

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6888751号
(P6888751)

(45) 発行日 令和3年6月16日 (2021.6.16)

(24) 登録日 令和3年5月24日 (2021.5.24)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 1 O 2 A
F 2 8 D 15/04 (2006.01)	F 2 8 D 15/02 1 O 1 H
	F 2 8 D 15/04 B
	F 2 8 D 15/02 M

請求項の数 32 (全 74 頁)

(21) 出願番号	特願2021-503608 (P2021-503608)	(73) 特許権者	000002897
(86) (22) 出願日	令和2年3月11日 (2020.3.11)		大日本印刷株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2020/010587		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(87) 国際公開番号	W02020/184620	(74) 代理人	100129838
(87) 国際公開日	令和2年9月17日 (2020.9.17)		弁理士 山本 典輝
審査請求日	令和3年1月21日 (2021.1.21)	(74) 代理人	100101203
(31) 優先権主張番号	特願2019-43928 (P2019-43928)		弁理士 山下 昭彦
(32) 優先日	平成31年3月11日 (2019.3.11)	(74) 代理人	100104499
(33) 優先権主張国・地域又は機関			弁理士 岸本 達人
	日本国 (JP)	(72) 発明者	武田 利彦
(31) 優先権主張番号	特願2019-45156 (P2019-45156)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(32) 優先日	平成31年3月12日 (2019.3.12)		大日本印刷株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関		(72) 発明者	小田 和範
	日本国 (JP)		東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
			大日本印刷株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ペーパーチャンバ、電子機器、及び、ペーパーチャンバ用シート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、
重ねられた3つのシートからなり、
前記3つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、

前記第二流路は、前記液流路部の厚さ方向の一方の面と他方の面のそれぞれに溝として設けられており、

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の厚さ方向の一方の面と他方の面のそれぞれに設けられた連通開口部により連通している、ペーパーチャンバ。

10

【請求項 2】

前記第二流路は、前記第一流路よりも流路断面積が小さくされており、
隣り合う2つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、前記第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である請求項 1 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 3】

前記第一流路は前記作動流体の蒸気流路であり、
前記第二流路は前記第一流路より流路断面積が小さくされ、前記作動流体の凝縮液が流れ

20

る凝縮液流路である、請求項 1 又は 2 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 4】

前記液流路部の厚さ方向の一方の面に設けられた前記第二流路と前記液流路部の厚さ方向の他方の面に設けられた前記第二流路とは、前記第一流路を介することなく連通している、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のペーパーチャンバ。

【請求項 5】

筐体と、
前記筐体の内側に配置された電子部品と、
前記電子部品に配置された請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載されたペーパーチャンバと、
を備える、電子機器。

10

【請求項 6】

ペーパーチャンバ用シートであって、
前記ペーパーチャンバ用シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、
前記第二流路は、前記液流路部の厚さ方向の一方の面と他方の面のそれぞれに溝として設けられており、

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の厚さ方向の一方の面と他方の面のそれぞれに設けられた連通開口部により連通している、ペーパーチャンバ用シート。

【請求項 7】

前記第二流路は、前記第一流路よりも流路断面積が小さくされており、
隣り合う 2 つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である請求項 6 に記載のペーパーチャンバ用シート。

20

【請求項 8】

前記第一流路は前記作動流体の蒸気が流れるべき蒸气流路であり、
前記第二流路は前記第一流路より流路断面積が小さくされ、前記作動流体の凝縮液が流れるべき凝縮液流路である、請求項 6 又は 7 に記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 9】

前記液流路部の厚さ方向の一方の面に設けられた前記第二流路と前記液流路部の厚さ方向の他方の面に設けられた前記第二流路とは、前記第一流路を介することなく連通している、請求項 6 乃至 8 のいずれかに記載のペーパーチャンバ用シート。

30

【請求項 10】

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、
重ねられた 3 つのシートからなり、
前記 3 つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路及び断熱部を有する液流路部と、を備え、

前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の一方の面に設けられ、前記断熱部は前記液流路部の厚さ方向の他方の面に設けられ、

40

前記断熱部が前記第一流路及び前記第二流路と連通していない、ペーパーチャンバ。

【請求項 11】

前記第二流路は、前記第一流路よりも流路断面積が小さくされており、
隣り合う 2 つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、前記第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である請求項 10 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 12】

前記第一流路は前記作動流体の蒸気が流れる蒸气流路であり、
前記作動流体の凝縮液が流れる凝縮液流路である、請求項 10 又は 11 に記載のペーパー

50

チャンバ。

【請求項 13】

筐体と、

前記筐体の内側に配置された電子部品と、

前記電子部品に配置された請求項 10 乃至 12 のいずれかに記載されたペーパーチャンバと、を備える、電子機器。

【請求項 14】

ペーパーチャンバ用シートであって、

前記ペーパーチャンバ用シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる前記第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路及び断熱部を有する液流路部と、を備え、

10

前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の一方の面に設けられ、前記断熱部は前記液流路部の厚さ方向の他方の面に設けられ、

前記断熱部が前記第一流路及び前記第二流路と連通していない、ペーパーチャンバ用シート。

【請求項 15】

前記第二流路は、前記第一流路よりも流路断面積が小さくされており、

隣り合う 2 つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、前記第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である請求項 14 に記載のペーパーチャンバ用シート。

20

【請求項 16】

前記第一流路は前記作動流体の蒸気が流れるべき蒸气流路であり、

前記作動流体の凝縮液が流れるべき凝縮液流路である、請求項 14 又は 15 に記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 17】

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、

重ねられた 3 つのシートからなり、

前記 3 つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、

30

前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に溝として設けられており、

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の前記厚さ方向の少なくとも一方の面に設けられた連通開口部により連通し、

前記液流路部の前記第一流路との境界面に前記第一流路側に突出する導入部があり、

前記導入部は、前記第一流路側に最も突出した頂部から前記第二流路に向けて延びる導入面を有する、ペーパーチャンバ。

【請求項 18】

前記導入面は前記液流路部側に凹である請求項 17 に記載のペーパーチャンバ。

40

【請求項 19】

前記導入部の頂部は前記液流路部の厚さ方向中央よりも前記第二流路に近い位置に具備されている請求項 17 又は 18 に記載のペーパーチャンバ。

【請求項 20】

前記第二流路は前記第一流路よりも流路断面積が小さく、隣り合う 2 つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、前記第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である、請求項 17 乃至 19 のいずれかに記載のペーパーチャンバ。

【請求項 21】

50

前記第一流路は前記作動流体の蒸気が流れる蒸気流路であり、前記第二流路は前記蒸気流路より流路断面積が小さくされ、前記作動流体の凝縮液が流れる凝縮液流路である、請求項 17 乃至 20 のいずれかに記載のペーパーチャンバ。

【請求項 22】

筐体と、
前記筐体の内側に配置された電子部品と、
前記電子部品に配置された請求項 17 乃至 21 のいずれかに記載されたペーパーチャンバと、を備える、電子機器。

【請求項 23】

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、
重ねられた 3 つのシートからなり、
前記 3 つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、

前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に設けられた溝であり、
前記液流路部の前記第一流路との境界面に前記第一流路側に突出する導入部があり、
前記導入部は、前記第一流路側に最も突出した頂部から前記第二流路に向けて延びる導入面を有し、

前記導入部の頂部は前記液流路部の厚さ方向中央よりも前記第二流路に近い位置に具備されている、ペーパーチャンバ。

【請求項 24】

ペーパーチャンバ用シートであって、
前記ペーパーチャンバ用シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、
前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に溝として設けられており、

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の前記厚さ方向の少なくとも一方の面に設けられた連通開口部により連通し、

前記液流路部の前記第一流路との境界面に前記第一流路側に突出する導入部があり、
前記導入部は、前記第一流路側に最も突出した頂部から前記第二流路に向けて延びる導入面を有する、ペーパーチャンバ用シート。

【請求項 25】

前記導入面は前記液流路部側に凹である請求項 24 記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 26】

前記導入部の頂部は前記液流路部の厚さ方向中央となる位置よりも前記第二流路に近い位置に具備されている請求項 24 又は 25 に記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 27】

前記第二流路は前記第一流路よりも流路断面積が小さく、隣り合う 2 つの前記第一流路の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う前記第一流路の間に配置された複数の前記第二流路の平均の流路断面積を A_1 としたとき、前記第二流路は少なくとも一部で A_1 が A_g の 0.5 倍以下となる流路である、請求項 24 乃至 26 のいずれかに記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 28】

前記第一流路は前記作動流体の蒸気が流れるべき蒸気流路であり、前記第二流路は前記蒸気流路より流路断面積が小さくされ、前記作動流体の凝縮液が流れるべき凝縮液流路である、請求項 24 乃至 27 のいずれかに記載のペーパーチャンバ用シート。

【請求項 29】

ペーパーチャンバ用シートであって、
前記ペーパーチャンバ用シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる前記第一流路と、前記第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、

前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に設けられた溝であり、
前記液流路部の前記第一流路との境界面に前記第一流路側に突出する導入部があり、
前記導入部は、前記第一流路側に最も突出した頂部から前記第二流路に向けて延びる導入面を有し、
前記導入部の頂部は前記液流路部の厚さ方向中央よりも前記第二流路に近い位置に具備されている、ペーパーチャンバ用シート。

【請求項 3 0】

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、
第一シート、第二シート、及び前記第一シートと前記第二シートとの間に配置される第三シートが積層してなり、
前記第三シートは、前記第三シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、
前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に溝として設けられており、

10

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の前記厚さ方向の少なくとも一方に設けられた連通開口部により連通し、

前記第一シート及び前記第二シートの少なくとも一方は、前記第三シート側の内側シートと、前記第三シート側とは反対側の補強シートが積層されてなり、前記補強シートの耐力は、前記内側シートの耐力より高い、ペーパーチャンバ。

【請求項 3 1】

20

密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、
第一シート、第二シート、及び前記第一シートと前記第二シートとの間に配置される第三シートが積層してなり、
前記第三シートは、前記第三シートを厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びる第一流路と、第一流路に隣接し、第二流路を有する液流路部と、を備え、
前記第二流路は前記液流路部の厚さ方向の少なくとも一方の面に溝として設けられており、

前記第一流路と前記第二流路とが、前記液流路部の前記厚さ方向の少なくとも一方の面に設けられた連通開口部により連通し、

前記第一シート及び前記第二シートの少なくとも一方は、前記第三シート側の内側シート、前記第三シート側とは反対側の補強シート、及び、前記内側シートと前記補強シートとの間に配置されたバリアシートが積層されてなり、前記補強シートの耐力は、前記内側シートの耐力より高く、

30

前記バリアシートは、タンゲステン、チタン、タンタルおよびモリブデンのうちの少なくとも一つを含む、ペーパーチャンバ。

【請求項 3 2】

前記補強シートの厚さは前記内側シートの厚さの 5 倍以上 2 0 倍以下である請求項 3 0 又は請求項 3 1 に記載のペーパーチャンバ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0 0 0 1】

本開示は、密閉空間に封入された作動流体を、相変化を伴いつつ還流することにより熱輸送を行うペーパーチャンバに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

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

50

【 0 0 0 3 】

一方、近年においては特に携帯型端末等で薄型化が顕著であり、従来のヒートパイプよりも薄型の冷却手段が必要となってきた。これに対して例えば特許文献 1 に記載のようなベーパーチャンバが提案されている。

【 0 0 0 4 】

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

【 0 0 0 5 】

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

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

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

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 7 - 2 1 2 0 2 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本開示は、熱輸送能力を高めることができるベーパーチャンバを提供することを課題とする。また、このベーパーチャンバを備える電子機器、及び、ベーパーチャンバのためのシートを提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本開示の 1 つの態様は、密閉空間に作動流体が封入されたベーパーチャンバであって、密閉空間には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部にはベーパーチャンバの厚さ方向の両方に第二流路を具備し、重ねられた 3 つのシートからなり、3 つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされており、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の両面のそれぞれに第二流路が設けられたベーパーチャンバである。

また、筐体と、筐体の内側に配置された電子部品と、電子部品に配置された当該ベーパーチャンバと、を備える、電子機器を提供できる。

【 0 0 0 9 】

本開示の他の態様は、作動流体が注入されるべき中空部を有するベーパーチャンバ用シートであって、中空部には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部には前記ベーパーチャンバの厚さ方向の両方に第二流路が具備され、重ねられた 3 つのシートからなり、3 つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされており、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の両面のそれぞれに第二流路が設けられたベーパーチャンバ用シートである。

【 0 0 1 0 】

本開示の他の態様は、密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、密閉空間には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部に第二流路及び断熱部を備え、断熱部が第一流路及び第二流路には連通しておらず、重ねられた3つのシートからなり、3つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされ、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の一方側の面に第二流路が設けられ、他方側の面に断熱部が設けられた、ペーパーチャンバである。

また、筐体と、筐体の内側に配置された電子部品と、電子部品に配置された当該ペーパーチャンバと、を備える、電子機器を提供できる。

【0011】

10

本開示の他の態様は、作動流体が注入されるべき中空部を有するペーパーチャンバ用シートであって、中空部には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部には第二流路及び断熱部を備え、断熱部が第一流路及び第二流路には連通しておらず、重ねられた3つのシートからなり、3つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされ、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の一方側の面に第二流路が設けられ、他方側の面に断熱部が設けられたペーパーチャンバ用シートである。

【0012】

本開示の他の態様は、密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、密閉空間には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部には、第二流路、及び、第一流路との境界面に第一流路側に突出する導入部が具備されており、導入部は、第一流路側に最も突出した頂部から第二流路に向けて延びる導入面を有しており、重ねられた3つのシートからなり、3つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされ、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の少なくとも一方側の面に前記第二流路が設けられている、ペーパーチャンバである。

20

また、筐体と、筐体の内側に配置された電子部品と、電子部品に配置された当該ペーパーチャンバと、を備える、電子機器を提供できる。

【0013】

本開示の他の態様は、作動流体が注入されるべき中空部を有するペーパーチャンバ用シートであって、中空部には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部には、第二流路、及び、第一流路との境界面に第一流路側に突出する導入部が具備されており、導入部は、第一流路側に最も突出した頂部から第二流路に向けて延びる導入面を有しており、重ねられた3つのシートからなり、3つのシートのうち、中央に配置されたシートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされ、中央に配置されたシートの液流路部の厚さ方向の少なくとも一方側の面に第二流路が設けられている、ペーパーチャンバ用シートである。

30

【0014】

本開示の他の態様は、密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、密閉空間には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部にはペーパーチャンバの厚さ方向の少なくとも一方に第二流路を具備し、第一シート、第二シート、及び第一シートと第二シートとの間に配置される第三シートが積層してなり、第三シートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされており、第一シート及び第二シートの少なくとも一方は、第三シート側の内側シートと、第三シート側とは反対側の補強シートが積層されてなり、補強シートの耐力は、内側シートの耐力より高い、ペーパーチャンバである。

40

【0015】

本開示の他の態様は、密閉空間に作動流体が封入されたペーパーチャンバであって、密閉空間には第一流路、及び、第一流路に隣接する液流路部が備えられ、液流路部にはペーパーチャンバの厚さ方向の少なくとも一方に第二流路を具備し、第一シート、第二シート

50

、及び第一シートと第二シートとの間に配置される第三シートが積層してなり、第三シートは、該シートの厚さ方向に貫通するとともにシート面に沿って延びて第一流路とされており、第一シート及び第二シートの少なくとも一方は、第三シート側の内側シート、第三シート側とは反対側の補強シート、及び、内側シートと補強シートとの間に配置されたバリアシートが積層されてなり、補強シートの耐力は、内側シートの耐力より高く、バリアシートは、タングステン、チタン、タンタルおよびモリブデンのうちの少なくとも一つを含む、ペーパーチャンバである。

【発明の効果】

【0016】

本開示によれば、ペーパーチャンバの熱輸送能力を高めることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1はペーパーチャンバ1の斜視図である。

【図2】図2はペーパーチャンバ1の分解斜視図である。

【図3】図3は第三シート30をz方向から見た図である。

【図4】図4は図3とは反対側から見た図である。

【図5】図5は第三シート30の断面図である。

【図6】図6は第三シート30の他の断面図である。

【図7】図7(a)、図7(b)は外周液流路部34に注目した断面図である。

【図8】図8は外周液流路部34をz方向から見て一部を拡大した図である。

20

【図9】図9は他の例の外周液流路部をz方向から見て一部を拡大した図である。

【図10】図10は他の例の外周液流路部を説明する図である。

【図11】図11は他の例の外周液流路部を説明する図である。

【図12】図12は他の例の外周液流路部を説明する図である。

【図13】図13(a)、図13(b)は内側液流路部38に注目した断面図である。

【図14】図14は内側液流路部38をz方向から見て一部を拡大した図である。

【図15】図15はペーパーチャンバ1の断面図である。

【図16】図16はペーパーチャンバ1の他の断面図である。

【図17】図17(a)、図17(b)は図15の一部を拡大した断面図である。

【図18】図18(a)、図18(b)は図15の一部を拡大した断面図である。

30

【図19】図19は電子機器50を説明する図である。

【図20】図20は作動流体の流れを説明する図である。

【図21】4つのシートによる例を説明する図である。

【図22】図22は第二の形態にかかるペーパーチャンバ51の分解斜視図である。

【図23】図23はペーパーチャンバ51の密閉空間を説明する図である。

【図24】図24はペーパーチャンバ51の断面図である。

【図25】図25は図24の一部を拡大した図である。

【図26】図26はペーパーチャンバ101の斜視図である。

【図27】図27はペーパーチャンバ101の分解斜視図である。

【図28】図28は第三シート130をz方向から見た図である。

40

【図29】図29は図28とは反対側から見た図である。

【図30】図30は第三シート130の断面図である。

【図31】図31は第三シート130の他の断面図である。

【図32】図32は外周液流路部134に注目した断面図である。

【図33】図33は外周液流路部134を説明する図である。

【図34】図34は柱136aが配置された部位の断面図である。

【図35】図35は内側液流路部138に注目した断面図である。

【図36】図36は内側液流路部138を説明する図である。

【図37】図37は柱140aが配置された部位の断面図である。

【図38】図38はペーパーチャンバ101の断面図である。

50

【図 3 9】図 3 9 はペーパーチャンバ 1 0 1 の他の断面図である。

【図 4 0】図 4 0 は図 3 8 の一部を拡大した図である。

【図 4 1】図 4 1 は柱 1 3 6 a が配置された部位を拡大した断面図である。

【図 4 2】図 4 2 は図 3 8 の一部を拡大した図である。

【図 4 3】図 4 3 は柱 1 4 0 a が配置された部位を拡大した断面図である。

【図 4 4】図 4 4 は他の形態を説明する図である。

【図 4 5】図 4 5 は他の形態を説明する図である。

【図 4 6】図 4 6 は他の形態を説明する図である。

【図 4 7】図 4 7 は他の形態を説明する図である。

【図 4 8】図 4 8 (a)、図 4 8 (b) は内側液流路部 2 3 8 に注目した断面図である。

【図 4 9】図 4 9 (a)、図 4 9 (b) はペーパーチャンバ 2 0 1 の断面のうち内側液流路部 2 3 8 の周辺の図である。

10

【図 5 0】図 5 0 は断面における好ましい形態を説明する図である。

【図 5 1】図 5 1 (a)、図 5 1 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 2】図 5 2 (a)、図 5 2 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 3】図 5 3 (a)、図 5 3 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 4】図 5 4 (a)、図 5 4 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 5】図 5 5 (a)、図 5 5 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 6】図 5 6 (a)、図 5 6 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

【図 5 7】図 5 7 (a)、図 5 7 (b) は他の形態の導入部を説明する図である。

20

【図 5 8】図 5 8 はペーパーチャンバ 3 0 1 の断面図である。

【図 5 9】図 5 9 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 0】図 6 0 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 1】図 6 1 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 2】図 6 2 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 3】図 6 3 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 4】図 6 4 はペーパーチャンバ 3 0 1 の製造過程を説明する図である。

【図 6 5】図 6 5 はペーパーチャンバ 3 0 1 ' の断面図である。

【図 6 6】図 6 6 はペーパーチャンバ 3 0 1 " の断面図である。

【図 6 7】図 6 7 はペーパーチャンバ 4 0 1 の断面図である。

30

【図 6 8】図 6 8 はペーパーチャンバ 5 0 1 における内側液流路部 5 3 8 を説明する図である。

【図 6 9】図 6 9 は図 6 8 に示す一对の液流路凸部の形態を説明する図である。

【図 7 0】図 7 0 は図 6 9 に示す一对の液流路凸部の作用を説明する図である。

【図 7 1】図 7 1 は図 6 8 に示す液流路凸部の実際の形態を説明する図である。

【図 7 2】図 7 2 はペーパーチャンバ 5 0 1 ' における内側液流路部 5 3 8 ' を説明する図である。

【図 7 3】図 7 3 はペーパーチャンバ 5 0 1 " における内側液流路部 5 3 8 " を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

40

【 0 0 1 8 】

以下、本開示を図面に示す形態に基づき説明する。以下に示す図面では分かりやすさのため部材の大きさや比率を変更または誇張して記載することがある。また、見やすさのため説明上不要な部分の図示、繰り返しとなる符号は省略することがある。

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

50

っていてもよい。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。

【0019】

1. 形態 1

1. 1. 形態 1 a

[構成要素]

図 1 には形態 1 a にかかるペーパーチャンバ 1 の外観斜視図、図 2 にはペーパーチャンバ 1 の分解斜視図を表した。これら図及び以下に示す各図には必要に応じて便宜のため、3 次元の直交座標系に対応した方向を表す矢印 (x、y、z) も合わせて表示した。ここで x y 面内方向は板状であるペーパーチャンバ 1 の板面方向であり、z 方向は厚さ方向である。

10

【0020】

本形態のペーパーチャンバ 1 は、図 1、図 2 からわかるように第一シート 10、第二シート 20、及び、第三シート 30 (「中間シート 30」と記載することもある。) を有している。そして、後で説明するように、これらシートが重ねられて接合 (拡散接合、ろう付け等) されていることにより、第一シート 10 と第二シート 20 との間に第三シート 30 の形状に基づいた中空部が形成されたペーパーチャンバ用シートとなる。そして、この中空部に作動流体が封入されることで密閉空間 2 (例えば図 15 参照) とされ、ペーパーチャンバ 1 となる。

20

【0021】

< 第一シート >

本形態で第一シート 10 は、その表裏面 (厚さ方向の一方と他方の面、内面 10 a と外面 10 b) が平坦である全体としてシート状の部材である。第一シート 10 は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面 10 a、該内面 10 a とは反対側となる平坦な外面 10 b、及び、内面 10 a と外面 10 b とを渡して厚さを形成する端面 10 c を備える。

【0022】

また、第一シート 10 は本体 11 及び注入部 12 を備えている。

本体 11 は中空部及び密閉空間を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧にされた (いわゆる R を有する) 長方形である。

30

ただし、第一シート 10 の本体 11 は本形態のように四角形である他、ペーパーチャンバとして都度必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えば L 字型、T 字型、クランク型、U 字型等であってもよい。また、これらの少なくとも 2 つを組み合わせた形状とすることもできる。

【0023】

注入部 12 は形成された中空部に対して作動流体を注入する部位であり、本形態では平面視長方形である本体 11 の一辺から突出する平面視四角形のシート状である。

【0024】

40

このような第一シート 10 の厚さは特に限定されることはないが、1.0 mm 以下であることが好ましく、0.75 mm 以下であってもよく、0.5 mm 以下であってもよい。一方、この厚さは 0.01 mm 以上であることが好ましく、0.05 mm 以上であってもよく、0.1 mm 以上であってもよい。この厚さの範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、この厚さの範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより薄型のペーパーチャンバとして適用できる場面を多くすることが可能である。

【0025】

50

また、第一シート10を構成する材料も特に限定されることはないが、熱伝導率が高い金属であることが好ましい。これには例えば銅、銅合金を挙げることができる。ただし、必ずしも金属材料である必要はなく、例えば AlN 、 Si_3N_4 、又は Al_2O_3 などセラミックスや、ポリイミドやエポキシなど樹脂も可能である。

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

【0026】

第一シート10は、単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド材）が用いられてもよい。

【0027】

<第二シート>

本形態で第二シート20も、その表裏が平坦である全体としてシート状の部材である。第二シート20は表裏とも平坦な面により構成されており、平坦な内面20a、該内面20aとは反対側となる平坦な外面20b、及び、内面20aと外面20bとを渡して厚さを形成する端面20cを備える。

また、第二シート20も第一シート10と同様に本体21及び注入部22を具備している。

その他、第二シート20は第一シート10と同様に考えることができる。ただし、第二シート20の厚さや材質は第一シート10と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

【0028】

第二シート20も、単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。例えば強度が異なる複数の層が積層されたシート（クラッド材）が用いられてもよい。

【0029】

<第三シート>

本形態で第三シート30は、第一シート10の内面10aと第二シート20の内面20aとの間に挟まれて重ねられるシートであり、作動流体が移動する密閉空間2のための構造が具備されている。

図3、図4には第三シート30を平面視した図（z方向から見た図）を表した。図3は第一シート10に重ねられる面の図、図4は第二シート20に重ねられる面の図である。

また図5には図3に $C_1 - C_1$ で示した線に沿った断面図、図6には図3に $C_2 - C_2$ で示した線に沿った断面図をそれぞれ示した。なお、断面図のうち、切断面に係る部位にはハッチング（斜線）を付すとともに、切断面に係らない部分で当該断面図に表れる部分のうち表示が必要である部分については、ハッチングを付さずに表示している。以下の図面においても同様である。

【0030】

なお、第三シート30も単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなってもよい。複数のシートが積層されてなる場合には、複数のシートを積層してから以下の形態と形成してもよいし、複数のシートを個別に加工してから重ね合わせることで以下の形態を形成してもよい。

【0031】

本形態で第三シート30は、第一シート10の内面10aに重なる第一面30a、第二シート20の内面20aに重なる第二面30b、及び、第一面30aと第二面30bとを渡して厚さを形成する端面30cを備える。従って図3には第一面30a、図4には第二面30bがそれぞれ現れている。

【0032】

また、第三シート30は本体31及び注入部32を備えている。

本体31は、ペーパーチャンバ用シートにおける中空部及びペーパーチャンバ1における密閉空間を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧にされた（いわゆるRを有する。）長方形である。

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

【0033】

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

【0034】

第三シート 3 0 の厚さは 0.03 mm 以上 0.8 mm 以下とすることができる。ただし、第三シート 3 0 の厚さは第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 よりも厚いことが好ましい。これにより後述する蒸気流路 4 の断面を大きく取ることができ、より円滑な作動流体の移動が可能となる。

第三シート 3 0 の材質は第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 と同様に考えることができる。

【0035】

本体 3 1 には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体 3 1 には、外周接合部 3 3、外周液流路部 3 4、内側液流路部 3 8、蒸気流路溝 4 2、及び、蒸気流路連通溝 4 4 が具備されて構成されている。

【0036】

本形態のペーパーチャンバ 1 は、第一流路であり作動流体の蒸気を通る蒸気流路 4 (図 1 5 等参照)、及び、第二流路であり作動流体が凝縮して液化した凝縮液を通る凝縮液流路 3 (図 1 8 等参照)を備える。そして、第三シート 3 0 の蒸気流路溝 4 2 が蒸気流路 4 を形成し、外周液流路部 3 4 に具備される液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 (図 7 等参照)及び、内側液流路部 3 8 に具備される液流路溝 3 9、液流路溝 4 0 (図 1 3 (a)、図 1 3 (b)等参照)が凝縮液流路 3 を形成する。

【0037】

<<外周接合部>>

外周接合部 3 3 は、本体 3 1 の外周に沿って設けられた部位であり、本体 3 1 の第一面 3 0 a に設けられた外周接合面 3 3 a 及び第二面 3 0 b に設けられた外周接合面 3 3 b を備えている。外周接合面 3 3 a が第一シート 1 0 の内面 1 0 a の外周部に重なり、外周接合面 3 3 b が第二シート 2 0 の内面 2 0 a の外周部に重なってそれぞれが接合(拡散接合、ろう付け等)されることにより、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との間に第三シート 3 0 の形状に基づく中空部が形成され、ここに作動流体が封入されることにより密閉空間とされる。

【0038】

図 3 乃至図 7 に W_1 で示した外周接合部 3 3 (外周接合面 3 3 a 及び外周接合面 3 3 b)の幅(外周接合部 3 3 が延びる方向に直交する方向の大きさ)は必要に応じて適宜設定することができるが、この幅 W_1 は、3.0 mm 以下であることが好ましく、2.5 mm 以下であってもよく、2.0 mm 以下であってもよい。幅 W_1 が 3.0 mm より大きくなると、密閉空間の内容積が小さくなり蒸気流路や凝縮液流路が十分確保できなくなる虞がある。一方、幅 W_1 は 0.1 mm 以上であることが好ましく、0.4 mm 以上であってもよく、0.8 mm 以上であってもよい。幅 W_1 が 0.1 mm より小さくなると接合時におけるシート間の位置ずれが生じた際に接合面積が不足する虞がある。幅 W_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、ここでは外周接合面 3 3 a の幅と外周接合面 3 3 b の幅をいずれも W_1 で示した

10

20

30

40

50

が、外周接合面 3 3 a の幅と外周接合面 3 3 b の幅は必ずしも同じである必要はなく、異なる幅としてもよい。

【 0 0 3 9 】

< 外周液流路部 >

外周液流路部 3 4 は、液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第二流路である凝縮液流路 3 の一部を構成する部位である。図 7 (a)、図 7 (b) には図 5 のうち矢印 C₃ で示した部分を拡大して表した。また、図 8 には図 7 に矢印 C₄ で示した方向から見た外周液流路部 3 4 を平面視した (z 方向から見た) 拡大図を表した。すなわち、図 8 は、第一面 3 0 a の方から見た外周液流路部 3 4 の一部を表している。

