

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6687967号
(P6687967)

(45) 発行日 令和2年4月28日(2020.4.28)

(24) 登録日 令和2年4月7日(2020.4.7)

(51) Int.Cl.

F 1

F28F 1/30 (2006.01)

F28F 1/30

D

B60H 1/32 (2006.01)

B60H 1/32

613E

F28D 1/053 (2006.01)

F28D 1/053

A

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-59756 (P2014-59756)
 (22) 出願日 平成26年3月24日 (2014.3.24)
 (65) 公開番号 特開2015-183908 (P2015-183908A)
 (43) 公開日 平成27年10月22日 (2015.10.22)
 審査請求日 平成29年2月15日 (2017.2.15)
 審判番号 不服2019-3543 (P2019-3543/J1)
 審判請求日 平成31年3月14日 (2019.3.14)

(73) 特許権者 000004260
 株式会社デンソー
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
 (74) 代理人 110001472
 特許業務法人かいせい特許事務所
 (72) 発明者 杉村 邦平
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 稲垣 充晴
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 斎藤 充克
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】熱交換器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に第1流体が流れる複数本積層されたチューブ(1)と、
 前記チューブ(1)に接合されて前記チューブ(1)周りを流れる第2流体との熱交換面積を増大させるフィン(2)とを備え、
 前記フィン(2)における前記第2流体の流れ方向に垂直な断面形状は、前記第2流体の流れ方向と略平行な複数の平面部(21)と、隣り合う平面部(21)間を繋ぐ頂部(22)とを有する波形状であり、

前記チューブ(1)および前記フィン(2)の少なくとも一方の表面温度が氷点以下になる可能性のある熱交換器であって、

前記フィン(2)の前記平面部(21)には、前記平面部(21)を切り起こすことによりルーバ(23)が一体形成されており、

前記フィン(2)の前記平面部(21)のうち前記第2流体の流れ方向の中央部における前記ルーバ(23)が形成されていない部位(26)には、前記チューブ(1)または前記フィン(2)に付着した水または水含有物が凍結する際に最終的に凍結する部位の凍結による体積膨張に伴う負荷を逃がすための空隙部(27、28)が設けられており、

前記チューブ(1)の内部には、前記第1流体が流れる第1流体通路が形成されており、

前記空隙部(27、28)の少なくとも一部は、前記チューブ(1)の積層方向から見たときに、前記第1流体通路と重なるように配置されており、

10

20

前記平面部(21)のうち前記空隙部(27、28)の外縁を構成する部位は、下方側に向けて突出する突出部が接続されていない平面状に形成されており、

前記空隙部(27、28)に対して前記第2流体の流れ方向上流側および下流側に位置する前記平面部(21)は、同一の前記フィン(2)により構成されており、

前記フィン(2)のフィンピッチをF_p、前記空隙部(27、28)における前記第2流体の流れ方向の長さである空隙部巾をWとしたとき、前記フィンピッチおよび前記空隙部巾が、 $W > 0.414 \times F_p + 0.0575$ の関係を満たしていることを特徴とする熱交換器。

【請求項2】

内部に第1流体が流れる複数本積層されたチューブ(1)と、

10

前記チューブ(1)に接合されて前記チューブ(1)周りを流れる第2流体との熱交換面積を増大させるフィン(2)とを備え、

前記フィン(2)における前記第2流体の流れ方向に垂直な断面形状は、前記第2流体の流れ方向と略平行な複数の平面部(21)と、隣り合う平面部(21)間を繋ぐ頂部(22)とを有する波形状であり、

前記チューブ(1)および前記フィン(2)の少なくとも一方の表面温度が氷点以下になる可能性のある熱交換器であって、

前記フィン(2)の前記平面部(21)には、前記平面部(21)を切り起こすことによりルーバ(23)が一体形成されており、

前記フィン(2)の前記平面部(21)のうち前記第2流体の流れ方向の中央部における前記ルーバ(23)が形成されていない部位(26)には、前記チューブ(1)または前記フィン(2)に付着した水または水含有物が凍結する際に最終的に凍結する部位の凍結による体積膨張に伴う負荷を逃がすための空隙部(27、28)が設けられており、

20

前記チューブ(1)の内部には、前記第1流体が流れる第1流体通路が複数形成されており、

前記チューブ(1)は、複数の前記第1流体通路を挟んで対向する二つの扁平面(10a、10b)を有しており、

前記空隙部(27、28)の少なくとも一部は、前記チューブ(1)の積層方向から見たときに、前記チューブ(1)における複数の前記第1流体流路のうち少なくとも1つと重なるように配置されており、

30

前記フィン(2)における、前記第2流体の流れ方向に対する前記空隙部(27、28)の上流側および下流側は、前記チューブ(1)の前記扁平面(10a、10b)にそれぞれ接合されており、

前記平面部(21)のうち前記空隙部(27、28)の外縁を構成する部位は、下方側に向けて突出する突出部が接続されていない平面状に形成されており、

前記空隙部(27、28)に対して前記第2流体の流れ方向上流側および下流側に位置する前記平面部(21)は、同一の前記フィン(2)により構成されており、

前記フィン(2)のフィンピッチをF_p、前記空隙部(27、28)における前記第2流体の流れ方向の長さである空隙部巾をWとしたとき、前記フィンピッチおよび前記空隙部巾が、 $W > 0.414 \times F_p + 0.0575$ の関係を満たしていることを特徴とする熱交換器。

40

【請求項3】

前記平面部(21)には、前記平面部(21)に対して予め定めた切り起こし角度で切り起こされた前記ルーバ(23)が、前記第2流体の流れ方向に沿って複数設けられており、

前記平面部(21)における複数の前記ルーバ(23)の間には、前記第2流体の流れ方向と略平行に形成された転向部(26)が設けられており、

前記空隙部(27、28)は、前記平面部(21)における前記第2流体の流れ方向の中央部に配置された前記転向部(26)に設けられていることを特徴とする請求項1または2に記載の熱交換器。

50

【請求項 4】

前記フィン(2)は、前記空隙部(27、28)を中心として、前記第2流体の流れ方向の上流側と下流側とが対称形状となるように形成されていることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の熱交換器。

【請求項 5】

前記チューブ(1)は、前記第1流体が上下方向に流れるように配置されていることを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載の熱交換器。

【請求項 6】

前記チューブ(1)は、前記第1流体が鉛直方向に流れるように配置されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1つに記載の熱交換器。 10

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、表面温度が氷点を下回る可能性がある熱交換器に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、車両空調装置の蒸発器は、冷媒が流通するチューブと、チューブに接合されてチューブ周りを流れる空気と冷媒との熱交換面積を増大させるフィンとを備えている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

このような蒸発器において表面温度が氷点を下回ると、蒸発器の表面に付着した凝縮水が凍結することで体積が膨張して周辺のチューブおよびフィンが破壊されるという凍結割れが発生するおそれがある。

