

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7088435号  
(P7088435)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類	F I			
F 2 8 D 15/04 (2006.01)	F 2 8 D	15/04	Z	
F 2 8 D 15/02 (2006.01)	F 2 8 D	15/02	1 0 1 H	
	F 2 8 D	15/02	L	

請求項の数 17 (全13頁)

(21)出願番号 特願2022-504714(P2022-504714)  
 (86)(22)出願日 令和3年4月7日(2021.4.7)  
 (86)国際出願番号 PCT/JP2021/014797  
 (87)国際公開番号 WO2021/229961  
 (87)国際公開日 令和3年11月18日(2021.11.18)  
 審査請求日 令和4年1月24日(2022.1.24)  
 (31)優先権主張番号 16/874,782  
 (32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 米国(US)  
 (31)優先権主張番号 16/874,749  
 (32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 米国(US)  
 (31)優先権主張番号 16/874,801

最終頁に続く

(73)特許権者 000006231  
 株式会社村田製作所  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 (74)代理人 110000970弁理士法人 楓国際特許事務所  
 (72)発明者 内藤 朗人  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 株式会社村田製作所内  
 (72)発明者 樺 信人  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 株式会社村田製作所内  
 審査官 河野 俊二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ベイパーチャンバー

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

外縁部で接合された対向する上部筐体シートと下部筐体シートとを含み、内部空間を有する筐体と、  
 前記内部空間に封入された作動液と、  
 前記下部筐体シートのうち前記内部空間に配置され、前記作動液の流路を構成するマイクロチャンネルと、  
 前記筐体の前記内部空間に配置され、前記マイクロチャンネルに接触して配置されたシート状のウィックと、  
 を備え、  
前記マイクロチャンネルは、前記流路を構成するための複数の凸状部を有し、  
平面視して、前記ウィックと、前記マイクロチャンネルの前記複数の凸状部が重なる第1  
部分の面積は、前記内部空間を平面視した面積に対して5%~40%であり、  
 前記上部筐体シートおよび下部筐体シートを外縁部で対向させて接合する接合部材を備え、  
 前記接合部材の厚みと前記ウィックの厚みの差が20μm以下である、  
 ベイパーチャンバー。

## 【請求項2】

前記第1部分の面積は、前記内部空間を平面視した面積に対して10%~20%である、  
 請求項1に記載のベイパーチャンバー。

## 【請求項3】

前記ウィックは、複数の孔が形成され、  
前記孔のうち前記ウィックの第1面側の開口幅と第2面側の開口幅の比が、 $1 : 3 \sim 1 : 1$ である、

請求項1または請求項2に記載のベイパーチャンバー。

【請求項4】

前記ウィックの前記第1面側が前記作動液の気液界面側であり、前記ウィックの前記第2面側が前記マイクロチャンネルに接触する側である、

請求項3に記載のベイパーチャンバー。

【請求項5】

前記ウィックの前記第2面側は、前記マイクロチャンネルに接触しない箇所を有する、

請求項4に記載のベイパーチャンバー。

10

【請求項6】

前記比が $1 : 3 \sim 1 : 1$ の条件を満たす孔は、前記複数の孔の全てに対して90%以上である、

請求項3乃至請求項5のいずれか1項に記載のベイパーチャンバー。

【請求項7】

平面視して前記ウィックが前記下部筐体シートに重なる第2部分と前記第1部分とを合わせた面積が、前記内部空間を平面視した面積に対して5%~40%である、

請求項6に記載のベイパーチャンバー。

【請求項8】

前記第1部分と前記第2部分を合わせた面積が、前記内部空間を平面視した面積に対して10%~20%である、

請求項7に記載のベイパーチャンバー。

20

【請求項9】

前記マイクロチャンネルは、平面視して前記マイクロチャンネルの全体に対する前記凸状部の面積率が5%~40%であり、かつ前記凸状部の高さが5~50 $\mu\text{m}$ である、

