

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6132015号
(P6132015)

(45) 発行日 平成29年5月24日(2017.5.24)

(24) 登録日 平成29年4月28日(2017.4.28)

(51) Int.Cl.			F I		
F 2 8 D	20/02	(2006.01)	F 2 8 D	20/02	D
F 2 8 G	1/08	(2006.01)	F 2 8 G	1/08	
F 2 8 G	13/00	(2006.01)	F 2 8 G	13/00	Z
F 2 8 F	19/00	(2006.01)	F 2 8 F	19/00	5 O 1 Z
C O 9 K	5/06	(2006.01)	C O 9 K	5/06	Z

請求項の数 7 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2015-516992 (P2015-516992)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月28日(2014.3.28)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2014/059294
 (87) 国際公開番号 W02014/185179
 (87) 国際公開日 平成26年11月20日(2014.11.20)
 審査請求日 平成27年7月7日(2015.7.7)
 (31) 優先権主張番号 特願2013-105262 (P2013-105262)
 (32) 優先日 平成25年5月17日(2013.5.17)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

前置審査

(73) 特許権者 000000099
 株式会社 I H I
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号
 (74) 代理人 100068021
 弁理士 絹谷 信雄
 (72) 発明者 橋場 道太郎
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社 I H I 内
 (72) 発明者 秋吉 亮
 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
 社 I H I 内

審査官 西山 真二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄熱システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

固相が液相よりも比重が大きい蓄熱材と、
 前記蓄熱材を貯留する蓄熱槽と、
 前記蓄熱槽内の上部に設けられ前記蓄熱材を冷却する冷却側熱交換器と、
 前記蓄熱槽内の下部に設けられ前記蓄熱材を加熱する加熱側熱交換器と、
 前記蓄熱槽の側壁を加熱する壁面ヒータと、
 前記冷却側熱交換器にて冷却され固相となった前記蓄熱材を、前記冷却側熱交換器から剥落させる固相剥落手段と、

を備え、

前記固相剥落手段は、前記蓄熱材に添加され、液相の前記蓄熱材の流動により前記冷却側熱交換器に衝突して、固相となった前記蓄熱材を前記冷却側熱交換器から剥落させる固体片を備える

ことを特徴とする蓄熱システム。

【請求項2】

前記蓄熱材として、蓄熱最低温度 T_{min} において固液共存状態となる非共晶組成の混合塩からなるものを用いた

請求項1記載の蓄熱システム。

【請求項3】

前記蓄熱槽内の下部に、前記加熱側熱交換器による加熱で固相から液相となった前記蓄

10

20

熱材を上方に逃がす液通路を形成するための補助ヒータを備えた

請求項 1 または 2 に記載の蓄熱システム。

【請求項 4】

前記加熱側熱交換器は、前記蓄熱槽の底面に設けられ、加熱用の熱媒体を通す流路が内部に設けられた板状の熱交換器からなる

請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の蓄熱システム。

【請求項 5】

前記冷却側熱交換器の冷却面がガラスからなる

請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の蓄熱システム。

【請求項 6】

前記蓄熱槽内に、前記液相の前記蓄熱材よりも比重が小さく前記蓄熱材と混合しない液相の剥離材を備え、

前記剥離材を、前記蓄熱槽内に設けられた前記冷却側熱交換器を覆うように設けた

請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の蓄熱システム。

【請求項 7】

固相が液相よりも比重が大きい蓄熱材と、

前記蓄熱材を貯留する蓄熱槽と、

前記蓄熱槽内の上部に設けられ前記蓄熱材を冷却する冷却側熱交換器と、

前記蓄熱槽内の下部に設けられ前記蓄熱材を加熱する加熱側熱交換器と、

前記蓄熱槽の側壁を加熱する壁面ヒータと、

を備え、

前記蓄熱材の加熱時に、前記冷却側熱交換器に高温の熱媒体を導入し、前記冷却側熱交換器と前記加熱側熱交換器の両方で前記蓄熱材を加熱するように構成した

ことを特徴とする蓄熱システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蓄熱システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

集熱エリアで太陽光を集光して集熱し、この熱により水蒸気を生成して蒸気タービンを駆動し発電を行う太陽熱発電システムが知られている。太陽熱発電システムでは、夜間や日射量が得られない時間帯での発電を補い、出力電力の過渡的な変化を抑制するために、蓄熱システムが備えられるのが一般的である。

【0003】

太陽熱発電システム等に用いられる蓄熱システムとして、液体状態のソーラーソルトと呼ばれる溶融塩（硝酸カリウム（ KNO_3 ）と硝酸ナトリウム（ NaNO_3 ）の混合物、硝酸ナトリウムの質量分率は 0.6）を蓄熱材として用い、顕熱により蓄熱を行うものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

しかし、蓄熱量が例えば 1 T J と大きくなると、顕熱を用いた蓄熱システムでは蓄熱槽が大きくなりすぎ、現実的ではなくなる。そこで、蓄熱槽の寸法を現実的なものとするため、潜熱を利用した蓄熱システムが望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 5 - 2 5 6 5 9 1 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 2 2 5 9 6 4 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 2 0 3 2 0 1 号公報

【特許文献 4】特開平 1 1 - 4 4 4 9 4 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献5】特開2008-175189号公報

【特許文献6】特開2001-4290号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、潜熱を利用した従来の蓄熱システムでは、固相の熱伝導率が低く流動性もないことから、伝熱管を蓄熱槽内の全体に張り巡らせて蓄熱槽全体を熱交換部とする必要があり、特に蓄熱槽が大型である場合には、非常にコストが高くなってしまおうという問題があった。

【0007】

なお、潜熱を利用することにより、顕熱を利用した場合と比較して蓄熱槽を小型化することが可能であるが、この場合でも、蓄熱量が1TJ程度になると蓄熱槽の容積は1000m³のオーダーとなり、蓄熱槽全体に伝熱管を張り巡らせるためにはコストがかかる。

【0008】

特許文献4では、固相が液相よりも比重が重い蓄熱材を用いた蓄熱装置において、加熱源を貯槽内の下部に配置し、加熱源の上方に蓄熱材の冷却用の熱交換媒体の流路を配置する点が記載されている。しかし、この特許文献4では、沈降した固相の蓄熱材が貯槽の側壁に固着してしまい、伝熱効率が低下してしまうという問題がある。

【0009】

そこで、本発明は、上記課題を解決し、潜熱を利用した蓄熱システムにおいて、低コストでかつ伝熱効率の高い蓄熱システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は上記目的を達成するために創案されたものであり、固相が液相よりも比重が大きい蓄熱材と、前記蓄熱材を貯留する蓄熱槽と、前記蓄熱槽内の上部に設けられ前記蓄熱材を冷却する冷却側熱交換器と、前記蓄熱槽内の下部に設けられ前記蓄熱材を加熱する加熱側熱交換器と、前記蓄熱槽の側壁を加熱する壁面ヒータと、を備えた蓄熱システムである。

【0011】

前記蓄熱材として、蓄熱最低温度 T_{min} において固液共存状態となる非共晶組成の混合塩からなるものを用いてもよい。

【0012】

前記蓄熱槽の側壁を加熱する壁面ヒータを備えてもよい。

【0013】

前記蓄熱槽内の下部に、前記加熱側熱交換器による加熱で固相から液相となった前記蓄熱材を上方に逃がす液通路を形成するための補助ヒータを備えてもよい。

【0014】

前記加熱側熱交換器は、前記蓄熱槽の底面に設けられ、加熱用の熱媒体を通す流路が内部に設けられた板状の熱交換器からなってもよい。

【0015】

前記冷却側熱交換器の冷却面がガラスからなってもよい。

【0016】

前記冷却側熱交換器にて冷却され固相となった前記蓄熱材を、前記冷却側熱交換器から剥落させる固相剥落手段を備えてもよい。

【0017】

前記固相剥落手段は、前記蓄熱槽内の液相の前記蓄熱材を吸入すると共に、吸入した前記蓄熱材を前記蓄熱槽内に吐出し、前記蓄熱材を流動させることで、固相となった前記蓄熱材を前記冷却側熱交換器から剥落させる循環ポンプを備えてもよい。

