

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4340902号
(P4340902)

(45) 発行日 平成21年10月7日 (2009. 10. 7)

(24) 登録日 平成21年7月17日 (2009. 7. 17)

(51) Int. Cl.	F I
H O 2 N 11/00 (2006. 01)	H O 2 N 11/00 A
F 2 5 B 21/02 (2006. 01)	F 2 5 B 21/02 A
H O 1 L 35/30 (2006. 01)	H O 1 L 35/30

請求項の数 15 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2004-530980 (P2004-530980)	(73) 特許権者	503285689
(86) (22) 出願日	平成15年8月7日 (2003. 8. 7)		ビーエスエスティー エルエルシー
(65) 公表番号	特表2005-536976 (P2005-536976A)		アメリカ合衆国 9 1 7 0 6 - 2 0 5 8
(43) 公表日	平成17年12月2日 (2005. 12. 2)		カリフォルニア州 アーウィンデイル アーウィンデイル アベニュー 5 4 6 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/024899	(74) 代理人	100065215
(87) 国際公開番号	W02004/019379		弁理士 三枝 英二
(87) 国際公開日	平成16年3月4日 (2004. 3. 4)	(74) 代理人	100076510
審査請求日	平成18年7月21日 (2006. 7. 21)		弁理士 掛樋 悠路
(31) 優先権主張番号	10/227, 398	(74) 代理人	100114616
(32) 優先日	平成14年8月23日 (2002. 8. 23)		弁理士 眞下 晋一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	ベル ロン イー.
			アメリカ合衆国 9 1 0 0 1 カリフォルニア アルタディーナ グランド オークス 1 8 1 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンパクトで高効率な熱電システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

改良された熱電システムであって、

複数の熱電モジュールであって、それらの少なくともいくつかは、実質的に相互に熱絶縁されており、各モジュールが、高温側および低温側を有する前記複数の熱電モジュールと、

少なくとも1つの固体作動手段であって、前記複数の熱電モジュールの少なくとも2つと順に熱伝達状態になり、その結果、前記作動手段が、前記熱電モジュールの少なくとも2つによって、複数の段階において徐々に冷却または加熱される前記少なくとも1つの固体作動手段と、

を備える熱電システム。

【請求項 2】

前記作動手段は、回転軸に装着された複数のディスク状の手段を含み、前記手段は、前記熱電モジュールで前記ディスク状手段の少なくともいくつかを積み重ねた構成である請求項 1 に記載の熱電システム。

【請求項 3】

前記作動手段は、熱電モジュールと作動手段とを交互に積み重ねた構成である複数の作動手段を含む請求項 1 に記載の熱電システム。

【請求項 4】

前記作動手段は、前記複数の熱電モジュールの少なくともいくつかを実質的に熱絶縁す

る請求項 3 に記載の熱電システム。

【請求項 5】

改良された熱電システムであって、

複数の熱電モジュールであって、それらの少なくともいくつかは、実質的に相互に熱絶縁されており、各熱電モジュールが、高温側および低温側を有する前記複数の熱電モジュールと、

複数の熱伝達装置であって、それらの少なくともいくつかは、異なる平面にあり、複数の前記熱電モジュールの少なくとも 1 つと熱伝達状態であり、前記熱伝達装置の少なくとも 2 つが、互いに流体により連結され、前記熱伝達装置の少なくとも 2 つを連続して流れる第 1 の作動流体を受け入れる熱伝達装置と、を備え、

10

前記第 1 の作動流体は、前記熱伝達装置の少なくとも 2 つを流れる過程で冷却又は加熱される熱電システム。

【請求項 6】

前記熱伝達装置の少なくともいくつかは、それぞれ、少なくとも 2 つの熱電モジュールの間にはさまれている請求項 5 に記載の熱電システム。

【請求項 7】

複数の前記熱電モジュールの少なくとも 1 つは、前記はさんだ熱伝達装置に面する低温側を有する請求項 6 に記載の熱電システム。

【請求項 8】

前記複数の熱電モジュールと前記複数の熱伝達装置とは、前記熱電モジュールの少なくともいくつかの低温側同士を、少なくとも 1 つの熱伝達装置を間においておおむね向き合わせ、かつ、前記熱電モジュールの少なくともいくつかの高温側同士を、少なくとも 1 つの熱伝達装置を間においておおむね向き合わせて、積み重ねられている請求項 5 に記載の熱電システム。

20

【請求項 9】

前記複数の熱伝達装置は、ハウジングと、熱交換器フィンとを備える熱交換器であって、前記各熱交換器の熱交換器フィンは、前記熱交換器と熱伝達状態の前記熱電モジュールの少なくとも 1 つのための追加の熱絶縁を提供するように、作動流体の流れの方向に段階を形成する請求項 5 に記載の熱電システム。

【請求項 10】

前記第 1 の作動流体は、前記冷却熱伝達装置を介して同じ方向に流れる請求項 5 に記載の熱電システム。

30

【請求項 11】

前記熱伝達装置は、作動流体を受け入れて所定の方向に流す請求項 8 に記載の熱電システム。

【請求項 12】

前記熱伝達装置は、熱交換器であり、該熱交換器は、セグメントに形成された熱交換器要素を内部に有するハウジングを備え、前記セグメントの少なくとも 1 つは、前記セグメントの他の少なくとも 1 つから実質的に熱絶縁されている請求項 11 に記載の熱電システム。

40

【請求項 13】

第 1 の熱交換器から第 2 の熱交換器への流路を提供して、前記第 1 の熱交換器および第 2 の熱交換器を流れる作動流体が複数の段階において冷却または加熱される、少なくとも 1 つの管路をさらに備える請求項 12 に記載の熱電システム。

【請求項 14】

少なくとも 1 つの固体作動媒体は、当該作動媒体が冷却又は加熱されるように、前記複数の熱電モジュールの少なくとも 2 つに関連して動くように適合する請求項 1 に記載の熱電システム。

【請求項 15】

前記複数の熱電モジュールは、少なくとも 1 つの N 型熱電素子と、少なくとも 1 つの P

50

型熱電素子とを備える請求項 5 に記載の熱電システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、ソリッドステート冷却、加熱および発電システムのための、改良された構成に関する。

【背景技術】

【0002】

熱電装置 (TE) は、いくつかの材料の特性を利用して、電流の存在下で材料を横切って温度勾配を生じさせる。通常の熱電装置は、装置内の熱電材料として P 型および N 型の半導体を用いる。これらは、所望の加熱または冷却機能が得られるような方法で物理的かつ電気的に構成される。

【0003】

今日熱電装置に使用されている最も一般的な構成を図 1 に示す。一般に、P 型と N 型の熱電素子 102 が、2 つの基板 104 同士の間長方形のアセンブリ 100 に配列される。電流 I が、両方の素子の型の中を流れる。素子は、素子 102 の端へ付けられた銅のシャント 106 を介して直列に接続される。直流電圧 108 が印加されると、TE 素子を横切る温度勾配が生じる。TE は、一般に、液体、気体および物体を冷却するために使用される。

【0004】

ソリッドステート冷却、加熱および発電 (SSCHP) システムは、軍事および航空宇宙計器装備、温度制御および発電の適用のために 1960 年代から使用されてきた。そのようなシステムは、果たす役割に対するコストが高過ぎたため、民間での使用には限度があり、また、SSCHP システムは、電力密度が低いので、大型となり、さらに高価で、それほど効率的ではなく、業務用としての許容範囲を超える重量だった。

【0005】

最近の材料の改良によって、効率および電力密度は、本システムの 100 倍まで上昇する見込みである。

【0006】

熱絶縁を用いて効率が改良された熱電気、というタイトルであり同時係属中の特許出願第 09/844,818 号明細書に記載された形状に対する効率は、さらに改善されて、多くの重要な応用については 50% から 100% へ上昇している。材料の改善が行われていることと合わせて、システム効率を 4 倍またはそれ以上に上昇させることができる。このように実質的に改善が行われる可能性があることによって、当該技術に新たな関心を呼び、また新しい応用のための SSCHP システムを開発する取り組みが行われる結果になった。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

全体として、この開示は、SSCHP 構成の新しい系統について説明している。これらの構成では、コンパクトに、かつ高効率のエネルギー変換をすることができ、また比較的低コストにすることができる。概ね、熱電素子またはモジュールを熱交換器同士の間にはさんだいくつかの実施形態を開示する。熱電モジュールは、熱交換器を間にはさんでいる任意の 2 つのモジュールについて、同じ温度タイプの側が、その熱交換器に面していることが好ましい。例えば、熱交換器を間にはさんだ各熱電気の比較的低温側は、同じ熱交換器に、よって相互に向き合っている。少なくとも 1 つの作動媒体が、少なくとも 2 つの熱交換器中に連続して流されて、その結果、冷却または加熱が、作動媒体に追加して行われることが好ましい。この構成には、上の説明において留意されるように、高いシステム効率および出力密度を示し製造可能なシステムにおいて、米国特許出願第 09/844,818 号明細書に説明されているように熱絶縁の利点を用いるという別の利点がある。その

応用において説明されているように、一般に、熱電装置は、熱電素子のアセンブリ全体を、熱絶縁された半組立品または部分品へさらに分割することによって、効率が高くなるかまたは改善され得る。例えば、熱交換器は、作動媒体の流れの方向に熱絶縁するようにさらに分割可能である。例えば、熱電システムは、冷却側および加熱側を有し熱電アレイを形成する複数の熱電素子を有しており、この複数の熱電素子は、アレイを横切って少なくとも一方向に相互に実質的に分かれている。熱絶縁は、作動媒体の流れの方向に行われることが好ましい。この熱絶縁は、作動流体の流れの方向に熱絶縁された部分を熱交換器が有するように部分品に構成された熱交換器を具えることによって、提供可能である。

