ウィックシートは、前記第1シートの側に設けられた第1面と、厚さ方向において前記第1面とは反対側に設けられた第2面と、前記第1面に設けられた第1凹部であって、前記密封空間を構成する第1凹部と、前記第1凹部の底部から前記第1面の側に突出するとともに前記第1面に位置する突出端面をそれぞれ有する複数の突出部であって、前記第1凹部内に位置する複数の突出部と、前記第2面に形成された第2凹部であって、前記第1凹部に連通した第2凹部と、を含み、

前記突出端面は、前記第1シートに当接している、ペーパーチャンバ。

【請求項2】

前記突出部は、前記厚さ方向に沿う断面で見たときに、前記第1面に向かって幅が狭くなる形状を有する、請求項1に記載のペーパーチャンバ。

【請求項3】

前記ウィックシートは、複数の前記第2凹部を含み、

前記第2凹部は、平面視において離間しており、均等に配置されている、請求項1または2に記載のペーパーチャンバ。

【請求項4】

前記ウィックシートは、複数の前記第 2 凹部を含み、

前記第 2 凹部は、平面視において千鳥状に配置されている、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 5】

前記ウィックシートは、前記第 1 凹部と前記第 2 凹部とを連通する貫通部を備え、

前記貫通部は、平面視において前記第 2 凹部に重なる位置に配置される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 6】

前記貫通部は、平面視において互いに隣り合う 2 つの前記突出部の間に配置されている、請求項 5 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 7】

前記厚さ方向に沿う断面で見たときに、前記貫通部の幅は、平面視において互いに隣り合う 2 つの前記突出部の間のギャップよりも小さい、請求項 6 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 8】

前記貫通部は、平面形状が円形状である、請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 9】

前記突出部は、平面形状が円形状である、請求項 5 ~ 7 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 10】

前記貫通部は、前記厚さ方向において前記第 2 面と前記第 1 面との中間位置に配置されている、請求項 5 ~ 9 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 11】

前記貫通部は、前記厚さ方向において前記第 2 面と前記第 1 面との中間位置からずれた位置に配置されている、請求項 5 ~ 9 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 12】

前記ウィックシートは、前記第 2 面に形成された毛細管構造を含む、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 13】

作動液が封入された密封空間を有するペーパーチャンバであって、

ウィックシートを備え、

前記ウィックシートは、第 1 面と、厚さ方向において前記第 1 面とは反対側に設けられた第 2 面と、前記第 1 面に設けられた第 1 凹部であって、前記密封空間を構成する第 1 凹部と、前記第 1 凹部の底部から前記第 1 面の側に突出するとともに前記第 1 面に位置する突出端面を有する突出部と、前記第 2 面に形成された第 2 凹部であって、前記第 1 凹部に連通した第 2 凹部と、前記第 2 面に形成された毛細管構造と、を含む、ペーパーチャンバ。

【請求項 14】

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 ~ 13 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 15】

ペーパーチャンバ用のウィックシートであって、

第 1 面と、

厚さ方向において前記第 1 面とは反対側に設けられた第 2 面と、

前記第 1 面に設けられた第 1 凹部と、前記第 1 凹部の底部から前記第 1 面の側に突出するとともに前記第 1 面に位置する突出端面をそれぞれ有する複数の突出部であって、前記第 1 凹部内に位置する複数の突出部と、

前記第 2 面に形成された複数の第 2 凹部であって、前記第 1 凹部に連通した複数の第 2 凹部と、を備え、

10

20

30

40

50

前記第 2 凹部は、平面視において離間している、ベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 1 6】

前記突出部は、前記厚さ方向に沿う断面で見たときに、前記第 1 面に向かって幅が狭くなる形状を有する、請求項 1 5 に記載のベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 1 7】

前記ウィックシートは、前記第 1 凹部と前記第 2 凹部とを連通する貫通部を備え、

前記貫通部は、平面視において前記第 2 凹部に重なる位置に配置される、請求項 1 5 または 1 6 に記載のベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 1 8】

前記貫通部は、平面視において互いに隣り合う 2 つの前記突出部の間に配置されている、請求項 1 7 に記載のベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 1 9】

前記貫通部は、前記厚さ方向において前記第 2 面と前記第 1 面との中間位置からずれた位置に配置されている、請求項 1 7 または 1 8 に記載のベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 2 0】

前記第 2 面に形成された毛細管構造を備えた、請求項 1 5 ~ 1 9 のいずれか一項に記載のベーパーチャンバ用のウィックシート。

【請求項 2 1】

ベーパーチャンバ用のウィックシートであって、

第 1 面と、

厚さ方向において前記第 1 面とは反対側に設けられた第 2 面と、

前記第 1 面に設けられた第 1 凹部と、前記第 1 凹部の底部から前記第 1 面の側に突出するとともに前記第 1 面に位置する突出端面を有する突出部と、

前記第 2 面に形成された第 2 凹部であって、前記第 1 凹部に連通した第 2 凹部と、前記第 2 面に形成された毛細管構造と、を備えた、ベーパーチャンバ用のウィックシート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、作動液が密封された密封空間を有するベーパーチャンバ用のウィックシート、ベーパーチャンバおよびベーパーチャンバの製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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 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ベーパーチャンバの開発が進められている。ベ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。

【0 0 0 3】

より具体的には、ベ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。ベ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、液状になった作動液は、この液流路部を通過して蒸発部に輸送され、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ベ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、熱輸送効率を高めている。

【0 0 0 4】

ところで、ベーパーチャンバとして、第 1 金属シートと、第 1 金属シートに接合された

10

20

30

40

50

第 2 金属シートとを備えたものが知られている。この第 1 金属シートの第 2 金属シートの側の面には、作動液の蒸気が通る蒸気流路部が設けられ、第 2 金属シートの第 1 金属シートの側の面には、液状の作動液が通る液流路部が設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2015-59693 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

このように、各々の金属シートに、蒸気流路部や液流路部を設ける場合、各金属シートに、このような流路部を設けるための加工が行われる。このため、ペーパーチャンバの製造工程が煩雑化するという問題がある。また、2つの金属シートを接合する際には、一方の金属シートに設けられた流路部と、他方の金属シートに設けられた流路部との位置合わせ精度が要求される。このため、ペーパーチャンバの製造の簡易化が困難になっている問題もある。

【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、簡易に製造することができるペーパーチャンバ用のウィックシート、ペーパーチャンバ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。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、

第 1 シートと第 2 シートとの間に介在され、作動液が封入された密封空間を有するペーパーチャンバ用のウィックシートであって、

前記第 1 シートに当接する第 1 面と、

前記第 1 面とは反対側に設けられ、前記第 2 シートに当接する第 2 面と、

前記第 1 面に設けられ、前記密封空間の一部を構成し、液状の前記作動液が通る液流路部と、

30

前記第 2 面に設けられ、前記液流路部と連通して前記密封空間の一部を構成し、前記作動液の蒸気が通る蒸気流路部と、を備えた、ペーパーチャンバ用のウィックシート、を提供する。

【0009】

なお、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、

前記蒸気流路部は、前記ウィックシートの前記第 2 面に凹状に形成され、

前記蒸気流路部と前記液流路部とを連通した連通部を更に備えた、ようにしてもよい。

【0010】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、

前記液流路部は、液状の前記作動液が通る複数の主流溝を有し、

40

前記連通部は、複数の前記主流溝に接して連通している、ようにしてもよい。

【0011】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、

前記連通部は、前記ウィックシートの前記第 1 面に凹状に形成され、

前記蒸気流路部を画定する壁面と前記連通部を画定する壁面は、貫通部を介して連通され、前記貫通部に向かって湾曲している、ようにしてもよい。

【0012】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、

50

前記蒸気流路部内に、前記蒸気流路部の底部から突出して前記第 2 シートに当接する複数の流路突出部が設けられ、

前記貫通部の両側で当該貫通部に隣り合う一対の前記流路突出部の中心を含む断面において、前記貫通部の幅は、当該一対の流路突出部の間のギャップおよび / または対応する前記連通部の幅よりも小さい、
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用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部内に、前記蒸気流路部の底部から突出して前記第 2 シートに当接する複数の流路突出部が設けられている、
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用のウィックシートにおいて、
複数の前記流路突出部は、平面視で、千鳥状に配置されている、
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用のウィックシートにおいて、
前記連通部は、平面視で、互いに隣り合う前記流路突出部の間に配置されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 1 6 】

20

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部は、前記第 2 面から前記第 1 面に延びている、
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用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、前記第 2 面にも設けられている、
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用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記蒸気流路部は、前記連絡溝に接して連通している、
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用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記第 1 面に設けられた前記主流溝と、前記第 2 面に設けられた前記主流溝は、平面視で重なっている、
ようにしてもよい。

40

【 0 0 2 0 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記第 1 面に設けられた前記主流溝と、前記第 2 面に設けられた前記主流溝は、平面視で少なくとも部分的に重なっていない、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 1 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部は、前記連絡溝に接して連通している、

50

ようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
平面視で内側に前記蒸気流路部を画定する枠体部と、
前記蒸気流路部に設けられたランド部と、を更に備えた、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 3 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記ランド部は、前記第 1 面を構成する第 1 ランド面と、前記第 2 面を構成する第 2 ラ
ンド面と、を有し、
前記液流路部は、前記第 1 ランド面に設けられた第 1 ランド液流路部を含んでいる、
ようにしてもよい。

10

【 0 0 2 4 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、前記第 2 ランド面に設けられた第 2 ランド液流路部を更に含んでいる、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣
り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記蒸気流路部は、前記連絡溝に接して連通している、
ようにしてもよい。

20

【 0 0 2 6 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣
り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記第 1 ランド面に設けられた前記主流溝と、前記第 2 ランド面に設けられた前記主流
溝は、平面視で重なっている、
ようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、第 1 方向に延び、液状の前記作動液が通る複数の主流溝と、互いに隣
り合う主流溝同士を連通する連絡溝と、を有し、
前記第 1 ランド面に設けられた前記主流溝と、前記第 2 ランド面に設けられた前記主流
溝は、平面視で少なくとも部分的に重なっていない、
ようにしてもよい。

30

【 0 0 2 8 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部は、前記連絡溝に接して連通している、
ようにしてもよい。

40

【 0 0 2 9 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部内に、前記ランド部を前記枠体部に支持する第 1 支持部が設けられてい
る、
ようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記蒸気流路部内に、複数の前記ランド部が設けられ、
前記蒸気流路部内に、互いに隣り合う前記ランド部同士を支持する第 2 支持部が設けら
れている、

50

ようにしてもよい。

【0031】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記枠体部は、前記第1面を構成する第1枠体面と、前記第2面を構成する第2枠体面と、を有し、

前記液流路部は、前記第1枠体面に設けられた第1枠体液流路部を含んでいる、
ようにしてもよい。

【0032】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記液流路部は、前記第2面に設けられた第2枠体液流路部を更に含んでいる、
ようにしてもよい。

10

【0033】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
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
凸部を含む凸部列が設けられ、

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凸部の間に位置する主流溝本
体部と、を含んでいる、
ようにしてもよい。

20

【0034】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
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。

【0035】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
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。

【0036】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
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、
ようにしてもよい。

30

【0037】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
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。

【0038】

また、上述したペーパーチャンバ用のウィックシートにおいて、
前記凸部は、千鳥状に配置されている、
ようにしてもよい。

40

【0039】

また、本発明は、
作動液が封入された密封空間を有するペーパーチャンバであって、
第1シートと、
第2シートと、
前記第1シートと前記第2シートとの間に介在された、上述のウィックシートと、を備
えた、ペーパーチャンバ、
を提供する。

【0040】

50

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 シートは、平面視で、前記ウィックシートの外側に設けられた第 1 周縁部を有し、
前記第 2 シートは、平面視で、前記ウィックシートの外側に設けられた第 2 周縁部を有し、
前記第 1 周縁部と前記第 2 周縁部との間に、スペーサ部材が介在され、
前記第 1 周縁部と前記第 2 周縁部は、前記スペーサ部材を介して拡散接合されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 シートは、前記ウィックシートの側の面のうち平面視で前記ウィックシートの外側に設けられた第 1 熱融着層を有し、
前記第 2 シートは、前記ウィックシートの側の面のうち平面視で前記ウィックシートの外側に設けられた第 2 熱融着層を有し、
前記第 1 熱融着層と前記第 2 熱融着層が、ヒートシールされている、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 2 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 シートの前記ウィックシートの側の面は、平坦状に形成されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 3 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 シートと前記ウィックシートは拡散接合されているとともに、前記第 2 シートと前記ウィックシートは拡散接合されている、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 1 シートは、前記ウィックシートの側に設けられた第 1 本体シートと、前記第 1 本体シートに対して前記ウィックシートの側とは反対側に設けられた第 1 補強シートと、を有し、
前記第 1 補強シートは、前記第 1 本体シートよりも高い機械的強度を有している、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 5 】

また、上述したペーパーチャンバにおいて、
前記第 2 シートは、前記ウィックシートの側に設けられた第 2 本体シートと、前記第 2 本体シートに対して前記ウィックシートの側とは反対側に設けられた第 2 補強シートと、を有し、
前記第 2 補強シートは、前記第 2 本体シートよりも高い機械的強度を有している、
ようにしてもよい。

【 0 0 4 6 】

また、本発明は、
作動液が封入された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、
第 1 面と、前記第 1 面とは反対側に設けられた第 2 面と、を有するウィックシートを作製するウィックシート作製工程であって、前記第 1 面に設けられた、前記密封空間の一部を構成し、液状の前記作動液が通る液流路部と、前記第 2 面に設けられた、前記液流路部と連通して前記密封空間の一部を構成し、前記作動液の蒸気が通る蒸气流路部と、を有するウィックシートを作製するウィックシート作製工程と、
第 1 シートと第 2 シートとの間に前記ウィックシートを介在させて、前記第 1 シートと前記第 2 シートとを接合する接合工程であって、前記第 1 シートと前記第 2 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、を備えた、ペーパーチャンバの製造方法、
を提供する。

【0047】

また、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

前記第1シートは、平面視で、前記ウィックシートの外側に設けられた第1周縁部を有し、

前記第2シートは、平面視で、前記ウィックシートの外側に設けられた第2周縁部を有し、

前記接合工程において、前記第1シートの前記第1周縁部と前記第2シートの前記第2周縁部との間に、スペーサ部材が介在され、前記第1周縁部と前記第2周縁部は、前記スペーサ部材を介して拡散接合される、
ようにしてもよい。

10

【0048】

また、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

前記第1シートは、前記ウィックシートの側の面のうち平面視で前記ウィックシートの外側に設けられた第1熱融着層を有し、

前記第2シートは、前記ウィックシートの側の面のうち平面視で前記ウィックシートの外側に設けられた第2熱融着層を有し、

前記接合工程において、前記第1熱融着層と前記第2熱融着層が、ヒートシールされる、
ようにしてもよい。

20

【0049】

また、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

前記接合工程において、前記第1シートと前記ウィックシートは拡散接合されるとともに、第2シートと前記ウィックシートは拡散接合される、
ようにしてもよい。

【0050】

また、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

前記第1シートは、前記ウィックシートの側に設けられた第1本体シートと、前記第1本体シートに対して前記ウィックシートの側とは反対側に設けられた第1補強シートと、
を有し、

30

前記第1補強シートは、前記第1本体シートよりも高い機械的強度を有している、
ようにしてもよい。

【0051】

また、上述したペーパーチャンバの製造方法において、

前記第2シートは、前記ウィックシートの側に設けられた第2本体シートと、前記第2本体シートに対して前記ウィックシートの側とは反対側に設けられた第2補強シートと、
を有し、

前記第2補強シートは、前記第2本体シートよりも高い機械的強度を有している、
ようにしてもよい。

40

【発明の効果】

【0052】

本発明によれば、簡易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【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。

【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のウィックシートの上面図である。

【図5】図5は、図2のウィックシートの下面図である。

50

【図 6】図 6 は、図 5 の下側液流路部を示す部分拡大下面図である。

【図 7】図 7 は、主流溝を下側金属シートと共に示す図 5 の B - B 線拡大断面図である。

【図 8】図 8 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、ウィックシートの準備工程を説明するための図である。

【図 9】図 9 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、レジスト形成工程を説明するための図である。

【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、レジストのパターニング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、エッチング工程を説明するための図である。