【0018】

前記固相剥落手段は、前記蓄熱槽内の前記冷却側熱交換器の下方で気泡を生成し、生成

10

20

30

40

50

した気泡により、固相となった前記蓄熱材を前記冷却側熱交換器から剥落させる気泡発生装置を備えてもよい。

【0019】

前記冷却側熱交換器が、冷却用の熱媒体を通す伝熱管からなり、前記固相剥落手段は、前記伝熱管を通す伝熱管挿通穴が形成されたスライド板と、該スライド板を前記伝熱管挿通穴に挿通された前記伝熱管の長さ方向にスライド移動させることで、前記伝熱管の表面に付着した固相の前記蓄熱材を剥落させるアクチュエータと、を備えてもよい。

【0020】

前記固相剥落手段は、前記蓄熱材に添加され、液相の前記蓄熱材の流動により前記冷却側熱交換器に衝突して、固相となった前記蓄熱材を前記冷却側熱交換器から剥落させる固体片を備えてもよい。

10

【0021】

前記蓄熱槽内に、前記液相の前記蓄熱材よりも比重が小さく前記蓄熱材と混合しない液相の剥離材を備え、前記剥離材を、前記蓄熱槽内に設けられた前記冷却側熱交換器を覆うように設けてもよい。

【0022】

前記蓄熱材の加熱時に、前記冷却側熱交換器に高温の熱媒体を導入し、前記冷却側熱交換器と前記加熱側熱交換器の両方で前記蓄熱材を加熱するように構成してもよい。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、低コストでかつ伝熱効率の高い蓄熱システムを提供できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】(a)は、本発明の一実施の形態に係る蓄熱システムの模式図であり、(b)は、本発明で蓄熱材として用いる KNO_3 と NaNO_3 の混合物の状態遷移図である。

【図2】本発明で蓄熱材として用いる CsNO_3 と NaNO_3 の混合物の状態遷移図である。

【図3】本発明で蓄熱材として用いる LiNO_3 と NaNO_3 の混合物の状態遷移図である。

【図4】本発明で蓄熱材として用いる NaNO_3 と RbNO_3 の混合物の状態遷移図である。

30

【図5】本発明で蓄熱材として用いる LiBr と NaNO_3 の混合物の状態遷移図である。

【図6】(a)～(c)は、本発明の一変形例に係る蓄熱システムの模式図である。

【図7】(a)、(b)は、本発明の他の実施の形態に係る蓄熱システムの模式図である。

【図8】(a)は、本発明の他の実施の形態に係る蓄熱システムの模式図であり、(b)はその要部拡大斜視図、(c)、(d)は固相剥落手段の一変形例を示す模式図である。

【図9】本発明の他の実施の形態に係る蓄熱システムの模式図である。

【図10】本発明の他の実施の形態に係る蓄熱システムの模式図である。

40

【図11】図10の蓄熱システムの一変形例を示す模式図である。

【図12】本発明で加熱側熱交換器として用いるホットプレートの一例を示す図であり、(a)は斜視図、(b)、(c)は断面図である。

【図13】(a)は本発明の他の実施の形態に係る蓄熱システムの模式図であり、(b)は蓄熱時の熱媒体の流れを示す図、(c)は熱利用時の熱媒体の流れを示す図である。

【図14】本発明の一変形例に係る蓄熱システムを示す図であり、(a)は模式図、(b)は上から見た模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態を添付図面にしたがって説明する。

50

【 0 0 2 6 】

図 1 (a) は、本実施の形態に係る蓄熱システムの模式図であり、図 1 (b) は、本実施の形態で蓄熱材として用いる硝酸カリウム (KNO_3) と硝酸ナトリウム (NaNO_3) の混合物の状態遷移図である。

【 0 0 2 7 】

図 1 (a) に示すように、蓄熱システム 1 は、蓄熱材 2 を貯留する蓄熱槽 3 と、蓄熱槽 3 内に設けられた 2 つの熱交換器 4 , 5 と、を備えている。なお、図 1 (a) では、固相の蓄熱材 2 をハッチングで表している。

【 0 0 2 8 】

2 つの熱交換器 4 , 5 は、蓄熱槽 3 内の上部に設けられ蓄熱材 2 を冷却する冷却側熱交換器 4 と、蓄熱槽 3 内の下部に設けられ蓄熱材 2 を加熱する加熱側熱交換器 5 と、からなる。

【 0 0 2 9 】

冷却側熱交換器 4 は、冷却用の熱媒体である低温の第 1 熱媒体が供給され、第 1 熱媒体と蓄熱材 2 とを熱交換させることで、蓄熱材 2 を冷却し、熱交換により高温となった第 1 熱媒体を熱負荷等に出力するものである。冷却側熱交換器 4 は、第 1 熱媒体を通す伝熱管からなり、蓄熱槽 3 内の上部のみに設けられる。蓄熱槽 3 内には、冷却側熱交換器 4 の全体を浸すように蓄熱材 2 が収納される。

【 0 0 3 0 】

凝固し固相となった蓄熱材 2 の付着を抑制するために、冷却側熱交換器 4 の蓄熱材 2 と接する冷却面は、ガラスから構成されることが望ましい。

【 0 0 3 1 】

冷却側熱交換器 4 に用いる第 1 熱媒体としては、液相の熱媒体の他、スチームを用いることも可能である。スチームはその圧力を調整することにより容易に温度調整が可能であり、第 1 熱媒体としてスチームを用いることで、冷却側熱交換器 4 の温度調整が容易になる。なお、第 1 熱媒体として液相の熱媒体を用いた場合には、第 1 熱媒体がそれほど高圧とならないので、冷却側熱交換器 4 を高圧に耐える構造とする必要がなく、コストを削減できるというメリットがある。また、水を冷却側熱交換器 4 内で蒸発させスチームとすることで蓄熱材 2 を冷却させるように構成することも可能であり、これにより、効率よく蓄熱材 2 を冷却可能になる。

【 0 0 3 2 】

加熱側熱交換器 5 は、加熱用の熱媒体である高温の第 2 熱媒体が供給され、第 2 熱媒体と蓄熱材 2 とを熱交換させることで、蓄熱材 2 を加熱して蓄熱させるものである。加熱側熱交換器 5 は、第 2 熱媒体を通す流路が内部に設けられた板状の熱交換器であるホットプレートからなり、蓄熱槽 3 の底面に設けられる。

【 0 0 3 3 】

図 1 2 に示すように、加熱側熱交換器 5 として用いるホットプレートは、例えば、第 2 熱媒体を通す流路となる中空部 1 2 2 を有する円盤状の部材 1 2 1 を用い、その中空部 1 2 2 に仕切り板 1 2 3 や支柱 1 2 4 を設けた構成としてもよい。

【 0 0 3 4 】

詳細は後述するが、本実施の形態では、下方に沈降した固相の蓄熱材 2 を加熱側熱交換器 5 で加熱する構成となっている。そのため、加熱側熱交換器 5 であるホットプレートの表面の温度分布が大きくなると、固相の蓄熱材 2 が融解する場所と融解しない場所ができ、固相の蓄熱材 2 とホットプレートとの間に隙間ができ伝熱性能が低下するおそれがある。本実施の形態では、中空部 1 2 2 に仕切り板 1 2 3 や支柱 1 2 4 を設けることで、第 2 熱媒体を中空部 1 2 2 全体に行き渡らせ表面の温度分布を小さくしている。つまり、仕切り板 1 2 3 や支柱 1 2 4 は、沈降した固相の蓄熱材 2 が押しつけられた際の変形や破損を抑制する役割と、第 2 熱媒体を中空部 1 2 2 全体に行き渡らせ表面の温度分布を小さくする役割と、を兼ねている。