【0004】

これに対し、従来の車両用空調装置では、サーミスタを用いて蒸発器の温度制御を行うことにより、蒸発器温度が基準温度以下になった際に、冷凍サイクルを停止または熱負荷を低下させている。これにより、蒸発器の表面に付着した凝縮水が凍結しない、もしくは凍結割れが発生しない程度までしか凝縮水が凍結しないようにできる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】****【特許文献1】特許第3469412号公報**

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

しかしながら、近年、ヒートポンプサイクルにおける低圧冷媒を外気と熱交換させて蒸発させる蒸発器として機能する室外熱交換器のように、表面温度が氷点を下回るような環境下で熱交換器を使用するニーズが高まっている。この場合、上述したような蒸発器の温度制御では、凍結割れへの対応が困難となってくる。

【0007】

本発明は上記点に鑑みて、表面温度が氷点を下回る可能性がある熱交換器において、凍結割れの発生を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0008】**

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、内部に第1流体が流れる複数本積層されたチューブ(1)と、チューブ(1)に接合されてチューブ(1)周りを流れる第2流体との熱交換面積を増大させるフィン(2)とを備え、フィン(2)における第2流体の流れ方向に垂直な断面形状は、第2流体の流れ方向と略平行な複数の平面部(21)と、隣り合う平面部(21)間を繋ぐ頂部(22)とを有する波形状であり、チューブ(1)およびフィン(2)の少なくとも一方の表面温度が氷点以下になる可能性のある熱

40

50

交換器において、フィン(2)の平面部(21)には、平面部(21)を切り起こすことによりルーバ(23)が一体形成されており、フィン(2)の平面部(21)のうち第2流体の流れ方向の中央部におけるルーバ(23)が形成されていない部位(26)には、チューブ(1)またはフィン(2)に付着した水または水含有物が凍結する際に最終的に凍結する部位の凍結による体積膨張に伴う負荷を逃がすための空隙部(27、28)が設けられており、チューブ(1)の内部には、第1流体が流れる第1流体通路が形成されており、空隙部(27、28)の少なくとも一部は、チューブ(1)の積層方向から見たときに、第1流体通路と重なるように配置されており、平面部(21)のうち空隙部(27、28)の外縁を構成する部位は、下方側に向けて突出する突出部が接続されていない平面状に形成されており、空隙部(27、28)に対して第2流体の流れ方向上流側および下流側に位置する平面部(21)は、同一のフィン(2)により構成されており、フィン(2)のフィンピッチをFp、空隙部(27、28)における第2流体の流れ方向の長さである空隙部巾をWとしたとき、フィンピッチおよび空隙部巾が、 $W > 0.414 \times Fp + 0.0575$ の関係を満たしていることを特徴とする。

【0009】

チューブ(1)およびフィン(2)の少なくとも一方の表面温度が氷点以下になる可能性のある熱交換器においては、チューブ(1)またはフィン(2)に付着した凝縮水等の液体(水または水含有物)が凍結する際に、液体の周縁部から凍結が進行して中央部が最終的に凍結する。このため、最終的に凍結が完了する部位(以下、最終凍結部という)が既に凍結が完了している凍結部内に内包されてしまい、凍結による体積膨張に伴い周辺のチューブ(1)やフィン(2)に負荷がかかる。これにより、チューブ(1)やフィン(2)に凍結割れが発生するおそれがある。

【0010】

これに対し、フィン(2)の平面部(21)に空隙部(27、28)を設けることで、当該空隙部(27、28)において、最終凍結部の凍結による体積膨張に伴う負荷(以下、凍結負荷という)を逃がすことができる。さらに、空隙部(27、28)を、フィン(2)の平面部(21)におけるルーバ(23)が形成されていない部位(24、25、26)に設けることで、フィン(2)のうち凍結負荷が最大となる部位において、凍結負荷を逃がすことができるので、チューブ(1)やフィン(2)に凍結割れが発生することを抑制できる。

また、請求項2に記載の発明では、内部に第1流体が流れる複数本積層されたチューブ(1)と、チューブ(1)に接合されてチューブ(1)周りを流れる第2流体との熱交換面積を増大させるフィン(2)とを備え、フィン(2)における第2流体の流れ方向に垂直な断面形状は、第2流体流れ方向と略平行な複数の平面部(21)と、隣り合う平面部(21)間を繋ぐ頂部(22)とを有する波形状であり、チューブ(1)およびフィン(2)の少なくとも一方の表面温度が氷点以下になる可能性のある熱交換器において、フィン(2)の平面部(21)には、平面部(21)を切り起こすことによりルーバ(23)が一体形成されており、フィン(2)の平面部(21)のうち第2流体の流れ方向の中央部におけるルーバ(23)が形成されていない部位(26)には、チューブ(1)またはフィン(2)に付着した水または水含有物が凍結する際に最終的に凍結する部位の凍結による体積膨張に伴う負荷を逃がすための空隙部(27、28)が設けられており、チューブ(1)の内部には、第1流体が流れる第1流体通路が複数形成されており、チューブ(1)は、複数の第1流体通路を挟んで対向する二つの扁平面(10a、10b)を有しており、空隙部(27、28)の少なくとも一部は、チューブ(1)の積層方向から見たときに、チューブ(1)における複数の第1流体通路のうち少なくとも1つと重なるように配置されており、フィン(2)における、第2流体の流れ方向に対する空隙部(27、28)の上流側および下流側は、チューブ(1)の扁平面(10a、10b)にそれぞれ接合されており、平面部(21)のうち空隙部(27、28)の外縁を構成する部位は、下方側に向けて突出する突出部が接続されていない平面状に形成されており、空隙部(27、28)に対して第2流体の流れ方向上流側および下流側に位置する平面部(21)は、

10

20

30

40

50

同一のフィン(2)により構成されており、フィン(2)のフィンピッチをF_p、空隙部(27、28)における第2流体の流れ方向の長さである空隙部巾をWとしたとき、フィンピッチおよび空隙部巾が、 $W > 0.414 \times F_p + 0.0575$ の関係を満たしていることを特徴とする。

これによれば、請求項1に記載の発明と同様の効果を得ることができる。

【0011】

なお、この欄および特許請求の範囲で記載した各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【図面の簡単な説明】

