

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7550682号
(P7550682)

(45)発行日 令和6年9月13日(2024.9.13)

(24)登録日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(51)国際特許分類

F I

F 2 8 D 15/02 (2006.01) F 2 8 D 15/02 1 0 2 C

F 2 8 D 15/04 (2006.01) F 2 8 D 15/02 1 0 1 J

F 2 8 D 15/04 E

F 2 8 D 15/04 H

請求項の数 8 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-35233(P2021-35233)	(73)特許権者	000006208
(22)出願日	令和3年3月5日(2021.3.5)		三菱重工業株式会社
(65)公開番号	特開2022-135436(P2022-135436		東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
	A)	(74)代理人	100149548
(43)公開日	令和4年9月15日(2022.9.15)		弁理士 松沼 泰史
審査請求日	令和5年6月27日(2023.6.27)	(74)代理人	100162868
			弁理士 伊藤 英輔
		(74)代理人	100161702
			弁理士 橋本 宏之
		(74)代理人	100189348
			弁理士 古都 智
		(74)代理人	100196689
			弁理士 鎌田 康一郎
		(72)発明者	原 伸英
			東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ヒートパイプ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

軸線方向に延びる外筒と、
該外筒の内側で前記軸線方向に延びるように設けられた内筒と、
前記外筒と前記内筒との間に設けられており、前記軸線方向に直線状に延びる微小貫通部が複数形成されたウィックと、
を備え、
前記軸線方向における前記外筒の少なくとも一方の端部を含む部分には、他の部分よりも肉厚が小さい薄肉部が形成され、
該薄肉部には、前記軸線に対する径方向に突出するとともに周方向に間隔をあけて配列された複数のフィンが設けられ、
前記フィンは、前記内筒と前記外筒とを径方向に接続しているヒートパイプ。

【請求項2】

前記ウィックは、三次元格子状をなすことで、互いに隣接する前記微小貫通部同士を連通させる連通部を有する請求項1に記載のヒートパイプ。

【請求項3】

前記微小貫通部は、前記外筒と前記内筒との間で前記軸線に対する径方向に複数設けられている請求項1又は2に記載のヒートパイプ。

【請求項4】

前記フィンの表面粗さは、前記外筒の内周面の表面粗さよりも大きく設定されている請

求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のヒートパイプ。

【請求項 5】

前記外筒の内周面、及び前記内筒の外周面における前記軸線方向の一方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い親水性を有する親水部と、

前記外筒の内周面、及び前記内筒の外周面における前記軸線方向の他方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い疎水性を有する疎水部と、

をさらに有する請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のヒートパイプ。

【請求項 6】

軸線方向に延びる外筒と、

前記外筒内で該外筒の内周面に、同一の材料によって前記外筒と一体に形成され、内周側に前記軸線に沿って貫通する気体通過流路を形成するウィックと、

を備え、

前記ウィックは、前記軸線の径方向外側から内側に向かうに従って空隙率が大きくなる気液通過部を有し、

前記ウィックは、前記気液通過部の外周側に設けられ、前記気液通過部よりも低い空隙率を有する液通過部をさらに有するヒートパイプ。

【請求項 7】

前記ウィックは、三次元格子状をなすことで、互いに隣接する前記気液通過部同士、及び互いに隣接する前記液通過部同士を連通させる連通部を有する請求項 6 に記載のヒートパイプ。

【請求項 8】

前記外筒の内周面における前記軸線方向の一方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い親水性を有する親水部と、

前記外筒の内周面における前記軸線方向の他方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い疎水性を有する疎水部と、

をさらに有する請求項 6 又は 7 に記載のヒートパイプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ヒートパイプに関する。

【背景技術】

【0002】

熱を一定の方向に輸送するための装置としてヒートパイプの利用が進められている。下記特許文献 1 に記載されているように、一般的なヒートパイプは、筒状の外筒と、この外筒の内周側に設けられた内筒と、これら外筒と内筒との間に充填されたウィックと、を主に備えている。ウィックは、例えば微細なワイヤーを編み込むことで形成されたメッシュ状をなしている。ウィック内部に形成される微小流路で毛細管現象が生じることで、水やアルコール等の作動流体が当該流路内を液体として移動することが可能とされている。

【0003】

例えば、ヒートパイプを熱源側と低温熱源側との間に配置した場合を考える。この場合、熱源とヒートパイプ内部の作動流体との間で熱交換が生じる。この熱交換によってヒートパイプの熱源側で生じた気体（蒸気）は、放熱側に設けられた低温熱源との間で熱交換する。低温熱源と熱交換することで蒸気は凝縮し、液体の状態でウィックの微小流路を通じて再びヒートパイプ内部を熱源側に移動する。このようなサイクルが連続的に生じることで、熱源側と低温熱源側との間で熱の輸送が行われる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2017 - 146024 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】**【 0 0 0 5 】**

