

(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
2010年8月12日(12.08.2010)

PCT

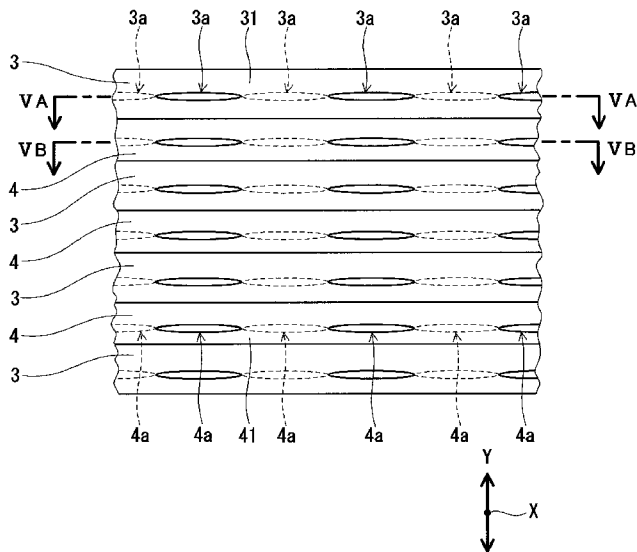
(10) 国際公開番号
WO 2010/089957 A1

- (51) 国際特許分類:
F28D 7/00 (2006.01) F28F 1/40 (2006.01)
F28D 7/04 (2006.01) F28F 1/42 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/000267
 - (22) 国際出願日: 2010年1月19日(19.01.2010)
 - (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 2009-024653 2009年2月5日(05.02.2009) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
 - (72) 発明者; および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田村朋一郎 (TAMURA, Tomoichiro). 小森晃 (KOMORI, Kou).
 - (74) 代理人: 鎌田耕一, 外 (KAMADA, Koichi et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満4丁目3番25号梅田ブラザビル別館8階 Osaka (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, JP, 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, 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 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (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))

(54) Title: HEAT EXCHANGER
(54) 発明の名称: 熱交換器

[図4]

FIG.4



(57) Abstract: Disclosed is a heat exchanger which is provided with a heat-transfer pipe group in which a plurality of first heat-transfer pipes (3) for circulating a first fluid, and a plurality of second heat-transfer pipes (4) for circulating a second fluid which undergoes heat exchange with the first fluid are alternately disposed in a state of contact with one another. The heat-transfer pipe group has a coiled form which winds in the X direction orthogonal to the Y direction in which the first heat-transfer pipes (3) and second heat transfer pipes (4) are arranged one next to the other. A plurality of recesses (3a) which form protrusions on the inner peripheral surface of the first heat-transfer pipes (3) are provided on both sides in the X direction in the outer peripheral surface (31) of each of the first heat-transfer pipes (3), in the direction of extension of the first heat-transfer pipes (3).

(57) 要約: 熱交換器は、第1流体を流すための複数本の第1伝熱管(3)と、前記第1流体と熱交換する第2流体を流すための複数本の第2伝熱管(4)と、が互いに接触する状態で交互に配列された伝熱管群を備えている。この伝熱管群は、第1伝熱管(3)と第2伝熱管(4)とが並ぶY方向と直交するX方向に巻き回されて渦巻き状

に形成されている。各第1伝熱管(3)の外周面(31)には、X方向の両側に、第1伝熱管(3)の内周面に凸部を形成する複数の凹部(3a)が第1伝熱管(3)の延在方向に沿って設けられている。

WO 2010/089957 A1

明 細 書

発明の名称：熱交換器

技術分野

[0001] 本発明は、第1流体と第2流体との間で熱交換を行うための熱交換器、特にヒートポンプ式給湯機に好適な熱交換器に関する。

背景技術

[0002] 従来のヒートポンプ式給湯機、空調機、床暖房装置などにおいては、2種類の流体（例えば水と冷媒、空気と冷媒）の間で熱交換を行うための熱交換器が使用されている。

[0003] 例えば、特許文献1には、図10Aおよび10Bに示すような熱交換器10が開示されている。この熱交換器10は、水を流すための1本の水用円管11と冷媒を流すための2本の冷媒用円管12とが全長に亘って密着されるとともに、これらの円管11、12がトラック巻形状に形成されている。冷媒用円管12の外径は水用円管11の外径の半分程度に設定されており、2本の冷媒用円管12は、水用円管11の中心から水平線を挟んで45度の位置に配置されている。また、特許文献1の図4には、トラック巻形状に形成された熱交換器10が断熱シートを挟んで積層された熱交換器ユニットが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-162204号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に開示された熱交換器10のように、水用円管11と冷媒用円管12とを接触させた状態で巻き回した構成であれば、小さな占有面積でこれらの接触長さを大きく確保できる。このため、同程度の性能を有する他の構成の熱交換器に比べ、小型化が可能である。しかしながら、このタイプの

熱交換器に対してもより一層の小型化が求められる。

[0006] そこで、本発明は、より一層の小型化が可能な熱交換器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

[0007] すなわち、本発明は、第1流体を流すための複数本の第1伝熱管と、前記第1流体と熱交換する第2流体を流すための複数本の第2伝熱管と、が互いに接触する状態で交互に配列された伝熱管群であって、前記第1伝熱管と前記第2伝熱管とが並ぶ配列方向と直交する直交方向に巻き回されて渦巻き状に形成された伝熱管群を備え、前記第1伝熱管のそれぞれの外周面には、前記直交方向の両側に、当該第1伝熱管の内周面に凸部を形成する複数の凹部が当該第1伝熱管の延在方向に沿って設けられている、熱交換器を提供する。

発明の効果

[0008] 上記の構成によれば、渦巻き状の伝熱管群を構成する第1伝熱管および第2伝熱管が共に複数本設けられているので、これらの伝熱管として小さなサイズの管を用いることができる。このため、伝熱管群の最小の曲げ半径を小さくすることができる。しかも、第1伝熱管および第2伝熱管は、伝熱管群が巻き回される方向と直交する方向に配列されているので、その列の幅も小さく抑えることができる。さらに、第1伝熱管と第2伝熱管とは互いに接触する状態で交互に配列されているので、両端に位置する伝熱管を除けば、一方の伝熱管は他方の伝熱管で挟まれる。このため、第1伝熱管と第2伝熱管との接触面積を大きく確保でき、その分第1伝熱管および第2伝熱管の全長を短くすることができる。これらの構成により、本発明の熱交換器では、同程度の性能を有する従来の熱交換器に比べ、より一層の小型化を図ることができる。

[0009] さらに、本発明では、第1伝熱管のそれぞれの外周面には、配列方向と直交する方向の両側に、第1伝熱管の内周面に凸部を形成する凹部が第1伝熱管の延在方向に沿って設けられている。このため、第1伝熱管内を第1流体

が凸部に衝突しながら流れるようになり、第1流体の流れが乱される。これにより、第1流体の面内での温度均一性を高め、第1流体と第2流体との熱交換効率を向上させることができる。これにより、さらなる小型化が可能になる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]本発明の一実施形態に係る熱交換器を示す平面図
[図2]図1の要部拡大図
[図3]図1のIII-III線に対応する要部拡大断面図
[図4]図1の熱交換器の要部拡大側面図
[図5]図5Aは図4のVA-VA線断面図、図5Bは図4のVB-VB線断面図
[図6]図6Aは第2伝熱管の凹部の最大深さと内周面近傍での冷媒の流速との関係を示すグラフ、図6Bは第2伝熱管の凹部の最大深さと圧力損失との関係を示すグラフ
[図7]変形例の熱交換器の要部拡大側面図
[図8]別の変形例の熱交換器の要部拡大側面図
[図9]図1に示す熱交換器を含むヒートポンプ式給湯機の構成図
[図10]図10Aは従来の熱交換器を示す平面図、図10Bは図10AのXB-XB線断面図

発明を実施するための形態

- [0011] 以下、本発明を実施するための形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下では、ヒートポンプ式給湯機などの機器に使用される、二酸化炭素または代替フロンなどの冷媒と水との間で熱交換を行うための熱交換器を例に挙げて説明するが、本発明はこれに限られるものではなく、例えば水と水（湯）との間で熱交換を行うための熱交換器、あるいはヒートポンプサイクルにおける高温冷媒と低温冷媒との間で熱交換を行うための内部熱交換器などにも適用可能である。

- [0012] 図1～図3に示すように、本発明の一実施形態に係る熱交換器1は、フラ

ットな長方形板状を呈するような渦巻き状に形成された伝熱管群2を備えている。この伝熱管群2は、複数本（図例では4本）の第1伝熱管3と複数本（図例では3本）の第2伝熱管4とが略全長に亘って互いに接触した状態で接合されて一体化されることにより構成されている。そして、第1伝熱管3内を比較的低温の水（第1流体）が流れ、第2伝熱管4内を比較的高温の冷媒（第2流体）が流れることにより、水と冷媒との間で熱交換が行われて水が冷媒によって加熱される。

