

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5681487号  
(P5681487)

(45) 発行日 平成27年3月11日(2015.3.11)

(24) 登録日 平成27年1月16日(2015.1.16)

(51) Int.Cl.

F 1

F 28D 15/02 (2006.01)  
H 01 L 23/427 (2006.01)  
H 05 K 7/20 (2006.01)

F 28 D 15/02 103 E  
F 28 D 15/02 101 H  
F 28 D 15/02 103 B  
H 01 L 23/46 B  
H 05 K 7/20 R

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-512235 (P2010-512235)  
(86) (22) 出願日 平成20年5月16日 (2008.5.16)  
(65) 公表番号 特表2010-531425 (P2010-531425A)  
(43) 公表日 平成22年9月24日 (2010.9.24)  
(86) 國際出願番号 PCT/US2008/063942  
(87) 國際公開番号 WO2008/156940  
(87) 國際公開日 平成20年12月24日 (2008.12.24)  
審査請求日 平成23年5月13日 (2011.5.13)  
(31) 優先権主張番号 11/762,422  
(32) 優先日 平成19年6月13日 (2007.6.13)  
(33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 500520743  
ザ・ボーイング・カンパニー  
The Boeing Company  
アメリカ合衆国、60606-1596  
イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100  
(74) 代理人 100109726  
弁理士 園田 吉隆  
(74) 代理人 100101199  
弁理士 小林 義教  
(72) 発明者 チャオ, ユアン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 913  
60, サウザンド オークス, ファー<sup>10</sup>  
ゴ ストリート 502

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ヒートパイプの放散システムと方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱源(12)から熱を放散させる方法(164)であって、互いに隣接して配置される第1多孔質芯部分(16)と第2多孔質芯部分(18)とを有する多孔質芯構造(14)を準備するステップであって、

前記第1多孔質芯部分(16)と前記第2多孔質芯部分(18)とが、はじめ別々に成型されて焼結されており、

前記第1多孔質芯部分(16)が第1組のマイクログループ(20)によって画定されており、

前記第1組のマイクログループ(20)が、前記第2多孔質芯部分内(18)に画定された第2組のマイクログループ(30)にほぼ垂直に並べて心合せされており、

前記第1多孔質芯部分(16)と前記第2多孔質芯部分(18)とが、連結するためと一緒に焼結されている、

ステップ、

少なくとも熱源(12)に接触させて又は熱源(12)の近傍に、多孔質芯構造(14)の表面(13)を配置するステップ、

前記第1組のマイクログループ(20)の第1多孔質壁(26, 28)と、前記第2組のマイクログループ(30)の第2多孔質壁(36, 38)との内部に、飽和流体(40)を充填するステップ、

前記多孔質芯構造の表面近くの前記流体(40)の一部を蒸発させて蒸気(50)を生

10

20

成し、前記熱源から熱を放散させるステップ、

前記互いに隣接する第2及び第1組のマイクログループ(20, 30)の間及び内部に、前記蒸気(50)を流すステップ、

前記多孔質芯構造(14)の前記表面から離れた位置で、前記蒸気(50)を液体(58)に凝結させるステップ、並びに

前記凝結させた液体(58)を、前記第1及び第2多孔質壁(26, 28, 36, 38)の少なくとも一方へと流すステップ

を含み、

前記第1組のマイクログループ(20)の前記第1多孔質壁(26, 28)と、前記第2組のマイクログループ(30)の前記第2多孔質壁(36, 38)とを相互接続することにより、前記第1及び第2多孔質壁(26, 28, 36, 38)の間及び内部に前記液体(40)を流す、方法。

10

#### 【請求項2】

前記第1及び第2組のマイクログループ(20, 30)を相互に接続することにより、前記第1及び第2組のマイクログループ(20, 30)の間及び内部に前記蒸気(50)を流す、請求項1に記載の方法。

#### 【請求項3】

熱源(12)が、レーザーダイオードアレイ、モーター制御装置、電子装置、ヒートシンク、ミサイル装置、通信装置、及び航空装置のうちの少なくとも一つからなる、請求項1に記載の方法。

