(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2013-517451
(P2013-517451A)
(43)公表日　平成25年5月16日(2013.5.16)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F28D 20/00	(2006.01)	F28D 20/00	E	
		F28D 20/00	A	

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2012-549050 (P2012-549050)
(86)(22)出願日	平成23年1月12日 (2011.1.12)
(85)翻訳文提出日	平成24年8月14日 (2012.8.14)
(86)国際出願番号	PCT/US2011/021007
(87)国際公開番号	WO2011/088132
(87)国際公開日	平成23年7月21日 (2011.7.21)
(31)優先権主張番号	61/294,392
(32)優先日	平成22年1月12日 (2010.1.12)
(33)優先権主張国	米国 (US)

(71)出願人　511243738
シルバン　ソース，　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　カリフォルニア　９４０７０，　サン　カルロス，　インダストリアル　ロード　１５０９
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100062409
弁理士　安村　高明
(74)代理人　100113413
弁理士　森下　夏樹

最終頁に続く

(54)【発明の名称】熱伝達インターフェース

(57)【要約】
本発明の実施形態は、１２０°Ｃから１，３００°Ｃの範囲内の温度における、熱管理システムのためのシステムおよび方法を提供する。本システムは、球形、円筒形、または他の形状を有し、広温度範囲内の熱を吸収し、長時間にわたって、そのような熱を一定温度で返す、熱伝達デバイスを含有するように構成される、種々の熱伝達チャンバから成る。複数の熱伝達粒子を含む熱管理システムであって、複数の熱伝達粒子のそれぞれは、外側容器内に封入される内側熱伝達媒体から成り、外側容器は、熱源に対して不活性であり、熱源からの１２０°Ｃから１，３００°Ｃの範囲内の温度における熱の高速捕捉と、一定の時間にわたる一定温度におけるその後の熱の放出とを可能にする、システム。

Figure 8a

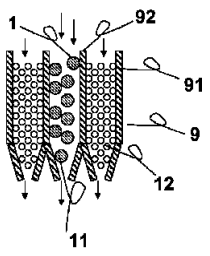
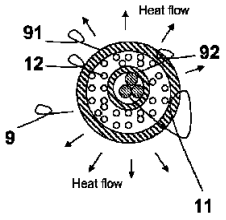


Figure 8b



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数の熱伝達粒子を含む熱管理システムであって、前記複数の熱伝達粒子のそれぞれは、外側容器内に封入される内側熱伝達媒体から成り、前記外側容器は、熱源に対して不活性であり、熱源からの１２０°Ｃから１，３００°Ｃの範囲内の温度における熱の高速捕捉と、一定の時間にわたる一定温度におけるその後の熱の放出とを可能にする、システム。
【請求項２】
前記熱伝達媒体は、塩、金属、およびセラミック組成物から成る群から選択される材料を含み、前記熱源からの融解熱を吸収することによって、環境から熱を除去可能である、請求項１に記載のシステム。
【請求項３】
前記容器は、前記熱源に対して非反応性であり、かつ、前記熱伝達媒体に対して非反応性である、金属、プラスチック、またはセラミック組成物から成る群から選択される材料を含む、請求項１に記載のシステム。
【請求項４】
前記熱伝達媒体は、１２０°Ｃ～１，３００°Ｃの範囲内の融解温度を有する、請求項２に記載のシステム。
【請求項５】
前記熱伝達媒体は、塩化物、酸塩化物、フッ化物、硫酸塩、亜硫酸塩、炭酸塩、重炭酸塩、ホウ酸塩、ヒ酸塩、アルミン酸塩、臭化物、クロム酸塩、水素化物、マンガン酸塩、ケイ酸塩、硫化物、チタン酸塩、テルル化物、セレン化物、酸化物、水酸化物、金属、およびそれらからの混合物から成る群から選択される材料を含む、請求項２に記載のシステム。
【請求項６】
前記熱伝達媒体は、その融解温度より少なくとも１００°Ｃ高い沸点または分解温度を有する物質を含む、請求項２に記載のシステム。
【請求項７】
前記熱伝達媒体は、その融解温度において非常に低い蒸気圧を有する物質を含む、請求項２に記載のシステム。
【請求項８】
前記熱伝達媒体は、所与の温度において化学的に反応し、それによって、その反応熱を吸収する２つ以上の物質を含む、請求項２に記載のシステム。
【請求項９】
前記熱伝達媒体は、所与の温度において分解し、それによって、前記環境に反応熱を放出する、請求項８に記載のシステム。
【請求項１０】
前記容器は、銅、アルミニウム、クロム、鉄、鉛、マグネシウム、ニッケル、金属合金、フッ化炭素またはクロロフルオロカーボン等の高温プラスチック、ならびにケイ酸塩、アルミナ、および類似難溶性組成物等のセラミックから成る群から選択される材料を含む、請求項３に記載のシステム。
【請求項１１】
前記容器の内側表面は、前記熱伝達媒体と非反応性である物質によってコーティングされる、請求項３に記載のシステム。
【請求項１２】
前記容器の外側表面は、前記熱源と非反応性である物質によってコーティングされる、請求項３に記載のシステム。
【請求項１３】
前記容器のコーティングは、炭化物、酸化物、ケイ酸塩、ポリマー、金属、または類似の前記熱伝達媒体に対して非反応性の組成物から成る群から選択される材料を含む、請求

