

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6802064号
(P6802064)

(45) 発行日 令和2年12月16日 (2020. 12. 16)

(24) 登録日 令和2年11月30日 (2020. 11. 30)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 8 D 20/00 (2006. 01)	F 2 8 D 20/00 A
F 2 8 D 1/02 (2006. 01)	F 2 8 D 1/02

請求項の数 13 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-539971 (P2016-539971)	(73) 特許権者	516175582
(86) (22) 出願日	平成26年12月19日 (2014. 12. 19)		エナジネスト エーエス
(65) 公表番号	特表2017-511868 (P2017-511868A)		ノルウェー国, エヌー 1 3 9 6 ビリング
(43) 公表日	平成29年4月27日 (2017. 4. 27)		スタッド, オラヴ ブランボーグスヴェイ
(86) 国際出願番号	PCT/N02014/050250		6
(87) 国際公開番号	W02015/093980	(74) 代理人	100114775
(87) 国際公開日	平成27年6月25日 (2015. 6. 25)		弁理士 高岡 亮一
審査請求日	平成29年11月13日 (2017. 11. 13)	(74) 代理人	100121511
審査番号	不服2019-5355 (P2019-5355/J1)		弁理士 小田 直
審査請求日	平成31年4月23日 (2019. 4. 23)	(74) 代理人	100202751
(31) 優先権主張番号	20131725		弁理士 岩堀 明代
(32) 優先日	平成25年12月20日 (2013. 12. 20)	(74) 代理人	100191086
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ノルウェー (N0)		弁理士 高橋 香元

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱エネルギー貯蔵のための要素

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱エネルギー貯蔵のための要素 (1) であって、前記熱エネルギー貯蔵は、複数の前記要素をスタックして、組合せて、かつ詰めて配置することにより、容易にスケールを変更可能であり、

開放端および閉鎖端を有する外側シェル (4) であって、鋳型とリング形の補強体とを組合せたものである外側シェル (4) と、

硬化コンクリートの固体蓄熱媒体 (3) と、

前記要素 (1) の中に埋め込まれて配置される、入熱および出熱するための管状熱交換器 (2) であって、前記管状熱交換器 (2) はレイノルズ数 (Re) の数値範囲を画定することにより、正常動作条件で乱流を生じさせるのに十分小さい管径を有する、管状熱交換器 (2) と、

を備え、

前記管状熱交換器 (2) は入口および出口を有し、前記入口および出口は前記外側シェル (4) の上端である前記開放端においてのみ存在し、前記入口および出口は前記硬化コンクリートの固体蓄熱媒体 (3) および前記外側シェル (4) から外部に延在し、

前記要素 (1) を直立させた状態で、前記硬化コンクリートの固体蓄熱媒体 (3) は、前記外側シェル (4) の内側であって、前記管状熱交換器 (2)、固定具の間の容積を完全に充填し、前記外側シェル (4) の下方の前記閉鎖端から、前記入口および前記出口が延在する前記外側シェルの上端まで充填される、

10

20

要素（１）。

【請求項２】

前記外側シェルが、円形の断面形状を有する金属シェルである、請求項１に記載の要素。

【請求項３】

入熱するための手段が前記管状熱交換器（２）または電熱要素（２Ｅ）であり、かつ出熱するための手段が前記管状熱交換器（２）であり、前記管状熱交換器（２）および前記電熱要素（２Ｅ）が前記硬化コンクリートの中に成形されることによって、前記要素（１）の中に埋め込まれている、請求項１または請求項２に記載の要素。

【請求項４】

前記熱交換器（２）の管状の端部が前記要素（１）の上端のみから外部に延びている、請求項１～請求項３のいずれか一項に記載の要素。

【請求項５】

開放端を有するより小直径の管材が閉鎖端を有するより大直径の管材の内部に配置された形態の、小径管熱交換器を備える、請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の要素。

【請求項６】

２つのＵ字形管材として形状設定される１つまたは複数の埋め込み小径管熱交換器を備える、請求項１～請求項４のいずれか一項に記載の要素。

【請求項７】

前記外側シェルが、約０．５mmの壁厚を有するスチールシェルであり、排気ダクトのようにスチールバンドから円形の断面形状に巻かれ、形成されており、かつ、底蓋又はキャップを有し、前記固体蓄熱媒体が、通常の建設用コンクリートに比べて強化された蓄熱容量、強化された熱伝導率、及び熱により誘起されるクラッキングに対する強化された抵抗を有する容易に成形可能なコンクリート混合物である、請求項１～請求項６のいずれか一項に記載の要素。

【請求項８】

前記上端が開放され、かつ前記下端が閉鎖されている状態で外側シェル（４）を直立配置するステップと、

レイノルズ数（ Re ）の数値範囲を画定することにより、正常動作条件で乱流を生じさせるのに十分小さい管径を有する管状熱交換器（２）を配置するステップであって、成形前に、前記外側シェルおよび固定具の中に熱を入出力するための管状熱交換器（２）を配置するステップと、

