

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-129971

(P2009-129971A)

(43) 公開日 平成21年6月11日(2009.6.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H05K 7/20 (2006.01)</b>	H05K 7/20	Q 5E322
<b>F28D 15/02 (2006.01)</b>	F28D 15/02	M 5F136
<b>H01L 23/427 (2006.01)</b>	F28D 15/02	1O1H
	F28D 15/02	1O2A
	H01L 23/46	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2007-300522 (P2007-300522)  
 (22) 出願日 平成19年11月20日(2007.11.20)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成19年5月  
 日に社団法人日本伝熱学会主催の第44回日本伝熱シン  
 ポジウムにて発表

(71) 出願人 507382980  
 鹿野 一郎  
 山形県米沢市城南四丁目3番16号 山形  
 大学学術情報基盤センター内  
 (74) 代理人 100085589  
 弁理士 ▲桑▼原 史生  
 (72) 発明者 鹿野 一郎  
 山形県米沢市城南四丁目3番16号 山形  
 大学学術情報基盤センター内  
 (72) 発明者 高橋 一郎  
 山形県米沢市城南四丁目3番16号 山形  
 大学大学院理工学研究科 機械システム工  
 学分野

最終頁に続く

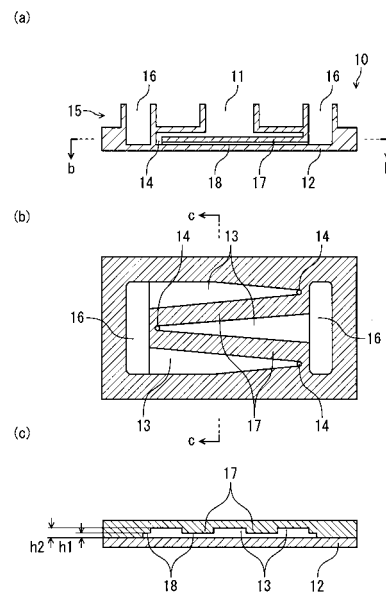
(54) 【発明の名称】 熱伝達装置

(57) 【要約】

【課題】 高温側熱源から低温側熱源への熱輸送効率が良い、ドライアウトによる機能低下を改善した新規な構成の熱伝達装置を提供する。

【解決手段】 熱源によって液体を加熱する熱伝導プレート12と、該熱伝導プレート上に形成される流体チャネル13と、流体チャネルに液体を供給する液体流入口14と、流体チャネルの出口に連通する蒸気回収室16とを備える蒸発容器15を有する熱伝達装置10である。流体チャネルに供給された液体が熱伝導プレートにより沸点以上の温度に加熱されて蒸発したときの体積変化によって液体およびその蒸気を流体チャネルの出口に向けて一方方向に移動させるようポンプ機能を発揮する。熱伝導プレート上において流体チャネル間に連通する微小間隙チャネル18を形成して、液体が蒸発しない非沸騰領域を確保することにより、ドライアウトを防止する。微小間隙チャネルは、熱伝導プレートとの間に0.05mm以下の微小隙間h1を与えるように形成されることが好ましい。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱源によって液体を加熱する熱伝導プレートと、該熱伝導プレート上に形成される流体チャンネルと、流体チャンネルに液体を供給する液体供給手段と、流体チャンネルの出口に連通する蒸気回収室とを備える蒸発容器を有し、流体チャンネルに供給された液体が熱伝導プレートにより沸点以上の温度に加熱されて蒸発したときの体積変化によって液体およびその蒸気を流体チャンネルの出口に向けて一方向に移動させるようポンプ機能を発揮するものであって、該熱伝導プレート上において該流体チャンネル間に連通する微小間隙チャンネルを形成し、該微小間隙チャンネルを液体が蒸発しない非沸騰領域として確保したことを特徴とする熱伝達装置。

10

## 【請求項 2】

前記微小間隙チャンネルは、熱伝導プレートとの間に 0.05 mm 以下の微小隙間を与えるように形成されることを特徴とする、請求項 1 記載の熱伝達装置。

## 【請求項 3】

前記液体供給手段は流体チャンネルの入口に液体を供給することを特徴とする、請求項 1 または 2 記載の熱伝達装置。

## 【請求項 4】

前記液体供給手段は微小間隙チャンネルに液体を供給することを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれか記載の熱伝達装置。

