

(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2018-519469

(P2018-519469A)

(43) 公表日 平成30年7月19日(2018.7.19)

| | | |
|----------------------------|-------------|-------------|
| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| F03G 7/06 (2006.01) | F03G 7/06 A | |
| | F03G 7/06 C | |

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 14 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2017-568055 (P2017-568055) | (71) 出願人 | 516357166 エクサジン リミテッド EXERGY LIMITED アイルランド、ダブリン 11、グラスネ ヴィン、オールド フィングラス ロード 、 ディシーユー クリーンテック イノ ヴェーション キャンパス DCU Cleantech Innov ation Campus, Old Fi nglas Road, Glasnevi n, Dublin 11, IRELAN D |
| (86) (22) 出願日 | 平成28年6月29日 (2016. 6. 29) | | |
| (85) 翻訳文提出日 | 平成30年2月26日 (2018. 2. 26) | | |
| (86) 国際出願番号 | PCT/EP2016/065210 | | |
| (87) 国際公開番号 | W02017/001521 | | |
| (87) 国際公開日 | 平成29年1月5日 (2017. 1. 5) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 1511487.9 | | |
| (32) 優先日 | 平成27年6月30日 (2015. 6. 30) | (74) 代理人 | 100169904 弁理士 村井 康司 |
| (33) 優先権主張国 | 英国 (GB) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー回収装置における効率増進のための方法およびシステム

(57) 【要約】

本発明は、形状記憶合金 (SMA) または負熱膨張性 (NTE) の第1のコアであって、第1の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第1のコアを備えるエネルギー回収システムを提供する。カスケード式のコア構成、コアの予熱 / 冷却、および形状記憶合金に対してその反応時間を如何に効率的に短縮するかを含め、様々な実施形態を開示する。

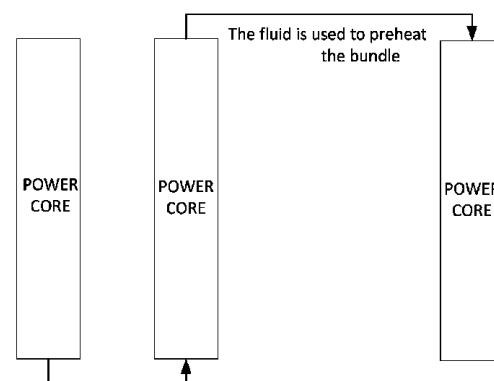


Figure 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の第 1 のコアであって、第 1 の温度に应答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第 1 のコアと、

形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の第 2 のコアであって、第 1 のコアと流体連通し、第 2 の温度に应答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第 2 のコア、とを備え、

流体が前記第 1 および第 2 のコアを活性化するための温度変化を提供し、前記両コアを活性化する前記第 1 および第 2 の温度は前記流体の漸進的な温度変化に対応し、前記流体が前記第 2 の温度で前記第 2 のコアに適用される前に、前記第 1 のコアを活性化する前記第 1 の温度の前記流体が前記第 2 のコアを予熱するのに用いられる、エネルギー回収システム。

10

【請求項 2】

追加コアが 2 つの作動用動力コアの間に設けられている、請求項 1 に記載のエネルギー回収システム。

【請求項 3】

前記追加コアは、少なくとも 1 つの制御補助システムに動力を供給するよう構成されている、請求項 2 に記載のエネルギー回収システム。

【請求項 4】

前記第 1 のコアは前記第 2 のコア内に同心状に取り付けられ、2 つの別個のコアとして作用するよう構成されている、先行する請求項のいずれかに記載のエネルギー回収システム。

20

【請求項 5】

前記第 1 のコアは、前記第 2 のコアとは異なる活性温度を有する合金を含む、請求項 4 に記載のエネルギー回収システム。

【請求項 6】

2 つの流体が異なる温度で存在する混合チャンバ領域を画定するために、コアから流体を受け取り排出するための入口と出口とを含む、先行する請求項のいずれかに記載のエネルギー回収システム。

【請求項 7】

前記混合チャンバ領域内の前記流体の前記温度がヒステリシス曲線内に維持される場合、前記流体は前記ワイヤの予熱ステージまたは予冷却ステージを実行することができる、請求項 6 に記載のエネルギー回収システム。

30

【請求項 8】

前記第 1 のコアは、形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の複数の長尺ワイヤを備える、先行する請求項のいずれかに記載のエネルギー回収システム。

