

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4982870号
(P4982870)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl. F 1
F 2 8 F 13/12 (2006.01) F 2 8 F 13/12 A

請求項の数 11 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2007-552994 (P2007-552994) (86) (22) 出願日 平成18年12月27日(2006.12.27) (86) 国際出願番号 PCT/JP2006/326387 (87) 国際公開番号 W02007/077968 (87) 国際公開日 平成19年7月12日(2007.7.12) 審査請求日 平成21年12月17日(2009.12.17) (31) 優先権主張番号 特願2005-380338 (P2005-380338) (32) 優先日 平成17年12月28日(2005.12.28) (33) 優先権主張国 日本国(JP)</p>	<p>(73) 特許権者 504182255 国立大学法人横浜国立大学 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 (74) 代理人 100094835 弁理士 島添 芳彦 (72) 発明者 西野 耕一 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人 横浜国立大学内 (72) 発明者 宋 吉達 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79番1号 国立大学法人 横浜国立大学内 審査官 マキロイ 寛清</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 伝熱装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熱搬送流体と伝熱接触する線型又は管状の伝熱体と、
 該伝熱体に対して熱伝達可能に一体化した伝熱フィンと、
 伝熱体近傍を流動する前記熱搬送流体を伝熱体背後の剥離後流領域に導き、該剥離後流領域を減縮するとともに、後方に縦渦流を発生させる伝熱フィン上の縦渦発生翼とを備えた伝熱装置において、

前記伝熱体の各側には、複数の前記縦渦発生翼がスパン方向に配列され、各縦渦発生翼は、前記熱搬送流体を同方向に変向させ、該熱搬送流体を前記伝熱体の後方領域に導くように、互いに平行に配置されるとともに、各縦渦発生翼を乗り越えて後方に流動する前記熱搬送流体が縦渦流を形成するように前記熱搬送流体の上流側に向かって高さが漸減する形態を有し、

隣り合う前記縦渦発生翼は、下流側から見て、該縦渦発生翼の1/3～2/3のスパン方向範囲において互いに重なり合うように配置され、

前記伝熱体の各側に配列された複数の縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体に接近するにつれて前記熱搬送流体の流れ方向後方に段階的且つ相対的にずれるように配置され、前記伝熱体に最も接近した前記縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体の後端部の側方又はその上流側に位置することを特徴とする伝熱装置。

【請求項2】

伝熱効果比(j/j0)が、前記縦渦発生翼を設置した場合の無次元熱伝達率(j)と、該縦渦

発生翼を設置しない場合の無次元熱伝達率(j_0)との比率として定義され、

圧力損失比(f/f_0)が、前記縦渦発生翼を設置した場合の圧力損失係数(f)と、該縦渦発生翼を設置しない場合の圧力損失係数(f_0)との比率として定義され、

レイノルズ数 $Re = 400 \sim 500$ の前記流体に対し、伝熱効果比(j/j_0) 1.40 、伝熱効果比(j/j_0)/圧力損失比(f/f_0) > 1.0 の特性が、前記縦渦発生翼によって設定されたことを特徴とする請求項1に記載の伝熱装置。

【請求項3】

伝熱効果比(j/j_0)が、前記縦渦発生翼を設置した場合の無次元熱伝達率(j)と、該縦渦発生翼を設置しない場合の無次元熱伝達率(j_0)との比率として定義され、

圧力損失比(f/f_0)が、前記縦渦発生翼を設置した場合の圧力損失係数(f)と、該縦渦発生翼を設置しない場合の圧力損失係数(f_0)との比率として定義され、

レイノルズ数 $Re = 300$ の前記流体に対する伝熱性能が、伝熱効果比(j/j_0) 1.30 、伝熱効果比(j/j_0)/圧力損失比(f/f_0) > 1.0 の特性を有し、

前記流体のレイノルズ数が $300 \sim 500$ の範囲内で変化するとき、前記伝熱効果比(j/j_0)が、該レイノルズ数の変化にตอบสนองして、伝熱効果比(j/j_0)/圧力損失比(f/f_0) > 1.5 の範囲内で変化することを特徴とする請求項1に記載の伝熱装置。

【請求項4】

前記縦渦発生翼は、底辺が伝熱フィンの平面に位置する三角形の形態を有し、三角形の斜辺は、熱搬送流体の上流側に向かって傾斜した上縁を構成することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の伝熱装置。

【請求項5】

3対又は4対の前記縦渦発生翼が、伝熱体の両側に対称に配置されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の伝熱装置。

【請求項6】

前記熱搬送流体の流れ方向に対する前記縦渦発生翼の迎え角は、 $10 \sim 45^\circ$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の伝熱装置。

【請求項7】

前記伝熱体は、冷却又は加熱すべき熱媒体流体を流通可能な円形断面の伝熱管からなり、前記縦渦発生翼の全長は、前記伝熱管の半径よりも大きな寸法値に設定されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の伝熱装置。

【請求項8】

前記縦渦発生翼の全長は、前記伝熱管の直径よりも大きな寸法値に設定されることを特徴とする請求項7に記載の伝熱装置。

【請求項9】

熱搬送流体と伝熱接触する線型又は管状の伝熱体と、
該伝熱体に対して熱伝達可能に一体化した伝熱フィンと、
伝熱体近傍を流動する前記熱搬送流体を伝熱体背後の剥離後流領域に導き、該剥離後流領域を減縮するとともに、後方に縦渦流を発生させる伝熱フィン上の縦渦発生翼とを備えた伝熱装置において、

前記伝熱体の各側には、複数の前記縦渦発生翼がスパン方向に配列され、各縦渦発生翼は、前記熱搬送流体を同方向に変向させ、該熱搬送流体を前記伝熱体の後方領域に導くように、互いに平行に配置されるとともに、各縦渦発生翼を乗り越えて後方に流動する前記熱搬送流体が縦渦流を形成するように前記熱搬送流体の上流側に向かって高さが漸減する三角形の形態を有し、

前記伝熱体の各側に配列された複数の縦渦発生翼の後端部及び上流端は夫々、該伝熱体に接近するにつれて前記熱搬送流体の流れ方向後方に段階的且つ相対的にずれるように配置され、前記伝熱体に最も接近した前記縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体の後端部の側方又はその上流側に位置し、前記伝熱体から最も離れた前記縦渦発生翼の上流端は、該伝熱体の上流端よりも上流側に位置することを特徴とする伝熱装置。

【請求項10】

10

20

30

40

50

前記熱搬送流体の流れ方向に対する前記縦渦発生翼の迎え角は、 $10 \sim 45^\circ$ の範囲内に設定されることを特徴とする請求項9に記載の伝熱装置。

【請求項11】

前記伝熱体は円形断面の伝熱管からなり、前記縦渦発生翼の全長は、前記伝熱管の直径よりも大きな寸法値に設定されることを特徴とする請求項9又は10に記載の伝熱装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、伝熱装置に関するものであり、より詳細には、熱搬送流体の剥離抑制手段且つ縦渦発生手段として機能する縦渦発生翼を備えた伝熱装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

一般に、流体を冷却又は加熱する熱交換器は、冷却又は加熱すべき熱媒体流体を流通する伝熱管を備え、伝熱管の周囲に空気等の熱搬送流体を強制流動するように構成される。伝熱管内の熱媒体流体は、伝熱管の管壁を介してなされる熱搬送流体との熱交換により、冷却又は加熱される。このような熱交換器では、熱搬送流体（空気等）の熱抵抗が伝熱性能を支配することから、熱搬送流体と伝熱管との伝熱接触面積を増大させるとともに、伝熱促進を意図した多種多様な形態の伝熱フィンが、伝熱管に取付けられる。

【0003】

例えば、スパイラル形態の金属フィンを金属管に取付け、金属管を千鳥配置又は碁盤目配置に配列した構成を有するハイフィンチューブ形熱交換器や、コンパクト形熱交換器の一種として知られるフィンチューブ形又はプレートフィン・アンド・チューブ形の熱交換器が、各種発電施設の熱媒体循環回路、空気調和設備の熱媒体循環回路、各種内燃機関の冷却水循環回路等に組み込まれる。

20

【0004】

この種の熱交換器は、伝熱管内を流通する熱媒体流体と、管外領域を流動する気流との熱交換により、管内の熱媒体流体を冷却又は加熱する。伝熱フィンは、伝熱管の伝熱面積を増大し、管外気流と管内流体との熱交換効率を向上するように機能する。このような熱交換器において熱交換器の性能向上を図る手段として、多数のディンプル又はスリットをフィンに形成した構造の熱交換器、或いは、伝熱フィンの伝熱効率を向上させることを意図した切り起こし部をフィンに形成した熱交換器が知られている（特開平11-118379号公報、特開平7-217999号公報、特開平8-291988号公報、特開昭61-110889号公報等）。

30

【0005】

このような従来の技術では、フィン形状の改良により伝熱効果を向上するように設計し得たとしても、その反面、熱交換器を流通する気流の圧力損失が大きく増大する。このため、フィン形状の改良により伝熱作用を促進し、同時に、気流の圧力損失を低減し、或いは、これを大きく増大させないようにすることは、現実には困難であると考えられてきた。

【0006】

気流の圧力損失を増大することなく熱交換器の伝熱効果を向上することを意図した技術として、伝熱管背後の死水領域に空気流を噴流させるとともに、伝熱効果を促進するための縦渦流を形成する縦渦発生手段(Vortex Generator)を備えた熱交換器の伝熱装置が、PCT国際公開公報WO2003/014649号に開示されている。この縦渦発生手段は、伝熱管の近傍に配置されたデルタ小翼（三角翼片、delta-winglet）からなり、デルタ小翼は、伝熱管近傍の気流を加速するとともに、デルタ小翼の後方に旋回流を形成し、剥離抑制、死水領域減縮及び縦渦発生の効果によって熱交換器の伝熱作用を促進する。