[0013] 第1伝熱管3および第2伝熱管4は、銅、銅合金、SUSなどの良好な熱伝導性を有する金属で構成されうる。第1伝熱管3および第2伝熱管4としては、円形管が好適に用いられる。

[0014] 第1伝熱管3と第2伝熱管4は、図3に示すように、互いに接触する状態で第1伝熱管3および第2伝熱管4の延在方向（中心軸方向）と直交する方向（図3では上下方向）に交互に一直線に配列されている。本実施形態では、第1伝熱管3と第2伝熱管4は、それらの中心が同一直線上に並ぶように配列されている。そして、隣り合う第1伝熱管3と第2伝熱管4は相互に接合されている。

[0015] 第1伝熱管3と第2伝熱管4との接合は、ロウ付け、はんだ付け、または熱伝導性接着剤などによって行うことができる。このような接合剤を用いた接合を行うようにすれば、第1伝熱管3と第2伝熱管4との接合面積が大きくなり、有効伝熱面積を大きく確保することができる。なお、第1伝熱管3と第2伝熱管4とを例えば熱収縮チューブでまとめて束ねることによって第1伝熱管3と第2伝熱管4とを接合することも可能である。

[0016] ここで、第1伝熱管3の外径 D_1 は、第2伝熱管4の外径 D_2 以上（ $D_2 \leq D_1$ ）であることが好ましい。本実施形態の第1伝熱管3は、第2伝熱管4よりも外径および肉厚が大きなものとなっている。例えば、冷媒として二酸化炭素（ CO_2 ）を用いる場合には、第2伝熱管4の外径 D_2 は5.0mmであり、第1伝熱管3の外径 D_1 は6.0mmである。

[0017] 伝熱管群2は、第1伝熱管3と第2伝熱管4とが並ぶ配列方向（以下「Y

方向」という。)と直交する直交方向(以下「X方向」という。)に巻き回されている。具体的に、伝熱管群2は、図1に示すように、直線部2aと、略90°滑らかに曲がる四半円弧状の屈曲部2bとを交互に繰り返しながら巻き回された略矩形の渦巻き状に形成されている。

[0018] 伝熱管群2における隣り合う外側周回部分と内側周回部分との間、すなわち外側から数えて n (n は自然数)周目の部分と $n+1$ 周目の部分との間には、隙間S(図2および図3参照)が形成されていることが好ましい。隙間Sが形成されていれば、伝熱管群2における隣り合う周回部分同士の間での直接的な熱移動を防止することができる。なお、伝熱管群2における隣り合う外側周回部分と内側周回部分の間には、隙間Sを確保するために、例えば銅管または樹脂シートなどがスペーサとして適所に配置されていてもよい。あるいは、隣り合う周回部分同士の間には断熱材が挿入されていてもよい。このようにしても、隙間Sを形成するのと同様の効果を得ることができる。

[0019] また、図2に示すように、伝熱管群2における屈曲部2bの曲げ半径Rは、全て一定となっていることが好ましい。このようになっていれば、曲げ加工する際に用いる治具の種類を少なくすることができ、加工性がよくなる。

[0020] 本実施形態では、水が第1伝熱管3内を伝熱管群2の渦巻き状の外周側から中心側に向かって流れ、冷媒が第2伝熱管4内を伝熱管群2の渦巻き状の中心側から外周側に向かって流れるようになっている。このようになっていれば、水と冷媒が対向流を形成するため、熱交換が効率的に行われるようになる。

[0021] 具体的には、伝熱管群2の渦巻き状の中心側には、第1流出口部材6と第2流入口部材7とが配置され、伝熱管群2の渦巻き状の外周側には、第1流入口部材5と第2流出口部材8とが配置されている。各部材5~8は、Y方向に延びる直方体状をなしており、長手方向の端面の一方(図1に描かれた方の端面)に開口する内部空間51, 61, 71, 81を有している。そして、全ての第1伝熱管3の一端が第1流出口部材6の一側面に接続され、全

ての第1伝熱管3の他端が第1流入口部材5の一側面に接続されている。また、全ての第2伝熱管4の一端が第2流入口部材7の一側面に形成され、全ての第2伝熱管4の他端が第2流出口部材8の一側面に接続されている。すなわち、第1流入口部材5が各第1伝熱管3内に水を導く水の流入口を形成し、第1流出口部材6が各第1伝熱管3内を流れた水をまとめて排出する水の流出口を形成している。また、第2流入口部材7が各第2伝熱管4内に冷媒を導く冷媒の流入口を形成し、第2流出口部材8が各第2伝熱管4内を流れた冷媒をまとめて排出する冷媒の流出口を形成している。

[0022] さらに、本実施形態では、図1に示す伝熱管群2の長辺側の直線部2aのうちの所定領域 E_1 および短辺側の直線部2aのうちの所定領域 E_2 に、図4ならびに図5Aおよび5Bに示すような複数の凹部3a、4aが設けられている。このように、屈曲部2bの曲げ半径Rが小さな場合には、屈曲部2bを除くようにして凹部3a、4aを設けることが好ましい。このようにすれば、曲げ加工時の破損を防ぐことができる。ここで、所定領域 E_1 、 E_2 は、直線部2aの長さとも一致していてもよいし、それよりも短くてもよい。あるいは、渦巻き状の内側に向かうにつれて所定領域 E_1 、 E_2 の長さが短くなっていてもよい。また、凹部3a、4aは、長辺側の直線部2aおよび短辺側の直線部2aの双方に設けられている必要はなく、どちらか一方のみに設けられていてもよい。

[0023] 具体的に、所定領域 E_1 、 E_2 では、各第1伝熱管3の外周面31におけるX方向の両側に複数の凹部3aが第1伝熱管3の延在方向に沿って所定のピッチで設けられているとともに、各第2伝熱管4の外周面41におけるX方向の両側に複数の凹部4aが第2伝熱管4の延在方向に沿って所定のピッチで設けられている。第1伝熱管3に設けられた凹部3aは、図5Aに示すように第1伝熱管3の内周面32に凸部3bを形成しており、第2伝熱管3に設けられた凹部4aは、図5Bに示すように第2伝熱管4の内周面42に凸部4bを形成している。なお、凹部3a、4aは伝熱管3、4の外周面31、41におけるX方向の両側に設けられていればよく、必ずしも伝熱管3、4

の中心の真横に位置している必要はない。例えば、凹部 3 a, 4 a は、伝熱管 3, 4 の中心の真横の位置から図 4 において上側または下側にずれた位置に設けられていてもよい。

[0024] 本実施形態では、第 1 伝熱管 3 の外周面 3 1 における X 方向の一方側に設けられた凹部 3 a と X 方向の他方側に設けられた凹部 3 a とは、第 1 伝熱管 3 の延在方向に沿って交互に配置されている。同様に、第 2 伝熱管 4 の外周面 4 1 における X 方向の一方側に設けられた凹部 4 a と X 方向の他方側に設けられた凹部 4 a とは、第 2 伝熱管 4 の延在方向に沿って交互に配置されている。さらに、本実施形態では、第 1 伝熱管 3 に設けられた凹部 3 a および第 2 伝熱管 4 に設けられた凹部 4 a は、第 1 伝熱管 3 または第 2 伝熱管 4 の延在方向と平行な方向に延びる線状の窪みとなっている。

[0025] 例えば、冷媒として二酸化炭素を用いる場合には、第 2 伝熱管 4 の凹部 4 a のピッチは X 方向の両側共に 10 mm、長さは 5.0 mm であり、第 1 伝熱管 3 の凹部 3 a のピッチは X 方向の両側共に 10 mm、長さは 5.0 mm である。なお、ピッチとは、X 方向の片側における隣り合う凹部の中心間距離のことをいう。また、凹部 3 a, 4 a の最大深さ（最も深い位置に位置する最下点の深さ）は、それぞれ伝熱管 3, 4 の外径の 5% 以上 20% 以下とすることが好ましい。

[0026] このように構成された伝熱管群 2 を形成するには、例えば、直線状の第 1 伝熱管 3 および第 2 伝熱管 4 を交互に積み重ね、この積重体を上述したような方法で接合した後、プレス加工により、伝熱管群 2 の左右両面に凹部 3 a, 4 a を形成する。その後、伝熱管群 2 を略矩形の渦巻き状を呈するように同一平面上で曲げ加工すればよい。あるいは、プレス加工などにより予め凹部 3 a, 4 a を形成した第 1 伝熱管 3 および第 2 伝熱管を個々に略矩形の渦巻き状を呈するように同一平面上で曲げ加工し、それらを積層してもよい。

