

(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
2022年10月27日(27.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/224350 A1

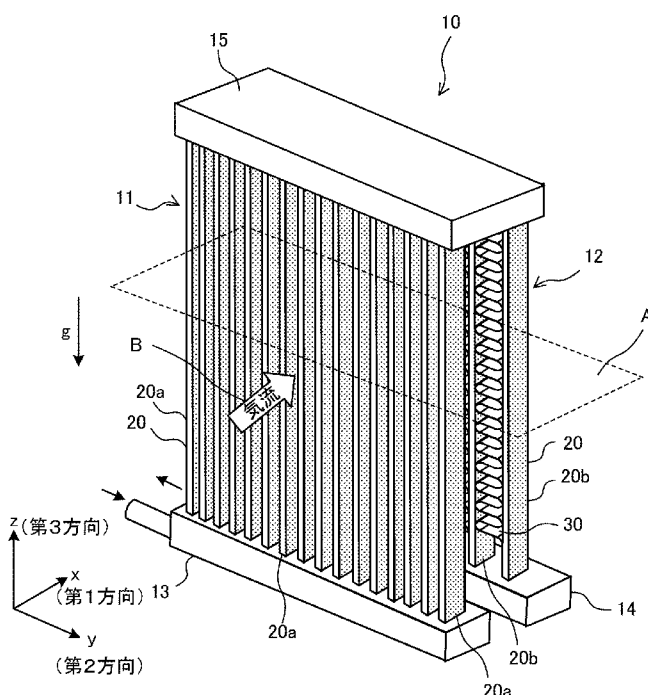
- (51) 国際特許分類:
F28F 1/30 (2006.01) F28F 1/10 (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/016042
- (22) 国際出願日: 2021年4月20日(20.04.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:中村 伸(NAKAMURA Shin); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三

菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 前田 剛志 (MAEDA Tsuyoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 八柳 暁(YATSUYANAGI Akira); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 森田 敦(MORITA Atsushi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 石橋 晃(ISHIBASHI Akira); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人:弁理士法人 きさ特許商標事務所(KISA PATENT & TRADEMARK FIRM); 〒1050001 東京都港区虎ノ門二丁目1

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) 発明の名称: 熱交換器



B Airflow
x First direction
y Second direction
z Third direction

(57) Abstract: This heat exchanger comprises: a first heat exchanger that exchanges heat between air and refrigerant; and a second heat exchanger that is disposed in series with the first heat exchanger in a first direction, which is the air flow direction, and exchanges heat between air and the refrigerant. The first heat exchanger has a plurality of first heat exchanger tubes that are spaced apart from each other in a second direction intersecting the first direction and circulate the refrigerant therethrough. The axial direction of the first heat exchanger tubes extends along a third direction that intersects



WO 2022/224350 A1

0 番 1 号 虎 ノ 門 ツ イン ビ ル デ ィ ン
グ 東 棟 8 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, IT, LT, LU, LV, MC, 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))

each of the first and second directions. The second heat exchanger has a plurality of second heat exchanger tubes that are spaced apart from each other in the second direction and circulate the refrigerant therethrough, and a corrugated fin that is provided between the plurality of second heat exchanger tubes. The axial direction of the second heat exchanger tubes extends along the third direction.

(57) 要約 : 熱交換器は、空気と冷媒との間で熱交換を行う第1熱交換器と、空気の流れる方向である第1方向に第1熱交換器に直列に配置され、空気と冷媒との間で熱交換を行う第2熱交換器とを備え、第1熱交換器は、第1方向に交差する第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に冷媒が流通される、複数の第1伝熱管を有し、第1伝熱管の管軸方向は、第1方向および第2方向のそれぞれに交差する第3方向に沿って延びており、第2熱交換器は、第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に冷媒が流通される、複数の第2伝熱管と、複数の第2伝熱管の間に設けられたコルゲートフィンとを有し、第2伝熱管の管軸方向は、第3方向に沿って延びている。

明 細 書

発明の名称 : 熱交換器

技術分野

[0001] 本開示は、冷凍サイクル装置に用いられる熱交換器に関するものである。

背景技術

[0002] 複数の板状のフィンと扁平形状の伝熱管（以下、扁平管と呼ぶ）とにより構成される熱交換器の1つとして、縦置きコルゲートフィン熱交換器が知られている。

[0003] 縦置きコルゲートフィン熱交換器は、扁平管を縦方向（鉛直方向）に配列し、コルゲートフィンと扁平管とを接合することで構成されている。縦置きコルゲートフィン熱交換器では、伝熱促進および排水経路確保のために、コルゲートフィンにルーバー（切り込み）を設けることが一般的である（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 例えば、特許文献1では、コルゲートフィンが、波形形状の板状部材で構成されている。コルゲートフィンは、当該板状部材を一定間隔で折り曲げて形成した複数の折曲部と、隣接する折曲部の間に配置された複数のフィン本体部とから構成されている。フィン本体部には、板状部材の一部が切り起こされた複数のルーバーが設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2019-2588号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、特許文献1に記載の従来の縦置きコルゲートフィン熱交換器では、下記のような課題があった。

[0007] コルゲートフィンに多数のルーバーを設けることで、コルゲートフィンに着霜が発生した場合に、着霜はルーバー部分に集中するため、ルーバー間の

隙間が塞がれて、風路が閉塞されやすい。

[0008] コルゲートフィンに結露および着霜が発生した場合に、結露水および霜の融解水は、ルーバーを伝いながら鉛直方向下方に排出される。しかしながら、コルゲートフィンのフィン本体部が互いに間隔を空けて鉛直方向に積層されているため、フィン本体部が水の流れを妨げる障害物となり、結露水および霜の融解水の排出が遅くなる。

[0009] 縦置きコルゲートフィン熱交換器を空気の流れに沿って複数列配置した場合、風上側の熱交換器に霜が集中することで、風路が塞がれ、風下側の熱交換器を有効に利用できなくなる。

[0010] 本開示は、かかる課題を解決するためになされたものであり、着霜による風路閉塞を抑制し、結露水および霜の融解水の排水性能の改善を図ることが可能な、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

[0011] 本開示に係る熱交換器は、空気と冷媒との間で熱交換を行う第1熱交換器と、前記空気の流れる方向である第1方向に前記第1熱交換器に直列に配置され、前記空気と前記冷媒との間で熱交換を行う第2熱交換器とを備え、前記第1熱交換器は、前記第1方向に交差する第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に前記冷媒が流通される、複数の第1伝熱管を有し、前記第1伝熱管の管軸方向は、前記第1方向および前記第2方向のそれぞれに交差する第3方向に沿って延びており、前記第2熱交換器は、前記第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に前記冷媒が流通される、複数の第2伝熱管と、前記複数の第2伝熱管の間に設けられたコルゲートフィンとを有し、前記第2伝熱管の管軸方向は、前記第3方向に沿って延びているものである。

発明の効果

[0012] 本開示に係る熱交換器によれば、フィンを有さずに全熱交換量に占める潜熱交換量の割合の高い第1熱交換器と、コルゲートフィン有して全熱交換量に占める顕熱交換量の割合の高い第2熱交換器とを、第1方向に直列に配

置している。これにより、熱交換器全体において、着霜による風路閉塞を抑制し、結露水および霜の融解水の排水性能の改善を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]実施の形態1に係る熱交換器10が搭載される冷凍サイクル装置1を構成する冷媒回路の一例を示す回路図である。

[図2]図1に示す熱交換器10の構成の一例を示す斜視図である。

[図3]図2に示す熱交換器10を仮想平面である断面Aで切断した場合の断面を示す断面図である。

[図4]図2に示す熱交換器10の第1熱交換器11の構成の一例を示す側断面図である。

[図5]図2に示す熱交換器10の第2熱交換器12の構成の一例を示す側断面図である。

[図6]実施の形態1に係る熱交換器10の第2熱交換器12の構成の一例を模式的に示した部分拡大斜視図である。

[図7]図3に示す熱交換器10で着霜が発生した状態を示す説明図である。

[図8]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態2に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図9]図8に示す熱交換器10で着霜が発生した状態を示す説明図である。

[図10]図8に示す熱交換器10で着霜が発生した状態を示す説明図である。

[図11]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態3に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図12]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態5に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図13]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態6に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図14]実施の形態6に係る熱交換器10に設けられた列間接続部材15の構成を示す平面図である。

[図15]実施の形態6に係る熱交換器10の構成を示す部分側面図である。

[図16]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態6の変形例に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図17]実施の形態8に係る熱交換器10のドライアウトの発生について説明した図である。

[図18]実施の形態8の変形例を示す斜視図である。

[図19]図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態9に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。

[図20]実施の形態10に係る熱交換器10の列間接続部材15の構成を示す平面図である。

[図21]実施の形態10に係る熱交換器10の構成を示す部分側面図である。

[図22]実施の形態11に係る熱交換器10の第1熱交換器11および第2熱交換器12の少なくとも一方で用いられる伝熱管20の変形例の構成を示す説明図である。

[図23]実施の形態11に係る熱交換器10の第1熱交換器11および第2熱交換器12の少なくとも一方で用いられる伝熱管20の変形例の構成を示す説明図である。

[図24]実施の形態11に係る熱交換器10の第1熱交換器11および第2熱交換器12の少なくとも一方で用いられる伝熱管20の変形例の構成を示す説明図である。

[図25]実施の形態11に係る熱交換器10の第1熱交換器11および第2熱交換器12の少なくとも一方で用いられる伝熱管20の変形例の構成を示す説明図である。

[図26]実施の形態12に係る熱交換器10の第2熱交換器12の構成の一例を示す側断面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示に係る熱交換器の実施の形態について図面を参照して説明する。本開示は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲で種々に変形することが可能である。また、本開示は、以

下の実施の形態およびその変形例に示す構成のうち、組み合わせ可能な構成のあらゆる組み合わせを含むものである。また、各図において、同一の符号を付したものは、同一の又はこれに相当するものであり、これは明細書の全文において共通している。なお、各図面では、各構成部材の相対的な寸法関係または形状等が実際のものとは異なる場合がある。

[0015] 実施の形態 1.

＜冷凍サイクル装置 1 の構成＞

図 1 は、実施の形態 1 に係る熱交換器 10 が搭載される冷凍サイクル装置 1 を構成する冷媒回路の一例を示す回路図である。図 1 を参照して、実施の形態 1 に係る冷凍サイクル装置 1 について説明する。図 1 に示されるように、冷凍サイクル装置 1 は、圧縮機 2 と、室内熱交換器 3 と、室内ファン 4 と、絞り装置 5 と、熱交換器 10 と、室外ファン 6 と、四方弁 7 とを備えている。熱交換器 10 は、室外熱交換器と呼ばれることがある。冷凍サイクル装置 1 が室外ユニットと室内ユニットとを有する場合、例えば、圧縮機 2、熱交換器 10、絞り装置 5 および四方弁 7 が室外ユニット内に配置され、室内熱交換器 3 が室内ユニット内に配置される。

[0016] 圧縮機 2、室内熱交換器 3、絞り装置 5、熱交換器 10、および、四方弁 7 は、冷媒が循環可能な冷媒回路を構成している。冷凍サイクル装置 1 では、当該冷媒回路中を冷媒が相変化しながら循環する冷凍サイクルが行われる。以下、冷凍サイクル装置 1 を構成する図 1 に示すこれらの構成要素について説明する。

[0017] 圧縮機 2 は、吸入口と吐出口とを有し、吸入口から吸入された冷媒を圧縮し、圧縮された冷媒を吐出口から吐出させる。圧縮機 2 は、例えば、ロータリ圧縮機、スクロール圧縮機、スクリュー圧縮機、又は、往復圧縮機等である。また、圧縮機 2 は、インバータ圧縮機から構成されていてもよい。その場合、圧縮機 2 は、インバータ回路などにより、圧縮機 2 の圧縮機構を駆動するモータの運転周波数を任意に変化させ、圧縮機 2 の単位時間あたりの冷媒吐出容量を変化させてもよい。圧縮機 2 がインバータ圧縮機の場合、イン

バータ回路は図示しない制御装置によって制御される。なお、制御装置は、例えば、プロセッサまたは専用のハードウェアなどの処理回路とメモリとから構成される。処理回路がプロセッサの場合、制御装置の各機能は、プロセッサがメモリに記憶されたプログラムを読み出して実行することで実現される。

[0018] 室内熱交換器 3 は、冷凍サイクル装置 1 が暖房運転を行っているときには凝縮器として機能し、冷凍サイクル装置 1 が冷房運転を行っているときには蒸発器として機能する。室内熱交換器 3 は、室内ファン 4 によって供給される居室内の空気と、室内熱交換器 3 の内部を流れる冷媒との間で、熱交換を行う。室内熱交換器 3 は、例えば、フィンアンドチューブ型熱交換器、マイクロチャンネル熱交換器、フィンレス型熱交換器、シェルアンドチューブ式熱交換器、ヒートパイプ式熱交換器、二重管式熱交換器、または、プレート熱交換器等である。

[0019] 室内ファン 4 は、室内熱交換器 3 に対して設けられており、室内熱交換器 3 に対して熱交換流体としての居室内の空気を供給する。室内ファン 4 は、例えば室内熱交換器 3 に対向して配置される。室内ファン 4 の回転数は、図示しない制御装置によって制御される。

[0020] 絞り装置 5 は、冷媒を膨張させて減圧させる減圧装置である。絞り装置 5 は例えば膨張弁である。絞り装置 5 は、冷媒の流量を調整可能な電動膨張弁等であってもよい。その場合、絞り装置 5 は、図示しない制御装置によって制御される。あるいは、絞り装置 5 は、受圧部にダイヤフラムを採用した機械式膨張弁、または、キャピラリーチューブ等であってもよい。

[0021] 熱交換器 10 は、冷凍サイクル装置 1 が暖房運転を行っているときには蒸発器として機能し、冷凍サイクル装置 1 が冷房運転を行っているときには凝縮器として機能する。熱交換器 10 は、室外ファン 6 によって供給される室外の空気と、熱交換器 10 の内部を流れる冷媒との間で、熱交換を行う。熱交換器 10 は、2つの熱交換器から構成されている。以下では、それらの熱交換器の一方を第 1 熱交換器 11（図 2 参照）と呼び、他方を第 2 熱交換器

12（図2参照）と呼ぶ。第1熱交換器11は、例えば、隣接する伝熱管の間にフィンが設けられていないフィンレス型熱交換器である。第2熱交換器12は、伝熱管とフィンとから構成されたフィンアンドチューブ型である。熱交換器10の詳細については後述する。なお、本明細書においては、複数の伝熱管の間にフィン等の伝熱部材が設けられていない熱交換器全般を「フィンレス型熱交換器」と呼ぶこととする。

[0022] 室外ファン6は、熱交換器10に対して設けられており、熱交換器10に対して室外の空気を供給する。室外ファン6は、例えば熱交換器10に対向して配置される。室外ファン6の回転数は、図示しない制御装置によって制御される。

[0023] 四方弁7は、冷凍サイクル装置1における冷媒の流路を切り替える流路切替装置である。図1において、実線は暖房運転時の四方弁7の状態を示し、破線は冷房運転時および除霜運転時の四方弁7の状態を示す。四方弁7の状態は、図示しない制御装置によって切り替えられる。四方弁7は、図1の実線で示すように、冷凍サイクル装置1が暖房運転を行っている時には、圧縮機2の吐出口と室内熱交換器3とを接続するとともに、圧縮機2の吸入口と熱交換器10とを接続するように切り替えられる。また、四方弁7は、図1の破線で示すように、冷凍サイクル装置1が冷房運転または除霜運転を行っている時には、圧縮機2の吐出口と熱交換器10とを接続するとともに、圧縮機2の吸入口と室内熱交換器3とを接続するように切り替えられる。

[0024] <熱交換器10の構成>

次に、図2～図5を参照して、熱交換器10の構成について説明する。図2は、図1に示す熱交換器10の構成の一例を示す斜視図である。図3は、図2に示す熱交換器10を仮想平面である断面Aで切断した場合の断面を示す断面図である。図4は、図2に示す熱交換器10の第1熱交換器11の構成の一例を示す側断面図である。図5は、図2に示す熱交換器10の第2熱交換器12の構成の一例を示す側断面図である。

[0025] なお、以下では、説明の便宜上、x方向、y方向、z方向を、それぞれ、

次のように定義する。熱交換器10には、図2～図5に示すように、内部を冷媒が流れる複数の伝熱管20が設けられている。複数の伝熱管20は、第1伝熱管20aと第2伝熱管20bとを含んでいる。複数の伝熱管20を図2の断面Aで切断した場合の伝熱管20の断面形状は、図3に示すように、長手方向と短手方向とを有する長方形または略長方形の扁平形状となっている。このとき、伝熱管20の断面形状の長手方向をx方向（第1方向）とする。また、複数の伝熱管20は互いに間隔を隔てて並んで配置されている。複数の伝熱管20の配置方向をy方向（第2方向）とする。伝熱管20の断面形状の短手方向はy方向である。また、複数の伝熱管20の管軸方向、すなわち、冷媒の流通方向をz方向（第3方向）とする。x方向、y方向、および、z方向は互いに交差している。図1に示される室外ファン6から供給される熱交換流体である空気の流れる方向を、図2の矢印Bで示す「気流方向」と呼ぶ。このとき、熱交換器10は、x方向が気流方向に沿うように、且つ、z方向が鉛直方向に沿うように配置される。鉛直方向は、図2の矢印gで示される重力方向である。また、図2の仮想平面である断面Aは、xy平面である。x方向、y方向、および、z方向は、各図において共通である。

[0026] 図2および図3に示されるように、熱交換器10は、例えば2列構造の熱交換器であり、気流方向であるx方向において、風上側に配置されている第1熱交換器11と、風下側に配置されている第2熱交換器12とを備えている。第1熱交換器11は、フィンを備えず、複数の第1伝熱管20aが互いに独立して配列されたフィンレス型熱交換器として構成されている。第2熱交換器12は、複数の第2伝熱管20bとコルゲートフィン30とを備えたフィンアンドチューブ型熱交換器として構成されている。さらに具体的には、第2熱交換器12は、第2伝熱管20bとコルゲートフィン30とから構成された管縦置きコルゲートフィン熱交換器である。

[0027] 図4は、第1熱交換器11をyz平面で切断した場合の側断面を示している。図4は、図3に示す矢印Bの方向から見た場合の断面を示している。図

2～図4に示されるように、第1熱交換器11には、複数の第1伝熱管20aが設けられている。複数の第1伝熱管20aの管軸方向はz方向に沿って延びている。また、複数の第1伝熱管20aはy方向に沿って互いに間隔を隔てて並んで配置されている。第1熱交換器11はフィンレス型熱交換器であるため、第1伝熱管20a同士の間には、フィン等の伝熱部材が設けられていない。フィンが設けられている熱交換器では、第1伝熱管20a同士がフィンを介して連結されることになるが、第1熱交換器11はフィンが設けられていないため、第1伝熱管20aのそれぞれが、互いに連結されずに、独立して設けられている。第1伝熱管20aの一端（下端）は、第1ヘッド部13に接続されている。第1伝熱管20aの他端（上端）は、列間接続部材15に接続されている。第1ヘッド部13は、外部から供給された冷媒を第1熱交換器11の各第1伝熱管20aに分配可能に設けられている。第1ヘッド部13によって分配された冷媒は、各第1伝熱管20aを通して、列間接続部材15に流入される。列間接続部材15は、流入された冷媒を合流させた後に、第2熱交換器12の各第2伝熱管20bに分配可能に設けられている。なお、第1ヘッド部13は、冷媒の流れる向きが逆向きになった場合には、各第1伝熱管20aから流入される冷媒を合流させて外部に流出させることが可能である。

[0028] 図5は、第2熱交換器12をyz平面で切断した場合の側断面を示している。図5は、図3に示す矢印Bの方向に見た場合の断面を示している。図2、図3、および、図5に示されるように、第2熱交換器12には、複数の第2伝熱管20bとコルゲートフィン30とが設けられている。複数の第2伝熱管20bの管軸方向はz方向に沿って延びている。また、複数の第2伝熱管20bはy方向に沿って互いに間隔を隔てて並んで配置されている。第2伝熱管20b同士の間には、コルゲートフィン30が配置されている。第2伝熱管20bの一端（下端）は、第2ヘッド部14に接続されている。第2伝熱管20bの他端（上端）は、列間接続部材15に接続されている。第2ヘッド部14は、各第2伝熱管20bから流入される冷媒を合流させて外部

に流出させることが可能である。また、第2ヘッダ部14は、冷媒の流れる向きが逆向きになった場合には、外部から供給される冷媒を各第2伝熱管20bに分配することが可能である。

[0029] これにより、熱交換器10は、第1ヘッダ部13、第1熱交換器11の各第1伝熱管20a、列間接続部材15、第2熱交換器12の各第2伝熱管20b、および、第2ヘッダ部14が順に接続されて構成される冷媒流路を備えている。

[0030] 図5に示すように、第2熱交換器12のコルゲートフィン30は、隣接する2つの第2伝熱管20bの間に配置されている。コルゲートフィン30と第2伝熱管20bとは、ロウ付け等により接合されている。コルゲートフィン30は、図2および図5に示すように、一定間隔で折り曲げられた波形形状の板状部材300から構成されている。板状部材300は、x方向の長さL1（図3参照）が一定で、且つ、厚さT（図5参照）が一定の、帯状部材である。コルゲートフィン30は、図5に示すように、z方向に沿って互いに間隔を空けて配置されたフィン本体部302（図6参照）と、隣接するフィン本体部302を連結する折曲部301（図6参照）とから構成されている。フィン本体部302は、y方向に延びている。また、折曲部301は、z方向に延びている。フィン本体部302には、ルーバー31が設けられている。ルーバー31は、フィン本体部302を構成する板状部材300の一部が切り起こされて形成される。ルーバー31については、図6を用いて後述する。

