

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6011481号  
(P6011481)

(45) 発行日 平成28年10月19日(2016.10.19)

(24) 登録日 平成28年9月30日(2016.9.30)

(51) Int.Cl.

F 1

F28F 1/30 (2006.01)  
F28D 1/053 (2006.01)F 28 F 1/30  
F 28 D 1/053D  
A

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-146325 (P2013-146325)  
 (22) 出願日 平成25年7月12日 (2013.7.12)  
 (65) 公開番号 特開2015-17776 (P2015-17776A)  
 (43) 公開日 平成27年1月29日 (2015.1.29)  
 審査請求日 平成27年10月20日 (2015.10.20)

(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 中村 貢  
 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 下谷 昌宏  
 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 中坊 正  
 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】熱交換器用フィン

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱交換対象物(1)の外表面に接合されるとともに、前記熱交換対象物(1)と、前記熱交換対象物(1)周りを流通する流体との熱交換を促進する熱交換器用フィンであって、

前記流体の流れ方向に垂直な断面形状が、前記流体の流れ方向と略平行な複数の平面部(21)と、隣り合う前記平面部(21)間を繋ぐ頂部(22)とを有する波形状であり、

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ルーバ(23)が、前記流体の流れ方向(X1)に沿って複数設けられており、

前記平面部(21)の板厚をt、前記ルーバ(23)のルーバピッチをPLとしたとき、前記平面部(21)の板厚および前記ルーバピッチが、0.035 t / PL 0.29の関係を満たしており、

前記複数のルーバ(23)のうち少なくとも1つのルーバ(23)は、前記平面部(21)に垂直かつ前記流体の流れ方向と平行な断面における4つの角部のうち対角線上にある2つの角部が円弧状に形成されていることを特徴とする熱交換器用フィン。

## 【請求項 2】

前記平面部(21)の板厚および前記ルーバピッチが、0.035 t / PL 0.17の関係を満たしていることを特徴とする請求項1に記載の熱交換器用フィン。

10

20

## 【請求項 3】

前記ルーバ(23)のルーバピッチ(PL)は、0.09mmより大きく、かつ、0.62mmより小さい範囲であり、

前記平面部(21)の板厚(t)は、0.006mmより大きく、かつ、0.05mmより小さい範囲であり、

フィン高さ(Hf)は、1.4mmより大きく、かつ、6.5mmより小さい範囲であり、

前記予め定めた切り起こし角度( )は、22.5°より大きく、かつ、43.5°より小さい範囲であることを特徴とする請求項1に記載の熱交換器用フィン。

## 【請求項 4】

前記ルーバ(23)のルーバピッチ(PL)は、0.3mmより大きく、かつ、0.62mmより小さい範囲であり、

前記平面部(21)の板厚(t)は、0.006mmより大きく、かつ、0.05mmより小さい範囲であり、

フィン高さ(Hf)は、1.4mmより大きく、かつ、6.5mmより小さい範囲であり、

前記予め定めた切り起こし角度( )は、22.5°より大きく、かつ、43.5°より小さい範囲であることを特徴とする請求項2に記載の熱交換器用フィン。

## 【請求項 5】

前記少なくとも1つのルーバ(23)は、前記4つの角部のうち残りの2つの角部が直角に形成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用フィン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、熱交換器用フィンに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、熱交換器用フィンとしてコルゲートフィンを採用するとともに、コルゲートフィンの表面には、空気の流れ方向に沿って複数のルーバが切り起こし形成されている。そして、コルゲートフィンの幅やフィンピッチ、ルーバの長さ等の諸元を変更することで熱交換性能等を向上させる技術が、種々提案されている(例えば、特許文献1参照)。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特公昭61-46756号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

ところで、複数のルーバを有する熱交換器用フィンにおいて、ルーバピッチを微細化してルーバの枚数を増加させると、ルーバの先端効果によりフィンの熱伝達率が向上し、伝熱性能を向上させることができる。そして、近年、製造技術の進歩により、従来の製造限界とされていた寸法以上にルーバピッチを微細化することが可能となっている。

## 【0005】

しかしながら、ルーバピッチを微細化すると熱伝達率は向上するものの、フィン効率が低下してフィンから放出される熱流量が低下するので、実際のフィンとしては、ルーバピッチの微細化による伝熱性能向上効果を充分に得ることができない。つまり、複数のルーバを有する熱交換器用フィンにおいて、単純にルーバピッチを微細化するだけでは、伝熱性能を向上させることはできない。

## 【0006】

10

20

30

40

50

本発明は上記点に鑑みて、伝熱性能を向上させることができる熱交換器用フィンを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、熱交換対象物(1)の外表面に接合されるとともに、熱交換対象物(1)と、熱交換対象物(1)周りを流通する流体との熱交換を促進する熱交換器用フィンにおいて、流体の流れ方向に垂直な断面形状が、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、平面部(21)には、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ルーバ(23)が、流体の流れ方向(X1)に沿って複数設けられており、平面部(21)の板厚をt、ルーバ(23)のルーバピッチをPLとしたとき、平面部(21)の板厚およびルーバピッチが、0.035 t / PL 0.29の関係を満たしてあり、複数のルーバ(23)のうち少なくとも1つのルーバ(23)は、平面部(21)に垂直かつ流体の流れ方向と平行な断面における4つの角部のうち対角線上にある2つの角部が円弧状に形成されていることを特徴としている。

【0008】

これによれば、平面部(21)の板厚およびルーバピッチを0.035 t / PL 0.29の範囲内とすることで、ルーバピッチPLの微細化による熱交換器用フィンの伝熱性能向上効果を充分に得ることができる。このため、伝熱性能を向上させることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1参考例に係るラジエータを示す正面図である。