[0027] 以上説明したように、本実施形態の熱交換器 1 では、渦巻き状の伝熱管群 2 を構成する第 1 伝熱管 3 および第 2 伝熱管 4 が共に複数本設けられているので、これらの伝熱管として小さなサイズの管を用いることができる。この

ため、伝熱管群2の最小の曲げ半径を小さくすることができる。しかも、第1伝熱管3および第2伝熱管4は、伝熱管群2が巻き回される方向と直交する方向に配列されているので、その列の幅も小さく抑えることができる。さらに、第1伝熱管3と第2伝熱管4とは互いに接触する状態で交互に配列されているので、両端に位置する伝熱管を除けば、一方の伝熱管は他方の伝熱管で挟まれる。このため、第1伝熱管3と第2伝熱管4との接触面積を大きく確保でき、その分第1伝熱管3および第2伝熱管4の全長を短くすることができる。これらの構成により、本実施形態の熱交換器1では、同程度の性能を有する従来の熱交換器に比べ、より一層の小型化を図ることができる。

[0028] さらに、本実施形態の熱交換器1では、各第1伝熱管3の外周面31には、X方向の両側に、第1伝熱管3の内周面32に凸部3bを形成する凹部3aが第1伝熱管3の延在方向に沿って設けられている。このため、第1伝熱管3内を水が凸部3bに衝突しながら流れるようになり、水の流れが乱される。これにより、水の面内での温度均一性を高め、水と冷媒との熱交換効率を向上させることができる。これにより、さらなる小型化が可能になる。そして、凹部3aは第1伝熱管3と第2伝熱管4とが接触するY方向ではなくX方向に設けられているので、それらの接触熱抵抗を増大させることなく上記の効果が得られる。

[0029] ここで、本実施形態では、冷媒を流すための第2伝熱管4の外周面41にも、X方向の両側に、第2伝熱管4の内周面42に凸部4bを形成する凹部4aが第2伝熱管4の延在方向に沿って設けられていて、第2伝熱管4内でも冷媒が凸部4bに衝突しながら流れるようになっている。すなわち、冷媒の流れも乱されるため、水と冷媒との熱交換効率をさらに向上させることができる。ところで、冷媒用の第2伝熱管4としては、外周面41に凹部4aが設けられた円形管の代わりに、内周面に複数の溝が設けられた溝付管を用いることも可能である。ただし、このような溝付管は高価なものであるため、本実施形態のように外周面41に凹部4aが設けられた円形管を用いれば、コストを抑えることができる。

[0030] また、図10Aおよび10Bに示すようなトラック巻形状を有する、換言すれば互いに対向するように平行に配置された一对の直線状部分と、これらの直線状部分の端部同士を結ぶように180°曲がる一对の半円弧状部分を有する熱交換器10では、半円弧状部分の外側に略直角三角形形状の大きなデッドスペースが形成され、これが専有面積の増加要因となる。これに対し、本実施形態の熱交換器1では、伝熱管群2が略矩形の渦巻き状に形成されていて、そのコーナーに位置する屈曲部2bの曲げ半径Rが一定になっているので、トラック巻形状と比較すると最外周に位置する屈曲部2bの曲げ半径が格段に小さくなる。このため、熱交換器1の外側に形成されるデッドスペースを小さく抑えることができる。これを別の側面から見れば、本実施形態の構成では、トラック巻形状と異なり、渦巻き状の外周側から中心側に向かっても屈曲部2bの曲げ半径は小さくならない。このため、渦巻き状の中心付近まで伝熱管群2を配置することができ、これにより中心付近のデッドスペースを小さくすることができる。しかも、屈曲部2bの曲げ半径Rが一定であることで、加工性も良好である。

[0031] さらに、上述したように第1伝熱管3および第2伝熱管4として小さなサイズの管を用いることができるため、渦巻き状に形成された伝熱管群2の屈曲部2bの曲げ半径Rを小さく抑えることができ、屈曲部2bによって熱交換器1の外側に形成される略直角三角形形状のデッドスペースをさらに小さく抑えることができる。

[0032] さらに、本実施形態では、伝熱管群2の渦巻き状の外周側に第1流入口部材5および第2流出口部材8が配置され、伝熱管群2の渦巻き状の中心側に第1流出口部材6および第2流入口部材7が配置されている。換言すれば、第1伝熱管3内を比較的低温の水が渦巻き状の外周側に位置する他端から渦巻き状の中心側に位置する一端に向かって流れ、第2伝熱管4内を比較的高温の冷媒が渦巻き状の中心側に位置する一端から渦巻き状の外周側に位置する他端に向かって流れるようになっている。すなわち、熱交換器1を全体的に見れば、水および冷媒は共に熱交換器1の周縁から中心へ向かって温度が

高くなるように流れるため、外部への放熱量が多くなる高温部を小さな面積で配置することができ、放熱ロスがより効果的に抑えられる。しかも、水は温度が高くなると粘性が低下するので、渦巻き状の中心に向かうにつれて温度が高くなるように水が流れる構成は、圧損の観点からも好ましい。

[0033] なお、冷媒が流れる第2伝熱管4の内側に突出する凸部4bには次のような効果もある。冷媒には、通常PAG（ポリアルキレングリコール）などの圧縮機などを潤滑するためのオイルが混入している。このため、第2伝熱管4内の流れが二層流になり、第2伝熱管4の内周面42上にオイル膜が形成される。高い熱交換効率を維持するためには、オイル膜の厚さは極力薄い方が好ましい。凸部4bは、オイル膜の厚さの低減にも有効である。すなわち、凸部4bがあると、内周面42近傍での冷媒の流速が大きくなり、これにより内周面42上を流動するオイル膜と冷媒との速度差が増大する。そうすると、オイル膜の表面から多くのオイルが冷媒に持ち去られるようになり、オイル膜の厚さが薄くなる。一方で、凸部4bの高さが高くなりすぎると、圧力損失が大きくなり、熱交換器1の性能が低下する。そこで、凹部4aの最大深さを適切に設定して凸部4bの高さを好ましい範囲に保つことが好ましい。

[0034] 例えば、図6Aおよび6Bに、冷媒として二酸化炭素を用いたときの、第2伝熱管4の凹部4aの最大深さを変化させた場合の冷媒の流動状態を解析した結果を示す。解析は、ソフトウェア「FULENT6.3」を用い、条件としては、冷媒の質量流量を $650\text{ kg/m}^2\text{ s}$ 、温度を 60°C 、圧力を 10 MPa とし、冷媒中のオイル濃度を 1.0% とした。また、外径 5.0 mm 、内径 4.1 mm の第2伝熱管4に、図4に示すような態様で長さ 5.0 mm の凹部4aをX方向の両側共に 10 mm のピッチで配置した。そして、凹部4aの最大深さが $0, 0.4, 0.5, 0.6\text{ mm}$ のそれぞれのケースについて計算した。凹部4aの最大深さが 0 mm とは、凹部4aが設けられていない円管のことである。

[0035] 図6Aに示すように、内周面42近傍での冷媒の流速は、凹部4aの最大

深さが0.4～0.5mmの範囲で飽和する。これは、それ以上に凹部4aの最大深さを深くしても、オイル膜厚があまり低減しないことを意味する。一方で、図6Bに示すように、圧力損失は、凹部4aの最大深さが0.4～0.5mmの範囲で急激に増加する。そこで、凹部4aの最大深さは、前記の範囲から僅かに両側に広い0.3～0.6mmとすることが好ましい。

[0036] 上述したような熱交換器1は、ヒートポンプ式給湯機200に好適に用いられる。図9に、本実施形態の熱交換器1を含むヒートポンプ式給湯機200を示す。このヒートポンプ式給湯機200は、ヒートポンプユニット201と、タンクユニット203とを有する。タンクユニット203は、ヒートポンプユニット201で作られた湯を貯える貯湯タンク202を有しており、貯湯タンク202に貯えられた湯は給湯栓204に供給される。ヒートポンプユニット201は、冷媒を圧縮する圧縮機205、冷媒を放熱させる放熱器207、冷媒を膨張させる膨張弁209、冷媒を蒸発させる蒸発器211、およびこれらの機器をこの順序で接続する冷媒管213を備えている。そして、放熱器207として本実施形態の熱交換器1が用いられている。なお、ヒートポンプユニット201では、膨張弁209に代えて、冷媒の膨張エネルギーを回収可能な容積式膨張機が用いられていてもよい。

[0037] 本発明は、前記実施形態に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば、第1伝熱管3および第2伝熱管4の本数および外径は、熱交換器1に求められる性能や第1流体および第2流体の種類に応じて適宜選定すればよい。また、伝熱管群2が周回する周回数や渦巻き状の大きさも適宜決定可能である。

[0038] さらに、伝熱管群2は、略矩形の渦巻き状に形成されている必要はなく、例えば、円形の渦巻き状に形成されていてもよいし、あるいは図10Aに示すようにトラック巻形状に形成されていてもよい。ただし、上述したようなデッドスペースの観点から、伝熱管群2は略矩形の渦巻き状に形成されていることが好ましい。

