

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/147217 A1

- (51) 国際特許分類:  
F28D 15/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/066430
- (22) 国際出願日: 2011 年 7 月 20 日(20.07.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2011-099051 2011 年 4 月 27 日(27.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社フジクラ (Fujikura Ltd.) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): アハメド モハマド シャヘッド (AHAMED, Mohammad Shahed) [BD/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目 5 番 1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP). 川原 洋司 (KAWAHARA, Youji) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目 5 番 1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP). 齋藤 祐士 (SAITO, Yuji) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目 5 番 1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP). 望月 正孝 (MOCHIZUKI, Masataka) [JP/JP]; 〒1358512 東京

都江東区木場一丁目 5 番 1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP). 田原 裕一郎 (TAHARA, Yuichiro) [JP/JP]; 〒1358512 東京都江東区木場一丁目 5 番 1 号 株式会社フジクラ内 Tokyo (JP).

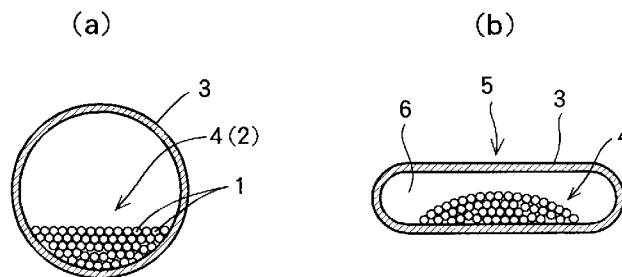
- (74) 代理人: 渡邊 丈夫 (WATANABE, Takeo); 〒1130034 東京都文京区湯島 3 丁目 1 2 番 1 号 アデックスビル 3 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: FLAT HEAT PIPE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 扁平型ヒートパイプおよびその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided are a flat heat pipe provided with a wick and a manufacturing method therefor, the flat heat pipe achieving an improved reflux property without a decrease in the area in which a working fluid is evaporated of the wick. A flat heat pipe (5) for transporting heat by a working fluid that is evaporated by being heated and is condensed by releasing heat is provided with: a container (3) which is formed in a flat shape and into which the working fluid is sealed; and a wick (4) which is formed by bundling multiple wires, and is configured such that the wick (4) is affixed in a swelled state to one flat surface inside the container (3) over the entire length in the longitudinal direction of the container (3) by sintering, and the evaporated working fluid flows between the wick (4) affixed to the one flat surface and the other flat surface inside the container (3).

(57) 要約: ウィックにおける作動流体が蒸気化する面積を減少させることなく、還流特性を向上させたウィックを備えた扁平型ヒートパイプおよびその製造方法を提供する。加熱されて蒸発しかつ放熱して凝縮する作動流体によって熱を輸送する扁平型ヒートパイプ5において、扁平型に形成されかつ作動流体が封入されたコンテナ3と、多数本のワイヤを束ねたウィック4とを備え、ウィック4がコンテナ3の長手方向の全長に亘ってコンテナ3の内部における一方の平坦面に、盛り上がった状態で焼結により固定され、その一方の平坦面に固定されたウィック4とコンテナ3の内部における他方の平坦面との間を蒸発した作動流体が流動するように構成されている。

WO 2012/147217 A1

**WO 2012/147217 A1**



---

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：** 扁平型ヒートパイプおよびその製造方法

### 技術分野

[0001] この発明は、コンテナの内部に封入した作動流体によって熱を輸送するように構成されたヒートパイプに関し、特に作動流体を蒸発部に還流させる毛細管力を発生させるためのウイックがワイヤ束によって構成され、しかも全体として扁平形状に構成されたヒートパイプおよびその製造方法に関するものである。

### 背景技術

[0002] ヒートパイプは基本的には空気などの非凝縮性の気体を脱気したコンテナ（容器）の内部に、水やアルコールなどの目的とする温度範囲で蒸発および凝縮する流体を作動流体として封入し、さらに液相の作動流体を還流させるための毛細管力を発生するウイックをコンテナの内部に設けたものである。したがって、ヒートパイプにおいては、その作動流体が外部から熱を受けて蒸発し、その蒸気が圧力の低い箇所に向けて流れた後に放熱して凝縮する。その結果、作動流体はその潜熱によって熱を輸送する。凝縮した作動流体はウイックに浸透する。一方、蒸発の生じている箇所ではウイックによる毛細管力が生じているので、ウイックに浸透した作動流体がその毛細管力によって、蒸発の生じている箇所に還流させられる。

[0003] このように、ヒートパイプでは、外部から熱が伝達される蒸発部と、作動流体が外部に放熱する放熱部との間で蒸気流が生じ、またこれとは反対方向に向けた液流が生じることにより、熱が輸送される。したがって、熱輸送能力を向上させ、あるいは熱抵抗を低減するためには、蒸気流と液流とを円滑に、また必要十分に生じさせることが好ましい。また、ヒートパイプの用途は多様であり、例えば電子機器での冷却のために使用されることもあり、そのような場合、その電子素子や回路の小型化に合わせてヒートパイプも小型軽量化することが望まれる。

[0004] そこで従来、蒸気流のための流路の確保や作動流体の還流特性の向上、さらには小型化のための各種の技術が開発されており、その一例として、特開 2011-43320 号公報にはパイプを押し潰すことにより扁平化した扁平型ヒートパイプが開示されている。具体的には、特開 2011-43320 号公報によれば、パイプの内部に切り欠き部を有する芯材を挿入し、パイプの内壁面と切り欠き部とによって形成される空間に金属粉末を充填し、これらを加熱することにより金属粉末を焼結してウイックが形成される。このように形成されたウイックはパイプの内壁面に固定され、その後、芯材のみがパイプから引き抜かれる。更にその後、内壁面に固定されたウイックがそのウイックを固定している内壁面に対向する他の内壁面に接触するようにパイプを押し潰して扁平化することにより、扁平型ヒートパイプが形成される。したがって、この特開 2011-43320 号公報に記載されたヒートパイプによれば、ウイックと他の内壁面との間に毛管力が生じ、その毛管力とウイックの毛管力とによっても作動流体の還流できるので、熱輸送を強化できる、とされている。

[0005] このように、特開 2011-43320 号公報に記載された扁平型ヒートパイプにおいては、金属粉末により形成されたウイックがコンテナの一方の内壁面に焼結されて固定されるとともに、他方の内壁面とも接触している。そのため、扁平化したコンテナの内部空間は二つの狭い蒸気空間に分割されることになる。その結果、その狭い蒸気空間において作動流体蒸気の流速が速くなるなど蒸気空間を有効に利用できず、熱輸送能力が低下する可能性がある。また、金属粉末を焼結させたウイックはワイヤ束をウイックとして使用する場合に比較して連続的な作動流体の還流路が形成されないために作動流体の流動抵抗が大きくなり、その結果、扁平型ヒートパイプにおいて、作動流体の還流特性を向上させるためには不利になる可能性がある。

## 発明の概要

[0006] この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであり、ウイックにおける作動流体が蒸気化する面積を減少させることなく、還流特性を向上さ

せたウィックを備えた扁平型ヒートパイプおよびその製造方法を提供することを目的とするものである。

[0007] 上記の目的を達成するために、この発明は、加熱されて蒸発しかつ放熱して凝縮する作動流体によって熱を輸送する扁平型ヒートパイプにおいて、扁平型に形成されかつ前記作動流体が封入されたコンテナと、多数本のワイヤを束ねたウィックとを備え、前記ウィックが前記コンテナの長手方向の全長に亘って前記コンテナの内部における一方の平坦面に、盛り上がった状態で焼結により固定され、その一方の平坦面に固定された前記ウィックと前記コンテナの内部における他方の平坦面との間を前記蒸発した作動流体が流動するように構成されていることを特徴とするものである。

[0008] また、この発明は、上記の発明において、前記ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他の多数のワイヤに対して交差されていることを特徴とする扁平型ヒートパイプである。

[0009] さらに、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記一方の平坦面に固定されたウィックと前記他方の平坦面との間には、前記蒸発した作動流体が流動可能な間隔が維持されていることを特徴とする扁平型ヒートパイプである。