【図2】図1のII-II断面図である。

【図3】第1参考例におけるフィンを示す正面図である。

【図4】図2のIV-IV断面図である。

【図5】図4のV部拡大図である。

【図6】ルーバピッチを変化させた際の、ルーバの熱伝達率およびフィンの熱伝達率の変化を示す特性図である。

【図7】フィンの板厚と、ルーバの熱伝達率に対するフィンの熱伝達率の低下割合との関係を示す特性図である。

【図8】フィンの板厚と通風抵抗との関係を示す特性図である。

【図9】フィンの諸元を変更した場合のフィンの伝熱性能の変化を示す特性図である。

【図10】第1参考例のヒータコアにおいて、ルーバピッチを変化させた場合のt / PLとフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図11】第1参考例のヒータコアにおけるルーバピッチとフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図12】第1参考例のヒータコアにおけるフィンの板厚とフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図13】第1参考例のヒータコアにおけるフィン高さとフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図14】第1参考例のヒータコアにおけるルーバの切り起こし角度とフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図15】第2参考例のラジエータにおけるルーバピッチとフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図16】第2参考例のラジエータにおけるフィンの板厚とフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図17】第2参考例のラジエータにおけるフィン高さとフィンの伝熱性能との関係を示す特性図である。

【図18】第2参考例のラジエータにおけるルーバの切り起こし角度とフィンの伝熱性能

10

20

30

40

50

との関係を示す特性図である。

【図19】第1実施形態におけるフィンの平面部に垂直な断面を示す断面図である。

【図20】第3参考例におけるフィンの平面部に垂直な断面を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態および参考例について図に基づいて説明する。なお、以下の各実施形態および各参考例の相互において、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。

【0011】

(第1参考例)

10

本発明の第1参考例について図1～図14に基づいて説明する。本参考例は、熱交換器用フィンを、水冷式内燃機関（以下、エンジンともいう）の冷却水を熱源として送風空気を加熱するヒータコアに搭載されるフィンに適用したものである。

【0012】

図1に示すように、ヒータコアは、内部流体としての冷却水が流れる管であるチューブ1を備えている。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本平行に配置されている。

【0013】

20

また、チューブ1は、チューブ1における冷却水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却水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。

【0014】

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（本参考例では、上下端）にてチューブ長手方向X2と直交する方向（本参考例では、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。本参考例では、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。

30

【0015】

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に冷却水を分流する入口側タンク41のタンク本体部4bには、エンジンを冷却した冷却水をタンク本体部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から流出する冷却水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却水をエンジンに向けて流出させる出口パイプ4dが設けられている。

40

【0016】

図2に示すように、チューブ1の内部には、二つの扁平面10a、10b同士を接続するように形成され、チューブ1の耐圧強度を高める内柱部11が設けられている。内柱部11は、チューブ1内部における空気流れ方向X1の中央部に配置されている。この内柱部11により、チューブ1内部の流体通路が二つに仕切られている。

【0017】

図3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

50

部21は、空気流れ方向X1(図2の紙面垂直方向)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でき、以下の説明では、平面部21とも称される。

【0018】

頂部22は、狭い幅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、その頂板部の幅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。

10

【0019】

この波状のフィン2は本参考例では、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。

【0020】

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X3(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(以下、切り起こし角度という)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。

20

【0021】

本参考例では、1つの平面部21に形成された複数のルーバ23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。

【0022】

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。

30

【0023】

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、空気の流れ方向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。

【0024】

40

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。

【0025】

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。また、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。なお、図5において、二点鎖線は、フィン2の板厚方向における中心線(仮想線)C2を示している。

【0026】

ここで、ルーバ23のルーバピッチPLを変化させた際の、ルーバ23の熱伝達率およ

50

びフィン2の熱伝達率の変化を図6に示す。図6の縦軸は、現状のフィン2であるルーバピッチPLが0.7mmのフィン2(以下、基準フィンという)の熱伝達率を100%としたときの、ルーバ23の熱伝達率およびフィン2の熱伝達率を示している。

#### 【0027】

また、基準フィンの板厚tは、0.05mmである。本参考例では、フィン2の板厚tは、フィン2の平面部21の板厚を意味しており、ルーバ23の板厚と等しくなっている。

#### 【0028】

図6に示すように、フィン2において、ルーバ23のルーバピッチPLが細かい程、ルーバ23の熱伝達率が向上する。しかしながら、ルーバピッチPLが細かい程フィン効率が低下するので、フィン2としては、ルーバピッチLPの微細化による熱伝達率上昇効果を充分に得ることができない。さらに、図6から明らかなように、ルーバピッチPLが細かい程、ルーバ23の熱伝達率とフィン2の熱伝達率との差が大きくなる。

#### 【0029】

続いて、ルーバピッチPLの異なるフィン2における、フィン2の板厚tと、ルーバ23の熱伝達率に対するフィン2の熱伝達率の低下割合との関係を図7に示す。基準フィンでは、ルーバ23の熱伝達率に対するフィン2の熱伝達率の低下割合が3%になっている。

#### 【0030】

図7に示すように、フィン2の板厚tが薄い程、ルーバ23の熱伝達率とフィン2の熱伝達率との差が大きくなる。このため、ルーバピッチPLを細かくした場合に、ルーバ23の熱伝達率に対するフィン2の熱伝達率の低下割合を基準フィンと同等に維持するためには、フィン2の板厚tをルーバピッチPLに対して相対的に厚くする必要がある。

#### 【0031】

続いて、ルーバピッチPLの異なるフィン2における、フィン2の板厚tと通風抵抗との関係を図8に示す。なお、図8の縦軸は、基準フィンの通風抵抗を100%としたときの通風抵抗の増加割合を示している。図8に示すように、フィン2の板厚tが厚い程、通風抵抗が増大する。

#### 【0032】

そこで、本発明者は、熱伝達率および通風抵抗を考慮して、ルーバピッチPLを微細化したときのフィン2の伝熱性能についての検討を行った。

#### 【0033】

ここで、ヌセルト数をNu、フィン2の熱伝達率を、フィン2のフィンピッチをPf(図3参照)、空気の熱伝導率をa、抵抗係数をCf、通風抵抗をPa、空気密度をa、空気の風速をUa、フィン2の幅、すなわちフィン2の空気流れ方向X1の長さをD(図2参照)としたとき、ヌセルト数および抵抗係数は、それぞれ以下の式1、2で表される。