20

#### 【請求項4】

前記多孔質芯構造(14)を閉じたチャンバハウジング(15)内部に配置するステップをさらに含む、請求項1に記載の方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【背景技術】

#### 【0001】

熱源から熱を放散させるための多数のヒートパイプ装置及び方法が存在する。例えば、既存の一ヒートパイプ装置では、閉鎖チャンバが使用される。閉鎖チャンバは、チャンバの内表面の周囲に亘って延びる多孔質芯の層を有している。チャンバの中心には空洞が存在する。チャンバは、液体が芯の孔隙の中にのみ存在する状態で、飽和した作動流体によって満たされる。蒸発器の領域が加熱されると、蒸発器の芯に含まれる液体が蒸発して中心の空洞に充満する。蒸発器の反対側が冷却されるため、そちら側で蒸気が凝結する。凝結した液体は、毛管作用により蒸発器に戻る。しかしながら、この種の構造又はプロセス、或いは他の種類の既存の構造又はプロセスは、特に高電力密度エレクトロニクスに関し、実用面で一又は複数の問題を有している。これらの問題には、構造強度が不十分であること、容量性が低いこと、ホットスポットにおける局所的な熱流束に対する耐性が低いこと、高い熱流束条件における性能が低いこと、内部構造の複雑さ、高い製造費、及び/又は一又は複数の他の種類の問題が含まれうる。

30

熱源から熱を放散させるための既存の装置及び/又は方法に対して優位性を提供する装置、使用法、及び/又は製造方法が必要とされている。

40

#### 【発明の概要】

#### 【0002】

本発明の一態様では、熱源から熱を放散させるための装置が提供される。本装置は、互いに隣接して配置される第1多孔質芯部分と第2多孔質芯部分から構成される多孔質芯構造を備える。第1多孔質芯部分は、第1組のマイクログループによって画定される。第2多孔質芯部分は、第1組のマイクログループと非平行に並べて心合せされる第2組のマイクログループによって画定される。

#### 【0003】

本発明の別の態様では、熱源から熱を放散させる方法が開示される。一ステップにおいて、互いに隣接して配置される第1多孔質芯部分と第2多孔質芯部分を有する多孔質芯構

50

造が提供される。第1多孔質芯部分は、第2多孔質芯部分に画定された第2組のマイクログループと非平行に並べて心合せされる第1組のマイクログループによって画定される。別のステップでは、多孔質芯構造の表面が、少なくとも熱源に接するよう又は熱源近傍に、配置される。また別のステップでは、第1組のマイクログループの第1多孔質壁内と、第2組のマイクログループの第2多孔質壁内に飽和流体が充填される。また別のステップでは、流体の一部が多孔質芯構造の表面近傍において蒸発して蒸気を形成し、熱源から熱を放散させる。別のステップでは、蒸気が隣接し合う第2及び第1組のマイクログループの間及び内部に流入する。別のステップでは、多孔質芯構造の表面から離れた位置で蒸気が液体へと凝結する。また別のステップでは、凝結した液体は第1及び第2多孔質壁の少なくとも一方に流れる。

10

#### 【0004】

本発明のさらなる態様では、熱源から熱を放散させるための装置の製造方法が開示される。一ステップにおいて、第1多孔質芯部分は、当該第1多孔質芯部分が第1組のマイクログループによって画定されるように成型される。別のステップでは、第2多孔質芯部分は、第2多孔質芯部分が第2組のマイクログループによって画定されるように成型される。また別のステップでは、第1多孔質芯部分が第2多孔質芯部分の隣に配置されて、第1組のマイクログループが第2組のマイクログループと非平行に並べて心合せされる。別のステップでは、第1及び第2多孔質芯部分が一緒に焼結される。

#### 【0005】

本発明のまた別の態様では、内部の作動流体により熱を伝達するための蒸気チャンバが提供される。蒸気チャンバは、少なくとも壁の一つに取り付けられた芯材料を含む内壁を有するシールされたハウジングを備える。芯材料は、第1方向に方向付けられた第1部分と、第1方向とは異なる第2方向に方向付けられた第2部分とを含む。作動流体は、第1及び第2方向の両方に自由に移動できる。

