

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-524792

(P2006-524792A)

(43) 公表日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int.C1.

F25B 9/00 (2006.01)
FO2G 1/057 (2006.01)

F 1

F 25 B 9/00
FO 2 G 1/057

テーマコード(参考)

D
Z

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-510046 (P2006-510046)
 (86) (22) 出願日 平成16年4月15日 (2004.4.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年10月14日 (2005.10.14)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2004/011549
 (87) 國際公開番号 WO2004/097321
 (87) 國際公開日 平成16年11月11日 (2004.11.11)
 (31) 優先権主張番号 10/421,273
 (32) 優先日 平成15年4月24日 (2003.4.24)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 502071399
 サンパワー・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国オハイオ州45701アセンズ・ミルストリート182
 (74) 代理人 100060782
 弁理士 小田島 平吉
 (72) 発明者 バーコウイツ、デイビッド・エム
 アメリカ合衆国オハイオ州45701アセンス・ノースコングレスストリート138
 (72) 発明者 レーン、ニール
 アメリカ合衆国オハイオ州45701アセンス・ノースコングレスストリート136

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】インボリュートフォイル型再生器

(57) 【要約】

内側の柱面状チューブと外側の柱面状チューブの間の環状ギャップ内に配置された複数のインボリュートフォイル (involute foils) を有する再生器 (regenerator)。該フォイルの該インボリュート形状は該再生器全体を通しての均一な間隔と流体接触用の実質的な表面積を提供する。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

流体が、該流体内へそして該流体から、熱エネルギーを伝達するように流れ得る再生器に於いて、該再生器が

- a) 半径方向に外方へ面する柱面状の面を有する内側の壁と、
- b) 該内側の壁と実質的に同軸であり、該内側の壁から半径方向に外方へ隔てられた外側の壁であるが、該内側の壁と該外側の壁との間に環状ギャップを形成する該外側の壁と、を具備しており、前記外側の壁は半径方向に内方に面する柱面状の面を備えており、該再生器は又、
- c) 該半径方向に外方に面する柱面状の面の実質的なインボリュートに沿って延びながら該環状ギャップ内にある複数のフォイルを具備しており、各フォイルは前記柱面状の面の1つに設置された第1エッジと該第1エッジから隔てられた第2エッジとを備えており、前記第2エッジは前記柱面状の面のもう1つの近くにあり、かつ、該第1エッジから円周方向に変位させられていることを特徴とする該再生器。

【請求項 2】

前記第1エッジは外側のエッジであり、そして各フォイルのそれぞれの外側のエッジは該外側の壁の半径方向に内方に面する柱面状の面に対するようシートしておりそして各フォイルは該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面に向かって延びることを特徴とする請求項1の該再生器。

【請求項 3】

前記第1エッジは内側のエッジであり、そして各フォイルはそのそれぞれの内側のエッジで該内側の壁の半径方向に外方に面する柱面状の面に設置されておりそして各フォイルは該外側の壁の半径方向に内方に面する柱面状の面に向かって延びることを特徴とする請求項1の該再生器。

【請求項 4】

該フォイルが円周方向に隔てられた間隔で該内側の壁の半径方向に外方に面する柱面状の面に設置されていることを特徴とする請求項3の該再生器。

【請求項 5】

該円周状に隔てられた間隔の全てが実質的に等しいことを特徴とする請求項4の該再生器。

【請求項 6】

複数の長手方向ギャップであるが、各長手方向ギャップが該フォイルの1つとそのそれとの次の隣接するフォイルとの間に形成されている様な該複数の長手方向ギャップが、該内側の壁から該外側の壁へ延びることを特徴とする請求項5の該再生器。

【請求項 7】

各長手方向ギャップのギャップ幅が該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面から全ての半径方向の距離で実質的に同じであることを特徴とする請求項6の該再生器。

【請求項 8】

更に複数のスペーサーを具備しており、各スペーサーが前記長手方向ギャップの1つ内に設置されることを特徴とする請求項7の該再生器。

【請求項 9】

各スペーサーが該フォイルの1つに設置されたタブであることを特徴とする請求項8の該再生器。

【請求項 10】

各タブが各それぞれのフォイルの該次の隣接するフォイルの方へ変形された部分から形成されることを特徴とする請求項9の該再生器。

【請求項 11】

更に、各タブの少なくとも1部分を囲む各フォイル内の曲線の切り込みを具備することを特徴とする請求項10の該再生器。

【請求項 12】

10

20

30

40

50

該柱面状の面が円柱面状の面であることを特徴とする請求項 1 1 の該再生器。

【請求項 1 3】

流体が、該流体内へそして該流体から、熱エネルギーを伝達するよう、通して流れ得る再生器に於いて、該再生器が

a) 半径方向に外方へ面する柱面状の面を有する内側の壁と、

b) 該内側の壁と実質的に同軸であり、該内側の壁から半径方向に外方へ隔てられた外側の壁であるが、該内側の壁と該外側の壁の間に環状ギャップを形成する該外側に壁と、を具備しており、前記外側の壁は半径方向に内方に面する柱面状の面を備えており、該再生器は又、

