

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5715259号
(P5715259)

(45) 発行日 平成27年5月7日(2015.5.7)

(24) 登録日 平成27年3月20日(2015.3.20)

(51) Int. Cl. F 1
F 2 8 F 3/06 (2006.01) F 2 8 F 3/06 A
F 2 8 F 3/00 (2006.01) F 2 8 F 3/00 3 0 1 A

請求項の数 17 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2013-531543 (P2013-531543)
 (86) (22) 出願日 平成22年9月29日 (2010.9.29)
 (65) 公表番号 特表2013-542394 (P2013-542394A)
 (43) 公表日 平成25年11月21日 (2013.11.21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2010/050685
 (87) 国際公開番号 W02012/044288
 (87) 国際公開日 平成24年4月5日 (2012.4.5)
 審査請求日 平成25年3月28日 (2013.3.28)

(73) 特許権者 591035368
 エア プロダクツ アンド ケミカルズ
 インコーポレイテッド
 AIR PRODUCTS AND CHEMICALS INCORPORATED
 アメリカ合衆国 ペンシルヴェニア アレンタウン ハミルトン ブールヴァード
 7201
 7201 Hamilton Boulevard, Allentown, Pennsylvania 18195-1501, USA
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換器用の有孔フィン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定の高さ、所定の幅、及び、所定の長さを有するフィンを備える折り曲げ済みフィン板であって、第1仕切板と第2仕切板との間に位置される弱抵抗の熱伝達フィンであるという折り曲げ済みフィン板と、

第1側部バー及び第2側部バーであって、前記第1側部バーは前記第1仕切板と前記第2仕切板との間に且つ前記折り曲げ済みフィン板の第1側部に隣接して位置決めされ、前記第2側部バーは前記第1仕切板と前記第2仕切板との間に且つ前記折り曲げ済みフィン板の第2側部に隣接して位置決めされることで、プレートフィン通路の少なくとも一部を形成する、という第1側部バー及び第2側部バーと、

を備えるプレートフィン熱交換器であって、

前記フィン板は、複数の穿孔を備え、

斯かる複数の穿孔は、前記フィン板が展開状態にあるときに該フィン板上に平行な列で位置決めされ、

前記フィン板上の斯かる平行な穿孔列は、該平行な穿孔列間の第1間隔(S1)、前記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、

前記穿孔直径に対する前記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75~2.0の範囲内であり、

前記各フィンと前記平行な穿孔列との間の角度は、五度以下(5°)である、

プレートフィン熱交換器。

【請求項 2】

前記各フィンと、前記平行な穿孔列との間の角度はゼロ度(0°)である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 3】

前記穿孔直径に対する前記平行な穿孔列間の第 1 間隔の前記比率(S1/D)は、0.75~1.0 の範囲内である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 4】

前記隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第 3 間隔(すなわちオフセット)(S3)と、前記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第 2 間隔(S2)との比率は、0.25~0.75 の範囲内である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 5】

前記折り曲げ済みフィン板の面積の5%~25%が、前記展開状態において、各穿孔により占有される、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 6】

前記穿孔直径(D)は1mm~4mmの範囲内である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 7】

前記穿孔は円形である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 8】

前記穿孔は、楕円形、矩形、または、平行四辺形の形状である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 9】

前記隣接する平行な穿孔列は、前記平行な穿孔列の位置が一系列の穿孔置きで反復される如き交互配置的な様式でオフセットされる、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 10】

前記隣接する平行な穿孔列は、前記有孔フィンを含む熱交換器のプレートフィン通路の少なくとも50%、更に好適にはプレートフィン通路の少なくとも80%、最も好適にはプレートフィン通路の100%において、前記折り曲げ済みフィン板の各フィン上の平行な穿孔列の位置が、10個のフィン波長毎に少なくとも一回、更に好適には5個のフィン波長毎に少なくとも一回だけ反復される如くオフセットされる、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 11】

前記折り曲げ済みフィン板は表面テクスチャを備える、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 12】

前記フィン高さは、0.635cm~2.54cm(0.25インチ~1インチ)の範囲内、更に好適には1.016cm~1.905cm(0.4インチ~0.75インチ)の範囲内、最も好適には1.27cm~1.524cm(0.5インチ~0.6インチ)の範囲内である、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 13】

前記プレートフィン通路は、流体流を受容すべく適合され、前記流体流は、前記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり、更に好適には少なくとも90%にわたり、最も好適には100%にわたり、位相変化なしで熱伝達に委ねられる、請求項 1 に記載のプレートフィン熱交換器。

【請求項 14】

請求項 1 に従い構成されたプレートフィン熱交換器において少なくとも2つの流れの間で熱を交換するプロセスであって、

少なくとも一つの流れは、前記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり位相変化なしで熱伝達に委ねられ、

前記少なくとも一つの流れのレイノルズ数は、800~100,000の範囲内、更に好適には1,

10

20

30

40

50

000～10,000の範囲内である、プロセス。

【請求項15】

請求項1のプレートフィン熱交換器を利用して、低温蒸留により空気から窒素、酸素及びアルゴンの少なくともいずれか一つを分離するプロセスであって、

少なくとも一つの流れは、前記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり、更に好適には前記プレートフィン通路の少なくとも90%の長さにわたり、最も好適には前記プレートフィン通路の100%にわたり、位相変化なしで熱伝達に委ねられる、プロセス

【請求項16】

プレートフィン熱交換器を製造する方法であって、

(a) 少なくとも一枚の有孔板を配備する段階であって、該少なくとも一枚の有孔板は、平行な列で配置された複数の穿孔を備え、前記有孔板上の斯かる平行な穿孔列は、該平行な穿孔列間の第1間隔(S1)、前記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、前記穿孔直径に対する前記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75～2.0の範囲内である、という段階と、

(b) 前記少なくとも一枚の有孔板をフィンとなるように折り曲げることで、前記各フィンと前記平行な穿孔列との間の角度が五度以下(5°)である如く、弱抵抗の熱伝達フィンである折り曲げ済み有孔板を形成する段階と、

(c) 前記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1側部に隣接して第1側部バーを、前記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2側部に隣接して第2側部バーを、前記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1端部に隣接して第1分配器フィンを、前記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2端部に隣接して第2分配器フィンを、前記第1分配器フィンに隣接して第1端部バーを、且つ、前記第2分配器フィンに隣接して第2端部バーを位置決めして、予備的なプレートフィン通路を形成する段階と、