【0012】

10

【図1】第1実施形態に係る室外熱交換器を示す正面図である。

【図2】本実施形態におけるフィンを示す正面図である。

【図3】図1のI—I-I—I—I断面図である。

【図4】図3のIV部拡大図である。

【図5】図3のV部拡大図である。

【図6】フィンの空気流れ上流側端部からの距離と最短距離Lとの関係を示す特性図である。

【図7】第1実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大斜視図である。

【図8】フィンピッチF_pおよびスリット巾Wをそれぞれ変化させた場合における凍結状態の解析結果を示す特性図である。

20

【図9】スリット巾Wとチューブ変形量との関係を示す特性図である。

【図10】凍結時に閉塞が発生する場合の凍結順序の解析結果を示す説明図である。

【図11】凍結時に閉塞が発生しない場合の凍結順序の解析結果を示す説明図である。

【図12】第2実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大斜視図である。

【図13】第3実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大斜視図である。

【図14】第4実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大斜視図である。

【図15】第5実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大断面図である。

【図16】第6実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大断面図である。

【図17】第7実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大断面図である。

【図18】第8実施形態に係る室外熱交換器の要部を示す拡大斜視図である。

30

【図19】図18のX—X-X—X断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の実施形態について図に基づいて説明する。以下に説明する実施形態のうち、第1～第3、第5、第6、第8実施形態が特許請求の範囲に記載した発明の実施形態であり、第4、第7実施形態は、参考例として示す形態である。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付してある。

【0014】

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態について図1～図11に基づいて説明する。本実施形態は、本発明に係る熱交換器を、ヒートポンプサイクルにおける低圧冷媒を外気と熱交換させて蒸発させる蒸発器として機能する室外熱交換器に適用したものである。

40

【0015】

図1に示すように、室外熱交換器は、内部流体としての冷媒が鉛直方向に流れるダウンフロー型の熱交換器である。室外熱交換器は、冷媒が流れる管であるチューブ1を備えている。

【0016】

チューブ1は、外部流体としての空気の流れ方向(以下、空気流れ方向X1という)が長径方向と一致するように、長手方向垂直断面の形状が扁平な長円形状(扁平形状)に形成されている。チューブ1は、その長手方向が鉛直方向に一致するように水平方向に複数

50

本平行に配置されている。なお、本実施形態では、チューブ1として、押出加工による微細多穴チューブを採用している。

【0017】

また、チューブ1は、チューブ1における冷媒が流通する流体通路を挟んで対向する二つの扁平面10a、10bを有している。チューブ1の両側の扁平面10a、10bには、波状に成形された伝熱部材としてのフィン2が接合されている。このフィン2により空気との伝熱面積を増大させて冷媒と空気との熱交換を促進している。このため、チューブ1は、本発明の熱交換対象物に相当している。なお、以下、チューブ1およびフィン2からなる略矩形状の熱交換部をコア部3と呼ぶ。

【0018】

ヘッダタンク4は、チューブ1の長手方向（以下、チューブ長手方向X2という）の端部（本実施形態では、上下端）にてチューブ長手方向X2と直交する方向（本実施形態では、水平方向）に延びて複数のチューブ1と連通するものである。ヘッダタンク4は、チューブ1が挿入接合されたコアプレート4aと、コアプレート4aとともにタンク内空間を構成するタンク本体部4bとを有して構成されている。本実施形態では、コアプレート4aおよびタンク本体部4bは、金属（例えば、アルミニウム合金）製である。また、コア部3の両端部には、チューブ長手方向X2と略平行に延びてコア部3を補強するインサート5が設けられている。

【0019】

二つのヘッダタンク4のうち、上方側に配置されるとともに、チューブ1に冷媒を分流する入口側タンク41のタンク本体部4bには、冷媒をタンク本体部4b内に流入させる入口パイプ4cが設けられている。また、二つのヘッダタンク4のうち、下方側に配置されるとともに、チューブ1から流出する冷媒を集合する出口側タンク42のタンク本体部4bには、空気との熱交換により冷却された冷媒を流出させる出口パイプ4dが設けられている。

【0020】

図2に示すように、フィン2は、板状の板部21、および隣り合う板部21を所定距離離して位置づける頂部22を有するように波状に形成されたコルゲートフィンである。板部21は、空気流れ方向X1に沿って広がる面を提供している。板部21は、平板によって提供されることが可能、以下の説明では、平面部21とも称される。

【0021】

頂部22は、狭い巾の平面を外側に面するように提供する平板状の頂板部を有する。頂板部と平面部21との間には、ほぼ直角の曲げ部が設けられている。頂板部は、チューブ1に接合され、フィン2とチューブ1とが熱伝達可能に接合される。頂部22は、その頂板部の巾が充分に狭く形成され、曲げ部が大きな半径をもって形成されると、全体として湾曲した湾曲部として見ることができる。よって、以下の説明では、頂部22は湾曲部22とも称される。

【0022】

この波状のフィン2は本実施形態では、薄板金属材料にローラ成形法を施すことにより成形されている。フィン2の湾曲部22はチューブ1の扁平面10a、10bにろう付けにより接合されている。

【0023】

図3、図4および図5に示すように、フィン2の平面部21には、平面部21を切り起こすことにより鎧窓状のルーバ23が一体形成されている。ルーバ23は、チューブ1の積層方向（以下、チューブ積層方向X3という）から見たとき、平面部21に対して予め定めた角度で切り起こされており、空気流れ方向X1に沿って平面部21に複数設けられている。そして、隣り合うルーバ23間には、空気が流通可能なルーバ間通路230が形成されている。

【0024】

本実施形態では、図3に示すように、1つの平面部21に形成された複数のルーバ23

10

20

30

40

50

は、空気流れ上流側に位置する複数のルーバ²³を含む上流ルーバ群と、空気流れ下流側に位置する複数のルーバ²³を含む下流ルーバ群に二分されている。そして、上流ルーバ群に属するルーバ²³の切り起こし方向と、下流ルーバ群に属するルーバ²³の切り起こし方向とが異なっている。つまり、上流ルーバ群と下流ルーバ群とは、それぞれに属するルーバ²³の切り起こし方向が逆に形成されている。

【0025】

平面部²¹の空気流れ上流側の端部は、ルーバ²³が形成されていない上流側平面部²⁴となっている。同様に、平面部²¹の空気流れ下流側の端部は、ルーバ²³が形成されていない下流側平面部²⁵となっている。

【0026】

平面部²¹の空気流れ方向X¹における略中央部、すなわち上流ルーバ群と下流ルーバ群との間は、ルーバ²³が形成されておらず、空気流れ方向が反転する転向部²⁶として構成されている。換言すると、上流ルーバ群と下流ルーバ群との間には、空気流れ方向X¹と略平行に形成された転向部²⁶が設けられている。この転向部²⁶を介して、上流ルーバ群と下流ルーバ群とは、それぞれに属するルーバ²³の切り起こし方向が反転している。

【0027】

複数のルーバ²³のうち空気流れ最上流側に配置される上流端ルーバ^{23a}は、上流側平面部²⁴に接続されている。また、複数のルーバ²³のうち空気流れ最下流側に配置される下流端ルーバ^{23b}は、下流側平面部²⁵に接続されている。

【0028】

ルーバ²³は、転向部²⁶の空気流れ上流側と下流側とに同枚数ずつ配設されている。本実施形態では、複数のルーバ²³は、平面部²¹の空気流れ方向の中心線（仮想線）C¹に対して対称に配置されている。