c) 該半径方向に外方に面する柱面状の面の実質的なインボリュートに沿って伸びながら該環状ギャップ内にある複数のフォイルを具備しており、各フォイルは前記半径方向に外方へ面する柱面状の面に設置された内側のエッジと該内側のエッジから隔てられた外側のエッジとを備えており、前記外側のエッジは該半径方向に内方に面した柱面状の面の近くにあり、かつ、該内側のエッジから円周方向に変位させられており、

d) 該フォイルは実質的に等しい円周方向に隔てられた間隔で、該内側の面の該半径方向に外方に面した柱面状の面に設置されていることを特徴とする該再生器。

【請求項 1 4】

複数の長手方向のギャップであるが、各長手方向ギャップが該フォイルの 1 つとそのそれぞれの次の隣接するフォイルとの間に形成されている様な該複数の長手方向ギャップが、該内側の壁から該外側の壁へ伸びてあり、そして各長手方向ギャップが該内側の壁の該半径方向に外方へ面する柱面状の面から全ての半径方向距離で実質的に同じギャップ幅を有することを特徴とする請求項 1 3 の該再生器。

【請求項 1 5】

更に複数のスペーサーを具備しており、各スペーサーは前記長手方向ギャップの 1 つ内に設置されることを特徴とする請求項 1 4 の該再生器。

【請求項 1 6】

各該スペーサーが該フォイルの 1 つに設置されたタブであることを特徴とする請求項 1 5 の該再生器。

【請求項 1 7】

各タブが各それぞれのフォイルの該次の隣接するフォイルの方へ変形された部分から形成されることを特徴とする請求項 1 6 の該再生器。

【請求項 1 8】

更に各該タブの少なくとも 1 部分を囲む各該フォイル内の曲線の切り込みを具備することを特徴とする請求項 1 7 の該再生器。

【請求項 1 9】

該柱面状の面が円柱面状の面を有することを特徴とする請求項 1 8 の該再生器。

【請求項 2 0】

流体が、該流体内へそして該流体から、熱エネルギーを伝達するよう、通して流れ得る再生器を作る方法に於いて、該方法が

a) 複数のフォイルを熱伝導性の壁に対し横断的に配置する過程を具備しており、前記フォイルの各々は該壁の近くの内側のエッジと、該壁から隔てられ相対する外側のエッジとを有しており、そして該壁は第 1 エッジと、相対する第 2 エッジとを有しており、該方法は又

b) 各フォイルの該内側のエッジを該壁に設置する過程と、

c) 該壁を曲げそして該第 1 壁エッジを第 2 壁エッジに設置し、それにより半径方向に外方に面する柱面状の面を有し、該フォイルがそれに設置される内側の壁を形成する過程と、

d) 該内側の壁と実質的に同軸でそれから半径方向に外方へ隔てられた外側の壁を配置する過程と、を具備しており、前記外側の壁は半径方向に内方に面した柱面状の面を有しており、それにより該内側の壁と該外側の壁の間に環状ギャップを形成しており、該ギャ

10

20

30

40

50

ップ内では該フォイルは該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面の実質的インボリュートに沿って延びるよう配置されており、各フォイルの前記外側のエッジは該外側の壁の該半径方向に内方に面する柱面状の面の近くに、該内側のエッジから円周方向に変位させられて配置されていることを特徴とする該方法。

【請求項 21】

流体が、該流体内へそして該流体から、熱エネルギーを伝達するよう、通して流れ得る再生器を作る方法に於いて、該方法が

a) 複数の実質的に平面状のフォイルを相互に実質的に平行に配置する過程を具備しており、前記フォイルの各々は内側のエッジと外側のエッジとを有しており、該方法は又

b) 各フォイル間にスペーサーを挿入する過程と、

c) 該フォイルの該内側のエッジと該スペーサーとを、それらが一緒に接合されまで加熱し、それにより該フォイルの該内側のエッジに壁を形成する過程を具備しており、前記壁は第1及び第2の相対するエッジを有しており、該方法は更に

d) 該壁を曲げ、該第1壁エッジを該第2壁エッジに設置し、それにより内側の壁を形成する過程を具備しており、該内側の壁は該フォイルがそれに設置される半径方向に外方に面する柱面状の面を有しており、そして該方法は又更に

e) 該内側の壁に実質的に同軸で、それから半径方向に外方に隔てられた外側の壁を配置する過程を具備しており、前記外側の壁は半径方向に内方に面する柱面状の面を有しており、それにより該内側の壁と該外側の壁の間に環状のギャップを形成しており、該ギャップ内で該フォイルは該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面の実質的なインボリュートに沿って延びるよう配置されており、各フォイルの前記外側のエッジは該外側の壁の該半径方向に内方に面する柱面状の面の近くに配置され、該内側のエッジから円周方向に変位させられていることを特徴とする該方法。