請求項1乃至請求項8のいずれか1項に記載のベイパーチャンバー。

【請求項10】

前記凸状部の高さ50 $\mu\text{m}$ である場合には前記面積率は40%である、

請求項9に記載のベイパーチャンバー。

30

【請求項11】

平面視して前記ウィックの全体の面積に対する前記孔の面積が5~50%であり、

前記ウィックの厚みが5~35 $\mu\text{m}$ であり、

前記凸状部の断面積が150~25000 $\mu\text{m}^2$ であり、

前記凸状部のピッチP1が100~1000 $\mu\text{m}$ である、

請求項1乃至請求項10のいずれか1項に記載のベイパーチャンバー。

【請求項12】

前記ウィックの厚みが35 $\mu\text{m}$ である場合、平面視して前記ウィックの全体の面積に対する前記孔の面積が5%である、

請求項11に記載のベイパーチャンバー。

40

【請求項13】

前記接合部材の厚みと前記ウィックの厚みの差が10 $\mu\text{m}$ 以下である、

請求項12に記載のベイパーチャンバー。

【請求項14】

前記接合部材の厚みが25 $\mu\text{m}$ であり、前記ウィックの厚みが15 $\mu\text{m}$ である、

請求項13に記載のベイパーチャンバー。

【請求項15】

平面視して前記ウィックの面積は、前記マイクロチャンネルの配置されている領域の面積よりも広い、

請求項1乃至請求項14のいずれか1項に記載のベイパーチャンバー。

50

## 【請求項 16】

前記ウィックの辺縁部にはバリが形成され、  
前記マイクロチャネルの辺縁部から前記ウィックの辺縁部までの長さは、前記バリの高さ以上である、  
請求項 15 に記載のベイパーチャンバー。

## 【請求項 17】

外縁部で接合された対向する上部筐体シートと下部筐体シートとを含み、内部空間を有する筐体と、  
前記内部空間に封入された作動液と、  
前記下部筐体シートのうち前記内部空間に配置され、前記作動液の流路を構成するマイクロチャネルと、  
前記筐体の前記内部空間に配置され、前記マイクロチャネルに接触して配置されたシート状のウィックと、  
を備え、

前記マイクロチャネルは、前記流路を構成するための複数の凸状部を有し、  
平面視して、前記ウィックと、前記マイクロチャネルの前記複数の凸状部が重なる第 1 部分の面積は、前記内部空間を平面視した面積に対して 5 % ~ 40 % であり、  
前記ウィックの厚みが 35  $\mu$ m である場合、平面視して前記ウィックの全体の面積に対する前記孔の面積が 5 % である、

ベイパーチャンバー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の一実施形態は、ベイパーチャンバーに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

例えば、特開 2019 - 20001 号公報は、ベイパーチャンバーを開示している。特開 2019 - 20001 号公報に開示されたベイパーチャンバーは、柱 3 を有する上部筐体シート 6 と、凸部 5 を有する下部筐体シート 7 と、上部筐体シート 6 および下部筐体シート 7 の密閉空間内に配置され、凸部 5 および柱 3 に挟まれるウィック 4 と、を備える。上部筐体シート 6 および下部筐体シート 7 は、内部空間に水等の作動液を封入している。

## 【0003】

作動液は熱源からの熱で気化し、内部空間内を移動した後、外部に熱を放出して液体に戻る。液体に戻った作動液はウィック 4 の毛細管力により柱 3 の間を移動して再び熱源付近に戻り、再び気化する。これにより、ベイパーチャンバーは、外部動力を必要とせずに、作動液の蒸発潜熱および凝縮潜熱を利用して、高速に熱を拡散することができる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【文献】特開 2019 - 20001 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ベイパーチャンバーの特性のためには、最大熱輸送量の低下を防止することが重要である。例えば、ウィックに伝わる熱量が低くなると最大熱輸送量が大きく低下する。また、ウィックの開口が小さくなると作動液の気化する量が足りず、やはり最大熱輸送量が大きく低下する。

## 【0006】

そこで、本発明の一実施形態は、最大熱輸送量の低下を防止することを特徴とするベイパーチャンバーに関する。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の一実施形態に係るペーパーチャンバーは、当該課題を解決するために以下の構成を備える。

## 【0008】

ペーパーチャンバーは、筐体と、作動液と、マイクロチャンネルと、ウィックと、を備える。筐体は、外縁部で接合された対向する上部筐体シートと下部筐体シートとを含み、内部空間を有する。作動液は、前記内部空間に封入される。マイクロチャンネルは、前記下部筐体シートのうち前記内部空間に配置され、前記作動液の流路を構成する。ウィックは、前記筐体の前記内部空間に配置され、前記マイクロチャンネルに接触して配置されたシート状である。前記ウィックと前記マイクロチャンネルの接触面積は、前記内部空間の平面視した面積に対して5%～40%である。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】本発明の一実施形態のペーパーチャンバー1の断面図である。