[0031] なお、図2では、熱交換器10が2列構造の場合を示しているが、その場合に限定されない。熱交換器10は、熱交換器10に課される熱交換負荷に応じて、3列以上の構造の熱交換器として構成されていてもよい。熱交換器10が3列構造の場合、熱交換器10は、風上側から順番に、フィンレス型熱交換器、フィンレス型熱交換器、および、フィンアンドチューブ型熱交換器が、順に配置される。熱交換器10が3列以上の場合には、風上側に1以上のフィンレス型熱交換器を配置し、風下側に1以上のフィンアンドチューブ型熱交換器を配置する。

ブ型熱交換器を配置する。

[0032] 第1熱交換器11は、図3および図4に示すように、複数の第1伝熱管20aを備えている。複数の第1伝熱管20aのそれぞれは、図3に示すように、y方向において、予め設定された第1ピッチPP1で配置されている。従って、第1ピッチPP1を、第1伝熱管20aのピッチと呼ぶことがある。また、複数の第1伝熱管20aのそれぞれは、図3に示すように、y方向において、予め設定された第1間隔PC1を空けて配置されている。当該第1間隔PC1の空隙は、室外ファン6によって供給される熱交換流体である室外の空気が流れる風路となっている。第1間隔PC1は、隣接する2つの第1伝熱管20a間の距離に等しい。第1間隔PC1は、第1ピッチPP1から第1伝熱管20aのy方向の幅W1を減算した値となる。このように、第1熱交換器11のy方向の風路の幅を、第1間隔PC1と呼ぶ。

[0033] 第2熱交換器12は、図3および図5に示されるように、複数の第2伝熱管20bを備えている。複数の第2伝熱管20bのそれぞれは、図3に示すように、y方向において、予め設定された第2ピッチPP2で配置されている。従って、第2ピッチPP2を、第2伝熱管20bのピッチと呼ぶことがある。また、複数の第2伝熱管20bのそれぞれは、図3に示すように、y方向において、予め設定された第2間隔PC2を空けて配置されている。当該第2間隔PC2の空隙には、コルゲートフィン30が配置され、室外ファン6によって供給される熱交換流体である室外の空気が流れる風路となっている。第2間隔PC2は、隣接する2つの第2伝熱管20b間の距離に等しい。第2間隔PC2は、第2ピッチPP2から第2伝熱管20bのy方向の幅W2を減算した値となる。このように、第2熱交換器12のy方向の風路の幅を、第2間隔PC2と呼ぶ。

[0034] コルゲートフィン30を構成する板状部材300の材料としては、例えばアルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。上述したように、コルゲートフィン30は、y方向に延びた複数のフィン本体部302を有している。複数のフィン本体部302のそれぞれは、図5に示す

ように、z方向において、予め設定された第3ピッチFP2で配置されている。従って、第3ピッチFP2を、フィン本体部302のピッチと呼ぶことがある。また、複数のフィン本体部302のそれぞれは、図5に示すように、z方向において、予め設定された第3間隔FC2を空けて配置されている。当該第3間隔FC2の空隙は、室外ファン6によって供給される熱交換流体である室外の空気が流れる風路となっている。第3間隔FC2は、隣接する2つのフィン本体部302間の距離に等しい。第3間隔FC2は、第3ピッチFP2からフィン本体部302のz方向の厚さTを減算した値となる。このように、コルゲートフィン30には、縦が第3間隔FC2で、横が第2間隔PC2の、FC2×PC2の風路が形成されている。

[0035] 第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、図3に示されるように、例えば、扁平管から構成されている。従って、上述したように、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、図2の断面Aで切断した場合の断面形状が、長辺と短辺とを有する長方形または略長方形になっている。以下では、長辺が延びるx方向を、伝熱管20の断面の長手方向と呼び、短辺が延びるy方向を、伝熱管20の断面の短手方向と呼ぶ。伝熱管20は、通風抵抗を低減させる目的で、伝熱管20の断面の長手方向が矢印Bで示される気流方向に沿う向きに配置される。伝熱管20は、扁平化により気流方向から見たときの投影面積を円管を用いる場合よりも小さくできるので、通風抵抗を低く抑えることができる。また、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、図3に示すように、内部に、冷媒が流通する複数の冷媒流路21が設けられた多孔扁平管から構成されていてもよい。その場合、複数の冷媒流路21は、x方向に沿って、伝熱管20の断面の長手方向の一端部から他端部に向かって並んで配置される。

[0036] 図3に示されるように、第1伝熱管20aの断面の短手方向の長さ（y方向の幅W1）は、第2伝熱管20bの断面の短手方向の長さ（y方向の幅W2）より小さい。また、図3に示すように、第1伝熱管20aは、矢印Bで示される気流方向において、第2伝熱管20bの前方に位置している。すな

わち、第1伝熱管20aと第2伝熱管20bとは、矢印Bで示される気流方向において直列に配置されており、第1伝熱管20aが風上側で、第2伝熱管20bが風下側である。このように、x方向に対し、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの少なくとも1つが、第2熱交換器12の第2伝熱管20bと重なるように配列されている。

[0037] また、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、熱伝導性を持つ金属材料で構成されている。第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bを構成する材料としては、例えばアルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、加熱した材料をダイスの穴から押し出して、図3に示される断面を成形する押し出し加工によって製造される。なお、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、ダイスの穴から材料を引き抜いて、図3に示される断面を成形する引き抜き加工によって製造されてもよい。第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bの製造方法は、伝熱管20の断面形状に応じ適宜選択することができる。

[0038] なお、ここでは、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bを、扁平管または扁平多孔管から構成する場合について説明したが、その場合に限定されない。すなわち、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bは、例えば円管から構成されていてもよい。

[0039] <熱交換器10の動作>

次に、実施の形態1に係る熱交換器10の動作について説明する。上述したように、熱交換器10は、図2に示すように、第1ヘッダ部13、第1熱交換器11の各第1伝熱管20a、列間接続部材15、第2熱交換器12の各第2伝熱管20b、および、第2ヘッダ部14が順に接続されて、冷媒流路が形成されている。熱交換器10が蒸発器として機能している場合には、冷媒は、この順序で流れる。熱交換器10が凝縮器として機能している場合には、冷媒は、逆の順序で流れる。以下では、説明を簡略化するために、熱交換器10が蒸発器として機能している場合を例に挙げて説明する。但し、

熱交換器 10 が蒸発器または凝縮器としてそれぞれ機能している場合の冷媒の流れる向きは、ここでの説明の場合に限定されず、それぞれ、ここでの説明の逆方向であってもよい。

[0040] 一方、気流について説明すると、図 3 に示すように、矢印 B の向きに室外ファン 6 によって空気が供給される。そのため、はじめに、第 1 熱交換器 11 で、第 1 伝熱管 20 a 内を流れる冷媒と空気との間で熱交換が行われる。熱交換後、当該空気は、第 2 熱交換器 12 に向かって流れる。そのため、第 2 熱交換器 12 で、第 2 伝熱管 20 b 内を流れる冷媒と当該空気との間で熱交換が行われる。

[0041] このとき、第 1 熱交換器 11 には、フィンが設けられていないため、第 1 伝熱管 20 a の表面が、熱交換器最外表面となる。そのため、第 1 熱交換器 11 では、フィンを介した熱伝導が生じないため、熱交換器最外表面の温度が、第 1 伝熱管 20 a の内側温度に近い。また、一般的に、熱交換器に着霜が発生した場合、霜はフィンに主に付着する。しかしながら、第 1 熱交換器 11 には、フィンが設けられていないため、第 1 伝熱管 20 a の表面に霜が付着する。霜の融解水は、第 1 伝熱管 20 a の表面を伝いながら、重力方向下向きに流れる。第 1 伝熱管 20 a にはフィンが設けられていないため、霜の融解水の排出において、重力方向下方に向かって流れる水の流れを阻害する障害物がなく、排水の速度が速い。

[0042] 一方、第 2 熱交換器 12 は、コルゲートフィン 30 が設けられているため、コルゲートフィン 30 が主要な熱交換領域となる。第 2 熱交換器 12 は、コルゲートフィン 30 が設けられている分だけ、第 1 熱交換器 11 よりも熱交換効率が良い。また、コルゲートフィン 30 には、伝熱促進効果を有するルーバー 31 が設けられているため、さらに、熱交換効率が向上される。しかしながら、第 2 熱交換器 12 において、着霜が発生した場合、着霜条件によっては、ルーバー 31 部分に霜が集中する。また、第 2 熱交換器 12 では、結露水および霜の融解水は、ルーバー 31 を伝いながら、排水される。このとき、コルゲートフィン 30 のフィン本体部 302 は、狭いピッチ（第 3

ピッチFP2)で配置されているため、フィン本体部302が重力方向下方に向かって流れる水の流れを阻害する障害物となり、排水の速度は第1熱交換器11より遅い。

[0043] そのため、実施の形態1に係る熱交換器10では、第2熱交換器12の着霜を抑制するために、第1熱交換器11で主に除湿を行い、乾いた空気を第2熱交換器12に送るように構成されている。これにより、第2熱交換器12における着霜を抑制できる。着霜が発生して成長すると、霜が風路を閉塞するが、着霜の発生を抑制することで、風路の閉塞を抑制することができる。また、第1熱交換器11は、フィンが設けられていないため、結露または着霜が発生した場合においても、結露水および霜の融解水の排出において、鉛直方向下方に向かって流れる水の流れを阻害する障害物がなく、排水の速度が速い。従って、結露水または着霜によって第1熱交換器11の第1伝熱管20a間の風路を塞ぐことはない。以下、詳細に説明する。

[0044] 実施の形態1に係る熱交換器10の効果を説明するにあたり、第1熱交換器11および第2熱交換器12が単独で設置されているときの動作について説明する。

[0045] 気流を構成する空気が、水蒸気を含む湿り空気の場合、湿り空気の冷却時、すなわち、熱交換器が蒸発器として用いられる際の、顕熱交換（冷却）と潜熱交換（除湿）について説明する。乾球温度と露点温度との関係として、乾球温度＝露点温度となる状態では、相対湿度が100%で、飽和状態となる。ただし、通常は、相対湿度は100%未満、すなわち乾球温度>露点温度となることが多い。

[0046] 潜熱交換（除湿）が起きる条件は、空気の露点温度>熱交換器表面（水膜）温度となることであり、当該条件が満たされている場合には、熱交換器表面に空気中の水分が、水滴、水膜、または、霜として凝縮される。一方、顕熱交換（冷却）が起きる条件は、空気の乾球温度>熱交換器表面温度となることである。そのため、空気の乾球温度>熱交換器表面温度>空気の露点温度の関係にある場合は、潜熱交換は起きず、顕熱交換だけが起こる。すなわ

ち、空気は冷やされるが、除湿はされない。一般的に湿り空気の乾球温度と露点温度とが同様の場合、熱交換器表面温度が低いほど、全熱交換量に占める潜熱交換量の割合は増加する。

[0047] <第2熱交換器12の特徴>

第2熱交換器12を構成するコルゲートフィン熱交換器の特徴を下記に示す。図6は、実施の形態1に係る熱交換器10の第2熱交換器12の構成の一例を模式的に示した部分拡大斜視図である。コルゲートフィン30は、図6(a)に示すように板状部材300がU字型に折り曲げられた波形形状であってもよく、あるいは、図6(b)に示すように板状部材300が、角張ったU字型に折り曲げられた波形形状であってもよい。

[0048] (熱交換性および除湿性) :

・コルゲートフィン30は、厚さTの薄板の板状部材300から構成されている。そのため、コルゲートフィン30のフィン表面と空気との間の伝熱量は、第2伝熱管20bの管外表面と空気との間の伝熱量よりも大きい。その結果、当該伝熱量の差により、温度勾配が生まれるため、フィン効率が1より小さくなる。なお、フィン効率とは、コルゲートフィン30の全表面からの熱伝達による実際の伝熱量と、フィン表面の温度がすべてフィンの根元303の温度に等しいと仮定した場合の伝熱量との比をいう。ここで、フィンの根元303とは、コルゲートフィン30が第2伝熱管20bに接合されている部分を意味する。そのため、フィンの根元303から離れた一部のフィン領域では、表面温度が上昇するため、フィン効率が1の場合に比べ、全熱交換量に占める潜熱交換量の割合は減少して、顕熱交換量の割合が増加する。これにより、冷媒と空気との熱交換が効率よく行われる。

[0049] ・コルゲートフィン30には、排水経路確保のために、図6(a)および図6(b)に示すように、複数のルーバー31が設けられている。ルーバー31は、x方向に沿って、互いに間隔を空けて配置されている。ルーバー31は、伝熱促進効果も有している。すなわち、ルーバー31は、ルーバー31と気流とが衝突して、気流の剥離が発生することで、フィン側の伝熱を促

進する。ルーバー31の形成方法について具体的に説明する。板状部材300のフィン本体部302に、図6(a)に示すようにコの字のスリット、または、図6(b)に示すように平行な2本のスリットを形成する。スリットは、フィン本体部302の厚さTを貫通している。次に、スリットによって囲まれた矩形の部分を曲げ加工により、フィン本体部302の表面から突出するように隆起させる。これらの工程により、ルーバー31が形成される。以下では、隆起させた部分を、ルーバー31の突起部31aと呼ぶこととする。コルゲートフィン30にルーバー31を設けた場合、フィン本体部302に沿って流れる空気の一部が、ルーバー31部分を通るようになる。すなわち、ルーバー31と気流とが衝突して、気流の剥離が発生し、剥離した気流の一部がルーバー31の突起部31aの下方を流れて、気流の残りの部分が突起部31aの上方を流れるようになる。気流は、フィン本体部302に近い側の温度が高く（あるいは低く）、フィン本体部302から離れるほど、温度が低くなる（あるいは高くなる）。これにより、気流には温度境界層が形成されている。気流がルーバー31を通過することで、気流の温度境界層が再構築（薄く）されるため、フィン側の伝熱が促進される。ルーバー31を設けたことにより、冷媒と空気との熱交換が効率よく行われる。

[0050] (着霜) :

・第2熱交換器12では、着霜が発生すると、コルゲートフィン30のルーバー31に霜が集中する。その結果、霜により風路が閉塞されると、風路を流れる空気の風量が低下し、室外ファン6の負荷が増加するという課題がある。

[0051] (排水) :

・結露水および霜の融解水は、ルーバー31を伝いながら、重力方向下方へ排出される。このとき、フィン本体部302は、重力方向と垂直な水平方向に延びており、且つ、重力方向において図5に示すように比較的狭い第3ピッチFP2で配置されている。そのため、フィン本体部302が障害物と

なり、排水の速度は遅くなり、第2熱交換器12の内部に水が滞留しやすい。

[0052] <第1熱交換器11の特徴>

第1熱交換器11を構成するフィンレス型熱交換器の特徴を下記に示す。

[0053] (熱交換性および除湿性) :

・第1熱交換器11は、フィンをもたないため、伝熱面積は基本的に第1伝熱管20aのみで構成される。

・第1伝熱管20aの管外表面が、第1熱交換器11の最外表面であり、フィンを経た熱伝導が生じないため、第1熱交換器11の最外表面が、第1伝熱管20aの内側温度に近い。特に、第1熱交換器11が、第1伝熱管20aに突起部などが設けられていない「完全フィンレス熱交換器」の場合、フィンがある場合を想定したフィンの根元の温度と、第1伝熱管20aの管表面温度とが等しいため、フィン効率が1となる。すなわち、フィンの影響でフィン効率が小さくなるコルゲートフィン熱交換器に比べ、フィンの無い第1熱交換器11は、全熱交換器量に占める潜熱交換量の割合が増加する。そのため、空気の除湿が効率よく行われる。

[0054] (排水) :

・第1熱交換器11では、結露水および霜の融解水は、第1伝熱管20aを伝いながら、重力方向下方へ排出される。第1伝熱管20aの管軸方向は鉛直方向に沿って配置されているので、結露水および霜の融解水は重力の働きにより速い速度で下方に向かって流れる。また、第1伝熱管20aには、フィンが設けられていないため、重力方向下方に向かって流れる水の流れを阻害する障害物が存在しない。そのため、排水の速度は速く、第1熱交換器11内に水が滞留しにくい。

[0055] 次に、図3および図7を用いて、熱交換器10で着霜が発生した場合の動作について説明する。図7は、図3に示す熱交換器10で着霜が発生した状態を示す説明図である。図7において、ハッチング部分が、着霜が発生している領域である。

[0056] 上述したように、熱交換器10では、はじめに、第1熱交換器11で、第1伝熱管20a内を流れる冷媒と空気との間で熱交換が行われる。その後、当該空気は、第2熱交換器12に向かって流れて、第2熱交換器12で、第2伝熱管20b内を流れる冷媒と当該空気との間で熱交換が行われる。このとき、第1熱交換器11では、全熱交換量に占める潜熱交換量の割合が大きく、空気の除湿が効率よく行われる。そのため、第2熱交換器12に向かって流れる空気は、水蒸気をあまり含まない乾いた空気になっている。そのため、空気の乾球温度>熱交換器表面温度>空気の露点温度の関係になり、潜熱交換は起きず、顕熱交換だけが起こる。すなわち、空気は冷やされるが、除湿はされない。第2熱交換器12では、除湿が行われなため、熱交換器表面に、空気中の水分が水滴、水膜、または、霜として凝縮されることがない。第1熱交換器11では、除湿を行うため、熱交換器表面に、空気中の水分が水滴、水膜、または、霜として凝縮されるが、効率よく排水できるため、結露水または着霜によって風路が閉塞されない。また、第2熱交換器12では、乾いた空気が供給され、除湿が行われなため、結露または着霜が殆ど発生しない。そのため、熱交換器10では、図3に示すように、通常時は、第1熱交換器11および第2熱交換器12の双方で、結露または着霜による風路の閉塞が発生しない。

[0057] しかしながら、熱交換器10が配置されている環境あるいは熱交換器10の運転状態によっては、着霜が発生する場合がある。ここでは、説明を簡略化するため、第1熱交換器11への着霜は未考慮とする。図7に示すように、第1熱交換器11を構成する複数の第1伝熱管20aが、第2熱交換器12を構成する第2伝熱管20bの気流方向前方に位置している。そのため、第2熱交換器12に向かって流れる空気は、露点温度と熱交換器表面温度の差が大きいコルゲートフィン30の風上側で多く着霜する。しかしながら、実施の形態1では、第1熱交換器11で除湿された空気が第2熱交換器12に向かって流れるため、第2熱交換器12における着霜は薄く、風路が完全に閉塞されることはない。そのため、通風抵抗の増加が抑制され、風量の

低減を抑制することができる。そのため、室外ファン6の負荷の増加も抑制することができる。

[0058] 以上のように、実施の形態1に係る熱交換器10においては、第1熱交換器11（風上側のフィンレス熱交換器）は、結露および着霜条件においても、全熱交換量に対する、潜熱交換量の割合が大きく、効率的に除湿することができる。また、空気が第1熱交換器11で多く除湿されるため、第2熱交換器12（後列側のコルゲートフィン熱交換器）の結露もしくは着霜量を相対的に低下し、風路閉塞の抑制、および、排水負荷を削減することができる。そのため、第2熱交換器12では、全熱交換量に占める顕熱交換量の割合が大きく、冷媒と空気との熱交換が効率よく行われる。このように、実施の形態1に係る熱交換器10では、気流の方向において、前列に第1熱交換器11を配置し、後列に第2熱交換器12を配置している。そのため、熱交換器10全体として、着霜による風路の閉塞を抑制し、結露水および霜の融解水の排水性能を向上させることができる。その結果、熱交換器10全体として、効率的に熱交換することができる。

[0059] また、熱交換器10全体として、着霜による風路の閉塞を抑制できるため、冷凍サイクル装置1の運転条件によっては、除霜運転を行う必要が殆どなく、従来に比べて、除霜運転を行う回数を低減することができる。つまり、暖房運転の連続時間を長く維持することができ、従来の除霜運転に起因する室内温度低下による不快感を解消し、室内空調空間の快適性を向上させることができる。

[0060] また、図2に示すように、第1熱交換器11の第1伝熱管20aおよび第2熱交換器12の第2伝熱管20bの管軸方向が同一のため、第1ヘッダ部13、第2ヘッダ部14、および、列間接続部材15などの、各ヘッダを同一方向に配置することができる。そのため、前列の第1伝熱管20aと後列の第2伝熱管20bとの間を接続する部材である列間接続部材15を、一体で構成することができる。因みに、第2熱交換器12を例えば管横置きフィンアンドチューブ熱交換器で構成した場合、第2熱交換器12のヘッダの

長手方向が、第1熱交換器11のヘッダの長手方向と異なってしまうため、列間接続部材15を一体で形成することはできない。

[0061] 実施の形態2.