【請求項 9】

前記第 2 のコアは、形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の複数の長尺ワイヤを備える、先行する請求項のいずれかに記載のエネルギー回収システム。

【請求項 10】

前記コアの少なくとも一方は、ドームが頂面に取り付けられたピストンと協働する、先行する請求項のいずれかに記載のエネルギー回収システム。

40

【請求項 11】

前記ドームは高導電性材料を含む、請求項 10 に記載のエネルギー回収システム。

【請求項 12】

前記ドームは、前記ドームの表面に切り込まれた複数の溝または経路を含む、請求項 10 もしくは 11 に記載のエネルギー回収システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本出願は、エネルギー回収の分野に関し、特に、そのための、形状記憶合金（（形状記憶合金（SMA））または負熱膨張性（Negative Thermal Expansion（NTE））材料の使用に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

一般に100度未満とされる低位熱は、工業プロセス、発電および輸送用途における著しい廃棄エネルギー流の代表である。このような廃棄の流れを回収および再利用することが望ましい。この目的のために提案された技術の一例として熱電発電機（Thermoelectric Generator（TEG））がある。ただ残念なことにTEGは比較的高価である。このエネルギー回収のために提案されている別の大掛かりな実験的取り組みとして形状記憶合金の使用が挙げられる。

10

【 0 0 0 3 】

形状記憶合金（SMA）は元の冷間鍛造時の形状を「覚えている」合金であり、一旦変形しても加熱されれば変形前の形状に戻る性質がある。この材料は軽量で固体状であり、液圧、空圧、およびモーターに基づくシステムなどの従来型アクチュエータの代替物となりうる。

【 0 0 0 4 】

形状記憶合金のタイプは主として3つあり、銅-亜鉛-アルミニウム-ニッケル合金、銅-アルミニウム-ニッケル合金、およびニッケル-チタン（NiTi）合金であるが、SMAは例えば亜鉛、銅、金および鉄を合金化することによっても作り出せる。

20

【 0 0 0 5 】

このような材料による記憶は、1970年代初期から熱回収プロセスで、特に熱からエネルギーを運動として回収するSMAエンジンの構築により、その利用が採用あるいは提案されてきた。エネルギー回収装置に関連する最近の刊行物には、本発明の譲受人に譲渡されたPCT公開公報WO2013/087490が含まれる。望ましいのは、効率的な方法でSMAまたはNTE材料の収縮を機械的な力に変換することである。これは、特許公報DE3014560およびUS2008/034750に開示されているように、けっして簡単な作業ではなく、通常は複雑であり、また相当なエネルギー損失を伴う。開示されたシステムの問題点は、コアの加熱と冷却との間のサイクル時間が長く動作が非効率的となるなど、動力生成のための各コアの反応時間が考慮されていないことである。結果として、作動流体のエネルギーの多くが加熱サイクルを繰り返すうちに浪費されている。

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

したがって、エネルギー回収装置における改善システムおよび方法を提供することを目指すとする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、添付の特許請求の範囲に記載されているように、

40

形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の第1のコアであって、第1の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第1のコアと、

形状記憶合金（SMA）または負熱膨張性（NTE）の第2のコアであって、第1のコアと連通し、第2の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第2のコア、とを備え、流体が第1および第2のコアを活性化するための温度変化を提供し、この両コアを活性化する第1および第2の温度はこの流体の漸進的な温度変化に対応し、この流体が第2の温度にて第2のコアに適用される前に、第1のコアを活性化する第1の温度の流体が第2のコアを予熱するのに用いられる、エネルギー回収システムが提供される。

【 0 0 0 8 】

50

本発明の利点は形状記憶合金の反応時間を短縮できることにある。本発明は、SMA要素またはワイヤの活性化の概念を用いつつ、コアをカスケード接続することでサイクル時間を短縮し利用可能な流体流れのエネルギーポテンシャルをより有効に利用する。本発明のシステムおよび方法は、SMAワイヤ内外への熱伝達の効率を改善する。換言すれば、本発明は、伝達機構によって得られるたわみを介して機能するインテリジェント熱交換器であると考えることができる。