[0039] また、前記実施形態では、第1伝熱管3と第2伝熱管4が、それらの中心

が同一直線上に並ぶように配列されているが、第1伝熱管3と第2伝熱管4は、例えば、第1伝熱管3の外径 D_1 と第2伝熱管4の外径 D_2 とが異なる場合は、配列方向と直交する直交方向の一方側の最外点が同一直線上に並ぶように配列されていてもよい。この場合は、第1伝熱管3と第2伝熱管4の中心が千鳥状に並ぶようになる。

[0040] 前記実施形態では、第1伝熱管3の外周面31におけるX方向の一方側に設けられた凹部3aとX方向の他方側に設けられた凹部3aとは、第1伝熱管3の延在方向に沿って交互に配置されているが、それらはX方向で対向する位置に配置されていてもよい。ただし、凹部3aが第1伝熱管3の延在方向に平行になっている場合には、そのような配置にすると第1伝熱管3内で幅の狭くなる部分が長くなるため、前記実施形態のような配置であることが好ましい。この点は、第2伝熱管4に設けられる凹部4aについても同様である。

[0041] さらに、図7に示すように、各第1伝熱管3の外周面31におけるX方向の両側に設けられる凹部3aは、第1伝熱管3の延在方向に対して傾斜する方向に延びる線状の窪みであり、各第2伝熱管4の外周面41におけるX方向の両側に設けられる凹部4aは、第2伝熱管4の延在方向に対して傾斜する方向に延びる線状の窪みであってもよい。このような凹部3a、4aであれば、水または冷媒を効果的に攪拌しながら流すことができる。特に、熱交換器1が図9に示すようなヒートポンプ式給湯機200に用いられる場合は、冷媒を流すための第2伝熱管4に設けられる凹部4aが第2伝熱管4の延在方向に対して傾斜していることが好ましい。冷媒には圧縮機205を潤滑するオイルが混入し、このオイルが第2伝熱管4の底に相対的に多く滞留して熱交換効率が減少することがある。そこで、凹部4aが傾斜していれば、冷媒を攪拌してオイルの滞留を抑制することができる。なお、伝熱管3、4に傾斜する凹部3a、4aを設ける場合は、X方向の一方側の凹部3a、4aと他方側の凹部3a、4aとは、図7に示すようにX方向で対向する位置に配置されていてもよいし、図8に示すように伝熱管3、4の延在方向に沿

って交互に配置されていてもよい。

[0042] さらに、第1伝熱管3に延在方向に平行な凹部3aが設けられる一方、第2伝熱管4に延在方向に対して傾斜する凹部4aが設けられたり、第1伝熱管3に設けられた両側の凹部3aが交互に配置される一方、第2伝熱管4に設けられた両側の凹部4aが対向する位置に配置されたりする等、それらの形状および位置の組み合わせも適宜選択できる。

[0043] また、本発明の凹部は線状の窪みである必要はなく、第1伝熱管または第2伝熱管の内周面に凸部を形成するものであればよい。例えば、第1伝熱管3および第2伝熱管4をX方向に蛇行する波状にし、その谷部を凹部としてもよい。すなわち、本発明の凸部とは、第1伝熱管または第2伝熱管の内周面で囲まれる空間の断面積を狭めるものである必要はなく、その断面積を保ったままで内側に突出する部分であってもよい。ただし、加工性の観点からは、本発明の凹部は、前記実施形態のように、第1伝熱管3または第2伝熱管4の内周面32、42で囲まれる空間の断面積を狭める凸部3bを形成する窪み、特に所定方向に延びる線状の窪みであることが好ましい。

産業上の利用可能性

[0044] 本発明の熱交換器は、ヒートポンプの熱交換器、特にヒートポンプ式給湯機用の熱交換器として有用である。また、本発明は、液体同士または気体同士の熱交換を行うための熱交換器にも適用できる。

請求の範囲

- [請求項1] 第1流体を流すための複数本の第1伝熱管と、前記第1流体と熱交換する第2流体を流すための複数本の第2伝熱管と、が互いに接触する状態で交互に配列された伝熱管群であって、前記第1伝熱管と前記第2伝熱管とが並ぶ配列方向と直交する直交方向に巻き回されて渦巻き状に形成された伝熱管群を備え、
- 前記第1伝熱管のそれぞれの外周面には、前記直交方向の両側に、当該第1伝熱管の内周面に凸部を形成する複数の凹部が当該第1伝熱管の延在方向に沿って設けられている、熱交換器。
- [請求項2] 前記第1伝熱管の外周面における前記直交方向の一方側に設けられた凹部と前記直交方向の他方側に設けられた凹部とは、前記第1伝熱管の延在方向に沿って交互に配置されている、請求項1に記載の熱交換器。
- [請求項3] 前記第1伝熱管の外周面における前記直交方向の一方側に設けられた凹部と前記直交方向の他方側に設けられた凹部とは、前記直交方向で対向する位置に配置されている、請求項1に記載の熱交換器。
- [請求項4] 前記第2伝熱管のそれぞれの外周面にも、前記直交方向の両側に、当該第2伝熱管の内周面に凸部を形成する凹部が当該第2伝熱管の延在方向に沿って設けられている、請求項1～3のいずれか一項に記載の熱交換器。
- [請求項5] 前記第2伝熱管の外周面における前記直交方向の一方側に設けられた凹部と前記直交方向の他方側に設けられた凹部とは、前記第2伝熱管の延在方向に沿って交互に配置されている、請求項4に記載の熱交換器。
- [請求項6] 前記第2伝熱管の外周面における前記直交方向の一方側に設けられた凹部と前記直交方向の他方側に設けられた凹部とは、前記直交方向で対向する位置に配置されている、請求項4に記載の熱交換器。
- [請求項7] 前記凹部は、所定方向に延びる線状の窪みである、請求項1～6の

いずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項8] 前記所定方向は、前記第1伝熱管または前記第2伝熱管の延在方向と平行な方向である、請求項7に記載の熱交換器。

[請求項9] 前記所定方向は、前記第1伝熱管または前記第2伝熱管の延在方向に対して傾斜する方向である、請求項7に記載の熱交換器。

[請求項10] 前記伝熱管群は、直線部と、一定の曲げ半径で略90°曲がる屈曲部とを交互に繰り返しながら巻き回された略矩形の渦巻き状に形成されている、請求項1～9のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項11] 前記伝熱管群における隣り合う外側周回部分と内側周回部分との間には、隙間が形成されている、請求項1～10のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項12] 前記伝熱管群における隣り合う外側周回部分と内側周回部分との間には、断熱材が挿入されている、請求項1～10のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項13] 前記第1流体は、前記第2流体によって加熱されるものである、請求項1～12のいずれか一項に記載の熱交換器。