【図2】下部筐体シート7の平面図である。

【図3】ウィック4の平面図である。

【図4】ウィック4の一部を透過して、下部筐体シート7およびウィック4を重ねた平面図である。

【図5】ペーパーチャンバー1の断面拡大図である。

20

【図6】ペーパーチャンバー1の一部断面拡大図である。

【図7】ウィック4の断面拡大図である。

【図8】ウィック4の断面拡大図である。

【図9】ウィック4の断面拡大図である。

【図10】ウィック4の断面拡大図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

図1は、本発明の一実施形態のペーパーチャンバー1の断面図である。図2は、下部筐体シート7の平面図である。図3は、ウィック4の平面図である。なお、本実施形態に示す図面は、全て説明を容易にするために模式的に表したものであり、実際の大きさを忠実に示した図ではない。

30

## 【0011】

ペーパーチャンバー1は、平板状の筐体10を備える。筐体10は、上部筐体シート6、下部筐体シート7、および接合部材8を有する。上部筐体シート6および下部筐体シート7は、外縁部で接合部材8により接合される。図2の平面図に示す様に、下部筐体シート7の外縁部に示す破線よりも外側は、接合部材8が配置される。接合部材8は、例えばりん銅ろうからなる。

## 【0012】

筐体10は、上部筐体シート6および下部筐体シート7で挟まれる内部空間を有する。内部空間には、水等の作動液20が封入されている。上部筐体シート6は、内部空間に配置される支柱3を有する。下部筐体シート7は、内部空間に配置されるマイクロチャンネル5を有する。

40

## 【0013】

上部筐体シート6および下部筐体シート7は、銅、ニッケル、アルミニウム、マグネシウム、チタン、鉄あるいは、これらを主成分とする合金等（例えばニッケル銅合金またはリン青銅等）からなり、高い熱伝導率を有する。本実施形態では、上部筐体シート6および下部筐体シート7は、平面視して矩形状である。ただし、上部筐体シート6および下部筐体シート7は、平面視して多角形状でも円形状でもよい。内部空間の形状もどの様なものであってもよい。

## 【0014】

50

図 2 に示す様に、マイクロチャネル 5 は、複数の角柱形状の凸状部を有する凹凸形状の部分である。マイクロチャネル 5 の凹凸は、例えば下部筐体シート 7 の上面をエッチングすることにより形成される。ただし、マイクロチャネル 5 の凹凸形状は、角柱に限らない。マイクロチャネル 5 の凹凸形状は、例えば円柱であってもよい。

【 0 0 1 5 】

なお、マイクロチャネル 5 の凹凸形状は、エッチングで形成される場合、厳密には角錐台形状になる。また、マイクロチャネル 5 の凹凸形状は、格子状に配列されていてもよいし、ハニカム状に配列されていてもよいし、ランダムに配置されていてもよい。

【 0 0 1 6 】

支柱 3 は、ベイパーチャンバー 1 を薄板状の形状に保つための柱である。支柱 3 も、上部筐体シート 6 のうち支柱 3 を除く部分をエッチングすることにより形成される。支柱 3 は、角柱形状からなる。ただし、支柱 3 の形状は、角柱に限らない。支柱 3 の形状は、例えば円柱であってもよい。なお、支柱 3 の断面積は、マイクロチャネル 5 の凸状部の断面積より大きく、隣り合う支柱 3 の間隔はマイクロチャネル 5 の凸状部のピッチよりも大きい。

10

【 0 0 1 7 】

ウィック 4 は、下部筐体シート 7 および支柱 3 に挟まれる様に内部空間に配置される。ウィック 4 は、上部筐体シート 6 および下部筐体シート 7 よりも薄い金属材料からなる。ウィック 4 は、下部筐体シート 7 のマイクロチャネル 5 に接着（拡散接合）される。ウィック 4 は、上部筐体シート 6 および下部筐体シート 7 と同じ材料であってもよいし、異なる材料であってもよい。図 3 に示す様に、ウィック 4 は、平面視して矩形状である。ただし、ウィック 4 は、平面視して多角形状でも円形状でもよい。ウィック 4 の形状は、内部空間の形状に合わせて適宜設定する。

20

【 0 0 1 8 】

ウィック 4 は、複数の微細な孔 4 1 を有する。孔 4 1 は、例えばエッチングにより形成される。図 3 の例では、孔 4 1 は円形状であるが、矩形状でもよい。ただし、孔 4 1 が円形状であることで、気液界面は球面状になり、作動液 2 0 を均一に蒸発することができる。