【0009】

一実施形態において、追加コアが2つの作動用動力コア間に設けられている。

【0010】

一実施形態において、追加コアは、少なくとも1つの制御補助システムに動力を供給するように構成されている。

【0011】

一実施形態において、第1のコアは第2のコア内に同心状に取り付けられ、2つの別個のコアとして作用するように構成されている。

【0012】

一実施形態において、第1のコアは、第2のコアとは異なる活性温度を有する合金を含む。

【0013】

一実施形態において、2つの流体が異なる温度で存在する混合チャンバ領域を画定するために、コアから流体を受け取り排出するための入口と出口とが設けられる。

【0014】

一実施形態において、混合チャンバ領域内の流体の温度がヒステリシス曲線内に維持される場合、この流体はワイヤの予熱ステージまたは予冷却ステージを実行することができる。

【0015】

一実施形態において、第1のコアは形状記憶合金(SMA)または負熱膨張性(NTE)の複数の長尺ワイヤを備える。これらの複数のワイヤをバンドルと呼ぶことがある。

【0016】

一実施形態において、第2のコアは形状記憶合金(SMA)または負熱膨張性(NTE)の複数の長尺ワイヤを備える。これらの複数のワイヤをバンドルと呼ぶことがある。

【0017】

一実施形態において、上記コアの少なくとも一方は、ドームが頂面に取り付けられたピストンと協働する。好ましくは、このドームは高導電性材料からなる。このドームは、その表面に切り込まれた経路を有する。

【0018】

一実施形態において、このドームは高導電性材料を含む。

【0019】

一実施形態において、ドームは、ドームの表面に切り込まれた複数の溝もしくは経路を含む。

【0020】

別の実施形態において、冷却負荷を低減するため、そしてこのようにシステムに付随する負荷を低減するために、以前に低温サイクルで使用されていた低温の流体の流れを、形状記憶合金の予冷却と低温サイクルの先取りを目的に、異なるウォームコア(warm core)に再誘導することができる。このようにして、冷却装置への戻り温度が高くなり、冷却負荷が低減される。

【0021】

別の実施形態において、エネルギー回収システムにおける反応時間を短縮する方法が提供される。この方法は、形状記憶合金(SMA)または負熱膨張性(NTE)の第1のコアであって、第1の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第1のコアと、形状記憶合金(SMA)または負熱膨張性(NTE)の第2のコアであっ

10

20

30

40

50

て、第 1 のコアと連通し、第 2 の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第 2 のコアとを備え、異なる温度で第 1 および第 2 のコアを活性化する流体を提供するステップを含み、両コアを活性化させる第 1 および第 2 の温度は流体の漸進的な温度変化に対応しており、この流体が第 2 の温度にて第 2 のコアに適用される前に、第 1 のコアを活性化する第 1 の温度の流体が第 2 のコアを予熱するのに用いられる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

本発明は、添付の図面を参照しながら、単に例示的に示される実施形態についての以下の記載によってより明確に理解されるものである。

【図 1】図 1 は、公知のエネルギー回収システムを示す。

【図 2】図 2 は、本発明の第 1 の実施形態を示し、第 1 および第 2 のコアが直列に接続されている。

【図 3】図 3 a は、2 つのコアを含むエネルギー回収システムにおける流れの循環を示す。図 3 b は、図 3 a の拡大図であり、2 つのコアとして作用するように同心状に取り付けられた 2 つのバンドルを示す。

【図 4】図 4 は、異なる温度にある 2 つの流体間に混合領域が形成されているコアを収容する流体を受け入れ排出するための入口および出口を示す実施形態を示す。

【図 5】図 5 は、コアと併用するように頂面にドームが取り付けられたピストンを示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

本発明は、形状記憶合金 (S M A) もしくは負熱膨張性 (N T E) 材料を使用して低位熱から動力を生成することのできる、目下開発中の熱回収システムに関する。

【 0 0 2 4 】

以下、エネルギー回収装置の公知の例示的な実施態様を図 1 を参照して説明する。図 1 は、参照番号 1 で示す S M A エンジンを採用したエネルギー回収装置を示している。この S M A エンジン 1 は S M A 活性コアを備える。S M A 活性コアは、固定された第 1 の点でクランプした、すなわち留めた S M A 材料から成る。この S M A 材料は、反対側の端部において、駆動機構 2 にクランプ、すなわち留められている。このように、第 1 の点がアンカーとなり、第 2 の点は駆動機構 3 を牽引しながらも自由に移動可能である。浸漬チャンバ 4 は S M A エンジンを収容するようになっており、かつ、S M A エンジンの加熱および / または冷却を可能とするように流体で順次充填されるようになっている。したがって、熱が S M A コアに加えられれば自在に収縮する。好適には、S M A コアは複数の平行なワイヤ、リボンまたはシート状の S M A 材料を備える。本発明の説明において用語「ワイヤ」を使用するが、これには、コアとして作用可能であれば任意適当な長さの S M A または N T E 材料を意味するよう、広義に解釈が与えられるべきであることは理解されよう。

