

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本開示の蒸気供給装置(1)は、太陽光を集光して収熱し、蓄熱剤(X 1)を直接加熱する太陽光集光収熱部(2)と、加熱された蓄熱剤により供給媒体(Z 1)を加熱する媒体加熱部(3)と、加熱された供給媒体より蒸気を分離し、供給する蒸気供給部(4)と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 蒸気供給装置及び乾燥システム

技術分野

[0001] 本開示は、蒸気供給装置及び乾燥システムに関する。

本願は、2019年1月7日に日本に出願された特願2019-000689号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年では、二酸化炭素や窒素酸化物等の排出を抑制するために、再生可能エネルギーの利用拡大が進められており、熱源としての太陽光の利用もそのひとつとして注目されている。例えば特許文献1には、太陽光を集光することにより得られる熱エネルギーを熱源として蒸気を発生させ、発生した蒸気により高湿の固体燃料を乾燥させる乾燥システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特開2016-099099号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載されている蒸気供給システムでは、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにより直接蒸気を発生させている。しかしながら、太陽光から蒸気発生に必要な十分な熱量を得られる時間は限定的であり、さらに天候によっては、1日中、熱量が不足する可能性がある。したがって、上述した蒸気供給システムでは、蒸気を安定的に供給することが難しい。

[0005] 本開示は、上述する問題点に鑑みてなされたもので、太陽光を集光して熱源とする蒸気供給装置において、蒸気を安定的に供給することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一態様の蒸気供給装置は、太陽光を集光して収熱し、蓄熱剤を直

接加熱する太陽光集光収熱部と、加熱された前記蓄熱剤により供給媒体を加熱する媒体加熱部と、加熱された前記供給媒体より蒸気を分離し、供給する蒸気供給部と、を備える。

[0007] 上記一態様の蒸気供給装置において、蒸気供給装置は、前記媒体加熱部の前段に設けられ、太陽光集光収熱部で加熱された蓄熱剤を貯留する供給蓄熱剤貯留部と、前記媒体加熱部の後段に設けられ、前記供給媒体の加熱に用いられた前記蓄熱剤を貯留する回収蓄熱剤貯留部とを更に備えていてもよい。

[0008] 上記一態様の蒸気供給装置において、蒸気供給装置は、日照が得られない時間帯において、前記太陽光集光収熱部への前記蓄熱剤の供給を停止すると共に、前記太陽光集光収熱部に滞留する前記蓄熱剤を、前記供給蓄熱剤貯留部又は前記回収蓄熱剤貯留部へ退避させる蓄熱剤退避機構を更に備えていてもよい。

[0009] 上記一態様の蒸気供給装置において、蒸気供給装置は、太陽光を集光して収熱し、第2の蓄熱剤を直接加熱する第2の太陽光集光収熱部と、加熱された前記第2の蓄熱剤により前記蒸気供給部から供給された蒸気をさらに加熱する蒸気加熱部と、を更に備えていてもよい。

[0010] 上記一態様の蒸気供給装置において、前記蒸気加熱部により供給される蒸気は、過熱蒸気であってもよい。

[0011] 上記一態様の蒸気供給装置において、前記第2の蓄熱剤の作動温度は、前記供給媒体の加熱に用いる前記蓄熱剤の作動温度よりも高くてもよい。

[0012] 上記一態様の蒸気供給装置において、前記蒸気加熱部において、前記蒸気供給部から供給された蒸気の加熱に用いた前記第2の蓄熱剤を、前記供給媒体の加熱に用いてもよい。

[0013] 上記一態様の蒸気供給装置において、蒸気供給装置は、供給媒体を加熱する補助ボイラを更に備えていてもよい。

[0014] 上記一態様の蒸気供給装置において、蒸気供給装置は、前記蒸気供給部から供給された蒸気を加熱する補助過熱器を更に備えていてもよい。

[0015] 上記一態様の蒸気供給装置において、前記蓄熱剤を貯留する蓄熱剤貯留槽

に、前記蓄熱剤を攪拌する攪拌装置が設けられてもよい。

[0016] 本開示の一態様の乾燥システムは、前記蒸気供給装置と、前記蒸気供給装置から供給される蒸気を熱源とし、高温原料を流動させつつ乾燥させる流動層乾燥装置とを備える。

発明の効果

[0017] 本開示によれば、蒸気供給装置は、蓄熱剤に太陽光より得た熱エネルギーを蓄熱しつつ、蓄熱剤を介して供給媒体を加熱して蒸気を発生させている。これにより、太陽光より得られる熱エネルギーの供給が不足する夜間や天候不良時においても、蓄熱剤に蓄えた熱エネルギーにより蒸気を発生させることが可能である。また、日照の時間的变化に伴う収熱量の変動が、一旦、蓄熱剤に蓄熱されることにより平準化され、供給媒体を一定条件で加熱でき、その結果蒸気を安定供給することが可能である。

[0018] 本開示では、蓄熱剤を、太陽光を集光して得られる熱エネルギーで直接加熱し、別の熱交換部に移動して供給媒体を加熱する。その結果、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを別の媒体を介して蓄熱剤に伝える場合と比較して、伝熱の際に生じる熱損失を低減することができる。また、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを別の媒体を介して蓄熱剤に伝える場合に別の媒体の物理的特性から生じる、熱伝達上の制約、例えば対応できる温度範囲等の制約をなくすことができる。したがって、蓄熱剤の性能や作動範囲を拡大することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本開示の第1実施形態に係る蒸気供給装置の構成を示す模式図である。

[図2A]本開示で使用する集光収熱器の斜視図である。

[図2B]本開示で使用する集光収熱器の断面図である。

[図3]本開示の太陽光集光収熱部の配置例を示す図である。

[図4]本開示で使用する蓄熱剤の組成と温度に対する相変化特性図である。

[図5]本開示の第2実施形態に係る蒸気供給装置の構成を示す模式図である。

[図6A]本開示の第2実施形態に係る蒸気供給装置の日照時間帯における作動

を示す模式図である。

[図6B]本開示の第2実施形態に係る蒸気供給装置の日没時における作動を示す模式図である。

[図6C]本開示の第2実施形態に係る蒸気供給装置の夜間における作動を示す模式図である。

[図7]本開示の第3実施形態に係る蒸気供給装置の構成を示す模式図である。

[図8]本開示の第4実施形態に係る蒸気供給装置の構成を示す模式図である。

[図9]本開示の第4実施形態において蓄熱剤の作動域の使い分けを解説する図である。

[図10]本開示の第5実施形態に係る乾燥システムの構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] [第1実施形態]

以下、図面を参照して、本開示に係る蒸気供給装置の第1実施形態について説明する。

[0021] 本実施形態に係る蒸気供給装置1は、用途先（供給先）に対して供給媒体Z1を加熱して供給する。供給媒体Z1は、例えば大気圧に対して加圧された流体とされ、加熱されることにより一部が蒸気となる。加熱された供給媒体Z1から蒸気が分離され、蒸気媒体Z1sとして用途先へ供給される。蒸気供給装置1は、図1に示すように、太陽光集光収熱部2と、媒体加熱部3と、蒸気供給部4と、媒体循環部5と、を備えている。

[0022] 太陽光集光収熱部2は、太陽光を効率よく集光して熱エネルギーを収集する集光収熱器2aと、集光収熱器2aに蓄熱剤X1を循環するための蓄熱剤循環ポンプ2bを含む、媒体加熱部3との間に蓄熱剤X1を循環させる配管系と、を備えている。集光収熱器2aの構成及び作動について、一例をあげて以下に説明する。

[0023] レンズ等で太陽光を集光すると、集光した光の焦点付近に置いた物体の表面が高温となり、例えば紙であれば発火する。レンズの代わりに、凹面鏡を

使っても同様であり、焦点付近では、大きな熱エネルギーが得られる。太陽光を集光して被加熱物を加熱する装置は、前記現象を応用したもので、太陽光を反射し、反射光の焦点付近に被加熱物を置くことにより、被加熱物を、単に日光に当てるだけの加熱器に比べて、はるかに短時間で、かつ高温に加熱することが可能となる。

[0024] 太陽光を集光し、流体を集光した太陽光で加熱する装置は、種々提案されている。流体を集光した太陽光で連続的に加熱するのに適した形状として、被加熱物を直線状のパイプ（伝熱管）に導き、その伝熱管を、集光した太陽光で加熱する装置が提案されている。具体的には、反射鏡を半円筒状とし、太陽光を半円筒状の反射鏡の凹面側で反射させる。伝熱管付近において直線状に反射光が焦点を結ぶように、反射鏡と平行に伝熱管を配置する。実際の曲面形状は、楕円に近い形状で、反射光が、ほぼ一直線上に集まるような曲面形状とする。

被加熱物は、伝熱管内を通過する間に加熱される。加熱に要する時間を考慮し、伝熱管はある程度の長さが必要であり、反射鏡も、伝熱管と並行する横長の形状が一般的である。集光収熱器の一例を示して、具体的な構成や作動について、以下に説明するが、実際に製造される集光収熱器は、以下に示す例と限定されない。

[0025] 図2A及び2Bは、太陽光を集光し、配管内を流れる流体を加熱するために用いる装置を示す。以下の説明では、「集光収熱器」という名称を使用する。

集光収熱器200は、図2Bに示すように、大きく分けて、集光加熱部210と、支持装置220とを備える。集光加熱部210は、図2A及び2Bに示すように、主集光鏡211、副集光鏡212、及び接続金具213を有する太陽光を集光する部分と、集光した太陽光が集まる直線上に設けられる流体加熱管214と、を備える。支持装置220は、集光加熱部210を支える役割だけでなく、太陽光を最大限反射して集光できるよう、方位角（水平方向の角度）、及び仰角（上下角）を調整する機能を持つ。

[0026] 集光加熱部 210 の構成及び機能について説明する。

主集光鏡 211 は、平板を湾曲させて、断面を半楕円形状とした反射鏡で、反射した光が、反射鏡に平行した直線状に集まるよう、凹面の曲面形状が作られている。主集光鏡 211 の材質として、太陽光の反射率や構造物としての耐久性を考慮し、金属が用いられることが多い。しかしながら、主集光鏡 211 の材質として金属を用いる場合、主集光鏡 211 が長時間太陽にさらされることで温度が上がり、熱膨張して凹面の形状に歪が出る可能性がある。このため、図には記載していないが、主集光鏡 211 に冷却機構を設けてもよい。

[0027] 主集光鏡 211 の焦点となる直線上に流体加熱管 214 を配置することで、流体加熱管 214 に流れる流体を加熱する。流体の加熱の効率や安定性を考慮し、副集光鏡 212 を設けてもよい。本実施例では、副集光鏡 212 が流体加熱管 214 を挟んで、主集光鏡 211 と対向するよう配置される。

[0028] 主集光鏡 211 は、直線上に太陽光が集まるよう、凹面の形状が作られている。しかしながら、製作精度により、主集光鏡 211 の中心線付近と、両端に近い部分とでは、それぞれの反射光が集まる点が必ずしも一致せず、流体加熱管 214 の表面上に反射光が集中しない場合がある。また、集光された太陽光は、流体加熱管 214 の主集光鏡 211 側の面だけに当たり、流体加熱管 214 の反対側は、太陽の直接光が当たらないため、流体加熱管 214 の表面に到達する熱エネルギーが主集光鏡 211 側とその反対側とで異なっており、温度差が生じる場合がある。

[0029] 副集光鏡 212 は、主集光鏡 211 と向い合せに設置され、反射面は主集光鏡 211 と同様に鏡面が凹面をなす、半円筒様の形状の反射鏡である。副集光鏡 212 は、主集光鏡 211 で集光され、流体加熱管 214 に当たらずに通過した太陽光を、流体加熱管 214 側へ再び反射し、流体加熱管 214 上で焦点を結ぶよう、配置される。このとき、流体加熱管 214 を、主集光鏡 211 の焦点よりもわずかに近い位置に配置することで、流体加熱管 214 の周囲を通過して、副集光鏡 212 に達する太陽光の量を増し、流体加熱

管 2 1 4 の主集光鏡 2 1 1 側の面と、副集光鏡 2 1 2 側の面のそれぞれに到達する熱エネルギーを等しくする。これにより、加熱の効率を向上させることができ、流体加熱管 2 1 4 自体の温度差による歪の発生を抑えることができる。

[0030] 副集光鏡 2 1 2 及び、流体加熱管 2 1 4 は、主集光鏡 2 1 1 と一定の間隔をあけて設置するため、接続金具 2 1 3 で、その間隔を保持するよう、接続され、主集光鏡 2 1 1 に固定される。

[0031] 副集光鏡 2 1 2 は省略されてもよい。その場合は、流体加熱管 2 1 4 を主集光鏡 2 1 1 で集光された太陽光がちょうど集まる位置に配置し、また、流体加熱管 2 1 4 の表面の温度差の発生を防止する対応が必要となるが、ここでの説明は省略する。

[0032] 支持装置 2 2 0 は、集光収熱器 2 0 0 を地上に固定するもので、集光加熱部 2 1 0 を支える役割を持つ。支持装置 2 2 0 はまた、太陽光を効率よく集光するため、太陽光が主集光鏡 2 1 1 の中心線に対し、直角に入射するよう、集光加熱部 2 1 0 の向きを調整する役割も持っている。支持装置 2 2 0 は、集光加熱部 2 1 0 を地上から一定の高さで固定する主柱 2 2 1 と、太陽の方向に合わせて方位角（水平方向の角度）を調整する方位角調節装置 2 2 2 と、太陽高度に合わせて仰角（上下角）を調整する仰角調節装置 2 2 3 とを有する。方位角調節装置 2 2 2 と、仰角調節装置 2 2 3 は、季節、及び時刻に合わせて、太陽の方向に追従するようプログラム制御されるのが一般的である。

[0033] 集光収熱器 2 0 0 は、可動構造となっていることから、1 基当たりの大きさには制約がある。したがって、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにも制約があるため、一般的には、複数基の集光収熱器 2 0 0 を配置することで、必要な熱エネルギーを確保する。

[0034] 図 3 に、集光収熱器 2 0 0 の配置例を示す。日当たりがよく、ほぼ平坦な土地を集光収熱ゾーン 2 3 0 として整備し、集光収熱ゾーン 2 3 0 に、複数基の集光収熱器 2 0 0 を、互いに太陽光を遮ることが無いよう配置する。集

光収熱ゾーン 230 の面積は、収集する熱エネルギーの総量により異なるが、工業的な用途では、少なくとも数百平方メートル、数千平方メートル、あるいはそれ以上の面積が必要になる。このような広大な土地で集光収熱器 200 により収集した熱エネルギーを、熱利用施設 231 へ集めて使用するため、熱利用施設 231 と集光収熱ゾーン 230 に配置した各集光収熱器 200 との間に配管を張り巡らせ、配管を経由して熱を運搬するための流体を循環させて熱エネルギーを収集する。

[0035] なお、図 3 の集光収熱ゾーン 230 と熱利用施設 231 の配置は、基本的なもので、収集する熱エネルギーの規模や、集光収熱ゾーン 230 の土地の形状等により、最適な配置を選択することができる。

[0036] 次に本実施形態で使用する蓄熱剤に関し、特性と熱エネルギーを蓄熱する仕組みを説明する。蓄熱剤は、例えばアルカリ金属元素の硝酸塩、具体的には、硝酸ナトリウム (NaNO_3) などを含む混合物であり、 150°C から、 400°C までの範囲に固液の相変化が生じる温度域が存在する混合塩である。また、蓄熱剤が蓄熱する熱エネルギーには、固体と液体の間の相変化に対応する潜熱に加え、蓄熱剤の温度変化に対応する顕熱が含まれる。

[0037] 蓄熱剤の温度特性の一例を図 4 に示すが、蓄熱剤がすべて液相で存在する領域と、液相と固相が共存する領域と、すべてが固相で存在する領域がある。実際に蓄熱に使用する蓄熱剤の組成及び温度範囲は、液相が存在し、ある程度の蓄熱剤の流動性を有するとともに、蓄熱できる熱量を、できるだけ多く確保できるように選定される。

[0038] 図 4 の例は、蓄熱剤に硝酸ナトリウム (NaNO_3) と硝酸カリウム (KNO_3) の混合塩を用いた系であり、横軸に示す混合の比率に対して、図中の曲線のように、相変化が起こる温度が変化することを示す。蓄熱剤に適した条件を満たす範囲として、図 4 では、硝酸ナトリウム (NaNO_3) のモル分率が 0.786 である組成を選定し、この組成において蓄熱剤の温度を変化させたときの、相変化を考慮し、使用する温度範囲を選定している。蓄熱剤に熱エネルギーを極力多く蓄熱し、かつ安定した蒸気供給を確保するため、使用

温度の上限 (T_{max}) は、蓄熱剤がすべて液体となる領域でなければならず、使用温度の下限 (T_{min}) は、蓄熱剤が一部固相となるが、液相がある程度存在することでスラリー状となり、ある程度の流動性が確保できる領域でなければならない。蓄熱剤における固相の割合が増加することで、粘度が増加し、流動性が失われるので、熱エネルギーの伝達に支障がない範囲で蓄熱剤の組成や使用する温度範囲を設定すべきである。