## 【発明の詳細な説明】

20

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は熱伝達装置に関し、より詳しくは、作動液体を加熱することによって高温側熱源から低温側熱源に効率的に熱を輸送することができる熱伝達装置に関する。外部からの動力で液体を駆動することも可能であるが、本発明の熱伝達装置は、特に、外部から動力を加えることなく作動液体を移動させるものとして好適に実施可能である。

## 【背景技術】

## 【0002】

上記のような熱伝達装置は、たとえば、CPU やレーザダイオードなどの局所発熱体が多数配置されている電子機器において、その電子機器内部が過熱状態となることを防止するために用いられる。このような用途においては省スペース性も要求される。

30

## 【0003】

従来から採用されている省スペース性熱伝達装置としては、ヒートパイプなどの高温熱伝導体を組み込み、該高温熱伝導体の外側の金属による熱伝導とその内側の作動液体の熱伝達により局所発熱体から断面積の大きいヒートシンクまたはラジエータなどの放熱装置に熱を輸送し、該放熱装置を強制空冷で冷却する手法が主流である。

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

しかしながら、上述した従来熱伝達装置は、機械的動力を加えることなく熱を高温側熱源から低温側熱源に移送させることができても、熱輸送量が使用姿勢により変化したり、伝熱面の液体が蒸発してドライアウトすることによって熱輸送の機能が低下し、あるいは停止してしまうことがあった。

40

## 【0005】

したがって、本発明の課題は、高温側熱源から低温側熱源への熱輸送効率が良く、しかも高寿命である新規な構成の熱伝達装置を提供することである。より詳しくは、熱を高温側熱源から低温側熱源に効率よく輸送することができる熱伝達装置を提供し、特に、使用姿勢による熱輸送量の変化とドライアウトによる機能低下の双方を改善すると共に、作動液体の蒸発によって液体を一方向に移動させるポンプ機能を持たせることによって省スペースで熱輸送量を増大させることができる熱伝達装置を提供することを課題とする。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決することができる熱伝達装置について、発明者らは、沸点以上の温度に加熱された液体中に球状の粒子を伝熱面上に置いた場合、伝熱面と粒子の接点から少し（たとえば0.05mm程度）離れたところから安定して発泡し、接点を含むその内側領域では発泡しないという過去の報告（高橋・石川、機論（B）、61-554（1995）、1498）に注目した。ここでは、伝熱面から過熱液層、粒子へと熱流束が流入し、接点付近ではキャピティへの熱流束の回り込みが抑制されるため発泡しない領域となると説明されている。

## 【0007】

この報告に基づき、発明者らは、いわゆる水平沸騰型マイクロチャンネルヒートシンクにおいて、マイクロチャンネルの他に微小間隙を持つ流体チャンネルを設けることにより安定した沸騰伝熱を実現することができるものと考えて鋭意研究と実験を重ね、本発明を完成させた。

## 【0008】

すなわち、本発明による熱伝達装置は、熱源によって液体を加熱する熱伝導プレートと、該熱伝導プレート上に形成される流体チャンネルと、流体チャンネルに液体を供給する液体供給手段と、流体チャンネルの出口に連通する蒸気回収室とを備える蒸発容器を有し、流体チャンネルに供給された液体が熱伝導プレートにより沸点以上の温度に加熱されて蒸発したときの体積変化によって液体およびその蒸気を流体チャンネルの出口に向けて一方向に移動させるようポンプ機能を発揮するものであって、該熱伝導プレート上において該流体チャンネル間に連通する微小間隙チャンネルを形成し、該微小間隙チャンネルを作動液体が蒸発しない非沸騰領域として確保したことを特徴としている。

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、沸騰型マイクロチャンネルヒートシンクとして構成されるような熱伝達装置において、流体チャンネル間に連通する微小間隙チャンネルを形成して、該微小間隙チャンネルを作動液体が蒸発しない非沸騰領域として確保したので、ドライアウトを防止し、高温側熱源から低温側熱源への熱輸送効率を改善し且つ高寿命化することができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0010】