図2、図8～図10を参照して、実施の形態2に係る熱交換器10の構成について説明する。図8は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態2に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。図9および図10は、図8に示す熱交換器10で着霜が発生した状態を示す説明図である。図9および図10において、ハッチング部分が、着霜が発生している領域である。実施の形態2では、実施の形態1からの変更点について主に説明し、実施の形態1と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0062] 実施の形態2においても、気流方向、すなわち、x方向に、第1伝熱管20aと第2伝熱管20bとが直列に配置されているが、図8に示すように、x方向に対して、第1伝熱管20aと第2伝熱管20bとが重ならず、ずれて配置されている。そのため、具体的には、第1伝熱管20aの後列には、コルゲートフィン30が配置されている。

[0063] このように、実施の形態2では、x方向に対し、すべての第1伝熱管20aが、第2熱交換器12のコルゲートフィン30と重なるように配列されている。実施の形態2では、図8に示すように、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1と第2伝熱管20bの第2ピッチPP2とは同じである。

[0064] 次に、実施の形態2に係る熱交換器10における着霜時の様相変化を、図9および図10を用いて説明する。

[0065] 第1熱交換器11では、除湿を行うため、熱交換器表面に、空気中の水分が水滴、水膜、または、霜として凝縮されるが、効率よく排水できるため、着霜が殆ど発生しない。また、第2熱交換器12では、乾いた空気が供給され、除湿が行われなため、着霜が殆ど発生しない。そのため、熱交換器10では、図8に示すように、通常時は、第1熱交換器11および第2熱交換器12の双方で、着霜が発生しない。

[0066] しかしながら、熱交換器10が配置されている環境あるいは熱交換器10

の運転状態によっては、着霜が発生する場合がある。ここでは、説明を簡略化するため、第1熱交換器11への着霜は未考慮とする。

[0067] 以下の説明においては、図9に示すように、コルゲートフィン30のうち、前列に第1伝熱管20aが設けられている領域を第1領域P1と呼び、他の領域を第2領域P2と呼ぶ。

[0068] 第1領域P1では、第1熱交換器11を構成する第1伝熱管20aが、コルゲートフィン30の気流方向前方に位置するため、気流が第1伝熱管20aに衝突して、気流の剥離が起きる。その結果、第1領域P1においては、後列のコルゲートフィン30部分には空気が流入しにくくなり、着霜が発生しないか、あるいは、着霜量が少ない。

[0069] 一方、第2領域P2では、第1熱交換器11を構成する第1伝熱管20aが、コルゲートフィン30の気流方向前方に位置していないため、気流の剥離が起きない。そのため、第2領域P2においては、後列のコルゲートフィン30部分に、比較的均等に空気が流入し、コルゲートフィン30の風上側に着霜が発生する。

[0070] 上述した実施の形態1の熱交換器10と風量が同等の場合、実施の形態2においては、実施の形態1に比べて、第2領域P2を通過する空気の色度は増加する。そのため、局所的に空気の熱容量が増加し、乾球温度および露点温度の変化量が低減する。その結果、図7と図9とを比較すると分かるように、図7に示す実施の形態1に比べて、実施の形態2では、気流方向の奥の方に至る広い面積にわたって着霜させることができる。そのため、実施の形態1よりも、さらに薄く着霜させることができ、風路の閉塞をさらに抑制できる。

[0071] しかしながら、熱交換器10が配置されている環境あるいは熱交換器10の運転状態によっては、着霜量が増加する場合がある。第2領域P2での霜量が増えてくると、図10に示すように、第2領域P2の後流のコルゲートフィン30で構成される風路が閉塞される。その場合、第1領域P1の後流のコルゲートフィン30の気流が増加し、第1領域P1のコルゲートフィン

30にも霜が積層される。このように、実施の形態2では、気流方向において、第1伝熱管20aの少なくとも一部分を、第2熱交換器12のコルゲートフィン30と重なるように配列させている。これにより、実施の形態1に比べて、一度にコルゲートフィン30の風上全体に着霜することを抑制し、風路閉塞にかかる時間を延命することができる。その結果、実施の形態2では、実施の形態1よりも、着霜耐力をさらに上げることができる。

[0072] 実施の形態3.

図2および図11を参照して、実施の形態3に係る熱交換器10の構成について説明する。図11は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態3に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。実施の形態3では、実施の形態1からの変更点について主に説明し、実施の形態1と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0073] 上述した実施の形態1および実施の形態2では、図3および図8に示すように、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1と第2伝熱管20bの第2ピッチPP2とは同じである。一方、実施の形態3では、図11に示すように、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1が、第2伝熱管20bの第2ピッチPP2より小さい。すなわち、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1と第2伝熱管20bの第2ピッチPP2とは、 $PP1 < PP2$ の関係を満たす。実施の形態3では、第2伝熱管20bの風上側およびコルゲートフィン30の風上側の双方に、第1伝熱管20aが配置されている。従って、実施の形態3では、x方向に対し、第1伝熱管20aの一部がコルゲートフィン30と重なるように配置され、残りの第1伝熱管20aが第2伝熱管20bと重なるように配置されている。

[0074] 実施の形態3では、図11に示すように、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1を実施の形態1よりも小さくして、第1伝熱管20aの本数を実施の形態1の第1伝熱管20aの本数よりも多くしている。実施の形態3では、第2伝熱管20bの前列およびコルゲートフィン30の前列の双方に、第1伝熱管20aが配置されている。このように配置した場合、実施の形態1に

おける隣接する2つの第1伝熱管20aの間に、さらに、もう1つの第1伝熱管20aを追加したことになる。そのため、第1伝熱管20aの本数を実施の形態1の第1伝熱管20aの本数の略2倍にすることが可能である。このとき、気流は矢印Bの方向であるため、第1伝熱管20aの本数を増加させても、第1伝熱管20aの長手方向が気流方向に沿っており、通風抵抗はそれほど増加しない。一方、第1伝熱管20aの本数が増加したことで、第1伝熱管20aを流れる冷媒と空気との間の熱交換量は増加する。その結果、第1熱交換器11の熱交換性能が向上する。

[0075] 第1熱交換器11は、第1伝熱管20a同士の間隙にフィンが無い場合、第2熱交換器12に比べて、風路の通風抵抗が小さい一方で、熱交換器面積も小さい。このとき、実施の形態3では、 $PP1 < PP2$ とすることで、大幅な通風抵抗の増加が発生すること無く、第1熱交換器11の熱交換性能を向上させることができる。その結果、第2熱交換器12の熱交換量、特に潜熱交換量をさらに低減させることができる。また、第1熱交換器11では、フィンが設けられていないため、実施の形態1と同様に、重力方向下方に向かって流れる水の流れを阻害する障害物が存在しない。そのため、排水の速度は速く、第1熱交換器11内に水が滞留しにくい。以上のことから、実施の形態3では、実施の形態1に比べて、さらに風路閉塞の抑制、および、排水負荷を削減することができる。

[0076] 以上のように、実施の形態3では、 $PP1 < PP2$ とすることで、大幅な通風抵抗の増加が発生すること無く、第1熱交換器11の熱交換性能を向上させることができる。その結果、第2熱交換器12の熱交換量、特に潜熱交換量をさらに低減させることができる。そのため、実施の形態3では、上述した実施の形態1に比べて、さらに風路閉塞の抑制、および、排水負荷を削減することができる。

[0077] 実施の形態4.

図2、図5および図11を参照して、実施の形態4に係る熱交換器10の構成について説明する。実施の形態4では、実施の形態3からの変更点につ

いて主に説明する。なお、実施の形態4において、実施の形態1および実施の形態3と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0078] 実施の形態4では、図11に示す第1間隔PC1と、図5に示す第3間隔FC2とが、 $PC1 > FC2$ の関係を満たす。なお、第3間隔FC2は、図5に示すように、フィン本体部302間のz方向の風路の間隔である。

[0079] 上述した実施の形態3においては、第1伝熱管20aの第1ピッチPP1と第2伝熱管20bの第2ピッチPP2とが、 $PP1 < PP2$ の関係を満たす場合について説明した。実施の形態4では、さらに、第1間隔PC1と第3間隔FC2とが、 $PC1 > FC2$ の関係を満たす。すなわち、実施の形態4では、 $PP1 < PP2$ 、且つ、 $PC1 > FC2$ の関係が成り立つように、第1ピッチPP1の値を設定する。

[0080] 第1伝熱管20aの第1ピッチPP1を設定する際に、第1ピッチPP1を小さくし過ぎると、風路の通風抵抗が大きくなりすぎる可能性がある。そのため、実施の形態4では、第1伝熱管20a同士の間隔の第1間隔PC1が、フィン本体部302間のz方向の風路の間隔である第3間隔FC2よりも大きくなるように、第1ピッチPP1を設定する。これにより、大幅な通風抵抗の増加が発生すること無く、第1熱交換器11の熱交換性能を向上させることができる。

[0081] 第1熱交換器11を通過する湿り空気の方が、第2熱交換器12を通過する空気よりも、露点温度（絶対湿度）が高く、且つ、第1熱交換器11のフィン効率は、第2熱交換器12のフィン効率より高い。そのため、蒸発器として熱交換器10を運転させるときに、第1熱交換器11は着霜しやすい。このとき、 $PC1 > FC2$ とすることで、第1熱交換器11の風路閉塞を抑制することができる。

[0082] 以上のように、実施の形態4では、 $PP1 < PP2$ 、且つ、 $PC1 > FC2$ とすることで、大幅な通風抵抗の増加が発生すること無く、第1熱交換器11の熱交換性能を向上させることができる。その結果、第2熱交換器12の熱交換量、特に潜熱交換量をさらに低減させることができる。そのため、

実施の形態4では、実施の形態3と同様に、上述した実施の形態1に比べて、さらに風路閉塞の抑制、および、排水負荷を削減することができる。

[0083] 実施の形態5.

図2および図12を参照して、実施の形態5に係る熱交換器10の構成について説明する。図12は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態5に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。実施の形態5では、実施の形態3からの変更点について主に説明し、実施の形態1および実施の形態3と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0084] 実施の形態5においても、実施の形態1および実施の形態3と同様に、第1熱交換器11は、第1伝熱管20a間にフィンが設けられていない「フィンレス熱交換器」である。実施の形態5では、図12に示すように、第1熱交換器11の第1伝熱管20aが第1突起部51を有している。第1突起部51は、第1熱交換器の複数の第1伝熱管20aの気流方向風上側に設けられている。第1突起部51は、第1伝熱管20aと一体成形されてもよく、あるいは、第1伝熱管20aに口ウ付けにより接合されていてもよい。第1突起部51は、熱伝導性を持つ金属材料で構成されている。第1突起部51を構成する材料は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。第1突起部51の材料は、第1伝熱管20aと同じであっても、異なってもよい。第1突起部51の長手方向は、気流方向、すなわち、x方向に沿っている。第1突起部51の一端は、第1伝熱管20aの前縁部22aに連結されており、第1突起部51の先端部である他端は自由端となっている。すなわち、第1突起部51は、第1伝熱管20aに対して片持ち式に設けられている。第1突起部51は、x方向と反対方向、すなわち、風下側から風上側に向かう方向に、前縁部22aから突出している。なお、前縁部22aは、x方向において、第1伝熱管20aの風上側の端部である。

[0085] 実施の形態5においても、第1熱交換器11にフィンが設けられていないため、基本的には、第1伝熱管20aの管外表面が、第1熱交換器11の最

外表面となる。そのため、フィンを介した熱伝導が生じないため、第1熱交換器11の最外表面が、第1伝熱管20aの内側温度に近い。

[0086] 但し、実施の形態5では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aに、第1突起部51が設けられている。第1突起部51は、例えば、板状の部材である。第1突起部51の幅W3、すなわち、第1突起部51の板厚は、比較的薄く、例えば、図12に示すように、第1伝熱管20aの幅W1より小さい。そのため、第1突起部51の表面と空気との間の伝熱量は、第1伝熱管20aの管外表面と空気との間の熱伝量よりも大きい。その結果、第1突起部51の表面と第1伝熱管20aの管外表面との間の熱伝量の差により、温度勾配が生まれるため、フィン効率が1より小さくなる。第1伝熱管20a本体から離れた第1突起部51の領域では、表面温度が上昇するため、フィン効率が1の場合に比べ、全熱交換量に占める潜熱交換量の割合は減少して、顕熱交換量の割合が増加する。このように、第1突起部51が薄板から構成されているため、第1突起部51の表面から効率よく放熱が行われるため、伝熱促進効果が図れる。

[0087] このように、実施の形態5では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの前縁部22aに第1突起部51を設けている。これにより、第1熱交換器11全体としての高いフィン効率（除湿性）を維持したまま、第1伝熱管20aの前縁部22aのフィン効率のみを少し低下させることができる。その結果、実施の形態5では、第1伝熱管20aの前縁部22aでは、他の部分に比べて、着霜の発生を抑制することができる。これにより、第1伝熱管20aの前縁部22aでの着霜による閉塞を抑制することができる。

[0088] また、実施の形態5では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aに第1突起部51を設けたことにより、実施の形態3よりも、第1伝熱管20aの伝熱面積を拡大することができる。これにより、実施の形態5では、実施の形態3よりも、第1熱交換器11の熱交換性能をさらに向上させることができる。なお、実施の形態5の第1突起部51は、実施の形態3以外の他の実施の形態にも適用可能である。

[0089] 実施の形態6.

図2、および、図13～図15を参照して、実施の形態6に係る熱交換器10の構成について説明する。図13は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態6に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。図14は、実施の形態6に係る熱交換器10に設けられた列間接続部材15の構成を示す平面図である。図15は、実施の形態6に係る熱交換器10の構成を示す部分側面図である。図15は、図13のy方向逆向きから見た状態の熱交換器10を示している。実施の形態6では、実施の形態3からの変更点について主に説明し、実施の形態1および実施の形態3と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0090] 実施の形態6においても、実施の形態1および実施の形態3と同様に、第1熱交換器11は、第1伝熱管20a間にフィンが設けられていない「フィンレス熱交換器」である。実施の形態6では、図13に示すように、第1熱交換器11の第1伝熱管20aが第2突起部52を有している。第2突起部52は、例えば、板状の部材である。第2突起部52の幅W4、すなわち、第2突起部52の板厚は、比較的薄く、例えば、図13に示すように、第1伝熱管20aの幅W1より小さい。そのため、第2突起部52の表面から効率よく放熱が行われるため、伝熱促進効果が図れる。第2突起部52は、第1熱交換器11の複数の第1伝熱管20aの気流方向風下側に設けられている。第2突起部52は、第1伝熱管20aと一体成形されてもよく、あるいは、第1伝熱管20aに口ウ付けにより接合されていてもよい。第2突起部52は、熱伝導性を持つ金属材料で構成されている。第2突起部52を構成する材料は、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。第2突起部52の材料は、第1伝熱管20aと同じであっても、異なってもよい。第2突起部52は、気流方向、すなわち、x方向に延びている。第2突起部52の一端は、第1伝熱管20aの後縁部23aに連結されており、第2突起部52の先端部である他端は自由端となっている。すなわち、第2突起部52は、第1伝熱管20aに対して片持ち式に

設けられている。第2突起部52は、x方向、すなわち、風上側から風下側に向かう方向に、後縁部23aから突出している。なお、後縁部23aは、x方向において、第1伝熱管20aの風下側の端部である。

[0091] 実施の形態6においては、第1熱交換器11の第1伝熱管20aに第2突起部52を設けたことで、第1熱交換器11と第2熱交換器12との間に独立した風路を確保しつつ、第1熱交換器11と第2熱交換器12との間に隙間15cを確保できる。

[0092] 図15に示すように、第1熱交換器11と第2熱交換器12とを接続する列間接続部材15を一体成型する際に、図15の破線で示すように、列間接続部材15の内部に、伝熱管20を挿入するための挿入穴15aおよび15bを形成する。挿入穴15aには、伝熱管20のうち、第1伝熱管20aが挿入され、挿入穴15bには第2伝熱管20bが挿入される。実施の形態6では、図14の平面図に示されるように、第1伝熱管20aに第2突起部52を設けたことで、挿入穴15aと挿入穴15bとの間に、第2突起部52の長手方向の長さに相当する幅の隙間15cを確保することが出来る。そのため、列間接続部材15の製造時に、前列の挿入穴15aと、後列の挿入穴15bとを近接させずに済む。列間接続部材15は、金型等を用いてプレス成型等で一体成型するが、その際に、挿入穴15aと挿入穴15bとが近接していた場合には、挿入穴15aと挿入穴15bとが連結しないように、金型の生成において高い精度が要求され、金型の生成が困難になる。また、金型から生成された列間接続部材15を取り出す際に、挿入穴15aと挿入穴15bとの間の壁が薄い場合には、当該壁が損傷するなどの場合が想定される。一方、実施の形態6のように、挿入穴15aと挿入穴15bとが近接していない場合には、金型の生成において高い精度が要求されないため、金型の生成が容易になる。また、挿入穴15aと挿入穴15bとの間の壁は隙間15cの幅と同じ厚さになるため、損傷されにくく、金型から生成された列間接続部材15を取り出す際の作業も容易になる。これらのことから、列間接続部材15をプレス成型等で一体成型する際の作業工程が容易になり、加

工性が向上する。

[0093] このように、実施の形態6では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aに第2突起部52を設けたことで、列間接続部材15において、挿入穴15aと挿入穴15bとの間に隙間15cが形成される。そのため、列間接続部材15をプレス成型等で一体成型する際の作業工程が容易になり、加工性が向上する。

[0094] また、実施の形態6では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aに第2突起部52を設けたことにより、実施の形態3よりも、第1伝熱管20aの伝熱面積を拡大することができる。これにより、実施の形態6では、実施の形態3よりも、第1熱交換器11の熱交換性能をさらに向上させることができる。なお、実施の形態6の第2突起部52は、実施の形態3以外の他の実施の形態にも適用可能である。

[0095] <実施の形態6の変形例>

図16は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態6の変形例に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。図16に示すように、実施の形態6の第1伝熱管20aに、上述した実施の形態5で示した第1突起部51をさらに設けるようにしてもよい。すなわち、実施の形態6の変形例においては、第1伝熱管20aが、第1突起部51と第2突起部52とを有している。

[0096] このように、実施の形態6の変形例においては、第1伝熱管20aが、実施の形態5で示した第1突起部51と、実施の形態6で示した第2突起部52とを有している。そのため、実施の形態6の変形例に係る熱交換器10は、実施の形態5の効果および実施の形態6の効果を奏することは言うまでもない。

[0097] 実施の形態7.

実施の形態7は、上述した実施の形態3の変形例である。そのため、実施の形態3を示す図11を用いて、実施の形態7について説明する。

[0098] 実施の形態3では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの第1ピッチP

P 1 が、第 2 熱交換器 1 2 の第 2 伝熱管 2 0 b の第 2 ピッチ P P 2 よりも小さい場合の実施の形態について説明した。実施の形態 7 では、実施の形態 3 の熱交換器 1 0 の当該構成において、さらに、第 1 熱交換器 1 1 の第 1 伝熱管 2 0 a の水力直径が、第 2 熱交換器 1 2 の第 2 伝熱管 2 0 b の水力直径より小さくなるように、設定されている。ここで、水力直径 R は、下記の式で定義される。

[0099] 水力直径 $R = 4 \times (\text{流路断面積} / \text{濡れ縁長さ})$

[0100] ここで、流路断面積とは、第 1 伝熱管 2 0 a および第 2 伝熱管 2 0 b の径方向に切断した場合の断面積である。また、濡れ縁長さとは、第 1 伝熱管 2 0 a および第 2 伝熱管 2 0 b の断面のうちの濡れている部分（濡れ縁）の周長である。すなわち、濡れ縁長さは、第 1 伝熱管 2 0 a および第 2 伝熱管 2 0 b における管内壁と冷媒とが接している部分の周方向の長さである。

[0101] ここで、第 1 熱交換器 1 1 の第 1 伝熱管 2 0 a の第 1 ピッチ P P 1 が、第 2 熱交換器 1 2 の第 2 伝熱管 2 0 b の第 2 ピッチ P P 2 よりも小さい場合について説明する。このとき、例えば、第 1 ヘッダ部 1 3 と第 2 ヘッダ部 1 4 の Y 方向の長さが同じである場合、第 1 熱交換器 1 1 の第 1 伝熱管 2 0 a の本数は、第 2 熱交換器 1 2 の第 2 伝熱管 2 0 b の本数より多くなる。そのため、第 1 熱交換器 1 1 においては、第 1 伝熱管 2 0 a の内側を流れる流体の圧力損失を維持できる流路断面積を小さくすることができる。そのため、例えば、第 1 伝熱管 2 0 a の水力直径を小さくすることで、耐圧を確保できる程度まで、第 1 伝熱管 2 0 a の管の内壁の厚さを薄くすることが可能となる。その結果、通風抵抗の増加を抑制しつつ、第 1 熱交換器 1 1 の第 1 伝熱管 2 0 a を高密度（狭いピッチ）に実装することができる。その結果、第 1 熱交換器 1 1 の除湿効果がさらに向上される。

[0102] 実施の形態 8.