項９に記載のシステム。
【請求項１４】
前記容器のコーティングは、炭化物、酸化物、ケイ酸塩、ポリマー、金属、または類似の前記熱源に対して非反応性の組成物から成る群から選択される材料を含む、請求項１０に記載のシステム。
【請求項１５】
前記熱伝達粒子は、前記システムが、前記粒子から、種々の一定温度において、熱を回収するように、ある範囲の温度に適した複数の相変化材料を含む、請求項１に記載の熱管理システム。
【請求項１６】
前記熱源は、発熱反応を処理する化学反応器からの廃熱を含む、請求項１３に記載のシステム。
【請求項１７】
前記熱源は、製鋼炉からの廃熱を含む、請求項１３に記載のシステム。
【請求項１８】
前記熱源は、工業用ボイラーからの廃熱を含む、請求項１３に記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、熱管理の分野に関する。特に、本発明の実施形態は、生産工程から熱を蓄え、長時間にわたって、一定温度において、そのような熱を回収するシステムおよび方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
今日、多くの生産工程は、蒸発塔（すなわち、冷却塔）内に消散される、冷却水に伝達される、蒸気に変換される、または周囲環境に廃棄される、大量の廃熱を発生している。さらに、多数の産業活動は、本質的に、断続的であって、したがって、それらの工程で発生する熱は、連続せず、限定された時間の間のみ継続し、それらの熱源の温度は、大幅に変動し、したがって、熱回収および熱のリサイクルを困難かつ煩雑にする。その結果、大量のエネルギーが、日常的に、低グレードの蒸気である、冷却水流中に廃棄され、または単に消散され、したがって、そのような生産工程を必要以上にエネルギー集約的にする。
【０００３】
さらに、石油化学産業における多くの発熱ポリマー反応は、一般的に、冷却水を伴う、二重壁反応器を使用して達成される、精密な温度制御を必要とする。しかしながら、そのような反応器が、外側シェル内の大量の冷却水および乱流を利用する場合でも、温度制御は、熱が、内側反応器の体積全体を通して、そして冷却壁から離れて、発生されるため、困難である。さらに、それらの冷却システムは、効果的熱回収にとって低過ぎる温度において、大量の冷却水を発生させる。その結果、それらの石油化学工程は、相当量の熱および水を廃棄し、かつそのような廃棄物を排出する前に、水処理設備に実質的コストを被る。
【０００４】
溶融塩システムは、高温で熱を蓄えるように開発されており、主に、太陽集光器と併用される。そのようなシステムは、典型的には、単位質量当たりの比熱より遥かに大きい、溶融熱に依存し、凝固または凍結に応じて、その熱を継続的に放出することが可能である。ナトリウム金属もまた、より高い温度において、蓄熱のために使用されるが、ナトリウムの場合、蓄熱は、主に、液体ナトリウムをより高い温度まで加熱することによって、生じる。従来の溶融塩システムおよび溶融ナトリウムシステムは、２つの主要な問題に悩まされる。すなわち、システムの故障および塩またはナトリウムが凍結する時の対処と、準粘性媒体を高温で圧送する必要性である。
【０００５】

故に、熱を高温で吸収することができ、長時間にわたって、そのような熱を一定温度で送達することができ、殆どまたは全く整備を必要とせず、信頼性があり、かつ熱伝達媒体が凍結する場合でも、容易に操作することができる、安価な熱伝達媒体の必要性が存在する。

【０００６】

溶融塩を使用した、エネルギーまたは熱の管理あるいは貯蔵に関連する、多数の技術が存在する。しかしながら、これらの技術の多くは、異なる機能性を伴うために、本発明にほとんど関連性をもたらさない。このように、多くは、イオン交換樹脂、いくつかは、ポリマーシステム、いくつかは、熱可塑性物質に関連し、それらはすべて、比較的に中温において、熱劣化を受けやすいことで知られている、有機ポリマーを伴い、その他は、封入されることが滅多にない、炭化水素鉱床および材料の地熱処理に関し、または相変化インク、トナー組成物、および撮像システムに関する。いくつかの技術は、医薬または生物学系に関する一方、その他は、難燃剤または防火材に関するが、それらはすべて、相変化塩を使用する、熱管理または蓄熱システムに殆ど関連しない。

【０００７】

多くの技術は、主に、塩である、相変化材料を採用し、多くは、種々の塩の共晶組成物を採用するが、それらは、封入されることが滅多になく、したがって、凝固に応じた凍結の問題を共有する。