【請求項 22】

流体が、該流体内へそして該流体から、熱エネルギーを伝達するよう、通して流れ得る再生器を作る方法に於いて、該方法が

a) 複数の実質的に平面状のフォイルを相互に平行に配置する過程を具備しており、前記フォイルの各々は内側のエッジと、相対する外側のエッジとを有しており、該方法は又

b) 各フォイル内に少なくとも1つのアパーチャーを形成し、そして該アパーチャーを整合させる過程と、

c) 該フォイル内の該整合されたアパーチャーを通るようリングを挿入する過程と、

d) 該フォイルの該内側のエッジに壁を形成する過程と、を具備しており、前記壁は第1と第2の相対するエッジを有しており、該方法は更に

e) 該壁を曲げ、該第1壁エッジを該第2壁エッジに設置し、それにより内側の壁を形成する過程を具備しており、該内側の壁は該フォイルがそれに設置される半径方向に外方に面する柱面状の面を有しており、該方法は又更に

f) 該内側の壁と実質的に同軸で、該内側の壁から半径方向に外方へ隔てられた外側の壁を配置する過程を具備しており、前記外側の壁は半径方向に内方に面する柱面状の面を有しており、それにより該内側に壁と該外側の壁の間に環状のギャップを形成しており、該ギャップ内では該フォイルは該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面の実質的なインボリュートに沿って延びるよう配置されており、各フォイルの前記外側のエッジは該外側の壁の該半径方向に内方に面する柱面状の面の近くに配置され、該内側のエッジから円周方向に変位させられていることを特徴とする該方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的に熱再生器(thermal regenerators)に関し、特に該再生器の熱伝達面(heat transfer surfaces)を形成するために充分な熱伝導率(thermal conductivity)の材料の薄い、平面

10

20

30

30

40

50

状 (planar) シートを使う熱再生器に関する。

【背景技術】

【0002】

多くのデバイス、特にスターリングサイクル機械 (stirring cycle machines) は、流れる流体 (flowing fluid) からそれへ熱エネルギーが伝達され、かつ、該流体へそれから熱エネルギーが伝達される熱再生器を有する。再生器は普通ステンレスの様な金属製の、ウール (wool)、フォイル (foils) 又は球 (spheres) の様な大表面積構造体 (large surface area structures) を有するよう作られる。

【0003】

10 例えば、スターリングサイクルエンジンでは、往復ピストン (reciprocating piston) を駆動するために往復ディスプレーサー (reciprocating displacer) により作動ガス (working gas) が高温空間 (warmer space) と低温空間 (cooler space) の間を動かされる。該ガスは該サイクルの1つ部分中に加熱され、もう1つの部分中に冷却される。該高温のガスが該高温の空間から輸送されつつある時、それは再生器を通って流れ、そして熱エネルギーは対流、すなわち、該再生器表面上での高温ガス分子の衝突 (impingement)、により該再生器へ伝達される。該ガスが該再生器を通り該低温空間へながれる時該熱エネルギーが該再生器へ伝達されると該再生器は加熱され、該ガスは冷却される。

【0004】

一旦該ガスが該低温空間内で冷却されると、それは再び該再生器を通るよう駆動されるが、普通それは該ガスが該高温空間から駆動された時とは反対の方向である。該再生器を通って流れる低温ガスは該ガスが該再生器を加熱したのと同じ対流機構、すなわち該再生器表面上でのガス分子の衝突、により加熱される。再生器は従って該スターリングサイクルエンジン (stirring cycle engine) の効率 (efficiency) を改善し、何故ならば該ガスは予備加熱された被加熱端部 (heated end pre-warmed) に入り、ガスは予備冷却された低温端部 (cooler end pre-cooled) に入るからである。勿論、再生器はスターリングサイクル機械の他の多くの機械の効率を改善する。

【0005】

30 従来の再生器では、実質的な熱伝達が起こるよう流れる流体分子と再生器の表面との間に実質的量の接触があらねばならない。スターリングサイクル機械で使われる1つの種類の再生器はステンレス鋼の様な金属の長く薄いストリップを使い、該ストリップはロール (roll) に捲かれ、1つの室内に置かれ、該室を通ってガスは該ロールの長手方向に流れる (flows longitudinally of the roll)。金属の各層は流体が通過するための、該各層と次の隣接層との間の空間又はギャップ、を有する。

【0006】

40 例え再生器の層の均一な間隔 (spacing) を有することが望ましくても、実際には、間隔のこの様な均一性 (uniformity) を達成することは難しいことが多い。被加熱端 (heated end) と被冷却端 (cooled end) の間の温度差は該ギャップ寸法を変えるバックリング (buckling) を引き起こすかも知れない。加えて、捲き付け型再生器 (wound regenerator) を通る流体の流れは半径方向に均一に分布され得ず、それは実質的により多くの流れを有する範囲により少ない流れを有する範囲よりも多く該金属を膨張 (expand) 又は収縮 (contract) させ得る。これらの問題の全ては、より大きいギャップを通る高い流体流量 (high fluid flow rates) と、より小さいギャップを通る低い流量 (low flow rates) と、に帰着する。不均一流れ (Non-uniform flow) は不利であり、何故ならば大きなギャップは該再生器を通って流れる幾らかのガスが、熱伝達が起こるべき表面と乏しい接触をさせておくからである。更に、フリーピ