【 0 0 3 5 】

なお、ホットプレートの構造は上述のものに限定されず、例えば、水平面内で往復するように配管した伝熱管の上面に板状部材を溶接した構造のものを使用することも可能である。伝熱管の断面形状は円形状であるため変形しにくく、沈降した固相の蓄熱材 2 が押しつけられた際の変形や破損の発生を抑制可能である。なお、伝熱管のみを配置した構成とすること、すなわち板状部材を省略した構成とすることも可能であるが、この場合、沈降した固相の蓄熱材 2 が押しつけられた際に、一部の伝熱管に荷重が集中し、伝熱管の変形や破損が発生するおそれがある。

【 0 0 3 6 】

加熱側熱交換器 5 に用いる第 2 熱媒体としては、液相の熱媒体の他、スチームを用いることも可能である。スチームはその圧力を調整することにより容易に温度調整が可能であり、第 2 熱媒体としてスチームを用いることで、加熱側熱交換器 5 の温度調整が容易になる。なお、第 2 熱媒体として液相の熱媒体を用いた場合には、第 2 熱媒体がそれほど高圧とならないので、加熱側熱交換器 5 を高圧に耐える構造とする必要がなく、コストを削減できるというメリットがある。また、高温スチームを加熱側熱交換器 5 内で凝縮させて蓄熱材 2 を加熱するように構成することも可能であり、これにより、効率よく蓄熱材 2 を加熱可能になる。

10

【 0 0 3 7 】

図示していないが、蓄熱槽 3 内には、蓄熱材 2 を攪拌する攪拌手段を備えてもよい。また、蓄熱材 2 を冷却する際には、局所的な低温部に比較的強固に固相が付着しやすいため、局所的な低温部（例えば、冷却面の気液界面や、第 1 熱媒体の供給側の端部など）に断熱手段や加熱手段を設けてもよい。なお、局所的な低温部が生じないように、冷却側熱交換器 4 を蓄熱材 2 から露出させないことが望ましい。

20

【 0 0 3 8 】

本実施の形態では、太陽熱発電システム等の高温のシステムに適用することを想定しているため、蓄熱最低温度 T_{min} は 150 以上、好ましくは 200 以上とする。ここでは、一例として、蓄熱システム 1 の蓄熱最高温度 T_{max} が 400、蓄熱最低温度 T_{min} が 250 である場合を説明する。

【 0 0 3 9 】

蓄熱システム 1 では、蓄熱材 2 として、固相が液相よりも比重が大きいものを用いる。これにより、上部の冷却側熱交換器 4 で冷却され固相となった蓄熱材 2 が沈降し、蓄熱槽 3 内の下部に堆積していくことになり、固相の蓄熱材 2 による伝熱効率の低下を抑制することが可能になる。

30

【 0 0 4 0 】

ところで、冷却側熱交換器 4 の表面に固相の蓄熱材 2 が付着すると、固相の蓄熱材 2 が沈降せず伝熱効率の低下を引き起こしてしまう。そのため、蓄熱材 2 としては、冷却側熱交換器 4 の表面に付着しにくいものを用いることが望まれる。

【 0 0 4 1 】

そこで、本実施の形態に係る蓄熱システム 1 では、蓄熱材 2 として、蓄熱最低温度 T_{min} において固液共存状態となる非共晶組成の 2 成分混合塩からなるものを用いた。

【 0 0 4 2 】

ここでは、蓄熱材 2 として、硝酸カリウム (KNO_3) と硝酸ナトリウム ($NaNO_3$) とを非共晶となる組成で混合した 2 成分混合塩を用いる場合を説明する。

40

【 0 0 4 3 】

図 1 (b) に示すように、硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合物では、硝酸ナトリウムのモル分率が 0.49 となる組成で共晶となる。よって、この共晶となる組成以外の組成とし、かつ、蓄熱最低温度 T_{min} である 250 において固液共存状態となるように、組成を決定する必要がある。

【 0 0 4 4 】

本実施の形態では、図 1 (b) に太線破線で示した組成、すなわち硝酸ナトリウムのモル分率が 0.786 (質量分率が 0.755) となる組成のものを蓄熱材 2 として用いた

50

。

【 0 0 4 5 】

この場合、蓄熱材 2 は、蓄熱最高温度 T_{max} である 400 から徐々に冷却していくと、274 で固相が生じ、さらに冷却されると固相率を徐々に増加させながら蓄熱最低温度 T_{min} である 250 に至る。このとき、最も低温となる冷却面（冷却側熱交換器 4 である伝熱管の表面）にて固相が発生し、その固相が冷却面に沿って成長するが、固相は冷却面に密着しないため、蓄熱材 2 の流動等によってはがれ落ちる。なお、蓄熱最低温度 T_{min} である 250 からさらに冷却すると、234 で蓄熱材 2 は完全に固相になる。つまり、図示太線実線で示す温度領域が固液共存状態となる。

【 0 0 4 6 】

蓄熱材 2 の固相率は、温度により制御することができる。固液共存状態となる温度幅が狭すぎると所望の固相率に制御することが困難になるので、固液共存状態となる温度幅が 1 以上となるように組成を決定することが望ましい。なお、特許文献 1 のように固相と液相で物質が異なる固液共存状態となる蓄熱材を用いた場合には、温度による固相率の制御は困難である。

【 0 0 4 7 】

上述のように、非共晶組成の 2 成分混合塩を蓄熱材 2 として用いると、凝固して固相となった蓄熱材 2 が冷却面（冷却側熱交換器 4 である伝熱管の表面）に強く付着せず、容易にはがれ落ちるようになる。

【 0 0 4 8 】

これは、凝固しはじめの際に冷却面付近の固相率が局所的に大きくなるため、融点が比較的低い液相の熔融塩が冷却面と固相の間に入り込みながら凝固が進行するためだと考えられ、非共晶の熔融塩の固液共存領域が温度幅をもって存在することに起因すると考えられる。したがって、液相の状態から徐々に固相が増加するように（つまり徐々に温度を低下させるように）制御を行うことで、固相となった蓄熱材 2 が冷却面に密着してしまうことが抑制可能になる。

【 0 0 4 9 】

蓄熱材 2 の流動や攪拌等によりはがれ落ちた固相の蓄熱材 2 は、液相の蓄熱材 2 よりも比重が大きいため、蓄熱槽 3 の下部に沈降する。よって、蓄熱槽 3 の上部に冷却側熱交換器 4 を設けることで、液相の蓄熱材 2 を効率よく冷却することが可能になる。また、蓄熱槽 3 の底面に加熱側熱交換器 5 を設けることで、固相の蓄熱材 2 が自重により加熱側熱交換器 5 に押しつけられることになり、固相の蓄熱材 2 を効率よく加熱することが可能になる。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態では、蓄熱材 2 として硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合物を用いたが、これに限らず、蓄熱最低温度 T_{min} において固液共存状態となる非共晶組成の 2 成分混合塩であれば、蓄熱材 2 として使用可能である。

【 0 0 5 1 】

例えば、 $T_{max} = 400$ 、 $T_{min} = 250$ に設定する場合、蓄熱材 2 として、 $CsNO_3$ と $NaNO_3$ の混合物、 $LiNO_3$ と $NaNO_3$ の混合物、 $NaNO_3$ と $RbNO_3$ の混合物を用いることが可能である。また、 $T_{min} = 280$ に設定する場合、蓄熱材 2 として、 $LiBr$ と $NaNO_3$ の混合物を用いることが可能である。それぞれの平衡状態図を図 2 ~ 5 に示す。