しかしながら、上記のようにウィックをメッシュ状の部材で形成した場合、作動流体の流れ方向（つまり、熱の輸送方向）から見て微小流路の断面積がワイヤーによって阻害されてしまう。具体的には、流路を横切る方向に編み込まれたワイヤーによって当該流路の断面積が減少してしまう。その結果、毛細管力による作動流体の移送力が限定的となり、ヒートパイプの熱交換性能に影響が及ぶ虞がある。

【 0 0 0 6 】

本開示は上記課題を解決するためになされたものであって、熱交換性能がさらに向上したヒートパイプを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【 0 0 0 7 】**

上記課題を解決するために、本開示に係るヒートパイプは、軸線方向に延びる外筒と、該外筒の内側で前記軸線方向に延びるように設けられた内筒と、前記外筒と前記内筒との間に設けられており、前記軸線方向に直線状に延びる微小貫通部が複数形成されたウィックと、を備え、前記軸線方向における前記外筒の少なくとも一方の端部を含む部分には、他の部分よりも肉厚が小さい薄肉部が形成され、該薄肉部には、前記軸線に対する径方向に突出するとともに周方向に間隔をあけて配列された複数のフィンが設けられ、前記フィンは、前記内筒と前記外筒とを径方向に接続している。

【 0 0 0 8 】

本開示に係るヒートパイプは、軸線方向に延びる外筒と、前記外筒内で該外筒の内周面に、同一の材料によって前記外筒と一体に形成され、内周側に前記軸線に沿って貫通する気体通過流路を形成するウィックと、を備え、前記ウィックは、前記軸線の径方向外側から内側に向かうに従って空隙率が大きくなる気液通過部を有し、前記ウィックは、前記気液通過部の外周側に設けられ、前記気液通過部よりも低い空隙率を有する液通過部をさらに有する。

【発明の効果】**【 0 0 0 9 】**

本開示によれば、熱交換性能がさらに向上したヒートパイプを提供することができる。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 0 】**

【図 1】本開示の第一実施形態に係るヒートパイプの縦断面図である。

【図 2】本開示の第一実施形態に係るヒートパイプを軸線方向から見た断面図である。

【図 3】本開示の第一実施形態に係るウィックの三次元構造の一例を示す斜視図である。

【図 4】本開示の第二実施形態に係るヒートパイプの縦断面図である。

【図 5】図 4 の V - V 線における断面図である。

【図 6】本開示の第二実施形態に係るヒートパイプの変形例を軸線方向から見た断面図である。

【図 7】本開示の第三実施形態に係るヒートパイプの縦断面図である。

【図 8】本開示の第四実施形態に係るヒートパイプの縦断面図である。

【図 9】本開示の第四実施形態に係るヒートパイプを軸線方向から見た断面図である。

【図 10】本開示の各実施形態に係るウィックをダイキャスト用金型の冷却に用いた例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 1 】**

< 第一実施形態 >

（ヒートパイプの構成）

以下、本開示の第一実施形態に係るヒートパイプ 100 について、図 1 から図 3 を参照して説明する。ヒートパイプ 100 は、一定の方向に熱を輸送するための装置である。図 1 に示すように、ヒートパイプ 100 は、外筒 1 と、内筒 2 と、ウィック 3 と、を備えて

10

20

30

40

50

いる。

【 0 0 1 2 】

(外筒の構成)

外筒 1 は、軸線 O に沿って延びる有底筒状をなしている。より具体的には外筒 1 は、軸線 O を中心とする円筒状の外筒本体 1 0 と、この外筒本体 1 0 の軸線 O 方向一方側の端部を閉塞する第一蓋体 1 1 と、軸線 O 方向他方側の端部を閉塞する第二蓋体 1 2 と、を有している。

【 0 0 1 3 】

(内筒の構成)

内筒 2 は、外筒 1 の内側に設けられ、軸線 O に沿って延びる円筒状をなしている。内筒 2 は外筒 1 と同軸上に設けられることが望ましい。軸線 O 方向における内筒 2 の寸法は、外筒 1 の寸法よりも小さく設定されている。詳細には、内筒 2 の軸線 O 方向一方側の端部は、外筒 1 の軸線 O 方向一方側の端部よりも他方側に位置している。また、内筒 2 の軸線 O 方向他方側の端部は、外筒 1 の軸線 O 方向他方側の端部よりも一方側に位置している。これにより、内筒 2 の軸線 O 方向両端部には、軸線 O に対する径方向に広がる開口部 2 a が形成されている。なお、開口部 2 a は内筒 2 の周方向全域にわたって形成されていてもよいし、周方向の一部の領域のみに形成されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