(d) 段階(c)の前記予備的なプレートフィン通路を、第1仕切板と第2仕切板との間に載置することで、それらの間にプレートフィン通路を形成する段階と、

(e) 段階(d)の前記プレートフィン通路を、他のプレートフィン通路と組み合わせて、プレートフィン熱交換器を形成する段階と、

(f) 前記プレートフィン熱交換器をろう付けする段階とを有する、方法。

【請求項17】

前記段階(b)において前記少なくとも一枚の有孔板を折り曲げるに先立ち、前記少なくとも一枚の有孔板に対して表面テクスチャを適用する段階を更に有する、請求項16に記載のプレートフィン熱交換器を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

プレートフィン熱交換器は概略的に、当該プロセス流を加熱、冷却、沸騰、蒸発または凝縮する目的で、プロセス流の間で熱を交換すべく使用される。これらの熱交換器のプロセス条件としては、単相もしくは二相の流れ、及び、熱伝達が挙げられる。幾つかのプレートフィン交換器は2つの流れのみを含むが、他の交換器は、複数群のプレートフィン通路における複数の流れを含む。個々の流れは、ノズル及びヘッドを用いて、夫々、熱交換器内に送給され、且つ、それから引き出され得る。各流れは、隣り合うプレートフィン通路のバンク内に割当てられた特定のプレートフィン通路へと流入する。個々のプレートフィン通路は、フィンにより離間された対の仕切板の間に含まれ、且つ、各プレートフィン通路は外周縁にて側部バー及び端部バーにより囲繞されることから、それらは相互から隔離されると共に、対象となる流体を収容し得る。相互に隣接するプレートフィン通路へと、異なる温度の流れが夫々流入したとき、それらは、一次的熱伝達表面と称される仕切板、ならびに、それらを分離するフィン脚部であって、二次的熱伝達表面と称されるという

10

20

30

40

50

フィン脚部を通して、熱を交換する。

【背景技術】

【0002】

プレートフィン交換器は、平坦、有孔、鋸歯状、及び、波状の如き、多くの異なる形式のフィンを用いることにより形成され得る。本発明の一実施形態は、当業界において採用されてはいるが、非効率的な様式であるという有孔フィンを取り扱う。本発明に係る、有孔フィンを有するプレートフィン熱交換器は、空気分離の如き低温プロセスにおいて特定用途を有するが、これらのプレートフィン熱交換器は、他の熱伝達プロセスにおいても使用され得る。

【0003】

流れもしくは流体が、プレートフィン熱交換器のチャンネルに進入したとき、それは、公知の入口効果により、大きな熱伝達率を呈する。入口効果の後には、非常に小さい熱伝達率により、上記流れもしくは流体は、すぐに定常状態に到達する。特に、上記流れが、乱流状態に在り、もしくは、層流状態と乱流状態との間における遷移状態に在りとして特性記述される場合、当該表面に沿って流体が流れるという全ての表面に隣接して、層流層及び粘性の境界層が形成されることが知られている。全体的な効果は、斯かる交換器における平均の熱伝達率を低下させるものである。上記の低い熱伝達率の状態は、たとえば、各フィンに穿孔もしくは鋸歯を導入する如き種々の手段により、この境界層を周期的に中断することにより、少なくとも部分的に無効化され得る。各フィンに穿孔もしくは鋸歯を導入すると、熱伝達性能は高められるが、斯かる導入によれば圧力損失もまた大きくなることから、優れた性能を達成するためには、各フィンにおける穿孔もしくは鋸歯の幾何学形状及び配置構成が重要である。そのことは有孔フィンの場合において特に重要である、と言うのも、それらは流れを中断し、穿孔の近傍における局所的な熱伝達率の増大に繋がるが、各フィンにおける穿孔の導入はまた、元の材料からの表面積であって、その他の点では、熱交換器からの全体的な熱伝達に対して有用とされていたという表面積の喪失にも帰着するからである。同様に、たとえば穿孔の形態で金属を除去すると、残存材料の強度が大幅に低減され得る。故に、有孔フィンを用いることでプレートフィン熱交換器の性能を向上させるという問題は複雑であると共に、斯かる穿孔を用いるための幾何学形状及び配置構成を系統化することで、優れた性能を達成することが重要である。

【0004】

歴史的に見ると、プレートフィン熱交換器に関する刊行物は、プレートフィン交換器の製造のための全体的な幾何学形状及び基本的な方法の概略的な記述を提供していた。これらの刊行物は、プレートフィン熱交換器の多くの構成部材と、それらの相互に対する関係と、それらが相互に組立てられ、且つ、ろう付けされる様式とを論じているが、該刊行物は、斯かるプレートフィン熱交換器において利用され得る有孔フィンの記述が短い。幾つかの名目的な詳細が開示される場合でさえも、各刊行物は、使用するための好適な幾何学形状及びパターンを何ら論じていない。

【0005】

たとえば、住友精密工業株式会社(SPP)の堀田庄三により1997年、6月22～27日にユタ州、スノービルド、クリフロッジ会議場で開催され、アール・ケー・シャーにより編集されたプロセス産業の国際会議の講演要旨集、プロセス産業のためのコンパクトな熱交換器の章である“プロセス産業のためにアルミニウムでろう付けされたプレートフィン熱交換器”(“Aluminum Brazed Plate Fin Heat Exchangers for Process Industries,” a chapter of Compact Heat Exchangers for the Process Industries, edited by R.K. Shah, proceedings of the International Conference for the Process Industries, held at Cliff Lodge and Conference Center, Snowbird, Utah, June 22-27, 1997, by Shozo Hotta from Sumitomo Precision Products (SPP))においては、プレートフィン熱交換器の大手供給業者である住友精密工業株式会社(SPP)によるプレートフィン熱交換器の概略的な説明が開示されている。特に、斯かる文献の第181頁における図4は、有孔フィンを含む一般的なフィン形式の写真的な証拠を提供している。其処に記述かつ教示された如く、有

10

20

30

40

50

孔フィンは、規則的に穿孔された小寸で丸形の開孔もしくは穿孔を備える平坦板を、該平坦板上の各穿孔の長軸に対して一定の大きな角度にて折り曲げることにより形成される。しかし、更なる詳細は呈示されていない。