【 0 0 5 2 】

図 2 に示すように、蓄熱材 2 として $CsNO_3$ と $NaNO_3$ の混合物を用いる場合、 $NaNO_3$ のモル分率を 0.902（質量分率を 0.801）とすることで、 $T_{min} = 250$ において固液共存状態とすることができる。同様に、図 3 の $LiNO_3$ と $NaNO_3$ の混合物を蓄熱材 2 として用いる場合は $NaNO_3$ のモル分率を 0.877（質量分率を 0.898）、図 4 の $NaNO_3$ と $RbNO_3$ の混合物を蓄熱材 2 として用いる場合は $RbNO_3$ のモル分率を 0.105（質量分率を 0.169）とすることで、 $T_{min} = 250$ にお

10

20

30

40

50

いて固液共存状態とすることができる。また、図5のLiBrとNaNO₃の混合物を蓄熱材2として用いる場合はNaNO₃のモル分率を0.964(質量分率を0.963)とすることで、 $T_{min} = 280$ において固液共存状態とすることができる。なお、図2~5においても、図1(b)と同様に、固液共存状態となる温度領域を太線実線で表している。

【0053】

また、蓄熱システム1は、蓄熱槽3の側壁を加熱する壁面ヒータ62をさらに備えている。壁面ヒータ62は、例えば、加熱側熱交換器5で蓄熱材2を加熱する際(つまり蓄熱時)にオンとなる(加熱を行う)ように制御される。

【0054】

壁面ヒータ62としては、電気ヒータを用いることができる。なお、これに限らず、蓄熱槽3の側壁に高温のスチームを通す配管を配置することにより、壁面ヒータ62を構成しても構わない。スチームはその圧力を調整することにより容易に温度調整が可能であるため、壁面ヒータ62の熱源としてスチームを用いることで、壁面ヒータ62の温度調整が容易になる。また、壁面ヒータ62は、加熱側熱交換器5と一体に構成することも可能である。

【0055】

図6(a)では、壁面ヒータ62を蓄熱槽3の外部に設けた場合を示しているが、蓄熱槽3の内部に(例えば、蓄熱槽3の内壁に沿って)設けるようにしてもよい。

【0056】

壁面ヒータ62を備えることにより、側壁付近の固相の蓄熱材2を熔融させて、固相の蓄熱材2の側壁への固着を解消することが可能になる。その結果、固相の蓄熱材2が鉛直方向に自由に動けるようになり、固相の蓄熱材2を自重で加熱側熱交換器5(ホットプレート)に押しつけて、加熱側熱交換器5と固相の蓄熱材2の間に形成される液相の蓄熱材2の層を薄くし、伝熱を促進することが可能になる。

【0057】

また、蓄熱槽3内の壁面付近の固相が熔融されて、液相の蓄熱材2を通す液通路63が形成されるため、加熱側熱交換器5で加熱により熔融した液相の蓄熱材2が、液通路63を通過して上部に抜けるようになり、蓄熱槽3の下部における圧力上昇を抑制し、蓄熱槽3の破損等の不具合を抑制することが可能になる。蓄熱システム61における蓄熱槽3内の液相の蓄熱材2の流れは、図6(a)に示すように、蓄熱槽3の周縁部で上昇流となり、中央部で下降流となる。

【0058】

蓄熱システム1では、蓄熱槽3の下部のみに壁面ヒータ62を設けたが、これに限らず、図6(b)に示す蓄熱システム61のように、蓄熱槽3の側壁全体に壁面ヒータ62を設けるようにしてもよい。これにより、何らかのトラブルで蓄熱材2全体が固相となった状態においても、壁面ヒータ62により固相の蓄熱材2を加熱し、固相の蓄熱材2を融解させることが可能になる。

【0059】

また、蓄熱システム1では、壁面ヒータ62により蓄熱槽3の周縁部(側壁付近)に液通路63を形成したが、蓄熱槽3の周縁部以外の部分に液通路63を形成することも勿論可能である。

【0060】

例えば、図6(c)に示す蓄熱システム65のように、加熱側熱交換器5による加熱で固相から液相となった蓄熱材2を上方に逃がす液通路63を形成するための補助ヒータ66を備えるようにしてもよい。

【0061】

なお、図6(c)では、蓄熱槽3内の上部から下部にわたるように棒状の補助ヒータ66を設ける場合を示しているが、少なくとも、固相の蓄熱材2が堆積する下部に補助ヒータ66が設けられていればよく、形状も棒状に限定されるものではない。また、図示して

10

20

30

40

50

いないが、壁面ヒータ62と補助ヒータ66の両者を備えることも当然に可能である。蓄熱槽3内の液相の蓄熱材2の流れは、例えば、蓄熱槽3の周縁部で下降流となり、中央部で上昇流となってもかまわない。

【0062】

以上説明したように、本実施の形態に係る蓄熱システム1では、固相が液相よりも比重が大きい蓄熱材2と、蓄熱材2を貯留する蓄熱槽3と、蓄熱槽3内の上部に設けられ蓄熱材2を冷却する冷却側熱交換器4と、蓄熱槽3内の下部に設けられ蓄熱材2を加熱する加熱側熱交換器5と、蓄熱槽3の側壁を加熱する壁面ヒータ62と、を備えている。

【0063】

このように構成することで、上部の冷却側熱交換器4で冷却され固相となった蓄熱材2が沈降するため、固相となった蓄熱材2により冷却側熱交換器4と液相の蓄熱材2間の伝熱が悪化してしまうことを抑制でき、また、沈降して下部に堆積した蓄熱材2を下部の加熱側熱交換器5で加熱することにより、固相の蓄熱材2を効率よく加熱することが可能になる。さらに、壁面ヒータ62を備えることで固相の蓄熱材2が蓄熱槽3の側壁に固着してしまうことを抑制でき、固相の蓄熱材2を自重で加熱側熱交換器5（ホットプレート）に押しつけて、伝熱を促進させることが可能になる。

【0064】

つまり、本実施の形態によれば、蓄熱槽3全体を熱交換部とせずとも両熱交換器4,5で効率よく伝熱させることが可能となり、低コストでかつ伝熱効率の高い蓄熱システム1を実現できる。

【0065】

また、本実施の形態では、蓄熱材2として、蓄熱最低温度 T_{min} において固液共存状態となる非共晶組成の2成分混合塩からなるものを用いている。

【0066】

これにより、凝固して固相となった蓄熱材2が冷却面に強く付着せずに、容易にはがれ落ちるようになるため、固相となった蓄熱材2による伝熱低下をより抑制することが可能になる。

【0067】

蓄熱最低温度 T_{min} が150以上となるような蓄熱システム1において、固液共存状態で使用でき、かつ、固相の冷却面への付着を抑制できるような蓄熱材2は従来見出されていなかったため、本発明は、高温領域で使用される蓄熱システム1の発展に大きく寄与すると考えられる。

【0068】

次に、本発明の他の実施の形態を説明する。

【0069】

図7に示す蓄熱システム71は、図1の蓄熱システム1において、冷却側熱交換器4にて冷却され固相となった蓄熱材2を、冷却側熱交換器4から剥落させる固相剥落手段6をさらに備えたものである。

【0070】

蓄熱システム71では、固相剥落手段6は、蓄熱槽3内の液相の蓄熱材2を吸入すると共に、吸入した蓄熱材2を蓄熱槽3内に吐出し、蓄熱材2を流動させる循環ポンプ72を備えている。循環ポンプ72の吸入口には吸入管73が接続され、循環ポンプ72の吐出口には吐出管74が接続される。