(ウィックの構成)

ウィック 3 は、外筒 1 と内筒 2 との間に設けられている。より詳細には、外筒 1 の内周面 1 3、及び内筒 2 の外周面 2 1 との間にウィック 3 が充填されている。これら外筒 1、内筒 2、及びウィック 3 は、例えば AM 造形法 (Additive Modeling 造形法) を含む 3 D 積層造形によって互いに同一の材料で一体に形成されている。なお、ウィック 3 のみを押し出し成型によって形成することも可能である。

【 0 0 1 5 】

図 2、及び図 3 に示すように、ウィック 3 は全体として三次元格子状をなしている。これにより、ウィック 3 の内部には、軸線 O 方向に直線状に延びる複数の微小貫通部 3 1 と、互いに隣接する微小貫通部 3 1 同士を径方向、及び周方向に連通させる連通部 3 2 と、が形成されている。微小貫通部 3 1 は、軸線 O 方向から見て当該軸線 O 方向に遮るものを伴わずに直線状に貫通する流路である。微小貫通部 3 1 は、周方向、及び径方向に隣接して複数形成されている。連通部 3 2 は、ウィック 3 が格子状であることによって必然的に形成される流路である。

【 0 0 1 6 】

つまり、ウィック 3 の内部では作動流体 (アルコールや水) が軸線 O 方向、径方向、及び周方向のいずれにも移動することが可能である。これら微小貫通部 3 1、及び連通部 3 2 の格子長さは 1 0 0 0 μ m 程度であることが望ましい。これにより、微小貫通部 3 1、及び連通部 3 2 では、作動流体に対する毛細管現象が発現する。言い換えると、毛細管力が生じる限りにおいて、微小貫通部 3 1、及び連通部 3 2 の寸法は適宜設定されてよい。

【 0 0 1 7 】

(作用効果)

ヒートパイプ 1 0 0 を動作させるに当たっては、まずヒートパイプ 1 0 0 内に作動流体としての水やアルコールを充填する。その後、軸線 O 方向一方側の端部に熱源を近接させ、他方側の端部に低温熱源 (又は冷却媒体) を近接させる。

【 0 0 1 8 】

このとき、熱源とヒートパイプ 1 0 0 内部の作動流体との間で熱交換が生じる。この熱交換によってヒートパイプ 1 0 0 の熱源側 (つまり、第一蓋体 1 1 側) で生じた気体 (蒸気) は、内筒 2 の内側を通して放熱側 (つまり、第二蓋体 1 2 側) に流れる。ここで、作動流体は放熱側に設けられた低温熱源との間で熱交換する。低温熱源と熱交換することで蒸気は凝縮し、液体の状態でウィック 3 の微小貫通部 3 1 を通じて再びヒートパイプ 1 0 0 内部を熱源側に移動する。このようなサイクルが連続的に生じることで、熱源側と低温

10

20

30

40

50

熱源側との間で熱の輸送が行われる。

【 0 0 1 9 】

ところで、上記の構成とは異なり、ウィック 3 をワイヤー編み込みによるメッシュ状の部材で形成した場合、作動流体の流れ方向（つまり、熱の輸送方向）から見て微小流路の断面積がワイヤーによって阻害されてしまう。具体的には、流路を横切る方向に編み込まれたワイヤーによって当該流路の断面積が減少してしまう。その結果、毛細管力による作動流体の移送力が限定的となり、ヒートパイプ 1 0 0 の熱交換性能に影響が及ぶ虞がある。

【 0 0 2 0 】

そこで、本実施形態では上述したようなウィック 3 の構成を採っている。上記構成によれば、微小貫通部 3 1 が軸線 O 方向に直線状に延びている。つまり、微小貫通部 3 1 上では作動流体を軸線 O 方向から遮るものがない。したがって、当該軸線 O 方向における作動流体の流れをより円滑に生じさせることができる。その結果、ヒートパイプ 1 0 0 としての熱交換性能を向上させることができる。

10

【 0 0 2 1 】

また、上記構成によれば、連通部 3 2 を通じて微小貫通部 3 1 同士の間で作動流体を径方向、及び周方向にも移動させることができる。これにより、軸線 O に直交する断面における作動流体の分布を均一化することができる。言い換えると、作動流体が一部の領域のみに偏ってしまうことがない。その結果、ウィック 3 の断面積全体にわたって作動流体の流量を確保することができる。これにより、ヒートパイプ 1 0 0 の熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