図 1 7 を用いて、実施の形態 8 に係る熱交換器 1 0 について説明する。図 1 7 は、実施の形態 8 に係る熱交換器 1 0 のドライアウトの発生について説明した図である。伝熱管内の乾き度が高くなってドライアウトが発生すると

、良好な熱伝達率が得られない。実施の形態8では、実施の形態7と同様に、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの水力直径が、第2熱交換器12の第2伝熱管20bの水力直径より小さい。ここでは、熱交換器10が蒸発器として作用し、冷媒の流れが第1熱交換器11から第2熱交換器12へ流れる場合を例に挙げて説明する。

[0103] 図17(a)は、実施の形態8の効果を説明するための比較例の場合のドライアウトの発生タイミングを示すグラフである。図17(a)において、横軸は伝熱管内の乾き度、縦軸は伝熱管の管内熱伝達率を示す。また、図17(a)において、破線70は、水力直径が小さい熱交換器の場合を示し、点線71は、水力直径が大きい熱交換器の場合を示している。

[0104] 図17(b)は、実施の形態8の場合のドライアウトの発生タイミングを示すグラフである。図17(b)において、横軸は伝熱管内の乾き度、縦軸は伝熱管の管内熱伝達率を示す。また、図17(b)において、破線70は、水力直径が小さい第1熱交換器11の場合を示し、点線71は、水力直径が大きい第2熱交換器12の場合を示している。また、図17(b)において、太実線74は、第1熱交換器11および第2熱交換器12から構成された熱交換器10全体の場合を示している。

[0105] まず、比較例から説明する。一般的に、水力直径が小さい熱交換器の場合、水力直径が大きい熱交換器に比べて、伝熱管内のドライアウトが低乾き度で発生する。ドライアウトが発生すると、その時点以降の高乾き度領域における管内熱伝導率が悪化する。このことについて、図17(a)の比較例を用いて、具体的に説明する。図17(a)の破線70で示されるように、水力直径が小さい熱交換器の場合、乾き度 x が x_1 のときに、ドライアウトが発生したとする。その場合、ドライアウト発生後、管内熱伝達率 α_i が徐々に減少する。従って、乾き度 x が x_1 以上の領域が、水力直径が小さい熱交換器の場合のドライアウト発生領域72になる。但し、ドライアウトが発生しても、すぐに暖房効果が悪化するわけではない。図17において、閾値 $T_{h\alpha}$ 以上の範囲では良好な管内熱伝達率 α_i が得られ、暖房効果に影響が出

ない範囲とする。従って、管内熱伝達率 α_i が閾値 $T_{h\alpha}$ を下回ったときに、暖房効果が著しく低下する。

[0106] 一方、図17(a)の点線71で示されるように、水力直径が大きい熱交換器の場合、乾き度 x が x_1 よりも大きい x_3 のときに、ドライアウトが発生し、その後、管内熱伝達率が急激に減少する。従って、乾き度 x が x_3 以上の領域が、水力直径が小さい熱交換器の場合のドライアウト発生領域73になる。このように、水力直径を大きくすると、その分だけ、ドライアウト発生領域を低減させることができる。

[0107] 上述した実施の形態7で説明したように、熱交換器の伝熱管の水力直径を小さくすると、その分だけ、除湿効率が高くなる。しかしながら、その一方で、図17(a)の破線70で示すように、水力直径が小さいと、その分だけ、ドライアウト発生領域72が大きくなる。

[0108] このように、水力直径で考えた場合、除湿効率の向上とドライアウト発生領域の低減とは、トレードオフの関係にある。実施の形態8では、熱交換器10を第1熱交換器11と第2熱交換器12とから構成することで、除湿効率の向上とドライアウト発生領域の低減との両立を図る。

[0109] 実施の形態8では、熱交換器10を、実施の形態1~7と同様に、第1熱交換器11と第2熱交換器12とから構成している。さらに、実施の形態8では、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの水力半径を、第2熱交換器12の第2伝熱管20bの水力半径よりも小さくしている。

[0110] 図17(b)の太実線74で示されるように、熱交換器10を蒸発器として作用させた場合、乾き度 x が x_1 のときに、第1伝熱管20aにおいてドライアウトが発生し、その後、管内熱伝達率が徐々に減少する。しかしながら、実施の形態8では、冷媒が第1熱交換器11から第2熱交換器12に向かって流れるため、図17(b)の破線70と点線71とが交差する乾き度 x が x_2 の時点で、再び、管内熱伝達率が増加する。そのため、管内熱伝達率 α_i が閾値 $T_{h\alpha}$ を下回ることを回避できる。このように、実施の形態8では、管内熱伝達率が大幅に低減する前に、再び増加させることができる。

その後、乾き度 x が x_2 より大きい x_3 のときに、第2伝熱管20bにおいてドライアウトが発生し、その後、管内熱伝達率が急激に減少する。従って、乾き度 x が x_3 以上の領域が、熱交換器10の場合のドライアウト発生領域75になる。

[0111] このように、実施の形態8では、熱交換器10を第1熱交換器11と第2熱交換器12とから構成することで、除湿効率の向上とドライアウト発生領域の低減との両立を図ることができる。すなわち、第1熱交換器11で高い除湿効果を維持しながら、第2熱交換器12で高い熱交換率を確保する。

[0112] 図18は、実施の形態8の変形例を示す斜視図である。上述した実施の形態1～7においては、図2に示すように、前列の第1熱交換器11と後列の第2熱交換器12との間で、列間接続部材15を介して冷媒を列間移動させているが、その場合に限定されない。例えば、図18に示すように、列間接続部材15の代わりに、上側第1ヘッダ部13bと上側第2ヘッダ部14bとを設けておき、上側第1ヘッダ部13bで一度冷媒を合流して列間移動させた後に、上側第2ヘッダ部14bで再度冷媒を分配するようにしてもよい。以下、図18に示す実施の形態8の変形例について説明する。

[0113] 第1熱交換器11の第1伝熱管20aの下端は、下側第1ヘッダ部13aに接続されている。下側第1ヘッダ部13aは、図2に示す第1ヘッダ部13に相当する。また、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの上端は、上側第1ヘッダ部13bに接続されている。下側第1ヘッダ部13aは、外部から供給された冷媒を第1熱交換器11の各第1伝熱管20aに分配する。上側第1ヘッダ部13bは、各第1伝熱管20a内を流れた冷媒を合流させる。

[0114] 上側第1ヘッダ部13bの接続部40aと上側第2ヘッダ部14bの接続部40bとは、U字管からなる列間接続パイプ16で接続されている。上側第1ヘッダ部13bで合流された冷媒は、列間接続パイプ16を介して、上側第2ヘッダ部14bに流入される。

[0115] 第2熱交換器12の第2伝熱管20bの下端は、下側第2ヘッダ部14a

に接続されている。下側第2ヘッダ部14aは、図2に示す第2ヘッダ部14に相当する。また、第2熱交換器12の第2伝熱管20bの上端は、上側第2ヘッダ部14bに接続されている。上側第2ヘッダ部14bは、上側第1ヘッダ部13bから供給された冷媒を、第2熱交換器12の各第2伝熱管20bに分配する。下側第2ヘッダ部14aは、各第2伝熱管20b内を流れた冷媒を合流させて、熱交換器10の外部に流出させる。

[0116] このように、図18に示す実施の形態8の変形例のように、上側第1ヘッダ部13bで一度冷媒を合流して列間移動させた後に、上側第2ヘッダ部14bで再度冷媒を分配するようにしてもよい。なお、ここでは、図18の変形例の構成を実施の形態8に適用させる場合について説明したが、図18の変形例の構成は、上述した実施の形態1～7のいずれにも適用可能である。

[0117] 以上のように、実施の形態8では、熱交換器10を蒸発器として作用させる場合に、熱交換器10を第1熱交換器11と第2熱交換器12とから構成することで、除湿効率の向上とドライアウト発生領域の低減との両立を図ることができる。すなわち、第1熱交換器11で高い除湿効果を維持しながら、第2熱交換器12で高い熱交換率を確保することができる。

[0118] 実施の形態9.

図2、および、図19を参照して、実施の形態9に係る熱交換器10の構成について説明する。図19は、図2に示す断面Aで切断した場合の実施の形態9に係る熱交換器10の断面を示す断面図である。実施の形態9では、実施の形態2からの変更点について主に説明し、実施の形態1および実施の形態2と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0119] 実施の形態9では、図19に示すように、第2熱交換器12に備えられたコルゲートフィン30が、第2伝熱管20bの前縁部22bよりも気流方向風下側の一部分のみに対して設けられている。なお、前縁部22bは、x方向において、第2伝熱管20bの風上側の端部である。また、実施の形態9では、実施の形態2と同様に、x方向に対し、すべての第1伝熱管20aがコルゲートフィン30と重なるように配列されている。従って、第1伝熱管

20aの第1ピッチPP1と第2伝熱管20bの第2ピッチPP2とは同じである。そのため、実施の形態9の第1伝熱管20aの本数は、図11に示す実施の形態3よりも少なくなっている。

[0120] 上述の実施の形態1では、図3に示すように、第2熱交換器12において、第2伝熱管20bのx方向の全長に対してコルゲートフィン30が設けられている。一方、実施の形態9では、図19に示すように、第2伝熱管20bのx方向の風下側の一部分の領域に対してのみ、コルゲートフィン30が設けられている。従って、第2伝熱管20bの前縁部22bから後縁部23bまでのx方向の長さをL1とし、コルゲートフィン30の前縁部32から後縁部33までのx方向の長さをL2としたとき、 $L1 > L2$ の関係が成り立つ。なお、後縁部23bは、x方向において、第2伝熱管20bの風下側の端部である。また、前縁部32は、x方向において、コルゲートフィン30の風上側の端部であり、後縁部33は、x方向において、コルゲートフィン30の風下側の端部である。

[0121] 実施の形態9では、第2熱交換器12の第2伝熱管20bの前縁部22b側に、部分的に、第2伝熱管20bがむき出しの領域Cを設けている。領域Cでは、第2伝熱管20bのフィン効率が高くなり、除湿が促進される。そのため、上述した実施の形態2に比べて、コルゲートフィン30での除湿負荷を更に削減することができる。その結果、第1熱交換器11の第1伝熱管20aの本数を、実施の形態3よりも低減させても、実施の形態3と同等の効果が得られる。

[0122] なお、上記の説明においては、実施の形態9を実施の形態2の構成に適用させる場合について説明したが、実施の形態9は、各実施の形態に適用可能である。

[0123] 実施の形態10.

図20、および、図21を参照して、実施の形態10に係る熱交換器10の構成について説明する。図20は、実施の形態10に係る熱交換器10の列間接続部材15の構成を示す平面図である。図20では、説明のため、一

部の構成を透視させて示している。図21は、実施の形態10に係る熱交換器10の構成を示す部分側面図である。図21は、図20のy方向逆向きから見た状態の熱交換器10を示している。実施の形態10では、実施の形態1からの変更点について主に説明し、実施の形態1と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0124] 実施の形態10では、図20に示すように、前列の第1熱交換器11の第1伝熱管20aと、後列の第2熱交換器12の第2伝熱管20bとを、列間接続部材15を介して接続している。このとき、実施の形態10では、矢印Bで示す気流方向に対し、前列の第1伝熱管20aと、後列の第2伝熱管20bとが、重ならないように配置している。すなわち、第2伝熱管20bが設けられているy方向の領域を領域Dと呼ぶと、領域Dには第1伝熱管20aを設けずに、領域D以外の領域に第1伝熱管20aを配置する。図20の例では、第1伝熱管20aが、領域Dに隣接する領域に配置されている。このように、実施の形態10では、x方向に対し、第1伝熱管20aが、第2伝熱管20bに重ならないように配列されている。なお、領域Dの隣接する領域には、図3から明らかなように、コルゲートフィン30が設けられている。そのため、実施の形態10では、x方向に対し、第1伝熱管20aの少なくとも一部が、コルゲートフィン30と重なるように配列されている。

[0125] 図15に示す実施の形態6と、図21に示す実施の形態10とを比較すると、図21の隙間15cの幅は、図14の隙間15cより小さいように見える。しかしながら、実際には、図20に示すように、前列の第1伝熱管20aを挿入する挿入穴15aと、後列の第2伝熱管20bを挿入する挿入穴15bとがx方向およびy方向の双方に対して重ならないように配置されている。そのため、挿入穴15aと挿入穴15bとは近接していない。これにより、実施の形態10では、実施の形態6と同様に、列間接続部材15をプレス成型等で一体成型する際の作業工程が容易になり、加工性が向上する。

[0126] 実施の形態11.

図22～図25を参照して、実施の形態11に係る熱交換器10の構成に

ついて説明する。図22～図25は、実施の形態11に係る熱交換器10の第1熱交換器11および第2熱交換器12の少なくとも一方で用いられる伝熱管20の変形例の構成を示す説明図である。ここでは、第1伝熱管20aおよび第2伝熱管20bを、まとめて、伝熱管20と呼ぶこととする。実施の形態11では、実施の形態1～10からの変更点について主に説明し、実施の形態1～10と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0127] 上述した実施の形態1～10では、伝熱管20が扁平管または多孔扁平管から構成されている場合を例に挙げて説明した。しかしながら、その場合に限らず、伝熱管20は円管、楕円管、あるいは、断面が多角形の角筒形状の管から構成されていてもよい。

[0128] また、上述した実施の形態1～10では、伝熱管20の製造方法として、ダイスを用いた押し出し加工および引き抜き加工について説明した。しかしながら、それらの場合に限らず、伝熱管20は複数の部材を貼り合わせて生成するようにしてもよい。

[0129] 図22の変形例では、2つの凹凸形状の部材200を貼り合わせて、伝熱管20を形成している。凹凸形状の部材200の凹部200aは、半円形状を有している。また、隣接する凹部200aの間には、直線部200bが設けられている。このとき、図22(a)に示すように、2つの部材200の凹部200a同士が対向するように配置して、図22(a)の黒矢印の方向に、それらの2つの部材200の直線部200b同士を貼り合わせる。これにより、図22(b)に示すように、複数の冷媒流路21を備えた伝熱管20が形成される。なお、部材200を構成する材料としては、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。

[0130] 図23の変形例では、2つの凹凸形状の部材201を貼り合わせて、伝熱管20を形成している。凹凸形状の部材201の凹部201aは、多角形形状を有している。また、隣接する凹部201aの間には、直線部201bが設けられている。このとき、図23(a)に示すように、2つの部材201

の凹部201aが対向するように配置して、図23(a)の黒矢印の方向に、それらの2つの部材201の直線部201b同士を貼り合わせる。これにより、図23(b)に示すように、複数の冷媒流路21を備えた伝熱管20が形成される。なお、部材201を構成する材料としては、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。

[0131] 図24の変形例では、凹凸形状の部材200と円管203とを貼り合わせて、伝熱管20を形成している。凹凸形状の部材200は、図22の部材200に相当する。このとき、図24(a)に示すように、部材200の凹部200aの位置に対応させて円管203を配置して、図24(a)の黒矢印の方向に、部材200の凹部200aと円管203とを貼り合わせる。これにより、図24(b)に示すように、複数の冷媒流路21を備えた伝熱管20が形成される。冷媒流路21は、円管203の内部の空間である。なお、部材200を構成する材料としては、例えば、アルミニウム、アルミニウム合金、銅、または、銅合金が用いられる。

[0132] 図25の変形例では、伝熱管20が、複数の第1伝熱管20aから構成されている。第1伝熱管20aは、上述した実施の形態6の変形例として説明した図15に示す第1伝熱管20aに相当する。従って、第1伝熱管20aは、第1突起部51と第2突起部52とを有している。図25の変形例では、伝熱管20が、2つの第1伝熱管20aから構成されている。伝熱管20は、一方の第1伝熱管20aの第1突起部51と、他方の第1伝熱管20aの第2突起部52とを接続することで形成されている。第1突起部51と第2突起部52とは、例えば、ロウ付け等により接合される。なお、ここでは、伝熱管20が2つの第1伝熱管20aから構成されている場合について説明したが、伝熱管20は、3つ以上の第1伝熱管20aから構成されていてもよい。このように、図25の変形例では、伝熱管20が、複数の伝熱管を接続した伝熱管群から構成されている。

[0133] 以上のように、上述した実施の形態1~10の構成において、伝熱管20は、図22または図23に示すように、凹凸形状の部材200または201

を貼り合わせて形成しても良い。あるいは、伝熱管 20 は、図 24 に示すように、凹凸形状の部材 200 と円管 203 から構成しても良い。あるいは、図 25 に示すように、複数の伝熱管 20 接続した伝熱管群で構成されていてもよい。

[0134] 実施の形態 12.

図 2、および、図 26 を参照して、実施の形態 12 に係る熱交換器 10 の構成について説明する。図 26 は、実施の形態 12 に係る熱交換器 10 の第 2 熱交換器 12 の構成の一例を示す側断面図である。実施の形態 12 では、実施の形態 1 からの変更点について主に説明し、実施の形態 1 と同一の構成、動作、および、効果については説明を省略する。

[0135] 実施の形態 12 では、図 26 に示すように、第 2 熱交換器 12 に備えられたコルゲートフィン 30 が、第 2 伝熱管 20 b の第 2 ヘッダ部 14 側の一部の領域に対してのみ、設けられている。

[0136] 上述の実施の形態 1 では、図 5 に示すように、第 2 熱交換器 12 において、第 2 伝熱管 20 b の z 方向の全長に対してコルゲートフィン 30 が設けられている。一方、実施の形態 12 では、図 26 に示すように、第 2 伝熱管 20 b の z 方向の下方側の一部の領域に対してのみ、コルゲートフィン 30 が設けられている。従って、第 2 伝熱管 20 b の z 方向の長さを L_3 とし、コルゲートフィン 30 の z 方向の長さを L_4 としたとき、 $L_3 > L_4$ の関係が成り立つ。 L_4 は、例えば、 L_3 の $1/2$ 倍～ $3/4$ 倍の範囲で適宜決定する。なお、長さ L_3 は、第 2 伝熱管 20 b の z 方向の全長のうち、第 2 ヘッダ部 14 の上端から、列間接続部材 15 の下端までの長さである。

[0137] 実施の形態 12 では、第 2 熱交換器 12 の第 2 伝熱管 20 b において、列間接続部材 15 側、すなわち、z 方向の上方側に、部分的に第 2 伝熱管 20 b がむき出しの領域 E を設けている。領域 E では、第 2 伝熱管 20 b のフィン効率が高くなり、除湿が促進される。そのため、上述した実施の形態 1 に比べて、コルゲートフィン 30 での除湿負荷を更に削減することができる。

[0138] なお、上記の説明においては、実施の形態 12 を実施の形態 1 の構成に適

用させる場合について説明したが、実施の形態 1 2 は、各実施の形態 2 ~ 1 1 にも適用可能である。

[0139] 以上のように、実施の形態 1 2 においては、コルゲートフィン 3 0 を第 2 伝熱管 2 0 b の全体に対して設けずに、第 2 伝熱管 2 0 b の z 方向の下方側の一部分に対してのみ、コルゲートフィン 3 0 が設けられている。そのため、z 方向の上方側に第 2 伝熱管 2 0 b がむき出しの領域 E が形成されている。領域 E では、第 2 伝熱管 2 0 b のフィン効率が高くなり、除湿が促進されるため、着霜によって風路が塞がることを抑制できる。そのため、着霜量がかなり多い場合においても、第 2 熱交換器 1 2 において風路が完全に塞がることを防止できる。また、コルゲートフィン 3 0 が設けられていない領域 E においては、第 1 熱交換器 1 1 と同様に、水の流れを妨げる障害物がないため、排水の速度が速く、排水が促進される。このように、実施の形態 1 2 では、コルゲートフィン 3 0 を設けない領域 E を設けたことで、実施の形態 1 に比べて、着霜による風路閉塞をさらに抑制し、排水性能をさらに改善することが可能である。

[0140] なお、上述の実施の形態 1 ~ 1 2 では、熱交換器 1 0 を蒸発器として作用させる場合について主に説明した。熱交換器 1 0 を凝縮器として作用させる場合においては、次のような効果が得られる。図 1 を用いて説明したように、冷凍サイクル装置 1 が除霜運転を行う場合には、冷媒は暖房運転時と逆向きに流れる。このとき、熱交換器 1 0 は凝縮器として作用する。熱交換器 1 0 が凝縮器として作用する場合には、図 2 の矢印の向きとは反対に、圧縮機 2 から、図 2 に示す第 2 ヘッダ部 1 4 にホットガス冷媒が流入される。第 2 ヘッダ部 1 4 によって分配されて第 2 伝熱管 2 0 b を流れるホットガス冷媒により、第 2 伝熱管 2 0 b に付着した少量の霜も徐々に除霜され、霜の融解水はコルゲートフィン 3 0 を伝って重力方向下方に流れる。コルゲートフィン 3 0 にはルーバー 3 1 が設けられているため、排水が促進される。その後、当該冷媒は、図 2 に示す列間接続部材 1 5 を介して、第 1 熱交換器 1 1 の第 1 伝熱管 2 0 a に流入される。第 1 熱交換器 1 1 にはフィンが設けられて

いないため、霜の融解水の排水速度は速い。このように、排水速度が速い第1熱交換器11を、除霜時のホットガス冷媒の流れる方向における下流側に配置することで、熱交換器10全体の霜融解後の残水を減らすことができ、効率的である。なお、仮に、第2熱交換器12をホットガス冷媒の流れる方向における下流側に配置した場合には、霜が融け終わった後に、当該霜の融解水を排水する時間が必要となる。その結果、除霜運転終了までの時間が長くなり、非効率的である。なお、気流について説明すると、熱交換器10が凝縮器として作用する場合も、蒸発器として作用する場合と同様に、気流は、図2または図18の矢印Bで示されるように、第1熱交換器11が風上で、第2熱交換器12が風下になるように流れる。そのため、気流と冷媒の流れ方向とが対向する対向流となる。従って、第1熱交換器11での熱交換によって温められた気流が第2熱交換器12に向かって流れる。第2熱交換器12に流入されたホットガス冷媒は、第2熱交換器12による熱交換によって、温められた気流との間で熱交換され、凝縮されて液冷媒または気液二相冷媒となる。このとき、対向流として流れる気流が温められているので、気流と冷媒との温度差が小さく、凝縮動作の熱交換効率が高くなり、省エネルギー効果が得られる。実施の形態1～12では、冷媒入口である第2ヘッド部14から冷媒出口である第1ヘッド部13までの冷媒経路において、冷媒相変化に合わせて第1熱交換器11の熱交換量と第2熱交換器12の熱交換量とを異ならせている。そのため、熱交換量に応じて、第1熱交換器11および第2熱交換器12のうち、熱交換量が少ない方のサイズを小さくすることも可能である。その場合、熱交換器10全体の軽量化を図ることができる。以上のように、実施の形態1～12では、付着した霜が全て融解する除霜運転終了時に、熱交換器10全体の表面への残水が低減される。そのため、熱交換器10に水が殆ど滞留していない状態で、暖房運転を再開することができる。仮に、熱交換器10に水が滞留している状態で暖房運転を再開すると、暖房運転の再開後、滞留した水が再び凝固して霜となるため、第2熱交換器12の風路閉塞の要因となり、熱交換器10全体の熱交換性能が低下す

る。実施の形態1～12では、熱交換器10に水が滞留していない状態で暖房運転を再開できるので、熱交換器10全体の熱交換性能の低下を防止できる。

[0141] また、上述の実施の形態1～12に係る熱交換器10を室外熱交換器として使用する場合を例に挙げて説明した。しかしながら、実施の形態1～12に係る熱交換器10の構成は、図1に示す室内熱交換器3にも適用可能であることは言うまでもない。すなわち、実施の形態1～12に係る熱交換器10を、図1に示す室内熱交換器3として使用することも可能である。また、その場合においても、同様の効果が得られる。