【0006】

この製造方法は、当業界においては、全体的なコストを最小限度に抑えるために非常に一般的である。多様な寸法を備えた広範囲の完成フィンを作製するために、少ない種類の標準的な有孔板材料が使用され得る。しかし、有孔フィンのこの種の製造方法は、フィン上の穿孔の不規則的な配置に繋がり、有孔フィンの不十分な性能に帰着する。

【0007】

“織目加工された表面を有するプレートフィン熱交換器”と称された、サンダー等に対する米国特許第6,834,515B2号もまた、種々の有孔フィンを開示している。該サンダーの特許は、他の有孔フィンの性能を増進させるために、表面テクスチャの使用を教示している。サンダーの特許の図2Bは、フィンの頂部及び側部に沿い穿孔の列を備えた例示的なフィンを図示しており、その場合に各穿孔は横方向に整列される。サンダーの特許の実施形態1は、有孔フィンは約10%の開放領域を有すると述べている。しかし、穿孔に関しては、他の詳細は何ら提供されていない。

【0008】

“電子機器キャビネット用の熱交換器”と称された、ヘンドリックスに対する米国特許第5,603,376号は、耐候性の密閉された電子機器キャビネットと、外部環境との間における受動的な熱交換のための熱交換器を記述している。ヘンドリックスの特許の図2は、自身内に含まれた穿孔25を備える熱生成用の側部フィン21を示している。ヘンドリックスの特許は、各フィン21が、有孔板材料を襞状に形成し、または、折り曲げることにより形成されることを教示している。各穿孔は、折り目の方向に対して直交する、と称されている。ヘンドリックスの特許の図2は、各穿孔は、フィン21の側部に沿う単一系列の穿孔であることを示しているが、波形の谷部もしくは頂部が形成される下側部には、穿孔は何ら示されていない。更に、ヘンドリックスの特許は、各穿孔の位置に関する教示を提供していない。

【0009】

Y. チュ及びY. リーによる雑誌“熱伝達”、2008年11月、第130巻、111801-1~8、Y. チュ及びY. リーによる“プレートフィン熱交換器の4つの基礎フィンにおける層流及び熱伝達に関する3次元数値シミュレーション”(Three-dimensional numerical simulation on the laminar flow and heat transfer in four basic fins of plate-fin heat exchangers", by Y. Zhu and Y. Li, Journal of Heat Transfer, November 2008, vol. 130, 111801-1 to 8)においては、4種のサンプル(平坦、有孔、細片オフセット(鋸歯状に対する別の用語)、及び、波状である各フィン)の性能に関して実施された計算流体力学(CFD)に基づく計算が開示されている。チュ及びリーの該文献は、コンパクトな熱交換器が最初に登場してから明らかとされた多くの主要刊行物の列挙に続け、“著者の知識が及ぶ限りでは、有孔フィンにおける完全な3次元の流れ及び熱伝達が文献において受けている注目は不十分である”と述べている。

【0010】

斯かる記述は、重要であると共に、本出願人の結論、すなわち、有孔フィンに関する分野において知られているのは最適には及ばない、ということをサポートし且つ該結論に帰着する。

【0011】

上記の4種のフィンの比較の一部として、チュ及びリーの雑誌の著者は、一つの特定の例示的な有孔フィンの幾何学形状に関するCFD計算を行った。演算のサイズ及び時間を合理的に維持するために、上記著者は、該文献の第2頁における図2a及び図2bに示された最小限度の反復構造のみを含めた。上記有孔フィンに対してモデル化された断面は、一つのフィンの波長の半分を表し、これは、頂部及び底部のフィン長の各々の半分と、一つの完全なフィン高さとを含んでいる。一方、これらは、頂部及び底部における一連の半体

10

20

30

40

50

穿孔と、フィン高さにおける一連の完全穿孔とを含み、全ては流動長に沿っている。同様に図1Dに示された完全構造は、流動長に沿う各フィン・チャンネルの頂部、底部及び側部に沿う厳密に系列の穿孔であって、それらの全てが横方向に整列されるという系列の穿孔に対応している。各穿孔の直径は表1に示された如く0.8mmであり、且つ、フィンに沿う各穿孔の間隔は、図6C及び図7Cから推定され得る如く、中心間で約1.4mmと思われる。穿孔のこの頻度は、プレートフィン通路の側部のみにて約16%の開放領域を呈する(すなわち、チュ及びリーの雑誌は、開放領域を決定するためにフィンの頂部もしくは底部における穿孔をカウントもしくは考慮していない、と言うのも、フィンの頂部及び底部におけるフィン穿孔は、仕切板により覆われるからである)。この開放領域の決定法は、仕様に関するコラムの下方における表1中に示される。斯かるパターンは、フィンへと形成されるに先立つ平坦な有孔板において約20%の開放領域を達成する。この幾何学形状は、上記著者が何らの表示もしくは教示なしで、穿孔のパターン及び幾何学形状に関して好適であると考えるものをモデル化するために該著者が選択した一般的な場合を表すと思われる。

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0012】**

故に、上述された一つの特定の例示的な有孔フィン幾何学形状は単に、上記の4種のフィン(平坦、有孔、細片オフセット、及び、波状の形式)に対して比較すべく上記著者が使用した代表的な有孔フィンであるにすぎない。上記著者がモデル化したパターン及び幾何学形状は、本出願に基づいて教示されるものと異なっている。

20

【0013】

要約すると、有孔フィンに関する先行技術の記述は、プレートフィン交換器において使用される有孔フィンの幾何学形状に関する詳細が短い。また、開放領域の如き幾何学形状の様子が引用された場合でさえも、プレートフィン熱交換器の全体的な資本コスト及び操業コストが最小限度に抑えられ得る様に、各穿孔を位置決めし又は各穿孔に対する最適な幾何学形状を選択して最適の性能を実現する方法に関する教示は無い。

【0014】

プレートフィン熱交換器の効率を高め且つ性能を向上させることが望ましい。

【0015】

更に、熱伝達効率を向上させるために、プレートフィン交換器のプレートフィン通路内の单相流の乱流特性を向上させることが望ましい。

30

【0016】

更に、空気分離において使用される如き低温用途に対し、且つ、他の熱伝達用途に対し、高性能特性を呈するプレートフィン交換器を実現することが望ましい。

【0017】

更に、これまでに開示されたものよりも更にコンパクトであり且つ/又は更に効率的であるプレートフィン交換器を利用する更に効率的な空気分離プロセスを実現することが望ましい。