【0071】

吸入管73の循環ポンプ72の反対側の端部には、蓄熱材2を吸い込む吸入口73aが設けられている。本実施の形態では、吸入口73aを冷却側熱交換器4の上方に設けた。

【0072】

吐出管74の循環ポンプ72と反対側の端部には、蓄熱材2を吹き出す吹出口74aが設けられている。本実施の形態では、吹出口74aを冷却側熱交換器4の下方でかつ蓄熱槽3の周縁部（側壁付近）に設けると共に、上方に蓄熱材2を吹き出すように設けた。な

10

20

30

40

50

お、吹出口 7 4 a を底部に設けると、沈降した固相の蓄熱材 2 を再び上部に持ち上げるようになるため、吹出口 7 4 a は蓄熱槽 3 内の上部に設けられる。吸入口 7 3 a と吹出口 7 4 a は、少なくとも、蓄熱最低温度 T_{min} において固相の蓄熱材 2 が堆積する位置よりも上方に設けられる必要がある。

【 0 0 7 3 】

これにより、蓄熱システム 7 1 では、蓄熱槽 3 内の液相の蓄熱材 2 の流れは、蓄熱槽 3 の周縁部で上昇流となり、中央部で下降流となる。このように循環ポンプ 7 2 で液相の蓄熱材 2 を流動させることで、固相となった蓄熱材 2 を冷却側熱交換器 4 から剥落させることができる。その結果、冷却側熱交換器 4 と液相の蓄熱材 2 の接触面積を増加させ、伝熱効率をより向上させることが可能になる。

10

【 0 0 7 4 】

なお、固相剥落手段 6 はこれに限定されるものではなく、例えば図 7 (b) に示す蓄熱システム 7 5 のように、固相剥落手段 6 は、蓄熱槽 3 内の冷却側熱交換器 4 の下方で気泡 7 9 を生成し、生成した気泡 7 9 により、固相となった蓄熱材 2 を冷却側熱交換器 4 から剥落させる気泡発生装置 7 6 を備えてもよい。

【 0 0 7 5 】

気泡発生装置 7 6 は、外気を取り込み圧縮するコンプレッサ 7 7 と、コンプレッサ 7 7 で圧縮された空気を搬送する空気搬送管 7 8 と、からなる。空気搬送管 7 8 の吹出口 7 8 a は、冷却側熱交換器 4 の下方でかつ蓄熱槽 3 の周縁部 (側壁付近) に設けられ、上方に気泡 7 9 を吹き出すように設けられる。吹出口 7 8 a は、少なくとも、蓄熱最低温度 T_{min} において固相の蓄熱材 2 が堆積する位置よりも上方に設けられる必要がある。

20

【 0 0 7 6 】

循環ポンプ 7 2 や気泡発生装置 7 6 を用いた固相剥落手段 6 は、固相を剥落させる力が比較的小さいので、上述の非共晶組成の 2 成分混合塩など、冷却面に対する付着性が低い蓄熱材 2 を用いる場合に有効である。循環ポンプ 7 2 や気泡発生装置 7 6 を用いる場合には、間欠的に蓄熱材 2 の流れや気泡の供給を強めて、効率よく固相の蓄熱材 2 を冷却側熱交換器 4 から剥落させることが望ましい。

【 0 0 7 7 】

冷却面に対する付着性が高い蓄熱材 2 を用いる場合には、機械的方法により固相の蓄熱材 2 を剥落させるように固相剥落手段 6 を構成することができる。

30

【 0 0 7 8 】

図 8 (a) , (b) に示す蓄熱システム 8 1 では、固相剥落手段 6 は、冷却側熱交換器 4 である伝熱管 4 a を通す伝熱管挿通穴 8 2 a が形成されたスライド板 8 2 と、スライド板 8 2 を伝熱管挿通穴 8 2 a に挿通された伝熱管 4 a の長さ方向にスライド移動させることで、伝熱管 4 a の表面に付着した固相の蓄熱材 2 を剥落させるアクチュエータ 8 3 と、を備えている。

【 0 0 7 9 】

スライド板 8 2 の材質は特に限定するものではないが、例えば 1 5 0 以上の高温領域で使用する場合には、金属からなるものを用いるとよい。本実施の形態では、伝熱管挿通穴 8 2 a を円形状としているが、これに限定されず、例えば、複数の突起あるいは爪が伝熱管 4 a に向かって突出するように形成されていてもよい。

40

【 0 0 8 0 】

アクチュエータ 8 3 は、所定の周期でスライド板 8 2 を往復運動させるように構成される。アクチュエータ 8 3 としては、例えば、エアシリンダーや電動機等を用いることができる。

【 0 0 8 1 】

蓄熱システム 8 1 では、伝熱管 4 a に付着した固相の蓄熱材 2 は、定期的にスライド板 8 2 によって剥ぎ落とされ、蓄熱槽 3 の下部に堆積していくことになる。よって、蓄熱材 2 として伝熱管 4 a に付着しやすいものを用いた場合であっても、伝熱管 4 a の表面を常に液相の蓄熱材 2 に晒し、伝熱性能を維持することが可能になる。

50

【 0 0 8 2 】

図 8 (a) , (b) では、スライド板 8 2 を用いた場合を説明したが、図 8 (c) に示すように、先端が先細となったスライド部材 8 4 を伝熱管 4 a の表面に沿わせて往復運動させたり、図 8 (d) に示すように、先端にベアリングを設けたスライド部材 8 5 を伝熱管 4 a の表面に沿わせて往復運動させるよう固相剥落手段 6 を構成してもよい。スライド部材 8 4 , 8 5 を往復運動させることで、伝熱管 4 a に固着した固相の蓄熱材 2 にひびや切れ目が入り、固相の蓄熱材 2 が自重で剥落し易くなる。なお、スライド部材 8 4 , 8 5 の先端をヒータ等により加熱するように構成することも可能である。

【 0 0 8 3 】

さらにまた、図 9 に示す蓄熱システム 9 1 のように、固相剥落手段 6 として、蓄熱材 2 に添加され、液相の蓄熱材 2 の流動により冷却側熱交換器 4 に衝突して、固相となった蓄熱材 2 を冷却側熱交換器 4 から剥落させる固体片 9 2 を備えるようにしてもよい。

10

【 0 0 8 4 】

固体片 9 2 の大きさ (最大長さ) は、 0 . 1 mm 以上 5 mm 以下とするとよい。これは、固体片 9 2 の大きさを 0 . 1 mm 未満とすると固相の蓄熱材 2 を剥落させる効果が十分に得られず、5 mm を超えると伝熱管 4 a を損傷してしまうおそれがあるためである。固体片 9 2 としては、液相の蓄熱材 2 中を漂うように、液相の蓄熱材 2 と同等の比重 (密度) のものを用いることが好ましい。図 9 では、図の簡略化のため固体片 9 2 を円形状 (球状) に示しているが、固体片 9 2 の形状はこれに限定されるものではない。

【 0 0 8 5 】

さらには、冷却側熱交換器 4 の伝熱管 4 a を鉛直方向に往復させて、鉛直方向に沿った面を増加させ、固相の蓄熱材 2 を剥落し易くしてもよい。また、伝熱管 4 a の形状を鉛直方向に沿った面を有する板状に形成することで、固相の蓄熱材 2 を剥落し易くしてもよい。

20

【 0 0 8 6 】

また、伝熱管 4 a としてペローズ状のものを用い、そのペローズ状の伝熱管 4 a をアクチュエータにより伸び縮みさせることで、固相の蓄熱材 2 を剥落させるように固相剥落手段 6 を構成することも可能である。