[0010] さらにまた、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記コンテナの長手方向に直交する前記ウィックの断面の形状が、矩形状と扁平な半円形状とのいずれか一方を含むことを特徴とする扁平型ヒートパイプである。

[0011] そして、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記コンテナは、前記ウィックをパイプの内壁面の幅方向の一部に偏らせて接触させるとともにその状態で焼結することにより前記ウィックを固定させ、前記ウィックが固定された内壁面が平坦面となるように押しつぶされて形成されることを特徴とする扁平型ヒートパイプである。

[0012] そしてまた、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記ワイヤは、銅線と炭素繊維とのいずれか一方を含むことを特徴とする扁平型ヒートパイプである。

[0013] 一方で、この発明は、加熱されて蒸発しかつ放熱して凝縮する作動流体によって熱を輸送する扁平型ヒートパイプの製造方法において、多数本のワイヤを束ねてウィックを形成するウィック形成工程と、その後、前記ウィックをパイプの全長に亘ってその内壁面の幅方向の一部に偏らせて接触させ、その状態で焼結することにより前記ウィックを前記パイプの全長に亘ってその内壁面に固定する焼結工程と、その後、前記ウィックが固定された内壁面が平坦面になるように前記パイプを押しつぶして前記パイプを扁平化させる扁平化工程と、を備えていることを特徴とする製造方法である。

[0014] また、この発明は、上記の発明において、前記ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他の多数のワイヤに対して交差されていることを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法である。

[0015] さらに、この発明は、上記の発明において、前記焼結工程は、前記ウィックと、前記ウィックを保持する保持部が形成された円柱形状のスペーサーとを共に前記パイプの内部に挿入することにより前記ウィックを前記パイプの全長に亘ってその内壁面に接触させかつ偏らせて配置させる配置工程と、前記パイプの内部に前記ウィックとともに前記スペーサーを挿入している状態で焼成することにより前記内壁面に前記ウィックを固定した後に、前記スペーサーのみを前記パイプから引き抜く工程とを含むことを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法である。

[0016] さらにまた、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記一方の平坦面に固定されたウィックと前記他方の平坦面との間には、前記蒸発した作動流体が流動可能な間隔が維持されていることを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法である。

[0017] そしてまた、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記扁平化されたパイプの長手方向に直交する前記ウィックの断面の形状が、矩形状と扁平な半円形状とのいずれか一方を含むことを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法である。

[0018] そしてまた、この発明は、上記のいずれかの発明において、前記ワイヤは

、銅線と炭素繊維とのいずれか一方を含むことを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法である。

[0019] この発明によれば、ウィックがワイヤを束ねたワイヤ束によって構成されているので、作動流体が浸透することにより生じるメニスカスでの実効毛細管半径が小さくなる。その結果、液相の作動流体を還流させるための大きい毛管力を得ることができる。これに加えて、ウィックの長手方向におけるワイヤの密度が均一化され、ワイヤ間の空隙率の変化が抑えられる。そのため、ワイヤ同士の間には滑らかに連続した作動流体の還流路が形成され、作動流体の流動抵抗を小さくすることができる。また、ウィックが扁平型のコンテナにおける一方の平坦面に固定されているため、上記の一方の平坦面の幅方向に亘って液相の作動流体を行き渡らせることができる。すなわち、コンテナの一方の平坦面の幅方向において入熱される箇所が限定されない。加えて、ウィックと他方の平坦面との間を蒸発した作動流体が流動できるように構成されているため、ウィックと他方の平坦面との間に毛管力が生じることがない。そのため、ウィック表面が液相の作動流体によって覆われることを未然に回避もしくは抑制することができる。その結果、ウィックと他方の平坦面との間が還流路となることにより、ウィックにおいて作動流体を蒸発させるための面積が減少することを未然に回避もしくは抑制することができる。このように、ウィックと他方の平坦面との間が還流路とならないため、蒸発した作動流体が流動するための空間が減少し、その結果、蒸発した作動流体の流動が阻害されることを未然に回避もしくは抑制することができる。上記の理由により、液相の作動流体の蒸発面積が拡大するとともに、液相の作動流体の還流特性が向上する。加えて蒸発した作動流体の流動が円滑化され、ひいてはヒートパイプ全体としての熱輸送特性を向上させることができる。さらに、ウィックは多数本のワイヤを束ねて構成され、その結束のための部材を必要としないので、ウィック全体としての外径を小さくすることができる。そのため、コンテナを扁平にする場合、その厚さを従来になく薄くすることができる。言い換えれば、扁平に構成した場合であっても、優れた熱輸送

特性を確保することができる。しかも、ウィックはその全長に亘ってコンテナの内壁面に固定してある。その固定のためには、ウィックをコンテナの内部に挿入した状態で焼結して固定すればよく、製造性が良好である。これに加えて、コンテナに曲げなどの変形を与えても、その内部に固定されているウィックがコンテナに追従して変形するので、ウィックの位置がずれてコンテナの内壁面と接触したり、それに伴って閉塞した空間がコンテナの内部に生じて蒸発した作動流体の流動が阻害されるなどの事態を未然に回避もしくは抑制し、ウィックに沿った蒸気流路を確実に確保することができる。

[0020] また、この発明によれば、ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他のワイヤに対して交差されているため、言い換えれば、少なくとも一本のワイヤと他のワイヤとが比較的緩やかに撚られているため、ワイヤの結束のための部材が不要であり、そのためヒートパイプとしての必要部品点数を少なくすることができるとともに、コンテナ内での液相の作動流体および蒸発した作動流体の流動が阻害されにくくなる。またこれに加えて、少なくとも一本のワイヤを他の多数本のワイヤに対して交差させることにより、ウィックの長手方向におけるワイヤの密度差やワイヤ間の空隙率を調整することができる。その結果、ワイヤ同士の上に滑らかに連続した作動流体の還流路が形成され、作動流体の流動抵抗を小さくすることができる。

[0021] さらに、この発明によれば、ウィックと他方の平坦面との間の最短距離であっても、蒸発した作動流体を流動させることができるように構成されている。そのため、これらの間で毛管力が生じない。その結果、ウィックに沿った蒸気流路を確実に確保することができる。

[0022] さらにまた、この発明によれば、コンテナの長手方向に、すなわちウィックの長手方向に直交するウィックの断面の形状が矩形もしくは扁平な半円形状に形成されている。そのため、扁平型のコンテナに沿わせてウィックを配置させることができる。

[0023] そして、この発明によれば、断面が円形のパイプの内部にウィックを焼結により固定した状態でパイプを押し潰して扁平にするため、製造性が良好で

ある。

[0024] そしてまた、この発明によれば、ウィックには銅線と炭素繊維とのいずれをも使用することができる。

[0025] 一方、この発明によれば、多数本のワイヤを束ねてウィックを形成し、そのウィックをパイプの内壁面の幅方向の一部に偏らせて接触させ、焼成する。このようにウィックが焼結されたパイプが押し潰されることにより、ウィックが平坦面に固定される。そのため、上記のように構成され、またコンテナの内部に固定されたウィックは、その長手方向におけるワイヤの密度が均一化され、空隙率の変化を抑制することができる。このように、ワイヤ同士の間滑らかに連続した作動流体の還流路が形成されているため、作動流体の流動抵抗を小さくすることができる。また、ウィックが固定されているパイプの内壁面が平坦面となるようにパイプを押し潰すと、パイプの内部空間側に露出しているウィックの露出面の両端部側がパイプの変形に伴って引き延ばされるように変形するとともに、その中央部分が上記の内部空間側に盛り上がる。言い換えれば、例えば、パイプの変形に伴って、それまでパイプの内壁面に沿って円弧状になっていた部分が平坦面となり、それまでパイプの内部空間側に露出しており平坦もしくはほぼ平坦になっていた部分が円弧状になる。その結果、扁平型のコンテナにおける一方の平坦面に、盛り上がった状態でウィックが固定され、上記の一方の平坦面の幅方向に亘って液相の作動流体を行き渡らせることができる。そのため、コンテナの一方の平坦面の幅方向において入熱される箇所を限定することがない。これに加えて、ウィックと他方の平坦面との間を蒸発した作動流体が流動できるため、これらの間で毛管力が生じない。その結果、蒸气流路を確実に確保することができる。これらの結果、液相の作動流体の蒸発面積および液相の作動流体の還流特性が向上し、また蒸発した作動流体の流動が円滑化されることにより、ヒートパイプ全体としての熱輸送特性を向上させることができる。さらに、ウィックは多数本のワイヤを束ねて構成され、その結束のための部材を必要としないので、ウィック全体としての外径を小さくすることができ、そのた

