

(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2014-502324

(P2014-502324A)

(43) 公表日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO3G 7/00 (2006.01)	FO3G 7/00	C
HO2J 15/00 (2006.01)	HO2J 15/00	E
	HO2J 15/00	H

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-519837 (P2013-519837)
 (86) (22) 出願日 平成23年7月14日 (2011.7.14)
 (85) 翻訳文提出日 平成25年3月4日 (2013.3.4)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2011/044065
 (87) 国際公開番号 W02012/009569
 (87) 国際公開日 平成24年1月19日 (2012.1.19)
 (31) 優先権主張番号 61/364, 368
 (32) 優先日 平成22年7月14日 (2010.7.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 61/364, 364
 (32) 優先日 平成22年7月14日 (2010.7.14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 512072979
 ブライト エナジー ストレージ テクノ
 ロジーズ, エルエルピー,
 Bright Energy Stora
 ge Technologies, LLP
 .
 アメリカ合衆国 コロラド州 80002
 , アーヴァダ, ダブリュ. 56番アヴェニ
 ュー 5525, 스위트 200
 (74) 代理人 110001302
 特許業務法人北青山インターナショナル
 (72) 発明者 フレイジャー, スコット レイモンド
 アメリカ合衆国 コロラド州 80465
 , モリソン, エス. フェアオールロード
 8837

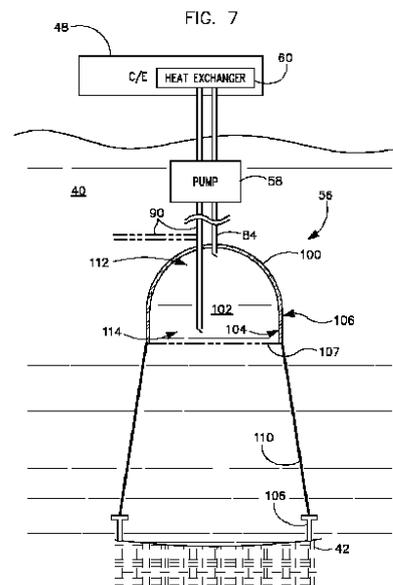
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱エネルギー貯蔵システムおよび方法

(57) 【要約】

熱エネルギー貯蔵システムは、周囲の水塊の内部に配置される容器であって、容器の壁体を備えた容器を含む。この壁体は、容器の内容積に露出される内面であってその内容積を画定する内面を有し、かつ、内面と反対側の外面であって周囲の水塊に露出される外面を有する。内容積には水がほぼ充満され、容器は、内面に沿う内容積内部の水を、外面に沿う周囲の水塊の水から熱的に分離するように構成される。内容積内部の水と熱的に連絡する熱源が、内容積内部の水に熱ポテンシャルを伝達するように構成される。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

熱エネルギー貯蔵システムにおいて、
周囲の水塊の内部に配置されると共に容器の壁体を備える容器であって、
前記壁体は、
前記容器の内容積に露出され前記内容積を画定する内面と、
前記内面と反対側の外面であって前記周囲の水塊に露出される外面と、
を有する、容器と、
前記内容積内部の水と熱的に連絡しており、かつ、前記内容積内部の水に熱ポテンシャルを伝達するように構成される熱源とを含み、
前記内容積には水がほぼ充満され、
前記容器は、前記内面に沿う前記内容積内部の水を、前記外面に沿う前記周囲の水塊の水から熱的に分離するように構成される
ことを特徴とするシステム。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、前記容器の壁体が折り畳み可能である、ことを特徴とするシステム。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記容器の壁体が織物材料およびポリマー膜のいずれかを含む、ことを特徴とするシステム。

20

【請求項 4】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記容器の第 1 部分の回りに配置される断熱材料をさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のシステムにおいて、前記断熱材料が気体を同伴するポリマー材料を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のシステムにおいて、前記断熱材料が多層のポリマー材料を含み、各ポリマー層の間の空間により水塊からの水が各ポリマー層の間に流入し得る、ことを特徴とするシステム。

30

【請求項 7】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記容器がほぼ楕円体状のドームを含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 8】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記内容積内部に配置されるバツフル板であって前記内容積内部における水の循環を遮断するように構成されるバツフル板をさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 9】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、
前記容器の内部に配置され、かつ、前記容器の頂部から第 1 の方向に第 1 の距離だけ延びるパイプであって、前記第 1 パイプの内容積を前記容器の内容積と流体連結するように構成される第 1 開口を有するパイプと、

40

前記第 1 開口に隣接して前記パイプに連結される末端の流れ方向ガイド器であって、熱貯蔵媒体を、前記第 1 開口からほぼ水平方向に導いて流すように構成される末端の流れ方向ガイド器と、

をさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 10】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記熱貯蔵媒体が淡水を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 11】

50

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記容器に連結されるアンカーであって、前記容器の壁体に加えられる外力に対抗するように構成されるアンカーをさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 1 2】

請求項 2 に記載のシステムにおいて、前記熱源が圧力変更装置である、ことを特徴とするシステム。

【請求項 1 3】

請求項 1 に記載のシステムにおいて、熱ポテンシャルを伝達するように構成されている前記熱源が、前記内容積内部の水の温度を 1 気圧における沸点を超える温度に高めるように、熱を、前記内容積内部の水に伝達するように構成される、ことを特徴とするシステム。

10

【請求項 1 4】

熱エネルギー貯蔵システムを配備する方法において、熱貯蔵容器を水塊の内部に配置するステップであって、前記熱貯蔵容器は壁体を含み、前記壁体は、

前記容器の内側に位置する第 1 容積に面する第 1 表面と、

前記第 1 表面と反対側の第 2 表面であって前記水塊に面する第 2 表面と、

を有する、ステップと、

熱源を、前記第 1 容積をほぼ充満する同伴水塊に熱的に連結するステップであって、前記熱源は、前記同伴水塊に熱を伝達するように構成される、ステップと、

20

を含み、前記壁体は、熱エネルギーが前記水塊から前記同伴水塊に前記壁体を貫通して伝達されるのを遮断するように構成される、ことを特徴とする方法。

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の方法において、前記熱源が圧力変更装置である、ことを特徴とする方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載の方法において、前記壁体が折り畳み可能である、ことを特徴とする方法。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記熱貯蔵容器を前記水塊の内部に配置するステップが、前記熱貯蔵容器を、折り畳まれた状態で前記水塊の中に配置することを含む、ことを特徴とする方法。

【請求項 1 8】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記壁体が織物材料およびポリマー膜のいずれかを含む、ことを特徴とする方法。

【請求項 1 9】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記壁体に断熱材料を結合するステップをさらに含み、前記断熱材料は、熱エネルギーがそれを通して前記水塊から前記壁体に伝達されるのを遮断するように構成される、ことを特徴とする方法。

40

【請求項 2 0】

請求項 1 6 に記載の方法において、前記容器の壁体に加えられる力に対抗するために、前記熱貯蔵容器を前記水塊の底部にアンカーで固定するステップをさらに含む、ことを特徴とする方法。

【請求項 2 1】

仕事を遂行するために空気が圧縮され、後に膨張される圧縮空気エネルギー貯蔵システムにおいて、

空気を多段の圧縮段によって圧縮するように構成され、かつ前記圧縮空気を多段の膨張段によって膨張させるように構成される圧力変更システムと、

50

前記圧力変更システムに熱的に連結される熱システムであって、各圧縮段において前記圧縮空気から熱を除去するように構成され、かつ各膨張段において前記圧縮空気に熱を供給するように構成される熱システムと、

水溶液を含む熱貯蔵媒体であって、熱回収システムによって除去された熱を貯蔵するように構成されると共に、貯蔵された熱を熱付加システムに供給するように構成される熱貯蔵媒体と、

一定量の前記熱貯蔵媒体をその貯蔵容積内に貯蔵するように構成される熱エンクロージャであって、前記貯蔵容積の上に位置する防湿材を含む熱エンクロージャと、を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが水中にある、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが、地面の下部に位置する基礎壁体を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記エンクロージャが、土地から構成される壁面をさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 5】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが、前記熱貯蔵媒体の上に位置するドーム状のカバーをさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 6】

請求項 2 5 に記載のシステムにおいて、前記ドーム状のカバーが断熱されたコンクリートを含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 7】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが、前記防湿材を断熱するように配置される断熱層であって、同伴気体を有するポリマーを含む断熱層をさらに含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 8】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが断熱された圧力容器である、ことを特徴とするシステム。

【請求項 2 9】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャ内部の圧力が前記熱エンクロージャ外部の圧力にほぼ等しい、ことを特徴とするシステム。

【請求項 3 0】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱エンクロージャが、前記熱エンクロージャ外部の圧力より実質的に高い圧力を含むように構成される、ことを特徴とするシステム。

【請求項 3 1】

請求項 2 1 に記載のシステムにおいて、前記熱システムが、並列に前記熱貯蔵媒体に流体連結される複数の熱交換器を含む、ことを特徴とするシステム。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載のシステムにおいて、各熱交換器が、それぞれの圧縮段において前記圧縮空気から熱を除去するように構成される、ことを特徴とするシステム。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 に記載のシステムにおいて、各熱交換器が、さらに、それぞれの膨張段において前記圧縮空気に熱を供給するように構成される、ことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

関連出願の相互参照

本願は、2010年7月14日に出願された米国仮特許出願第61/364,364号および2010年7月14日に出願された米国仮特許出願第61/364,368号に対する優先権を主張するものであり、この両仮特許出願の開示内容は本願に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