10

20

30

40

50

ストン機械 (free-piston machines) と称されるクラスの機械に重要な圧力降下 (pressure drop) は従来の再生器では妥協させられることが多く、それにより可動部品の予期せぬ力学的運動 (unanticipated dynamic motion) に帰着する。

【0007】

従って流体が通って流れる再生器の全体の領域中で実質的に均一な間隔を保持するニジが再生器用に存在する。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、流体内へそして流体から、熱エネルギーを伝達するために流体が通って流れることが出来る再生器である。該再生器は半径方向に外方へ面する柱面状 (cylindrical) の面 (surface) を有する内側の壁 (inner wall) を具備する。外側の壁 (outer wall) は該内側の壁から半径方向に外方へ隔てられ、該内側の壁と実質的に同軸 (coaxial) である。該外側の壁は半径方向に内方に面する柱面状 (cylindrical) の面 (surface) を有する。それにより環状のギャップが該内側の壁と該外側の壁の間に形成される。該環状のギャップ内に複数のフォイルが配置される。該フォイルは該内側の壁の該半径方向に外方へ面する柱面状の面の実質的なインボリュート (involutes) に沿って延びる。各フォイルは該柱面状の面の1つに設置された第1エッジ (first edge) と該第1エッジから隔てられた第2エッジ (second edge) とを有する。該第2エッジは前記柱面状の面のもう1つの近くにあり、該第1エッジから円周方向に変位させられている。

【0009】

好ましい実施例では、各フォイルはそのそれぞれの内側のエッジで該内側の壁の該半径方向に外方に面する柱面状の面に設置され (mounts) 、該外側の壁の該半径方向に内方へ面する柱面状の面の方へ延び、そしてそれに対するようにシートする (seats)。なおもっと好ましい実施例では、各フォイルはそれと各次の隣接するフォイルとの間に配置された少なくとも1つのスペーサー (spacer) を有する。該スペーサーはカップの形の又は何等かの他の形の、該次の隣接するフォイルの方へ変形 (deformed) されたフォイルのタブ (tab) 又は領域 (region) とすることが出来る。

【実施例1】

【0010】

図で図解される本発明の好ましい実施例の説明では、明解さのために特定の用語法に頼っている。しかしながら、本発明が選択された特定の用語に限定されるようには意図されておらず、各特定の用語は、同様な目的を達成するために同様な仕方で動作する全ての技術的等化物を含むと理解されるべきである。例えば、用語、連結された、又はそれと同様な用語が使われることが多い。それらは直接の連結に限定されず、この様な連結が当業者により等価であると認識されるところでは他の要素を通しての連結も含んでいる。

【0011】

再生器10の好ましい実施例が図1で示され、それは内側の柱面状壁12と外側の柱面状壁14を有する。該内側の壁は、好ましい実施例では、図13で示す様に、中でスターリングサイクル機械15のディスプレーサー13が往復する、壁である。好ましい実施例では、該外側の壁14は該内側の壁12と同軸であり、内側と外側の両壁は図2に示す様に円柱面 (circular cylinders) である。

【0012】

該内側の壁12の半径方向に外方へ面する柱面状の面22と該外側の壁14の半径方向に内方へ面する面24の間に形成されたギャップがある。該ギャップは好ましくは環状であるのがよく、実質的な部分を伸ばし、そして好ましくは本質的にその全体は内側、外側の壁12、14の長さであるのがよい。考慮されたスターリングサイクル機械15では、作動ガスの様な流体が、該スターリングサイクル機械技術と従来の再生器の当業者に明ら

かである仕方で該環状ギャップ17を通って流れる。

【0013】

内側と外側の壁12と14間の環状ギャップ内に位置付けられた多くのフォイル16がある。該フォイル16は、それへそしてそれから、熱エネルギーが容易に伝達されるが、それに該熱エネルギーを周囲構造体(surrounding structure)へ急速に導かせる高い熱伝導率は有しない、材料製である。ステンレス鋼はエンジン{プライムムーバー(prime movers)}と共に用いられる該フォイル16用の好ましい材料であり、ポリエスチル(polyester)又は同様なプラスチックはクーラー{ヒートポンプ(heat pump)}用として好ましい。該フォイルは好ましくはそれらの厚さより実質的に大きい長さと幅を有するのがよい。例えば、考慮されたフォイルは60mmの長さ、13.67mmの幅そして0.0254mmの厚さを有する。これらの寸法は単に例示的なもので、該寸法は可成り変わり得ることは理解されるであろう。例えば、フォイルの幅は環状ギャップを跨ぐ距離、取り付けられるエッジの角度、そして該フォイルにインボリュートを形成させる他の要因により決定される。

【0014】

該フォイル16の各々は等しい幅の隔てられる間隔で、その内側のエッジで、半径方向に外方へ面する面22に、設置され、そして各々は内方へ面する面24と接触するために面22の実質的なインボリュートである経路に沿って延びる。該フォイルの外側のエッジは面24に対するよう溶接、接着(adhered)又は他の仕方でシート(seated)させられ得るが、これは必要ではない。該外側エッジは、それらが該内方に面する面24に対するようシートし、該フォイル再生器構造体の僅かな圧縮しか引き起こさないように、自由にしておかれることも可能である。この構成では、該再生器は、該フォイル及び該壁12及び14用にプラスチックフォイル及び金属壁の様に異なる材料を使う時起こる差動膨張(differential expansions)を調停(accomodate)するよう適応する。