[0039] 具体的な作動について、混合塩の組成、使用する温度範囲を限定して説明する。図中の破線は硝酸ナトリウムのモル分率が0.786である混合塩を示し、 T_{max} を400℃とし、 T_{min} を250℃とした。400℃では、蓄熱剤はすべて液相で存在する範囲にある。蓄熱剤が被加熱物と接触し、蓄熱した熱を被加熱物に与えることで蓄熱剤は顕熱を放出し、徐々に温度が低下する。

[0040] 蓄熱剤の温度が徐々に低下し、274℃（この温度を T_L とする）に達すると、それまで全て液相であった蓄熱剤に変化が現れ、蓄熱剤の成分の一部が固相に変化し始める。全て液相であった蓄熱剤の一部が潜熱を放出して固相へと変化し、蓄熱剤において固相と液相が共存する状態となる。純物質の場合は、固化する温度になると、同じ温度を保ったまま、固化が進む。蓄熱剤が混合塩の場合は、一定の温度幅のなかで、蓄熱剤の温度低下にともない、蓄熱剤における固相の割合が増加するという変化が起こる。相変化にともなって潜熱を放出しながら、蓄熱剤の温度も274℃からゆっくりと低下する。その間、蓄熱剤中では液相から固相への変化が進み、蓄熱剤における固相の割合が増加するが、固相の粒子が液相中に分散した状態が保たれるため、蓄熱剤の流動性を維持したまま、熱エネルギーの放出と蓄熱剤の温度の低下が進む。

[0041] 蓄熱剤の温度が274℃以下では、蓄熱剤の温度が400℃から274℃に至るまでの温度変化と比べ、非常にゆっくりとした変化に変わる。このとき、蓄熱剤の内部では固相の割合が増加していく。蓄熱剤の温度が234℃（以下、この温度を T_S とする）に達すると、蓄熱剤は完全に固相となる。蓄

熱剤が完全に固相になると流動性が失われ、熱の伝達が困難になるため、好ましくない。蓄熱と放熱を円滑に行うためには、蓄熱剤の流動性が最低限確保できる温度に対してある程度余裕を見た温度を T_{min} とすべきである。

[0042] 実際の運用においては、供給する蒸気の条件により、蓄熱剤の組成や作動温度範囲を設定すべきであり、具体的な作動として前述した混合塩の組成、上限温度、下限温度に限定されるものではない。

[0043] また、図4の例で、 T_{max} から相変化が始まる温度 T_L (274°C) までについては、蓄熱剤に顕熱として蓄えられた熱のみが利用されるため、放熱が進むにつれて、温度が大きく低下する。一方、 274°C から T_{min} までは、蓄熱剤の相変化に伴う潜熱が主に使われる。この領域は、放熱が進んでも温度変化が小さいのが特徴であり、被加熱物から見ると、温度がほとんど変化しない条件で熱を受け取るため、被加熱物の加熱条件を一定に保ちやすく、蒸気の供給も安定する。蒸気供給装置としては、蓄熱剤の相変化が進む温度領域で稼働するのが好ましい。 T_{max} と T_{min} は、こういった蓄熱剤の特徴を考慮して設定するのが好ましい。 T_{max} と T_{min} の温度領域を、以下「蓄熱剤の作動域」、あるいは単に「作動域」と記載する。

[0044] ここからは、図1に戻り、本開示の第1実施形態について、図面を参照して、詳細に説明する。

[0045] 太陽光集光収熱部2は、集光収熱器2aと蓄熱剤循環ポンプ2bとを備え、蓄熱剤X1が、集光収熱器2aの流体加熱管を通過して循環する。集光収熱器2aは、太陽光を集光し、流体加熱管に集め、流体加熱管の表面を加熱する。この熱が流体加熱管内を流れる蓄熱剤X1に伝達され、蓄熱剤X1が加熱される。

[0046] 媒体加熱部3は、蓄熱剤X1が貯留される蓄熱剤貯留槽3aを備える。すなわち、蓄熱剤貯留槽3aには、加熱された蓄熱剤X1が貯留される。蓄熱剤貯留槽3a内には、供給媒体Z1を案内する熱交換器3bと、熱エネルギーを放出して蓄熱剤貯留槽3aの底部に沈降した蓄熱剤X1を排出するための蓄熱剤排出器3cとが設けられる。蓄熱剤排出器3cは、一部が固体に変化

し、スラリー状となって粘度が高まった蓄熱剤X 1を排出するため、スクリーフィーダ様の排出翼と駆動装置とを有する。蓄熱剤排出器3 cは、蓄熱剤貯留槽3 a内の蓄熱剤X 1を連続的に排出する。

[0047] 熱交換器3 bは、蓄熱剤貯留槽3 a内で蓄熱剤X 1に全体が浸かるよう配置され、内部を供給媒体Z 1が通過する構造であればよい。熱交換器3 bとして、1本の配管を折り曲げた形状が最も一般的であるが、プレート状でもよい。熱交換器3 bは、十分な伝熱面を有し、かつ、外表面に付着する蓄熱剤X 1の固形分の剥離を妨げない構造であれば、とくに限定されるものではない。

[0048] 蒸気供給部4は、蒸気ドラム4 aを備える。蒸気ドラム4 a内には供給媒体Z 1が貯留されている。蒸気ドラム4 aは、媒体加熱部3に備えられた熱交換器3 bと接続され、これにより供給媒体Z 1が蒸気ドラム4 aと熱交換器3 bの間を循環する経路が作られている。蒸気ドラム4 aの鉛直方向の上側には、供給媒体Z 1の加熱により発生する蒸気（蒸気媒体Z 1 s）を取出して、用途先へ蒸気媒体Z 1 sを供給するための配管が接続されている。また、供給媒体Z 1が蒸気となり、用途先へ供給されることで、蒸気ドラム4 a内の供給媒体Z 1の貯留量が減少する。供給媒体Z 1の補充のため、媒体循環部5から液体の補給媒体Zが蒸気ドラム4 aに供給され、蒸気ドラム4 a内の供給媒体Z 1の貯留量が保持される。

[0049] 媒体循環部5は、液体の補給媒体Zを貯留する媒体タンク5 aと、補給媒体Zを加圧して蒸気供給部4へ送出するための媒体供給ポンプ5 bと、媒体供給ポンプ5 bで加圧された補給媒体Zを予熱する媒体予熱器5 cとを備えている。用途先から回収した蒸気媒体Z 1 sは、媒体予熱器5 cの一次側へ供給され、媒体予熱器5 cにおいて、蒸気供給部4へ供給される補給媒体Zと熱交換される。その後、蒸気媒体Z 1 sは、媒体予熱器5 cの一次側の出口に備えられた圧力調節弁5 d、媒体凝縮器5 eを通過する間に、大気圧程度の液体となり、補給媒体Zとして媒体タンク5 aに貯留され、再利用される。

[0050] このような本実施形態の蒸気供給装置 1 の動作を説明する。

蒸気供給装置 1 において、まず、太陽光を集光して得られる熱エネルギーが蓄熱剤 X 1 へ取り込まれる。蓄熱剤貯留槽 3 a に貯留されている蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤排出器 3 c により蓄熱剤貯留槽 3 a から排出される。その後、蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤循環ポンプ 2 b により集光収熱器 2 a へ供給され、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにより加熱される。複数の集光収熱器 2 a が、十分な日射が得られる適当な面積の土地（集光収熱ゾーン）に配置されている。複数の集光収熱器 2 a のそれぞれにできる限り均等に蓄熱剤 X 1 が供給できるよう、配管を設けている。集光収熱器 2 a により加熱された蓄熱剤 X 1 は、配管により集合し、蓄熱剤貯留槽 3 a へと送られる。

[0051] 蓄熱剤 X 1 においては、図 4 を例として説明したとおり、媒体（供給媒体 Z 1）の加熱や、加熱による蒸気の発生に適した温度領域に固相と液相との相変化が起こる温度領域が存在する。この温度領域においては、蓄熱剤 X 1 は、液相、もしくは液相と固相が混在するが、蓄熱剤 X 1 の流動性があるため、流体として扱うことができる。これを利用し、蓄熱剤 X 1 の流動性が維持できる温度の範囲に蓄熱剤 X 1 の作動域を設定する。この作動域での蓄熱剤 X 1 の温度に対応した顕熱の増減に加え、相変化に伴う潜熱の出入りにより、蓄熱剤 X 1 の蓄熱・放熱を行う。

[0052] 蓄熱剤 X 1 は、集光収熱器 2 a を通過する間に、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを利用して加熱される。これにより、蓄熱剤 X 1 における固相がすべて液相に変化し、さらに、蓄熱剤 X 1 は加熱されて高温の液体となる。実際には、蓄熱剤 X 1 の温度が予め設定された T_{max} に達するよう、太陽光集光収熱部 2 の仕様が決められる。集光収熱器 2 a の数や配置は、設置場所の条件により異なり、 T_{max} の達成の度合いを考慮し、任意に設定するのが好ましい。

[0053] 蓄熱剤貯留槽 3 a においては、蓄熱剤 X 1 と、熱交換器 3 b を通過する供給媒体 Z 1 との熱交換が行われる。これにより、供給媒体 Z 1 は、加熱され、一部が蒸気となり、蒸気ドラム 4 a へ導かれる。この間に、蓄熱剤 X 1 は

熱エネルギーを供給媒体 Z 1 に与えることで徐々に顕熱を失い、温度が低下する。蓄熱剤 X 1 の温度が、相変化が始まる温度 T_L に到達すると、蓄熱剤 X 1 の液相から固相への変化が始まり、潜熱が放出される。潜熱の放出が進む間の蓄熱剤 X 1 の温度の低下は遅く、供給媒体 Z 1 は安定して加熱される。潜熱の放出とともに、蓄熱剤 X 1 における固相の割合が徐々に増加し、熱交換器 3 b の表面上で蓄熱剤 X 1 の固形分の析出が進む。

[0054] 熱交換器 3 b の表面に付着する蓄熱剤 X 1 の固形分は、強固な固体ではなく、液相を含んだ比較的崩れやすい固形分である。したがって、蓄熱剤 X 1 の固形分の成長が進む過程でやがて剥離し、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部へ落下する。蓄熱剤貯留槽 3 a の底部には、このようにして熱交換器 3 b から剥離した、蓄熱剤 X 1 の固形分が堆積する。蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積した固形分についても、固化した蓄熱剤 X 1 の結晶粒子の隙間に液相が存在するため、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部の蓄熱剤 X 1 も容易に流動化できる状態となっている。

[0055] 熱交換器 3 b の表面に付着した蓄熱剤 X 1 の固形分は、自身の重さで剥離する。しかしながら、長時間、蓄熱剤 X 1 の固形分が熱交換器 3 b の表面を覆った状態では、伝熱が阻害される可能性がある。また、蓄熱剤 X 1 の固形分が熱交換器 3 b の表面に付着した状態でさらに温度が低下することで、蓄熱剤 X 1 が強固な固体になり、除去が困難になる可能性がある。そのため、できるだけ短時間で蓄熱剤 X 1 の固形分を剥離して落下させる必要がある。蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離を促す目的で、蓄熱剤貯留槽 3 a に攪拌装置 3 d を設けてもよい。攪拌装置 3 d は、蓄熱剤貯留槽 3 a 内に蓄熱剤 X 1 の流れを作り、その流れにより、熱交換器 3 b 表面に付着した蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離を促す。したがって、攪拌装置 3 d により、蓄熱剤 X 1 の強い流れを発生させる必要はなく、緩やかな流れを発生させればよい。

[0056] 蓄熱剤貯留槽 3 a の底部には蓄熱剤排出器 3 c が備えられ、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積した蓄熱剤 X 1 の固形分を排出する。蓄熱剤 X 1 の固形分は、液相を含んでおり、蓄熱剤排出器 3 c のスクリーフイーダ様の排出翼

が回転することで、容易に流動化し、スラリ状となって、順次、排出される。蓄熱剤貯留槽 3 a より排出された蓄熱剤 X 1 のスラリは、配管内を流動し、再び太陽光集光収熱部 2 へ供給され、繰返し利用される。

[0057] 補給媒体 Z は媒体循環部 5 より供給される。媒体循環部 5 には媒体タンク 5 a が備えられ、補給媒体 Z が常温程度の温度、大気圧程度の圧力で貯留されている。補給媒体 Z は、蒸気供給装置 1 より用途先へ供給する蒸気の圧力に対応するよう、媒体供給ポンプ 5 b により加圧される。加圧された補給媒体 Z は、媒体予熱器 5 c で予熱される。媒体予熱器 5 c の一次側には、用途先から回収された蒸気媒体 Z 1 s（補給媒体 Z を加圧、加熱して蒸気としたもの）を導き、蒸気媒体 Z 1 s の排熱を利用して補給媒体 Z を可能な範囲で加熱する。これにより、熱エネルギーを有効利用する。

[0058] 媒体予熱器 5 c で予熱された補給媒体 Z は、蒸気ドラム 4 a へ供給される。蒸気ドラム 4 a の形状として、両端が閉じた、横長の円筒状のものが一般的である。しかしながら、以下の機能を満たすものであれば、蒸気ドラム 4 a の形状は限定されない。蒸気ドラム 4 a には、供給媒体 Z 1（補給媒体 Z が加圧、加熱されたもの）が貯留されている。蒸気ドラム 4 a は、供給媒体 Z 1 が加熱されて、一部が蒸気となったときに、蒸気となった供給媒体 Z 1（液体と区別するため「蒸気媒体 Z 1 s」と呼ぶ）と液体の供給媒体 Z 1 とを分離する機能を持つ。蒸気ドラム 4 a には、蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の下側に供給媒体 Z 1（液体）、蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の上側に蒸気媒体 Z 1 s、という形で分離されて貯留される。

[0059] 蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の下側は蓄熱剤貯留槽 3 a 内に設置された熱交換器 3 b と配管で接続され、重力により供給媒体 Z 1 が蒸気ドラム 4 a から熱交換器 3 b へ供給される。熱交換器 3 b で加熱された供給媒体 Z 1 は、温度上昇により膨張し、また、一部が蒸発することで気泡を生じる。これらの膨張や一部の蒸発により供給媒体 Z 1 の比重が軽くなり、上昇流が生じる。これにより、熱交換器 3 b から蒸気ドラム 4 a へ向かう供給媒体 Z 1 の流れが生じる。すなわち、蒸気ドラム 4 a と熱交換器 3 b との間に供給媒体 Z 1

の循環流が形成される。供給媒体 Z 1 の循環は、基本的には上記のような自然対流によるが、配管経路等、設置条件の関係で円滑な自然対流が得られない場合がある。この場合は、供給媒体 Z 1 の強制循環のための循環ポンプを設けてもよい。

[0060] 蒸気ドラム 4 a では、内部に貯留された供給媒体 Z 1 が、熱交換器 3 b との間を循環しながら、一部が蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）となり、蒸気ドラム 4 a 内で液体の供給媒体 Z 1 と分離されて鉛直方向の上方に貯留される。蒸気媒体 Z 1 s は、蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の上方に接続された配管により外部へ導かれ、用途先へ供給される。液体の供給媒体 Z 1 は蒸気ドラム 4 a 内の鉛直方向の下側に貯留され、熱交換器 3 b との間で循環しながら、継続的に加熱される。その結果、供給媒体 Z 1 は加熱されて蒸気となり、蒸気媒体 Z 1 s として外部へ取出されるため減少していく。蒸発により減少する供給媒体 Z 1 の相当量が、媒体循環部 5 より供給される補給媒体 Z により充当される。

[0061] 蒸気供給装置 1 には、補助ボイラ 4 b を設けてもよい。補助ボイラ 4 b は、以下の場合に起動され、用途先への蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）の供給を補助する。補助ボイラ 4 b の作用及び作動について説明する。

[0062] まず、補助ボイラ 4 b は、蒸気供給装置 1 の始動や再起動時において、蒸気供給装置 1 が定常の運転状態に達するまでの時間を短縮する目的で使用される。蒸気供給装置 1 の起動時は、蓄熱剤 X 1 の温度が低く、太陽光集光収熱部 2 で得られる熱エネルギーも安定しないため、供給媒体 Z 1 が十分に加熱できない可能性がある。その間、補助ボイラ 4 b を起動することにより、供給媒体 Z 1 を加熱し、蒸気を発生させる。さらに、補助ボイラ 4 b を、蒸気供給装置 1 の全体の保温、あるいは暖機に用いることにより、蒸気供給装置 1 が定常運転状態に達するまでの所要時間を短縮できる。

[0063] 蒸気供給装置 1 の定常運転時においても、天候不良時等、太陽光集光収熱部 2 より十分な熱エネルギーが得られない状況が長時間継続する場合は、供給媒体 Z 1 の蒸気を供給するための熱エネルギーが継続的に不足する可能性がある。