#### 【0034】

(数1)

$$Nu = \dots \cdot Pf / a$$

(数2)

$$Cf = Pa / (0.5 \cdot a \cdot Ua^2 Pf / D)$$

本参考例では、フィン2の熱伝達率の指標としてヌセルト数Nuと抵抗係数Cfとの比(Nu/Cf)を用いる。Nu/Cfの値が大きい程、フィン2の熱伝達率が高いことを表している。また、フィン2の平面部21にルーバ23が形成されていない比較例のフィン2におけるヌセルト数をNu0、抵抗係数をCf0とする。

#### 【0035】

そして、フィン2の諸元を変更した場合のフィン2の伝熱性能の変化を図9に示す。図9の横軸はルーバピッチPLを示している。図9の縦軸は、比較例のフィン2のNu0/Cf0に対する、本実施形態のフィン2のNu/Cfを示しており、縦軸の値が大きい程

10

20

30

40

50

、フィン2の伝熱性能が高いことを表している。

【0036】

具体的には、 $t / PL$ を一定とし、フィン高さ $H_f$ （図3参照）を1.0、2.0、3.0、4.0、5.0（単位：mm）とした場合のそれぞれのルーバピッチ $PL$ に対するフィン2の伝熱性能、すなわち $(Nu / Cf) / (Nu_0 / Cf_0)$ を算出した。そして、前記5種類のフィン高さ $H_f$ のうち、フィン2の伝熱性能 $((Nu / Cf) / (Nu_0 / Cf_0))$ が最も大きくなるときの値をプロットしグラフ曲線を作成した。

【0037】

図9において、実線は $t / PL$ が0.05のとき、破線は $t / PL$ が0.1のとき、一点鎖線は $t / PL$ が0.2のとき、二点鎖線は $t / PL$ が0.4のときをそれぞれ示している。

10

【0038】

図9から明らかなように、ルーバピッチ $PL$ が0.1mm以下の場合は、通風抵抗の増大により、フィン2の板厚 $t$ に関わらずフィン2の伝熱性能は低下する。また、フィン2の板厚 $t$ が相対的に薄い（ $t / PL$ が1.0より小さい）と、フィン効率の低下によりフィン2の伝熱性能の最大値が低下する。一方、フィン2の板厚 $t$ が相対的に厚い（ $t / PL$ が1/0より大きい）と、通風抵抗の増大によりフィン2の伝熱性能の最大値が低下する。したがって、 $t / PL$ を0.1程度とすると、フィン2の伝熱性能の最大値が最も大きくなるため望ましい。

【0039】

20

ここで、本参考例のヒータコアにおいて、ルーバピッチ $PL$ を変化させた場合の $t / PL$ とフィン2の伝熱性能との関係を図10に示す。このとき、ヒータコアの大きさは横200mm、縦150mm、幅16mmであり、ヒータコアを通過する空気の風量は300m<sup>3</sup>/h、空気温度は20、冷却水温度は85である。また、フィン高さ $H_f$ は3mm、ルーバ23の切り起こし角度は32°である。

【0040】

なお、図10の縦軸は、ルーバピッチ $PL$ が0.3mmのフィン2の伝熱性能の最大値を100%としたときの、各フィン2の伝熱性能比を示している。また、図10中の破線は、上記従来技術に記載のフィン2（ $t / PL$ が0.03）における伝熱性能を示している。

30

【0041】

図10において、黒丸プロットは、ルーバピッチ $PL$ が異なる各フィン2の伝熱性能の最大値を示しており、一点鎖線は、黒丸プロットを通るグラフ曲線である。また、図10において、黒三角プロットは、上記従来技術に記載のフィン2における伝熱性能の最大値を示している。

【0042】

上述したように、 $t / PL$ を0.1程度とすることで、フィン2の伝熱性能の最大値（以下、フィン伝熱性能最大値ともいう）が最も大きくなるが、図10に示すように、 $t / PL$ を0.035以上、0.29以下とすることで、フィン伝熱性能最大値の95%以上の伝熱性能を確保できる。つまり、 $t / PL$ を0.035以上、0.29以下とすることで、ルーバピッチ $PL$ の微細化によるフィン2の伝熱性能向上効果を充分に得ることができる。

40

【0043】

続いて、本参考例のヒータコアにおける、ルーバピッチ $PL$ とフィン2の伝熱性能との関係を図11に示す。このとき、ヒータコアにおけるフィン2の板厚 $t$ が0.03mmである以外は、図10の条件と同様である。なお、図11の縦軸は、ルーバピッチ $PL$ が0.3mmのフィン2の伝熱性能を100%としたときの、フィン2の伝熱性能比を示している。

【0044】

図11に示すように、ルーバピッチ $PL$ を0.09mmより大きく、かつ、0.62m

50

mより小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の95%以上の伝熱性能を確保できる。

【0045】

続いて、本参考例のヒータコアにおいて、フィン2の板厚tとフィン2の伝熱性能との関係を図12に示す。このとき、ヒータコアにおけるルーバピッチPLが0.3mmである以外は、図10の条件と同様である。なお、図12の縦軸は、板厚tが0.03mmであるフィン2の伝熱性能を100%としたときの、フィン2の伝熱性能比を示している。

【0046】

図12に示すように、フィン2の板厚tを0.006mmより大きく、0.05mmより小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の95%以上の伝熱性能を確保できる。なお、フィン2の板厚tを0.006mmより大きく、0.04mmより小さくすることがより好ましい。

10

【0047】

続いて、本参考例のヒータコアにおいて、フィン高さHfとフィン2の伝熱性能との関係を図13に示す。このとき、ヒータコアにおけるルーバピッチPLが0.3mmであるとともにフィン2の板厚tが0.03mmである以外は、図10の条件と同様である。なお、図13の縦軸は、フィン高さHfが3mmのフィン2の伝熱性能を100%としたときの、フィン2の伝熱性能比を示している。

【0048】

図13に示すように、フィン高さHfを1.4mmより大きく、6.5mmより小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の95%以上の伝熱性能を確保できる。