10

【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、レジスト除去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、組立工程を説明するための図である。

【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、仮止め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、接合工程を説明するための図である。

【図 16】図 16 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、真空引き工程を説明するための図である。

20

【図 17】図 17 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、作動液の注入工程を説明するための図である。

【図 18】図 18 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、封止工程を説明するための図である。

【図 19】図 19 は、図 5 の下側液流路部の変形例（第 1 変形例）を示す部分拡大下面図である。

【図 20】図 20 は、連絡溝を下側金属シートと共に示す図 19 の C - C 線拡大断面図である。

【図 21】図 21 は、主流溝および連絡溝を下側金属シートと共に示す図 19 の D - D 線拡大断面図である。

30

【図 22】図 22 は、図 6 の液流路部の変形例（第 2 変形例）を示す部分拡大下面図である。

【図 23】図 23 は、本発明の第 2 の実施の形態によるペーパーチャンバを示す断面図であって、図 3 に相当する断面図である。

【図 24】図 24 は、図 23 に示すペーパーチャンバの変形例を示す断面図である。

【図 25】図 25 は、本発明の第 3 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 26】図 26 は、図 25 のペーパーチャンバを示す B - B 線断面図である。

【図 27】図 27 は、図 25 のウィックシートの上面図である。

【図 28】図 28 は、図 25 のウィックシートの下面図である。

40

【図 29】図 29 は、図 27 の E - E 線断面図である。

【図 30】図 30 は、図 28 の下側液流路部を示す部分拡大下面図である。

【図 31】図 31 は、図 26 に示すペーパーチャンバの変形例を示す断面図である。

【図 32】図 32 は、図 31 の下側液流路部および上側液流路部を示す部分拡大断面図である。

【図 33】図 33 は、図 32 に示す下側液流路部および上側液流路部の変形例を示す部分拡大断面図である。

【図 34】図 34 は、本発明の第 4 の実施の形態によるペーパーチャンバを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 5 4 】

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。

【 0 0 5 5 】

図 1 乃至図 2 2 を用いて、本発明の実施の形態におけるペーパーチャンバ用のウィックシート、ペーパーチャンバ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。

10

【 0 0 5 6 】

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。

20

【 0 0 5 7 】

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。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。

【 0 0 5 8 】

（第 1 の実施の形態）

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 1 0（第 1 シート）と、上側金属シート 2 0（第 2 シート）と、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 との間に介在されたペーパーチャンバ 1 用のウィックシート 3 0（以下、単に、ウィックシート 3 0 と記す）と、を備えている。図 2 に示す形態では、説明を簡略化するために、下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0 およびウィックシート 3 0 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 1 0 の下面 1 0 a）、および受けた熱を放出する面（上側金属シート 2 0 の上面 2 0 b）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 に示す状態）、または下方から見た状態に相当している。

40

【 0 0 5 9 】

図 3 に示すように、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 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。より詳細には、ウィックシート 3 0 に設けられた後述する上側蒸気流路凹部 3 2、連通凹部 3 5 並びに下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 によって、密封空間 3 が形成されている。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。

【 0 0 6 0 】

下側金属シート 1 0 は、下面 1 0 a と、下面 1 0 a とは反対側に設けられた上面 1 0 b（ウィックシート 3 0 の側の面）と、を有している。このうち上面 1 0 b が、ウィックシ

50

ート30の下面30a(後述)に当接している。本実施の形態では、下面10aおよび上面10bは、平坦状に形成されている。すなわち、下側金属シート10は、全体として、平坦な矩形シートとして形成されている。

【0061】

図2および図3に示すように、下側金属シート10は、デバイスDから熱を受ける受熱部11を有している。デバイスDは、下側金属シート10の下面10a(とりわけ、受熱部11の下面)に取り付けられる。ここで受熱部11、すなわちデバイスDが取り付けられる部分は、下側金属シート10の任意の場所に配置することができるが、図2においては、下側金属シート10の中央部に配置さ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が、ペーパーチャンバ1の動作の安定化に影響を及ぼすことを抑制できる。

10

【0062】

下側金属シート10は、平面視で、ウィックシート30の外側に設けられた下側周縁部12(第1周縁部)を更に有している。この下側周縁部12には、後述するスペーサ部材50が当接し、スペーサ部材50に拡散接合される。下側周縁部12は、平面視で、ウィックシート30の周囲に全周にわたって形成されており、矩形枠状に形成されている。

【0063】

図2および図3に示すように、上側金属シート20は、下面20a(ウィックシート30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。このうち下面20aが、ウィックシート30の上面30b(後述)に当接している。上面20bには、モバイル端末等のハウジングの一部を構成するハウジング部材Haが当接される。このことにより、デバイスDから受けた熱は、上側金属シート20およびハウジング部材Haを介して外気によって冷却される。本実施の形態では、下面20aおよび上面20bは、平坦状に形成されている。すなわち、上側金属シート20は、全体として、平坦な矩形シートとして形成されている。

20

【0064】

上側金属シート20は、平面視で、ウィックシート30の外側に設けられた上側周縁部21(第2周縁部)を更に有している。この上側周縁部21には、後述するスペーサ部材50が当接し、スペーサ部材50に拡散接合される。上側周縁部21は、平面視で、ウィックシート30の周囲に全周にわたって形成されており、矩形枠状に形成されている。

30

【0065】

図3に示すように、上側金属シート20は、密封空間3に作動液2を注入する注入孔22を更に有している。この注入孔22は、上面20bおよび下面20aに垂直に、上面20bから下面20aにわたって延びている。また、注入孔22は、平面視で、ウィックシート30の後述する上側蒸気流路凹部32に重なる位置に配置されており、上側蒸気流路凹部32に連通している。なお、注入孔22の位置は、密封空間3に作動液2を注入することができれば任意である。また、注入孔22は、上側金属シート20ではなく下側金属シート10に設けてもよい。また、スペーサ部材50からウィックシート30にわたって延びて密封空間3に作動液2を注入できるように注入孔22を設けてもよい。

【0066】

注入孔22には、封止部材23が設けられており、作動液2を注入した後の注入孔22が封止されている。この封止部材23は、上側金属シート20と同一の材料により形成されていることが好ましい。

40

【0067】

ところで、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。

50

【 0 0 6 8 】

図 3 に示すように、ウィックシート 3 0 は、下面 3 0 a (第 1 面) と、下面 3 0 a とは反対側に設けられた上面 3 0 b (第 2 面) と、外側面 3 0 c と、を有している。このうち下面 3 0 a が、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に当接し、上面 3 0 b が、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に当接している。外側面 3 0 c は、下面 3 0 a から上面 3 0 b にわたって延びるように形成されており、後述するスペーサ部材 5 0 が外側から当接する面になっている。ここで、図 3 は、図面を明瞭にするために、後述する上側蒸気流路凹部 3 2、上側流路突出部 3 4 および下側液流路部 4 0などを拡大して示しており、上側蒸気流路凹部 3 2、上側流路突出部 3 4、並びに下側液流路部 4 0の主流溝 4 1の個数や配置は、図 2、図 4 および図 5 とは異なっている。

10

【 0 0 6 9 】

図 4 に示すように、ウィックシート 3 0 は、作動液 2 が蒸発して蒸気を生成する蒸発部 3 1 と、上面 3 0 b に設けられた上側蒸気流路凹部 3 2 (蒸気流路部) と、を更に有している。本実施の形態における蒸気流路部は、この上側蒸気流路凹部 3 2 によって構成されている。このうち蒸発部 3 1 は、下側金属シート 1 0 の受熱部 1 1 (図 2 および図 3 参照) がデバイス D から受けた熱が伝わり、この熱によって作動液 2 が蒸発する部分である。すなわち、受熱部 1 1 からの熱は、平面視でウィックシート 3 0 に重なる領域だけではなく、当該領域の周辺にも伝わり得る。このため、蒸発部 3 1 は、平面視で、受熱部 1 1 に重なっている部分とその周囲の部分とを含む領域に相当し得る。

【 0 0 7 0 】

上側蒸気流路凹部 3 2 は、密封空間 3 の一部を構成しており、主として、蒸発部 3 1 で生成された作動液 2 の蒸気を通るように構成されている。この上側蒸気流路凹部 3 2 は、後述するエッチング工程において、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b からエッチングされることによって、上面 3 0 b に凹状に形成されている。このことにより、上側蒸気流路凹部 3 2 は、図 3 に示すように、湾曲状に形成された壁面 3 3 を有している。この壁面 3 3 は、上側蒸気流路凹部 3 2 を画定し、下面 3 0 a に向かって膨らむような形状で湾曲している。図 4 に示すように、上側蒸気流路凹部 3 2 は、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b の全体にわたって、上面 3 0 b から下面 3 0 a に向かって凹むように形成されており、壁面 3 3 は、湾曲した複数の凹んだ部分を有するように形成されている。上側蒸気流路凹部 3 2 の側壁は、後述するスペーサ部材 5 0 によって構成されている。

20

30

【 0 0 7 1 】

下側金属シート 1 0 の受熱部 1 1 は、平面視で、上側蒸気流路凹部 3 2 の中央部に配置されている。このことにより、上側蒸気流路凹部 3 2 内の蒸気は、受熱部 1 1 と重なる中央部から離れる方向に拡散して、蒸気の多くは、比較的溫度の低いウィックシート 3 0 の周縁部に輸送される。

【 0 0 7 2 】

図 3 および図 4 に示すように、上側蒸気流路凹部 3 2 内に、上側蒸気流路凹部 3 2 の壁面 3 3 の底部から上方に突出する複数の上側流路突出部 3 4 (流路突出部) が設けられている。上側流路突出部 3 4 は、後述するエッチング工程においてエッチングされることなく、ウィックシート 3 0 の材料が残る部分である。

40

【 0 0 7 3 】

図 3 に示すように、上側流路突出部 3 4 は、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b と同一平面上に位置する上面 3 4 a (突出端面) を有している。この上面 3 4 a は、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に当接している。このことにより、密封空間 3 の減圧時におけるパーチャンプ 1 の機械的強度の向上を図っている。上述した上側蒸気流路凹部 3 2 の壁面 3 3 は、上側流路突出部 3 4 の側壁を構成している。

【 0 0 7 4 】

本実施の形態では、上側流路突出部 3 4 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 3 4 の周囲を作動液 2 の蒸気の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 3 4 の上面 3 4 a

50

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 3 4 の平面形状は、作動液 2 の蒸気をスムーズに拡散させることができれば、円形状であることに限られない。

【 0 0 7 5 】

図 3 および図 5 に示すように、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に、液状の作動液 2 が通る下側液流路部 4 0 (液流路部) が設けられている。この下側液流路部 4 0 は、上述した密封空間 3 の一部を構成しており、上側蒸气流路凹部 3 2 に連通している。

【 0 0 7 6 】

下側液流路部 4 0 は、複数の主流溝 4 1 を有している。各主流溝 4 1 は、図 5 および図 6 に示すように、第 1 方向 X (ペーパーチャンバ 1 の長手方向、図 5 における左右方向) に伸びるように形成されており、主として、液状の作動液 2 が通るように構成されている。このことにより、主流溝 4 1 は、作動液 2 の蒸気から凝縮した液状の作動液 2 を蒸発部 3 1 に輸送するように構成されている。各主流溝 4 1 は、第 1 方向 X に直交する第 2 方向 Y に、等間隔に離間して配置されている。第 2 方向 Y において、主流溝 4 1 の幅 w 1 は、互いに隣り合う上側流路突出部 3 4 の間のギャップ G (上面 3 0 b におけるギャップ、図 3 参照) よりも小さくなっている。例えば、ギャップ G は、 $500\mu\text{m} \sim 1500\mu\text{m}$ であり、主流溝 4 1 の幅 w 1 は、 $5\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ である。また、主流溝 4 1 の深さ h 1 (図 7 における上下方向) は、連通凹部 3 5 (後述) の深さよりも浅くなっており、例えば、 $50\mu\text{m}$ 程度である。後述する連絡溝 4 5 も同様である。なお、主流溝 4 1 の幅 w 1 は、下面 3 0 a における寸法を意味している。

【 0 0 7 7 】

主流溝 4 1 は、後述するエッチング工程において、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a からエッチングされることによって形成されている。このことにより、主流溝 4 1 は、図 7 に示すように、湾曲状に形成された壁面 4 2 を有している。この壁面 4 2 は、主流溝 4 1 を画定し、上面 3 0 b に向かって膨らむような形状で湾曲している。

【 0 0 7 8 】

図 6 に示すように、互いに隣り合う主流溝 4 1 の間に、凸部列 4 3 が設けられている。各凸部列 4 3 は、第 1 方向 X に配列された複数の凸部 4 4 を含んでいる。各凸部 4 4 は、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。互いに隣り合う凸部 4 4 の間には、連絡溝 4 5 が介在されている。連絡溝 4 5 は、第 2 方向 Y に伸びるように形成され、互いに隣り合う主流溝 4 1 同士を連通している。このことにより、これらの主流溝 4 1 の間で作動液 2 が往来可能になっている。

【 0 0 7 9 】

凸部 4 4 は、後述するエッチング工程においてエッチングされることなく、ウィックシート 3 0 の材料が残る部分である。本実施の形態では、図 6 に示すように、凸部 4 4 の平面形状 (ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a の位置における形状) が、矩形状になっている。各凸部列 4 3 の凸部 4 4 の第 1 方向 X における位置が同一になっている。このことにより、互いに隣り合う凸部列 4 3 の連絡溝 4 5 が、第 1 方向 X において同じ位置に配置され、複数の主流溝 4 1 と複数の連絡溝 4 5 とが、格子状に配置されている。なお、凸部 4 4 の幅 w 2 は、例えば、 $5\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$ であることが好適である。

【 0 0 8 0 】

図 3 乃至図 5 に示すように、上側蒸气流路凹部 3 2 と、下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 とは、複数の連通凹部 3 5 (連通部) によって連通されていてもよい。このことにより、上側蒸气流路凹部 3 2 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、連通凹部 3 5 を通って、下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 に入り込むように構成されている。

【 0 0 8 1 】

連通凹部 3 5 は、後述するエッチング工程において、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a からエッチングされることによって、下面 3 0 a に凹状に形成されている。このことにより、連通凹部 3 5 は、図 3 に示すように、湾曲状に形成された壁面 3 6 を有している。こ

の壁面 36 は、連通凹部 35 を画定し、上面 30b に向かって膨らむような形状で湾曲している。そして、この壁面 36 は、上側蒸気流路凹部 32 の壁面 33 と接続している。すなわち、連通凹部 35 の壁面 36 と、上側蒸気流路凹部 32 の壁面 33 とが接続して貫通部 37 が形成されており、壁面 36 と壁面 33 はそれぞれ貫通部 37 に向かって湾曲している。このことにより、連通凹部 35 が上側蒸気流路凹部 32 に連通している。本実施の形態では、この貫通部 37 の平面形状が円形状になっている例が示されている。貫通部 37 の直径は、例えば、 $5\mu\text{m} \sim 1000\mu\text{m}$ である。なお、ウィックシート 30 の厚さ方向（図 3 における上下方向）における貫通部 37 の位置は、下面 30a と上面 30b との中間位置でもよく、中間位置から下側または上側にずれた位置でもよく、上側蒸気流路凹部 32 と連通凹部 35 とが連通すれば、任意である。

10

【0082】

図 6 においては、連通凹部 35 によって、複数の主流溝 41 のうちの一部の主流溝 41 が、分断されている。本実施の形態では、複数の主流溝 41 のうちの他の一部の主流溝 41 は、連通凹部 35 によって分断されることなく、第 1 方向 X におけるウィックシート 30 の一端から他端にわたって連続状に形成されている。このことにより、液状の作動液 2 の蒸発部 31 への輸送性の向上を図っている。しかしながら、このことに限られることはなく、連絡溝 45 によって各主流溝 41 同士が連通していれば、ウィックシート 30 の一端から他端にわたって連続状に形成された主流溝 41 は存在しなくてもよい。

【0083】

各連通凹部 35 は、複数の主流溝 41 に接して連通している。このことにより、連通凹部 35 を通った液状の作動液 2 は、容易に複数の主流溝 41 に入り込むようになっている。より具体的には、ウィックシート 30 の下面 30a における連通凹部 35 は、第 2 方向 Y に並んで配置された複数の主流溝 41 を横断するように形成されている。しかしながら、このことに限られることはなく、連通凹部 35 は、1 つの主流溝 41 に接するようにしてもよい。また、連通凹部 35 は、連絡溝 45 に接して、この連絡溝 45 を介して主流溝 41 に連通するようにしてもよい。