る。したがって、供給媒体 Z 1 の蒸気量の確保のため、蒸気量の不足分を補助ボイラ 4 b により発生する蒸気で賄うことができる。さらに、蓄熱剤 X 1 の温度が下がり、蓄熱剤 X 1 中の固相の割合が増加して蓄熱剤 X 1 の流動性が低下することで、蓄熱剤 X 1 の循環が妨げられる可能性がある。この場合、蓄熱剤 X 1 が通過する経路に蒸気トレースを設け、補助ボイラ 4 b を蒸気トレースの蒸気源としてもよい。補助ボイラ 4 b は、その役割上、蓄熱剤 X 1 の作動域に一致する仕様とされるため、蓄熱剤 X 1 の作動域内 (T_{min} 以上) の温度を維持するのに適している。

[0064] 蒸気ドラム 4 a 内では、液体の供給媒体 Z 1 と、供給媒体 Z 1 の加熱により蒸気となり、供給媒体 Z 1 から分離された蒸気媒体 Z 1 s と、が共存する状態で貯蔵されている。したがって、蒸気ドラム 4 a 内の蒸気媒体 Z 1 s は飽和蒸気である。飽和蒸気の温度は、蒸気ドラム 4 a 内の圧力に対応したものとなる。蒸気媒体 Z 1 s の供給温度を一定に保つために、圧力調整が行われる。圧力調節は媒体循環部 5 で行うのが一般的であるが、用途先での使用条件によっては、用途先で圧力調節を行ってもよい。

[0065] 図 1 に示す本実施形態に係る蒸気供給装置 1 は、用途先より使用済みの蒸気媒体 Z 1 s を回収して再利用するもので、媒体循環部 5 を備えている。媒体循環部 5 は、蒸気供給部 4 へ補給媒体 Z を供給するとともに、用途先から回収した蒸気媒体 Z 1 s を液体に戻し、再利用するための機構を備えている。媒体予熱器 5 c は、使用済みの蒸気媒体 Z 1 s の排熱を可能な限り回収し、蒸気ドラム 4 a へ供給する補給媒体 Z を回収された蒸気媒体 Z 1 s の排熱により加熱する。

[0066] 媒体予熱器 5 c で排熱を回収された使用済み蒸気媒体 Z 1 s は、続いて圧力調節弁 5 d に達する。圧力調節弁 5 d は、用途先へ供給する蒸気媒体 Z 1 s の圧力を保持する役割をもち、これにより蒸気ドラム 4 a の圧力を一定値に保つ。蒸気ドラム 4 a の圧力に対応して蒸気媒体 Z 1 s の温度が保持される。なお、用途先で圧力調節を行う場合は、圧力調節弁 5 d を設けない、あるいは圧力調節弁 5 d を用途先の背圧調整用として用いてもよい。

[0067] 圧力調節弁 5 d を通過した使用済み蒸気媒体 Z 1 s は、大気圧程度まで減圧され、続いて媒体凝縮器 5 e で冷却されることで液体として回収され、補給媒体 Z として媒体タンク 5 a に貯留される。

なお、ここまでは用途先からの使用済み蒸気媒体 Z 1 s が回収される場合について述べた。しかしながら、用途先の構成によっては、蒸気媒体 Z 1 s を全量消費し、蒸気媒体 Z 1 s が回収されないこともあるので、媒体循環部 5 の構成は、用途先の構成により異なる。

[0068] 次に、夜間等の太陽光からの熱エネルギー取得ができない、あるいは不足する時間帯における蒸気供給装置 1 の作動を説明する。

[0069] 本実施形態において、蓄熱剤 X 1 は、連続して太陽光集光収熱部 2 と蓄熱剤貯留槽 3 a の間を循環する。蓄熱剤 X 1 の循環を停止した場合、とくに配管のような熱が放散しやすい場所では、蓄熱剤 X 1 が急激に冷却され、蓄熱剤 X 1 内の固相の増加により蓄熱剤 X 1 の流動性が失われる可能性がある。そのため、太陽光からの熱エネルギー取得ができない、あるいは不足する時間帯においても、基本的に蓄熱剤 X 1 の循環は停止せず、蓄熱剤 X 1 が通過する経路を保温及びトレースにより、蓄熱剤 X 1 の流動性が保たれる温度（作動域の下限温度 T_{min} ）以上を保つ。

[0070] 一方、蒸気供給については、蓄熱剤 X 1 が十分な熱エネルギーを蓄熱している間、熱交換器 3 b において供給媒体 Z 1 の加熱が継続して行われ、蒸気ドラム 4 a で分離された蒸気媒体 Z 1 s が継続して用途先へ供給される。この間、蓄熱剤 X 1 の温度は少しずつ低下するとともに、蓄熱剤 X 1 内における液相から固相への相変化が進むため、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積する蓄熱剤 X 1 の固形分の量も徐々に増加する。

[0071] 太陽光からの熱エネルギーが十分得られない間も、蒸気供給装置 1 より、安定した蒸気供給が継続される。その後太陽光からの熱エネルギー取得が回復することにより、蓄熱剤 X 1 が加熱され、蓄熱剤 X 1 の固相から液相への相変化と、さらに液相での蓄熱により蓄熱剤 X 1 の温度が上昇する。この結果、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積した蓄熱剤 X 1 の固形分も減少する。

上記のとおり、日中と夜間の繰り返しに対応して、蓄熱剤 X 1 が蓄熱と放熱を繰り返し、供給媒体 Z 1 を継続して加熱できるため、蒸気の連続供給が可能となる。

[0072] 以上が、本開示に係る第 1 実施形態の基本的な作動となるが、さらに安定した蒸気供給を実現するため、以下を追加することで、より好ましい作動が実現できる。

[0073] 1 つは蓄熱剤貯留槽 3 a に設置する攪拌装置 3 d である。

熱交換器 3 b の表面に付着した蓄熱剤 X 1 の固形分は、伝熱を妨げる可能性があるため、蓄熱剤 X 1 の固形分が熱交換器 3 b の表面に長時間付着し続けるのは好ましくない。さらに、熱交換器 3 b の表面に付着する蓄熱剤 X 1 の固形分の温度が低下し、強固な固体になることで、蓄熱剤 X 1 の固形分の除去が困難になる可能性がある。そのため、できるだけ短時間で蓄熱剤 X 1 の固形分を剥離して落下させる必要がある。蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離を促すために、蓄熱剤貯留槽 3 a に攪拌装置 3 d を設けてもよい。攪拌装置 3 d は、蓄熱剤貯留槽 3 a 内の蓄熱剤 X 1 に緩やかな流れをもたらし、熱交換器 3 b の表面に付着した蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離を促進させる。

[0074] 次に、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に設けられる補助加熱器 3 e である。

蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積した蓄熱剤 X 1 の固形分は、熱の放散により、さらに温度低下が進み、固相の割合が増加することで流動性が完全に失われる可能性がある。このような状況を鑑み、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に、補助加熱器 3 e を設けてもよい。補助加熱器 3 e は、蓄熱剤 X 1 の流動性が最低限保たれる程度の温度まで蓄熱剤 X 1 を加熱できればよい。また、補助加熱器 3 e による加熱方法は、電熱式を採用してもよく、あるいは蒸気供給部 4 より供給される蒸気媒体 Z 1 s の一部を補助加熱器 3 e に導いて蓄熱剤 X 1 の加熱に用いてもよい。

[0075] 以上のとおり、本実施形態の蒸気供給装置 1 により、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを、日中、蓄熱剤 X 1 を用いて蓄熱するとともに、蓄熱剤 X 1 を蓄熱された熱エネルギーを用い、供給媒体 Z 1 を加熱し、発生した供給

媒体 Z 1 の蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）を用途先へ、昼夜連続して安定供給することができる。

[0076] [第 2 実施形態]

上記第 1 実施形態の蒸気供給装置 1 の変形例を第 2 実施形態として説明する。なお、同一の構成については符号を同一とし、説明を省略する。

[0077] 本実施形態に係る蒸気供給装置 1 A は、図 5 に示すように、太陽光集光収熱部 2 と、媒体加熱部 3 と、蒸気供給部 4 と、媒体循環部 5 とに加えて、供給蓄熱剤貯留部 6 と、回収蓄熱剤貯留部 7 と、をさらに備えている。

[0078] 太陽光集光収熱部 2 は、集光収熱器 2 a と、蓄熱剤循環ポンプ 2 b とに加え、パージガス供給装置 2 c と、経路切替弁 2 d（ $2d_1 \sim 2d_4$ ）をさらに備えている。なお、パージガス供給装置 2 c、及び経路切替弁 2 d は、本開示の蓄熱剤退避機構として機能する。蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤循環ポンプ 2 b により送出され、集光収熱器 2 a で加熱された後、供給蓄熱剤貯留部 6 へ供給される。この間に経路の切替のため複数の経路切替弁 2 d が設けられ、集光収熱器 2 a での収熱の状態に応じて、蓄熱剤 X 1 の経路の変更を行う。また、蓄熱剤 X 1 の経路変更に際し、集光収熱器 2 a と前後の配管内の蓄熱剤 X 1 を、供給蓄熱剤貯留部 6 と回収蓄熱剤貯留部 7 へ圧送するため、パージガス供給装置 2 c よりパージガス G を供給する。パージガス G の使用は、蓄熱剤 X 1 の経路切替の時に限定されるので、パージガス G の使用量は限定される。しかしながら、パージガス G は、蓄熱剤 X 1 に直接接触するため、蓄熱剤 X 1 の変質の恐れがない成分から選定される。

[0079] 供給蓄熱剤貯留部 6 は、供給蓄熱剤貯留槽 6 a と、供給蓄熱剤搬送ポンプ 6 b とを備えている。集光収熱器 2 a で加熱された蓄熱剤 X 1 は、供給蓄熱剤貯留槽 6 a へ供給される。供給蓄熱剤貯留槽 6 a は、周囲を断熱材等で覆われた容器であり、保温状態で蓄熱剤 X 1 を貯留する。供給蓄熱剤貯留槽 6 a の底部は供給蓄熱剤搬送ポンプ 6 b と接続され、供給蓄熱剤貯留槽 6 a の内部に貯留されている蓄熱剤 X 1（集光収熱器 2 a で加熱された蓄熱剤 X 1）が、供給蓄熱剤搬送ポンプ 6 b により送出され、媒体加熱部 3 へ供給され

る。供給蓄熱剤搬送ポンプ6bとして、スラリの搬送に適した、スクリー状のロータを有するポンプを用いてもよい。しかしながら、供給蓄熱剤搬送ポンプ6bを通過する蓄熱剤X1は、温度が高く、すべてが液相となって粘度が比較的小さいので、供給蓄熱剤搬送ポンプ6bとして、高温への適応性のある、他の方式のポンプを用いてもよい。

[0080] 供給蓄熱剤貯留槽6aに貯留されている蓄熱剤X1は、集光収熱器2aにより加熱され、成分がすべて液相で存在する温度範囲($T_L \sim T_{max}$)にある。したがって、攪拌操作を行わなくても、蓄熱剤X1の流動性は保たれる。しかしながら、何らかの要因で蓄熱剤X1の温度が低下する可能性がある場合、蓄熱剤X1の流動化を促進するための装置として、必要に応じ攪拌装置6cを備えてもよい。攪拌装置6cは、攪拌翼と駆動装置とを有し、攪拌翼を回転させることにより、供給蓄熱剤貯留槽6aの内部の蓄熱剤X1を必要に応じて攪拌する。これにより、供給蓄熱剤貯留槽6aに貯留された蓄熱剤X1の一部が固化して沈殿することを防止し、蓄熱剤X1の流動性を保持することができる。

[0081] 媒体加熱部3は、蓄熱剤X1が貯留される蓄熱剤貯留槽3aと、蓄熱剤貯留槽3a内に設置され、供給媒体Z1を案内し、加熱するための熱交換器3bと、蓄熱剤貯留槽3aの底部に堆積した蓄熱剤X1の固形分を排出するための蓄熱剤排出器3cとに加え、蓄熱剤排出器3cにより排出される、スラリー状の蓄熱剤X1を、回収蓄熱剤貯留部7へ送出するための回収蓄熱剤輸送ポンプ3fと、を備える。第1実施形態と同様に、媒体加熱部3は、攪拌装置3dと補助加熱器3eとを備えてもよい。攪拌装置3dは、蓄熱剤X1に緩やかな流れを与えることで、熱交換器3bの表面に生成する蓄熱剤X1の固形分の剥離を促進する。補助加熱器3eは、蓄熱剤貯留槽3aの底部での蓄熱剤X1の固化を防止する。攪拌装置3d及び補助加熱器3eは、蓄熱剤X1の固化にともなうトラブルを予防するもので、これに代わる機能を持つ装置であれば、上記の各装置に限定されるものではない。

[0082] 回収蓄熱剤貯留部7は、媒体加熱部3において熱交換された後の蓄熱剤X

1を一時貯留するための回収蓄熱剤貯留槽7aと、回収蓄熱剤排出器7bと、回収蓄熱剤攪拌装置7cとを備える。回収蓄熱剤貯留槽7aには、媒体加熱部3での熱交換により温度が低下することにより、固相の割合が増加して粘度が高まった蓄熱剤X1が貯留されている。回収蓄熱剤貯留槽7aに貯留される蓄熱剤X1は、流動がきわめて緩慢な状態となっている。したがって、回収蓄熱剤攪拌装置7cは、回収蓄熱剤貯留槽7a内全体をゆっくりとかき混ぜることで、高粘度の蓄熱剤X1の流動を助ける。回収蓄熱剤攪拌装置7cとして、螺旋状、プロペラ状あるいはパドル状の攪拌翼を数枚上下方向に並べた形状等の回転翼を備え、比較的遅い回転速度の攪拌装置を用いることが好ましい。

[0083] 回収蓄熱剤貯留槽7aは、周囲を断熱材等で覆われた容器である。蓄熱剤X1の温度が低下して流動性を失うことを防止するため、回収蓄熱剤補助加熱器7dを設けてもよい。回収蓄熱剤補助加熱器7dは、蓄熱剤X1の温度が T_{min} を下回らないよう加熱できればよい。回収蓄熱剤補助加熱器7dによる加熱方式については、蓄熱剤X1の温度制御できるものであれば、蒸気トレース、電気ヒータ、其他方式でも良い。また、回収蓄熱剤補助加熱器7dの形状は、蓄熱剤X1の温度が T_{min} を下回らないよう加熱できる機能を満たすものであれば、配管状、板状等、何れの形状でも良い。回収蓄熱剤貯留槽7aの底部に備える回収蓄熱剤排出器7bの周囲の温度は、蓄熱剤X1の流動性の維持に可能な範囲である必要がある。回収蓄熱剤補助加熱器7dにより、回収蓄熱剤排出器7bの周囲の温度を効果的に管理できる。

[0084] このような本実施形態の蒸気供給装置1Aの動作を説明する。

蒸気供給装置1Aにおいて、集光収熱器2aにおいて蓄熱剤X1は太陽光より熱エネルギーを得て、作動域における温度 T_L より高く、好ましくは T_{max} に達するまで加熱される。これにより、蓄熱剤X1は、すべてが液相となった状態で、供給蓄熱剤貯留槽6aへと送られる。蓄熱剤X1は、供給蓄熱剤貯留槽6aに一時貯留された後、媒体加熱部3での供給媒体Z1への伝熱の状況に合わせて、供給蓄熱剤搬送ポンプ6bにより、蓄熱剤貯留槽3aへ

と送られる。蓄熱剤貯留槽 3 a においては、蓄熱剤 X 1 と、熱交換器 3 b を通過する供給媒体 Z 1 との熱交換が行われる。加熱された供給媒体 Z 1 は蒸気ドラム 4 a へ送られる。熱エネルギーを放出して温度が低下した蓄熱剤 X 1 は、熱交換器 3 b の表面で固形分となって付着する。

[0085] 熱交換器 3 b の表面に付着した蓄熱剤 X 1 の固形分は、熱交換器 3 b の表面から剥離し、比重差により蓄熱剤貯留槽 3 a の底部へ沈降する。この間、蓄熱剤貯留槽 3 a に設けた攪拌装置 3 d によって蓄熱剤貯留槽 3 a に満たされた液状の蓄熱剤 X 1 に緩やかな流れを発生されることにより、蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離を促す。その結果、熱交換器 3 b の表面が、液状の蓄熱剤 X 1 に直接触れる状態に戻るため、供給媒体 Z 1 への伝熱が促進される。また、蓄熱剤 X 1 の固形分の剥離の促進により、蓄熱剤 X 1 の固形分を速やかに蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に移動させることができる。

[0086] 温度が低下して固形分となった蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に堆積する。蓄熱剤 X 1 の温度が作動域の下限温度 (T_{min}) 以上に保たれている間は、蓄熱剤 X 1 は液相を含んでスラリー状となっているため、蓄熱剤排出器 3 c の稼働により、容易に蓄熱剤貯留槽 3 a から排出され、回収蓄熱剤輸送ポンプ 3 f により、回収蓄熱剤貯留槽 7 a と送られる。回収蓄熱剤貯留槽 7 a において、蓄熱剤 X 1 は一時貯留され、その後、回収蓄熱剤貯留槽 7 a の底部より、回収蓄熱剤排出器 7 b を通じて蓄熱剤循環ポンプ 2 b へ送られ、再び太陽光集光収熱部 2 へと供給されて再利用される。