符号の説明

[0142] 1 冷凍サイクル装置、2 圧縮機、3 室内熱交換器、4 室内ファン、5 絞り装置、6 室外ファン、7 四方弁、10 熱交換器、11 第1熱交換器、12 第2熱交換器、13 第1ヘッダ部、13a 下側第1ヘッダ部、13b 上側第1ヘッダ部、14 第2ヘッダ部、14a 下側第2ヘッダ部、14b 上側第2ヘッダ部、15 列間接続部材、15a 挿入穴、15b 挿入穴、15c 隙間、16 列間接続パイプ、20 伝熱管、20a 第1伝熱管、20b 第2伝熱管、21 冷媒流路、22a 前縁部、22b 前縁部、23a 後縁部、23b 後縁部、30 コルゲートフィン、31 ルーバー、31a 突起部、32 前縁部、33 後縁部、40a 接続部、40b 接続部、51 第1突起部、52 第2突起部、70 破線、71 点線、72 ドライアウト発生領域、73 ドライアウト発生領域、74 太実線、75 ドライアウト発生領域、200 部材、200a 凹部、200b 直線部、201 部材、201a 凹部、201b 直線部、203 円管、300 板状部材、301 折曲部、302 フィン本体部、303 根元。

請求の範囲

- [請求項1] 空気と冷媒との間で熱交換を行う第1熱交換器と、
前記空気の流れる方向である第1方向に前記第1熱交換器に直列に配置され、前記空気と前記冷媒との間で熱交換を行う第2熱交換器とを備え、
前記第1熱交換器は、
前記第1方向に交差する第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に前記冷媒が流通される、複数の第1伝熱管を有し、
前記第1伝熱管の管軸方向は、前記第1方向および前記第2方向のそれぞれに交差する第3方向に沿って延びており、
前記第2熱交換器は、
前記第2方向に互いに間隔を空けて配置され、内部に前記冷媒が流通される、複数の第2伝熱管と、
前記複数の第2伝熱管の間に設けられたコルゲートフィンとを有し、
前記第2伝熱管の管軸方向は、前記第3方向に沿って延びている、熱交換器。
- [請求項2] 前記第1熱交換器は、前記第1方向の風上側の前列に配置され、
前記第2熱交換器は、前記第1方向の風下側の後列に配置されている、
請求項1に記載の熱交換器。
- [請求項3] 前記第3方向は、鉛直方向である、
請求項1または2に記載の熱交換器。
- [請求項4] 前記第1熱交換器は、前記複数の第1伝熱管の間に伝熱部材が設けられていないフィンレス熱交換器である、
請求項1～3のいずれか1項に記載の熱交換器。
- [請求項5] 前記第2熱交換器は、前記コルゲートフィンを有するコルゲートフィン熱交換器であって、

前記コルゲートフィンは、波形形状の板状部材から構成され、

前記板状部材は、

前記第3方向に互いに間隔を空けて配置され、前記第2方向に延びたフィン本体部と、

隣接する2つの前記フィン本体部を連結し、前記第3方向に延びた折曲部と

を有している、

請求項1～4のいずれか1項に記載の熱交換器。

[請求項6]

前記第1方向に対し、前記第1伝熱管の少なくとも一部が、前記第2熱交換器の前記コルゲートフィンと重なるように配列されている、

請求項1～5のいずれか1項に記載の熱交換器。

[請求項7]

前記複数の第1伝熱管は前記第2方向に第1ピッチPP1で配置され、

前記複数の第2伝熱管は前記第2方向に第2ピッチPP2で配置され、

前記第1ピッチPP1は、前記第2ピッチPP2より小さい、

請求項1～6のいずれか1項に記載の熱交換器。

[請求項8]

前記複数の第1伝熱管は前記第2方向に互いに第1間隔PC1を空けて配置され、

前記コルゲートフィンの前記フィン本体部は前記第3方向に互いに第3間隔FC2を空けて配置され、

前記第1間隔PC1は、前記第3間隔FC2より大きい、

請求項5、または、請求項5に従属する請求項6または7に記載の熱交換器。

[請求項9]

前記第1熱交換器の前記第1伝熱管は、前記第1伝熱管の風上側の端部である前縁部に設けられた第1突起部を有し、

前記第1突起部は、前記第1方向と反対方向に前記前縁部から突出している、

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の熱交換器。

[請求項10] 前記第 1 熱交換器の前記第 1 伝熱管は、前記第 1 伝熱管の風下側の端部である後縁部に設けられた第 2 突起部を有し、

前記第 2 突起部は、前記第 1 方向に前記後縁部から突出している、
請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の熱交換器。

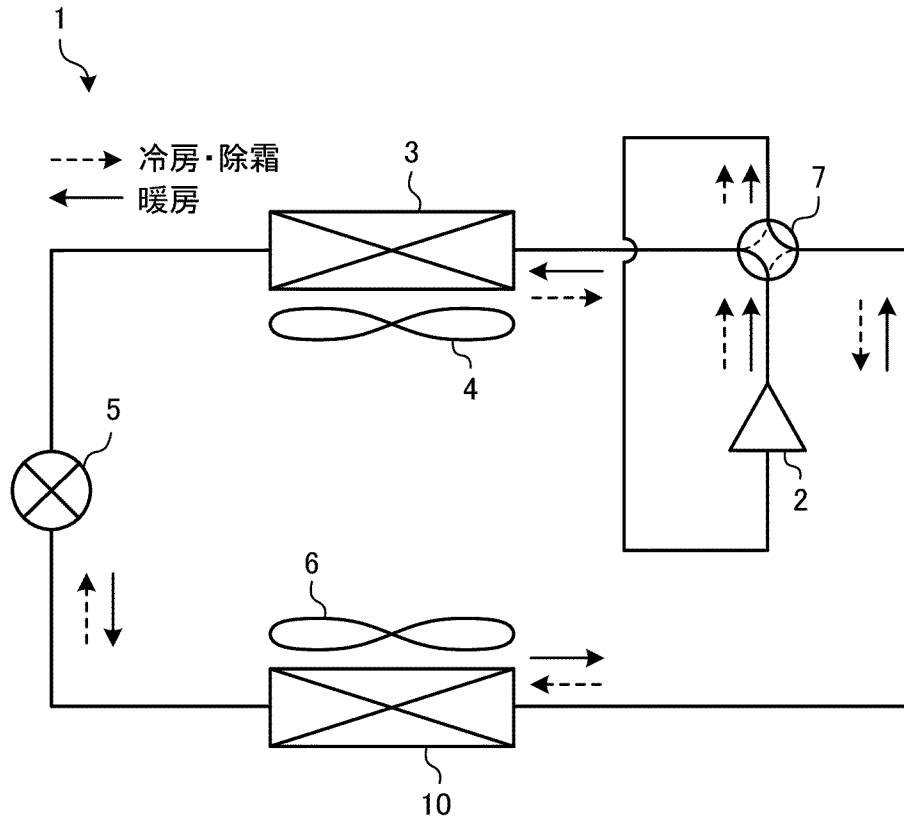
[請求項11] 前記コルゲートフィンは、前記第 1 方向において前記第 2 伝熱管の風下側の一部の領域にのみ設けられている、

請求項 1 ～ 1 0 のいずれか 1 項に記載の熱交換器。

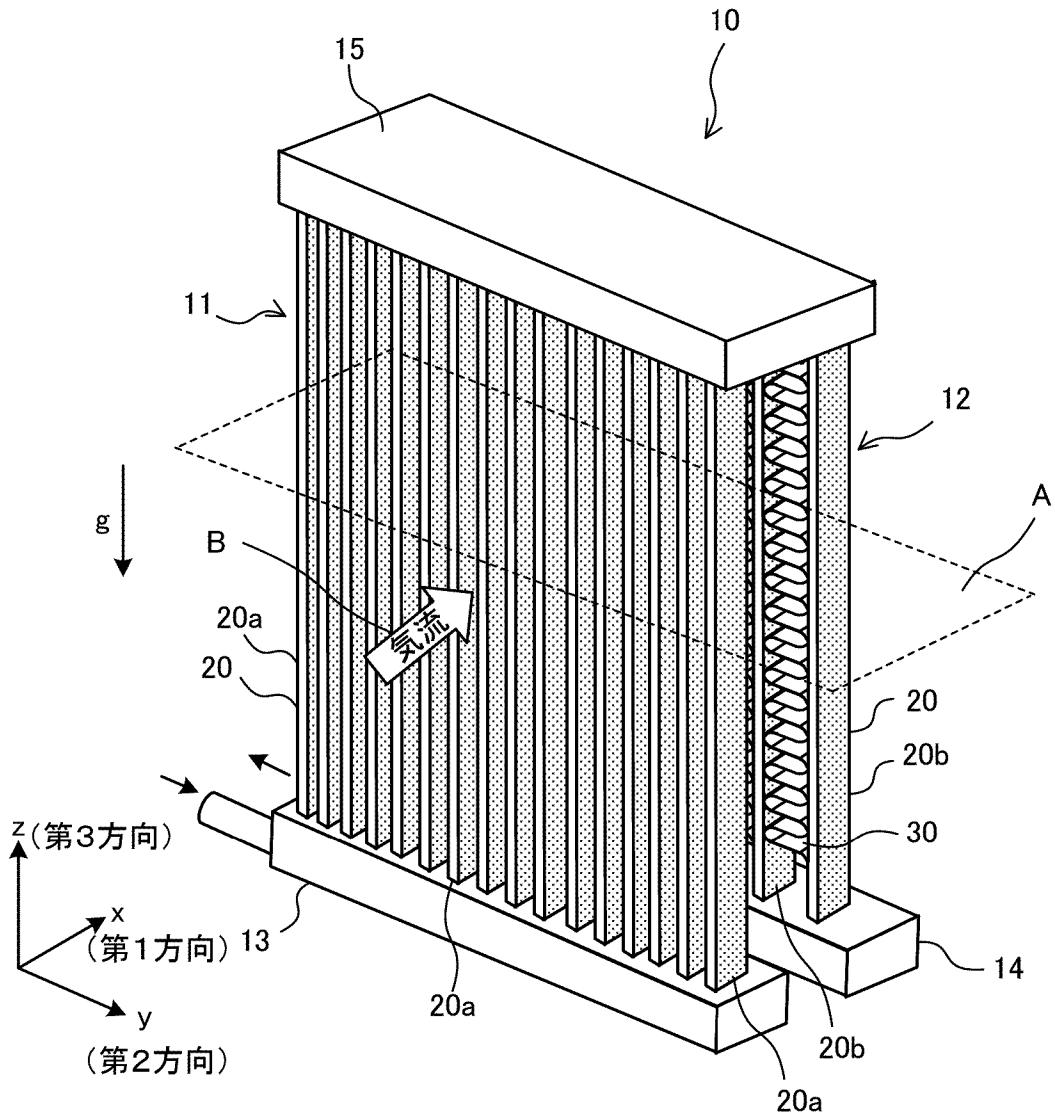
[請求項12] 前記コルゲートフィンは、前記第 3 方向において前記第 2 伝熱管の下方側の一部の領域にのみ設けられている、

請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の熱交換器。

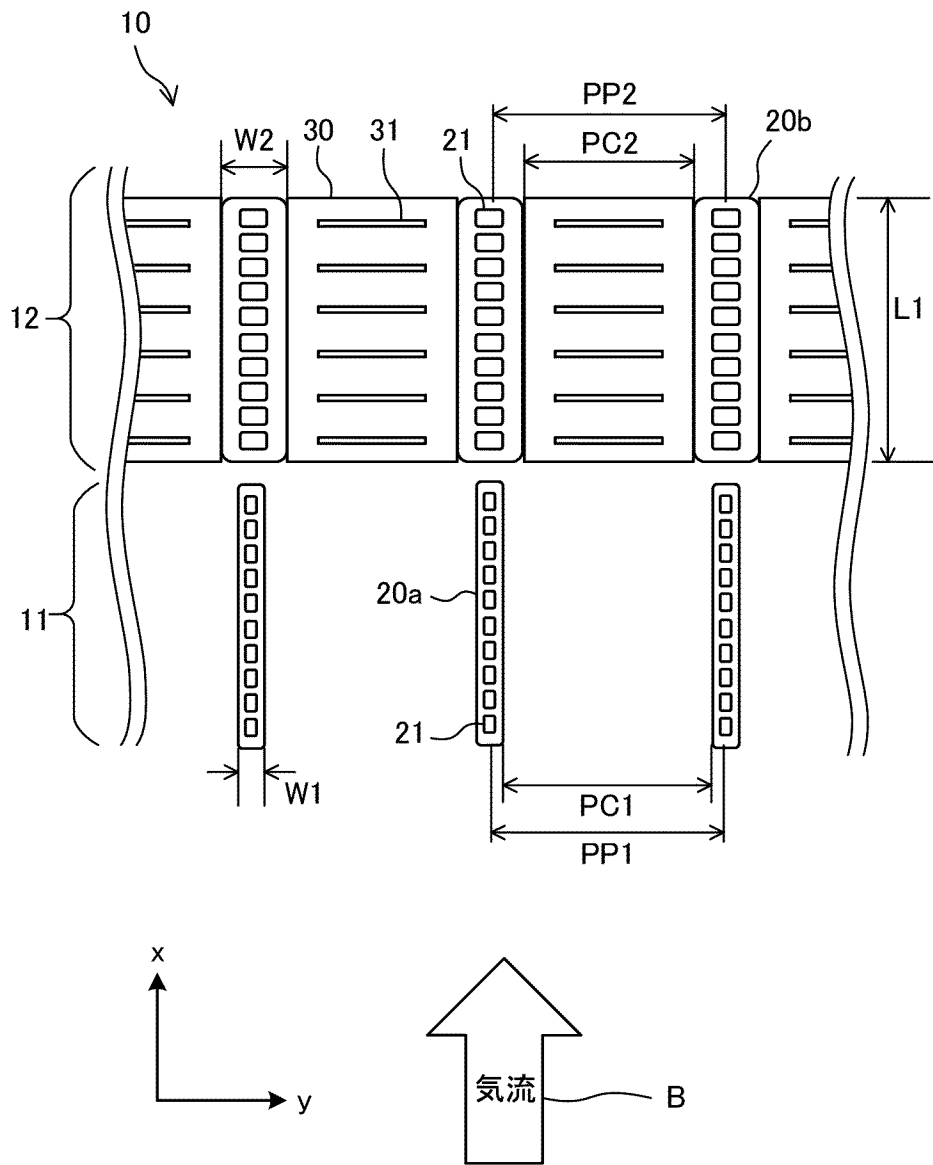
[図1]



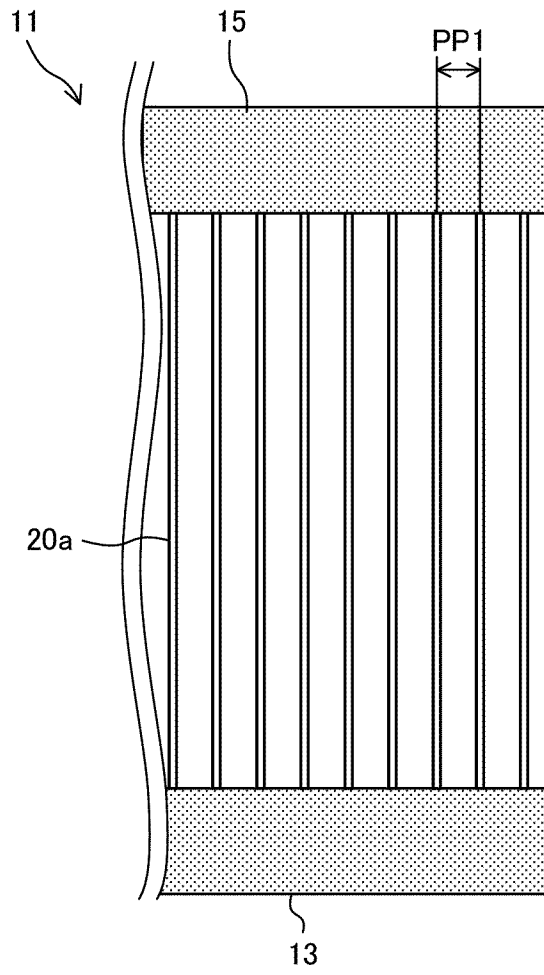
[図2]



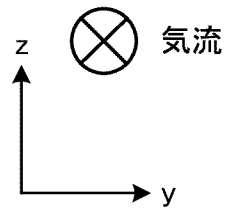
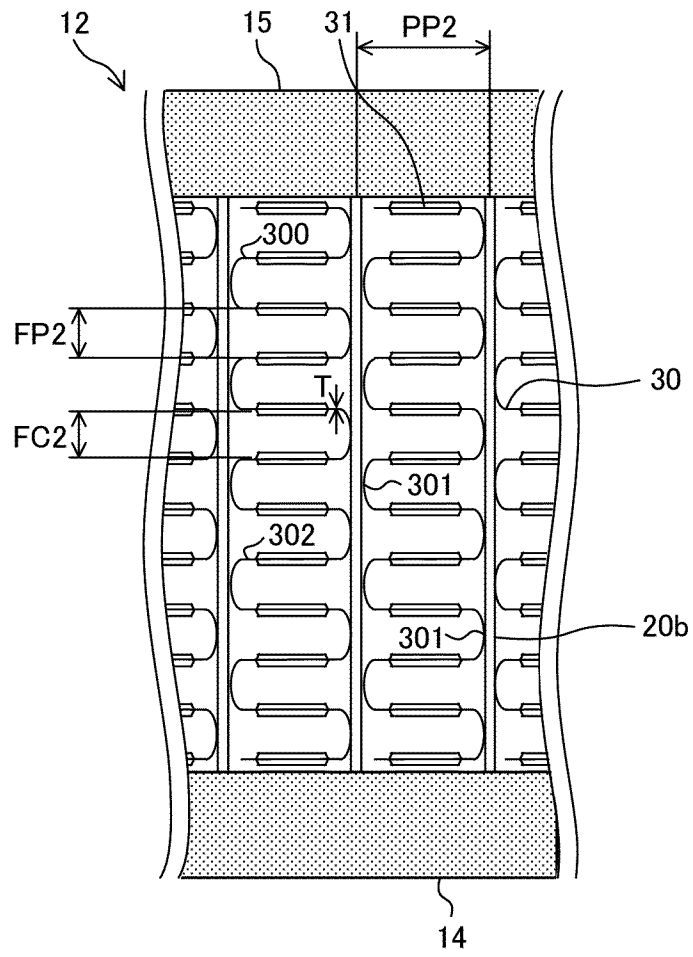
[図3]



[図4]

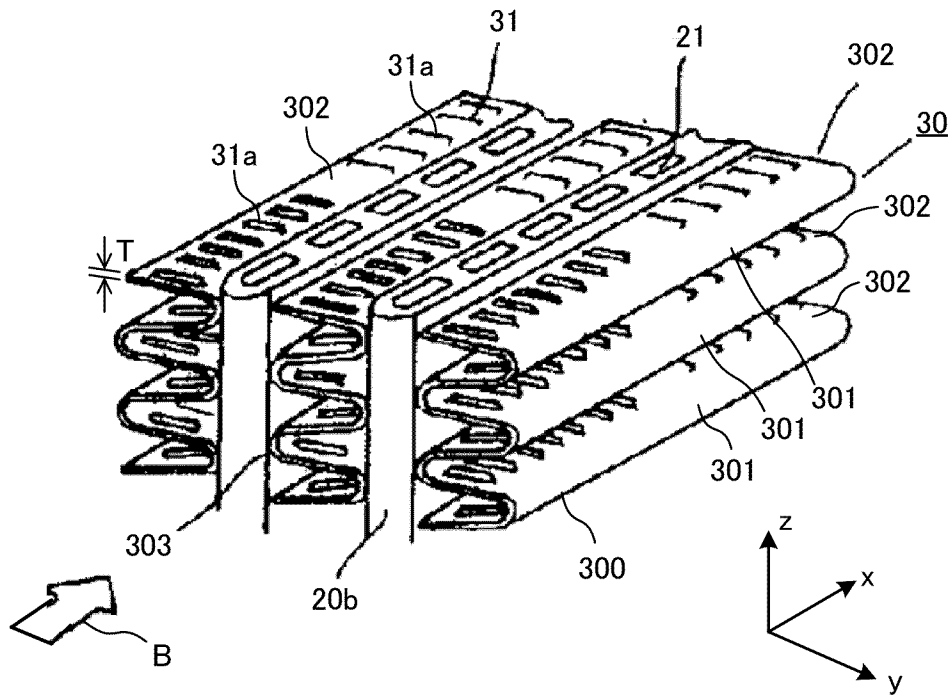


[図5]

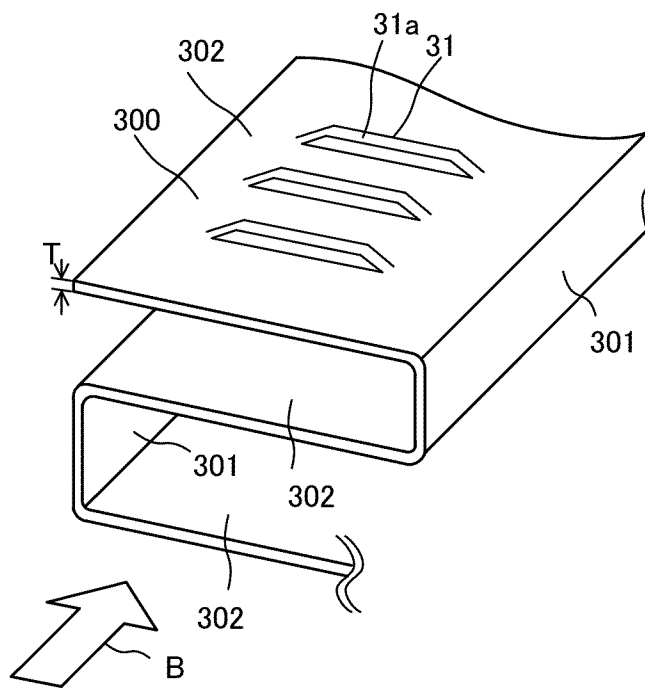


[図6]