【 0 0 0 8 】

本開示では、作動流体のために同じ温度タイプの熱交換器を連続して使用することによって、それ自体に一種の熱絶縁が提供される。さらに、熱交換器または T E 素子、T E 素子の部分、あるいは任意の組み合わせは、一連のまたは連続した熱交換器中に少なくとも 1 つの作動流体を連続して流すことにより得られる熱絶縁を上回る熱絶縁が、作動流体の流れの方向に提供されるように構成可能である。

【 0 0 0 9 】

冷却および / または加熱を行う応用のために開示した原理は、発電の応用に同様に適用可能である。本システムは、所与の応用のための効率を最大限にするように調節可能であるが、一般的な原理を利用している。

【 0 0 1 0 】

この応用に関して説明する特定の実施形態によって、熱絶縁による効率の上昇をなお維持するかまたは改善すると同時に、S S C H P 装置の構造の複雑さおよびコストが低下する。

【 0 0 1 1 】

本開示の第 1 の態様は、改良された熱電システムを含み、この熱電システムは、複数の熱電モジュールを有し、それらの少なくともいくつかは、相互に実質的に熱絶縁されており、各モジュールは、高温側および低温側を有している。少なくとも 1 つの固体作動手段は、連続して複数の熱電モジュールの少なくとも 2 つと熱伝達状態になり、その結果、作動手段が、熱電モジュールの少なくとも 2 つにより複数の段階において徐々に冷却または加熱される。

【 0 0 1 2 】

好ましい一実施形態では、作動手段は、回転軸に装着された複数のディスク状手段を含み、これらの手段は、熱電モジュールがディスク状手段の少なくともいくつかを間にはさんで積み重ねられた構成にされる。作動手段は、熱電モジュールと作動手段とを交互に積み重ねた構成にされた複数の作動手段を含み得ることが好ましい。作動手段は、複数の熱電モジュールの少なくともいくつかを実質的に熱絶縁することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の態様は、複数の熱電モジュールを有する、改良された熱電システムを含み、複数の熱電モジュールの少なくともいくつかは、実質的に相互に熱絶縁されており、各モジュールは、高温側および低温側を有する。複数の熱伝達装置が、それぞれ複数の熱電モジュールの少なくとも 1 つと熱伝達状態にあり、熱伝達装置の少なくとも 2 つは、熱伝達装置を流れる第 1 の作動流体を受け入れる。少なくとも 1 つの管路が、異なる平面において熱伝達装置の少なくとも 2 つを連結して、その結果、第 1 の作動流体が、少なくとも 2 つの熱伝達装置の第 1 の熱伝達装置を流れ、続いて、少なくとも 2 つの熱伝達装置の第 2 の熱伝達装置を流れて、少なくとも 2 つの熱伝達装置を流れるにつれて、複数の段階において冷却または加熱される。

【 0 0 1 4 】

一実施形態では、熱伝達装置の少なくともいくつかの各々が、少なくとも 2 つの熱電モジュールの間にはさまれる。さらに、少なくとも 2 つの熱電モジュールは、低温側が、間にはさまれた熱伝達装置に面していることが好ましい。

【 0 0 1 5 】

一実施形態では、熱電モジュールおよび熱伝達装置は、少なくとも１つの熱伝達装置を間において低温側同士を向き合わせ、少なくとも１つの熱伝達装置を間において高温側同士を向き合わせて、積み重ねられている。

【００１６】

一実施形態では、熱伝達装置は、熱交換器であって、該熱交換器は、ハウジングと、熱交換器フィンとを備え、熱交換器フィンは、熱交換器と熱伝達状態の熱電モジュールの少なくとも１つのための追加の熱絶縁を提供するように、作動流体の流れの方向に段階を形成する。少なくとも１つの管路は、管路により結合されている少なくとも２つの熱伝達装置を流れる作動流体同士が同じ方向に流れるように形成されることが好ましい。

【００１７】

10

本発明のさらに別の態様は、複数のＮ型熱電素子および複数のＰ型熱電素子とを有する熱電システムを含む。複数の熱伝達装置であって、それらの少なくともいくつかは、それぞれ、Ｎ型熱電素子の少なくとも１つと、Ｐ型熱電素子の少なくとも１つとの間にはさまれて、熱電素子と熱伝達装置との積み重ね構成にされている複数の熱伝達装置が提供される。一実施形態では、本システムは、積み重ねに電氣的に接続された電流源をさらに具え、駆動電流が、連続して熱伝達装置と熱電素子とを流れる。熱伝達装置は、Ｐ型熱電素子の少なくともいくつかをＮ型熱電素子の少なくともいくつかから熱絶縁することが好ましい。熱伝達装置は、作動流体を受け入れて所定の方向に流すことが好ましい。

【００１８】

一実施形態では、熱伝達装置は、熱交換器であり、該熱交換器は、セグメントに形成された熱交換器要素を内部に有するハウジングを備え、セグメントの少なくとも１つは、セグメントの他の少なくとも１つから実質的に熱絶縁されている。

20

【００１９】

一実施形態では、少なくとも１つの管路は、第１の熱交換器から第２の熱交換器への流路を提供して、その結果、第１の熱交換器および第２の熱交換器を流れる作動流体が、複数の段階において冷却または加熱される。

【００２０】

本発明のこれらおよび他の態様および実施形態を図面に関連してさらに詳細に述べる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２１】

30

この説明に関して、熱電モジュールまたはＴＥモジュールという用語は、通常のまた慣用されている意味を広義で用いるものであって、（１）通常の熱電モジュール、例えば、カリフォルニア州サンディエゴのハイゼットテクノロジーインコーポレイテッド（Hi Z Technologies, Inc.）により製造される熱電モジュール、（２）量子トンネリングコンバータ、（３）熱電子モジュール、（４）磁気熱量モジュール、（５）熱電気、磁気熱量、量子トンネル及び熱電子効果の１つを利用したエレメントまたはそのどれかを組み合わせることによるエレメント、（６）種々の組み合わせ、アレイ、アセンブリ、および上記（１）から（６）の種々を組み合わせた他の構造体である。熱電素子という用語は、熱電気、熱電子、量子トンネリング、およびこれらの効果の種々の組み合わせを用いて作動する別個の素子を示す、さらに詳細な用語である。

40

【００２２】

以下の説明において、熱電またはＳＳＣＨＰシステムは、例として説明している。しかし、このような技術および説明には、全てのＳＳＣＨＰシステムを含むものと解釈される。

【００２３】

したがって、説明および例示目的で特定の実施形態における例を用いて、本発明を説明する。後述する様々な例は、様々な構成を示し、所望の改良を行うために用いることができる。本説明によって、特定の実施形態および例は、例に過ぎないばかりでなく、ここに示した本発明を限定するようには解釈もされない。さらに、冷却側、加熱側、低温側、高温側、比較的低温側および比較的高温側、並びに同種の用語が、特定の温度を示すもので

50

はないが、関連する用語であることを理解すべきである。例えば、熱電素子またはアレイまたはモジュールの「高温」側は、周囲温度である場合もあるし、「低温」側は、周囲温度より低温である場合もある。その逆が真の場合もある。したがって、それらの用語は、熱電気の一方の側が、それとは逆の温度の側よりも高温または低温であることを示すように相互に相対的である。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、熱電アレイ 2 0 0 のための好ましい構成の、概括した第 1 の実施形態を示す。アレイ 2 0 0 は、複数の T E モジュール 2 0 1、2 1 1、2 1 2、2 1 3、2 1 8 を有し、これら T E モジュールは、複数の第 1 の側の熱交換器 2 0 2、2 0 3、2 0 5 と複数の第 2 の側の熱交換器 2 0 6、2 0 7、2 0 9 と良好な熱伝達状態にある。第 1 の側の熱交換器および第 2 の側の熱交換器という呼び方は、熱交換器が、S S C H P システム全体の一方の側または他方の側にあることではなく、単に熱電モジュールの比較的低温側または比較的高温側のいずれかと熱伝達状態にあることを意味または示唆する。このことは、図面から、熱交換器が熱電モジュール同士の間にはさまれているという点において明らかである。そういう意味で、それらは、熱電モジュールの第 1 の側または第 2 の側と熱伝達状態にある。第 1 の T E モジュール 2 0 1 の比較的低温側は、第 1 の側の熱交換器 2 0 5 と熱的接触状態にあり、かつ T E モジュール 2 0 1 の高温側は、入口の第 2 の側の熱交換器 2 0 6 と熱的接触状態にある。流体などの第 2 の作動媒体 2 1 5 が、図 2 の右上の角からアレイ 2 0 0 内に入り、入口の第 2 の側の熱交換器 2 0 6 を通り、左下近傍の最終または出口の第 2 の側の熱交換器 2 0 9 から出ていく。第 1 の作動媒体 2 1 6 が、左上の入口の第 1 の側の熱交換器 2 0 2 を通って入り、右下近くの最終または出口の第 1 の側の熱交換器 2 0 5 から出ていく。図示していない電源に接続された（同様に他の T E モジュール用の）電線 2 1 0 が、各 T E モジュール 2 0 1 に接続されている。図 2 において線として表わされている第 1 の管路 2 0 8 が、第 2 の作動媒体 2 1 5 を運び、また、第 2 の管路 2 0 4 が、図示するような種々の熱交換器 2 0 2、2 0 3、2 0 5、2 0 6、2 0 7 および 2 0 9 の中を連続して第 1 の作動媒体 2 1 6 を運ぶ。

