

(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
2023年10月5日(05.10.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/189232 A1

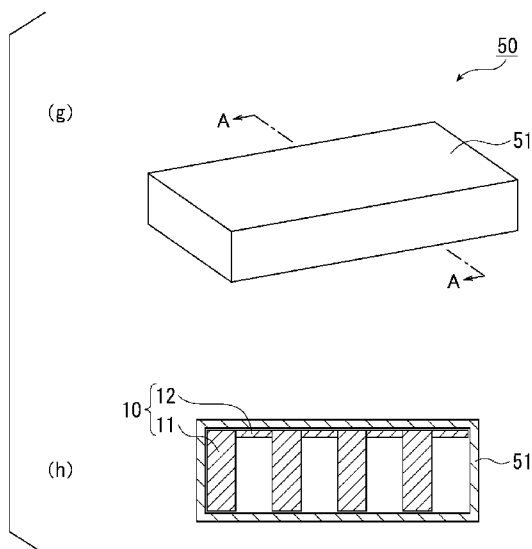
- (51) 国際特許分類:
F28D 15/02 (2006.01) *F28D 15/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/008257
- (22) 国際出願日: 2023年3月6日(06.03.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-052891 2022年3月29日(29.03.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社巴川製紙所 (TOMOEGAWA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1048335 東京都中央区京橋二丁目1番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森内 英輝 (MORIUCHI Hideki); 〒4210192 静岡県静岡市駿河区用宗巴町3番1号 株式会社巴川製紙所内 Shizuoka (JP).
- (74) 代理人: 加島 広基 (KASHIMA Hiromoto); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町1丁

目 1 1 番 8 号 紅 萌 ビ ル 2 階 日 本 橋 知 的
財 産 総 合 事 務 所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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,

(54) Title: WICK FOR HEAT PIPE, HEAT PIPE USING SAME, COOLING UNIT, AND COOLING SYSTEM

(54) 発明の名称: ヒートパイプ用ウィック、それを用いたヒートパイプ、冷却ユニット及び冷却システム



(57) Abstract: A wick (10) for a heat pipe having a metal fiber non-woven fabric, the wick (10) for a heat pipe having a sparse fiber part (11) in which there are many voids within the metal fiber non-woven fabric, and a dense fiber part (12) in which there are fewer voids in the metal fiber non-woven fabric than are in the sparse fiber part. Additionally provided are a heat pipe (50) using the aforementioned wick (10), a cooling unit (60), and a cooling system (70).

(57) 要約: 金属繊維不織布を有するヒートパイプ用ウィック(10)であって、前記金属繊維不織布の空隙が多い繊維疎部(11)と、前記繊維疎部より金属繊維不織布の空隙が少ない繊維密部(12)とを有するヒートパイプ用ウィック(10)、それを用いたヒートパイプ(50)、冷却ユニット(60)及び冷却システム(70)。

IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

ヒートパイプ用ウイック、それを用いたヒートパイプ、冷却ユニット及び冷却システム

技術分野

[0001] 本発明は、ヒートパイプ用ウイック、それを用いたヒートパイプ、冷却ユニット及び冷却システムに関する。

背景技術

[0002] ヒートパイプは、熱伝導率の高い主に金属製の多孔性のウイックを内壁面に沿って配し、内壁内部に熱媒体となる液体を封入して、ヒートパイプ両端を閉鎖して内部を減圧したものが一般的である。

[0003] このパイプの一端に熱が加わると該液体は気化蒸発し、蒸発体が他端に移動して熱を放散して凝縮・結露し、液体にかわる。結露した液体は、ヒートパイプ用ウイック（以下、この明細書内では単にウイックという）内を毛細管現象によって移動してもとに戻り、再び蒸発してヒートパイプ内部を還流して熱の移動を行う。

[0004] このように、伝熱素子としてのヒートパイプの機能については、熱媒体である液体が毛細管現象によってウイック内を還流することに基づいているので、その還流速度によりヒートパイプの伝熱能力が左右される。

[0005] 従来、ウイックとして金属繊維の焼結体を使用することが提案されている（例えば、国際公開第2019/131790号（WO2019/131790A）参照）。当該従来技術によれば、特定の繊維長や繊維径を有する金属繊維を使用することによって良好な熱輸送量を得ようとするものであるが、このような金属繊維を使用しただけでは、気化蒸発した蒸発体が、金属繊維内部にとどまってしまい毛細管現象による移動ができにくいという問題を有していた。

発明の概要

[0006] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであって、ヒートパイプ内における気化蒸発した蒸発体が、金属繊維不織布内部を毛細管現象による移動が良好に行うことができ、還流の制御を効率的に行うことができるウイック、それを用いたヒートパイプ、冷却ユニット及び冷却システムを提供することを目的とする。

[0007] 本発明は、以下の態様を有する。

[1] 金属繊維不織布を有するヒートパイプ用ウイックであって、前記金属繊維不織布は、繊維疎部と、前記繊維疎部より金属繊維不織布の空隙が少ない繊維密部とを有することを特徴とするヒートパイプ用ウイック。

[2] 前記繊維疎部が凸部を有し、前記繊維密部が凹部を有することを特徴とする[1]に記載のヒートパイプ用ウイック。

[3] 前記繊維疎部における金属繊維不織布の占積率が30%～60%で、前記繊維密部における金属繊維不織布の占積率が50%～80%であることを特徴とする[1]又は[2]に記載のヒートパイプ用ウイック。

[4] 前記[1]乃至[3]のいずれかのヒートパイプ用ウイックを用いたことを特徴とするヒートパイプ。

[5] 前記[4]のヒートパイプを備えることを特徴とする冷却ユニット。

[6] 前記[5]の冷却ユニットを備えることを特徴とする冷却システム。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明に係るウイックを示す概略斜視図である。

[図2]本発明に係るウイックを示す概略斜視図である。

[図3]本発明に係るウイックを示す概略斜視図である。

[図4]本発明に係るウイックを示す概略斜視図である。

[図5]本発明に係るヒートパイプを示す概略斜視図及び断面図である。

[図6]本発明に係るヒートパイプを示す断面図である。

[図7]本発明に係るヒートパイプのコンテナを示す断面図である。

[図8]従来の冷却ユニットおよび冷却システムと、本発明に係る冷却ユニットおよび冷却システムの例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、図面を参照して本発明に係るウィック及びヒートパイプについて説明する。なお、以下の説明で用いる図面は、便宜上、特徴となる部分を拡大して示しており、各構成要素の寸法比率等は、実際とは異なる場合がある。また、以下の説明において例示される材料、寸法等は一例であって、本発明はそれらに限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲で適宜変更できる。

[0010] [ウィック]

図1を参照しながら、本発明に係る実施の形態1におけるウィックについて説明する。

図1の(a)図は実施の形態1におけるウィック10の概略斜視図であり、(b)図は(a)図の裏面における概略斜視図である。

図1に示すウィック10は、金属繊維不織布の空隙が多い繊維疎部（以下、繊維疎部という）11と繊維疎部より金属繊維不織布の空隙が少ない繊維密部（以下、繊維密部という）12から構成される。ウィック10は、複数の繊維疎部11と複数の繊維密部12から構成される。

実施の形態1におけるウィック10では、繊維疎部11及び繊維密部12は各々直方体形状を有し、繊維疎部11と繊維密部12とが交互に隣接した形状を有している。

また、繊維疎部11が凸部であり、前記繊維密部12が凹部を形成している。

[0011] 実施の形態1におけるウィック10をヒートパイプに使用した場合、発熱部に隣接する繊維疎部11の内部で気化蒸発した蒸発体が、繊維疎部11内部に拡散すると共に、繊維疎部11と繊維疎部11との間（繊維密部12）に拡散する。拡散された蒸発体は、冷却部に隣接する繊維密部12で熱を放散して凝縮・結露し液体にかわった後、繊維疎部11ならびに繊維密部12の繊維表面を伝わり、作動液が発熱部に戻ることで還流できる。

[0012] 繊維疎部11の厚さは、特に限定されないが、200 μ m以上5000 μ

m以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上 $4000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $1000\mu\text{m}$ 以上 $2000\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。繊維疎部11の厚さが $200\mu\text{m}$ 以上であると、効率よく作動液を気化させるための表面積を得られる。繊維疎部11の厚さが $5000\mu\text{m}$ 以下であると、液化した作動液が繊維疎部11の内部を通過し、発熱部に移動することを阻害しないため、作動液を還流する効果を得られる。

[0013] また、繊維密部12の厚さは、特に限定されないが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。繊維密部12の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であると、作動液を凝縮するのに十分な表面積を得られる。繊維密部12の厚さが $300\mu\text{m}$ 以下であると、気化した作動液が密部の繊維構造体の内部に溜まることを抑えることができ、還流量を上げる効果を得られる。

[0014] なお、本明細書におけるウィックの厚さとは、空気による端子落下方式の膜厚計（例えば、ミットヨ社製：デジマチックインジケータID-C112X）で例えば、ウィックの任意の数の測定点を測定した場合の平均値をいう。

[0015] 実施の形態1におけるウィック10は、次のように製造することができる。

後述するように金属繊維不織布を製造し、概ね平らなシート状の金属繊維不織布を用意する。

次に、シート状の金属繊維不織布を基台に置き、別に用意した繊維密部12の形状を有する型枠で該シート状の金属繊維不織布の表面から圧力を加える。このように、該型枠による圧力を、実施の形態1におけるウィック10の形状になるように加圧することによって、繊維疎部11が凸部を有し、繊維密部12が凹部を有するウィック10を製造することができる。