【 0 0 1 9 】

また、孔 4 1 は、ハニカム状に配列されている。図 3 の例では、ある任意の孔 4 1 と隣り合う二つの孔 4 1 のなす角度は  $60^\circ$  である。ただし、 $45^\circ$  であってもよい。また、孔 4 1 は、格子状に配列されていてもよい。無論、孔 4 1 は、不規則に配列されていてもよい。作動液 2 0 は、下部筐体シート 7 に密着した熱源からの熱により、孔 4 1 において液体から気体に変化する。つまり、作動液 2 0 は、孔 4 1 において気液界面を構成する。気化した作動液 2 0 は、筐体 1 0 の内部空間で熱を放出して液体に戻る。液体に戻った作動液 2 0 は、ウィック 4 の孔 4 1 による毛細管力により、マイクロチャネル 5 を移動して、再び熱源の近くに運ばれる。これにより、ベイパーチャンバー 1 は、外部動力を必要とせず、作動液 2 0 の蒸発潜熱および凝縮潜熱を利用して、高速に熱を拡散することができる。

30

【 0 0 2 0 】

本実施形態のベイパーチャンバー 1 は、相対的に開口面積の小さいウィック 4 の孔 4 1 によって強い毛細管力を確保し、かつ相対的に開口面積の大きいマイクロチャネル 5 によって作動液 2 0 の透過断面積（作動液 2 0 の透過量）を確保している。

40

【 0 0 2 1 】

さらに、本実施形態のベイパーチャンバー 1 は、以下の特徴を有する。

【 0 0 2 2 】

( 1 ) 平面視してウィック 4 の面積は、マイクロチャネル 5 の配置されている領域の面積よりも広い。

【 0 0 2 3 】

図 4 は、ウィック 4 の一部を透過して、下部筐体シート 7 およびウィック 4 を重ねた平面図である。ウィック 4 は、平面視して、マイクロチャネル 5 の配置されている領域の面積よりも広い。ウィック 4 は、下部筐体シート 7 および支柱 3 により挟まれているが、平面

50

方向にずれる可能性がある。しかし、ウィック 4 は、平面視して、マイクロチャンネル 5 の配置されている領域の面積よりも広い。したがって、ウィック 4 が仮に平面方向にずれたとしてもマイクロチャンネル 5 の配置されている領域から外れるおそれは低くなる。

【 0 0 2 4 】

また、ウィック 4 は、1 つの銅板等のマザーシートから切り出されることで形成される。ウィック 4 は、切り出し工程において、辺縁部にバリが形成される可能性がある。したがって、図 5 に示す様に、ウィック 4 の辺縁部は、バリにより下部筐体シート 7 から離れて浮いてしまう可能性がある。ウィック 4 が下部筐体シート 7 から離れると、熱源の熱がウィック 4 に伝わり難くなる。しかし、ウィック 4 は、平面視して、マイクロチャンネル 5 の配置されている領域の面積よりも広いいため、辺縁部が浮いたとしても、マイクロチャンネル 5 の配置されている領域においては下部筐体シート 7 から浮くことを抑制できる。したがって、ウィック 4 は、マイクロチャンネル 5 からの適切な熱伝導を確保することができる。

10

【 0 0 2 5 】

なお、好ましくは、マイクロチャンネル 5 の辺縁部からウィック 4 の辺縁部までの長さ  $h_1$  は、バリの高さ  $h_2$  以上である。 $h_1 \geq h_2$  であれば、ウィック 4 の辺縁部が浮いたとしても、マイクロチャンネル 5 の配置されている領域においては下部筐体シート 7 から浮く面積を十分に抑制することができ、適切な熱伝導を確保することができる。

【 0 0 2 6 】

( 2 ) ウィック 4 とマイクロチャンネル 5 の接触面積は、内部空間を平面視した面積に対して 5 % ~ 4 0 % である。また、より好ましくは、ウィック 4 とマイクロチャンネル 5 の接触面積は、内部空間を平面視した面積に対して 1 0 % ~ 2 0 % である。

20

【 0 0 2 7 】

図 4 においては、マイクロチャンネル 5 のうちウィック 4 に接触する凸状部をハッチングで示している。内部空間を平面視した面積とは、図中の一点破線で示す内側の領域の面積である。一点破線の外側は、接合部材 8 により接合される部分である。

【 0 0 2 8 】

ベイパーチャンバー 1 は、ウィック 4 とマイクロチャンネル 5 の接触面積が内部空間の平面視した面積に対して 5 % よりも低い場合、マイクロチャンネル 5 からウィック 4 に伝わる熱量が低くなり、ウィック 4 の孔 4 1 に気液界面を形成できなくなる。この場合、最大熱輸送量が大きく低下する。また、ウィック 4 とマイクロチャンネル 5 の接触面積が内部空間の平面視した面積に対して 4 0 % を超えると、作動液 2 0 がウィック 4 の孔 4 1 から気化する量が足りず、最大熱輸送量が大きく低下する。したがって、ウィック 4 とマイクロチャンネル 5 の接触面積が内部空間を平面視した面積に対して 5 % ~ 4 0 % であることで、ベイパーチャンバー 1 は、所定の最大熱輸送量を確保することができる。