コンクリート混合物（３）を規定のレベルまで充填するステップであって、前記コンクリート混合物は硬化コンクリートの固体蓄熱媒体であり、前記硬化コンクリートは前記外側シェルの内部と前記管状熱交換器および固定具の間を完全に充填し、かつ前記外側シェルの上端は前記硬化コンクリートの固体蓄熱媒体が充填されるが、前記管状熱交換器の出入口が前記上端の前記硬化コンクリートの固体蓄熱媒体から外部に延在していることを特徴とする、ステップと、

を包含する、請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の要素（１）を建設する方法。

【請求項９】

成形前にスペーサ及び外部固定具を用いて、前記管状熱交換器（２）を前記外側シェルの中に配置するステップと、

前記コンクリート混合物（３）を規定のレベルまで充填するステップと、
をさらに含み、前記規定のレベルにおいて前記管状熱交換器（２）の端部又は接続部は直立している場合の前記要素の頂部よりも上に延びる、請求項８に記載の方法。

【請求項１０】

成形中に前記要素を振動させるステップを含む、請求項８又は請求項９に記載の方法。

【請求項１１】

熱エネルギー貯蔵設備の建設、スケールアップ又はメンテナンスの実施のための請求項１～請求項７のいずれか一項に記載の要素の使用。

10

20

30

40

50

【請求項 1 2】

請求項 1～請求項 7 のいずれか一項に記載の要素、内部に前記要素が配置されている断熱されたハウジング、及び熱エネルギーを入力及び出力するための前記管状熱交換器（2）を備えることを特徴とし、

前記硬化コンクリートの固体蓄熱媒体は、請求項 1～7 のいずれか一項の複数の要素の内部の前記硬化コンクリートの固体蓄熱材料から構成され、各要素中の前記硬化コンクリートは、前記硬化コンクリートを充填されて閉鎖された前記外側シェルの下端から、前記管状熱交換器の入口および出口が前記硬化コンクリートから延在する上端まで、前記外側シェルの内側と前記管状熱交換器および固定具との間の前記外側シェルの内部容積を、前記硬化コンクリートが完全に充填する、
熱エネルギー貯蔵設備。

10

【請求項 1 3】

前記貯蔵設備のハウジング内の要素間に配置される伝熱及び蓄熱流体、又は相変化材料を備える、請求項 1 2 に記載の熱エネルギー貯蔵設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エネルギーの貯蔵に関する。より詳細には、本発明は、熱エネルギー貯蔵設備の製作、スケールアップ又はダウン、稼働、及びメンテナンスを、より簡単、より効率的、かつ耐久性のあるものにし、これにより、エネルギーの貯蔵及びその後の送達のコストを低減する、ソリッドステート熱エネルギー貯蔵（TES）のための要素に関する。

20

【背景技術】

【0002】

電気及び熱の形態のエネルギーは現代社会にとって不可欠である。今日のすべてのエネルギーの大部分は、石炭、石油、及びガスなどの化石一次エネルギー源に由来する。化石エネルギーからのエミッションは、最終的に、地球温暖化及び他の環境負荷につながる。世界は、いまゆっくりと太陽エネルギー及び風力エネルギーなどの再生可能エネルギー源の方に移行し始めている。これらのエネルギー源の固有の性質は、それらが太陽、天候、及び気候条件に左右されることであり、これは最終的に、間欠的な信頼性の低いエネルギー供給につながる。ほとんどの国々は、いまそれらの国々の全エネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を増やすこと、汚染を生じる化石発電所を段階的に廃止することに意欲をもっている。残念なことに、ほとんどの再生可能エネルギー源は信頼できないものであり、必要時の電力の送達を保証することができないので、化石発電所を簡単に閉鎖するのは非常に難しいことが分かっており、したがって、従来の電力生産能力は、段階的に廃止されるよりもむしろ維持されなければならない。この理由で、効率的な大規模なエネルギー貯蔵は、再生可能エネルギーへの依存に移行するのを容易にし、再生可能エネルギー源からのエネルギーを予測及び信頼できるものにすることを可能にする鍵として認識されている。

30

【0003】

熱エネルギー貯蔵（TES）は、特に、日中にソーラーフィールドからの熱を蓄え、深夜及び夜間に使用のために放出することができる、集光型太陽熱発電（CSP）所で、近い将来重要な役割を有するであろう。TESは、余った電気を熱に変換することによって、風力発電所又は太陽光発電所からの余ったエネルギーを貯蔵するのに用いることもでき、これは、後で電気に再変換されてもよい。TESは、従来の化石に基づく発電所又は原子力発電所での用途も見いだされる場合があり、稼働の融通性を高めることができ、これは、間欠的な再生可能エネルギー源がよく浸透している地域ではますます急務となっている。