20

【0084】

図 4 乃至図 6 に示すように、連通凹部 35 は、平面視で、離間して配置されている。本実施の形態では、ウィックシート 30 の全体にわたって、均等に連通凹部 35 が配置されており、平面視で、互いに隣り合う上側流路突出部 34 の間に配置されている。このようにして、連通凹部 35 は、平面視で千鳥状に配置されている。また、ウィックシート 30 の下面 30a における連通凹部 35 の平面形状は、円形状に形成されているが、これに限られることはない。例えば、連通凹部 35 の直径（下面 30a における直径、図 3 参照）は、 $100\mu\text{m} \sim 3000\mu\text{m}$ である。

30

【0085】

図 3 は、図 2 の A - A 線断面図を示しているが、この断面は、貫通部 37 の Y 方向両側で当該貫通部 37 に隣り合う一対の上側流路突出部 34 の中心を含む断面を示している。この図 3 に示す断面において、貫通部 37 の幅 w_4 （上述した貫通部 37 の直径に相当）は、当該一対の上側流路突出部 34 の間のギャップ G および / または対応する連通凹部 35 の幅 w_5 （上述した連通凹部 35 の直径に相当）よりも小さくなっていることが好適である。図 3 においては、貫通部 37 の幅が、ギャップ G よりも小さく、かつ連通凹部 35 の幅よりも小さくなっている。ここで、ギャップ G は、上面 30b におけるギャップを意味しており、連通凹部 35 の幅は、下面 30a における幅を意味している。

40

【0086】

ところで、上述したように、下側液流路部 40 は、ウィックシート 30 の下面 30a に形成されている。一方、下側金属シート 10 の上面 10b は、平坦状に形成されている。このことにより、下側液流路部 40 の各主流溝 41 は、平坦状の上面 10b で覆われている。この場合、図 7 に示すように、主流溝 41 の壁面 42 と、下側金属シート 10 の上面 10b とにより、直角状あるいは鋭角状の 2 つの角部 38 を形成することができ、これら 2 つの角部 38 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 41 をエッ

50

チングによって形成する場合には、主流溝 4 1 の壁面 4 2 は、上述したように湾曲状に形成される傾向にある。このため、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b を、主流溝 4 1 を覆うように平坦状に形成することにより、図 7 に示す角部 3 8 において毛細管作用を高めることができる。主流溝 4 1 と同様に連絡溝 4 5 も、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b で覆われるため、同様な角部によって毛細管作用を高めることができる。

【 0 0 8 7 】

下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とは、スペーサ部材 5 0 を介して拡散接合によって恒久的に接合されている。すなわち、下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 と、上側金属シート 2 0 の上側周縁部 2 1 との間に、スペーサ部材 5 0 が介在されている。スペーサ部材 5 0 は、下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 に当接する下面 5 0 a と、上側金属シート 2 0 の上側周縁部 2 1 に当接する上面 5 0 b と、を有している。下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 における上面 1 0 b とスペーサ部材 5 0 の下面 5 0 a とが拡散接合されるとともに、上側金属シート 2 0 の上側周縁部 2 1 における下面 2 0 a とスペーサ部材 5 0 の上面 5 0 b とが拡散接合されている。スペーサ部材 5 0 は、下側周縁部 1 2 および上側周縁部 2 1 と同様に、ウィックシート 3 0 の周囲に全周にわたって形成されており、各金属シート 1 0、2 0 に沿うように矩形枠状に形成されている。このようにして、ウィックシート 3 0 の上側蒸気流路凹部 3 2 および下側液流路部 4 0 によって構成される密封空間 3 が、下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0 およびスペーサ部材 5 0 によって密封されている。なお、下側金属シート 1 0 とスペーサ部材 5 0、および上側金属シート 2 0 とスペーサ部材 5 0 は、恒久的に接合できれば、拡散接合ではなく、ろう付け等の他の方式で接合されていてもよい。また、スペーサ部材 5 0 の平面形状は、各金属シート 1 0、2 0 に沿うように形成されていれば、任意である。

【 0 0 8 8 】

スペーサ部材 5 0 は、ウィックシート 3 0 の外側面 3 0 c に当接する内側面 5 0 c を更に有している。内側面 5 0 c は、下面 5 0 a から上面 5 0 b にわたって延びるように形成されている。スペーサ部材 5 0 の内側面 5 0 c と、ウィックシート 3 0 の外側面 3 0 c との間に、作動液 2 の蒸気や、液状の作動液 2 が通過可能な隙間は形成されないようになっている。

【 0 0 8 9 】

なお、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b と、ウィックシート 3 0 の凸部 4 4 の下面（下面 3 0 a に相当）とは、互いに当接しているが、接合はされていない。しかしながら、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b と、ウィックシート 3 0 の凸部 4 4 の下面との間に、作動液 2 の蒸気や、液状の作動液 2 が通過可能な隙間は形成されないようになっている。同様に、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a と、ウィックシート 3 0 の上側流路突出部 3 4 の上面 3 4 a（上面 3 0 b に相当）とは、互いに当接しているが、接合はされていない。しかしながら、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a と、ウィックシート 3 0 の上側流路突出部 3 4 の上面 3 4 a との間に、作動液 2 の蒸気や、液状の作動液 2 が通過可能な隙間は形成されないようになっている。

【 0 0 9 0 】

下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0 およびウィックシート 3 0 に用いる材料は、熱伝導率が良好な材料であることが好ましい。例えば、下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0 およびウィックシート 3 0 は、銅（無酸素銅）または銅合金などの金属材料により作製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、上側金属シート 2 0 およびウィックシート 3 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 の熱輸送効率を高めることができる。なお、下側金属シート 1 0 から上側金属シート 2 0 への熱輸送は、主として作動液 2 によって実現されるため、ウィックシート 3 0 は、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 とは異なる材料で作製されて、金属シート 1 0、2 0 よりも熱伝導率が低くてもよい。また、下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0 およびウィックシート 3 0 は、熱輸送機能を確保することができれば、金属材料以外の材料で作製されていてもよい。

【 0 0 9 1 】

スペーサ部材 5 0 に用いられる材料は、下側金属シート 1 0 と好適に拡散接合できるとともに、上側金属シート 2 0 と好適に拡散接合することができれば、任意である。スペーサ部材 5 0 として、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 と同一の材料を用いる場合には、スペーサ部材 5 0 は熱輸送部材としても機能することができ、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。

【 0 0 9 2 】

ペーパーチャンバ 1 の厚さは、例えば、 $150\text{ }\mu\text{m} \sim 2700\text{ }\mu\text{m}$ である。下側金属シート 1 0 の厚さ $T1$ および上側金属シート 2 0 の厚さ $T2$ は、例えば、 $5\text{ }\mu\text{m} \sim 1000\text{ }\mu\text{m}$ であるが、取扱性等の点から $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。ウィックシート 3 0 の厚さ $T3$ は、例えば、 $50\text{ }\mu\text{m} \sim 700\text{ }\mu\text{m}$ であり、好ましくは $100\text{ }\mu\text{m} \sim 700\text{ }\mu\text{m}$ である。スペーサ部材 5 0 の厚さは、ウィックシート 3 0 の厚さ $T3$ と同一である。図 2 では、下側金属シート 1 0 の厚さ $T1$ および上側金属シート 2 0 の厚さ $T2$ 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 $T1$ と上側金属シート 2 0 の厚さ $T2$ は、等しくなくてもよい。

10

【 0 0 9 3 】

次に、このような構成からなる本実施の形態のペーパーチャンバ 1 の製造方法について、図 8 乃至図 1 8 を用いて説明する。なお、図 8 乃至図 1 8 では、図 3 の断面図と同様の断面を示している。

【 0 0 9 4 】

ここでは、まず、ウィックシート 3 0 の作製工程について説明する。

20

【 0 0 9 5 】

まず、図 8 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 9 6 】

続いて、図 9 に示すように、レジスト形成工程として、金属材料シート M の下面 M a に、下側レジスト膜 6 0 が形成されるとともに、上面 M b に、上側レジスト膜 6 1 が形成される。各レジスト膜 6 0、6 1 を形成する前に、金属材料シート M の下面 M a および上面 M b が、前処理として、酸性脱脂処理されることが好適である。

【 0 0 9 7 】

次に、図 1 0 に示すように、パターンニング工程として、下側レジスト膜 6 0 および上側レジスト膜 6 1 が、フォトリソグラフィ技術によって、パターンニングされる。この場合、下側レジスト膜 6 0 に、下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 に対応する第 1 レジスト開口 6 2 が形成されるとともに、連通凹部 3 5 に対応する第 2 レジスト開口 6 3 が形成される。このうち第 1 レジスト開口 6 2 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a における主流溝 4 1 の幅および連絡溝 4 5 の幅よりも小さく形成されることが好適である。例えば、 $70\text{ }\mu\text{m} \sim 150\text{ }\mu\text{m}$ の幅 $w1$ を有する主流溝 4 1 を形成する場合には、第 1 レジスト開口 6 2 の幅 $w3$ は、 $20\text{ }\mu\text{m} \sim 100\text{ }\mu\text{m}$ であることが好適である。一方、第 2 レジスト開口 6 3 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a における連通凹部 3 5 の平面形状と同一の形状で形成されることが好適である。また、上側レジスト膜 6 1 には、上側蒸気流路凹部 3 2 に対応する第 3 レジスト開口 6 4 が形成される。この第 3 レジスト開口 6 4 は、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b における上側蒸気流路凹部 3 2 の平面形状と同一の形状で形成されることが好適である。この場合、第 3 レジスト開口 6 4 が形成された上側レジスト膜 6 1 は、上側流路突出部 3 4 の上面 3 4 a の平面形状と同一の形状に形成される。

30

40

【 0 0 9 8 】

続いて、図 1 1 に示すように、エッチング工程として、金属材料シート M の下面 M a および上面 M b がエッチングされる。このことにより、金属材料シート M の下面 M a のうち、第 1 レジスト開口 6 2 および第 2 レジスト開口 6 3 に対応する部分がエッチングされて、図 1 1 に示すような下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 および連絡溝 4 5、並びに連通凹部 3 5 が形成される。

50

【 0 0 9 9 】

ここで、上述したように、第 1 レジスト開口 6 2 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a における主流溝 4 1 の幅および連絡溝 4 5 の幅よりも小さく形成されている。このことにより、第 1 レジスト開口 6 2 に入り込むエッチング液の量が低減され、金属材料シート M の下面 M a のうち第 1 レジスト開口 6 2 に対応する部分のエッチング速度が低下する。このため、第 1 レジスト開口 6 2 によって形成される主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 の深さを浅くすることができる。一方、第 2 レジスト開口 6 3 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a における連通凹部 3 5 の平面形状と同等の形状で形成されている。このことにより、第 2 レジスト開口 6 3 に入り込むエッチング液の量が確保され、第 2 レジスト開口 6 3 によって形成される連通凹部 3 5 の深さを深くすることができる。

10

【 0 1 0 0 】

エッチング工程においては、金属材料シート M の上面 M b も同時にエッチングされ、上面 M b のうち、第 3 レジスト開口 6 4 に対応する部分がエッチングされて、図 1 1 に示すような上側蒸気流路凹部 3 2 が形成される。ここで、上述したように、第 3 レジスト開口 6 4 は、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b における上側蒸気流路凹部 3 2 の平面形状と同等の形状で形成されている。このことにより、第 3 レジスト開口 6 4 に入り込むエッチング液の量が確保され、第 3 レジスト開口 6 4 によって形成される上側蒸気流路凹部 3 2 の深さを大きくすることができる。

【 0 1 0 1 】

また、エッチング工程においては、金属材料シート M の周縁部が下面 M a および上面 M b からエッチングされて、図 4 および図 5 に示すような所定の外形輪郭形状が得られる。すなわち、ウィックシート 3 0 の外側面 3 0 c が形成される。なお、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。

20

【 0 1 0 2 】

エッチング工程の後、図 1 2 に示すように、レジスト除去工程として、下側レジスト膜 6 0 および上側レジスト膜 6 1 が除去される。

【 0 1 0 3 】

このようにして、ウィックシート作製工程が完了し、本実施の形態によるウィックシート 3 0 を得ることができる。

30

【 0 1 0 4 】

ウィックシート作製工程の後、図 1 3 に示すように、組立工程として、下側金属シート 1 0、上側金属シート 2 0、ウィックシート 3 0 およびスペーサ部材 5 0 が組み立てられる。

【 0 1 0 5 】

この場合、まず、図 2 および図 3 に示すような、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 を準備する。このうち上側金属シート 2 0 には、予め、エッチング、切削加工、打ち抜き加工などによって注入孔 2 2 が形成されていることが好適である。

【 0 1 0 6 】

続いて、下側金属シート 1 0 上にウィックシート 3 0 およびスペーサ部材 5 0 が載置される。この際、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a が当接される。スペーサ部材 5 0 は、ウィックシート 3 0 の周囲に配置され、下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 における上面 1 0 b に、スペーサ部材 5 0 の下面 5 0 a が当接される。また、スペーサ部材 5 0 の内側面 5 0 c が、ウィックシート 3 0 の外側面 3 0 c に当接される。ここで、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b には、作動液 2 の蒸気を通る蒸気流路や、液状の作動液 2 が通る液流路は形成されていない。このため、下側金属シート 1 0 とウィックシート 3 0 との位置合わせは、下側金属シート 1 0 の外縁とスペーサ部材 5 0 の外縁とを揃えることができる程度に行えばよく、位置合わせを簡略化することができる。

40

【 0 1 0 7 】

50

次に、ウィックシート 30 上およびスペーサ部材 50 上に、上側金属シート 20 が載置される。この場合、ウィックシート 30 の上面 30 b に上側金属シート 20 の下面 20 a が当接される。また、スペーサ部材 50 の上面 50 b に、上側金属シート 20 の上側周縁部 21 における下面 20 a が当接される。ここで、上側金属シート 20 の下面 20 a には、作動液 2 の蒸気を通る蒸気流路や、液状の作動液 2 が通る液流路は形成されていない。このため、上側金属シート 20 とウィックシート 30 との位置合わせは、上側金属シート 20 の外縁とスペーサ部材 50 の外縁とを揃えることができる程度に行えばよく、位置合わせを簡略化することができる。

【0108】

このようにして、下側金属シート 10 と上側金属シート 20 との間にウィックシート 30 およびスペーサ部材 50 が介在されたシート組立体 65 が得られる。

10

【0109】

組立工程の後、図 14 に示すように、仮止め工程として、シート組立体 65 の下側金属シート 10、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 が仮止めされる。この場合、下側金属シート 10、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 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 10 と上側金属シート 20 とを、スペーサ部材 50 を介して抵抗溶接を行うことによって下側金属シート 10、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 を固定してもよい。この場合、図 14 に示すように、電極棒 66 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。抵抗溶接の代わりにレーザ溶接を行ってもよい。

20

【0110】

仮止め工程の後、図 15 に示すように、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、スペーサ部材 50 を介して、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 とスペーサ部材 50、および上側金属シート 20 とスペーサ部材 50 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、下側金属シート 10、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 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、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 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 およびスペーサ部材 50 が溶融して変形することを回避できる。

30

【0111】

接合工程により、下側金属シート 10 の下側周縁部 12 における上面 10 b が、スペーサ部材 50 の下面 50 a と拡散接合される。また、上側金属シート 20 の上側周縁部 21 における下面 20 a が、スペーサ部材 50 の上面 50 b と拡散接合される。このことにより、下側金属シート 10、上側金属シート 20 およびスペーサ部材 50 によって密封空間 3 が形成される。

【0112】

接合工程の後、封入工程として、密封空間 3 に作動液 2 が封入される。封入工程は、真空引き工程と、注入工程と、封止工程と、を含んでいる。

【0113】

まず、図 16 に示すように、真空引き工程として、密封空間 3 が真空引きされる。このことにより、密封空間 3 が減圧される。

40

【0114】

真空引き工程の後、図 17 に示すように、注入工程として、密封空間 3 に作動液 2 が注入される。作動液 2 は、上側金属シート 20 に設けられた注入孔 22 から密封空間 3 に注入される。