【0018】

更に、熱交換器のサイズ、重量及びコストの少なくともいずれか一つを最小限度に抑えるプレートフィン交換器の設計態様であって、更に効率的であり、且つ/又は、生成される生成物の単位量当たりのコストが更に低い、という空気分離プロセスに帰着するという設計態様を実現することが望ましい。

40

【0019】

更に、これまでに開示されたフィンよりも良好な性能を付与する穿孔のパターン及び幾何学形状を備えたフィンを使用するプレートフィン熱交換器であって、これまでに開示されたフィンの不都合を克服することで更に良好で更に有用な成果を提供するというプレートフィン熱交換器を組立てる方法を実現することも望ましい。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 2 0 】

開示された実施形態は、プレートフィン熱交換器において使用されるフィン穿孔の新規なパターン及び新規な幾何学形状を提供することで、許容される圧力低下の制約内で全体的な熱伝達性能を最大化することにより、当業界における要望を満足する。これまでに開示されたフィンのパターン及び幾何学形状と比較して、フィン穿孔の斯かる新規なパターン及び新規な幾何学形状の利点としては、熱交換器システムの全体的な資本コスト及び操業コストが減少されることで、斯かる熱交換器システムを利用するプロセスの資本コスト及び操業コストも減少される如く、(1) 体積の相当な減少；(2) 熱伝達効率の相当な増大；(3) 圧力低下損失の相当な減少；または、(4) 要因(1)～(3)の一定の賢明な組み合わせ、が挙げられる。

10

【 0 0 2 1 】

本明細書に含まれる開示実施形態は、主として、流れがフィン流チャネルに対して略々平行であるという弱抵抗フィン(easyway fin)を企図しているが、該教示は、一定の熱伝達機能を同時に実施する分配フィンであって、流れがフィン流チャネルに対し、排他的にはなく、支配的に平行であるという分配フィンに対しても適用可能であり得る。本明細書中に開示される実施形態は、たとえば、本明細書中に開示された穿孔のパターン及び幾何学形状を備えるフィン・チャネルを含むプレートフィン交換器のプレートフィン通路内で、流動長の少なくとも80%にわたり、更に好適には流動長の少なくとも90%にわたり、最も好適には流動長の100%にわたり、何らの位相変化なしで、流体流が熱伝達に遭遇するという用途に対して特に適している。

20

【 0 0 2 2 】

第1実施形態においては、所定の高さ、所定の幅、及び、所定の長さを有するフィンを備える折り曲げ済みフィン板であって、第1仕切板と第2仕切板との間に位置されるという折り曲げ済みフィン板と、

第1側部バー及び第2側部バーであって、上記第1側部バーは上記第1仕切板と上記第2仕切板との間に且つ上記折り曲げ済みフィン板の第1側部に隣接して位置決めされ、且つ、上記第2側部バーは上記第1仕切板と上記第2仕切板との間に且つ上記折り曲げ済みフィン板の第2側部に隣接して位置決めされることで、プレートフィン通路の少なくとも一部を形成する、という第1側部バー及び第2側部バーと、

を備えるプレートフィン熱交換器であって、

上記フィン板は、複数の穿孔を備え、

斯かる複数の穿孔は、上記フィン板が展開状態にあるときに該フィン板上に平行な列で位置決めされ、

上記フィン板上の斯かる平行な穿孔列は、該平行な穿孔列間の第1間隔(S1)、上記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、

上記穿孔直径に対する上記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75～2.0の範囲内であり、且つ、

上記各フィンと上記平行な穿孔列との間の角度は、五度以下(5°)である、プレートフィン熱交換器が開示される。

30

40

【 0 0 2 3 】

第2実施形態においては、上記第1実施形態に係るプレートフィン熱交換器において少なくとも2つの流れの間で熱を交換するプロセスであって、

少なくとも一つの流れは、上記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり位相変化なしで熱伝達に委ねられ、且つ、

上記少なくとも一つの流れのレイノルズ数は、800～100,000の範囲内、更に好適には1,000～10,000の範囲内である、プロセスが開示される。

【 0 0 2 4 】

第3実施形態においては、上記第1実施形態に係るプレートフィン熱交換器を利用して、低温蒸留により空気から窒素、酸素及び/またはアルゴンを分離するプロセスであって

50

、
 少なくとも一つの流れは、上記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり、更に好適には上記プレートフィン通路の少なくとも90%の長さにわたり、最も好適には上記プレートフィン通路の100%にわたり、位相変化なしで熱伝達に委ねられる、プロセスが開示される。

【0025】

第4実施形態においては、

プレートフィン熱交換器を製造する方法であって、

少なくとも一枚の有孔板を配備する段階であって、該少なくとも一枚の有孔板は、平行な列で配置された複数の穿孔を備え、上記有孔板上の斯かる平行な穿孔列は、該平行な穿孔列間の第1間隔(S1)、上記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、上記穿孔直径に対する上記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75~2.0の範囲内である、という段階と、

上記少なくとも一枚の有孔板を折り曲げることで、上記各フィンと上記平行な穿孔列との間の角度が五度以下(5°)である如く、折り曲げ済み有孔板を形成する段階と、

上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1側部に隣接して第1側部バーを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2側部に隣接して第2側部バーを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1端部に隣接して第1分配器フィンを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2端部に隣接して第2分配器フィンを、上記第1分配器フィンに隣接して第1端部バーを、且つ、上記第2分配器フィンに隣接して第2端部バーを位置決めして、予備的なプレートフィン通路を形成する段階と、

段階(c)の上記予備的なプレートフィン通路を、第1仕切板と第2仕切板との間に載置することで、それらの間にプレートフィン通路を形成する段階と、

段階(d)の上記プレートフィン通路を、他のプレートフィン通路と組み合わせて、プレートフィン熱交換器を形成する段階と、

上記プレートフィン熱交換器をろう付けする段階とを有する、

方法が開示される。

【0026】

上述の概略的説明、ならびに、以下における好適実施形態の詳細な説明は、添付図面と併せて読破されたときに更に良好に理解される。各実施形態を例証する目的で、各図中には例示的な構成が示されるが、本発明は、開示された特定の方法及び機器に限定されるものでない。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の一実施形態に係る穿孔のパターン及び幾何学形状を有するフィンを備えたプレートフィン熱交換器の基本要素もしくはサブアセンブリの分解斜視図である。