20

【 0 0 2 2 】

さらに、上記構成によれば、微小貫通部 3 1 が径方向に複数配列されている。これにより、作動流体の流路断面積をさらに大きく確保することができる。よって、単位面積当たりの作動流体の流量が増大し、ヒートパイプ 1 0 0 の熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

以上、本開示の第一実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上記第一実施形態では、ウィック 3 の微小貫通部 3 1 が径方向に複数配列されている例について説明した。しかしながら、ヒートパイプ 1 0 0 が適用されるスペースの制約や寸法条件によっては、微小貫通部 3 1 を径方向に 1 つのみ（1 層のみ）設けることも可能である。

30

【 0 0 2 4 】

< 第二実施形態 >

続いて、本開示の第二実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 b について、図 4 と図 5 を参照して説明する。なお、上記第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 4 又は図 5 に示すように、本実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 b は、フィン 4 をさらに備えている。

【 0 0 2 5 】

具体的には、フィン 4 は軸線 O 方向他方側における端部（つまり、上記第一実施形態の説明では低温熱源が位置する側の端部）に設けられている。フィン 4 は、外筒 1 から内筒 2 に向かって径方向に突出するとともに、周方向に間隔をあけて複数配列されている。また、フィン 4 が設けられる位置は、外筒本体 1 0 の肉厚が他の部分よりも小さく設定されることで薄肉部 1 0 a とされている。具体的には、当該位置では外筒本体 1 0 の内周面に径方向外側に向かって凹む環状の溝が形成されることで薄肉部 1 0 a とされている。フィン 4 はこの薄肉部 1 0 a の内周面に沿って配列されている。

40

【 0 0 2 6 】

上記構成によれば、薄肉部 1 0 a が形成されていることによって作動流体と外部との間の熱抵抗を他の部分よりも小さくすることができる。さらに、フィン 4 によって作動流体との接触面積を大きく確保することができる。これにより、ヒートパイプ 1 0 0 b の熱交換性能をより一層向上させることが可能となる。また、薄肉部 1 0 a を形成したことによ

50

る強度低下をフィン 4 によって補うこともできる。したがって、ヒートパイプ 100b を長期にわたってより安定的に運用することが可能となる。

【0027】

以上、本開示の第二実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上述したフィン 4 の表面粗さを、外筒 1 の内周面の表面粗さよりも大きく設定することも可能である。つまり、フィン 4 の表面に微細な凹凸を形成する構成を採ることが可能である。この構成によれば、フィン 4 と作動流体との間の接触面積をさらに拡大することが可能となる。その結果、ヒートパイプ 100b の熱交換性能をさらに向上させることができる。

【0028】

また、上記第二実施形態では、フィン 4、及び薄肉部 10a が軸線 O 方向他方側の端部のみに設けられる例について説明した。しかしながら、フィン 4 の態様はこれに限定されず、図 6 に示すように、軸線 O 方向の一方側の端部（つまり、熱源が位置する側の端部）にも同様にフィン 4、及び薄肉部 10a を設けることが可能である。この構成によれば、ヒートパイプ 100b の熱交換性能をより一層向上させることができる。

【0029】

さらに、上記第二実施形態では、フィン 4 が外筒 1 の内周側に設けられる例について説明した。しかしながら、フィン 4 を外筒 1 の外周面に沿って周方向に配列する構成を採ることも可能である。このような構成によっても上述したものと同様の作用効果を得ることができる。

【0030】

< 第三実施形態 >

次に、本開示の第三実施形態に係るヒートパイプ 100c について、図 7 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 7 に示すように、本実施形態に係るヒートパイプ 100c は、親水部 5 と、疎水部 6 と、をさらに備えている。

【0031】

親水部 5 は、外筒 1 の内周面、及び内筒 2 の外周面における軸線 O 方向の一方側の端部を含む領域に設けられている。親水部 5 は、例えばシランカップリング材によって形成された薄膜状の層であり、他の部分よりも相対的に高い親水性を有する。

【0032】

疎水部 6 は、外筒 1 の内周面、及び内筒 2 の外周面における軸線 O 方向の他方側の端部を含む領域に設けられている。疎水部 6 は、シランカップリング材によって形成された薄膜状の層であり、他の部分よりも相対的に高い疎水性を有する。