本発明は全般的には熱エネルギーの貯蔵に関し、さらに具体的には、水中貯蔵装置における熱エネルギーの貯蔵システムおよび方法に関する。

【0003】

再生可能エネルギー(renewable energy: RE)源は、非再生可能エネルギー源が縮減しかつ高炭素排出量が問題化する時代において、従来型の電力源に対する代替方策を提供する。しかし、多くの形態の再生可能エネルギーがピーク需要の存在時に利用可能でないため、RE源は、多くの場合、完全には利用されていない。例えば、RE源は、望ましくないオフピークの時間帯に最も利用可能になることがあり、あるいは、人口の中心または電力が最も必要な地点から離れた地域に位置している場合が多いので、ピーク時間に、他のすべてのピーク電力源と共に送電網を共同使用しなければならない。

【0004】

RE源は、例えば、水力、地熱、海洋熱エネルギー変換(Ocean Thermal Energy Conversion: OTEC)などを含むことができる。例えば、水力は、貯水池と連携させると、変化する電力負荷に適合または負荷追従するように出力増大および低減し得る1つのRE源である。地熱およびOTECも良好なベースロード用RE資源であるが、地熱およびOTEC用の実現可能な地点は限られている。海洋熱エネルギー変換は、従来は海洋の水温躍層を横断して利用されたが、付加的に、表面水および深水の間の温度差を有する未利用の水塊にも適用可能であることが理解されるべきである。また、RE源は、例えば太陽光、風力、波力および潮力をも含むことができる。しかし、これらのRE源は、その電力供給能力において断続的である傾向を有する。従って、これらのRE源が送電網のエネルギー供給に実質的に寄与するためには、エネルギーの貯蔵が望まれるところである。

【0005】

送電網用のコスト効率的な貯蔵法は、電力供給業の開始時点から探索されているが、まだ利用可能な状態にはなっていない。受け入れ可能な貯蔵技術が欠如する中で、1日の間の、かつ季節間の電力需要の変動によって、一部の時間のみに利用される発電施設が必要になり、このため、全容量より低い容量で用いられる施設に関する資本、運転および維持のコストが増大する可能性が高くなる。また、いくつかの発電施設は、出力変化または停止が難しく、また、全出力に急速に戻すことが困難である。エネルギー貯蔵は、電力需要によく適合すると共に、電力源が高い容量で、従って高効率で作動することを可能にする緩衝装置を提供することが可能である。

【0006】

圧縮空気エネルギー貯蔵(compressed air energy storage: CAES)は、既知のエネルギー貯蔵技術の多くの欠点を克服する魅力的なエネルギー貯蔵技術である。CAESに関する1つの方式を図1に示す。CAESシステム10は、例えば、風力、波力(例えば「ソルターカム式波力発電装置(Salter Duck)」による)、流れの動力、潮力、または太陽光エネルギーのような再生可能エネルギー源からのものとすることができる入力電力12を含む。別の実施態様においては、入力電力12を電力送電網からのものとすることができる。再生可能エネルギー(RE)源の場合には、このようなRE源は断続的な電力を供給する可能性がある。電力送電網の場合には、システム10をそれに接続して、夜更けの時間または早朝時間のようなオフピーク時間に電力を引き出してそれを圧縮流体のエネルギーとして貯蔵し、続いて、システム10から引き出したエネルギーを、割増金(すなわち電力アービトラージ(electrical energy arbitrage))付きで販売することができるピーク時間

10

20

30

40

50

に回収するような方式で、あるいは、安価なベースロード電力を貯蔵することによって、石炭のようなベースロード電力システムを増大させてピーク能力を提供するような方式で制御することができる。

【0007】

入力電力12は、流体流入部16からの流体を圧縮する機械的動力14に連結されており、流体の圧縮18が行われる。ポンプおよび熱交換器を介して、あるいは、圧縮流体と冷却流体との間の直接接触によって、冷却を導入することができる。流体圧縮18からの流体は、流体入力ライン22から圧縮流体貯蔵部20に送られる。

【0008】

システム10からの貯蔵エネルギーの引き出しが所望されると、圧縮流体を、流体出力ライン24を經由して圧縮流体貯蔵部20から引き出すことができ、流体の膨張26が行われ、その結果、発電30用の機械的動力28を取り出す例えば機械装置に送り込むことができる利用可能エネルギーが得られる。発電された電力は、送電網または電力供給が必要な他の装置に送ることができる。流出流体32は一般的に標準的な圧力または大気圧において環境に排出される。

10

【0009】

等温変化に近い状態で(すなわち準等温的に)運転される場合は、システム10は、流体圧縮18からの流体を冷却するための強制対流冷却34と、流体膨張26からの流体を加熱するための強制対流加熱36を含む。圧縮流体の貯蔵は一般的に大気温度および圧力において行われるので、流体圧縮18のための冷却34と、流体膨張26後の加熱36との両者は、システム10を取り巻く巨大な量の環境流体を用いて、大気温度および圧力において行われる。

20

【0010】

図2は、CAESシステム10の海洋ベースの準等温的实施形態を示す。システム10の構成要素は海40の表面に近接するプラットフォーム38上に配置される。プラットフォーム38は海底42によって支持される。圧縮空気貯蔵アセンブリ44は平均深さ46に位置しており、圧縮機/膨張機システム(C/E)48は発電機50に連結されている。C/E48は、準等温操作のための多段の圧縮および膨張を含むことができ、熱交換パッケージ(この図には示されていない)が、それぞれ、圧縮または膨張の段間において流体を冷却または再加熱することができる。

30

【0011】

流体ホースまたはパイプ、あるいは加圧流体搬送システム52が、流体貯蔵バッグアセンブリ44と、海40の表面上のまたはその近傍におけるC/E48とを接続する。電力がC/E48への入力54である場合は、C/E48は、流体を圧縮するように作動し、それを、流体ホースまたはパイプ52を經由して流体貯蔵チューブアセンブリ44に搬送して、エネルギーをその中に貯蔵する。電力54は、風、波の運動、潮の流れのような再生可能エネルギー源から供給することができるし、あるいは、例えば送電網からエネルギーを引き出すことができるモータとして運転される発電機50を介して供給することができる。また、C/E48は、流体貯蔵チューブアセンブリ44から圧縮された貯蔵エネルギーを流体ホースまたはパイプ52を經由して引き出すことによって、発電機50を駆動してACまたはDC電力を発電するように、逆に運転することもできる。

40

【0012】

海洋ベースの準等温的操作におけるCAESシステム10の運転は、コスト効率的なエネルギー源からエネルギーを発生させるという利点を有するが、準等温的CAESシステムは、通常、流体を複数の圧縮段において圧縮し、かつ、ポンプおよび熱交換器によって実施される段内部または段間の冷却または加熱を伴う。しかし、断熱CAESシステムは、流体圧縮の間に発生する熱エネルギーの貯蔵を可能にし、この熱エネルギーは、廃棄処分されるのではなく、続いて、流体膨張に先立ってあるいはその間に圧縮空気を予熱するのに用いられる。

【0013】

50

十分な個数の圧縮段が設けられる場合は、単に外部環境と十分に熱交換することによって、システムを等温効率に近い状態で運転することが可能である。しかし、多数の段を有する圧縮システムは非常に高価になる可能性が高い。

【0014】

より新しい断熱CAES設計においては、熱エネルギーが、高価な媒体および封入システムを必要とする高温で貯蔵される。例えば、熱貯蔵のための一提案は、石またはセラミックレンガが充填された600で貯蔵される熱貯蔵容器の使用を含んでいる。このような高温システムは、封じ込めおよび断熱が難しく、かつ高価になる。一方、水は、非常に高い熱容量を有し、きわめて安価であるが、低圧または中圧における沸点が相対的に低いので、貯蔵媒体として使用することが難しい。

10

【0015】

エネルギー貯蔵媒体として、水あるいは他の低コストの非毒性液体を組み込んだ熱エネルギー貯蔵システムが実現されると有利であろう。熱エネルギー貯蔵システムを、陸上およびオフショアの両方に、あるいは部分的に陸上および部分的にオフショアの両方に配備し得る場合には、両環境において低コストの熱貯蔵を組み込むことが可能な熱エネルギー貯蔵システムを実現することが有利になるであろう。

【発明の概要】

【0016】

本発明の一態様によれば、熱エネルギー貯蔵システムが、周囲の水塊の内部に配置される容器であって、容器の壁体を備えた容器を含む。この壁体は、容器の内容積に露出される内面であってその内容積を画定する内面を有し、かつ、内面と反対側の外面であって周囲の水塊に露出される外面を有する。内容積には水がほぼ充満され、容器は、内面に沿う内容積内部の水を、外面に沿う周囲の水塊の水から熱的に分離するように構成される。内容積内部の水と熱的に連絡する熱源が、内容積内部の水に熱ポテンシャルを伝達するように構成される。

20

【0017】

本発明の別の態様によれば、熱エネルギー貯蔵システムを配備する方法が、熱貯蔵容器を水塊の内部に配置するステップを含む。この熱貯蔵容器は、容器の内側に位置する第1容積に面する第1表面と、第1表面と反対側の第2表面であって水塊に面する第2表面とを有する壁体を含む。この方法は、さらに、熱源を、第1容積をほぼ充満する同伴水塊に熱的に連結するステップをも含み、この熱源は、同伴水塊に熱を伝達するように構成される。壁体は、熱エネルギーが水塊から同伴水塊に壁体を貫通して伝達されるのを遮断するように構成される。