[0016] 次に、図2を参照しながら、本発明に係る実施の形態2におけるウィックについて説明する。

図2の(c)図は実施の形態2におけるウィック20の概略斜視図であり、(d)図は(c)図の裏面における概略斜視図である。

図2に示すウィック20は、繊維疎部21と繊維密部22から構成される。ウィック20は、複数の繊維疎部21とシート状の繊維密部22から構成される。

実施の形態2におけるウィック20では、シート状の繊維密部22の表面に、複数の直方体形状を有する繊維疎部21を有している。

また、繊維疎部21は凸部であり、前記繊維密部22が凹部を形成している。

[0017] 実施の形態2におけるウィック20をヒートパイプに使用した場合、発熱部に隣接する繊維疎部21の内部で気化蒸発した蒸発体が、繊維疎部21内部に拡散すると共に、繊維疎部21と繊維疎部21との間(繊維密部22)に拡散する。拡散された蒸発体は、冷却部に隣接する繊維密部22で熱を放散して凝縮・結露し液体にかわった後、繊維疎部21ならびに繊維密部22の繊維表面を伝わり、作動液が発熱部に戻ることによって還流できる。

[0018] 繊維疎部21の厚さは、特に限定されないが、 $200\mu\text{m}$ 以上 $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上 $4000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $1000\mu\text{m}$ 以上 $2000\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。繊維疎部21の厚さが $200\mu\text{m}$ 以上であると、効率よく作動液を気化させるための表面積を得られる。繊維疎部21の厚さが $5000\mu\text{m}$ 以下であると、液化した作動液が繊維疎部21の内部を通過し、発熱部に移動することを阻害しないため、作動液を還流する効果を得られる。

[0019] また、繊維密部22の厚さは、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。繊維密部22の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であると、作動液を凝縮するのに十分な表面積を得られる。繊維密部22の厚さが $300\mu\text{m}$ 以下であると、気化した作動液が密部の繊維構造体の内部に溜まることを抑えることができ、還流液量を上げる効果を得

られる。

[0020] 実施の形態2におけるウィック20は、次のように製造することができる。

後述するように金属繊維不織布を製造し、概ね平らなシート状の金属繊維不織布を用意する。

一方、後述するように金属繊維不織布を製造した後、繊維疎部21の形状に該金属繊維不織布を整形し、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部21を用意する。

次に、前記用意した概ね平らなシート状の金属繊維不織布を繊維密部22として、該繊維密部22表面に、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部21を融着することによって、繊維疎部21が凸部を有し、繊維密部22が凹部を有するウィック20を製造することができる。

[0021] 次に、図3を参照しながら、本発明に係る実施の形態3におけるウィックについて説明する。

図3の(e)図は実施の形態3におけるウィック30の概略斜視図であり、(f)図は(e)図の裏面における概略斜視図である。

図3に示すウィック30は、繊維疎部31と繊維密部32から構成される。ウィック30は、複数の繊維疎部31とシート状の繊維密部32から構成される。

シート状の繊維密部32は、複数の突出部33と複数のへこみ部34を有する。

実施の形態3におけるウィック30では、シート状の繊維密部32における突出部33の表面に、複数の直方体形状を有する繊維疎部31を有している。

また、繊維疎部31が凸部であり、前記繊維密部32におけるへこみ部34が凹部を形成している。

[0022] 実施の形態3におけるウィック30をヒートパイプに使用した場合、発熱部に隣接する繊維疎部31の内部で気化蒸発した蒸発体が、繊維疎部31内

部に拡散すると共に、繊維疎部 3 1 と繊維疎部 3 1 との間（繊維密部 3 2、突出部 3 3、へこみ部 3 4）に拡散する。拡散された蒸発体は、冷却部に隣接する繊維密部 3 2 で熱を放散して凝縮・結露し液体にかわった後、繊維疎部 3 1 ならびに繊維密部 3 2、突出部 3 3、へこみ部 3 4 の繊維表面を伝わり、作動液が発熱部に戻ることで還流できる。

[0023] 繊維疎部 3 1 の厚さは、特に限定されないが、 $200\mu\text{m}$ 以上 $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上 $4000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $1000\mu\text{m}$ 以上 $2000\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。繊維疎部 3 1 の厚さが $200\mu\text{m}$ 以上であると、効率よく作動液を気化させるための表面積を得られる。繊維疎部 3 1 の厚さが $5000\mu\text{m}$ 以下であると、液化した作動液が繊維疎部 3 1 の内部を通過し、発熱部に移動することを阻害しないため、作動液を還流する効果を得られる。

[0024] また、繊維密部 3 2 における突出部 3 3 の厚さは、特に限定されないが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。突出部 3 3 の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であると、作動液を凝縮するのに十分な表面積を得られる。突出部 3 3 の厚さが $300\mu\text{m}$ 以下であると、気化した作動液が密部の繊維構造体の内部に溜まることを抑えることができ、還流液量を上げる効果を得られる。

また、繊維密部 3 2 におけるへこみ部 3 4 の厚さは、特に限定されないが、 $10\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以上 $200\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。へこみ部 3 4 の厚さが $10\mu\text{m}$ 以上であると、作動液を凝縮するのに十分な表面積を得られる。へこみ部 3 4 の厚さが $300\mu\text{m}$ 以下であると、気化した作動液が密部の繊維構造体の内部に溜まることを抑えることができ、還流液量を上げる効果を得られる。

[0025] 実施の形態 3 におけるウィック 3 0 は、次のように製造することができる。

後述するように金属繊維不織布を製造し、概ね平らなシート状の金属繊維不織布を用意した後、該シート状の金属繊維不織布を突出部 33 の形状を有するように整形する。

一方、後述するように金属繊維不織布を製造した後、繊維疎部 31 の形状に該金属繊維不織布を整形し、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部 31 を用意する。

次に、前記用意した突出部 33 を有するシート状の金属繊維不織布を繊維密部 32 として、該突出部 33 表面に、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部 31 を融着することによって、繊維疎部 31 が凸部を有し、繊維密部 32 が凹部を有するウィック 30 を製造することができる。

[0026] 次に、図 4 を参照しながら、本発明に係る実施の形態 4 におけるウィックについて説明する。

図 4 は実施の形態 4 におけるウィック 40 の概略斜視図である。

図 4 に示すウィック 40 は、繊維疎部 41 と繊維密部 22 から構成される。ウィック 40 は、複数の繊維疎部 41 とシート状の繊維密部 22 から構成される。

実施の形態 4 におけるウィック 40 では、シート状の繊維密部 22 の表面に、複数の円柱形状を有する繊維疎部 41 を有している。

また、繊維疎部 41 は凸部であり、前記繊維密部 22 が凹部を形成している。

[0027] 実施の形態 4 におけるウィック 40 をヒートパイプに使用した場合、発熱部に隣接する繊維疎部 41 の内部で気化蒸発した蒸発体が、繊維疎部 41 内部に拡散すると共に、繊維疎部 41 と繊維疎部 41 との間（繊維密部 22）に拡散する。拡散された蒸発体は、冷却部に隣接する繊維密部 22 で熱を放散して凝縮・結露し液体にかわった後、繊維疎部 41 ならびに繊維密部 22 の繊維表面を伝わり、作動液が発熱部に戻ることで還流できる。

[0028] 繊維疎部 41 の厚さは、 $200\mu\text{m}$ 以上 $5000\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、 $500\mu\text{m}$ 以上 $4000\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 10

00 μm 以上2000 μm 以下であることがさらに好ましい。繊維疎部41の厚さが200 μm 以上であると、効率よく作動液を気化させるための表面積を得られる。繊維疎部41の厚さが5000 μm 以下であると、液化した作動液が繊維疎部41の内部を通過し、発熱部に移動することを阻害しないため、作動液を還流する効果を得られる。

また、繊維密部22の厚さは、前記に記載した通りである。

[0029] 実施の形態4におけるウィック40は、次のように製造することができる。

後述するように金属繊維不織布を製造し、概ね平らなシート状の金属繊維不織布を用意する。

一方、後述するように金属繊維不織布を製造した後、繊維疎部41の形状に該金属繊維不織布を整形し、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部41を用意する。

次に、前記用意した概ね平らなシート状の金属繊維不織布を繊維密部22として、該繊維密部22表面に、複数の金属繊維不織布からなる繊維疎部41を融着することによって、繊維疎部41が凸部を有し、繊維密部22が凹部を有するウィック40を製造することができる。

[0030] なお、本発明に係るウィックは、上記の実施形態に限定するものではない。

ウィックにおける繊維疎部の形状は、求められる特性に応じて任意に選択できる。例えば、繊維疎部の形状は、球形、星形、台形、三角形などの多面形状、等を選択できる。

また、ウィックにおける繊維密部の形状は、求められる特性に応じて任意に選択できる。例えば、繊維密部の形状は、球形、星形、台形、三角形などの多面形状、等を選択できる。

[0031] 本発明に係るウィックにおいては、前記繊維疎部における金属繊維不織布の占積率が30%~60%が好ましく、30%~50%がより好ましい。繊維疎部における金属繊維不織布の占積率が30%以上の場合には、金属繊維

不織布の熱伝導性、熱伝達性が向上し、作動液の気化促進効果が得られる。繊維の占積率が60%以下であれば、凝縮した作動液が繊維表面を伝い、加熱部に還流することを妨げない効果が得られる。