ここで、図 7 (a) は図 8 の C₁₅ - C₁₅ 矢視断面図であり、図 7 (b) は図 8 の C₁₆ - C₁₆ の矢視断面図である。図 7 (a) は導入部 3 7 側に凸部 3 5 a が配置される断面であり、図 7 (b) は導入部 3 7 側に連通開口部 3 5 b が配置される断面である。

【 0 0 4 0 】

これら図からわかるように、外周液流路部 3 4 は、本体 3 1 のうち、外周接合部 3 3 の内側に沿って形成され、密閉空間 2 となる部位の外周に沿って設けられる部位である。また、外周液流路部 3 4 の第一面 3 0 a 及び第二面 3 0 b のそれぞれに、本体 3 1 の外周方向に沿って延びる複数の溝である液流路溝 3 5 (第一面 3 0 a 側) 及び液流路溝 3 6 (第二面 3 0 b 側) が形成され、複数の液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 が、液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 が延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。従って、図 5 乃至図 7 からわかるように外周液流路部 3 4 ではその断面において、第一面 3 0 a 側では凹部である液流路溝 3 5 と液流路溝 3 5 の間である凸部 3 5 a とが凹凸を繰り返して形成されている。

さらに、第二面 3 0 b 側では凹部である液流路溝 3 6 と液流路溝 3 6 の間である凸部 3 6 a とが凹凸を繰り返して形成されている。すなわち、本形態では凝縮液流路 3 となる液流路溝が、厚さ方向 (z 方向) の一方と他方 (表裏) のそれぞれに設けられている。

【 0 0 4 1 】

このように、第一面 3 0 a 及び第二面 3 0 b のそれぞれに、複数の液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 が具備されることで、合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができるとともに、1 つ当たりの液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 の深さ及び幅を小さくし、これにより第二流路である凝縮液流路 3 (図 1 7 (a)、図 1 7 (b) 等参照) の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。

なお、一方と他方 (表裏)、すなわち液流路溝 3 5 と液流路溝 3 6 とで深さ及び幅をそれぞれ変えてもよい。これによれば最終製品に合わせて、流量と毛細管力を独立的に調整することができる。

【 0 0 4 2 】

ここで液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。後述するように、第一シート 1 0 や第二シート 2 0 が第三シート 3 0 に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路 3 となる。

本形態で液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 はその断面が半楕円形状とされている。ただし、当該断面形状は半楕円形状であることに限らず、円形や、長方形、正方形、台形等の四角形や、その他の多角形、及び、これらのいずれが複数を組み合わせた形状であってもよい。

【 0 0 4 3 】

さらに、本形態では、外周液流路部 3 4 では、図 8 からわかるように隣り合う液流路溝 3 5 は、所定の間隔で連通開口部 3 5 b により連通している。これにより複数の液流路溝 3 5 の間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができ、円滑な作動流体の還流が可能となる。なお、図 8 では第一面 3 0 a 側を示しているため液流路溝 3 5、凸部 3 5 a、及び連通開口部 3 5 b について説明するが、第二面 3 0 b 側に設けた液流路溝 3 6、凸部 3 6 a についても同様に考えることができ、不図示の連通開口部 3 6 b が

設けられ、液流路溝 3 5、凸部 3 5 a、及び連通開口部 3 5 b と同じように考えることができる。

【 0 0 4 4 】

本形態では図 8 で示したように 1 つの液流路溝 3 5 の該溝を挟んで液流路溝 3 5 が延びる方向で異なる位置に連通開口部 3 5 b が配置されてもよい。すなわち、液流路溝が延びる方向と直交する方向に沿って凸部 3 5 a と連通開口部 3 5 b とが交互に配置されている。ただしこれに限定されることはなく、例えば図 9 に示したように 1 つの液流路溝 3 5 の該溝を挟んで液流路溝 3 5 が延びる方向の同じ位置に対向するように連通開口部 3 5 b が配置されてもよい。

【 0 0 4 5 】

その他、例えば図 1 0 乃至図 1 2 に記載のような形態とすることもできる。図 1 0 乃至図 1 2 には、図 8 と同じ視点で、1 つの液流路溝 3 5 とこれを挟む 2 つの凸部 3 5 a、及び各凸部 3 5 a に設けられた 1 つの連通開口部 3 5 b を示した図を表した。これらはいずれも、当該視点（平面視）で凸部 3 5 a の形状が図 8 の例とは異なる。

すなわち、図 8 に示した凸部 3 5 a では、連通開口部 3 5 b が形成される端部においてもその幅が他の部位と同じであり一定である。これに対して図 1 0 乃至図 1 2 に示した形状の凸部 3 5 a では、連通開口部 3 5 b が形成される端部においてその幅が、凸部 3 5 a の最大幅よりも小さくなるように形成されている。より具体的には、図 1 0 は当該端部において角が円弧状となり角に R が形成されることにより端部の幅が小さくなる例、図 1 1 は端部が半円状とされることにより端部の幅が小さくなる例、図 1 2 は端部が尖るように先細りとなる例である。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 乃至図 1 2 に示したように、凸部 3 5 a において連通開口部 3 5 b が形成される端部でその幅が、凸部 3 5 a の最大幅よりも小さくなるように形成されていることで、連通開口部 3 5 b を作動流体が移動しやすくなり、隣り合う凝縮液流路への作動流体の移動が容易となる。

【 0 0 4 7 】

また本形態では図 5 に示したように外周液流路部 3 4 に導入部 3 7 が設けられている。導入部 3 7 は蒸気流路溝 4 2 との境界面に形成された部位であり、蒸気流路溝 4 2 側に突出する部位である。本形態では厚さ方向（z 方向）の中央で最も突出した頂部 3 7 a を具備し、頂部 3 7 a から第一面 3 0 a、及び第二面 3 0 b 側（z 方向）に向けて、断面視で外周液流路部 3 4 側に凹の円弧状である導入面 3 7 b が具備されている。

導入部 3 7 の形態はこれに限らず、頂部 3 7 a の位置は z 方向のいずれかであればよく、導入面 3 7 b は断面で直線でもよく、円弧状でない曲線であってもよい。また頂部 3 7 a は断面視で点でもよく、長さを有していてもよい。

【 0 0 4 8 】

このような導入部 3 7 によれば、上記のような形状によって導入面 3 7 b に凝縮液が集まり易く、導入部 3 7 を通じて凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 との間の作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力をさらに高めることができる。

【 0 0 4 9 】

以上のような構成を備える外周液流路部 3 4 は、さらに次のような構成を備えてもよい。なお、ここでは図面を参照するため、第一面 3 0 a 側についてのみにについて説明するが、第二面 3 0 b 側（液流路溝 3 6、凸部 3 6 a、及び連通開口部 3 6 b）も同じように考えることができる。ただし、このことは第一面 3 0 a 側の形状と、第二面 3 0 b 側の形状と、を同じにする必要があることを意味するわけではなく、第一面 3 0 a 側と第二面 3 0 b 側との形状を同じとしてもよいし、異なるものとしてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 3 乃至図 5、図 7（a）に W_2 で示した外周液流路部 3 4 の幅（液流路溝 3 5、液流路溝 3 6 が配列される方向の大きさ）は、ペーパーチャンバ全体の大きさ等から適宜設定することができるが、幅 W_2 は、3.0 mm 以下であることが好ましく、1.5 mm 以下

10

20

30

40

50

であってもよく、 1.0 mm 以下であってもよい。幅 W_2 が 3.0 mm を超えると内側の液流路や蒸气流路のための空間が十分にとれなくなる虞がある。一方、幅 W_2 は 0.05 mm 以上であることが好ましく、 0.1 mm 以上であってもよく、 0.2 mm 以上であってもよい。幅 W_2 が 0.05 mm より小さいと外側を還流する液の量が十分得られない虞がある。幅 W_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、ここでは外周液流路部34の第一面30a側の幅と第二面30b側の幅をいずれも W_2 で示したが、外周接合面33aの幅と外周接合面33bの幅は必ずしも同じである必要はなく、異なる幅としてもよい。

【0051】

液流路溝35について、図7(a)、図8に W_3 で示した溝幅(液流路溝35が配列される方向の大きさ、溝の開口面における幅)は、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、幅 W_3 は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $45\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよい。幅 W_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

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

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

【0052】

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

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

【0053】

また、図7(a)に P_1 で示した複数の液流路溝35における隣り合う液流路溝35のピッチは、 $1100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $550\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $220\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、ピッチ P_1 は $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $55\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $70\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより、凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して凝縮液流路が潰れることを抑制することができる。

【0054】

連通開口部35bについて、図8に L_1 で示した液流路溝35が延びる方向に沿った開

10

20

30

40

50

口部の大きさは、 $1100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $550\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $220\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、大きさ L_1 は $30\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $55\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $70\mu\text{m}$ 以上であってもよい。大きさ L_1 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、大きさ L_1 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0055】

また、図8に L_2 で示した液流路溝35が延びる方向における隣り合う連通開口部35bのピッチは、 $2700\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1800\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $900\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ L_2 は $60\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $110\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $140\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ L_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ L_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0056】

導入部37について、図7(a)に W_4 で示した突出量(凸部35aの端部から頂部37aの距離)は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、突出量 W_4 は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $45\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上であってもよい。突出量 W_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、突出量 W_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0057】

<<内側液流路部>>

図1乃至図5に戻って内側液流路部38について説明する。内側液流路部38も液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第二流路である凝縮液流路3の一部、及び導入部41を構成する部位である。図13(a)、図13(b)には図5のうち矢印 C_5 で示した部分を拡大して示した。図13(a)、図13(b)にも内側液流路部38の断面形状が表れている。また、図14には図13に矢印 C_6 で示した方向から見た内側液流路部38を平面視した拡大図を示した。

ここで、図13(a)は図14の $C_{17}-C_{17}$ 矢視断面図であり、図13(b)は図14の $C_{18}-C_{18}$ の矢視断面図である。図13(a)は導入部41側に凸部39aが配置される断面であり、図13(b)は導入部41側に連通開口部39bが配置される断面である。

【0058】

これら図からわかるように、内側液流路部38は本体31のうち、外周液流路部34の環状である環の内側に形成された部位である。本形態の内側液流路部38は、本体31の平面視(z方向から見たとき)長方形の長辺に平行な方向(x方向)に延び、複数(本形態では3つ)の内側液流路部38が同短辺に平行な方向(y方向)に所定の間隔で配列されている。

【0059】

内側液流路部38の第一面30a及び第二面30bのそれぞれに、内側液流路部38が延びる方向に沿って延びる複数の溝である液流路溝39(第一面30a側)及び液流路溝40(第二面30b側)が形成され、複数の液流路溝39、液流路溝40が、液流路溝39、液流路溝40が延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。

従って、図13等からわかるように内側液流路部38ではその断面において、第一面30a側では凹部である液流路溝39と、液流路溝39の間である凸部39aと、が凹凸を

繰り返して形成されている。さらに、第二面 30b 側では凹部である液流路溝 40 と、液流路溝 40 の間である凸部 40a と、が凹凸を繰り返して形成されている。すなわち、本形態では凝縮液流路 3 となる液流路溝が、厚さ方向 (z 方向) の一方側と他方側 (表裏) の両方に設けられている。

【0060】

このように、第一面 30a 及び第二面 30b のそれぞれに、複数の液流路溝 39、液流路溝 40 が具備されることで、合計した全体としての凝縮液流路 3 の流路断面積は適する大きさが確保され、必要な流量の凝縮液を流すことができるとともに、1 つ当たりの液流路溝 39、液流路溝 40 の深さ及び幅を小さくし、第二流路である凝縮液流路 3 (図 18 等参照) の流路断面積を小さくして大きな毛細管力を利用することができる。

10

【0061】

ここで液流路溝 39、液流路溝 40 は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側は開口している。後述するように、第一シート 10 や第二シート 20 が第三シート 30 に重ねられることでこの開口が塞がれて凝縮液流路 3 となる。

本形態で液流路溝 39、液流路溝 40 はその断面が半楕円形状とされている。ただし、当該断面形状は半楕円形状であることに限らず、円形や、長方形、正方形、台形等の四角形や、その他の多角形、及び、これらのいずれが複数を組み合わせた形状であってもよい。

【0062】

さらに、本形態では、内側液流路部 38 では、図 14 からわかるように隣り合う液流路溝 39 は、所定の間隔で連通開口部 39b により連通している。これにより複数の液流路溝 39 の間で凝縮液量の均等化が促進され、効率よく凝縮液を流すことができ、円滑な作動流体の還流が可能となる。なお、図 14 では第一面 30a 側を示しているため液流路溝 39、凸部 39a、及び連通開口部 39b について説明するが、第二面 30b 側に設けた液流路溝 40、凸部 40a についても同様に考えることができ、不図示の連通開口部 40b が設けられ、液流路溝 39、凸部 39a、及び連通開口部 39b と同じように考えることができる。

20

また、この連通開口部 39b についても、上記した連通開口部 35b と同様に、図 9 に示した例に倣って、液流路溝 39、液流路溝 40 が延びる方向と直交する方向に沿って連通開口部 39b が同じ位置となるように配置されてもよい。また、図 10 乃至図 12 の例に倣った連通開口部 39b 及び凸部 39a の形状としてもよい。

30

【0063】

また本形態では内側液流路部 38 に導入部 41 が設けられている。導入部 41 は蒸気流路溝 42 との境界面に形成された部位であり、蒸気流路溝 42 側に突出する部位である。本形態では厚さ方向 (z 方向) の中央で最も突出した頂部 41a を具備し、頂部 41a から第一面 30a、及び第二面 30b 側 (z 方向) に向けて、断面視で内側液流路部 38 側に凹の円弧状である導入面 41b が具備されている。

導入部 41 の形態はこれに限らず、頂部 41a の位置は z 方向のいずれかであればよく、導入面 41b は断面で直線でもよく、円弧状でない曲線であってもよい。また頂部 41a は断面で点でもよく、長さを有していてもよい。

40

【0064】

このような導入部 41 によれば、上記のような形状によって導入面 41b に凝縮液が集まり易く、導入部 41 を通じて凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力をさらに高めることができる。

【0065】

以上のような構成を備える内側液流路部 38 は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図 3、図 4、図 5、図 13 (a) に W_5 で示した内側液流路部 38 の幅 (内側液流路部 38 と蒸気流路溝 42 が配列される方向の大きさで、最も大きな値) は、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $2000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であっても

50

よい。一方、この幅 W_5 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_5 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_5 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0066】

また、図3、図5に P_2 で示した複数の内側液流路部38のピッチは $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $3500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ P_2 は $200\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $800\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

10

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

【0067】

以上のような構成を備える内側液流路部38は、さらに次のような構成を備えてもよい。なお、ここでは図面を参照するため、第一面30a側についてのみにについて説明するが、第二面30b側（液流路溝40、凸部40a、及び連通開口部40b）も同じように考えることができる。ただし、このことは第一面30a側の形状と、第二面30b側の形状と、を同じにする必要があることを意味するわけではなく、第一面30a側と第二面30b側との形状を同じとしてもよいし、異なるものとしてもよい。

20

【0068】

液流路溝39について、図13(a)、図14に W_6 で示した溝幅（液流路溝39が配列される方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $200\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_6 は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $45\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_6 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_6 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

30

【0069】

また、図13(a)に D_2 で示した液流路溝39の深さは、 $200\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $150\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この深さ D_2 は $5\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $20\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この深さ D_2 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_2 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより還流に必要な凝縮液流路の毛細管力を強く発揮することができる。

40

【0070】

流路の毛細管力をより強く発揮する観点から、溝幅 W_6 を深さ D_2 で割った値で表される流路断面におけるアスペクト比（縦横比）は、1.0よりも大きいことが好ましい。1.5以上であってもよいし、2.0以上であってもよい。又は1.0よりも小さくてもよく、0.75以下でもよく0.5以下でもよい。

その中でも製造の観点から溝幅 W_6 は深さ D_2 よりも大きいことが好ましく、かかる観点からアスペクト比は1.3より大きいことが好ましい。

【0071】

また、図13(a)に P_3 で示した複数の液流路溝39における隣り合う液流路溝39のピッチは、 $1100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $550\mu\text{m}$ 以下であってもよく、

50

220 μm 以下であってもよい。一方、このピッチ P_3 は30 μm 以上であることが好ましく、55 μm 以上であってもよく、70 μm 以上であってもよい。このピッチ P_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより、凝縮液流路の密度を上げつつ、接合時や組み立て時に変形して流路が潰れることを抑制することができる。

【0072】

さらに、連通開口部39bについて、図14に L_3 で示した液流路溝39が延びる方向に沿った開口部の大きさは、1100 μm 以下であることが好ましく、550 μm 以下であってもよく、220 μm 以下であってもよい。一方、この大きさ L_3 は30 μm 以上であることが好ましく、55 μm 以上であってもよく、70 μm 以上であってもよい。この大きさ L_3 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、大きさ L_3 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0073】

また、図14に L_4 で示した、液流路溝39が延びる方向における隣り合う連通開口部39bのピッチは、2700 μm 以下であることが好ましく1800 μm 以下であってもよく、900 μm 以下であってもよい。一方、このピッチ L_4 は60 μm 以上であることが好ましく、110 μm 以上であってもよく、140 μm 以上であってもよい。このピッチ L_4 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、このピッチ L_4 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0074】

上記した本形態の液流路溝35及び液流路溝36、並びに液流路溝39及び液流路溝40は等間隔に離間して互いに平行に配置されているが、これに限られることは無く、毛細管作用を奏することができれば溝同士のピッチがばらついても良く、また溝同士が平行でなくてもよい。

【0075】

導入部41について、図13(a)に W_7 で示した突出量(凸部39aの端部から頂部41aの距離)は、1000 μm 以下であることが好ましく、500 μm 以下であってもよく、300 μm 以下であってもよい。一方、突出量 W_7 は20 μm 以上であることが好ましく、45 μm 以上であってもよく、60 μm 以上であってもよい。突出量 W_7 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、突出量 W_7 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0076】

<< 蒸気流路溝 >>

次に蒸気流路溝42について説明する。蒸気流路溝42は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第一流路である蒸気流路4(図15等参照)の一部を構成する。図3、図4には平面視した蒸気流路溝42の形状、図5には蒸気流路溝42の断面形状がそれぞれ表れている。

【0077】

これら図からもわかるように、本形態で蒸気流路溝42は本体31のうち、外周液流路部34の環状である環の内側に形成された溝(スリット)により構成されている。詳しくは本形態の蒸気流路溝42は、隣り合う内側液流路部38の間、及び、外周液流路部34

10

20

30

40

50

と内側液流路部 3 8 との間に形成され、本体 3 1 の平面視長方形で長辺に平行な方向 (x 方向) に延びた溝である。そして、複数 (本形態では 4 つ) の蒸気流路溝 4 2 が同短辺に平行な方向 (y 方向) に配列されている。本形態の蒸気流路溝 4 2 は第三シート 3 0 の第一面 3 0 a と第二面 3 0 b 側とを連通するように構成されており、すなわちスリット状の溝であり、第三シート 3 0 を厚さ方向に貫通し、第一面 3 0 a 及び第二面 3 0 b 側に開口するとともに、第三シート 3 0 のシート面 (第一面 3 0 a、第二面 3 0 b) に沿って延びている。

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

【0078】

このような構成を備える蒸気流路溝 4 2 は、さらに次のような構成を備えることができる。

図 3、図 4、図 5 に W_8 で示した蒸気流路溝 4 2 の幅 (内側液流路部 3 8 と蒸気流路溝 4 0 が配列される方向の大きさで、蒸気流路溝の開口面における幅) は、少なくとも上記した液流路溝 3 5 及び液流路溝 3 7 の幅 W_3 、並びに、液流路溝 3 9 及び液流路溝 4 0 の幅 W_6 より大きく形成され、 $2500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $2000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_8 は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_8 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_8 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

蒸気流路溝 4 2 のピッチは、内側液流路部 3 8 のピッチにより決まるのが通常である。

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

【0079】

本形態では蒸気流路溝 4 2 の断面形状は導入部 3 7、導入部 4 1 に基づく形状となっているが、導入部 4 1 が設けられない場合には、長方形、正方形、台形等の四角形、三角形、又はこれらのいずれか複数を組み合わせた形状であってもよい。蒸気流路は蒸気の流動抵抗を小さくすることにより、作動流体の円滑な還流をさせることができるので、かかる観点から流路断面の形状を決定することもできる。

【0080】

本形態では隣り合う内側液流路部 3 8 の間に 1 つの蒸気流路溝 4 2 が形成された例を説明したが、これに限らず、隣り合う内側液流路部の間に 2 つ以上の蒸気流路溝が並べて配置される形態であってもよい。

【0081】

< 蒸気流路連通溝 >

蒸気流路連通溝 4 4 は、複数の蒸気流路溝 4 2 を連通させる溝である。これにより、複数の蒸気流路溝 4 2 の蒸気の均等化が図られたり、蒸気がより広い範囲に運ばれ、多くの凝縮液流路 3 を効率よく利用できるようになったりするため、作動流体の還流をより円滑にすることが可能となる。

【0082】

本形態の蒸気流路連通溝 4 4 は、図 3、図 4、及び、図 6 からわかるように、内側液流路部 3 8、蒸気流路溝 4 2 が延びる方向の両端部と、外周液流路部 3 4 との間に形成されている。

【0083】

蒸気流路連通溝 4 4 は、隣り合う蒸気流路溝 4 2 を連通させるように形成されている。本形態で蒸気流路連通溝 4 4 は図 6 からわかるように、第一面 3 0 a 側の溝 4 4 a、第二面 3 0 b 側の溝 4 4 b を有しており、溝 4 4 a と溝 4 4 b との間に連結部 4 4 c を具備している。この連結部 4 4 c は内側液流路部 3 8 と外周液流路部 3 3 とを連結し内側液流路

10

20

30

40

50

部 3 8 を保持している。

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

【 0 0 8 4 】

蒸気流路連通溝 4 4 は複数の蒸気流路溝 4 2 を連通していればよく、その形状は特に限定されることはないが、例えば次のような構成を備えることができる。

図 3、図 4、図 6 に W_9 で示した蒸気流路連通溝 4 4 の幅（連通方向に直交する方向の大きさで、溝の開口面における幅）は、 $2500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $2000\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_9 は $100\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_9 の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_9 の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

【 0 0 8 5 】

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

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

【 0 0 8 6 】

< ベーパーチャンパの構造 >

次に、第一シート 1 0、第二シート、及び第三シート 3 0 が組み合わされてベーパーチャンパ 1 とされたときの構造について説明する。この説明により、ベーパーチャンパ 1 が具備する形状、並びに、第一シート 1 0、第二シート、及び第三シート 3 0 が有すべき各構成の配置、大きさ、形状等がさらに理解される。

【 0 0 8 7 】

図 1 5 には、図 1 に $C_7 - C_7$ で示した y 方向に沿ってベーパーチャンパ 1 を厚さ方向に切断した断面図を表した。図 1 6 には図 1 に $C_8 - C_8$ で示した x 方向に沿ってベーパーチャンパ 1 を厚さ方向に切断した断面図を示した。

図 1 7 (a) には図 1 5 に C_9 で示した部分で図 7 (a) に対応する断面、図 1 7 (b) には図 7 (b) に対応する断面、図 1 8 (a) には図 1 5 に C_{10} で示した部分で図 1 3 (a) に対応する断面、図 1 8 (b) には図 1 3 (b) に対応する断面をそれぞれ表した。

なお、図 1 5、図 1 6、図 1 7 (a)、図 1 8 (a) に表れる断面では蒸気流路 4 と蒸気流路 3 とは凸部 3 5 a 及び凸部 3 9 a により隔てられているが、図 8 及び図 1 4 に示して説明したように、凸部 3 5 a 及び凸部 3 9 a はそれぞれ連通開口部 3 5 b 及び連通開口部 3 9 b を備えている。従って、図 1 7 (b)、図 1 8 (b) で示したように蒸気流路 4 に連通開口部 3 5 b、連通開口部 3 9 b が接する断面によれば、蒸気流路 4 と蒸気流路 3 とは連通開口部 3 5 b 及び連通開口部 3 9 b により連通している。

【 0 0 8 8 】

図 1、図 2、及び図 1 5 乃至図 1 8 よりわかるように、第三シート 3 0 の第一面 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重ねられ、第三シート 3 0 の第二面 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重ねられるように配置され接合されることでベーパーチャンパ 1 とされている。このとき、第三シート 3 0 の本体 3 1 と第一シート 1 0 の本体 1 1、第三シート 3 0 の本体 3 1 と第二シート 2 0 の本体 2 1 とが重なり、第三シート 3 0 の注入部 3 2 の第一シート 1 0 の注入部 1 2、第三シート 3 0 の注入部 3 2 と第二シート 2 0 の注入部 2 2 とが重なっている。

【 0 0 8 9 】

このような第一シート 1 0、第二シート 2 0 及び第三シート 3 0 の積層体により、本体 1 1、本体 2 1 及び本体 3 1 に具備される各構成が図 1 5、図 1 6、図 1 7 (a)、図 1 7 (b)、図 1 8 (a)、及び図 1 8 (b) に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

【 0 0 9 0 】

第三シート 3 0 の第一面 3 0 a 側に設けられた外周接合面 3 3 a と第一シート 1 0 の内面の 1 0 a の外周部の面とが重なるように配置されているとともに、第三シート 3 0 の第二面 3 0 b 側に設けられた外周接合面 3 3 b と第二シート 2 0 の内面 2 0 a の外周部の面とが重なるように配置されており、拡散接合やろう付け等の接合手段により接合されている。これにより、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との間に、第三シート 3 0 の形状に基づく中空部が形成されて、ここに作動流体が封入されることで密閉空間 2 とされている。

10

【 0 0 9 1 】

第三シート 3 0 の外周液流路部 3 4 の第一面 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 3 5 の開口が第一シート 1 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

同様にして第三シート 3 0 の外周液流路部 3 4 の第二面 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 3 6 の開口が第二シート 2 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

20

【 0 0 9 2 】

また、第三シート 3 0 の内側液流路部 3 8 の第一面 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 3 9 の開口が第一シート 1 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

同様にして第三シート 3 0 の外周液流路部 3 8 の第二面 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 4 0 の開口が第二シート 2 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

30

【 0 0 9 3 】

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

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

【 0 0 9 4 】

さらに本形態では液流路溝 3 5 及び液流路溝 3 9 による凝縮液流路 3 並びに液流路溝 3 6 及び液流路溝 4 0 による凝縮液流路 3 が具備され、ペーパーチャンバ 1 の厚さ方向 (z 方向) の一方側と他方側のそれぞれに凝縮液流路 3 が備えられている。

40

これにより、 1 つの凝縮液流路 3 の流路断面積を小さく (細く) しつつも、凝縮液流路 3 の合計の流路断面積を大きく取ることができるので毛細管力を高く維持しつつ凝縮液の流れを円滑にすることができる。

また、ペーパーチャンバ 1 における作動流体の面内方向 (x y 方向) への移動だけでなく、厚さ方向 (z 方向) への移動の機会を与えることができ、より均一な熱移動及び熱輸送が期待できる。

【 0 0 9 5 】

凝縮液流路 3 が具備する形状は、上記した第三シート 3 0 で説明した形状及び寸法に基づいて考えることができる。

50

【 0 0 9 6 】

他の部位について説明する。図 1 5 からわかるように、蒸気流路溝 4 2 の開口が第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 により塞がれることで中空部の一部を形成し、ここが封入された作動流体の流路となつて、蒸気が流れる第一流路である蒸気流路 4 となる。

ここで蒸気流路 4 の一部を構成する第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 の蒸気流路 4 側の面は平坦であることが好ましい。本形態では第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 の表面が加工されず、平坦な板面を有しているため、蒸気流路 4 の内壁が平滑になり、蒸気が移動する際の抵抗を抑えることができる。

【 0 0 9 7 】

上記した第二流路である凝縮液流路 3 の流路断面積は、当該第一流路である蒸気流路 4 の流路断面積より小さくされている。より具体的には、隣り合う 2 つの蒸気流路 4 (本形態では 1 つの蒸気流路溝 4 2、第一シート 1 0、及び第二シート 2 0 で囲まれる流路) の平均の流路断面積を A_g とし、隣り合う 2 つの蒸気流路 4 の間に配置される複数の凝縮液流路 3 (本形態では 1 つの内側液流路部 3 8、第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 で囲まれる複数の凝縮液流路 3) の平均の流路断面積を A_l としたとき、凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 とは、 A_l が A_g の 0.5 倍以下の関係にあるものとし、好ましくは 0.25 倍以下である。これにより作動流体はその相態様(気相、液相)によって第一流路と第二流路とを選択的に通り易くなる。

この関係はペーパーチャンバ全体のうち少なくとも一部において満たせばよく、ペーパーチャンバの全部でこれを満たせばさらに好ましい。

【 0 0 9 8 】

蒸気流路 4 が具備する形状は、上記した第三シート 3 0 で説明した形状及び寸法に基づいて考えることができる。

なお、本形態では導入部 3 7、及び、導入部 4 1 が設けられているので、1 つの蒸気流路 4 は 2 つの導入部に接するように構成されている。

【 0 0 9 9 】

図 1 6 からわかるように、第三シート 3 0 の蒸気流路連通溝 4 4 の溝 4 4 a の開口が第一シート 1 0 で、溝 4 4 b の開口が第二シート 2 0 でそれぞれ塞がれることにより複数の蒸気流路 4 が連通する中空部が形成され、作動流体のための流路となる。