40

【0007】

上記PCT国際公開公報WO2003/014649号に記載された縦渦発生手段は、一对のデルタ小翼を伝熱管に配置した構成のものであり、伝熱管背後の剥離後流領域を減

50

縮するとともに、デルタ小翼を乗り越えた気流によってデルタ小翼の後方に縦渦流を発生させ、これにより、気流の圧力損失を増大させることなく熱交換器の伝熱効果を促進することを企図したものである。

【0008】

一般に、伝熱促進を図るために気流の流量（流速）を増大させると、気流のレイノルズ数の増大に伴って、気流の圧力損失が大きく増大する。このため、圧力損失増大を抑制しつつ、伝熱促進を図ることは困難であると考えられてきた。しかし、上記構成の縦渦発生手段を設けた熱交換器では、気流のレイノルズ数が増大した場合であっても、圧力損失増大に比べて伝熱促進効果が大きく、これ自体、極めて顕著な作用であると考えられる。しかしながら、この縦渦発生手段は、気流速度が比較的高速に設定される比較的大型の熱交換器においては所期の効果を達成し得るものであったが、気流速度が比較的低速に設定される比較的小型の熱交換器においては、伝熱促進効果が比較的少なく、有益な伝熱性能を発揮し難いと判明した。このため、伝熱効果向上及び圧力損失抑制の両効果を発揮する比較的小型の熱交換器を一对の縦渦発生手段のみによって実現することは困難であると考えられる。

10

【0009】

特開昭61-99097号公報及び特開昭61-91495号公報には、複数の方形起立壁を気流の流れ方向に配列した構成の伝熱装置が開示されている。これらの起立壁が縦渦を発生させたとしても、各起立壁の縦渦は、互いに干渉する。このため、下流側に持続する縦渦の効果は得られず、伝熱装置は、高い伝熱効果を発揮し難い。

20

【0010】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、気流速度を比較的低速に設定した熱交換器において、熱搬送流体の圧力損失の増大を抑制しつつ伝熱効果を促進することができる伝熱装置を提供することにある。

【特許文献1】特開平11-118379号公報

【特許文献2】特開平7-217999号公報

【特許文献3】特開平8-291988号公報

【特許文献4】特開昭61-110889号公報

【特許文献5】WO2003/014649号公報

【特許文献6】特開昭61-99097号公報

【特許文献7】特開昭61-91495号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、上記目的を達成すべく、熱搬送流体と伝熱接触する線型又は管状の伝熱体と、

該伝熱体に対して熱伝達可能に一体化した伝熱フィンと、

伝熱体近傍を流動する前記熱搬送流体を伝熱体背後の剥離後流領域に導き、該剥離後流領域を減縮するとともに、後方に縦渦流を発生させる伝熱フィン上の縦渦発生翼とを備えた伝熱装置において、

40

前記伝熱体の各側には、複数の前記縦渦発生翼がスパン方向に配列され、各縦渦発生翼は、前記熱搬送流体を同方向に変向させ、該熱搬送流体を前記伝熱体の後方領域に導くように、互いに平行に配置されるとともに、各縦渦発生翼を乗り越えて後方に流動する前記熱搬送流体が縦渦流を形成するように前記熱搬送流体の上流側に向かって高さが漸減する形態を有し、

隣り合う前記縦渦発生翼は、下流側から見て、該縦渦発生翼の1/3～2/3のスパン方向範囲（Y方向範囲）において互いに重なり合うように配置され、

前記伝熱体の各側に配列された複数の縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体に接近するにつれて前記熱搬送流体の流れ方向（X方向）後方に段階的且つ相対的にずれるように配置され、前記伝熱体に最も接近した前記縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体の後端部の側方（ス

50

パン方向)又はその上流側に位置することを特徴とする伝熱装置を提供する。

【0012】

本発明は又、熱搬送流体と伝熱接触する線型又は管状の伝熱体と、
該伝熱体に対して熱伝達可能に一体化した伝熱フィンと、
伝熱体近傍を流動する前記熱搬送流体を伝熱体背後の剥離後流領域に導き、該剥離後流領域を減縮するとともに、後方に縦渦流を発生させる伝熱フィン上の縦渦発生翼とを備えた伝熱装置において、

前記伝熱体の各側には、複数の前記縦渦発生翼がスパン方向に配列され、各縦渦発生翼は、前記熱搬送流体を同方向に変向させ、該熱搬送流体を前記伝熱体の後方領域に導くように、互いに平行に配置されるとともに、各縦渦発生翼を乗り越えて後方に流動する前記熱搬送流体が縦渦流を形成するように前記熱搬送流体の上流側に向かって高さが漸減する三角形の形態を有し、

前記伝熱体の各側に配列された複数の縦渦発生翼の後端部及び上流端は夫々、該伝熱体に接近するにつれて前記熱搬送流体の流れ方向後方に段階的且つ相対的にずれるように配置され、前記伝熱体に最も接近した前記縦渦発生翼の後端部は、該伝熱体の後端部の側方又はその上流側に位置し、前記伝熱体から最も離れた前記縦渦発生翼の上流端は、該伝熱体の上流端よりも上流側に位置することを特徴とする伝熱装置を提供する。

【0013】

上記構成の伝熱装置は、複数の縦渦発生翼を伝熱体の各側に夫々有する。縦渦発生翼は、スパン方向に配列される。伝熱体の各側には、複数の縦渦流が、縦渦発生翼の後方に形成される。下流側に並列に延びる複数の縦渦流は、かなりの距離に亘って下流方向に持続し、熱搬送流体と伝熱フィンとの伝熱作用を促進する。縦渦発生翼は又、熱搬送流体を伝熱体の背後領域に案内し、死水領域を減縮し、伝熱体の伝熱効果を促進する。しかも、複数の縦渦発生翼を伝熱体の各側に並列配置した本発明の伝熱装置によれば、気流速度を比較的低速に設定した熱交換器において、熱搬送流体の圧力損失の増大を抑制しつつ、熱搬送流体と伝熱体との伝熱作用を促進することができる。

【0014】

本発明は又、上記構成の伝熱装置において、伝熱効果比(j/j_0)が、縦渦発生翼を設置した場合の無次元熱伝達率(j)と、縦渦発生翼を設置しない場合の無次元熱伝達率(j_0)との比率として定義され、

圧力損失比(f/f_0)が、縦渦発生翼を設置した場合の圧力損失係数(f)と、縦渦発生翼を設置しない場合の圧力損失係数(f_0)との比率として定義され、

レイノルズ数 $Re = 400 \sim 500$ の前記流体に対し、伝熱効果比(j/j_0) 1.40 、伝熱効果比(j/j_0)/圧力損失比(f/f_0) > 1.0 の特性が、前記縦渦発生翼によって設定されたことを特徴とする伝熱装置を提供する。

【0015】

前述の如く、複数の縦渦発生翼は、スパン方向に並列に配置され、下流方向に持続する複数の縦渦流を伝熱体の両側に発生させる。

【0016】

伝熱装置は、レイノルズ数 $Re = 400 \sim 500$ の流体に対し、高い伝熱効果比(j/j_0) 1.40 を発揮するとともに、後述する「正味伝熱促進領域」の特性が得られるように設定される。このような構成の伝熱装置を組み込んだ空調機用熱交換器等においては、気流速度を比較的低速に設定し、騒音を低減することができる。

【0017】

本発明は又、上記構成の伝熱装置において、伝熱効果比(j/j_0)が、縦渦発生翼を設置した場合の無次元熱伝達率(j)と、縦渦発生翼を設置しない場合の無次元熱伝達率(j_0)との比率として定義され、

圧力損失比(f/f_0)が、縦渦発生翼を設置した場合の圧力損失係数(f)と、縦渦発生翼を設置しない場合の圧力損失係数(f_0)との比率として定義され、

レイノルズ数 $Re = 300$ の前記流体に対する伝熱性能が、伝熱効果比(j/j_0) 1.3

10

20

30

40

50

0、伝熱効果比(j / j_0) / 圧力損失比(f / f_0) > 1.0 の特性を有し、

前記流体のレイノルズ数が300～500の範囲内で変化するとき、前記伝熱効果比(j / j_0)が、該レイノルズ数の変化にตอบสนองして、伝熱効果比(j / j_0) / 圧力損失比(f / f_0) > 1.5の範囲内で変化することを特徴とする伝熱装置を提供する。

【0018】

本発明の上記構成によれば、伝熱装置は、レイノルズ数 $Re = 300$ の流体に対して、伝熱効果比(j / j_0) 1.30、伝熱効果比(j / j_0) / 圧力損失比(f / f_0) > 1.0の伝熱性能を有する。流体のレイノルズ数を300から500に増大させると、伝熱効果比(j / j_0)は、圧力損失比(f / f_0)の変化と比較して、その1.5倍以上の割合で変化する。従って、このような伝熱装置においては、流体の流量増大時に圧力損失の変動が比較的少なく、流体の流量増大に対して、主に伝熱効果の増大によってตอบสนองする。このような構成の伝熱装置を組み込んだ空調機用熱交換器等においては、比較的僅かな気流速度の変化によって伝熱性能を大きく変化させることができるので、流量変化に対する伝熱性能の応答性が向上する。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明の好適な実施形態によれば、上記縦渦発生翼は、底辺が伝熱フィンの平面に位置する三角形の形態を有し、三角形の斜辺は、熱搬送流体の上流側に向かって傾斜した上縁を構成する。このような形態の縦渦発生翼に衝突した熱搬送流体は、縦渦発生翼を乗り越える際に大きな流動抵抗を受けることなく、伝熱フィンの表面に比較的近接した位置に縦渦流を形成する。このような縦渦発生翼は、例えば、伝熱フィンの切り起こしにより、伝熱フィンに一体的に形成される。