40

【0004】

エネルギー貯蔵は、事実上、生産時から必要時までのエネルギーの時間ずらしの問題である。エネルギー損失、貯蔵能力、入力と出力との間のエネルギー伝達率、そして明らか

50

にコストなどの、エネルギー貯蔵に関するいくつかの因子に特に関心がもたれている。課題は、すべてのこれらの因子で送達することができるエネルギー貯蔵技術を開発することである。エネルギーの貯蔵は、変動性のあるエネルギー源が送達できないときの送達を可能にして、より多くの割合のエネルギー源が再生可能かつ環境に優しいものとなることを可能にする。加えて、供給源と貯蔵設備との両方がエネルギーを同時に送達することができるので最大送達を増加させることができ、需要が見出される場所に貯蔵設備を配置することができるので電気エネルギー又は熱エネルギーの伝送網をより小さくすることができる。

【0005】

政府からの支援の提供にもかかわらず、全体的なコストパフォーマンスが、今もこれからも、大規模な再生可能かつ持続可能エネルギーへのシフトに関する主な駆動要因である。最終的に、重要な課題は、環境に優しい電力送達への待望のシフトを容易にすることができる、持続可能エネルギー技術、特に、新しいエネルギー貯蔵技術を提案することである。

【0006】

特許公報WO2012/169900A1では、従来技術の貯蔵を上回る有益な特性を有するTESが説明される。より詳細には、主な貯蔵媒体としてソリッドステート材料を用いて、タービンと発電機との組又は等価な手段で熱を効率よく電力に変換するのに十分なだけ高い温度の熱エネルギーを意味する高温の熱としてのエネルギーの貯蔵を可能にする、貯蔵設備のための実用的かつ費用効果の高いソリューションが提供される。WO2012/169900A1の請求項1によれば、必須の特徴は、伝熱流体を収容する熱輸送コンテナを含み、伝熱流体によるすべての熱対流及び熱伝導は熱輸送コンテナ内で生じる。エネルギーを入力するための手段は、エネルギーを高温流体として送達することができる、太陽熱発電所、石炭発電所、核原料、バイオマス源、及び他のエネルギー源からの熱を受け入れるための高圧管であり、随意的に、風力タービン又は光起電に基づくソーラープラントなどの電気エネルギーを送達することができるエネルギー源からのエネルギーを受け入れるための電気ヒータである。エネルギーを出力するための手段は、入熱に用いられるのとは別の高圧管又は同じ高圧管である。WO2012/169900A1の熱エネルギー貯蔵は、NEST熱エネルギー貯蔵と呼ばれる。

【0007】

国際特許出願WO2014/003577A1では、集中型太陽熱発電所などの種々のタイプのエネルギープラントを簡素化し、その効率を高めるのに、WO2012/169900A1の熱エネルギー貯蔵がどれほど有益かが説明される。本質的な特徴は、熱源からのエネルギーを輸送し、蓄えた熱をタービン又は他のユーザに送達する効率及び簡素さを提供する。

【0008】

WO2012/169900A1及びWO2014/003577A1の教示が、化石燃料源及び核原料の代わりに環境に優しいエネルギー源の使用の増加への重要なステップを提供するにもかかわらず、依然として改善が必要とされている。実際には、政府がより環境に優しいソリューションへのシフトを推進するための規定を設けるにもかかわらず、コストが、今もこれからも、これに関する主要な誘因である。コストは、材料費及び建設費に関係するだけでなく、稼働費、耐久性、メンテナンス、及び全体的なエネルギー効率にも関係する。ソリッドステートTESに関する改善された技術及び設計を見つけ出すことは、大きな経済的影響を有し、これにより、エネルギー市場をより持続可能な方向にシフトするのを助けることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

したがって、コストを低減し、TESの性能を高めることができる技術の需要がある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、熱エネルギー貯蔵のための驚くほど簡素な融通のきく要素を提供することによって需要を満たす。

【0011】

より詳細には、本発明は、容易にスケール変更可能な熱エネルギー貯蔵のための要素であって、

鋳型と補強体とが組み合わされたものである外側シェルと、

前記外側シェルの中に成形され、硬化されている、硬化コンクリートの形態の固体蓄熱媒体と、

を備えることが特徴的な要素を提供する。

10

【0012】

好ましくは、外側シェルは金属シェルである。代替的に、外側シェルは、織られた繊維のシェル、例えば、炭素繊維シェル、ガラス繊維シェル、又はボロン繊維シェル、若しくは複合材料シェル又は炭素材料シェル、若しくは特定の実施形態及びその使用に関する機能的要件を満たす他の材料である。より詳細には、補強強度、熱伝導率、高温での特性、及び結果的なコストが、機能的要件を満たすための最も関連性があるパラメータである。カーボンスチールシェル又はステンレススチールシェルなどの外側スチールシェルが、ほとんどの実施形態に関して最も好ましいであろう。