【0033】

例えばヒートパイプ 100c の軸線 O 方向一方側に熱源を設け、他方側に低温熱源を設けた場合を考える。上記構成によれば、作動流体が蒸発する軸線 O 方向一方側の端部を含む領域では、親水部 5 が設けられていることによって、外筒 1、及び内筒 2 の表面における沸騰限界が緩和され、作動流体をさらに蒸発させやすくすることができる。また、作動流体が凝縮する軸線 O 方向他方側の端部を含む領域では、疎水部 6 が設けられていることによって、作動流体をさらに凝縮させやすくすることができる。これにより、ヒートパイプ 100c の熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

【0034】

以上、本開示の第三実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上記第三実施形態では、シランカップリング材によって親水部 5、及び疎水部 6 を形成する例について説明した。しかしながら、親水部 5、及び疎水部 6 の態様はこれに限定されず、外筒 1、及び内筒 2 の表面に直接的に機械加工を施すことによって微細な凹凸を形成し、親水部 5、及び疎水部 6 とすることも可能である。

【0035】

10

20

30

40

50

< 第四実施形態 >

続いて、本開示の第四実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 d について、図 8 と図 9 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 8 及び図 9 に示すように、本実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 d は、外筒 1 と、ウィック 7 と、を備えている。外筒 1 は、第一実施形態で説明したものと同様に、外筒本体 1 0、第一蓋体 1 1、及び第二蓋体 1 2 を有している。

【 0 0 3 6 】

ウィック 7 は、第一実施形態で説明したものと同様に、三次元格子状をなしている。ウィック 7 の内周側には、軸線 O 方向に貫通する気体通過流路 8 a としての空間が形成されている。ウィック 7 は外筒 1 に対して A M 造形法等に基づいて同一の材料によって一

10

【 0 0 3 7 】

さらに、ウィック 7 は、気液通過部 8 と、液通過部 9 と、を有している。具体的には、気液通過部 8 は内周側に位置し、液通過部 9 は気液通過部 8 の外周側に位置している。気液通過部 8、及び液通過部 9 は、ともに軸線 O を中心とする円筒状をなしている。気液通過部 8 では、径方向外側から内側に向かうに従って空隙率（つまり、三次元格子の大きさ）が次第に大きくなっている。一方で、液通過部 9 では、空隙率が一定とされている。また、液通過部 9 の空隙率は気液通過部 8 の空隙率よりも小さい（つまり、三次元格子が小さい）。また、詳しくは図示しないが、第一実施形態と同様に、ウィック 7 も三次元格子状であることから、これら気液通過部 8、及び液通過部 9 を径方向と周方向に連通させる

20

【 0 0 3 8 】

ヒートパイプ 1 0 0 d の内部では、軸線 O に直交する断面内で、内周側に向かうほど気体が多く流通し、外周側に向かうほど液体が多く流通する。気体を流通させるためには流路断面積が大きい（空隙率が大きい）ほど好ましい。一方で、毛細管力によって液体を流通させるためには流路断面積が小さい（空隙率が小さい）ほど好ましい。上記構成によれば、気液通過部 8 と液通過部 9 とで空隙率を違えることで、気体と液体の分布に応じて流路断面積を最適化することが可能となる。これにより、ヒートパイプ 1 0 0 d の熱交換性能をさらに向上させることができる。

【 0 0 3 9 】

30

以上、本開示の第四実施形態について説明した。なお、本開示の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。例えば、上記第四実施形態に係るヒートパイプ 1 0 0 d に、第三実施形態で説明した親水部 5、及び疎水部 6 を適用することも可能である。具体的には、外筒 1 の内周面にこれら親水部 5、及び疎水部 6 を設ける構成が考えられる。このような構成によっても上述したものと同様の作用効果を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

（その他の実施形態）

図 1 0 に示すように、上述したヒートパイプ 1 0 0、1 0 0 b、1 0 0 c、1 0 0 d、又はウィック 3、7 を、ダイキャスト用金型 3 0 0 の冷却に用いることが可能である。このダイキャスト用金型 3 0 0 は、金型本体 2 0 0 と、ウィック 3 0 と、蒸気流路 4 0 と、冷却部 5 0 と、を備えている。金型本体 2 0 0 の内部には溶融した金属材料等（ワーク 9 0）が充填される。金型本体 2 0 0 の外周側には、当該金型本体 2 0 0 を囲むようにして複数のウィック 3 0 が間隔をあけて複数配列されている。また、これらウィック 3 0 同士の間は蒸気流路 4 0 とされている。ウィック 3 0 と蒸気流路 4 0 は冷却部 5 0 に接している。つまり、この例では、ウィック 3 0 と蒸気流路 4 0 によって上述したヒートパイプ 1 0 0、1 0 0 b、1 0 0 c、1 0 0 d が形成されている。金型本体 2 0 0 は熱源に相当し、冷却部 5 0 は低温熱源に相当する。このような構成を採ることによって、金型本体 2 0 0 をより早くかつ安定的に冷却することが可能となる。