30

【0018】

本発明のさらに別の態様によれば、仕事を遂行するために空気が圧縮され、後に膨張される圧縮空気エネルギー貯蔵システムが、空気を多段の圧縮段によって圧縮するように構成されかつ圧縮空気を多段の膨張段によって膨張させるように構成される圧力変更システムを含む。その圧力変更システムに熱的に連結される熱システムが含まれると共に、その熱システムは、各圧縮段において圧縮空気から熱を除去するように構成され、かつ、各膨張段において圧縮空気に熱を供給するように構成される。このシステムは、さらに、水溶液を含む熱貯蔵媒体と、熱エンクロージャとを含み、この熱貯蔵媒体は、熱回収システムによって除去された熱を貯蔵するように構成されると共に、貯蔵された熱を熱付加システムに供給するように構成され、この熱エンクロージャは、一定量の熱貯蔵媒体をその貯蔵容積内に貯蔵するように構成されると共に、貯蔵容積の上に位置する防湿材を含む。

40

【0019】

他の種々の特徴および利点は、以下の詳細説明および図面から明らかになるであろう。

【0020】

図面は、本発明を実施するために現在考えられる好ましい実施態様を示している。

【図面の簡単な説明】

【0021】

50

【図 1】図 1 は、圧縮空気エネルギー貯蔵 (CAES) システムを表す模式図である。

【図 2】図 2 は、海洋環境における熱エネルギー貯蔵なしの図 1 の CAES システムを表す模式図である。

【図 3】図 3 は、本発明の一実施態様による海洋環境における図 1 のシステムの断熱運転を表す模式図である。

【図 4】図 4 は、本発明の一実施態様による、熱交換器に熱的に連結される熱貯蔵容器を表す模式図である。

【図 5】図 5 は、本発明の別の実施態様による図 4 の熱貯蔵容器の断面図である。

【図 6】図 6 は、本発明の一実施態様による図 4 の熱貯蔵容器の分解図である。

【図 7】図 7 は、本発明の別の実施態様による、熱交換器に熱的に連結される熱貯蔵容器を表す模式図である。

10

【図 8】図 8 は、本発明のさらに別の実施態様による、熱交換器に熱的に連結される図 7 の熱貯蔵容器を表す模式図である。

【図 9】図 9 は、本発明の一実施態様による熱貯蔵容器の多層壁を表す図である。

【図 10】図 10 は、本発明の一実施態様による多段圧縮および膨張システムを表すプロセスフロー図である。

【図 11】図 11 は、本発明の一実施態様による熱エンクロージャの斜視図である。

【図 12】図 12 は、本発明の別の実施態様による熱エンクロージャの断面図である。

【図 13】図 13 は、本発明のさらに別の実施態様による熱エンクロージャの斜視図である。

20

【図 14】図 14 は、本発明のさらに別の実施態様による熱エンクロージャの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の実施態様は、多段の圧力変更装置を組み込んでおり、断熱要素および準等温要素の両方で運転される。圧縮相においては、装置は気体をいくつかの段において圧縮し、圧縮熱は各段の後に除去されるので、各段の温度上昇が管理される。続いて、この圧縮熱は熱エネルギー貯蔵部に捕捉され、従って、この熱エネルギー貯蔵部は、熱貯蔵を備えた完全断熱システムに比べて相対的に穏やかな温度で運転できる。膨張相においては、逆転運転される同じ圧力変更装置が、あるいは別の実施態様においては異なる別の圧力変更装置が、先に圧縮された気体をいくつかの段において膨張させ、各膨張段の前に気体に熱が加えられる。他のいくつかの実施態様においては、段と段との間においてよりもむしろ各段の途中において、気体から熱を抽出しまたは気体に熱を加えることができる。

30

【0023】

例えば、空気を 20 の大気温度および 1 気圧から 25 気圧の圧力に 4 段で圧縮する場合には、各段における最終結果としての温度上昇を 76 に維持することが可能であり、熱貯蔵媒体の温度を、100 未満、すなわち 1 気圧における水の沸点未満に維持できる。これを、主として安価なポリマーの薄膜と、既に現場にある可能な土地および水とを含む熱貯蔵容器と連携させると、熱貯蔵容器内の熱貯蔵媒体が大気圧に対して相対的に低い圧力差で貯蔵される、熱エネルギー貯蔵を備えた非常に低コストの CAES システムが可能になる。

40

【0024】

熱貯蔵容器が水中にある場合、あるいは、熱貯蔵容器が圧力容器である場合の種々の実施態様においては、段数がより少ないシステムを設計すること、および、より高温の水を貯蔵媒体として用いることが可能である。例えば、熱貯蔵容器が約 10 気圧の圧力の 90 メートルの深さにあるとすると、最高運転温度を 180 の高さにすることができる。

【0025】

本発明の実施態様は、熱エネルギー貯蔵容器と、大洋、海、湖、貯水池、湾、港、入り江、河川のような水塊、または任意の他の人工または天然の水塊との配備または設置を含む。本明細書に用いる「海(洋)」という用語は任意のこのような水塊を指しており、「

50

海底」はその底面を意味する。本明細書に用いる「堆積物」（例えば「海底堆積物」という用語は、底面または海底からの海洋材料を指しており、例えば、砂利、砂、シルト、粘土、泥漿、海底上に沈降した有機材料または他の材料を含むことができる。

【0026】

図3は、本発明の一実施態様を組み込んだ、海洋環境における図1のシステムの断熱運転を表す模式図である。CAESシステム10は、図2に示すシステムと同様に、電力入力54および発電機/モータ50に連結されたC/E48を含む。C/E48は、流体ホース52を介して、海底42上に載っている圧縮空気貯蔵部44にも連結されている。

【0027】

図2に示すシステムとは異なって、図3のCAESシステム10は、C/E48の流体圧縮段の間に発生した熱を貯蔵するための熱貯蔵媒体を有する熱貯蔵容器56を組み込んでいる。ポンプ58が、C/E48に熱的に連結されており、C/E48における圧縮流体と熱貯蔵容器56の熱貯蔵媒体との間の熱伝達を促進するように設計される。以下の実施態様において記述するように、作動流体と熱貯蔵媒体との間の熱伝達は、C/E48に隣接して、あるいは熱貯蔵容器56に隣接して生起することができる。本発明の実施態様は、本明細書においては、熱貯蔵媒体に対して、淡水または海水のいずれかの水を使用するものとして記述するであろう。しかし、他の水溶液、あるいはグリコールまたはオイルなどの他の液体のような他の熱貯蔵流体の媒体も使用することができる。

10

【0028】

断熱運転の間、熱貯蔵容器56は、その中に熱的な成層が生起するように運転される。すなわち、高温水を熱貯蔵容器56の頂部に供給しかつそこから引き出すことができ、低温水を熱貯蔵容器56の底部に供給しかつそこから引き出すことができる。このため、一例においては、圧縮の間、低温水を容器56の底部（相対的に低温）部分から引き出し、圧縮後に、頂部（相対的に高温）部分に戻すことが可能である。逆に、膨張の間には、高温水を容器56の頂部（相対的に高温）部分から引き出して、底部（相対的に低温）部分に戻すことが可能である。但し、場合によっては、容器に全く戻さずに、直接周囲の水に戻すこともできる。従って、C/Eの両運転モードにおいて、熱貯蔵タンクの安定な成層が実現され、安定状態の下では水の固有の熱拡散性が低いことから、水部分の温度差が保存される。

20

【0029】

図4は、本発明の一実施態様による、熱交換器60に熱的に連結される熱貯蔵容器56を表す模式図である。熱貯蔵容器56は、閉囲された内容積64を形成しあるいはその境界を定める壁体62を含む。この内容積64は、この実施態様においては熱貯蔵媒体である水でほぼ充満されている。壁体62の内面66は閉囲された容積64に面しており、壁体62の外面68は周囲の水塊に面している。壁体62は、内面66に沿う閉囲された容積64内部の水を、外面68に沿う周囲環境温度の水から熱的に分離するように構成される。しかし、内面および外面66、68の間の熱伝達は、水容積間の直接接触よりもその速度が遅いとしても、生じる可能性がある。

30

【0030】

一実施態様においては、壁体62が、織物材料またはポリマー膜のような折り畳み可能な材料から構成される。織物材料またはポリマー膜は、特定の方向またはすべての方向におけるその強度および剛性を高めるために、埋め込まれた引張部材を組み込むことができる。別の実施態様においては、壁体62は、上掛け層を含むか、あるいは薄い可撓性の材料部分によって相互結合された離散的な引張部材（例えばケーブル）から構成することができる。

40

【0031】

壁体62は、ドーム形状を形成する頂部部分70を含む。一実施態様においては、このドーム形状はほぼ楕円体状のドームを形成する。ドーム70は、閉囲された容積64の内部の水の最も熱い部分を含むように構成される。頂部部分70をドームに形成することによって、壁体62における皺が低減し、同時に、高い構造支持能力が提供され、かつ単位

50

容積当たりの熱伝達面積が小さくなる。

【 0 0 3 2 】

壁体 6 2 の底部部分 7 2 は、底部壁体 7 6 に連結される側壁 7 4 を含む。図示のように側壁 7 4 は円錐形状であり、その直径は、底部壁体 7 6 に近付くと共に縮小している。しかし、側壁 7 4 の形状として他の形状も考えられる。例えば、図 5 では、側壁 7 4 は円筒形状である。