[0087] 次に、夜間等の太陽光からの熱エネルギーの取得ができない、あるいは不足する時間帯における蒸気供給装置 1 A の作動を説明する。

[0088] 太陽光からの熱エネルギー不足の原因はいくつかあり、熱エネルギー不足の状態が継続する時間によって、対応は異なる。例えば、晴天の日中、太陽光が雲によって遮られることによる、一時的な熱エネルギー不足が考えられる。この場合、太陽光を遮る雲が移動することで、日照が戻り、再び熱エネルギーが得られるようになるので、蓄熱剤 X 1 が通過する経路の温度が T_{min} を下回ってさらに低下する傾向がない限り、経路切替の操作を行う必要はない。

[0089] 一方で、晴天の日中でありながら、日照が長時間、雲によりを遮られることで、蓄熱剤X1の温度が T_{min} を下回る温度まで低下すると見込まれる場合、一時的な処置として、日照が回復するまで、蓄熱剤X1の流動性を維持するために、蓄熱剤X1が通過する経路すべてを T_{min} 以上に保つ操作を行う。具体的には、蓄熱剤X1の温度を監視しつつ、補助加熱器により蓄熱剤X1を加熱してもよい。補助加熱器の熱源としては、電気ヒータや蒸気トレースが考えられ、蒸気トレースの蒸気源として、蒸気供給装置1Aから用途先へ供給される蒸気の一部を利用してもよい。

[0090] 夜間及び天候により長時間日照が得られない場合、太陽光集光収熱部2を通過する蓄熱剤X1の流動性を保持するために補助加熱器による加熱を継続すると、エネルギー消費が増大するので好ましくない。そこで、長時間日照が得られない時間帯については、太陽光集光収熱部2の稼働を停止できるようにするため、蓄熱剤X1の経路に経路切替弁2d（第1～第4弁2d₁～2d₄）を備える。蓄熱剤循環ポンプ2bの出口に3台の経路切替弁2d（第1～第3弁2d₁～2d₃）が設置され、集光収熱器2aから供給蓄熱剤貯留槽6aへ至る経路の途中に1台の経路切替弁2d（第4弁2d₄）が設置される。これらの経路切替弁2dの開・閉の組合せにより、任意に蓄熱剤X1の経路切替が行われる。具体的な操作方法については、以下に説明する。

[0091] [表1]

作動状態	運転モード	ポンプ 2b	2d ₁	2d ₂	2d ₃	2d ₄
(1)	太陽光集光収熱部稼働中	ON	開	開	閉	開
(2)	集光加熱器上流側 蓄熱剤パージ操作	OFF	閉	開	開	閉
(3)	集光加熱器下流側 蓄熱剤パージ操作	OFF	閉	閉	閉	開
(4)	太陽光集光収熱部停止中	ON	開	閉	開	閉

[0092] 表1は、蓄熱剤X1の経路切替弁2dの開・閉状態と太陽光集光収熱部2の稼働の関係を示す。表1において、日照時間帯など、太陽光集光収熱部2

の稼働中においては、作動状態（１）の操作が行われる。作動状態（１）のときには、蓄熱剤循環ポンプ２ｂが稼働されており、また経路切替弁の第１、第２、及び第４弁２ｄ_１、２ｄ_２、２ｄ_４が開状態とされ、第３弁２ｄ_３が閉状態とされる。蓄熱剤循環ポンプ２ｂより送出された蓄熱剤Ｘ１が集光収熱器２ａに供給され、集光収熱器２ａで加熱された蓄熱剤Ｘ１が連続的に供給蓄熱剤貯留槽６ａへ供給される。

[0093] 日没時など、太陽光集光収熱部２の駆動状態を切り替える時間帯においては、作動状態（２）、（３）の操作が行われる。日没時には、集光収熱器２ａにおける蓄熱剤Ｘ１の加熱ができなくなるので、蓄熱剤Ｘ１の集光収熱器２ａへの供給を停止する。そのとき、蓄熱剤循環ポンプ２ｂを停止する。蓄熱剤循環ポンプ２ｂから集光収熱器２ａを経て、供給蓄熱剤貯留槽６ａに至る経路に蓄熱剤Ｘ１が残っており、そのまま放置すると、温度低下により蓄熱剤Ｘ１が固相に変化して流動が困難になる可能性がある。そのため、蓄熱剤循環ポンプ２ｂから集光収熱器２ａを経て、供給蓄熱剤貯留槽６ａに至る経路に残った蓄熱剤Ｘ１をすべて、直近の貯留槽へ退避させる操作を行う。この操作は、表１における作動状態（２）と（３）である。経路切替弁２ｄを、表１に示すとおり開・閉して、パージガス供給装置２ｃより供給されるパージガスＧにより、配管内に残る蓄熱剤Ｘ１を圧送する。

[0094] 表１に示す作動状態（２）及び（３）について、具体的に説明する。

作動状態（２）は、蓄熱剤循環ポンプ２ｂより集光収熱器２ａまでの配管内に残る蓄熱剤Ｘ１を、回収蓄熱剤貯留槽７ａへ退避させる操作である。蓄熱剤循環ポンプ２ｂを停止し、経路切替弁の第１弁２ｄ_１を閉じ、第２弁２ｄ_２を開状態としたまま、第３弁２ｄ_３を開状態とする。第３弁２ｄ_３には、回収蓄熱剤貯留槽７ａの鉛直方向の上部につながる配管が接続されている。更に、集光収熱器２ａの下流に設置された第４弁２ｄ_４を閉じ、この状態で、パージガスＧを供給して、経路内に残った蓄熱剤Ｘ１を回収蓄熱剤貯留槽７ａへ圧送する。なお、回収蓄熱剤貯留槽７ａの鉛直方向の上部には、不図示のパージガスＧを排出する配管が備えられ、供給されたパージガスＧは、不図示

の配管から大気へ放出される。

[0095] 作動状態（２）において、経路切替弁の第１弁 $2d_1$ から集光収熱器 $2a$ の間の蓄熱剤 $X1$ の退避が完了した後、パージガス G の供給を止め、作動状態（３）を行う。経路切替弁の第２弁 $2d_2$ を閉じ、第４弁 $2d_4$ を開いてパージガス G を供給することで、集光収熱器 $2a$ から供給蓄熱剤貯留槽 $6a$ の間に残る蓄熱剤 $X1$ を供給蓄熱剤貯留槽 $6a$ へ退避させる。作動状態（２）と同様に、供給蓄熱剤貯留槽 $6a$ の鉛直方向の上部には、不図示の大気放出用の配管が接続されていて、蓄熱剤 $X1$ の圧送に使われたパージガス G は、供給蓄熱剤貯留槽 $6a$ から大気へ放出される。

[0096] 夜間など、太陽光集光収熱部 2 の停止中においては、作動状態（４）の操作が行われる。作動状態（２）及び（３）の操作の結果、経路切替弁の第２弁 $2d_2$ から、集光収熱器 $2a$ を経て経路切替弁の第４弁 $2d_4$ までの間の配管内の蓄熱剤 $X1$ は退避され、パージガス G が満たされた状態となる。一方、蓄熱剤循環ポンプ $2b$ とその前後の配管の蓄熱剤 $X1$ は退避できないので、作動状態（４）として流動状態を保持させる。具体的には、経路切替弁の第１弁 $2d_1$ を開き、蓄熱剤循環ポンプ $2b$ を稼働させて、回収蓄熱剤貯留槽 $7a$ から回収蓄熱剤排出器 $7b$ 、蓄熱剤循環ポンプ $2b$ 、経路切替弁の第１弁 $2d_1$ 、第３弁 $2d_3$ を経て、回収蓄熱剤貯留槽 $7a$ へ戻る経路で循環させる。

[0097] 以上説明したとおり、本開示における第２実施形態においては、蓄熱剤 $X1$ が温度低下により流動性を失って蓄熱剤 $X1$ の循環系統が閉塞する問題が生じないように、集光収熱器 $2a$ による収熱の状態に応じて、蓄熱剤 $X1$ の経路の変更を行う。また、蓄熱剤 $X1$ の経路変更に際し、集光収熱器 $2a$ と前後の配管内の蓄熱剤 $X1$ を、供給蓄熱剤貯留部 6 と回収蓄熱剤貯留部 7 へ圧送するため、パージガス供給装置 $2c$ よりパージガス G を供給できる。パージガス G の使用は、蓄熱剤 $X1$ の経路切替時に限定されるので、使用量も限定される。しかしながら、パージガス G は、蓄熱剤 $X1$ に直接接触するため、蓄熱剤 $X1$ の変質の恐れがない成分から選定される。また、パージガス G

は、蓄熱剤X 1 が冷却されて固化するのを防ぐため、蓄熱剤X 1 の作動域の下限温度（ T_{min} ）以上の温度にあらかじめ加熱して供給される。

[0098] 蓄熱剤X 1 の経路切替の操作について、表 1 及び図 6 A～C を参照して説明する。

太陽光集光収熱部 2 は、複数の集光収熱器 2 a を備えるが、蓄熱剤X 1 は、基本的に 1 台の蓄熱剤循環ポンプ 2 b から送出され、配管で分岐させて、複数の集光収熱器 2 a へ分配される。集光収熱器 2 a で加熱された蓄熱剤X 1 は、配管で 1 つに集約され、供給蓄熱剤貯留槽 6 a へ供給される。経路切替弁 2 d は、蓄熱剤X 1 の流れが 1 つにまとまっていて、かつ、蓄熱剤X 1 が退避する貯留槽に近い位置、すなわち、蓄熱剤循環ポンプ 2 b の出口と、供給蓄熱剤貯留槽 6 a の入口との 2 か所に設置されてもよい。パージガス G の供給位置は、多数配置された、集光収熱器 2 a の直近がよい。パージガス G は 1 個所から供給するのみでは蓄熱剤X 1 の退避が不十分となるので、できるだけ多くの個所からパージガス G を供給する。パージガス G の供給は、一度に多くの個所から行うのではなく、1 個所から数个所を限度として段階的に行うことが好ましい。

[0099] なお、収集する熱エネルギーの規模が非常に大きく、また、集光収熱器 2 a を配置する面積が非常に大きい場合など、1 台のポンプ 2 b で、すべての集光収熱器 2 a に、均等に蓄熱剤X 1 を供給することが困難な場合がある。このような場合は、多数設置された集光収熱器 2 a を、いくつかのグループに分け、1 グループに 1 台の蓄熱剤循環ポンプ 2 b を設けてもよい。回収蓄熱剤排出器 7 b より複数のグループへ蓄熱剤X 1 を分岐し、グループごとに集光収熱器 2 a への蓄熱剤X 1 の供給と加熱を行った後、最終的に、1 つの供給蓄熱剤貯留槽 6 a へ供給して貯留する。これにより、多数設置された集光収熱器 2 a への蓄熱剤X 1 の供給を可能な限り均等化し、蓄熱剤X 1 の加熱を効率化することができる。このような場合は、蓄熱剤X 1 の経路切替弁 2 d の設置と、パージガス G の供給とを、グループ単位で行うのが好ましい。

[0100] 上記のとおり、太陽光集光収熱部 2 が稼働する日照時間帯と、太陽光集光

収熱部 2 の稼働を停止する時間帯とで、蓄熱剤 X 1 が通過する経路を切替えて作動させる。それぞれの時間帯における作動を、図 6 A～C を参照して説明する。

[0101] 図 6 A～C は、太陽光集光収熱部 2 と、供給蓄熱剤貯留槽 6 a と、蓄熱剤貯留槽 3 a と、回収蓄熱剤貯留槽 7 a とからなる、蓄熱剤 X 1 が循環する経路を模式的に表している。また、図 6 A～C には、蓄熱剤 X 1 の循環経路の切替を行う弁が蓄熱剤 X 1 の循環経路に記載されている。図 6 A は、太陽光集光収熱部 2 が稼働中である日照時間帯（日の出から日没まで）における作動状態（1）を示す。図 6 B は、太陽光の集光が停止する日没時（すなわち、経路切替の時間帯）における作動状態（2）、（3）を示す。図 6 C は、太陽光の集光が停止する夜間等の日照が得られない時間帯における作動状態（4）を示す。また、図 6 A～C には、各貯槽の蓄熱剤 X 1 の貯留量（タンクレベル）を表す図を併せて載せている。

[0102] 蓄熱剤貯留槽 3 a では、供給媒体 Z 1 の加熱の熱量に対応する熱エネルギーが蓄熱剤 X 1 から、連続的に放出されている。その結果、熱エネルギーを放出して温度が低下した蓄熱剤 X 1 は徐々に温度が低下して、一部が固相に変化する。この結果、熱交換器 3 b の表面に蓄熱剤 X 1 の固形分が析出される。蓄熱剤 X 1 の固形分はやがて剥離して蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に沈降し、堆積する。これにより、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部には、固形分となった蓄熱剤 X 1 が、次々と堆積する。しかしながら、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に設置された蓄熱剤排出器 3 c を稼働することで、堆積した蓄熱剤 X 1 を順次、排出する。熱交換器 3 b から剥離して蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に沈降する蓄熱剤 X 1 が、蓄熱剤排出器 3 c により随時排出されることで、固形分となった蓄熱剤 X 1 の堆積層はほぼ一定の厚みに保たれる。

[0103] 蓄熱剤貯留槽 3 a には、供給媒体 Z 1 を加熱するため、供給蓄熱剤貯留槽 6 a より、蓄熱剤排出器 3 c を介して加熱された蓄熱剤 X 1 が供給される。蓄熱剤貯留槽 3 a においては、加熱された蓄熱剤 X 1 が流量 Q_1 で供給され、底部より固形分となった蓄熱剤 X 1 が流量 Q_1 で排出される。したがって、蓄

熱剤貯留槽 3 a のタンクレベルは、全ての時間帯において一定値を示す。すなわち、蓄熱剤貯留槽 3 a の内部に貯留される蓄熱剤 X 1 の総量は一定に保たれる。なお、図 6 A ~ C において、各貯槽のタンクレベルを示す図は、ハッチングの部分と白抜きの部分で分けられているが、白抜きの部分が、説明の対象となる時間帯を表している。

[0104] 回収蓄熱剤貯留槽 7 a から太陽光集光収熱部 2 へ供給される蓄熱剤 X 1 の流量は以下の要領で設定される。すなわち、本開示における蒸気供給装置 1 A は、日照時間帯に太陽光より得られる熱エネルギーの合計で、24 時間連続で供給媒体 Z 1 を加熱するのに必要な熱エネルギーの合計を賄うよう設計される。具体的には、熱エネルギーの供給側は 1 日あたりの稼働時間が日照時間帯（例えば 8 ~ 12 時間）に制限され、熱エネルギーの使用側は 1 日あたりの稼働時間が 24 時間連続となる。したがって太陽光集光収熱部 2 で収集する時間当たりの熱エネルギー量が、供給媒体 Z 1 の加熱に必要な時間当たり熱エネルギー量の 2 ~ 3 倍となる。さらに日照が一時的に遮られる分の熱エネルギーの余裕を考慮し、太陽光集光収熱部 2 で収集する時間当たりの熱エネルギー量が、供給媒体 Z 1 の加熱に必要な時間当たり熱エネルギー量の 3 ~ 4 倍とされる必要がある。これが、図 6 A ~ C 中の Q_2 （太陽光集光収熱部 2 を通過する蓄熱剤 X 1 の流量）と Q_1 （蓄熱剤貯留槽 3 a への供給量）の大きさの比となる。

[0105] 具体的には、太陽光集光収熱部 2 における蓄熱剤 X 1 の作動域の下限温度 T_{min} から、蓄熱剤 X 1 の作動域の上限温度 T_{max} まで加熱するのに必要な熱量の日照時間帯における積算量は、下記式（1）にて表される。なお、1 kg（キログラム）の蓄熱剤 X 1 を T_{min} から T_{max} まで加熱するのに必要な熱量を H_{x1} とし、日照時間帯（例えば 8 時間）に太陽光から得られる熱量は一定と仮定する。

[0106]
$$\text{総熱量} = H_{x1} \times Q_2 \times [\text{日照時間 (8 時間)}] \quad (1)$$

これに対し、供給媒体 Z 1 を加熱するのに必要な時間当たりの熱量を H_{z1} としたとき、供給媒体 Z 1 の加熱に必要な 1 日の総熱量は式（2）のように

なる。

$$\text{総熱量} = H_{z1} \times 24 \quad (2)$$

[0107] 式1と式2の総熱量は等しいので、日照時間が8時間である場合は、 Q_2 は Q_1 の3倍とする必要がある。さらに、日照時間帯に、雲が太陽光を遮る状況や、天候不順で日照が十分得られない場合のための余裕等を考慮すると、 Q_2 は Q_1 に対し、更に大きな値とする必要がある。