め、コンテナを扁平にする場合、その厚さを従来になく薄くすることができる。言い換えれば、扁平に構成した場合であっても、優れた熱輸送特性を確保することができる。しかも、ウィックはその全長に亘ってコンテナの内壁面に固定してある。その固定のためには、ウィックをコンテナの内部に挿入した状態で焼結して固定すればよく、製造性が良好である。これに加えて、コンテナに曲げなどの変形を与えても、その内部に固定されているウィックがコンテナに追従して変形するので、ウィックの位置がずれてコンテナの内壁面と接触したり、それに伴って閉塞した空間がコンテナの内部に生じて蒸発した作動流体の流動が阻害されるなどの事態を未然に回避もしくは抑制し、ウィックに沿った蒸気流路を確実に確保することができる。

[0026] また、この発明によれば、ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他のワイヤに対して交差されているため、言い換えれば、少なくとも一本のワイヤと他のワイヤとが比較的緩やかに撚られているため、ワイヤの結束のための部材が不要であり、そのためヒートパイプとしての必要部品点数を少なくすることができるとともに、コンテナ内での液相の作動流体および蒸発した作動流体の流動が阻害されにくくなる。またこれに加えて、少なくとも一本のワイヤを他の多数本のワイヤに対して交差させることにより、ウィックの長手方向におけるワイヤの密度差やワイヤ間の空隙率を調整することができる。その結果、ワイヤ同士の上に滑らかに連続した作動流体の還流路が形成され、作動流体の流動抵抗を小さくすることができる。

[0027] さらに、この発明によれば、スペーサーと共に束ねたワイヤをパイプの内部に挿入し、その状態で焼結し、またその後にスペーサーのみをパイプから引き抜く、その後にパイプを押し潰すように構成されている。そのため、パイプに対して束ねたワイヤを挿入しやすくすることができる。

[0028] さらにまた、この発明によれば、ウィックと他方の平坦面との間の最短距離であっても、蒸発した作動流体を流動させることができるように構成されている。そのため、これらの間で毛管力が生じない。その結果、ウィックに沿った蒸気流路を確実に確保することができる。

[0029] そして、この発明によれば、コンテナの長手方向に、すなわちウイックの長手方向に直交するウイックの断面の形状が矩形もしくは扁平な半円形状に形成されている。そのため、扁平型のコンテナに沿わせてウイックを配置させることができる。

[0030] そしてまた、この発明によれば、ウイックには銅線と炭素繊維とのいずれをも使用することができる。

### 図面の簡単な説明

[0031] [図1]この発明に係る他の扁平型ヒートパイプの製造する過程およびこの発明に係る扁平型ヒートパイプの一例の断面形状を示す図である。

[図2]この発明に係る他の扁平型ヒートパイプの製造する過程およびこの発明に係る扁平型ヒートパイプの他の例の断面形状を示す図である。

[図3]この発明に係る扁平型ヒートパイプにおいてウイックとして機能させるワイヤ束を模式的に示す図である。

[図4]実施例および比較例についての特性試験の方法を説明するための図である。

[図5]実施例および比較例についての特性試験の方法を説明するための他の図である。

[図6]実施例および比較例についての特性試験の方法を説明するための更に他の図である。

### 発明を実施するための形態

[0032] つぎにこの発明を具体的に説明する。この発明はウイックの構造に特徴を有するヒートパイプである。この発明に係るヒートパイプのウイックは、結束具を使用することなく束ねられた多数のワイヤによって構成されている。そのワイヤは、銅などの金属線、カーボンファイバーなど、コンテナの内部に封入される作動流体との濡れ性が優れているものであればよい。より具体的には、この発明に係るヒートパイプのウイックは、束ねられたワイヤのうち、少なくとも一本のワイヤあるいは多数本が他の多数本のワイヤに対して交差されている。すなわち比較的緩やかに撚られている。これは、毛管力を

生じさせるためのワイヤ間の空隙やウィックの長手方向におけるワイヤの密度を調整したり、ワイヤの束がばらけないようにするためである。したがって、ワイヤとしては交差された後の形状を維持するものが好ましく、例えば銅線などの金属ワイヤが好ましい。

[0033] この発明では、例えば、上記のように多数本のワイヤを束ねて構成されたウィックがコンテナの内部の一方の内壁面に偏って配置され、したがって、そのウィックと一方の内壁面に対向する他の内壁面との間に空隙が形成されている。そのウィックは上記の一方の内壁面に焼結により固定される。すなわち、この発明では、その内壁面に固定されたウィックと、ウィックが固定された内壁面に対向する他の内壁面との間に空隙が確保される。そして、その後そのコンテナの内部に作動流体が封入される。そのコンテナは、要は、気密性のある中空の容器であり、互いに離れた箇所の間で熱の輸送を行う用途に供されるヒートパイプにあっては中空管が使用される。このコンテナは、その内部と外部との間で熱を伝達する必要があるので、熱伝導率の高い素材で構成されていることが好ましく、例えば銅管を使用することが好ましい。また、コンテナの内壁面には、作動流体の流路となり、また毛細管現象を生じる幅の狭い溝を形成してもよい。

[0034] 上述したように構成されたウィックはコンテナの内壁面に固定される。具体的には、ウィックをコンテナの内部に配置した状態で所定の温度に加熱することにより、ウィックとコンテナとの間に焼結を生じさせ、両者を接合する。コンテナの内部のウィックを除いた、いわゆる余剰の空間が作動流体蒸気が流動する蒸气流路とされる。ここで、上記の所定の温度とは、例えば、銅によってワイヤやコンテナを形成した場合には、銅の溶融点前後の温度であり、より具体的には、溶融点温度よりも若干低い温度であり、これらをその温度まで加熱すると、隣接するワイヤ同士やコンテナとこれに接触するワイヤとが結合する。

[0035] 他方、作動流体は加熱されて蒸発し、かつ放熱して凝縮することにより、潜熱の形で熱を輸送する流体であり、ヒートパイプを使用する温度に応じて

適宜に選択される。その一例を挙げると、水、メタノールやエタノールなどのアルコール類、アンモニア、代替フロンなどが作動流体として使用される。この作動流体は、コンテナの内部から空気などの非凝縮性ガスを脱気した状態で、コンテナの内部に封入される。

[0036] したがって、この発明に係るヒートパイプでは、コンテナの一部に熱を加え、かつ他の一部を冷却すると、作動流体が加熱されて蒸発し、その蒸気が温度および圧力の低い箇所に向けて流動し、その後、放熱して凝縮する。その蒸气流路は、ウィックに沿った流路であり、この発明においては、ウィックはコンテナの一部の内壁面に偏って配置および固定されているので、ウィックを固定しているコンテナの一部の内壁面に対向する他の内壁面と、ウィックとの間にも蒸气流路が確保される。また、ウィックは、焼結により固定されているので、ヒートパイプに曲げなどの変形を加えたとしても蒸气流路が確保される。それらの結果、作動流体蒸気の流動が必要十分に行われてヒートパイプとしての熱輸送特性が良好になる。これに加えて、上述したように、ウィックと他の内壁面との間に蒸气流路が確保されるため、言い換えれば、ウィックと他の内壁面との間に毛細管力が生じないため、これらの間を凝縮した作動流体が流動することにより、作動流体が加熱される側に配置されるウィックの表面が凝縮した作動流体によって覆われることが未然に回避もしくは抑制され、その結果、作動流体の蒸発面積が確保される。