【0029】

図3、図4および図5において、二点鎖線は、フィン²におけるチューブ積層方向X³に垂直な断面において、隣り合う平面部²¹間の中心線（仮想線）C²を示している。また、図4および図5において、破線は、フィン²の板厚方向における中心線（仮想線）C³を示している。なお、図4および図5において、複数の一点鎖線は、チューブ長手方向X²に平行な仮想線である。

【0030】

ここで、フィン²におけるチューブ積層方向X³に垂直な断面において、隣り合う平面部²¹間の中心線C²からの最短距離をLとしたとき、フィン²の空気流れ上流側端部からの距離と最短距離Lとの関係を図6に示す。なお、図6の縦軸に示すL比とは、フィン²のうち最短距離Lが最大となる場合の最短距離Lを1として表した最短距離Lの値のことである。

【0031】

図6に示すように、フィン²の平面部²¹における空気流れ上流側端部、空気流れ下流側端部および空気流れ方向の中央部において、最短距離Lが最大になっている。換言すると、平面部²¹における上流側平面部²⁴、下流側平面部²⁵および転向部²⁶において、最短距離Lが最大になっている。したがって、本実施形態の上流側平面部²⁴、下流側平面部²⁵および転向部²⁶が、最遠部に相当している。

【0032】

本実施形態では、平面部²¹における最短距離Lが最大となる部位（上流側平面部²⁴、下流側平面部²⁵および転向部²⁶）のうち、転向部²⁶にスリット²⁷が形成されている。このとき、スリット²⁷は、チューブ¹の空気流れ方向X¹の上流側端部および下流側端部のそれぞれから最も離れている部位に設けられている。

【0033】

スリット²⁷は、平面部²¹を、当該平面部²¹に隣接する一方の湾曲部²²から他方の湾曲部²²に向かって切り込むことにより形成されている。スリット²⁷は、平面視（

10

20

30

40

50

チューブ長手方向 X 2 から見た状態)において略矩形状となるように形成されている。スリット 27 は、チューブ積層方向 X 3 から見たときにチューブ 1 と重合している。本実施形態では、フィン 2 は、スリット 27 を中心として、空気流れ方向 X 1 の上流側と下流側とが対称形状となるように形成されている。

【0034】

このスリット 27 を設けることで、フィン 2 に空隙部が形成されている。したがって、本実施形態のスリット 27 が、本発明の空隙部に相当している。以下、スリット 27 の空気流れ方向 X 1 の長さを、スリット巾(空隙部巾) W という。本実施形態では、スリット巾 W は、チューブ 1 およびフィン 2 間の空間の内接円の直径よりも大きくなっている。

【0035】

ここで、本発明者は、フィン 2 のフィンピッチ F p (図 2 参照) およびスリット巾 W をそれぞれ変化させた場合において、凍結状態の解析を行った。この解析結果を図 8 に示す。

【0036】

具体的な解析条件としては、空気(外気)側の壁面境界の温度を 15 、熱伝導率を 5 W / m² K (自然対流相当) とともに、冷媒側の壁面境界の温度を -8 、熱伝導率を W / m² K とした。そして、図 9 に示すように、フィンピッチ F P を一定としてスリット巾 W を変化させて、凝縮水の凍結時におけるチューブ 1 の変形量を計測し、その結果を図 8 に示している。図 8 の太破線の左側の領域では、チューブ 1 に変形が生じたことを示しており、図 8 の太破線の右側の領域では、チューブ 1 に変形が生じていないことを示している。

【0037】

また、図 10 に、凍結時に後述する閉塞が発生する場合の凍結順序の解析結果を示している。なお、図 10 および後述する図 11 において、凍結部を点ハッチングで示し、未凍結部(未凍結の凝縮水が存在する領域)を網掛けハッチングで示している。

【0038】

図 10 に示すように、チューブ 1 に 0 以下(氷点以下)の低圧冷媒が流れると、大気中の水蒸気が凝縮し、フィン 2 の隣り合う平面部 21 間で凍結する。凍結は伝熱部品であるフィン 2 から、フィン 2 の表面に沿って地図でいう等高線の如く徐々に膨らむように進行していく。本実施形態では、最短距離 L が短いルーバ 23 のチューブ長手方向 X 2 の端部(図 6 における L 比が小さい部位)から凍結が進行していく。このように凍結が進行していくと、最短距離 L が最大となる部位である最遠部(本実施形態では転向部 26)に未凍結の凝縮水が残存し、この未凍結の凝縮水が内部に存在したまま外側が凍結した状態となる。

【0039】

以下、未凍結の凝縮水が内部に存在する状態でその周りが凍結することを閉塞という。凍結時に閉塞が発生すると、内部に残存している未凍結の凝縮水が凍結する際の体積膨張により、フィン 2 およびチューブ 1 に負荷がかかり、その結果、フィン 2 やチューブ 1 を変形させて亀裂を生じさせ、ひいては冷媒漏れを引き起す。

【0040】

一方、図 11 に、凍結時に閉塞が発生しない場合の凍結順序の解析結果を示している。図 11 に示すように、スリット巾 W が大きいと、凍結時に閉塞が起こらなくなる。この状態で未凍結の凝縮水が凍結して体積膨張したとしても、その負荷を大気解放側(大気側の外部)に逃がすことができる。このため、チューブ 1 の変形を抑制することができる。

【0041】

図 8 において、太破線より左側の領域では、凍結時に閉塞が発生したが、太破線より右側の領域では、凍結時に閉塞が発生していない。したがって、フィンピッチ F p およびスリット巾 W を、図 8 における太破線の右側の領域内に位置する関係とすることで、凍結時の閉塞によるチューブ 1 の変形を抑制できる。

【0042】

10

20

30

40

50

ところで、そもそも、チューブ1またはフィン2の表面温度が0以下(氷点以下)になつた際にフィン2の表面に凝縮水が付着していなければ、凝縮水の凍結によるチューブ1およびフィン2の変形を防止することができる。

【0043】

図8における太実線より右側の領域では、フィン2に設けたスリット27のスリット巾Wが大きいので、凝縮水を鉛直方向下方側に排出することができる。一方、図8における太実線より左側の領域では、スリット27のスリット巾Wが小さいので、凝縮水を排出することができない。

【0044】

このため、本実施形態では、スリット巾Wは、図8における太実線より右側の領域となるように設定されている。具体的には、スリット巾W(単位:mm)およびフィンピッチFp(単位:mm)は、 $W > 0.414 \times Fp + 0.0575$ の関係を満たすように設定されている。
10