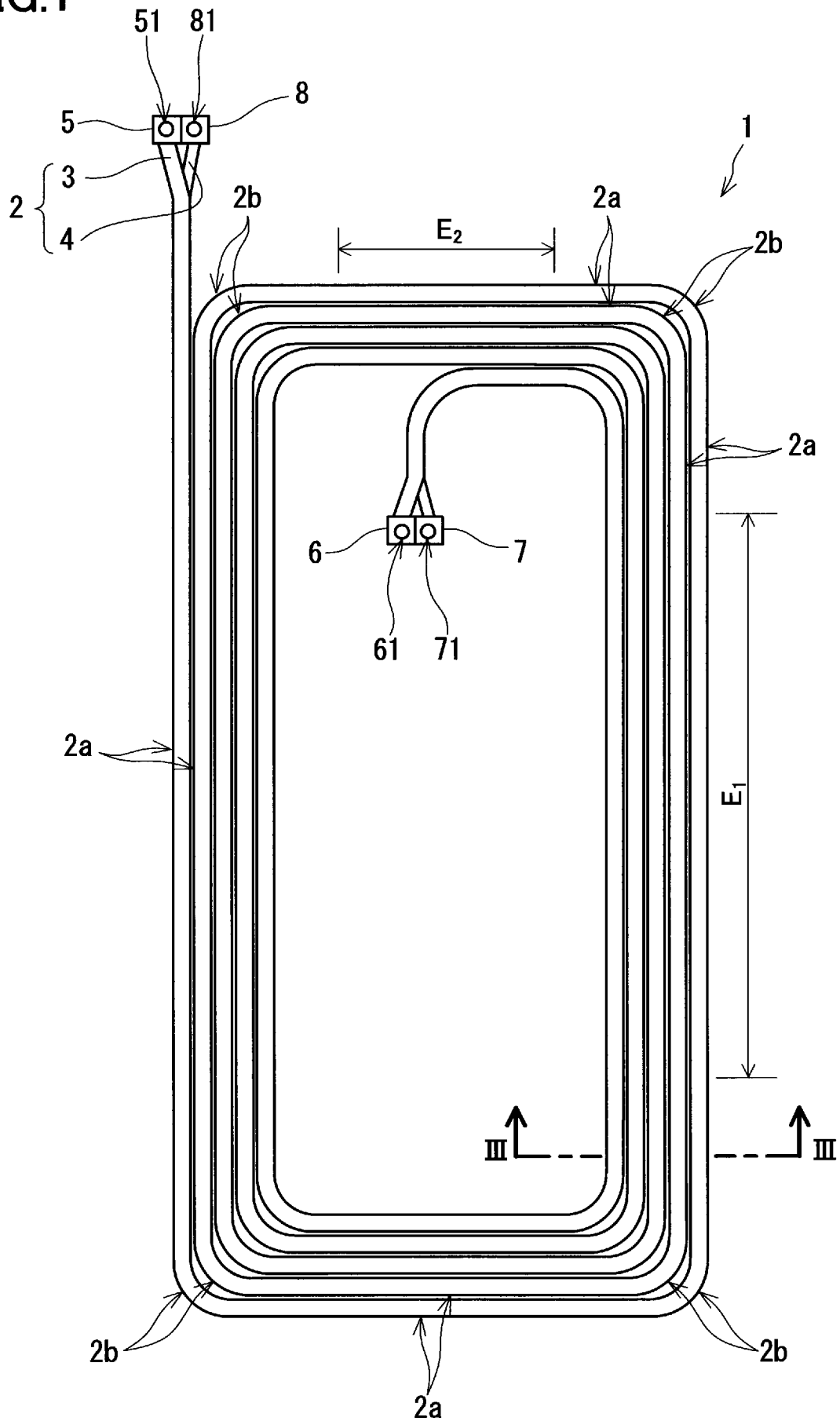
[請求項14] 前記第1流体は水であり、前記第2流体は冷媒である、請求項13に記載の熱交換器。

[請求項15] 前記第1伝熱管および前記第2伝熱管は共に円形管であり、前記第1伝熱管の外径は前記第2伝熱管の外径以上である、請求項1～14のいずれか一項に記載の熱交換器。

[請求項16] 前記第1流体は、前記第1伝熱管内を前記渦巻き状の外周側から中心側に向かって流れ、前記第2流体は、前記第2伝熱管内を前記渦巻き状の中心側から外周側に向かって流れる、請求項1～15のいずれか一項に記載の熱交換器。

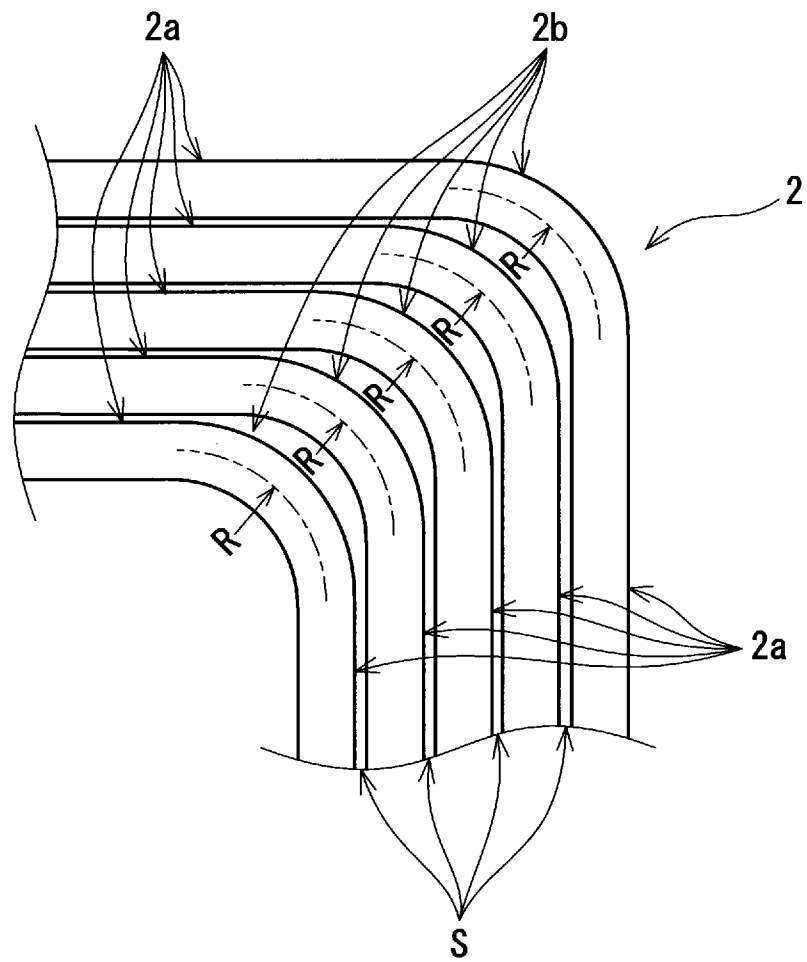
[図1]

FIG. 1



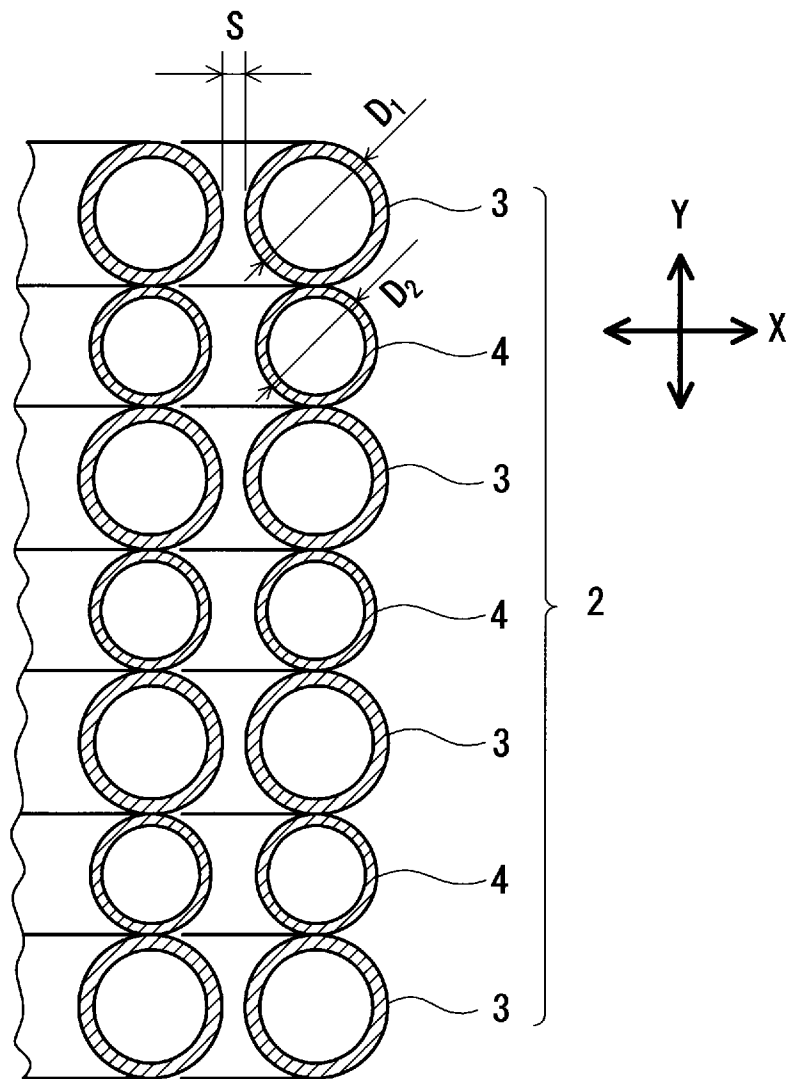
[図2]