【 0 0 2 5 】

作動時には、第 2 の作動媒体 2 1 5 は、入口の第 2 の側の熱交換器 2 0 6 を下方へ流れるにつれて、T E モジュール 2 0 1 から吸熱する。第 2 の作動媒体 2 1 5 は、管路 2 0 8 を通り、上方へ向かって第 2 の側の熱交換器 2 0 7 内へその中を通って流れる。熱交換器 2 0 7 との良好な熱伝達状態にあるのは、T E モジュール 2 1 1 および 2 1 2 の比較的高温側であって、それらは、各比較的高温側が相互に向き合って第 2 の側の熱交換器 2 0 7 を間にはさむように構成されている。第 2 の側の作動媒体 2 1 5 は、さらに、第 2 の側の熱交換器 2 0 7 を流れるにつれて加熱される。第 2 の側の作動媒体 2 1 5 は、次に、第 2 の側の熱交換器 2 0 9 を通って流れ、そこで再び、T E モジュール 2 1 3 および 2 1 8 の比較的高温側が、第 2 の側の熱交換器 2 0 9 をはさんでおり、第 2 の側の熱交換器 2 0 9 へ熱を伝達して、さらに第 2 の側の作動媒体 2 1 5 を加熱する。熱交換器 2 0 9 から、第 2 の作動媒体 2 1 5 は、出口または最終の第 2 の側の熱交換器 2 0 9 からアレイ 2 0 0 を出て行く。

【 0 0 2 6 】

同様に、第 1 の作動媒体 2 1 6 は、図 2 の左上の角から入口の第 1 の側の熱交換器 2 0 2 に入る。この熱交換器 2 0 2 は、T E モジュール 2 1 8 の比較的低温側と良好な熱伝達状態にある。第 1 の作動媒体 2 1 6 は、入口の第 1 の側の熱交換器 2 0 2 を流れるにつれて、冷却され、別の第 1 の側の熱交換器 2 0 3 を通り、最後に出口の第 1 の側の熱交換器 2 0 5 を通って、そこで、さらに低温の作動媒体 2 1 7 として出ていく。

【 0 0 2 7 】

配線 2 1 0 を通る電力によって、T E モジュール 2 1 8 内、および同様にすべての他の T E モジュール内へ、熱電冷却および加熱が行われる。

【 0 0 2 8 】

したがって、つまり、作動媒体が、アレイの左手側において T E モジュールの低温側と

10

20

30

40

50

良好な熱接触状態に置かれて、その結果、熱が、媒体から引き出される。次いで、媒体は、第2および第3のTEモジュールと接触し、そこで、さらに熱が、引き出され、さらに媒体が冷却される。所望の数の段階を通して右へ媒体が進んでいくにつれて、増加分の冷却プロセスが、続けられる。媒体は、適切な量が冷却された後、右から出ていく。同時に、第2の媒体が、さらに右からシステムに入り、第1の段階を流れるにつれて、少しずつ加熱される。次いで、さらに加熱が行われる次の段階などに入る。1つの段階において熱を入力することによって、隣接したTEモジュールの低温側から熱が引き出され、それらモジュール内への電力が生じる。高温側媒体は、概ね右から左の方向へ流れていくにつれて次第に加熱される。

【0029】

10

上述の外形に加えて、本システムは、両方の媒体が、同じ温度で入り次第に高温になり低温になる場合に、利点を提供する。同様に、媒体は、アレイ内のどんな場所の低温または高温側から除去またはそれに追加することもできる。アレイは、5、7、35、64などの有用な数のセグメントに、またさらに多くの数のセグメントにすることができる。

【0030】

本システムはまた、本プロセスを逆にして、高温および低温の媒体をTEモジュールに接触させ、かつ高温および低温媒体を、逆の端から流して(図2におけるの同様だが、高温媒体を媒体216として入れ、かつ低温媒体を媒体215として入れて)、作動させることもできる。したがって、TEモジュールを横切って温度勾配が生じることによって、電流および電圧が生成され、したがって熱の力が電力に変換される。これらの作動モード、および後述のテキストに記載したものはすべて、本発明の一部である。

20

【0031】

図2に示したように、熱交換器を一連の段階へ分けることによって、作動媒体がTEモジュールからTEモジュールへ流れる方向に熱絶縁が提供される。タイトルが熱絶縁を用いて効率が改善された第1の熱電気であり、2001年4月27日出願の米国特許出願第09/844,818号明細書が、熱絶縁の原理を詳細に説明しており、この原理は、製造しやすくするための種々の特定のかつ実際の例によりこの説明を通じて提示されている。この特許出願は、参照によってその全体が組み込まれる。

【0032】

タイトルが、熱絶縁を用いて効率が改善された熱電気、である米国特許出願第09/844,818号明細書に記載されているように、図2に示したような向流構成で媒体を徐々に加熱、冷却することによって、熱力学的効率を、熱絶縁の利点がない単一のTEモジュールの同じ条件下におけるものよりも高くすることができる。したがって、図2に示す構成は、容易に製造可能なコンパクトな設計の熱電モジュール同士の間にはさまれた熱交換器のセグメントまたは段階によって熱絶縁を得るSSCHPシステム200を示している。

30

【0033】

上述の特徴に加えて、熱電モジュールは、それ自体が、媒体の流れの方向に熱絶縁を提供するように構成可能であり、また各熱交換器、または熱交換器のいくつかは、図5にさらに記述する構成または他の適切な構成によって、個々の熱交換器に熱絶縁を提供するように構成可能である。一般に、熱交換器を流れの方向にセグメントに分割して、TEモジュール218などの単一のTEモジュールおよび入口熱交換器202の流れに沿って熱絶縁を増加させることができる。

40

【0034】

図3は、図2におけるのと同様の概略設計のアレイ300であり、このアレイ300は、複数のTEモジュール301と、比較的低温側の熱交換器302、305および307とからなり、これらは、第1の作動媒体315が、連続した熱交換器からここに示した熱交換器通路へ流れるように連結されている。同様に、複数の高温側熱交換器309、311および313が、矢印で示した方向に連続してまたは段階的に比較的高温側の作動媒体317を送る。TEモジュール301は、図2の説明のように配置され電力が供給される

50

。

【 0 0 3 5 】

図 3 の下半分は、比較的低温側の作動媒体の低温側温度または温度変化 3 0 3、3 0 4、3 0 6、3 0 8 と、高温側作動媒体の高温側温度 3 1 0、3 1 2、3 1 4 を示している。

。

【 0 0 3 6 】

比較的低温側の作動媒体 3 1 5 は、入口の比較的低温側の熱交換器 3 0 2 に入りその中を流れる。入口の比較的低温側の熱交換器 3 0 2 を流れる際の作動媒体の温度の低下 3 0 3 を、低温側温度曲線 T_c の低下 3 0 3 により示している。比較的低温側の作動媒体 3 1 5 は、さらに、次の段階の比較的低温側の熱交換器 3 0 5 の中を流れるにつれて、温度低下 3 0 4 により示すように冷却され、また繰り返す、第 3 の比較的低温側の熱交換器 3 0 7 を流れるにつれて、それに伴い温度低下 3 0 6 が生じる。比較的低温側の作動媒体 3 1 5 は、温度 3 0 8 で低温の流体 3 1 6 として出ていく。同様に、比較的高温側の作動媒体 3 1 7 は、第 1 または入口の比較的高温側の熱交換器 3 0 9 に入り、図 3 に比較的高温側の温度曲線 T_H で示すように、第 1 の温度 3 1 0 で出ていく。比較的高温側の作動流体は、図 2 に示したように複数の段階でアレイ 3 0 0 を進んでいき、徐々に高温となり、最終的に、出口の比較的高温側の熱交換器 3 1 3 を流れた後、比較的高温側の温度 3 1 4 で比較的高温側の作動流体 3 1 8 として出ていく。(TE モジュールおよび熱交換器である) 段階の数を増加させることによって、冷却および加熱の力の量の増加、および各熱交換器により生じる温度変化の減少が可能となり、かつ/またはアレイを流れる媒体の量が増加することが容易に理解される。米国特許出願第 0 9 / 8 4 4 , 8 1 8 号明細書に教示されるように、効率は、たとえ低速度でも、段階が増えると高くなり得る。

【 0 0 3 7 】

上述の実験および説明は、図 2 および図 3 の構成により行うことができる熱絶縁および段階的な加熱および冷却が、効率をかなり上昇させ、したがって重要であることを示す。そのようなシステムでは、実験室のテストで、100%を超える上昇が達成された。