【0013】

外側シェルは、好ましくは、円形、六角形、正方形、長方形、丸みのある角部又は半円形の短辺を有する長方形、又は多角形、若しくは他の形状の断面形状を有する金属シェルである。好ましくは、非常に高い温度又は広い動的温度範囲を有する用途に関して、要素は、熱応力に最もよく耐えるために円形の断面形状を有する。

20

【0014】

好ましくは、外側シェルは一端で開放されており、該開放端の中に、生の硬化されていないコンクリートが流し込まれ、成形されている。随意的に、開放端は成形後に金属シェル蓋で閉鎖され、これは要素が熱エネルギー貯蔵設備のハウジング内に完全に収容されることになる実施形態に関して好ましい。代替的に、外側シェルは、両端で開放されているが、成形されるべき、したがって埋め込まれるべき熱交換器又は他の装置のための開口部を備える又は備えない予備的な蓋を成形中に一端に有することができる。固体蓄熱コンクリートを成形する方法は、好ましくはワンステップ法であるが、成形方法は、例えば、第1のステップの後に熱交換器用の穴を残し、熱交換器を挿入し、次に、その後の成形に関して同じ品質のコンクリート又はより高品質のグラウティングを用いて熱交換器を成形する、したがって埋め込むといういくつかのステップを含むことができる。

30

【0015】

外側金属シェルは、規則的な波形部又はスピロ管型の座屈面を有する波形にされ、又は外側金属シェルは、滑らかで平らである。

【0016】

本発明の要素は、好ましくは、入熱及び出熱するための手段として熱交換器のうちの一方又は両方と電熱要素を含み、前述の手段は、コンクリートの中に成形され、したがって、要素の中に埋め込まれている。最も好ましくは、熱交換器は、正常動作条件で伝熱流体の乱流を提供するように寸法設定される。小径管熱交換器に関して、これは、 $Re > 4000$ 、より好ましくは $Re > 5000$ であることを意味し、この場合、 Re はレイノルズ数である。この目的のために、管は、流量に比べて、したがって小径管という用語から、比較的小さい内径を有さなければならない。当業者には公知のように、 $Re = QD/vA$ であり、式中、 Q は体積流量 (m^3/s) であり、 D は管内径 (m) であり、 v は動粘度 (m^2/s) であり、 A は管断面積 (m^2) である。小径管はまた、より大直径の管に比べて比較的薄壁の管内の入熱及び出熱のための高圧流体の流れを容易にする。したがって、他の断面形状に関しても、熱交換器での乱流は熱交換を向上させるので、正常動作条件での Re は乱流の範囲内であるべきである。随意的に、熱交換器は、ソリッドステート貯

40

50

蔵媒体との熱交換のための表面積を増加させる、外部フィン、突起、プレート、又は他の構造的増強部を有するが、詳細な設計ではコンクリートのクラッキングを回避することに関して注意が払われなければならない。埋め込み電熱器への代替又は追加として、伝熱流体が要素に到達する前に該流体を加熱することによる電源による入熱を生じることができる。

【0017】

熱応力耐性に起因する高温用途のための実施形態では、要素は、開放端を有するより小直径の管材が閉鎖端を有するより大直径の管材の内部に配置された形態の、小径管熱交換器を備える。

【0018】

好ましくは、要素は、固体蓄熱材内に並列に配置されるが共通の入口及び共通の出口に接続される1、2、3、4、又はそれ以上のU字形管材、好ましくは2つのU字形管材としての1つまたは複数の埋め込み小径管状管熱交換器、又は1つまたは複数の螺旋形埋め込み小径管熱交換器を備える。これらの実施形態は、広範囲の動作温度及び動的な温度範囲に関して好ましい。前述のように、小径管という用語は、流量に比べて小直径を指し、結果的に通常の流量で乱流が生じることになる。複数のU字形小径管、若しくはU字形又は他の形の複数の熱交換器要素を有する実施形態は、1つの連続する管システムとすることができ、若しくは直列又は並列に結合されるいくつかの管システムとすることができる。連続する管システムは、接続部を削減し、漏れが生じうる箇所を減らす、作製するのが難しいことがある。

【0019】

要素は、好ましくは、要素の一方の側部からの接続部又は端部と共に配置される入熱及び出熱するための埋め込まれた手段を備える。外側シェルは、好ましくは0.1~1mmの壁厚、好ましくは約0.5mmの壁厚を有する金属薄板で作製されたスチールシェルであり、排気ダクトのようにスチールバンドから円形の断面形状に巻かれ、形成されており、随意的に例えば六角形の断面形状にさらに形状設定され、かつ、底蓋又はキャップを有する。固体蓄熱媒体は、好ましくは、建設用の標準的なコンクリートである通常の建設用コンクリートに比べて強化された蓄熱容量、強化された熱伝導率、及び熱により誘起されるクラッキングに対する強化された抵抗を有する、容易に成形可能なグラウティング又はコンクリート混合物である。この文脈でのコンクリートという用語は、最も高い動作温度に関して有用な、外側シェルの中に硬化することができる耐火材料を含む。外側金属シェルは、代替的に、平坦な金属ストリップを長手方向に折り畳み、溶接又は折り畳みによってストリップの側部を接合することによって作製される。