30

【 0 0 2 9 】

なお、上記 ( 1 ) の様にウィック 4 の面積がマイクロチャンネル 5 の配置されている領域の面積よりも広い場合には、ウィック 4 が下部筐体シート 7 に接触する面積も含めた面積が、内部空間を平面視した面積に対して 5 % ~ 4 0 % であることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

( 3 ) マイクロチャンネル 5 の開口幅  $W_1$  が 5 0 ~ 2 0 0  $\mu\text{m}$  であり、ウィック 4 の厚み  $D_2$  が 5 ~ 3 5  $\mu\text{m}$  であり、 $D_2 : W_1 = 5 : 2 0 0 \sim 3 0 : 5 0$  である。

40

【 0 0 3 1 】

より好ましくは、ウィック 4 の厚み  $D_2$  が 1 5 ~ 2 0  $\mu\text{m}$  であり、マイクロチャンネル 5 の開口幅  $W_1$  が 2 0 0  $\mu\text{m}$  である。

【 0 0 3 2 】

図 6 は、ベイパーチャンバー 1 の一部断面拡大図である。図 6 は、マイクロチャンネル 5 の高さ  $D_1$ 、ウィック 4 の厚み  $D_2$ 、マイクロチャンネル 5 の開口幅  $W_1$ 、マイクロチャンネル 5 の凸出部の幅  $W_2$ 、マイクロチャンネル 5 の開口ピッチ  $P_1$ 、およびウィック 4 の開口ピッチ  $P_1$  を示している。

【 0 0 3 3 】

50

ウィック4の厚みD2が薄く、かつマイクロチャネル5の開口幅W1が大きくなると、ウィック4がマイクロチャネル5の開口部分に沈み込み、ウィック4の孔41に作動液20の気液界面が形成されなくなる。したがって、ウィック4の厚みD2が5 μm以上であり、開口幅W1が500 μm以下である必要がある。一方で、ウィック4の厚みD2が厚すぎると、下部筐体シート7に接している熱源から熱が伝わり難くなる。したがって、ウィック4の厚みは35 μm以下である必要がある。また、開口幅W1が小さすぎると作動液20の透過断面積が低下する。したがって、マイクロチャネル5の開口幅W1は50 μm以上である必要がある。

【0034】

ウィック4の厚みD2が大きくなるほど熱源から熱が伝わり難くなるため、開口幅W1を小さくしてウィック4およびマイクロチャネル5の接触面積を増やし、熱伝導を確保する必要がある。したがって、バイパーチャンパー1は、 $D2 : W1 = 5 : 200 \sim 30 : 50$ とすることで、所定の最大熱輸送量を確保することができる。

10

【0035】

(4) 平面視してマイクロチャネル5の全体に対するマイクロチャネル5の凸状部の面積率は、5%～40%である。

【0036】

作動液20は、気体から液体に戻り、マイクロチャネル5の開口部を透過する。したがって、作動液20の流路を構成する凸状部は、できるだけ少ないほうが作動液20の透過断面積が大きくなる。しかし、マイクロチャネル5の開口部の面積が大きすぎると、ウィック4がマイクロチャネル5の開口部分に沈み込み、ウィック4の孔41に作動液20の気液界面が形成されなくなる。したがって、平面視してマイクロチャネル5全体に対する凸状部の面積比は、最低でも5%以上であることが好ましい。

20

【0037】

一方で、マイクロチャネル5の開口部の面積が小さすぎると、作動液20の透過断面積が小さくなり、最大熱輸送量が低下する。したがって、平面視してマイクロチャネル5全体に対する凸状部の面積比は、最大でも40%以下であることが好ましい。

【0038】

なお、より好ましくは、平面視してマイクロチャネル5全体に対する凸状部の面積比は、18～30%である。

30

【0039】

(5) 平面視してマイクロチャネル5の全体に対するマイクロチャネル5の凸状部の面積率が5%～40%であり、かつマイクロチャネル5の凸状部の高さD1が5～50 μmである。ただし、D1が50 μmである場合には前記面積率は40%である。

【0040】

上述の様に、マイクロチャネル5の開口部の面積が大きすぎると、ウィック4がマイクロチャネル5の開口部分に沈み込み、ウィック4の孔41に作動液20の気液界面が形成されなくなる。一方で、マイクロチャネル5の開口部の面積が小さすぎると、作動液20の透過断面積が小さくなり、最大熱輸送量が低下する。