[0108] 上述のように、図6Aに示される日照時間帯において、 Q_2 は Q_1 よりも大きくなる。供給蓄熱剤貯留槽6aについて、太陽光集光収熱部2から供給蓄熱剤貯留槽6aに供給される蓄熱剤X1の流量が Q_2 であり、供給蓄熱剤貯留槽6aの底部より抜きだされ、蓄熱剤貯留槽3aへ供給される蓄熱剤X1の流量 Q_1 である。したがって、図6Aに示される日照時間帯において、供給蓄熱剤貯留槽6aにおいては蓄熱剤X1の供給過多となるため、供給蓄熱剤貯留槽6aのタンクレベルは大きく上昇する。一方、回収蓄熱剤貯留槽7aについて、蓄熱剤貯留槽3aの底部より抜き出されて、回収蓄熱剤輸送ポンプ3fから回収蓄熱剤貯留槽7aに供給される蓄熱剤X1の流量は Q_1 であり、回収蓄熱剤貯留槽7aの底部より抜き出されて太陽光集光収熱部2へ供給される蓄熱剤X1の流量は Q_2 である。したがって、図6Aに示される日照時間帯において、回収蓄熱剤貯留槽7aにおいては蓄熱剤X1の排出過多となるため、回収蓄熱剤貯留槽7aのタンクレベルは大きく減少する。

[0109] 続いて、図6Bに示す蓄熱剤X1の経路切替の操作の時間帯（日没時）について説明する。

蓄熱剤X1の太陽光集光収熱部2へ供給は停止されるので、蓄熱剤X1の流量 Q_2 はゼロとなる。しかしながら、供給媒体Z1の加熱は継続するため、蓄熱剤貯留槽3aへの蓄熱剤X1の供給量と、蓄熱剤貯留槽3aからの排出量は、いずれも Q_1 で維持される。その結果、図6Bに示される日没時において、供給蓄熱剤貯留槽6aにおいては供給量ゼロに対して排出量 Q_1 となる排出過多となるため、供給蓄熱剤貯留槽6aのタンクレベルは減少に転じる。また、図6Bに示される日没時において、回収蓄熱剤貯留槽7aにおいては

供給量 Q_1 に対して排出量ゼロとなる供給過多となるため、回収蓄熱剤貯留槽 7 a のタンクレベルは増加に転じる。

[0110] その後、太陽光集光収熱部 2 の蓄熱剤循環ポンプ 2 b から集光収熱器 2 a を経て、供給蓄熱剤貯留槽 6 a に至る経路（配管）内に残留する蓄熱剤 X 1 を供給蓄熱剤貯留槽 6 a 又は回収蓄熱剤貯留槽 7 a へ向けてパージする操作が行われる。これは、蓄熱剤 X 1 が固化して経路を塞ぐことを防止するためである。蓄熱剤 X 1 が通過する経路における蓄熱剤 X 1 を全て退避させ、この状態で、次の収熱開始（日照時間帯）まで待機する。配管内を流れる蓄熱剤 X 1 は、パージガス G により圧送される。上流側の配管内を流れる蓄熱剤 X 1 は回収蓄熱剤貯留槽 7 a に退避され、下流側の配管内を流れる蓄熱剤 X 1 は供給蓄熱剤貯留槽 6 a へ退避される。したがって、各貯留槽のタンクレベルは、パージ操作により若干上昇する。

[0111] 続いて、図 6 C に示す蓄熱剤 X 1 の経路切替の操作の時間帯（夜間等の日照が得られない時間帯）について説明する。

図 6 C は、夜間（日照が得られない時間帯）の蓄熱剤 X 1 の通過経路とタンクレベルの変化を示す。太陽光集光収熱部 2 には蓄熱剤 X 1 を供給しないため、太陽光集光収熱部 2 へ供給する蓄熱剤 X 1 の流量 Q_2 はゼロである。一方、媒体加熱部 3 では、供給媒体 Z 1 の加熱が連続して行われるため、蓄熱剤貯留槽 3 a には、常に加熱された蓄熱剤 X 1 が流量 Q_1 で供給される。また、供給される蓄熱剤 X 1 と同量だけ、固形分となって沈降する蓄熱剤 X 1 が蓄熱剤貯留槽 3 a の底部より抜き出される。すなわち、蓄熱剤貯留槽 3 a への蓄熱剤 X 1 の供給量と、蓄熱剤貯留槽 3 a からの排出量は、いずれも Q_1 で維持される。その結果、図 6 C に示される夜間において、供給蓄熱剤貯留槽 6 a のタンクレベルは減少を続け、回収蓄熱剤貯留槽 7 a のタンクレベルは増加を続ける。

[0112] 蓄熱剤循環ポンプ 2 b を含む蓄熱剤 X 1 の通過経路の一部は、蓄熱剤 X 1 のパージができない。したがって、太陽光集光収熱部 2 が停止している時間帯については、蓄熱剤 X 1 のパージができない経路においては循環を継続し

、蓄熱剤X 1 が冷えて固化するのを防止する。具体的には、第1 及び第3 弁2 d₁、2 d₃を開状態とし、第2 及び第4 弁2 d₂、2 d₄を閉状態するよう経路切替弁2 d を操作する。これにより、回収蓄熱剤貯留槽7 a の底部から抜き出した蓄熱剤X 1 を、蓄熱剤循環ポンプ2 b を介し、回収蓄熱剤貯留槽7 a の上部へ戻す経路で、最小限の流量Q₃で循環を継続する。

このようにして、蓄熱剤貯留槽3 a には、常に熱エネルギーを十分蓄熱した蓄熱剤X 1 が供給され、夜間においても、熱交換器3 b において、蓄熱剤X 1 と供給媒体Z 1 との熱交換を行うことができる。

[0113] すなわち、太陽光集光収熱部2 において熱エネルギーが供給されない夜間においては、供給蓄熱剤貯留槽6 a 内に貯留された、熱エネルギーを十分蓄えた蓄熱剤X 1 を、日照時間帯と変わらない流量で媒体加熱部3 へ供給し、日照時間帯と同じ条件で供給媒体Z 1 を加熱して供給媒体Z 1 の蒸気を発生させることができる。更に、供給媒体Z 1 に熱を与えることで温度が低下し、固形分となった蓄熱剤X 1 は、蓄熱剤貯留槽3 a の底部から抜き出され、蓄熱剤貯留槽3 a のレベルが一定に保たれる。したがって、熱交換器3 b での伝熱条件が一定に保たれる。また、熱交換器3 b での伝熱に用いられた蓄熱剤X 1 は、回収蓄熱剤貯留槽7 a に貯留され、流動性を維持したまま保存される。日照が得られる時間帯において、回収蓄熱剤貯留槽7 a 内に貯留された蓄熱剤X 1 を、供給媒体Z 1 の加熱で消費する蓄熱剤X 1 の量を大きく上回る流量で太陽光集光収熱部2 へ供給し、加熱して熱エネルギーを十分蓄えた蓄熱剤X 1 とし、供給蓄熱剤貯留槽6 a へ供給する。これにより、供給蓄熱剤貯留槽6 a 内に貯留された蓄熱剤X 1 の在庫量を増やすことで、夜間の蓄熱剤X 1 の消費に備える。

[0114] また、日照時間帯から夜間（日照が得られない時間帯）へと移行するときには、集光収熱器2 a の近傍（集光収熱器2 a 下流側の配管が好ましい）からパージガスG を供給する。パージガスG は、蓄熱剤X 1 に物理的、化学的に変化を与えない成分であればよく、例えば窒素等の不活性ガス、もしくはドライ空気（水分を除去した空気）である。パージガスG は、少なくとも蓄熱

剤X 1の作動域の下限温度 T_{min} 以上に加熱される。パージガスGを供給することにより、太陽光集光収熱部2に滞留する蓄熱剤X 1を、供給蓄熱剤貯留槽6 a及び回収蓄熱剤貯留槽7 aへと退避する。

[0115] このような本実施形態によれば、蒸気供給装置1 Aは、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにより加熱された蓄熱剤X 1により、供給媒体Z 1を加熱して一部を蒸気とし、供給媒体Z 1から分離した供給媒体Z 1の蒸気（蒸気媒体Z 1 s）を用途先へ供給する。これにより、太陽光から得られる熱エネルギーが不足する夜間等、日照が得られない時間帯においても、蓄熱剤X 1により供給媒体Z 1の加熱を行い、供給媒体Z 1の蒸気（蒸気媒体Z 1 s）を安定供給することが可能である。

また、太陽光を集光して得られる熱エネルギーを、蓄熱剤X 1を用いて蓄熱することにより、供給媒体Z 1に伝えられる熱量が一定となり、安定した条件で蒸気媒体Z 1 sを供給することが可能である。

[0116] また、蓄熱剤貯留槽3 aの前段に供給蓄熱剤貯留槽6 aが設けられる。これにより、太陽光集光収熱部2で加熱され、十分な熱エネルギーを蓄えた蓄熱剤X 1を供給蓄熱剤貯留槽6 aに貯留することができる。この結果、太陽光からの熱エネルギーが得られない夜間等の時間帯においても、供給媒体Z 1の加熱に必要な熱エネルギーが供給できる。したがって、日照の有無にかかわらず、連続して用途先へ蒸気媒体Z 1 sを供給できる。

[0117] また、蓄熱剤貯留槽3 aの後段に回収蓄熱剤貯留槽7 aが設けられる。これにより、媒体加熱部3において熱交換され、一部が固相となって固形化し、蓄熱剤貯留槽3 aの底部に堆積した蓄熱剤X 1を、日照が得られない時間帯においても、蓄熱剤貯留槽3 a内に留めることなく、連続的に排出して、回収蓄熱剤貯留槽7 aに供給することができる。回収蓄熱剤貯留槽7 aに供給された蓄熱剤X 1は、次の日照時間帯になるまで、スラリの状態で流動性を維持した状態のまま、回収蓄熱剤貯留槽7 aに貯留することができる。これにより、蓄熱剤貯留槽3 a内の蓄熱剤X 1の状態（タンクレベル、蓄熱剤貯留槽3 aの底部に堆積した固形分の割合等）を一定に保ったまま、供給媒

体 Z 1 の加熱が継続できる。したがって、日照の有無にかかわらず、連続して用途先へ蒸気媒体 Z 1 s を供給できる。

[0118] また、太陽光集光収熱部 2 に設けられたパージガス供給装置 2 c と経路切替弁 2 d とにより、太陽光から熱エネルギーが得られなくなる前後に、集光収熱器 2 a 及び集光収熱器 2 a に蓄熱剤 X 1 を案内する配管に残留する蓄熱剤 X 1 を除去することが可能である。これによって、太陽光集光収熱部 2 において蓄熱剤 X 1 が通過する経路（配管）で、蓄熱剤 X 1 が冷却されて完全に固化することによる、配管の閉塞を防止することができる。

[0119] なお、図 6 A～C においては、集光収熱器 2 a が架台の上に設置され、架台の下の部分に蓄熱剤貯留槽 3 a、供給蓄熱剤貯留槽 6 a、及び回収蓄熱剤貯留槽 7 a などの蓄熱剤 X 1 が貯留される部材を配置している。この配置により、集光収熱器 2 a 及び集光収熱器 2 a の前後の配管に滞留する蓄熱剤 X 1 を、パージ操作により貯留槽へ効果的に圧送できる。また、この配置は、土地の有効活用の面でも好ましい。

[0120] [第 3 実施形態]

第 2 実施形態の蒸気供給装置 1 A の変形例を第 3 実施形態として説明する。なお、同一の構成については符号を同一とし、説明を省略する。

[0121] 本実施形態における蒸気供給装置 1 B は、太陽光集光収熱部 2 と、媒体加熱部 3 と、蒸気供給部 4 と、媒体循環部 5 とに加えて、蒸気媒体過熱部 8（蒸気加熱部）をさらに備えている。蒸気供給装置 1 B の構成を図 7 に示す。図面では主要な部分のみ記載し、第 2 実施形態で説明した蓄熱剤 X 1 の循環系統を省略している。本実施形態における媒体加熱部 3 は、第 2 実施形態と同様に、図示しない蓄熱剤 X 1 の循環系統を備えている。また、蒸気媒体過熱部 8 についても、媒体加熱部 3 と同様に、過熱用蓄熱剤 X 2（第 2 の蓄熱剤）を循環する系統を備えている。過熱用蓄熱剤 X 2 の循環系統については、蓄熱剤 X 2 の作動域の設定を除き、蓄熱剤 X 1 の循環系統と同じであるため、説明を省略するとともに、符号の記載も省略する。

[0122] 蒸気媒体過熱部 8 は、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a と、過熱用熱交換器 8 b と

、過熱用蓄熱剤排出器 8 c とを備える。過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a は、過熱用蓄熱剤 X 2（第 2 の蓄熱剤）が内部に貯留される。蒸気供給部 4 より供給される蒸気媒体 Z 1 s（供給媒体 Z 1 の加熱により得られる蒸気）が過熱用熱交換器 8 b に案内される。蓄熱剤貯留槽 3 a と同様に、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a の鉛直方向の上部には、作動域の上限温度 T_{max} 程度まで加熱された過熱用蓄熱剤 X 2 が供給される。過熱用蓄熱剤 X 2 は、過熱用熱交換器 8 b に案内される蒸気媒体 Z 1 s に熱エネルギーを与える。過熱用蓄熱剤 X 2 は、熱エネルギーを放出して温度低下することにより一部が固相となり、過熱用熱交換器 8 b の表面に固形分となって付着する。固形分となった過熱用蓄熱剤 X 2 は、やがて剥離して、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a 底部へ沈降する。固形分となった過熱用蓄熱剤 X 2 が、長時間剥離せずに過熱用熱交換器 8 b の表面にとどまることで、蒸気媒体 Z 1 s の過熱を妨げることを防止するために、攪拌装置 8 d を更に備えてもよい。攪拌装置 8 d を用いて過熱用蓄熱剤 X 2 に緩やかな流れを与えることにより、過熱用蓄熱剤 X 2 の剥離を促す。

[0123] なお、蓄熱剤として用いる混合塩は、組成を任意に調整することで、作動域を変化させることができる。本実施形態に示す、蓄熱剤 X 1 と過熱用蓄熱剤 X 2 とについても、混合塩の組成を変えることで、稼働条件に適した作動域を得ることが可能である。ただし、過熱用蓄熱剤 X 2 は、相変化を生じる温度域が蓄熱剤 X 1 より、必ずしも高温である必要はない。蓄熱剤 X 1 と過熱用蓄熱剤 X 2 との作動域を使い分けることで、蓄熱剤 X 1 と過熱用蓄熱剤 X 2 とを、同じ組成の混合塩としても、蒸気供給装置 1 B の条件を満たす稼働を行うことが可能である。すなわち、蓄熱剤がすべて液相で存在する温度域の下限（液相から固相への変化が始まる温度： T_L ）から T_{max} まで、図 4 の例では 100°C を超える温度幅がある。媒体加熱部 3 での供給媒体 Z 1 の加熱には、図 4 の例で示す T_{min} から T_{max} のうち、低温側の領域を利用し、供給媒体 Z 1 から発生した蒸気媒体 Z 1 s（供給媒体 Z 1 の飽和蒸気）の過熱は T_{min} から T_{max} のうち、高温側の領域を利用する。これにより、蓄熱剤 X 1 と過熱用蓄熱剤 X 2 とで作動域を使い分けることができ

る。

[0124] 過熱用蓄熱剤X 2は、蒸気媒体Z 1 sを過熱することで自身は熱エネルギーを放出し、温度が低下して過熱用蓄熱剤貯留槽8 aの底部に沈降する。したがって、過熱用蓄熱剤排出器8 cにより、過熱用蓄熱剤貯留槽8 aの外部へ過熱用蓄熱剤X 2が案内される。図7において、蒸気媒体過熱部8の上流側（過熱用蓄熱剤X 2の供給側）と下流側（過熱用蓄熱剤X 2の排出側）は、図示していないが、供給蓄熱剤貯留部6と回収蓄熱剤貯留部7とにそれぞれ対応する2種類の過熱用蓄熱剤貯留部と、過熱用蓄熱剤X 2を太陽光により加熱する太陽光集光収熱部2に対応する第2の太陽光集光収熱部を備える。これら装置の作動は、第2実施形態で説明した、蓄熱剤X 1の循環する系統と、温度条件を除き、ほぼ同じである。

[0125] なお、蓄熱剤X 2に使用する混合塩の組成によっては、蓄熱剤X 2が蒸気媒体Z 1 sの加熱に利用された後も、蓄熱剤X 2の温度が T_L まで低下せず、したがって固相の蓄熱剤X 2が発生しない場合がある。その場合は、温度が低下した液相の蓄熱剤X 2を、過熱用蓄熱剤X 2を加熱する太陽光集光収熱器（不図示）に供給し、蓄熱剤X 2の温度を T_{max} 付近まで加熱して再利用する。すなわち、この場合は、循環系統の全体が液相の蓄熱剤X 2のみで満たされている状態で、蒸気供給装置1 Bが稼働される。

[0126] 媒体循環部5は、媒体タンク5 aと、媒体供給ポンプ5 bと、媒体予熱器5 cと、圧力調節弁5 dと、媒体凝縮器5 eとを備えている。媒体予熱器5 cの一次側には、用途先より回収した使用済の蒸気（蒸気媒体Z 1 s及び過熱蒸気媒体Z 2 s）が供給される。媒体予熱器5 cの二次側には、液体状態の補給媒体Zが供給される。媒体凝縮器5 eは、媒体凝縮器5 eの一次側を通過した使用済の蒸気を、外気または冷水等により冷却する。媒体凝縮器5 eにより凝縮された蒸気は、液体の補給媒体Zとして媒体タンク5 aに貯留される。

