

(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 I
<b>F 2 8 F</b> 1/30 (2006.01)	F 2 8 F 1/30 D
<b>B 6 0 H</b> 1/32 (2006.01)	B 6 0 H 1/32 6 1 3 E
<b>F 2 8 D</b> 1/053 (2006.01)	F 2 8 D 1/053 A

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-59756 (P2014-59756)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成26年3月24日 (2014.3.24)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2015-183908 (P2015-183908A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成27年10月22日 (2015.10.22)	(74) 代理人	110001472
審査請求日	平成29年2月15日 (2017.2.15)		特許業務法人かいせい特許事務所
審判番号	不服2019-3543 (P2019-3543/J1)	(72) 発明者	杉村 遼平
審判請求日	平成31年3月14日 (2019.3.14)		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	斉藤 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 ( 2 1 ) と、隣り合う平面部 ( 2 1 ) 間を繋ぐ頂部 ( 2 2 ) 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 ( 2 1 ) には、前記平面部 ( 2 1 ) を切り起こすことによりルーバ ( 2 3 ) が一体形成されており、  
 前記フィン ( 2 ) の前記平面部 ( 2 1 ) 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 ( 2 3 ) が形成されていない部位 ( 2 6 ) 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 ( 2 7 、 2 8 ) 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

10

り、  
 前記空隙部 ( 2 7 、 2 8 ) 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、

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、

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、

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。

#### 【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。

10

20

30

40

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】

20

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】

30

## 【0005】

【特許文献1】特許第3469412号公報

## 【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】

40

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

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 $F_p$ 、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。

【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)周りを通る第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、

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に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ⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ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ⅩⅠⅩ－ⅩⅠⅩ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 $X_1$ 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。

【 0 0 1 7 】

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 1 0 a、1 0 b を有している。チューブ 1 の両側の扁平面 1 0 a、1 0 b 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。

【 0 0 1 8 】

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 X 2 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 X 2 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 4 a と、コアプレート 4 a とともにタンク内空間を構成するタンク本体部 4 b 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 4 a およびタンク本体部 4 b 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 X 2 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。

【 0 0 1 9 】

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 4 1 のタンク本体部 4 b には、冷媒をタンク本体部 4 b 内に流入させる入口パイプ 4 c 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 4 2 のタンク本体部 4 b 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 4 d が設けられている。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、フィン 2 は、板状の板部 2 1、および隣り合う板部 2 1 を所定距離離して位置づける頂部 2 2 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 2 1 は、空気流れ方向 X 1 に沿って広がる面を提供している。板部 2 1 は、平板によって提供されることができ、以下の説明では、平面部 2 1 と称される。

【 0 0 2 1 】

頂部 2 2 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 2 1 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 2 2 は、その頂板部の巾が十分に狭く形成され、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事ができる。よって、以下の説明では、頂部 2 2 は湾曲部 2 2 と称される。

【 0 0 2 2 】

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 2 2 はチューブ 1 の扁平面 1 0 a、1 0 b にろう付けにより接合されている。

【 0 0 2 3 】

図 3、図 4 および図 5 に示すように、フィン 2 の平面部 2 1 には、平面部 2 1 を切り起こすことにより鍔窓状のルーバ 2 3 が一体形成されている。ルーバ 2 3 は、チューブ 1 の積層方向（以下、チューブ積層方向 X 3 という）から見たとき、平面部 2 1 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 X 1 に沿って平面部 2 1 に複数設けられている。そして、隣り合うルーバ 2 3 間には、空気が流通可能なルーバ間通路 2 3 0 が形成されている。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、図 3 に示すように、1 つの平面部 2 1 に形成された複数のルーバ 2 3

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×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×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×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×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Fp(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/m<sup>2</sup>K(自然対流相当)とするとともに、冷媒側の壁面境界の温度を-8℃、熱伝導率をW/m<sup>2</sup>Kとした。そして、図9に示すように、フィンピッチFP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×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Fp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】