【 0 1 0 0 】

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

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

本形態で注入部 1 2、注入部 2 2、及び注入部 3 2 は、ペーパーチャンバ 1 の長手方向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く、他のいずれかの端部に配置されていてもよく、複数配置されてもよい。複数配置される場合には例えばペーパーチャンバ 1 の長手方向における一対の端部のそれぞれに配置されてもよいし、他の一対の端部のうちの一方の端部に配置されてもよい。

【 0 1 0 1 】

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

【 0 1 0 2 】

[ペーパーチャンバの製造]

以上のようなペーパーチャンバは例えば次のように作製することができる。

第三シート 30 の外周形状を有するシートに対して、液流路溝 35、液流路溝 36、液流路溝 39、液流路溝 40、蒸気流路溝 42、及び溝 44a 及び溝 44b をハーフエッチングにより形成する。ハーフエッチングとは厚さ方向に貫通することなくその途中までエッチングを行うことである。

ただし、蒸気流路溝 42 については、第一面 30a 側と第二面 30b 側の両方からのハーフエッチングにより厚さ方向に貫通するように行う。このようにエッチングをすることにより、導入部 37 及び導入部 41 の形状を形成することができる。

【0103】

次いで、第三シート 30 の第一面 30a 側に第一シート 10、第三シート 30 の第二面 30b 側に第二シート 20 を重ねて仮止めを行う。仮止めの方法は特に限定されることはないが、抵抗溶接、超音波溶接、及び接着剤による接着等を挙げることができる。

10

そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シート 10、第二シート 20、第三シート 30 を接合してペーパーチャンバ用シートとする。なお、拡散接合の代わりにろう付けにより接合してもよい。ここで、「恒久的に接合」とは、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、密閉空間 2 の密閉性を維持可能な程度に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。

【0104】

接合の後、形成された注入流路 5 から真空引きを行い、中空部を減圧する。その後、減圧された中空部に対して注入流路 5 から作動流体を注入して中空部に作動流体が入れられる。そして重なった注入部 12、注入部 22、及び注入部 32 に対して溶融を利用した溶接や、かしめによって注入流路 5 を閉鎖して密閉空間とする。これにより密閉空間 2 の内側に作動流体が安定的に保持される。

20

【0105】

本形態のペーパーチャンバでは、内部液流路部 38 が支柱として機能するため、接合時及び減圧時に密閉空間がつぶれることを抑制することができる。

【0106】

以上では、エッチングによるペーパーチャンバの製造について説明したが、製造方法はこれに限らず、プレス加工、切削加工、レーザ加工、及び 3D プリントによる加工によりペーパーチャンバを製造することもできる。

例えば 3D プリントによりペーパーチャンバを製造する場合にはペーパーチャンバを複数のシートを接合して作製する必要がなく、接合部のないペーパーチャンバとすることが可能となる。

30

【0107】

[電子機器の構造及びペーパーチャンバの作用]

次にペーパーチャンバ 1 の作用について説明する。図 19 には電子機器の一形態である携帯型端末 80 の内側にペーパーチャンバ 1 が配置された状態を模式的に表した。ここではペーパーチャンバ 1 は携帯型端末 80 の筐体 81 の内側に配置されているため点線で表している。このような携帯型端末 80 は、各種電子部品を内包する筐体 81 及び筐体 81 の開口部を通して外部に画像が見えるように露出したディスプレイユニット 82 を備えて構成されている。そしてこれら電子部品の 1 つとして、ペーパーチャンバ 1 により冷却すべき電子部品 53 が筐体 51 内に配置されている。

40

【0108】

ペーパーチャンバ 1 は携帯型端末等の筐体内に設置され、CPU 等の冷却すべき対象物である電子部品 83 に取り付けられる。電子部品はペーパーチャンバ 1 の外面又は外面に直接、又は、熱伝導性の高い粘着剤、シート、テープ等を介して取り付けられる。電子部品 83 がペーパーチャンバのうちのどの位置に取り付けられるかは特に限定されることはなく、携帯型端末等において他の部材の配置との関係により適宜設定される。本形態では図 1 に点線で示したように、第二シート 20 のうち第三シート 30 が配置される側とは反対側の面で、本体 21 の x y 方向中央に電子部品 53 を配置した。従って図 1 において電子部品 83 は死角となって見えない位置なので点線で表している。

50

図20には作動流体の流れを説明する図を表した。説明のし易さのため、この図ではペーパーチャンバ1の内部で第三シート30の第一面30a側が見えるように表示している。

【0109】

電子部品83が発熱すると、その熱が第二シート20内を熱伝導により伝わり、密閉空間2内のうち、電子部品83に近い位置に存在する凝縮液が熱を受ける。この熱を受けた凝縮液は熱を吸収し蒸発し気化する。これにより電子部品83が冷却される。

【0110】

気化した作動流体は蒸気となって図20に実線の直線矢印で示したように蒸気流路4内を流れて移動する。この流れは電子部品83から離隔する方向に生じるため、蒸気は電子部品83から離れる方向に移動する。

10

蒸気流路4内の蒸気は熱源である電子部品83から離れ、比較的溫度が低いペーパーチャンバ1の外周部に移動し、当該移動の際に順次第一シート10、第二シート20、及び第三シート30に熱を奪われながら冷却される。蒸気から熱を奪った第一シート10、第二シート20、及び第三シート30は、ペーパーチャンバに接触した電子機器80の筐体81等に熱を伝え、最終的に熱は外気に放出される。

【0111】

蒸気流路4を移動しつつ熱を奪われた作動流体は凝縮して液化する。この凝縮液は蒸気流路4の壁面に付着する。一方で蒸気流路4には連続して蒸気が流れているので、凝縮液は図18に矢印C₁₁で示したように蒸気で押し込まれるように、凝縮液流路3に移動する。本形態の凝縮液流路3は、図8、図14に現れているように連通開口部35b、連通開口部36b、連通開口部39b、及び、連通開口部40bを備えているので、凝縮液はこれら連通開口部を通して複数の凝縮液流路3に分配される。

20

【0112】

本形態では、凝縮液流路3がペーパーチャンバ1の厚さ方向の両方に具備されているため、蒸気流路4から凝縮液流路3への移動機会を多くすることができ、より円滑な凝縮液の移動が可能となる。

このとき、導入部37、導入部41が具備されている形態であれば、導入面37b、導入面41bと第一シート10、第二シート20とに囲まれた部位が生じ、毛細管力の作用でここに凝縮液が溜まりやすくなる。これにより、凝縮液の凝縮液流路3へ導入がさらに円滑に行われる。

30

【0113】

凝縮液流路3に入った凝縮液は、凝縮液流路による毛細管力、及び、蒸気からの押圧により、図20に点線の直線矢印で示したように熱源である電子部品83に近づくように移動する。

そして再度熱源である電子部品83からの熱により気化して上記を繰り返す。

【0114】

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

さらに本形態では凝縮液流路3が、ペーパーチャンバ1の厚さ方向(z方向)の一方側と他方側の両方に備えられている。

40

これにより、1つの凝縮液流路3の流路断面積を小さく(細く)しつつも、凝縮液流路3の合計の流路断面積を大きく取ることができるので毛細管力を高く維持しつつ凝縮液の流れを円滑にすることができる。

また、ペーパーチャンバ1における作動流体の面内方向(xy方向)への移動だけでなく、厚さ方向(z方向)への移動の機会を与えることができ、より均一な熱移動及び熱輸送が期待できる。

【0115】

[シートの数について]

ここまでのペーパーチャンバ1は、第一シート10、第二シート20、及び第三シート

50

30の3つのシートからなる例を説明した。このように3つのシートからなることにより、これより多くのシートを用いる場合に比べてシートの重ね合わせの複雑さが無いため製造が容易であるとともに、各シートの接合をより強固なものとすることができる。その中で、本形態のように、第一シート10及び第二シート20は、その表面が加工されず平坦な形態とすれば、シートの重ね合わせの際に凝縮液流路や蒸气流路を形成するための位置合わせ（アライメント）を気にする必要がないことからより簡易な製造が可能となる。

【0116】

ただし、シートの数には関係なく凝縮液流路がペーパーチャンバの厚さ方向の一方と他方に具備されていればよく、シートは4つであっても良いし、5つとすることもできる。

このように、ペーパーチャンバを3つ以上のシートで構成することにより、2つのシートで構成する場合に比べ、図18に示したような導入面41bを形成しやすくなり、ここに作動流体が凝縮しやすくなり、より円滑な作動流体の移動が行われる。

また、例えば図21に示したように、第三シートを厚さ方向に分割して全部で4つのシートによりペーパーチャンバを構成する場合、内側液流路部38の厚さ方向中央にも溝を形成して凝縮液流路を設けることもできる。

【0117】

1.2. 形態1b

図22乃至図25には、形態1bにかかるペーパーチャンバ51を説明する図を示した。

図22は、ペーパーチャンバ51の分解斜視図であり、図2に相当する図である。図23はペーパーチャンバ51の密閉空間2が見えるように表した図であり、第三シート52の第一面30a側が表れるように表示した図である。図24は、図23に $C_{12}-C_{12}$ で示した位置でペーパーチャンバ101を切断した断面図を表している。図25は、図24のうち C_{13} で示した部位（内側液流路部138）の周辺を拡大して表した図で図18に相当する図である。

【0118】

ペーパーチャンバ51では、上記したペーパーチャンバ1に対して、第三シート30の代わりに第三シート52が適用され、第三シート52にはその本体53の内側液流路部54に厚さ方向連通穴54aが設けられている点が異なる。他の部材及び部位については、ペーパーチャンバ1の説明が妥当するので、図面には同じ符号を付して説明は省略する。従ってここでは、内側液流路部54に設けられた厚さ方向連通穴54aに注目して説明をする。

【0119】

厚さ方向連通穴54aは、第三シート52の内側液流路部54に設けられ、第一面30aから第二面30bに連通する穴である。この厚さ方向連通穴54aにより液流路溝39と液流路溝40とが連通されて第一面30a側の凝縮液流路3と第二面30b側の凝縮液流路3とが連通する。

これによって、図25に矢印 C_{14} で示したように、厚さ方向に分かれて配置された凝縮液流路3が蒸气流路4を介することなく連通し、凝縮液の分配をさらに均等化させることができるため、より円滑に作動流体が流れることが可能となる。

【0120】

厚さ方向連通穴54aは、1つの内側液流路部54の厚さ方向の一方と他方に配置された凝縮液流路3を連通することができればよく、そのための具体的な形態は特に限定されることはない。例えば次のように説明することができる。

【0121】

図22、図23に表れる、厚さ方向連通穴54aの横断面形状は特に限定されることなく、円形、楕円形、三角形、四角形、その他の多角形、及びこれらが組みあわされてなる幾何学的形状とすることができる。

【0122】

また、図24、図25に表れる、厚さ方向連通穴54aが延びる方向（z方向）の形状

も特に限定されることはなく、 z 方向の各位置で横断面形状が一定であってもよく、変化してもよい。例えば凝縮液流路3に接する部分では、他の部分に対して横断面積が大きく広がっている形態等を挙げることができる。

【0123】

1つの厚さ方向連通穴54aで連結する凝縮液流路3の数も特に限定されることはない。本形態のように第一面30a側の2つの凝縮液流路3と第二面30b側の2つの凝縮液流路3とが連通するように構成してもよいし、厚さ方向一方の面側において1つ、又は3つ以上の凝縮液流路3が連通するように構成してもよい。

【0124】

厚さ方向連通穴54aは、ペーパーチャンバ1に1つでも備えられていればその効果を奏するものであるが、より顕著な効果のために複数の厚さ方向連通穴54aを備えることが好ましい。

【0125】

複数の厚さ方向連通穴54aを具備する態様は特に限定されることはないが、1つの内側液流路部54に1つでもよく、1つの内側液流路部54に複数の厚さ方向連通穴54aを設けてもよい。1つの内側液流路部54に複数の厚さ方向連通穴54aを配置する際には一直線状に並べるようにしてもよく、図23に表れているように、隣り合う厚さ方向連通穴54aで、並ぶ方向に直交する方向(y 方向)の位置をずらしてもよい。

【0126】

なお、本形態では内側液流路部54にのみ厚さ方向連通穴54aを設けたが、その代わりに外周液流路部34にのみ厚さ方向連通穴を設けてもよく、又は、内側液流路部54及び外周液流路部34の両方に厚さ方向連通穴を設けてもよい。

【0127】

2. 形態2

2.1. 形態2a

[構成要素]

図26には形態2aにかかるペーパーチャンバ101の外観斜視図、図27にはペーパーチャンバ101の分解斜視図を表した。本形態のペーパーチャンバ101は、図26、図27からわかるように第一シート10、第二シート20、及び、第三シート130(「中間シート130」と記載することもある。)を有している。そして、後で説明するように、これらシートが重ねられて接合(拡散接合、ろう付け等)されていることにより、第一シート10と第二シート20との間に第三シート130の形状に基づいた中空部が形成されたペーパーチャンバ用シートとなる。そして、中空部に作動流体が封入されることで密閉空間102(例えば図19参照)とされ、ペーパーチャンバ101となる。

【0128】

本形態に備えらえる第一シート10及び第二シート20については、形態1で説明した第一シート10及び第二シート20と同じように考えることができるので、ここでは符号を同じとし、説明は省略する。

【0129】

<第三シート>

本形態で第三シート130は、第一シート10の内面10aと第二シート20の内面20aとの間に挟まれて重ねられるシートであり、作動流体が移動する密閉空間2のための構造が具備されている。

図28、図29には第三シート130を平面視した図(z 方向から見た図)を表した。図28は第一シート10に重ねられる面の図、図29は第二シート20に重ねられる面の図である。

また図30には図28に $C_{101} - C_{101}$ で示した線に沿った断面図、図31には図28に $C_{102} - C_{102}$ で示した線に沿った断面図をそれぞれ示した。

【0130】

なお、第三シート130も単層であってもよいし、複数のシートが積層されてなっても

10

20

30

40

50

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

【0131】

本形態で第三シート130は、第一シート10の内面10aに重なる第一面130a、第二シート20の内面20aに重なる第二面130b、及び、第一面130aと第二面130bとを渡して厚さを形成する端面130cを備える。従って図28には第一面130a、図29には第二面130bがそれぞれ現れている。

【0132】

また、第三シート130は本体131及び注入部32を備えている。なお、本形態の注入部32も形態1で示した注入部32と同様に考えることができるので、ここでは同じ符号を付して説明を省略する。

本体31は、ペーパーチャンバ用シートにおける中空部及びペーパーチャンバ1における密閉空間を形成するシート状の部位であり、本形態では平面視で角が円弧（いわゆるR）にされた長方形である。

ただし、本体31は本形態のように四角形である他、ペーパーチャンバとして必要とされる形状とすることができる。例えば円形、楕円形、三角形、その他の多角形、並びに、屈曲部を有する形である例えばL字型、T字型、クランク型U字型等であってもよい。また、これらの少なくとも2つを組み合わせた形状とすることもできる。

【0133】

第三シート130の厚さや材質は第一シート10と同様に考えることができる。ただし、第三シート130の厚さや材質は第一シート10と同じである必要はなく、異なるように構成してもよい。

【0134】

本体131には、作動流体が還流するための構造が形成されている。具体的には、本体131には、外周接合部33、外周液流路部134、内側液流路部138、蒸气流路溝142、及び、蒸气流路連通溝144が具備されて構成されている。

【0135】

本形態のペーパーチャンバ101は、第一流路であり作動流体の蒸気を通る蒸气流路4（図38等参照）、及び、第二流路であり作動流体が凝縮して液化した凝縮液が通る凝縮液流路3（図42等参照）を備える。そして、第三シート130の蒸气流路溝142が蒸气流路4を形成し、外周液流路部134に具備される液流路溝35及び、内側液流路部138に具備される液流路溝39が凝縮液流路3を形成する。

【0136】

<<外周接合部>>

外周接合部33は上記した形態1で説明した外周接合部33と同様に考えることができるので、ここでは同じ符号を付して説明を省略する。

【0137】

<<外周液流路部>>

外周液流路部134は、液流路部として機能し、作動流体が凝縮して液化した際に通る第二流路である凝縮液流路3の一部を構成するとともに、断熱部6を構成する部位を具備する。図32には図30のうち矢印C₁₀₃で示した部分を拡大して表した。また、図33には図32に矢印C₁₀₅で示した方向から見た外周液流路部134をz方向から見た拡大図を表した。すなわち、図33は第2面130bの方から見た外周液流路部134の一部を表している。

【0138】

これら図からわかるように、外周液流路部134は、本体131のうち、外周接合部33の内側に沿って形成され、密閉空間2となる部位の外周に沿って設けられる部位である。

【0139】

10

20

30

40

50

外周液流路部 134 の第一面 130 a に、本体 131 の外周方向に平行に延びる複数の溝である液流路溝 35 が形成され、複数の液流路溝 35 が、その延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。

当該液流路溝 35 は、上記した形態 1 で説明した液流路溝 35 と同様に考えることができるので、ここでは同じ符号を付して説明を省略する。

【0140】

図 29 乃至図 33 からわかるように、本形態では外周液流路部 134 は第二面 30 b 側に断熱部用溝 136 を備えている。

断熱部用溝 136 は外周液流路部 134 が延びる方向に沿って延びる溝であり、蒸気流路溝 42 や液流路溝 35 には連通しておらず、断熱部用溝 136 には作動流体が流入しないように構成されている。

【0141】

ここで断熱部用溝 136 は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側（第二面 130 b）側は開口している。後述するように、第二シート 20 が第三シート 30 に重ねられることでこの開口が塞がれて断熱部 6 となる。

本形態で断熱部用溝 136 はその断面が半楕円形状とされている。ただし、当該断面形状は半楕円形状であることに限らず、円形や、長方形、正方形、台形等の四角形や、その他の多角形、及び、これらのいずれか複数を組み合わせた形状であってもよい。

【0142】

また、図 34 には図 33 に示した $C_{106} - C_{106}$ の断面図を表した。すなわち図 34 は、柱 136 a が具備された部位における外周液流路部 134 の断面図である。一方、図 32 に示した断面は断熱部用溝 136 のうち柱 136 a が配置されていない部位における外周液流路部 134 の断面図である。

これら図からわかるように、断熱用溝 136 の溝内には、底部から立設する複数の柱 136 a が間隔を有して配列されている。この柱 136 a により第三シート 130 が第二シート 20 と接合された際に断熱部用溝 136 の潰れを抑制するとともに、ペーパーチャンバ 101 自体の強度も高めることができる。

【0143】

柱の平面視形状（図 33 の視点からの形状）は特に限定されることなく、本形態のように四角形である他、三角形や五角形等の多角形、円形、楕円形、又は、任意の形状を適用することができる。

【0144】

また、配置される柱のピッチや数は特に限定されることはなく適宜設定することが可能である。従って、柱の数を 1 又は少なくし、1 つの柱が断熱部用溝に沿って延びるように長く構成してもよい。

【0145】

また本形態では、図 30 に表れているように外周液流路部 134 に導入部 37 が設けられている。導入部 37 については形態 1 で説明した導入部 37 と同様に考えることができるのでここでは同じ符号を付して説明を省略する。

【0146】

以上のような構成を備える外周液流路部 134 は、さらに次のような構成を備えてもよい。

【0147】

図 28 乃至図 30、図 32 に W_{102} で示した外周液流路部 134 の幅（液流路溝 35 が配列される方向の大きさ）は、ペーパーチャンバ全体の大きさ等から適宜設定することができるが、幅 W_{102} は、3.0 mm 以下であることが好ましく、1.5 mm 以下であってもよく、1.0 mm 以下であってもよい。幅 W_{102} が 3.0 mm を超えると内側の液流路や蒸気流路のための空間が十分にとれなくなる虞がある。一方、幅 W_{102} は 0.05 mm 以上であることが好ましく、0.1 mm 以上であってもよく、0.2 mm 以上で

10

20

30

40

50

あってもよい。幅 W_{102} が 0.05 mm より小さいと外側を還流する液の量が十分得られない虞がある。幅 W_{102} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_{102} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、ここでは外周液流路部134の第一面130a側の幅と第二面130b側の幅をいずれも W_{102} で示したが、外周接合面33aの幅と外周接合面33bの幅は必ずしも同じである必要はなく、異なる幅としてもよい。

【0148】

断熱部用溝136について、図32に W_{104} で示した溝幅は、 $1500\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $700\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、幅 W_{104} は $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $45\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよい。幅 W_{104} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_{104} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図32に D_{102} で示した溝の深さは、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $150\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、深さ D_{102} は $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以上であってもよい。深さ D_{102} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_{102} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0149】

<< 内側液流路部 >>

図26乃至図30に戻って内側液流路部138について説明する。内側液流路部138も作動流体が凝縮して液化した際に通る第二流路である凝縮液流路3の一部、断熱部6を構成する一部、及び導入部41を構成する部位である。図35には図30のうち矢印 C_{107} で示した部分を拡大して示した。図35にも内側液流路部38、断熱用溝140、及び導入部41の断面形状が表れている。また、図36には図35に矢印 C_{109} で示した方向から見た内側液流路部138を平面視した拡大図を示した。

【0150】

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

【0151】

内側液流路部138の第一面130aに、内側液流路部138が延びる方向に沿って延びる複数の溝である液流路溝39が形成され、複数の液流路溝39が、その延びる方向とは異なる方向に所定の間隔で配置されている。

ここで、液流路溝39は形態1で説明した液流路溝39と同様に考えることができるので、同じ符号を付して説明を省略する。

【0152】

図29、図30、図35、図36からわかるように、内側液流路部138は、第二面130bに断熱部用溝140を備えている。

断熱部用溝140は内側液流路部138が延びる方向に沿って延びる溝であり、蒸気流路溝42や液流路溝39には連通しておらず、断熱部用溝140には作動流体が流入しないように構成されている。

【0153】

10

20

30

40

50

ここで断熱部用溝 140 は溝であることから、その断面形状において、底部を有し、この底部と向かい合わせとなる反対側（第二面 130b）側は開口している。後述するように、第二シート 20 が第三シート 30 重ねられることでこの開口が塞がれて断熱部 6 となる。

本形態で断熱部用溝 140 はその断面が半楕円形状とされている。ただし、当該断面形状は半楕円形状であることに限らず、円形や、長方形、正方形、台形等の四角形や、その他の多角形、及び、これらのいずれか複数を組み合わせた形状であってもよい。

【0154】

また、図 37 には図 36 に示した $C_{110} - C_{110}$ に沿った断面図を表した。すなわち図 37 は柱 140a が具備された部位における内側液流路部 138 の断面図である。一方、図 35 に示した断面図は断熱部用溝 140 のうち柱 140a が配置されていない部位における内側液流路部 138 の断面図である。

10

これらの図からわかるように、断熱部用溝 140 の溝内には、底部から立設する複数の柱 140a が間隔を有して配列されている。この柱 140a により第三シート 130 が第二シート 20 と接合された際に断熱部用溝 140 の潰れを抑制するとともに、ペーパーチャンバ 101 自体の強度も高めることができる。

【0155】

柱の平面視形状（図 36 の視点からの形状）は特に限定されることなく、本形態のように四角形である他、三角形や五角形等の多角形、円形、楕円形、又は、任意の形状を適用することができる。

20

【0156】

また、配置される柱のピッチや数は特に限定されることはなく適宜設定することが可能である。従って、柱の数を 1 又は少なく抑え、1 つの柱が断熱用溝に沿って延びるように長く構成してもよい。

【0157】

また本形態では内側液流路部 138 に導入部 41 が設けられている。この導入部 41 は形態 1 で説明した導入部 41 と同様に考えることができるので、同じ符号を付して説明を省略する。

【0158】

以上のような構成を備える内側液流路部 138 は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

30

図 28 乃至図 30、図 35 に W_{106} で示した内側液流路部 138 の幅（内側液流路部 138 と蒸気流路溝 42 が配列される方向の大きさで、最も大きな値）は、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $2000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_{106} は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_{106} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_{106} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

40

【0159】

また、図 30 に P_{102} で示した複数の内側液流路部 138 のピッチは $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $3500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $3000\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、このピッチ P_{102} は $200\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $800\mu\text{m}$ 以上であってもよい。このピッチ P_{102} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の 1 つと、複数の下限の候補値のうちの 1 つの組み合わせによって定められてもよい。また、ピッチ P_{102} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の 2 つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の 2 つの組み合わせにより定められてもよい。

これにより蒸气流路の流路抵抗を下げ、蒸気の移動と、凝縮液の還流とをバランスよく

50

行うことができる。

【0160】

以上のような構成を備える内側液流路部38は、さらに次のような構成を備えてもよい。

【0161】

断熱部用溝140について、図35に W_{108} で示した溝幅は、1500 μm 以下であることが好ましく、1000 μm 以下であってもよく、700 μm 以下であってもよい。一方、幅 W_{108} は20 μm 以上であることが好ましく、45 μm 以上であってもよく、60 μm 以上であってもよい。幅 W_{108} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_{108} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

10

また、図35に D_{104} で示した溝の深さは、200 μm 以下であることが好ましく、150 μm 以下であってもよく、100 μm 以下であってもよい。一方、深さ D_{104} は5 μm 以上であることが好ましく、10 μm 以上であってもよく、20 μm 以上であってもよい。深さ D_{104} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、深さ D_{104} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

20

【0162】

<<蒸気流路溝>>

次に蒸気流路溝142について説明する。蒸気流路溝142は作動流体が蒸発して気化した蒸気を通る部位で、第一流路である蒸気流路4（図19等参照）の一部を構成する。図28、図29には平面視した蒸気流路溝142の形状、図30には蒸気流路溝142の断面形状がそれぞれ表れている。

【0163】

これら図からもわかるように、本形態で蒸気流路溝142は本体131のうち、外周液流路部134の環状である環の内側に形成された溝（スリット）により構成されている。詳しくは本形態の蒸気流路溝142は、隣り合う内側液流路部138の間、及び、外周液流路部134と内側液流路部138との間に形成され、本体131の平面視長方形で長辺に平行な方向（x方向）に延びた溝である。そして、複数の（本形態では4つ）の蒸気流路溝142が同短辺に平行な方向（y方向）に配列されている。本形態の蒸気流路溝142は第三シート130の第一面130aと第二面130b側とを連通するように構成されており、すなわちスリット状の溝であり、第一面130a及び第二面130b側に開口している。

30

従って、図30からわかるように第三シート130は、y方向において、外周液流路部134及び内側液流路部138と蒸気流路溝142とが交互に繰り返された形状を備えている。

【0164】

このような構成を備える蒸気流路溝142の構成は形態1で説明した蒸気流路溝42と同様に考えることができる。

40

【0165】

<<蒸気流路連通溝>>

蒸気流路連通溝44は、複数の蒸気流路溝142を連通させる溝であり、上記した形態1で説明した蒸気流路連通溝44と同様に考えることができるので同じ符号を付して説明を省略する。

【0166】

[ペーパーチャンパの構造]

次に、第一シート10、第二シート、及び第三シート130が組み合わされてペーパーチャンパ101とされたときの構造について説明する。この説明により、ペーパーチャン

50

バ 1 0 1 が具備する形状、並びに、第一シート 1 0、第二シート、及び第三シート 1 3 0 が有すべき各構成の配置、大きさ、形状等がさらに理解される。

【 0 1 6 7 】

図 3 8 には、図 2 6 に $C_{111} - C_{111}$ で示した y 方向に沿ってペーパーチャンバ 1 0 1 を厚さ方向に切断した断面図を表した。図 3 9 には図 2 6 に $C_{112} - C_{112}$ で示した x 方向に沿ってペーパーチャンバ 1 0 1 を厚さ方向に切断した断面図を示した。

図 4 0 には図 3 8 に C_{113} で示した部分、図 4 1 には外周液流路部 1 3 4 のうち柱 1 3 6 a が備えられる部分、図 4 2 には図 3 8 に C_{114} で示した部分、図 4 3 には内側液流路部 1 3 8 のうち柱 1 4 0 a が備えられる部分をそれぞれ拡大して表した。

なお、図 3 8 乃至図 4 3 に表れる断面では蒸気流路 4 と凝縮液流路 3 とは凸部 3 5 a 及び凸部 3 9 a により隔てられているが、凸部 3 5 a 及び凸部 3 9 a はそれぞれ連通開口部 3 5 b 及び連通開口部 3 9 b を備えている。従って、蒸気流路 4 と凝縮液流路 3 とは連通開口部 3 5 b 及び連通開口部 3 9 b により連通している。

【 0 1 6 8 】

図 2 6、図 2 7、及び図 3 8 乃至図 4 2 よりわかるように、第三シート 1 3 0 の第一面 1 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重ねられ、第三シート 1 3 0 の第二面 1 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重ねられるように配置され接合されることでペーパーチャンバ 1 0 1 とされている。このとき、第三シート 1 3 0 の本体 1 3 1 と第一シート 1 0 の本体 1 1、第三シート 1 3 0 の本体 1 3 1 と第二シート 2 0 の本体 2 1 とが重なり、第三シート 1 3 0 の注入部 3 2 の第一シート 1 0 の注入部 1 2、第三シート 1 3 0 の注

【 0 1 6 9 】

このような第一シート 1 0、第二シート 2 0 及び第三シート 1 3 0 の積層体により、本体 1 1、本体 2 1 及び本体 1 3 1 に具備される各構成が図 3 8 乃至図 4 2 に表れるように配置される。具体的には次の通りである。