20

#### 【0006】

本発明の、上記及び他の特徴、態様及び利点は、添付図面、後述の説明及び請求の範囲によりさらに明らかとなる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0007】

【図1】装着された熱源から熱を放散させるための装置の一実施形態を示す斜視図である。

30

【図2】図1の装置の一部が分解された状態を示す斜視図であり、第1多孔質芯部分が第2多孔質芯部分から分離されている。

【図3】図3及び3Aは、それぞれ線3-3及び線3A-3Aにおける図1の装置の断面図である。

【図4】熱源から熱を放散させる方法の一実施形態のフローチャートである。

【図5】熱源から熱を放散させるヒートパイプ装置の芯構造の製造方法の一実施形態を示すフローチャートである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0008】

以下の詳細な説明は、本発明を実行するために現時点で考慮可能なベストモードについて行われる。本発明の範囲は請求の範囲に最もよく規定されるので、記載内容は限定的な意味を持たず、本発明の一般原理の説明のみを目的とする。

40

#### 【0009】

図1は、熱源12から熱を放散させるためのヒートパイプ装置10の一実施形態の斜視図であり、熱源12にヒートパイプ装置10の表面13を装着するか、又は熱源12近傍に同表面10を心合せすることができる。装置10は、カバー17を有するチャンバハウジング15内に収容することができ、カバー17は閉鎖されたチャンバハウジング15内部に装置10をシールする。チャンバハウジング15は、チャンバハウジング15内部に配置された装置10の表面13を加熱するために、熱源12近傍に心合せするか又は熱源

50

12に装着することができる。他の実施形態では、あらゆる種類のチャンバハウジング15を利用することができます、装置10のいずれかの表面を加熱するために、熱源12がチャンバハウジング15のいずれかの部分に沿って適用される。本発明の図面の一部において、熱源12は装置10と直接接しており、中間にチャンバハウジング15が示されていないが、本明細書に開示される実施形態のいずれについても、熱源12と装置10の間に中間的なチャンバハウジング15を配置することができる。熱源12は、熱放散を必要とするあらゆる種類の熱源から構成することができ、そのような熱源には、レーザーダイオードアレイ、モーター制御装置、電子装置、ヒートシンク、ミサイル装置、通信装置、航空装置、又は他の種類の熱源が含まれる。装置10は、第2多孔質芯部分18の隣に配置されて同芯部分に装着される第1多孔質芯部分16を含む多孔質芯構造14を備えることができる。第1及び第2多孔質芯部分16及び18の各々は、個別に成型され、焼結プロセス又は別の種類の連結プロセスにより互いに装着される部材とすることができます。10

#### 【0010】

図2は、一部が分離された、図1の装置10の斜視図であり、第1多孔質芯部分16が第2多孔質芯部分18から分離されている。図1及び2に示すように、第1多孔質芯部分16は、第1多孔質芯部分16の一方の端部22から他方の端部24まで平行に延びる第1組のマイクログループ20によって画定される。第1組のマイクログループ20の各々は、第1多孔質壁の両側面26及び28によって画定される。一実施形態では、第1多孔質芯部分16は、大きさ、方向、及び/又は構造の異なる第1の組のマイクログループ20を有することができる。20

同様に、第2多孔質芯部分18は、第2多孔質芯部分18の一方の端部32から他方の端部34まで平行に延びる第2組のマイクログループ30によって画定される。マイクログループ30の各々は、第2多孔質壁の両側面36及び38によって画定される。図示のように、第2組のマイクログループ30は、第1組のマイクログループ20と同じ大きさにすることができる。他の実施形態では、第2多孔質芯部分18は、大きさ、方向、及び/又は構造の異なる第2組のマイクログループ30を有することができる。

#### 【0011】

図1に示すように、第1多孔質芯部分16が第2多孔質芯部分18に装着されると、第1組のマイクログループ20は、第2組のマイクログループ30に対してほぼ垂直に、並べて心合せされる。他の実施形態では、第1組のマイクログループ20は、例えば非平行に、並べて心合せされた何らかの配置など、第2組のマイクログループ30とは別の方向及び構造に配置することができる。30