[0037] 一方、凝縮した作動流体はウィックに浸透し、ウィックを構成しているワイヤ同士の間の隙間を流路として、蒸発の生じる箇所に向けて流動する。すなわち、作動流体が蒸発すると、ウィックのワイヤ同士の間に形成されているメニスカスが低下するので、それに伴って毛細管力が生じ、その毛細管力をポンプ力として液相の作動流体が蒸発部側に還流する。そして、ワイヤ同士の間の隙間が小さいことにより大きい毛細管力が発生し、いわゆる還流特性が良好になる。また、ウィックを構成しているワイヤは、その全長に亘って連続しており、しかもワイヤ束を結束のために締め付けている箇所がないのみならず、少なくとも一本のワイヤが他の多数本のワイヤに対して交差さ

れていることによりワイヤ間の空隙や密度をウィックの長手方向で一定もしくはほぼ一定になるように調整されている。そのため、それらのワイヤ同士の間形成されているいわゆる還流路も滑らかに連続したものとなり、したがって液相作動流体の流動に対する抵抗が少なく、この点においても還流特性が良好になっている。加えて、ウィックの固定は焼結によって行うので、ウィックをパイプの内部に挿入して外部から加熱すればウィックをその全長に亘ってパイプに固定でき、その作業が容易であることにより製造性が良好になる。

[0038] つぎにこの発明に係るヒートパイプの一例を製造方法と共に説明する。図3に、この発明に係るウィックとして機能させる多数本のワイヤから形成されるワイヤ束を模式的に示してあり、先ず、少なくとも一本のワイヤ1が他の多数本のワイヤ1に対して交差するように束ねてワイヤ束2を形成する。これは、各ワイヤ1を比較的緩やかに結束させるとともに、ワイヤ1間の空隙を確保したり、束ねたワイヤ1の長手方向でワイヤ1の間の空隙率や密度などが一定あるいはほぼ一定になるように調整するためである。そのワイヤ1は、具体的には直結が0.05mm程度の銅線であり、これを600本〜700本束ねる。なお、ワイヤ束2をその中心軸線を中心にして撚ることにより、上記の構成よりも各ワイヤ1を互いに強く結束させることができるとともに、その状態を維持することができる。

[0039] 他方、図1の(a)に示すように、脱脂などの洗浄を行った肉厚0.3mm、外径3.0〜6.0mmのパイプを用意し、これを所定の長さに切断し、これをコンテナ3とする。ウィック4として銅線を使用した場合には、コンテナ3として銅パイプを使用する。そして、そのコンテナ3の内部に上記のワイヤ束2をウィック4として挿入する。

[0040] 詳細は図示しないが、一例として、そのワイヤ束2はスペーサーを使用してコンテナ3の内部に挿入される。このスペーサーは、ワイヤ束2をコンテナ3の内部に挿入しやすくするためのものであり、したがって、例えばコンテナ3として丸型のパイプを使用する場合には、スペーサーは円柱形状に形

成されていて、その外径がコンテナ 3 の内径と同じかほぼ同じに形成されている。そのスペーサーの外周面かつスペーサーの軸長方向でその全長に亘って、円弧の一部を切り欠いた切り欠き部が形成されている。そして、ワイヤ束 2 をこの切り欠き部に沿ってスペーサーに一体的に保持させることによりスペーサーと共にワイヤ束 2 がコンテナ 3 の内部に挿入される。また切り欠き部は、これとコンテナ 3 の内壁面との間に形成される空間に詰め込まれたワイヤ束 2 をその形状に沿った形に成形したり、コンテナ 3 内の所定の位置にワイヤ束 2 を配置させるためのいわゆる型として機能するものであり、この発明では、例えば、スペーサーの軸長方向に直交する切り欠き部の断面の形状が、半円形状や湾曲した矩形状に形成されている。したがって、スペーサーとともに挿入されたワイヤ束 2 はコンテナ 3 の内壁面に沿って、すなわち一部の内壁面に偏った状態でかつコンテナ 3 の全長に亘って配置され、例えばワイヤ束 2 の長手方向に直交する断面の形状が半円形状になっている。そして、このワイヤ束 2 を所定の長さに切断することにより、ウイック 4 が形成される。なお、図 2 の (a) に、ワイヤ束 2 の断面形状を湾曲した矩形状にし、これをコンテナ 3 の一部の内壁面に偏らせて配置させた例を示してある。ワイヤ束 2 の断面形状を図 2 の (a) に示すような形状にする場合には、これに対応する形状に切り欠いた切り欠き部をスペーサーに形成し、そのスペーサーを使用して上述したようにコンテナ 3 の内部にワイヤ束 2 を挿入すればよい。

[0041] 次いで、このようにスペーサーと共にワイヤ束 2 を挿入したコンテナ 3 をほぼ水平に維持したまま加熱炉（図示せず）に送って加熱する。その加熱温度は、コンテナ 3 およびウイック 4 が銅製の場合、800℃～1000℃程度であり、こうすることによりウイック 4 がその全長に亘ってコンテナ 3 の一部の内壁面に偏った状態で焼結されて固定される。なお、同時に、隣接する銅線同士が互いに焼結されて接合される。

[0042] ウイック 4 が固定されたコンテナ 3 を加熱炉から取り出して冷却した後、コンテナ 3 の内部からスペーサーを引き抜くと、図 1 の (a) および図 2

の（a）に示すように、切り欠き部の形状に沿って成形されたウィック4がコンテナ3の内壁面に接した状態で残される。

[0043] 次に、コンテナ3の一方の端部にスエーシング加工を施すとともに、その端部を溶接して密閉する。すなわち、いわゆるボトムスエーシング加工およびボトム溶接を行う。またこれらの加工と併せて、他方の端部のスエーシング加工、すなわちトップスエーシング加工を行う。こうすることにより実質的なコンテナ3が作製される。

[0044] トップスエーシング加工を行うことによりコンテナ3の一方の端部にノズル状部分が形成されるので、これを利用して注液を行う。すなわち、作動流体をコンテナ3の内部に注入する。その場合、コンテナ3から空気などの非凝縮性ガスを脱気する必要があり、したがって、注液は真空脱気の後、作動流体を注入する方法、余分な量の作動流体を注入した後、これを沸騰させて非凝縮性ガスを追い出す方法など、従来知られている方法で行えばよい。そして、注液のために開口していた部分を圧潰した後、溶接して密閉する。いわゆるトップ溶接を行う。

[0045] コンテナ3の素材として断面円形のパイプを使用した場合、上記のようにして製造された丸パイプ型のヒートパイプをその半径方向に押し潰して厚さ2.0mmの扁平型ヒートパイプ5とする。具体的には、図1の（b）に、図1の（a）に示すおよび丸パイプ型のヒートパイプの扁平加工後のヒートパイプの断面図を模式的に示してあり、図2の（b）に、図2の（a）に示す丸パイプ型のヒートパイプの扁平加工後のヒートパイプの断面図を模式的に示してある。ウィック4が固定されている内壁面が平坦面となるようにパイプを押し潰すと、その変形に伴って例えば図1の（a）に示す例においてウィック4の円弧状の部分が引き延ばされて平坦になる。これとは反対に、ウィック4において、それまでパイプの内部空間側に露出していた平坦もしくはほぼ平坦になっていた部分が円弧状になる。その結果、ウィック4は、図1の（b）に示すように、コンテナ3の内部の平坦面に盛り上がった状態となり、その平坦面の幅方向に亘ってウィック4が固定された状態となる。

また、パイプを扁平にする場合に、形成された凸状のウィック４の頂部がこれに対向するコンテナ３の内壁面に接触しないようにする。これは、ウィック４において、作動流体が蒸気化する表面積を確保するとともに、コンテナ３の内部における蒸気流路を確保するためであり、したがって、これらの間の距離は、一例として蒸発した作動流体が流動できる程度の距離であり、もしくは、これらの間で毛管力を生じない距離である。その結果、コンテナ３の内壁面とウィック４とによって形成される空間部分が、作動流体蒸気の流路６となっている。

[0046] また、図２の（ａ）に示したように、湾曲した矩形状のウィック４をコンテナ３の内部に配置させた場合には、上記のように扁平加工を行うと、図１の（ｂ）に示す例と同様に、コンテナ３の変形に伴ってウィック４の形状が変化し、その結果、ウィック４の形状は、図２の（ｂ）に示したように矩形状なる。