【図2】本発明に係る、フィンへと形状化される前の平坦化プレート上の穿孔パターンの実施形態を示す概略図である。

【図3】好適な範囲の表示を以て、S1/Dの関数として有孔フィンの相対的な熱伝達及び圧力損失の性能を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0028】

本発明の一実施形態は、プレートフィン通路の少なくとも一部分に有孔フィンを備えるプレートフィン交換器、及び、斯かるプレートフィン交換器を組立てる方法に関する。上記有孔フィンは、平坦な有孔板を用いて組立てられる。形成されたフィンは、上記平坦板上の穿孔パターンに対して特定の関係を有する。幾つかのプレートフィン通路は上述の各フィンを有するが、他のプレートフィン通路は、たとえば、平坦、有孔、細片オフセット、及び、波状の形式などの、異なる形式のフィンを有し得る。斯かる有孔フィンを備えるプレートフィン熱交換器は、空気分離の如き低温プロセスに対して特定の用途を有するが

、それはまた、他の熱移動プロセスにおいても使用され得る。

【 0 0 2 9 】

図 1 を参照すると、本発明のプレートフィン熱交換器は数個のプレートフィン通路を備え、その幾つかは、仕切板もしくはプレート30、40と、側部バー50、60と、(不図示であるが当業界においては概略的に公知である)分配フィンと、(不図示であるが当業界においては概略的に公知である)端部バーとの中間に、少なくとも一枚のフィン板10を載置することにより作成される。これらのプレートフィン通路は、斯かるプレートフィン通路の少なくとも幾つかの部分において、特定パターンの穿孔20を備える。

【 0 0 3 0 】

図 1 に示された如くフィン板10へと形成されるに先立ち、フィン板10は、アルミニウム、銅、別の合金、または、フィンの作製のために当業界で公知である他の任意の熱伝導材料で作成された平坦板である。図 2 に示された如く、平坦なフィン板10は、穿孔20を備える。上記平坦板は、数本の平行な穿孔列100、200、300をを備える特殊な穿孔パターンを有し、各平行列100、200、300は、夫々、穿孔1A、1B、1C；2A、2B、2C；及び、3A、3B、3Cを備える。一実施形態において、穿孔1A、1B、1C；2A、2B、2C；及び、3A、3B、3Cの各列は、上記平坦板が折り曲げられて図 1 に示された如きフィン板10を形成したときに各フィンの所望方向に対して平行な方向に整列される。各フィンが弱抵抗フィンとして採用されるとき、流れの名目的な流線は、図 2 に示された如く、各穿孔の方向に対して平行である。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示された如く、各穿孔は直径(D)を有する。平行な穿孔列100、200、300間の間隔はS1として表される一方、流れの方向における順次的な穿孔(すなわち穿孔2A及び2B)の間隔はS2として表される。隣接する平行列100、200、300における穿孔間(すなわち、2Aと3Aとの間)のオフセットは、S3として表される。

【 0 0 3 2 】

一実施形態において本出願人は、以下のパラメータが以下の範囲内に夫々保持されたとき、然るべく設計されない習用的な熱交換器と比較して、プレートフィン熱交換器は、更に高い効率を呈すると共に、性能を向上させる、という驚異的な成果を確認した：

- (1)1mm ~ 4mmの範囲内の穿孔直径D；
- (2)5% ~ 25%の範囲内の開放領域；
- (3)0.25 ~ 0.75の範囲内の比率S3 / S2；及び、
- (4)0.75 ~ 2.0の範囲内、最も好適には0.75 ~ 1.0の範囲内の比率S1 / D。

【 0 0 3 3 】

最も好適な配置構成 / 実施形態において、流体流方向は平行な穿孔列100、200、300に対して平行であるが、好適な配置構成 / 実施形態において流体流の方向は、平行な穿孔列100、200、300の方向に対して五度(5%)以内である。このことは、各フィンが形成されるとき、フィン板10は、フィン折り目と斯かる平行な穿孔列100、200、300との間の角度が5°以下である如く折り曲げられるべきである一方、最も好適な配置構成では斯かる角度が零度(0°)であることを意味する。

【 0 0 3 4 】

フィン板10は、図 1 及び図 2 に示された如く円形である穿孔20を備え得るが、当業者であれば、限定的なものとして無く、楕円形状、矩形形状、平行四辺形状、及び、他の斯かる形状などの、非円形の穿孔も使用され得ることを理解するであろう。

【 0 0 3 5 】

更に別の実施形態において、オフセットされた穿孔の列の配置は、図 2 に示された如く2列毎に繰り返される(すなわち、列100は、列300、(不図示の)500、(不図示の)700などと同様にオフセットされる)。更に、平坦な有孔板がフィン形成操作において折り曲げられて各フィンとされるとき、完成したフィン板10上に帰着する各穿孔の構造は、フィン形成金型内で材料が如何に流動するかの機械的な詳細の故に、複雑な関係を有し易い。一実施形態において、平坦板は、完成したフィン板10上の穿孔パターンが、斯かる有孔フィン

10

20

30

40

50

を含む熱交換器のプレートフィン通路の少なくとも五十パーセント(50%)において、更に好適にはプレートフィン通路の少なくとも八十パーセント(80%)において、且つ、最も好適にはプレートフィン通路の百パーセント(100%)において、十(10)個のフィン波長毎に少なくとも一回、更に好適には、五(5)個のフィン波長毎に少なくとも一回だけ繰り返される如く、折り曲げられる。

【0036】

更なる実施形態においては、材料が折り曲げられてフィンとされるに先立ち、その全体が言及したことにより本明細書中に援用される上記特許文献1により教示された如く、有孔板に対しては表面テクスチャが適用され得る。代替的に、表面テクスチャは、平坦な有孔板からフィンを作成するプロセスにおいて作成され得る。