20

【0020】

好ましくは、3対又は4対の縦渦発生翼が、伝熱体の両側に対称に配置され、各側の縦渦発生翼は、実質的に平行に配置される。熱搬送流体の流れ方向に対する縦渦発生翼の迎え角は、 $5^\circ \sim 60^\circ$ 、好ましくは、 $10 \sim 45^\circ$ 、更に好ましくは、 $10 \sim 30^\circ$ の範囲内に設定される。伝熱体の各側において隣り合う縦渦発生翼は、各縦渦発生翼が発生させた縦渦流が互いに干渉しないようにスパン方向に所定間隔を隔てて配置される。

【0021】

好ましくは、伝熱体に最も接近した縦渦発生翼の位置は、剥離点位置()がよどみ点(E)から 100° 以上の角度位置に顕れるように設定されるとともに、熱搬送流体の流速を加速し、比較的高速の噴流を伝熱体の背後に差し向けるように設定される。伝熱体の背後に流入する熱搬送流体は、伝熱体の背後に所謂「死水領域」が形成されるのを防止し、剥離後流領域を大幅に縮小し又は実質的に消失させる。

30

【0022】

本発明の好適な実施形態において、上記伝熱体は、冷却又は加熱すべき熱媒体流体を流通可能な円形断面の伝熱管(T)からなり、縦渦発生翼の全長(M)は、伝熱管の半径(R)よりも大きな寸法値(所望により、伝熱管の直径(D)よりも大きな寸法値)に設定される。

【0023】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

40

【0024】

図1は、プレートフィン・アンド・チューブ形熱交換器の構造を示す断面図であり、図2は、図1のI-I線における断面図である。

【0025】

熱交換器は、所定の相互間隔を隔てて千鳥配列に配置された複数の伝熱管Tと、伝熱管Tと直交する方向に整列配置された複数のプレートフィンFとを備える。伝熱管T及びフィンFは夫々、同種又は異種金属の成形品からなる。伝熱管Tは、円形断面の熱媒体流路を形成する。伝熱管Tに取付けられたフィンFは、伝熱管Tと熱伝達可能に一体化し、広範な伝熱平面を熱交換器内に形成する。フィンFの間には、冷却用空気流Aを流通可能な

50

流路 P が形成される。

【 0 0 2 6 】

比較的高温の熱媒体流体 L が伝熱管 T 内を流通する。冷却用空気流 A が、熱媒体流体 L を冷却するための熱搬送流体として、伝熱管 T と直交する方向に強制通風される。熱交換器を吹き抜ける空気流 A は、熱搬送流体としてフィン F 及び伝熱管 T の境界層を流動し、フィン F 及び伝熱管 T に伝熱接触して受熱する。受熱後の空気流 A は、熱交換器の下流側排気口（図示せず）から排気される。

【 0 0 2 7 】

熱交換器は、フィン F から隆起する複数の縦渦発生翼 1 0 を備える。縦渦発生翼 1 0 は、伝熱管 T からの空気流 A の剥離を抑制する剥離抑制手段を構成するとともに、気流 A の旋回流を発生させる縦渦発生手段を構成する。

10

【 0 0 2 8 】

図 3 及び図 4 は、図 1 に示す熱交換器の拡大断面図である。図 3 及び図 4 には、縦渦発生翼 1 0 の構造及び位置が具体的に示されている。

【 0 0 2 9 】

各縦渦発生翼 1 0 は、フィン F を局所的に三角形輪郭に切り起こすことによって形成したものであり、縦渦発生翼 1 0 の形態と一致する形態の開口部 1 1 がフィン F に隣接して形成される。各伝熱管 T の両側に配置された縦渦発生翼 1 0 は、流れ方向に延びる伝熱管 T の中心軸線 X - X に対して対称の位置及び形態を有する。

【 0 0 3 0 】

各縦渦発生翼 1 0 は、空気流 A の流れ方向に対して、迎え角 θ をなして傾斜した方向に配向される。伝熱管 T の各側には、4 体の縦渦発生翼 1 0 が夫々配置される。伝熱管 T の片側に配置された複数の縦渦発生翼 1 0 は、同方向（本実施形態では、互いに平行）に配置される。各縦渦発生翼 1 0 の後流側端部 1 2 及び上流側端部 1 6 は、空気流 A の流れ方向に所定距離 N だけずれた位置に位置決めされる。伝熱管 T の近傍に配置された縦渦発生翼 1 0 と、伝熱管 T の管壁との間には、流路幅が後流側に縮小する流路 1 7 が形成される。流路面積を規制された狭小間隙 1 3 が、縦渦発生翼 1 0 の後流側端部 1 2 と伝熱管 T の外周面との間に形成される。伝熱管 T の各側において、この縦渦発生翼 1 0 の外側には、3 体の縦渦発生翼 1 0 が配置され、3 つの並列流路 1 8 が縦渦発生翼 1 0 の間に形成される。各流路 1 8 は、全長に亘って均一な流路幅を有する。

20

【 0 0 3 1 】

空気流 A と直交する方向（スパン方向）において縦渦発生翼 1 0 の端部 1 2 と対向する伝熱管 T の近接点 1 4 が、端部 1 2 から距離 S を隔てて離間する。近接点 1 4 は、伝熱管 T のよどみ点 E から角度 θ_1 を隔てた位置に位置決めされる。後流側端部 1 2 は、図 3 の円筒座標系において、角度 θ_2 （よどみ点 E からの角度 θ_2 ）及び距離 R（後流側端部 1 2 と伝熱管中心との間の距離）の位置に位置決めされる。好ましくは、角度 θ_2 は、 $80^\circ \sim 176^\circ$ の範囲内に設定され、距離 R / 伝熱管半径 R の比は、 $1.05 \sim 2.6$ の範囲内の値に設定される。よどみ点 E を基準とした剥離点 B の角度位置 θ は、 90° 以上の角度位置、例えば、 $100 \sim 135^\circ$ の角度位置に顕れる。

30

【 0 0 3 2 】

図 4 (B) に示すように、各縦渦発生翼 1 0 は、底辺長（脚長）M 及び全高 h の直角三角形の形態を有する。図 3 に示す如く、縦渦発生翼 1 0 と同一形態の開口部 1 1 は、縦渦発生翼 1 0 の底辺に隣接し、縦渦発生翼 1 0 に対して、伝熱管 T と反対の側に位置する。図 4 (A) 及び図 4 (C) に示す如く、縦渦発生翼 1 0 の全高（頂点の高さ）h は、フィン F の間隔（フィンピッチ）P f よりも若干小さく設定される。高さ h は、少なくともフィンピッチ P f の $1/4$ 以上、好ましくは、 $1/2$ 以上の寸法に設定される。

40

【 0 0 3 3 】

図 5 及び図 6 は、縦渦発生翼 1 0 の縦渦効果を説明するための斜視図及び正面図である。

【 0 0 3 4 】

50

空気流 A の一部は、各縦渦発生翼 10 によって変向し、空気流 A f 又は A s として伝熱管 T の背後又は後方に流動する。

【0035】

空気流 A f は、比較的高速の空気噴流として伝熱管 T の背後に差し向けられ、伝熱管 T の死水領域の大部分を吹き払う。このため、図 3 に示す如く、比較的狭小な剥離後流領域 C が伝熱管 T の背後に形成されるにすぎない。

【0036】

空気流 A の残部は、縦渦発生翼 10 に衝突して縦渦発生翼 10 を乗り越え、縦渦発生翼 10 の後方に流動する。縦渦発生翼 10 は、縦渦を発生させる前述のデルタ小翼（三角翼片、delta-winglet）を構成し、縦渦発生翼 10 を乗り越えた空気流は、旋回流 A r を形成する。旋回流 A r は、概ね空気流 A の方向に延びる軸線 Q を中心に旋回する。軸線 Q は、縦渦発生翼 10 の傾斜と関連して、伝熱管 T の側に若干偏向するように後方に延びる。

【0037】

図 6 (A) に示す如く、対をなすデルタ小翼（縦渦発生翼 10）は、一对の軸線 Q を中心とした逆方向の旋回流 A r を縦渦発生翼 10 の間の領域に形成する。この旋回流 A r は、概ね空気流（主流）A の方向に旋回軸を有する螺旋状の渦流、即ち、縦渦流である。時計廻り方向及び反時計廻り方向に回転する左右の旋回流 A r は、その中間領域において、共に吹き上がる流れ（共にフィン F の表面から離れる方向の流れ、Common-Flow-Up Vortices）を形成する。各旋回流 A r は、互いに旋回流を強める方向（旋回流を互いに打ち消し合うことがない方向）に回転するので、旋回流 A r は、縦渦発生翼 10 のかなり後方まで持続する。