【 0 0 8 7 】

また、伝熱管 4 a にバイメタルを配置することで固相剥落手段 6 としてもよい。バイメタルとして、例えば冷却側熱交換器 4 による冷却時に変形し伝熱管 4 a から起きあがるものを用いることで、固相の蓄熱材 2 が伝熱管 4 a に固着することを抑制できる。

30

【 0 0 8 8 】

また、伝熱管 4 a に振動を与える加振装置を備え、加振装置により伝熱管 4 a を振動させることで、固相の蓄熱材 2 を剥落させるように固相剥落手段 6 を構成することも可能である。加振装置としては、継続的に伝熱管 4 a を振動させるもの他、間欠的に伝熱管 4 a に衝撃を与えて伝熱管 4 a を振動させるものも使用可能である。

【 0 0 8 9 】

上述の蓄熱システム 7 1 , 7 5 , 8 1 , 9 1 では、冷却側熱交換器 4 に付着した固相の蓄熱材 2 を固相剥落手段 6 により剥落させる場合を説明したが、これに限らず、そもそも冷却側熱交換器 4 と蓄熱材 2 を直接接触させないように構成することも可能である。

40

【 0 0 9 0 】

具体的には、図 1 0 に示す蓄熱システム 1 0 1 のように、蓄熱槽 3 内に、液相の蓄熱材 2 よりも比重が小さく蓄熱材 2 と殆ど混合しない液相の剥離材 (中間熱媒体) 1 0 2 を備え、剥離材 1 0 2 を、蓄熱槽 3 内に設けられた冷却側熱交換器 4 を覆うように設けるとよい。剥離剤 1 0 2 としては、蓄熱温度範囲において液相であるものを用いる必要がある。蓄熱システム 1 0 1 においては、固相の蓄熱材 2 の比重 > 液相の蓄熱材 2 の比重 > 剥離材 1 0 2 の比重、という関係を満たすことになる。

【 0 0 9 1 】

蓄熱システム 1 0 1 においては、蓄熱材 2 の凝固は、剥離材 1 0 2 と蓄熱材 2 の界面で

50

生じる。この界面に析出する固相の蓄熱材 2 の付着力は弱く、容易に沈降する。必要に応じて、循環ポンプ 7 2 や気泡発生装置 7 6 により蓄熱材 2 を攪拌するように構成してもよい。

【 0 0 9 2 】

剥離材 1 0 2 と蓄熱材 2 の界面と接触する蓄熱槽 3 の壁面は冷却されやすく、蓄熱槽 3 の壁面に固相の蓄熱材 2 が固着してしまうことも考えられるため、剥離材 1 0 2 と蓄熱材 2 の界面と接触する蓄熱槽 3 の壁面は加熱しておくことが望ましい。蓄熱槽 3 の壁面の加熱は、壁面ヒータ 6 2 により行うように構成してもよいし、壁面ヒータ 6 2 とは別の加熱手段により行うように構成してもよい。

【 0 0 9 3 】

蓄熱材 2 の全体の体積は、固相率により変動するため、蓄熱温度範囲内で固相率が変動したときも冷却側熱交換器 4 の全体を覆えるように、蓄熱槽 3 内に収容する蓄熱材 2 および剥離材 1 0 2 の量を決定するとよい。

【 0 0 9 4 】

なお、剥離材 1 0 2 の外部に冷却側熱交換器 4 を配置することも考えられるが、この場合、蓄熱材 2 の体積変化が大きい場合には、冷却側熱交換器 4 と剥離材 1 0 2 が離間して、蓄熱材 2 への伝熱が低下してしまうおそれがある。蓄熱システム 1 0 1 のように、剥離材 1 0 2 の内部に冷却側熱交換器 4 を配置することで、蓄熱材 2 の体積変化が大きい場合であっても、伝熱効率が低下してしまうことを抑制できる。

【 0 0 9 5 】

また、図 1 1 に示す蓄熱システム 1 1 1 のように、上方と側方が閉じられると共に下方が開放され、その内部の空間に剥離材 1 0 2 を収容する剥離材収容容器 1 1 2 を複数備えることで、剥離材 1 0 2 と蓄熱材 2 との接触面積をより大きくし、伝熱効率を高めるように構成してもよい。蓄熱システム 1 1 1 では、剥離材収容容器 1 1 2 を 2 つ備える場合を示しているが、剥離材収容容器 1 1 2 を 3 つ以上備えることも当然に可能である。

【 0 0 9 6 】

剥離材収容容器 1 1 2 の上面は傾斜させ、剥離材収容容器 1 1 2 の上面に固相の蓄熱材 2 が積もらないように構成することがより望ましい。

【 0 0 9 7 】

また、蓄熱システム 1 1 1 では、各剥離材収容容器 1 1 2 の間において冷却側熱交換器 4 の配管が露出することになるため、この露出部分に断熱材を設けて保温する等して、蓄熱材 2 の付着を抑制することが望ましい。

【 0 0 9 8 】

図 1 3 (a) に示す蓄熱システム 1 3 1 は、図 1 の蓄熱システム 1 において、蓄熱材 2 の加熱時に、上部の冷却側熱交換器 4 にも高温の熱媒体を導入し、冷却側熱交換器 4 と加熱側熱交換器 5 の両方で蓄熱材 2 を加熱するように構成したものである。

【 0 0 9 9 】

蓄熱システム 1 3 1 では、熱源 1 3 2 と熱負荷 1 3 3 側の熱交換器 1 3 4 間で熱媒体を循環させる熱媒体循環ライン 1 3 5 を有し、その熱媒体循環ライン 1 3 5 における熱源 1 3 2 の上流側と下流側を接続するように、冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 と加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 を接続して構成されている。冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 には冷却側熱交換器 4 が配置され、加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 には加熱側熱交換器 5 が配置されている。熱源 1 3 2 は、例えば、産業排熱や太陽熱などである。熱負荷 1 3 3 は、例えば、発電用の蒸気タービンなどである。

【 0 1 0 0 】

冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 には、冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 を流れる熱媒体の流量を調整するための流量調整弁 1 3 8 が設けられている。また、加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 には、加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 を流れる熱媒体の流量を調整するための流量調整弁 1 3 9 が設けられている。さらに、冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 や加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 への分岐部分よりも熱源 1 3 2 側の熱媒体循環ライン 1 3 5 には、熱

10

20

30

40

50

源 1 3 2 を流れる熱媒体の流量を調整するための流量調整弁 1 4 0 が設けられている。蓄熱システム 1 3 1 では、冷却側熱交換器 4 と加熱側熱交換器 5 に共通の熱媒体が供給されるように構成されている。

【 0 1 0 1 】

流量調整弁 1 3 8 ~ 1 4 0 は、図示しない制御装置に接続されており、制御装置により開度が調整されるように構成されている。冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 や加熱側熱交換器用ライン 1 3 7 への分岐部分よりも熱交換器 1 3 4 側の熱媒体循環ライン 1 3 5 には、熱媒体を循環させるポンプ 1 4 1 が設けられている。

【 0 1 0 2 】

図 1 3 (b) に示すように、蓄熱材 2 の加熱時、すなわち蓄熱時には、全ての流量調整弁 1 3 8 ~ 1 4 0 を開とし、熱源 1 3 2 にて加熱され高温となった熱媒体を冷却側熱交換器 4 と加熱側熱交換器 5 の両方に導入し、両方で蓄熱材 2 を加熱する。

10

【 0 1 0 3 】

他方、図 1 3 (c) に示すように、蓄熱材 2 の冷却時、すなわち熱利用時には、冷却側熱交換器用ライン 1 3 6 に設けた流量調整弁 1 3 8 のみを開とし、他の流量調整弁 1 3 9 , 1 4 0 を閉とする。これにより、熱交換器 1 3 4 で冷却され低温となった熱媒体を冷却側熱交換器 4 に導入し、蓄熱材 2 を冷却すると同時に熱媒体を加熱する。