図1は本発明の一実施形態による熱伝達装置の要部概略構成図であり、図2はこれに準じた構成の熱伝達装置の一部破断分解斜視図である。この熱伝達装置10は、純水などの作動液体が供給される供給タンク11と、作動液体（以下「水」）を加熱する熱伝導プレート12と、熱伝導プレート12の上面に形成される流体チャンネル13と、供給タンク11に供給された水を流体チャンネル13に流入させるための液体流入口14とを備える蒸発容器15を有して構成されている。熱伝導プレート12の下方には発熱体（図示せず）が取り付けられ、熱伝導によって、流体チャンネル13を流れる水をその沸点以上の温度に加熱し、沸騰・蒸発させる。なお、図2の熱伝達装置における符号19については図4に関して後述する。

## 【0011】

蒸発容器15の幅方向両側には、流体チャンネル13に連通する蒸気回収室16が設けられている。水が流体チャンネル13を流れる間に熱伝導プレート12により加熱されて蒸発すると、そのときの体積変化により、水または水蒸気を流体チャンネル13の入口（液体流入口14）から出口（蒸気回収室16）へと一方向に移動させるポンプ機能が発揮される。流体チャンネル13は入口（液体流入口14）から出口（蒸気回収室16）に向けて徐々に流路幅が大きくなるように（図1（a）および図2参照）、また、入口（液体流入口14）の断面積より出口（蒸気回収室16に通じる開口）の断面積が大きくなるように設計される（図1（b）および図2参照）。

## 【0012】

蒸発容器 15 の上蓋 20 は供給タンク 11 および蒸気回収室 16 を閉じるように設けられるが、供給タンク 11 に連通する液体供給口 21 および蒸気回収室 16 に連通する蒸気排出口 22 が備えられている。蒸気回収室 16 で回収された蒸気は蒸気排出口 22 から蒸発容器 15 の外部に放出され、凝縮液化された後に液体供給口 21 から供給タンク 11 に供給される循環経路が形成される。

#### 【0013】

この熱伝導装置 10 では、流体チャネル 13 を形成するために熱伝導プレート 12 上に設けられているリブ 17 を熱伝導プレート 12 の上面から浮かせた状態にしてその間に微小間隙チャネル 18 を形成して、流体チャネル 13 と連通させている。リブ 17 と熱伝導プレート 12 の間に形成される微小間隙チャネル 18 の隙間  $h_1$  は 0.05 mm 以下であることが好ましく、たとえば 0.03 mm とする。一方、流体チャネル 13 の隙間  $h_2$  は 0.05 mm よりも十分に大きければ特に限定的ではないが、たとえば約 20 mm である。したがって、図 1 (c) から明らかなように、リブ 17 の下面は、熱伝導プレート 12 との間に流体チャネル 13 が形成される部分が凹部となり、熱伝導プレート 12 との間に微小間隙チャネル 18 が形成される部分が凸部となる凹凸状に形成されている。

10

#### 【0014】

供給タンク 11 に供給された水は、発熱体により加熱させられた熱伝導プレート 12 およびリブ 17 を介して一次的に加熱され、さらに液体流入口 14 から流体チャネル 13 に入り込んでさらに熱伝導プレート 12 上で加熱される。流体チャネル 13 は上述のようにリブ 17 の下方に設けられる微小間隙チャネル 18 に連通しているので、流体チャネル 13 を流れる水の一部は微小間隙チャネル 18 にも流入する。後述するように、熱伝導プレート 12 が水の沸点以上の過熱状態においても、微小間隙チャネル 18 においては水は蒸発しないという特性がある。すなわち、この微小間隙チャネル 18 は非沸騰領域として機能する。一方、熱伝導プレート 12 との間に十分な隙間  $h_2$  が確保されている流体チャネル 13 においては、熱伝導プレート 12 が液体沸点以上の過熱状態にある場合、水が沸騰する沸騰領域となる。