【0038】

本実施形態では、伝熱管 T の片側に 4 体の縦渦発生翼 10 が設けられ、各縦渦発生翼 10 は、図 6 (B) に示す如く、旋回流 A r を夫々形成する。図 5 に示すように、複数の縦渦発生翼 10 は、複数の旋回流 A r を形成し、旋回流 A r は、後方に並列に延びる。縦渦発生翼 10 の位置及び形態は、隣接する旋回流 A r 同士が互いに干渉して縦渦効果を打ち消し合うことがないように設定される。図 3 に示すように、隣り合う縦渦発生翼 10 は、空気流 A の流れ方向（図 10 ~ 15 に示す X 方向）に距離 N だけずれた位置（オフセット位置）に位置決めされるとともに、空気流 A の流れ方向と直交する方向（伝熱管 T のスパン方向（図 10 ~ 15 に示す Y 方向））に間隔 W 1 だけ離間した位置に位置決めされる。間隔 W 1 は、例えば、縦渦発生翼 10 のスパン方向寸法 W 2 の約 1 / 2 に設定される。好ましくは、W 1 / W 2 は、1 / 3 ~ 2 / 3 の範囲内に設定される。

【0039】

次に、上記縦渦発生翼 10 の作用について説明する。

【0040】

図 3 に示すように、空気流 A は、伝熱管 T 及び縦渦発生翼 10 の間の流路 17 に流入する。流路 17 を流通する空気流 A は、縦渦発生翼 10 と伝熱管 T との間の流路幅（流路 17 の幅）が縦渦発生翼 10 の傾斜に従って徐々に縮小するにつれて、方向を変化させながら加速し、空気流 A f として間隙 13 から後方に噴流する。間隙 13 の噴流は、概ね、近接点 14 の接線方向に差し向けられる。

【0041】

縦渦発生翼 10 は、空気流 A を加速し、流れを安定させるばかりでなく、伝熱管 T の管壁表面に沿う方向に空気流 A を案内し、空気流 A f の噴流方向を規制する。空気流 A を誘導する縦渦発生翼 10 の作用により、伝熱管 T からの空気流 A の剥離現象が抑制され、剥離発生は、遅延する。この結果、剥離点 B の位置は、縦渦発生翼 F を設けない場合と対比すると、かなり後方に移動する。よどみ点 E を基準とした剥離点 B の角度位置は、例えば、100 ~ 135 ° の位置に顕れる。空気流 A は、剥離点 B が後方に移行する結果、伝熱管 T の背後に円滑に回り込み、空気流 A の圧力損失は、低減する。従って、伝熱管 T に隣接した縦渦発生翼 10 は、剥離点 B の位置を制御する剥離位置制御手段として働き、剥離点 B の位置は、縦渦発生翼 10 の形状及び位置により決定される。

【 0 0 4 2 】

縦渦発生翼 10 の高さ h は、フィンピッチ P_f よりも小さく設定されるので、縦渦発生翼 10 の上縁 15 (図 4) と、フィン F との間には、図 4 に示すように、隙間 G が形成される。流路 17 に流入した空気流 A の一部は、縦渦発生翼 10 を乗り越えて縦渦発生翼 10 の背後に回り込み、前述の如く、縦渦発生翼 10 の背後に縦渦流 A_r を発生させる。縦渦発生翼 10 は、空気流 A に対して迎え角 θ をなして配向され、隙間 G は、空気流 A に対して角度 θ 方向に延びるので、縦渦流 A_r は、縦渦発生翼 10 により、伝熱管 T に若干接近するように偏向する。

【 0 0 4 3 】

空気流 A は又、縦渦発生翼 10 の間の流路 18 に流入する。流路 18 を流通する空気流 A は、縦渦発生翼 10 の傾斜に従って伝熱管 T 側に変向し、空気流 A_s として縦渦発生翼 10 の後方に流出する。

10

【 0 0 4 4 】

流路 18 に流入した空気流 A の一部は、縦渦発生翼 10 を乗り越えて縦渦発生翼 10 の背後に回り込み、図 5 に示すように、縦渦発生翼 10 の背後に旋回流 (縦渦) A_r を発生させる。縦渦発生翼 10 は、空気流 A に対して迎え角 θ をなして配向されているので、旋回流 A_r は、縦渦発生翼 10 により、伝熱管 T の側に若干偏向する。

【 0 0 4 5 】

伝熱装置の熱伝達率分布より、各々の旋回流 A_r が、かなりの距離に亘って下流方向に持続することが確認された。従って、伝熱装置の伝熱促進効果は、各旋回流 A_r の伝熱促進効果を総合した総括的な伝熱促進効果として近似的に把握し得る。また、左右一对の縦渦発生翼 10 のみを備えた伝熱装置 (図 8 に示す比較例 1) と比べ、伝熱管 T の死水領域が更に縮小することが、伝熱装置の熱伝達率分布より判明した。これは、複数の流路 18 から後方に夫々噴流する気流の影響、複数の旋回流 A_r の作用、フィン F の表面を内方に向かって流動する気流 A_p (図 6) の影響等によるものと考えられる。

20

【 0 0 4 6 】

このような伝熱装置の総括的な伝熱促進効果は、縦渦発生翼 10 の形状・寸法及び配置等より、予測可能であると考えられる。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、縦渦発生翼 10 の伝熱効果比及び圧力損失比を示す線図である。図 8 ~ 図 15 は、縦渦発生翼 10 の各種配列を示す概略断面図及び斜視図である。図 8 ~ 図 15 に示す熱交換器は、伝熱管 T を千鳥配列に配置した構成を有する。なお、図 8 ~ 図 15 には、気流 A 方向に設定した X 軸と、気流 A 方向と直交する方向 (伝熱管 T のスパン方向) に設定した Y 軸とが示されている。また、図 8 ~ 図 15 の斜視図には、伝熱管 T を挿通可能なカラー部 U のみが図示されている。

30

【 0 0 4 8 】

図 8 には、PCT 国際公開公報 $WO2003/014649$ 号に開示された伝熱装置と実質的に同じ構成を有する伝熱装置が、比較例 1 として示されている。比較例 1 では、伝熱装置を構成する左右一对の縦渦発生翼 10 が、上流側の伝熱管 T の両側に配置される。縦渦発生翼 10 の上流端 16 の座標 X_3 は、伝熱管 T の上流端 (よどみ点 E) の座標 X_1 よりも上流側に位置し、縦渦発生翼 10 の下流端 12 の座標 X_4 は、伝熱管 T の下流端の座標 X_2 よりも上流側に位置する。縦渦発生翼 10 の全長 M は、伝熱管 T の直径 D と概ね同等の寸法に設定される。

40

【 0 0 4 9 】

図 9 には、3 体の縦渦発生翼 10 を気流 A の流れ方向に整列配置した構成の伝熱装置が、比較例 2 として示されている。縦渦発生翼 10 は、上流側及び下流側の伝熱管 T の双方に配置されている。

【 0 0 5 0 】

図 10 ~ 図 15 には、複数の縦渦発生翼 10 を伝熱管 T の各側に配置した伝熱装置が、本発明の実施例 1 ~ 3 及び参考例 1 ~ 3 として示されている。図 10 ~ 図 15 の各図にお

50

いて、(A)図には、上流側の伝熱管Tだけに縦渦発生翼10を配置した伝熱装置が示されており、(B)図及び(C)図には、上流側及び下流側の伝熱管Tの双方に縦渦発生翼10を配置した伝熱装置が示されている。

【0051】

図10に示す伝熱装置(参考例1)は、左右二対の縦渦発生翼10を各伝熱管Tに配置した構成を有し、図11、図12及び図15に示す伝熱装置(実施例1、参考例2、3)は、左右三対の縦渦発生翼10を各伝熱管Tに配置した構成を有する。また、図13及び図14に示す伝熱装置(実施例2、3)は、左右四対の縦渦発生翼10を各伝熱管Tに配置した構成を有する。

【0052】

図10、図12及び図15に示す伝熱装置(参考例1、2、3)においては、縦渦発生翼10は、スパン方向に整列し、各縦渦発生翼10の端部16、12は、同一のX座標X3、X4を夫々有する。縦渦発生翼10の上流端16の座標X3は、参考例1及び2においては、伝熱管Tの上流端の座標X1よりも上流側に位置し、参考例3においては、伝熱管Tの上流端の座標X1と概ね同じ位置に位置する。縦渦発生翼10の下流端12の座標X4は、伝熱管Tの下流端の座標X2よりも上流側に位置する。

【0053】

他方、図11、図13及び図14に示す伝熱装置(実施例1、2、3)では、縦渦発生翼10の配列は、縦渦発生翼10が伝熱管Tに接近するにつれて段階的に後方にずれる(オフセットする)ように設定される。伝熱管Tに最も接近した縦渦発生翼10の端部12は、伝熱管Tの下流端の座標X2と同一又はこれより若干上流側の座標X4を有し、隣り合う縦渦発生翼10は、X軸方向に距離Nだけずれた位置に配置される。図11及び図14に示す縦渦発生翼10(実施例1、3)は、伝熱管Tの直径Dと概ね同等の全長Mを有し、図13に示す縦渦発生翼10(実施例2)は、伝熱管Tの半径Rと概ね同等又は半径Rよりも小さい全長Mを有する。

【0054】

図7(A)には、比較例1(図8)、参考例1、2及び実施例1~3(図10~図14)に示す各伝熱装置の伝熱効果比及び圧力損失比が示されている。図7(A)の縦軸 j/j_0 は、縦渦発生翼10を設置した場合の無次元熱伝達率(j)と、縦渦発生翼を設置しない場合(即ち、平板状のフィンF)の無次元熱伝達率(j_0)との比率(伝熱効果比)であり、これは、縦渦発生翼10の伝熱促進効果を示す指標である。図7(A)に示す縦軸 f/f_0 は、縦渦発生翼10を設置した場合の圧力損失係数(f)と、縦渦発生翼を設置しない場合の圧力損失係数(f_0)との比率(圧力損失比)であり、これは、縦渦発生翼10の圧力損失増大作用を示す指標である。