【 0 0 2 5 】

一般に、このようなコアは 4 % 程度たわむ。したがって、1 m の長さの S M A 材料を使用する場合、およそ 4 c m の線形移動が利用可能と予測できる。当然のことながら、この移動から生じる力は、使用するワイヤの質量に依存する。このようなエネルギー回収装置は、本発明の譲受人に譲渡された P C T 公開公報 W O 2 0 1 3 / 0 8 7 4 9 0 に記載されており、その内容を参照により本明細書に包含する。

【 0 0 2 6 】

このような用途では、こうした材料を熱源に暴露することで、その収縮をとらえて、利用可能な機械的動作へと変換する。ニッケル-チタン合金 (N i T i) がこのようなエンジンの動作要素に有用な材料であることは証明されている。この合金は周知の形状記憶合金であり、異業種にわたり多くの使用例がある。本発明の説明において、任意適当な S M A もしくは N T E 材料をいずれも使用可能であることは理解されよう。

【 0 0 2 7 】

作動コア内で、複数のワイヤ (もしくはバンドル) として存在するこのような合金の収縮および伸長から、ピストンおよび伝達機構を介して、力が生成される。したがって、特

10

20

30

40

50

定の構成の要件および必要な S M A 材料の質量に応じて、長尺の S M A もしくは N T E ワイヤの複数本を一緒に用い、互いを実質的に平行に配置することにより単一のコアを形成する。

【 0 0 2 8 】

一実施形態において、高温の流体および低温の流体の流れに暴露されることでコアが反応する。この反応の時間が、動力生成の効率を改善する際、最も重要となる。本発明は、チャンパ内に予熱または冷却ステップを設けることによって、システムの高温サイクルおよび低温サイクルの反応時間を短縮するシステムおよび方法を提案する。

【 0 0 2 9 】

カスケード構成はコアの直列接続を含み、1つのコアの出口から流れる水は別のコアの入口に送ることができるようになっている。この配置の目的は、利用可能な供給源、この場合は温水から熱を最大に回収できるようにすることによってシステムの効率を高めることである。S M A / N T E エンジンの場合、一実施形態において、異なる活性温度を有する合金からなる連続コアを使用することによって、このように熱回収を高効率に達成することができる。別の実施形態では、同じ合金のコアを使用することができる。さらなる別の実施形態では、異なる合金を含むコアの任意の組み合わせ（例えば、特定の合金を含む複数のコアおよび異なる合金を含む別個の複数のコア）を使用することができる。このように、水がコアを流れると、その水の漸進的な変化温度に対応した異なる温度で一連のコアが活性化される。

【 0 0 3 0 】

コアのカスケード接続は、コアに含まれる合金が異なる温度の流体への暴露に効率的に耐えることができる場合にのみ、すなわち位相を完全に変化させることができ、所望されている利用可能なたわみをもたらすことができる場合にのみ可能である。これを可能にするには2つの手法がある。

- 1：非常に狭いヒステリシス曲線を有することで漸進的に温度の下がる高温流 / 温度の上がる低温流に反応できるように（熱処理を介する方法で）合金を調製する。
- 2：漸進的に温度の下がる高温流 / 温度の上がる低温流に浸水される一連のコアに対応する異なる活性温度を有する合金を使用する。

【 0 0 3 1 】

図2に図示するのは、形状記憶合金（S M A）または負熱膨張性（N T E）の第1のコアであって、第1の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第1のコア10、および、形状記憶合金（S M A）または負熱膨張性（N T E）の第2のコアであって、第1のコアと連通し、第2の温度に応答して自体の運動をエネルギーに変換するように適合された第2のコア20である。図2でグラフ表現されているカスケード構成は、以下の点において、合金の活性温度が、主要な動力生成コアを出た後の水を再循環させられる場合のみ可能である。

a：有用な出力（合金の狭いヒステリシス）を生成するため、2つの主要動力生成コアの間の再循環を可能にできるほどに十分に低い。

b：主要コアを出る流体で二次的な動力コア内のワイヤの予熱 / 予冷却を可能にできるほどに十分高い（予熱および予冷却の考え方は、要素の熱伝達のより高い効率化を可能にする点において合金にとって有益であり、相変化に必要なエネルギーが減少されるため、合金は新たな高温 / 低温流体の流れに暴露されると、より迅速に反応する）。