#### 【0012】

図3及び3Aは、それぞれ線3-3、3A-3Aにおける図1の装置10の断面図を示す。図1-3Aに示すように、第1組のマイクログループ20の各々の第1多孔質壁26及び28は、第2組のマイクログループ30の各々の第2多孔質壁36及び38と交差する。このようにして、図3-3Aに示すように、飽和液体40は、第1多孔質壁26及び28の各々の孔42を通って、且つ孔42の間及び内部に、そして第2多孔質壁36及び38の各々の孔44を通って、且つ孔44の間及び内部に流れることができる（方向46で示す）。他の実施形態では、流体40は、第1及び第2多孔質壁26、28、36、及び38の各々の孔42及び44の内部及び間で、あらゆる方向に流れることができる。40

熱源12に装着された装置10の表面13上の又は同表面13近傍のホットスポット48が加熱されると、多孔質副層37と第2多孔質壁36及び38内部に存在する飽和液体40は、副層37と第2多孔質壁36及び38内部の蒸気/液体インターフェースにおいて蒸発するか、又はホットスポット48近傍で沸騰して蒸気50を生成することができる。蒸気50は、沸騰した後で第2組のマイクログループ30に進入した場合（方向52及び53で示す）、多孔質副層37の孔44に流入することができる。他の実施形態では、蒸気50は第1及び第2多孔質壁26、28、36、及び38の各々の孔42及び44からあらゆる方向に流出することができる。蒸気50は、第2組のマイクログループ30と、相互接続された第1組のマイクログループ20の内部及び間を流れることができる（方50

向 5 4 で示す)。他の実施形態では、蒸気 5 0 は第 1 及び第 2 組のマイクログループ 2 0 及び 3 0 の内部及び間をあらゆる方向に流れることができる。

#### 【 0 0 1 3 】

蒸気 5 0 がホットスポット 4 8 から十分に離れたとき、例えば第 1 組のマイクログループ 2 0 内部の対応領域 5 6 の位置で、蒸気 5 0 は流体 5 8 へと凝結することができる。他の実施形態では、蒸気 5 0 は、ホットスポット 4 8 より低温の第 1 及び第 2 組のマイクログループ 2 0 及び 3 0 内部のいずれかの接触表面において凝結して液体に戻ることができる。孔 4 2 及び 4 4 によって生成される毛管の力は、孔 4 2 、及び 4 4 を介して、凝結した液体 5 8 を低温領域 5 6 からホットスポット領域 4 8 へ戻すことができる。

次いで、凝結した流体 5 8 が、第 1 及び出し 2 多孔質壁 2 6 、 2 8 、 3 6 、及び 3 8 の孔 4 2 及び 4 4 を介して且つ同孔 4 2 及び 4 4 の間及び内部を再循環することにより、この工程が繰返されてホットスポット 4 8 を冷却し続ける。他の実施形態では、凝結した流体 5 8 が、第 1 及び第 2 多孔質壁 2 6 、 2 8 、 3 6 、及び 3 8 の孔 4 2 及び 4 4 を介して且つ同孔 4 2 及び 4 4 の間及び内部をあらゆる方向に再循環することにより、ホットスポット 4 8 が冷却される。

#### 【 0 0 1 4 】

別の実施形態では、内部作動流体 4 0 により熱を伝達するための蒸気チャンバ 1 5 を設けることができる。蒸気チャンバ 1 5 は内壁を有するシールされたハウジングを備えることができ、蒸気チャンバ 1 5 の少なくとも一つの内壁には多孔質芯材料 1 4 が装着される。多孔質芯材料 1 4 は、第 1 方向に方向付けられた第 1 部分 1 6 と、第 1 方向とは異なる第 2 方向に方向付けられた第 2 部分 1 8 とを含むことができる。第 1 及び第 2 部分 1 6 及び 1 8 を相互にロックすることにより、内外圧力差に耐えるように構造強度を上げることが可能である。その結果、蒸気チャンバ 1 5 はさらに頑健になり、壁を薄くすることにより軽量化を促進することができ、及び / 又は追加的な支持構造の必要性を排除することができる。