40

【 0 0 4 1 】

50

< 付記 >

各実施形態に記載のヒートパイプ 100 は、例えば以下のように把握される。

【0042】

(1) 第1の態様に係るヒートパイプ 100 は、軸線 O 方向に延びる外筒 1 と、該外筒 1 の内側で前記軸線 O 方向に延びるように設けられた内筒 2 と、前記外筒 1 と前記内筒 2 との間でこれら外筒 1 と内筒 2 とに一体に設けられており、前記軸線 O 方向に直線状に延びる微小貫通部 31 が複数形成されたウィック 3 と、を備える。

【0043】

上記構成によれば、微小貫通部 31 が軸線 O 方向に直線状に延びていることから、当該軸線 O 方向における作動流体の流れをより円滑に生じさせることができる。

10

【0044】

(2) 第2の態様に係るヒートパイプ 100 では、前記ウィック 3 は、三次元格子状をなすことで、互いに隣接する前記微小貫通部 31 同士を連通させる連通部 32 を有する。

【0045】

上記構成によれば、連通部 32 を通じて微小貫通部 31 同士の間で作動流体を移動させることができる。これにより、軸線 O に直交する断面における作動流体の分布を均一化することができる。その結果、作動流体の流量を確保し、熱交換性能を向上させることが可能となる。

【0046】

(3) 第3の態様に係るヒートパイプ 100 では、前記微小貫通部 31 は、前記外筒 1 と前記内筒 2 との間で前記軸線 O に対する径方向に複数設けられている。

20

【0047】

上記構成によれば、作動流体の流路断面積をさらに大きく確保することができる。これにより、熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

【0048】

(4) 第4の態様に係るヒートパイプ 100 b では、前記軸線 O 方向における前記外筒の少なくとも一方の端部を含む部分には、他の部分よりも肉厚が小さい薄肉部 10a が形成され、該薄肉部 10a には、前記軸線 O に対する径方向に突出するとともに周方向に間隔をあけて配列された複数のフィン 4 が設けられている。

【0049】

30

上記構成によれば、薄肉部 10a が形成されていることによって作動流体と外部との間の熱抵抗が小さくなる。さらに、フィン 4 によって作動流体との接触面積を大きく確保することができる。これにより、熱交換性能をより一層向上させることが可能となる。また、薄肉部 10a を形成したことによる強度低下をフィン 4 によって補うこともできる。

【0050】

(5) 第5の態様に係るヒートパイプ 100 b では、前記フィン 4 の表面粗さは、前記外筒 1 の内周面の表面粗さよりも大きく設定されている。

【0051】

上記構成によれば、フィン 4 と作動流体との間の接触面積をさらに拡大することが可能となる。

40

【0052】

(6) 第6の態様に係るヒートパイプ 100 c は、前記外筒 1 の内周面、及び前記内筒 2 の外周面における前記軸線 O 方向の一方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い親水性を有する親水部 5 と、前記外筒 1 の内周面、及び前記内筒 2 の外周面における前記軸線 O 方向の他方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い疎水性を有する疎水部 6 と、をさらに有する。

【0053】

例えば軸線 O 方向一方側に熱源を設け、他方側に低温熱源を設けた場合を考える。上記構成によれば、作動流体が蒸発する軸線 O 方向一方側の端部を含む領域では、親水部 5 が設けられていることによって、作動流体をさらに蒸発させやすくすることができる。また

50

、作動流体が凝縮する軸線O方向他方側の端部を含む領域では、疎水部6が設けられていることによって、作動流体をさらに凝縮させやすくすることができる。これにより、熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

【0054】

(7) 第7の態様に係るヒートパイプ100dは、軸線O方向に延びる外筒1と、前記外筒1内で該外筒1の内周面に一体に設けられ、内周側に前記軸線Oに沿って貫通する気体通過流路8aを形成するウィック7と、を備え、前記ウィック7は、前記軸線Oの径方向外側から内側に向かうに従って空隙率が大きくなる気液通過部8を有する。