【 0 0 3 8 】

図 4 A は、図 2 および図 3 において説明したように構成された 3 つの TE モジュール 4 0 2 と、4 つの熱交換器 4 0 3 と、2 つの管路 4 0 5 とを備えたアレイ 4 0 0 を示す。比較的低温側の作動流体が比較的低温側の入口 4 0 4 から、比較的高温側の作動流体が比較的高温側の入口 4 0 7 からそれぞれ入り、比較的低温側の出口 4 0 6、比較的高温側の出口 4 0 8 からそれぞれ出ていく。図 4 B は、熱交換器 4 0 3 の一実施形態についてのさらに詳細な図である。それは、流体媒体に適するタイプとして示している。熱交換器アセンブリ 4 0 3 は、入口 4 1 0 および出口 4 1 1 を有する外側ハウジング 4 1 2 と、熱交換器フィン 4 1 4 と、流体分配マニホールド 4 1 3 とからなる。アレイ 4 0 0 の作動は、本質的に図 2 および図 3 に説明したものと同一である。TE モジュール 4 0 2 の数は、図 4 では 3 つであるが、どんな数にしてもよい。ハウジング 4 1 2 は、熱伝導性があり、耐腐食性の銅またはアルミニウムなどの適切な材料からなることが好ましい。一実施形態では、熱交換器フィン 4 1 4 は、TE モジュールへの境界面を横切って良好な熱伝導率を達成するように、折りたたまれ、ハウジング 4 1 2 へ半田付けされた銅またはアルミニウムであることが好ましい。フィン 4 1 4 は、どんな形状にしてもよいが、システムに望ましい熱伝達特性を達成することに十分適する設計であることが好ましい。詳細な設計のガイドラインは、W. M. Kays および A. L. London による「コンパクトな熱交換器」第 3 版にある。あるいは、穿孔型フィン、並列型プレート、ルーバー型フィン、ワイヤーメッシュ型およびその他同種のものなど他の適切な熱交換器を使用可能である。そのような構成は、当該技術において知られており、図 2 から図 1 1 のどの図面におけるどの構成においても使用可能である。

【 0 0 3 9 】

図 5 A は、管路の連結によって、熱交換器の段階から熱交換器への流れが生じる、図 4 の構成の代替構成を示す。アレイ 5 0 0 は、第 1 の TE モジュール 5 0 1 および第 2 の T

10

20

30

40

50

E モジュール 5 1 0 と、3 つの熱交換器 5 0 2、5 0 3 および 5 0 6 と、1 つの管路 5 0 4 とを有する。当然ながら、前の実施形態および構成を用いた場合のように、2 つの第 1 の側の熱交換器 5 0 2、5 0 3 と、1 つの第 2 の側の熱交換器 5 0 6 との特定の数、限定的ではなく、他の数にしてもよい。

【 0 0 4 0 】

図 5 B は、熱交換器 5 0 2、5 0 3、5 0 6 のための好ましい実施形態の拡大図を示している。図 5 B に示すような熱交換器のこの構成は、他の実施形態に適切となり、図 2 から図 8 および図 1 1 における構成のどの構成においても使用可能である。そのような構成の熱交換器の 1 つまたはそれ以上の熱交換器に好ましいこの実施形態は、ギャップ 5 1 3 により隔てられセグメントに分割された熱交換器フィン 5 1 1 を具えた外側ハウジング 5 1 6 を有している。作動流体は、入口 5 0 5 から入り、出口 5 0 8 から出ていく。ギャップの代わりとして、熱交換器フィン同士の間には物理的なギャップを実際に設けずに、熱交換器を、一部分に対しては熱伝導性がありかつ別の部分に対しては熱伝導性がないような異方性になるように製造可能である。その効果は、個別の熱交換器セグメントの段階と、流れの方向に別の個別の熱交換器セグメントの段階との間に熱絶縁が得られることである。これは、図 2 から図 5 に記載された実施形態において熱交換器の段階を具えることにより得られる熱絶縁に追加される熱絶縁である。

【 0 0 4 1 】

例えば加熱される第 1 の作動流体 5 0 7 が、入口 5 0 5 から入り、第 1 の T E モジュール 5 0 1 と熱伝達状態の入口または第 1 の熱交換器 5 0 2 中を下方向へ流れることが好ましい。作動流体 5 0 7 は、底から出ていき、管路 5 0 4 を通って次の熱交換器 5 0 3 へ導かれ、そこで、再度、第 2 の T E モジュール 5 1 0 を下方向に通って、高温作動流体 5 0 8 として出ていく。第 2 の作動流体 5 1 7 は、入口 5 1 8 を通って図 5 A の底から入り、T E モジュール 5 0 1 および 5 1 0 の（本例では）比較的低温側を通り過ぎて第 3 の熱交換器 5 0 6 中を上方向へ流れることが好ましい。熱交換器 5 0 6 は、T E モジュール 5 0 1 および 5 1 0 の比較的低温側と良好な熱伝達状態にある。この構成によって、作動流体 5 0 7 および 5 1 7 は、上述の米国特許出願第 0 9 / 8 4 4 , 8 1 8 号明細書の教示による向流システムを形成する。

【 0 0 4 2 】

図 5 B に詳細に示す熱交換器 5 0 2、5 0 3 および 5 0 6 は、T E モジュール 5 0 1、5 1 0、5 1 0 の面から、ハウジング 5 1 6 を通り、（4 つの分離したセグメントとして示した）熱交換器フィン 5 1 1 への熱伝導率が高くなるように構成されることが好ましい。しかしながら、各熱交換器セグメントを他のものから熱絶縁するように、流れの方向には熱伝導率を低くすることが望ましい。絶縁が重要であり、T E モジュール 5 0 1 および 5 1 0 の内部熱伝導率が、垂直方向（作動流体の流れる方向）には高くない場合、アレイ 5 0 0 は、熱絶縁による利点を有し、さらに高い効率で作動可能である。実際に、さらに多くの T E モジュールおよびさらに多くの熱交換器からなるアレイの場合、アレイ 5 0 0 は、応答可能である。

【 0 0 4 3 】

図 6 は、好ましくは作動ガスで作動するように設計された別の加熱器 / 冷却器システム 6 0 0 をさらに示す。加熱器 / 冷却器 6 0 0 は、第 1 の側の熱交換器 6 0 3、6 0 5 と第 2 の側の熱交換器 6 0 4 と良好な熱伝達状態の T E モジュール 6 0 1、6 0 2 を有する。空気または他のガスなどの第 1 の作動流体 6 0 6 は、ダクト 6 0 7、6 0 8、6 1 0 により収容され、また第 2 の作動流体 6 1 6 は、ダクト 6 1 5、6 1 3 により収容されている。ファンまたはポンプ 6 0 9、6 1 4 が、ダクト 6 0 8、6 1 5 内に装着される。

【 0 0 4 4 】

第 1 の作動流体 6 0 6 は、入口ダクト 6 0 7 からシステム 6 0 0 に入る。作動流体 6 0 6 は、例えば加熱（または冷却）が行われる第 1 の熱交換器 6 0 3 を通過する。次いで、作動流体 6 0 6 は、ファン 6 0 9 を通り抜け、このファン 6 0 9 は、作動流体 6 0 6 を、ダクト 6 0 8、それから第 2 の熱交換器 6 0 5 中へポンプ注入するように作動し、そこで

10

20

30

40

50

、さらに加熱（または冷却）されて、ダクト 6 1 0 から出ていく。同様に、空気または別のガスなどの作動流体が、入口ダクト 6 1 5 から入る。それは、第 2 のファンまたはポンプ 6 1 4 により、第 3 の熱交換器 6 0 4 中へ押し入れられて、そこで、この例では、冷却（または加熱）される。冷却（または加熱）された作動流体 6 1 6 は、出口ダクト 6 1 3 から出ていく。

【 0 0 4 5 】

システム 6 0 0 は、追加の T E モジュールおよび熱交換器からなる多数のセグメントを有し、図 5 B に記載したように隔離されセグメントに分割された熱交換器を具え得る。さらに、それは、追加のポンプ注入を行う力を提供するために多数のファンまたはポンプを具え得る。さらに、1つのダクト、例えば 6 0 7、6 0 8 は、1つの流体を有し、他のダクト 6 1 3、6 1 5 は、第 2 の種類の気体を有し得る。あるいは、一方の側は、液体の作動流体を有し、また他方の側は、気体を有する場合がある。したがって、本システムには、作動媒体が流体または液体であるかの制限がない。さらに、出口ダクト 6 1 3 が、ファンダクト 6 0 9 の周りを通ることに留意すべきである。

【 0 0 4 6 】

図 7 A は、好ましくは流体とともに使用する加熱・冷却システム 7 0 0 を示す。アセンブリは、複数の第 1 の側の作動手段 7 0 3 と、複数の第 2 の側の作動手段 7 0 4 とを有する複数の T E モジュール 7 0 1 を具える。本例では、第 1 の側の作動手段 7 0 3 および第 2 の側の作動手段 7 0 4 が、ディスクを形成する。第 1 の側の作動手段 7 0 3 は、第 1 の側の軸 7 0 9 に取り付けられ、また第 2 の側の作動手段 7 0 4 は、第 2 の側の軸 7 0 8 に取り付けられる。軸 7 0 8、7 0 9 は、順に、それぞれ、第 1 の側のモータ 7 0 6 と、第 2 の側のモータ 7 0 5 とに、並びに対応のベアリング 7 0 7 へ取り付けられる。モータ回転の好ましい方向を矢印 7 1 0 および 7 1 1 により示す。

【 0 0 4 7 】

セパレータ 7 1 7 が、アレイを 2 つの部分に分割し、T E モジュール 7 0 1 を位置決める。T E モジュール 7 0 1 は、セパレータ 7 1 7 により所定位置に保持されており、交互に、第 1 の側の作動手段 7 0 3 および第 2 の側の作動手段 7 0 4 を間にはさむように間隔をあけて配置されている。任意の 2 つの T E モジュール 7 0 1 について、モジュールは、低温側と高温側とが前の実施形態におけるように相互に向き合うように配置される。作動手段 7 0 3、7 0 4 は、T E 素子 7 0 1 と良好な熱伝達状態にある。サーマルグリースまたはその他同種のことを、熱電素子 7 0 1 と作動手段 7 0 3、7 0 4 との間の境界面に供給することが好ましい。グリースの目的は、作動手段 7 0 3、7 0 4 の作動に関する以下の説明から明らかになる。第 1 の側のハウジング部 7 1 4 および第 2 の側のハウジング部 7 1 5 は、システム 7 0 0 により調節された流体を含んでいる。電線 7 1 2、7 1 3 は、T E モジュールに駆動電流を供給するように T E モジュール 7 0 1 に接続している。