【 0 1 7 0 】

第三シート 1 3 0 の第一面 1 3 0 a 側に設けられた外周接合面 3 3 a と第一シート 1 0 の内面 1 0 a の外周部の面とが重なるように配置されているとともに、第三シート 1 3 0 の第二面 3 0 b 側に設けられた外周接合面 3 3 b と第二シート 2 0 の内面 2 0 a の外周部の面とが重なるように配置されており、拡散接合やろう付け等の接合手段により接合されている。これにより、第一シート 1 0 と第二シート 2 0 との間に、第三シート 1 3 0 の形状に基づく中空部が形成されて、ここに作動流体が封入されることで密閉空間 1 0 2 とされている。

【 0 1 7 1 】

第三シート 1 3 0 の外周液流路部 1 3 4 の第一面 1 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 3 5 の開口が第一シート 1 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

【 0 1 7 2 】

第三シート 1 3 0 の外周液流路部 1 3 4 の第二面 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重なるように配置されている。これにより断熱部用溝 1 3 6 の開口が第二シート 2 0 により塞がれて断熱部 6 となる。断熱部 6 は、凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 には連通することなく構成され、ここは当該断熱部 6 に隣接する材料よりも熱伝導率が低くなるようにされている。具体的には特に限定されることはないが、断熱部 6 を真空としたり、空気やその他の気体で満たしたり、熱伝導率が低い材料を充填したりすればよい。

【 0 1 7 3 】

また、第三シート 1 3 0 の内側液流路部 1 3 8 の第一面 1 3 0 a 側に第一シート 1 0 の内面 1 0 a が重なるように配置されている。これにより液流路溝 3 9 の開口が第一シート 1 0 により塞がれて中空部の一部となる。これは、中空部に封入された作動流体が凝縮して液化した状態である凝縮液が流れる第二流路である凝縮液流路 3 となる。

【 0 1 7 4 】

第三シート 1 3 0 の内側液流路部 1 3 8 の第二面 1 3 0 b 側に第二シート 2 0 の内面 2 0 a が重なるように配置されている。これにより断熱部用溝 1 4 0 の開口が第二シート 2 0 により塞がれて断熱部 6 となる。断熱部 6 は、凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 には連通することなく構成され、ここは、当該断熱部 6 に隣接する材料よりも熱伝導率が低くなるようにされている。具体的には特に限定されることはないが、断熱部 6 を真空としたり、空気やその他の気体で満たしたり、熱伝導率が低い材料を充填したりすればよい。

【 0 1 7 5 】

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

10

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

【 0 1 7 6 】

一方、ペーパーチャンバ 1 0 1 の厚さ方向 (z 方向) で凝縮液流路 3 の反対側には熱伝導率が下げられた断熱部が設けられている。これにより、作動流体への熱の伝わりが緩やかになり、局所的な温度上昇、局所的な温度下降が軽減されるため均一性を高めることができる。より具体的には急激な加熱によるドライアウトや必要以上に早い凝縮による凝縮液詰まりで作動流体の流れが阻害されること等を抑制することが可能となり熱輸送能力を高めることができる。

20

【 0 1 7 7 】

凝縮液流路 3、断熱部 6 が具備する形状は、上記した第三シート 1 3 0 で説明した形状及び寸法に基づいて考えることができる。

【 0 1 7 8 】

他の部位について説明する。図 3 8 からわかるように、蒸気流路溝 1 4 2 の開口が第一シート 1 0 及び第二シート 2 0 により塞がれることで中空部の一部を形成し、ここが作動流体の流路を形成し、蒸気が流れる第一流路である蒸気流路 4 となる。凝縮液流路 3 の流路断面積と蒸気流路 4 の流路断面積との関係は形態 1 で説明した凝縮液流路 3 の流路断面積と蒸気流路 4 の流路断面積との関係と同様に考えることができる。

30

【 0 1 7 9 】

蒸気流路 4 が具備する形状は、上記した第三シート 1 3 0 で説明した形状及び寸法に基づいて考えることができる。

なお、本形態では導入部 3 7、及び、導入部 4 1 が設けられているので、蒸気流路 4 は 2 つの導入部に接するように構成されている。

【 0 1 8 0 】

図 3 9 からわかるように、第三シート 1 3 0 の蒸気流路連通溝 4 4 の溝 4 4 a の開口が第一シート 1 0 で、溝 4 4 b の開口が第二シート 2 0 でそれぞれ塞がれることにより複数の蒸気流路 4 が連通する中空部が形成され、作動流体のための流路となる。

40

【 0 1 8 1 】

ペーパーチャンバ 1 0 1 の密閉空間 1 0 2 には、作動流体が封入されている。作動流体の種類は特に限定されることはないが、純水、エタノール、メタノール、アセトン、及びそれらの混合物等、通常のペーパーチャンバに用いられる作動流体を用いることができる。

【 0 1 8 2 】

[ペーパーチャンバの製造]

以上のようなペーパーチャンバは例えば次のように作製することができる。

第三シート 1 3 0 の外周形状を有するシートに対して、液流路溝 3 5、断熱部用溝 1 3 6、液流路溝 3 9、断熱部用溝 1 4 0、蒸気流路溝 1 4 2、及び溝 4 4 a 及び溝 4 4 b を

50

ハーフエッチングにより形成する。ただし、蒸気流路溝 1 4 2 については、第一面 1 3 0 a 側と第二面 1 3 0 b 側の両方からのハーフエッチングにより厚さ方向に貫通するように行う。このようにエッチングをすることにより、導入部 3 7 及び導入部 4 1 の形状を形成することもできる。

【 0 1 8 3 】

次いで、第三シート 1 3 0 の第一面 1 3 0 a 側に第一シート 1 0、第三シート 1 3 0 の第二面 1 3 0 b 側に第二シート 2 0 を重ねて仮止めを行う。仮止めの方法は特に限定されることはないが、抵抗溶接、超音波溶接、及び接着剤による接着等を挙げることができる。

そして仮止め後に拡散接合を行い恒久的に第一シート 1 0、第二シート 2 0、第三シート 1 3 0 を接合してペーパーチャンバ用シートとする。なお、拡散接合の代わりにろう付けにより接合してもよい。ここで、「恒久的に接合」とは、厳密な意味に縛られることはなく、ペーパーチャンバ 1 0 1 の動作時に、密閉空間 1 0 2 の密閉性を維持可能な程度に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。

この接合を真空中で行うことで断熱部 6 を真空にすることができ、空気中やその他のガスの中で行うとこれに断熱部 6 をこれに応じた気体で満たすことができる。なお、断熱部用溝 1 3 6 に柱 1 3 6 a、断熱部用溝 1 4 0 に柱 1 4 0 a が具備されていれば、接合の際、並びに、次に説明する中空部の減圧の際、及び作動流体の注入の際に断熱部 6 の潰れ及び膨らみを抑制できる。また、断熱部 6 に固体の材料を入れる場合には接合前に断熱部用溝に当該材料を入れておけばよい。

【 0 1 8 4 】

接合の後、形成された注入流路 5 から真空引きを行い、中空部を減圧する。その後、減圧された中空部に対して注入流路 5 から作動流体を注入して中空部に作動流体が入れられる。そして重なった注入部 1 2、注入部 2 2、及び注入部 3 2 に対して溶融を利用した溶接や、かしめによって注入流路 5 を閉鎖して密閉空間とする。これにより密閉空間 1 0 2 の内側に作動流体が安定的に保持される。

【 0 1 8 5 】

本形態のペーパーチャンバでは、内部液流路部 1 3 8 が支柱として機能するため、接合時及び減圧時に密閉空間がつぶれることを抑制することができる。

【 0 1 8 6 】

[ペーパーチャンバの作用]

次にペーパーチャンバ 1 0 1 の作用について説明する。ペーパーチャンバ 1 0 1 の電子機器への配置は形態 1 で説明した通りである（図 1、図 1 9）。また、凝縮液流路 3、蒸気流路 4 における作動流体の移動及び熱の拡散の考え方についても形態 1 で説明したものと同様に考えることができる。

【 0 1 8 7 】

本形態では、ペーパーチャンバ 1 0 1 の厚さ方向（z 方向）で凝縮液流路 3 の反対側に断熱部 6 が設けられているため、作動流体への熱の伝わりが緩やかになり、局所的な温度上昇、局所的な温度下降が軽減されるため均一性を高めることができる。すなわち急激な加熱によるドライアウトや必要以上に早い凝縮による凝縮液詰まりで作動流体の流れが阻害されること等を抑制することが可能となり熱輸送能力を高めることができる。

従って断熱部は必ずしもペーパーチャンバの全体に配置されることはなく、局所的な熱の移動が想定される部位にのみ配置してもよい。これには例えば熱源（電子部品）が配置される部位や、逆に熱源から隔離したペーパーチャンバの端部等を挙げることができる。

【 0 1 8 8 】

また、導入部 3 7、導入部 4 1 が具備されている形態であれば、導入面 3 7 b、導入面 4 1 b と第一シート 1 0、第二シート 2 0 とに囲まれた部位が生じ、毛管力の作用でここに凝縮液が溜まりやすくなる。これにより、凝縮液の凝縮液流路 3 へ導入がさらに円滑に行われる。

【 0 1 8 9 】

2.2. 他の形態

図44には断熱部用溝140が第三シート130の第二面130bの一部に設けられた例である。この図は図29に相当する図である。これにより断熱部6も当該断熱部用溝140が設けられた部位に限定される。これは例えば冷却対象に近い部分、及び、凝縮が生じることを抑えたい部分に断熱部6を設け、凝縮が速やかに行われることが望まれる部分に断熱部6を設けないなど、熱的設計に合わせて断熱部を設けることができる。

【0190】

図45乃至図47は、蒸気流路4にも断熱部6を設けた例である。いずれも図38に相当する図である。

図45は凝縮液流路3、蒸気流路4のそれぞれに断熱部6が設けられた例である。図46は、凝縮液流路3及び蒸気流路4を通して連通した断熱部6とした例である。そして図47は蒸気流路4にのみ断熱部6が設けられた例である。

【0191】

3. 形態3

形態1及び形態2で導入部37及び導入部39について説明したが、形態3では導入部について詳しく説明する。従って導入部以外の構成については上記した形態1及び形態2と同様に考えることができるため説明を省略する。また形態1では第三シート30の第二面30bには液流路溝40が具備され、形態2では第三シート130の第二面130bには断熱部用溝140が具備されているが、必ずしも第三シートの第二面にはこれらの要素が備えられている必要はないため、ここでは第三シートの第二面にはこれら要素が具備されていない例で説明する。ただし、第三シートの第二面に液流路溝40や断熱用溝140を備えることを妨げるものではない。

なお、以下の説明で導入部以外の要素については形態1で用いた符号を用いる。

【0192】

3.1. 形態3a

図48(a)、図48(b)は、内側液流路部238について説明する図であり、図13(a)、図13(b)に相当する図である。なお、ここでは内側液流路部238により導入部241を説明するが外側液流路部に備えられる導入部についても同様に考えることができる。

【0193】

また本形態では内側液流路部238に導入部241が設けられている。導入部241は蒸気流路溝42との境界面に形成された部位であり、蒸気流路溝42側に突出する部位である。従って本形態では内側液流路部238の幅方向(y方向)の両方のそれぞれに導入部241が配置されている。

本形態で導入部241は、厚さ方向(z方向)で第1面30a(液流路溝の凸部39aの頂部)から T_{203} の位置で最も突出した頂部241aを具備し、頂部241aから液流路溝39に向けて、断面視で内側液流路部238側に凹の円弧状の導入面241bが具備されている。ただし円弧状である必要はなく、断面視で内側液流路部238側に凹の円弧以外の曲線状であってもよい。

導入部の他の形態例については後で示すが、いずれの導入部も、蒸気流路溝42(蒸気流路)側に突出した部位で、その最も突出した頂部から液流路溝(凝縮液流路)に向けて近づく面を備える面(導入面)を具備する。

【0194】

このような導入部241によれば、導入面241bに凝縮液が集まり易く、導入部241を通じて凝縮液流路3と蒸気流路4との作動流体の移動が円滑となり、熱輸送能力を高めることができる。

【0195】

また、導入面241bの表面は特に限定されることはないが、粗面や微小な階段状の面としてもよい。これにより凝縮液の保持力を高めることができる。

導入面の面粗さ(ISO 25178)は、例えば株式会社キーエンス製のレーザ顕微

10

20

30

40

50

鏡(型番:VK-X250)にて測定できる。そしてこの面粗さの算術平均高さ S_a は $0.005\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.03\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。また最大高さ S_z は $0.05\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $0.3\mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。

【0196】

以上のような構成を備える導入部241は、さらに次のような構成を備えていることが好ましい。

図48(a)に W_{205} で示した内側液流路部238の幅(内側液流路部238と蒸気流路溝42が配列される方向の大きさで、最も大きな値)は、 $3000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく $2000\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $1500\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、この幅 W_{205} は $100\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $400\mu\text{m}$ 以上であってもよい。この幅 W_{205} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、幅 W_{205} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

【0197】

図48(a)に W_{207} で示した突出量(凸部39aの端部から頂部241aの距離)は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以下であってもよく、 $300\mu\text{m}$ 以下であってもよい。一方、突出量 W_{207} は $20\mu\text{m}$ 以上であることが好ましく、 $45\mu\text{m}$ 以上であってもよく、 $60\mu\text{m}$ 以上であってもよい。突出量 W_{207} の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、突出量 W_{207} の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

また、図48(a)に T_{203} で示した凸部39aの頂部241aから導入部241の頂部241aまでの厚さ方向距離は、内側液流路部238の厚さを T_{204} としたとき、 T_{203} を T_{204} で割った値で 0.05 以上であることが好ましく、 0.15 以上であってもよく、 0.3 以上であってもよい。一方、 T_{203} を T_{204} で割った値は 1.0 以下であればよく、 0.8 以下であってもよく、 0.6 以下でもよい。当該 T_{203} を T_{204} で割った値の範囲は、上記複数の上限の候補値のうちの任意の1つと、複数の下限の候補値のうちの1つの組み合わせによって定められてもよい。また、 T_{203} を T_{204} で割った値の範囲は、複数の上限の候補値の任意の2つを組み合わせ、又は、複数の下限の候補値の任意の2つの組み合わせにより定められてもよい。

なお、本形態では当該値が 0.5 であり頂部241aが内側液流路部238の厚さ方向中央となる位置に配置されている。

【0198】

また、さらに、図48(a)に示したように、導入部241に最も近い液流路溝39の幅を W_{209} 、導入部241に最も近い液流路溝39の深さを D_{201} 、導入部241の突出量のうち、面30b(液流路溝39が備えられていない側の面)側の突出量を W_{210} としたとき、次の関係であることが好ましい。

$$D_{201} \times (W_{209} / 2) < T_{203} \times W_{207} < (T_{204} - T_{203}) \times W_{210}$$

これにより、凝縮した液状の作動流体が凝縮液流路3で回収されやすく、蒸気流路4と凝縮液流路3との間の液状の作動流体の移動が行われやすくなる。また、これにより蒸気流路4で液状の作動流体が蒸発しやすくなる。

【0199】

次に、第一シート10、第二シート、及び第三シート30が組み合わされてペーパーチャンバ1とされたときについて説明する。図49(a)、図49(b)には図18(a)、図18(b)に相当する図を示した。

なお、図49(a)に表れる断面では蒸気流路4と蒸気流路3とは凸部39aにより隔

てられているが、凸部 39a は連通開口部 39b を備えている。従って、図 49 (b) に示したように連通開口部 39b が蒸気流路 4 に隣接する断面によれば蒸気流路 4 と蒸気流路 3 とは連通開口部 39b により連通している。

【0200】

図 49 (a)、図 49 (b) よりわかるように、第三シート 30 の第一面 30a 側に第一シート 10 の内面 10a が重ねられ、第三シート 30 の第二面 30b 側に第二シート 20 の内面 20a が重ねられるように配置され接合されることでペーパーチャンバ 1 とされている。

【0201】

導入部 241 が設けられたことにより、凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 との間に配置され、蒸気流路 4 側に突出した導入部 241 が具備されている。

10

本形態で導入部 241 は、厚さ方向 (z 方向) で蒸気流路 4 側に最も突出した頂部 241a を有し、頂部 241a から凝縮液流路 3 が具備された側に向けて断面で円弧状の導入面 241b が備えられている。

すなわち導入部は、凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 との間に配置され、蒸気流路 4 側に突出しており、その最も突出した部位 (頂部) から凝縮液流路 3 に向けて近づく面を含む面 (導入面) を具備する。

【0202】

蒸気流路 4 を移動しつつ熱を奪われて凝縮した作動流体は蒸気流路 4 の壁面に付着する。一方で蒸気流路 4 には連続して蒸気が流れているので、凝縮液は図 49 (a)、図 49 (b) に矢印 C₂₁₁ で示したように蒸気で押し込まれるように、凝縮液流路 3 に移動する。凝縮液流路 3 は、連通開口部 39b を備えているので、凝縮液はこれら連通開口部を通して複数の凝縮液流路 3 に分配される。

20

このとき、蒸気流路 4 の内面には、導入部 241 が具備されているので、導入面 241b と第一シート 10 とに挟まれた部位が生じ、毛細管力の作用でここに凝縮液が溜まりやすくなる。これにより、凝縮液の凝縮液流路 3 へ導入がさらに円滑に行われ、熱輸送量を高めることができる。

【0203】

ここで、蒸気流路 4、導入部 241、及び、凝縮液流路 3 は次のような関係にあることが好ましい。図 50 に説明のための図を示した。なお、図 50 では見易さのため符号の一部を省略するが、図 49 (a) を参照することができる。

30

図 49 (a) と同じ断面において、蒸気流路 4 のうち、対向する頂部 241a 間の距離を横、蒸気流路 4 の厚さ方向の大きさ縦とした長方形を領域 A とし、その面積を A_A とする。

図 49 (a) と同じ断面において、蒸気流路 4 のうち、導入面 241b、領域 A、凸部 39a 及び第一シート 10 により囲まれた領域を領域 B とし、その面積を A_B とする。

図 49 (a) と同じ断面において、領域 B に最も近い凝縮液流路 3 の領域を領域 C とし、その面積を A_C とする。

これら A_A、A_B、A_C が次の関係を有していることが好ましい。

$$A_A > A_B > A_C$$

40

このような関係を有することにより、蒸気流路 4 から凝縮液流路 3 に凝縮した作動流体を引き込み易くなり、また、凝縮液流路 3 から蒸気流路 4 に急激な気化した液体が流出することを抑制することができる。

【0204】

3.2. 形態 3b 乃至形態 3h

以下に示す図には、導入部の形状に注目して他の形態例である形態 3b 乃至形態 3h を説明する図を表した。いずれも図 49 (a)、図 49 (b) に相当する図である。なお、これら導入部の形態を外周液流路部に適用することもできる。なお便宜のため、いずれの形態例でも符号 238 を内側液流路部、符号 241 を導入部、符号 241a を頂部、符号 241b が導入面を表している。

50

【 0 2 0 5 】

図 5 1 (a)、図 5 1 (b) の形態 3 b では、頂部 2 4 1 a が、図 4 9 (a)、図 4 9 (b) の形態 3 a の頂部 4 1 a に比べて厚さ方向で凝縮液流路 3 に近い位置に配置されている。具体的には図 4 8 で示した T_{203} を T_{204} で割った値が 0.2 以上 0.4 以下の範囲とされている。

この形態によれば、導入面 1 4 1 b と第一シート 1 0 とに挟まれる空間が小さいため、毛細管力が強く働きやすく、上記効果がより顕著になる。

【 0 2 0 6 】

図 5 2 (a)、図 5 2 (b) の形態 3 c では、頂部 2 4 1 a から延びる導入面 2 4 1 b が断面視で直線状である。上記した形態 3 a、形態 3 b の導入面 2 4 1 b はいずれも内側液流路部 2 3 8 側に凹の円弧状であったが、形態 3 c では導入面 2 4 1 b が断面で直線状である。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 0 7 】

図 5 3 (a)、図 5 3 (b) の形態 3 d では、頂部 2 4 1 a が面状であるとともに、導入面 2 4 1 b は、複数の凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 が配列される方向に平行 (y 方向) に延びる面を備えている。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 0 8 】

図 5 4 (a)、図 5 4 (b) の形態 3 e では、頂部 2 4 1 a から延びる導入面 2 4 1 b が断面視で蒸気流路 4 側に凸の円弧状である。ただし円弧状である必要はなく、断面視で蒸気流路 4 側に凸の円弧以外の曲線状であってもよい。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。この形態では、導入面 2 4 1 b が凝縮液流路 3 に近づくにつれて第一シート 1 0 との間隔が狭い部位を比較的多く形成することができ、毛細管力の効率よい利用が期待できる。

【 0 2 0 9 】

図 5 5 (a)、図 5 5 (b) の形態 3 f では、頂部 2 4 1 a が、蒸気流路 4 のうち凝縮液流路 3 側とは反対側となる面にまで離隔して設けられている例である。このような形態でも導入面 2 4 1 b を形成することができ上記効果を奏するものとなる。

ただし、導入面と第一面 1 0 a との間を狭くすることによって、より強い毛細管力を利用する観点からは、上記した各形態例のように、頂部は厚さ方向において、蒸気流路のうち厚さ方向に対向する内面に一致しない側面のいずれかに配置されることが好ましい。

【 0 2 1 0 】

図 5 6 (a)、図 5 6 (b) の形態 3 g では、凝縮液流路 3 が、内側液流路部 2 3 8 の厚さ方向の両方に形成されている (すなわちこの点において形態 1 と同様である。)。この例では導入部 2 4 1 は、その頂部 2 4 1 a から、当該両方の凝縮液流路 3 に向けてそれぞれ導入面 2 4 1 b を形成することができ、厚さ方向両方に存在する凝縮液流路 3 のそれぞれに対して上記の効果を奏するものとなる。

【 0 2 1 1 】

図 5 7 (a)、図 5 7 (b) の形態 3 h では、凝縮液流路 3 が、内側液流路部 2 3 8 の厚さ方向の中央に形成されている。この例ではペーパーチャンバは 2 つのシートからなる。この場合、第一シート 2 1 0 が上記した第一シート 1 0 及び第三シート 3 0 の一部の構成を備え、第二シート 2 2 0 が上記した第二シート 2 0 及び第三シート 3 0 の一部の構成を備えることにより、両者を組み合わせることで、ペーパーチャンバの密閉空間を形成する。

そしてこの形態 3 h では、導入部 2 4 1 の頂部 2 4 1 a から導入面 2 4 1 b が、複数の凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 が配列される方向に平行 (y 方向) に延びる面を備えている。

このような形態であっても上記効果を奏するものとなる。

【 0 2 1 2 】

なお、本形態は、頂部 2 4 1 a と凝縮液流路 3 との厚さ方向位置（z 方向位置）が同じとなる例であり、上記した各形態は頂部と凝縮液流路との厚さ方向位置（z 方向位置）が異なる。必要に応じていずれを適用することも可能であるが、頂部と凝縮液流路との厚さ方向位置（z 方向位置）が異なる方が多くの凝縮液を保持して導入させることができる傾向にある。

【 0 2 1 3 】

4 . 形態 4

ペーパーチャンバにおいて、封入された作動流体の凝固点より低い温度環境下では、作動流体が凍結する恐れがある。純水等のように凍結により膨張する場合には、蒸気流路部内での作動流体の体積膨張により、ペーパーチャンバが変形することが考えられる。この

10

ような課題がある場合に、作動流体が凍結して膨張した場合であっても変形を抑制し、より安定して性能を発揮することができる形態を有することが好ましい。

そこで形態 4 では、このための構造を備えるペーパーチャンバについて説明する。

【 0 2 1 4 】

形態 4 では、形態 1 乃至形態 3 における第一シート 1 0、第二シート 2 0 において異なる。従って、第三シートについては上記した形態 1 乃至形態 3 で説明した態様を適用することができるためここでは説明を省略する。ここでは便宜のため、形態 1 の第三シート 3 0 が適用された例で説明するがこれに限定されることはない。従って、電子機器への配置や作動流体の作動及びこれによる熱拡散の考え方は上記した通りであり、説明を省略する。

20

【 0 2 1 5 】

4 . 1 . 形態 4 a

[形態]

図 5 8 にはペーパーチャンバ 3 0 1 の断面を示した図 5 8 は図 1 5 に相当する図である。図 5 8 からわかるように、第一シート 3 1 0 は内側シート 3 1 1 及び補強シート 3 1 2、第二シート 3 2 0 は内側シート 3 2 1 及び補強シートを備えている。

【 0 2 1 6 】

内側シート 3 1 1 は第三シート 3 0 の第一面 3 0 a に接して配置されるシートであり、内面 1 0 a を構成する。同様に内側シート 3 2 1 は第三シート 3 0 の第二面 3 0 b に接して配置されるシートであり、内面 2 0 a を構成する。

30

補強シート 3 1 2 は内側シート 3 1 1 のうち第三シート 3 0 側とは反対側に配置されるシートであり外面 1 0 b を構成する。同様に補強シート 3 2 2 は内側シート 3 2 1 のうち第三シート 3 0 側とは反対側に配置されるシートであり外面 1 0 b を構成する。

【 0 2 1 7 】

内側シート 3 1 1 と補強シート 3 1 2 とは、クラッド材として構成されていてもよい。クラッド材は、複数種類のシートを互いに接合させた積層材料を意味する。例えば、内側シート 3 1 1 と補強シート 3 1 2 とは、一方のシートに、他方のシートをめっき処理することでクラッド材として作製されていてもよい。この場合、両シートの間には、これらの密着性を向上させるための図示しない密着層（ストライクめっき層、シード層など）を介在させてもよい。更には、両シートは、拡散接合されることでクラッド材として作製されていてもよい。

40

同様に、内側シート 3 2 1 と補強シート 3 2 2 とは、クラッド材として構成されていてもよい。クラッド材は、複数種類のシートを互いに接合させた積層材料を意味する。例えば、内側シート 3 2 1 と補強シート 3 2 2 とは、一方のシートに、他方のシートをめっき処理することでクラッド材として作製されていてもよい。この場合、両シートの間には、これらの密着性を向上させるための図示しない密着層（ストライクめっき層、シード層など）を介在させてもよい。更には、両シートは、拡散接合されることでクラッド材として作製されていてもよい。

【 0 2 1 8 】

内側シート 3 1 1、内側シート 3 2 1 を構成する材料は、熱伝導率が良好な材料であれ

50

ば特に限られることはないが、例えば、銅または銅合金を含んでいてもよい。この場合、各シート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301の放熱効率を高めることができる。また、作動流体として純水を使用する場合には、腐食することを防止できる。なお、所望の放熱効率を得るとともに腐食を防止することができれば、アルミニウムやチタン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。

【0219】

補強シート312は内側シート311よりも耐力が高い材料、補強シート322は内側シート321よりも耐力が高い材料により構成されている。ここで耐力とは、除荷時の永久歪みが0.2%となる応力とする。

10

補強シート312、補強シート322の具体的な材料は特に限定されることはないが、熱伝導率が良好な金属材料であるとともに所望の機械的強度を有していることが好ましく、例えば、銅合金、鉄合金、ニッケル、ニッケル合金、チタン、チタン合金またはアルミニウム合金を含んだ材料を挙げることができる。このうち鉄合金の例としては、ステンレス、インバー材（ニッケルを含む鉄合金）、コバール（コバルトを含む鉄合金）が挙げられる。

【0220】

内側シート311、内側シート312の厚さは、例えば、0.2 μ m以上100 μ m以下とすることができる。この厚さを0.2 μ m以上にすることにより、内側シート311、内側シート312にピンホールが形成されることを防止できるとともに、補強シート312、補強シート322を構成する材料に含まれる不純物が当該ピンホールを介して第三シート30側に析出することを防止することができる。一方、100 μ m以下にすることにより、ペーパーチャンバ301の厚さが厚くなることを抑制できる。内側シートの厚さはより好ましくは0.25 μ m以上10 μ m以下、さらに好ましくは0.45 μ m以上5 μ m以下である。

20

【0221】

また、補強シート312、補強シート322の厚さは、補強機能を高めるために、内側シート311、内側シート321の厚さよりも厚くなっていてもよい。ただし、補強機能を高める観点から、補強シート321は内側シート311よりも厚いことが好ましく、より具体的には、補強シートの厚さは、内側シートの厚さの5倍以上30倍以下が好ましく、より好ましくは5倍以上20倍以下である。

30

補強シート312、補強シート322の具体的な厚さは特に限定されることはないが、例えば、3 μ m以上100 μ m以下である。この厚さを3 μ m以上にすることにより、効果的に補強することができる。一方、100 μ m以下にすることにより、ペーパーチャンバ301の厚さが厚くなることを抑制できる。より好ましくは5 μ m以上50 μ m以下、さらに好ましくは9 μ m以上25 μ m以下である。

【0222】

また、第一シート310、第二シート320の厚さは、0.1mm以下、好ましくは0.05mm以下、更に好ましくは0.02mm以下である。このことにより、凍結膨張が生じにくい薄型（例えば、0.4mm以下）のペーパーチャンバの製造が可能になる。一方、第一シート310、第二シート320の厚さは、例えば、0.01mm以上である。このことにより、蒸気流路4の作動流体の凍結膨張による内側シート311、内側シート321の変形を抑制できる。

40

【0223】

また、本形態においては、第一シート310、及び、第二シート320のいずれも内側シート及び補強シートの両方を備えられているが、しかしながら、このことに限られることはなく、必要が無い場合には、第一シート及び第二シートのいずれかのみに補強シートが設けられる形態であってもよい。