【0055】

ヒートパイプ100dの内部では、軸線Oに直交する断面内で、内周側に向かうほど気体が多く流通し、外周側に向かうほど液体が多く流通する。気体を流通させるためには流路断面積が大きい(空隙率が大きい)ほど好ましい。一方で、毛細管力によって液体を流通させるためには流路断面積が小さい(空隙率が小さい)ほど好ましい。上記構成によれば、気体と液体の分布に応じて流路断面積を最適化することが可能となる。これにより、熱交換性能をさらに向上させることができる。

【0056】

(8) 第8の態様に係るヒートパイプ100dでは、前記ウィック7は、前記気液通過部8の外周側に設けられ、前記気液通過部8よりも低い空隙率を有する液通過部9をさらに有する。

【0057】

上記構成によれば、液通過部9が設けられていることによって、液体としての作動流体をさらに円滑に移動させることができる。

【0058】

(9) 第9の態様に係るヒートパイプ100dでは、前記ウィック7は、三次元格子状をなすことで、互いに隣接する前記気液通過部8同士、及び互いに隣接する前記液通過部9同士を連通させる連通部を有する。

【0059】

上記構成によれば、連通部を通じて軸線Oに直交する断面内で作動流体を移動させることができる。これにより、当該断面における作動流体の分布を均一化することができる。その結果、作動流体の流量を確保し、熱交換性能を向上させることが可能となる。

【0060】

(10) 第10の態様に係るヒートパイプ100dは、前記外筒1の内周面における前記軸線O方向の一方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い親水性を有する親水部5と、前記外筒1の内周面における前記軸線O方向の他方側の端部を含む領域に設けられ、他の部分よりも相対的に高い疎水性を有する疎水部6と、をさらに有する。

【0061】

例えば軸線O方向一方側に熱源を設け、他方側に低温熱源を設けた場合を考える。上記構成によれば、作動流体が蒸発する軸線O方向一方側の端部を含む領域では、親水部5が設けられていることによって、作動流体をさらに蒸発させやすくすることができる。また、作動流体が凝縮する軸線O方向他方側の端部を含む領域では、疎水部6が設けられていることによって、作動流体をさらに凝縮させやすくすることができる。これにより、熱交換性能をさらに向上させることが可能となる。

【符号の説明】

【0062】

100, 100b, 100c, 100d ヒートパイプ

1 外筒

2 内筒

2a 開口部

3 ウィック

4 フィン

10

20

30

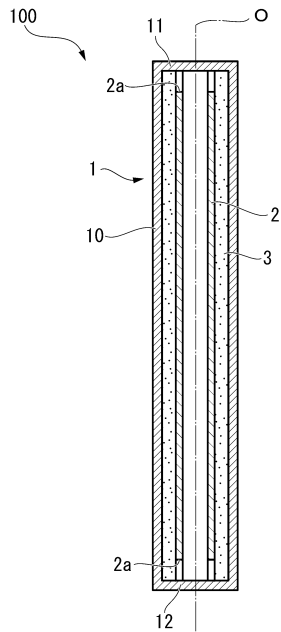
40

50

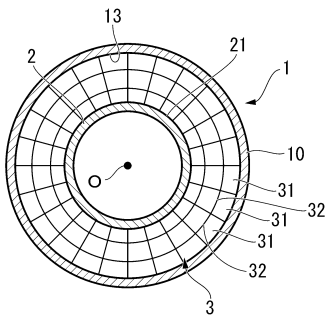
- 5 親水部
- 6 疎水部
- 7 ウィック
- 8 気液通過部
- 8 a 気体通過流路
- 9 液通過部
- 1 0 外筒本体
- 1 0 a 薄肉部
- 1 1 第一蓋体
- 1 2 第二蓋体
- 1 3 内周面
- 2 1 外周面
- 3 0 ウィック
- 3 1 微小貫通部
- 3 2 連通部
- 4 0 蒸気流路
- 5 0 冷却部
- 2 0 0 金型本体
- 3 0 0 ダイキャスト用金型