第 1 及び第 2 部分 1 6 及び 1 8 の各々は、方向を画定するそれぞれのマイクログループ 2 0 及び 3 0 を有することができる。マイクログループ 2 0 及び 3 0 は、大きさが一定の直線とすることができるか、又は他の実施形態では不規則且つ曲線状とすることができる。一実施形態では、第 1 及び第 2 部分 1 6 及び 1 8 の第 1 及び第 2 方向は、ほぼ垂直とすることができる。他の実施形態では、第 1 及び第 2 方向は、互いに異なる方向及び構成に配置することができる。また別の実施形態では、三つ以上の部分を三つ以上の方向に使用することにより、複数の方向における熱伝達を増大させることができる。流体 4 0 は、第 1 及び第 2 方向の両方に、多孔質芯材料 1 4 内部において自由に移動することができる。このようにして、二つ以上の方向に流体を移動させることにより、熱伝達効率を改善することができる。蒸気 5 0 は、マイクログループ 2 0 及び 3 0 の組を通ってヒートスポット 1 3 からさらに容易に排出される。

#### 【 0 0 1 5 】

図 4 は、熱源 1 2 から熱を放散させる方法の一実施形態 1 6 4 のフローチャートを示す。ステップ 1 6 6 において、互いに隣接して配置される第 1 多孔質芯部分 1 6 と第 2 多孔質芯部分 1 8 とを有する多孔質芯構造 1 4 が供給される。第 1 及び第 2 多孔質芯部分 1 6 及び 1 8 は、個別に成型され、焼結工程、又は別の種類の装着工程により互いに連結される部材から構成することができる。第 1 多孔質芯部分 1 6 は第 1 組のマイクログループ 2 0 によって画定することができ、第 1 組のマイクログループ 2 0 は、第 2 多孔質芯部分 1 8 内に画定された第 2 組のマイクログループ 3 0 に対して非平行に、並べて心合せされる。

一実施形態では、第 1 及び第 2 組のマイクログループ 2 0 及び 3 0 は、ほぼ垂直に、並べて心合せすることができる。第 1 及び第 2 組のマイクログループ 2 0 及び 3 0 を相互接続することにより、蒸気 5 0 は、第 1 及び第 2 組のマイクログループ 2 0 及び 3 0 の間を流れることができる。第 1 組のマイクログループ 2 0 の第 1 多孔質壁 2 6 及び 2 8 を第 2 組のマイクログループ 3 0 の第 2 多孔質壁 3 6 及び 3 8 に相互接続することにより、流体

10

20

30

40

50

40が、第1及び第2多孔質壁26、28、36、及び38の間及び内部に流れることができる。

#### 【0016】

ステップ168では、多孔質芯構造14の表面13が熱源12に曝される。ステップ170では、適量の飽和作動流体を閉鎖チャンバ内に充填する。このとき、液体相40は、第1組のマイクログループ20の第1多孔質壁26及び28と第2組のマイクログループ30の第2多孔質壁36及び38内部にのみ存在する。ステップ172では、液体40の一部が多孔質芯構造14の表面13において又は同表面13の近傍で蒸発し、熱源12から熱を放散させて蒸気50を生成する。ステップ174では、蒸気50は、隣接する第2及び第1組のマイクログループ30及び20の間及び内部に流れることができる。ステップ176では、蒸気50は、表面13より低温の接触表面56において凝結し、凝結流体58となることができる。ステップ178では、凝結流体58は、第1多孔質壁26及び28、第2多孔質壁36及び38、及び/又は多孔質副層37に流入することができる。10