[0047] 他方、湾曲もしくは屈曲した扁平型ヒートパイプ５を形成する場合には、丸パイプ型のヒートパイプを所定の形状に湾曲もしくは屈曲させた後に、すなわち曲げ加工を行った後に、上記のウィック４が固定されている内壁面が平坦面となるようにコンテナ３をその半径方向に押し潰して扁平化する。このように湾曲もしくは屈曲させた扁平型ヒートパイプ５を形成する場合であっても、扁平加工後において、凸状のウィック４の頂部がこれに対向するコンテナ３の内壁面に接触しないようにする。したがって、コンテナ３の内壁面とウィック４とによって形成される空間部分が、作動流体蒸気の流路６となっている。なお、上記のウィック４は、コンテナ３の内壁面に焼結により固定されているので、コンテナ３の湾曲もしくは屈曲に合わせて変形し、その結果、ウィック４に沿う蒸気流路６が確保される。

[0048] このように図１の（ｂ）および図２の（ｂ）に示すこの発明に係る扁平型ヒートパイプ５においては、ウィック４は多数本のワイヤ１を束ねて構成されていることにより、ウィック４による毛細管力が強くかつワイヤ１同士の間滑らかに連続した作動流体の還流路を確保できる。またウィック４が中

空扁平状のコンテナ 3 の一方の平坦面の幅方向に亘って扁平状に固定されていることにより、すなわち、ウィック 4 とコンテナ 3 の内壁面との接触面積が拡大されていることにより、コンテナ 3 における幅方向に液相の作動流体を行き渡らせることができ、また、コンテナの幅方向において入熱される箇所を限定することがない。すなわち、コンテナ 3 における幅方向において、この発明に係る扁平型ヒートパイプに対して熱源に熱的に接続できる面積を拡大することができる。これに加え、コンテナ 3 に曲げなどの変形を加えた場合であってもウィック 4 はコンテナ 3 の変形に合わせて変形するため、作動流体蒸気の流路 6 を確実に確保できる。更にこれらに加えて、ウィック 4 と、ウィック 4 が固定されている平坦面に対向する他方の平坦面との間を作動流体蒸気が流動できるようにされているため、これらの間に毛管力が生じて還流路となることにより、ウィック 4 の表面が液相の作動流体によって覆われることを未然に回避することができる。すなわち、ウィック 4 において、作動流体が蒸気化するための蒸発面積を確保することができる。これらの結果、熱輸送能力を従来になく高くすることができる。

[0049] なお、上述した例において、コンテナ 3 として使用するパイプの内周面に軸線方向に沿う多数の細溝が形成されたいわゆるグルーブ管を使用してもよい。これらの細溝は、ウィック 4 として機能するものであり、グルーブ管をコンテナ 3 として使用することにより、作動流体とコンテナ 3 との接触面積を拡大させることができる。

つぎにこの発明の実施例と比較例と併せて説明する。

## 実施例 1

[0050] 素材コイルから繰り出した直径 0. 05 mm の銅のワイヤ 1 の少なくとも一本あるいは多数本を他の多数本に対して交差させるとともに束ねてウィック 4 を構成し、そのウィック 4 を、内周面に軸線方向に沿った複数の細溝が形成されているコンテナ 3 として肉厚 0. 3 mm、外径 4. 0 mm の銅パイプの内部に上述した方法で挿入し、かつ焼結により固定して丸パイプ型のヒートパイプを作製した。図 4 に示すように、そのヒートパイプを軸方向の中

央部分において $90^{\circ}$ に屈曲させた後に、上述したように圧潰して扁平型ヒートパイプ5とした。これらの加工後の各部のサイズは、扁平型ヒートパイプ5の全長は160mmであり、厚さは2.0mmであり、コンテナ3の幅は8.7mmであり、屈曲させた部分を挟んで一方の長さが57.0mmであり、他方の長さが62.0mmであった。また、湾曲させたパイプの屈曲半径(R)は18mmであり、作動流体には水を用いた。なお、ウイック4は扁平化したコンテナ3の幅方向での中央部に配置させた。

### 比較例 1

[0051] ウイック4に粒径が $80\mu\text{m}$ から $200\mu\text{m}$ の範囲の銅粉末を焼結させた焼結ウイック4を使用した以外は、上記の実施例1と同様にして扁平型ヒートパイプ5を作製した。

### 比較例 2

[0052] 多数の銅製のワイヤを上記の実施例1に示したように束ねた後に、そのワイヤ束をその中心軸線を中心にして撚ることにより実施例1に比較してワイヤ束を強く結束させたウイックを構成した。そしてそのウイックをコンテナの内部に挿入し、上記の実施例1と同様にして丸パイプ型のヒートパイプを形成した。その後、上記の実施例1と同様にしてコンテナの半径方向にそのまま押し潰して扁平型ヒートパイプとした。特に詳細は図示しないが、この比較例2の扁平型ヒートパイプは、扁平形状のコンテナにおける幅方向の中央部にウイックが配置されており、そのウイックはコンテナのいわゆる上下両面に接触してこれらの面で挟み付けられ、かつこれらの面に焼結により全長に亘って固定されている。その他の構成は上記の実施例1と同様とした。

### 試験方法 1

[0053] 図5の(a)に示すように、電気ヒータ7の表面(15mm×15mm)に試験対象とす扁平型ヒートパイプ5の一方の端部を接触させて蒸発部とし、そのヒートパイプ5の他方の端部を、アルミニウム製の放熱板8(50mm×50mm×1.5mm)の上面に接触させて凝縮部とした。放熱板8の下面には断熱板(図示せず)を接触させて配置した。図5の(b)に、図5

の（a）に示す構成の上面図を示してあり、図5の（c）に、図の5（a）に示す構成の側面図を示してある。室温下で電気ヒータ7に通電することによりヒートパイプ5の蒸発部を加熱し、その電力量すなわち入熱量 $Q$ （W）と、電気ヒータ7とヒートパイプ5との接触点の温度 $T_h$ と、ヒートパイプ5の蒸発部の表面温度 $T_e$ と、ヒートパイプ5の凝縮部の表面温度 $T_c$ と、ヒートパイプ5の中央部分の表面温度 $T_a$ とを測定した。この測定は、入熱量に対して各測定点における温度が一定となってから開始し、入熱量を徐々に増大させることにより行った。温度測定にはK型熱電温度計を使用した。そして、これらの測定データから各ヒートパイプについての熱抵抗（ $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ）といわゆるドライアウトが生じる最大入熱量（最大熱輸送量） $Q_{\text{MAX}}$ （W）とを求めた。その結果を表1に示してある。なお、熱抵抗 $R$ は（ $R = (T_h - T_c) / Q$ ）として求めた。ドライアウトが生じる入熱量は、入熱量 $Q$ を増大させた場合に熱抵抗 $R$ が急増する入熱量である。

[0054] [表1]

|       | 最大熱輸送量<br>$Q_{\text{max}}$ (W) | 熱抵抗 $R$<br>( $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ) |
|-------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| 実施例 1 | 42                             | 0.55                                       |
| 比較例 1 | 37                             | 0.57                                       |
| 比較例 2 | 34                             | 0.84                                       |

[0055] 表1に示す結果から以下のように評価することができる。この発明に係る扁平型ヒートパイプ5（実施例1）の最大入熱量 $Q_{\text{MAX}}$ （W）が42Wとなり、比較例1の最大熱輸送量 $Q_{\text{MAX}}$ （W）が37Wとなり、比較例2の最大熱輸送量 $Q_{\text{MAX}}$ （W）が34Wとなった。これらの結果から、この発明に係るウィック4を使用した実施例1の最大熱輸送量が焼結ウィックを使用した比較例

1よりも5 W程度高く、ワイヤ束を強く撚って形成した比較例2よりも8 W程度高いことが認められた。また、実施例1の熱抵抗が $0.55^{\circ}\text{C}/\text{W}$ となり、比較例1の熱抵抗が $0.57^{\circ}\text{C}/\text{W}$ となり、比較例2の熱抵抗が $0.84^{\circ}\text{C}/\text{W}$ となった。これらの結果から、実施例1の熱抵抗が比較例1よりも $0.02^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 程度低く、比較例2よりも $0.29^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 程度低いことが認められた。したがって、この発明に係る扁平型ヒートパイプ5（実施例1）は、優れた熱輸送特性を示すことが認められた。