FIG.2



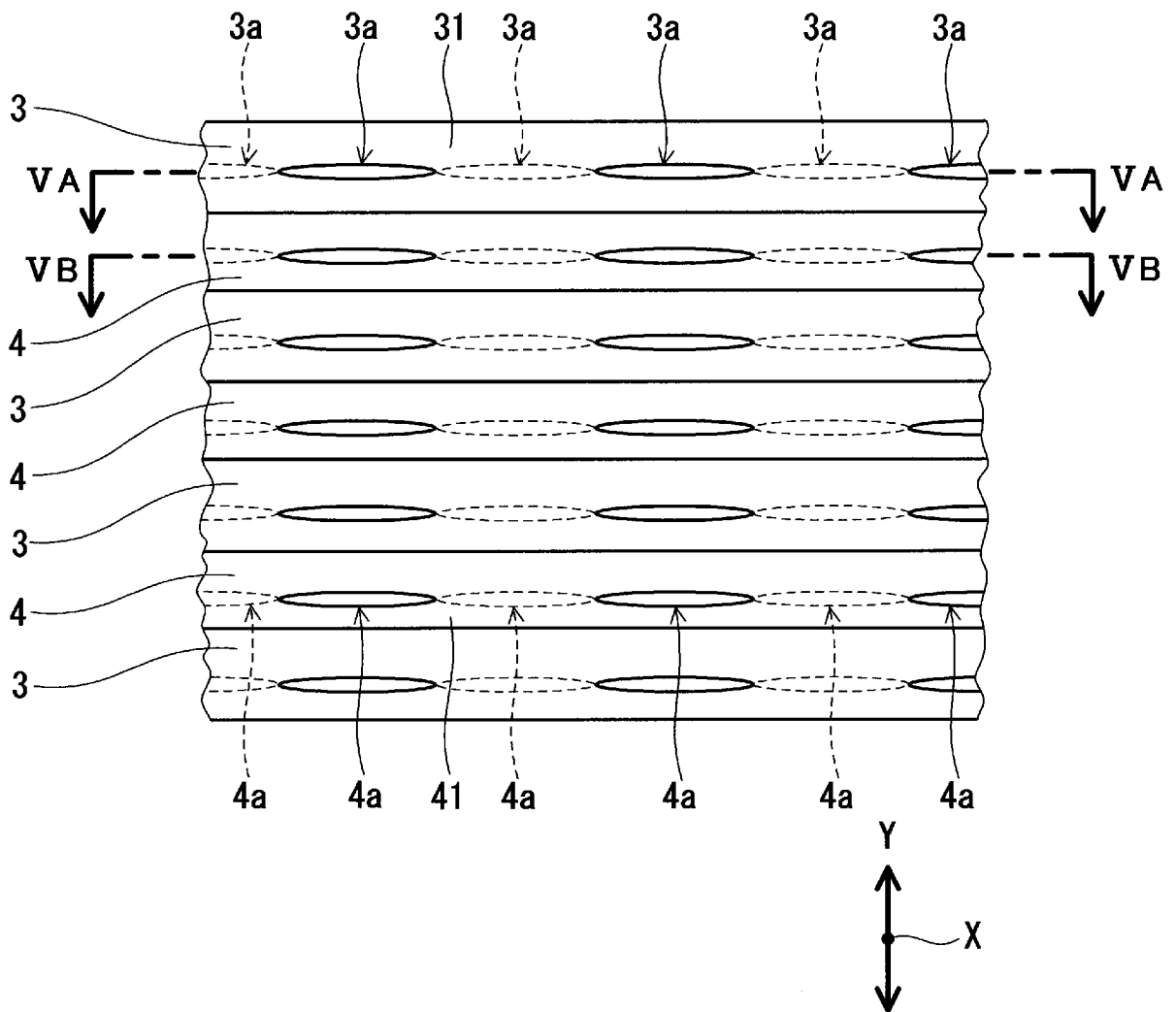
[図3]

FIG.3



[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5A

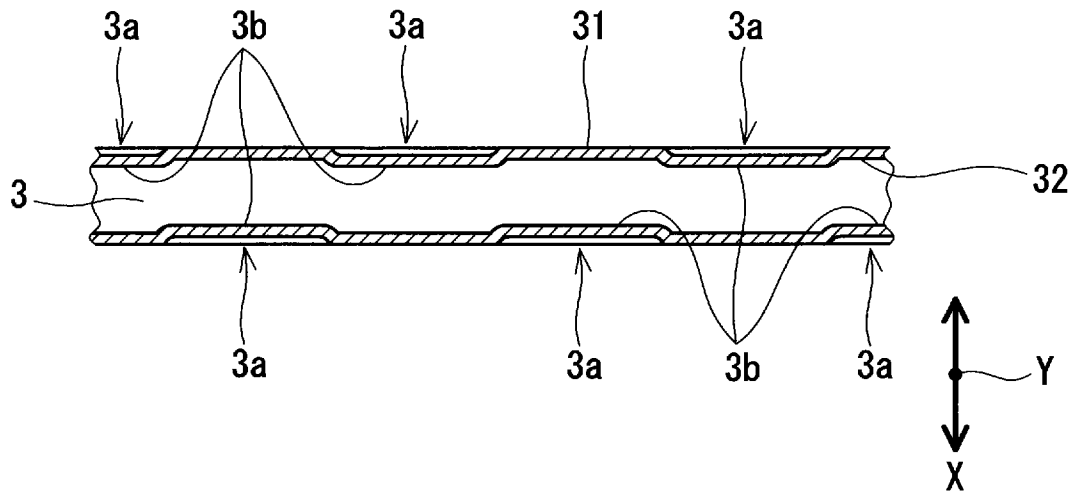
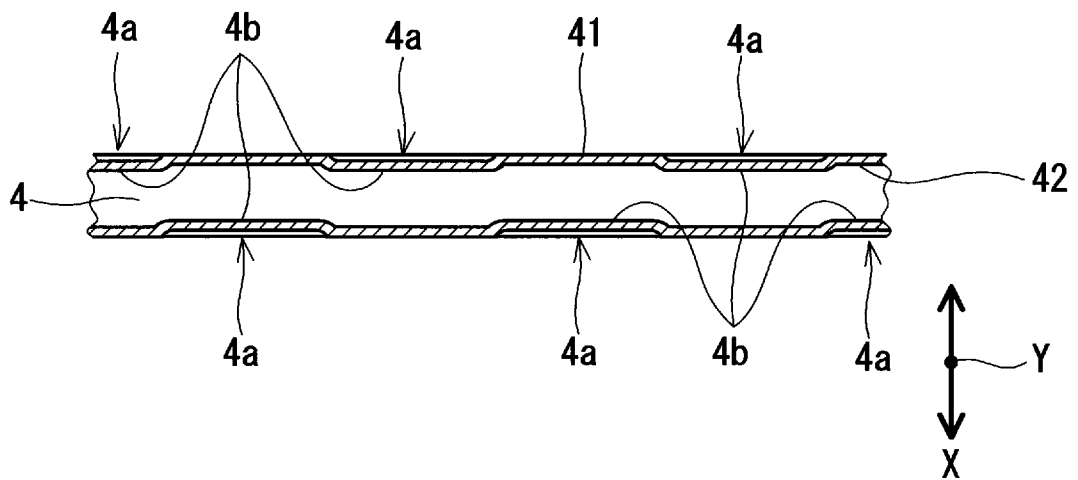


FIG.5B



[図6]