【 0 0 4 8 】

図 7 B は、図 7 A のシステム 7 0 0 の一部分 7 B - 7 B を通る横断面図である。第 1 の流体 7 2 1 および第 2 の流体 7 2 3 を、矢印 7 2 1 および 7 2 3 によって流れの方向に沿って表わす。第 1 の流体は、矢印 7 2 2 で表わすように出ていき、また第 2 の流体は、矢印 7 2 4 で表わすように出ていく。システム 7 0 0 は、電線 7 1 2 および 7 1 3 から T E モジュール 7 0 1 に電流を流すことにより作動する。T E モジュール 7 0 1 は、図 2 および図 3 に記載したように相互に対向して配置された低温側および高温側を有する。例えば、それらの隣接した低温側は、第 1 の側の作動手段 7 0 3 に面し、また高温側は、第 2 の側の作動手段 7 0 4 に面する。セパレータ 7 1 7 は、T E モジュール 7 0 1 の位置決めること、およびアレイ 7 0 0 の低温側から高温側を隔てることの 2 つの機能を果たす。

【 0 0 4 9 】

作動を理解するために、例えば、第 2 の流体 7 2 3 が冷却されるものと仮定する。冷却は、第 2 の側の手段 7 0 4 との熱交換によって行われる。第 2 の側の手段 7 0 4 が回転しているときに、任意の所与の時点で T E モジュール 7 0 1 の比較的低温側と接触した表面の部分が、冷却される。その部分が、第 2 のモータ 7 0 5 の動きによって T E モジュール

701から遠ざかって回転しているときに、第2の手段704は、第2の側の流体を冷却し、次に、この第2の側の流体は、出口724から出ていく。第2の流体は、ハウジング部715およびセパレータ717によってアレイ700内に閉じ込められる。

【0050】

同様に、第1の流体721は、第1の側の手段703をTEモジュール701の比較的高温側と熱的接触させることによって加熱される。(矢印711で示す)回転によって、第1の手段703の被加熱部分が、第1の流体721が通り抜けることができ熱的接触によって加熱され得る場所に移動する。第1の流体721は、ハウジング714とセパレータ717との間に収容され、出口722から出る。

【0051】

上述のように、水銀などの熱伝導性のあるグリースまたは液体金属を使用して、TEモジュール701と手段703、704とを接触領域において十分に熱的接触させることができる。

【0052】

上述のように、図7Aおよび図7Bの構成は、マイクロプロセッサ、レーザーダイオードおよびその他同種のものなどの外部構成要素を冷却または加熱するために使用することもまた好ましい。そのような例では、ディスクは、サーマルグリースまたは液体金属あるいは同種のものを使用してその部分に接触して、その部分へ熱を伝達し、またその部分から熱を伝達する。

【0053】

図7Cは、TEモジュール701が熱絶縁を達成するようにセグメントに分割されたシステム700の変更版を示す。図7Cは、TEモジュール701および702が、作動手段704および703(この例では回転ディスク)を加熱するように熱を伝達するアレイ700の部分についての詳細な図を示す。作動手段704および703は、それぞれ軸線733および734周りを回転する。

【0054】

一実施形態では、作動手段704および703は、矢印710および711により示すように逆方向に回転することが好ましい。作動手段704、703が回転すると、TEモジュール701および702の異なる部分から熱が伝達されて、熱的接触し、作動手段704、703の温度が徐々に変化する。例えば、第1のTEモジュール726は、特定の場所において作動手段704を加熱する。その場所の作動手段704の材料は、作動手段704が反時計回りに回転すると、第2のTEモジュール725と接触する。作動手段704の同じ部分は、さらに別のTEモジュールセグメント701および702上へ動く。作動手段703が反時計回りに回転し、TEモジュール701および702と、それからTEモジュール725および726と係合すると、逆の作用が生じる。

【0055】

作動手段704、703は、半径および軸方向には熱伝導率が高く、それらの角方向、すなわち動く方向には熱伝導率が低いことが好ましい。この特性によって、作動手段704および703中の伝導率による、1つのTEモジュール725から別のTEモジュール726への熱伝達は、最小限となるので、有効な熱絶縁が達成される。

【0056】

TEモジュールまたはセグメント701、725、726の代わりとして、単一のTE素子またはいくつかのTE素子セグメントを代用してもよい。この場合、TE素子701が、作動手段704、703の動きの方向における長さに比べて厚さが非常に薄く、その方向に比較的热伝導率が低い場合、それらは、その長さに渡って有効な熱絶縁を示すことになる。それらは、熱を伝導するので、それらが個別のTEモジュール701から形成されているように、熱的に応答する。この特性は、作動手段704、703内において動きの方向に熱伝導率が低いことと組み合わせられて、有効な熱絶縁を達成することができ、それによって性能が強化され得る。

【0057】

図 7 D は、スポーク 7 2 7 を有するホイール 7 2 9 の形状に形成された作動手段 7 0 4、およびスポーク 7 3 1 を有するホイール 7 3 2 の形状に形成された作動手段 7 0 3 のための代替構成を示す。熱交換器材料 7 2 8 および 7 3 0 が、スポーク 7 2 7 同士の、スポーク 7 3 1 同士の間にあり、かつそれらと良好な熱接触状態にある。

【 0 0 5 8 】

システム 7 0 0 は、図 7 D に示すさらに別のモードで作動可能である。この構成では、作動流体（図示せず）が、アレイ 7 0 0 の軸に沿って軸方向に 1 つの手段 7 0 4 から次の作動手段 7 0 4 へ連続して、作動手段 7 0 4、7 0 3 を流れ、それから最後の手段 7 0 4 を通過するまで軸方向に流れて、出ていく。同様に、別の作動流体（図示せず）が、アレイ 7 0 0 を軸方向に、個別の作動手段 7 0 3 の中を流れる。この構成では、ダクト 7 1 4 および 7 1 5 と、セパレータ 7 1 7 とは、作動手段 7 0 4、7 0 3 を囲み、手段 7 0 3 から手段 7 0 4 を隔離する連続したリングを形成するような形状にされる。

【 0 0 5 9 】

作動流体が軸方向に流れると、熱出力は、熱交換器材料 7 2 8 および 7 3 0 を通って作動流体に送られる。例えば、熱交換器 7 2 8 を通過する高温側作動流体は、熱交換器 7 3 0 を流れる作動流体とは逆方向にアレイ 7 0 0 中を流れることが好ましい。この作動モードでは、アレイ 7 0 0 は、向流型熱交換器として機能し、一連の連続した熱交換器 7 2 8 および 7 3 0 は、それらを通り抜ける各作動流体を徐々に加熱し冷却する。図 7 C について説明したように、熱能動素子を T E モジュール 7 0 1 にすることができ、この T E モジュール 7 0 1 は、作動手段 7 0 4、7 0 3 の動く方向に有効な熱絶縁を有するように形成可能である。あるいは、T E モジュール 7 0 1 および 7 0 2 は、図 7 C に記載したような部分にすることができる。後者の場合、作動手段 7 0 4 の外側ディスク 7 2 9 の部分、および作動手段 7 0 3 の外側ディスク 7 3 2 の部分を熱絶縁するように、作動手段 7 0 4、7 0 3 の熱伝導率が動く方向に低いことがさらに好ましい。

【 0 0 6 0 】

その代わりに、本設計は、部分 7 2 9 および 7 3 2 内に半径方向のスロット（図示せず）を含ませることができ、これらの半径方向のスロットは、動きの方向に熱絶縁を行うように T E モジュール 7 0 1 および 7 0 2 から熱が伝達される。

【 0 0 6 1 】

図 8 は、熱電システム 8 0 0 の別の実施形態を示し、この熱電システム 8 0 0 は、第 1 の側の熱交換器 8 0 3 と第 2 の側の熱交換器 8 0 8 との間に、複数の T E 素子 8 0 1（ハッチングした）および T E 素子 8 0 2（ハッチングしていない）を有する。電源 8 0 5 が、電流 8 0 4 を供給し、電線 8 0 6、8 0 7 によって熱交換器 8 0 8 に接続されている。システム 8 0 0 は、例えば図 2、図 3、図 4、図 5、図 6 および図 7 において述べたように、高温および低温側の作動媒体をアレイ 8 0 0 中に流すために管路、およびポンプまたはファン（図示せず）を有している。

【 0 0 6 2 】

この設計では、（多数の T E 素子を有する）T E モジュールは、T E 素子 8 0 1 および 8 0 2 と入れ替わっている。例えば、ハッチングした T E 素子 8 0 1 を N 型の T E 素子にしてもよいし、またハッチングしていない T E 素子 8 0 2 を P 型の T E 素子にしてもよい。この設計については、電気伝導率が非常に高くなるように熱交換器 8 0 3 および 8 0 8 を構成することが好ましい。例えば、熱交換器 8 0 3、8 0 8 のハウジング、およびそれらの内部フィンまたは他のタイプの熱交換器の部材は、銅または他の熱伝導性および電気伝導性が高い材料から作製可能である。あるいは、熱交換器 8 0 3 および 8 0 8 は、T E 素子 8 0 1 および 8 0 2 と非常によく熱伝達するが、電気絶縁状態にすることができる。その場合、電気シャント（図示せず）を、図 1 に示したのと同様だが、シャントを熱交換器 8 0 3 および 8 0 8 を通り過ぎループ化して、T E 素子 8 0 1 および 8 0 2 の面に連結してそれらの面を電氣的に接続可能である。