【 0 0 3 3 】

図 4 を改めて参照すると、熱貯蔵容器 5 6 は重いバラスト材料 7 8 で安定させることができる。これは、例えば、内容積 6 4 内部の水の浮力によって、あるいは、周囲の水塊の水流によって熱貯蔵容器 5 6 に加えられる力に対抗するように重量および摩擦を付与するためである。一実施態様においては、バラスト材料 7 8 は、配備地点の近傍または海底の他の地点から浚渫した堆積物を含む。別の実施態様においては、バラスト材料 7 8 は、例えば、砂、砂利、石、鉄鉱石、コンクリート、スラグ、スクラップ材料などのような、水より重いまたは高密度の海底に由来しない材料を含む。バラスト材料 7 8 に加えて、容器 5 6 のバラスト充填部分が海底上を滑動しないようにするための固定ブロックとして作用する 1 つ以上の障害物 8 0 を底部壁体 7 6 の回りに配置することができる。

10

【 0 0 3 4 】

図 4 および 6 を参照すると、閉囲された容積 6 4 内部の水の周囲環境における水からの断熱性を増強するように、断熱材料 8 2 が、壁体 6 2 に結合され、それに隣接して配置される。断熱材料 8 2 は、例えば図 9 に関して以下に説明するような 1 つ以上の断熱材料から構成することができる。これらの断熱材料は折り畳むことが可能である。かくして、断熱材料 8 2 は、最も熱い水を含むように構成される頂部部分 7 0 の断熱性を高めることができるが、一方、底部部分 7 2 は、外部環境と比較的自由に熱交換できる状態に置かれたままである。代替りの方式として、低温流体が周囲温度より大幅に低い場合には、低温貯蔵を周囲の環境温度から保護するために、底部部分 7 2 が断熱材を含むことができる。

20

【 0 0 3 5 】

再度図 4 を参照すると、高温パイプ 8 4 がポンプ 5 8 から閉囲された容積 6 4 の中に延びており、閉囲された容積 6 4 から高温水を引き出し、あるいは高温水を閉囲された容積 6 4 に排出するために、高温パイプ 8 4 の開口 8 6 が設けられる。高温パイプ 8 4 から高温水を排出する際、閉囲された容積 6 4 内における水の垂直方向の混合を抑えるために、開口 8 6 近傍の高温パイプ 8 4 に結合された終端流れプレート 8 8 が、排出流れを、実質的に水平方向に、あるいは、閉囲された容積 6 4 内部の熱勾配の方向に垂直な 1 つ以上の方向に導く。いくつかの実施態様においては、終端流れプレート 8 8 は設けられない。低温パイプ 9 0 がポンプ 5 8 から閉囲された容積 6 4 の中に延びており、閉囲された容積 6 4 から低温水を引き出し、あるいは低温水を閉囲された容積 6 4 に排出するために、低温パイプ 9 0 の開口 9 2 が設けられる。低温パイプ 9 0 も、低温水の排出流れをほぼ水平に導くために、終端流れプレート 9 4 を含むことができる。仮想線で示される別の実施態様によれば、低温パイプ 9 0 は、低温パイプ 9 0 を通る低温水の予期される流入 / 排出温度にほぼ等しい温度勾配のレベルにおいて、側壁 7 4 を通して熱貯蔵容器 5 6 を貫通することができる。水温の垂直混合をさらに低減しまたは防止するために、頂部部分 7 0 が 1 つ以上のバッフル 9 6 を含むことができる。このバッフル 9 6 は、容積 6 4 の部分における垂直流れを調整するための 1 つまたは複数の開口 9 8 を有する。

30

40

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施態様においては、低温の水溜めとして周囲温度の周囲の水を用いることが有利であり得る。従って、低温水の連絡パイプ 9 0 は、仮想線で示すように、容器内部ではなく、周囲の水の中にその末端が位置することができる。これらの実施態様においては、側壁 7 4 における孔 9 9 (仮想線で示す) によって、底部部分 7 2 における水が、頂部部分 7 0 から取り出され、あるいは頂部部分 7 0 に加えられた高温水に対応するように流出入できる。頂部部分 7 0 における温水は、周囲の水または冷却された水から、熱成層 (および関連する液体の密度差) と、もし含まれる場合はバッフル 9 6 とによって断熱さ

50

れたままである。外部の水に対する開口 99 が、温水が到達し得る最下点より下部に位置している限り、温水はエンクロージャ 56 内に滞留するであろう。

【0037】

熱交換器 60 が、C/E 48 の作動流体と熱交換器 60 内部の流体との間に熱伝達が生起するように、C/E 48 内部に、あるいはそれに隣接して配置される。この実施態様においては、ポンプ 58 が、水を、閉囲された容積 64 から汲み上げて、熱を水にまたは水から伝達する熱交換器 60 に通す。例えば、C/E 48 の圧縮段階においては、ポンプ 58 は、圧縮熱からの熱を低温水に伝達するために、低温水を低温パイプ 90 から引き出して熱交換器 60 に供給することができる。従って、低温水は加熱され、ポンプ 58 は、続いて高温水を、高温パイプ 84 を通して閉囲された容積 64 の頂部に供給することができる。一実施態様においては、熱交換器 60 は、水の温度をその 1 気圧沸点（約 100）を超えて高める程度に、熱を水に伝達するように構成される。この温度が、標準的な大気圧における水の沸点を超えているのに、海水 40 中の熱貯蔵容器 56 の位置における周囲の水の圧力によって、高温の水がより高い圧力において液体状態のままであることが可能になる。C/E 48 の膨張段階においては、高温水を閉囲された容積 64 の一部分から引き出して、低温水をそのもう一方の部分に供給するように、プロセスを逆転させることができる。

10

【0038】

本発明の一実施態様によれば、閉囲された容積 64 内の水は塩水または淡水とすることができる。淡水使用の利点には、熱伝達システムの構成要素の腐食が少ないことと、塩水曝露に耐えるのに必要な構造に比べて構成要素の構造が簡素になることが含まれる。

20

【0039】

図 7 は、本発明の別の実施態様による、熱交換器 60 に熱的に連結される熱貯蔵容器 56 を表す模式図である。熱貯蔵容器 56 は半球または楕円体状の壁体 100 を含み、この半球または楕円体状の壁体 100 は、この実施態様においては熱貯蔵媒体である水でほぼ充満された開放型の内容積 102 を画定し、あるいはその境界を定める。壁体 100 の内面 104 は内容積 102 に面し、壁体 100 の外面 106 は周囲の水塊に面している。壁体 100 は、内面 104 に沿う内容積 102 内部の水を、外面 106 に沿う周囲の水塊の水から熱的に絶縁するように構成される。断熱材料 82 は、例えば図 9 に関して以下に説明するような 1 つ以上の折り畳むことができる断熱材料から構成することができる。従って、内面および外面 104、106 間の熱伝達は大幅に低減される。

30

【0040】

内容積 102 の底面には、バッフル板またはスキン層 107（仮想線で示される）を設けることができる。これは、内容積 102 内の水と周囲の水との、流れを含むことができる混合の速度を低減しようとするものである。いくつかの実施態様においては、このスキン層 107 を水密構造に設計して、壁体 100 と共に、内容積 102 を取り囲む完全なエンクロージャとすることができる。

【0041】

また、図 7 は、熱貯蔵容器 56 に連結可能な別の固定用の実施態様をも示している。複数のアンカーまたはパイロン 108 を海底の中に固定することができ、アンカー 108 と熱貯蔵容器 56 との間に連結される複数のアンカーケーブル 110 が、熱貯蔵容器 56 の浮力と、周囲の水塊の横方向流れに対するその位置とを固定する。

40

【0042】

図 4 の場合と同様に、高温パイプ 84 が熱貯蔵容器 56 の頂部部分 112 の中に延びている。低温パイプ 90 は、一例においては、熱貯蔵容器 56 の底部部分 114 の中に延び込むことができる。別の例においては、高温水の内容積 102 からの引き抜きによって周囲環境からの水が内容積 102 に流入可能になるので、低温パイプ 90 は周囲の水塊の中に延びることができる。

【0043】

図 8 は、本発明のさらに別の実施態様による、熱交換器 116 に熱的に連結された図 7

50

の熱貯蔵容器 56 を表す模式図である。図 8 は、内容積 102 内の水と熱源 49 C / E の作動流体との間の熱交換器が、図 4 または 7 に示す C / E 48 の場合とは異なって、内容積 102 そのものの内部に配置されることを表している。この実施態様においては、ポンプ 58 は、C / E 48 の作動流体が、内容積 102 内の水を加熱または冷却するために、熱貯蔵容器 56 を貫通して熱交換器 116 に流入し得るように構成される。いくつかの実施態様においては、熱源が、循環回路および熱交換器 60 を通して作動流体を動かすためのそれ自体のポンプ機能を有することができる。この方式によって、内容積 102 内に確立された熱勾配の成層崩壊が、高温パイプまたは低温パイプからの水の取り込みまたは流出によって促進されることはなくなる。

【0044】

図 8 は、また、熱貯蔵容器 56 に連結可能な代替案のアンカー 118 をも示している。一例においては、アンカー 118 は、前記のような海底に固有のまたは非固有のバラスト材料 78 が充填されたバッグを含む。別の例においては、アンカー 118 は、並進力を受けた際に、熱貯蔵容器 56 の位置を実質的に維持するのに十分な程重い任意の重量物体とすることができる。