20

【0049】

続いて、本参考例のヒータコアにおいて、ルーバ23の切り起こし角度θとフィン2の伝熱性能との関係を図14に示す。このとき、ヒータコアにおけるルーバピッチPLが0.3mmであるとともにフィン2の板厚tが0.03mmである以外は、図10の条件と同様である。なお、図14の縦軸は、ルーバ23の切り起こし角度θが32°のフィン2の伝熱性能を100%としたときの、フィン2の伝熱性能比を示している。

【0050】

図14に示すように、ルーバ23の切り起こし角度θを22.5°より大きく、43.5°より小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の95%以上の伝熱性能を確保できる。

30

【0051】

以上説明したように、フィン2の平面部21の板厚tおよびルーバピッチPLを0.035t/PL~0.29の範囲内とすることで、ルーバピッチPLの微細化によるフィン2の伝熱性能向上効果を充分に得ることができる。このため、フィン2の伝熱性能を向上させることが可能となる。

【0052】

また、フィン2の平面部21の板厚tおよびルーバピッチPLを0.035t/PL~0.17の範囲内とすることがより望ましい。このとき、図10に示すように、ルーバピッチPLを0.3mmより大きく、かつ、0.62mmより小さくすることで、フィン2の伝熱性能をさらに向上させることが可能となる。

40

【0053】

(第2参考例)

次に、本発明の第2参考例について図15~図18に基づいて説明する。本第2参考例は、上記第1参考例と比較して、熱交換器用フィンを、水冷式内燃機関を冷却した冷却水と空気との間で熱交換を行うラジエータに搭載されるフィンに適用した点が異なるものである。

【0054】

本参考例のラジエータにおいて、ルーバピッチPLとフィン2の伝熱性能との関係を図15に示す。このとき、ラジエータの大きさは横313mm、縦400mm、幅16mmであり、ラジエータを通過する空気の風速は4m/s、空気温度は20℃、冷却水温度は

50

80 である。また、フィン高さ  $H_f$  は 3 mm、フィン 2 の板厚  $t$  は 0.03 mm、ルーバ 2 3 の切り起こし角度  $\theta$  は 32° である。なお、図 15 の縦軸は、ルーバピッチ  $P_L$  が 0.3 mm のフィン 2 の伝熱性能を 100% としたときの、フィン 2 の伝熱性能比を示している。

【0055】

図 15 に示すように、ルーバピッチ  $P_L$  を 0.09 mm より大きく、0.62 mm より小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の 95% 以上の伝熱性能を確保できる。

【0056】

続いて、本参考例のラジエータにおいて、フィン 2 の板厚  $t$  とフィン 2 の伝熱性能との関係を図 16 に示す。このとき、ラジエータにおけるルーバピッチ  $P_L$  が 0.3 mm である以外は、図 15 の条件と同様である。なお、図 16 の縦軸は、板厚  $t$  が 0.03 mm であるフィン 2 の伝熱性能を 100% としたときの、フィン 2 の伝熱性能比を示している。  
10

【0057】

図 16 に示すように、フィン 2 の板厚  $t$  を 0.006 mm より大きく、0.05 mm より小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の 95% 以上の伝熱性能を確保できる。

【0058】

続いて、本参考例のラジエータにおいて、フィン高さ  $H_f$  とフィン 2 の伝熱性能との関係を図 17 に示す。このとき、ラジエータにおけるルーバピッチ  $P_L$  が 0.3 mm であるとともにフィン 2 の板厚  $t$  が 0.03 mm である以外は、図 15 の条件と同様である。なお、図 17 の縦軸は、フィン高さ  $H_f$  が 3 mm であるフィン 2 の伝熱性能を 100% としたときの、フィン 2 の伝熱性能比を示している。  
20

【0059】

図 17 に示すように、フィン高さ  $H_f$  を 1.4 mm より大きく、6.5 mm より小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の 95% 以上の伝熱性能を確保できる。

【0060】

続いて、本参考例のラジエータにおいて、ルーバ 2 3 の切り起こし角度  $\theta$  とフィン 2 の伝熱性能との関係を図 18 に示す。このとき、ラジエータにおけるルーバピッチ  $P_L$  が 0.3 mm であるとともにフィン 2 の板厚  $t$  が 0.03 mm である以外は、図 15 の条件と同様である。なお、図 14 の縦軸は、ルーバ 2 3 の切り起こし角度  $\theta$  が 32° であるフィン 2 の伝熱性能を 100% としたときの、フィン 2 の伝熱性能比を示している。  
30

【0061】

図 18 に示すように、ルーバ 2 3 の切り起こし角度  $\theta$  を 22.5° より大きく、43.5° より小さくすることで、フィン伝熱性能最大値の 95% 以上の伝熱性能を確保できる。

【0062】

以上説明したように、熱交換器用フィンとして、ラジエータに搭載されるフィンを採用した場合であっても、上記第 1 参考例と同様の効果を得ることが可能となる。

【0063】

(第 1 実施形態)

次に、本発明の第 1 実施形態について図 19 に基づいて説明する。本第 1 実施形態は、上記第 1 参考例と比較して、ルーバ 2 3 の形状が異なるものである。  
40

【0064】

図 19 に示すように、フィン 2 の平面部 2 1 に形成される全てのルーバ 2 3 は、当該平面部 2 1 に垂直な断面の形状が、長方形における 2 つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状になっている。本実施形態では、ルーバ 2 3 の平面部 2 1 に垂直な断面形状が、長方形における 4 つの角部のうち対角線上にある 2 つの角部に相当する部位が円弧状に形成されるとともに、残りの 2 つの角部が直角に形成された形状となっている。

【0065】

より詳細には、上流ルーバ群に属するルーバ 2 3 では、平面部 2 1 に垂直な断面において、長方形における空気流れ上流側の 2 つの角部 2 3 1、2 3 2 (紙面上側の 2 つの角部  
50