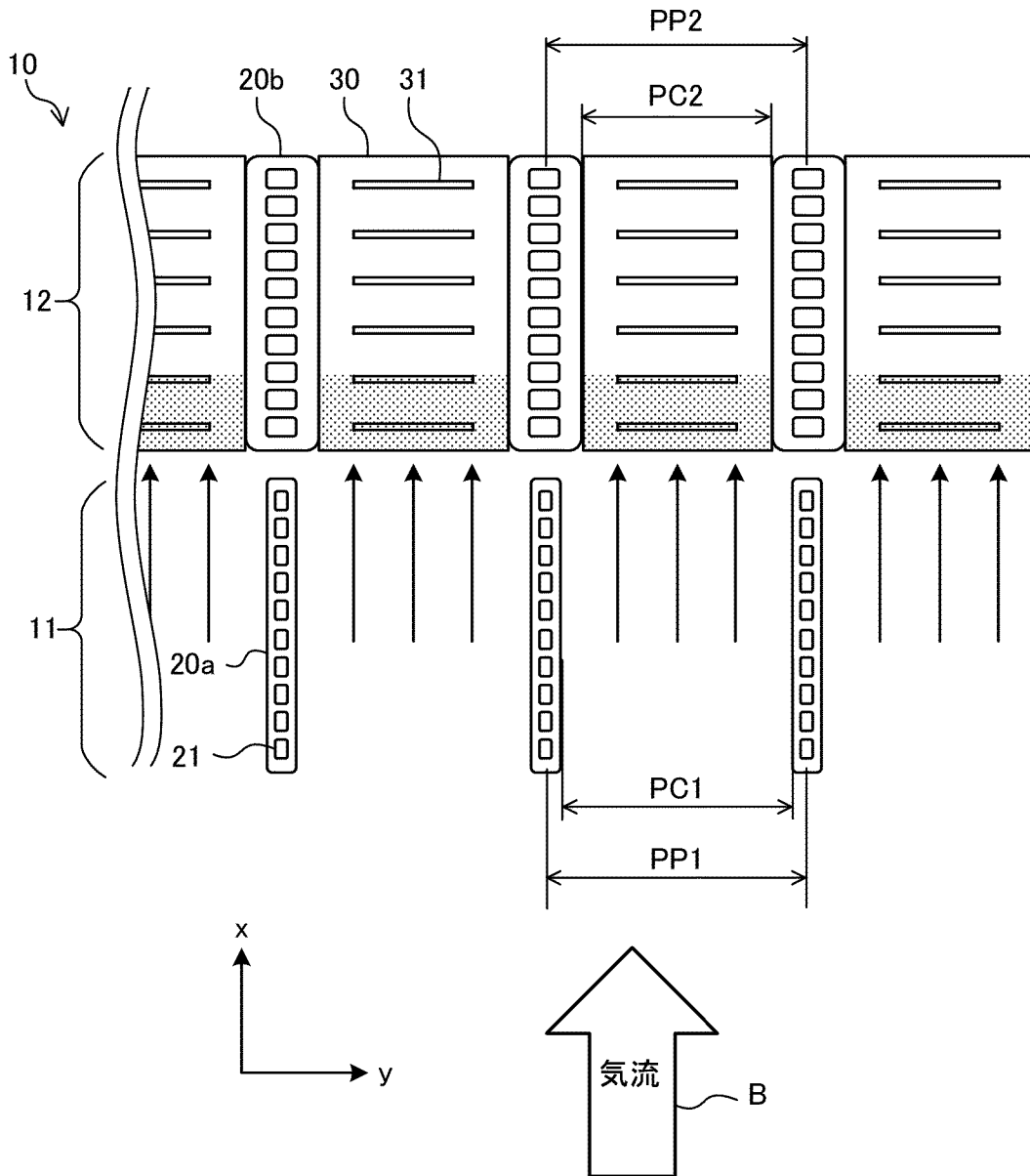
(a)



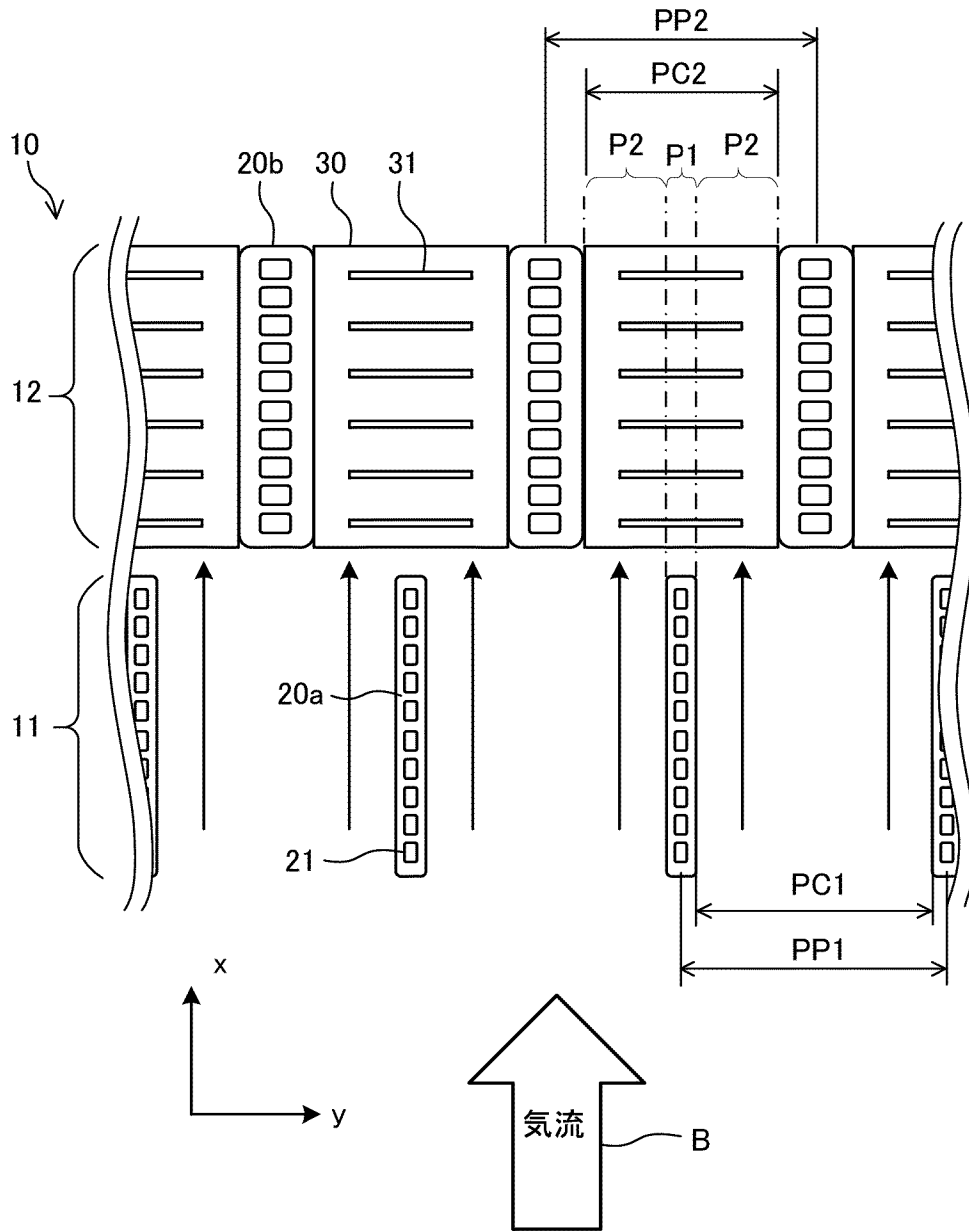
(b)



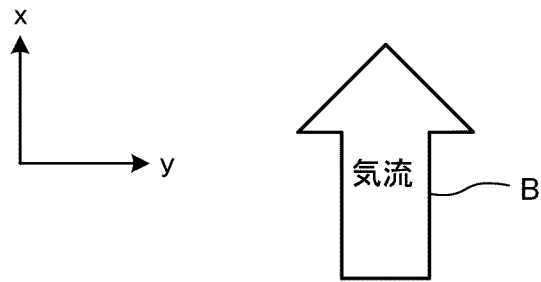
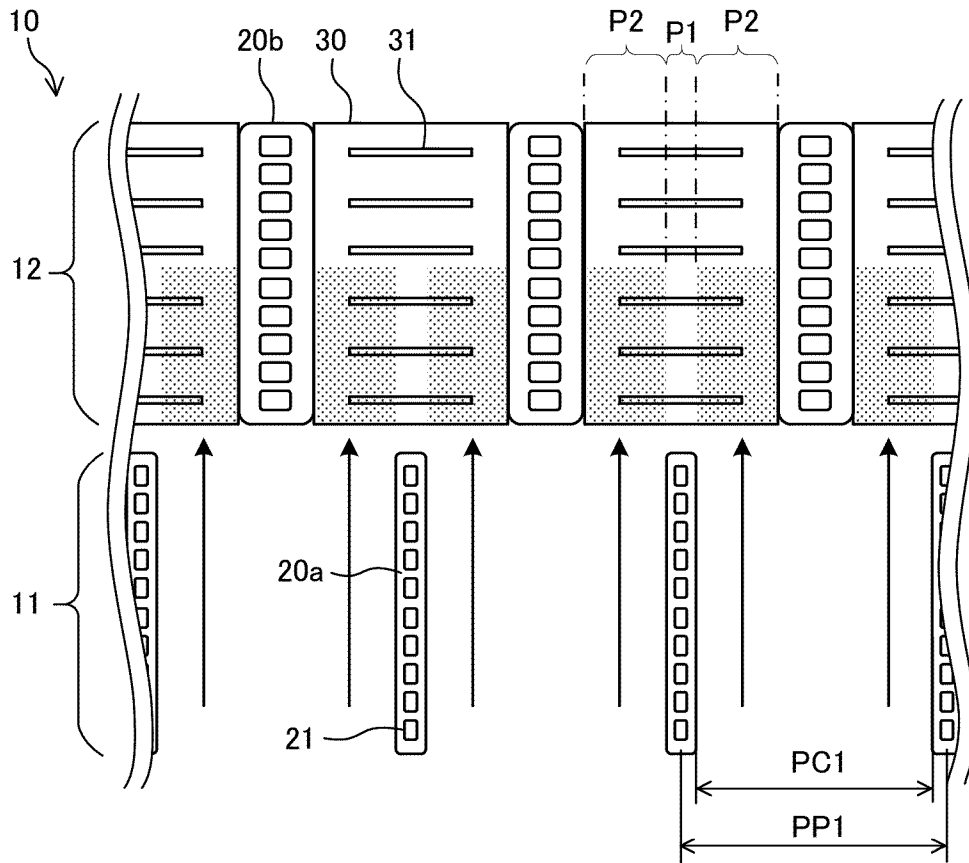
[図7]



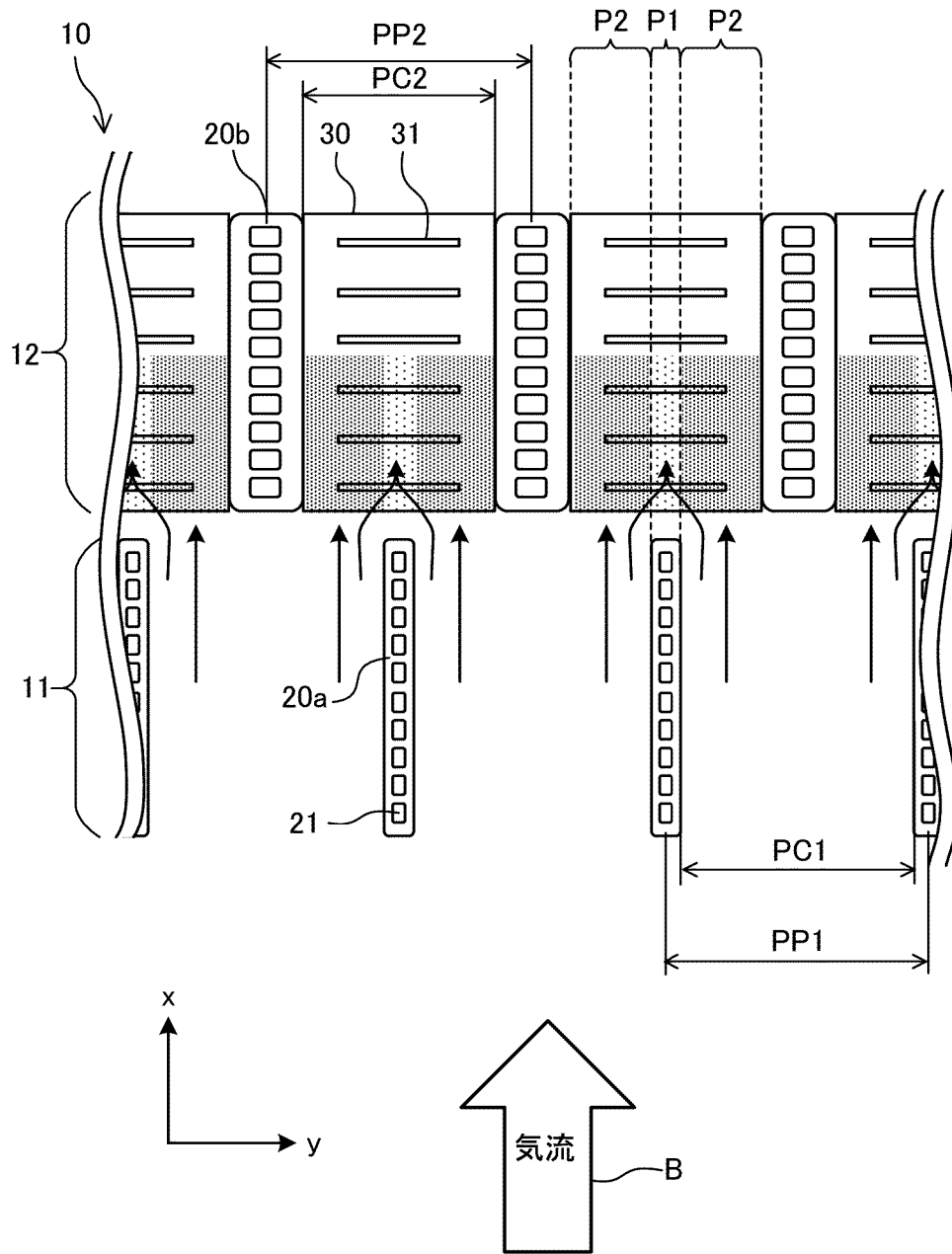
[図8]



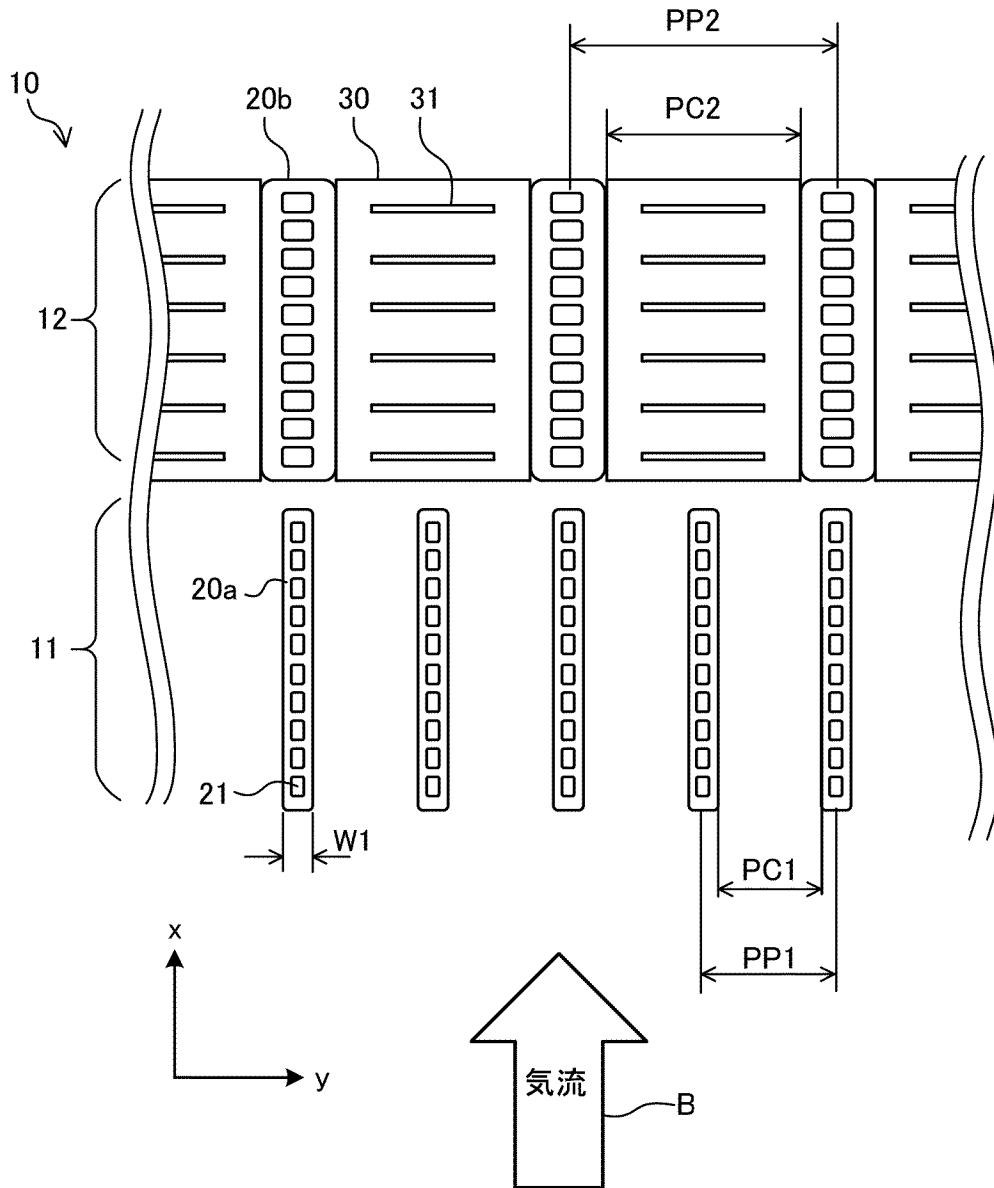
[図9]



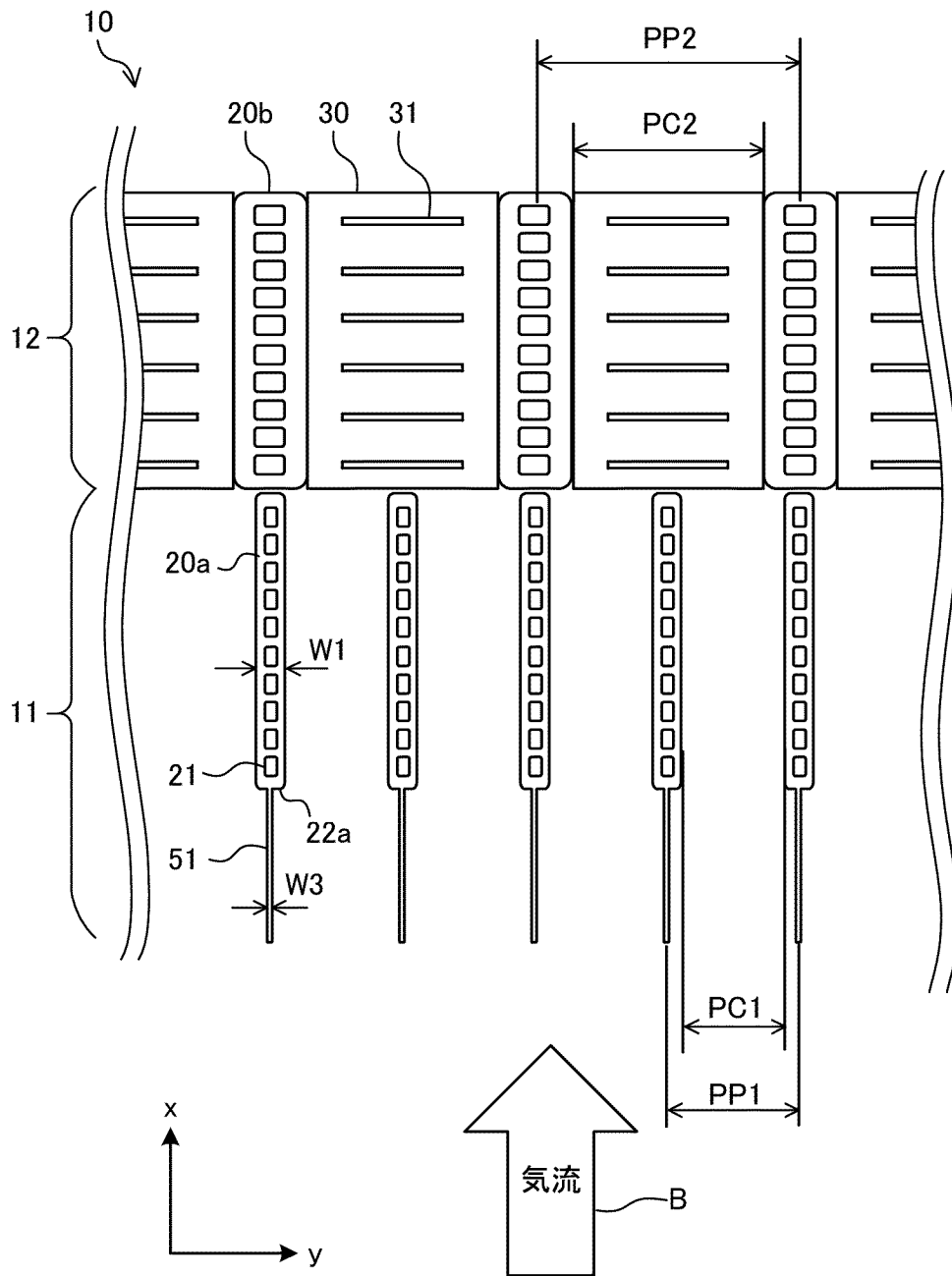
[図10]