【0045】

図 9 は、本発明の一実施態様による熱貯蔵容器 56 の多層壁体 120 を表す。図 9 は必ずしもスケールどおりには描かれていない。壁体 120 は、折り畳み可能な繊維強化型ポリマー膜から構成される第 1 層 122 を含む。この膜は、例えば約 55% の繊維 158 の繊維強化型ポリマーマトリックス 124 であり、この繊維 158 は、両面において、一般的な熱可塑性プラスチック 126 の層内に（例えば高温圧延によって）封入されている。このようなマトリックス 124 の構造は、例えば約 0.14 mm (0.055 インチ) の厚さとすることができる。このタイプのマトリックス 124 によって、海洋用途用の、薄くて安価でありかつ種々の寸法に対応し得る非常に頑丈な容器が可能になる。熱可塑性材料 160 は、LDPE (low-density polyethylene: 低密度ポリエチレン)、HDPE (high-density polyethylene: 高密度ポリエチレン)、PVC (polyvinyl chloride: ポリ塩化ビニル)、PET (polyethylene terephthalate: ポリエチレンテレフタレート)、あるいはポリエステル、並びにフルオロポリマーのようなプラスチックとすることができる。他の材料も考えることができる。また、この材料は、例えば、混合された材料プラスチック製、あるいは、使用または運転から取り外された流体貯蔵チューブからのリサイクルプラスチック製とすることができる。この場合、このような流体貯蔵チューブは、取り外された流体貯蔵チューブを設置場所に何も残さないように装置から取り除かれたものである。他のリサイクル可能なプラスチック源も考えられる。

【0046】

繊維 128 は、例えば、ガラス繊維、炭素繊維または金属繊維のような材料から構成することができる。方向性複合積層体の中に配列される。この方向性複合積層体の方向は、一例として、1 つ以上の主応力方向に合致させることができる。例えば、ガラス繊維は、非常に安価であり、一般的に長期間の水中への浸漬に対してきわめて耐性に富んでいる。また、ガラス繊維は、特に海洋環境におけるその耐久性、信頼性、長寿命、適性、および塩水に対する耐性から海洋産業において広く使用されている。種々のタイプのガラス繊維が、それぞれ異なる用途において固有の利点を有している。一例において、ガラス繊維を比較的高価な S-2 ガラス材料とすることができるが、これは、引張強度用として適する場合が多い。別の例においては、ガラス繊維を E ガラス材料とすることができる。

【0047】

繊維 128 は熱貯蔵容器 56 における重要な構造要素である。繊維の引張強度は、使用される熱可塑性マトリックスより 100 倍高いレベルであり得る。この繊維の引張力が、アンカー固定システムからの力（例えば堆積物バラストの重量）を伴う熱貯蔵流体の浮力と、結果として生じる容器中の軸方向応力とに対抗する。この引張力は、容器 56 全体にわたって垂直にのみ担持する必要がある。いかなる使用繊維材料の場合も、繊維 128 を

10

20

30

40

50

海水から保護するように設計される。プラスチック単独で材料強度を実現しようとしても、製造コストを実質的に増大させる可能性があり、その結果としての厚さは、十分な柔軟性または折り畳み性を有しない可能性が高い。

【0048】

繊維強化型熱可塑性ポリマーマトリックス124のマトリックス材料であって、実際に海水に露出されるマトリックス材料は、海水環境において広く使用されてきた。繊維128は、繊維強化型熱可塑性ポリマーマトリックス124と、さらに、繊維128を完全に封入するように積層される上層130および底層132との中に埋入されるので、通常の場合の下では、繊維128が海水に直接露出されることはない。外側の積層130、132の用の材料は、一般的に、繊維128を完全に封入する薄い「表面シート」における熱可塑性材料126と同じものである。

10

【0049】

また、繊維強化型ポリマーマトリックス124の材料は修理可能なように構成される。例えば、材料124に穴が開いたり、裂け目が生じたりすると、その穴を、穴の回りの材料124を再接合するか、あるいは、その穴の回りの材料に同じ材料のパッチまたは他の装着可能なパッチを取り付けることによって塞ぐことができる。深い深度に配備する場合には、このようなパッチは、ダイバーの代わりに遠隔操作される水中艇によって装着することができる。

【0050】

壁体120の第2層134は、気体を同伴するポリマー材料から構成される断熱材料を含む。別の実施態様においては、ポリマー材料は窒素を同伴し、従ってネオプレンタイプの断熱材(neoprene-type insulation material)を形成する。壁体120の第3層136は、気体を同伴するポリマー材料から構成される別の断熱材料を含む。一実施態様においては、第3層136のポリマー材料は空気を同伴し、従って、バブルラップタイプの断熱材料を形成する。

20

【0051】

図示のように、第1層122は、第2層134および第3層136の間に配置される。他のいくつかの実施態様は、第1層122の片面上にのみ1つ以上の断熱層を配置する方式を含む。

【0052】

本発明の実施態様は、水中における熱エネルギーの貯蔵が望ましい他の非CAESシステムに加えて、既存の海洋CAESシステムと共に用いる熱貯蔵容器の設計および運転を含む。本発明の実施態様による水中の熱貯蔵容器によって、低コストの熱貯蔵システムの製造および配備が可能になる。

30

【0053】

水中でない場所においても構成可能な熱エネルギー貯蔵(thermal energy storage: TES)構造が存在する。図10は、多段の圧縮および膨張システム150が、圧縮プロセスから熱エネルギーを捕集して、それを熱エネルギー貯蔵媒体に貯蔵し、続いて、その熱を膨張プロセスに供給するような、この種のプロセス図を表している。熱エネルギー貯蔵媒体は、例えば上記に述べた熱エンクロージャのような熱エンクロージャ152内に貯蔵される。圧縮/膨張プロセスは、内部に集合された異なる要素と共に示されている。用途に対して選択される段154の個数は、空気の最終的な圧縮圧力と、熱エネルギー貯蔵152内の所望の最高温度とに応じて変更することができる。図においては、段154の個数がNで示されている。各段154の内部には、圧縮段と、圧縮シーケンス用の熱交換プロセスとが設けられる。熱交換は順次的に行うことができる(すなわち、圧縮後の圧縮空気から熱を除去することができる)が、いくつかの実施態様においては、熱交換を圧縮と同時に行うことができる。空気の圧縮は直列で行われる。すなわち、同じ空気が1つの段154から次の段に移行し、その場合、圧力は各段ごとに増大する。熱交換の典型的な実施態様は、冷却用の熱材料のマニホールドがすべての段154に並列に設けられるようなタイプのものである。すなわち、熱材料は1つの段154のみを通

40

50

過する。従って、例えば5段あるとすると、全体としてTES152における1つの共通の低温帯域から供給される5つの平行流れであって、同様に1つの共通温度においてTES152の高温帯域と一緒に接続され、その高温帯域の中に注入される5つの平行流れが存在する。段154を通して熱材料を循環させるためにポンプ156が用いられる。機械的動力158は、システムによって圧縮空気を作り出すために用いられる。

【0054】

膨張プロセスは、全体として圧縮プロセスの逆である。実際、いくつかの実施態様においては、同じ機器を使用して、単に高圧源から大気条件に戻るようにならざるを得ない。機械的動力を発生させることができる。熱交換プロセスも圧縮プロセスと同様であるが、TES152から引き出された熱が、膨張の前または膨張と同時に（圧縮モードの場合の後または同時に違って）加えられるという点が異なっている。この場合も、空気圧力は順次に変更され、熱材料は熱交換プロセスに並列に供給される。

10

【0055】

図11は、ドーム状の頂部250と、円筒状の壁体252と、ベース254とを含む熱エンクロージャ248を示す。このような構造は、地盤(grade)上、あるいは地面のような支持表面256上に配置できる。一実施態様においては、ベース254を曲面状またはドーム状にすることができ、熱エンクロージャ248の少なくとも一部分が支持表面256の表面の下に広がるように、熱エンクロージャ248を地盤の下に配置することができる。良好な構造特性および断熱特性を有するこのような大規模な熱エンクロージャ248を比較的低いコストで構成できる。熱エンクロージャ248の断熱能力を増大するため、別の断熱を追加することができる。