)のうち、転向部 26 に近い側の角部 232 が円弧状に形成されている。また、上流ルーバ群に属するルーバ 23 では、平面部 21 に垂直な断面において、長方形における空気流れ下流側の 2 つの角部 233、234 (紙面下側の 2 つの角部) のうち、転向部 26 から遠い側の角部 233 が円弧状に形成されている。

【0066】

一方、下流ルーバ群に属するルーバ 23 では、平面部 21 に垂直な断面において、長方形における空気流れ上流側の 2 つの角部 235、236 (紙面上側の 2 つの角部) のうち、転向部 26 から遠い側の角部 236 が円弧状に形成されている。また、下流ルーバ群に属するルーバ 23 では、平面部 21 に垂直な断面において、長方形における空気流れ下流側の 2 つの角部 237、238 (紙面上側の 2 つの角部) のうち、転向部 26 に近い側の角部 237 が円弧状に形成されている。 10

【0067】

ところで、ルーバ 23 の板厚  $t$  をルーバピッチ  $P_L$  に対して相対的に厚くすると、ルーバ間通路 230 が狭くなる。このため、ルーバ間通路 230 に空気が流入し難くなり、結果的にフィン 2 の伝熱性能が低下する。

【0068】

これに対し、本実施形態のように、ルーバ 23 の平面部 21 に垂直な断面の形状を、長方形における 2 つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状として、ルーバ間通路 230 に空気が流入しやすくなる。これにより、ルーバ 23 の板厚  $t$  をルーバピッチ  $P_L$  に対して相対的に厚くした場合に、フィン 2 の伝熱性能が低下することを抑制できる。 20

【0069】

(第3参考例)

次に、本発明の第3参考例について図 20 に基づいて説明する。本第3参考例は、上記第1実施形態と比較して、ルーバ 23 の形状が異なるものである。

【0070】

図 20 に示すように、本参考例では、フィン 2 の 1 つの平面部 21 に形成される全てのルーバ 23 は、当該平面部 21 に垂直な断面の形状が、長方形における 1 つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状になっている。

【0071】

具体的には、上流ルーバ群に属するルーバ 23 では、平面部 21 に垂直な断面において、長方形における空気流れ上流側の 2 つの角部 231、232 (紙面上側の 2 つの角部) のうち、転向部 26 に近い側の角部 232 が円弧状に形成されている。一方、下流ルーバ群に属するルーバ 23 では、平面部 21 に垂直な断面形状が、長方形における空気流れ上流側の 2 つの角部 235、236 (紙面下側の 2 つの角部) のうち、転向部 26 から遠い側の角部 236 が円弧状に形成されている。 30

【0072】

本参考例では、ルーバ 23 の平面部 21 に垂直な断面の形状を、長方形における 1 つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状としているので、ルーバ間通路 230 に空気が流入しやすくなる。このため、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。 40

【0073】

(他の実施形態および他の参考例)

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。上述の実施形態および参考例は、以下のように種々変形可能である。

【0074】

(1) 上記各実施形態および上記各参考例では、熱交換対象物としてチューブ 1 を採用して、熱交換器としていわゆるフィンアンドチューブ型の熱交換器を採用した例について説明したが、これに限定されない。例えば、熱交換対象物としてパワーカードやインバー 50

タ素子等の発熱する電子部品や機械を採用し、熱交換器として、フィンを当該電子部品に直接接合する構成の熱交換器を採用してもよい。

【0075】

(2) 上記各実施形態および上記各参考例では、熱交換器としてヒータコアまたはラジエータを採用した例について説明したが、熱交換器はこれに限定されない。例えば、熱交換器として、車両用冷凍サイクル(空調装置)内を循環する冷媒と空気とを熱交換して冷媒を冷却する凝縮器や、内燃機関(エンジン)に供給される燃焼用の空気(吸気)を冷却するインタークーラ等を採用してもよい。

【0076】

(3) 上記各実施形態および上記各参考例では、チューブ1の外表面に接合されるフィン(アウターフィン)2にルーバ23を形成した例について説明したが、これに限らず、チューブ1の内部に配置されるインナーフィンにルーバ23を形成してもよい。

10

【0077】

(4) 上記第1実施形態および上記第3参考例では、ルーバ23の平面部21に垂直な断面の形状を、長方形における2つまたは1つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状とした例について説明したが、これに限らず、長方形における3つまたは4つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状としてもよい。

【0078】

すなわち、ルーバ23の平面部21に垂直な断面の形状を、長方形における少なくとも1つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状としてもよい。このとき、長方形における任意の角部を円弧状に形成してもよい。

20

【0079】

(5) 上記第1実施形態および上記第3参考例では、フィン2の平面部21に形成される全てのルーバ23において、平面部21に垂直な断面の形状を、長方形における少なくとも1つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状とした例について説明したが、これに限定されない。すなわち、フィン2の平面部21に形成される複数のルーバ23のうち、少なくとも1つのルーバにおいて、平面部21に垂直な断面の形状を、長方形における少なくとも1つの角部に相当する部位が円弧状に形成された形状としてもよい。