【0045】

より具体的には、スリット巾Wは、次の数式1を満たすように設定されている。

【0046】

【数1】

$$W \geq \frac{1.8a^2 \times \sin \alpha}{(2a+b)} - Lp \times \sin \theta$$

20

【0047】

但し、(単位:°)は、フィン2における1つの湾曲部22に接続される2つの平面部21同士がなす角度であるフィン角度を示しており、FH(単位:mm)は、フィン2のチューブ積層方向X3の長さであるフィン高さを示している。また、(単位:°)は、ルーバ23の切り起こし角度を示しており、Lp(単位:mm)は、ルーバ23の長さ、すなわちルーバ23における当該ルーバ23表面を流れる空気の流れ方向に沿った長さの平均値を示している。また、aは次の数式2を、bは次の数式3をそれぞれ示している。
。

【0048】

【数2】

30

$$a = \sqrt{\left(\frac{Fp}{4} + \frac{FH}{2} \times \tan \frac{\alpha}{2}\right)^2 + \left(\frac{FH}{2} + \frac{Fp}{4} \times \frac{1}{\tan \frac{\alpha}{2}}\right)^2}$$

【0049】

【数3】

$$b = \frac{Fp}{2} + FH \times \tan \frac{\alpha}{2}$$

40

【0050】

ここで、フィン2のうち、表面に凝縮水が溜まる可能性がある部位を保水部という。本実施形態の室外熱交換器はダウンフロー型の熱交換器であるため、凝縮水は重力によりフィン2のうち鉛直方向下方側に移動する。このため、保水部は、フィン2のうち鉛直方向下方側に位置している。そして、スリット27は、フィン2の複数の平面部21のうち、最下方側から保水部よりも上方側までのそれぞれの平面部21に設けられている。

【0051】

以上説明したように、フィン2の平面部21にスリット27を設けることで、当該スリット27において凍結負荷を逃がすことができる。さらに本実施形態では、スリット27を、フィン2におけるチューブ積層方向X3に垂直な断面において、隣り合う平面部21

50

間の中心線 C₂ からの最短距離 L が最大となる部位に設けている。これによれば、フィン 2 のうち凍結負荷が最大となる部位において、凍結負荷を逃がすことができるので、チューブ 1 やフィン 2 に凍結割れが発生することを抑制できる。

【 0 0 5 2 】

ところで、凝縮水の凍結時、図 10 および図 11 に示すように、転向部 2₆ には、未凍結の凝縮水が存在し易くなっている。このため、転向部 2₆ は、平面部 2₁ のうち凍結負荷が最大となる部位である。また、転向部 2₆ は、コア部 3 における空気流れ方向 X₁ の中央部に存在するが、コア部 3 の空気流れ方向 X₁ の中央部は凍結負荷によるチューブ 1 の変形量が最大となる部位である。

【 0 0 5 3 】

これに対し、本実施形態では、スリット 2₇ を、チューブ 1 の空気流れ方向 X₁ の上流側端部および下流側端部のそれぞれから最も離れている部位、すなわち空気流れ方向 X₁ の中央部である転向部 2₆ に設けている。このため、平面部 2₁ のうち凍結負荷がかかった際に最もチューブ 1 が破損し易い部位において、凍結負荷を逃がすことが可能となる。

【 0 0 5 4 】

また、本実施形態では、フィン 2 を、スリット 2₇を中心として、空気流れ方向 X₁ の上流側と下流側とが対称形状となるように形成している。これによれば、フィン 2 の成形性を向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態では、室外熱交換器をダウンフロー型の熱交換器とともに、スリット 2₇を、フィン 2 の複数の平面部 2₁ のうち、最下方側から保水部よりも上方側までのそれぞれの平面部 2₁ に設けている。これによれば、フィン 2 のうち保水部、すなわち凝縮水が付着する可能性がある部位にスリット 2₇ が設けられているので、チューブ 1 やフィン 2 に凍結割れが発生することを確実に抑制できる。

【 0 0 5 6 】

(第 2 実施形態)

次に、本発明の第 2 実施形態について図 12 に基づいて説明する。本第 2 実施形態は、上記第 1 実施形態と比較して、スリット 2₇ に代えて貫通孔 2₈ を設けた点が異なるものである。

【 0 0 5 7 】

図 12 に示すように、本実施形態では、平面部 2₁ における最短距離 L が最大となる部位（上流側平面部 2₄、下流側平面部 2₅ および転向部 2₆）のうち、転向部 2₆ に円形状の貫通孔 2₈ が形成されている。本実施形態の貫通孔 2₈ が、本発明の空隙部に相当している。また、貫通孔 2₈ の直径が、スリット巾 W に相当している。

【 0 0 5 8 】

本実施形態によれば、フィン 2 の平面部 2₁ に貫通孔 8 を設けることで、当該貫通孔 2₈ において凍結負荷を逃がすことができるので、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【 0 0 5 9 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態について図 13 に基づいて説明する。本第 3 実施形態は、上記第 2 実施形態と比較して、貫通孔 2₈ を三角形状とした点が異なるものである。

【 0 0 6 0 】

図 13 に示すように、本実施形態では、平面部 2₁ における最短距離 L が最大となる部位（上流側平面部 2₄、下流側平面部 2₅ および転向部 2₆）のうち、転向部 2₆ に三角形状の貫通孔 2₈ が形成されている。このとき、貫通孔 2₈ の内接円の直径が、スリット巾 W に相当している。本実施形態によれば、フィン 2 の平面部 2₁ に貫通孔 8 を設けることで、当該貫通孔 2₈ において凍結負荷を逃がすことができるので、上記第 1 実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【 0 0 6 1 】

10

20

30

40

50

(第4実施形態)

次に、本発明の第4実施形態について図14に基づいて説明する。本第4実施形態は、上記第1実施形態と比較して、本発明の空隙部を2つのフィン2の隙間29により構成した点が異なるものである。

【0062】

図14に示すように、本実施形態では、フィン2は、空気流れ方向X1に2つ並んで設けられている。2つのフィン2は、互いに隙間29を設けて配置されている。この2つのフィン2同士の隙間29により、本発明の空隙部が構成されている。このとき、2つのフィン2同士の隙間29における空気流れ方向X1の長さが、スリット巾Wに相当している。

10

【0063】

本実施形態によれば、2つのフィン2同士の間に隙間29を設けることで、当該隙間29において凍結負荷を逃がすことができるので、上記第1実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0064】

(第5実施形態)

次に、本発明の第5実施形態について図15に基づいて説明する。本第5実施形態は、上記第1実施形態と比較して、フィン2の平面部21に複数の転向部26を設けた点が異なるものである。

【0065】

20

図15に示すように、本実施形態では、フィン2の平面部21に複数(本例では3つ)の転向部26が設けられている。転向部26は、平面部21に等間隔に配置されている。3つの転向部26のうち、空気流れ最下流側の転向部26には、スリット27が形成されている。

【0066】

複数の転向部26のうち空気流れ最下流側の転向部26は、空気の熱が伝わり難いので、凍結時に未凍結の凝縮水が存在し易くなり、凍結負荷が大きくなり易い。これに対し、本実施形態のように、複数の転向部26のうち空気流れ最下流側の転向部26にスリット27を設けることで、当該スリット27において凍結負荷を逃がすことができる。したがって、平面部21のうち凍結負荷がかかった際にチューブ1が破損し易い部位において、凍結負荷を逃がすことが可能となる。