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）になった際にフィン 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。

【 0 0 4 3 】

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 2 7 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 2 7 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。

【 0 0 4 4 】

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 F p（単位：mm）は、 $W > 0.414 \times F p + 0.0575$  の関係を満たすように設定されている。

【 0 0 4 5 】

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。

【 0 0 4 6 】

【数 1】

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

【 0 0 4 7 】

但し、（単位：°）は、フィン 2 における 1 つの湾曲部 2 2 に接続される 2 つの平面部 2 1 同士がなす角度であるフィン角度を示しており、F H（単位：mm）は、フィン 2 のチューブ積層方向 X 3 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 2 3 の切り起こし角度を示しており、L p（単位：mm）は、ルーバ 2 3 の長さ、すなわちルーバ 2 3 における当該ルーバ 2 3 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。

【 0 0 4 8 】

【数 2】

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

【 0 0 4 9 】

【数 3】

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

【 0 0 5 0 】

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 2 7 は、フィン 2 の複数の平面部 2 1 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 2 1 に設けられている。

【 0 0 5 1 】

以上説明したように、フィン 2 の平面部 2 1 にスリット 2 7 を設けることで、当該スリット 2 7 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 2 7 を、フィン 2 におけるチューブ積層方向 X 3 に垂直な断面において、隣り合う平面部 2 1

10

20

30

40

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。

【0052】

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。

【0053】

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。

【0054】

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。

【0055】

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するとともに、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。

【0056】

(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。

【0057】

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。

【0058】

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。

【0059】

(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を三角形形状とした点が異なるものである。

【0060】

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。

【0061】

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つ並んで設けられている。

【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を設けた点異なるものである。

## 【0077】

30

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】

50

( 1 ) 上記実施形態では、平面部 2 1 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 2 4、下流側平面部 2 5 および転向部 2 6 のうち、転向部 2 6 にスリット 2 7 または貫通孔 2 8 を形成した例について説明したが、スリット 2 7 または貫通孔 2 8 を設ける部位はこれに限定されない。

【 0 0 8 2 】

例えば、スリット 2 7 または貫通孔 2 8 を、上流側平面部 2 4 および下流側平面部 2 5 のいずれかに形成してもよいし、上流側平面部 2 4 および下流側平面部 2 5 の双方に形成してもよい。また、スリット 2 7 または貫通孔 2 8 を、上流側平面部 2 4、下流側平面部 2 5 および転向部 2 6 のうちの 2 箇所以上に形成してもよい。

【 0 0 8 3 】

さらに、スリット 2 7 または貫通孔 2 8 を、平面部 2 1 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 2 4、下流側平面部 2 5 および転向部 2 6 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 2 1 における他の部位（平面部 2 1 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。

【 0 0 8 4 】

( 2 ) 上記第 5 実施形態では、スリット 2 7 を、複数の転向部 2 6 のうち、空気流れ最下流側の転向部 2 6 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 2 7 を、中央転向部 2 6 0 に設けた例について説明した。しかしながら、スリット 2 7 を設ける部位はこれらに限定されない。例えば、スリット 2 7 を、複数の転向部 2 6 の全てに設けてもよいし、複数の転向部 2 6 のうち任意の箇所に設けてもよい。

【 0 0 8 5 】

( 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 2 3 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 2 3 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 2 3 を、平面部 2 1 における空気流れ方向 X 1 の中心線 C 1 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 2 3 と下流側ルーバ群に属するルーバ 2 3 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。

【 0 0 8 6 】

( 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 L L C ）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。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

- 1 チューブ
- 2 フィン
- 2 1 平面部
- 2 2 頂部
- 2 6 転向部（最遠部）
- 2 7 スリット（空隙部）
- 2 8 貫通孔（空隙部）
- 2 9 隙間（空隙部）