【0020】

本発明はまた、本発明に係る要素を建設する方法を提供する。この方法は、上端が開放されている状態で外側シェルを直立配置するステップと、外側金属シェルを鋳型と補強体とが組み合わされたものとして用いて、外側シェルの中にグラウティング又はコンクリート混合物を規定のレベルまで充填するステップと、によって特徴づけられる。

【0021】

好ましくは、この方法は、成形前に必要に応じてスペーサ及び外部固定具を用いて、入熱及び出熱するための手段を外側シェルの中に配置するステップと、グラウティング又はコンクリート混合物を規定のレベルまで充填するステップと、をさらに含み、前記規定のレベルにおいて前記手段の端部又は接続部は直立している場合の要素の頂部よりも上に延びる。

【0022】

好ましくは、この方法は、コンクリートの圧密を向上させ、気泡を除去するために、成形中に要素を振動させるステップを含む。

【0023】

本発明はまた、熱エネルギー貯蔵設備の建設、スケールアップ又はダウン、又はメンテナンスの実施のための本発明の要素の使用を提供する。

【0024】

鋳型と補強体とが組み合わされたものである金属シェルなどの外側シェルを有するという特徴は、容易に輸送可能な要素の、費用効果の高い、簡単な、大量生産を容易にする。要素は、好ましくは、成形可能なグラウティング又はコンクリートの中の可能性のある繊維又は特別な骨材、及び埋め込み熱交換器又はヒータの可能性のある補強効果以外は、さらなる外装又は補強体を含まず、これは生産を簡単にし、コストを低減する。外装又は補強体は、したがって、外側シェルからなる。要素、したがって外側シェルは、好ましくは、その形状が、熱により誘起されるクラッキングに対する最も高い抵抗を提供し、作動時に要素を損傷せずに非常に高い温度及び非常に高い動的な温度範囲を可能にすることから、断面で見た場合に円形又は実質的に円形の形状を有する。リング形の外側シェルは、本発明の要素を収容する蓄熱設備の稼働中の温度の変動によって経験される場合のリング張力を与える (take up) のに理想的な形状を有する。好ましくは、外側シェルは、しばしば「スピロ」型管と呼ばれる、排気ダクトのような管材である。これは、巻くことによって管が形成されたときにスチール又はアルミニウムの金属バンドと一緒に折り畳まれている及び／又は溶け合わされている、巻かれた管である。底蓋又はキャップ又はその類似物が下端に設けられる。シェルの強度、したがって、その厚さは、グラウト又はコンクリートの成形が行われるときの静水圧に耐えるのに十分でなければならない。代替的に、成形時及び稼働時に十分なだけ強い任意の管材を用いることができ、又は、金属バンドを他の方法で溶接又は接合することができる。2つの圧縮する回転する電極間にバンドを重ねりがある状態で配置することによるバンドの電気溶接は、代替的な実行可能な接合方法の一例である。しかしながら、スピロ型管又は排気ダクトを巻くための機械は、いくつかの売り手から市場で販売されており、こうした機械は本発明の要素の外側シェルを生産するのに有用である。

【0025】

本発明はまた、本発明の要素、内部に要素が配置されている断熱されたハウジング、及び熱エネルギーを入力及び出力するための手段を備えることで特徴づけられる熱エネルギー貯蔵設備を提供する。本発明の貯蔵設備における本発明の要素の数は、広く変えることができ、1つの特色は、貯蔵設備のスケールアップ又はダウンが、建設現場のクレーンで取り扱うのが容易なサイズ及び重量の本発明の要素の追加又は除去によってどれほど容易になされるかである。貯蔵設備における要素の数は、2、5、10、40、100、200、又は500以上、及びこれらの間の任意の整数とすることができる。したがって、前述の数は、各要素のサイズ及びそのそれぞれのエネルギー貯蔵容量と、貯蔵システム全体の所望のエネルギー貯蔵容量に応じて、10未満から数万以上の範囲とすることができる。例として、長さ12メートル、直径250mmの要素は、25〜50kWh以上の熱エネルギーを貯蔵できる場合があり、ゆえに50MWhの容量を有するTESは、1000〜2000個のこうした要素を必要とするであろう。同様に、据え付け、メンテナンス、修復、及び交換は、クレーンで本発明の要素を据え付けること、搬出すること、又ははめ込むことによって容易になされる。要素は、直立して、蓄熱設備における要素の1つまたは複数のグループとして並列に配置することができ、又は水平方向に敷設し、蓄熱設備における要素のスタックの1つまたは複数のグループとしてスタックして配置することができる。既存の発電所又はシステムで要求される性能及び一体化及び利用可能なエネルギー源に応じて、要素は、固定具又はテンプレートに、又はスタックするための中間要素と共に配置することができ、又は要素は、ぎっしりスタックして又は詰めて配置することができる。異なる実施形態は異なる利点を有する。しかしながら、実施形態の2つの主なグループ、すなわち、蓄熱設備の内部の、要素間の、及びハウジングの内部の体積内にアクティブ伝熱及び蓄熱流体を有するグループと有さないグループが存在する。前述のアクティブ伝熱及び蓄熱流体は、停滞か又は動的かのいずれかである。前述の停滞流体は、熱媒油、溶融塩、又は溶融金属などの液体、又は液-固相変化材料 (PCM) である。前述の動