また、前記繊維密部における金属繊維不織布の占積率が50%～80%が好ましく、60%～80%がより好ましい。繊維密部における金属繊維不織布の占積率が50%以上の場合には、金属繊維不織布の熱伝導性が向上し、気化した作動液の凝縮を効率化する効果が得られる。繊維の占積率が80%以下であれば、金属繊維不織布の内部に気化した作動液が浸透でき、また、液化した作動液が繊維表面を伝い、加熱部に還流することを妨げない効果が得られる。

[0032] 本明細書における「金属繊維不織布の占積率」とは、金属繊維不織布の体積に対して繊維が存在する部分の割合である。

単一金属繊維のみから金属繊維不織布が構成される場合、金属繊維不織布の坪量と厚さ、及び金属繊維の真密度から以下の式により算出される。

占積率(%) = 金属繊維不織布の坪量 / (金属繊維不織布の厚さ × 金属繊維の真密度) × 100

なお、金属繊維不織布が、他の金属繊維や金属繊維以外の繊維を含む場合には、組成比率を反映した真密度値を採用することで占積率を算出することができる。

[0033] 本発明に係るウィックにおいては、前記繊維疎部における金属繊維不織布の占積率と、前記繊維密部における金属繊維不織布の占積率との差は、10%～50%が好ましく、20%～50%がより好ましく、更に30%～50%が特に好ましい。繊維疎部における金属繊維不織布の占積率と繊維密部における金属繊維不織布の占積率との差が10%以上の場合には、繊維疎部と繊維密部の間で機能分離が明確となり、繊維疎部に於ける作動液の気化と繊維密部に於ける気化した作動液の凝縮が適切に行われる効果が得られる。繊維疎部における金属繊維不織布の占積率と繊維密部における金属繊維不織布の占積率との差が50%以下であれば、繊維疎部に於ける作動液の気化に必

要な熱伝導性を得る効果と、繊維密部の内部に気化した作動液が浸透でき、作動液の凝縮を効率よく行う効果が得られる。

[0034] [金属繊維不織布]

本発明に係るウィックに使用する金属繊維不織布について説明する。

本発明に係るウィックに使用する金属繊維不織布は、金属繊維のみから構成されていても良いし、金属繊維に加えて金属繊維以外のものを有していても良い。

金属繊維間が結着しているとは、金属繊維が物理的に固定されている状態を指し、金属繊維が物理的に固定されている部位を結着部という。結着部では、金属繊維同士が直接的に固定されていても良いし、金属繊維の一部同士が金属成分以外の成分を介して間接的に固定されていても良い。

[0035] 以下、本発明に係るウィックに使用する金属繊維不織布をより詳細に説明する。

<金属繊維不織布を構成する材料>

金属繊維不織布を構成する前記金属繊維の具体例としては、特に限定されないが、ステンレス、鉄、銅、アルミニウム、青銅、黄銅、ニッケル、クロム、および金、白金、銀、パラジウム、ロジウム、イリジウム、ルテニウム、およびオスミウム等の貴金属であっても良い。この中でも、銅繊維は、剛直性と塑性変形性とのバランスが適度であり、十分な均質性を有する金属繊維不織布を得やすいため好ましい。

[0036] 前記金属成分以外の成分としては、ポリエチレン樹脂およびポリプロピレン樹脂等のポリオレフィン樹脂、ポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂、ポリビニルアルコール（PVA）樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アラミド樹脂、ナイロン、アクリル系樹脂など、およびこれら樹脂からなる繊維状物を例示できる。

さらには、金属繊維に対して結着性および担持性を有する有機物等を結着部に使用することもできる。

[0037] <金属繊維および金属繊維不織布の物性>

本発明で使用する金属繊維の平均繊維径は、不織布の均質性を損なわない範囲で任意に設定可能であるが、好ましくは $1\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ であり、さらに好ましくは $2\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ である。金属繊維の平均繊維径が $1\mu\text{m}$ 以上であれば、金属繊維の適度な剛直性が得られるため、不織布にする際にいわゆるダマが発生しにくい傾向がある。金属繊維の平均繊維径が $30\mu\text{m}$ 以下であれば、金属繊維の適度な可撓性が得られるため、繊維が適度に交絡しやすい傾向がある。

なお、金属繊維の平均繊維径は不織布とするのに支障がない範囲内において小さい方が金属繊維不織布の均質性を高め易くなるため好ましい。

また、本明細書における「平均繊維径」とは、顕微鏡で撮像された金属繊維不織布の長手方向に対する任意の垂直断面における、金属繊維の断面積を算出し（例えば、公知ソフトにて算出する。）、当該断面積と同一面積を有する円の直径を算出することにより導かれた面積径の平均値（例えば、20個の繊維の平均値）である。

[0038] また、金属繊維の長手方向に垂直な断面形状は円形、楕円形、略四角形、不定形等いずれであっても良いが、好ましくは円形である。ここで円形断面とは、通常金属繊維不織布の生産を実施する上で受ける応力において、曲部を生じ易い程度の円断面形状であれば良いため、真円断面である必要はない。

円形断面の金属繊維は、例えば、角柱断面を有する繊維よりも、応力に対して曲がりが生じやすく、かつ応力を受ける箇所に対して、金属繊維の曲がり度合いに差が生じ難いため、曲がり度合いも均質化する傾向がある。

例えば後述する湿式抄造法で金属繊維不織布を作製した場合、円形断面の金属繊維はスラリー攪拌羽根等との接触により、曲部を生じやすい。曲部を有する金属繊維同士が適度に交絡することで、金属繊維不織布の均質性を高めやすくなる傾向がある。

[0039] 本発明に係わる金属繊維の平均繊維長は、特に限定されないが、 $0.05\text{mm}\sim 1\text{mm}$ の範囲であることが好ましく、さらに好ましくは、 0.1mm

～0.5 mmの範囲である。なお、金属繊維の繊維長は不織布とするのに支障がない範囲内において短かい方が金属繊維不織布の均質性を高め易くなるため好ましい。

平均繊維長が0.05 mm～1 mmの範囲であると、例えば、抄造によって本発明の金属繊維不織布を作製する場合に、いわゆる金属繊維のダマを生じにくく、金属繊維の分散の度合いを制御しやすくなると共に、金属繊維不織布の均質性、繊維構造体のポア径を均質化する効果をも発揮しやすくなる。

なお、本明細書における「平均繊維長」とは、顕微鏡で20本を測定し、測定値を平均した値である。

[0040] 繊維長を調整するために、熔融紡糸法、引抜き法等で作製された長金属繊維を所望の繊維長にカットする場合、金属繊維1本1本を切断することは金属繊維の微細さからも現実的ではない。そこで長金属繊維を束ねて切断する方法を用いるが、その際長金属繊維の束を予め充分にほぐした後に切断することが好ましい。繊維間を充分にほぐすことで、切断時に金属繊維間の切断面同士が固着する現象（例えば、松葉状等）を抑制しやすくなる。これにより、不織布にする際、金属繊維1本1本が独立した挙動を取ることで、より均質性の高い金属繊維不織布を得易くなる。とりわけ、硬度の低い銅繊維等はこの手法を用いることが有効である。

[0041] さらに、本発明に係わる金属繊維のアスペクト比は、特に限定されないが、50～1000であることが好ましく、50～200がさらに好ましい。アスペクト比が50以上である場合には、いわゆるダマは生じにくいというに金属繊維の適度な交絡が生じ易くなるため、金属繊維不織布の適度なハンドリング強度が保てる傾向がある。アスペクト比が1000以下であれば、ハンドリング強度を充分に保てる上に、ダマが生じ難くなるため、金属繊維不織布の優れた均質性が得られる傾向がある。

[0042] <金属繊維不織布の作製>

本発明に係るウィックに使用する金属繊維不織布を得る方法としては、金

属繊維または金属繊維を主体としたウェブを圧縮成形する乾式法や、金属繊維または金属繊維を主体とする原料を用いた湿式抄造法を採用できる。

[0043] <乾式法>

乾式法により、金属繊維不織布を得る場合には、カード法、エアレイド法等により得られた金属繊維または金属繊維を主体とするウェブを圧縮成形する。この時、繊維同士を結着させるために繊維間にバインダーを含浸させてもよい。

かかるバインダーとしては、特に限定されないが、例えば、アクリル系接着剤、エポキシ系接着剤、ウレタン系接着剤などの有機系バインダーの他に、コロイダルシリカ、水ガラス、ケイ酸ソーダなどの無機質接着剤を用いることができる。

なお、バインダーを含浸させる代わりに、繊維の表面に熱接着性樹脂を予め被覆しておき、金属繊維または金属繊維を主体とする集合体を積層した後に加圧・加熱圧縮しても良い。

[0044] <湿式抄造法>

また、金属繊維等を水中に分散させて、これを抄き上げる湿式抄造法により金属繊維不織布を作製することもできる。

金属繊維不織布の製造方法としては、金属繊維等の繊維状物を水中分散等して抄造スラリーを作製する工程、抄造スラリーから湿体シートを得る抄造工程、湿体シートを脱水させる脱水工程、脱水後のシートを乾燥して、乾燥シートを得る乾燥工程、および乾燥シートを構成する金属繊維等を結着させる結着工程を少なくとも具備する。

なお、脱水工程と乾燥工程の間、乾燥工程と結着工程の間、結着工程後にシート状物をプレスするプレス工程を実施しても良い。

[0045] 以下、工程ごとに説明する。

(スラリー作製工程)