30

【0067】

(第6実施形態)

次に、本発明の第6実施形態について図16に基づいて説明する。本第6実施形態は、上記第4実施形態と比較して、室外熱交換器を、冷媒を蒸発させて吸熱作用を発揮させる際に、蓄冷材を凝固させて冷熱を蓄え、蓄冷材が融解する際に蓄えられた冷熱を放冷する蓄冷熱交換器とした点が異なるものである。

【0068】

図16に示すように、本実施形態の室外熱交換器は、蓄冷材を収容する部屋を区画する蓄冷材容器6を有している。蓄冷材容器6は、チューブ1に接合されている。

40

【0069】

具体的には、蓄冷材容器6は、チューブ長手方向X2から見た断面が略正方形状の3つの部屋部61と、部屋部61同士を接続する2つの通路部62を備えている。部屋部61は、通路部62よりも体積が大きい。部屋部61は、空気流れ方向X1に3つ並んで設かれている。

【0070】

3つの部屋部61は、互いに間隔を設けて配置されている。隣り合う2つの部屋部61同士は、通路部62により接続されている。したがって、3つの部屋部61は、通路部62を介して連通している。通路部62はチューブ1に接合されているが、通路部62とチューブ1との間には隙間が形成されている。

50

【0071】

3つの部屋部61のうち、2つの部屋部61の間に配置された部屋部61（以下、中央部屋部610という）は、チューブ1における空気流れ方向の中央部に接合されている。より詳細には、中央部屋部610は、チューブ積層方向X3から見たときに、2つのフィン2同士の隙間29（空隙部）と重合している。

【0072】

以上説明したように、本実施形態では、蓄冷材容器6（中央部屋部610）を、チューブ積層方向X3から見たときに、2つのフィン2同士の隙間29と重合するように設けることで、2つのフィン2同士の隙間29に、凍結時に熱負荷を加えることができる。これにより、凍結時に、コア部3の内方側に未凍結の凝縮水が残存することを抑制できるので、チューブ1やフィン2に凍結割れが発生することをより抑制できる。10

【0073】**（第7実施形態）**

次に、本発明の第7実施形態について図17に基づいて説明する。本第7実施形態は、上記第4実施形態と比較して、チューブ1に凹部11を設けた点が異なるものである。

【0074】

図17に示すように、本実施形態では、チューブ1における空気流れ方向の中央部に、チューブ積層方向X3に凹んだ凹部11が設けられている。凹部11は、チューブ積層方向X3から見たときに、2つのフィン2同士の隙間29（空隙部）と重合している。すなわち、凹部11は、チューブ1における隙間29と対向する部位に設けられている。20

【0075】

これによれば、2つのフィン2同士の間の隙間29から凹部11に向かって凍結負荷を逃がすことができるので、凍結負荷をより逃がし易くできる。このため、チューブ1やフィン2に凍結割れが発生することをより抑制できる。

【0076】**（第8実施形態）**

次に、本発明の第8実施形態について図18および図19に基づいて説明する。本第8実施形態は、上記第1実施形態と比較して、フィン2の平面部21に複数の転向部26を設けた点が異なるものである。

【0077】

図18および図19に示すように、本実施形態では、フィン2の平面部21に複数（本例では3つ）の転向部26が設けられている。ルーバ23は、各転向部26において、切り起こし方向が反転するように構成されている。以下、複数の転向部26のうち、平面部21の空気流れ方向X1の端部からの距離が最大となる部位に配置された転向部26、すなわち、平面部21における空気流れ方向X1の中央部に配置された転向部26を、中央転向部260という。

【0078】

中央転向部260は、他の転向部26よりも、空気流れ方向X1の長さが長く形成されている。複数の転向部26のうち、中央転向部26にはスリット27が設けられているが、その他の転向部26にはスリット27は設けられていない。40

【0079】

本実施形態によれば、フィン2の平面部21、具体的には中央転向部260にスリット27を設けることで、当該スリット27において凍結負荷を逃がすことができるので、上記第1実施形態と同様の効果を得ることが可能となる。

【0080】**（他の実施形態）**

本発明は上述の実施形態に限定されることなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、以下のように種々変形可能である。また、上記各実施形態に開示された手段は、実施可能な範囲で適宜組み合わせてもよい。

【0081】

10

20

30

40

50

(1) 上記実施形態では、平面部21における最短距離Lが最大となる部位である上流側平面部24、下流側平面部25および転向部26のうち、転向部26にスリット27または貫通孔28を形成した例について説明したが、スリット27または貫通孔28を設ける部位はこれに限定されない。

【0082】

例えば、スリット27または貫通孔28を、上流側平面部24および下流側平面部25のいずれかに形成してもよいし、上流側平面部24および下流側平面部25の双方に形成してもよい。また、スリット27または貫通孔28を、上流側平面部24、下流側平面部25および転向部26のうちの2箇所以上に形成してもよい。

【0083】

さらに、スリット27または貫通孔28を、平面部21における最短距離Lが最大となる部位である上流側平面部24、下流側平面部25および転向部26のうちの少なくとも1箇所に形成するのに加えて、平面部21における他の部位(平面部21における最短距離Lが最大とならない部位)にも形成してもよい。

【0084】

(2) 上記第5実施形態では、スリット27を、複数の転向部26のうち、空気流れ最下流側の転向部26に設けた例について説明した。また、上記第8実施形態では、スリット27を、中央転向部260に設けた例について説明した。しかしながら、スリット27を設ける部位はこれらに限定されない。例えば、スリット27を、複数の転向部26の全てに設けてもよいし、複数の転向部26のうち任意の箇所に設けてもよい。

10

【0085】

(3) 上記実施形態では、上流ルーバ群と下流ルーバ群とは、それぞれに属するルーバ23の切り起こし方向が反対(逆)になるように形成されているが、ルーバ23の切り起こし方向はこれに限定されない。例えば、複数のルーバ23を、平面部21における空気流れ方向X1の中心線C1に対して左右対称となるように形成してもよい。この場合、上流側ルーバ群に属するルーバ23と下流側ルーバ群に属するルーバ23とが同一形状であっても、成形性を向上させることができる。

【0086】

(4) 上記実施形態では、本発明に係る熱交換器を、ヒートポンプサイクルにおける低圧冷媒を外気と熱交換させて蒸発させる蒸発器として機能する室外熱交換器に適用した例について説明したが、本発明に係る熱交換器の適用はこれに限定されない。例えば、不凍液(例えばLLC)の持つ熱を外気に放熱する放熱器に、本発明に係る熱交換器を適用してもよい。