【0041】

また、マイクロチャネル5の凸状部の高さD1が低過ぎる場合も、作動液20の透過断面積が小さくなり、最大熱輸送量が低下する。一方でマイクロチャネル5の凸状部の高さD1が高過ぎると、熱源からウィック4までの距離が長くなるため、熱源から熱が伝わり難くなる。

40

【0042】

そこで、バイパーチャンパー1は、熱伝導および作動液の透過断面積を確保しつつ、ウィック4の沈み込みを防止するため、平面視してマイクロチャネル5の全体に対するマイクロチャネル5の凸状部の面積率が5%～40%であり、かつマイクロチャネル5の凸状部の高さD1が5～50 μmとする。ただし、D1が50 μmである場合には熱源から熱が最もウィック4に伝わり難くなるため、凸状部の面積率は最も高い40%程度にし、熱伝

50

導を確保する。

【0043】

(6) ウィックの孔の開口率(ウィック4の全体の面積に対する孔41の面積)が5~50%であり、ウィックの厚みD2が5~35 $\mu\text{m}$ であり、マイクロチャネル5の凸状部の断面積( $D1 \times W2$ ) = 150~25000 $\mu\text{m}^2$ であり、マイクロチャネル5の凸状部のピッチP1( $W1 + W2$ ) = 100~1000 $\mu\text{m}$ である。より好ましくは、ピッチP1は、100~500 $\mu\text{m}$ である。

【0044】

ウィック4の厚みが厚過ぎると、熱源から熱が伝わり難くなる。一方で、ウィック4の厚みが薄すぎるとウィック4がマイクロチャネル5の開口部分に沈み込む。ウィック4の開口率が高過ぎると、熱源から熱が伝わり難くなる。一方で、ウィック4の開口率が低過ぎると、作動液20の蒸発量が低下し、最大熱輸送量が低下する。ただし、D2が35 $\mu\text{m}$ である場合には熱源から熱が最もウィック4に伝わり難くなるため、開口率は最も低い5%程度にし、熱伝導を確保する。

10

【0045】

また、マイクロチャネル5の凸状部の断面積が小さ過ぎ、かつピッチが大き過ぎると、ウィック4がマイクロチャネル5の開口部分に沈み込む。マイクロチャネル5の凸状部の断面積が大き過ぎ、かつピッチが小さ過ぎると作動液20の透過断面積が小さくなり、最大熱輸送量が低下する。

【0046】

したがって、ベイパーチャンバー1は、熱伝導および作動液の透過断面積を確保しつつ、ウィック4の沈み込みを防止するため、ウィックの孔の開口率(ウィック4の全体の面積に対する孔41の面積)が5~50%であり、ウィックの厚みD2が5~35 $\mu\text{m}$ であり、マイクロチャネル5の凸状部の断面積( $D1 \times W2$ ) = 150~25000 $\mu\text{m}^2$ であり、マイクロチャネル5の凸状部のピッチP1( $W1 + W2$ ) = 100~1000 $\mu\text{m}$ とした。

20

【0047】

(7) ウィック4の孔41の第1面(上面)側開口幅L1と第2面(下面)側開口幅L2の比が1:3~1:1である。

【0048】

図7は、ウィック4の断面拡大図である。ウィック4の孔41は、エッチングにより形成される。エッチングが理想的な状態の場合、ウィック4の孔41の上面側開口幅L1と下面側開口幅L2の比が1:1になる。

30

【0049】

孔41の形成時にテーパーが形成される場合、あるいは意図的にテーパーを生じさせる場合、上面側開口幅L1と下面側開口幅L2の比が大きすぎると、毛細管力が低下する。そのため、ベイパーチャンバー1は、上面側開口幅L1と下面側開口幅L2の比が1:3以下であることが好ましい。

【0050】

図7では、一例として、L1 = 40 $\mu\text{m}$ 、L2 = 55 $\mu\text{m}$ である。他にも、L1 = 30 $\mu\text{m}$ 、L2 = 100 $\mu\text{m}$ であってもよい。また、L1 = 40 $\mu\text{m}$ 、L2 = 40 $\mu\text{m}$ であってもよい。

40

【0051】

図7の例では、孔の径の小さい側が上面側である気液界面側に配置され、孔の径の大きい方が下面側であるマイクロチャネル側に配置されている。しかし、孔の径の小さい側が下面側に配置され、孔の径の大きい方が上面側に配置されていてもよい。