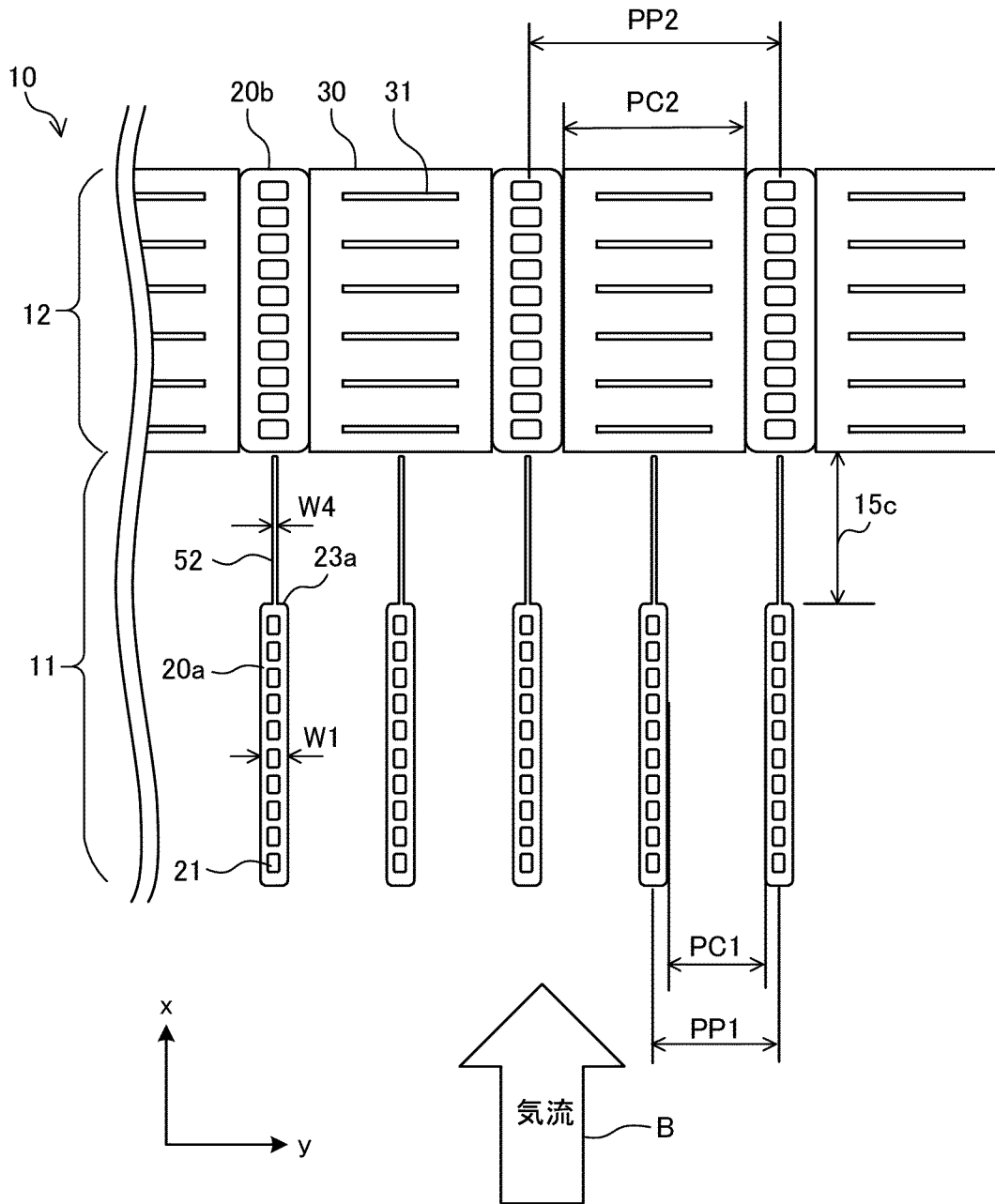
[図11]



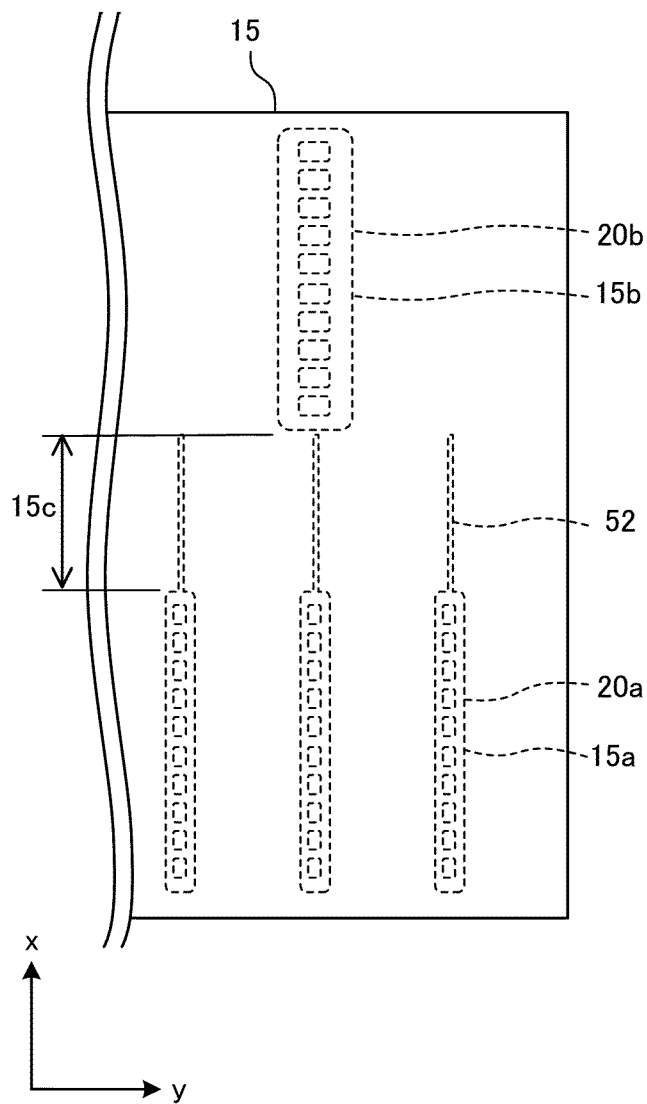
[図12]



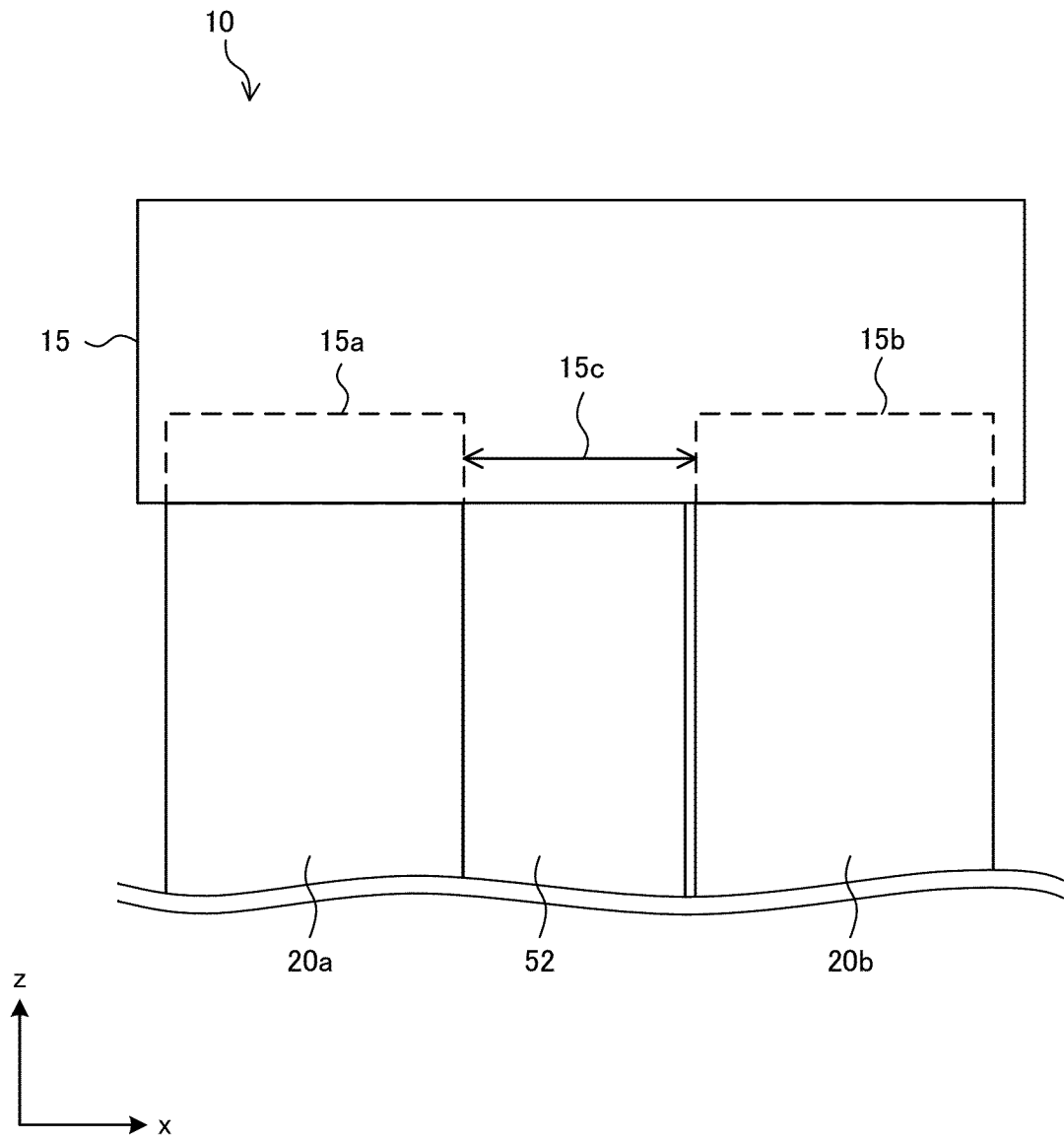
[図13]



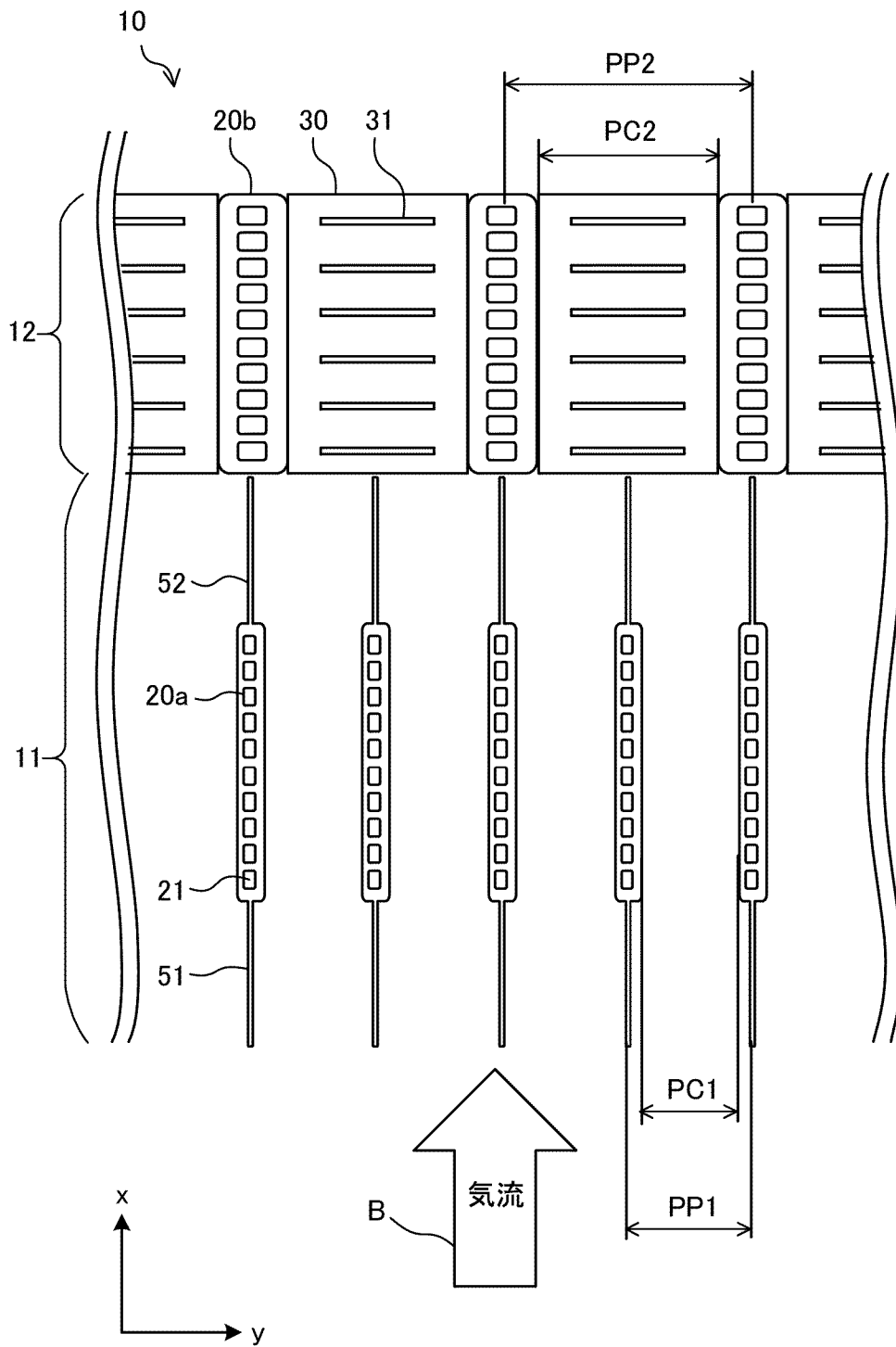
[図14]



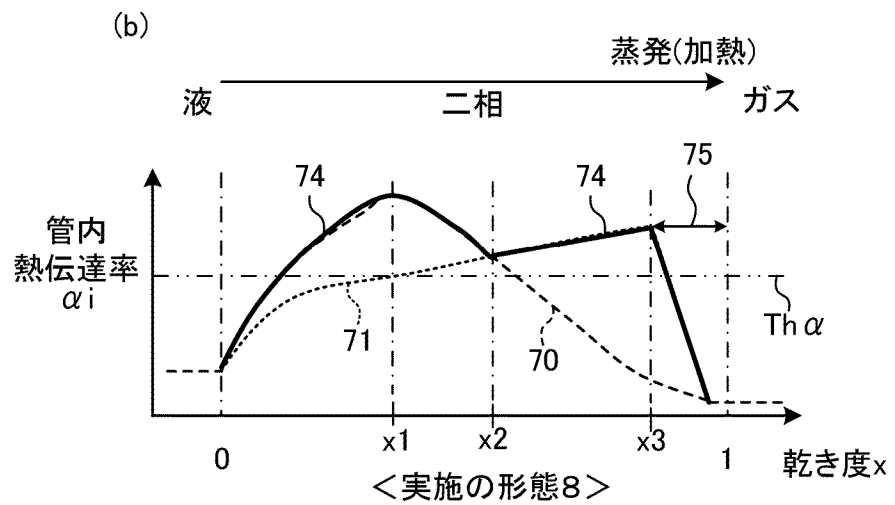
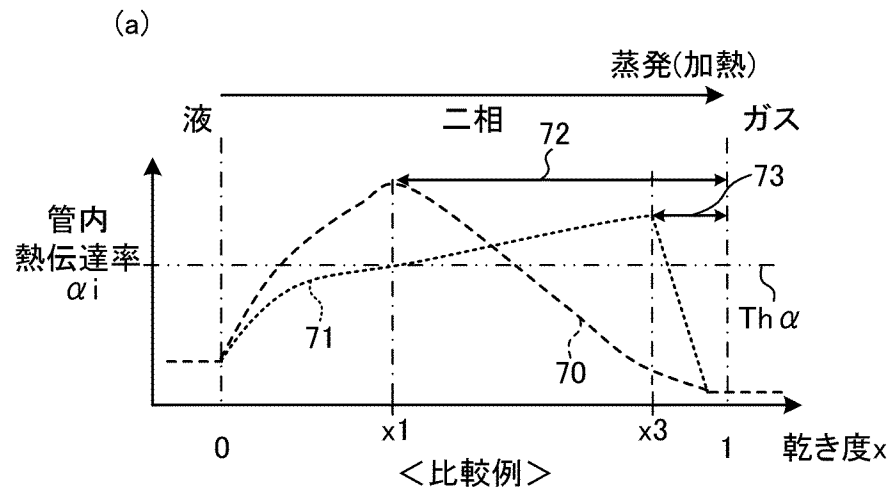
[図15]



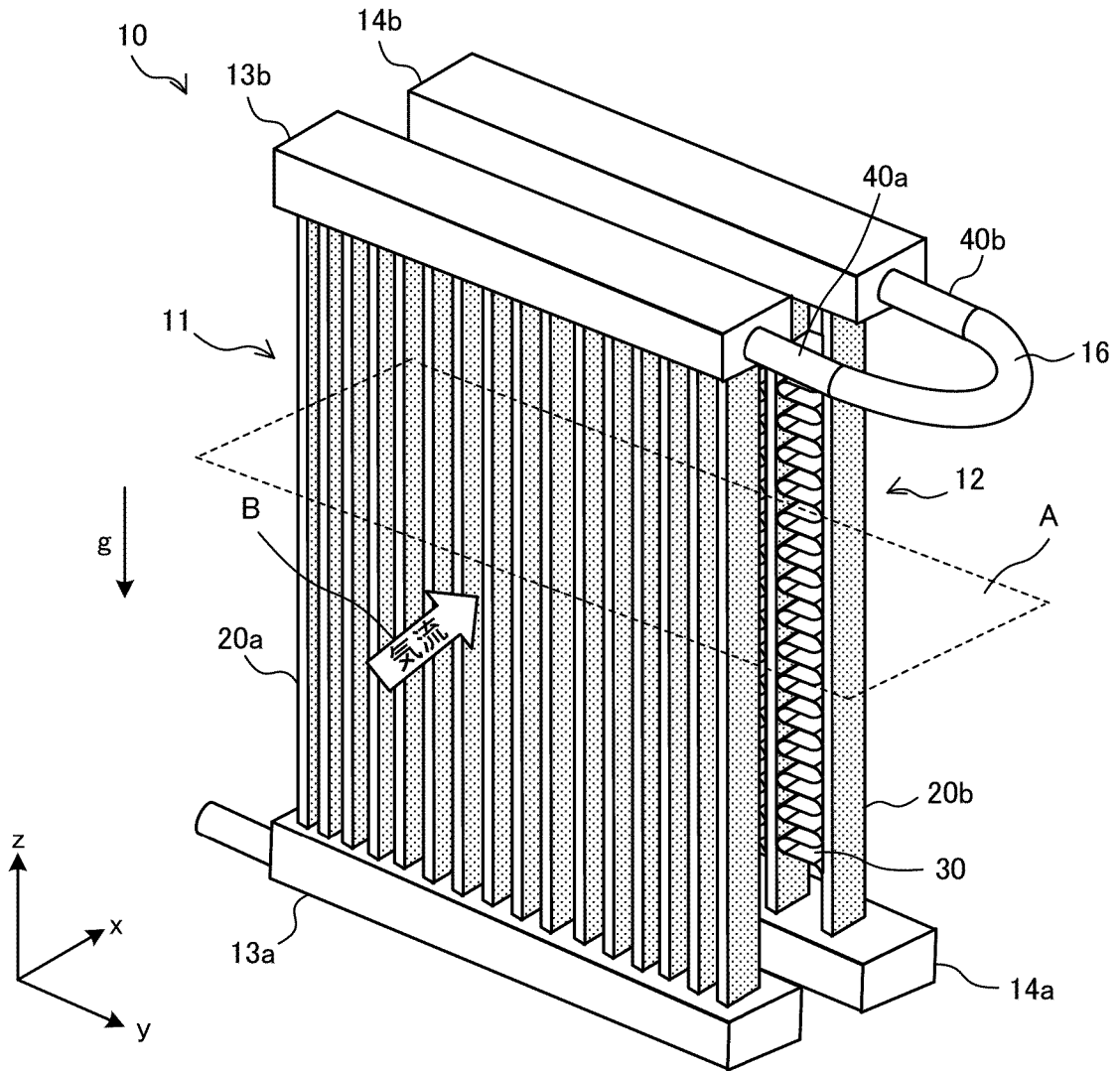
[図16]