【0224】

また、第一シート310の補強シート312、及び、第二シート320の補強シート3

50

22の少なくとも一方に、さらに、内側シートと同じ材料及び厚さの層を積層してもよい。これによれば、当該層を積層したシートでは反りの発生を抑制することができる。

【0225】

〔製造方法〕

次に、このような構成からなるペーパーチャンバ301の製造方法について、図59乃至図64を用いて説明する。

【0226】

まず、図59に示すように、準備工程として、第一面Maと第二面Mbとを含む、平板状の金属材料シートMを準備する。

【0227】

続いて、図60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の第一面Maにレジスト膜340が形成されるとともに、第二面Mbに、レジスト膜341が形成される。レジスト膜340、レジスト膜341を形成する前に、金属材料シートMの第一面Ma及び第二面Mbが、前処理として、酸性脱脂処理されてもよい。

【0228】

次に、図61に示すように、パターニング工程として、レジスト膜340及びレジスト膜341が、フォトリソグラフィ技術によって、パターニングされる。

レジスト膜340へのパターニングは、内側液流路38の液流路溝39、連通開口部39b、及び、蒸気流路溝42に対応する開口が形成される。このとき液流路溝39及び連通開口部39bに対応する開口はこれら液流路溝39、連通開口部39bの幅よりも小さくなるように形成することができる。一方、蒸気流路溝42に対応する開口は、第一面30aにおける蒸気流路溝42の幅と同じ幅に形成することができる。

一方、レジスト膜341へのパターニングは、内側液流路38の液流路溝40、連通開口部40b、及び、蒸気流路溝42に対応する開口が形成される。このとき液流路溝40及び連通開口部40bに対応する開口はこれら液流路溝40、連通開口部40bの幅よりも小さくなるように形成することができる。一方、蒸気流路溝42に対応する開口は、第二面30bにおける蒸気流路溝42の幅と同じ幅に形成することができる。

【0229】

続いて、図62に示すように、エッチング工程として、金属材料シートMの第一面30a及び第二面30bがエッチングされる。このことにより、金属材料シートMのうち、レジスト膜340、及びレジスト膜341が形成された開口部分に対応する部分がエッチングされ液流路溝39、連通開口部39b、液流路溝40、連通開口部40b、及び蒸気流路溝42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。

【0230】

ここで、上述したように、レジスト膜340、レジスト膜341のうち、液流路溝39、連通開口部39b、液流路溝40及び連通開口部40bに対応する開口は、当該溝幅より小さい幅で形成されると、これにより、当該開口に入り込むエッチング液の量が低減され、この部分におけるエッチング速度が低下する。このため、これら液流路溝39、連通開口部39b、液流路溝40及び連通開口部40bの深さを浅くすることができる。これに対して蒸気流路溝42に対応するレジスト膜340、レジスト膜341の開口は、第一面30a、第二面30bにおける蒸気流路溝42の幅と同じに形成することで、当該開口に入り込むエッチング液の量が確保され、蒸気流路溝42を形成するためのエッチング深さを確保することができる（その結果、蒸気流路溝42は厚さ方向に貫通する。）。

【0231】

また、例えば図6に示した連結部44cやその他の内側液流路部38を保持するための手段のように、厚さ方向に溝を貫通させない部分を形成するには、その部分についてはレジスト膜の幅を調整することで深さを抑制したり、金属材料シートMの両面に配置されたレジスト膜の一方のみに開口を設けたりすることで行うことができる。

【0232】

エッチング工程の後、図 6 3 に示すように、レジスト除去工程として、レジスト膜 3 4 0 及びレジスト膜 3 4 1 が除去される。

【 0 2 3 3 】

このようにして、第三シート 3 0 を得ることができる。

【 0 2 3 4 】

第一シート 3 1 0 の準備工程として内側シート 3 1 1 に補強シート 3 1 2 が積層されたシート、及び、第二シート 3 2 0 の準備工程として内側シート 3 2 1 に補強シート 3 2 2 が積層されたシートを準備する。各準備工程の方法は特に限定されることはないが、クラッド材として製造されているものを用いることができる。

他の方法としては、圧延材から形成された補強シート 3 1 1、3 2 2 に、めっき処理を行うことにより内側シート 3 1 1、3 1 2 を形成するようにしてもよい。この場合、補強シート 3 1 2、3 2 2 と内側シート 3 1 1、3 2 1 との間に、両者の接合性を向上させるための密着層が介在されていてもよい。密着層の例としては、ストライクめっき層、シード層などが挙げられる。例えば補強シート 3 1 2、3 2 2 をステンレスで形成し、内側シート 3 1 1、3 2 1 を銅で形成する場合には、ニッケル、または銅等の材料を含むストライクめっき層を介在させるようにしてもよく、または、スパッタリングを行うことによって、チタン、モリブデン等の材料を含むシード層を介在させるようにしてもよい。ストライクめっき層およびシード層の厚さは、例えば、10 nm 以上 1000 nm 以下の範囲である。あるいは、内側シート 3 1 1、3 2 1 を圧延材から形成し、補強シート 3 1 2、3 2 2 をめっき処理で形成するようにしてもよい。更には、内側シート 3 1 1、3 2 1 及び補強シート 3 1 2、3 2 2 のいずれか一方を、めっき処理で形成し、更にめっき処理をすることで他方を積層形成するようにしてもよい。

【 0 2 3 5 】

第三シート 3 0、第一シート 3 1 0、及び、第二シート 3 2 0 を準備した後、仮止め工程として、これらが積層された状態で仮止めされる。

仮止めのための固定の方法としては、特に限られることはないが、例えば、抵抗溶接を行うことによることができる。この場合、図示しない電極棒を用いてスポット的に抵抗溶接を行うようにしてもよい。抵抗溶接の代わりにレーザー溶接を行ってもよい。

【 0 2 3 6 】

仮止め工程の後、図 6 4 に示すように、接合工程として、第一シート 3 1 0、第二シート 3 2 0、及び、第三シート 3 0 が、拡散接合によって恒久的に接合される。拡散接合とは、接合する第一シート 3 1 0 と第三シート 3 0 とを密着させるとともに第三シート 3 0 と第二シート 3 2 0 とを密着させて、真空や不活性ガス中などの制御された雰囲気中で、積層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、各シートを構成する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、各シートが溶融して変形することを回避できる。

【 0 2 3 7 】

接合工程の後、封入工程として、注入部から中空部に作動流体が封入される。作動流体の注入の後、注入流路が封止される。例えば、注入部にレーザーを照射し、注入部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、作動流体が封入された空間が外部から遮断される。なお、封止のためには、注入部をかしめてもよく（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。

【 0 2 3 8 】

以上のようにして、ペーパーチャンバ 3 0 1 が得られる。なお、本例では第一シート、第二シートにおけるめっきした後に各シートを積層したが、これに限らず、各シートを積層してからめっきをしてもよい。これによれば側面にもめっきによる層が形成される。

【 0 2 3 9 】

[ペーパーチャンバの作用]

ペーパーチャンバ 3 0 1 における熱源の冷却に関する作動過程についてはこれまで説明した形態と同様なのでここでは説明を省略する。

一方、ペーパーチャンバ 301 を搭載した電子機器が、作動流体の凝固点より低い温度環境下に置かれる場合がある。この場合、作動流体が凍結し、作動流体の種類によっては凍結によって膨張する。例えば、作動流体が純水である場合には、氷点下の環境下では凍結して膨張し得る。この膨張によって、作動流体がたまっている部分において、ペーパーチャンバ 301 を厚さ方向に拡大させる方向の力がかかることがある。

【0240】

これに対してペーパーチャンバ 301 では、第一シート 310 には補強シート 312、第二シート 320 には補強シート 322 が設けられており、第一シート 310、第二シート 320 がそれぞれ補強されているため、作動流体の凍結膨張による力を受けても変形することを抑制することができる。このため、熱源から熱を受ける部位における熱源との接触面、及び、外部に熱を放出する部位における部材（例えばハウジング）との接触面の平坦度が低下することを抑制でき、隙間が形成されることを抑制できる。この場合、熱源からペーパーチャンバ 301 への熱伝導、ペーパーチャンバ 301 から外部への熱伝導が阻害されることを抑制できる。

10

【0241】

また、補強シート 312 の厚さを内側シート 311 の厚さよりも厚くし、補強シート 322 の厚さを内側シート 321 の厚さよりも厚くすれば、補強シート 312、322 によって内側シート 311、321 をより一層補強することができ、ペーパーチャンバ 301 の変形をより一層抑制することができる。

【0242】

20

4.2. 形態 4b

次に、形態 4b について説明する。図 65 にはペーパーチャンバ 301'、図 66 にはペーパーチャンバ 301'' を説明するための図を示した。いずれも図 64 に相当する断面図である。

【0243】

図 65 に示したペーパーチャンバ 301' では、第三シート 30 が配置されておらず、第一シート 310' と第二シート 320' とが直接積層されている。すなわち、第一シート 310' の内側シート 311' と第二シート 320' の内側シート 321' とが重ねられて接合されていることで構成されている。

ただし、本形態では内側シート 311'、及び内側シート 321' には、重ねられる面に溝が形成されており、これにより凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 が形成されている。凝縮液流路 3 及び蒸気流路 4 の形態の考え方は上記と同様である。

30

かかる形態においても、補強シート 312、322 が備えられているため、上記と同様の効果を奏するものとなる。

【0244】

図 66 に示したペーパーチャンバ 301'' も、第三シート 30 が配置されておらず、第一シート 310'' と第二シート 320'' とが直接積層されている。すなわち、第一シート 310'' の内側シート 311'' と第二シート 320'' の内側シート 321'' とが重ねられて接合されていることで構成されている。

本形態では、隣り合う蒸気流路 4 の間に凝縮液流路 3 が設けられる形態ではなく、同じ流路の中に凝縮液流路 3 と蒸気流路 4 が具備される例である。そのため本形態では、蒸気流路 4 となる流路と同じ流路の中に毛細管構造部材 339 が配置されている。この毛細管構造部材 339 は、液化した作動流体が流れる毛細管構造（ウィック）として構成されている。毛細管構造部材 339 は、例えば、金属メッシュ、金属粉、金属撚線等で構成することができる。

40

かかる形態においても、補強シート 312、322 が備えられているため、上記と同様の効果を奏するものとなる。

【0245】

5. 形態 5

形態 5 のペーパーチャンバ 401 は、形態 4 で説明したペーパーチャンバ 301 に備え

50

られた第一シート310及び第二シート320の代わりに第一シート410及び第二シート420が適用された例である。さらに、この第一シート410は、第一シート310で説明した内側シート311と補強シート312との間にバリアシート413が配置されている点で第一シート310と異なる。また、第二シート420は、第一シート320で説明した内側シート321と補強シート322との間にバリアシート423が配置されている点で第二シート320と異なる。

従って、バリアシート413、423以外については形態4のペーパーチャンバ301と同様に考えることができるので、ここではバリアシート413、423について説明する。

【0246】

バリアシート413、423を構成するバリア材料は、補強シート312、322を構成する金属元素が、内側シート311、321に向かって透過することを防止可能な材料であれば特に限られることはない。このようなバリア材料は、例えば、タングステン(W)、チタン(Ti)、タンタル(Ta)およびモリブデン(Mo)のうちの少なくとも一つを含んでいてもよい。バリア材料は、タングステン、チタン、タンタルおよびモリブデンのうちのいずれか1つのみで構成されていてもよい。この場合には、バリアシート413、423は、単相膜として形成される。あるいは、バリア材料は、タングステン、チタン、タンタルおよびモリブデンのうちの任意の2つ以上の材料を組み合わせで構成されていてもよい。この場合には、バリアシート413、423は、合金膜として形成される。このような合金膜の例としては、タングステンとチタンの合金膜を挙げることができる。また、バリア材料は、上述した4つの金属元素と、これ以外の金属元素との組み合わせでもよい。この場合の合金膜の例としては、ニッケルとタングステンの合金膜などを挙げることができる。

【0247】

バリアシート413、423の厚さは、バリア機能を発揮させることができれば、任意である。バリアシート413、423の厚さは、例えば、10nm以上1000nm以下の範囲である。バリアシート413、423の厚さを、10nm以上にすることにより、補強シート312、322を構成する金属元素が透過することを効果的に防止することができる。一方、1000nm以下にすることにより、スパッタリング処理で容易に作製することができるとともに、ペーパーチャンバ401の厚さが厚くなることを抑制できる。更には、1000nm以下にすることにより、熱伝導が阻害されることを抑制できる。バリア機能をより効果的に発揮させる観点からバリアシートの厚さは100nm以上であることが好ましい。

【0248】

ここで、バリアシート413、423の成分を確認する方法について説明する。まず、バリアシート413、423の有無は、例えば、ペーパーチャンバ401を任意の位置で切断して得られた断面をSEM(走査型電子顕微鏡)で撮像して得られた画像で確認することができる。バリアシート413、423の成分は、例えば、ペーパーチャンバ401の下面を少し削り取り、削り取られた成分をエネルギー分散型X線分析(EDX)で分析し、そして更に削り取って成分を分析してもよい。このようにして成分分析を繰り返していくことで、バリアシート413、423の成分を確認することができる。

【0249】

またバリアシート413、423と内側シート311、321との間に、両者の接合性を向上させるための密着層がさらに形成されていてもよい。密着層が形成される場合には、まず、バリアシート413、423の面に密着層が形成され、その後、密着層の面に、内側シート311、321が形成される。密着層の例としては、ストライクめっき層、シード層などが挙げられる。例えば、バリアシート413、423をモリブデンを含む材料で形成し、内側シート311、321を銅で形成する場合には、銅を含むスパッタリングターゲット材を用いてスパッタリング処理を行うことによって、銅の材料を含むシード層を介在させるようにしてもよい。ストライクめっき層およびシード層の厚さは、例えば、

50nm以上500nm以下の範囲とすることができる。あるいは、カバーシート413、423を圧延材から形成し、補強シート312、322をめっき処理で形成するようにしてもよい。更には、カバーシート413、423、補強シート312、322のいずれか一方をめっき処理で形成し、更にめっき処理をすることで他方を積層形成するようにしてもよい。

【0250】

このようなペーパーチャンバ401によれば、形態4で説明したペーパーチャンバ301と同様の効果に加えて、補強シートを形成する金属材料が、内側シート内に拡散することを抑制することができる。

【0251】

10

6. 形態6

形態6では、ここまで説明した形態1乃至形成5のペーパーチャンバとは、第三シートの液流路溝の形状が異なる。他の部位についてはこれら形態1乃至形態5と同様に考えることができるため、ここでは内側液流路部に注目して説明し、他の部分については説明を省略する。ただし、外周液流路部についても同様の形状を適用することができる。

なお、便宜のため形態1乃至形態5と共通する部分については形態1の符号を付しているが、共通する部分について形態2乃至形態5の形態も適用することも可能である。

【0252】

6. 1. 形態6a

図68は、本形態のペーパーチャンバ501の内側液流路部538をz方向から見た図であり、図14と同様の視点による図である。図68からわかるように、内側液流路部538は、x方向に延びる液流路溝551と、液流路溝551を介して互いに隣り合う一対の凸部である液流路凸部552と、を有している。液流路溝551は、主として、液状の作動流体を輸送するように構成されている。

20

【0253】

一対の液流路凸部552は、液流路溝551に対する一方側(図中のy方向側)に配置された第1液流路凸部552Aと、液流路溝551に対する前記一方側とは反対側(図中のy方向と反対側)に配置された第2液流路凸部552Bとから構成されている。そして、第1液流路凸部552Aが第1方向(図中のx方向)に複数配列されて第1液流路凸部列553Aが構成されており、同様に、第2液流路凸部552Bが第1方向(図中のx方向)に複数配列されて第2液流路凸部列553Bが構成されている。

30

【0254】

また、第1方向(図中のx方向)に複数配列されている第1液流路凸部552Aの間には、それぞれ第1連絡溝554Aが形成されており、同様に、第1方向(図中のx方向)に複数配列されている第2液流路凸部552Bの間には、それぞれ第2連絡溝554Bが形成されている。各第1連絡溝554Aおよび各第2連絡溝554Bは、液流路溝551とつながっている。

【0255】

蒸気の状態から熱を失って、蒸气流路溝42(蒸气流路4)の表面において凝縮して液状となった作動流体は、毛細管作用によって蒸气流路溝42(蒸气流路4)の表面から第1連絡溝554Aや第2連絡溝554Bに入り込み、さらに毛細管作用によって液流路溝551(凝縮液流路3)に入り込む。

40

【0256】

なお、図68に示す例において、第1液流路凸部列553Aを構成する複数の第1液流路凸部552Aは、一定のピッチ P_{501} で第1方向(x方向)に配列されており、同様に、第2液流路凸部列553Bを構成する複数の第2液流路凸部552Bも、一定のピッチ P_{501} で第1方向(x方向)に配列されている。

【0257】

このように一定のピッチとすることで、第1液流路凸部列553Aや第2液流路凸部列553Bの設計が複雑なものにならずに済む。また、それぞれの一対の液流路凸部552

50

の作用を均等化させることも期待できる。例えば、複数の第1連絡溝554Aおよび複数の第2連絡溝554Bの各々から液流路溝551への液状の作動流体の入り込みやすさを、均等化させることが期待できる。

ただし、複数の第1液流路凸部552A、及び複数の第2液流路凸部552Bは、一定のピッチで配列されていなくてもよい。

【0258】

また、図68に示す例において、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと、液流路溝551を介して隣り合う第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対して線対称に形成されている。

【0259】

このように線対称とすることで、第1液流路凸部列553Aや第2液流路凸部列553Bの設計が複雑なものにならずに済む。また、それぞれの一对の液流路凸部552の作用を均等化させることも、期待できる。例えば、複数の第1連絡溝554A及び複数の第2連絡溝554Bの各々から液流路溝551への液状の作動流体の入り込みやすさを、均等化させることが期待できる。

【0260】

但し、本形態においては、第1液流路凸部552Aと、液流路溝551を介して隣り合う第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対して線対称に形成されていなくてもよい。

【0261】

そして、第1液流路凸部552Aは、液流路溝551に対する一方側（図中のy方向側）から液流路溝551に向かって進みながら第1方向（図中のx方向）に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延び、第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対する前記一方側とは反対側（図中のy方向と反対側）から液流路溝551に向かって進みながら第1方向に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。さらに、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離は、第1方向側における距離が第1方向側とは反対側における距離よりも小さい。

【0262】

上記の第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bの形態及びその作用について、図69及び図70を用いて、より詳細に説明する。

【0263】

まず、上記の第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bの形態について説明する。図69は、図68に示す一对の液流路凸部552の形態を説明する図である。図69に示す例において、第1液流路凸部552Aは、P1、Q1、R1、S1の4点から構成される平行四辺形の平面形状を有しており、P1とQ1を結ぶ辺は、第1方向（x方向）に対して角度 θ_1 をなしている。角度 θ_1 は、 0° より大きく 90° 未満の範囲とすることができるが、好ましくは、 30° 以上 60° 以下である。

【0264】

上記のように、第1液流路凸部552Aは、液流路溝551に対する一方側（図中のy方向側）から液流路溝551に向かって進みながら第1方向（x方向）に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有する。それゆえ、第1方向（x方向）に配列されている第1液流路凸部552Aの間に形成されている第1連絡溝554A（図中、破線で囲む部分）も、液流路溝551に対する一方側（y方向側）から液流路溝551に向かって進みながら第1方向（x方向）に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態となる。

【0265】

同様に、第2液流路凸部552Bは、P2、Q2、R2、S2の4点から構成される平行四辺形の平面形状を有しており、P2とQ2を結ぶ辺は、第1方向（x方向）に対して角度 θ_2 をなしている。角度 θ_2 も、 0° より大きく 90° 未満の範囲とすることができるが、好ましくは、 30° 以上 60° 以下である。

【0266】

上記のように、第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対する前記一方側とは反対側（y方向と反対側）から液流路溝551に向かって進みながら第1方向に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有する。それゆえ、第1方向（x方向）に配列されている第2液流路凸部552Bの間に形成されている第2連絡溝554B（図中、破線で囲む部分）も、液流路溝551に対する前記一方側とは反対側（y方向と反対側）から液流路551に向かって進みながら第1方向（x方向）に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態となる。

【0267】

ここで、図68と同様に、図69に示す例においては、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと、主流溝551を介して隣り合う第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対して線対称に形成されている。この場合、上述した角度1と角度2は等しくなる。また、この場合、第1連絡溝554Aと第2連絡溝554Bも液流路551に対して線対称になる。

10

【0268】

このように線対称とすることで、第1液流路凸部列553Aや第2液流路凸部列553Bの設計が複雑なものにならずに済む。また、それぞれの一对の液流路凸部552の作用を均等化させることも、期待できる。例えば、複数の第1連絡溝554Aおよび複数の第2連絡溝554Bの各々から液流路溝551への液状の作動流体の入り込みやすさを、均等化させることが期待できる。

20

【0269】

ただし、本形態においては、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bは、液流路溝551に対して線対称に形成されていなくてもよい。線対称に形成されていない場合、例えば、以下のような効果を奏することができる。

【0270】

例えば、一对の液流路凸部552に挟まれた領域内に作動流体の蒸気が流入若しくは発生した場合、この蒸気が蒸発部（熱源に近い部分）に侵入することを防ぐ必要がある。ここで、本形態においては、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bが、液流路溝551に対して線対称に形成されていない場合であっても、作動流体の蒸気が第1方向（x方向）に進もうとしても、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bに遮られて第1方向（x方向）に進む勢いが低減するため、蒸発部への蒸気の進行を防ぐことが可能となる。なお、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bの作用については、後述する図70を用いた説明で、より詳しく説明する。

30

【0271】

さらに、本形態によるペーパーチャンバ501においては、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離は、第1方向側における距離が第1方向側とは反対側における距離よりも小さい。例えば、図69に示すように、第1液流路凸部552A（P1、Q1、R1、S1の4点から構成される平行四辺形）と、第2液流路凸部552B（P2、Q2、R2、S2の4点から構成される平行四辺形）において、第1方向（x方向）側における端部の距離（S1とS2の距離）D1は、第1方向（x方向）側と反対側における端部の距離（R1とR2の距離）D2よりも小さい。

40

【0272】

次に、上記のような形態を有する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bの作用について説明する。図70は、図69に示す一对の液流路凸部552の作用を説明する図であり、主に、本形態における、液状の作動流体の流れと、蒸気の作動流体の流れについて説明する図である。ここで、図70においては、液状の作動流体の流れを実線の太い矢印で示し、蒸気の作動流体の流れを破線の太い矢印で示す。

50

【0273】

まず、図70に示す液状の作動流体の流れについて説明する。

一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bは、図69を用いて説明したように、第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有し、かつ、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離は、第1方向側における距離が第1方向側とは反対側における距離よりも小さい形態を有している。

【0274】

それゆえ、図70において、実線の太い矢印で示すように、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間に挟まれた領域に存在する液状の作動流体は、毛細管作用によって、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が大きい側から、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側へと、進むことになる。

10

【0275】

すなわち、本形態であれば、一对の液流路凸部552を構成する第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間に挟まれた領域に存在する液状の作動流体に対し、より強い推進力を与えて、第1方向(x方向)に向かって輸送させることができる。

【0276】

また、本形態においては、一对の液流路凸部552に挟まれた領域の深さを、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が大きい側が、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側よりも深い形態とすることができる。

20

【0277】

このような形態とすることで、より多くの液状の作動流体をこの領域に貯めておくことができる。そして、上記のように、この領域に存在する液状の作動流体に対しては、より強い推進力で、第1方向(x方向)に向かって(すなわち、蒸発部Vに向かって)輸送させることができる。それゆえ、蒸発部(冷却対象に近い部位4)において液状の作動流体が不足することを防ぐことができる。

【0278】

また、上記のような形態とすることで、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側の深さが、より浅くなるため、すなわち、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側の流路断面積が、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が大きい側に比べてより小さくなるため、より強く毛細管作用が働くことになる。それゆえ、液流路溝551にある液状の作動流体に対して、より強い推進力を付与して、内側液流路部538の液流路溝551(凝縮液流路3)を第1方向(x方向)に向かって輸送させることができる。

30

【0279】

また、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側の端部を通過した液状の作動流体は、次の一对の液流路凸部552に挟まれた領域で拡散することになるが、この拡散の圧力と、一对の液流路凸部552に挟まれた領域に存在する液状の作動流体の容量のため、作動流体の蒸気が第1連絡溝554Aと第2連絡溝554Bから液流路溝551(凝縮液流路3)に侵入してくることを、より効果的に防止できる。

40

【0280】

上記のような形態は、例えば、液流路部50の形成を、エッチング液を用いたハーフエッチングで行うことにより、得ることができる。エッチング液を用いたハーフエッチングにおいては、エッチングされる面積が大きい方がエッチングされる面積が小さい方よりも、エッチングされる深さが深くなり易いという性質がある。

【0281】

それゆえ、例えば、内側液流路部538の形成に用いるエッチングパターンを、一对の液流路凸部552に挟まれた領域に関して、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が大きい側(上記のD2側)の面積が、第1液流路凸部552Aと第

50

2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側(上記のD1側)の面積よりも大きいエッチングパターンとする。これにより、エッチング液を用いたハーフエッチングで形成される一对の液流路凸部552に挟まれた領域の深さに関して、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が大きい側(上記のD2側)の深さが、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側(上記のD1側)の深さよりも深くすることができる。

【0282】

次に、蒸気である作動流体の流れについて説明する。

第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552B、および、第1連絡溝554Aと第2連絡溝554Bは、図69を用いて説明したように、第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有している。それゆえ、蒸气流路溝42(蒸气流路4)を通して、第1方向(x方向)とは反対の方向に拡散してくる作動流体の蒸気(図中、破線矢印で示す)は、この拡散方向とは概ね逆方向となる第1連絡溝554Aや第2連絡溝554Bを通して、液流路溝551(凝縮液流路3)には侵入しにくい。

10

【0283】

すなわち、図68に示すように、蒸発部(冷却対象に近い部位)4は図70において上側(x方向側)に位置するため、図70において、上側(x方向側)は蒸気の圧力が高く、下側(x方向と反対側)は蒸気の圧力が低いことになる。それゆえ、作動流体の蒸気は、圧力が低い側である下側(x方向と反対側)から、圧力が高い側である上側(x方向)には拡散しにくい。すなわち、作動流体の蒸気は、第1連絡溝554Aや第2連絡溝554Bを下側(x方向と反対側)から上側(x方向)に流れるようなことは生じにくい。

20

【0284】

さらに、上記のように、第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側の端部を通過した液状の作動流体は、次の一对の液流路凸部552に挟まれた領域で拡散することになる。それゆえ、この拡散の圧力と、一对の液流路凸部552に挟まれた領域に存在する液状の作動流体の容量によって、作動流体の蒸気が第1連絡溝554Aと第2連絡溝554Bから液流路溝551(凝縮液流路3)に侵入してくることを、より効果的に防止できる。

【0285】

したがって、本形態のペーパーチャンバ501によれば、作動流体が蒸気の状態第1連絡溝554Aや第2連絡溝554Bから液流路溝551(凝縮液流路3)に侵入してくることを効果的に阻止して、液状の作動流体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

【0286】

また、液流路溝551(凝縮液流路3)内に作動流体の蒸気の流入、若しくは液状の作動流体の突沸(すなわち蒸気の発生)が起きた直後(瞬間)の蒸気の圧力は、一对の液流路凸部552の第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側が高く、他の側(第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離がより大きい側や、第1連絡溝554A側および第2連絡溝554B側)の方が低くなる。

【0287】

それゆえ、一对の液流路凸部552に挟まれた領域内に流入若しくは発生した蒸気は、この一对の液流路凸部552の第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離が小さい側へ進むよりも、他の側(第1液流路凸部552Aと第2液流路凸部552Bとの間の距離がより大きい側や、第1連絡溝554A側および第2連絡溝554B側)に進み易くなる。すなわち、一对の液流路凸部552に挟まれた領域内に流入若しくは発生した蒸気は、液流路溝551(凝縮液流路3)内を第1方向(x方向)には進み難いことになる。

40

【0288】

したがって、本形態のペーパーチャンバ501によれば、蒸発部Vの温度が高く、蒸発が活発な場合において、例えば、液流路溝551(凝縮液流路3)内に蒸気の流入若しくは

50

発生が生じたとしても、この流入若しくは発生した蒸気が、液流路溝 5 5 1（凝縮液流路 3）内を第 1 方向（x 方向）に進むことを阻止することができ、液状の作動流体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。

【0289】

なお、上記のように、一对の液流路凸部 5 5 2 に挟まれた領域内に流入若しくは発生した蒸気は、この一对の液流路凸部 5 5 2 の第 1 液流路凸部 5 5 2 A と第 2 液流路凸部 5 5 2 B との間の距離が小さい側へ進むよりも、他の側（第 1 液流路凸部 5 5 2 A と第 2 液流路凸部 5 5 2 B との間の距離がより大きい側や、第 1 連絡溝 5 5 4 A 側および第 2 連絡溝 5 5 4 B 側）に進み易くなる。

【0290】

ここで、蒸気が流入若しくは発生した一对の液流路凸部 5 5 2 の第 1 方向（x 方向）とは反対側に位置する一对の液流路凸部 5 5 2 の第 1 液流路凸部 5 5 2 A と第 2 液流路凸部 5 5 2 B との間の距離が小さい側の圧力は高いことから、蒸気がこの圧力が高い所を通して、第 1 方向（x 方向）とは反対側に位置する一对の液流路凸部 5 5 2 に流入することは起こりにくい。