【0052】

なお、全ての孔41において、上面側開口幅L1と下面側開口幅L2の比が1:3~1:1である必要はない。当該比を満たす孔41が全体の90%以上であればよい。なお、図8に示す様に、エッチングの量が大きくなると、ウィック4の下面側も削られて、マイク

50

ロチャンネル5に接触しない部分が生じる可能性もある。この場合、接触しない部分については熱伝導量が低下するが、隙間を作動液20が透過するため、作動液20の透過量が向上する。

【0053】

(8) 接合部材8の厚みとウィック4の厚みの差が20 $\mu$ m以下である。

【0054】

より好ましくは、接合部材8の厚みとウィック4の厚みの差が10 $\mu$ m以下である。例えば本実施形態の接合部材8の厚みは25 $\mu$ mであり、ウィック4の厚みは15 $\mu$ mである。これにより、筐体10の平滑性が向上する。したがって、接合部材8による封止性能が向上する。なお、接合部材8は、作動液20を注入するための注入口(不図示)を有する。当該注入口の上下方向の位置がウィック4と同じ程度の位置である場合、ペーパーチャンパー1は、当該注入口からウィック4に対して直接、作動液20を注入することができ、容易に作動液20を注入できる。

10

【0055】

(9) マイクロチャンネル5の凸状部のピッチP1およびウィック4の孔41のピッチP2は、整数倍にならない。

【0056】

例えば、ピッチP1=350 $\mu$ m、ピッチP2=60 $\mu$ mである。この場合、孔41の端部と、凸状部の端部が平面視して重なり難い。したがって、ウィック4がマイクロチャンネル5の開口部に沈み込み難くなる。

20

【0057】

(10) ウィック4は、平面視して孔41の形成されていない領域を有し、当該領域を構成する部分の幅W3は0.1~1.0mmであり、かつ平面視して当該領域の面積がウィック4の面積の90%以下である。

【0058】

なお、当該領域を構成する部分が規則的に配列されている場合、ピッチP3は0.1~1.0mmである。

【0059】

図9は、ウィック4の平面図である。図9においては、説明のために図3よりも孔41の数を多く表示し、かつ小さく表示している。この例では、孔41の形成されていない領域は、格子状に配列された直線状の部分からなる。当該格子を構成する各直線部分の幅W3は、0.1mmである。また、ピッチP3は、0.26mmである。

30

【0060】

この様に、ウィック4は、孔41の形成されていない領域を有し、該領域を構成する部分のうち最も幅の狭い部分の幅W3は0.1~1.0mmであり、かつ平面視して当該領域の面積がウィック4の面積の90%以下であることで、マイクロチャンネル5との接着性が向上し、かつ当該接着が均一になされる。したがって、仮にペーパーチャンパー1に落下等の衝撃が加わったり、曲げ時に応力が生じたとしても、ウィック4はマイクロチャンネル5から浮き上がり難い。そのため、ペーパーチャンパー1は、最大熱輸送量の変化を抑えることができる。

40

【0061】

なお、上記領域を構成する部分は、図9の例に限らない。例えば、図10に示す様に、上記領域を構成する部分は、斜めに配列されていてもよい。また、領域を構成する部分は、規則的に配列されている必要もない。領域を構成する部分は、ランダムな形状で、ランダムに配列されていてもよい。

【0062】

本実施形態の説明は、すべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上述の実施形態ではなく、特許請求の範囲によって示される。さらに、本発明の範囲には、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。例えば上述した(1)~(10)の特徴は全てを組み合わせ