[0127] 補助ボイラ4 bは、太陽光からの熱エネルギーが長時間供給されない場合の、補助加熱器である。すなわち、補助ボイラ4 bは、必要が生じた場合のみ

稼働する。補助ボイラ 4 b には、蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の下側の供給媒体 Z 1 の液体が供給される。補助ボイラ 4 b は、電力または化石燃料の燃焼により、液体の供給媒体 Z 1 を加熱し、蒸気を含む供給媒体 Z 1 として蒸気ドラム 4 a へ供給する。蒸気ドラム 4 a と補助ボイラ 4 b の間の供給媒体 Z 1 の循環は、基本的には自然対流である。しかしながら、必要に応じ、供給媒体 Z 1 を強制的に循環するためのポンプを備えてもよい。補助ボイラ 4 b は、蓄熱剤 X 1 及び過熱用蓄熱剤 X 2 が通過する経路の保温用の蒸気の供給に用いてもよい。

[0128] このような蒸気供給装置 1 B においては、蒸気ドラム 4 a 内に貯留される供給媒体 Z 1 が、蓄熱剤貯留槽 3 a 内に設置された熱交換器 3 b との間で循環する間に、蓄熱剤 X 1 と熱交換され、一部が蒸気となる。その結果、蒸気ドラム 4 a 内で、鉛直方向の下側における液体の供給媒体 Z 1 と、鉛直方向の上側における蒸気の供給媒体 Z 1（蒸気媒体 Z 1 s）とに分離される。そして、蒸気ドラム 4 a 内の蒸気媒体 Z 1 s は、蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の上側から取り出され、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a 内の過熱用熱交換器 8 b へと案内される。蒸気媒体 Z 1 s は、過熱用熱交換器 8 b において過熱用蓄熱剤 X 2 によりさらに加熱され、過熱蒸気（過熱蒸気媒体 Z 2 s）となり、過熱蒸気を要する用途先へと供給される。蒸気ドラム 4 a の鉛直方向の上部より取出された飽和蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）の一部は、飽和蒸気を要する用途先へと供給される。

[0129] また、各用途先から回収された使用済蒸気は、媒体予熱器 5 c において、液体の補給媒体 Z と熱交換された後、媒体凝縮器 5 e において冷却され、液体の補給媒体 Z へと戻される。媒体予熱器 5 c と媒体凝縮器 5 e の間に設けられた圧力調節弁 5 d は、蒸気媒体 Z 1 s が蒸気ドラム 4 a から使用済蒸気として回収されるまでの間の圧力を保持する。飽和蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）の温度は、圧力調節弁 5 d の調整により影響される。液体となった補給媒体 Z は、媒体タンク 5 a へ案内される。媒体タンク 5 a には、不足分の補給媒体 Z が補填される。補給媒体 Z は、媒体供給ポンプ 5 b により加圧され、媒

体予熱器 5 c において予熱され、蒸気ドラム 4 a へと供給される。

[0130] 本実施形態によれば、供給媒体 Z 1 を加熱して得られた蒸気媒体 Z 1 s (供給媒体 Z 1 の飽和蒸気) を過熱用蓄熱剤 X 2 により再加熱することで、過熱状態とすることができる。したがって、蒸気媒体 Z 1 s (飽和蒸気) よりも高温の過熱蒸気媒体 Z 2 s (過熱蒸気) を用途先へ供給することが可能である。

[0131] このような本実施形態の蒸気供給装置 1 B によれば、複数の温度の蒸気を用用途先へ供給することが可能である。

[0132] [第 4 施形態]

上記第 3 施形態の蒸気供給装置 1 B の変形例を第 4 実施形態として説明する。なお、上記第 3 実施形態と同一の構成については符号を同一とし、説明を省略する。

[0133] 本実施形態における蒸気供給装置 1 C は、太陽光集光収熱部 2 と、供給蓄熱剤貯留部 6 と、媒体加熱部 3 と、蒸気供給部 4 と、媒体循環部 5 と、回収蓄熱剤貯留部 7 と、蒸気媒体過熱部 8 とを備えている。本実施形態において、蒸気媒体過熱部 8 は、独自の蓄熱剤の循環系統を持たず、供給蓄熱剤貯留部 6 より、加熱された蓄熱剤 X 1 の供給を受ける。また、蓄熱剤 X 1 は、蒸気媒体過熱部 8 において蒸気媒体 Z 1 s と熱交換した後、媒体加熱部 3 へ供給される。蒸気供給装置 1 C の構成を図 8 に示す。

[0134] 本実施形態における蒸気供給装置 1 C は、1 種類の蓄熱剤 X 1 を用いて、供給媒体 Z 1 の加熱と、蒸気媒体 Z 1 s (供給媒体 Z 1 の加熱により生じる蒸気) の過熱の両方を行う。太陽光集光収熱部 2 で加熱された蓄熱剤 X 1 は、供給蓄熱剤貯留槽 6 a、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a、蓄熱剤貯留槽 3 a、回収蓄熱剤貯留槽 7 a の順に、移動しながら、蒸気媒体 Z 1 s の過熱及び供給媒体 Z 1 の加熱の目的で熱エネルギーを放出する。これにより、蓄熱剤 X 1 は、固相を生じてスラリー状に変化して、回収蓄熱剤貯留槽 7 a に一時貯留される。日照時間帯においては、回収蓄熱剤貯留槽 7 a に貯留された蓄熱剤 X 1 は、太陽光集光収熱部 2 へ案内され、加熱され、再利用される。

[0135] 本実施形態における蒸気供給装置 1 C の作動について、図 8 を参照して詳細に説明する。本実施形態においては、蓄熱剤は 1 種類のみ使用し（蓄熱剤 X 1）、供給媒体 Z 1 の飽和蒸気と過熱蒸気の両方を用途先へ供給することができる。蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤循環ポンプ 2 b により、複数の集光収熱器 2 a へ案内され、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにより、蓄熱剤 X 1 の作動域の上限温度 T_{max} を目標に加熱される。代表的な組成の蓄熱剤を例に説明すると、図 9 の相変化特性図上で、蓄熱剤 X 1 の作動域の下限温度 T_{min} で供給された蓄熱剤 X 1 が、集光収熱器 2 a で加熱されることにより、図 9 の「蓄熱」過程を経て、蓄熱剤 X 1 の作動域の上限温度 T_{max} で示す状態に変化する。

[0136] 上限温度 T_{max} となった蓄熱剤 X 1 は、供給蓄熱剤貯留槽 6 a に一時貯留される。供給蓄熱剤貯留槽 6 a は保温構造を有しており、蓄熱剤 X 1 は上限温度 T_{max} の状態を維持しつつ、供給蓄熱剤貯留槽 6 a に貯留される。供給蓄熱剤貯留槽 6 a の底部からは加熱され、すべて液相となった蓄熱剤 X 1 が一定の流量で排出され、供給蓄熱剤搬送ポンプ 6 b により過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a へ案内される。

過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a の内部に設置された過熱用熱交換器 8 b には、蒸気供給部 4 で発生した蒸気媒体 Z 1 s が案内され、蓄熱剤 X 1 と熱交換が行われる。図 9 は、その時の状態変化の一例であるが、蓄熱剤 X 1 は、自身の持つ顕熱の一部を放出し（図 9 の「蒸気媒体 Z 1 s の過熱」過程）、その熱エネルギーにより蒸気媒体 Z 1 s が過熱される。過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a において、蓄熱剤 X 1 は鉛直方向の上部より供給され、鉛直方向の下部より排出される。過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a において、蒸気媒体 Z 1 s は、管状の過熱用熱交換器 8 b の鉛直方向の下側から鉛直方向の上側へ向かって流れるよう、過熱用熱交換器 8 b の流路を配置する。これにより、蒸気媒体 Z 1 s の過熱用熱交換器 8 b の出口での温度は、蓄熱剤 X 1 の作動域の上限温度 T_{max} に近い温度まで過熱できる。

[0137] 本実施形態における過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a 内では、蓄熱剤 X 1 は顕熱の

放出にとどまるため、基本的に蓄熱剤 X 1 の液相から固相への相変化は起こらない。図 8 において、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a 内に攪拌装置 8 d が設けられている。しかしながら、通常の作動において、蓄熱剤 X 1 の攪拌の必要はないため、攪拌装置 8 d は省略されてもよい。ただし、長時間の日照不足で、蓄熱剤 X 1 が放熱し、固相を生じる可能性がある。このような状況から蒸気供給装置 1 C を起動する際に、蓄熱剤 X 1 を円滑に流動させるために、攪拌装置 8 d が設けられる。

[0138] 顕熱の一部を放出した蓄熱剤 X 1 は、過熱用蓄熱剤貯留槽 8 a の底部から過熱用蓄熱剤排出器 8 c により排出され、更に蓄熱剤搬送ポンプ 8 f を介して、蓄熱剤貯留槽 3 a へ供給される。蓄熱剤貯留槽 3 a では、第 1 ～ 第 3 実施形態に記載のとおり、蓄熱剤 X 1 と供給媒体 Z 1 との熱交換により、蓄熱剤 X 1 は液相から固相へ変化が進み、下限温度 T_{min} に近くまで温度が低下してスラリー状となり、蓄熱剤貯留槽 3 a の底部に沈降する。沈降したスラリー状の蓄熱剤 X 1 は、蓄熱剤排出器 3 c により排出され、回収蓄熱剤輸送ポンプ 3 f を介して回収蓄熱剤貯留槽 7 a へ供給される。

[0139] 蓄熱剤貯留槽 3 a で蓄熱剤 X 1 が放出する熱エネルギーは、蓄熱剤貯留槽 3 a 内に設置される熱交換器 3 b 内を通過する供給媒体 Z 1 の加熱に利用され、加熱により供給媒体 Z 1 の一部が、蒸気（蒸気媒体 Z 1 s）となる。この間の蓄熱剤 X 1 の状態は、図 9 の「供給媒体 Z 1 の加熱」過程に示されるように、作動域の下限温度 T_{min} へと変化する。蓄熱剤 X 1 の作動については、第 1 ～ 第 3 実施形態にて説明した内容と同じであるため、詳細な説明は省略する。

[0140] このような本実施形態の蒸気供給装置 1 C によれば、1 種類の蓄熱剤を使用して、複数の温度の蒸気を用途先へ供給することが可能である。なお、日照が得られない時間帯においては、第 2 実施形態において、表 1 及び図 6 A ～ C を参照して説明したとおり、日照の有無に応じ蓄熱剤 X 1 の経路切替を行う。これにより、連続的に蒸気を用途先へ供給するとともに、蓄熱剤 X 1 の流動性を失うことなく保存することができる。

[0141] 本実施形態においては、図9に記載のとおり、加熱された蓄熱剤X1が保持する熱エネルギーのうち、顕熱と潜熱を使い分けることにより、供給媒体Z1の加熱を効率的に行う。蒸気媒体Z1sの過熱においては、蓄熱剤X1の顕熱を用い、蒸気媒体Z1sの過熱、すなわち顕熱の増加に資する。供給媒体Z1の加熱においては、蓄熱剤X1が液相から固相に変化する際の潜熱を主に使用して供給媒体Z1の液体を蒸気に変化させるための潜熱を与える。熱量として比較的小さいが温度が比較的高い蓄熱剤X1の顕熱を用いて蒸気の過熱、すなわち顕熱の増加に資する。熱量として比較的大きいが温度が比較的低い蓄熱剤X1の潜熱を用いて供給媒体Z1が蒸発するのに必要な熱、すなわち蒸発潜熱に資する。これにより、効率的な蒸気供給が可能となる。

[0142] [第5実施形態]

本開示の第3実施例に用いる蒸気供給装置1Bを備える乾燥システムSについて第5実施形態として説明する。なお、同一の構成については符号を同一とし、説明を省略する。

[0143] 本実施形態の乾燥システムSは、図10に示すように蒸気供給装置1Bと、蒸気供給装置1Cとのいずれか一方と、乾燥装置100とを備える。乾燥システムSは、高湿原料Mw（バイオマス、パーム滓、褐炭に代表される高水分の石炭等の固体燃料）を乾燥させる。

[0144] 乾燥装置100は、流動化ガス風箱103と、乾燥室104と、乾燥室隔壁105と、加熱用蒸気管110と、過熱蒸気減圧弁111と、流動化ガス加熱器120と、流動化ガスブロワ130とを備える。複数の加熱用蒸気管110が、乾燥室104の内部において流動層を形成する高湿原料Mwの層内に、流動化ガスの流れに対して直交するように設けられている。加熱用蒸気管110の内部には、蒸気媒体Z1s（飽和蒸気）と、過熱蒸気媒体Z2sのいずれか一方が通される。流動化ガス加熱器120の一次側には、加熱用蒸気管110を通過した使用済蒸気を通され、流動化ガス加熱器120の二次側には、高湿原料Mwの流動化に用いられたガスの一部が循環ガスRとして流動化ガスブロワ130を介して導かれる。高湿原料Mwの流動化に用

いられたガスは、使用済蒸気との熱交換により加熱され、流動化ガスNとして流動化ガス風箱103へ供給される。流動化ガスブロワ130の入口側には、不活性ガスPが供給される。不活性ガスPは、乾燥装置100の起動時等を中心に、必要に応じて流動化ガスブロワ130に供給される。また、流動化ガス風箱103には、過熱蒸気媒体Z2sの一部が、過熱蒸気減圧弁111を介して供給される。

[0145] 蒸気供給装置1Bにおいては、蒸気供給部4において供給媒体Z1を加熱、分離して得られる飽和蒸気である蒸気媒体Z1sを、過熱用熱交換器8bに導き、過熱用蓄熱剤X2によりさらに加熱して過熱蒸気媒体Z2sとする。過熱蒸気媒体Z2sは、乾燥装置100へと供給される。なお、蒸気供給装置1Bからは、飽和蒸気（蒸気媒体Z1s）も乾燥装置100へ供給できる。加熱用蒸気管110には、乾燥システムSの稼働条件に応じ、蒸気媒体Z1sと過熱蒸気媒体Z2sのいずれかを供給する。流動化ガス風箱103には、過熱蒸気媒体Z2sのみが供給される。

[0146] 本実施形態における乾燥システムSの作動について、図10を参照して説明する。

乾燥装置100においては、高湿原料Mwが流動層を形成しながら乾燥される。高湿原料Mwの流動化には、系内を循環する循環ガスRが使用される。流動化ガスブロワ130を起動して乾燥室104より排出されるガスの一部を循環ガスRとして流動化ガスブロワ130に供給する。流動化ガスブロワ130より送出されたガスは、流動化ガスNとして、流動化ガス加熱器120で加熱された後、流動化ガス風箱103へ供給される。流動化ガス風箱103の鉛直方向の上方に設けた乾燥室104と、流動化ガス風箱103とは、不図示の分散機構により分割されている。流動化ガス風箱103へ供給されたガスは、分散機構により分散されて、乾燥室104内に噴射される。また、分散機構により、乾燥室104内に供給される高湿原料Mwが流動化ガス風箱103へ落下する。乾燥室104内で高湿原料Mwの流動化に利用された流動化ガスNは、乾燥室104の上部より排出される。

[0147] 乾燥室１０４から排出される流動化ガスＮには、高湿原料Ｍｗより蒸発した水分が大量に含まれる。乾燥室１０４と流動化ガスブロワ１３０とを接続する配管に大気放出弁１１２を設け、流動化ガスＮの一部を系外（大気中）へ排出することで、系内を循環する流動化ガスＮの水分量を調整する。乾燥室１０４の出口より一部を大気放出した残りの流動化ガスＮを循環ガスＲとして流動化ガスブロワ１３０へ導き、再利用する。また、大気放出弁１１２には圧力調節機能を持たせることで、乾燥装置１００内の圧力を一定に保つ。更に、高湿原料Ｍｗが流動層を形成して乾燥される間に、高湿原料Ｍｗの一部が粉碎され、微粉が生じる可能性がある。この微粉が、流動化ガスＮに同伴して乾燥室１０４より排出されると、この微粉が大気放出弁１１２や流動化ガスブロワ１３０に影響を与える可能性がある。したがって、乾燥室１０４の出口には、微粉を除去するための除塵機１１３を設けてもよい。