10

【0037】

本明細書中に記述された実施形態は、プレートフィン熱交換器に適しており、その場合、各フィンの少なくとも一部分は、0.25インチ~1インチ(.635センチメートル~2.54センチメートル)の範囲内、更に好適には0.40インチ~0.75インチ(1.016センチメートル~1.905センチメートル)の範囲内、最も好適には0.5インチ~0.6インチ(1.27センチメートル~1.524センチメートル)の範囲内の高さを有する。各実施形態は、斯かるプレートフィン通路における流体流条件が、層流状態と乱流状態との間の遷移状態に在り、または、乱流状態に在るときに、好適に適用される。このことは、800~100,000のレイノルズ数の範囲、更に好適には1,000~10,000の範囲として表現され得る。レイノルズ数は、以下の如く算出される：

20

$$Re = VD / \mu$$

式中、

Re = レイノルズ数、

= 流体密度、

V = 流体速度、

μ = 流体粘度、

D = $4A / P$ 、

A = 流体流の断面積、及び、

P = 流体流の全周。

プレートフィン通路に対しては、個々のプレートフィン通路に基づいて流体直径Dを算出することが一般的であり、且つ、本願の計算は、A(流体流の断面積)及びP(流体流の全周)に対する各穿孔の寄与に関してそれらを調整することなく、基本的な板金の使用に基づいている。

30

【0038】

本発明の実施形態は相当の価値を有している、と言うのも、習用のプレートフィン交換器と比較して、プレートフィン熱交換器が更にコンパクトとされることで、空気分離工場の如き工場の資本コスト及び操業コストの合計が節約され得るからである。

【0039】

実施形態1

フィンの幾何学形状における穿孔の影響を更に良好に理解するために、計算流体力学(CFD)を用いて数個のサンプル問題が解かれた。この技術を使用する上では、問題の計算規模を制限するために、一定の反復構造に対して計算を限定することが一般的である。但し、特定の穿孔パターンの効果を定量化せんとするとき、熱交換器の全体的な幾何学形状は、当該問題を、プレートフィン通路内における単一の下位チャンネルに制限する場合でさえも非常に複雑である。この理由のために、別の形式の近似が使用された。

40

【0040】

殆どのプレートフィン交換器において、二次的表面积は、総面積の支配的な割合となる傾向がある。先に言及された如く、これは、一次的表面积を表す仕切板もしくはプレート30、40間に張りわたり且つそれらを分離する各フィン脚部により表される面積である。各穿孔の位置決め効果を理解するために、2枚の無限に平行なプレートの代表的な周期的

50

領域がモデル化されることで、それらの間を空気が流れるときに生ずる熱伝達及び圧力損失が定量化された。平坦板上の各穿孔の概略的な構成は、図2に示されている。

【0041】

実施形態1は、熱の伝達及び/または分配のために使用される弱抵抗フィンに関し、その場合、前述の如く、流れの方向は、図2に示された如くフィン方向に対して概略的に平行である。

【0042】

CFDを用い、各穿孔の直径(D)及び全体的な開放領域を一定に維持し乍ら、種々の間隔(S1、S2、S3)が変更されるという多くの例示的な場合が解かれた。詳細には、間隔S1及びS2は同時に変更される一方、オフセットS3は間隔S2の1/2に等しく設定された。これらの例示的な場合においては、一つのみ of 独立的なパラメータが在ると共に、その結果は表1中に列挙され且つ図3に示される。

【0043】

【表1】

パラメータ	S1/S2	S1/D	相対熱伝達	相対圧力損失
場合1	0.037	0.5417	1.2626	1.2140
場合2	0.071	0.7500	1.2469	1.1806
場合3	0.127	1.0000	1.2465	1.1789
場合4	0.224	1.3292	1.2162	1.1689
場合5	0.348	1.6583	1.1951	1.1554
場合6	0.500	1.9875	1.1881	1.1505
場合7	0.679	2.3167	1.1347	1.1031
場合8	0.886	2.6458	1.0632	1.0483
場合9	1.120	2.9750	1.0000	1.0000

【0044】

上記の例示的な計算は、単に穿孔のパターンを変化させることにより得られた圧力損失及び熱伝達速度の相対値を示している。上記例示的なデータは、穿孔寸法に対する間隔の比率が約3であるときに生じた各値に対してスケール調節した後でプロットされた。この比率が約2まで低下されるにつれ、熱伝達においては相当の改善が生ずる。表1において認識される如く、熱伝達の増大は、対応する圧力損失におけ増大よりも大きい。故に、2の比率にて設計された熱交換器は、3の比率にて設計された熱交換器と比較して約1.2の係数だけ短くされ得る一方、全体的な圧力損失も更に低い。このことは、長さにおける、故に体積における、相当な減少である。もし上記比率が2未満まで減少されるなら、向上は継続すると共に、0.75~1の間における比率の値に対して特に良好な値が実現される。この比率の範囲においては、熱伝達に関して約1.25の係数だけの向上が在る。必要とされる長さもしくは体積はこの比率の逆数であり、すなわち、0.80すなわち八十パーセント(80%)である。このことは、二十パーセント(20%)だけの相当のサイズ減少を表す一方、圧力損失もまた、1.18/1.25の比率だけ減少され、これは、0.94すなわち九十四パーセント(94%)に等しい。故に、長さもしくは体積においては二十パーセント(20%)の減少が在り得る一方、圧力損失における六パーセント(6%)の減少も在る。

【0045】

これらは、穿孔位置を本明細書中に開示された如く配置することにより実現され得る相当な改善であり、これまでには公知でなく、あるいは、開示されていなかった。実際に、明示的な説明、暗示、または、図示のいずれによっても、幾つかの先行開示は斯かる配置構成に反することを教示している。図3に示された如く、0.75~2.0の比率の範囲が好適であり、0.75~1.0の範囲が特に好適である。

【 0 0 4 6 】

実施形態 2

実施形態 2 は、本明細書中に含まれる教示を用いて実現された例示的な改善を例証する。先に言及された如く、プレートフィン熱交換器における有孔フィンに関する習用的な教示は、本明細書中において概説される様には、好適な幾何学形状または穿孔パターンを論じていなかった。但し、先に引用されたチュ等の非特許文献 2 による CFD の文献は、平坦、鋸歯状及び波状のフィンの如き他の形態のフィンと比較して、特定の有孔フィンの効果を考察した。本例は、実施形態 1 に記述されたのと同様の様式で、チュ等の文献による CFD の文献において使用された穿孔パターンを適用することにより作成された。