## 試験方法2

[0056] 図6の（a）に示すように、第一電気ヒータ9の表面（ $20\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ）に試験対象とする扁平型ヒートパイプ5の一方の端部を接触させて第一蒸発部とし、そのヒートパイプ5の他方の端部を、アルミニウム製の放熱板10（ $50\text{ mm} \times 50\text{ mm} \times 1.5\text{ mm}$ ）の上面に接触させて凝縮部とした。また、ヒートパイプ5の蒸発部と凝縮部との間に第二電気ヒータ11の表面（ $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ）を接触させて第二蒸発部とした。なお、第一電気ヒータ9と第二電気ヒータ11との間の距離は、 $50\text{ mm}$ とした。放熱板10には直流電流型のブロワーファン（ $50 \times 50\text{ mm}$ ）12を取り付けて送風させた。図6の（b）に、図6の（a）に示す構成の側面図を示してある。具体的には、室温下で第一電気ヒータ9に通電することにより第一蒸発部を25 Wの熱量によって加熱し、第二電気ヒータ11に通電することにより第二蒸発部を12 Wの熱量で加熱した。また、ブロワーファン12に4 Vの直流電圧を印加することにより放熱板10に向けて送風させた。そして、その電力量すなわち入熱量 $Q$ （W）と、第一電気ヒータ9とヒートパイプ5との接触点の温度 $T_{h1}$ と、第二電気ヒータ11とヒートパイプ5との接触点の温度 $T_{h2}$ と、ヒートパイプ5の凝縮部の表面温度 $T_c$ とをそれぞれ測定した。その結果を表2に示してある。なお、この測定は、上述した試験方法1と同様に、入熱量に対して各測定点における温度が一定となってから開始し、各測定点の温度測定にはK型熱電温度計を使用した。

[0057]

[表2]

|       | Th1 (°C) | Th2 (°C) |
|-------|----------|----------|
| 実施例 1 | 61.9     | 60.4     |
| 比較例 1 | 64.9     | 61.4     |
| 比較例 2 | 69.6     | 61.4     |

[0058] 表2に示す結果から以下のように評価することができる。この発明に係る扁平型ヒートパイプ5（実施例1）におけるTh1の温度は61.9℃となり、Th2の温度は60.4℃となった。これに対して、焼結ウイックを使用した扁平型ヒートパイプ（比較例1）におけるTh1の温度は64.9℃となり、Th2の温度は61.4℃となった。ワイヤ束が燃られているウイックを使用した扁平型ヒートパイプ（比較例2）におけるTh1の温度は69.6℃となり、Th2の温度は61.4℃となった。これらの結果から、この発明に係る扁平型ヒートパイプ5（実施例1）は、優れた熱輸送特性を示すことが認められた。

[0059] したがって、この発明に係るウイック4を使用した扁平型ヒートパイプ5は、比較例1および比較例2よりも高い最大熱輸送量を示し、また、熱抵抗は低い値を示し、優れた熱輸送能力を有するものであることが確認された。また、この発明に係るウイック4を使用した扁平型ヒートパイプ5は、厚さが2.0mm程度に薄く、そのため、小型の電子機器に対する搭載性が優れている。

## 請求の範囲

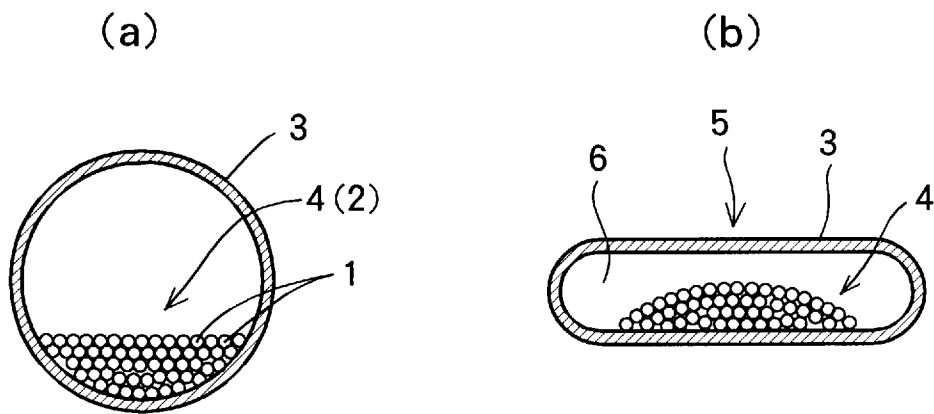
- [請求項1]           加熱されて蒸発しかつ放熱して凝縮する作動流体によって熱を輸送する扁平型ヒートパイプにおいて、
- 扁平型に形成されかつ前記作動流体が封入されたコンテナと、
- 多数本のワイヤを束ねたウィックとを備え、
- 前記ウィックが前記コンテナの長手方向の全長に亘って前記コンテナの内部における一方の平坦面に、盛り上がった状態で焼結により固定され、
- その一方の平坦面に固定された前記ウィックと前記コンテナの内部における他方の平坦面との間を前記蒸発した作動流体が流動するように構成されている
- ことを特徴とする扁平型ヒートパイプ。
- [請求項2]           前記ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他の多数のワイヤに対して交差されていることを特徴とする請求項1に記載の扁平型ヒートパイプ。
- [請求項3]           前記一方の平坦面に固定されたウィックと前記他方の平坦面との間の距離は、前記蒸発した作動流体が流動できる距離であることを特徴とする請求項1または2に記載の扁平型ヒートパイプ。
- [請求項4]           前記コンテナの長手方向に直交する前記ウィックの断面の形状が、矩形状と扁平な半円形状とのいずれか一方を含むことを特徴とする請求項1または2に記載の扁平型ヒートパイプ。
- [請求項5]           前記コンテナは、前記ウィックをパイプの内壁面に接触させかつ偏らせて配置させるとともにその状態で焼結することにより前記ウィックを固定させ、前記ウィックが固定された内壁面が平坦面となるように押しつぶされて形成されることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の扁平型ヒートパイプ。
- [請求項6]           前記ワイヤは、銅線と炭素繊維とのいずれか一方を含むことを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の扁平型ヒートパイプ。

- [請求項7]           加熱されて蒸発しかつ放熱して凝縮する作動流体によって熱を輸送する扁平型ヒートパイプの製造方法において、
- 多数本のワイヤを束ねてウィックを形成するウィック形成工程と、
- その後に、前記ウィックをパイプの全長に亘ってその内壁面に接触させかつ偏らせて配置し、その状態で焼結することにより前記ウィックを前記パイプの全長に亘ってその内壁面に固定する焼結工程と、
- その後に、前記ウィックが固定された内壁面が平坦面になるように前記パイプを押しつぶして前記パイプを扁平化させる扁平化工程とを備えている
- ことを特徴とする扁平型ヒートパイプの製造方法。
- [請求項8]           前記ウィックにおける少なくとも一本のワイヤが他の多数のワイヤに対して交差されていることを特徴とする請求項7に記載の扁平型ヒートパイプの製造方法。
- [請求項9]           前記焼結工程は、前記ウィックと、前記ウィックを保持する保持部が形成された円柱形状のスペーサーとを共に前記パイプの内部に挿入することにより前記ウィックを前記パイプの全長に亘ってその内壁面に接触させかつ偏らせて配置させる配置工程と、
- 前記パイプの内部に前記ウィックとともに前記スペーサーを挿入している状態で焼成することにより前記内壁面に前記ウィックを固定した後に、前記スペーサーのみを前記パイプから引き抜く工程とを含むことを特徴とする請求項7に記載の扁平型ヒートパイプの製造方法。
- [請求項10]           前記平坦面に固定されたウィックと、前記平坦面に対向する他の平坦面との間の距離は、前記蒸発した作動流体が流動できる距離であることを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の扁平型ヒートパイプの製造方法。
- [請求項11]           前記扁平化されたパイプの長手方向に直交する前記ウィックの断面の形状が、矩形状と扁平な半円形状とのいずれか一方を含むことを特徴とする請求項7ないし10のいずれかに記載の扁平型ヒートパイプ