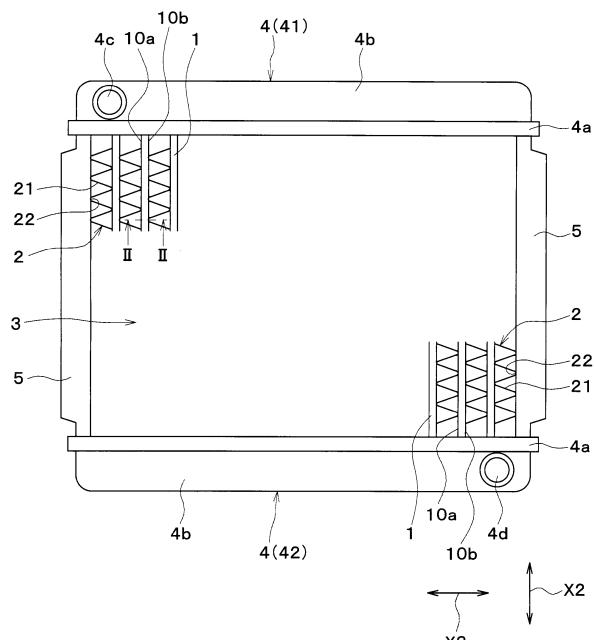
【符号の説明】

【0080】

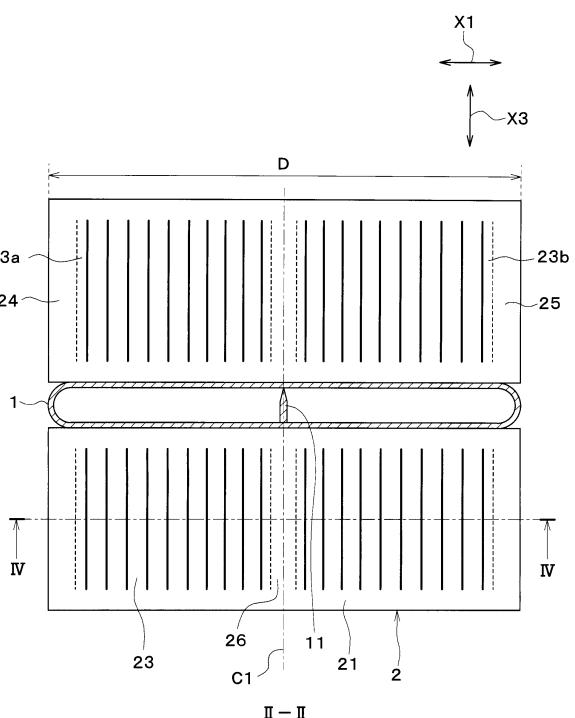
30

- 1 チューブ(熱交換対象物)
- 2 1 平面部
- 2 2 頂部
- 2 3 ルーバ

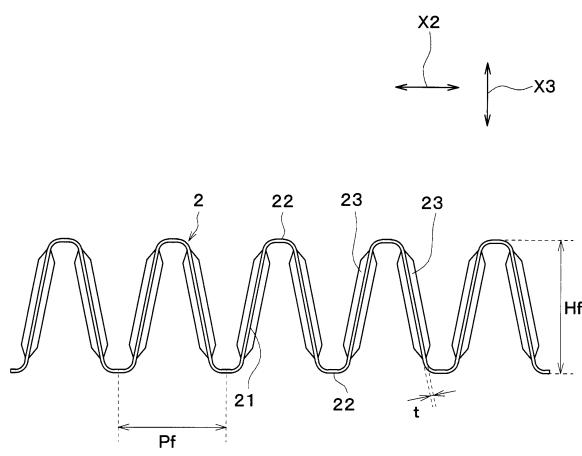
【 図 1 】



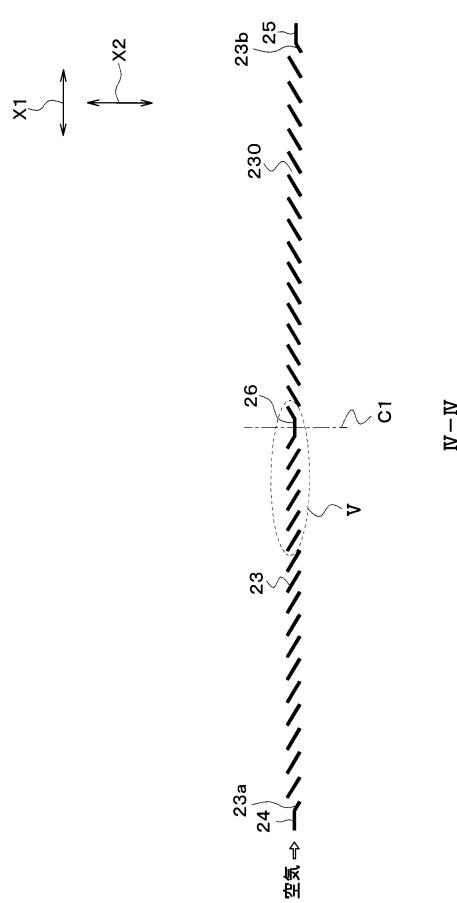
【 図 2 】



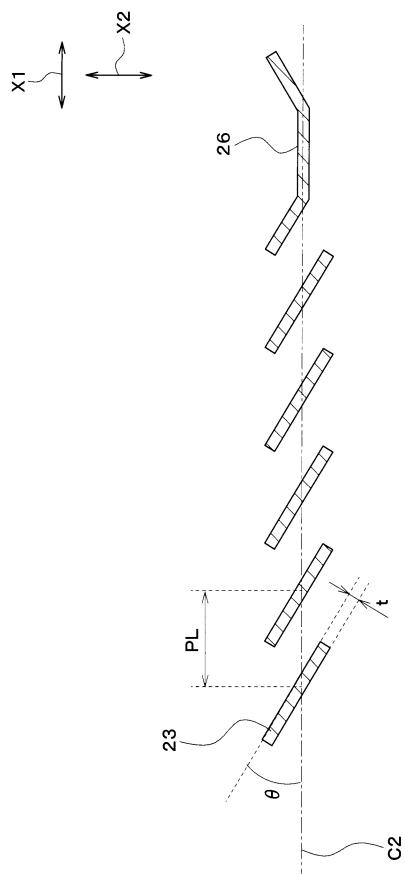
【 四 3 】



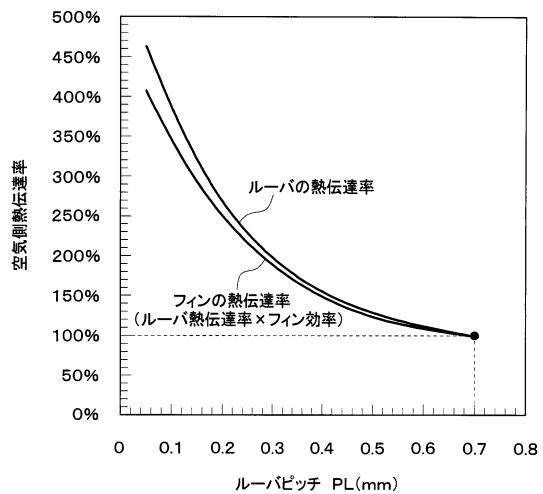
【図4】



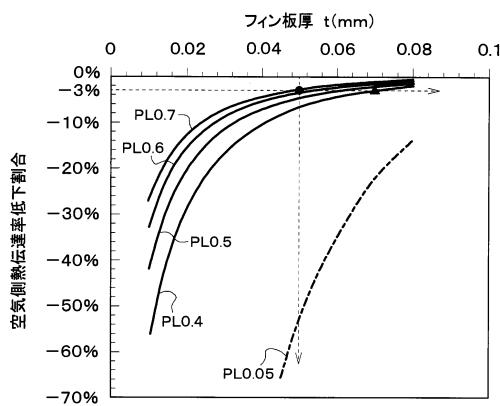
【図5】



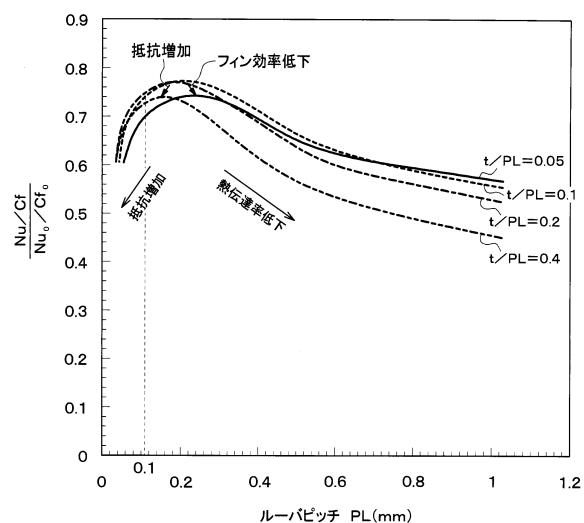
【図6】