#### 【0017】

図5は、熱源12から熱を放散させるための装置10の一実施形態280のフローチャートである。ステップ282では、第1多孔質芯部分16を成型し、第1組のマイクログループ20によって画定する。ステップ284では、第2多孔質芯部分18を成型し、第2組のマイクログループ30によって画定する。第1及び第2多孔質芯部分16及び18の両方は、銅粉末及び粘性結合剤の少なくとも一方を用いて成型することができる。他の実施形態では、他の種類の材料を使用してもよい。成型された第1及び第2多孔質芯部分16及び18を乾燥させた後、第1及び第2多孔質芯部分16及び18の各々をオープン内で別々に加熱し、約850で別々に焼結することができる。他の実施形態では、様々な工程及び温度を使用できる。20

ステップ286では、第1多孔質芯部分16を第2多孔質芯部分18に並べて配置することにより、第1組のマイクログループ20を第2組のマイクログループ30と非平行に、並べて配置することができる。ステップ288では、第1及び第2組のマイクログループ20及び30を含む第1及び第2多孔質芯部分16及び18を、一緒に焼結する。一実施形態では、焼結は約950-1000で行うことができる。他の実施形態では、焼結は異なる温度で行うことができる。

#### 【0018】

第1及び第2芯部分16及び18と一緒に焼結した後、それらを非平行に、並べて心合せ(例えは垂直に並べて心合せ)した状態で、固定することができる。このとき、第1及び第2組のマイクログループ20及び30は固定されて、蒸気50が第1及び第2組のマイクログループ20及び30の内部及び間に流れるように、互いに接続される。同様に、このとき、第1組のマイクログループ20の第1多孔質壁26及び28と、第2組のマイクログループ30の第2多孔質壁36及び38は固定されて、流体40が第1及び第2多孔質壁26、28、36、及び38の内部及び間に流れるように、互いに接続される。第1及び第2芯部分16及び18は、閉鎖チャンバハウジング15の中に挿入することができる。30

#### 【0019】

本発明の一又は複数の実施形態は、一又は複数の既存の装置及び/又は方法を凌駕する以下の利点、すなわち、毛管作用の増大、熱流速の増大、構造強度の増大、大きさ又は重量の低減、複雑さの低減、製造コストの低減、効率上昇、冷却機能の増大、及び/又は既存の装置及び/又は方法の一又は複数の他の種類の利点を提供することができる。

当然であるが、上述の説明は本発明の実施例に関するものであり、請求の範囲に規定される本発明の精神及び範囲から逸脱することなく修正を加えることができる。

また、本発明は以下に記載する態様を含む。

##### (態様1)

熱源から熱を放散するための装置であって、

互いに隣接して配置された第1多孔質芯部分と第2多孔質芯部分を含む多孔質芯構造を

備えており、前記第1多孔質芯部分が第1組のマイクログループによって画定されており、前記第2多孔質芯部分が、前記第1組のマイクログループと非平行に並べて心合せされた第2組のマイクログループによって画定されている、装置。

(態様2)

前記第1及び第2組のマイクログループが、ほぼ垂直に並べて心合せされている、態様1に記載の装置。

(態様3)

前記装置の表面が、熱源に装着されているか、熱源近傍に心合せされているかの少なくともどちらかである、態様1に記載の装置。

(態様4)

前記第1組のマイクログループの第1多孔質壁と、前記第2組のマイクログループの第2多孔質壁の内部に流体が配されている、態様1に記載の装置。

10

(態様5)

前記第1及び第2組のマイクログループ内に蒸気が配されている、態様1に記載の装置。

。

(態様6)

前記第2多孔質壁の孔が、前記第2多孔質壁から前記第2組のマイクログループ内へと蒸発した蒸気を流すのに適している、態様4に記載の装置。

(態様7)

前記第1多孔質壁の孔が、前記第1組のマイクログループから前記第1多孔質壁内へと凝結した流体を流すのに適している、態様5に記載の装置。

20

(態様8)

前記第1及び第2組のマイクログループが相互に接続されることにより、前記第1及び第2組のマイクログループの内部及び間に蒸気が流れることができる、態様1に記載の装置。

(態様9)

前記第1組のマイクログループの第1多孔質壁と前記第2組のマイクログループの第2多孔質壁とが相互に接続されることにより、前記第1及び第2多孔質壁の内部及び間に流体が流れることができる、態様1に記載の装置。