例えば攪拌ミキサーを用いて金属繊維のスラリー、または金属繊維と金属繊維以外の繊維状物とを含有するスラリーを調製し、これに填料、分散剤、

増粘剤、消泡剤、紙力増強剤、サイズ剤、凝集剤、着色剤、定着剤等を適宜添加する。

上記金属繊維以外の繊維状物としては、ポリエチレン樹脂およびポリプロピレン樹脂等のポリオレフィン樹脂、ポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂、ポリビニルアルコール（PVA）樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アラムド樹脂、ナイロン、アクリル系樹脂等を挙げることができる。

これら樹脂の繊維状物は、加熱溶融により結着性を発揮するためスラリー中に添加することもできる。

しかしながら、焼結によって金属繊維間に結着部を設ける場合には、金属繊維間に有機繊維等の存在が無い方が、結着部を確実に設けやすいため好ましい。

[0046] 上記のように有機繊維等の存在無くして、金属繊維を抄造する場合、水と金属繊維との真密度差、金属繊維の過交絡により、いわゆるダマ等の凝集物を生じやすい。このため、増粘剤等を適宜使用することが好ましい。

また、攪拌ミキサー中のスラリーは、真密度の大きな金属繊維がミキサー底面に沈降しやすい傾向にある。このため、金属繊維比率が比較的安定した底面付近を除いたスラリーを抄造スラリーとして用いることが好ましい。

[0047] （抄造工程）

次に前記スラリーを用いて、抄紙機にて湿式抄造する。抄紙機としては、円網抄紙機、長網抄紙機、短網抄紙機、傾斜型抄紙機、これらの中から同種又は異種の抄紙機を組み合わせるコンビネーション抄紙機などを用いることができる。

（脱水工程）

次に、抄紙後の湿紙を、脱水する。

脱水時には、脱水の水流量（脱水量）を抄造網の面内、幅方向等で均一化することが好ましい。水流量を一定にすることで、脱水時の乱流等が抑えられ、金属繊維が抄造網へ沈降する速度が均一化されるため、均質性の高い金属繊維不織布を得易くなる。脱水時の水流量を一定にするためには、抄造網

下の水流の障害となる可能性のある構造物を排除すればよい。

[0048] (乾燥工程)

脱水後、エアードライヤー、シリンドラードライヤー、サクションドラムドライヤー、赤外方式ドライヤー等を用いて乾燥する。このような工程を経て金属繊維を含有するシートを得ることができる。

[0049] (結着工程)

次に、シート中の金属繊維同士を結着させる。結着方法としては、金属繊維不織布を焼結する方法、化学エッチングにより結着する方法、レーザー溶着する方法、IH加熱を利用して結着する方法、ケミカルボンド法、サーマルボンド法等を用いることができる。

[0050] 金属繊維不織布を焼結させるには、真空中または非酸化雰囲気中で金属繊維の融点以下の温度で焼結する焼結工程を含むことが好ましい。焼結工程を経た金属繊維不織布は有機物が焼失しており、金属繊維のみからなる不織布であっても、金属繊維同士の接点が結着することで、均質性が安定した金属繊維不織布を得やすくなる効果を奏する。

[0051] 上記工程を経て金属繊維不織布を得ることができる。

なお、上記工程以外に、下記工程を採用することもできる。

(繊維交絡処理工程)

抄造工程後の抄造網上の水分を含んだ湿体シートを形成している金属繊維または金属繊維を主体とした繊維を互いに交絡させる繊維交絡処理工程を施してもよい。

ここで、繊維交絡処理工程としては、湿体シート面に高圧ジェット水流を噴射する繊維交絡処理工程が好ましい。具体的には、シートの流れ方向に対して直交する方向に複数のノズルを配列し、この複数のノズルから同時に高圧ジェット水流を噴射することにより、シート全体に亘って金属繊維または金属繊維を主体とする繊維同士を交絡させることが可能である。前記工程を経た後、湿体シートは、乾燥工程を経て巻取り等される。

[0052] (プレス工程)

上述したように、プレス工程は、脱水工程と乾燥工程の間、乾燥工程と結着工程の間、および／または結着工程後に実施することができる。特に、結着工程後にプレス工程を実施することによって、その後の繊維交絡処理工程に於いて金属繊維間に結着部を設けやすい。これにより、金属繊維不織布の均質性をさらに向上させることができるため好ましい。

また、プレスは加熱下で実施しても、非加熱下で実施しても良い。しかしながら、金属繊維不織布が加熱溶融する有機繊維等を含んでいる場合には、その溶融開始温度以上での加熱が有効である。

金属繊維不織布が金属繊維のみで構成される場合には、加圧のみでも良い。圧力は、金属繊維不織布の厚さを考慮して適宜設定すれば良いが、例えば厚さ $170\text{ }\mu\text{m}$ 程度の金属繊維不織布の場合、線圧 300 kg/cm 未満、好ましくは 250 kg/cm 未満で実施することで、金属繊維不織布に均質性を与え易くなるため好ましい。また、このプレス工程により、金属繊維不織布における金属繊維の占積率を調整することもできる。

[0053] また、プレス（加圧）工程は、結着工程を経て焼結された金属繊維不織布に実施することもできる。焼結工程後の金属繊維不織布にプレス工程を施すことでさらに均質性を高めることができる。

繊維がランダムに交絡した金属繊維不織布は、厚さ方向に圧縮されることで厚さ方向だけではなく、面方向にも繊維のシフトが生じる。これにより、焼結時には空隙だった場所にも金属繊維が配置しやすくなる効果が期待でき、その状態は金属繊維の有する塑性変形特性によって維持される。

[0054] [ヒートパイプ]

次に、図5を参照しながら、本発明に係るヒートパイプについて説明する。

図5の（g）図は実施の形態1におけるヒートパイプ50の概略斜視図であり、（h）図は（g）図のA-A断面図である。

ヒートパイプ50は、コンテナ51内部に前記詳述した本発明に係るウィック10が備えられている。コンテナ51内部のウィック10の設置場所は

、ヒートパイプの使用条件により選択される。ヒートパイプ50内部には、図示しない液体が備えられており、外部からの熱により気化蒸発し蒸発体が発生する。該蒸発体は、本発明に係るウィック10における繊維疎部11内部に拡散すると共に、繊維疎部11と繊維疎部11との間（繊維密部12）に拡散する。拡散された蒸発体は、熱を放散して凝縮・結露し液体にかわった後、繊維疎部11よりも金属繊維不織布の空隙が少ない繊維密部12のほうが毛細管現象に優れているためすみやかに繊維密部に移動し還流される。

[0055] ウィック10を内部に配したヒートパイプ50を使用する場合は、図6に示すようにコンテナ51を介し繊維疎部11に隣接して発熱体を配する構造となっており、コンテナ51を介し繊維密部12に隣接して冷却体（放熱体）が配する構造として使用される。

[0056] コンテナ51は、密閉された管材である。コンテナ51の長手方向の形状は、直線状、曲部を有する形状等、特に特定されず、ヒートパイプ50では、略直線状となっている。コンテナ51の長手方向に対して直交方向の断面形状は、四角形となっている。コンテナ51の厚さ（肉厚）は特に限定されないが、例えば、400～7000 μ mである。図5の（h）図におけるコンテナ51の長辺の長さは特に限定されないが、例えば5～200mmであり、短辺の長さは特に限定されないが、例えば3～100mmである。

[0057] コンテナ51の材質は、銅やステンレス等の金属を挙げられるが特に限定されない。

また、ヒートパイプのコンテナ51の形状は特に特定されず、断面形状が図7（i）図のような円形状のコンテナや図7（j）図のような楕円形状のコンテナでもよい。

[0058] [冷却ユニットおよび冷却システム]

次に、図8を参照しながら、本発明に係る冷却ユニットおよび冷却システムの例について説明する。

[0059] 比較のために、図8の（k）図に従来技術に係る冷却ユニットおよび冷却システムを示す。この従来の冷却システムでは、発熱体としてのLED素子

6 1 が基板 6 2 の一面に取り付けられ、素子 6 1 とは反対側の基板 6 2 の面には冷却ユニットとしての水冷式ヒートシンク 6 3 が載置されている。なお、ヒートシンク 6 3 の各溝に水が流れる構成となっている。また、基板 6 2 はセラミック基板、アルミ基板であってもよい。

[0060] これに対し、図 8 の (1) 図に示す本発明に係る冷却システム 7 0 では、発熱体としての L E D 素子 6 1 が基板 6 2 の他の面に取り付けられ、素子 6 1 とは反対側の基板 6 2 の面には本発明に係る冷却ユニット 6 0 が載置されている。この冷却ユニット 6 0 は、例えば、上述した発明に係るウイック 1 0 を備えるヒートパイプ 5 0 (減圧状態、作動液) を備えるものである。図 8 の (1) 図に示す例では、冷却ユニット 6 0 は、高さを調整可能にフィン 6 4 と、送風ファン 6 5 とをさらに含んでいるが、冷却ユニット 6 0 の構造は限定されない。例えば、ヒートシンク 6 3 や放熱フィンを有するペルチェ素子冷却ユニットがヒートパイプ 5 0 に載置される構造となってもよい。また、本発明に係る冷却ユニット 6 0 は、図 6 に示すように、他の冷却体 (放熱体) が、ヒートパイプ 5 0 に直接配置される構造となってもよい。このように、本発明に係る冷却ユニット 6 0 および冷却システム 7 0 によれば、従来からある冷却手段に加えて、ヒートパイプ用ウイック 1 0 及びそれを用いたヒートパイプ 5 0 による 2 段階の調温制御が可能であり、還流の制御をより効率的に行うことができる。