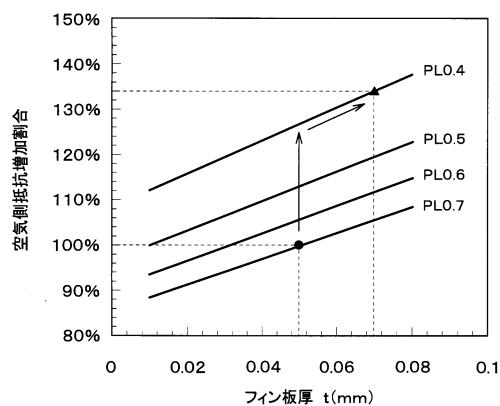
【図7】



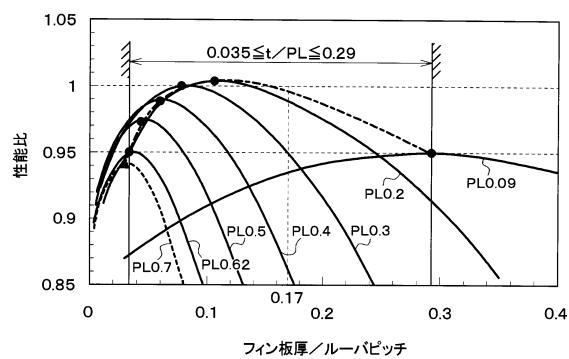
【図9】



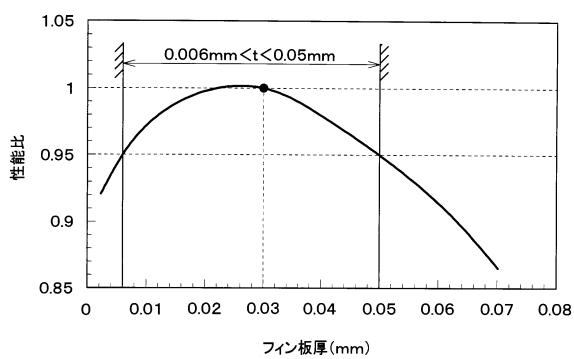
【図8】



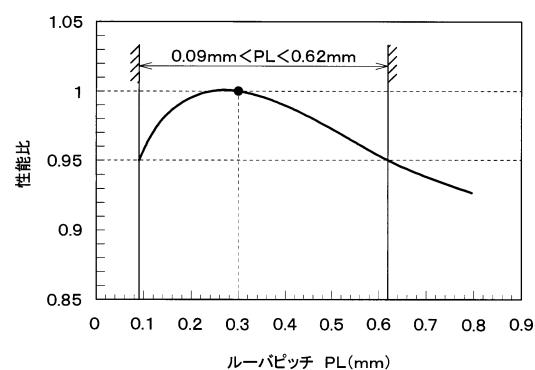
【図10】



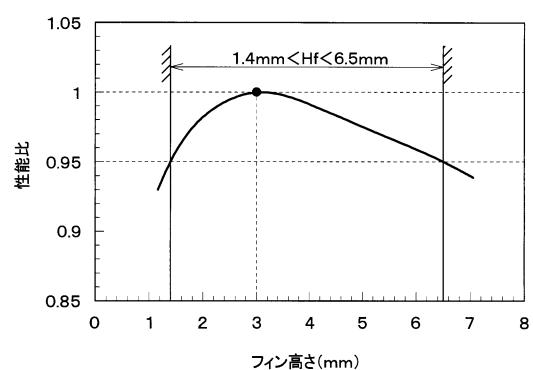
【図12】



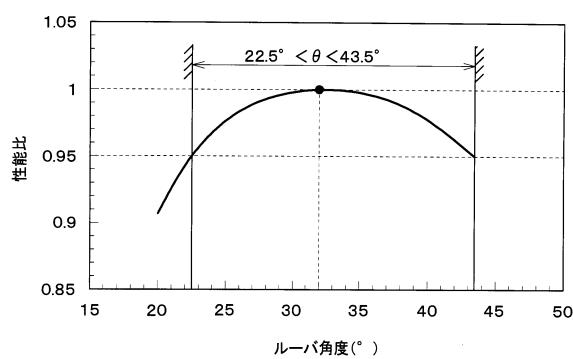
【図11】



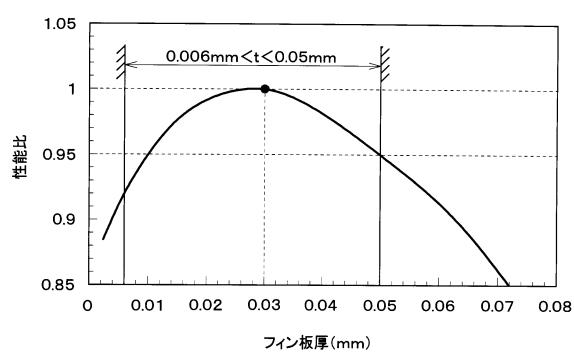
【図13】



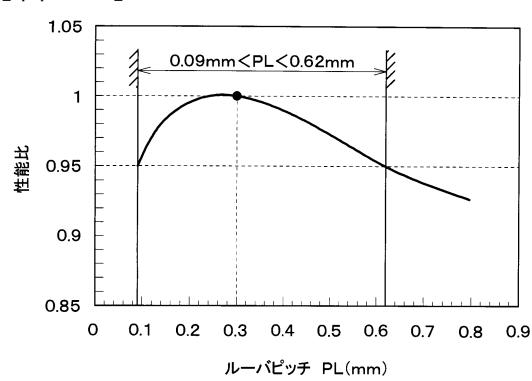
【図14】



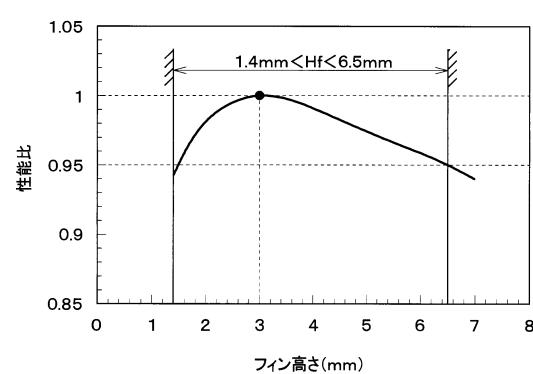
【図16】



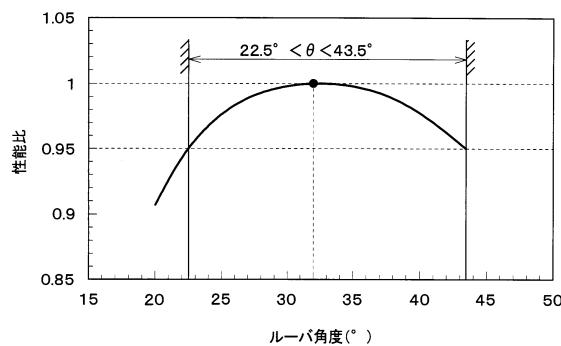