【０００８】

いくつかの技術は、相変化材料に基づく、エネルギー貯蔵システムに関連し、熱交換器を含む、そのような蓄熱システムと接続される、熱パイプを採用する。その他は、粉末形態にコンパクト化され、圧延プロセスによって、封入される、相変化材料を採用する。しかしながら、溶融塩を使用する、熱交換器の使用に関して遭遇する通常の問題は、悪化し、採用される封入方法は、高価な製造を伴い、単純な形状に制限される。

【０００９】

他の技術は、固相と液相との間の密度変化を最小限にする、水和金属硝酸塩を採用する。しかしながら、水和塩は、加熱に応じて、容易に水和水を損失させ、そのような化学変化は、典型的には、それらの物質の溶融点に到達時またはその前に、生じる。その結果、いかなる遊離水も、蒸発する可能性があり、任意の封入体内における圧力蓄積につながる。故に、これらの技術の重要な特徴は、それらを前述の用途における使用に適切にすることである。

【００１０】

いくつかの技術は、相変化材料の凝固の温度を下げるように、結晶化阻害剤の使用を伴う一方、その他は、別個の結晶核形成剤を使用する、類似システムを採用する。

【００１１】

他の技術は、種々の相変化塩材料および多孔性支持構造を使用することによって、広温度範囲内の熱を蓄える方法に関する。しかしながら、すべてのそのような相変化システムにおける共通の困難性は、流動性の欠如、すなわち、相変化材料が凍結するのに伴って、流動を停止するという事実である。

【００１２】

依然として、他の技術は、相変化材料全体を通して、均一な熱分布を提供するように構成される、熱交換器と併せて、無水ナトリウム硫酸塩および類似相変化塩を採用する。しかしながら、そのようなシステムの共通の欠陥は、前述と同じ、すなわち、凍結に応じて、そのような材料が、完全に、流動性を喪失するという事実である。

【００１３】

他の方法は、熱パイプと、パイプから塩の共晶混合物を掻爬するための機構と、を採用する一方、溶融塩は、水を沸騰させるための熱を提供する。しかしながら、共晶組成物は、そのような塩混合物が、相変化塩を封入する材料に対して、より溶解性を呈する傾向があるという問題を提起する。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】
【００１４】
本発明の実施形態は、種々の熱源からの１２０°Ｃから１，３００°Ｃの範囲内の温度における熱の高速捕捉熱と、長時間にわたって、一定温度における、そのような熱のその後の放出と、を可能にする、熱管理のための改良された方法を提供する。システムは、円筒形、球形、または他の形状であり得、熱源に対して、不活性である、外側容器内に封入される、内側熱伝達媒体を含むことができる。熱伝達媒体は、塩、金属、またはセラミック組成物を含むことができ、熱源から融解熱を吸収することによって、熱を除去可能である。封入容器は、熱源に対して、非反応性であって、かつ熱伝達媒体に対して、非反応性である、金属、プラスチック、またはセラミック組成物を含むことができる。システムの実施形態では、封入容器のサイズおよび形状は、熱源の性質および化学特性によって、ならびに単位体積当たりおよび単位時間当たりの熱除去または放出の観点からの熱伝達要件によって、判定される。
【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】図１ａおよび１ｂは、封入された熱伝達デバイスの２つの実施形態の立面図である。
【図２】図２ａおよび２ｂは、内側コーティングを伴う、熱伝達デバイスの実施形態である。
【図３】図３ａおよび３Ｂは、内側および外側コーティングを伴う、熱伝達デバイスの立面図である。
【図４】図４ａおよび４ｂは、異なる熱伝達反応器構成の内側の２つの可能性として考えられる熱伝達デバイスの実施形態を示す。
【図５】図５ａは、二重壁石油化学反応器チャンバの概略図である。図５ｂは、無秩序に散在される、熱伝達デバイスを伴う、簡略化された石油化学反応器である。
【図６】図６は、熱回収チャンバを伴う、鋼鉄塩基性酸素変換器の概略図である。
【図７】図７は、熱回収チャンバを伴う、往復ボイラーシステムの概略図である。
【図８】図８ａおよび８ｂは、熱伝達デバイスを伴う、同軸熱回収二重チャンバの立面図および平面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
本発明の実施形態は、ある場合には、例示的形態において、または１つ以上の図を参照することによって、本明細書に開示される。しかしながら、特定の実施形態のいずれのそのような開示も、例示に過ぎず、発明の全範囲を示すものではない。
【００１７】
本発明の実施形態は、種々の生産工程からの熱管理、回収、およびリサイクルのためのシステム、方法、および装置を含む。好ましい実施形態は、１２０°Ｃから１，３００°Ｃの温度範囲内で動作し、ユーザ介入を伴わずに、数時間、数日、または数ヶ月にわたって、その範囲に類似する温度において、完全自動熱回収を提供する、広範囲の熱吸収チャンバを提供する。例えば、本明細書に開示されるシステムは、２、４、６、８ヶ月以上の間、ユーザ制御または介入を伴わずに、稼働することができる。好ましい実施形態では、システムは、１、２、３、４、５、６、７、８年以上の間、自動的に、稼働することができる。
【００１８】
本発明の実施形態は、利用可能な廃熱量およびその温度に比例した速度において、熱伝達チャンバに流出入するための種々の形状およびサイズの封入された熱伝達デバイスを提供する。したがって、剛性の不浸透性封入体内への熱伝達デバイスの封入は、そのようなデバイスに、典型的には、塩または塩の混合物である、封入された材料の状態に関わらず、機械的システムの重力によって推進される流動を可能にし、したがって、流動性を提供する。熱が利用可能である時、最初に、溶融点に到達するまで、加熱し、次いで、封入さ