[0148] 高湿原料Ｍｗを乾燥させるための熱源は、加熱用蒸気管１１０に供給する蒸気（蒸気媒体Ｚ１ｓまたは過熱蒸気媒体Ｚ２ｓ）と、流動化ガスＮである。加熱用蒸気管１１０には、乾燥操作に要求される温度により、蒸気媒体Ｚ１ｓ、過熱蒸気媒体Ｚ２ｓのいずれかを選択し、供給する。加熱用蒸気管１１０へ供給する蒸気は、乾燥室１０４に供給される高湿原料Ｍｗと熱交換することで、高湿原料Ｍｗを加熱し、高湿原料Ｍｗの水分の蒸発を促進する。流動化ガスＮは、高湿原料Ｍｗを流動化させるとともに、高湿原料Ｍｗから蒸発した水分を持ち去ることにより乾燥を促進する。さらに、流動化ガスＮ（循環ガスＲ）をあらかじめ加熱して乾燥室１０４へ供給することにより、流動化ガスＮの乾きの度合いが増し、流動化ガスＮにより高湿原料Ｍｗから蒸発した水分をより多く持ち去ることができ、乾燥がより促進される。加熱用蒸気管１１０に供給された蒸気は、高湿原料Ｍｗの加熱に利用された後、流動化ガス加熱器１２０の一次側に供給され、熱交換により流動化ガスＮを加熱する。

[0149] 乾燥室１０４は、基本的には直方体形状とされる。乾燥室１０４の水平の長辺を横切るように乾燥室隔壁１０５が配置される。直方体の乾燥室１０４

の長辺方向の一端に高湿原料Mwを供給する、原料供給部101が設けられている。乾燥室104の原料供給部101とは長辺方向の反対側の端に、乾燥原料Mdを排出するための原料排出部102が設けられる。原料供給部101より供給された高湿原料Mwが、乾燥室104内で流動層を形成しながら移動し、原料排出部102に到達したところで、流動層の上部から溢流により乾燥室104の外部へ排出される。原料排出部102は、乾燥室104の鉛直方向の上部に設けられる。乾燥室104内の高湿原料Mwの流動層の高さは、原料排出部102の位置で決まる。

[0150] 高湿原料Mwは、乾燥室104内で流動層を形成させるため、流動化に適した大きさに、あらかじめ粉砕して供給される。粉砕された高湿原料Mwは原料供給部101より、一定の流量で連続供給される。乾燥室104内に供給された高湿原料Mwは、乾燥室104内で流動層を形成する。乾燥室104は、乾燥室隔壁105により複数の区画に分割されていて、それぞれの区画には底部より流動化ガスNが供給されている。乾燥室隔壁105の下部または上部には、高湿原料Mwが隣接する区画へ順次移動できるように、開口部が設けられている。

[0151] 乾燥室隔壁105は、乾燥室104を仕切る平板である。流動化ガスNが通過するため、乾燥室104内の鉛直方向の上部は、乾燥室隔壁105によって仕切られていない。乾燥室隔壁105は、乾燥室隔壁105の鉛直方向の下側が、流動化ガス風箱103と、乾燥室104とを仕切っている流動化ガスNの分散機構まで達するよう設置される。高湿原料Mwが移動するための通路が必要となるので、乾燥室隔壁105の上部または下部に開口部が設けられる。隣り合う乾燥室隔壁105において、開口部は上部と下部で交互に配置されるのが望ましい。しかしながら、開口部の配置はこれに限られず、高湿原料Mwの流動の条件により、開口部の配置は任意に決定される。開口部の位置が下側の場合、乾燥室隔壁105の分散機構と接する部分が切欠かれることにより開口部が形成される。開口部の位置が上側の場合は、乾燥室隔壁105の分散機構と接する部分は完全に塞がれ、乾燥室隔壁105の

上側に切欠きが設けられ、乾燥室隔壁 105 の上端が流動層の上面付近になる。開口部の形状は、高湿原料 Mw の移動を妨げない形（乾燥室 104 の全体に高湿原料 Mw の流動層が形成可能な形）であればとくに限定されない。

。

[0152] 原料供給部 101 から供給された高湿原料 Mw は、乾燥室 104 内に設けられた複数の区画において、流動層を形成しながら徐々に乾燥され、原料排出部 102 が設けられた区画に到達する間に、所定の水分含有率まで乾燥が進む。その後、所定の水分含有率まで乾燥された高湿原料 Mw は、乾燥原料 Md として原料排出部 102 より、溢流により乾燥室 104 の外部へ排出される。

[0153] 乾燥室 104 内はほぼ大気圧とされる。高湿原料 Mw からの水分蒸発を促進するため、乾燥室 104 内の温度は 100℃ を十分超えるように制御される。高湿原料 Mw は、バイオマスや褐炭など、乾燥が進むことにより自然発火しやすくなる性質を持つ原料が多いため、流動化ガス N に可燃性をもつ酸素などが含まれるのは好ましくない。したがって、流動化ガス N として空気を用いるのは避けるべきであり、例えば、流動化ガス N として不活性ガスが用いられる。不活性ガスの代表的なものとしては窒素があるが、継続的に使用するには、ガスの製造コストが課題となる。本実施形態では、流動化ガス N として過熱水蒸気（乾燥蒸気）を用いる。ただし、乾燥システム S の起動時には、乾燥室 104 内の温度が 100℃ 以下となることがあり、水蒸気が凝縮する可能性がある。したがって、乾燥室 104 内の温度が十分高くなるまで、流動化ガス N として窒素ガス等の不活性ガスを用いる。

[0154] なお、蒸気供給装置 1B は、補助過熱器 9 をさらに備えている。補助過熱器 9 は、蒸気媒体過熱部 8 において、蓄熱剤 X2 による熱エネルギー供給が不足し、蒸気媒体 Z1s の過熱が不十分となる場合に起動され、蒸気媒体過熱部 8 に代わって過熱蒸気を供給する。

[0155] なお、本実施形態では、乾燥室 104 内が 4 つの区画に分割され、高湿原料 Mw が 1 番目の区画に供給された後、乾燥室隔壁 105 を、上側、下側、

上側の順に移動し、最も下流の区画（４番目の区画）の上部より排出される構成となっている。しかしながら、区画の数や、高湿原料Mwが乾燥室隔壁１０５を通過する位置（上側、下側）等については任意に設定され、図１０に限定されるものではない。

[0156] 本実施形態によれば、太陽光を集光して得られる熱エネルギーにより供給媒体Z１を加熱して得られる飽和蒸気である蒸気媒体Z１s及び、蒸気媒体Z１sをさらに加熱して得られる過熱蒸気である過熱蒸気媒体Z２sを乾燥装置１００に供給する。これにより、夜間においても継続的かつ安定的に高湿原料Mwを乾燥させることができる。なお、過熱蒸気媒体Z２sを、高湿原料Mwによって形成される流動層に直接供給して乾燥を行う場合は、補給媒体Zは水とされ、過熱蒸気媒体Z２sは過熱水蒸気（乾燥蒸気）として供給されてもよい。これにより、高湿原料Mwの乾燥が乾燥蒸気の雰囲気で行うため、自然発火が防止され、安全に高湿原料Mwの乾燥を行うことができる。

[0157] 以上、図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではない。上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本開示の趣旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

[0158] 乾燥装置１００の高湿原料Mwの流動層内に、供給媒体Z１（補給媒体Z）の過熱蒸気である過熱蒸気媒体Z２sを直接供給する場合においては、補給媒体Zとして水を使用するのが好ましい。しかし、過熱蒸気媒体Z２sを高湿原料Mwの流動層内に直接供給しない場合は、水以外の流体を供給媒体Z１（補給媒体Z）として加熱して供給してもよい。

[0159] また、集光収熱器２aの形状については図２A及び２Bに、集光収熱器２aの配置については図３に実施例を挙げた。しかしながら、太陽光を集光して熱エネルギーが得られ、蓄熱剤X１及び蓄熱剤X２を所定温度まで加熱できるものであれば、上記実施形態に限定されず、集光収熱器２aの形状や配置を任意に設定してもよい。

[0160] 上記第5実施形態の乾燥システムSにおいては、第3実施形態に記載の蒸気供給装置1Bより飽和蒸気及び過熱蒸気を供給したが、システムの簡素化のため、1つの蓄熱剤の循環系統で、飽和蒸気と過熱蒸気の両方を供給可能とした、第4実施形態に記載の蒸気供給装置1Cを乾燥システムSに用いてもよい。

[0161] また、乾燥システムSにおいて加熱用蒸気管110に供給する媒体を、主として過熱蒸気である過熱蒸気媒体Z2sとしたが、加熱用蒸気管110に供給する媒体については、飽和蒸気である蒸気媒体Z1sとしてもよい。

[0162] また、蒸気供給装置は、供給媒体Z1（補給媒体Z）を加熱し、1種類の飽和蒸気（蒸気媒体Z1s）を供給、もしくは、1種類の飽和蒸気（蒸気媒体Z1s）と、飽和蒸気をさらに加熱して得られる1種類の過熱蒸気（過熱蒸気媒体Z2s）とを供給する構成に限定されない。たとえば、媒体加熱部3とは別に、第2媒体加熱部を備え、蓄熱剤X1とは作動域の異なる蓄熱剤を、太陽光集光収熱部2とは別の、独立した第2太陽光集光収熱部により加熱して供給することにより、異なる条件で供給媒体Z1（補給媒体Z）を加熱してもよい。この場合、蒸気媒体Z1sと異なる温度、圧力条件の第2の飽和蒸気、更に、過熱蒸気媒体Z2sと異なる温度、圧力条件の第2の過熱蒸気媒体を用途先へと供給することが可能である。

産業上の利用可能性

[0163] 本開示は、太陽光を集光して熱源とする蒸気供給装置に適用することができる。

符号の説明

- [0164] 1 蒸気供給装置
1A 蒸気供給装置
1B 蒸気供給装置
1C 蒸気供給装置
2 太陽光集光収熱部
2a 集光収熱器

- 2 b 蓄熱剤循環ポンプ
- 2 c パージガス供給装置
- 2 d 経路切替弁
- 3 媒体加熱部
 - 3 a 蓄熱剤貯留槽
 - 3 b 熱交換器
 - 3 c 蓄熱剤排出器
 - 3 d 攪拌装置
 - 3 e 補助加熱器
 - 3 f 回収蓄熱剤輸送ポンプ
- 4 蒸気供給部
 - 4 a 蒸気ドラム
 - 4 b 補助ボイラ
- 5 媒体循環部
 - 5 a 媒体タンク
 - 5 b 媒体供給ポンプ
 - 5 c 媒体予熱器
 - 5 d 圧力調節弁
 - 5 e 媒体凝縮器
- 6 供給蓄熱剤貯留部
 - 6 a 供給蓄熱剤貯留槽
 - 6 b 供給蓄熱剤搬送ポンプ
 - 6 c 攪拌装置
- 7 回収蓄熱剤貯留部
 - 7 a 回収蓄熱剤貯留槽
 - 7 b 回収蓄熱剤排出器
 - 7 c 回収蓄熱剤攪拌装置
 - 7 d 回収蓄熱剤補助加熱器

8 蒸気媒体過熱部（蒸気加熱部）

8 a 過熱用蓄熱剤貯留槽

8 b 過熱用熱交換器

8 c 過熱用蓄熱剤排出器

8 d 攪拌装置

9 補助過熱器

1 0 0 乾燥装置

1 0 1 原料供給部

1 0 2 原料排出部

1 0 3 流動化ガス風箱

1 0 4 乾燥室

1 0 5 乾燥室隔壁

1 1 0 加熱用蒸気管

1 1 1 過熱蒸気減圧弁

1 1 2 大気放出弁

1 1 3 除塵機

1 2 0 流動化ガス加熱器

1 3 0 流動化ガスブロワ

2 0 0 集光収熱器

2 1 0 集光加熱部

2 1 1 主集光鏡

2 1 2 副集光鏡

2 1 3 接続金具

2 1 4 流体加熱管

2 2 0 支持装置

2 2 1 主柱

2 2 2 方位角調節装置

2 2 3 仰角調節装置

230 集光収熱ゾーン

Md 乾燥原料

Mw 高湿原料

N 流動化ガス

P 不活性ガス

R 循環ガス

S 乾燥システム

X1 蓄熱剤

X2 過熱用蓄熱剤（第2の蓄熱剤）

Z 補給媒体

Z1 供給媒体

Z1s 蒸気媒体

Z2s 過熱蒸気媒体

請求の範囲

- [請求項1] 太陽光を集光して収熱し、蓄熱剤を直接加熱する太陽光集光収熱部と、
加熱された前記蓄熱剤により供給媒体を加熱する媒体加熱部と、
加熱された前記供給媒体より蒸気を分離し、供給する蒸気供給部と、
を備える蒸気供給装置。
- [請求項2] 前記媒体加熱部の前段に設けられ、前記太陽光集光収熱部で加熱された前記蓄熱剤を貯留する供給蓄熱剤貯留部と、
前記媒体加熱部の後段に設けられ、前記供給媒体の加熱に用いた前記蓄熱剤を貯留する回収蓄熱剤貯留部と、
を更に備える請求項1記載の蒸気供給装置。
- [請求項3] 日照が得られない時間帯において、前記太陽光集光収熱部への前記蓄熱剤の供給を停止すると共に、前記太陽光集光収熱部に滞留する前記蓄熱剤を、前記供給蓄熱剤貯留部又は前記回収蓄熱剤貯留部へ退避させる蓄熱剤退避機構を備える請求項2記載の蒸気供給装置。
- [請求項4] 太陽光を集光して収熱し、第2の蓄熱剤を直接加熱する第2の太陽光集光収熱部と、
加熱された前記第2の蓄熱剤により前記蒸気供給部から供給された蒸気をさらに加熱する蒸気加熱部と、
を更に備える請求項1～3のいずれか一項に記載の蒸気供給装置。
- [請求項5] 前記蒸気加熱部により供給される蒸気は、過熱蒸気である請求項4記載の蒸気供給装置。
- [請求項6] 前記第2の蓄熱剤の作動温度は、前記供給媒体の加熱に用いる前記蓄熱剤の作動温度よりも高い請求項4または5に記載の蒸気供給装置。
- [請求項7] 前記蒸気加熱部において、前記蒸気供給部から供給された蒸気の加熱に用いた前記第2の蓄熱剤を、前記供給媒体の加熱に用いる請求項

4 または 5 に記載の蒸気供給装置。

[請求項8] 前記供給媒体を加熱する補助ボイラを更に備える請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の蒸気供給装置。

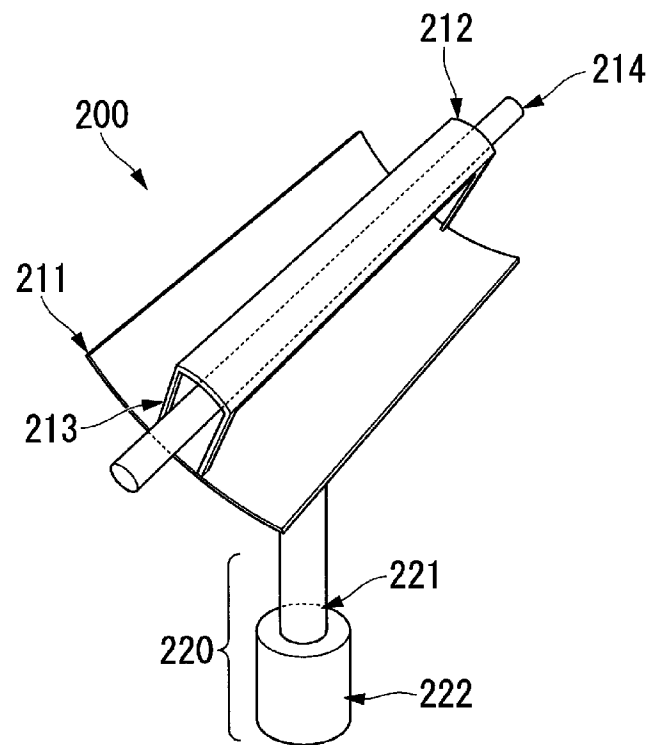
[請求項9] 前記蒸気供給部から供給された蒸気を加熱する補助過熱器を更に備える請求項 1 ～ 8 のいずれか一項に記載の蒸気供給装置。

[請求項10] 前記蓄熱剤を貯留する蓄熱剤貯留槽に、前記蓄熱剤を攪拌する攪拌装置が設けられる請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の蒸気供給装置。

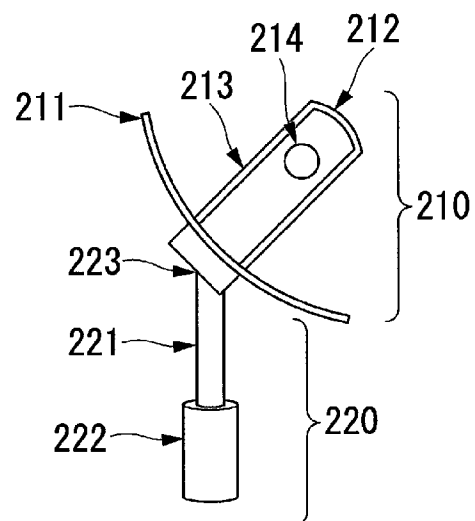
[請求項11] 請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の蒸気供給装置と、
前記蒸気供給装置から供給される蒸気を熱源とし、高湿原料を流動させつつ乾燥させる流動層乾燥装置と、
を備える乾燥システム。

[illegible]