20

【符号の説明】

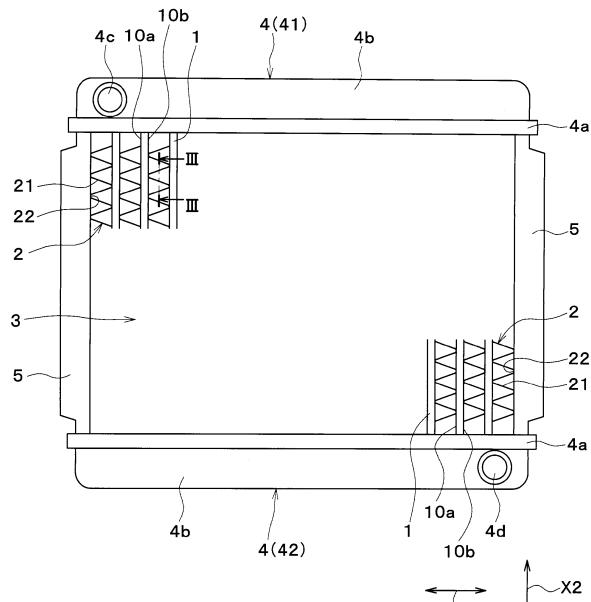
【0087】

- 1 チューブ
- 2 フィン
- 21 平面部
- 22 頂部
- 26 転向部(最遠部)
- 27 スリット(空隙部)
- 28 貫通孔(空隙部)
- 29 隙間(空隙部)