【 0 0 4 7 】

折り曲げられてフィンとされる前の平坦板上の穿孔パターンの各パラメータは、以下の如くである：穿孔直径(D) = 0.8mm；開放領域 = 20%；S1 = 1.81mm；S2 = 1.39mm；及び、S3 = 0。斯かる先行技術のフィンを利用する熱交換器に関して計算された相対性能は、表 2 に示される。

【 0 0 4 8 】

【表 2】

パラメータ	CFDの文献	本願中に開示された好適実施例
穿孔直径 (mm)	0.8	2.4
開放領域 (%)	20	10
S1 (mm)	1.81	2.4
S2 (mm)	1.39	18.96
S3 (mm)	0.0	9.48
S1/D	2.26	1.0
S3/S2	0.0	0.5
相対熱伝達率	1.00	1.26
相対圧力勾配	1.00	1.26
交換器の相対長さ	1.00	0.79
交換器の相対体積	1.00	0.79
交換器における相対圧力損失	1.00	1.00

【 0 0 4 9 】

表 2 に示された如く、本願中に開示された好適実施形態の相対熱伝達率及び相対圧力勾配は、上記 CFD の文献の熱交換器よりも 26% だけ大きいことから、両方の熱交換器は等しいもしくは合致する熱伝達デューティ及び圧力低下を有するものとして、本願中に開示された好適実施形態の教示に従い構成された熱交換器は、CFD の文献の教示に基づいて構成された熱交換器と比較して、更に小さな相対長さ(21% だけ短い)及び更に小さな相対体積(21% だけ小さい)を実現し得る。このことは、上記の CFD の文献の教示と比較して、本願中に開示された好適実施形態の教示に従い作成されるフィンを利用するための相当な利点である。

【 0 0 5 0 】

本発明の態様は種々の図の好適実施形態に関して記述されてきたが、本発明から逸脱せずに、本発明と同一の機能を達成すべく、他の同様の実施形態が使用され得るか、または、記述された実施形態に対して改変及び付加が為され得ることは理解されるべきである。たとえば、以下の各態様もまた、本開示の一部と理解されるべきである：

【 0 0 5 1 】

態様 1。

所定の高さ、所定の幅、及び、所定の長さを有するフィンを備える折り曲げ済みフィン板であって、第1仕切板と第2仕切板との間に位置されるという折り曲げ済みフィン板と、

第1側部バー及び第2側部バーであって、上記第1側部バーは上記第1仕切板と上記第2仕切板との間に且つ上記折り曲げ済みフィン板の第1側部に隣接して位置決めされ、且つ、上記第2側部バーは上記第1仕切板と上記第2仕切板との間に且つ上記折り曲げ済みフィン板の第2側部に隣接して位置決めされることで、プレートフィン通路の少なくとも一部を形成する、という第1側部バー及び第2側部バーと、

を備えるプレートフィン熱交換器であって、

上記フィン板は、複数の穿孔を備え、

斯かる複数の穿孔は、上記フィン板が展開状態にあるときに該フィン板上に平行な列で位置決めされ、

10

上記フィン板上の斯かる平行な穿孔列は、該平行な穿孔列間の第1間隔(S1)、上記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、

上記穿孔直径に対する上記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75~2.0の範囲内であり、且つ、

上記各フィンと上記平行な穿孔列との間の角度は、五度以下(5°)である、

プレートフィン熱交換器。

【0052】

態様2。

20

上記各フィンと、上記平行な穿孔列との間の角度はゼロ度(0°)である、態様1のプレートフィン熱交換器。

【0053】

態様3。

上記穿孔直径に対する上記平行な穿孔列間の第1間隔の上記比率(S1/D)は、0.75~1.0の範囲内である、態様1または態様2のプレートフィン熱交換器。

【0054】

態様4。

上記隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)と、上記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)との比率は、0.25~0.75の範囲内である、態様1から態様3のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

30

【0055】

態様5。

上記折り曲げ済みフィン板の面積の5%~25%が、上記展開状態において、各穿孔により占有される、態様1から態様4のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【0056】

態様6。

上記穿孔直径(D)は1mm~4mmの範囲内である、態様1から態様5のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【0057】

態様7。

40

上記穿孔は円形である、態様1から態様6のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【0058】

態様8。

上記穿孔は、楕円形、矩形、または、平行四辺形の形状である、態様1から態様6のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【0059】

態様9。

上記隣接する平行な穿孔列は、上記平行な穿孔列の位置が一行の穿孔置きで反復される

50

如き交互配置的な様式でオフセットされる、態様 1 から態様 8 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【 0 0 6 0 】

態様 1 0。

上記隣接する平行な穿孔列は、上記有孔フィンを含む熱交換器のプレートフィン通路の少なくとも50%、更に好適にはプレートフィン通路の少なくとも80%、最も好適にはプレートフィン通路の100%において、上記折り曲げ済みフィン板の各フィン上の平行な穿孔列の位置が、10個のフィン波長毎に少なくとも一回、更に好適には5個のフィン波長毎に少なくとも一回だけ反復される如くオフセットされる、態様 1 から態様 8 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

10

【 0 0 6 1 】

態様 1 1。

上記折り曲げ済みフィン板は表面テクスチャを備える、態様 1 から態様 1 0 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【 0 0 6 2 】

態様 1 2。

上記フィン高さは、0.25インチ~1インチの範囲内、更に好適には0.4インチ~0.75インチの範囲内、最も好適には0.5インチ~0.6インチの範囲内である、態様 1 から態様 1 1 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【 0 0 6 3 】

態様 1 3。

上記折り曲げ済みフィン板は、弱抵抗の熱伝達フィンもしくは分配フィンである、態様 1 から態様 1 2 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

20

【 0 0 6 4 】

態様 1 4。

上記プレートフィン通路は、流体流を受容すべく適合され、且つ、

上記流体流は、上記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり、更に好適には少なくとも90%にわたり、且つ、最も好適には100%にわたり、位相変化なしで熱伝達に委ねられる、態様 1 から態様 1 3 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器。