【0055】

図7に示す試験結果は、気流Aとして、レイノルズ数 $Re = 400$ が得られるように流体速度を設定した気流を用いたものである。

【0056】

図7(A)に示す如く、左右一対の縦渦発生翼10を上流側の伝熱管Tに配置した熱交換器(比較例1)においては、伝熱効果比(j/j_0)が1.2を下回っており、有益な伝熱促進効果が得られない。

【0057】

これに対し、複数の縦渦発生翼10を伝熱管Tの各側に配置した伝熱装置(参考例1、2、実施例1~3)においては、伝熱効果比(j/j_0)が1.2を上回っており、中には、伝熱効果比(j/j_0)が1.4を超えるものもあり、有益な伝熱促進効果が得られる。

【0058】

理解を容易にするために、伝熱効果比と圧力損失比との差($j/j_0 - f/f_0$)を図7(B)に示す。図7(B)に示す線図の縦軸は、($j/j_0 - f/f_0$)の値である。図7(B)に示す如く、比較例の伝熱装置と比べ、参考例1、2、実施例1~3の伝熱装置では、圧力損失の増大を比較的抑制した状態で伝熱効果を向上することができる。殊に、実施例1、

10

20

30

40

50

3 及び参考例 2 においては、伝熱効果比と圧力損失比との差 ($j/j_0 - f/f_0$) が顕著に現れており、これは、圧力損失の増大を抑制しつつ伝熱効果を大きく向上し得ることを意味する。

【 0 0 5 9 】

実施例 1、3、参考例 2 は、伝熱管 T に左右三対又は左右四対の縦渦発生翼 10 を配設した熱交換器である。殊に、上流側及び下流側の伝熱管 T の双方に縦渦発生翼 10 を配置した実施例 1、3 の伝熱装置 (図 1 1 (B)、図 1 4 (B)) では、圧力損失を増大させずに伝熱効果を向上する効果が、かなり顕著に現れる。

【 0 0 6 0 】

また、実施例 2 及び実施例 3 の対比より明らかとなり、圧力損失の増大を抑制しつつ伝熱効果を向上させるには、縦渦発生翼 10 の全長 M を比較的大きな寸法に設定することが望ましく、従って、縦渦発生翼 10 の全長 M は、伝熱管 T の半径 R よりも大きな寸法に好ましく設定される。

【 0 0 6 1 】

図 1 6 は、伝熱効果比 (j/j_0) と圧力損失比 (f/f_0) との関係を示す線図である。

【 0 0 6 2 】

図 1 6 において、伝熱効果比 (j/j_0) : 圧力損失比 (f/f_0) = 1 : 1 の直線 (角度 45 度の中立直線) は、翼、突起等の設置によって伝熱効果が向上するものの、圧力損失も同等に増大する特性を示す。通常は、平板状のフィン F に翼、突起等を突設した場合、熱伝達率 (j) の向上よりも圧力損失係数 (f) の増大が相対的に大きく、(j/j_0) / (f/f_0) は、「通常領域」の値を指示する。

【 0 0 6 3 】

他方、図 1 6 に示す「正味伝熱促進領域」は、平板状のフィン F に翼、突起等を突設した場合、圧力損失係数 (f) の増大よりも熱伝達率 (j) の増大が相対的に大きく、(j/j_0) / (f/f_0) の値が 1 を超える領域である。

【 0 0 6 4 】

通常は、伝熱促進のために空気流の流量を増大させると、空気流のレイノルズ数増大に伴って、伝熱装置の特性が「通常領域」 ($(j/j_0) / (f/f_0) < 1$) に移行する。しかし、空気流のレイノルズ数が増大するにもかかわらず、伝熱装置の特性が「正味伝熱促進領域」 ($(j/j_0) / (f/f_0) > 1$) に移行するとすれば、このような伝熱装置を備えた熱交換器は、流量増大時に、圧力損失の増大を抑制しつつ高い伝熱効果を発揮し得る。また、レイノルズ数 $Re = 500$ の空気流に関し、このような効果が得られるとすれば、低騒音の空調機用熱交換器等を実現することが可能となる。

【 0 0 6 5 】

図 1 7 は、レイノルズ数 $Re = 100$ 、 200 、 300 、 400 、 500 の空気流 A に関し、比較例 1 及び 2 の伝熱装置における (j/j_0) / (f/f_0) の値をプロットした (j/j_0) / (f/f_0) 線図である。

【 0 0 6 6 】

図 1 7 に示すように、比較例 1 及び 2 の伝熱装置では、縦渦発生翼 10 を平板状のフィン F に突設したにもかかわらず、特性線 A の勾配が大きく、 $Re = 300$ の空気流の (j/j_0) / (f/f_0) は、「正味伝熱促進領域」の値を指示する。しかしながら、比較例 1 及び 2 の伝熱装置においては、 $Re = 400$ の空気流の伝熱効果比 (j/j_0) は、 $j/j_0 < 1.3$ の「低効率伝熱促進領域」にあるにすぎず、 $Re = 500$ の空気流に関しても、遷移領域 ($1.3 < j/j_0 < 1.4$) の性能が得られるにすぎない。

【 0 0 6 7 】

図 1 8 は、レイノルズ数 $Re = 100$ 、 200 、 300 、 400 、 500 の空気流 A に関し、参考例 1、2、実施例 1 ~ 3 の伝熱装置における (j/j_0) / (f/f_0) の値をプロットした (j/j_0) / (f/f_0) 線図である。図 1 9 は、図 1 8 を部分拡大して示す線図である。図 1 8 には、同一実施例における (j/j_0) / (f/f_0) の変化を示す特性線 B が示され、図 1 9 には、同一レイノルズ数における (j/j_0) / (f/f_0) の変化を示す特性線 C

10

20

30

40

50

が示されている。

【0068】

図19に示すように、参考例1、2、実施例1～3の伝熱装置においては、 $Re = 100$ の空気流の場合を除き、全ての $(j/j_0)/(f/f_0)$ の値は、「正味伝熱促進領域」にある。しかも、 $Re = 300$ の空気流の $(j/j_0)/(f/f_0)$ は、一部の値が「遷移領域」であるものの、概ね $j/j_0 = 1.4$ の「高効率伝熱促進領域」である。即ち、上記参考例1、2、実施例1～3の伝熱装置は、低レイノルズ数の空気流に関し、高い熱伝達率(j)を発揮する。

【0069】

図18に示す特性線Bの勾配は、概ね約60度を超えており、中立線の勾配(角度45度)を遥かに超える。即ち、空気流のレイノルズ数が増大すると、伝熱効果比(j/j_0)が、レイノルズ数の変化に应答して、伝熱効果比(j/j_0)/圧力損失比(f/f_0) > 1.5 の範囲内で変化する。従って、参考例1、2、実施例1～3の伝熱装置によれば、圧力損失比(f/f_0)の増大に比べて、伝熱効果比(j/j_0)が相対的に大きく増大するので、伝熱性能を向上させるために空気流の流量(流速)を増大させると、圧力損失の増大又は応答が比較的少ないにもかかわらず、伝熱効果が大きく増大し又は応答する。このような伝熱装置を備えた熱交換器では、流量(流速)変動に対し、圧力損失の変動が比較的少なく、主に伝熱性能が応答し、比較的大きく変動する。かくして、上記参考例1、2、実施例1～3の伝熱装置によれば、低レイノルズ数の空気流の流量を変化させることで、圧力損失を抑制しつつ、伝熱効果を大きく変化させることができる。

【0070】

以上、本発明の好適な実施形態及び実施例について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の範囲内で種々の変形又は変更が可能であり、該変形例又は変更例も又、本発明の範囲内に含まれるものであることは、いうまでもない。

【0071】

例えば、上記実施例の熱交換器は、比較的高温の熱媒体流体を伝熱管Tに流通させ、冷却用空気流(熱搬送流体)を流路Pに通風する構成のものであるが、熱媒体流体及び熱搬送流体の種類及び相対温度は、任意に設定することができ、例えば、低温の熱媒体流体を伝熱管Tに流通させ、高温空気流を流路Pに通風する構成の熱交換器に本発明を適用しても良い。

【0072】

また、伝熱管T内を流通する熱媒体流体や、流路Pを流通する熱搬送流体として、任意の成分又は物性の流体を使用することができる。

【0073】

更に、伝熱管Tの断面形状は、円形断面に限定されるものではなく、角形断面、長円形断面又は楕円形断面等であっても良い。

【0074】

また、本発明の構成は、熱搬送流体と伝熱接触する線型の熱伝達部材と、線型部材に熱伝達可能に一体化した平面的伝熱フィンとを備えた任意の形式の伝熱装置に適用し得るものである。

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明の伝熱装置は、熱交換器の伝熱部、殊に、プレートフィン・アンド・チューブ形熱交換器の伝熱部として好ましく使用し得る。本発明の伝熱装置は、熱搬送流体の圧力損失の増大を抑制しつつ、伝熱作用を促進するが、このような本発明の効果は、殊に、熱搬送流体の流体速度を比較的低速に設定した熱交換器において顕著である。従って、本発明は、気流速度を比較的低速に設定した熱交換器、例えば、小型空調設備の熱交換器等において殊に有利に採用される。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0076】