20

【0056】

図12は、地盤の下に設けられる熱貯蔵タンク258の一例を示す。地面261の下に窪みまたは掘削部260を形成して、それに、例えば、発泡体(例えばポリイソシアヌレート)、あるいは、低伝導性鉱物(例えばパーミキュライトまたは珪藻土)または藁のような一般的に天然の断熱材料である断熱材料262を充填することができる。乾燥土を用いることも可能であるが、それは、相対的に安価であり、窪みまたは掘削部260のベースに既に存在している可能性もある。断熱材料262の頂部には防水ライナー264を被覆するが、それは、ジオテキスタイルシート、あるいは埋立地の被覆に用いるものによく似た単なる熱可塑性プラスチック膜またはシートに類似のものとする事ができる。代わりの方式として、ライナー264を、当業者には周知のティルトアップまたは他の簡単なコンクリート構造から構成することも可能である。水または熱材料の温度に関する考慮もライナー材料の選択に影響し得る。プチルライナーはいくつかの太陽熱高温水タンクに一般的に用いられており、いくつかの状況においては適切な材料を構成する。1つの重要な熱損失機構は蒸発冷却である。水蒸発防止カバー266が蒸発による熱損失を大幅に低減する。タンク258に使用する貯蔵媒体を、外部の大気圧力におけるその沸点温度を超えた温度で運転する見込みがない場合は、カバー266の構造を貯蔵媒体の蒸気圧のために強化する必要はない。このような場合は、カバー266は、同様の温度を受けるので、ライナー264と同様の膜とすることができる。いくつかの実施態様においては、タンク258の設計は、貯蔵媒体の大気条件の沸点温度を超える貯蔵媒体温度を取り扱うことができる。この状況においては、カバー266は相当量の蒸気圧に耐え得るように構成することができる。いくつかの実施態様においては、仮想線で示すようにドーム状のカバー構造266を用いることができる。いくつかの実施態様においては、このドーム状のカバー構造266をコンクリート製として構成することが可能である。その他、蒸気圧が低い場合には、カバー266を薄いフレキシブルな膜から構成することができる。いくつかの実施態様においては、1つ以上の付加的な断熱層268が設けられる。エンクロージャ258のカバー266は、一般的に高い伝熱係数を有する凝縮中の熱貯蔵材料をその底面に有する可能性がある。断熱層268は、バブルラップ、吹き付けポリウレタン発泡材またはネオプレンのような気体を同伴するポリマー材料の形態をとることができる。それは、藁またはガラス繊維のような繊維質材料とすることもできる。また、それは、放射熱損失に対

30

40

50

する断熱層、例えばアルミニウム被膜処理PETの薄い反射シートとすることも可能である。パブルラップも、これらの用途における放射熱損失を低減するために、アルミニウム被膜処理積層アセンブリの一部として一般的に用いられている。断熱層268は、天候条件、太陽放射、高い風力、および降水のような外部環境の要素に対する耐久性を増進する特徴を有することができる。いくつかの実施態様においては、このような特徴に、降水をはじめ、かつ高い風力におけるある種の間隙支持を提供するためにカバー層268の1つ以上の部分をその端部より高い高さレベルで支持することが含まれる。層268は、内側の断熱層が熱貯蔵媒体の熱および湿気に抵抗するように最適化されたいくつかの層と、低コストの付加断熱層と、さらに、UV抵抗性と外部防水性と風および他の気象要素に対処するための十分な強度および剛性とを備えた外側の層とを有することができる。

10

【0057】

図13は、内部の構成要素を支持するための外殻として、ISOの船用コンテナを利用する自己充足的な熱エンクロージャ280を示す。他の実施態様においては、エンクロージャを、標準的なISO船用コンテナサイズの別の容器であって、特別なモジュール化のための取り扱いインターフェースを組み込んだ容器とすることができる。図13は、熱エンクロージャ280の構成要素を分かり易く表現するために頂部壁体および側壁を取り外した断面斜視図である。断熱材282をエンクロージャの壁体281に対して配置することができる。側壁283およびフロア材285上のライナー284は、断熱材282を乾燥状態に維持する単一品とすることが可能である。同様の断熱282用のライナー材料284を頂部壁体および側壁上に配置することができるが、これは図示されていない。この実施態様においては、高温および低温ラインまたはパイプ290、288は、システムの残りの部分への配管を容易にするために、互いに近付けてエンクロージャ280の中に入れられる。この実施態様においては、低温パイプ288は、続いて、いくつかの可能な径路の1つを辿ってタンク280の底部に導かれる。熱エンクロージャ280内の熱ポテンシャルを最大化するため、高温および低温パイプ290、288のアクセス領域をそれぞれタンク280の頂部および底部の近傍に設けることが有利であり得る。低温ライン288は、それがエンクロージャ280における使用熱流体の高温部分を通過する場合には、熱交換を低減するためにエンクロージャ内部において断熱することが可能である。同様に、低温ライン288または高温ライン290のいずれかをエンクロージャの外側で断熱することができる。熱成層の維持を補助し得る2つのパッフル292が示されているが、別

20

30

【0058】

図14は、断熱された圧力容器294を示す。この設計の1つの利点は高い最高温度を実現できることである。例えば、広く利用されているプロパンタンクを貯蔵媒体としての水と共に使用すると、約220のピーク温度が可能になるであろう。これは、相当の内部圧力が不可能な容器の場合に比べて、大気温度から最高貯蔵温度への温度上昇が2倍より高いことを意味している。但しこの場合、容器が高価になる。しかし、多段圧力変更システムの設計による入力温度の管理によって温度上昇が可能であり、従って、容器のコストは妥当なものになり得る。

40

【0059】

一実施態様においては、容器294を入れ子状に集合することによって、複数の圧力容器294を1つの長方形の角注状の配置にパッケージ化することができる。この場合、丸いタンク294の間の、およびその回りの間隙容積は、空気間隙断熱として機能するか、あるいは、断熱材充填される。続いて、組み合わせられたアセンブリをISOサイズの容器の中に設置できる。さらに、複数の容器を組み合わせ、より大きな高効率の熱貯蔵システムを構築できる。

【0060】

一般的に断熱性を改善し、従って熱貯蔵時の熱損失を改善する1つの重要な因子は、貯蔵容積を熱エンクロージャの表面積に対して最大化することである。このため、アスペク

50

ト比が1に近い形状、例えば球または立方体として設計することに限界利益がある。図13に示すようなモジュール式の熱エンクロージャを用いる実施態様の場合には、複数の熱エンクロージャを積み重ねて、非常に密に一緒にパッケージ化し、容器間の継ぎ目、すなわち他のモジュールに隣接する壁面間の継ぎ目をシールすることによって、大気温度に露出される外表面積を低減することができる。この方法によって、小型のサブエレメントと理想的とは言えない形状とを備えた場合においても、有効な外表面積に対する高い容積を実現できる。

【0061】

従って、本発明の実施態様によれば、熱エネルギー貯蔵システムは周囲の水塊の内部に配置される容器を含み、その容器は容器の壁体を含む。その壁体は、容器の内容積に露出される内面であってそれを画定する内面を有し、かつ、その内面の反対側の外面であって周囲の水塊に露出される外面を有する。内容積は、ほぼ水で充満され、容器は、内面に沿う内容積内部の水を、外面に沿う周囲の水塊の水から熱的に分離するように構成される。内容積内部の水と熱的に連絡する熱源が、内容積内部の水に熱ポテンシャルを伝達するように構成される。

10

【0062】

本発明の別の実施態様によれば、熱エネルギー貯蔵システムを配備する方法が、熱貯蔵容器を水塊の内部に配置するステップを含む。この熱貯蔵容器は、容器の内側に位置する第1容積に面する第1表面と、第1表面と反対側の第2表面であって水塊に面する第2表面とを有する壁体を含む。この方法は、さらに、熱源を、第1容積をほぼ充満する同伴水塊に熱的に連結するステップを含む。この熱源は、同伴水塊に熱を伝達するように構成される。壁体は、熱エネルギーが水塊から同伴水塊に壁体を貫通して伝達されるのを遮断するように構成される。

20

【0063】

本発明のさらに別の態様によれば、仕事を遂行するために空気が圧縮され、後に膨張される圧縮空気エネルギー貯蔵システムが、空気を多段の圧縮段によって圧縮するように構成されかつ圧縮空気を多段の膨張段によって膨張させるように構成される圧力変更システムを含む。その圧力変更システムに熱的に連結される熱システムが含まれると共に、その熱システムは、各圧縮段において圧縮空気から熱を除去するように構成され、かつ、各膨張段において圧縮空気に熱を供給するように構成される。このシステムは、さらに、水溶液を含む熱貯蔵媒体と、熱エンクロージャとを含み、この熱貯蔵媒体は、熱回収システムによって除去された熱を貯蔵するように、かつ、貯蔵された熱を熱付加システムに供給するように構成され、この熱エンクロージャは、一定量の熱貯蔵媒体をその貯蔵容積内に貯蔵するように構成されると共に、貯蔵容積の上に位置する防湿材を含む。

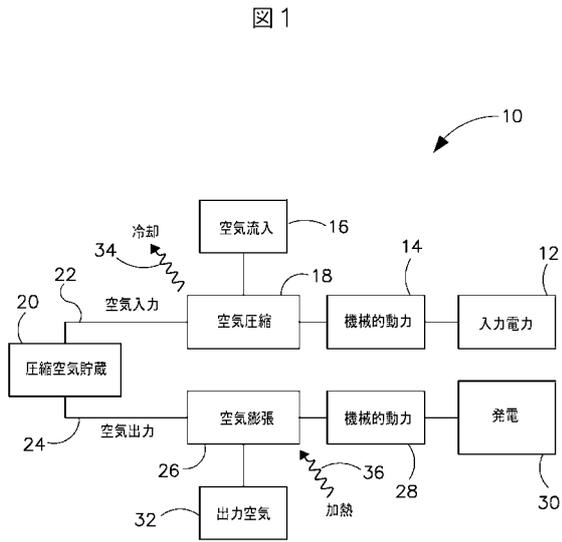
30

【0064】

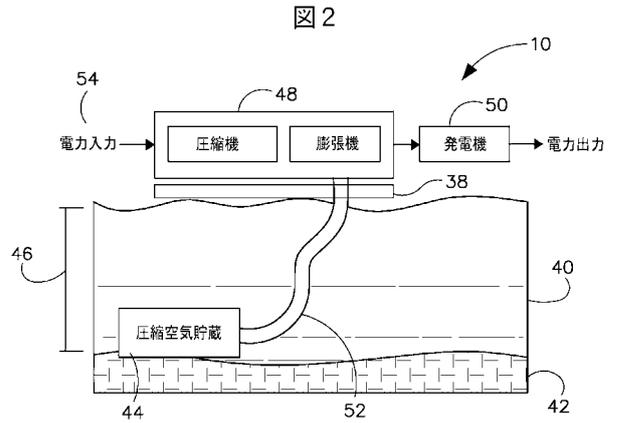
本明細書は、本発明を開示し、かついかなる当業者でも本発明を實踐し得るようにするため、最良の態様を含む本発明の実施態様例であって、任意の装置またはシステムを製作しかつ使用することと、組み込まれた任意の方法を遂行することを含む実施態様例を用いている。本発明の特許されるべき範囲は請求項に規定されており、当業者に類推される他の実施態様例を含む。このような他の実施態様例は、それが、請求項の文字通りの文言と相違しない構造的要素を有する場合、あるいは、それが、請求項の文字通りの文言から実質的な差異を含まない均等の構造的要素を含む場合、請求項の範囲内に含まれることが意図されている。