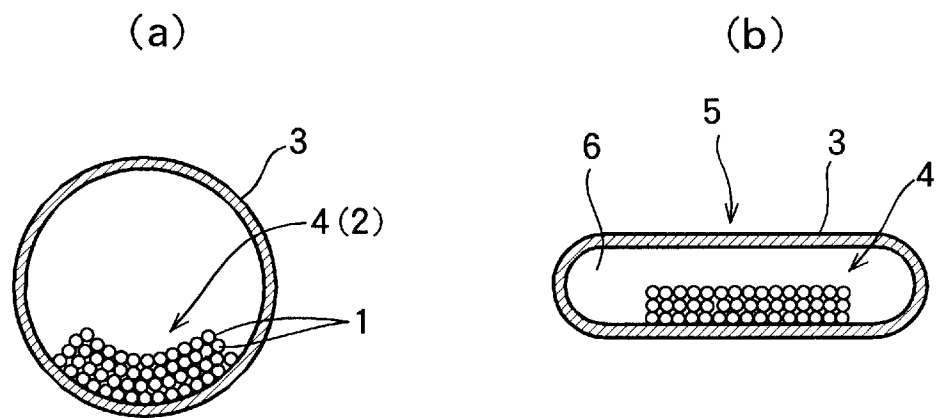
の製造方法。

- [請求項12]      前記ワイヤは、銅線と炭素繊維とのいずれか一方を含むことを特徴とする請求項7ないし11のいずれかに記載の扁平型ヒートパイプの製造方法。

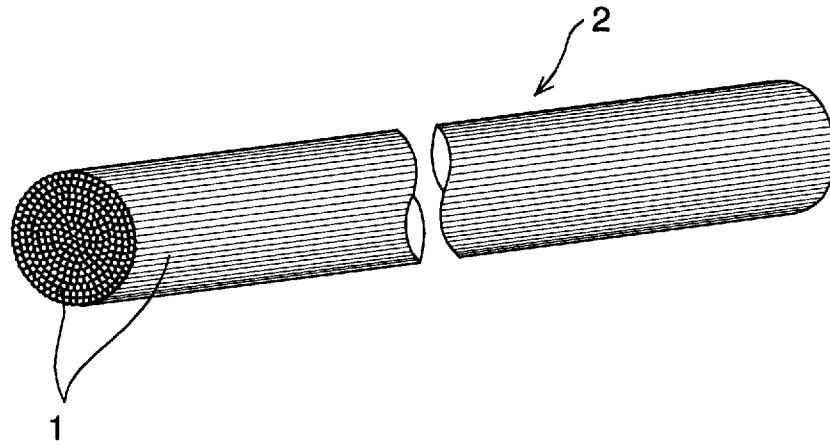
[図1]



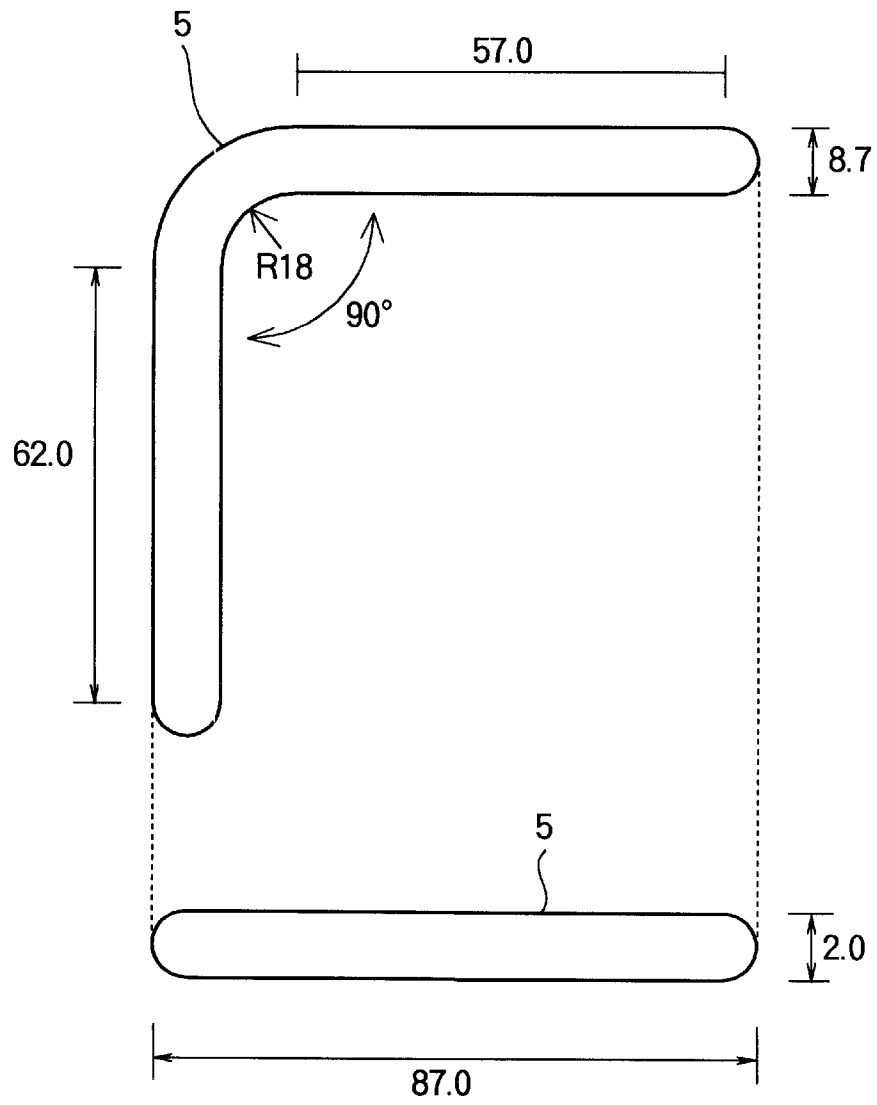
[図2]



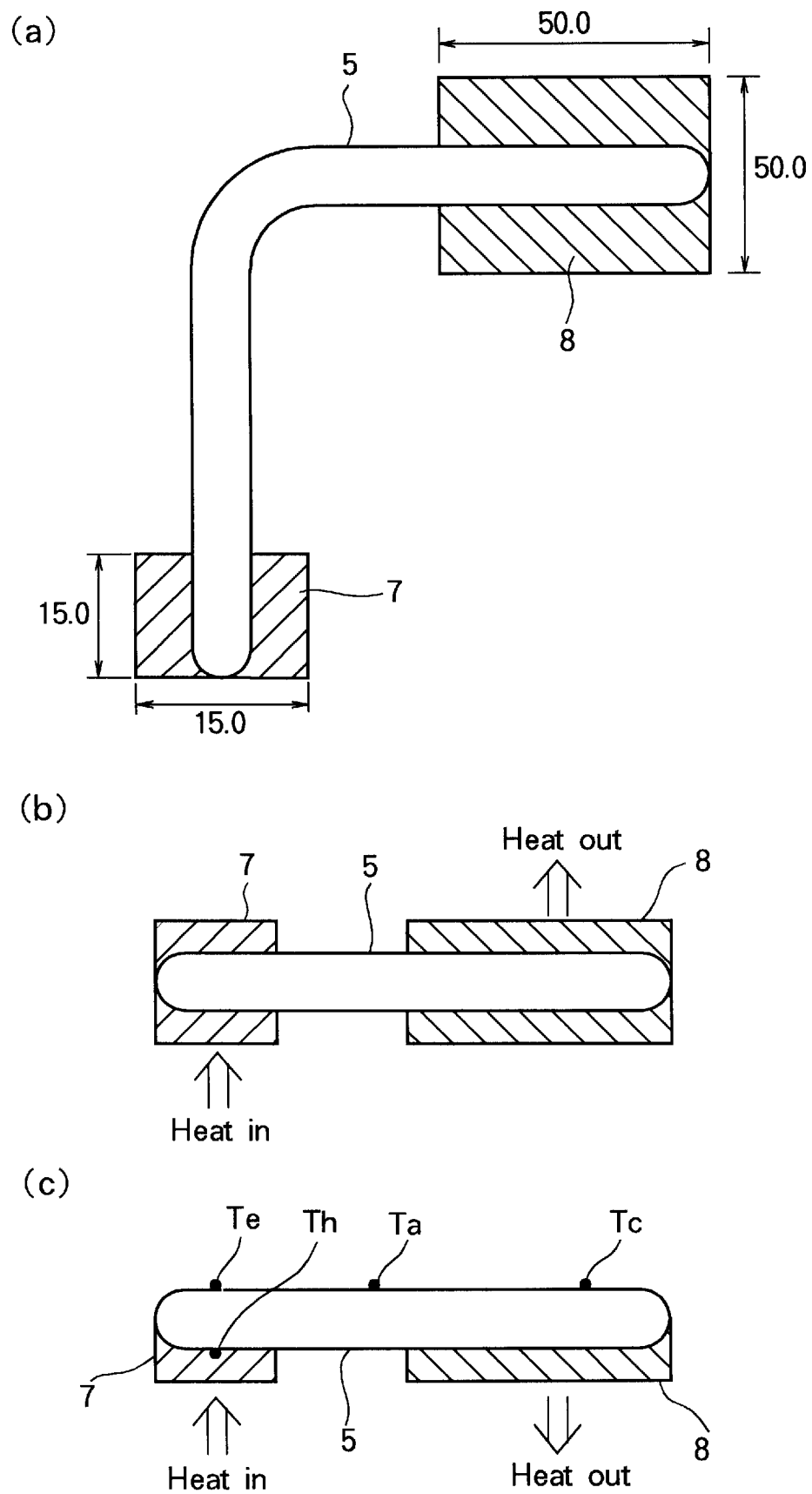
[図3]