【0015】

該半径方向に外方に面する面22のインボリュートに沿って横たわり、柱面状の面22の周りに等しい間隔で隔てられることにより、各フォイル16は、各フォイルの全体の長さと幅に沿ってその最も近い隣に対し一定間隔(constant spacing)を保持する。かくして全ての半径方向及び長手方向位置で該フォイル16の各々間には均一な間隔があるので、該環状ギャップを通って流れるガスは優先して流れ過ぎるべき何等かのより大きい通路を有しない。この均一流れは”ホットスポット(hot spots)”そして同様に”コールドスポット(cold spots)”が、設置される機械の効率へ与える該再生器10の効果を減じることを防止する。

【0016】

該再生器10は幾つかの方法の1つにより製造することが出来る。好ましい方法では、実質的に平面状の壁32は、各々が該壁32の主要な面42に沿って、フォイルのエッジで、金属のフォイルと壁を使う時は、好ましくは溶接、蝋付け(brazing)又は半田付けにより、或いは該材料がプラスチックの時は、ホットメルティング(hot-melting)、ソルベントボンディング(solvent bonding)、超音波溶接又は他のプラスチックボンディング技術、により取り付けられた、複数の実質的に平行な平面状のフォイル36を有する。各フォイルのエッジは、例えば、0.0254mmの厚さのフォイル用に0.115mmだけ各隣接フォイルから等しく隔てられ、該壁32に実質的に直角に設置される。一旦該フォイルの全てが取り付けられると、該構造体は、図3に示す様に該フォイル36と該壁36の面に沿って見た時本の外観を有する。該フォイルの各々は該”本”的”ページ”であり、その”背(spine)”は該壁32である。

【0017】

一旦該フォイル36が全て該壁32に設置されると、該壁32は、図4で示す様に円柱面(circular cylinder)を形成するよう、好ましくはそれをぐるりと曲げる(該フォイル36から離れるように)ことにより変形される。該壁は直角柱面(r

10

20

30

40

50

ectangular cylinder) 又は何等かの他の望ましい形状に曲げられ得る。該壁 32 の相対するエッジは、以前の平面状壁を、それへとそれが曲げられる該円柱面状の形で保持するために、溶接による様にして、相連結される。該フォイル 36 の各々はその実質的に平面状の形を保持し、該壁 32 に半径方向に配向される。

【0018】

図 4 に示す形状 (configuration) のフォイル 36 の各々間の空間はパイ形 (pie-shaped) であり、何故ならばそれは該壁 32 からの半径方向の距離の関数として幅が増えるからである。もし該再生器がこの形状で組み立てられるとしたら、その不均一なギャップは、その大抵のガスが、該壁 32 から最も大きい半径方向距離にある、該フォイル 36 間のギャップの最も幅広の領域を通って流れさせておき、何故ならば流体流れの抵抗がそこで最小であるからである。

【0019】

該フォイルが図 4 の形状になっている時該再生器を組み立てる代わりに、該全体構造体は次に、同時に該壁 32 を一方向に回転させながら、人の手 (person's hand)、漏斗型チューブ (funnel-shaped tube) の様な直径が減じるデバイス (diameter-reducing device) 又はもう 1 つのデバイス内に置かれる。該フォイル 36 の外側のエッジは、該壁 32 の回転中、該直径が減じるデバイスの面に対してシートしており、そして半径方向に最も内側のエッジが該壁 32 と共に回転し、半径方向に最も外側のエッジが該フォイル 36 と壁 32 の組み合わせの直径を減じるため使われる該デバイスに対するようシートしたまま留まると、該フォイルの先端での摩擦抵抗により、該フォイル 36 の全部は時計方向の様な、1 つの円周方向に曲がる。該フォイルの全てが同じ円周方向に曲がり、該直径が減じるデバイスの直径が減じると、該フォイルは該壁 32 の実質的なインボリュートを形成し始める。これが起こると、該フォイル 36 の外側エッジは該壁 32 により近くなり、それは該壁 32 と該フォイル 36 の組み合わせが、該曲げられたフォイルの外側エッジが対してシートする外側の柱面状壁内に挿入されることを可能にする。該壁 32 と該フォイル 36 が挿入される該外側の壁は内方へ面する柱面状の面を有し、該柱面状の面は、曲げる前の該フォイル 36 の外側エッジよりも該半径方向に外方へ面する面 42 に近い。その最終構造体は図 1 に略図的に示すそれと構造的に同一である。

【0020】

最初に複数の平行フォイルを、該壁へのゼロ度に近づく角度で、壁に取り付けることにより、本発明の再生器を形成することも可能である。次いで該壁は柱面状の外側の壁を形成するよう図 4 で示すそれと反対方向に曲げられるので、該フォイルが該壁の内方へ延びる。次いで、該フォイルが同じ円周方向に全て回転された後、該外側の壁内にチューブが挿入され、そしてそれらの内側エッジが該チューブに取り付けられ、該チューブは再生器を形成する該内側の壁として役立つ。この実施例では、該フォイルは実質的に直角で該内側の壁に取り付けられ、該外側の壁に向かってインボリュートに沿って外方へカーブし、それらが取り付けられたその角度で該外側の壁と交叉 (intersecting) する。