10

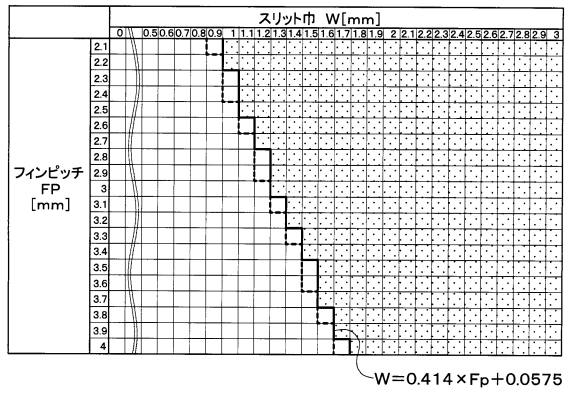
20

30

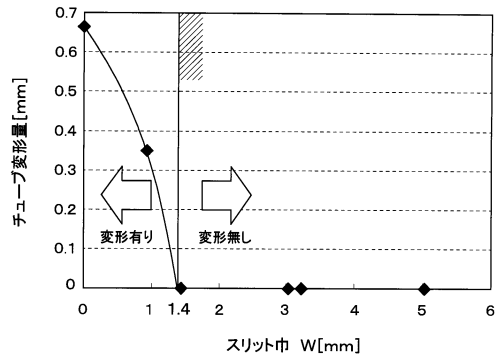
40



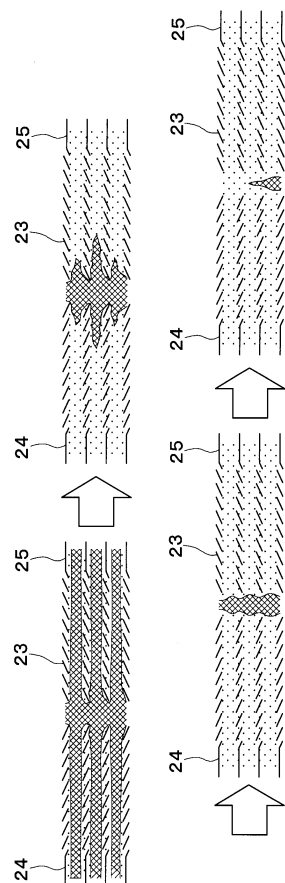
【図 8】



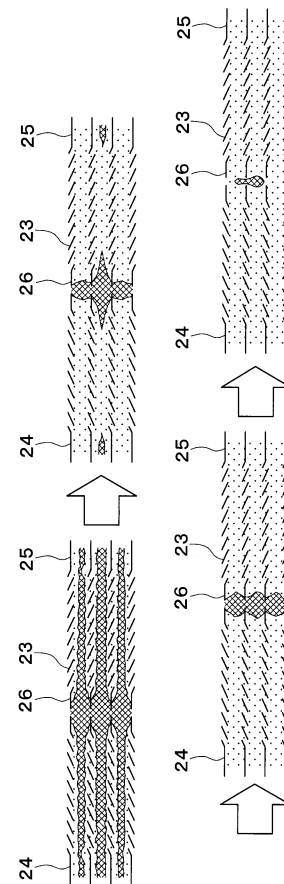
【図 9】



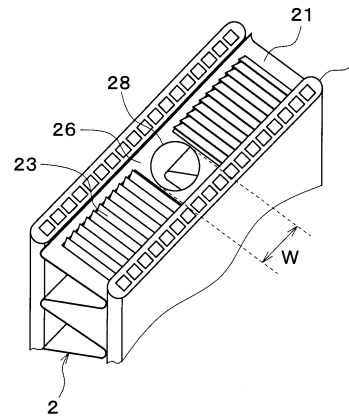
【図 11】



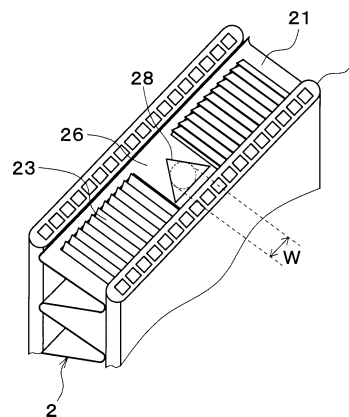
【図 10】



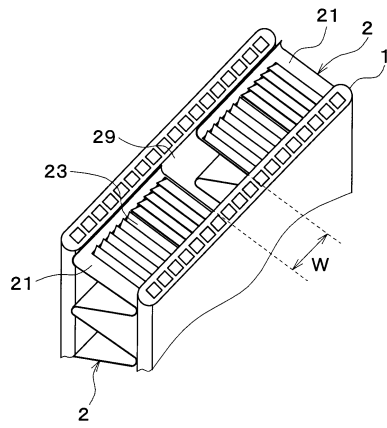
【図 12】