【図1】図1は、プレートフィン・アンド・チューブ形熱交換器の構造を示す横断面図である。

【図2】図2は、図1のI-I線における熱交換器の断面図である。

【図3】図3は、縦渦発生翼の構造及び位置を示す熱交換器の拡大横断面図である。

【図4】図4は、図3のII-II線、III-III線及びIV-IV線における断面図である。

【図5】図5は、縦渦発生翼の縦渦効果を説明するための概略斜視図である。

【図6】図6は、縦渦発生翼の縦渦効果を説明するための概略背面図である。

【図7】図7は、レイノルズ数 $Re = 400$ における縦渦発生翼の伝熱効果比及び圧力損失比を示す線図である。

10

【図8】図8は、比較例1の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図9】図9は、比較例2の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図10】図10は、参考例1の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図11】図11は、実施例1の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図12】図12は、参考例2の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

20

【図13】図13は、実施例2の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図14】図14は、実施例3の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図15】図15は、参考例3の伝熱装置における縦渦発生翼の配列を示す概略断面図及び斜視図である。

【図16】図16は、伝熱効果比 (j/j_0) と圧力損失比 (f/f_0) との関係を示す線図である。

【図17】図17は、レイノルズ数 $Re = 100 \sim 500$ の空気流に関し、比較例1及び2の伝熱装置における $(j/j_0) / (f/f_0)$ の値をプロットした $(j/j_0) / (f/f_0)$ 線図である。

30

【図18】図18は、レイノルズ数 $Re = 100 \sim 500$ の空気流に関し、実施例1~3及び参考例1~3の伝熱装置における $(j/j_0) / (f/f_0)$ の値をプロットした $(j/j_0) / (f/f_0)$ 線図である。