実施例

[0061] 以下、実施例および比較例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

下記の実施例における厚さなどの物性値は、次のように測定した。

(厚さ測定)

実施例で得られた銅繊維不織布の厚さは、ミットヨ社製デジマチックインジケータ I D - C 1 1 2 X を用いて、直径 1 5 m m の測定端子にて測定した。得られたシートの厚さ 9 点を測定し、その平均値を厚さとした。

[0062] (寸法測定)

実施例で得られた銅繊維不織布の短辺と長辺の長さの寸法は、JIS 1 級の金尺を用いて測定した。

[0063] (占積率)

実施例で得られた銅繊維不織布の占積率は、任意の位置の銅繊維不織布を 5 mm × 5 mm の大きさに裁断して試料を得た後、該試料について以下の通り算出した。

銅繊維不織布の占積率(%) = 銅繊維不織布の坪量 / (銅繊維不織布の厚さ × 銅繊維の真密度) × 100

[0064] [実施例 1]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が 18.5 μm、平均繊維長が 3 mm の、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量 3100 g/m

²を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス 75%、窒素ガス 25% の雰囲気中で、1020℃で40分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは 3.2 mm、占積率は 10.9%であった。

[0065] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を 10 cm × 10 cm に裁断し、該銅繊維不織布に対して型枠で加圧し、図 1 で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が 35% で、繊維密部にお

ける銅繊維不織布の占積率が68%であった。ウィックの繊維疎部における厚さは1005 μ mであった。また、繊維密部における厚さは81 μ mであった。

[0066] [実施例2]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が18.5 μ m、平均繊維長が3mmの、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量3650g/m

²を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス75%、窒素ガス25%の雰囲気中で、1020℃で40分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは3.0mm、占積率は13.7%であった。

[0067] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を10cm×10cmに裁断し、該銅繊維不織布に対して機械加工により切削し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が31%で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が79%であった。ウィックの繊維疎部における厚さは1329 μ mであった。また、繊維密部における厚さは98 μ mであった。

[0068] [実施例3]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が $18.5\mu\text{m}$ 、平均繊維長が 3mm の、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量 $1850\text{g}/\text{m}^2$ を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス 75% 、窒素ガス 25% の雰囲気中で、 1020°C で 40 分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは 3.1mm 、占積率は 9.4% であった。

[0069] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を $10\text{cm}\times 10\text{cm}$ に裁断し、該銅繊維不織布に対して機械加工により切削し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が 43% で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が 69% であった。ウィックの繊維疎部における厚さは $680\mu\text{m}$ であった。また、繊維密部における厚さは $42\mu\text{m}$ であった。

[0070] [実施例4]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が $18.5\mu\text{m}$ 、平均繊維長が 3mm の、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量 $2500\text{g}/\text{m}^2$ を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス 75%、窒素ガス 25%の雰囲気中で、1020℃で40分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは3.5mm、占積率は11.2%であった。

[0071] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を10cm×10cmに裁断し、該銅繊維不織布に対して型枠で加圧し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が49%で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が61%であった。ウィックの繊維疎部における厚さは803μmであった。また、繊維密部における厚さは124μmであった。

[0072] [実施例5]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が18.5μm、平均繊維長が3mmの、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量19700g/m²を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス75%、窒素ガス25%の雰囲気中で、1020℃で40分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは16.7mm、占積率は13.3%であった。

[0073] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ に裁断し、該銅繊維不織布に対して型枠での加圧と機械加工により成形し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が 51% で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が 69% であった。ウィックの繊維疎部における厚さは $4356\text{ }\mu\text{ m}$ であった。また、繊維密部における厚さは $278\text{ }\mu\text{ m}$ であった。

[0074] [実施例6]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が $18.5\text{ }\mu\text{ m}$ 、平均繊維長が 3 mm の、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量 8200 g/m

²を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス 75% 、窒素ガス 25% の雰囲気中で、 1020°C で 40 分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは 7.1 mm 、占積率は 13.0% であった。

[0075] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ に裁断し、該銅繊維不織布に対して型枠での加圧と機械加工により成形し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有してい

た。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が27%で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が84%であった。ウィックの繊維疎部における厚さは3430 μ mであった。また、繊維密部における厚さは257 μ mであった。

[0076] [実施例7]

(金属繊維不織布の作製)

繊維の平均繊維径が18.5 μ m、平均繊維長が3mmの、断面形状が略円環状である銅繊維を水中で分散し、増粘剤を適宜添加して抄造スラリーとした。この抄造スラリーのミキサー底部の、銅繊維濃度の高い部分を取り除いた抄造スラリーを用いて、坪量800g/m²を目安に抄造網上に投入し、脱水・乾燥を経て焼結前の銅繊維不織布を得た。

その後、前記銅繊維不織布を、水素ガス75%、窒素ガス25%の雰囲気中で、1020℃で40分間加熱して銅繊維間を焼結させ、銅繊維不織布を得た。

得られた銅繊維不織布の厚さは1.2mm、占積率は7.5%であった。

[0077] (ウィックの作製)

次に、上記で得られた銅繊維不織布を10cm×10cmに裁断し、該銅繊維不織布に対して型枠で加圧し、図1で示す形状の本発明のウィックを作製した。

作製したウィックは、繊維疎部が凸部を有し、繊維密部が凹部を有していた。

また、繊維疎部における銅繊維不織布の占積率が62%で、繊維密部における銅繊維不織布の占積率が69%であった。ウィックの繊維疎部における厚さは145 μ mであった。また、繊維密部における厚さは111 μ mであった。

[0078] [比較例1]

実施例 1 で得られた型枠で加圧していない銅繊維不織布をそのままウィックとして用いた。

[0079] [評価]

実施例 1 ～実施例 7 および比較例 1 で得られたウィックを用いて、次の試験を行った。

大きさ 12 cm 角、厚さ 2 mm の銅板にウィックを融着し、外形 12 cm 角、内形 10 cm 角、高さ 650 μ m の銅製角枠を溶接し、大きさ 12 cm 角、厚さ 2 mm の銅板を蓋として融着させることで試験用コンテナを得た。ウィックは融着の際、650 μ m になるように繊維疎部を圧縮し、融着した。コンテナの側面に作動液を注入するための穴を設け、コンテナ内部に作動液として、沸点が約 85 $^{\circ}$ C のフッ素系溶媒をコンテナに適量入れ、作動液の注入孔を金属溶接により封しヒートパイプを作製した。作動液量は投入熱量から計算し、必要量をコンテナに注入した。繊維疎部に隣接する銅板上にシートヒーターを設置し、繊維密部に隣接する銅板上に放熱フィンを有するペルチェ素子冷却ユニットを設置した。

[0080] そして、シートヒーターに電気を流してシートヒーターの熱量とペルチェ素子冷却ユニットの熱量とを測定した。また、シートヒーターの表面温度（B）を測定し、作動液の沸点（A）に基づいて伝熱効率＝（A）／（B）を計算した。それらの結果を繊維粗部及び繊維密部の物性値とともに表 1 に記した。

なお、伝熱効率の結果に基づいて判定として次のように示した。

伝熱効率が 0.98 以上 1.00 : ◎

伝熱効率が 0.93 以上 0.98 未満 : ○

伝熱効率が 0.90 以上 0.93 未満 : △

伝熱効率が 0.90 未満 : ×

[0081]

[表1]

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	比較例 1
繊維疎部	占積率 (%)	35	31	43	49	51	27	62	10.9
	厚さ (μm)	1005	1329	680	803	4356	3430	145	3200
	幅 (mm)	5	5	5	5	5	5	5	100
	長さ (mm)	100	100	100	100	100	100	100	100
繊維密部	占積率 (%)	68	79	69	61	69	84	69	—
	厚さ (μm)	81	98	42	124	278	257	111	—
	幅 (mm)	5	5	5	5	5	5	5	—
	長さ (mm)	100	100	100	100	100	100	100	—
繊維密部の占積率－繊維疎部の占積率 (%)		33	48	26	12	18	57	7	—
ヒーター投入熱量 (W)		101	98	100	102	101	91	92	102
ヘルテェ冷却熱量 (W)		101	98	100	102	101	91	92	102
(A) 作動液の沸点 (°C)		85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
(B) ヒーター表面温度 (°C)		84.9	85.0	89.0	92.3	90.0	94.5	93.2	103.2
(C) 伝熱効率 = (A) / (B)		1.00	1.00	0.96	0.92	0.94	0.90	0.91	0.82
判 定		◎	◎	○	△	○	△	△	×

[0082] 表 1 から明らかなように、実施例 1～実施例 7 の本発明のヒートパイプは、伝熱効率が 0.90 以上であり実用上優れた熱伝導特性であった。特に、実施例 1 及び実施例 2 の本発明のヒートパイプは、繊維密部における金属繊維の占積率と繊維粗部における金属繊維の占積率との差が 30%～50% であるため、繊維疎部と繊維密部の間で機能分離が明確となり、繊維疎部に於ける作動液の気化に必要な熱伝導性を得る効果と、繊維密部の内部に気化した作動液が浸透でき、作動液の凝縮を効率よく行う効果が得られ伝熱効率が 1.00 という優れた結果であった。これに対して、繊維密部を有していない比較例 1 のヒートパイプでは、作動液の還流が上手くできないため、シートヒーターの表面温度 (B) が上昇し伝熱効率が 0.82 という実施例に比べて低い結果であった。