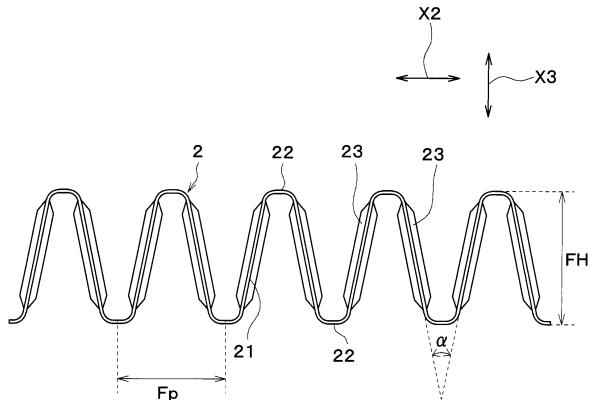
30

40

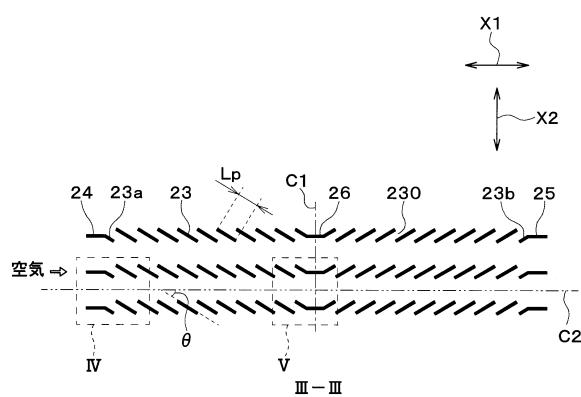
【図1】



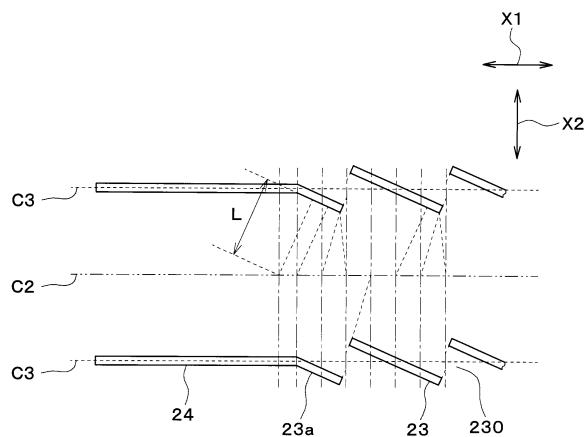
【図2】



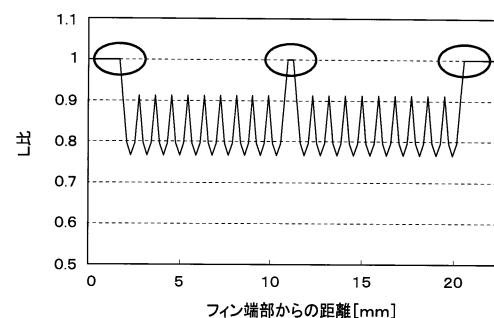
【図3】



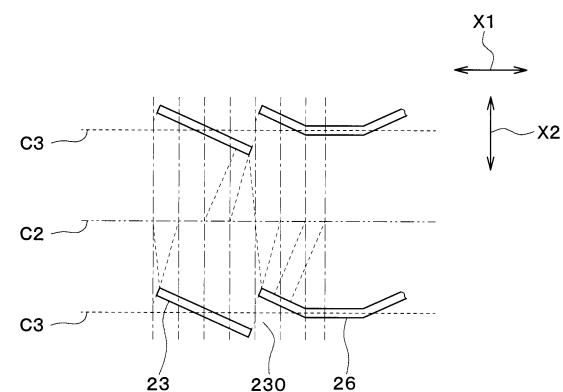
【図4】



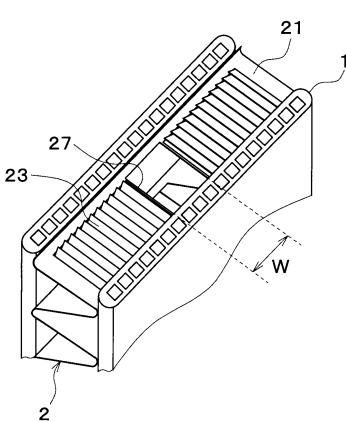
【図6】



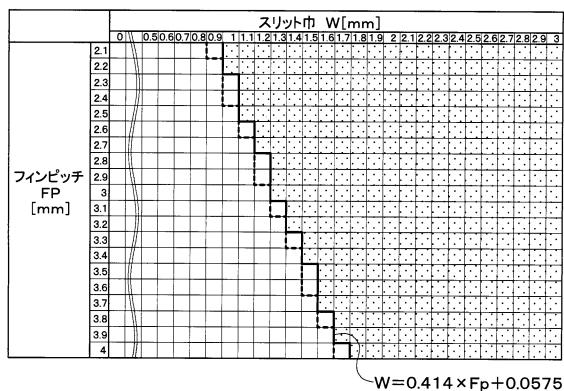
【図5】



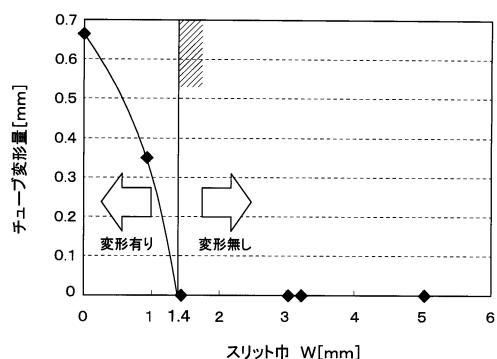
【図7】



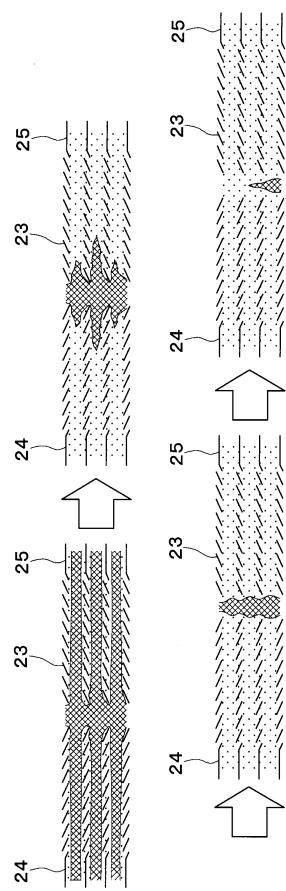
【図8】



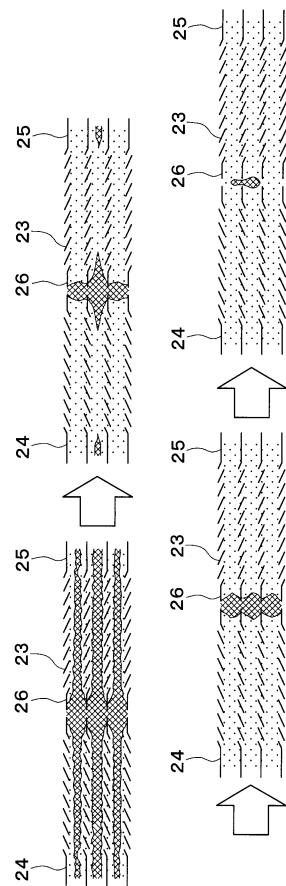
【 図 9 】



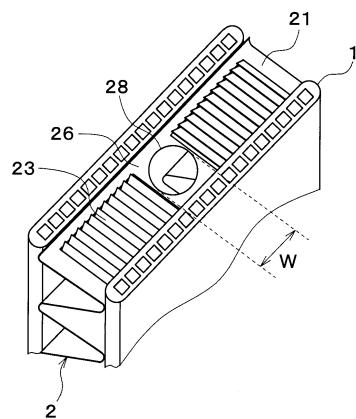
【図 1 1】



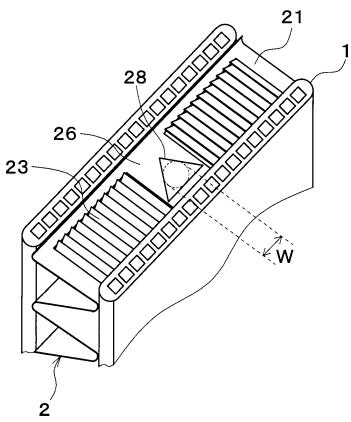
【 図 1 0 】



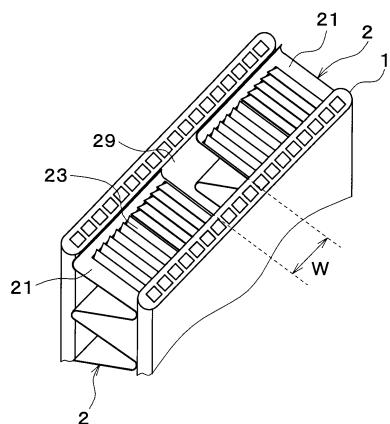
【 図 1 2 】



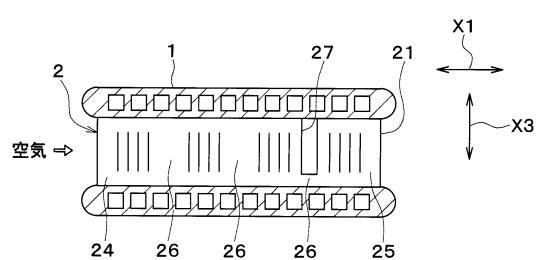
【 図 1 3 】



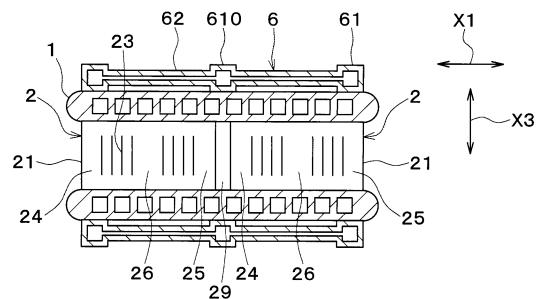
【図14】



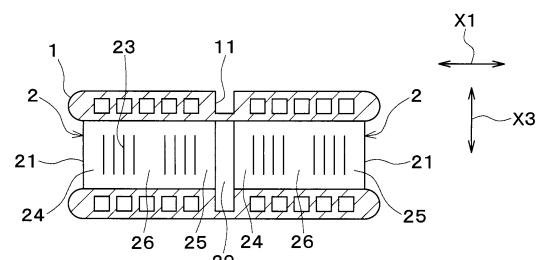
【図15】



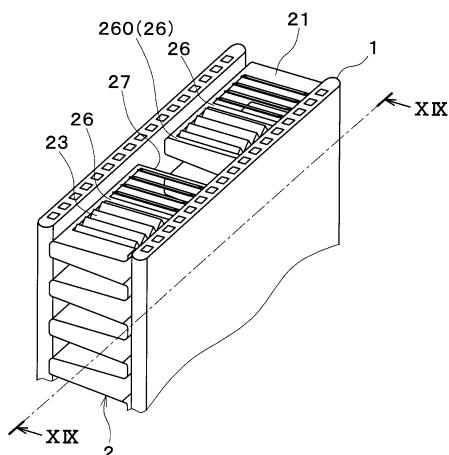
【図16】



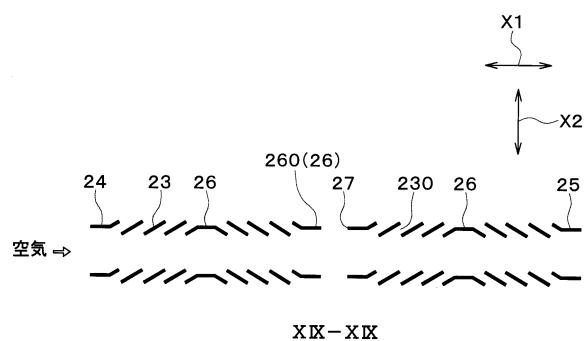
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

合議体

審判長 松下 聰

審判官 山崎 勝司

審判官 槙原 進

(56)参考文献 特開昭58-214793(JP,A)

特開平10-141805(JP,A)

実開昭56-78966(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F1/30