【0115】

注入工程の後、図 18 に示すように、封止工程として、注入孔 22 が封止される。この場合、まず、密封空間 3 に注入された作動液 2 の液量が調整される。より具体的には、シート組立体 65 が全体的に加熱され、注入された作動液 2 を気化して、作動液 2 の蒸気の

50

一部を密封空間 3 から排出させる。続いて、密封空間 3 に残存する作動液 2 の液量が所定量まで低減したところで、注入孔 2 2 に封止部材 2 3 が取り付けられる。その後、封止部材 2 3 は、例えばレーザー溶接等により注入孔 2 2 に接合される。このようにして、注入孔 2 2 が封止される。このことにより、密封空間 3 と外気との連通が遮断され、作動液 2 が密封空間 3 に封入され、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、シート組立体 6 5 の温度が常温まで低下すると、密封空間 3 の圧力が真空に近い圧力まで低下する。このことにより、デバイス D からの熱を受けたときに、密封空間 3 に封入された作動液 2 が、100 よりも低い温度で蒸発することができ、熱輸送効率を高めることができる。

【0116】

以上のようにして、ペーパーチャンバ 1 の製造が完了し、本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 が得られる。

【0117】

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。

【0118】

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内に設置されるとともに、下側金属シート 10 の下面 10 a に、被冷却装置である 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、上側蒸気流路凹部 3 2 の壁面 3 3、連通凹部 3 5 の壁面 3 6、並びに下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 の壁面 4 2 および連絡溝 4 5 の壁面 4 6 (図 20 参照) に付着する。また、作動液 2 は、下側金属シート 10 の上面 10 b のうち連通凹部 3 5、主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 に露出した部分、並びに、上側金属シート 20 の下面 20 a のうち上側蒸気流路凹部 3 2 に露出した部分にも付着する。

【0119】

この状態でデバイス D が発熱すると、上側蒸気流路凹部 3 2 の蒸発部 3 1 (図 4 および図 5 参照) に存在する作動液 2 が、デバイス D から下側金属シート 10 の受熱部 1 1 (図 2 および図 3 参照) を介して熱を受ける。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 を構成する上側蒸気流路凹部 3 2 内で拡散する (図 4 の実線矢印参照)。上側蒸気流路凹部 3 2 内の蒸気は、蒸発部 3 1 から離れ、蒸気の多くは、比較的溫度の低いウィックシート 30 の周縁部に輸送される。拡散した蒸気は、主として上側金属シート 20 に放熱して冷却される。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 H a (図 3 参照) を介して外気に伝達される。

【0120】

蒸気は、上側金属シート 20 に放熱することにより、蒸発部 3 1 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、上側蒸気流路凹部 3 2 の壁面 3 3 および上側金属シート 20 の下面 20 a に付着する。ここで、蒸発部 3 1 では作動液 2 が蒸発し続けているため、下側液流路部 4 0 のうち蒸発部 3 1 以外の部分における作動液 2 は、蒸発部 3 1 に向かって輸送される (図 5 の破線矢印参照)。このことにより、上側蒸気流路凹部 3 2 の壁面 3 3 および上側金属シート 20 の下面 20 a に付着した液状の作動液 2 は、連通凹部 3 5 の壁面 3 6 を通って下側液流路部 4 0 に移動する。そして、下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 に入り込み、各主流溝 4 1 および各連絡溝 4 5 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 4 1 および各連絡溝 4 5 の毛細管作用により、蒸発部 3 1 に向かう推進力を得て、蒸発部 3 1 に向かってスムーズに輸送される。

【0121】

下側液流路部 4 0 においては、各主流溝 4 1 が、対応する連絡溝 4 5 を介して、隣り合う他の主流溝 4 1 と連通している。このことにより、互いに隣り合う主流溝 4 1 同士で、

10

20

30

40

50

液状の作動液 2 が往来し、主流溝 4 1 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 4 1 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 3 1 に向かってスムーズに輸送される。

【 0 1 2 2 】

蒸発部 3 1 に達した作動液 2 は、デバイス D から下側金属シート 1 0 の受熱部 1 1 を介して再び熱を受けて蒸発する。蒸発した作動液 2 の蒸気は、連絡溝 4 5 や連通凹部 3 5 を通って、流路断面積が大きい上側蒸気流路凹部 3 2 に移動し、上側蒸気流路凹部 3 2 内で拡散する。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密封空間 3 内を還流してデバイス D の熱を輸送して放出する。この結果、デバイス D が冷却される。

10

【 0 1 2 3 】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 との間に介在されたウィックシート 3 0 の上面 3 0 b に、作動液 2 の蒸気を通る上側蒸気流路凹部 3 2 が設けられ、下面 3 0 a に、液状の作動液 2 が通る下側液流路部 4 0 が設けられている。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 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、上側蒸気流路凹部 3 2 と下側液流路部 4 0 がウィックシート 3 0 に形成されているため、上側蒸気流路凹部 3 2 と下側液流路部 4 0 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、上側蒸気流路凹部 3 2 と下側液流路部 4 0 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。

20

【 0 1 2 4 】

また、本実施の形態によれば、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に、液状の作動液 2 が通る下側液流路部 4 0 が設けられ、上面 3 0 b に、作動液 2 の蒸気を通る上側蒸気流路凹部 3 2 が設けられている。このことにより、下側金属シート 1 0 の側に下側液流路部 4 0 を配置し、上側金属シート 2 0 の側に上側蒸気流路凹部 3 2 を配置することができる。このため、下側金属シート 1 0 の受熱部 1 1 から受ける熱を、作動液 2 の蒸発に効果的に用いることができるとともに、作動液 2 の蒸気が上側金属シート 2 0 に効果的に放熱することができる。この結果、ペーパーチャンバ 1 の熱輸送効率を高めることができる。

30

【 0 1 2 5 】

また、本実施の形態によれば、下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 と、上側金属シート 2 0 の上側周縁部 2 1 との間に、スペーサ部材 5 0 が介在されている。このことにより、スペーサ部材 5 0 を介して、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とを拡散接合することができる。接合強度を向上させることができる。このため、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 を簡素な平坦形状にしつつ、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とを拡散接合することができる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施の形態によれば、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b が、平坦状に形成されている。このことにより、下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 を、平坦状の上面 1 0 b によって覆うことができる。このため、主流溝 4 1 の横断面において、直角状あるいは鋭角状の 2 つの角部 3 8 (図 7 参照) を形成することができ、各主流溝 4 1 内の作動液 2 に作用する毛細管作用を高めることができる。このため、主流溝 4 1 の作動液 2 に、蒸発部 3 1 に向かう推進力を与えることができ、作動液 2 を蒸発部 3 1 に向かってスムーズに輸送することができる。各連絡溝 4 5 においても同様にして毛細管作用を高めることができる。

40

【 0 1 2 7 】

また、本実施の形態によれば、上側蒸気流路凹部 3 2 が連通凹部 3 5 を介して下側液流路部 4 0 に連通している。このことにより、上側蒸気流路凹部 3 2 内で凝縮した液状の作動液 2 を、連通凹部 3 5 を通して下側液流路部 4 0 にスムーズに移動させることができる。このため、液状の作動液 2 を蒸発部 3 1 にスムーズに輸送することができる。とりわけ

50

、本実施の形態によれば、連通凹部 35 が、下側液流路部 40 の複数の主流溝 41 に接して連通している。このことにより、連通凹部 35 を通った液状の作動液 2 は、複数の主流溝 41 にスムーズに入り込むことができる。このため、液状の作動液 2 を蒸発部 31 により一層スムーズに輸送することができる。

【0128】

また、本実施の形態によれば、上側蒸気流路凹部 32 を画定する壁面 33 と連通凹部 35 を画定する壁面 36 が、貫通部 37 に向かって湾曲している。このことにより、ウィックシート 30 の下面 30a からのエッチング加工と、上面 30b からのエッチング加工とによって、上側蒸気流路凹部 32 と連通凹部 35 とを形成することができ、下側液流路部 40 と上側蒸気流路凹部 32 とを容易に連通させることができる。

10

【0129】

また、本実施の形態によれば、図 3 に示す断面において、貫通部 37 の幅が、当該貫通部 37 の両側の一对の上側流路突出部 34 の間のギャップ G および / または対応する連通凹部 35 の幅よりも小さくなっている。このことにより、互いに隣り合う貫通部 37 と貫通部 37 との距離を確保することができ、ウィックシート 30 の強度を増大させることができる。また、蒸発部 31 において蒸発した作動液 2 の蒸気は、くびれるように形成された貫通部 37 を通過して上側蒸気流路凹部 32 に達する。この際、貫通部 37 を通過すると作動液 2 の蒸気の流路断面積が拡大するため、作動液 2 の蒸気は上側蒸気流路凹部 32 に勢いよく拡散することができる。このため、熱輸送効率を向上させることができる。

【0130】

20

また、本実施の形態によれば、上側蒸気流路凹部 32 内に、上側蒸気流路凹部 32 の壁面 33 の底部から突出して上側金属シート 20 の下面 20a に当接する複数の上側流路突出部 34 が設けられている。このことにより、密封空間 3 が減圧された場合において、上側金属シート 20 が外気の圧力によって凹むように変形することを防止でき、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図ることができる。とりわけ、本実施の形態によれば、複数の上側流路突出部が、平面視で、千鳥状に配置されていることにより、密封空間 3 の減圧時における上側金属シート 20 の変形をより一層防止することができるとともに、作動液 2 の蒸気の流れが妨げられることを抑制できる。

【0131】

さらに、本実施の形態によれば、連通凹部 35 が、平面視で、互いに隣り合う上側流路突出部 34 の間に配置されている。このことにより、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度の低下を効果的に防止できる。

30

【0132】

(第 1 変形例)

なお、上述した本実施の形態においては、連絡溝 45 の幅および深さが、主流溝 41 の幅および深さと同様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い。例えば、図 19 ~ 図 21 に示すように、連絡溝 45 の幅は、主流溝 41 の幅よりも大きくしてもよい。図 19 ~ 図 21 に示す変形例について以下に説明する。

【0133】

図 19 に示すように、主流溝 41 は、連絡溝 45 が連通する交差部 P と、主流溝本体部 41a と、を含んでいる。

40

【0134】

このうち交差部 P において、第 2 方向 Y において主流溝 41 の両側に位置する一对の連絡溝 45 が、当該主流溝 41 に連通している。当該一对の連絡溝 45 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 41 と連絡溝 45 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 41a 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 45 の間の領域としている。言い換えると、主流溝 41 と、連絡溝 45 の列とが交わる領域 (すなわち、重なる領域) としている。

【0135】

50

主流溝本体部 4 1 a 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凸部 4 4 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 4 1 a とは、交互に配置されている。

【 0 1 3 6 】

主流溝 4 1 の幅 w_1 (第 2 方向 Y の寸法) は、凸部 4 4 の幅 w_2 (第 2 方向 Y の寸法) よりも大きくしてもよい。この場合、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に占める主流溝 4 1 の割合を大きくすることができる。このため、当該下面 3 0 a における主流溝 4 1 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 4 1 の幅 w_1 を、 $30\ \mu\text{m} \sim 200\ \mu\text{m}$ 、凸部 4 4 の幅 w_2 を、 $20\ \mu\text{m} \sim 180\ \mu\text{m}$ としてもよい。

10

【 0 1 3 7 】

連絡溝 4 5 の幅 w_3 が、主流溝 4 1 の幅 w_1 (より詳細には、主流溝本体部 4 1 a の幅) よりも大きくなっていてもよい。連絡溝 4 5 の幅 w_3 は、例えば $40\ \mu\text{m} \sim 300\ \mu\text{m}$ としてもよい。

【 0 1 3 8 】

主流溝 4 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 4 5 の横断面 (第 1 方向 X における断面) 形状も同様である。図 2 0 および図 2 1 においては、主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 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 4 1 および連絡溝 4 5 の幅は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a における溝の幅とする。凸部 4 4 の幅も同様に、下面 3 0 a における凸部の幅とする。

20

【 0 1 3 9 】

ところで、図 1 9 においては、各凸部 4 4 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。凸部 4 4 は、下側液流路部 4 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、各凸部 4 4 の角部には、丸みを帯びた湾曲部 4 7 が設けられている。これにより、各凸部 4 4 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、凸部 4 4 の図 1 9 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 7 が設けられており、これら 2 つの湾曲部 4 7 の間に直線状部分 4 8 が設けられている例が示されている。このため、連絡溝 4 5 の幅 w_3 は、第 1 方向 X に互いに隣り合う凸部 4 4 の直線状部分 4 8 の間の距離とする。図示しないが、各凸部 4 4 の角部に湾曲部 4 7 が形成されていない場合も同様である。しかしながら、凸部 4 4 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 8 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 4 5 の幅 w_3 は、第 1 方向 X において互いに隣り合う凸部 4 4 の間の最小距離とする。

30

【 0 1 4 0 】

図 2 0 および図 2 1 に示すように、本変形例においては、連絡溝 4 5 の深さ h_3 は、主流溝 4 1 の深さ h_1 (より詳細には、主流溝本体部 4 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 4 1 の横断面形状および各連絡溝 4 5 の横断面形状が湾曲状に形成されている場合、溝 4 1、4 5 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 4 5 の深さ h_3 は、例えば $10\ \mu\text{m} \sim 250\ \mu\text{m}$ としてもよい。

40

【 0 1 4 1 】

本変形例においては、図 2 1 に示すように、主流溝 4 1 の交差部 P の深さ h_1' が、主流溝本体部 4 1 a の深さ h_1 よりも深くなっている。また、主流溝 4 1 の交差部 P の深さ h_1' は、連絡溝 4 5 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。

【 0 1 4 2 】

50

上述したように、連絡溝 4 5 の深さ h_3 が、主流溝 4 1 の主流溝本体部 4 1 a の深さ h_1 よりも深くなっているとともに、主流溝 4 1 の交差部 P の深さ h_1' が、主流溝本体部 4 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 4 5 を介して交差部 P にわたる領域に、主流溝本体部 4 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、下側液流路部 4 0 の各主流溝 4 1 および各連絡溝 4 5 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 4 1 a 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 4 1 および各連絡溝 4 5 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。本変形例では、連絡溝 4 5 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。

【0143】

なお、ペーパーチャンバ 1 の下側液流路部 4 0 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 4 1 a の深さ h_1 (または連絡溝 4 5 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 4 1 a 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 4 1 a 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 4 5 の深さ h_3 についても同様である。

【0144】

ここで、完成形のペーパーチャンバ 1 から主流溝 4 1 の幅、深さおよび連絡溝 4 5 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 4 1 および連絡溝 4 5 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 4 1 および連絡溝 4 5 の幅、深さを確認する方法が挙げられる。

【0145】

具体的には、まず、ペーパーチャンバ 1 を 10 mm 角片にワイヤーソーで切断して試料とした。続いて、上側蒸気流路凹部 3 2、連通凹部 3 5 および下側液流路部 4 0 (主流溝 4 1 および連絡溝 4 5) 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、ミクロトーム (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 μm 離れた部分までトリミング加工する。例えば、連絡溝 4 5 のピッチが 200 μm であるとする、測定目的としている連絡溝 4 5 の隣の連絡溝 4 5 から 160 μm 削ることにより、測定目的としている連絡溝 4 5 から 40 μm 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 (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 μm 、電圧を 5 kV、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 (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 5 kV、作動距離を 3 mm、観察倍率を 500 倍に設定し、切断面を観察する。このようにして、主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 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、P o l a r o i d 5 4 5 とする。

【0146】

上述したように、連絡溝 4 5 の幅 w_3 が、主流溝 4 1 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 4 1 a よりも大きく開口した領域になっている。このため、図 11 に示すエッチング工程において、エッチング液は、主流溝本体部 4 1 a 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

10

20

30

40

50

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41aに連通しているため、連絡溝45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45の深さ h_3 よりも深くなり得る。このようにして、図19および図21に示すようなバッファ領域Qが形成される。

【0147】

ところで、蒸発部31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。

【0148】

ペーパーチャンバ1の作動時に、主流溝本体部41a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41a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41a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。

10

【0149】

また、主流溝本体部41a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31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41aの深さ h_1 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41aに移動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41a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31への流れが気泡によって妨げられることを抑制できる。