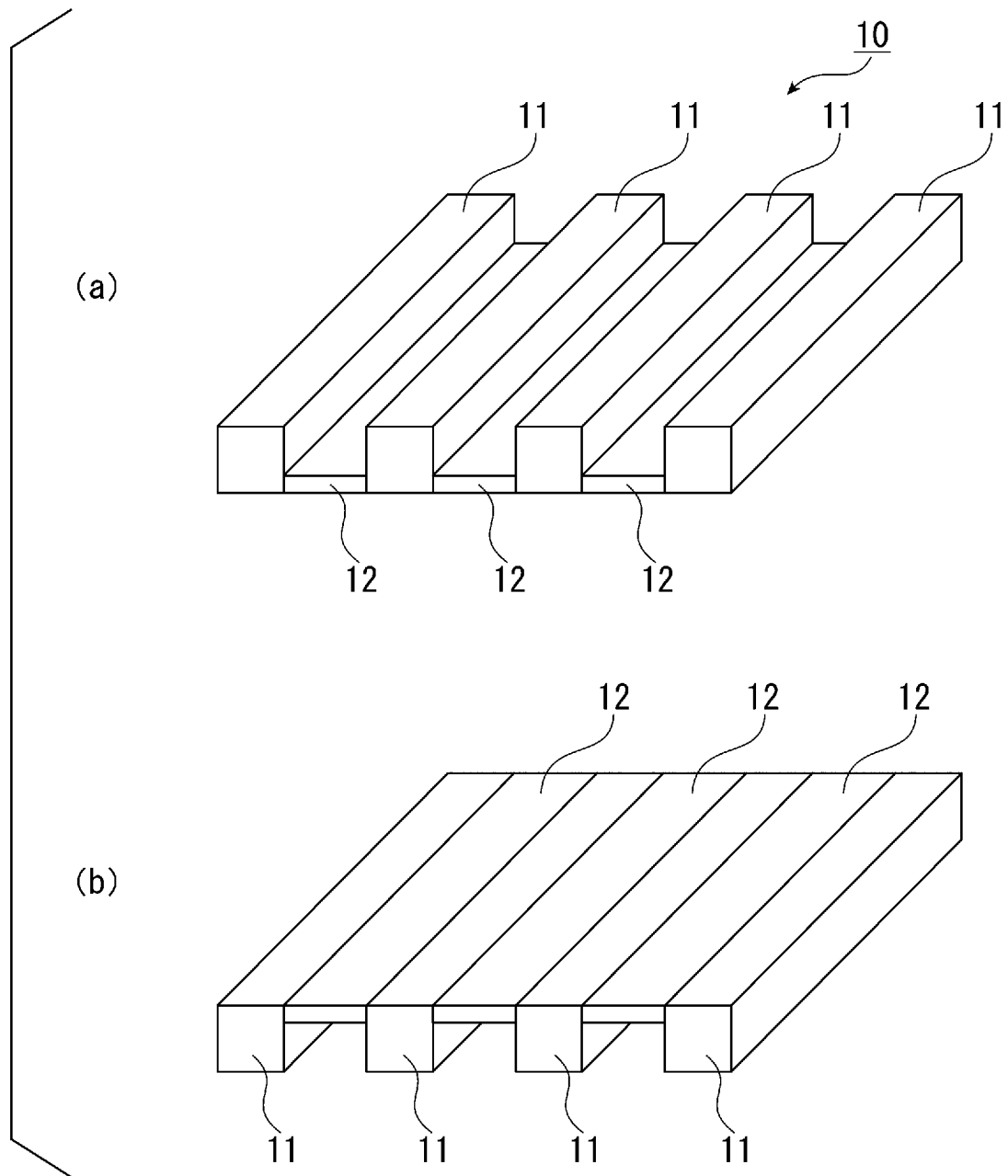
産業上の利用可能性

[0083] 本発明のウィック、それを用いたヒートパイプ、冷却ユニット及び冷却システムは、電力ケーブルの冷却、ボイラーの排熱回収、半導体などの高密度化電子機器の冷却などに使用することができる。

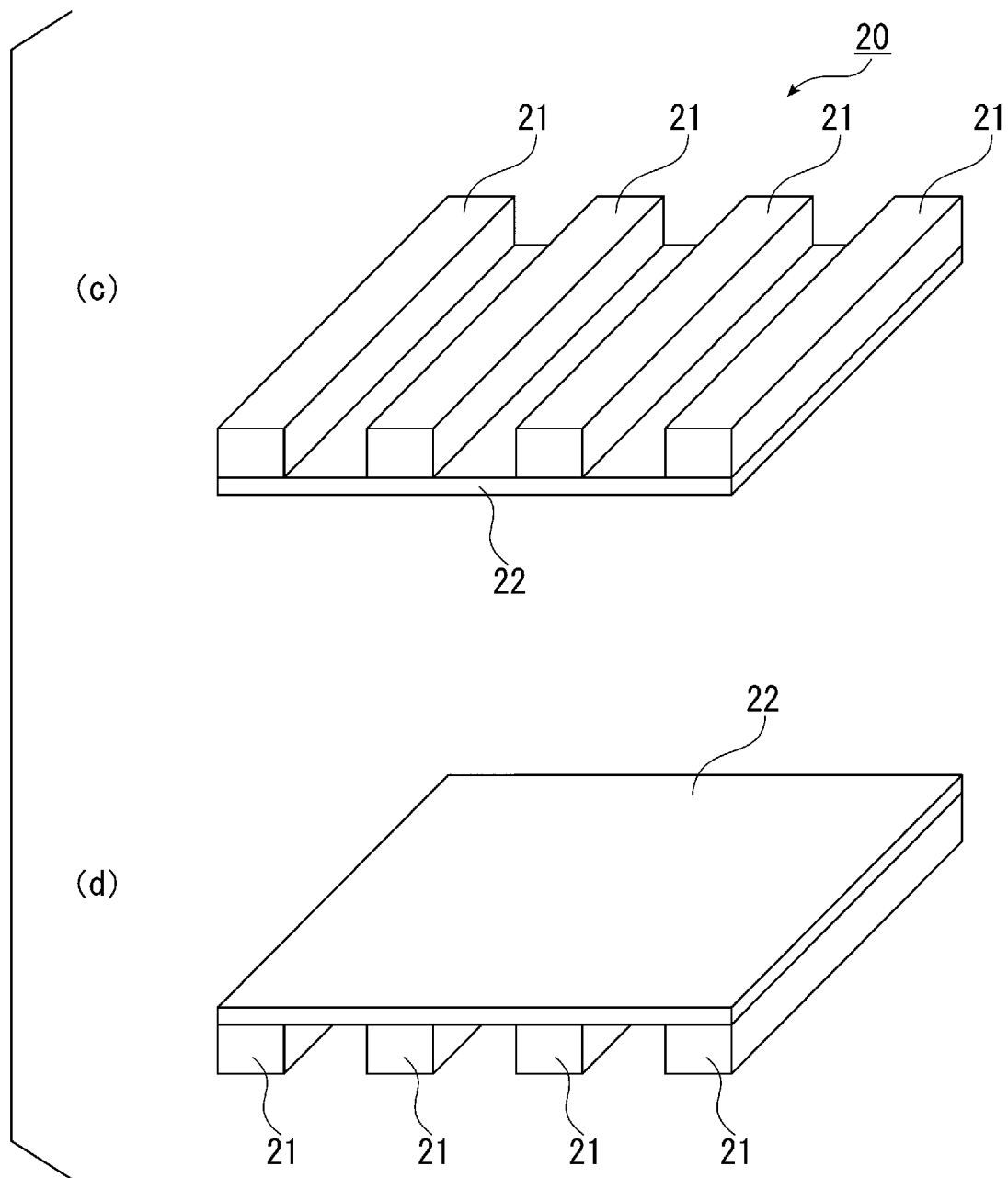
請求の範囲

- [請求項1] 金属繊維不織布を有するヒートパイプ用ウイックであって、
 前記金属繊維不織布は、繊維疎部と、前記繊維疎部より金属繊維不織布の空隙が少ない繊維密部とを有することを特徴とするヒートパイプ用ウイック。
- [請求項2] 前記繊維疎部が凸部を有し、前記繊維密部が凹部を有することを特徴とする請求項1に記載のヒートパイプ用ウイック。
- [請求項3] 前記繊維疎部における金属繊維不織布の占積率が30%～60%で、前記繊維密部における金属繊維不織布の占積率が50%～80%であることを特徴とする請求項1又は2に記載のヒートパイプ用ウイック。
- [請求項4] 前記請求項1乃至3のいずれか一項に記載のヒートパイプ用ウイックを用いたことを特徴とするヒートパイプ。
- [請求項5] 前記請求項4に記載のヒートパイプを備えることを特徴とする冷却ユニット。
- [請求項6] 前記請求項5に記載の冷却ユニットを備えることを特徴とする冷却システム。