(態様10)

30

前記隣接する第1及び第2多孔質芯部分が、一緒に焼結される別々の成型部材から構成される、態様1に記載の装置。

(態様11)

チャンバハウジングの内部に封入される、態様1に記載の装置。

(態様12)

熱源から熱を放散させる方法であって、

互いに隣接して配置される第1多孔質芯部分と第2多孔質芯部分とを有する多孔質芯構造を準備するステップであって、前記第1多孔質芯部分が第1組のマイクログループによって画定されており、前記第1組のマイクログループが、前記第2多孔質芯部分内に画定された第2組のマイクログループに非平行に並べて心合せされている、ステップ、

40

少なくとも熱源に接触させて又は熱源の近傍に、多孔質芯構造の表面を配置するステップ、

前記第1組のマイクログループの第1多孔質壁と、前記第2組のマイクログループの第2多孔質壁との内部に、飽和流体を充填するステップ、

前記多孔質芯構造の表面近くの前記流体の一部を蒸発させて蒸気を生成し、前記熱源から熱を放散させるステップ、

前記互いに隣接する第2及び第1組のマイクログループの間及び内部に、前記蒸気を流すステップ、

前記多孔質芯構造の前記表面から離れた位置で、前記蒸気を液体に凝結させるステップ、並びに

50

前記凝結させた液体を、前記第1及び第2多孔質壁の少なくとも一方へと流すステップを含む方法。

(態様 1 3 )

前記第1及び第2組のマイクログループを、ほぼ垂直に並べて心合せする、態様12に記載の方法。

(態様 1 4 )

前記第1及び第2組のマイクログループを相互に接続することにより、前記第1及び第2組のマイクログループの間及び内部に前記蒸気を流す、態様12に記載の方法。

(態様 1 5 )

前記第1組のマイクログループの前記第1多孔質壁と、前記第二組のマイクログループの前記第2多孔質壁とを相互接続することにより、前記第1及び第2多孔質壁の間及び内部に前記流体を流す、態様12に記載の方法。 10

(態様 1 6 )

前記互いに隣接する第1及び第2多孔質芯部分を、別々に成型されて一緒に焼結される部材から構成する、態様12に記載の方法。

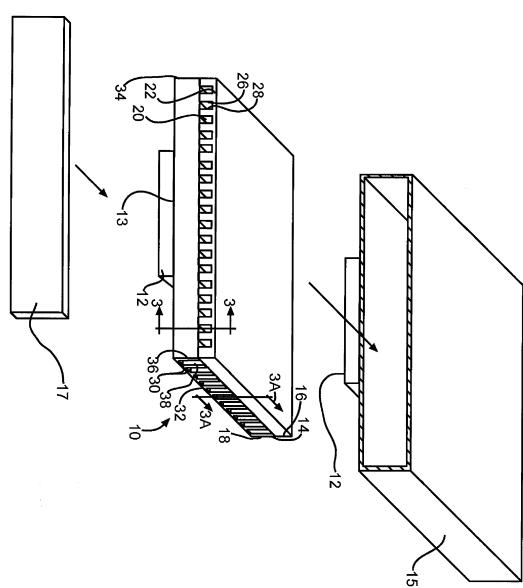
(態様 1 7 )

熱源が、レーザーダイオードアレイ、モーター制御装置、電子装置、ヒートシンク、ミサイル装置、通信装置、及び航空装置のうちの少なくとも一つからなる、態様12に記載の方法。

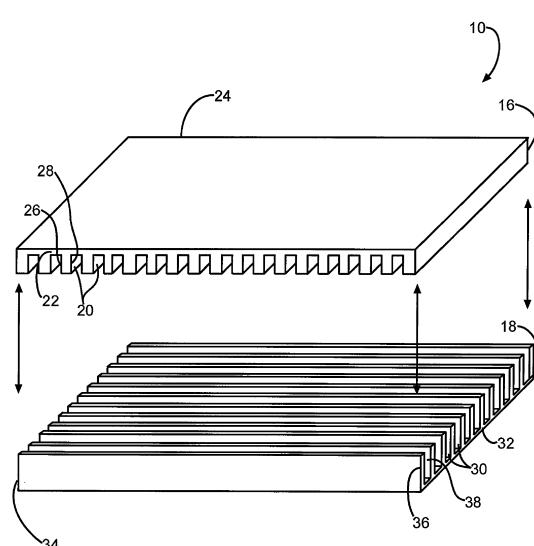
(態様 1 8 )