【0291】

それゆえ、蒸気は、第 1 連絡溝 5 5 4 A および第 2 連絡溝 5 5 4 B を通って蒸気流路部溝 4 2（蒸気流路 4）へと排出されることになる。ここで、第 1 連絡溝 5 5 4 A および第 2 連絡溝 5 5 4 B の幅を、一对の液流路凸部 5 5 2 の第 1 液流路凸部 5 5 2 A と第 2 液流路凸部 5 5 2 B との間の距離よりも大きく設計することで上記の蒸気排出の効果をより促進させることができる。

【0292】

次に、第 1 液流路凸部 5 5 2 A、第 2 液流路凸部 5 5 2 B の平面形状（特に角部）の詳細について、図 7 1 を用いて説明する。後述するように、内側液流路部 5 3 8 は、金属材料シートに対してエッチング液を用いたハーフエッチングを行うことにより形成される。それゆえ、一对の液流路凸部 5 5 2 を構成する第 1 液流路凸部 5 5 2 A と第 2 液流路凸部 5 5 2 B の平面形状も、厳密には平行四辺形とならずに、角部が丸まった形態となる。

【0293】

例えば、第 1 液流路凸部 5 5 2 A は、図 7 1 に示すように、P 1、Q 1、R 1、S 1 の 4 点から構成される平行四辺形（図 7 1 において実線で示す平行四辺形）から、急峻な角部は丸められて、破線で示すような湾曲部 5 5 5、5 5 6 を有する形態となる。しかしながら、P 1 と Q 1 を結ぶ線の方

向の辺 5 5 7、および S 1 と R 1 を結ぶ線の方

向の辺 5 5 8 が残っていれば、本実施の形態のペーパーチャンバ 5 0 1 における、上記の各種の効果を奏することができる。第 2 液流路凸部 5 5 2 B についても同様である。

【0294】

6.2. 形態 6 b

次に、図 7 2 を用いて、形態 6 b によるペーパーチャンバについて説明する。なお、形態 6 b によるペーパーチャンバは、その内側液流路部の形態が、形態 6 a によるペーパーチャンバと相違するものであり、他の構成については、形態 6 a によるペーパーチャンバと同様とすることができる。

【0295】

図 7 2 は、形態 6 b によるペーパーチャンバ 5 0 1 ' の内側液流路部 5 3 8 ' の例を示す図である。より詳しくは、この図 7 2 は、ペーパーチャンバ 5 0 1 ' における図 6 9 に相当する図である。

【0296】

本形態によるペーパーチャンバの液流路部は、各々が第 1 方向に延びて液状の作動流体が通る複数の液流路溝と、液流路溝を間に介して第 1 方向に延びる複数の凸部列と、を有し、複数の液流路溝は、一の基準とする液流路溝を含み、凸部列の各々は、複数の連絡溝を介して第 1 方向に配列された複数の液流路凸部を含み、複数の連絡溝は、基準主流溝に対する一側に配置された第 1 連絡溝と、基準主流溝に対する他側に配置された第 2 連絡溝

10

20

30

40

50

と、を含み、第1連絡溝は、基準主流溝に向かって進みながら第1方向に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延び、第2連絡溝は、基準とする液流路溝に向かって進みながら第1方向に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。

【0297】

また、第1連絡溝は、第1連絡溝の延びる方向において整列し、第2連絡溝は、第2連絡溝の延びる方向において整列している。

【0298】

例えば、図72に示すように、ペーパーチャンバ501'の内側液流路部538'は、一の基準となる液流路溝551'を含む3個の液流路溝(551'、551'A、551'B)を有している。各液流路溝は第1方向(x方向)に延びている。

10

【0299】

また、ペーパーチャンバ501'の内側液流路部538'は、第1方向に延びる4個の凸部列(553'A、553'B、553'C、553'D)を有している。なお、4個の凸部列(553'A、553'B、553'C、553'D)のうち、基準とする液流路溝551'の一側(図中のY方向側)にある凸部列が、第1凸部列(553'A、553'B)であり、基準とする液流路溝551'の他側(図中のy方向とは反対側)にある凸部列が、第2凸部列(553'D、553'C)である。

【0300】

より解りやすく言えば、図72に示す例においては、図中のy方向側から順に、第1凸部列553'A、液流路溝551'A、第1凸部列553'B、基準主流溝551'、第2凸部列553'D、液流路溝551'B、第2凸部列553'Cが配置されている。

20

【0301】

第1凸部列553'Aは、複数の第1連絡溝554'Aを介して第1方向(x方向)に配列された複数の液流路凸部552'Aを含んでいる。同様に、第1凸部列553'Bは、複数の第1連絡溝554'Bを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552'Bを含んでいる。また、第2凸部列553'Dは、複数の第2連絡溝554'Dを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552'Dを含んでいる。また、第2凸部列553'Cは、複数の第2連絡溝554'Cを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552'Cを含んでいる。

【0302】

30

そして、第1連絡溝554'A、554'Bの各々は、基準とする液流路溝551'の一方向側(y方向側)から基準とする液流路溝551'に向かって進みながら、第1方向(x方向)に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。

【0303】

図72に示す例において、第1連絡溝554'A、554'Bの伸びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)と、第1方向(x方向)のなす角度(鋭角側の角度)を角度3とする。角度3は、0°より大きく90°未満の範囲とすることができるが、好ましくは、30°以上60°以下である。

【0304】

また、第2連絡534'D、554'Cの各々は、基準とする液流路溝551'の他側(y方向の反対側)から基準とする液流路溝551'に向かって進みながら、第1方向(x方向)に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。

40

【0305】

図72に示す例において、第2連絡溝554'D、554'Cの伸びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)と、第1方向(x方向)のなす角度(鋭角側の角度)を角度4とする。角度4は、0°より大きく90°未満の範囲とすることができるが、好ましくは、30°以上60°以下である。

【0306】

また、第1連絡溝554'A、554'Bの各々は、第1連絡溝の延びる方向において整列し、第2連絡溝554'D、554'Cの各々は、第2連絡溝の延びる方向において

50

整列している。

【0307】

例えば、図72に示すように、第1連絡溝の延びる方向、すなわち、第1方向（x方向）となす角度が角度3の方向（図中、太い破線の矢印で示す方向）に、第1連絡溝554' A、554' Bが配置されており、第2連絡溝の延びる方向、すなわち、第1方向（x方向）となす角度が角度4の方向（図中、太い破線の矢印で示す方向）に、第2連絡溝554' C、554' Dが配置されている。

【0308】

このような配置とすることで、複数ある第1連絡溝や第2連絡溝の設計が複雑なものにならずに済む。また、それぞれの連絡溝の作用を均等化させることも、期待できる。例えば、複数の第1連絡溝および複数の第2連絡溝の各々から各液流路溝（凝縮液流路）への液状の作動流体の入り込みやすさを、均等化させることが期待できる。

【0309】

また、上記のように、ペーパーチャンバ501'は、複数の液流路溝（551'、551' A、551' B）と、これらの液流路溝を間に介して第1方向に延びる複数の凸部列（553' A、553' B、555' C、553' D）とを有しているため、ペーパーチャンバ501'の内側液流路部538'の凹凸構造をより複雑にして、内側液流路部538'の表面積をより大きくすることが可能である。それゆえ、毛細管作用による作動流体の輸送量を、より増やすことができ、輸送効率をより向上させることができる。

【0310】

また、ペーパーチャンバ501'が有する第1連絡溝554' A及び第2連絡溝554' Cは、第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有している。それゆえ、上記の形態6aのペーパーチャンバ501'と同様に、蒸気流路4を通して、第1方向（x方向）とは反対の方向に拡散してくる蒸気の作動流体は、この拡散方向とは概ね逆方向となる第1連絡溝554' Aや第2連絡溝554' Cを通して液流路溝（凝縮液流路）には侵入しにくいという効果が期待される。

【0311】

6.3. 形態6c

次に、図73を用いて、形態6cによるペーパーチャンバについて説明する。

【0312】

上記のように、形態6bによるペーパーチャンバ501'が有する第1連絡溝554' A及び第2連絡溝554' Cは、第1方向に対して傾斜した方向に延びている形態を有している。それゆえ、形態6aによるペーパーチャンバ501'と同様に、蒸気流路部を通して、第1方向（x方向）とは反対の方向に拡散してくる蒸気の作動流体は、この拡散方向とは概ね逆方向となる第1連絡溝554' Aや第2連絡溝554' Cを通して液流路溝に侵入しにくいという効果が期待される。

【0313】

ただし、上記のペーパーチャンバ501'においては、形態6aによるペーパーチャンバ501'と異なり、互いに隣り合う液流路凸部の間の距離（D3）は一定である（図72参照）。すなわち、図72に示すペーパーチャンバ501'においては、形態6aによるペーパーチャンバ501'のような、一对の液流路凸部を構成する第1液流路凸部と第2液流路凸部との間の距離は、第1方向側における距離が第1方向側とは反対側における距離よりも小さいという形態にはなっていない。

【0314】

より詳しくは、形態6aによるペーパーチャンバ501'においては、図69に示すように、第1液流路凸部552 Aと第2液流路凸部552 Bとの間の距離は、第1方向側（x方向側）における距離（D1）が第1方向側とは反対側における距離（D2）よりも小さい形態を有していた。

【0315】

そして、このような形態を有するため、第1液流路凸部552 Aと第2液流路凸部55

2 B との間の距離が小さい側の端部を通過した液状の作動流体は、次の一对の液流路凸部 5 5 2 に挟まれた領域で拡散することになる。そして、この拡散の圧力と、一对の液流路凸部 5 5 2 に挟まれた領域に存在する液状の作動流体の容量のため、蒸気の作動流体が第 1 連絡溝 5 5 4 A と第 2 連絡溝 5 5 4 B から液流路部 5 5 1 (凝縮液流路 3) に侵入してくることを、より効果的に防止できるという効果が見込まれる。

【0316】

一方、形態 6 b によるペーパーチャンバ 5 0 1 ' においては、図 7 2 に示すように、互いに隣り合う液流路凸部 5 5 2 ' B と液流路凸部 5 5 2 ' D との間の距離 (D 3) は一定であり、第 1 方向側 (x 方向側) における距離と第 1 方向側とは反対側における距離も同じである。

10

【0317】

それゆえ、形態 6 a によるペーパーチャンバ 5 0 1 のような効果、すなわち、蒸気の作動流体が第 1 連絡溝 5 5 4 ' B と第 2 連絡溝 5 5 4 ' D から基準とする液流路溝 5 5 1 ' (凝縮液流路 3) に侵入してくることを、より効果的に防止できるという効果に関しては、ペーパーチャンバ 5 0 1 の方が好ましい。

【0318】

さらに、図 7 2 に示すペーパーチャンバ 5 0 1 ' においては、第 1 連絡溝 5 5 4 ' A、5 5 4 ' B の各々は、第 1 連絡溝の延びる方向において整列し、第 2 連絡溝 5 5 4 ' D、5 5 4 ' C の各々は、第 2 連絡溝の延びる方向において整列している。

【0319】

20

例えば、図 7 2 に示すように、第 1 連絡溝の延びる方向、すなわち、第 1 方向 (x 方向) となす角度が角度 3 の方向 (図中、太い破線の矢印で示す方向) に、第 1 連絡溝 5 5 4 ' A、5 5 4 ' B が配置されており、第 2 連絡溝の延びる方向、すなわち、第 1 方向 (x 方向) となす角度が角度 4 の方向 (図中、太い破線の矢印で示す方向) に、第 2 連絡溝 5 5 4 ' C、5 5 4 ' D が配置されている。

【0320】

それゆえ、基準とする液流路溝 5 5 1 ' に対してより外側にある第 1 連絡溝 5 5 4 ' A から侵入した蒸気の作動流体は、この第 1 連絡溝の延びる方向に液流路凸部が存在しないことから、より内側にある第 1 連絡溝 5 5 4 ' B も通過して、容易に基準とする液流路溝 5 5 1 ' (凝縮液流路 3) に侵入してしまうおそれがある。同様に、基準とする液流路溝 5 5 1 ' に対してより外側にある第 2 連絡溝 5 5 4 ' C から侵入した蒸気の作動流体は、この第 2 連絡溝の延びる方向に液流路凸部が存在しないことから、より内側にある第 2 連絡溝 5 5 4 ' D も通過して、容易に基準とする液流路溝 5 5 1 ' (凝縮液流路 3) に侵入してしまうおそれがある。

30

【0321】

そこで、形態 6 c によるペーパーチャンバにおいては、連絡溝の延びる方向に液流路凸部が存在する形態とした。なお、形態 6 c におけるペーパーチャンバは、その内側液流路部の形態が、形態 6 a、形態 6 b によるペーパーチャンバと相違するものであり、他の構成については、上記の形態 6 a によるペーパーチャンバと同様とすることができる。

【0322】

40

図 7 3 は、形態 6 c によるペーパーチャンバ 5 0 1 " の内側液流路部 5 3 8 " の例を示す図である。図 7 3 に示すように、ペーパーチャンバ 5 0 1 " の内側液流路部 5 3 8 " は、一の基準とする液流路溝 5 5 1 " を含む 3 個の液流路溝 (5 5 1 "、5 5 1 " A、5 5 1 " B) を有している。各液流路溝は第 1 方向 (x 方向) に延びている。

【0323】

また、ペーパーチャンバ 5 0 1 " の内側液流路部 5 3 8 " は、第 1 方向に延びる 4 個の凸部列 (5 5 3 " A、5 5 3 " B、5 5 3 " C、5 5 3 " D) を有している。なお、4 個の凸部列 (5 5 3 " A、5 5 3 " B、5 5 3 " C、5 5 3 " D) のうち、基準とする液流路溝 5 5 1 " の一方側 (y 方向側) にある凸部列が、第 1 凸部列 (5 5 3 " A、5 5 3 " B) であり、基準とする液流路溝 5 5 1 " の他側 (y 方向とは反対側) にある凸部列が、

50

第2凸部列(553" D、553" C)である。

【0324】

より解りやすく言えば、図73に示す例においては、y方向側から順に、第1凸部列553" A、液流路溝551" A、第1凸部列553" B、基準とする液流路溝551"、第2凸部列553" D、液流路溝551" B、第2凸部列553" Cが配置されている。

【0325】

第1凸部列553" Aは、複数の第1連絡溝554" Aを介して第1方向(x方向)に配列された複数の液流路凸部552" Aを含んでいる。同様に、第1凸部列553" Bは、複数の第1連絡溝554" Bを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552" Bを含んでいる。また、第2凸部列553" Dは、複数の第2連絡溝554" Dを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552" Dを含んでいる。また、第2凸部列553" Cは、複数の第2連絡溝554" Cを介して第1方向に配列された複数の液流路凸部552" Cを含んでいる。

10

【0326】

そして、第1連絡溝554" A、554" Bの各々は、基準とする液流路溝551"の一侧(y方向側)から基準とする液流路溝551"に向かって進みながら、第1方向(x方向)に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。図73に示す例において、第1連絡溝554" Aの伸びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)と、第1方向(x方向)のなす角度(鋭角側の角度)を角度5とする。角度5は、0°より大きく90°未満の範囲とすることができるが、好ましくは、30°以上60°以下である。

20

【0327】

また、第2連絡溝554" D、554" Cの各々は、基準とする液流路溝551"の他側(y方向の反対側)から基準とする液流路溝551"に向かって進みながら、第1方向(x方向)に進むように第1方向に対して傾斜した方向に延びている。図73に示す例において、第2連絡溝554" Cの伸びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)と、第1方向(x方向)のなす角度(鋭角側の角度)を角度6とする。角度6は、0°より大きく90°未満の範囲とすることができるが、好ましくは、30°以上60°以下である。

【0328】

ここで、本形態のペーパーチャンバにおいては、互いに隣り合う一对の第1凸部列において、基準とする液流路溝に対し外側に配置された第1凸部列を外側第1凸部列とし、基準とする液流路溝に対し内側に配置された第1凸部列を内側第1凸部列とし、互いに隣り合う一对の第2凸部列において、基準とする液流路溝に対し外側に配置された第2凸部列を外側第2凸部列とし、基準とする液流路溝に対し内側に配置された第2凸部列を内側第2凸部列とした場合に、外側第1凸部列を構成する液流路凸部の間を通る第1連絡溝が延びる方向に、内側第1凸部列を構成する液流路凸部が配置されており、外側第2凸部列を構成する液流路凸部の間を通る第2連絡溝が延びる方向に、内側第2凸部列を構成する液流路凸部が配置されている。

30

【0329】

例えば、図73に示すペーパーチャンバ501"においては、第1凸部列553" Aが外側第1凸部列であり、第1凸部列553" Bが内側第1凸部列である。同様に、第2凸部列553" Cが外側第2凸部列であり、第2凸部列553" Dが内側第2凸部列である。

40

【0330】

そして、外側第1凸部列である第1凸部列553" Aを構成する液流路凸部552" Aの間を通る第1連絡溝554" Aが延びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)には、内側第1凸部列である第1凸部列553" Bを構成する液流路凸部552" Bが配置されている。

【0331】

それゆえ、基準とする液流路溝551"に対してより外側にある第1連絡溝554" A

50

から侵入した蒸気の作動流体は、この第1連絡溝の延びる方向に存在する液流路凸部552" Bによって流れが遮られ、より内側にある基準とする液流路溝551" に侵入しにくくなる。また、液流路凸部552" Bによって蒸気の流れが分散するため、蒸気の圧力も低下する。それゆえ、さらに、基準とする液流路溝551" に侵入しにくくなる。

【0332】

同様に、外側第2凸部列である第2凸部列553" Cを構成する液流路凸部552" Cの間を通る第2連絡溝554" Cが延びる方向(図中、太い破線の矢印で示す方向)には、内側第2凸部列である第2凸部列553" Dを構成する液流路凸部552" Dが配置されている。

【0333】

それゆえ、基準とする液流路溝551" に対してより外側にある第2連絡溝554" Cから侵入した蒸気の作動流体は、この第1連絡溝の延びる方向に存在する液流路凸部552" Dによって流れが遮られ、より内側にある基準とする液流路溝551" に侵入しにくくなる。また、液流路凸部552" Dによって蒸気の流れが分散するため、蒸気の圧力も低下する。それゆえ、さらに、基準とする液流路溝551" に侵入しにくくなる。

【0334】

それゆえ、ペーパーチャンバ501" によれば、蒸気の作動流体が基準とする液流路溝551" に侵入してくることを効果的に阻止して、液状の作動流体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。

【0335】

また、図72に示すペーパーチャンバ501' と同様に、ペーパーチャンバ501" は、複数の液流路溝(551"、551" A、551" B)と、これらの液流路溝を間に介して第1方向に延びる複数の凸部列(553" A、553" B、553" C、553" D)とを有しているため、ペーパーチャンバ501" の内側液流路部538" の凹凸構造をより複雑にして、内側液流路部538" の表面積をより大きくすることが可能である。それゆえ、毛細管作用による作動流体の輸送量を、より増やすことができ、輸送効率をより向上させることができる。

【0336】

本開示の上記各形態はそのままに限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記形態に開示されている構成要素を複数組み合わせることで効果を奏する種々の形態とすることができる。

各形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよく、必要な効果を得る観点から当該構成要素の1つ又は幾つかのみを用いるものであってもよい。

【符号の説明】

【0337】

- 1、51 ペーパーチャンバ
- 2 密閉空間
- 3 凝縮液流路
- 4 蒸气流路
- 10 第一シート
- 11 本体
- 12 注入部
- 20 第二シート
- 21 本体
- 22 注入部
- 30、52 第三シート
- 31、53 本体
- 32 注入部
- 33 外周接合部
- 34 外周液流路部(液流路部)

10

20

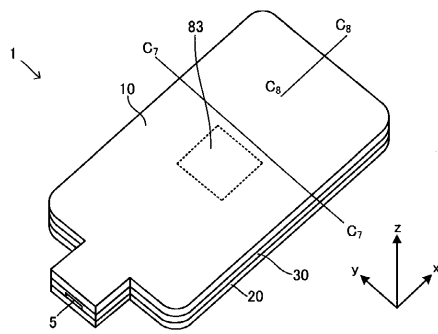
30

40

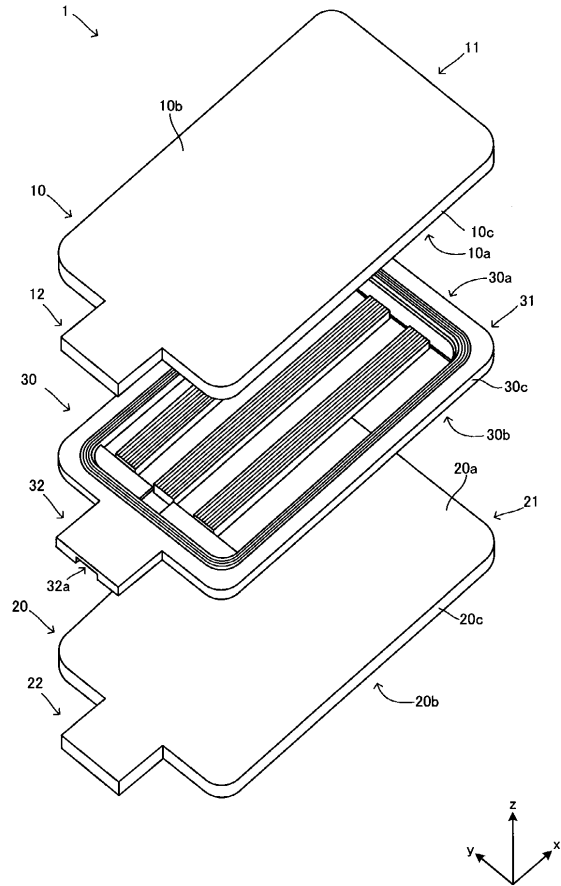
50

3 7	導入部	
3 8、5 4	内側液流路部（液流路部）	
4 1	導入部	
4 2	蒸気流路溝	
4 4	蒸気流路連通溝	
5 4 a	厚さ方向連通穴	
8 0	電子機器	
8 1	筐体	
8 3	電子部品	
1 0 1	ペーパーチャンバ	10
1 3 0	第三シート	
1 3 1	本体	
1 3 4	外周液流路部（液流路部）	
1 3 6	断熱部用溝	
1 3 8	内側液流路部（液流路部）	
1 4 0	断熱部用溝	
2 0 1	ペーパーチャンバ	
2 3 0	第三シート	
2 3 8	内側液流路部（液流路部）	
2 4 1	導入部	20
3 0 1	ペーパーチャンバ	
3 1 0	第一シート	
3 1 1	内側シート	
3 1 2	補強シート	
3 2 0	第二シート	
3 2 1	内側シート	
3 2 2	補強シート	
4 0 1	ペーパーチャンバ	
4 1 0	第一シート	
4 1 1	内側シート	30
4 1 3	バリアシート	
4 2 0	第二シート	
4 2 3	バリアシート	
5 0 1	ペーパーチャンバ	
5 3 8	内側液流路部	
5 5 1	蒸気流路溝	
5 5 2	一対の液流路凸部	
5 5 2 A	第 1 液流路凸部	
5 5 2 B	第 2 液流路凸部	
5 5 3 A	第 1 液流路凸部列	40
5 5 3 B	第 2 液流路凸部列	
5 5 4 A	第 1 連絡溝	
5 5 4 B	第 2 連絡溝	