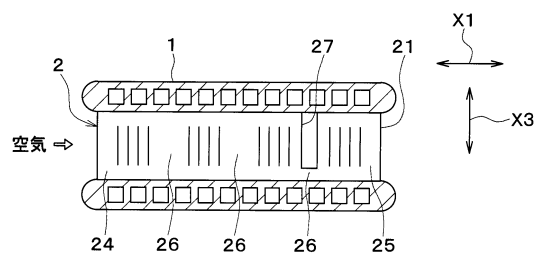
【図 13】



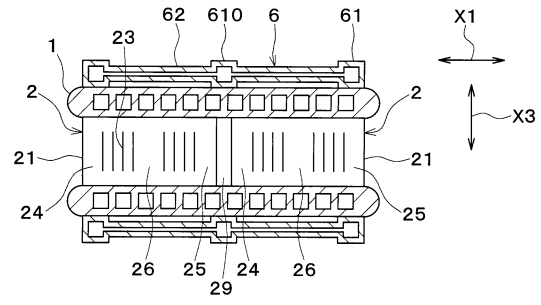
【図 14】



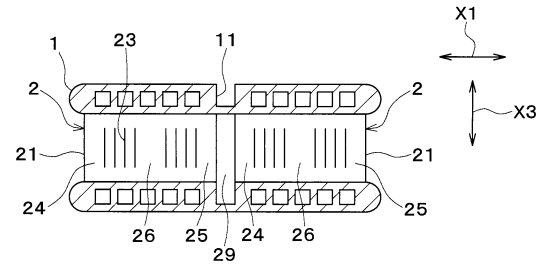
【図 15】



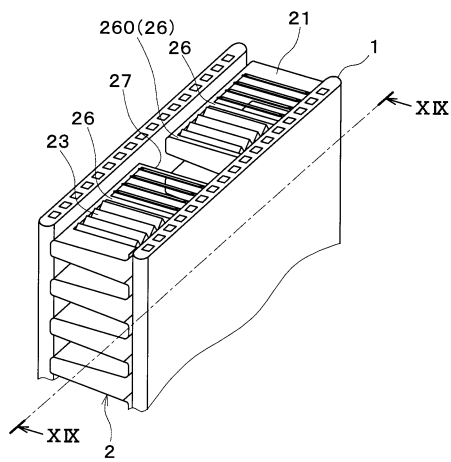
【図 16】



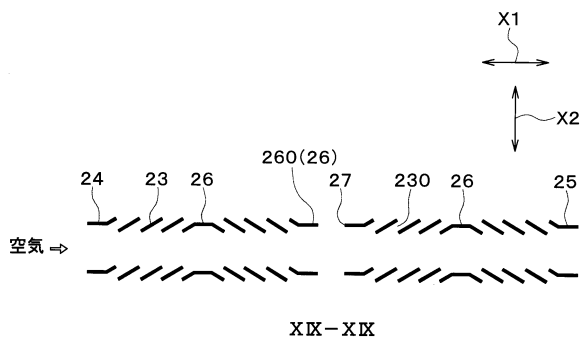
【図 17】



【図 18】



【図 19】





---

フロントページの続き

合議体

審判長 松下 聡

審判官 山崎 勝司

審判官 槇原 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