20

#### 【0015】

上記の作用についてさらに詳しく説明すると、熱伝導プレート 12 とリブ 17 との隙間  $h_1$  が微小である微小間隙チャネル 18 にある水は、熱伝導プレート 12 からの熱流束が気泡核に回り込むことができないため、蒸発することなく常に液体として存在し、非沸騰領域を実現させる。これは前記報告(高橋・石川、機論(B)、61-554(1995)、1498)から導かれる原理である。一方、熱伝導プレート 12 とリブ 17 との隙間  $h_2$  が大きい流体チャネル 13 においては、熱伝導プレート 12 からの熱流束が気泡核に回り込むので、水が蒸発する沸騰領域となる。図 3 は、図 1 の熱伝導装置 10 を稼働させたときの水の沸騰・非沸騰状態を示し、網掛けを施した部分では蒸発が起こらずに水が液体として保持されている。図示のように、微小間隙チャネル 18 では蒸発が起こらずに水が液体として保持されており、この部分が非沸騰領域を実現していることが分かる。

30

#### 【0016】

一方、流体チャネル 13 の入口付近すなわち液体流入口 14 近くでは、常に液体が供給されている。また、液体流入口 14 近くで気液界面 L として図 3 に示されるように蒸気泡と水との境界が存在し、この界面 L によって表面張力が発生するため、これによって液体は流体チャネル 13 内に吸引される。したがって、図 3 に網掛けで示すように、液体流入口 14 近くの流体チャネル 13 には液体が残り、液体流入口 14 から水が微小間隙チャネル 18 に入り込むことを担保している。

40

#### 【0017】

なお、流体チャネル 13 を流れる間に蒸発した蒸気泡が合体して大きく成長すると、水は液体流入口 14 と蒸気回収室 16 の双方に向けて移動しようとするが、上述のように液体流入口 14 近くに形成される気液界面 L での表面張力によって蒸気が液体流入口 14 に逆流することが防止され、且つ、液体注入口 14 は蒸気回収室 16 より断面積が小さいので、蒸気泡の成長により発生した流れは流路抵抗により蒸気回収室 16 に向けて一方向に

50

流れる。そして、十分に時間が経過すると、流体チャネル 13 内は実質的に蒸気で満たされることになり、蒸気回収室 16 から蒸気が流出する。

【0018】

言うまでもないことであるが、本発明は上記および図示の実施形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内において多種多様な実施形態を取り得る。たとえば、本発明の伝達装置に用いられる作動液体は典型的には水であるが、その他実施可能なあらゆる種類の液体を使用することができる。

【0019】

また、作動液体を流体チャネル 13 および微小間隙チャネル 18 に流入させるための液体供給機構として、上記実施形態では液体流入口 14 を採用したが、図 4 に示すような構成を採用してもよい。図 4 に示す実施形態では、上記実施形態における同様に、供給タンク 11 から液体（水）を流体チャネル 13 の入口側に供給するための液体流入口 14 を設けるとともに、さらに加えて、微小間隙チャネル 18 の上方に設けられているリブ 17 を上下に貫通する液体流入穴 19 をリブ 17 の長さ方向に任意間隔で複数開口形成している。この実施形態によれば、供給タンク 11 内の水は、液体流入口 14 から流体チャネル 13 の入口側に供給されるとともに、複数の液体流入穴 19 から微小間隙チャネル 18 に対して直接的に供給されることになるので、微小間隙チャネル 18 に対する水供給がより確実に担保され、非沸騰領域の確保をより確実なものとすることができる。このような構成は、液体流入口 14 の直径が小さい場合に特に有効である。

10

【0020】

なお、微小間隙チャネル 18 に対して直接的に水を供給するための液体流入穴 19 は、その直径が大きすぎると、液体流入穴 19 を通過する間に沸騰してしまうおそれがあるので、微小間隙チャネル 18 の隙間  $h_1$  と同様、0.05 mm 以下の直径とすることが好ましい。

20

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図 1】本発明の一実施形態による熱伝達装置の概略構成図であり、(a) は長手方向断面図、(b) は (a) 中 b - b 矢視断面図、(c) は (b) 中 c - c 矢視断面図である。