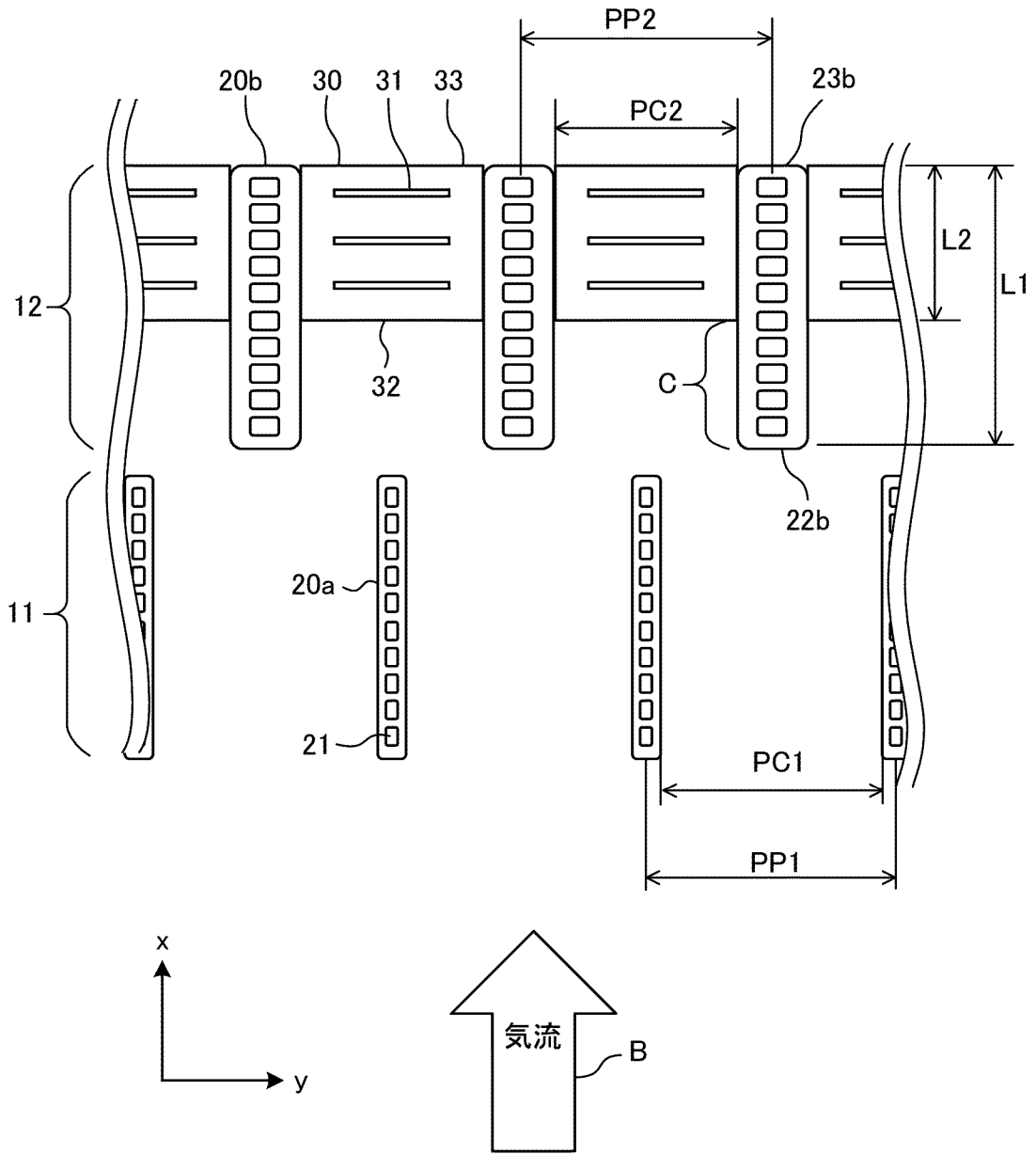
[図17]



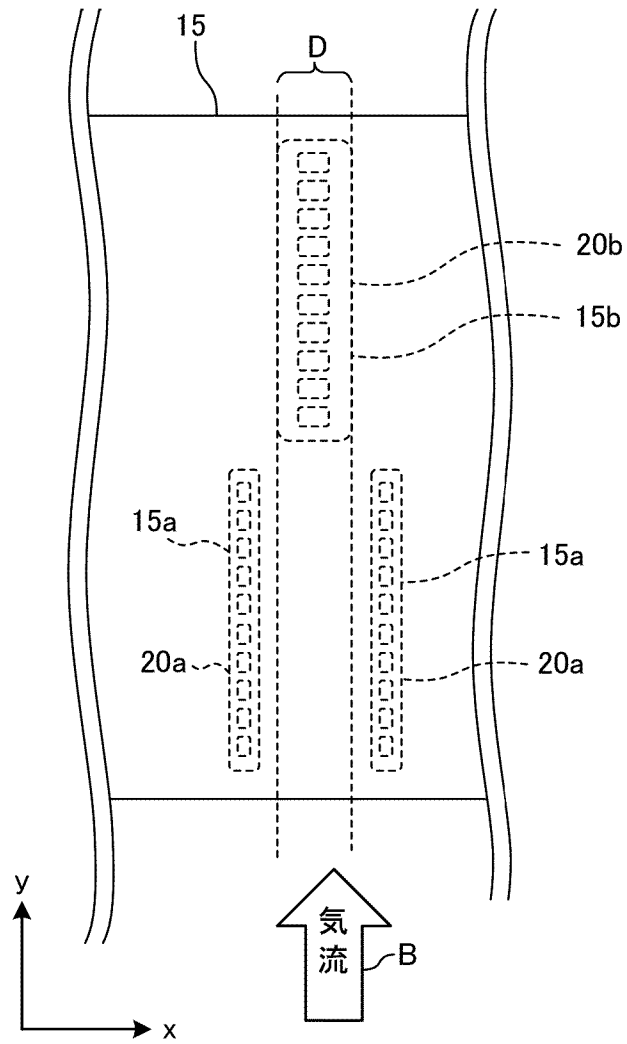
[図18]



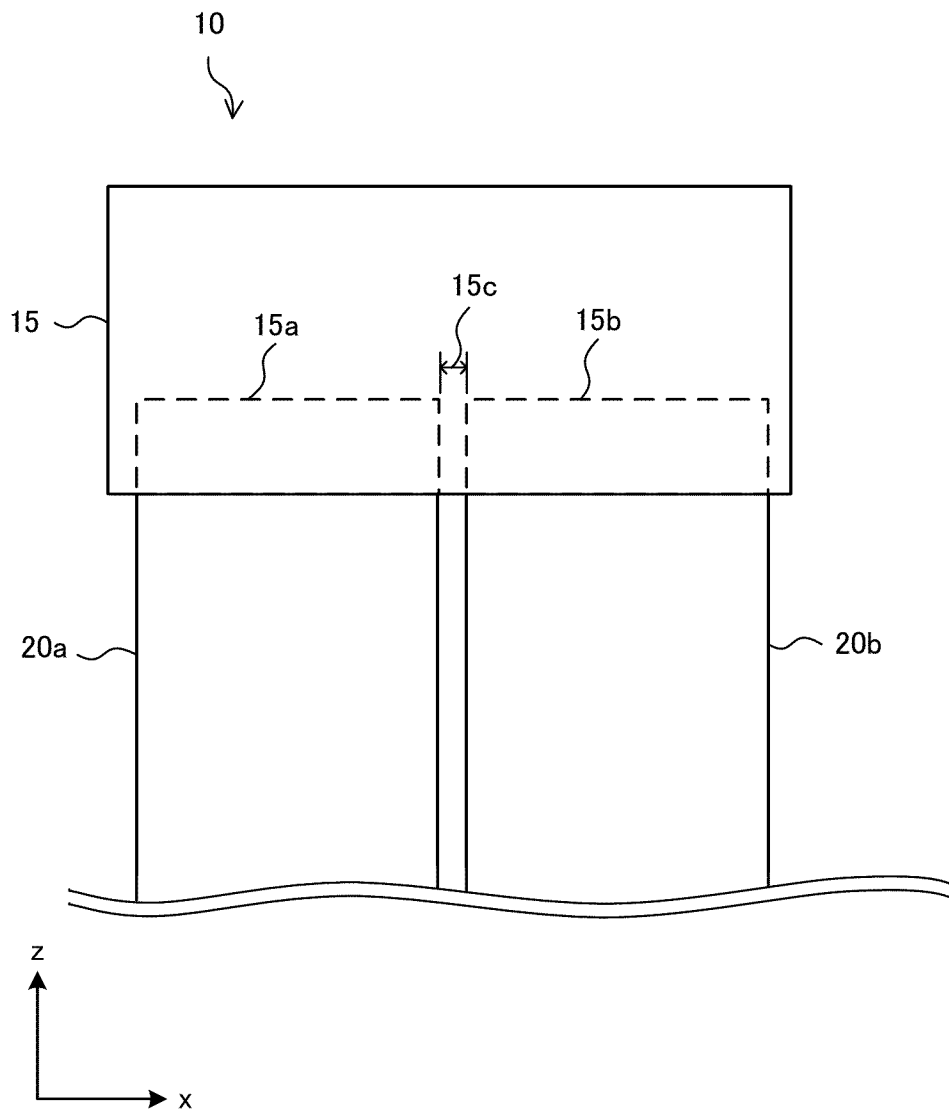
[図19]



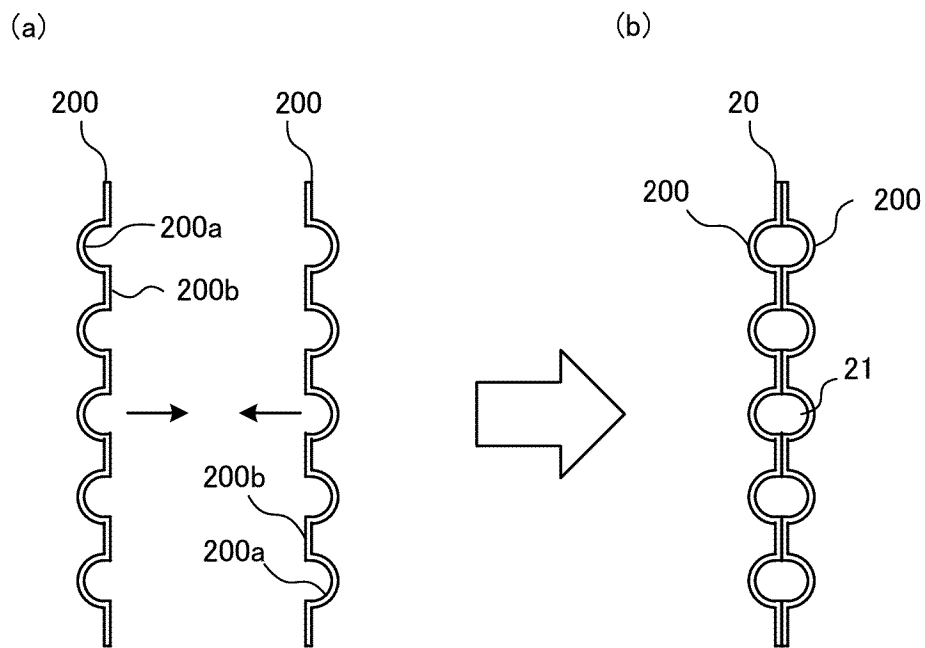
[図20]



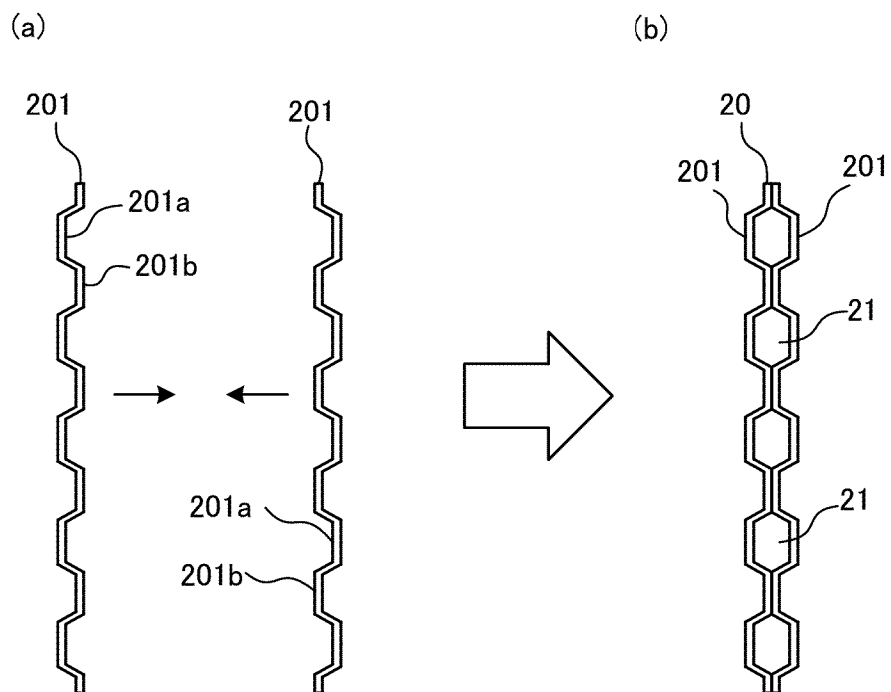
[図21]



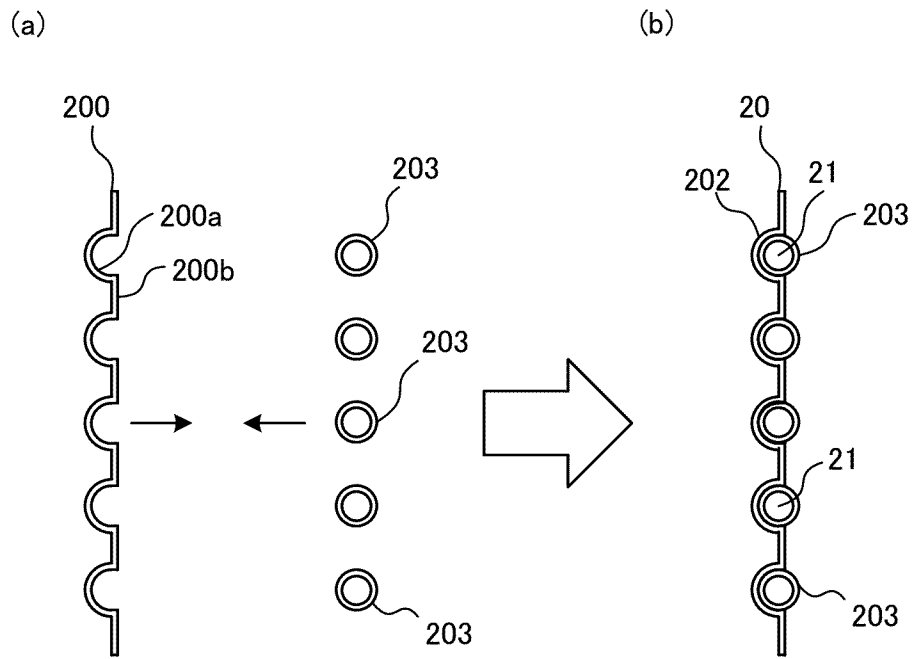
[図22]



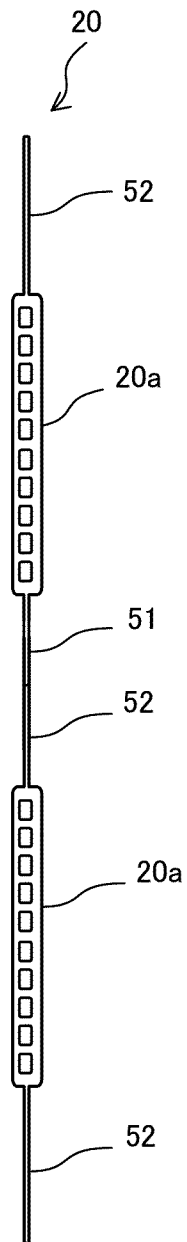
[図23]



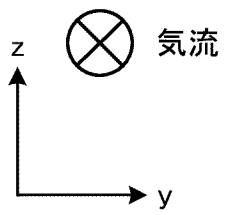
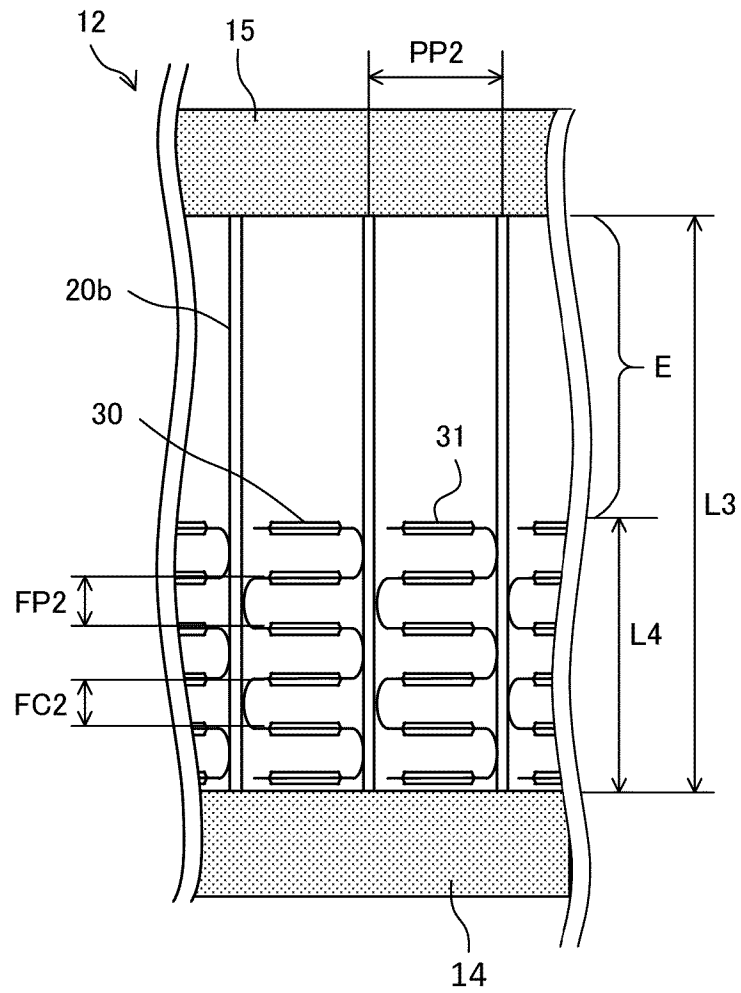
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2021/016042
--

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 F28F 1/30(2006.01)i; F28D 1/053(2006.01)i; F28F 1/10(2006.01)i
 FI: F28F1/30 A; F28F1/10 Z; F28D1/053 A
 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)
 F28F1/30; F28D1/053; F28F1/10

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 Y A	WO 2018/011873 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 18 January 2018 (2018-01-18) paragraphs [0014]-[0042], fig. 5-6	1-4, 6-7 5, 8-11 12
Y A	JP 2001-324290 A (DENSO CORP) 22 November 2001 (2001-11-22) paragraphs [0037]-[0041], fig. 2	5, 8 12
Y A	WO 2020/012549 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraphs [0036]-[0046], [0063], fig. 6	9-10 12
Y A	WO 2019/026243 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 07 February 2019 (2019-02-07) paragraphs [0068]- [0073], fig. 23	11 12
A	JP 2007-93023 A (SHOWA DENKO KK) 12 April 2007 (2007-04-12) paragraphs [0025]-[0031], fig. 2-3	5, 8, 12

<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> 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 June 2021 (28.06.2021)	Date of mailing of the international search report 13 July 2021 (13.07.2021)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/016042

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 9-159301 A (DENSO CORP) 20 June 1997 (1997-06-20) paragraphs [0038]-[0041], fig. 8	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2021/016042

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/011873 A1 JP 2001-324290 A	18 Jan. 2018 22 Nov. 2001	(Family: none) US 6339937 B1 column 6, line 65 to column 7, line 42, fig. 2 EP 1058070 A2 CN 1276507 A CN 1525120 A KR 10-2001-0007153 A	
WO 2020/012549 A1 WO 2019/026243 A1	16 Jan. 2020 07 Feb. 2019	(Family: none) US 2020/0217588 A1 paragraphs [0092]- [0097], fig. 23 EP 3663677 A1 CN 110998201 A	
JP 2007-93023 A	12 Apr. 2007	US 2007/0068661 A1 paragraphs [0036]- [0042], fig. 2-3 CN 1940450 A	
JP 9-159301 A	20 Jun. 1997	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F28F 1/30(2006.01)i; F28D 1/053(2006.01)i; F28F 1/10(2006.01)i FI: F28F1/30 A; F28F1/10 Z; F28D1/053 A		
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）） F28F1/30; F28D1/053; F28F1/10 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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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 2018/011873 A1（三菱電機株式会社）18.01.2018（2018-01-18） 段落[0014]-[0042], [図5]-[図6]	1-4, 6-7
Y		5, 8-11
A		12
Y	JP 2001-324290 A（株式会社デンソー）22.11.2001（2001-11-22） 段落[0037]-[0041], [図2]	5, 8
A		12
Y	WO 2020/012549 A1（三菱電機株式会社）16.01.2020（2020-01-16） 段落[0036]-[0046], [0063], [図6]	9-10
A		12
Y	WO 2019/026243 A1（三菱電機株式会社）07.02.2019（2019-02-07） 段落[0068]-[0073], [図23]	11
A		12
A	JP 2007-93023 A（昭和電工株式会社）12.04.2007（2007-04-12） 段落[0025]-[0031], [図2]-[図3]	5, 8, 12
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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 28.06.2021	国際調査報告の発送日 13.07.2021	
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） 岩▲崎▼ 則昌 3L 4415 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/JP2021/016042

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/011873 A1	18.01.2018	(ファミリーなし)	
JP 2001-324290 A	22.11.2001	US 6339937 B1 第6欄第65行-第7欄第42行, 図2 EP 1058070 A2 CN 1276507 A CN 1525120 A KR 10-2001-0007153 A	
WO 2020/012549 A1	16.01.2020	(ファミリーなし)	
WO 2019/026243 A1	07.02.2019	US 2020/0217588 A1 段落[0092]-[0097], 図23 EP 3663677 A1 CN 110998201 A	
JP 2007-93023 A	12.04.2007	US 2007/0068661 A1 段落[0036]-[0042], 図2-3 CN 1940450 A	
JP 9-159301 A	20.06.1997	(ファミリーなし)	