40

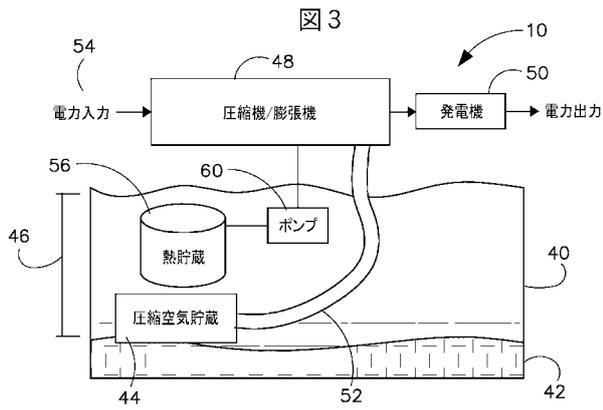
【 図 1 】



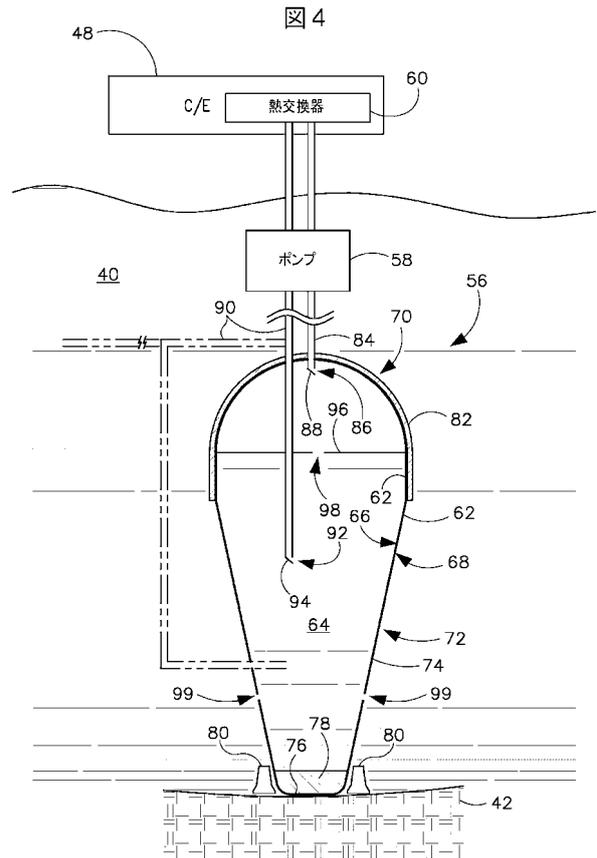
【 図 2 】



【 図 3 】

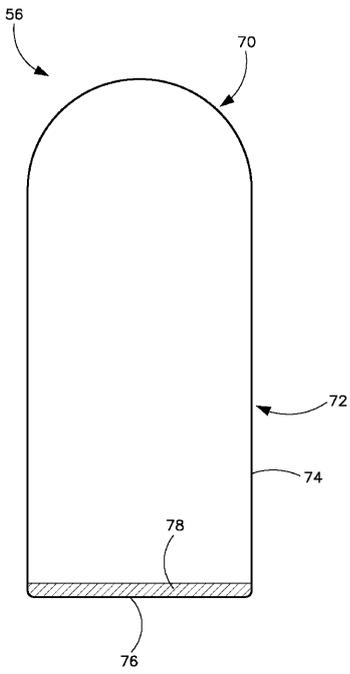


【 図 4 】



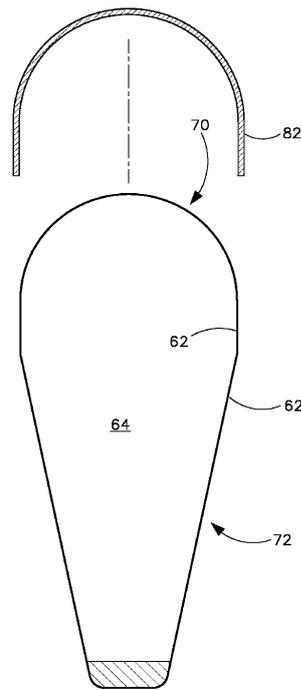
【 図 5 】

FIG. 5



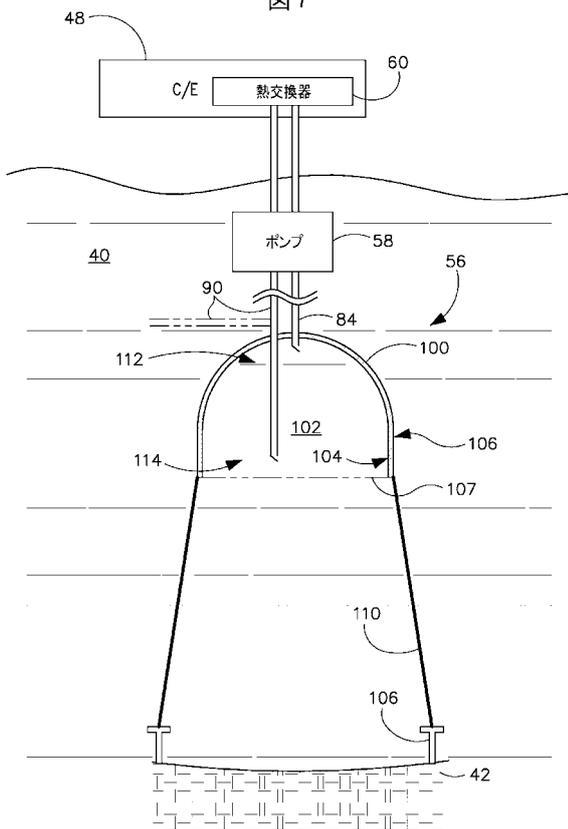
【 図 6 】

FIG. 6



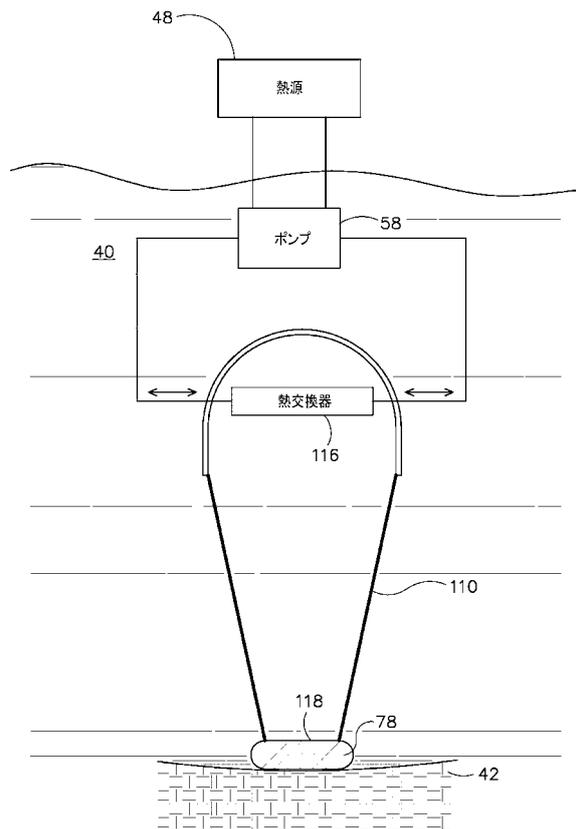
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8