【図 2】図 1 に準じた構成の熱伝達装置を示す一部破断分解斜視図である。

【図 3】図 1 の熱伝達装置を稼働させたときの水の沸騰・非沸騰状態を示す図である。図 3 (a) は図 1 (c) に対応し、図 3 (b) は図 1 (b) に対応している。

30

【図 4】本発明の他の実施形態による熱伝達装置の概略構成図であり、(a) は断面図、(b) は (a) 中 b - b 矢視断面図である。

【符号の説明】

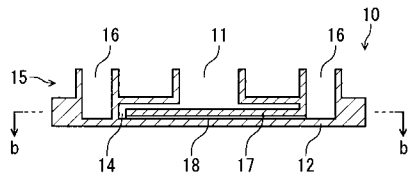
【0022】

- 10 熱伝達装置
- 11 供給タンク
- 12 熱伝導プレート
- 13 流体チャネル
- 14 液体流入口
- 15 蒸発容器
- 16 蒸気回収室
- 17 リブ
- 18 微小間隙チャネル
- 19 液体流入穴
- 20 蒸発容器の上蓋
- 21 液体供給口
- 22 蒸気排出口

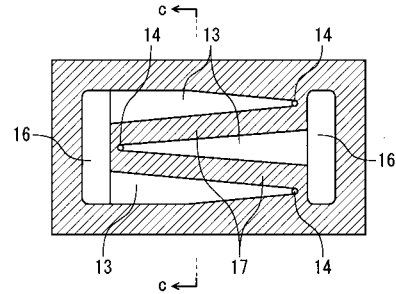
40

【 図 1 】

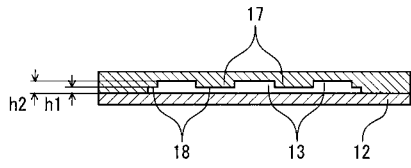
(a)



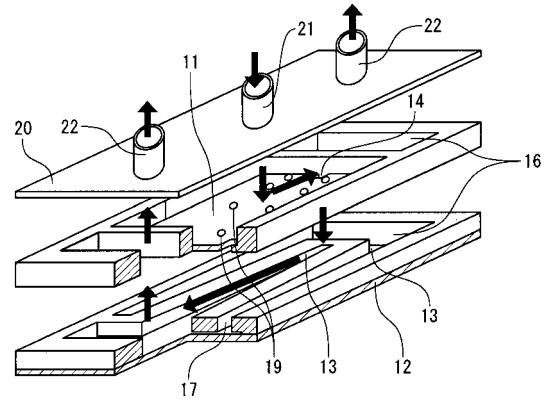
(b)



(c)

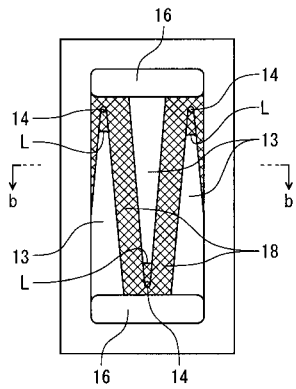


【 図 2 】

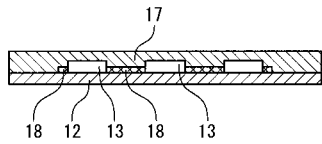


【 図 3 】

(a)

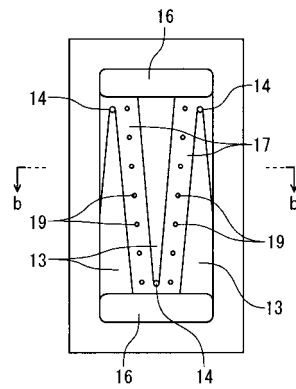


(b)

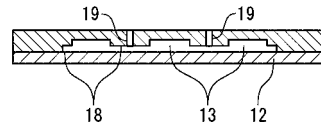


【 図 4 】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 金子 真徳

山形県米沢市城南四丁目3番16号 山形大学大学院理工学研究科 機械システム工学専攻

Fターム(参考) 5E322 AA01 DB05 DB06 FA01 FA04

5F136 CC35