れた材料のすべてが、溶融状態となるまで、融解熱を継続して吸収する、封入されている相変化材料によって、容易に吸収される。熱が必要とされる時、封入された材料は、別の熱伝達チャンバに伝達され、溶融相変化材料が、凝固を開始し、したがって、以前に吸収された、同一融解熱を放出する。

【００１９】

熱伝達チャンバは、熱利用可能な熱量、そのような熱が利用可能な時間の長さ、およびその温度に適合可能な任意の形状およびサイズであることができる。それらの３つの変数は、利用可能な熱のものと等しい伝達チャンバ内の滞留時間を有し、および相変化材料のその質量が、利用可能な熱量および温度に適切となるように、使用される熱伝達デバイスのサイズおよび形状を判定する。

【００２０】

熱伝達チャンバの重要な特性は、重力流等によって、そのようなチャンバ内外から熱伝達デバイスの移動を可能にすることであるが、機械的輸送の他の形態が、採用されてもよい。

【００２１】

熱伝達デバイスの重要な特性は、耐久性があって、安価に加工でき、かつ熱的に効果的であることである。耐久性は、デバイスの封入体材料と内側相変化材料との間の化学相互作用がないことが必要である。安価な製造は、封入された相変化材料が、圧着された金属円筒、金属またはセラミック球体等、加工が容易な不浸透性容器内に封入されることを必要とする。熱有効性は、封入材料の厚さが、小さく、かつ熱的に伝導性であって、熱を提供する外部環境または相変化材料の内部環境のいずれにも、化学的に反応しないことを必要とする。

【００２２】

図１Ａおよび１Ｂに示されるもの等の好ましい実施形態では、熱伝達デバイス（１）は、無機塩または塩の混合物であり得る、相変化材料（３）で充填される、封入材料（２）を備える、円筒または球体、あるいは類似形状から成る。円筒または球体は、銅またはアルミニウム、あるいは類似の安価な金属等の金属から作製される。他の実施形態では、封入材料（２）は、金属粉末または鉋屑を組み込むことによって、熱的に伝導性にされる、薄いセラミックまたはポリマー材料であってもよい。好ましい実施形態では、封入材料（２）は、圧着されたアルミニウム、銅、または類似金属管、溶接された管、あるいはネジキャップと嵌合される管または類似形状から成る。

【００２３】

図２ａおよび２ｂは、封入材料の内側表面が、封入材料（２）または相変化材料（３）と化学的に非反応性である、不活性物質（２１）でコーティングされる、熱伝達デバイス（１）の代替実施形態を例証する。本願で使用されるように、「非反応性」とは、完全に非反応性である材料と、化学的に反応するが、反応が、非常にゆっくりまたは僅かであるため、熱伝達デバイスの材料または構造の化学特性に感知できるほどの影響を及ぼさない材料の両方を包含する。好適なコーティングとして、電着金属および合金、塗料、セラミック組成物、またはポリマーが挙げられる。銅、アルミニウム、および類似材料上の安価なコーティングの実施例として、炭化物、窒化物、酸化物が挙げられる。コーティング方法の実施例として、化学蒸着、静電蒸着、陽極酸化処理、電解、および塗膜が挙げられる。腐食およびコーティングに関する有用情報は、Ｈａｎｄｂｏｏｋ　ｏｆ　Ｃｏｒｒｏｓｉｏｎ　Ｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇに提供されており、参照することによって、全体として本明細書に組み込まれる。

【００２４】

図３ａおよび３ｂは、封入材料（２）の内側および外側表面の両方が、封入材料（２）、相変化材料（３）、または熱伝達デバイスが動作する外部環境のいずれとも、化学的に非反応性である、不活性物質（２１）および（３１）でコーティングされる、熱伝達デバイス（１）の代替実施形態を例証する。好適なコーティングとして、電着金属および合金、塗料、セラミック組成物、またはポリマーが挙げられる。銅、アルミニウム、および類