20

【0150】

このように本変形例によれば、連絡溝45の幅 w_3 が、主流溝41の幅 w_1 よりも大きくなっている。このことにより、各連絡溝45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41に入り込ませることができる。すなわち、連通凹部35と連通している主流溝41だけでなく、連通凹部35と連通していない主流溝41へ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。

30

【0151】

また、本変形例によれば、連絡溝45の深さ h_3 は、主流溝41の深さ h_1 よりも深くなっている。このことにより、各連絡溝45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41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41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41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41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。

40

【0152】

また、本変形例によれば、主流溝41の交差部Pの深さ h_1' が、主流溝本体部41aの深さ h_1 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なることができる。

【0153】

また、本変形例によれば、主流溝41の交差部Pの深さ h_1' は、連絡溝45の深さ h_3 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

50

解消させやすくすることができる。

【 0 1 5 4 】

なお、上述した第 1 変形例においては、連絡溝 4 5 の幅 w_3 が、主流溝 4 1 の幅 w_1 よりも大きく、連絡溝 4 5 の深さ h_3 は、主流溝 4 1 の深さ h_1 よりも深く、主流溝 4 1 の交差部 P の深さ h_1' が、主流溝本体部 4 1 a の深さ h_1 よりも深く、さらに、主流溝 4 1 の交差部 P の深さ h_1' は、連絡溝 4 5 の深さ h_3 よりも深くなっている例について説明した。すなわち、第 1 変形例では、幅や深さについて 4 つの大小関係を有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、これら 4 つの大小関係のうちの少なくとも 1 つの大小関係が満たされていれば、当該大小関係に対応する上述した作用効果を奏することができる。このため、4 つの大小関係の全てが満たされていなくてもよく、少なくとも 1 つの大小関係が満たされるようにしてもよい。この場合、必要に応じて、パターンニング工程やエッチング工程を複数回に分けて行ってもよい。例えば、連絡溝 4 5 の深さ h_3 は、主流溝 4 1 の深さ h_1 よりも深いという大小関係を満たす主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 を形成する場合には、主流溝 4 1 と連絡溝 4 5 を形成する工程を別々に行ってもよい。より具体的には、まず、主流溝 4 1 をパターンニングし、続いてエッチングしてレジストを除去する。その後、主流溝 4 1 をマスクしながら連絡溝 4 5 をパターンニングし、続いてエッチングしてレジストを除去してもよい。あるいは、主流溝 4 1 と連絡溝 4 5 を同時にパターンニングおよびエッチングした後に、レジストを除去せずに当該レジストの上から主流溝本体部 4 1 a をマスクするようにパターンニングし、連絡溝 4 5 と交差部 P を追加的にエッチングしてからレジストを除去するようにしてもよい。

【 0 1 5 5 】

(第 2 変形例)

また、上述した本実施の形態においては、各凸部列 4 3 の凸部 4 4 の第 1 方向 X における位置が同一になっており、複数の主流溝 4 1 と複数の連絡溝 4 5 とが、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、図 2 2 に示すように、凸部 4 4 は、千鳥状に配置されていてもよい。

【 0 1 5 6 】

より具体的には、図 2 2 に示す形態においては、互いに隣り合う凸部列 4 3 の連絡溝 4 5 が、第 1 方向 X において互いにずれて配置されている。この場合、下側金属シート 1 0 が外気の圧力によって連絡溝 4 5 に沿って内側 (ウィックシート 3 0 の側) に凹んだ場合であっても、その凹みが、主流溝 4 1 を横断することを防止できる。このため、主流溝 4 1 の流路断面積を確保することができ、作動液 2 の流れが妨げられることを防止できる。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。

【 0 1 5 7 】

また、図 2 2 に示す形態においては、主流溝 4 1 と連絡溝 4 5 とが T 字状に交わっている。このことにより、一の主流溝 4 1 と、一方の側 (例えば、図 2 2 における上側) の連絡溝 4 5 とが交わる交差部において、他方の側 (例えば、図 2 2 における下側) の連絡溝 4 5 が当該主流溝 4 1 に交わることを回避できる。このことにより、当該交差部において、主流溝 4 1 の壁面 4 2 (図 7 参照) が両側 (図 2 2 における上側および下側) で切り欠かれることを防止し、壁面 4 2 の一方の側を残存させることができる。このため、交差部においても主流溝 4 1 内の作動液 2 に毛細管作用を付与させることができ、蒸発部 3 1 に向かう作動液 2 の推進力が交差部で低下することを抑制できる。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。

【 0 1 5 8 】

(変形例 3)

また、上述した本実施の形態においては、エッチング工程において、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a および上面 3 0 b が同時にエッチングされて、上側蒸気流路凹部 3 2、連通凹部 3 5、並びに下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 が同時に形成され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、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a と上面 3 0 b とは、別々にエッチングされてもよい。更には、ウィックシ

ート30の下面30aについては、下側液流路部40の主流溝41および連絡溝45は、連通凹部35とは別々にエッチングされてもよい。この場合には、主流溝41の深さおよび連絡溝45の深さを、連通凹部35の深さとは容易に異ならせることができる。

【0159】

(変形例4)

さらに、上述した本実施の形態においては、連通凹部35が、ウィックシート30の下面30aからのエッチングによって形成されており、壁面36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、連通凹部35は、上側蒸気流路凹部32と下側液流路部40の主流溝41とを連通することができれば、任意の断面形状で形成されていてもよい。例えば、連通凹部35の壁面36は、図示しないが、下面30aに垂直な方向に直線状に伸びるように形成されていてもよい。この場合には、図11に示すエッチング工程において上側蒸気流路凹部32および下側液流路部40を形成した後、下面30aからの型抜き(パンチング)によって、連通凹部35を形成することができる。また、連通凹部35の壁面36は、図示しないが、下面30aから上面30bに向かって先細となるような台形状に形成されていてもよい。この場合には、図11に示すエッチング工程において上側蒸気流路凹部32および下側液流路部40を形成した後、下面30aからレーザー光を照射することによって連通凹部35を形成することができる。

【0160】

(変形例5)

さらに、上述した本実施の形態においては、ウィックシート30の下面30aに、作動液2の蒸気を通る蒸気流路凹部(図示せず)が形成されていてもよい。この場合には、作動液2の蒸気をより一層スムーズに拡散させることができ、熱輸送効率を向上させることができる。

【0161】

(第2の実施の形態)

次に、図23および図24を用いて、本発明の第2の実施の形態におけるペーパーチャンバ用のウィックシート、ペーパーチャンバ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23および図24に示す第2の実施の形態においては、下側金属シートの下側熱融着層と、上側金属シートの上側熱融着層とが、ヒートシールされている点が主に異なり、他の構成は、図1乃至図22に示す第1の実施の形態と略同一である。なお、図23および図24において、図1乃至図22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。

【0163】

本実施の形態においては、図23に示すように、下側金属シート10は、上面10bのうち平面視でウィックシート30の外側に設けられた下側熱融着層70(第1熱融着層)を有している。すなわち、下側熱融着層70は、下側金属シート10の下側周縁部12における上面10bに配置されており、平面視で、ウィックシート30の周囲に全周にわたって形成され、矩形枠状に形成されている。

【0164】

下側熱融着層70は、熱融着性樹脂材料を、下側金属シート10の上面10bに、ダイコートやロールコート等で塗布することによって形成することができる。熱融着性樹脂材料としては、下側金属シート10との接合性および密封空間3の密封性を考慮し、例えば、高圧法低密度ポリエチレン(LDPE)、酢酸ビニル共重合体(EVA)、無延伸ポリプロピレン(CPP)等を用いることが好適である。また、密封空間3を密封するとともに下側金属シート10を平坦形状に維持するために、熱融着性樹脂材料の塗布幅は1mmとすることが好適であり、塗布厚さは50μm程度とすることが好適である。

【0165】

10

20

30

40

50

上側金属シート20は、下面20aのうち平面視でウィックシート30の外側に設けられた上側熱融着層71（第2熱融着層）を有している。すなわち、上側熱融着層71は、上側金属シート20の上側周縁部21における下面20aに配置されており、平面視で、ウィックシート30の周囲に全周にわたって形成され、矩形棒状に形成されている。上側熱融着層71は、下側熱融着層70と同様の材料を用いて同様の方法で、上側金属シート20の下面20aに形成することができる。

【0166】

下側熱融着層70と上側熱融着層71は、互いにヒートシールされて、接合されている。すなわち、ウィックシート30の周囲に全周にわたって下側熱融着層70と上側熱融着層71とがヒートシールされている。このようにして、ウィックシート30の上側蒸気流路凹部32および下側液流路部40によって構成される密封空間3が、下側金属シート10、上側金属シート20およびスペーサ部材50によって密封されている。なお、本実施の形態では、図14に示すような仮止め工程は省略し、図15に示すような接合工程において、拡散接合の代わりにヒートシールを行うことが好適である。ヒートシールの方法は、密封空間3を密封することができれば特に限られることはない。

【0167】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート10の下側熱融着層70と、上側金属シート20の上側熱融着層71とが、ヒートシールされている。このことにより、下側金属シート10と上側金属シート20とを拡散接合するのではなく、比較的簡易な方法であるヒートシールで接合することができる。このため、ペーパーチャンバ1の製造工程を簡素化することができ、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、ペーパーチャンバ1を製造するために、比較的大掛かりな拡散接合設備を不要にできるという点においても好都合である。さらに、下側金属シート10と上側金属シート20とを接合する際に、各金属シート10、20およびウィックシート30の温度上昇を抑制することができる。このため、各金属シート10、20およびウィックシート30の材料の軟化や変形を防止することができる。

【0168】

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とが、下側熱融着層70および上側熱融着層71によってヒートシールされていることにより、スペーサ部材50（図3等参照）を用いることを不要にできる。このため、ペーパーチャンバ1全体の質量を低減することができ、軽量化を図ることができる。

【0169】

（変形例6）

なお、上述した本実施の形態においては、下側金属シート10および上側金属シート20が平坦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い。例えば、図24に示すように、下側金属シート10および上側金属シート20は、柔軟性を有するフィルム状に形成されていてもよい。この場合、例えば、下側金属シート10の厚さおよび上側金属シート20の厚さは、50 μ m～200 μ mであることが好適である。

【0170】

図24に示す形態においては、下側熱融着層70を形成するための熱融着性樹脂材料の塗布厚さが、図23に示す形態よりも薄くなっている。例えば、30 μ m程度とすることができる。このことにより、下側金属シート10の下側周縁部12が、上側金属シート20の上側周縁部21に向かうように変形している。上側金属シート20の上側周縁部21も同様にして、下側金属シート10の下側周縁部12に向かうように変形し、下側周縁部と上側周縁部とが、下側熱融着層および上側熱融着層を介してヒートシールされている。

【0171】

図24に示す形態では、下側金属シート10の厚さおよび上側金属シート20の厚さを小さくすることができるため、ペーパーチャンバ1全体の厚さを小さくすることができる。また、より一層の軽量化を図ることもできる。

10

20

30

40

50

【 0 1 7 2 】

(第 3 の実施の形態)

次に、図 2 5 乃至図 3 3 を用いて、本発明の第 3 の実施の形態におけるペーパーチャンバ用のウィックシート、ペーパーチャンバ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 7 3 】

図 2 5 乃至図 3 3 に示す第 3 の実施の形態においては、ウィックシートの蒸気流路部が第 2 面から第 1 面に延びている点が主に異なり、他の構成は、図 1 乃至図 2 2 に示す第 1 の実施の形態と略同一である。なお、図 2 5 乃至図 3 3 において、図 1 乃至図 2 2 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。

10

【 0 1 7 4 】

本実施の形態においては、図 2 5 乃至図 2 8 に示すように、ペーパーチャンバ 1 は、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とウィックシート 3 0 とを備えている。下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 との間には、図 3 等 に示すスペーサ部材 5 0 は設けられていない。このため、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a は、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に拡散接合されるとともに、上面 3 0 b は、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に拡散接合されている。密封空間 3 は、後述する蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 (後述する下側蒸気流路凹部 8 5 および上側蒸気流路凹部 8 6)、並びに下側液流路部 4 0 の主流溝 4 1 および連絡溝 4 5 によって形成されている。

【 0 1 7 5 】

20

ウィックシート 3 0 の蒸気流路部 8 0 は、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b から下面 3 0 a に延びており、ウィックシート 3 0 を貫通するように形成されている。この蒸気流路部 8 0 は、作動液 2 の蒸気が通るように構成されており、後述する枠体部 8 3 の内側に画定されている。

【 0 1 7 6 】

本実施の形態によるウィックシート 3 0 は、平面視で矩形枠状に形成された枠体部 8 3 と、枠体部 8 3 内に設けられたランド部 8 4 と、を有している。枠体部 8 3 およびランド部 8 4 は、図 1 1 に示すエッチング工程においてエッチングされることなく、ウィックシート 3 0 の材料が残る部分である。

【 0 1 7 7 】

30

ランド部 8 4 は、蒸気流路部 8 0 内に複数配置されており、蒸気流路部 8 0 を、第 1 蒸気通路 8 1 と複数の第 2 蒸気通路 8 2 とに区画している。平面視でランド部 8 4 の周囲に、蒸気流路部 8 0 が形成されている。ランド部 8 4 と枠体部 8 3 との間には第 1 蒸気通路 8 1 が形成されている。この第 1 蒸気通路 8 1 は、枠体部 8 3 の内側であってランド部 8 4 の外側に連続状に形成されている。第 1 蒸気通路 8 1 の平面形状は、矩形枠状になっている。隣り合うランド部 8 4 同士の間には第 2 蒸気通路 8 2 が形成されている。第 2 蒸気通路 8 2 の平面形状は、細長の矩形形状になっている。このような第 1 蒸気通路 8 1 と第 2 蒸気通路 8 2 によって蒸気流路部 8 0 が構成されている。

【 0 1 7 8 】

図 2 6 に示すように、蒸気流路部 8 0 は、下面 3 0 a に設けられた下側蒸気流路凹部 8 5 と、上面 3 0 b に設けられた上側蒸気流路凹部 8 6 とによって構成されている。下側蒸気流路凹部 8 5 と上側蒸気流路凹部 8 6 とが連通して、蒸気流路部 8 0 が上面 3 0 b から下面 3 0 a にわたって延びるように形成されている。

40

【 0 1 7 9 】

下側蒸気流路凹部 8 5 は、密封空間 3 の一部を構成しており、主として、蒸発部 3 1 で生成された作動液 2 の蒸気が通るように構成されている。この下側蒸気流路凹部 8 5 は、図 1 1 に示すエッチング工程において、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a からエッチングされることによって、下面 3 0 a に凹状に形成されている。このことにより、下側蒸気流路凹部 8 5 は、図 2 6 に示すように、湾曲状に形成された壁面 8 7 を有している。この壁面 8 7 は、下側蒸気流路凹部 8 5 を画定し、上面 3 0 b に向かって膨らむような形状で湾

50

曲している。壁面 8 7 は、湾曲した複数の凹んだ部分を有しており、各々の凹んだ部分が第 1 蒸気通路 8 1 の一部（下半分）や第 2 蒸気通路 8 2 の一部（下半分）をなしている。

【0180】

上側蒸気流路凹部 8 6 は、密封空間 3 の一部を構成しており、主として、蒸発部 3 1 で生成された作動液 2 の蒸気が通るように構成されている。この上側蒸気流路凹部 8 6 は、図 1 1 に示すエッチング工程において、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b からエッチングされることによって、上面 3 0 b に凹状に形成されている。このことにより、上側蒸気流路凹部 8 6 は、図 2 6 に示すように、湾曲状に形成された壁面 8 8 を有している。この壁面 8 8 は、上側蒸気流路凹部 8 6 を画定し、下面 3 0 a に向かって膨らむような形状で湾曲している。壁面 8 8 は、湾曲した複数の凹んだ部分を有しており、各々の凹んだ部分が第 1 蒸気通路 8 1 の一部（上半分）や第 2 蒸気通路 8 2 の一部（上半分）をなしている。