【0021】

本発明の再生器を作るもう 1 つの方法は "スタック (stack)" 内で複数のフォイル 46 を相互に平行に整合 (align) させることである。該フォイルと同様な又は同一の材料製であるのが好ましいが、該フォイル 46 より遙かに短いスペーサー 48 が、該フォイル 46 の内側のエッジの近くで各対のフォイル 46 間に置かれる。次に該フォイル 46 のスタックは、全てが該フォイル 46 の内側のエッジの近くに整合された該スペーサー 48 と密着した関係に相互にパック (packed together) される。次いで該フォイル 46 と該スペーサー 48 の内側のエッジに熱が印加される。該スペーサー 48 とフォイル 46 は該内側エッジで僅かに熔けるのに充分な程熱くなり、そして次いでそれらは、冷却され、図 6 で示す様な該内側のエッジでの薄い壁 42 を形成する固化 (solidification) を引き起こす。該熱は該フォイルに直角な平行線の沿って印

10

20

30

40

50

加され得て、該フォイルとスペーサーと一緒に溶接するよう、溶融可能なロッドにより伴われてもよい。一旦該薄い壁 42 が形成されると、それは次いで柱面 (cylinder) になるよう曲げられるか、或いは 1 つの柱面の周りに曲げられ該柱面に取り付けられ、該フォイル 46 は同じ方向に円周方向に回転され、そして図 3 及び 4 と組み合わせて説明された方法に於ける様に、その該デバイス全体が柱面状の外側に壁の中に置かれる。

【0022】

本発明の再生器を作るもう 1 つの代わりの方法は、図 7 で示すステンレス鋼リング 50 の様な 1 つ以上のリングを、該フォイル 56 の各々の 1 つのエッジの近くに形成された複数の整合されたアーチャー (aperture) を通るよう挿入することである。該リング 50 はフォイルを該リング 50 から滑り外れることから防止するための重なり合う端部を有する。又短いフォイルの様な、スペーサーを該フォイルを隔てるために該リング上に置くことが出来る。該リング端を拡げることにより一旦全ての該フォイル 56 が該リング 50 上に置かれると、該リング 50 は跳ねて閉じられ、そして円柱面の形のチューブが、該フォイル 56 の該内方へ面するエッジが該チューブ壁の半径方向に外方に面する面に対するようシートするまで、該リング 50 内に挿入される。次いで該フォイルは該チューブに取り付けられ、同じ方向に円周方向に曲げられ、そして次いでその全体の構造体が第 2 のチューブ内に挿入される。代わりに、該フォイルとスペーサーは図 6 に付隨して説明された実施例の於ける様に壁を形成するため加熱されることも可能である。

【0023】

本発明の再生器のフォイルの各々は、各次の隣接フォイルに対するその間隔を機械的に保持するスペーサー構造体を有することが出来る。図 8 に示す 1 実施例では、フォイル 106 はスペーサーとして役立つタブ 110 を有する。各タブ 110 は U 型の曲線に沿って該フォイル 106 を切り、次いで該 U 型曲線内にある該フォイル 106 の部分の自由端を、図 9 と 10 で示す様に該フォイル 106 を含む平面に対し横断する経路に沿って 1 つの側へ押すことにより形成される。図 10 で、該フォイル 106 は、次の隣接フォイル 104 に対するようシートすることによりスペーサーとして機能するそのタブ 110 を伴って示される。該フォイル 108 は該フォイル 106 に対するようシートするタブ 118 を有する。

【0024】

図 11 と 12 に示す代わりの実施例では、該スペーサーは該フォイル 126 に形成されたバンプ (bumps) 120 である。該バンプ 120 は、該フォイルをモールドされた器具で凹部内へ押し (forcing) 、それにより該フォイルを局部的に延ばすことによる様な、該フォイル 126 の塑性変形により形成され得る。該バンプ 120 の各々の先端は次の隣接するフォイル 128 に対するようシートし、もう 1 つの隣接するフォイル 124 のバンプ 134 はフォイル 126 に対するようシートする。

【0025】

本発明により作られる再生器は、液体又はガスの様な流体が、サイクルの 1 つの部分中長手方向に 1 方向にそれを通って流れ、そして次いで該サイクルのもう 1 つの部分中長手方向に反対方向にそれを通って流れる環境内に置かれてもよい。好ましい実施例では、該再生器は、図 13 で示す様な、隣接柱面状構造体に仮付け溶接された (tack weld) 又は他の仕方で堅く結合されたその内側及び外側の柱面状壁を有するスターリングサイクル機械に設置される。各フォイルの長手方向端部は、該フォイルと隣接構造体の間の仮付け溶接によるか又はそれら間で金属ウール (エンジンの場合) 又はプラスチックフォーム (ヒートポンプの場合) を圧縮することにより長手方向及び円周方向の運動に対して支持されている。該ウール又はフォームは該フォイルを拘束し、それにより該流体が最初に 1 つの方向に次いで反対方向に急速に変位させられる時、該再生器又はその部品の如何なる運動にも抵抗する。該ウール又はフォームは幾らか再生目的に役立ち得るが、最も重要なこととしては該フォイルの円周方向運動又は該構造体全体か、又は何等かの要素部分の長手方向運動を防止するために機械的停止部 (mechanical stop) として作用する。