似材料上の安価なコーティングの実施例として、炭化物、窒化物、酸化物が挙げられる。コーティング方法の実施例として、化学蒸着、静電蒸着、陽極酸化処理、電解、および塗膜が挙げられる。

【００２５】

図４ａは、熱を含有する流体媒体の流動に対して、十分な間隙率を提供するように、無秩序に配設される、複数の熱伝達デバイス（１）を含有する、円筒形構成から成る、熱伝達チャンバ（４）の可能性として考えられる実施形態の１つを例証する。図４ｂは、熱を含有する流体媒体の流動に対して、十分な間隙率を提供するように、無秩序に配設される、複数の熱伝達デバイス（１）を含有する、長方形構成から成る、熱伝達チャンバ（４）の別の実施形態を例証する。熱伝達デバイスを含有するために使用される、他の幾何学形状もまた、可能である。当業者は、円筒形または長方形形状が、例示に過ぎず、異なる産業用途では、熱源の種類によって課される空間制限に適合するように、他の形状が利用されてもよいことを認識するであろう。

【００２６】

図５ａは、発熱反応を伴う、触媒プロセスの典型である、二重壁石油化学反応器の簡略化された略図である。図５ａでは、反応器（６）は、反応器体積（６１）内で発生される発熱に対して、冷却を提供するように、冷却水を、ポート（６２）を通して流入させ、かつポート（６３）を通して流出させる、２つの同心円筒形タンクから成る。そのような反応器は、化学産業において、反応温度を制御するために、広範囲に使用されており、大量の冷却水およびポンプの大量使用を必要とすることで知られている。図５ｂは、発熱反応のより効率的冷却を提供する、単一タンクおよび複数の熱伝達デバイス（１）を備える、反応器（６）から成る、簡略化された反応器構成を例証する。

【００２７】

図６は、製鉄所内の塩基性酸素転炉（７）からの熱回収を例証する。典型的には、それらの転炉は、特殊な難溶性物質（７１）で裏打ちされ、最初は、溶鉱炉からの溶融鉄（７２）、いくつかの溶剤、および溶融鉄を冷却する役割を果たす、いくつかの鋼屑（７３）で充満されている。転炉が充満されると、酸素ランス（７４）が、溶融鉄内の過剰な量の炭素を酸化し、鋼鉄を生成するように、酸素を溶融鉄中に吹き込む。酸素と溶融鉄中に溶解された炭素の反応は、溶融充満の温度を上昇させ、通常、１，５００°Ｃを超える温度の大量の超高温ガスを生成する、超発熱反応である。大部分がCO_2から成る、高温ガスは、転炉の上部から流出し、フード（７５）内で収集される。高温ガスは、チャンバ内側の滞留時間が、高温ガスによって産生される熱量を精密に平衡に保つように、熱伝達チャンバ（５）内側を流動している、熱伝達デバイス（１）によって大部分が捕捉される、大量の熱を搬送する。

【００２８】

図７は、産業用ボイラー（８）からの熱回収を例証する。典型的には、バーナー（８１）は、火室内の燃料を燃焼することによって、必要な熱を提供する。高温燃焼ガスは、最初、熱を複数の高圧蒸気管（８２）に、続いて、複数の水沸騰管（８３）、および予加熱チャンバ（８４）に伝達し、煙突（８５）から流出する。煙突（８５）に接続される、熱伝達チャンバ（５）は、燃焼排ガス中に含有される熱を捕捉するために必要とされる滞留時間に比例した速度において、チャンバ（５）を通って移動する、複数の熱伝達デバイス（１）に熱を伝達することによって、高温燃焼排ガス中に含有される熱を回収する。

【００２９】

図８ａおよび８ｂは、熱伝達デバイス（１）からの有用な熱を回収するためのシステム（９）の立面図および平面図を例証する。図８ａでは、２つの同心チャンバ（９１）および（９２）は、超高温における高温熱伝達デバイス（１１）に、より低い温度において、熱回収の時間を延長させるように、より低い温度の熱伝達デバイス（１２）に熱を伝達することを可能にする。したがって、超高温であるが、限定された時間の間、捕捉された熱は、より低い温度において、継続的ベースで利用可能となる。当業者に理解されるように、高温から低温に熱を伝達するために、異なる構成を使用することができ、かつ円筒形ま