【図19】図19は、図18を部分拡大して示す線図である。

【符号の説明】

【0077】

10 縦渦発生翼

11 開口部

12 後流側端部

13 間隙

14 近接点

15 上縁

16 上流側端部

17 流路

18 並列流路

迎え角

A 冷却用空気流

A r 旋回流

B 剥離点

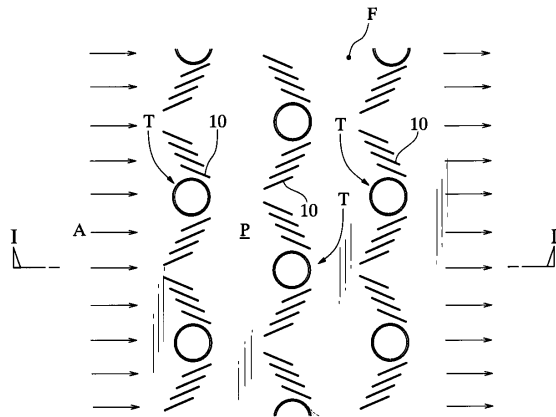
40

50

- C 剥離後流領域
- T 伝熱管
- F プレートフィン
- P 流路
- L 熱媒体流体
- N 距離
- W 1 間隔
- W 2 スパン方向寸法

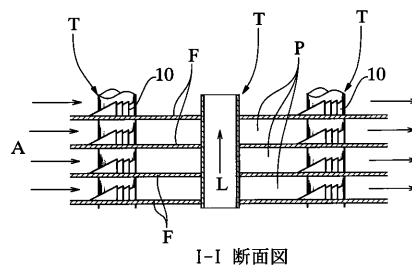
【 図 1 】

FIG.1



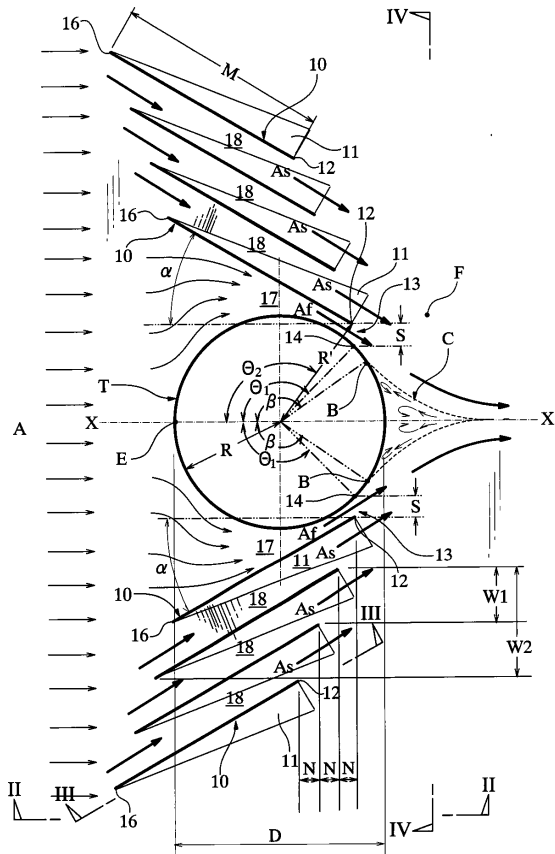
【 図 2 】

FIG.2



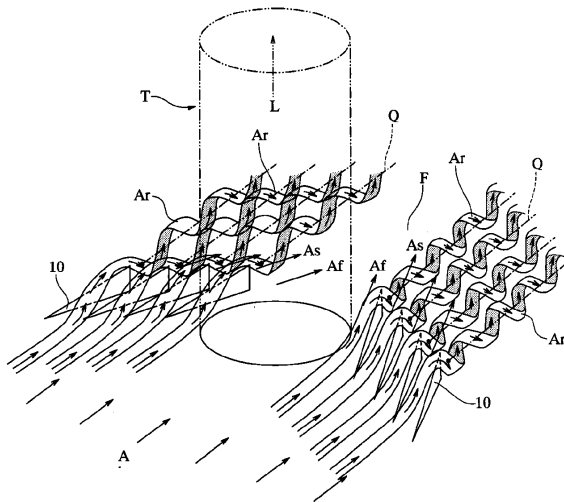
【 図 3 】

FIG.3



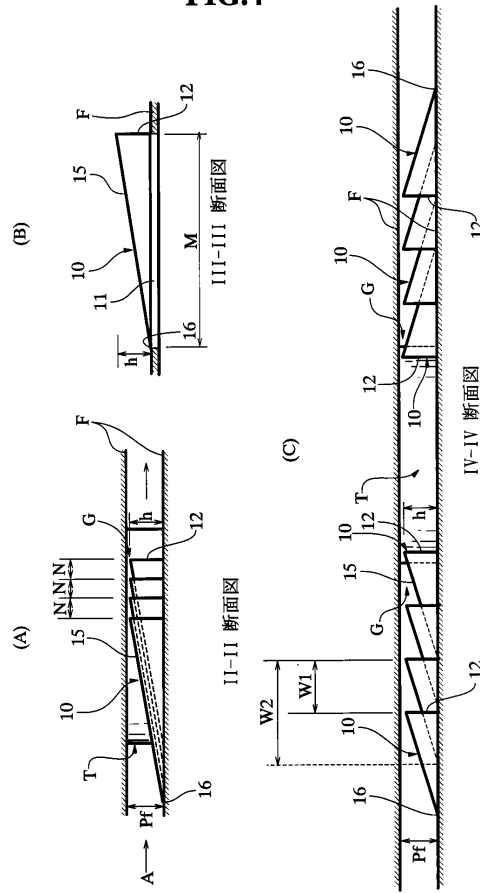
【 図 5 】

FIG.5



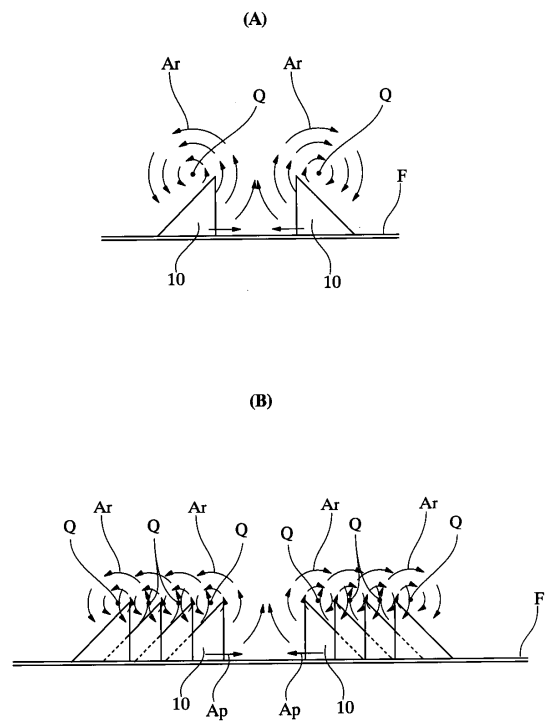
【 図 4 】

FIG.4

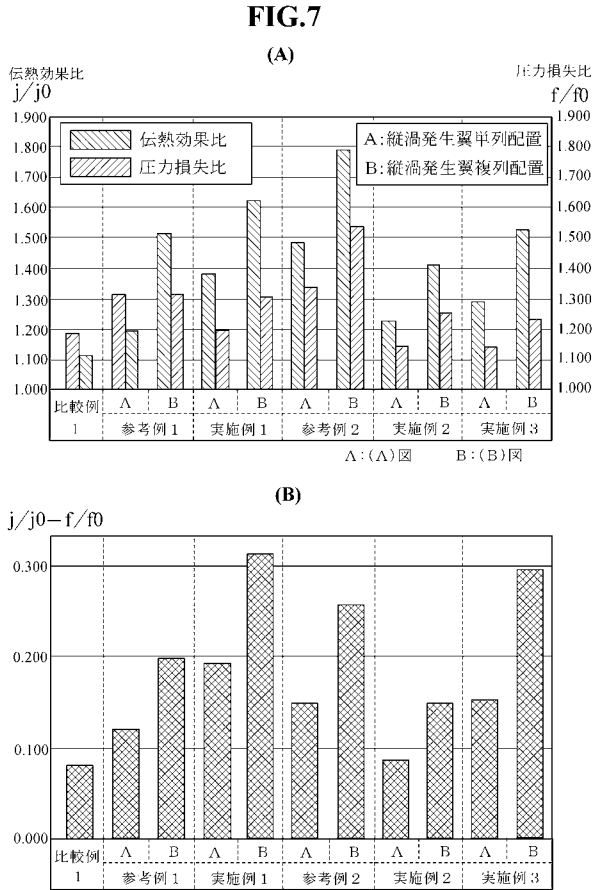


【 図 6 】

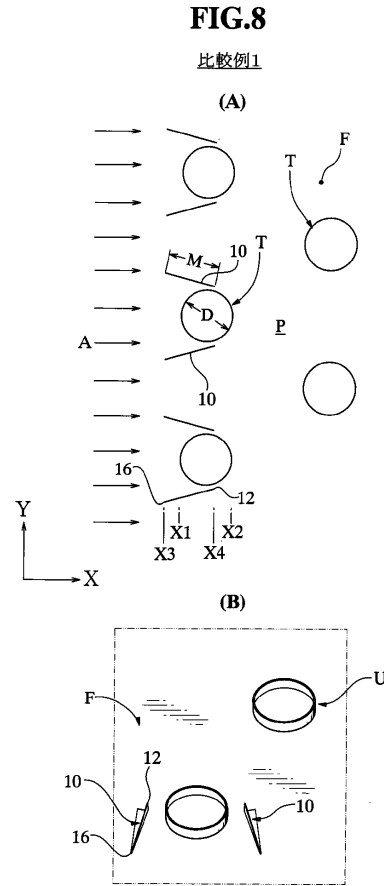
FIG.6



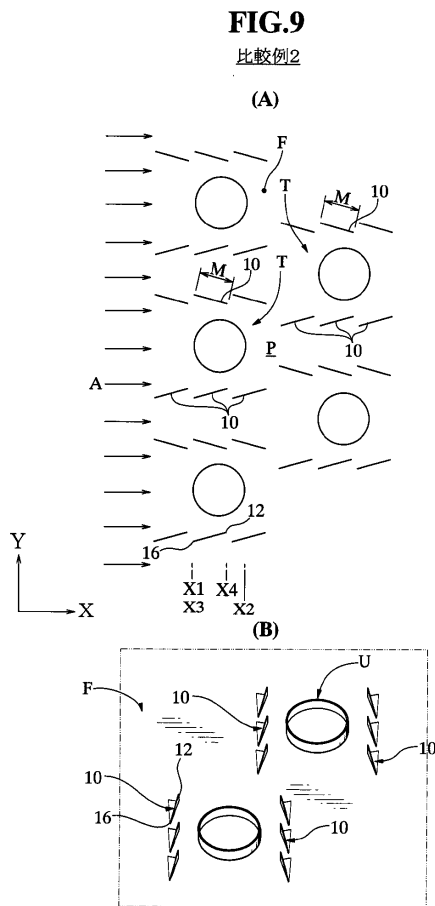
【 図 7 】



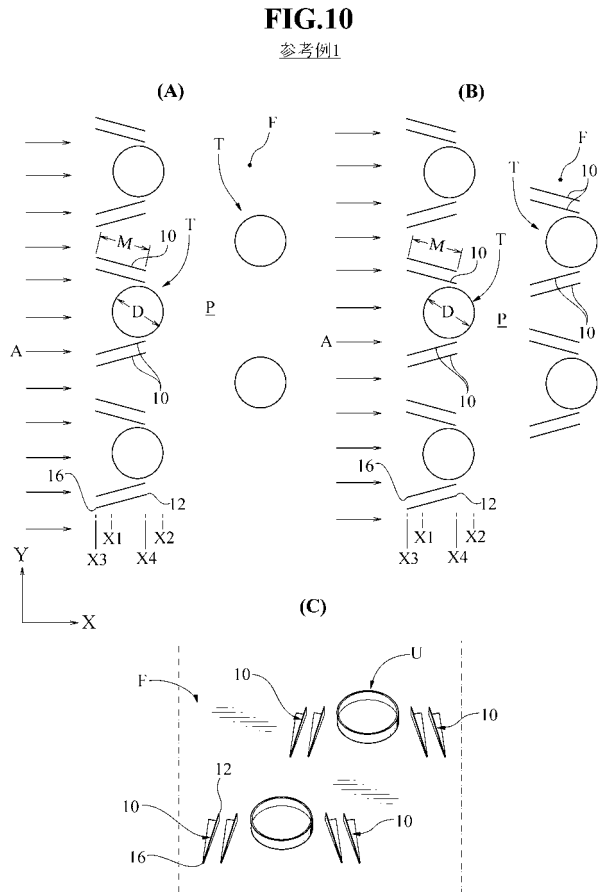
【 図 8 】