FIG.6A

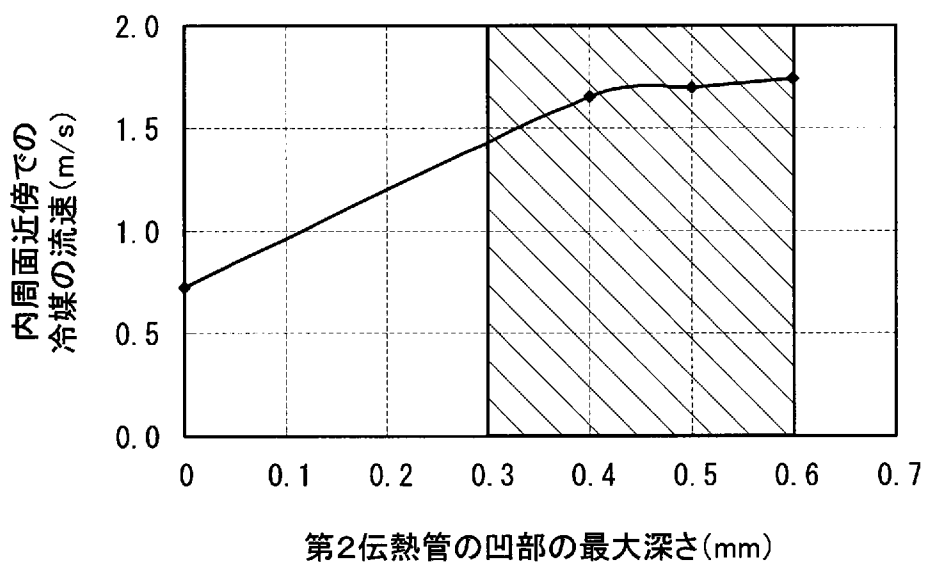
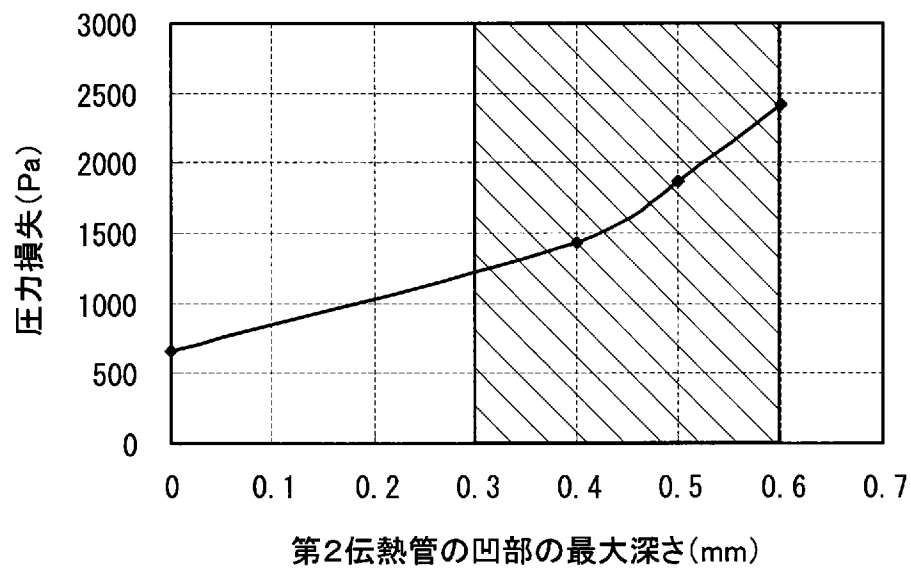
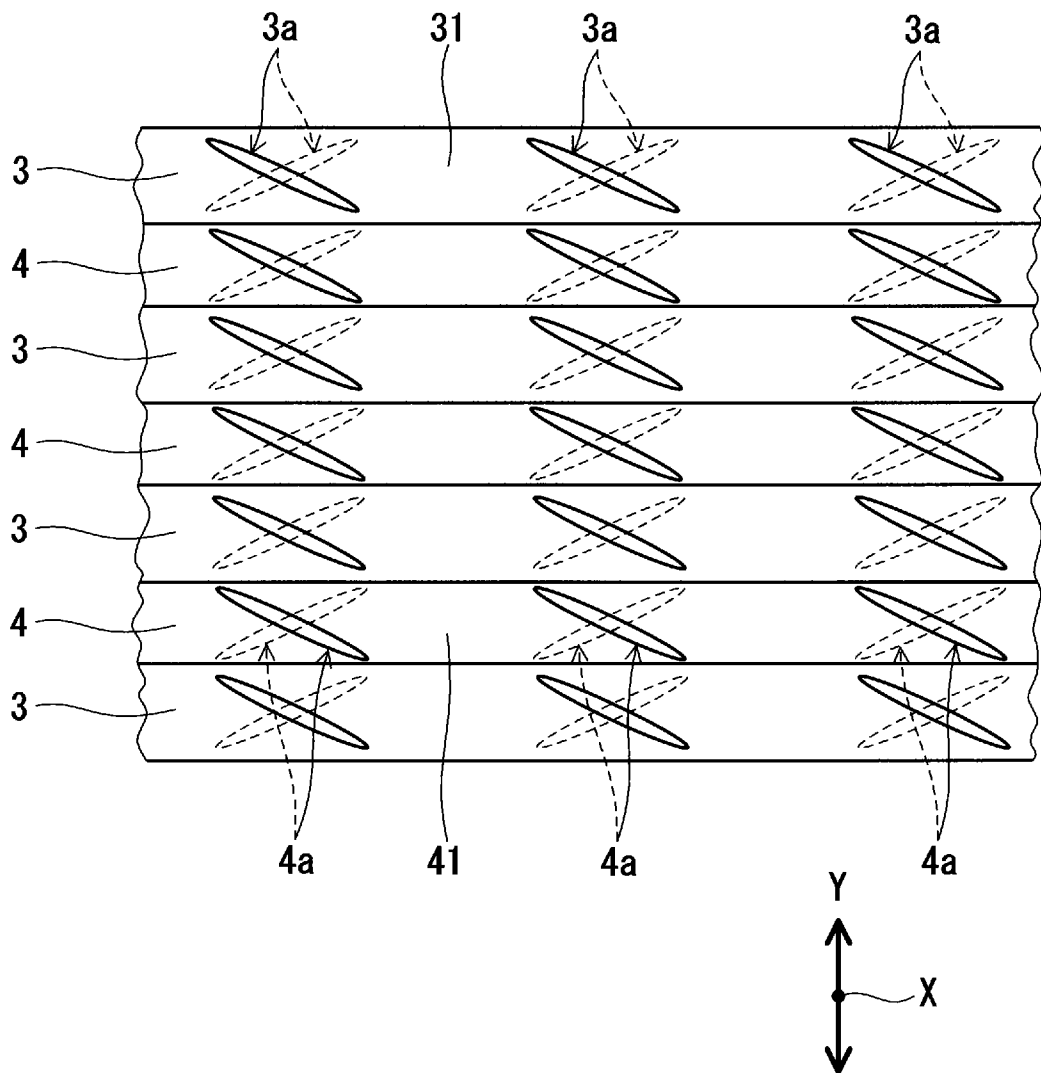


FIG.6B



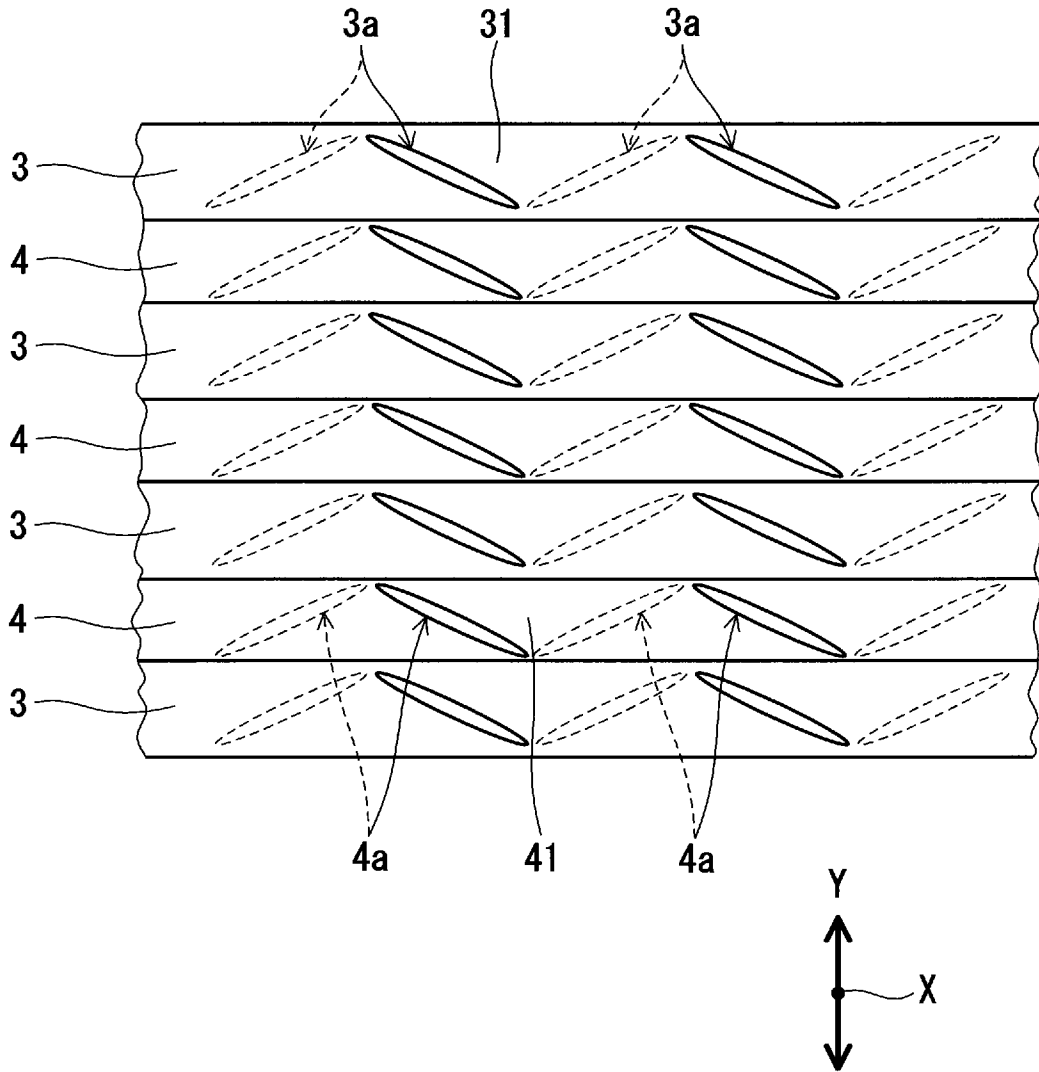
[図7]