前記多孔質芯構造を閉じたチャンバハウジング内部に配置するステップをさらに含む、態様12に記載の方法 20

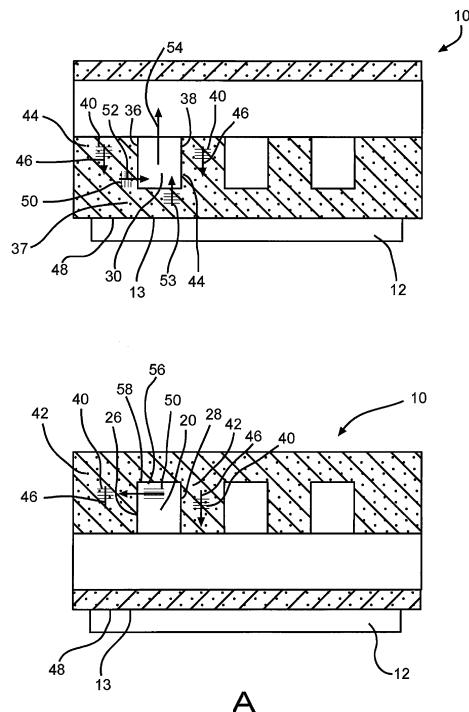
【図1】



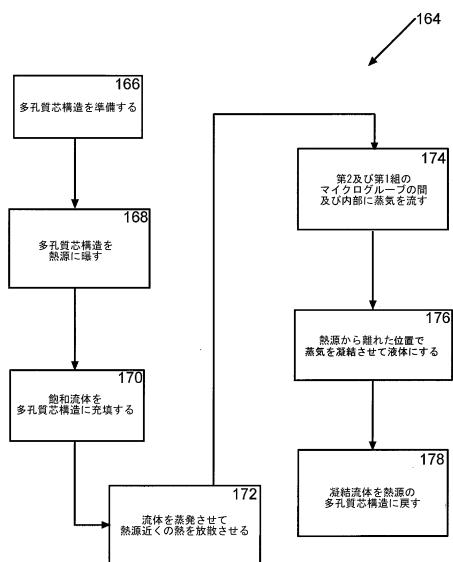
【図2】



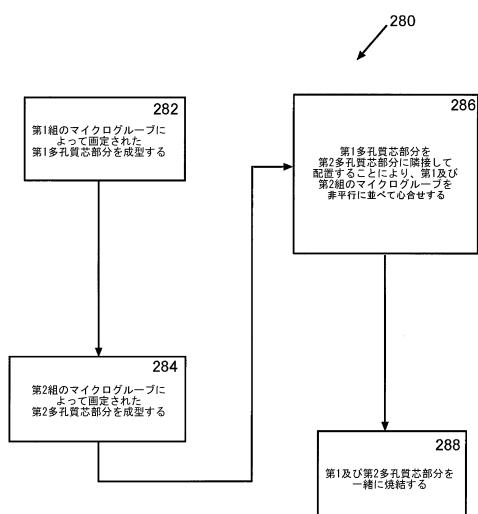
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 チェン , チャン - ラング

アメリカ合衆国 カリフォルニア 91360 , サウザンド オークス , ヴィア ヴァード  
3916

審査官 新井 浩士

(56)参考文献 米国特許第03613778(US,A)

米国特許第03598180(US,A)

米国特許出願公開第2006/0219391(US,A1)

特開2000-174439(JP,A)

米国特許出願公開第2002/0179284(US,A1)

特開2004-225954(JP,A)

特開平9-87707(JP,A)

特開昭50-43553(JP,A)

特開昭61-91498(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 15/02

H01L 23/427

H05K 7/20