10

20

30

40

50

【0026】

本発明の或る好ましい実施例が詳細に開示されたが、本発明の精神と続く請求項の範囲から離れることなく種々の変型が採用され得ることは理解されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の好ましい実施例を図解する略端面図である。

【図2】本発明の好ましい実施例を図解する断面の端面図である。

【図3】実質的に平面状の配向で、設置される壁に対し実質的に直角で該フォイルを有する、製造の中間状態での本発明を図解する斜視図である。

【図4】製造の中間状態の本発明を図解する端面図である。

10

【図5】製造の中間状態の本発明を図解する斜視図である。

【図6】製造の中間状態の本発明の代わりの実施例を図解する略端面図である。

【図7】該フォイル内のアーチャを通って延びるリングを使う本発明の代わりの実施例を図解する斜視図であり、そこでは相対的面を強調するために厚さは拡大されている。

【図8】スペーサーの1実施例を有するフォイルを図解する側面図である。

【図9】図8のフォイルをそのスペーサーと共に図解する斜視図であり、そこでは厚さは拡大されている。

【図10】他のフォイルに対し動作可能な位置の図8のフォイルを図解する端面図であり、そこでは厚さは拡大されている。

20

【図11】代わりのフォイルと、スペーサーのもう1つの実施例と、を図解する斜視図であり、そこでは厚さは拡大されている。

【図12】他の同様なフォイルに対し動作可能な位置の図11のフォイルを図解する端面図であり、そこでは厚さは拡大されている。

【図13】スターリングサイクル機械上の再生器の設置を図解する略側面図である。

【図1】

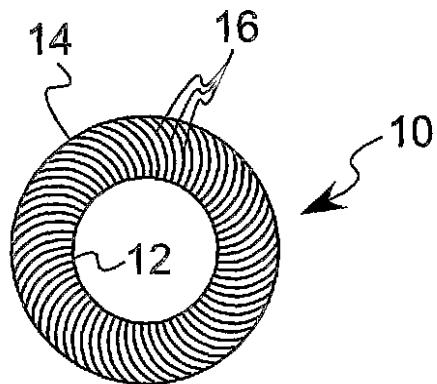


FIG. 1

【図2】

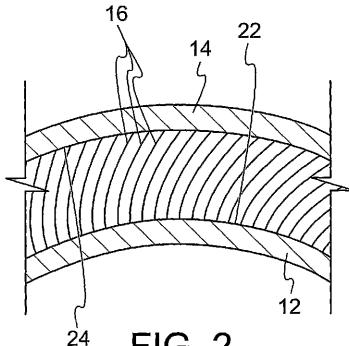


FIG. 2

【図3】

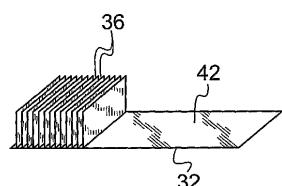


FIG. 3

【図 4】

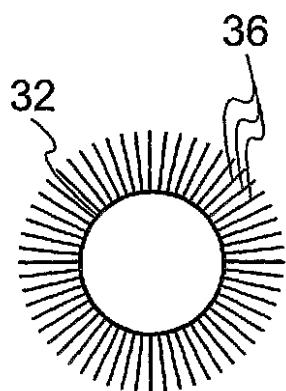


FIG. 4

【図 5】

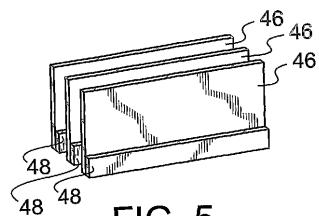


FIG. 5

【図 6】

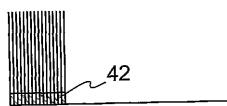


FIG. 6

【図 7】

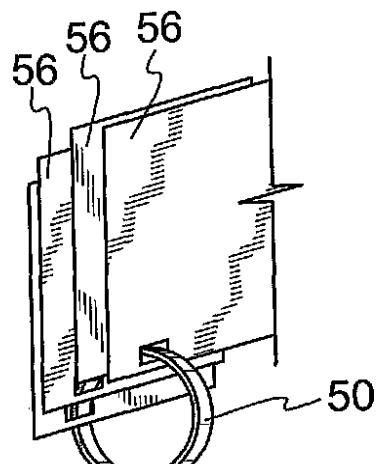


FIG. 7

【図 8】

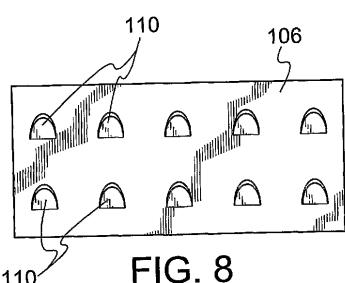


FIG. 8

【図 9】

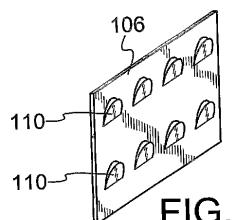


FIG. 9

【図 10】

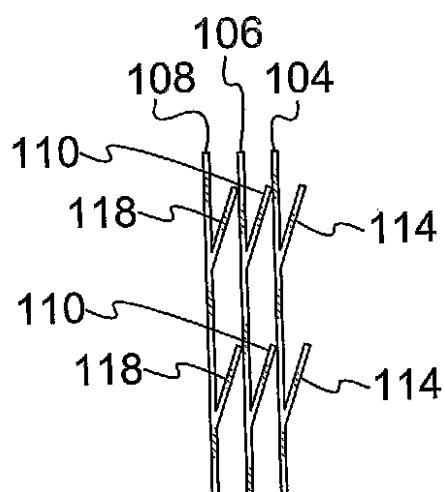


FIG. 10

【図 1 1】

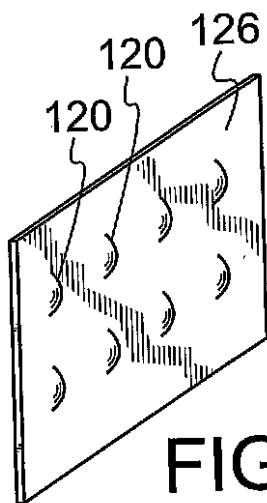


FIG. 11

【図 1 2】

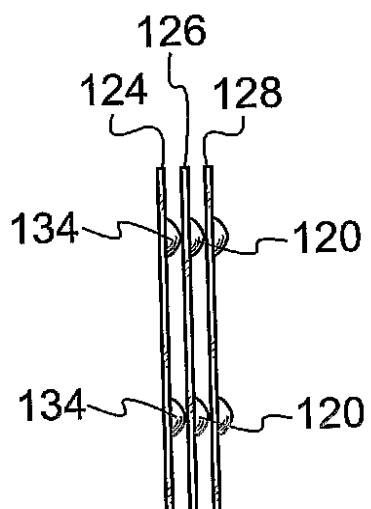


FIG. 12

【図 1 3】

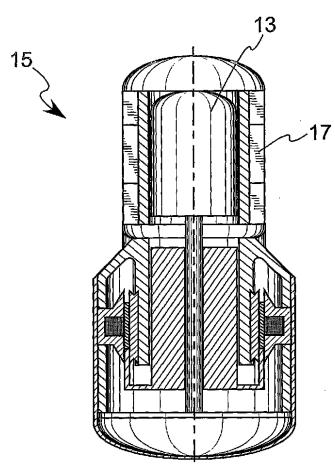


FIG. 13

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/11549												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : F28D 19/04, 19/00 US CL : 165/10 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 165/10														
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched														
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EAST														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category *</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 4,013,117 A (KOPETZKI et al.) 22 March 1977 (22.03.1977), Figs. 1-3, lines 17-58 of column 4.