50

わせた構成とすることもできるし、一部を組み合わせた構成とすることもできる。

【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

1 ... ベイパーチャンバー

3 ... 支柱

4 ... ウィック

5 ... マイクロチャネル

6 ... 上部筐体シート

7 ... 下部筐体シート

8 ... 接合部材

1 0 ... 筐体

2 0 ... 作動液

4 1 ... 孔

10

20

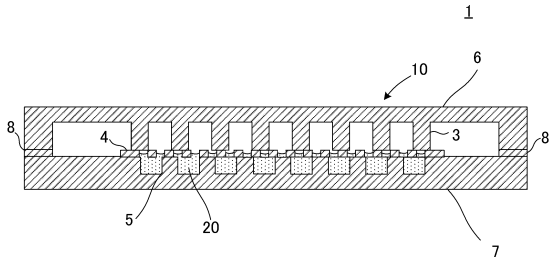
30

40

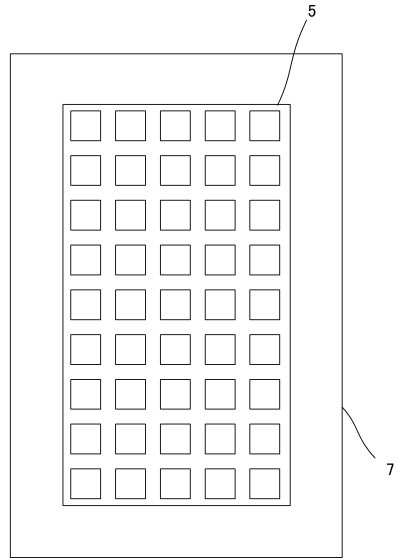
50

【図面】

【図 1】

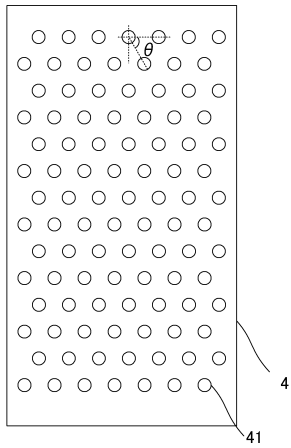


【図 2】

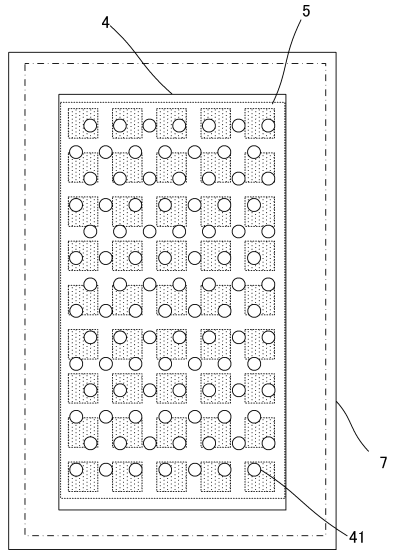


10

【図 3】



【図 4】



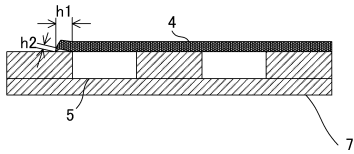
20

30

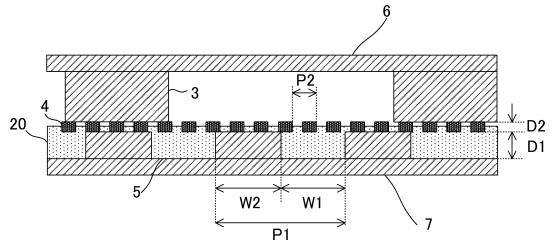
40

50

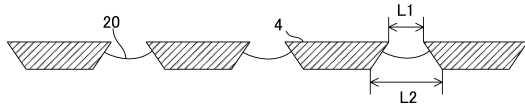
【図 5】



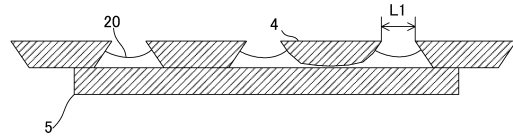
【図 6】



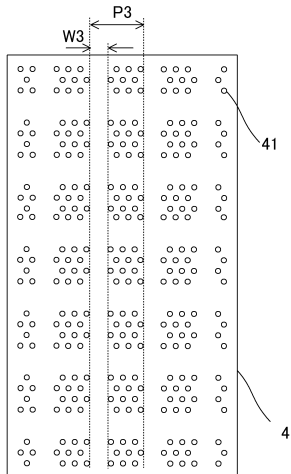
【図 7】



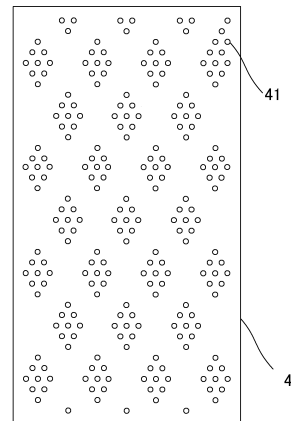
【図 8】



【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

(32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 16/874,853

(32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 16/874,878

(32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 16/874,898

(32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(31)優先権主張番号 16/874,937

(32)優先日 令和2年5月15日(2020.5.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

## 早期審査対象出願

(56)参考文献 特開2018-189349(JP,A)  
国際公開第2020/026907(WO,A1)  
米国特許出願公開第2020/0103176(US,A1)  
国際公開第2018/003957(WO,A1)  
国際公開第2018/199216(WO,A1)  
特表2018-503058(JP,A)  
特開2019-020001(JP,A)  
特開2010-243035(JP,A)  
米国特許第09835383(US,B1)  
米国特許出願公開第2015/0226493(US,A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F28D 15/04

F28D 15/02