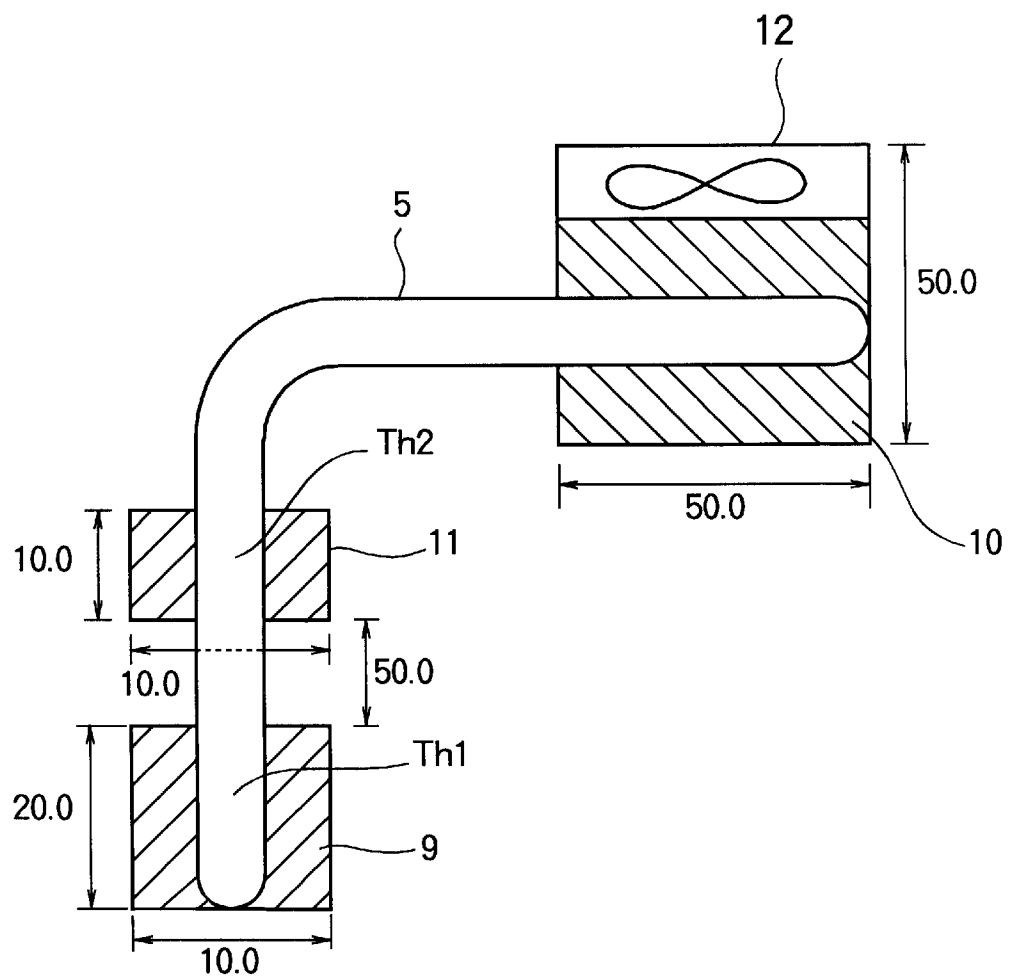
[図4]



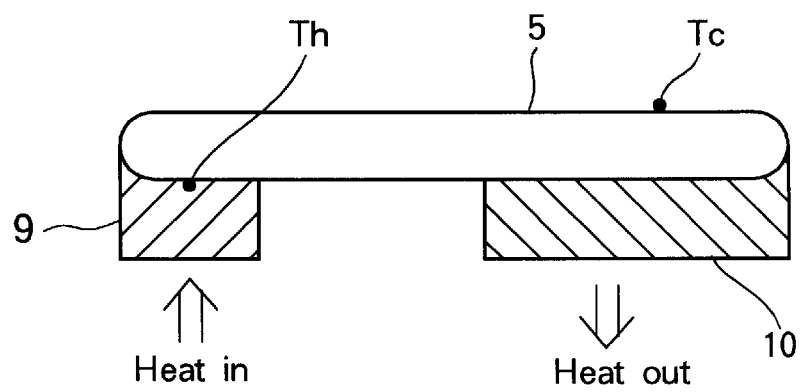
[図5]



[図6]



(b)



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/066430

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D15/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D15/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2010-025407 A (Fujikura Ltd.),<br>04 February 2010 (04.02.2010),<br>paragraphs [0020] to [0039]; fig. 4<br>(Family: none)             | 1-12                  |
| Y         | WO 2010/098303 A1 (Fujikura Ltd.),<br>02 September 2010 (02.09.2010),<br>paragraphs [0025] to [0032]; fig. 2 to 4<br>(Family: none)      | 1-12                  |
| Y         | JP 2011-043320 A (The Furukawa Electric Co.,<br>Ltd.),<br>03 March 2011 (03.03.2011),<br>paragraph [0023]; fig. 7<br>& WO 2011/010395 A1 | 9-12                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
11 October, 2011 (11.10.11)Date of mailing of the international search report  
25 October, 2011 (25.10.11)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/066430

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2004-053186 A (Fujikura Ltd.),<br>19 February 2004 (19.02.2004),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-12                  |
| A         | JP 2000-146472 A (Fujikura Ltd.),<br>26 May 2000 (26.05.2000),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)      | 1-12                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F28D15/02 (2006.01)i

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F28D15/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 1 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 1 年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                                       | 関連する<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2010-025407 A（株式会社フジクラ）2010.02.04, 段落【0020】－【0039】、図4（ファミリーなし）       | 1－12           |
| Y               | WO 2010/098303 A1（株式会社フジクラ）2010.09.02, 段落〔0025〕－〔0032〕、図2－4（ファミリーなし）    | 1－12           |
| Y               | JP 2011-043320 A（古河電気工業株式会社）2011.03.03, 段落【0023】、図7 & WO 2011/010395 A1 | 9－12           |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 5 . 1 0 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

武内 俊之

3 M

3 7 2 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3377

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                           |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示                         | 関連する<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2004-053186 A (株式会社フジクラ) 2004. 02. 19, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1 - 1 2        |
| A                     | JP 2000-146472 A (株式会社フジクラ) 2000. 05. 26, 全文、全図 (ファミリーなし) | 1 - 1 2        |