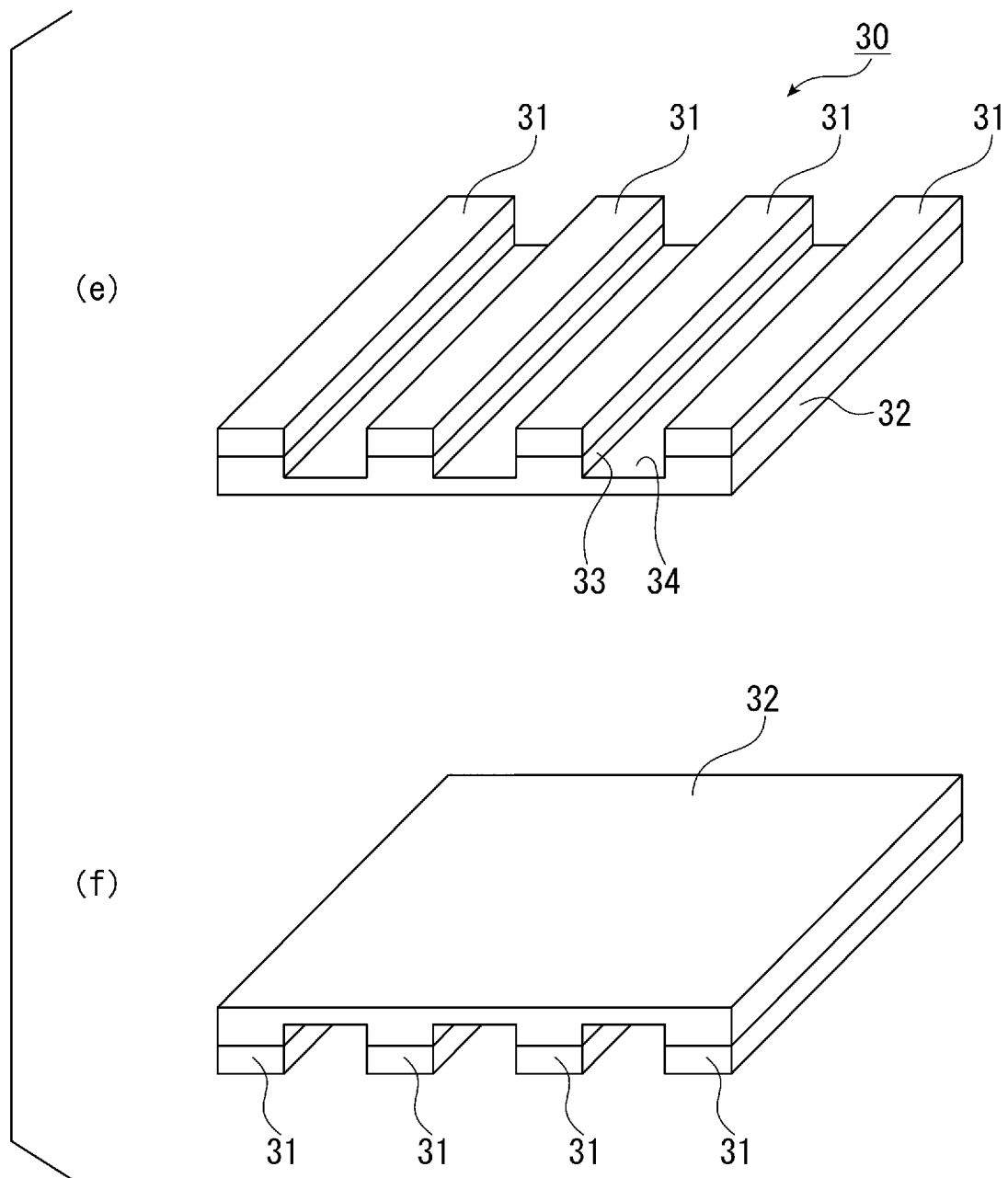
[図1]



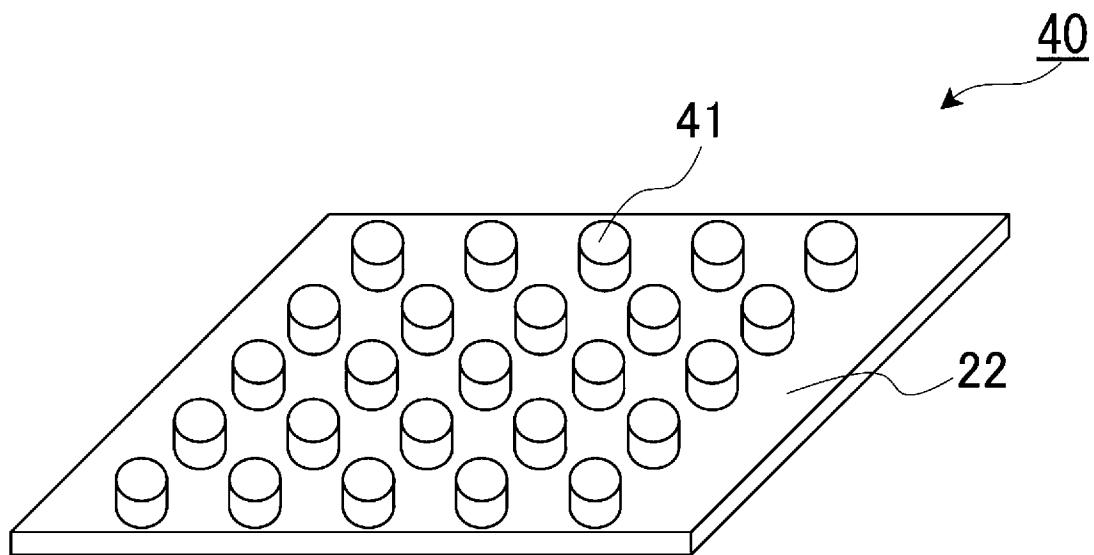
[図2]



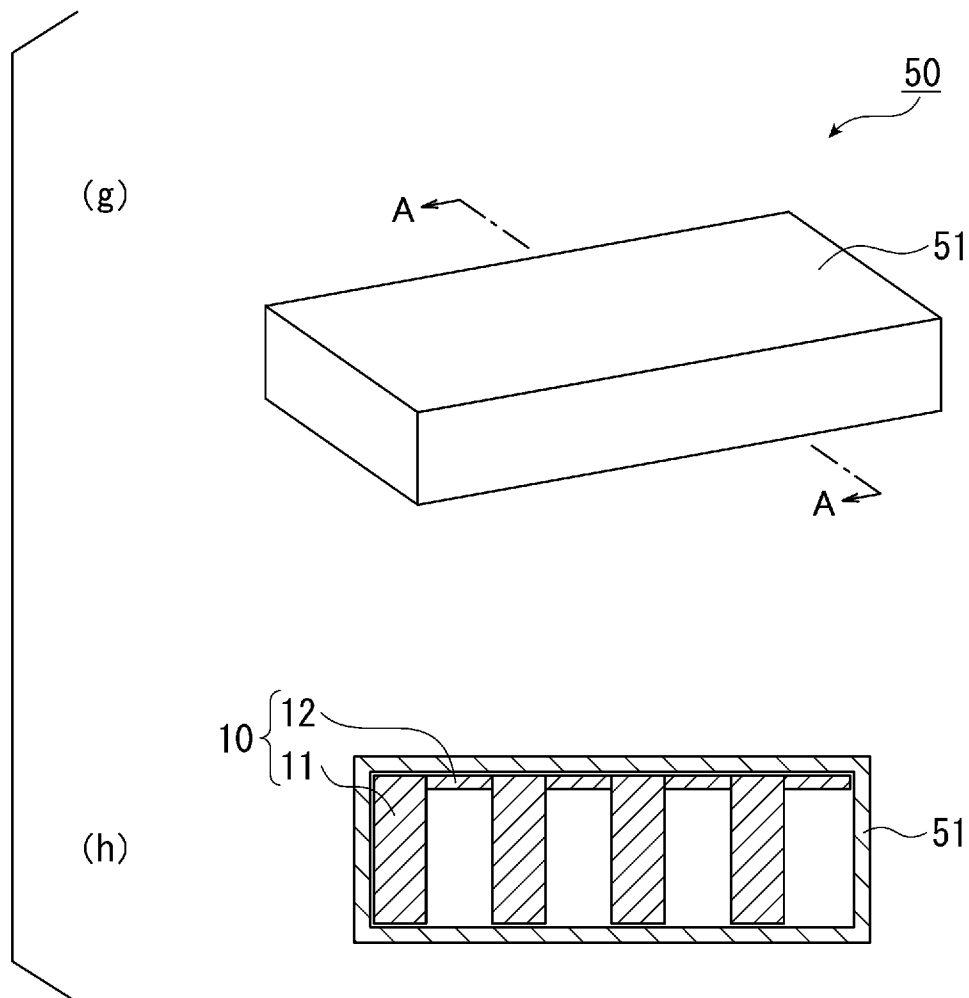
[図3]