FIG.7



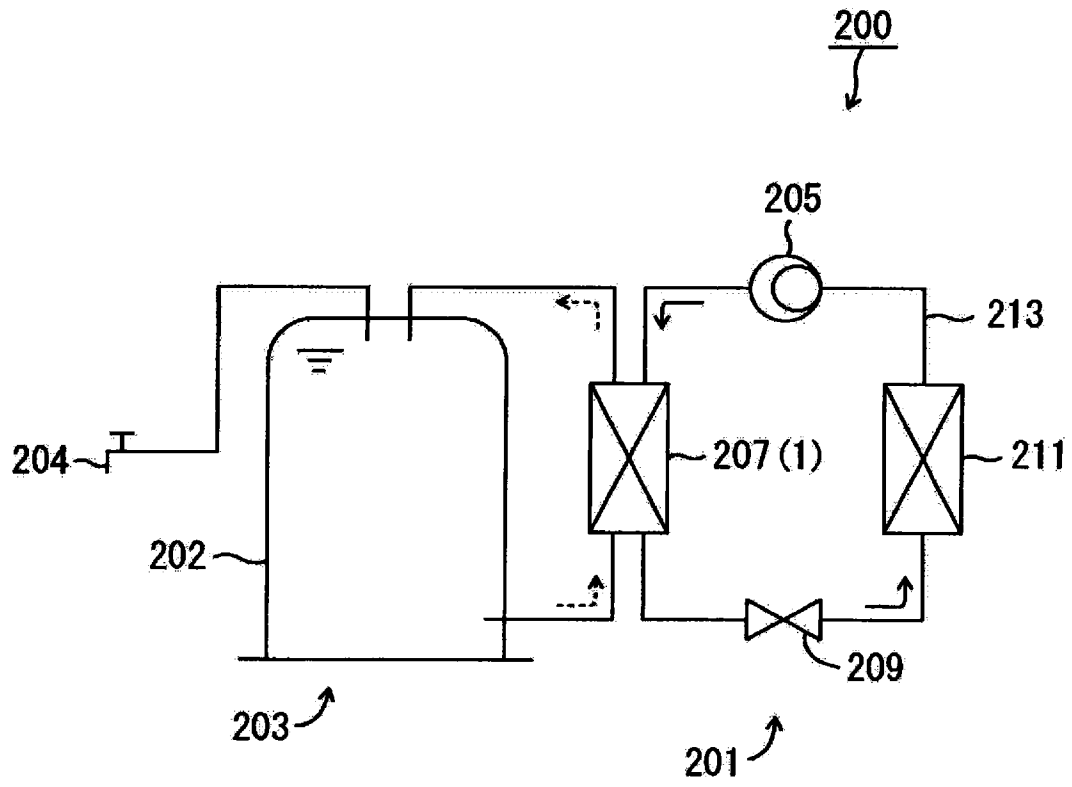
[図8]

FIG.8



[図9]

FIG.9



[図10]

FIG.10A

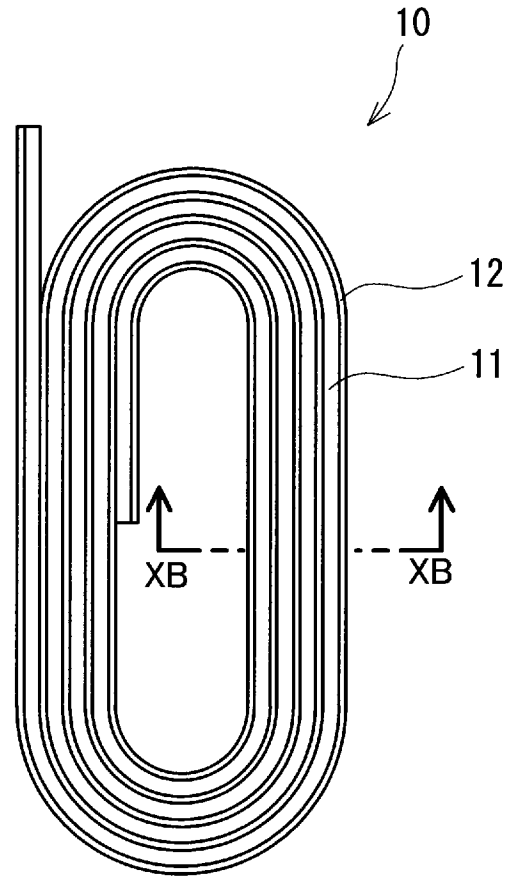
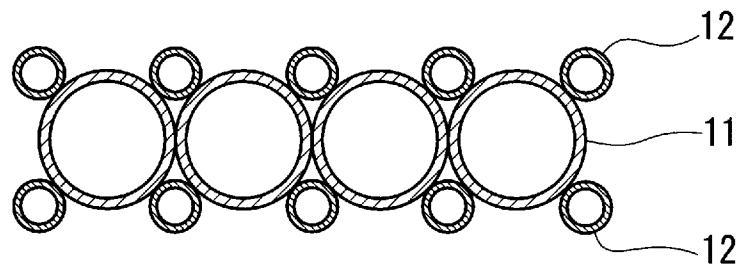


FIG.10B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/000267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D7/00(2006.01) *i*, *F28D7/04*(2006.01) *i*, *F28F1/40*(2006.01) *i*, *F28F1/42*(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)

F28D7/00, *F28D7/04*, *F28F1/40*, *F28F1/42*

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 3-279788 A (Hitachi Cable, Ltd.), 10 December 1991 (10.12.1991), entire text; fig. 1 (Family: none)	1-16
Y	JP 2005-233479 A (Tokyo Radiator Mfg. Co., Ltd.), 02 September 2005 (02.09.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
Y	JP 2005-221094 A (Iwai Kikai Kogyo Co., Ltd.), 18 August 2005 (18.08.2005), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	3, 6, 8

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
25 February, 2010 (25.02.10)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2010 (09.03.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/000267

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 6-39463 A (Hitachi, Ltd.), 15 February 1994 (15.02.1994), entire text; fig. 1, 3 (Family: none)	7, 9
Y	WO 2006/103788 A1 (Seika Daigaku), 05 October 2006 (05.10.2006), entire text; all drawings & JP 2009-68838 A & US 2008/0149309 A1 & EP 1873471 A1 & CN 1740729 A & KR 10-2008-0004516 A	10
Y	JP 2007-326141 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 December 2007 (20.12.2007), entire text; all drawings (Family: none)	10
Y	JP 2006-162204 A (Mitsubishi Electric Corp.), 22 June 2006 (22.06.2006), paragraph [0016]; fig. 4 (Family: none)	11-14
Y	JP 2004-226036 A (Toshiba Carrier Corp.), 12 August 2004 (12.08.2004), paragraphs [0034] to [0037]; fig. 3 (Family: none)	15
A	JP 54-128041 A (Hitoshi TATSUMI), 04 October 1979 (04.10.1979), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2008-188599 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 August 2008 (21.08.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-16
A	WO 2008/029639 A1 (Seika Daigaku), 13 March 2008 (13.03.2008), entire text; all drawings & US 2009/0250198 A & EP 2071266 A1 & CN 1924507 A & KR 10-2009-0055604 A	1-16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F28D7/00(2006.01)i, F28D7/04(2006.01)i, F28F1/40(2006.01)i, F28F1/42(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 (IPC))

Int.Cl. F28D7/00, F28D7/04, F28F1/40, F28F1/42

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
Y	JP 3-279788 A (日立電線株式会社) 1991. 12. 10, 全文、第1図 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 2005-233479 A (東京ラヂエーター製造株式会社) 2005. 09. 02, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
Y	JP 2005-221094 A (岩井機械工業株式会社) 2005. 08. 18, 全文、図1-図3 (ファミリーなし)	3, 6, 8

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、一般的な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
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25. 02. 2010

国際調査報告の発送日

09. 03. 2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 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)

柿沼 善一

3M

3530

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 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
Y	JP 6-39463 A (株式会社日立製作所) 1994.02.15, 全文、図1、図3 (ファミリーなし)	7, 9
Y	WO 2006/103788 A1 (精華大学) 2006.10.05, 全文、全図 & JP 2009-68838 A & US 2008/0149309 A1 & EP 1873471 A1 & CN 1740729 A & KR 10-2008-0004516 A	10
Y	JP 2007-326141 A (三菱電機株式会社) 2007.12.20, 全文、全図 (ファミリーなし)	10
Y	JP 2006-162204 A (三菱電機株式会社) 2006.06.22, 【0016】、図4 (ファミリーなし)	11-14
Y	JP 2004-226036 A (東芝キャリア株式会社) 2004.08.12, 【0034】 - 【0037】、図3 (ファミリーなし)	15
A	JP 54-128041 A (辰巳仁史) 1979.10.04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
A	JP 2008-188599 A (松下電器産業株式会社) 2008.08.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-16
A	WO 2008/029639 A1 (精華大学) 2008.03.13, 全文、全図 & US 2009/0250198 A & EP 2071266 A1 & CN 1924507 A & KR 10-2009-0055604 A	1-16