【 0 0 3 2 】

ワイヤプロセスの形状設定が終了した後の遷移温度は非常に重要である。というのは、熱サイクルが変態温度をシフトさせるので、非サイクルワイヤの作用条件が完全に変更されるからである。動力出力を得るために2つの主要コアをその対象物と共にカスケード接続しながら確実にワイヤを反応させるための安全対策の1つは、未処理の（a s - r e c e i v e d）ワイヤの焼き戻しを行うことである。この処理を行うと、ヒステリシス曲線の活性温度をシフトさせるので、セトリング過程（s e t t l i n g p r o c e s s）の後に無反応の合金を含むリスクはさほど高くなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

本発明は、動力コア内の高温 / 低温流体に含まれるポテンシャル (p o t e n t i a l) を最大限に利用することに帰する。設備内を流れる流体流の温度がヒステリシス曲線の外にあり、2つの連続した動力コアを介して循環するのに十分な高い値 / 低い値を有する場合、設備の効率が大幅に向上する。2つの動力コアを出る残留流体 / 水を第3の動力コアの予熱に使用すれば、サイクル時間も短縮することができる。

【 0 0 3 4 】

上記の記載および図2に示したように、カスケード配列にはコア10およびコア20の直列接続が含まれ、1つのコアの出口から流れ出る水を他のコアの入口に送ることができるようになっている。このような構成の目的は、高温 / 低温の流れに含まれるポテンシャルをより良く利用することによって、システムの効率を高めることである。

10

【 0 0 3 5 】

本実施形態は、図2のカスケードシステムをSMA / NTEエンジンのために使用するものであって、追加チャンバがそのカスケード回路に、2つの作動用動力コアの間に含まれている。各コアは、先行するコアとは異なる温度で活性化するように構成された合金を含む。この追加コアはSMA / NTE動作要素を含んでおり、この要素により、バルブ、ポンプなどの各種付随システムの動作に動力が供給されるよう、これに限定されるものではないが、寸法と役割が決められている。このコアからの動力取り出しは、機械的でも別の方法でも構わない。

【 0 0 3 6 】

この実施形態は、動力コア内の高温 / 低温流体に含まれるポテンシャルと、システム内の補助部品 (すなわち、バルブ、ポンプなど) に動力を供給するためのコアと、を最大限に利用することに帰する。設備内を流れる流れの温度がヒステリシス曲線の外にあり、2つの連続したコアを介して循環するのに十分な高い値 / 低い値を有する場合、設備の効率が大幅に向上する。2つの動力コアを出る残留水を第3の動力コアの予熱に使用すれば、サイクル時間も短縮することができる。

20

【 0 0 3 7 】

ワイヤプロセスの形状設定が終了した後の遷移温度は非常に重要である。というのは、熱サイクルが変態温度をシフトさせるので、非サイクルワイヤの作用条件が完全に変更されるからである。動力出力を得るために2つのコア (主、補助、または組合せ) をその対象物と共にカスケード接続しながら確実にワイヤを反応させるための安全対策の1つは、未処理のワイヤの焼き戻しを行うことである。この処理を行うと、ヒステリシス曲線の活性温度をシフトさせるので、セトリング過程の後に無反応の合金を含むリスクはさほど高くなる。

30

【 0 0 3 8 】

図3aは、カスケードで表される幾つかのコアを含むエネルギー回収システムにおける流れの循環を示す。

【 0 0 3 9 】

図3bは、図3bに示されるコアの1つを示し、2つのバンドルが2つのコアとして作用するように同心状に取り付けられている。これらのバンドルは異なる活性温度を有する合金を含むことができ、1つのコアをもう一方のコアにスロット挿入できる。

40

【 0 0 4 0 】

上記ワイヤバンドルコアにおける、2種類の合金の活性温度は以下の通りである。

1 : (M s - M f ; A s - A f) - 動力生成コア

2 : (M s a u x - M f a u x ; A s a u x - A f a u x) - 補助のコア

【 0 0 4 1 】

補助のコアは、図3bに示すように、主動力コアの中心に取り付けられる。主バンドルと補助バンドルで使用される2種類の合金の活性温度には次のような関係がある。

(M f - M s < M f a u x - M s a u x < A s a u x - A f a u x < A s - A f)