【 0 0 6 3 】

構成にかかわらず、N 型 T E 素子 8 0 1 から P 型 T E 素子 8 0 2 へ流れる D C 電流 8 0

10

20

30

40

50

4 が、例えば、それらの間にはさまれた第 1 の側の熱交換器 8 0 3 を冷却し、また、次に、P 型 T E 素子 8 0 2 から N 型 T E 素子 8 0 1 へ流れる電流 8 0 4 が、それらの間にはさまれた第 2 の側の熱交換器 8 0 8 を加熱する。

【 0 0 6 4 】

標準的な T E モジュールのシャント、基板および多数の電気コネクタの電線をなくすることができるかまたは減少させることができるので、アレイ 8 0 0 は、最小のサイズおよび熱損失を示し得る。さらに、T E 素子 8 0 1 および 8 0 2 は、素子の電気伝導率および容量が高くなるように構成要素を設計した場合、高電流を収容するヘテロ構造にすることができる。そのような構成では、アレイ 8 0 0 によって、熱出力密度を高くすることができる。

10

【 0 0 6 5 】

図 9 は、図 8 に記載したのと同じ一般的なタイプの熱電システム 9 0 0 であって、当該熱電システム 9 0 0 は、第 1 の側の熱伝達部材 9 0 3 と第 2 の側の熱伝達部材 9 0 5 との間に、それらと良好な熱接触状態の P 型 T E 素子 9 0 1 および N 型 T E 素子 9 0 2 を有している。この構成では、熱伝達部材 9 0 3 および 9 0 5 は、熱伝導性ロッドまたはヒートパイプの形態である。熱伝達部材 9 0 3 および 9 0 5 に取り付けられそれらと良好な熱伝達状態にあるのは、熱交換器フィン 9 0 4、9 0 6 または同種のものである。第 1 の管路 9 0 7 が、第 1 の作動媒体 9 0 8 および 9 0 9 の流れを閉じ込め、また、第 2 の管路 9 1 4 が、第 2 の作動流体 9 1 0 および 9 1 1 の流れを閉じ込める。電気コネクタ 9 1 2 および 9 1 3 が、図 8 において記載したように、P 型 T E 素子 9 0 1 と N 型 T E 素子 9 0 2 と

20

【 0 0 6 6 】

作動中には、例として、電流は、第 1 のコネクタ 9 1 2 からアレイ 9 0 0 に入り、（ハッチングした）P 型の T E 素子 9 0 1 および（ハッチングしていない）N 型の T E 素子 9 0 2 を交互に通って、第 2 の電気コネクタ 9 1 3 から出る。本プロセスでは、第 1 の作動媒体 9 0 8 は、熱伝達フィン 9 0 4 により伝導が行われることによって加熱されるにつれて、次第に高温になり、この熱伝達フィン 9 0 4 は、今度は、第 1 の熱伝達部材 9 0 3 により伝導が行われることによって加熱される。第 1 の管路 9 0 7 は、第 1 の作動媒体 9 0 8 を囲み閉じ込めて、この第 1 の作動媒体 9 0 8 は、温度が変化した作動流体 9 0 9 として出ていく。第 1 の管路 9 0 7 の部分は、第 1 の（この場合高温の）作動媒体 9 0 8 および 9 0 9 から、T E 素子 9 0 1 および 9 0 2 と、第 2 の側の熱伝達部材 9 0 5 とを熱絶縁する。同様に、第 2 の作動媒体 9 1 0 は、第 2 の管路 9 1 4 から入り、第 2 の側の熱交換器 9 0 6 を通り抜けていくにつれて（この例では）冷却され、冷却された流体 9 1 1 として出ていく。T E 素子 9 0 1、9 0 2 は、第 2 の側の熱伝達部材 9 0 5 を、したがって熱交換器フィン 9 0 6 を冷却し得る。第 2 の側の管路 9 1 4 は、第 2 の（この例では冷却された）作動媒体 9 1 0 を閉じ込め、アレイ 9 0 0 の他の部分からそれを絶縁する働きをする。

30

【 0 0 6 7 】

図 8 から図 9 の実施形態において個々の T E 素子について説明したが、T E モジュールを T E 素子 9 0 1、9 0 2 の代わりに用いてもよい。さらに、ある状況では、熱伝達部材 9 0 3、9 0 5 から T E 素子 9 0 1、9 0 2 を電気絶縁し、シャント（図示せず）中に電流を流すことが好ましい場合がある。さらに、熱交換器 9 0 4、9 0 6 は、システムの機能に好ましいどんな設計にしてもよい。他の実施形態による場合、図 8 および図 9 の構成によって、比較的容易に製造可能なシステムを得られ、かつ熱絶縁により効率が高くなることが理解される。例えば、図 8 では、P 型の熱電素子と N 型の熱電素子との間に交互に配置された熱交換器 8 0 8、8 0 3 は、比較的低温または高温の熱交換器タイプのいずれかであるが、相互に適切に熱絶縁され、それにより P 型および N 型の熱電素子が相互に適切に熱絶縁される。

40

【 0 0 6 8 】

図 1 0 に、熱絶縁を提供する別の熱電アレイシステム（1 0 0 0）を示す。この構成は

50

、同じ媒体を冷却し加熱して、除湿するか、あるいは沈澱物、霧、凝縮し得る蒸気、反応生成物および同様のものを除去し、媒体の温度をもとの温度より少し上の温度に戻すシステムの機能を果たし得ることが好ましい。

【0069】

システム1000は、低温側の熱伝達素子1003を点在させたP型のTE素子1001と、高温側の熱伝達素子1004を点在させたN型のTE素子1002とを交互に積み重ねたものからなる。ここに示した実施形態では、熱交換器フィン1005は比較的低温側の熱伝達素子1003のために、熱交換器フィン1006は比較的高温側の熱伝達素子1004のために設けられる。アレイ1000内において、比較的低温側の管路1018は作動流体1007、1008を、また比較的高温側の管路1019は作動流体1009を、案内する。ファン1010が、アレイ1000中に作動流体1007、1008および1009を引き入れる。好ましいことに、比較的低温側の絶縁体1012が、作動流体1007を、比較的低温側を流れている間に、TE素子の積み重ねから絶縁し、また、比較的高温側の絶縁体1020が、好ましくは、作動流体を、比較的高温側に流している間に、TE素子の積み重ねから絶縁する。バッフル1030またはその他同様のものが、比較的低温側と比較的高温側とを隔てる。好ましい一実施形態では、バッフル1030は、作動流体1021を通過させるための通路1031を有する。同様に、一実施形態では、流路1017によって、流体1016が高温側の流路に入り得る。

10

【0070】

スクリーン1011、または他の多孔性の作動流体フローリストラクタが、アレイ1000の比較的高温側から比較的低温側を隔てている。凝縮した、固体の沈澱物、液体およびその他同様のもの1013が、アレイ1000の底部に蓄積し、バルブ1014を通してスパウト1050から流出され得る。

20

【0071】

図9の説明において述べたように、TE素子1001電流（図示せず）が比較的低温側の熱伝達素子1003を冷却し、またTE素子1002中の電流（図示せず）が、比較的高温側の熱伝達素子1004を加熱する。作動中において、作動流体1007が比較的低温側を流れていくにつれて、作動流体1007からの沈澱物、水分または他の凝縮液1013が、アレイ1000の底部に集まり得る。必要に応じて、バルブ1014を開いて、沈澱物、水分または凝縮液1013をスパウト1015から除去するか、または他の適切な手段によって引き出すことができる。

30

【0072】

作動流体1021のいくらかを、比較的低温側から比較的高温側にバイパス通路1020を通して流し得ることが好ましい。この設計の場合、比較的低温側の流体1007の必ずしも全てが、フローリストラクタ1011を流れるわけではないが、その代わりに、それを利用して、比較的高温側の作動流体の温度を局所的に低減し、それにより、いくつかの状況において、アレイ1000の熱力学的効率を改善可能である。システムの流れ特性を適切に設計することによって、バイパス通路1020の流れとフローリストラクタ1011の流れとを適切な割合にすることができる。例えば、流れを調節するためにバルブを組み込み、特定の通路を開閉可能である。いくつかの用途では、フローリストラクタ1011は、液体または気体の作動流体1008からの沈澱物、あるいは気体の作動流体1008からの霧または濃霧を除去するフィルタとして機能し得る。

40

【0073】

比較的高温側の作動流体の温度を低下させる、またはアレイ1000の効率を上昇させるために、追加の比較的高温側の冷却材1016を側方通路1017からアレイ1000に入れ得ることが好ましい。

【0074】

この構成によって、フローリストラクタ1011において非常に低温の状態が生じて、その結果、作動流体1008は、相当量の沈澱物、凝縮液または水分を除去する能力を具え得る。代替作動モードでは、ファン1010への動力を逆にし、作動流体を加熱し冷却

50

状態に戻すように本システムを作動させることができる。これは、加熱プロセスによって形成される反応生成物、沈澱物、凝縮液、水分、およびその他同様のものの除去に好ましいものとなり得る。好ましい一実施形態では、フローリストレクタ 1011、および/または熱交換器 1005 および 1006 は、本システムにおいて生じ得る作用を、促進、変更、可能にし、妨げ、またはそれに影響を与える触媒特性を具え得る。液体の作動流体については、好ましい特性を達成するように、1つまたはそれ以上のポンプをファン/モータ 1010 と交換可能である。