10

20

30

40

50

的流体はガス又は液体である。本発明の要素の最密パッキング又はほぼ最密のパッキングは、停滞伝熱又は蓄熱液体又はPCMを収容する本発明の貯蔵設備に適していることがある。要素の周りの流れを可能にする要素のパッキングに適しているのは、蓄熱設備ハウジングの内部の、要素間の体積内の動的アクティブ伝熱及び蓄熱流体である。これは、蓄熱設備を通して、要素の外部及び周りを、しかしハウジングの内部を流れる流体を意味し、蓄熱設備ハウジングは、こうした流体の入口及び出口を有する。こうしたアクティブ流体は、外側シェル、及び随意的な埋め込み熱交換器又はヒータが耐えられる温度までの、例えば約1000～1200℃までなどの排気ガス、燃焼ガス、煙道ガス、又は他の熱ガスなどの熱ガスとすることができる。オイルをアクティブに用いることができ、溶融塩又は金属をアクティブに用いることができる。ハウジング内の要素の周りの動的アクティブ流体の流れは、重力又は強制的な流れ、若しくはこの両方によって達成される。強制的な流れ又は強制対流は、別個のポンピング又は圧縮によって又は供給源から送達される際の流体の固有の圧力によって達成可能である。蓄熱設備の増加した蓄熱容量と増加した伝熱率の一方又は両方が、ハウジングの内部の、要素とハウジングとの間の前述の伝熱及び蓄熱流体で提供される。さらに、要素のいくつか又はすべてにおいて埋め込み熱交換器を有する蓄熱設備の実施形態に関して、熱交換器を通して循環される水又は他の適する流体の加熱及び蒸発が容易になされ、これは熱交換器を蒸気タービンなどのタービンに直接接続するのに有益である。要素での例えば水から蒸気への直接蒸発に関して、蓄熱設備からエネルギーを取り出すときに、熱交換器及び蓄熱設備を通る水の流れは、好ましくは、要素を水平方向に配置し、要素から要素への水の流れを徐々に又は段階的に上向きに構成することによって徐々に又は段階的に上向きになるように構成される。これにより、埋め込み熱交換器での流れと重力に起因する分離作用との両方が上向きに出口へ向かう所望の方向に働き、熱交換器からの出口は、好ましくは蓄熱設備の高い位置にあり、一方、熱交換器への入口は、好ましくは蓄熱設備の低い位置にある。

【0026】

本発明の要素は、本明細書で説明又は例示される任意の特徴を任意の作動的な組み合わせで含んでもよく、それぞれのこうした組み合わせが本発明の実施形態である。本発明の蓄熱設備は、本明細書で説明又は例示される任意の特徴を任意の作動的な組み合わせで含んでもよく、それぞれのこうした組み合わせが本発明の実施形態である。本発明の方法は、本明細書で説明又は例示される任意のステップ又は特徴を任意の作動的な組み合わせで含んでもよく、それぞれのこうした組み合わせが本発明の実施形態である。

【0027】

図面

本発明は、5つの図面によって例示される。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の要素を例示する図である。

【図2】本発明の要素の別の実施形態を例示する図である。

【図3】本発明の成形プロセスを行う1つの可能な方法を例示する図である。

【図4】本発明の要素のさらなる実施形態と、本発明の要素を備える本発明の蓄熱設備の詳細も例示する図である。

【図5】埋め込まれた熱交換器の複数の列を有する本発明の要素を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

本発明のダブルU字屈曲要素1の長手方向の断面及び横方向の断面を例示する図1を参照する。蓄熱のための要素1は、入熱及び出熱するための手段2と、鋳型と補強リングとが組み合わせられたものである外側金属シェル4の内部の固体蓄熱媒体3とを備える。入熱するための手段は、小径管熱交換器2のうちの一方又は両方と電熱要素2Eであり、出熱するための手段は、前述の小径管熱交換器2である。伝熱流体(HTF)の流入又は流出に関する矢印が示されており、図面は、スペーサ5、吊り金具として有用な(随意的な)