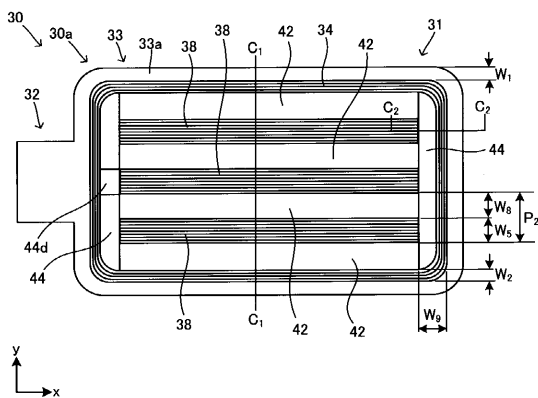
【図 1】



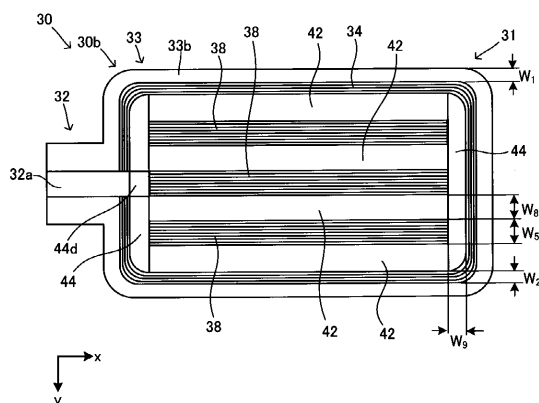
【図 2】



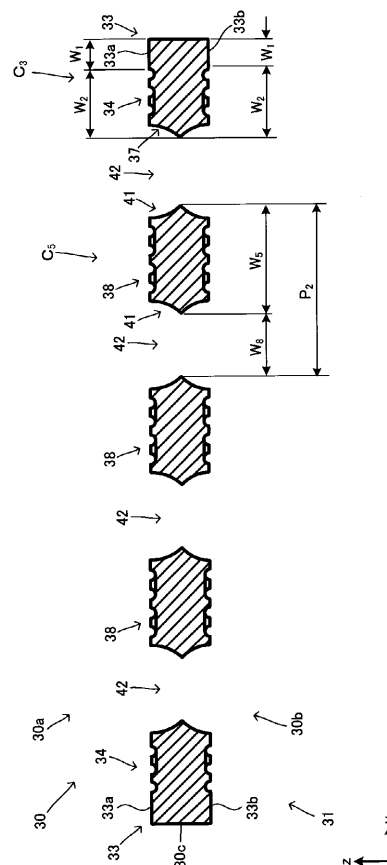
【図 3】



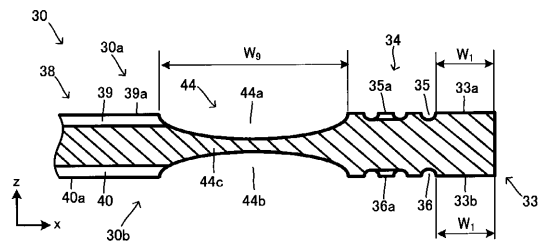
【図 4】



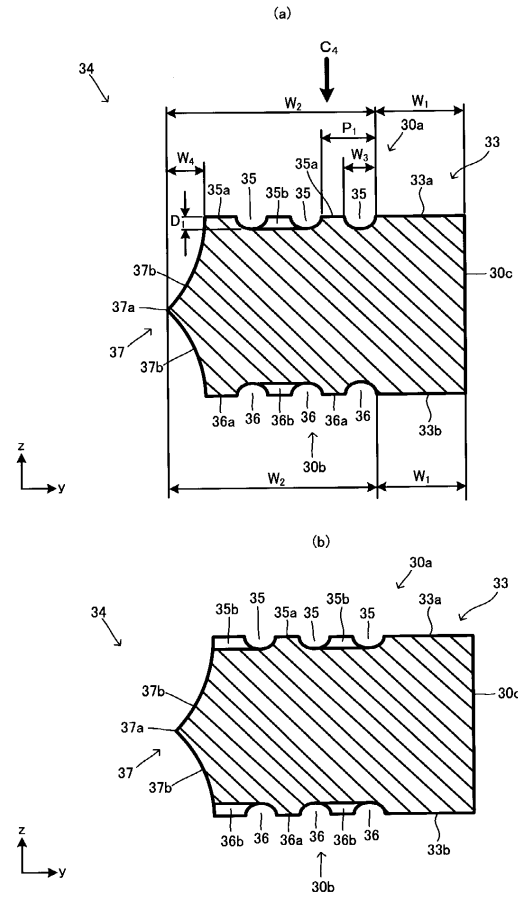
【図 5】



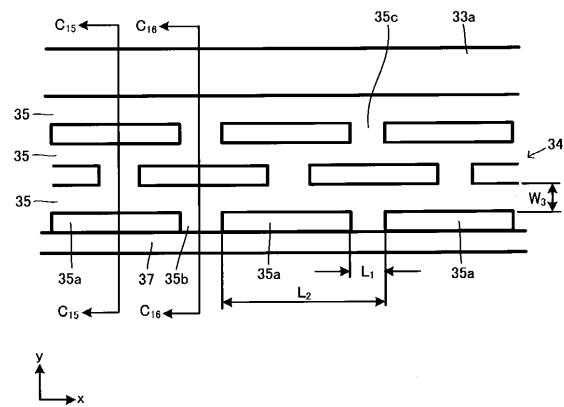
【図 6】



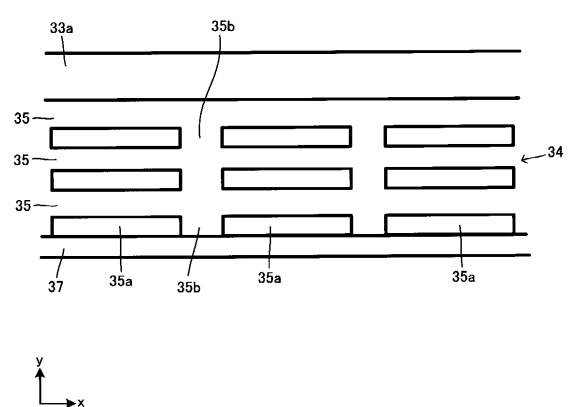
【図 7】



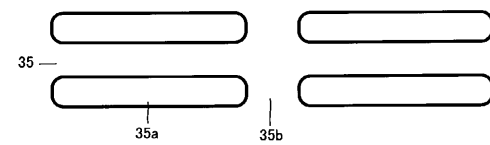
【図 8】



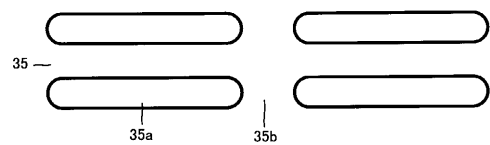
【図 9】



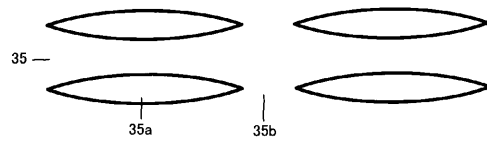
【図 10】



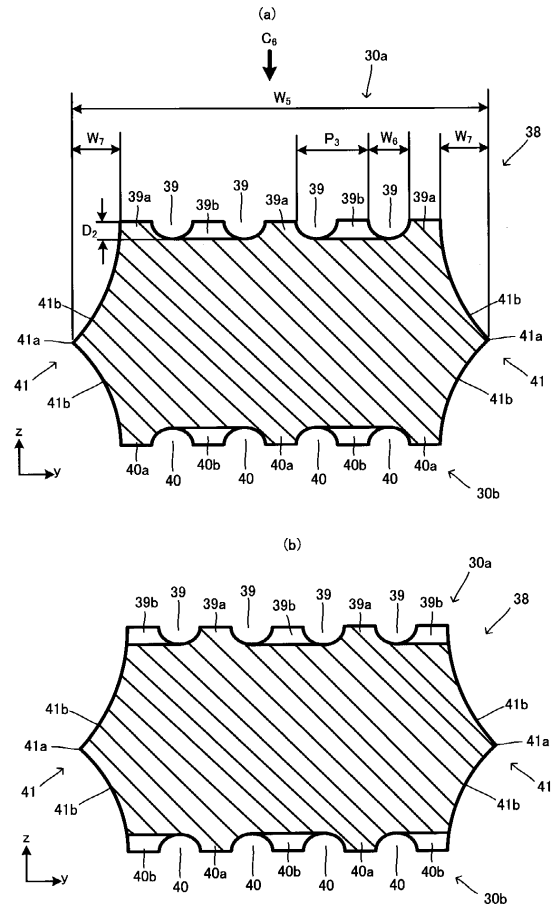
【図 11】



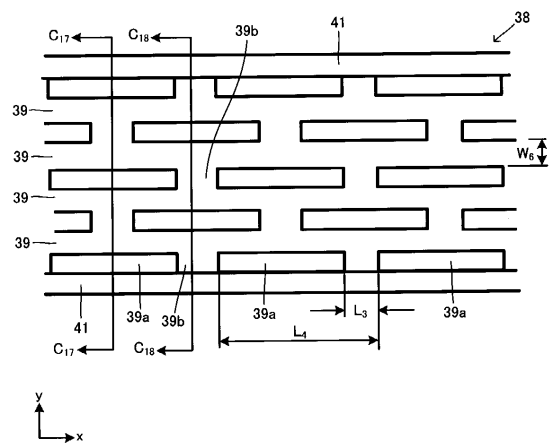
【図 1 2】



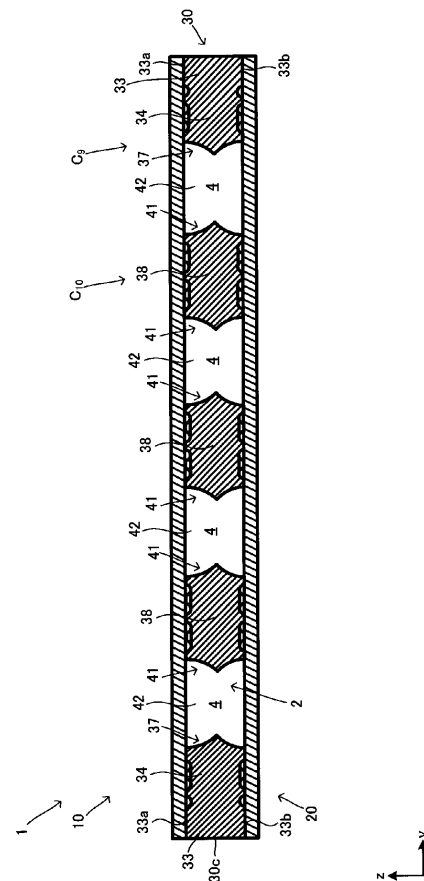
【図 1 3】



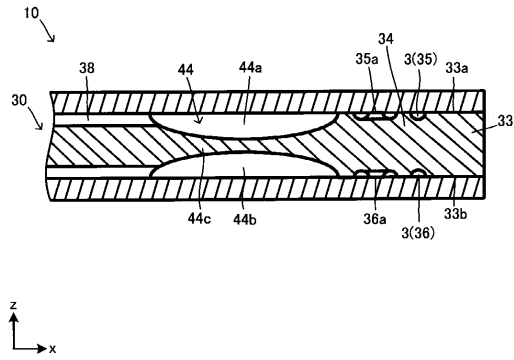
【図 1 4】



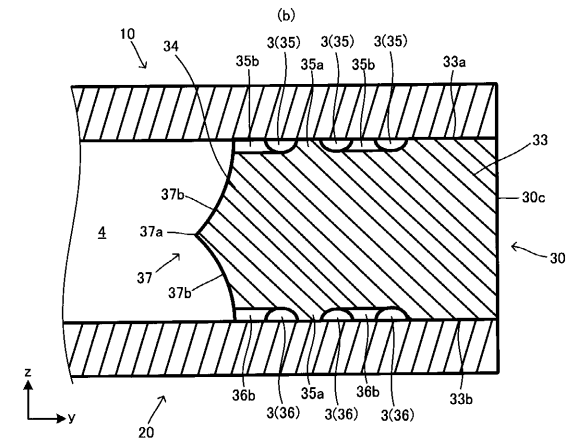
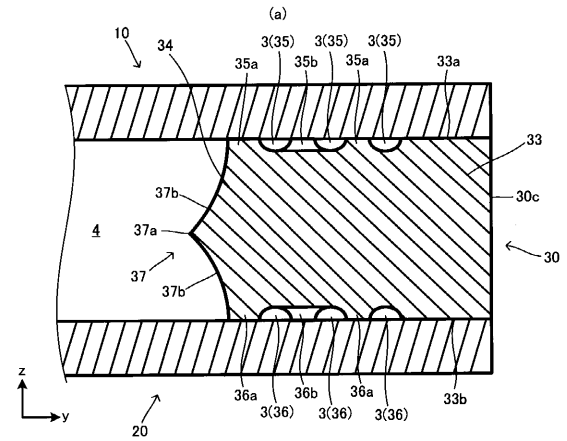
【図 1 5】



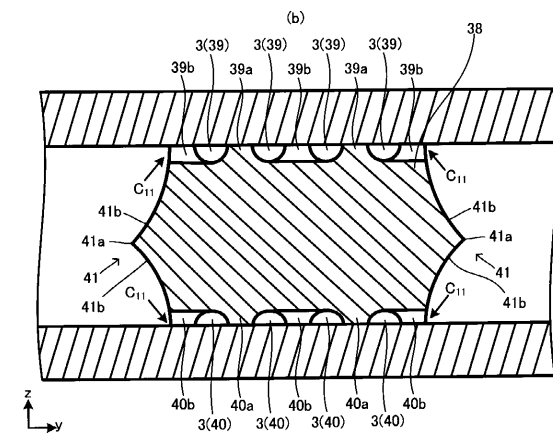
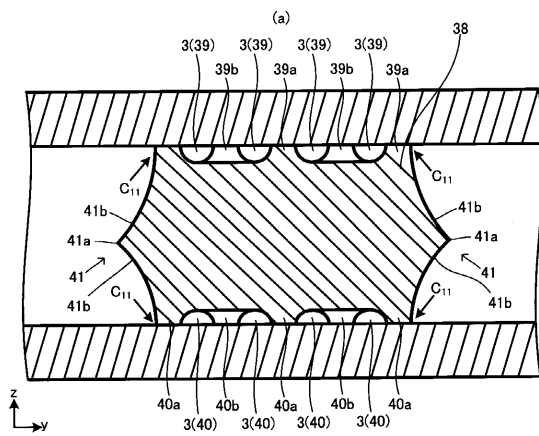
【図 16】