10

【0181】

下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 と、上側蒸気流路凹部 8 6 の壁面 8 8 とが接続して貫通部 8 9 が形成されている。壁面 8 7 と壁面 8 8 はそれぞれ貫通部 8 9 に向かって湾曲している。このことにより、下側蒸気流路凹部 8 5 と上側蒸気流路凹部 8 6 とが互いに連通している。本実施の形態では、第 1 蒸気通路 8 1 における貫通部 8 9 の平面形状は、第 1 蒸気通路 8 1 と同様に矩形枠状になっており、第 2 蒸気通路 8 2 における貫通部 8 9 の平面形状は、第 2 蒸気通路 8 2 と同様に細長の矩形形状になっている。貫通部 8 9 は、下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 と上側蒸気流路凹部 8 6 の壁面 8 8 とが合流し、内側に張り出すように形成された稜線によって画定されている。この貫通部 8 9 において蒸気流路部 8 0 の平面面積が最小になっている。このような貫通部 8 9 の幅寸法 w_6 は、例えば、 $400\text{ }\mu\text{m} \sim 1600\text{ }\mu\text{m}$ である。なお、ウィックシート 3 0 の厚さ方向（図 2 6 における上下方向）における貫通部 8 9 の位置は、下面 3 0 a と上面 3 0 b との中間位置でもよく、中間位置から下側または上側にずれた位置でもよく、下側蒸気流路凹部 8 5 と上側蒸気流路凹部 8 6 とが連通すれば、任意である。また、本実施の形態では、第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 の断面形状が、内側に張り出すように形成された稜線によって画定された貫通部 8 9 を含むように形成されているが、これに限られることはない。例えば、第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 の断面形状は、台形形状や矩形形状であってもよく、あるいは樽形の形状になっていてもよい。

20

【0182】

上述した枠体部 8 3 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a を構成する枠体下面 8 3 a（第 1 枠体面）と、上面 3 0 b を構成する枠体上面 8 3 b（第 2 枠体面）と、を有している。すなわち、枠体下面 8 3 a は、下面 3 0 a と同一平面上に位置し、枠体上面 8 3 b は、上面 3 0 b と同一平面上に位置している。枠体下面 8 3 a は、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に当接し、拡散接合されている。枠体上面 8 3 b は、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に当接し、拡散接合されている。

30

【0183】

上述したランド部 8 4 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a を構成するランド下面 8 4 a（第 1 ランド面）と、上面 3 0 b を構成するランド上面 8 4 b（第 2 ランド面）と、を有している。すなわち、ランド下面 8 4 a は、下面 3 0 a と同一平面上に位置し、ランド上面 8 4 b は、上面 3 0 b と同一平面上に位置している。ランド下面 8 4 a は、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に当接し、拡散接合されている。ランド上面 8 4 b は、上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に当接し、拡散接合されている。このようにして、密封空間 3 の減圧時におけるペーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図っている。上述した下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 および上側蒸気流路凹部 8 6 の壁面 8 8 は、ランド部 8 4 の側壁を構成している。

40

【0184】

なお、下側金属シート 1 0 とウィックシート 3 0（枠体部 8 3 およびランド部 8 4）とは、恒久的に接合できれば、拡散接合ではなく、ろう付け等の他の方式で接合されていてもよい。ウィックシート 3 0 と上側金属シート 2 0 についても同様である。

50

【 0 1 8 5 】

本実施の形態では、ランド部 8 4 は、平面視で、第 1 方向 X に沿って細長状に延びており、ランド部 8 4 の平面形状は、細長の矩形形状になっている。また、各ランド部 8 4 は、第 2 方向 Y において等間隔に離間して、互いに平行に配置されている。このようにして、各ランド部 8 4 の周囲を作動液 2 の蒸気が流れて、ウィックシート 3 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。ランド部 8 4 の幅 w 7 は、例えば、 $100\mu\text{m} \sim 1500\mu\text{m}$ である。ここで、ランド部 8 4 の幅 w 7 は、第 2 方向 Y におけるランド部 8 4 の寸法であって、ウィックシート 3 0 の厚さ方向において貫通部 8 9 が存在する位置における寸法を意味している。

【 0 1 8 6 】

図 2 7 乃至図 2 9 に示すように、蒸气流路部 8 0 内に、ランド部 8 4 を枠体部 8 3 に支持する第 1 支持部 9 1 が設けられている。本実施の形態では、第 1 方向 X においてランド部 8 4 の両側に設けられた第 1 支持部 9 1 によって、各ランド部 8 4 が枠体部 8 3 に支持されている。また、第 2 方向 Y におけるランド部 8 4 の両側にも複数の第 1 支持部 9 1 が設けられている。これらの第 1 支持部 9 1 によって、第 2 方向 Y において両側に配置されたランド部 8 4 が、枠体部 8 3 に支持されている。なお、図 2 7 および図 2 8 においては、第 1 方向 X において、各ランド部 8 4 が対応する第 1 支持部 9 1 によって枠体部 8 3 に支持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。例えば、複数のランド部 8 4 が、1 つの第 1 支持部 9 1 によって枠体部 8 3 に支持される、すなわち、図 2 7 に示す互いに隣り合ういくつかの第 1 支持部 9 1 が一体に連続状に形成されるようにしてもよい。さらには、全てのランド部 8 4 が、第 1 方向 X における両側において、1 つの第 1 支持部 9 1 によって枠体部 8 3 に支持されるようにしてもよい。この場合には、第 1 方向 X においてランド部 8 4 の両側に設けられた後述の下側枠体液流路部 9 7 の部分（第 2 方向 Y に沿う部分、図 2 7 および図 2 8 における右側および左側の部分）は、設けられていなくてもよい。しかしながら、当該部分は設けられていてもよい。この場合、第 2 方向 Y においてランド部 8 4 の両側に設けられた下側枠体液流路部 9 7 の部分（第 1 方向 X に沿う部分、図 2 7 および図 2 8 における上側および下側の部分）を連通させることができ、液状の作動液 2 を、両方の部分に往来させることができる。

【 0 1 8 7 】

図 2 9 に示すように、第 1 支持部 9 1 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a の側に設けられており、第 1 支持部 9 1 の上面 3 0 b の側には、上側蒸气流路凹部 8 6 が設けられている。

【 0 1 8 8 】

第 1 支持部 9 1 は、対応するランド部 8 4 および枠体部 8 3 に、連続状に形成されている。すなわち、第 1 支持部 9 1 は、図 1 1 に示すエッチング工程において、エッチングされることなく、ウィックシート 3 0 の材料が残る部分である。例えば、第 1 支持部 9 1 は、上側蒸气流路凹部 8 6 を形成させながら下側蒸气流路凹部 8 5 を形成させないようにエッチング工程を行うことにより形成することができる。この場合、図 1 1 に示すように、下側蒸气流路凹部 8 5 を形成するための第 2 レジスト開口 6 3 内に、レジスト材料を残存させ、第 2 レジスト開口 6 3 を分断するように下側レジスト膜 6 0 をパターンニングする。これにより、金属材料シート M の下面 M a のうち第 2 レジスト開口 6 3 内でレジスト材料が残存した部分は、下面 M a からエッチングされず、金属材料シート M の材料が残る。一方、上側レジスト膜 6 1 のうち第 1 支持部 9 1 に対応する部分に第 3 レジスト開口 6 4 を形成することにより、金属材料シート M の上面 M b のうち第 1 支持部 9 1 に対応する部分はエッチングされて、上側蒸气流路凹部 8 6 が形成される。このようにして、図 2 7 乃至図 2 9 に示すように、上側蒸气流路凹部 8 6 を連続状に形成しながら、第 1 支持部 9 1 を形成することができる。

【 0 1 8 9 】

また、蒸气流路部 8 0 内には、互いに隣り合うランド部 8 4 同士を支持する第 2 支持部 9 2 が設けられている。本実施の形態では、ランド部 8 4 は、上述したように第 2 方向 Y

10

20

30

40

50

に離間して配置されており、互いに隣り合うランド部 8 4 同士の間には複数の第 2 支持部 9 2 が設けられている。各第 2 支持部 9 2 は、第 1 方向 X において、対応する第 1 支持部 9 1 と同じ位置に配置されている。しかしながら、各第 2 支持部 9 2 の配置は、これに限られることはない。例えば、各第 2 支持部 9 2 は、第 1 方向 X において第 1 支持部 9 1 とは異なる位置に配置してもよく、例えば、千鳥状に配置してもよい。また、図 2 7 および図 2 8 においては、各ランド部 8 4 同士が、複数の第 2 支持部 9 2 で支持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く、各ランド部 8 4 同士は、1 つの第 2 支持部 9 2 で支持されるようにしてもよい。

【 0 1 9 0 】

図 2 9 に示すように、第 2 支持部 9 2 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a の側に設けられており、第 2 支持部 9 2 の上面 3 0 b の側には、上側蒸気流路凹部 8 6 が設けられている。

10

【 0 1 9 1 】

第 2 支持部 9 2 は、対応するランド部 8 4 に、連続状に形成されている。第 2 支持部 9 2 も、図 1 1 に示すエッチング工程において、エッチングされることなく、ウィックシート 3 0 の材料が残る部分である。第 2 支持部 9 2 は、第 1 支持部 9 1 と同様に形成することができる。

【 0 1 9 2 】

図 2 7 ~ 図 2 9 の形態では、第 1 支持部 9 1 および第 2 支持部 9 2 は、第 1 方向 X または第 2 方向 Y に沿うように形成されている。しかしながら、支持部 9 1、9 2 の形状は、第 1 方向 X または第 2 方向 Y に沿っていなくてもよく、任意である。また、第 1 支持部 9 1 および第 2 支持部 9 2 の高さ h 2 (図 2 9 における上下方向寸法) は、任意であるが、例えば、ウィックシート 3 0 の高さの半分よりも小さくしてもよい。この場合、第 1 支持部 9 1 および第 2 支持部 9 2 による作動液 2 の蒸気の流れが妨げられること(流路抵抗が増大すること)を抑制できる。ここで、第 1 支持部 9 1 および第 2 支持部 9 2 の高さ h 2 とは、各支持部 9 1、9 2 における最小高さであって、対応する上側蒸気流路凹部 8 6 のうち最も下面 3 0 a の側の点と下面 3 0 a との間の距離に相当する。

20

【 0 1 9 3 】

図 2 5 に示すように、下側金属シート 1 0 の四隅に、下側アライメント孔 1 5 がそれぞれ設けられており、上側金属シート 2 0 の四隅に、上側アライメント孔 2 4 がそれぞれ設けられている。ウィックシート 3 0 の四隅に、ウィックシートアライメント孔 9 3 がそれぞれ設けられている。対応するアライメント孔 1 5、2 4、9 3 同士が、図 1 4 に示す仮止め工程において重なるように位置合わせされ、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 とウィックシート 3 0 との位置決めが可能に構成されている。

30

【 0 1 9 4 】

また、図 2 5 に示すように、ペーパーチャンバ 1 は、第 1 方向 X における一対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 1 0 の端面から突出する下側注入突出部 1 6 と、上側金属シート 2 0 の端面から突出する上側注入突出部 2 5 と、ウィックシート 3 0 の端面から突出するウィックシート突出部 9 4 と、を有している。このうちウィックシート突出部 9 4 に注入流路 9 5 が形成されている。この注入流路 9 5 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a から上面 3 0 b に延びており、ウィックシート 3 0 を貫通している。また、注入流路 9 5 は、後述する下側液流路部 4 0 や蒸気流路部 8 0 に連通しており、作動液 2 は、注入流路 9 5 を通過して密封空間 3 に注入される。下側注入突出部 1 6 の上面および上側注入突出部 2 5 の下面は、平坦状に形成されている。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 における一対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い。また、注入流路 9 5 は、ウィックシート 3 0 を貫通していなくてもよい。この場合、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a および上面 3 0 b のうちの一方からのみのエッチングで、下側液流路部 4 0 や蒸気流路部 8 0 に連通する注入流路 9 5 を形成することができる。さらに、注入部 4 は、第 1 の実施の形態のよ

40

50

うな注入孔 22 によって構成されていてもよい。

【0195】

図 26 および図 28 に示すように、ウィックシート 30 の下面 30a に、液状の作動液 2 が通る下側液流路部 40 (液流路部) が設けられている。本実施の形態では、下側液流路部 40 は、各ランド部 84 のランド下面 84a に設けられた下側ランド液流路部 96 (第 1 ランド液流路部) と、枠体部 83 の枠体下面 83a に設けられた下側枠体液流路部 97 (第 1 枠体液流路部) と、を含んでいる。下側ランド液流路部 96 および下側枠体液流路部 97 は、上述した密封空間 3 の一部を構成している。下側ランド液流路部 96 は、蒸気流路部 80 の第 1 蒸気通路 81 および第 2 蒸気通路 82 に連通し、下側枠体液流路部 97 は、第 1 蒸気通路 81 に連通している。

10

【0196】

下側ランド液流路部 96 は、図 30 に示すように、第 1 の実施の形態における下側液流路部 40 と同様に、第 1 方向 X に延びる複数の主流溝 41 と、互いに隣り合う主流溝 41 同士を連通する連絡溝 45 と、を有している。互いに隣り合う主流溝 41 の間には、凸部列 43 が設けられている。各凸部列 43 は、第 1 方向 X に配列された複数の凸部 44 を含んでいる。凸部 44 は、図 22 に示す形態と同様にして、千鳥状に配置されていてもよい。しかしながら、図 6 に示す形態と同様にして、複数の主流溝 41 と複数の連絡溝 45 とが格子状に配置されていてもよい。主流溝 41 および連絡溝 45 が、図 19 に示すように、連絡溝 45 の幅 w3 が主流溝 41 の幅 w1 よりも大きくなっている場合、各連絡溝 45 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 41 に入り込ませることができる。すなわち、蒸気通路 81、82 に近い側の主流溝 41 だけでなく、蒸気通路 81、82 から遠い側の主流溝 41 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。

20

【0197】

下側枠体液流路部 97 は、下側ランド液流路部 96 と同様に構成することができる。このため、ここでは、詳細な説明は省略する。なお、下側枠体液流路部 97 のうち、第 1 方向 X におけるランド部 84 の両側の部分では、第 2 方向 Y に沿う液状の作動液 2 の流れが蒸発部 31 に向かう流れとなるため、当該部分では、第 2 方向 Y に延びる溝を主流溝 41 とし、第 1 方向 X に延びる溝を連絡溝 45 として、以下説明する。

30

【0198】

蒸気流路部 80 は、下側液流路部 40 の連絡溝 45 に連通している。より具体的には、第 1 蒸気通路 81 の下側蒸気流路凹部 85 は、下側ランド液流路部 96 の連絡溝 45 に連通するとともに、下側枠体液流路部 97 の連絡溝 45 に連通している。このことにより、第 1 蒸気通路 81 の下側蒸気流路凹部 85 内の液状の作動液 2 は、下側ランド液流路部 96 や下側枠体液流路部 97 の複数の主流溝 41 に容易に入り込むことができるようになっている。同様に、第 2 蒸気通路 82 の下側蒸気流路凹部 85 は、下側ランド液流路部 96 の連絡溝 45 に連通しており、第 2 蒸気通路 82 の下側蒸気流路凹部 85 内の液状の作動液 2 は、下側ランド液流路部 96 の複数の主流溝 41 に容易に入り込むことができるようになっている。

40

【0199】

本実施の形態によるペーパーチャンバ 1 の作動時には、デバイス D から熱を受けて生成された作動液 2 の蒸気の多くは、密封空間 3 を構成する第 1 蒸気通路 81 および第 2 蒸気通路 82 の下側蒸気流路凹部 85 および上側蒸気流路凹部 86 内で拡散する (図 27 および図 28 の実線矢印参照)。各蒸気流路凹部 85、86 内の蒸気は、蒸発部 31 から離れ、蒸気の多くは、比較的温度の低いウィックシート 30 の周縁部に輸送される。上側蒸気流路凹部 86 内で拡散した蒸気は、主として上側金属シート 20 に放熱して冷却され、下側蒸気流路凹部 85 内で拡散した蒸気は、主としてウィックシート 30 に放熱して冷却される。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) を介して外気に伝達される。ウィックシート 30 が蒸気から受けた熱は、上側金属シート 20