スチールフック6、及びスチールエンドキャップ7を例示する。ダブルU字屈曲要素は、2つのU字屈曲部5Uが、コンクリート又はグラウティング内で平行にしかし離間して配置されるために、そのように称される。各小径管熱交換器は、上端がコンクリートの上に延びる状態で要素のコンクリートよりも上から要素の下端又はその付近に延び、U字屈曲部が2つの平行な直線区域を接続する。屈曲部5Uは、溶接によって又は他の方法によってまっすぐな細い管材に接合されている。代替的に、連続する細い管を、いくつかの屈曲部といくつかの直線区域を有し、末端だけがコンクリートの上に延びる、適正な形状に、誘導加熱曲げ機などの曲げ機で曲げることもできる。随意的に、上側屈曲部のうちの1つまたは複数が、吊り金具として機能するようにコンクリートの上に延びることができる。代替的に、要素における2つ以上の埋め込まれるU字屈曲部を直列に接続することができる。管径は、乱流を保証するのに十分なだけ小さく、この構成は、簡単なクレーンで持ち上げる及び取り扱うことが可能な比較的小型軽量の要素を依然として提供しながら、小さい熱伝導距離と大きい表面積を提供し、これは好ましい実施形態と考えられる。

10

【0030】

本発明の二重管要素の長手方向の断面及び横方向の断面が例示される図2を参照する。図1と同様の又は同一の要素は同じ参照番号を有する。入熱及び出熱するための手段は、この実施形態では、外側管2oの中に配置される内側管2iであり、これは図面で明確に見ることができる。内側管2iは、成形中などに要素が直立しているときに開放下端を有し、内側管の下端は、外側管2oの下端にまでは至っていない。外側管の下端は、要素の下端にあるスチールキャップ4Lに接して又は別個のキャップ又は蓋8によって閉鎖される。同様に、外側管は、頂部9で内側管の方に閉鎖される。この実施形態に関して、成形中に内側管材及び外側管材をそれぞれ保持するために、内側スペーサ5i及び外側スペーサ5oが提供される。二重管の実施形態は、直列に接続される多くの要素を備える大きい蓄熱設備における要素のスタックの末端などで熱により誘起される応力が極めて大きい場合に適している。内側管の流れの断面積と内側管が挿入された状態の外側管の流れの断面積は同様又は同一であり、又は、内側管のレイノルズ数と内側管が挿入された状態の外側管のレイノルズ数は同様又は同一であり、従来技術のソリューションとは対照的に乱流を提供する。

20

【0031】

図3は、本発明の要素を建設するための本発明の方法を例示する。より詳細には、入熱及び出熱するための手段が内部に適正に配置されている（具体的には例示されない）外側金属シェル内に、グラウティング又はコンクリートが規定のレベル3Pまで（図1及び図2で見られる）充填される、成形ステップが例示され、規定のレベル3Pにおいて前述の手段の端部又は接続部は直立している場合の要素の頂部よりも上に延びる。これに関して重要なのは、外側シェルを、鋳型と補強リングとが組み合わされたものとして用いることであり、ゆえに別個の型は必要とされず、かつ、付加的な補強体又は外装は必要とされない。したがって、別個の鋳型及び別個の補強体に付帯するコスト及び作業が回避され、方法を単純化する助けとなり、コストを低減する。ドライミックスサイロ10、強制的なコンクリートミキサ11、及び成形作業のためにクレーン13によって取り扱われることになるコンクリートバケット12などのコンクリートの混合及び送達のための通常の機器を用いることができる。コンクリート混合物を外側シェルにポンプで送り込むこと又は送達及び混練スクリュ又はコンベヤなどの送達と混練が組み合わされた装置、又はコンベヤベルトを用いることなどの代替的な建設現場構成を用いることができる。直立している場合の典型的な要素の高さは4～12mであり、典型的な直径は0.20～0.35mである。典型的な要素重量は0.4～2メートルトンである。蓄熱設備のスケールアップ又はダウンは、要素を追加または除去することによって容易になされる。損傷した要素の交換は、クレーンの使用によって容易になされ、メンテナンスが容易である。要素は、本発明の蓄熱設備内に位置決めされる際に直接成形することができる。

30

40

【0032】

図4は、本発明の要素1のさらなる実施形態と、本発明の要素を備える本発明の蓄熱設

50

備の詳細を例示する。より詳細には、横方向の断面C及び長手方向の断面Lで例示される要素は、横方向の断面図で見られるように半円形の短辺を有する平坦な長方形のような断面形状を有する。熱交換器2は、外側シェル又はライニング4内のコンクリート3の中に成形されており、したがって埋め込まれている。本発明の蓄熱設備では、要素は、垂直又は水平配向、若しくは傾斜配向で配置することができる。動的アクティブ伝熱及び蓄熱流体の伝熱を改善するための要素の互い違いにされた構成を有する本発明の蓄熱設備の詳細Sも例示される。