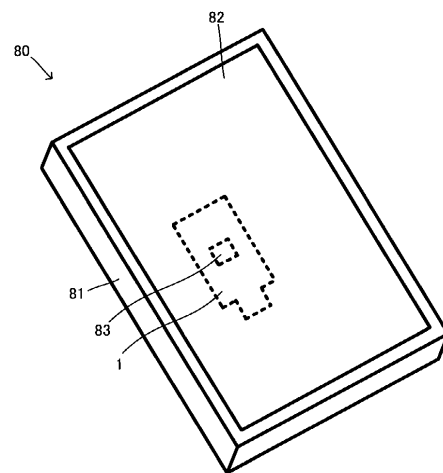
【図 17】



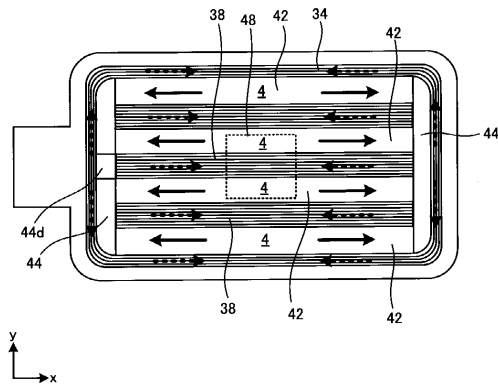
【図 18】



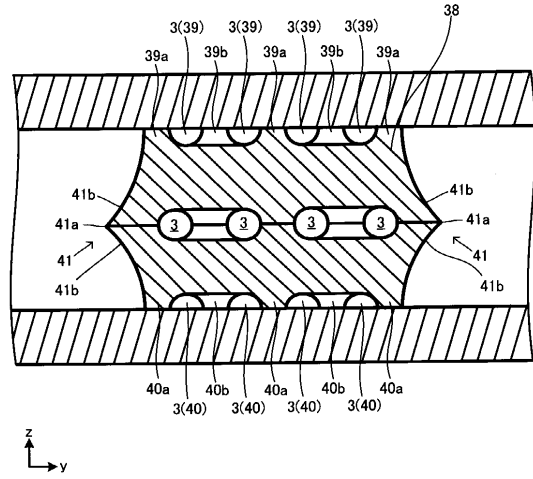
【図 19】



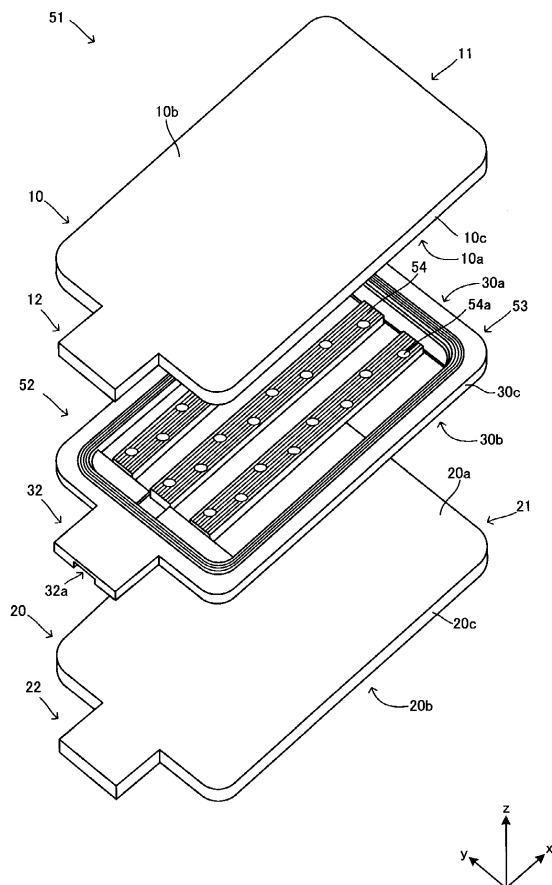
【図 20】



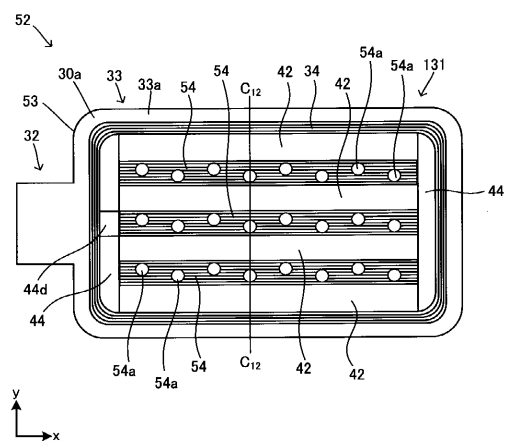
【図 21】



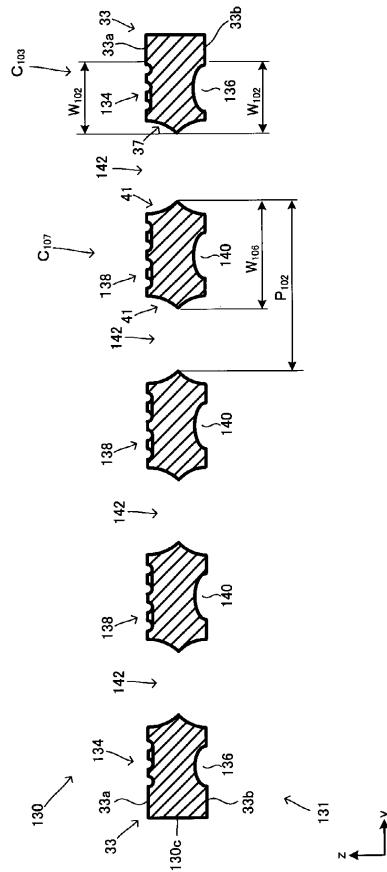
【図 22】



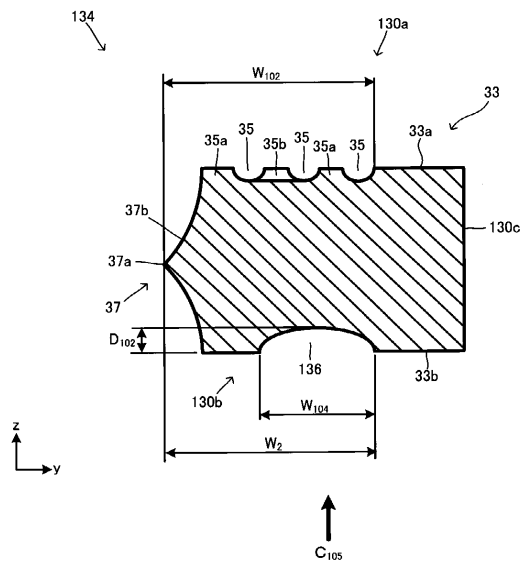
【図 23】



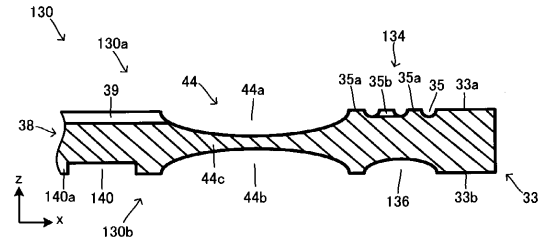
【図 30】



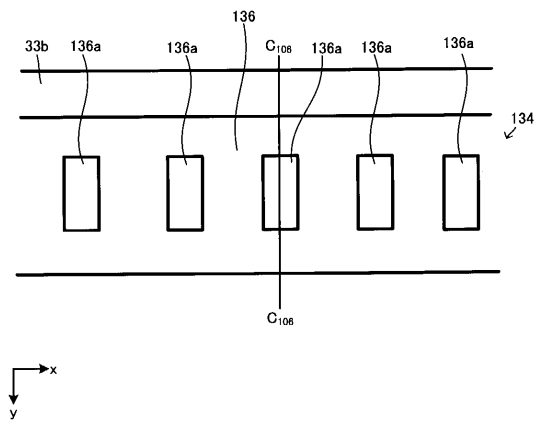
【図 32】



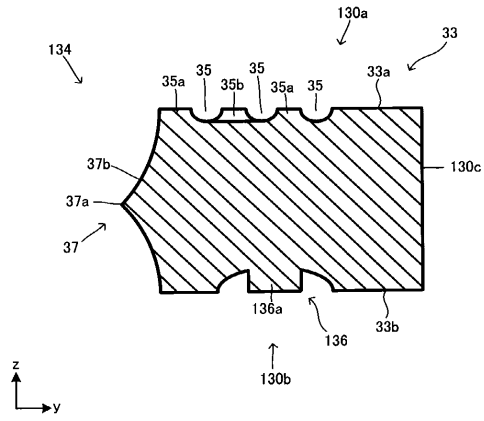
【図 31】



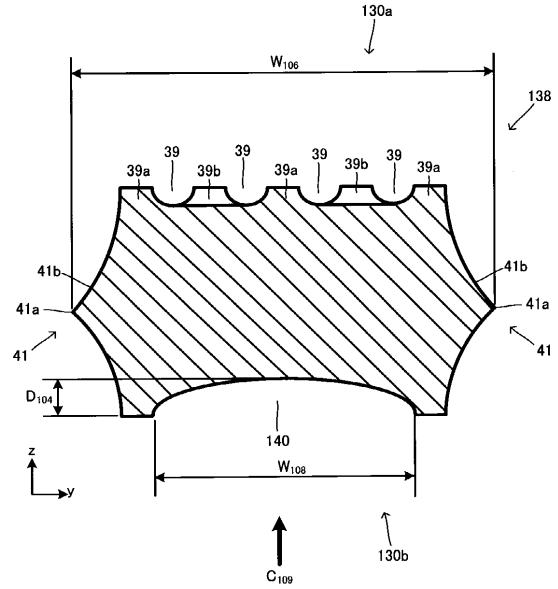
【図 33】



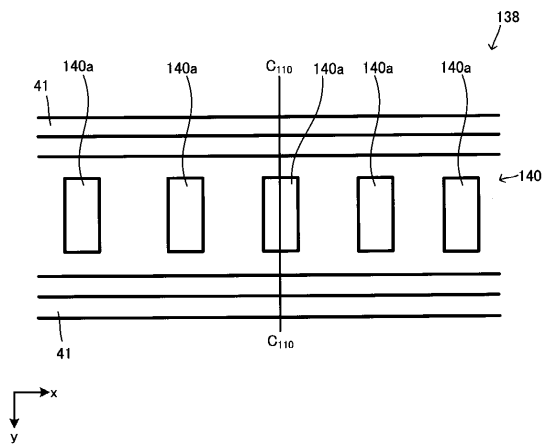
【図 3 4】



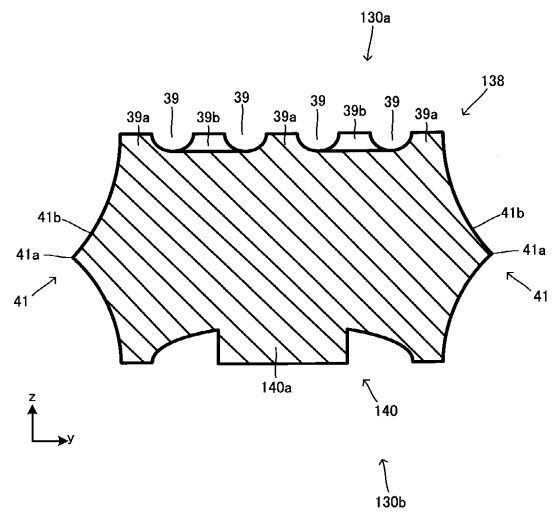
【図 3 5】



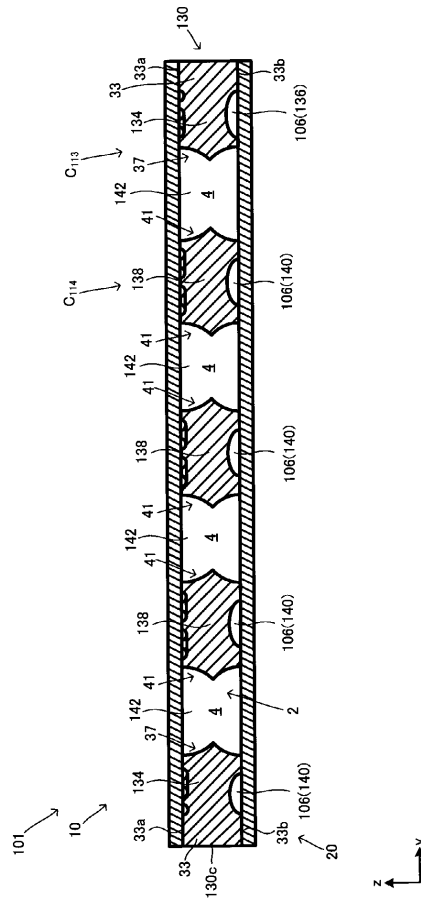
【図 3 6】



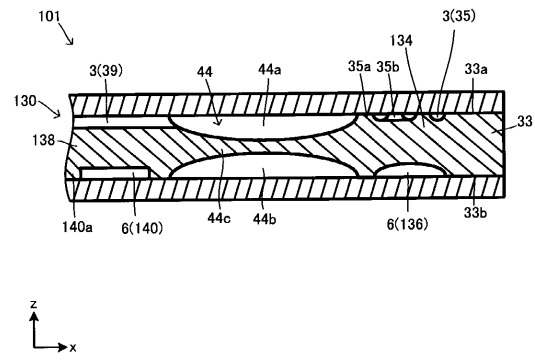
【図 3 7】



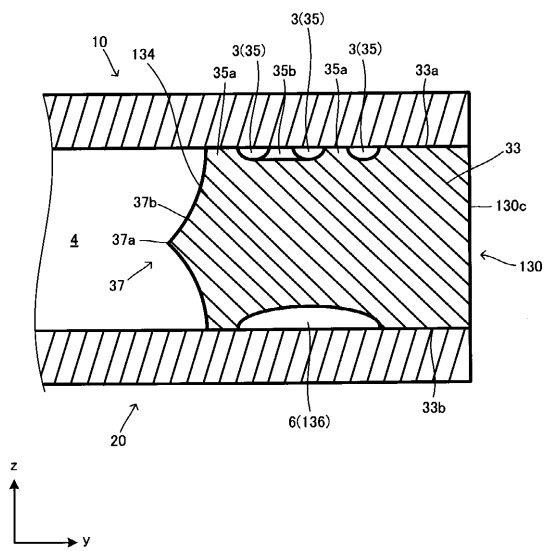
【図 38】



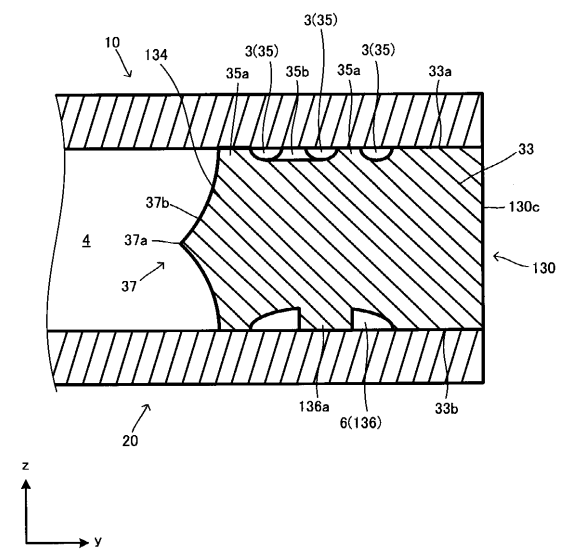
【図 39】



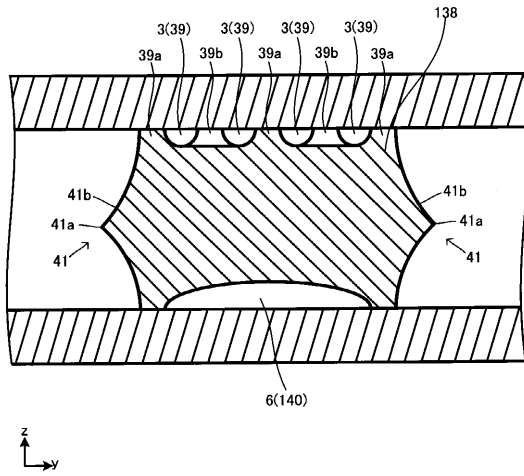
【図 40】



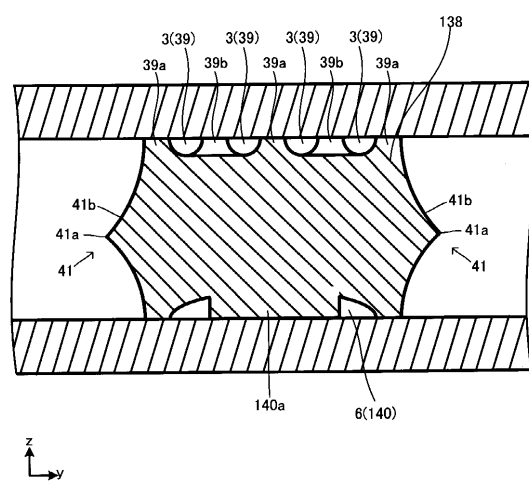
【図 41】



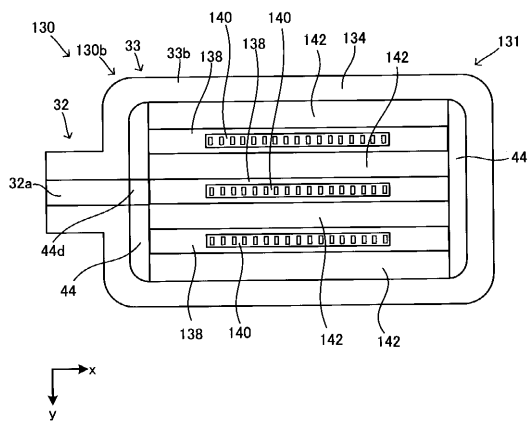
【図 4 2】



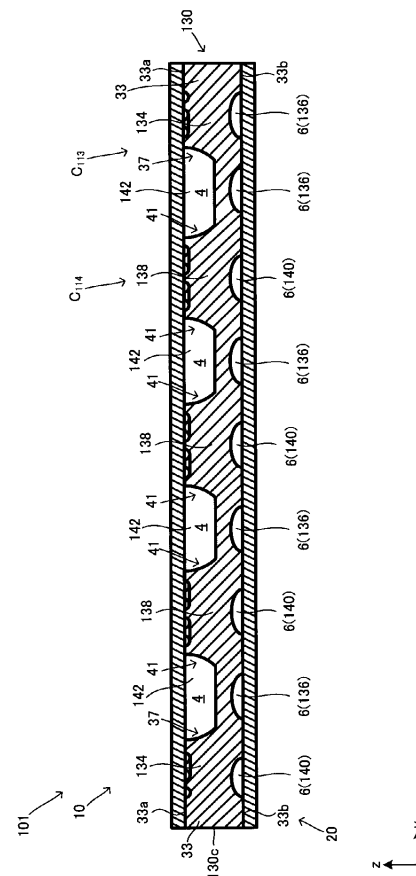
【図 4 3】



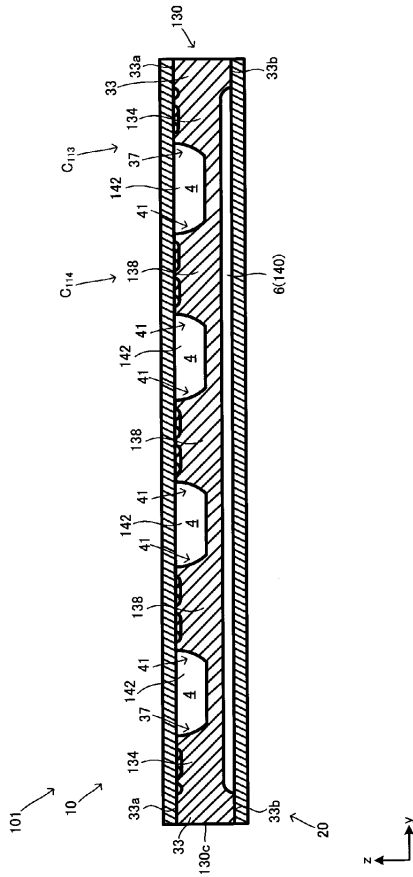
【図 4 4】



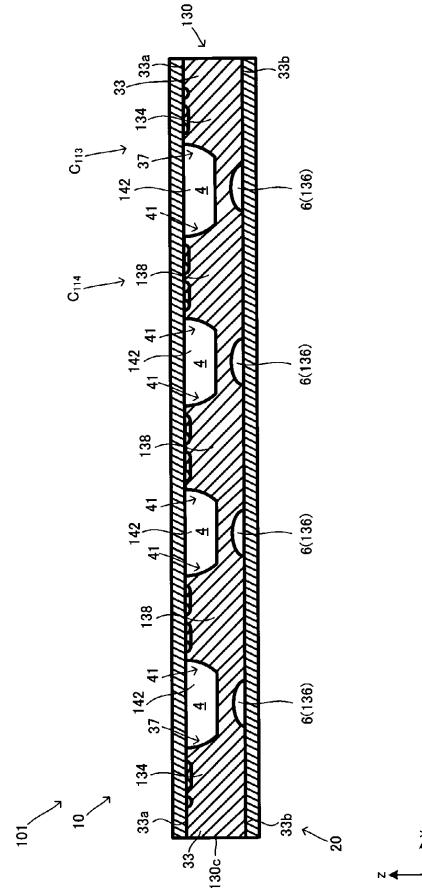
【図 4 5】



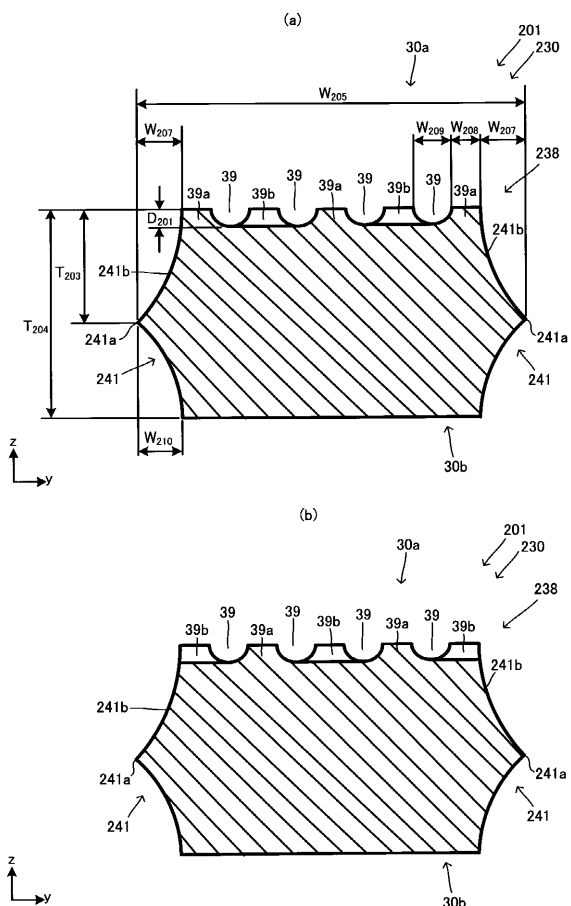
【図 46】



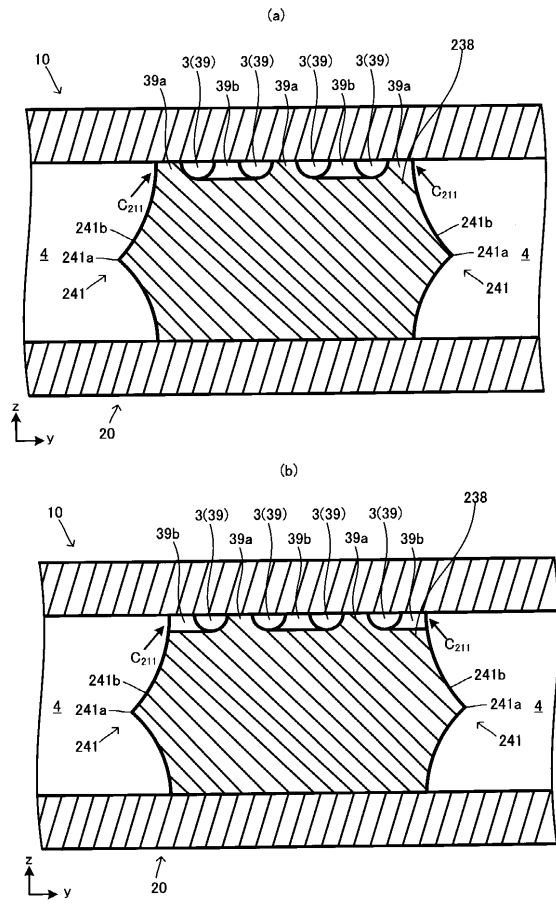
【図 47】



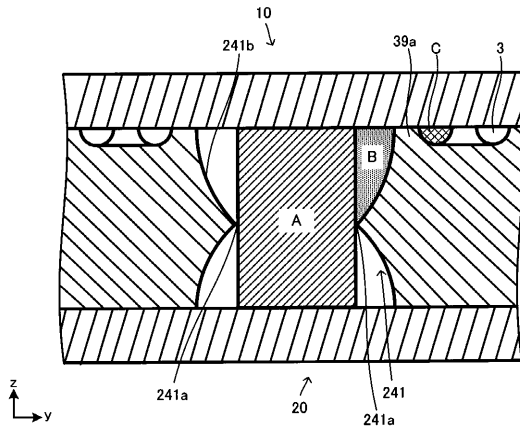
【図 48】



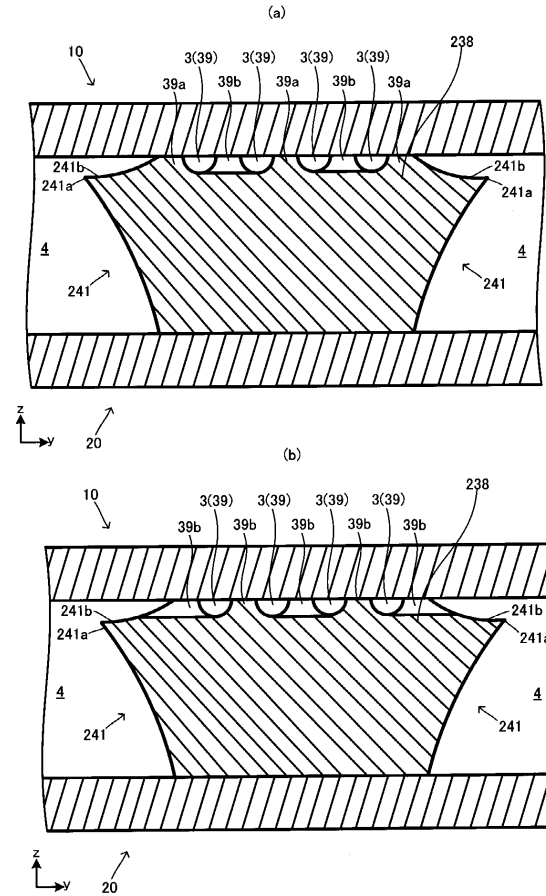
【図 49】



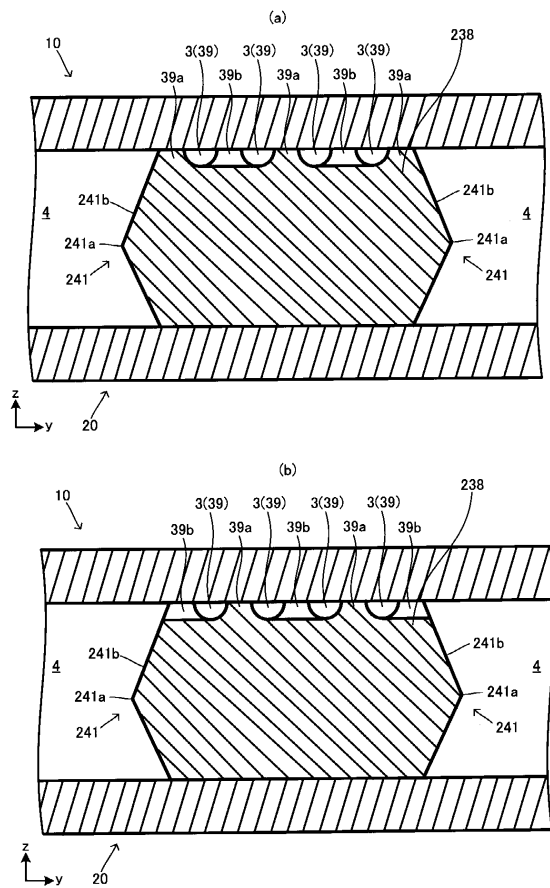
【 図 5 0 】



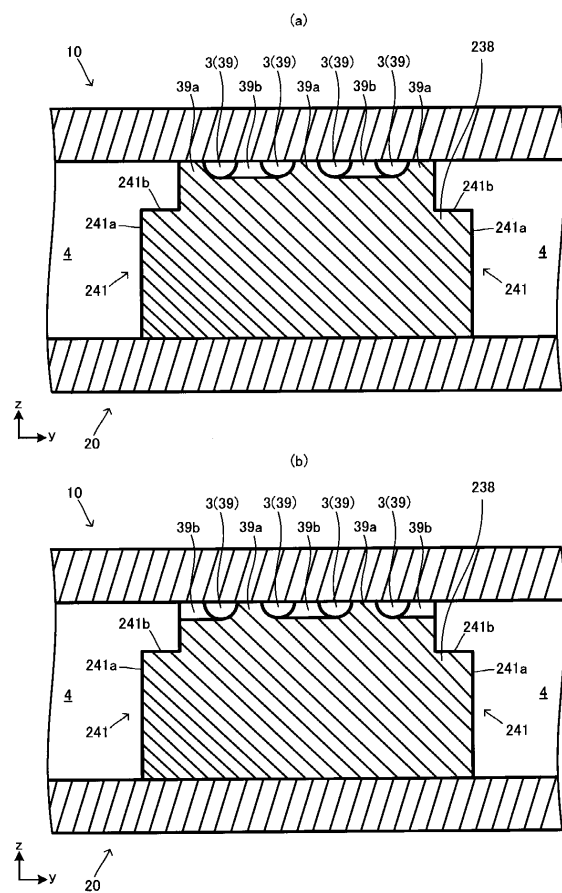
【 図 5 1 】



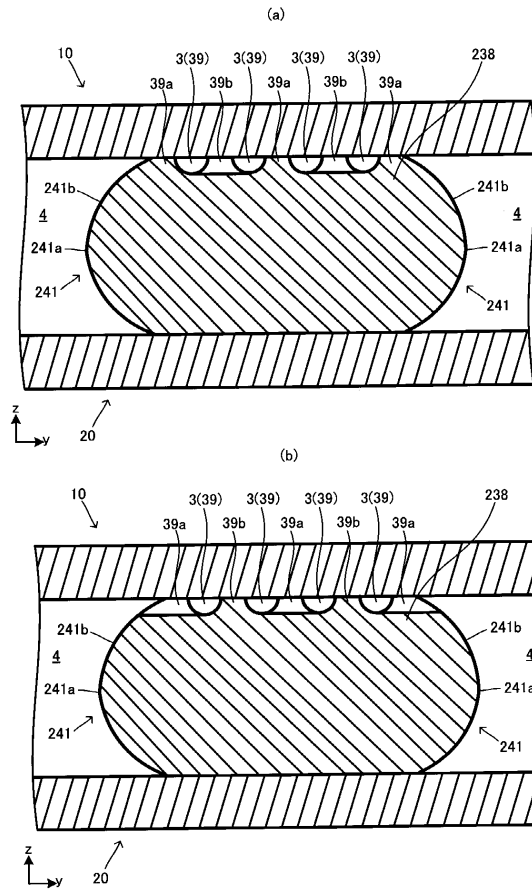
【 図 5 2 】



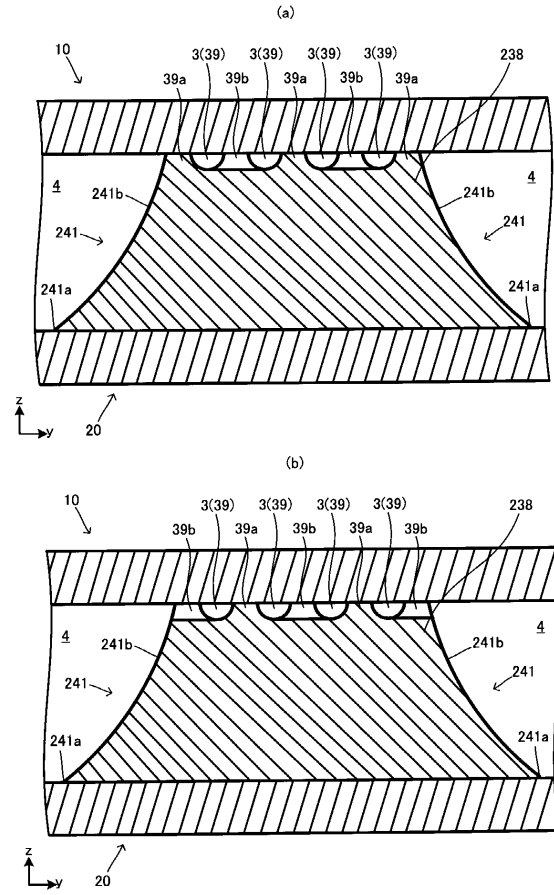
【 図 5 3 】



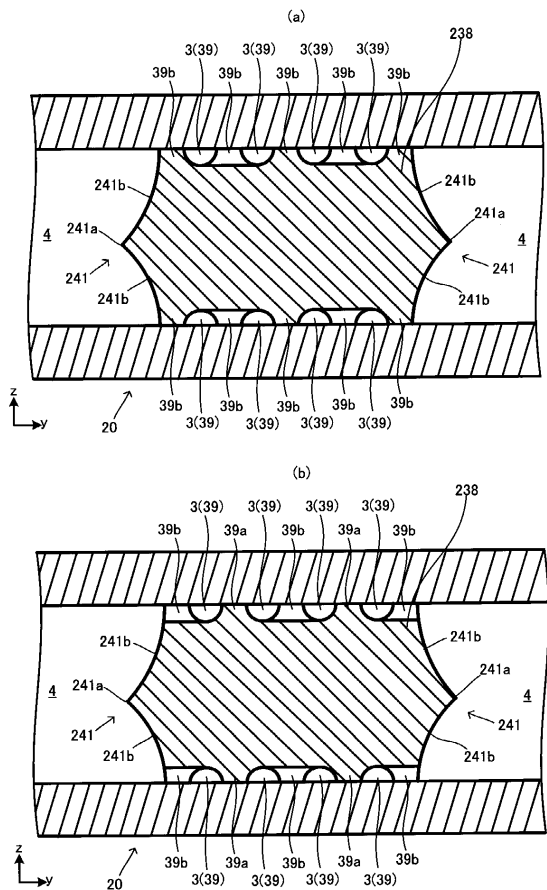
【図 5 4】



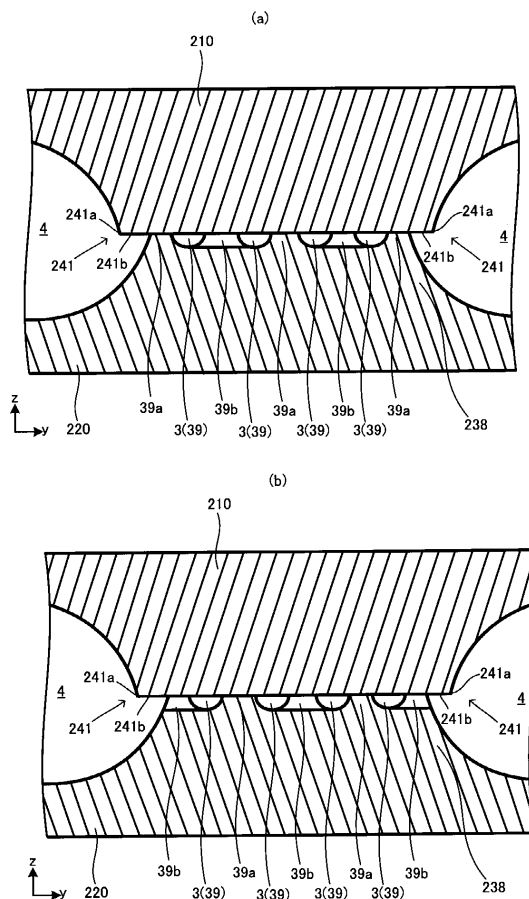
【図 5 5】



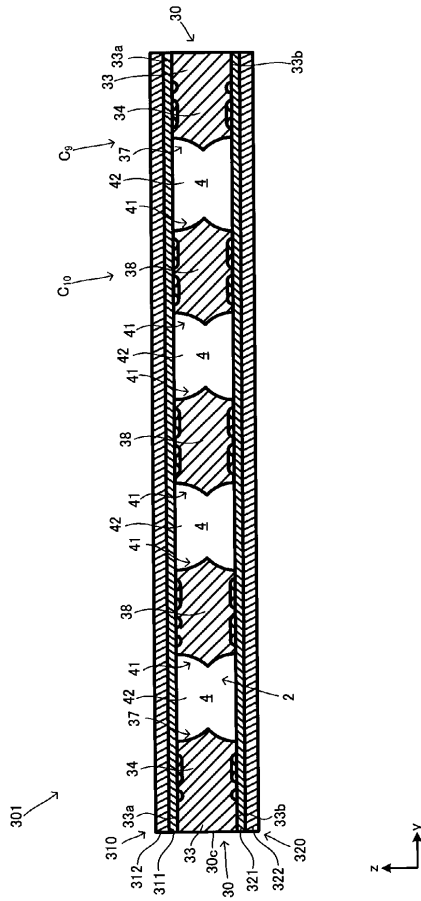
【図 5 6】



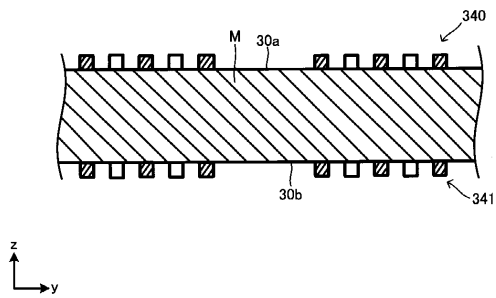
【図 5 7】



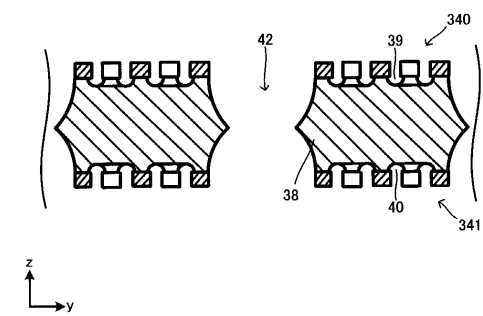
【図 58】



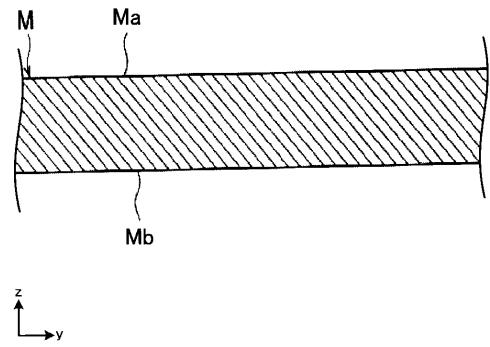
【図 61】



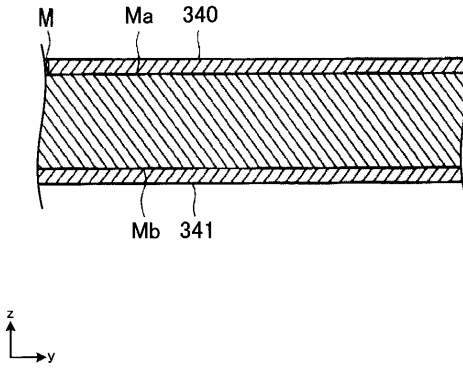
【図 62】



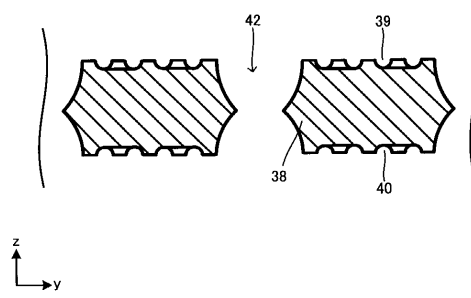
【図 59】



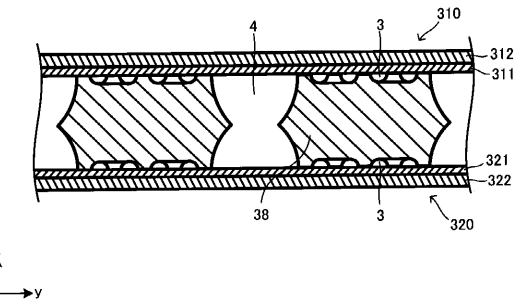
【図 60】



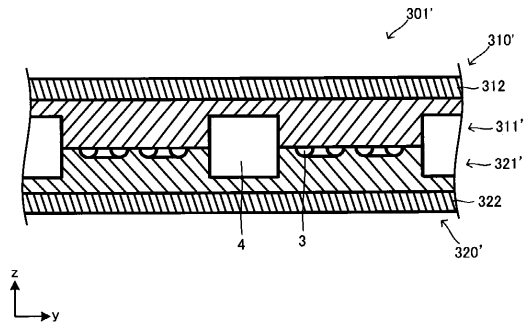
【図 63】



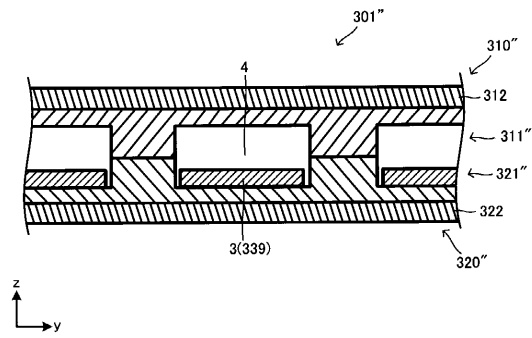
【図 64】



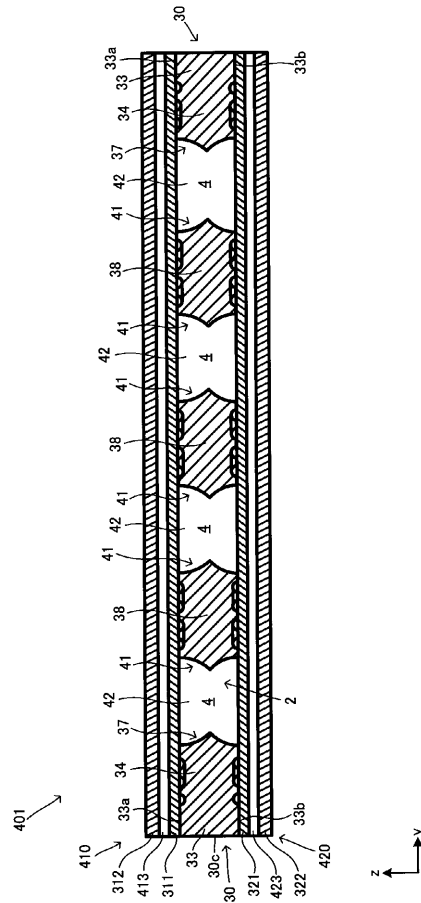
【図 6 5】



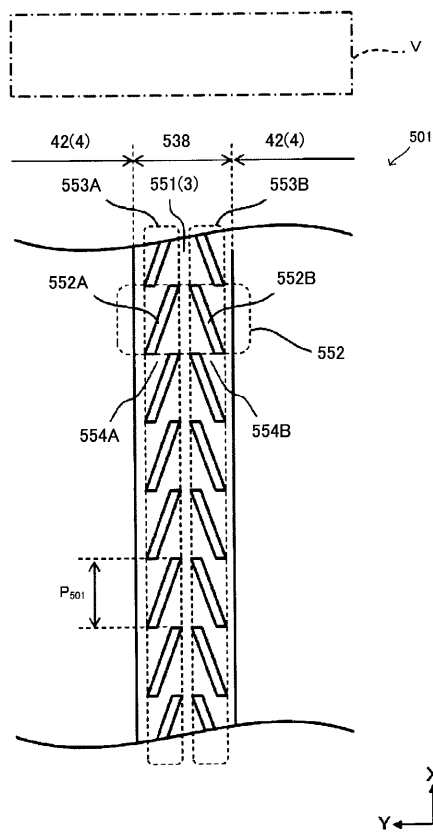
【図 6 6】



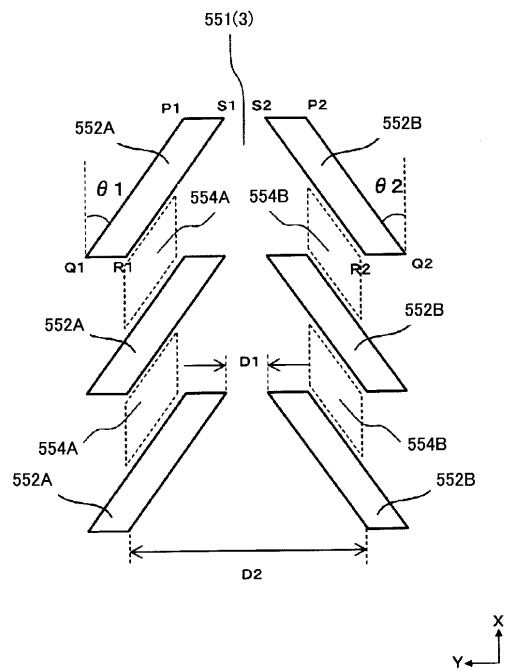
【図 6 7】



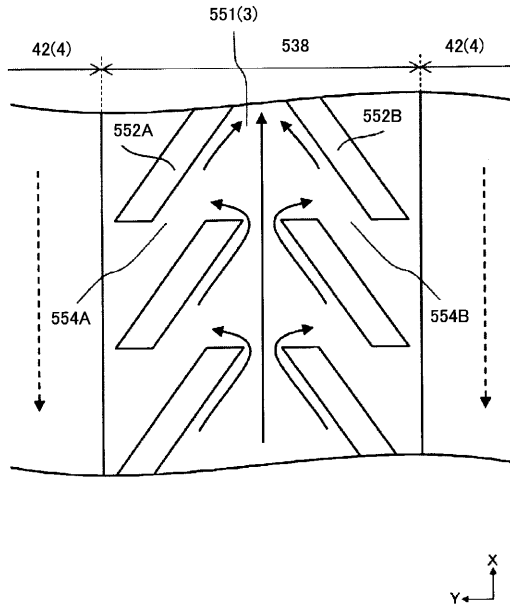
【図 6 8】



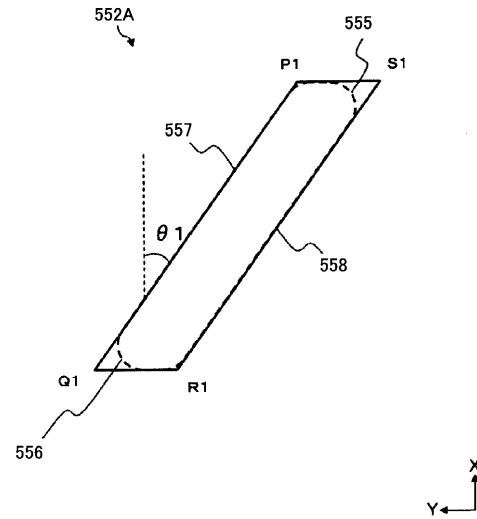
【図 6 9】



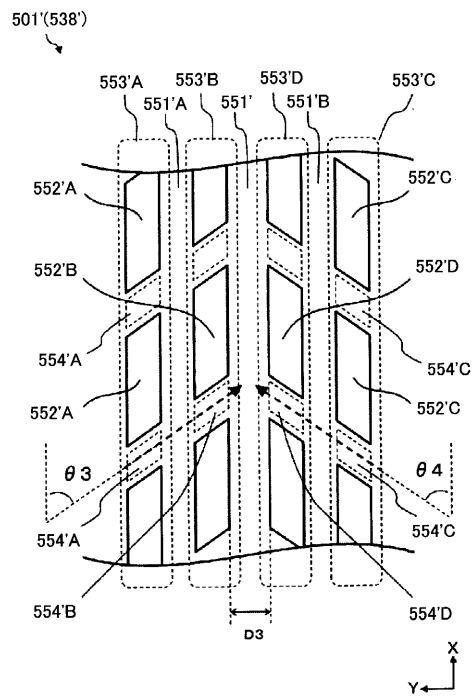
【図 70】



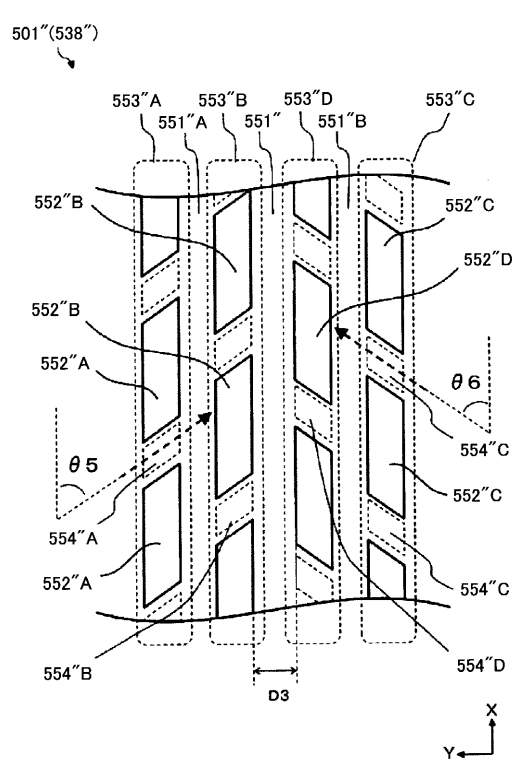
【図 71】



【図 72】



【図 73】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 特願2019-45167(P2019-45167)

(32)優先日 平成31年3月12日(2019.3.12)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2019-46509(P2019-46509)

(32)優先日 平成31年3月13日(2019.3.13)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2019-46510(P2019-46510)

(32)優先日 平成31年3月13日(2019.3.13)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

(31)優先権主張番号 特願2019-54517(P2019-54517)

(32)優先日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(33)優先権主張国・地域又は機関

日本国(JP)

早期審査対象出願

(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 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 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 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 津金澤 洋平

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

(72)発明者 中村 陽子

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内

審査官 河野 俊二

(56)参考文献 特開2004-028557(JP,A)

特開2005-009763(JP,A)

特開2013-185774(JP,A)

米国特許出願公開第2010/0065255(US,A1)

実開昭53-145471(JP,U)

特開2002-039693(JP,A)

特開平11-304381(JP,A)

国際公開第2002/058879(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02

F28D 15/04

H01L 23/46

H05K 7/20