50

およびハウジング部材 H a を介して外気に伝達される。

【 0 2 0 0 】

放熱した蒸気は凝縮し、液状になった作動液 2 は、下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 および上側蒸気流路凹部 8 6 の壁面 8 8 に付着するとともに、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b および上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a にも付着する。ここで、蒸発部 3 1 では作動液 2 が蒸発し続けているため、下側液流路部 4 0 の下側ランド液流路部 9 6 および下側枠体液流路部 9 7 うち蒸発部 3 1 以外の部分における作動液 2 は、蒸発部 3 1 に向かって輸送される（図 2 8 の破線矢印参照）。このことにより、下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 および下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に付着した液状の作動液 2 は、下側ランド液流路部 9 6 または下側枠体液流路部 9 7 に移動する。上側蒸気流路凹部 8 6 の壁面 8 8 および上側金属シート 2 0 の下面 2 0 a に付着した液状の作動液 2 は、下側蒸気流路凹部 8 5 の壁面 8 7 を通って下側ランド液流路部 9 6 の連絡溝 4 5 または下側枠体液流路部 9 7 の連絡溝 4 5 に移動する。ここで、下側蒸気流路凹部 8 5 および連絡溝 4 5 は、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に設けられており、下側金属シート 1 0 の上面 1 0 b に接している。このことにより、上面 1 0 b に付着している作動液 2 を、連絡溝 4 5 の毛細管力でスムーズに連絡溝 4 5 に引き込むことができる。このため、下側蒸気流路凹部 8 5 に液状の作動液 2 が溜まることを防止できる。下側ランド液流路部 9 6 および下側枠体液流路部 9 7 において、連絡溝 4 5 に入り込んだ液状の作動液 2 は、主流溝 4 1 に入り込み、各主流溝 4 1 および各連絡溝 4 5 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 4 1 および各連絡溝 4 5 の毛細管作用により、蒸発部 3 1 に向かう推進力を得て、蒸発部 3 1 に向かってスムーズに輸送される。

10

20

【 0 2 0 1 】

蒸発部 3 1 に達した作動液 2 は、デバイス D から下側金属シート 1 0 の受熱部 1 1 を介して再び熱を受けて蒸発する。下側ランド液流路部 9 6 および下側枠体液流路部 9 7 において蒸発した作動液 2 の蒸気は、連絡溝 4 5 を通って、流路断面積が大きい下側蒸気流路凹部 8 5 に移動して拡散し、蒸気の一部は上側蒸気流路凹部 8 6 に移動して拡散する。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密封空間 3 内を還流してデバイス D の熱を輸送して放出する。この結果、デバイス D が冷却される。

【 0 2 0 2 】

このように本実施の形態によれば、作動液 2 の蒸気を通る蒸気流路部 8 0 が、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b から下面 3 0 a に延びている。このことにより、蒸気流路部 8 0 内で凝縮した液状の作動液 2 を、下面 3 0 a に設けられた下側液流路部 4 0 にスムーズに移動させることができる。このため、液状の作動液 2 を蒸発部 3 1 にスムーズに輸送することができる。また、蒸気流路部 8 0 の流路面積を増大させることができる。このため、蒸発部 3 1 で蒸発した作動液 2 の蒸気を、ウィックシート 3 0 の周縁部にスムーズに拡散させることができる。

30

【 0 2 0 3 】

また、本実施の形態によれば、蒸気流路部 8 0 の下側蒸気流路凹部 8 5 は、下側ランド液流路部 9 6 および下側枠体液流路部 9 7 の連絡溝 4 5 に接して連通している。このことにより、下側蒸気流路凹部 8 5 内の液状の作動液 2 は、複数の主流溝 4 1 にスムーズに入り込むことができる。このため、液状の作動液 2 を蒸発部 3 1 により一層スムーズに輸送することができる。

40

【 0 2 0 4 】

また、本実施の形態によれば、ウィックシート 3 0 の枠体部 8 3 の内側に画定された蒸気流路部 8 0 内に、ランド部 8 4 が設けられている。このことにより、密封空間 3 が減圧された場合において、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 が外気の圧力によって凹むように変形することを防止でき、ペーパーチャンバ 1 の機械的強度の向上を図ることができる。

【 0 2 0 5 】

また、本実施の形態によれば、ウィックシート 3 0 のランド部 8 4 のランド下面 8 4 a

50

に、下側液流路部 40 の下側ランド液流路部 96 が設けられ、この下側ランド液流路部 96 の周囲に蒸気流路部 80 が形成されている。このことにより、蒸気流路部 80 の第 1 蒸気通路 81 および第 2 蒸気通路 82 内で凝縮した液状の作動液 2 を下側ランド液流路部 96 にスムーズに移動させることができるとともに、下側ランド液流路部 96 内で蒸発した作動液 2 の蒸気を、蒸気流路部 80 の第 1 蒸気通路 81 および第 2 蒸気通路 82 内にスムーズに拡散させることができる。

【0206】

また、本実施の形態によれば、蒸気流路部 80 内に、ランド部 84 を枠体部 83 に支持させる第 1 支持部 91 が設けられている。このことにより、ランド部 84 を枠体部 83 に支持させることができ、ランド部 84 と枠体部 83 を一体化させることができる。このため、製造時に、ウィックシート 30 の取扱性が低下することを防止でき、ペーパーチャンバ 1 を簡易に製造することができる。とりわけ、本実施の形態によれば、第 1 支持部 91 は、ウィックシート 30 の下面 30a の側に設けられている。このことにより、第 1 支持部 91 の上面 30b の側には、上側蒸気流路凹部 86 を形成することができ、第 1 蒸気通路 81 が分断されることを防止できる。このため、作動液 2 の蒸気の拡散性の低下を抑制することができる。

10

【0207】

また、本実施の形態によれば、蒸気流路部 80 内に、互いに隣り合うランド部 84 同士を支持する第 2 支持部 92 が設けられている。このことにより、隣り合うランド部 84 同士を互いに支持させることができ、複数のランド部 84 を一体化させるとともに、これらのランド部 84 と枠体部 83 を一体化させることができる。このため、製造時に、ウィックシート 30 の取扱性が低下することを防止でき、ペーパーチャンバ 1 を簡易に製造することができる。とりわけ、本実施の形態によれば、第 2 支持部 92 は、ウィックシート 30 の下面 10a の側に設けられている。このことにより、第 2 支持部 92 の上面 30b の側には、上側蒸気流路凹部 86 を形成することができ、第 2 蒸気通路 82 が分断されることを防止できる。このため、作動液 2 の蒸気の拡散性の低下を抑制することができる。

20

【0208】

また、本実施の形態によれば、ウィックシート 30 の枠体部 83 の枠体下面 83a に、下側液流路部 40 の下側枠体液流路部 97 が設けられている。このことにより、蒸気流路部 80 の第 1 蒸気通路 81 内で凝縮した液状の作動液 2 を下側枠体液流路部 97 にスムーズに移動させることができるとともに、下側枠体液流路部 97 内で蒸発した作動液 2 の蒸気を、蒸気流路部 80 の第 1 蒸気通路 81 路内にスムーズに拡散させることができる。

30

【0209】

さらに、本実施の形態によれば、下側金属シート 10 とウィックシート 30 とが拡散接合されている。このことにより、下側金属シート 10 とウィックシート 30 とを、広い範囲で拡散接合することができ、接合強度を向上させることができる。また、上側金属シート 20 とウィックシート 30 とが拡散接合されている。このことにより、上側金属シート 20 とウィックシート 30 とを、広い範囲で拡散接合することができ、接合強度を向上させることができる。

40

【0210】

(変形例 7)

なお、上述した本実施の形態では、ウィックシート 30 の下面 30a に下側液流路部 40 が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、例えば、図 31 乃至図 33 に示すように、ウィックシート 30 の下面 30a だけでなく上面 30b にも、液流路部が設けられていてもよい。図 31 においては、ウィックシート 30 の下面 30a に、下側液流路部 40 が設けられ、上面 30b に、上側液流路部 98 が設けられている例が示されている。図 31 に示す例では、上側液流路部 98 は、各ランド部 84 のランド上面 84b に設けられた上側ランド液流路部 99 (第 2 ランド液流路部) と、枠体部 83 の枠体上面 83b に設けられた上側枠体液流路部 100 (第 2 枠体液流路部) と、を含んでいる。上側ランド液流路部 99 および上側枠体液流路部 100 は、上述

50

した密封空間 3 の一部を構成している。上側ランド液流路部 9 9 は、蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 の上側蒸気流路凹部 8 6 に連通し、上側枠体液流路部 1 0 0 は、第 1 蒸気通路 8 1 の上側蒸気流路凹部 8 6 に連通している。上側ランド液流路部 9 9 は、下側ランド液流路部 9 6 と同様に構成することができ、上側枠体液流路部 1 0 0 は、下側枠体液流路部 9 7 と同様に構成することができる。

【 0 2 1 1 】

図 3 1 に示す形態によれば、ウィックシート 3 0 の上面 3 0 b に、上側液流路部 9 8 が設けられている。このことにより、液状の作動液 2 を蒸発部 3 1 に輸送する流路を増やすことができ、蒸発部 3 1 への液状の作動液 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。

10

【 0 2 1 2 】

また、図 3 1 に示す形態によれば、ウィックシート 3 0 のランド部 8 4 のランド上面 8 4 b に、上側ランド液流路部 9 9 が設けられている。このことにより、蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 内で凝縮した液状の作動液 2 を上側ランド液流路部 9 9 にスムーズに移動させることができるとともに、上側ランド液流路部 9 9 内で蒸発した作動液 2 の蒸気を、スムーズに蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 および第 2 蒸気通路 8 2 内に拡散させることができる。また、ウィックシート 3 0 の枠体部 8 3 の枠体上面 8 3 b に、上側枠体液流路部 1 0 0 が設けられている。このことにより、蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 内で凝縮した液状の作動液 2 を上側枠体液流路部 1 0 0 にスムーズに移動させることができるとともに、上側枠体液流路部 1 0 0 内で蒸発した作動液 2 の蒸気を、スムーズに蒸気流路部 8 0 の第 1 蒸気通路 8 1 内に拡散させることができる。

20

【 0 2 1 3 】

なお、図 3 2 に示すように、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に設けられた主流溝 4 1 と、上面 3 0 b に設けられた主流溝 4 1 とは、平面視で重なっていてもよい。この場合、ウィックシート 3 0 の構造を、下面 3 0 a と上面 3 0 b とで統一させることができる。

【 0 2 1 4 】

一方、図 3 3 に示すように、ウィックシート 3 0 の下面 3 0 a に設けられた主流溝 4 1 と、上面 3 0 b に設けられた主流溝 4 1 とは、平面視で少なくとも部分的に重なっていてもよい。すなわち、下面 3 0 a の主流溝 4 1 が、上面 3 0 b の主流溝 4 1 からずれていてもよい。図 3 3 に示す例では、平面視において、下面 3 0 a に設けられた互いに隣り合う一対の主流溝 4 1 の間に、上面 3 0 b に設けられた主流溝 4 1 が配置されている。この場合、下面 3 0 a の主流溝 4 1 と上面 3 0 b の主流溝 4 1 とが、互いに連通することを防止できる。また、下面 3 0 a の連絡溝 4 5 と上面 3 0 b の連絡溝 4 5 とが平面視で重なることを防止でき、これらの連絡溝 4 5 が互いに連通することを防止できる。このことは、例えば、連絡溝 4 5 の深さが主流溝 4 1 の深さよりも深くする場合に効果的である。

30

【 0 2 1 5 】

(変形例 8)

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 1 0 と上側金属シート 2 0 との間に、スペーサ部材 5 0 が設けられていない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、第 1 の実施の形態と同様に、スペーサ部材 5 0 を設けるようにしてもよい。この場合、下側金属シート 1 0 の下側周縁部 1 2 がスペーサ部材 5 0 と拡散接合し、上側金属シート 2 0 の上側周縁部 2 1 がスペーサ部材 5 0 に拡散接合してもよい。下側金属シート 1 0 とウィックシート 3 0 とは接合されていなくてもよく、上側金属シート 2 0 とウィックシート 3 0 とは接合されていなくてもよい。

40

【 0 2 1 6 】

(変形例 9)

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 1 0 とウィックシート 3 0 とが拡散接合されるとともに、上側金属シート 2 0 とウィックシート 3 0 とが拡散接合され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、第 2 の実施の形態と同様に、下側金属シート 1 0 に下側熱融着層 7 0 を設け、上側金属シート 2 0 に

50

上側熱融着層 7 1 を設けて、下側熱融着層 7 0 と上側熱融着層 7 1 とをヒートシールしてもよい。

【 0 2 1 7 】

(変形例 1 0)

また、上述した本実施の形態においては、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 が平坦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なく、例えば、図 2 4 に示す形態と同様にして、下側金属シート 1 0 および上側金属シート 2 0 が、柔軟性を有するフィルム状に形成されていてもよい。

【 0 2 1 8 】

(第 4 の実施の形態)

次に、図 3 4 を用いて、本発明の第 4 の実施の形態におけるペーパーチャンバ用のウィックシート、ペーパーチャンバ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 2 1 9 】

図 3 4 に示す第 4 の実施の形態においては、下側金属シートが、下側本体シートと下側補強シートとを有しているとともに、上側金属シートが、上側本体シートと上側補強シートとを有している点が主に異なり、他の構成は、図 2 5 乃至図 3 3 に示す第 3 の実施の形態と略同一である。なお、図 3 4 において、図 2 5 乃至図 3 3 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。

【 0 2 2 0 】

本実施の形態においては、図 3 4 に示すように、ペーパーチャンバ 1 の下側金属シート 1 0 は、ウィックシート 3 0 の側に設けられた下側本体シート 1 1 1 (第 1 本体シート) と、下側本体シート 1 1 1 に対してウィックシート 3 0 の側とは反対側 (図 3 4 における下側) に設けられた下側補強シート 1 1 2 (第 1 補強シート) と、を有していてもよい。下側補強シート 1 1 2 は、下側本体シート 1 1 1 よりも高い機械的強度 (例えば、引張強度など) を有している。下側本体シート 1 1 1 は、ウィックシート 3 0 に拡散接合されている。

【 0 2 2 1 】

下側本体シート 1 1 1 は、ウィックシート 3 0 と同じ材料で作製されてもよい。下側本体シート 1 1 1 およびウィックシート 3 0 が銅で作製される場合には、下側補強シート 1 1 2 は、例えばステンレスやニッケルで作製されていてもよい。このような下側金属シート 1 0 には、互いに異なる種類の金属シートを組み合わせたいわゆるクラッド材を用いてもよい。そして、下側本体シート 1 1 1 および下側補強シート 1 1 2 のうちの一方のシートを金属箔で作製し、その金属箔にめっきを行うことにより他方のシートを作製してもよい。また、下側本体シート 1 1 1 と下側補強シート 1 1 2 とを接着剤などで貼り合せてもよく、他の任意の方法で接合させてもよい。下側本体シート 1 1 1 の厚さは、下側補強シート 1 1 2 の厚さよりも小さくてもよく、あるいは大きくてもよく、下側本体シート 1 1 1 の厚さと下側補強シート 1 1 2 の厚さは等しくてもよい。

【 0 2 2 2 】

下側金属シート 1 0 と同様に、上側金属シート 2 0 は、ウィックシート 3 0 の側に設けられた上側本体シート 1 2 1 (第 2 本体シート) と、上側本体シート 1 2 1 に対してウィックシート 3 0 の側とは反対側 (図 3 4 における上側) に設けられた上側補強シート 1 2 2 (第 2 補強シート) と、を有していてもよい。上側補強シート 1 2 2 は、上側本体シート 1 2 1 よりも高い機械的強度 (例えば、引張強度や 0 . 2 % 耐力、上降伏点など) を有している。下側本体シート 1 1 1 は、ウィックシート 3 0 に拡散接合されている。

【 0 2 2 3 】

このように本実施の形態によれば、下側金属シート 1 0 は、ウィックシート 3 0 の側に設けられた下側本体シート 1 1 1 と、下側本体シート 1 1 1 に対してウィックシート 3 0 の側とは反対側に設けられた下側補強シート 1 1 2 と、を有しており、下側補強シート 1 1 2 は、下側本体シート 1 1 1 よりも高い機械的強度を有している。このことにより、下側金属シート 1 0 を補強することができる。例えば、密封空間 3 が減圧された場合におい

10

20

30

40

50

て、下側金属シート10が外気の圧力によって凹むように変形することを防止でき、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、作動液2に純水を用いている場合には、作動液2は凍結によって膨張し得るが、その場合であっても、下側金属シート10の変形を防止できる。