たは長方形チャンバ以外の他の形状が使用されてもよい。

【００３０】

熱伝達デバイスは、任意の好適な材料から作製することができる。相変化媒体を封入するための例示的材料として、金属、ガラス、合成物、セラミック、プラスチック、石、セルロース材料、繊維材料等が挙げられるが、それらに限定されない。所望に応じて、材料の混合物を使用することができる。当業者は、各具体的目的のために、好適な材料を判定することが可能であろう。選択された材料は、有意な破裂、破壊、他の損傷、または環境中への毒性材料の浸出を伴うことなく、長時間高温使用に耐えることが可能であることが好ましい。所望に応じて、異なるサイズのデバイスを、異なる材料から作製することができる。例えば、高温熱伝達デバイスのための封入体は、鋼鉄、チタン、または種々の合金等の金属から作製することができ、相変化媒体は、高溶融点を有する、塩から成ることができる。選択された材料は、好ましくは、加熱プロセスによる、耐破壊、錆、または破裂性であり得る。表１は、好適な封入体材料の選択を促進するために、その溶融点およびその融解熱とともに、いくつかの金属を列挙する。

【００３１】

【表１】

表1

化学式	溶融点、C	融解熱	単位
Na	97.5	31.72	kcal/kg
S	119	9.10	kcal/kg
Sn	231.8	14.09	kcal/kg
Bi	271.3	12.22	kcal/kg
Cd	320.9	13.67	kcal/kg
Pb	327.3	5.85	kcal/kg
Zn	419.5	28.11	kcal/kg
Sb	630.5	39.42	kcal/kg
Mg	651	87.91	kcal/kg
Al	659.7	76.68	kcal/kg
Au	1063	15.05	kcal/kg
Cu	1083	32.01	kcal/kg
Mn	1220	64.02	kcal/kg
Ni	1455	70.95	kcal/kg
Co	1495	5.97	kcal/kg
Fe	1535	64.98	kcal/kg
Pd	1549.4	36.11	kcal/kg
Ti	1725	100.09	kcal/kg
Zr	1857	36.55	kcal/kg
Cr	1930	79.07	kcal/kg

表２は、いくつかの塩を列挙し、昇順に配列された溶融点ならびに対応する融解熱を提供する。表２の情報は、異なる産業用途および種々の温度における熱回収のための好適な相変化媒体を選択する役割を果たす。

【００３２】

【表２】

表2

化学式	溶融点、C	融解熱	単位
CaCl2+6H2O	28.33333	39.55	kcal/kg
Na3PO4	36.11111	66.67	kcal/kg
BiBr3	218	11.13	kcal/kg
BiCl3	233.5	5.68	kcal/kg
SnCl2	246	16.00	kcal/kg
LiNO3	264	87.80	kcal/kg
ZnCl2	283	40.60	kcal/kg
NaNO3	310.5556	62.78	kcal/kg
KNO3	338.8889	47.22	kcal/kg
PbBr2	373	11.70	kcal/kg
CdI2	387	10.00	kcal/kg
PbI2	402	17.90	kcal/kg
LiI	450	10.60	kcal/kg
PbCl2	501	20.30	kcal/kg
Sb2S3	550	33.00	kcal/kg
Ca(NO3)2	561	31.20	kcal/kg
CdCl2	568	28.80	kcal/kg
CuCl2	620	26.40	kcal/kg
MnCl2	650	58.40	kcal/kg
NaI	651	35.10	kcal/kg
Sb2O3	656	46.30	kcal/kg
KI	686	24.70	kcal/kg
MgBr2	700	45.00	kcal/kg
Li2MoO4	705	24.10	kcal/kg
MgCl2	708	82.90	kcal/kg
BiF3	727	23.30	kcal/kg
KBr	730	42.00	kcal/kg
BaI2	740	44.22	kcal/kg
KCl	776	85.90	kcal/kg
NaCl	800	123.97	kcal/kg
LiF	842	91.10	kcal/kg
KF	846	111.90	kcal/kg
PbF2	855	7.60	kcal/kg
CdSO4	1000	22.90	kcal/kg
CdF2	1100	35.90	kcal/kg
PbS	1114	17.30	kcal/kg
PbSO4	1170	31.60	kcal/kg
Li2SiO3	1204	80.20	kcal/kg
MgF2	1266	94.70	kcal/kg
BaF2	1354.5	26.00	kcal/kg
CaF2	1360	52.50	kcal/kg
CaSiO3	1540	115.40	kcal/kg
Cr2O3	2435	27.60	kcal/kg

相変化材料に加え、還元／酸化（酸化還元）を伴う、化学反応もまた、蓄熱および制御された熱放出を提供することができ、したがって、熱伝達用途のための媒体として使用することができる。例えば、炭酸塩／重炭酸塩反応は、典型的には、温度の微小変化に応じて、逆にすることができる、化学変化を伴う。したがって、重炭酸アンモニウムは、温度が、数度変化すると、炭酸アンモニウムに分解し、本反応熱は、吸収または放出され、それによって、相変化材料のものと類似する機能性を提供することができる。

【００３３】

本願で使用されるように、酸化還元反応は、１つ以上の電子が交換され、したがって、単に酸素を酸化剤として伴うものより広範囲の化学反応群を包含するものを含む。

【００３４】

典型的には、本願における着目化学反応として、反応物が、有機材料であるものが挙げられる。そのような化学反応は、システムの温度に大幅に依存する、反応熱によって、特徴付けられる。