【 0 1 0 4 】

蓄熱システム 1 3 1 では、冷却側熱交換器 4 と加熱側熱交換器 5 の両方で蓄熱材 2 を加熱するため、蓄熱材 2 を効率の良く加熱することが可能であり、冷却側熱交換器 4 に固着した蓄熱材 2 も容易に融解させることが可能になる。

20

【 0 1 0 5 】

本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加え得ることは勿論である。

【 0 1 0 6 】

例えば、上記実施の形態では、一例として、非共晶組成の 2 成分混合塩からなるものを蓄熱材 2 として用いた場合を説明したが、蓄熱材 2 はこれに限定されず、例えば共晶組成のものを用いてもよいし、3 成分以上の混合塩を用いてもよく、熔融塩でなくとも相変化する物質全般を蓄熱材 2 として使用可能である。

【 0 1 0 7 】

30

また、上記実施の形態では、1 本の伝熱管 4 a を曲げて構成された冷却側熱交換器 4 を用いる場合を説明したが、図 1 4 (a) , (b) に示すように、複数本の伝熱管 4 a を並列に接続するように冷却側熱交換器 4 を構成することも可能である。このように構成することで、低温の第 1 熱媒体の流量を大幅に増加させることが可能となり、それにより第 1 熱媒体の入口と出口の温度差を小さくすることが可能になる。その結果、冷却側熱交換器 4 で冷却した際に均一に固相の蓄熱材 2 が生じるようになり、固相の蓄熱材 2 がより剥離し易くなる。

【 0 1 0 8 】

また、何らかのトラブル等により蓄熱材 2 全体が固化してしまった場合に、固化した蓄熱材 2 が冷却側熱交換器 4 の伝熱管 4 a を取り込んで伝熱管 4 a に変形や損傷が発生しないように、蓄熱材 2 全体が固化したときに伝熱管 4 a が蓄熱材 2 から露出されるように冷却側熱交換器 4 を配置するようによい。

40

【 0 1 0 9 】

ただし、冷却側熱交換器 4 が完全に露出した状態では、冷却側熱交換器 4 に高温の熱媒体を供給することによる蓄熱材 2 の加熱は出来なくなるので、図 1 3 のように冷却側熱交換器 4 に高温の熱媒体を供給可能に構成する場合には、蓄熱材 2 全体が固化したときに伝熱管 4 a の一部が蓄熱材 2 から露出されるように、すなわち伝熱管 4 a の少なくとも一部が固相の蓄熱材 2 に接触した状態となるように、冷却側熱交換器 4 を配置するとよい。

【 0 1 1 0 】

また、冷却側熱交換器 4 を、複数の伝熱管 4 a を柔軟なフレキシブル管により連結した

50

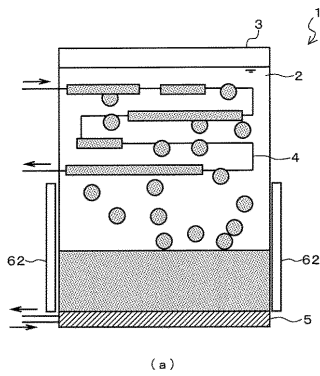
構成とし、伝熱管 4 a に固相の蓄熱材 2 が付着した際に伝熱管 4 a にかかる応力を分散させ、伝熱管 4 a の変形や損傷を抑制するように構成することも可能である。

【符号の説明】

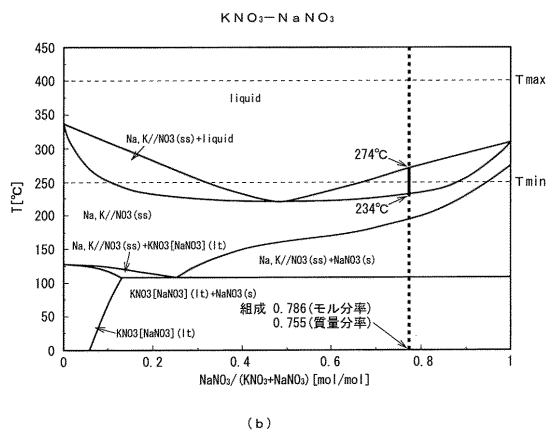
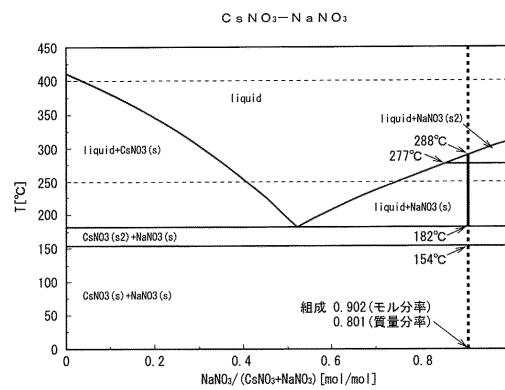
【 0 1 1 1 】

- 1 蓄熱システム
- 2 蓄熱材
- 3 蓄熱槽
- 4 冷却側熱交換器
- 5 加熱側熱交換器
- 6 2 壁面ヒータ

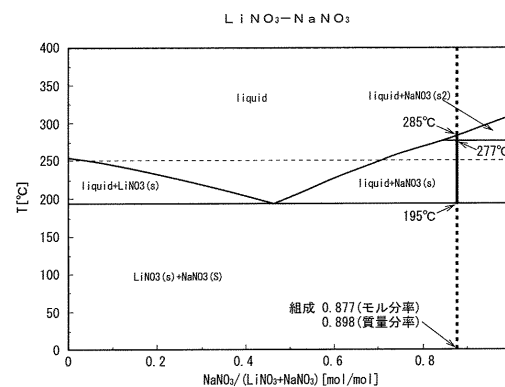
【 図 1 】



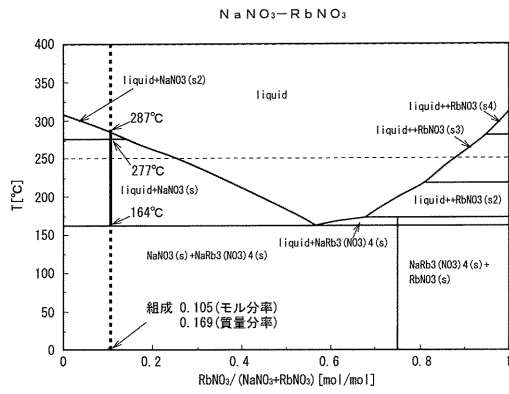
【 図 2 】



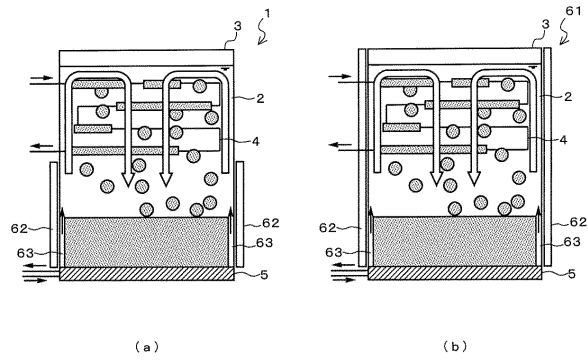
【 図 3 】



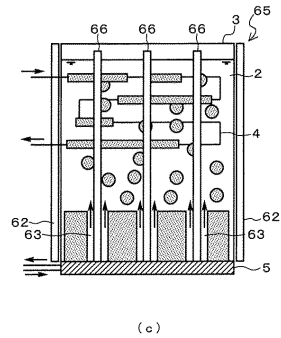
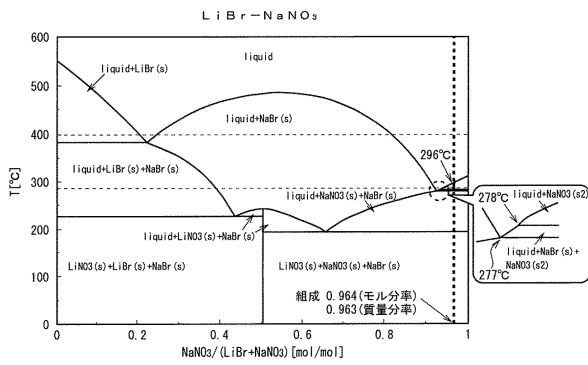
【図4】