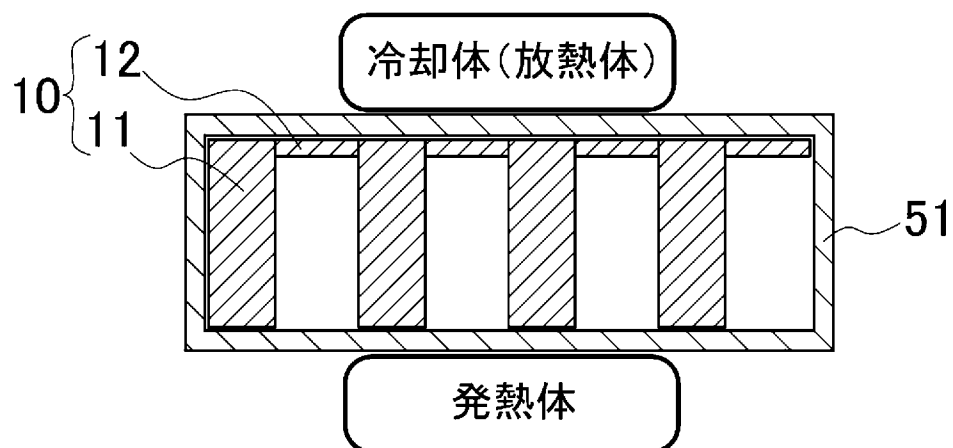
[図4]



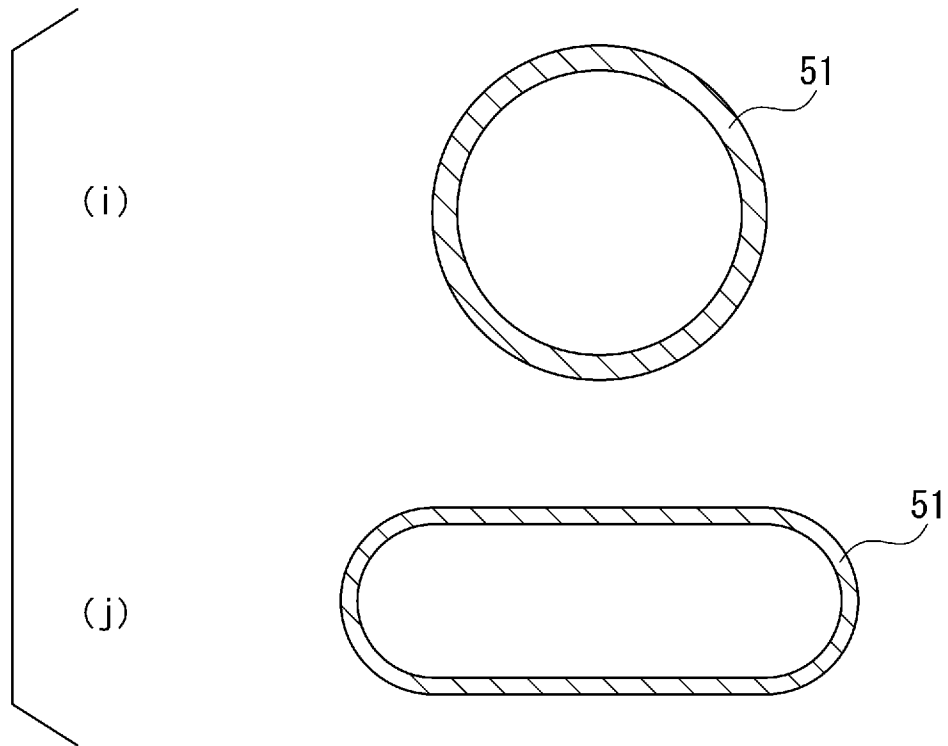
[図5]



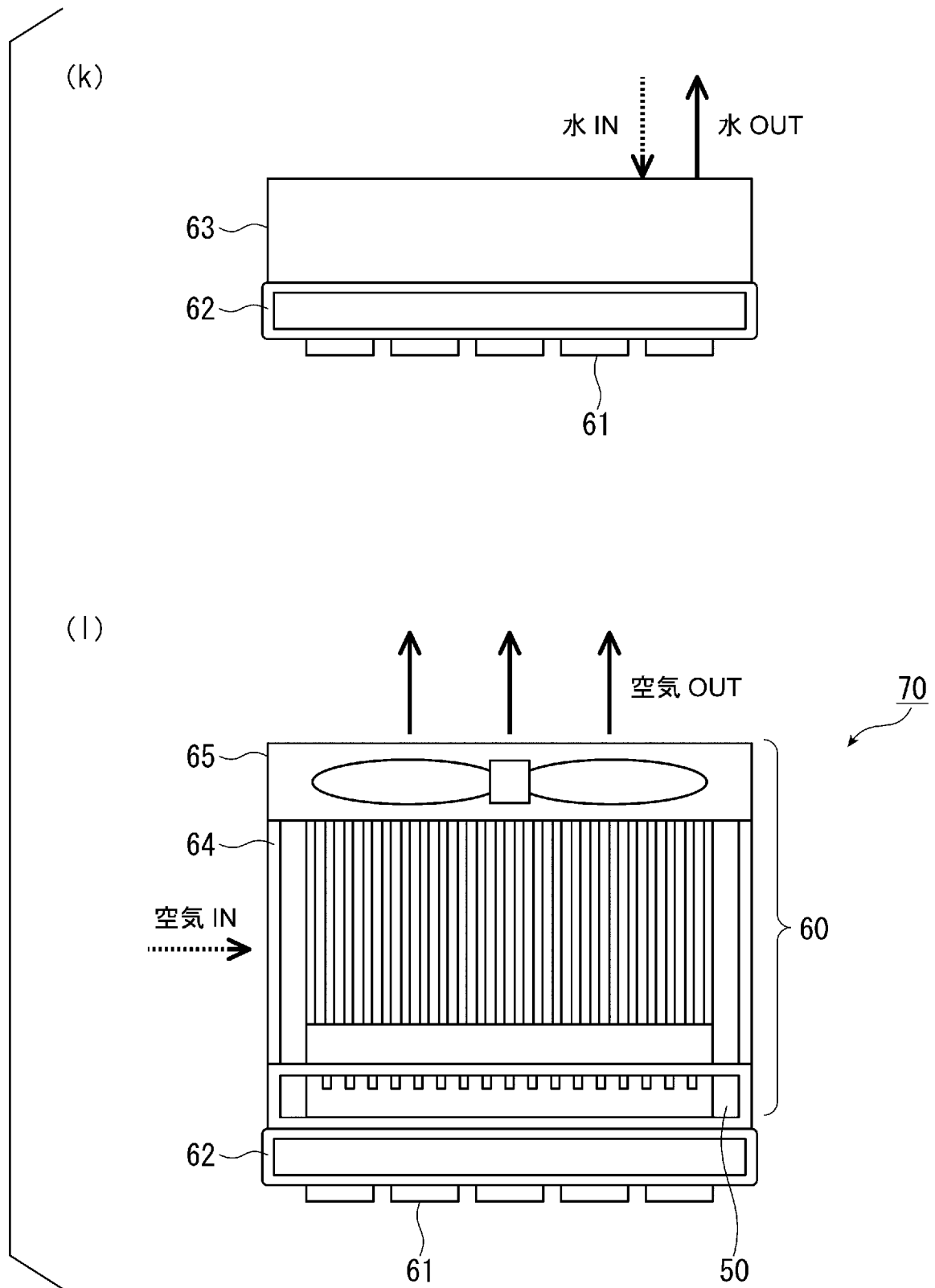
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/008257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F28D 15/02**(2006.01)i; **F28D 15/04**(2006.01)i

FI: F28D15/04 D; F28D15/02 L; F28D15/02 101H

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; F28D15/04

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	WO 2018/221369 A1 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 06 December 2018 (2018-12-06) paragraphs [0021]-[0031], [0045], fig. 1, 2	1-6
X	JP 2008-281253 A (DENSO CORP.) 20 November 2008 (2008-11-20) paragraphs [0026]-[0064], [0108], fig. 1-3	1-6
X	JP 2011-007365 A (TAISEI KOGYO CO., LTD.) 13 January 2011 (2011-01-13) paragraphs [0001], [0002], [0013], [0014], [0037]-[0039], [0051]	1, 3-6



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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 April 2023

Date of mailing of the international search report

16 May 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/008257

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018/221369	A1	06 December 2018	US 2020/0025459 A1 paragraphs [0028]-[0040], [0071], fig. 1, 2 JP 2018-204841 A CN 210625429 U TW 201903346 A	
JP	2008-281253	A	20 November 2008	(Family: none)	
JP	2011-007365	A	13 January 2011	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F28D 15/02(2006.01)i; F28D 15/04(2006.01)i FI: F28D15/04 D; F28D15/02 L; F28D15/02 101H										
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（IPC）） F28D15/02; F28D15/04										
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										
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 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 請求項の番号								
X	WO 2018/221369 A1（古河電気工業株式会社）06.12.2018（2018 - 12 - 06） 段落[0021]-[0031], [0045], 図1-2	1-6								
X	JP 2008-281253 A（株式会社デンソー）20.11.2008（2008 - 11 - 20） 段落[0026]-[0064], [0108], 図1-3	1-6								
X	JP 2011-007365 A（太盛工業株式会社）13.01.2011（2011 - 01 - 13） 段落[0001]-[0002], [0013]-[0014], [0037]-[0039], [0051]	1, 3-6								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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抵触するものではなく、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 “&” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 “&” 同一パテントファミリー文献						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 “&” 同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 28.04.2023	国際調査報告の発送日 16.05.2023									
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大谷 光司 3L 4033 電話番号 03-3581-1101 内線 3337									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/008257

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/221369	A1	06.12.2018	US 2020/0025459 A1 段落[0028]-[0040], [0071], 図1-2 JP 2018-204841 A CN 210625429 U TW 201903346 A	
JP	2008-281253	A	20.11.2008	(ファミリーなし)	
JP	2011-007365	A	13.01.2011	(ファミリーなし)	