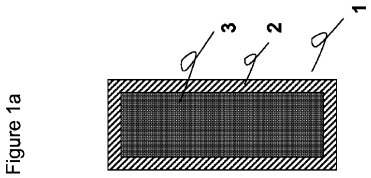
【００３５】

当業者は、これらの方法およびデバイスが、目標を達成し、前述の目的および利点ならびに種々の他の利点および効果を得るように適応され、かつ適応され得ることを理解するであろう。本明細書に説明される、方法、手順、およびデバイスは、現在、好ましい実施形態の代表であって、かつ例示であって、発明の範囲の制限として意図されるものではない。本発明の精神内に包含され、本開示の範囲によって定義される、本明細書の変更および他の用途は、当業者に想起されるであろう。

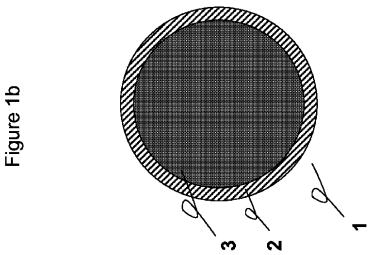
【００３６】

本明細書に例証的に説明される本発明は、好適には、本明細書に具体的に開示されない、任意の要素または複数の要素、制限または複数の制限が無くても、実践することができる。採用される用語および表現は、制限ではなく、説明の観点として使用され、そのような用語および表現の使用は、図示および説明される特徴の均等物またはその一部の排除を示す意図はない。種々の修正が、開示される発明の範囲内で可能であることを認識されたい。したがって、本発明は、好ましい実施形態ならびに随意の特徴によって、具体的に開示されたが、本明細書に開示される概念の修正および変形例は、当業者によって再分類されてもよく、そのような修正および変形例は、本開示によって定義される、本発明の範囲内であると見なされることを理解されたい。