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-8, 13-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">US 3,875,994 A (LEWAKOWSKI et al.) 08 April 1975 (08.04.2005), Figs. 1, 2, 5, bridging paragraph of columns 3 & 4.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1-8, 13-15</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 3,463,222 A (GRAMES) 26 August 1969 (26.8.1969), entire document.</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;"></td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 4,013,117 A (KOPETZKI et al.) 22 March 1977 (22.03.1977), Figs. 1-3, lines 17-58 of column 4.	1-8, 13-15	X	US 3,875,994 A (LEWAKOWSKI et al.) 08 April 1975 (08.04.2005), Figs. 1, 2, 5, bridging paragraph of columns 3 & 4.	1-8, 13-15	A	US 3,463,222 A (GRAMES) 26 August 1969 (26.8.1969), entire document.	
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	US 4,013,117 A (KOPETZKI et al.) 22 March 1977 (22.03.1977), Figs. 1-3, lines 17-58 of column 4.	1-8, 13-15												
X	US 3,875,994 A (LEWAKOWSKI et al.) 08 April 1975 (08.04.2005), Figs. 1, 2, 5, bridging paragraph of columns 3 & 4.	1-8, 13-15												
A	US 3,463,222 A (GRAMES) 26 August 1969 (26.8.1969), entire document.													
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed														
Date of the actual completion of the international search 25 April 2005 (25.04.2005)		Date of mailing of the international search report 17 MAY 2005												
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer Allen J. Flanigan Telephone No. (703) 308-0861												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US04/11549

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claim Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claim Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claim Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
Claims are grouped as set forth in PCT/ISA/206, INVITATION TO PAY ADDITIONAL FEES

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-8 and 13-15

Remark on Protest The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,M,D,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ケーレ, トッド

アメリカ合衆国オハイオ州45723ケーレビル・ユーバリツジロード3455・ルート1

(72)発明者 ウツド, ジエイムズ・ゲイリー

アメリカ合衆国オハイオ州45710アルバニー・マリオンジョンソンロード3996