【 0 0 4 2 】

50

この流路では、同一の流体の流れが、同じ組み合わせのコアを2回にわたり通過する。高温流体がコアを通る第1の通過において、両方のバンドルが活性化されて仕事が行われる。第2の通過では、補助バンドルの完全な活性化が起こり主バンドルのワイヤの予冷却が達成されるよう、流体の温度は補助コアのオーステナイト仕上げ（ A_f ）温度より高く、かつ主動力生成コアのオーステナイト開始（ A_s ）温度よりも低くなければならない。組み合わせられバンドルを使用して低温流体を循環させる場合も同様である。

【0043】

この設計により、ワイヤの反直感的な（*counter intuitive*）予熱/予冷却を主要な動力生成バンドルに適用することができる。

【0044】

図4は、別の一実施形態を示し、流体を受ける入口60およびコアから排出する出口61を示している。この高温/低温流体配送システムは、例えば、低温流体がコアに流入している間は高温流体が完全に流出しないように設計されているため（低温流体がコアから流出されないうちに高温流体がコアに入る場合にも同じことが言える）、伝熱領域に最後に入る流体に先行する波の形で、2つの流体の混合領域62が常に存在することになる。

【0045】

混合領域62が興味深いのは、その温度が重要であることである。混合領域の温度がヒステリシス曲線の内側（高温側および低温側）に維持される場合、最適温度レベル（ヒステリシス曲線の外側）の新たな高温流体/低温流体がワイヤの表面に当たる前に、ワイヤの予熱および予冷却を実行することができる。

【0046】

混合領域の最適温度および最適長さを見つけるように最適化を行うことで、各コアのワイヤの反応時間を最小限にすることができる。

【0047】

この解決策が幾つかの実施形態より好ましいのは、追加的な構成要素の製作を必要としない点である。最終的には、コア内で留保される蓄熱（*regeneration*）現象が決め手となる。

【0048】

別の実施形態では、システムの高温および低温サイクルの反応時間が短縮する方法が提供される。

【0049】

コアに望ましい特徴の1つは乱流状態である。乱流状態があると、流体とワイヤとの間の熱伝達が増加する。図5は、熱交換器（*regenerator*）として作用するように使用でき、流体の旋回流の促進を補助する実施形態を示す。

【0050】

図5は、その頂面に取り付けられたドーム71を備えるピストン70を示す。ドームは、好ましくは高導電性材料で作られる。ドーム71は、その表面に切り込まれた経路を有する。これらの経路は2つの目的を提供するものである。第1の目的は、流入する流体が螺旋状の流れパターンとなるように案内することである。第2の目的は、流入する流体と接触するドーム71の面積を増大させることである。高温の流体が入ると、この経路を辿るだけでなくドーム材料に熱を伝達する。これにより、高温相は予熱相を有するようになる。低温の流体がコアに入ると、ドームに接触して経路を辿る。ドーム71は、その熱を流体に伝達して予冷却ステージを生成する。

【0051】

本明細書において、用語「備える、備えられ、備えている」またはそれらの語尾変化と、用語「含む、含まれ、含んでいる」またはそれらの語尾変化とは、完全に互換性があるとみなされ、あらゆる可能な限り広い解釈を与えられるべきであって、その逆もまた同様である。