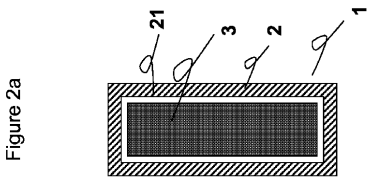
【図１ａ】



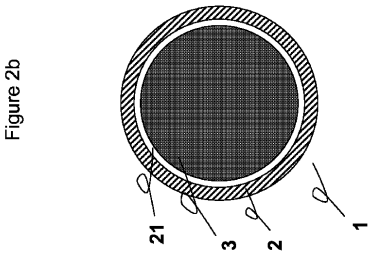
【図１ｂ】



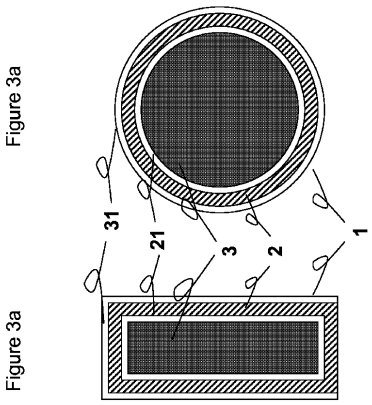
【図２ａ】



【図２ｂ】



【図３ａ】



【図５－ａ】

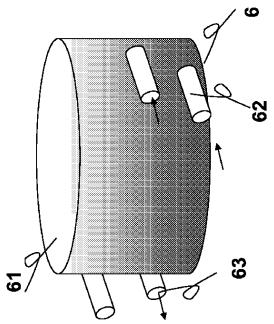


Figure 5-a

【図５－ｂ】

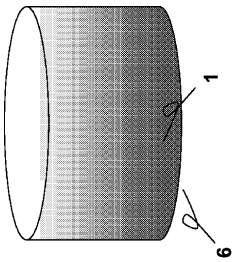


Figure 5-b

【図６】

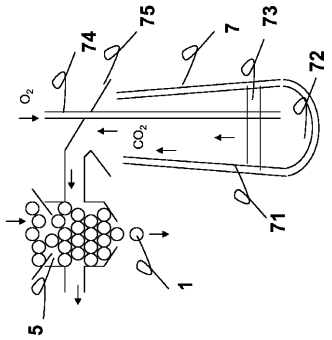


Figure 6

【図７】

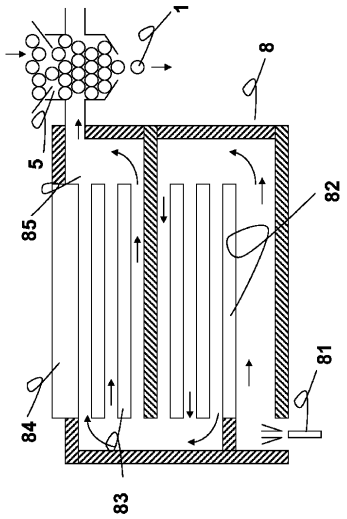


Figure 7

【図４】

Figure 4-b

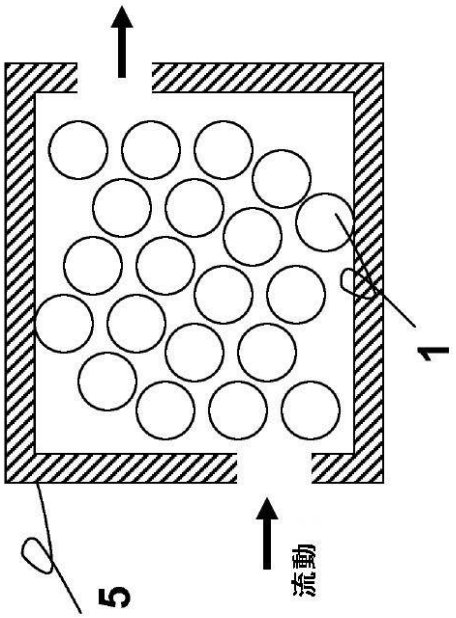
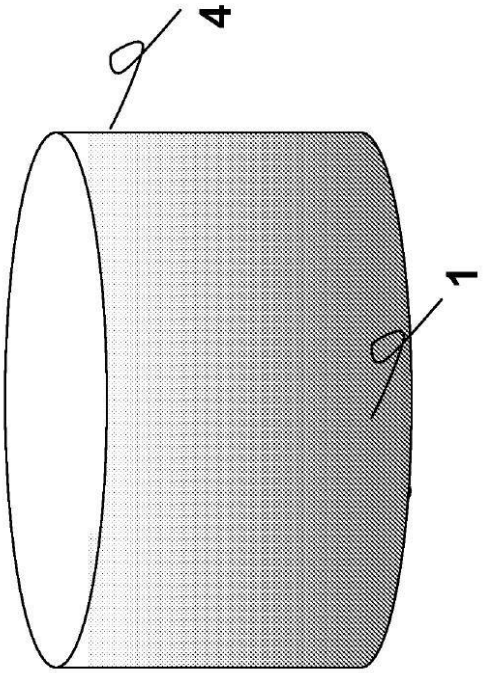


Figure 4-a



【図８】

Figure 8b

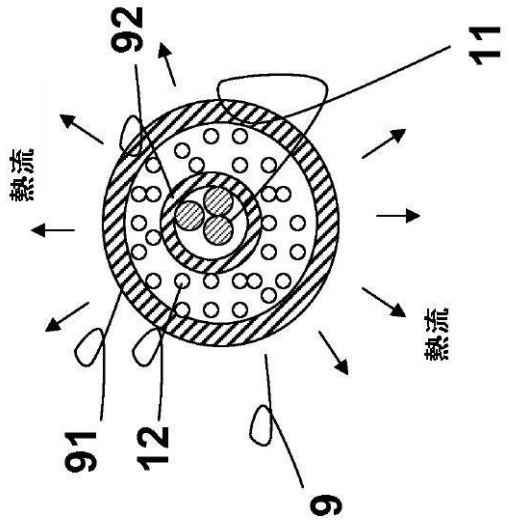
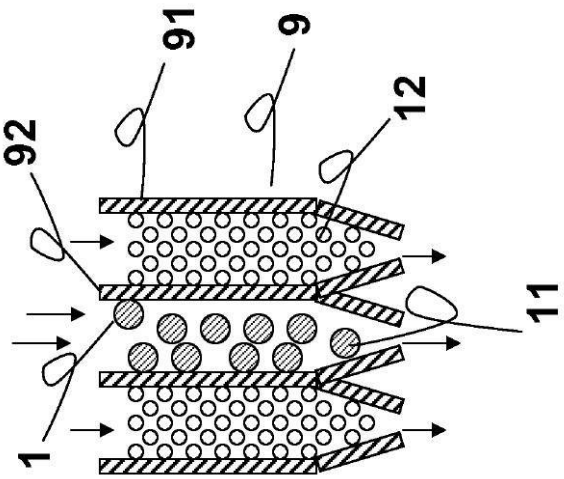


Figure 8a



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2011/021007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC(8) - B01J 13/16 (2011.01)
USPC - 427/212
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)
IPC(8) - B01J 13/16 (2011.01)
USPC - 427/212, 213.3, 213.31, 215, 217, 219, 220

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)
Patbase, Google Scholar

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,585,174 A (LEVITSKY et al) 17 December 1996 (17.12.1996) entire document	1-18
Y	US 2009/0211726 A1 (BANK et al) 27 August 2009 (27.08.2009) entire document	1-18

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

* 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	Date of mailing of the international search report
28 February 2011	09 MAR 2011
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. 571-273-3201	Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,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,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,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,IS,JP,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ティアーズ, ユージン
アメリカ合衆国 カリフォルニア ９４４０３, サン マテオ, ２７ティーエイチ アベニュー ４２６