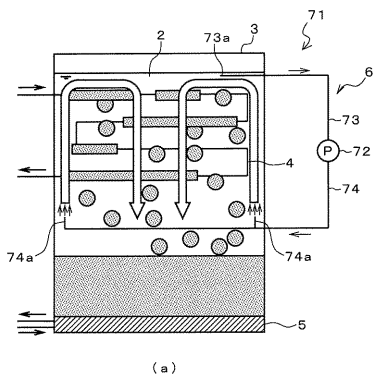
【図6】



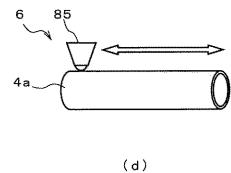
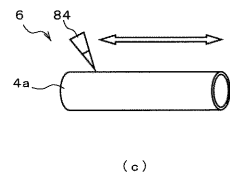
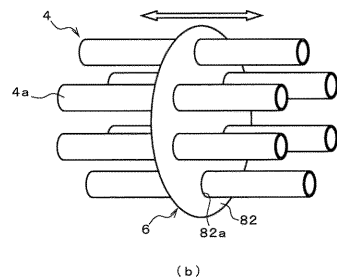
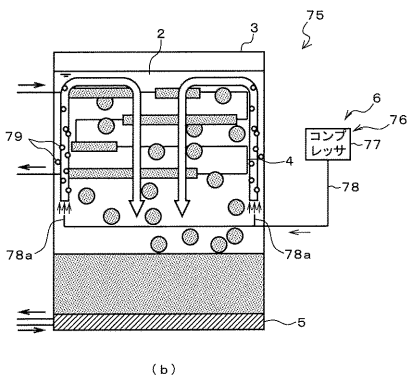
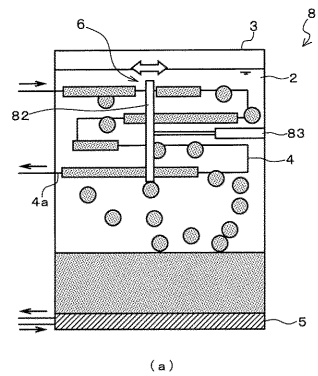
【図5】



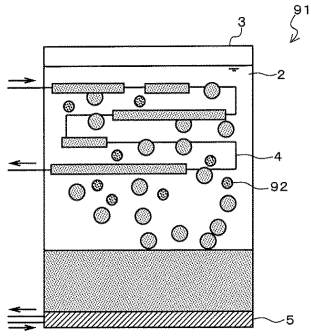
【図7】



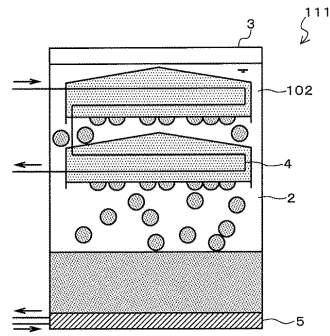
【図8】



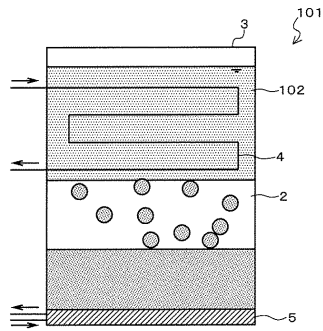
【図9】



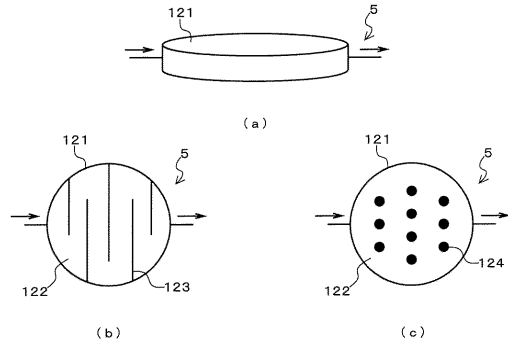
【図11】



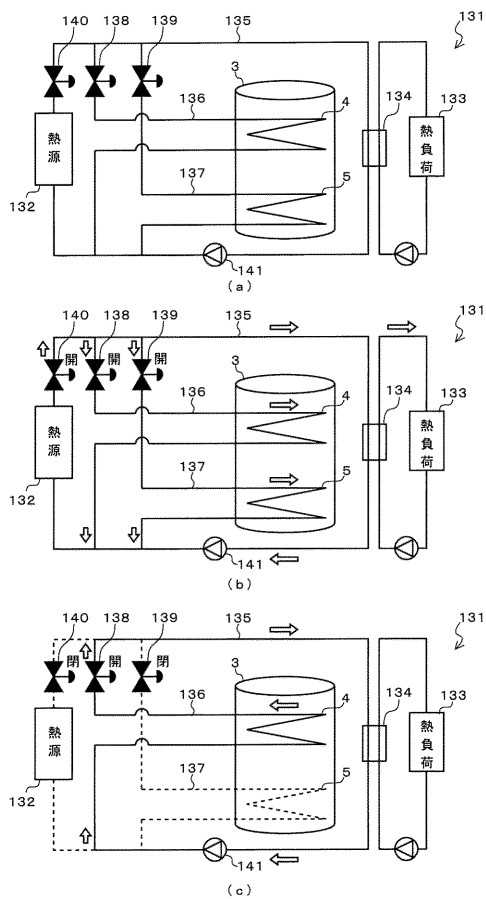
【図10】



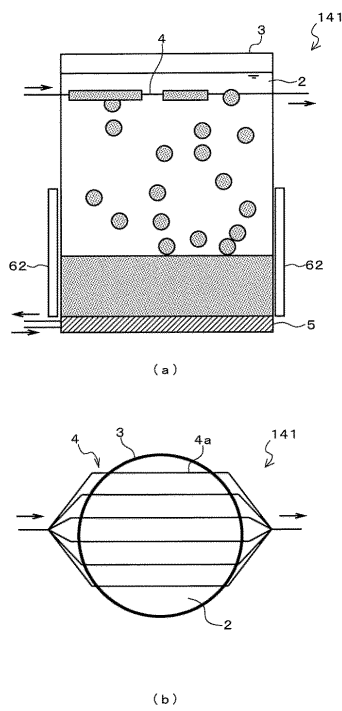
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平11-044494(JP,A)
特許第2850264(JP,B2)
特表2011-524966(JP,A)
特開2013-040224(JP,A)
特開2007-204517(JP,A)
特開2007-107773(JP,A)
特開2001-004290(JP,A)
特開平11-294983(JP,A)
特公平01-015800(JP,B2)
特開平10-325656(JP,A)
特開平11-063580(JP,A)
特開平11-211389(JP,A)
実開昭59-113694(JP,U)
特開平05-203201(JP,A)
特開平10-185470(JP,A)
特開昭62-091791(JP,A)
特開昭63-279073(JP,A)
特開2005-241146(JP,A)
特開2004-225964(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F28D 20/02
C09K 5/06
F28F 19/00
F28G 1/08
F28G 13/00