【0075】

図 11 は、図 2 および図 3 の設計と類似しているが、作動媒体が、本システムを通る代替通路を有する熱電アレイ 1100 を示す。アレイ 1100 では、TE モジュール 1101 が、熱交換器 1102 同士の間には散在されている。複数の入口ポート 1103、1105 および 1107 が、アレイ 1100 中に作動媒体を導き入れる。複数の出口ポート 1104、1106 および 1108 が、アレイ 1100 から作動媒体を導き出す。

10

【0076】

作動時には、例として、冷却される作動媒体が、第 1 の入口ポート 1103 から流入し、熱交換器 1102 のいくつかを通過し、それにより徐々に（この例では）冷却を行い、第 1 の出口ポート 1104 から流出する。アレイ 1100 から熱を取り除く作動媒体の一部分が、第 2 の入口ポート 1105 から流入し、熱交換器 1102 を通過し、本プロセスにおいて徐々に加熱され、第 2 の出口ポート 1106 から流出する。

【0077】

20

熱を取り除くために作動媒体の第 2 の部分が、第 3 の入口ポート 1107 から流入し、熱交換器 1102 のいくつかを通り抜けるにつれて加熱され、第 3 の出口ポート 1108 から流出する。

【0078】

この設計によって、第 1 の入口ポート 1103 から第 1 の出口ポート 1104 へ流れる低温側の作動媒体は、高温側の作動媒体がこの例では 2 箇所から流入するので、効率的に冷却され、結果として生じる TE モジュール 1101 における温度差が、作動媒体が単一のポートから流入する場合よりも、平均して少なくなり得る。平均温度勾配が平均より低い場合、ほとんどの状況下で、システム効率が高くなる。第 2 の入口ポート 1105 および第 3 の入口ポート 1107 を流れる相対的流量は、所望の性能を達成するか、または外部の条件の変更に応答するように調節可能である。例として、第 3 の入口ポート 1107 を通る流量を多くすることによって、最も効率的には、第 3 の出口ポート 1108 が入口になるようにその部分の流れの方向を逆にするによって、第 1 の出口ポート 1104 を出る低温側作動媒体の出口温度が低下し得る。これらの変形のすべて。

30

【0079】

本発明から逸脱せずに、上述の特徴を組み合わせ可能であることにさらに留意すべきである。

【0080】

TE 素子およびモジュールに電力を印加することによって、作動媒体を冷却し加熱することに関して、上記の例を説明してきた。TE 素子およびモジュールに温度勾配をつけることにより電力を抽出する逆のプロセスは、当該技術において周知である。特に、図 2、図 3、図 4、図 5、図 6、図 7、図 8、図 9 および図 11 に示す構成は、発電に適している。

40

【0081】

一般に、これらの図に描いたシステムは、両方のモードで作動する。冷却、加熱または発電のための性能を最適化するように、特定の変更を行うことができることが好ましい。例えば、（10 から 60 °F までの）小さい温度差は、冷却および加熱システムの特徴であるが、当該技術において周知のように、発電において効率を高くするためには、（200 から 2000 °F までの）大きな温度差が望ましい。大きな温度差には、異なる構造材料と、場合によれば設計および材料の異なる TE モジュールおよび素子とが必要である。

50

しかしながら、基本的な構想は、異なる作動モードについては同じままである。図5、図8および図9に記載した設計は、簡易で、頑丈で、低コストの設計および製造になり得ることから、発電に好ましい。しかしながら、上述の設計はすべて、特定の発電の適用のための長所を具え得るが、必ずしもその全てが、そうであるというわけではない。

【0082】

上述のように、いくつかの例を説明してきたが、上記の説明は、本発明の幅広い構想の単に例示であって、その構想を、添付の特許請求の範囲において述べる。特許請求の範囲において、すべての用語は、慣用されている通常の意味であるものとし、本説明では、その用語を、特に詳細に表わさない限り、どんな特別な意味または特に定義された意味にも制限しない。

10

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図1A】通常のTEモジュールを示す図である。

【図1B】通常のTEモジュールを示す図である。

【図2】作動媒体の熱絶縁および向流の流れを伴った、SSCHPシステムの概略構成を示す図である。

【図3】作動媒体がシステムの中を進んでいくにつれて生じる媒体の温度変化を示す図である。

【図4A】3つのTEモジュールと、フィン型熱交換器と、液体作動媒体とを有するシステムを示す図である。

20

【図4B】図4Aのシステムのフィン型熱交換器を示す図である。

【図5A】2つのTEモジュールと、セグメントに分割された熱交換器とを有して、熱絶縁しかつ液体媒体を向流にするシステムを示す図である。

【図5B】図5Bのシステムの、セグメントに分割された熱交換器を示す図である。

【図6】2つのTEモジュールと、流体の流れを制御するためにダクトに設けられたファンとを有する気体媒体システムを示す図である。

【図7A】特性をさらに高めるために向流を伴う固体媒体システムを示す図である。TE素子は、熱絶縁を追加するように厚さに対する長さの比が大きい。

【図7B】図7Aのシステムの一部7B-7Bを通る横断面図である。

【図7C】TEモジュールが熱絶縁を達成するようにセグメントに分割されたシステムの変更版を示す図である。

30

【図7D】スポークを有するホイールの形状に形成された作動手段、およびスポークを有するホイールの形状に形成された作動手段のための代替構成を示す図である。

【図8】電流が直接アレイ中を流れるようにTE素子を配置することにより、特性が改良されると同時にコスト、重量およびサイズが低減されるシステムの図である。

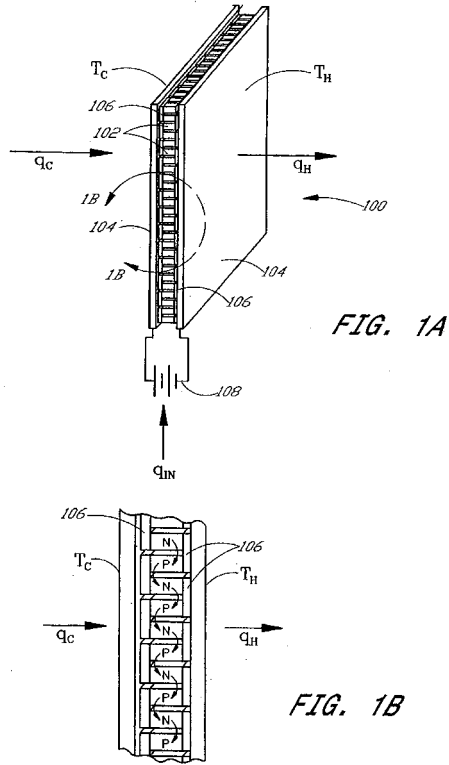
【図9】TE素子、ヒートパイプ、および熱交換器を有し簡易でコストが低いシステムであって、高温側および低温側が、ヒートパイプ中に熱輸送を行うことにより隔てられているシステムを示す図である。

【図10】熱交換器およびTEモジュールアレイ中に流体をポンプ送りして、気体、あるいは液体または気体からの沈澱物から水分を凝縮させるように一方の端部を低温にする流体システムを示す図であって、該システムは、作動流体の流れを分流して、アレイの部分における温度差を減少させることにより効率を改善することができる。

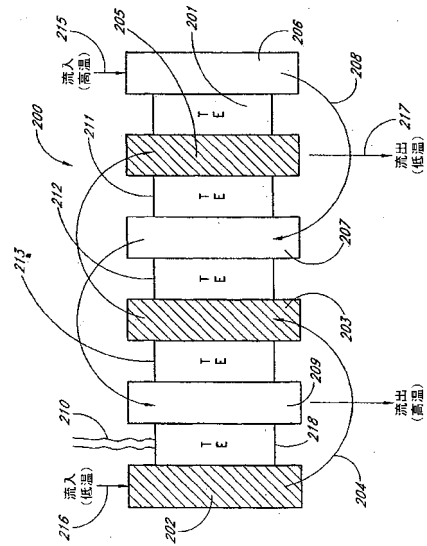
40

【図11】作動流体が種々の場所において流入出するアレイであって、本システムの部分が、向流モード、かつ部分的には並行流モードで作動するアレイの図である。

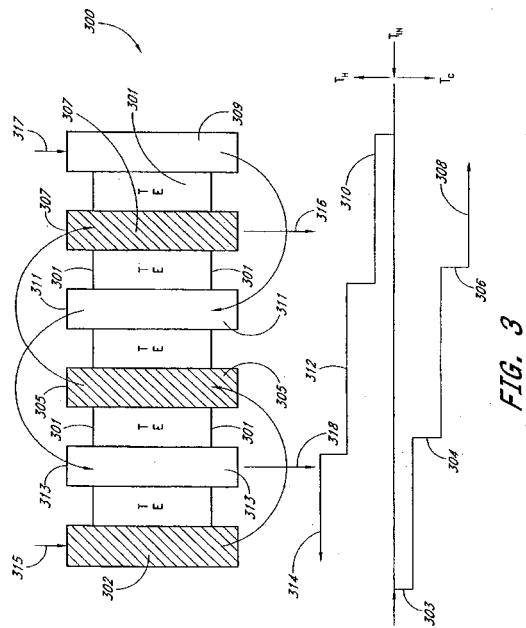
【図 1】



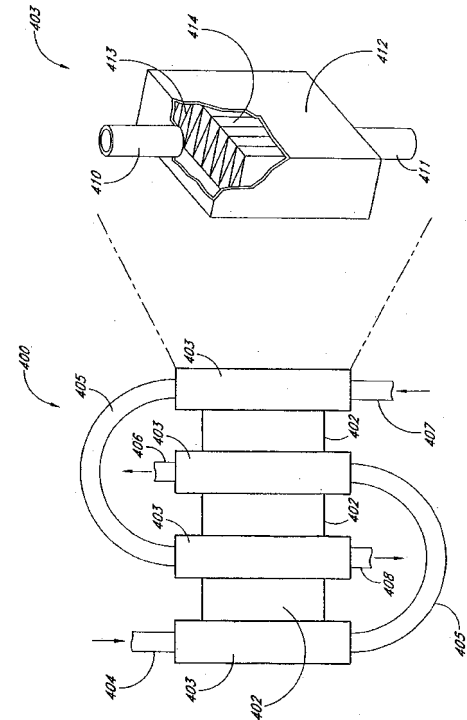
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