【図15】



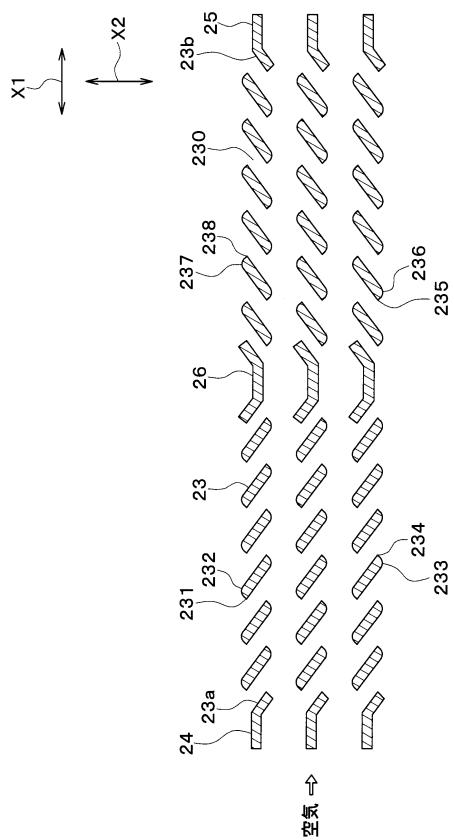
【図17】



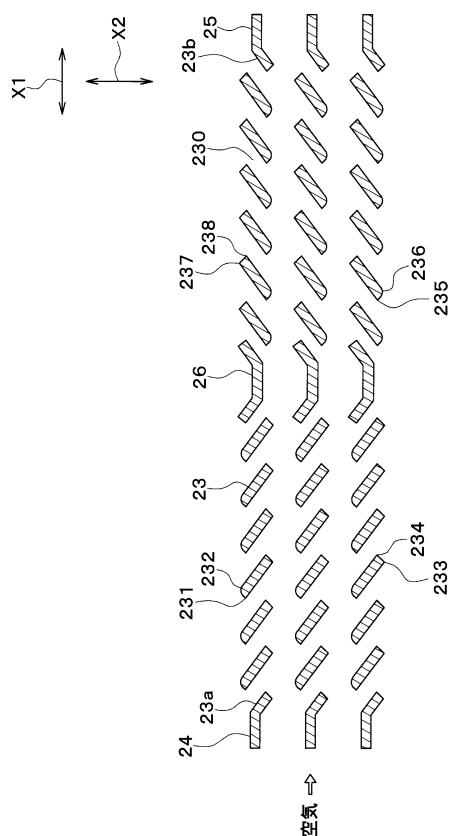
【図18】



【 図 1 9 】



【図20】



---

フロントページの続き

審査官 柿沼 善一

(56)参考文献 特開2007-178015(JP, A)  
特開2011-190966(JP, A)  
特開2004-263881(JP, A)  
特開平07-218174(JP, A)  
特開昭59-215755(JP, A)  
特開2003-017878(JP, A)  
特開2005-327795(JP, A)  
国際公開第2007/091561(WO, A1)  
特開2001-111276(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 28 F 1 / 30  
F 28 D 1 / 053  
F 28 F 1 / 32