【 図 9 】

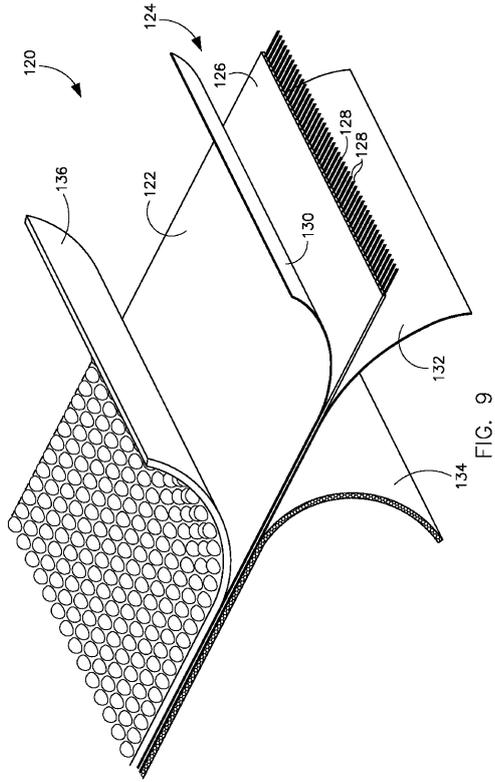


FIG. 9

【 図 10 】

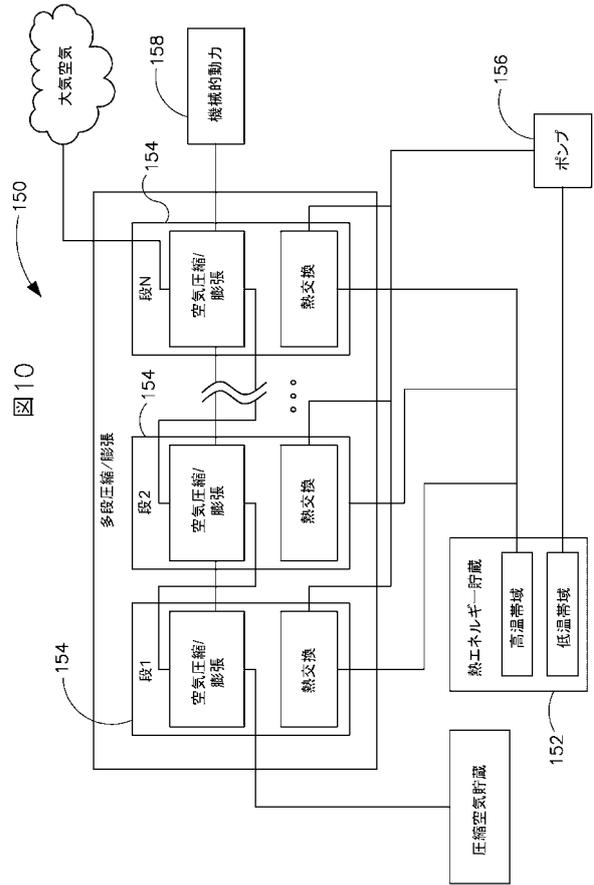


図 10

【 図 11 】

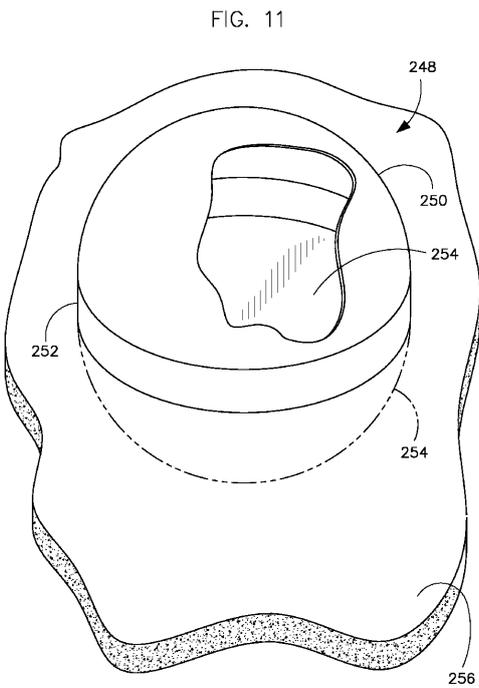


FIG. 11

【 図 12 】

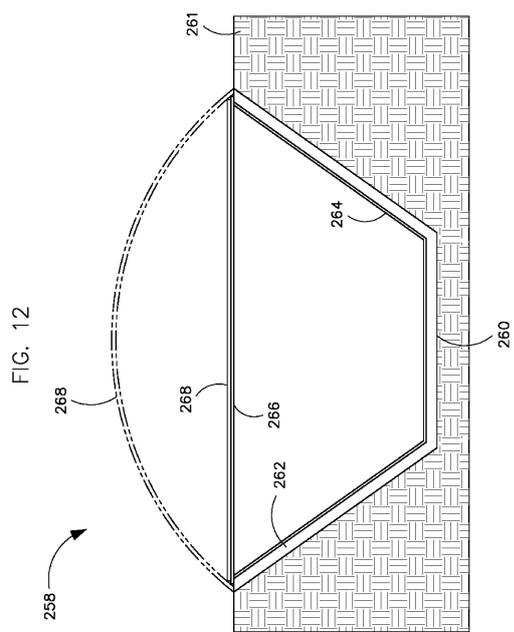


FIG. 12

【 1 3 】

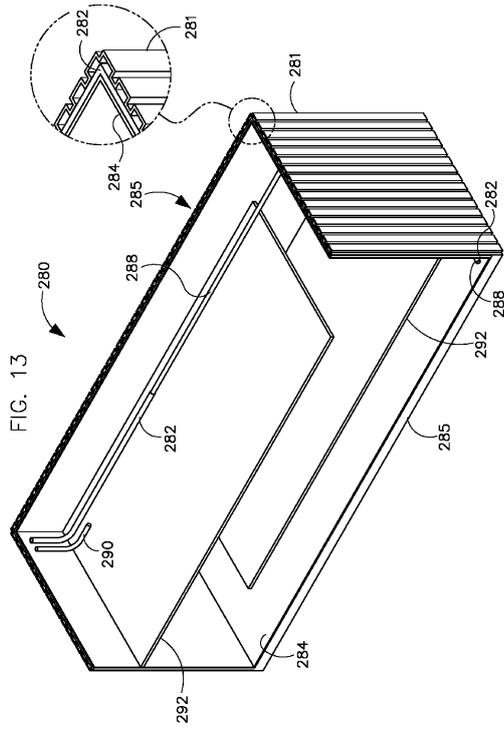


FIG. 13

【 1 4 】

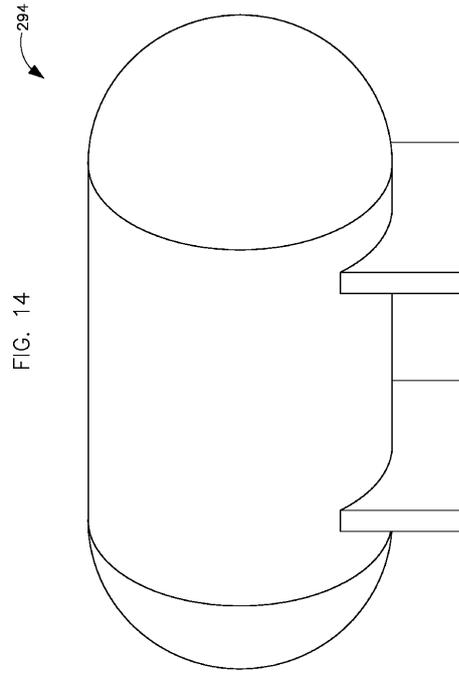


FIG. 14

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2011/044065
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F03G 7/05(2006.01)i</i>		
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 7/05; F02G 1/053; F02C 6/16; F02G 1/043; C01B 3/00; F03G 7/00; H02J 15/00; F25D 17/02; F25B 9/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords:thermal, energy, storage, container		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007-0006586 A1 (JOHN HOFFMAN et al.) 11 January 2007 See paragraphs 32-40 and claims 1-66	1-33
A	JP 2010-011732 A (SIEMENS AG) 14 January 2010 See paragraphs 20-46 and figures 1-2	1-33
A	US 2009-0158740 A1 (LITTAU KARL A. et al.) 25 June 2009 See paragraphs 201-32 and figures 1-4	1-33
A	US 2007-0234749 A1 (BEN ENIS et al.) 11 October 2007 See paragraphs 82-91 and figures 1-12	1-33
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 19 MARCH 2012 (19.03.2012)		Date of mailing of the international search report 22 MARCH 2012 (22.03.2012)
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer KANG, TACK JUNG Telephone No. 82-42-481-5514 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2011/044065

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007-0006586 A1	11.01.2007	None	
JP 2010-011732 A	14.01.2010	CA 2669630 A1 CN 101614159 A EP 2138678 A1 US 2009-0322090 A1	25.12.2009 30.12.2009 30.12.2009 31.12.2009
US 2009-0158740 A1	25.06.2009	None	
US 2007-0234749 A1	11.10.2007	AU 2007-238919 A1 AU 2007-277197 A1 AU 2007-309591 A1 CA 2648394 A1 CA 2658883 A1 CA 2667354 A1 CN 101454060 A CN 101506599 A CN 101636582 A EP 2012899 A2 EP 2069695 A2 EP 2084468 A2 JP 2009-532207 A JP 2009-544928 A JP 2010-507776 A JP 2010-507776 T MX 2009004370 A US 2007-0295673 A1 US 2010-0018247 A1 US 2010-0037653 A1 US 7856843 B2 WO 2007-120525 A2 WO 2007-120525 A3 WO 2008-013870 A2 WO 2008-013870 A3 WO 2008-051427 A2 WO 2008-051427 A3 WO 2008-051427 A3 ZA200903446A	25.10.2007 31.01.2008 02.05.2008 25.10.2007 31.01.2008 02.05.2008 10.06.2009 12.08.2009 27.01.2010 14.01.2009 17.06.2009 05.08.2009 10.09.2009 17.12.2009 11.03.2010 11.03.2010 12.05.2009 27.12.2007 28.01.2010 18.02.2010 28.12.2010 25.10.2007 25.10.2007 31.01.2008 31.01.2008 02.05.2008 07.08.2008 02.05.2008 29.09.2010

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 フォン ヘルツェン, ブライアン
アメリカ合衆国 ネヴァダ州 89423, ミンデン, サンタクルーズドライブ 1353