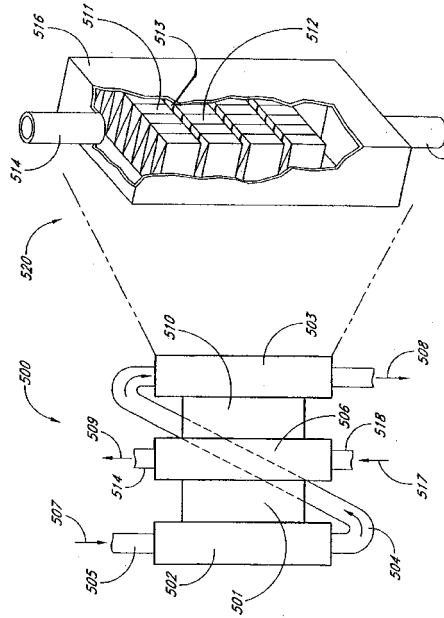


FIG. 5B

FIG. 5A

【図 6】

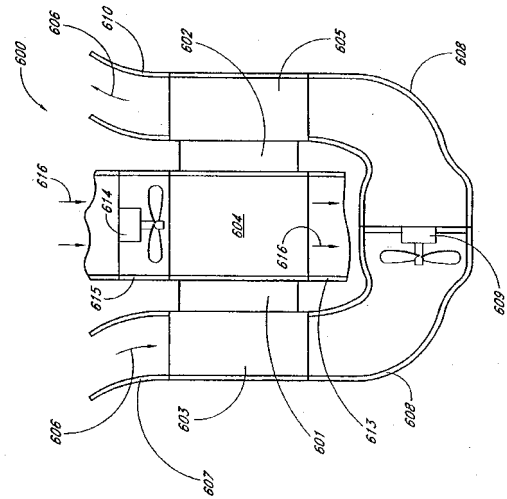


FIG. 6

【図 7 A】

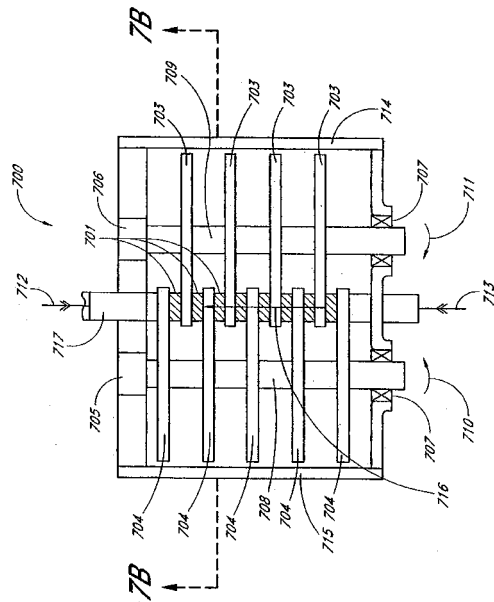


FIG. 7A

【図 7 B】

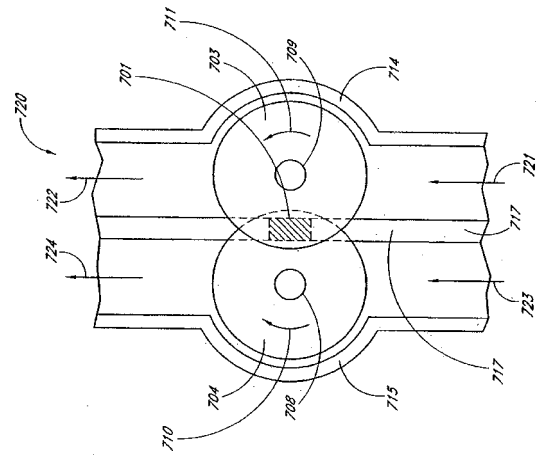


FIG. 7B

【図 7 C】

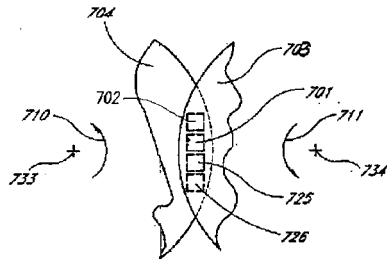


FIG. 7C

【図 7 D】

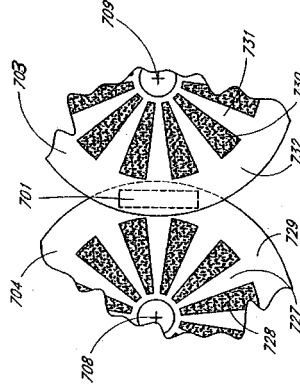


FIG. 7D

【図 9】

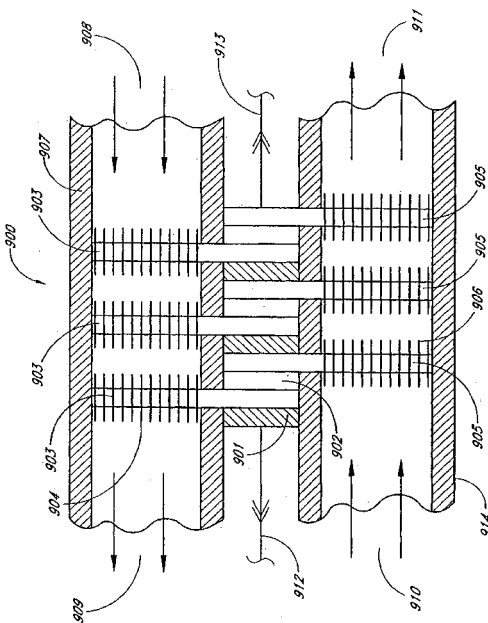


FIG. 9

【図 8】

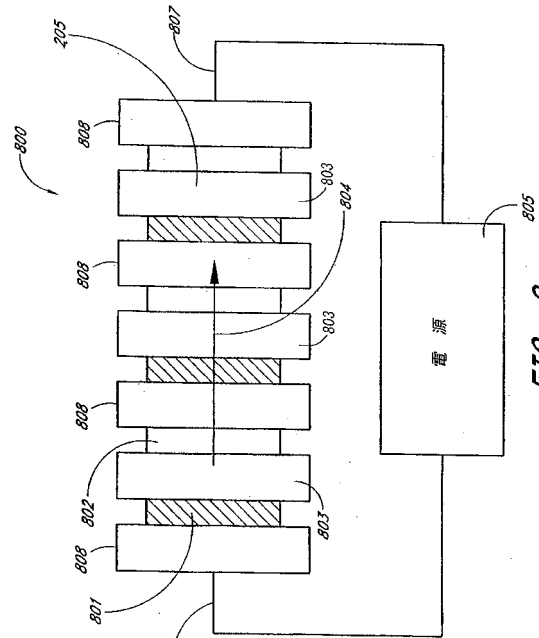


FIG. 8

【図 10】

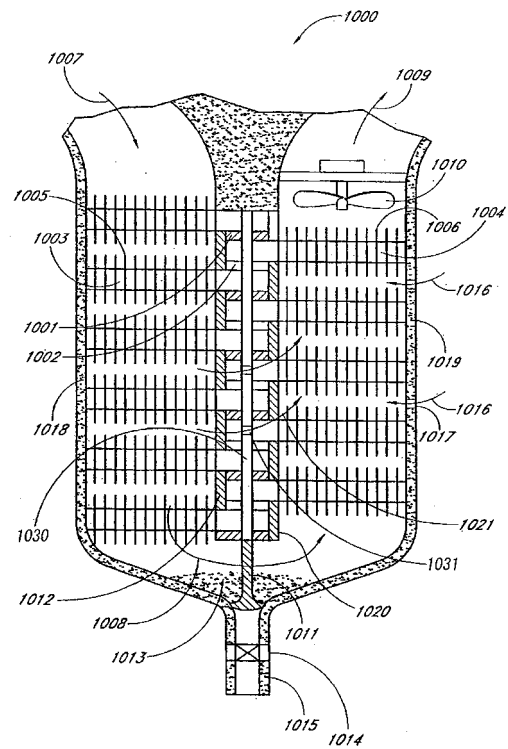


FIG. 10

フロントページの続き

審査官 田村 嘉章

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 7 4 5 7 4 (J P , A)
特開平 0 9 - 2 5 4 6 3 0 (J P , A)
米国特許第 0 3 6 6 3 3 0 7 (U S , A)
特開平 1 0 - 2 7 5 9 4 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F25B 21/02

H01L 35/30

H02N 11/00