【0033】

図5は、長方形のような外側シェル4の中に埋め込まれた熱交換器2の複数の列を有する本発明の要素1を例示する。

【0034】

本発明の要素は、0℃以下から1000℃以上の範囲の任意の動作温度に設計される。動作温度は、材料及び流体の特性によって制限され、TESの特定の用途に適合され、蒸気タービン又は有機ランキンサイクルに接続される蓄熱設備に関して通常は200～550℃である。しかしながら、地域暖房、冷凍貯蔵、又は空調の目的で用いられる場合、要素の温度は、0℃以下、例えば-40℃、又は100℃以下とすることができる。非常に低い温度は、入熱及び出熱のための管での循環のために特別な流体を必要とする場合がある。熱交換器の内部の流体はコンクリートと直接接触せず、これは、圧力をかけられた流体、又は伝熱手段のコンクリートに損傷を及ぼすことがある化学組成を有する流体を用いることに問題はないことを意味することに留意されたい。

【図1】

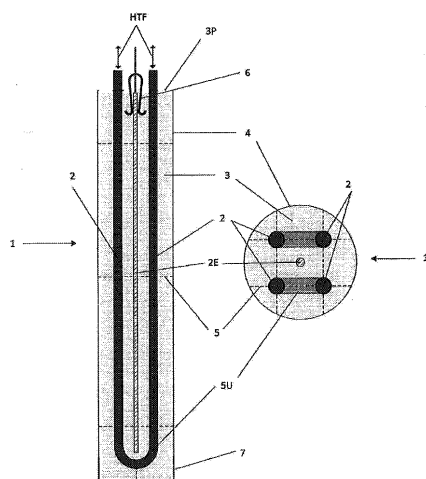


Figure 1

【図2】

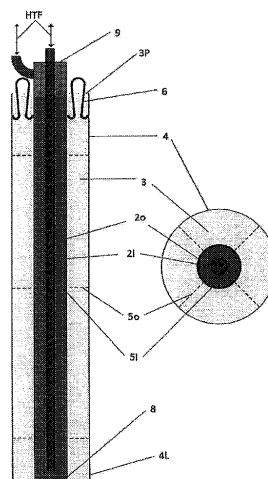


Figure 2

【図 3】

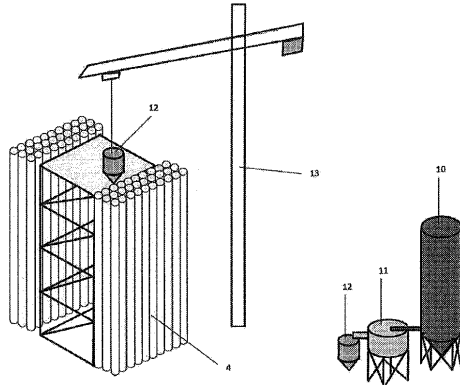
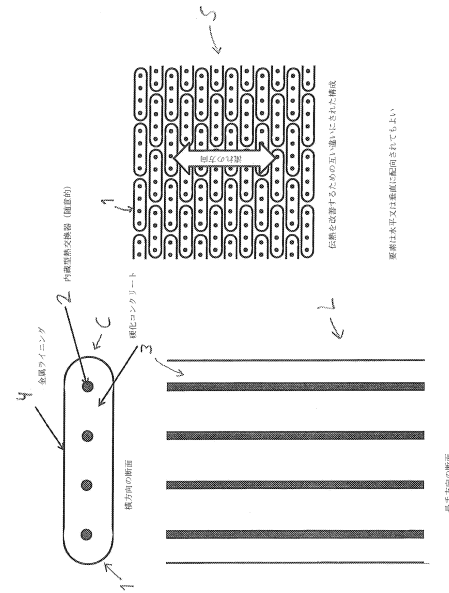
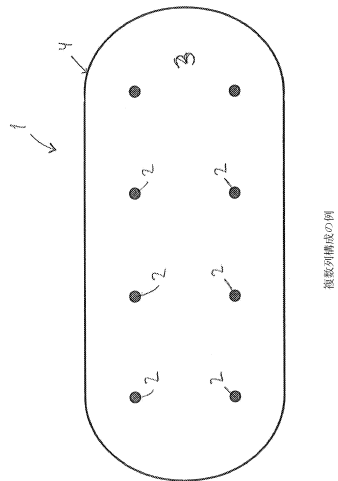


Figure 3

【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

- (72)発明者 バーガン, パル
ノルウェー国, エヌー1397 ネソヤ, リダー フレミングス ヴェイ 38
- (72)発明者 グレイナー, クリストファー
ノルウェー国, エヌー1339 ヴォイネンガ, ノードヘリング 4

合議体

審判長 山崎 勝司

審判官 榎原 進

審判官 塚本 英隆

- (56)参考文献 特開2000-161882 (JP, A)
特開2004-309124 (JP, A)
国際公開第2012/169900 (WO, A1)
特開昭58-156151 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 20/00

F28D 1/02