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

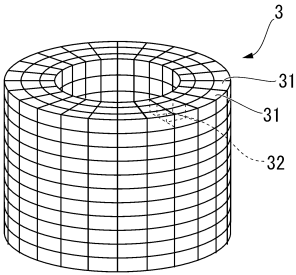
20

30

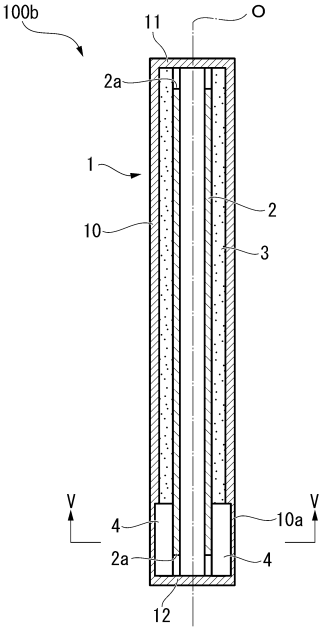
40

50

【図 3】

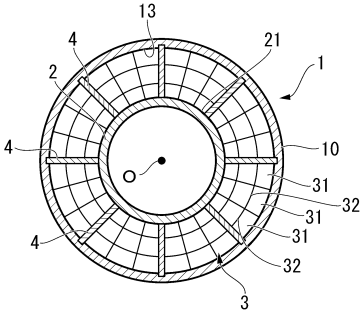


【図 4】

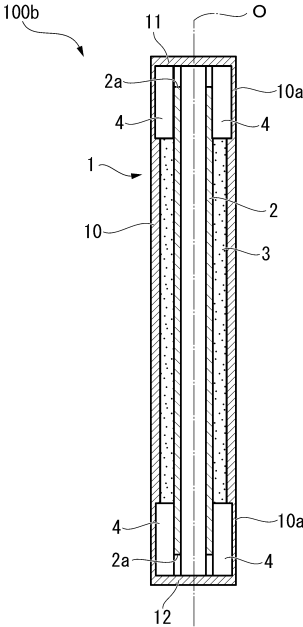


10

【図 5】



【図 6】



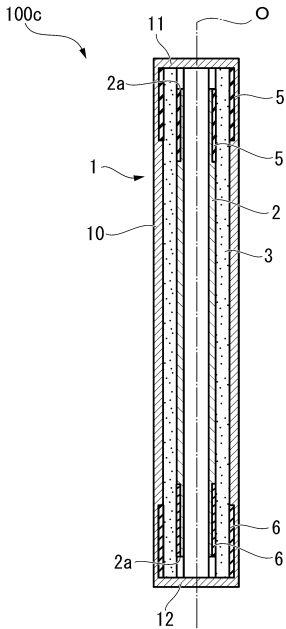
20

30

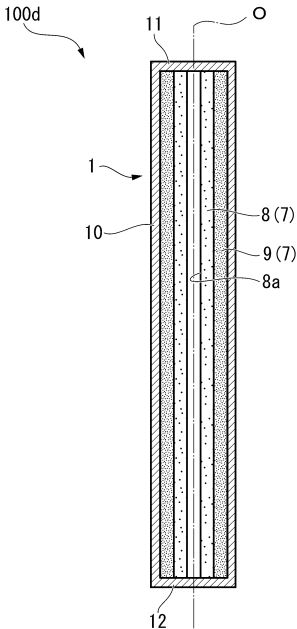
40

50

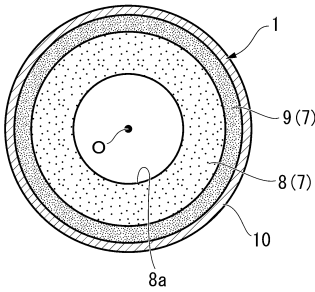
【 図 7 】



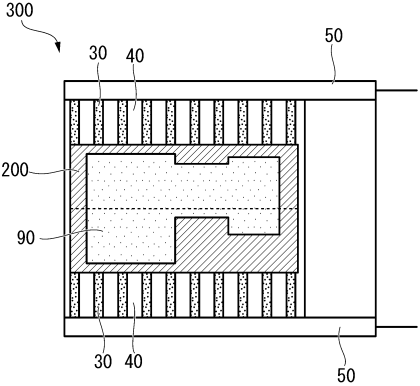
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

三菱重工業株式会社内
(72)発明者 勝田 理史
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 谷本 浩一
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 大谷 雄一
東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 三菱重工業株式会社内
審査官 古川 峻弘
(56)参考文献 特開昭 5 9 - 0 1 5 7 9 2 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 1 6 2 9 6 2 (J P , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 5 - 0 0 7 7 6 8 9 (K R , A)
特開 2 0 0 3 - 1 4 8 8 8 7 (J P , A)
特開昭 6 1 - 2 3 5 6 8 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 1 0 1 4 1 (J P , A)
B. Richard, D. Pellicone, B. Anderson , Loop Heat Pipe Wick Fabrication via Additive Manuf
acturing , 48th International Conference on Environmental Systems , 米国 , 2018年07月0
8日 , <http://hdl.handle.net/2346/74027>
(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 2 8 D 1 5 / 0 0 - 1 5 / 0 6
H 0 1 L 2 3 / 3 4 - 2 3 / 4 7 3
H 0 5 K 7 / 2 0