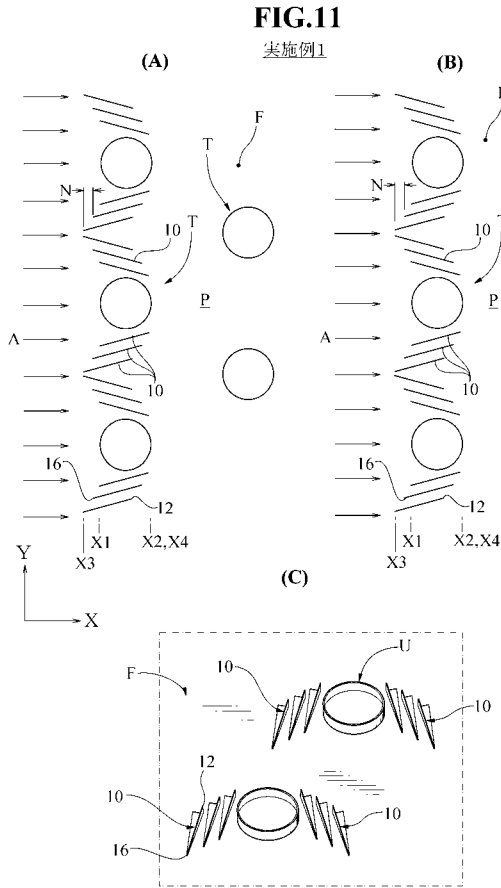
【 図 9 】



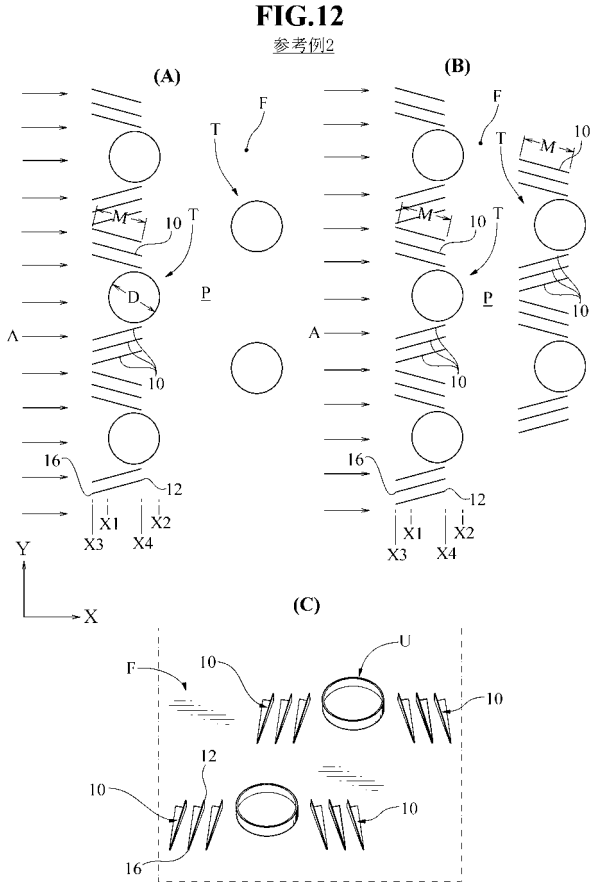
【 図 10 】



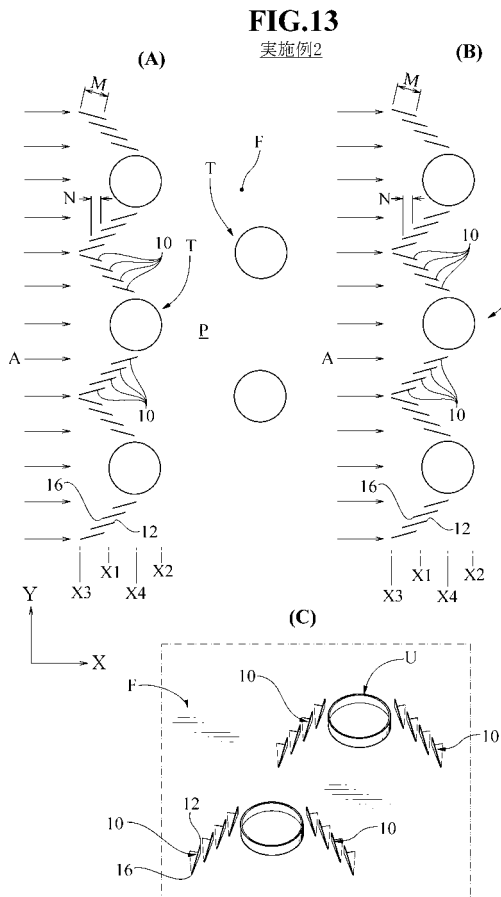
【 图 1 1 】



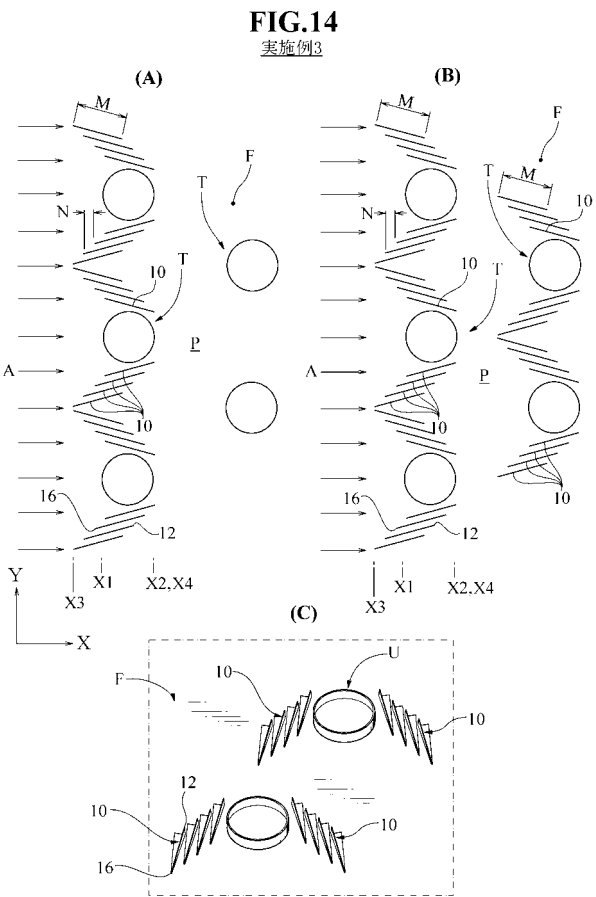
【 图 1 2 】



【 图 1 3 】

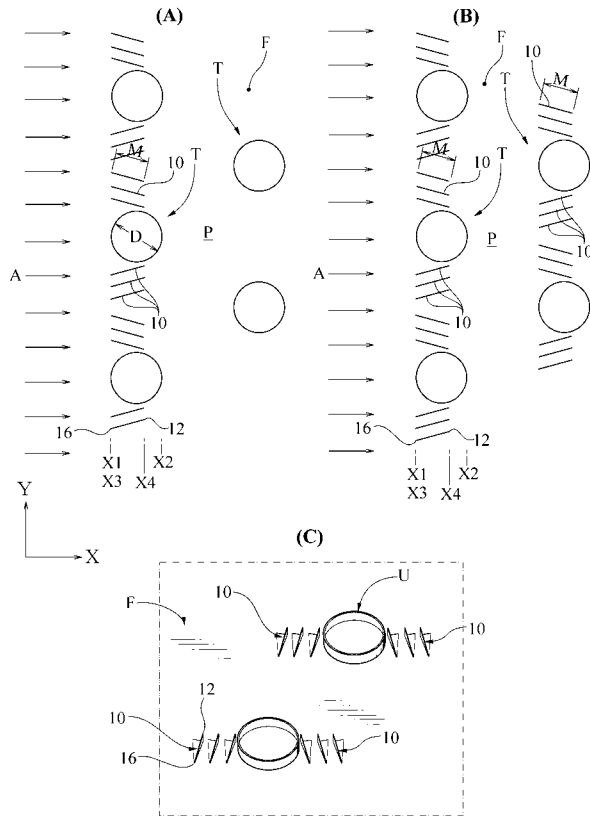


【 图 1 4 】



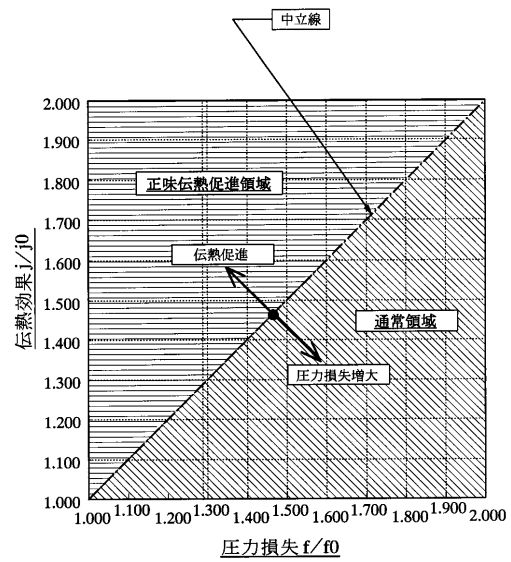
【 図 1 5 】

FIG.15
参考例3



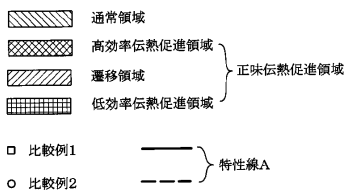
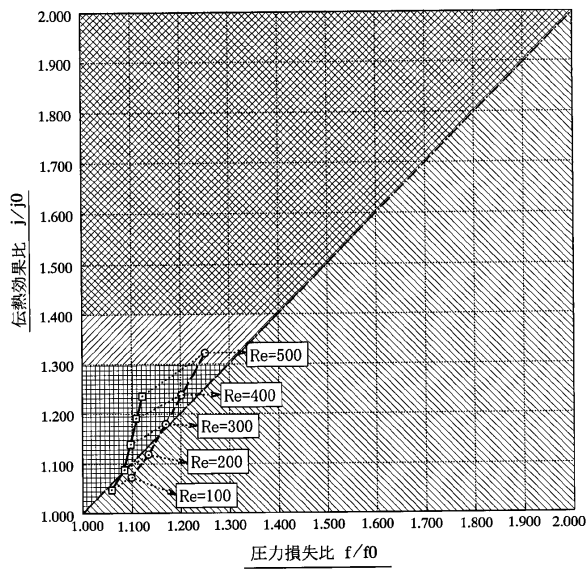
【 図 1 6 】

FIG.16



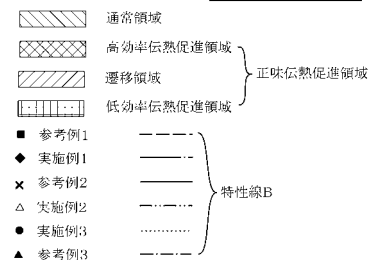
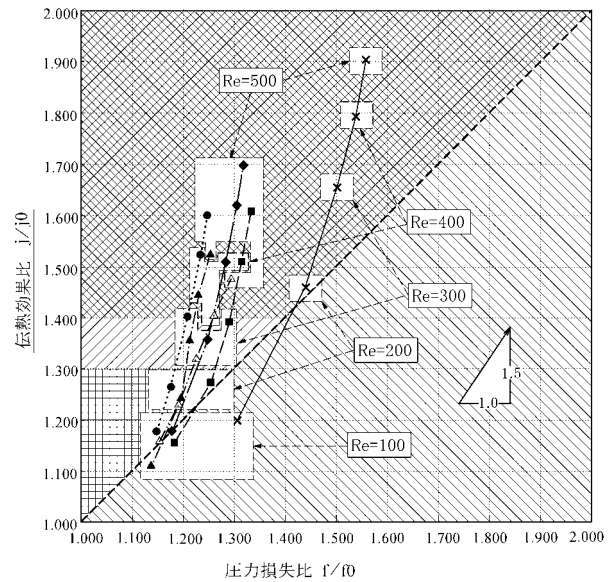
【 図 1 7 】

FIG.17



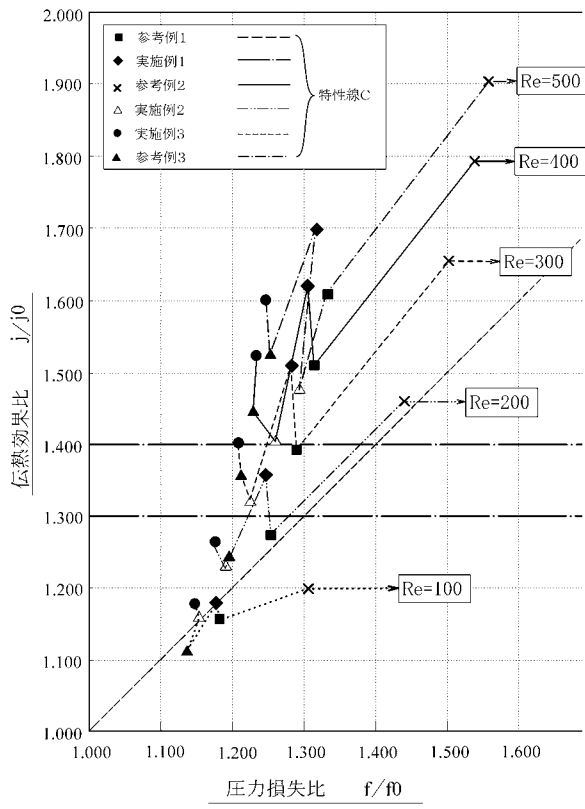
【 図 1 8 】

FIG.18



【 図 19 】

FIG.19



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2003/014649(WO, A1)

特開昭61-110889(JP, A)

特開平03-008479(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 13/12