【0224】

また、本実施の形態によれば、下側金属シート10の機械的強度を向上できるため、下側金属シート10の厚さを薄くすることができる。この薄くした分を、ウィックシート30の厚さに割り当てることができ、ウィックシート30を厚くすることができる。この場合、蒸気流路部の流路面積を増大させることができ、蒸発部31で蒸発した作動液2の蒸気を、ウィックシート30の周縁部にスムーズに拡散させることができる。

10

【0225】

また、本実施の形態によれば、上側金属シート20は、ウィックシート30の側に設けられた上側本体シート121と、上側本体シート121に対してウィックシート30の側とは反対側に設けられた上側補強シート122と、を有しており、上側補強シート122は、上側本体シート121よりも高い機械的強度を有している。このことにより、上側金属シート20を補強することができる。例えば、密封空間3が減圧された場合において、上側金属シート20が外気の圧力によって凹むように変形することを防止でき、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、作動液2に純水を用いている場合には、作動液2は凍結によって膨張し得るが、その場合であっても、上側金属シート20の変形を防止できる。

20

【0226】

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（変形例同士の組み合わせも含む）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】

【0227】

30

- 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
- 10b 上面
- 12 下側周縁部
- 20 上側金属シート
- 20a 下面
- 21 上側周縁部
- 30 ウィックシート
- 30a 下面
- 30b 上面
- 32 上側蒸気流路凹部
- 33 壁面
- 34 上側流路突出部
- 35 連通凹部
- 36 壁面
- 40 下側液流路部
- 41 主流溝
- 50 スペーサ部材

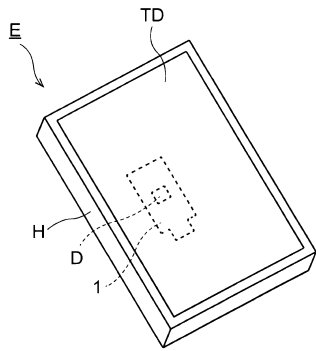
40

50

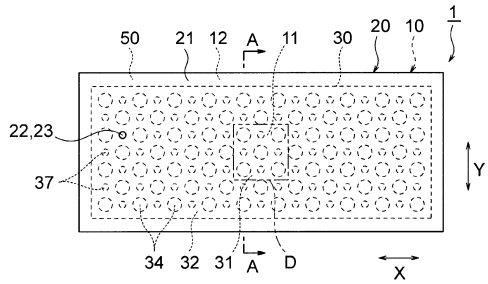
- 7 0 下側熱融着層
- 7 1 上側熱融着層
- 8 0 蒸气流路部
- 8 3 枠体部
- 8 3 a 枠体下面
- 8 3 b 枠体上面
- 8 4 ランド部
- 8 4 a ランド下面
- 8 4 b ランド上面
- 9 1 第 1 支持部
- 9 2 第 2 支持部
- 9 3 ウィックシートアライメント孔
- 9 4 ウィックシート突出部
- 9 5 注入流路
- 9 6 下側ランド液流路部
- 9 7 下側枠体液流路部
- 9 8 上側液流路部
- 9 9 上側ランド液流路部
- 1 0 0 上側枠体液流路部
- 1 1 1 下側本体シート
- 1 1 2 下側補強シート
- 1 2 1 上側本体シート
- 1 2 2 上側補強シート

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

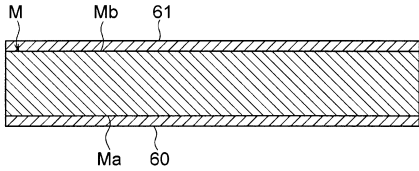
20

30

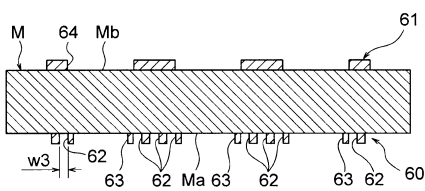
40

50

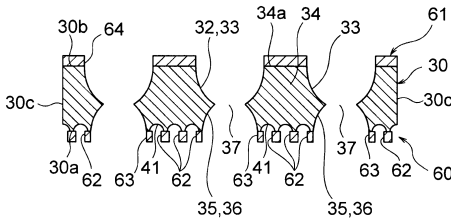
【図 9】



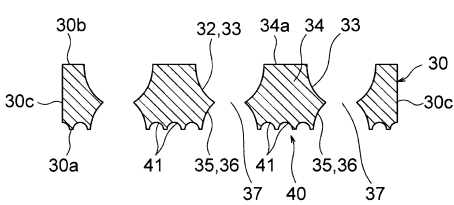
【図 10】



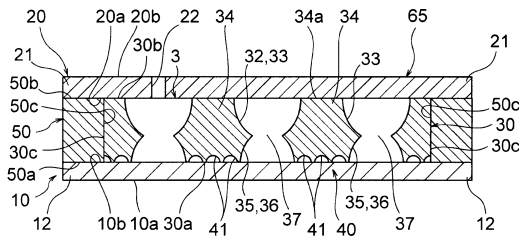
【図 11】



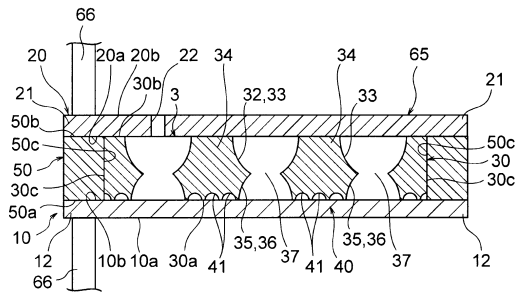
【図 12】



【図 13】



【図 14】



10

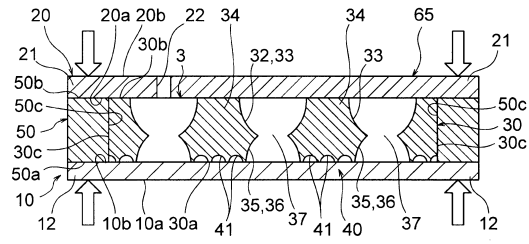
20

30

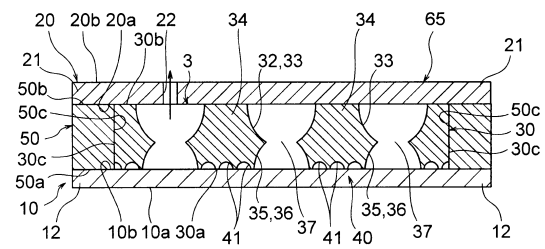
40

50

【 図 1 5 】

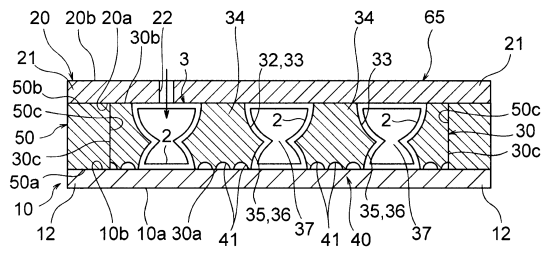


【 図 1 6 】

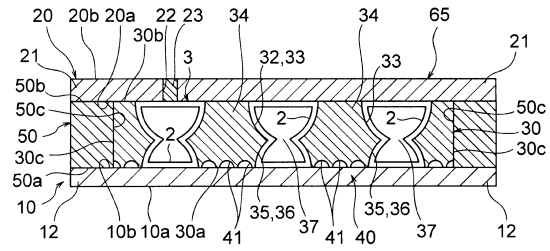


10

【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



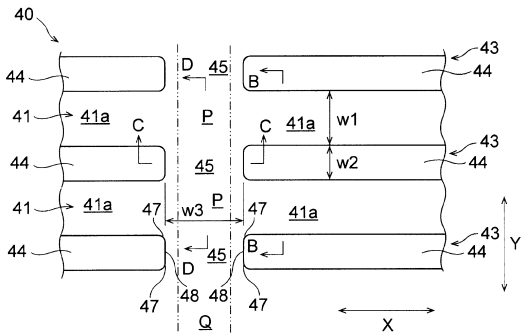
20

30

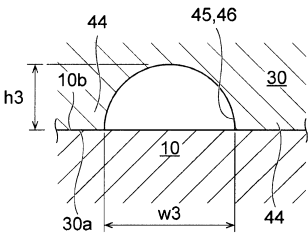
40

50

【図 19】

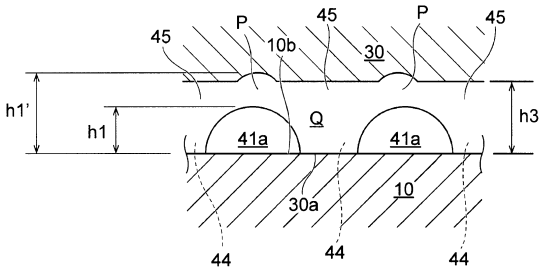


【図 20】

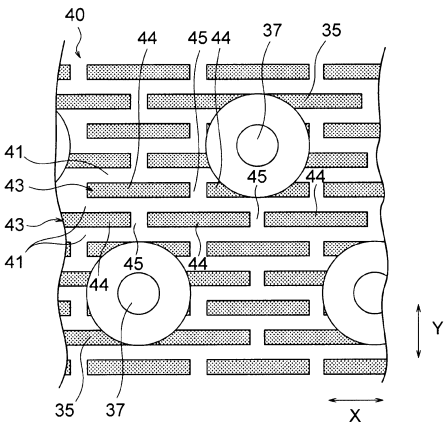


10

【図 21】



【図 22】

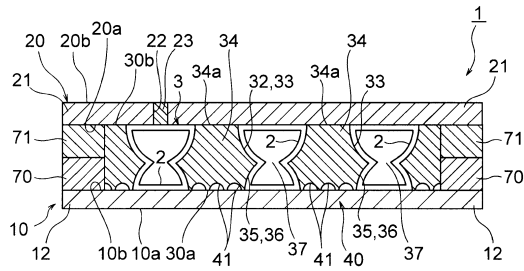


30

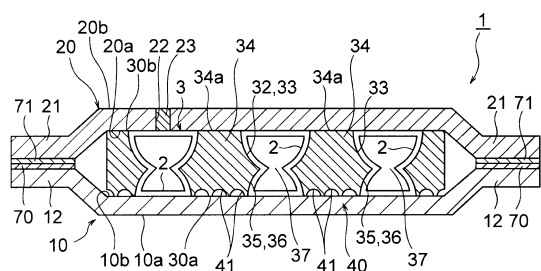
40

50

【図 2 3】

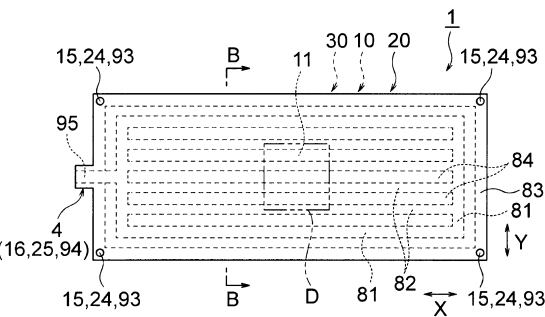


【図 2 4】

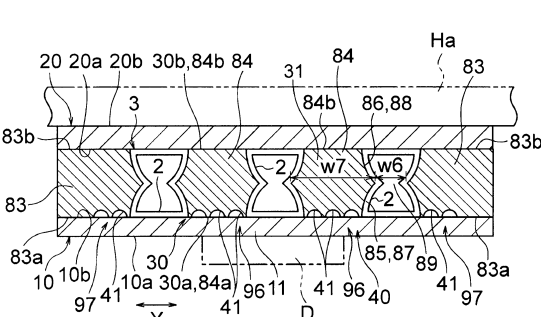


10

【図 2 5】

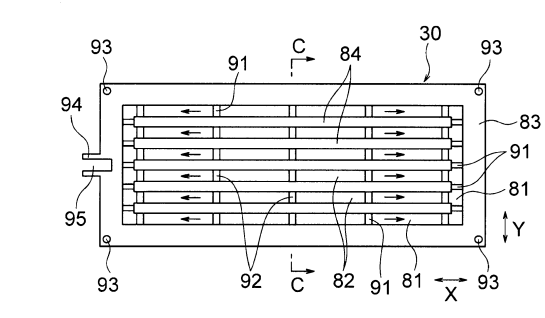


【図 2 6】

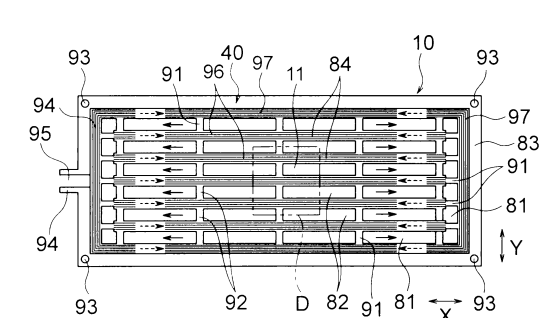


20

【図 2 7】



【図 2 8】

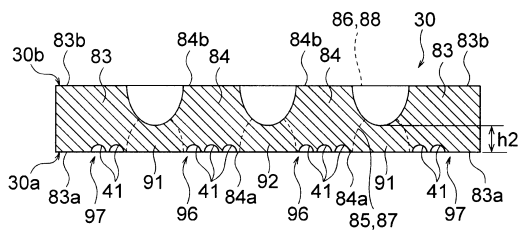


30

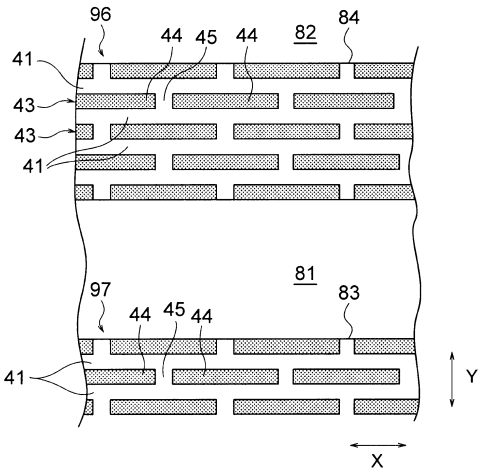
40

50

【 図 2 9 】



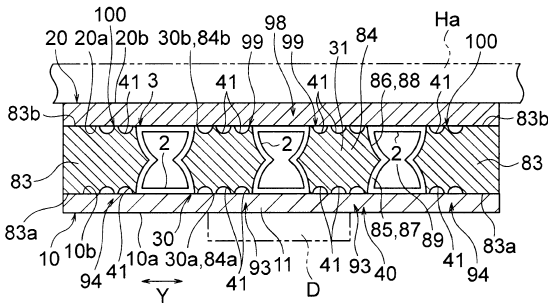
【 図 3 0 】



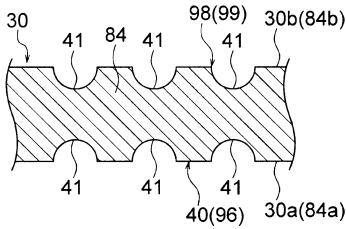
10

20

【 図 3 1 】



【 図 3 2 】

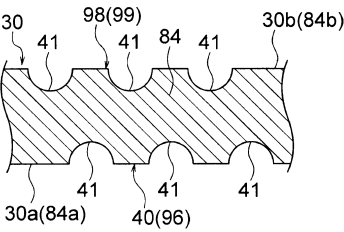


30

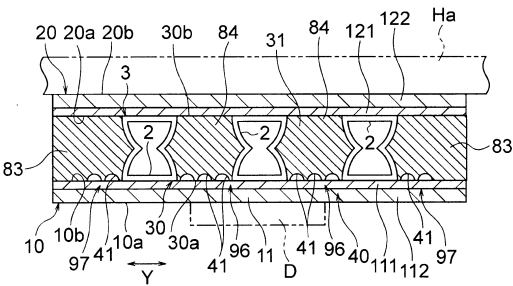
40

50

【 図 3 3 】



【 図 3 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 平田 賢郎
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 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 橋本 大蔵
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 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 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

審査官 礪部 賢

- (56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 0 9 4 4 9 0 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 9 6 6 6 9 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 0 6 6 7 2 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 1 1 2 8 1 (J P , A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 D 1 5 / 0 0 - 1 5 / 0 6
H 0 1 L 2 3 / 4 2 7
H 0 5 K 7 / 2 0