【 0 0 6 5 】

態様 1 5。

態様 1 から態様 1 3 のいずれか一つの態様に従い構成されたプレートフィン熱交換器において少なくとも2つの流れの間で熱を交換するプロセスであって、

少なくとも一つの流れは、上記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり位相変化なしで熱伝達に委ねられ、且つ、

上記少なくとも一つの流れのレイノルズ数は、800~100,000の範囲内、更に好適には1,000~10,000の範囲内である、プロセス。

30

【 0 0 6 6 】

態様 1 6。

態様 1 から態様 1 3 のいずれか一つの態様のプレートフィン熱交換器を利用して、低温蒸留により空気から窒素、酸素及び/またはアルゴンを分離するプロセスであって、

少なくとも一つの流れは、上記プレートフィン通路の長さの少なくとも80%にわたり、更に好適には上記プレートフィン通路の少なくとも90%の長さにわたり、最も好適には上記プレートフィン通路の100%にわたり、位相変化なしで熱伝達に委ねられる、プロセス。

40

【 0 0 6 7 】

態様 1 7。

プレートフィン熱交換器を製造する方法であって、

(a) 少なくとも一枚の有孔板を配備する段階であって、該少なくとも一枚の有孔板は、平行な列で配置された複数の穿孔を備え、上記有孔板上の斯かる平行な穿孔列は、該平

50

行な穿孔列間の第1間隔(S1)、上記平行な穿孔列の夫々における順次的な穿孔間の第2間隔(S2)、隣接する平行な各穿孔列における穿孔間の第3間隔(すなわちオフセット)(S3)、及び、穿孔直径(D)を有し、上記穿孔直径に対する上記平行な穿孔列間の第1間隔の比率(S1/D)は、0.75~2.0の範囲内である、という段階と、

(b)上記少なくとも一枚の有孔板を折り曲げることで、上記各フィンと上記平行な穿孔列との間の角度が五度以下(5°)である如く、折り曲げ済み有孔板を形成する段階と、

(c)上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1側部に隣接して第1側部バーを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2側部に隣接して第2側部バーを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第1端部に隣接して第1分配器フィンを、上記少なくとも一枚の折り曲げ済み有孔板の第2端部に隣接して第2分配器フィンを、上記第1分配器フィンに隣接して第1端部バーを、且つ、上記第2分配器フィンに隣接して第2端部バーを位置決めして、予備的なプレートフィン通路を形成する段階と、

(d)段階(c)の上記予備的なプレートフィン通路を、第1仕切板と第2仕切板との間に載置することで、それらの間にプレートフィン通路を形成する段階と、

(e)段階(d)の上記プレートフィン通路を、他のプレートフィン通路と組み合わせ、プレートフィン熱交換器を形成する段階と、

(f)上記プレートフィン熱交換器をろう付けする段階とを有する、
方法。

【0068】

態様18。

上記段階(b)において上記少なくとも一枚の有孔板を折り曲げるに先立ち、上記少なくとも一枚の有孔板に対して表面テクスチャを適用する段階を更に有する、態様17に係るプレートフィン熱交換器を製造する方法。

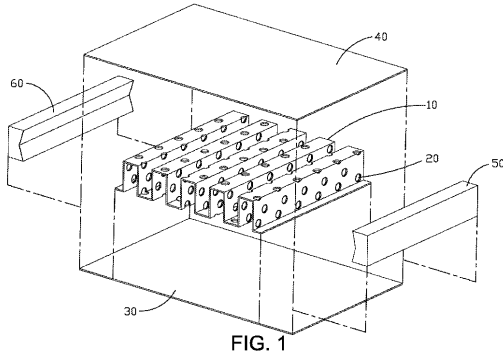
【0069】

故に、権利請求された発明は、何らかの単一の実施形態もしくは態様に制限されるべきでなく、寧ろ、有効範囲及び適用範囲は添付の各請求項に従って解釈されるべきである。

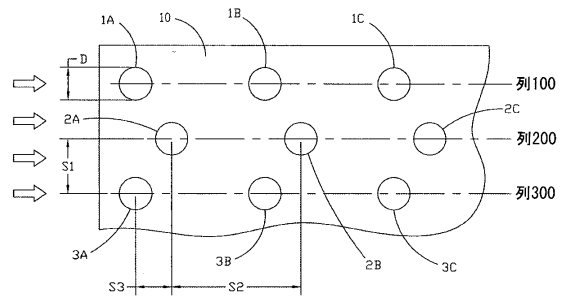
10

20

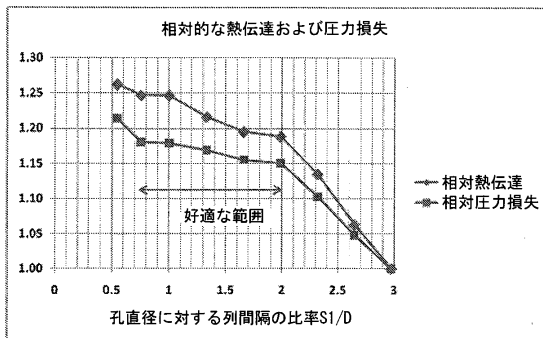
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

- (74)代理人 100102819
弁理士 島田 哲郎
- (74)代理人 100123582
弁理士 三橋 真二
- (74)代理人 100147555
弁理士 伊藤 公一
- (74)代理人 100130133
弁理士 曽根 太樹
- (74)代理人 100180194
弁理士 利根 勇基
- (72)発明者 スワミネイサン サンダー
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 18104, アレンタウン, ヘレン ドライブ 6009
- (72)発明者 ブラディミール イリー ガーシュテイン
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 18103, アレンタウン, サリー ドライブ 3717
- (72)発明者 ジョージ アミル メスキ
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 18103, アレンタウン, クレスト ビュー ドライブ 3720
- (72)発明者 パトリック アラン ホートン
アメリカ合衆国, ペンシルベニア 18049, エメーアス, コモンウェルス ドライブ 4621

審査官 仲村 靖

- (56)参考文献 特開2004-108769(JP, A)
特開平08-061868(JP, A)
特開2001-335785(JP, A)
特開平11-337286(JP, A)
特開平05-034082(JP, A)
特開2002-066675(JP, A)
特表平04-503327(JP, A)
米国特許出願公開第2004/0050538(US, A1)
米国特許第05603376(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28F 3/06
F28F 3/00