【0052】

本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、構造および詳細のいずれにおい

10

20

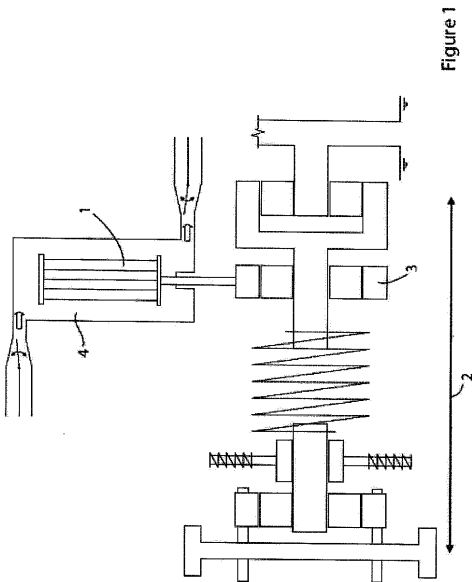
30

40

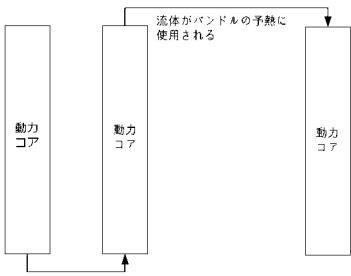
50

ても変更可能なものである。

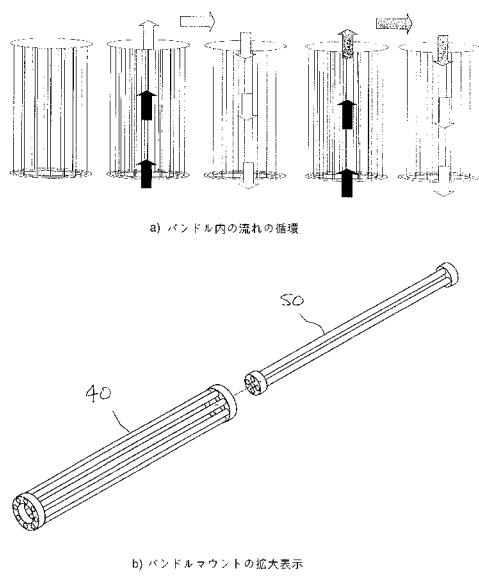
【 図 1 】



【 図 2 】



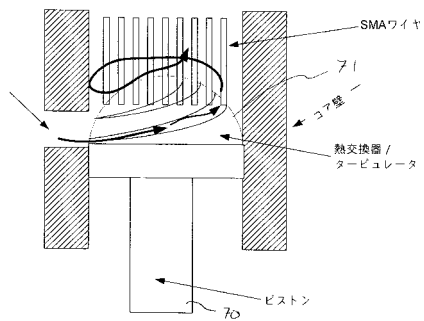
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/065210

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F03G7/06

ADD.

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)

F03G

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)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | WO 2014/198934 A2 (EXERGY LTD [IE]) 18 December 2014 (2014-12-18) abstract figures 2, 3, 22, 40, 41, 47 page 3, lines 29-33 ----- | 1-12 |
| X | WO 2014/198904 A1 (EXERGY LTD [IE]) 18 December 2014 (2014-12-18) abstract figures 4,7 page 9, line 15 - page 10, line 2 ----- | 1-12 |
| A | US 5 279 123 A (WECHSLER MONROE S [US] ET AL) 18 January 1994 (1994-01-18) the whole document ----- -/-- | 1-12 |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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

E earlier application or patent but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts 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

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 October 2016

Date of mailing of the international search report

04/11/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Giorgini, Gabriele

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2016/065210

| C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
|--|--|-----------------------|
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | US 4 027 479 A (CORY JOHN S) 7 June 1977 (1977-06-07) the whole document | 1-12 |
| A | ----- GB 2 497 542 A (DUBLIN INST OF TECHNOLOGY [IE]) 19 June 2013 (2013-06-19) the whole document ----- | 1-12 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/065210

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|--|--|
| WO 2014198934 A2 | 18-12-2014 | AU 2014280038 A1 CA 2915696 A1 CN 105452656 A EP 3008337 A2 KR 20160081890 A US 2016208783 A1 WO 2014198934 A2 | 07-01-2016 18-12-2014 30-03-2016 20-04-2016 08-07-2016 21-07-2016 18-12-2014 |
| WO 2014198904 A1 | 18-12-2014 | EP 3008338 A1 US 2016146196 A1 WO 2014198904 A1 | 20-04-2016 26-05-2016 18-12-2014 |
| US 5279123 A | 18-01-1994 | NONE | |
| US 4027479 A | 07-06-1977 | NONE | |
| GB 2497542 A | 19-06-2013 | EP 2800900 A2 GB 2497542 A US 2015007558 A1 WO 2013087490 A2 | 12-11-2014 19-06-2013 08-01-2015 20-06-2013 |

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 100139549

弁理士 原田 泉

(72)発明者 ジョージアナ ティルカ - ドラゴミレスキュー

アイルランド, ダブリン 11, グラスネヴィン, オールド フィングラス ロード, ディシーユ
ー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内

(72)発明者 ケイス ワーレン

アイルランド, ダブリン 11, グラスネヴィン, オールド フィングラス ロード, ディシーユ
ー クリーンテック イノベーション キャンパス, エクサジン リミテッド内