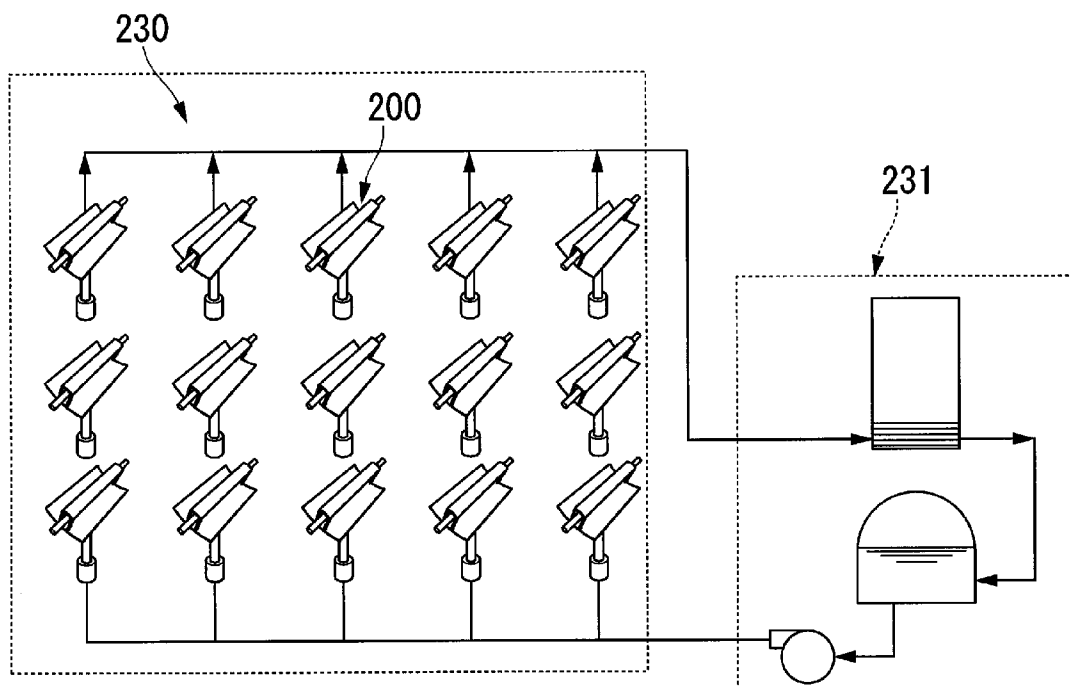
[図2A]



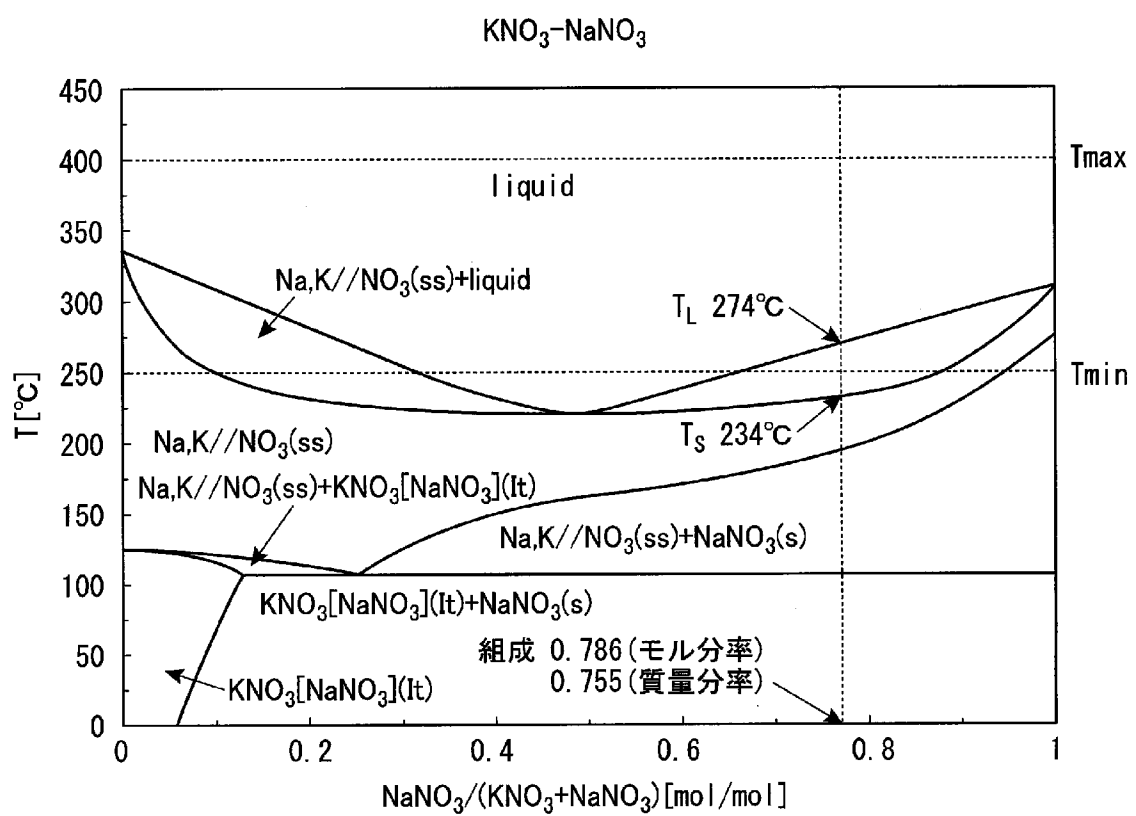
[図2B]



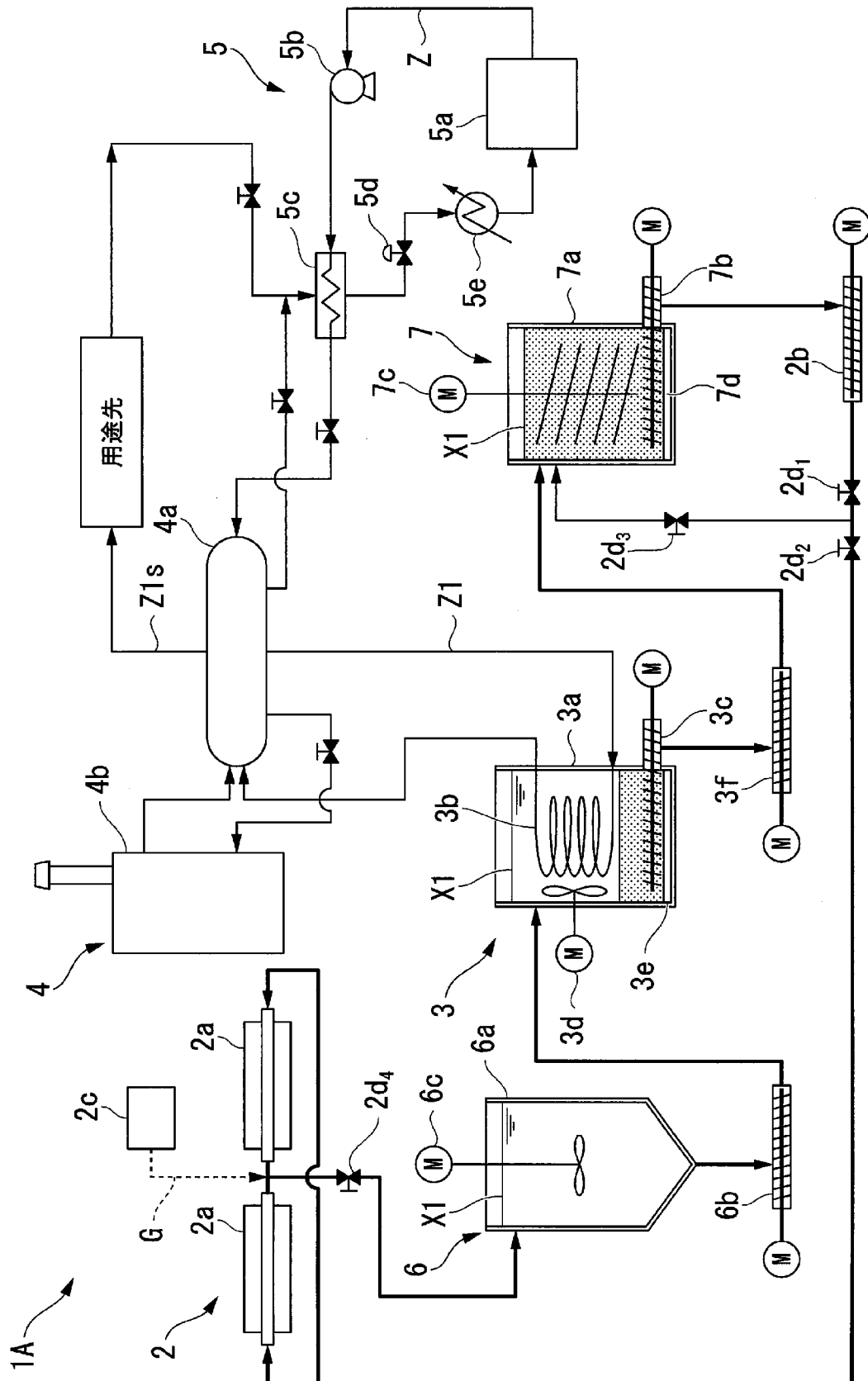
[図3]



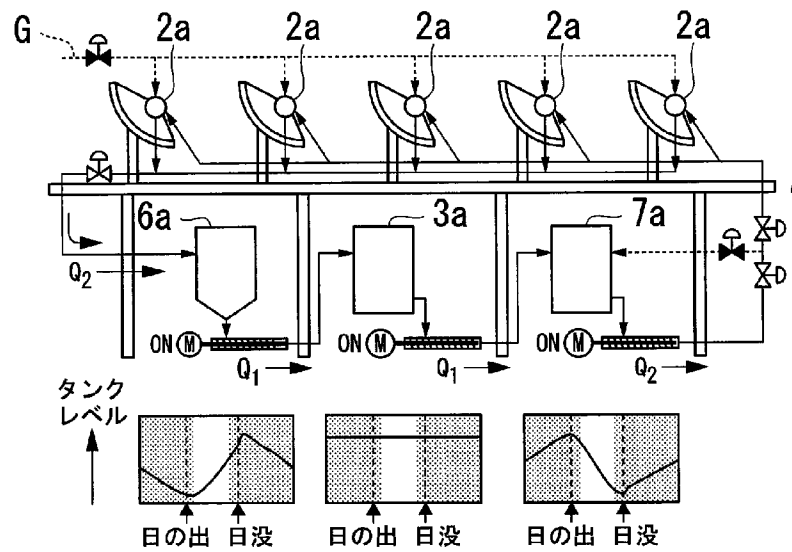
[図4]



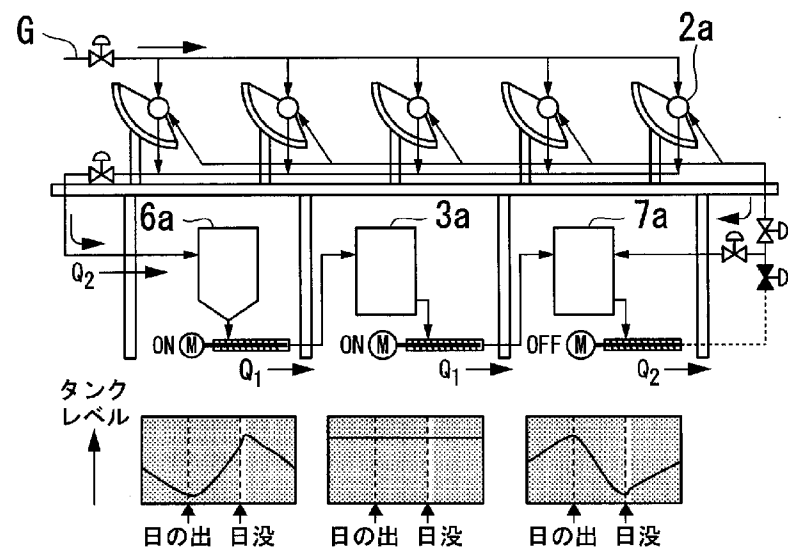
[図5]



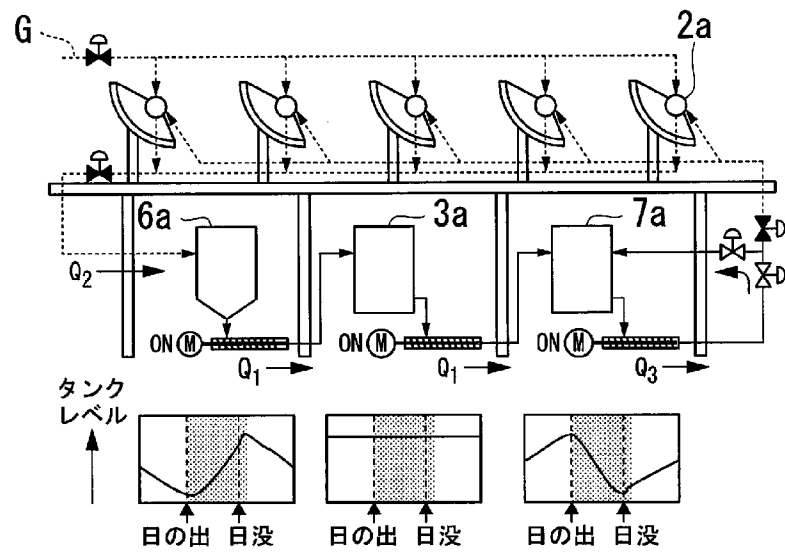
[図6A]



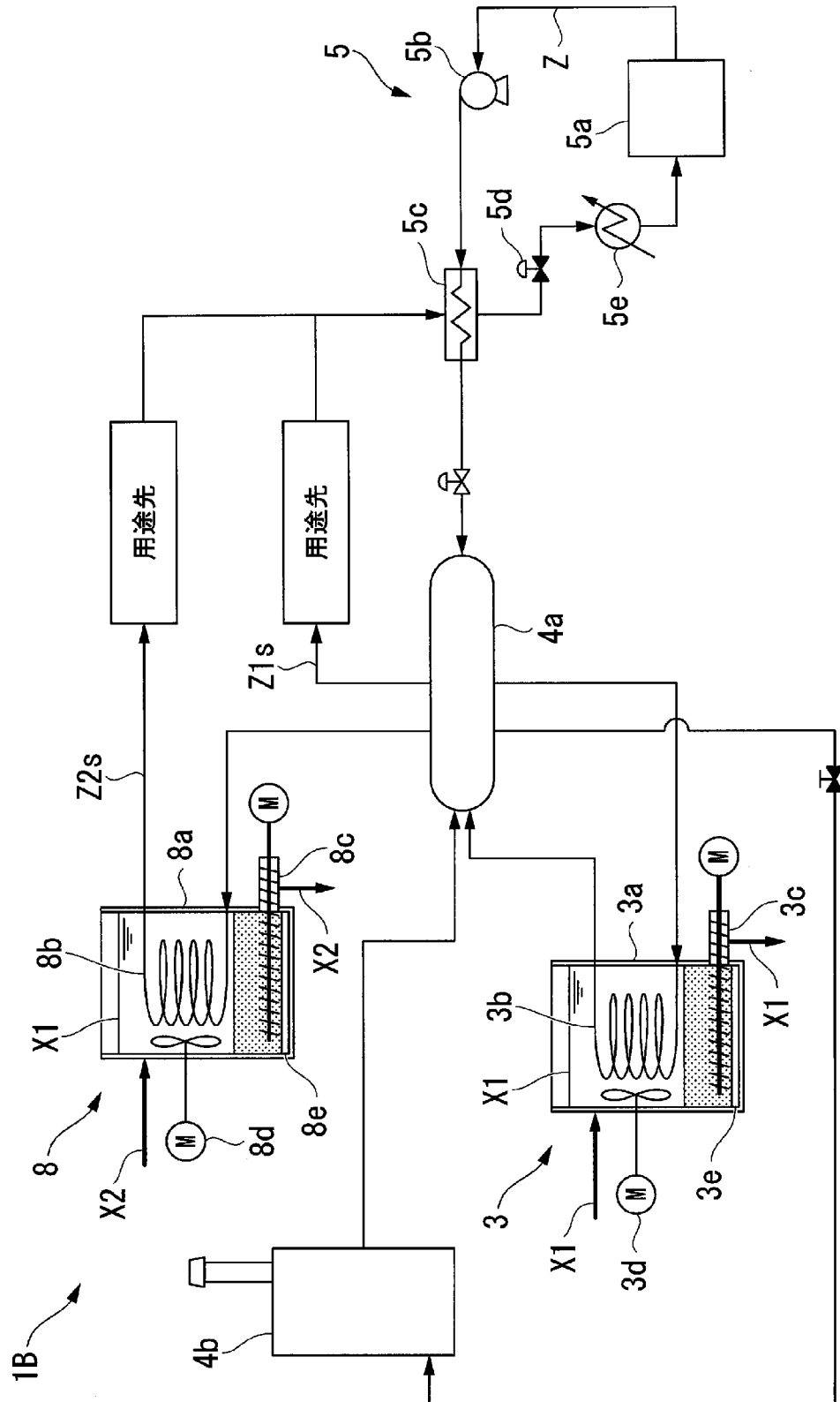
[図6B]



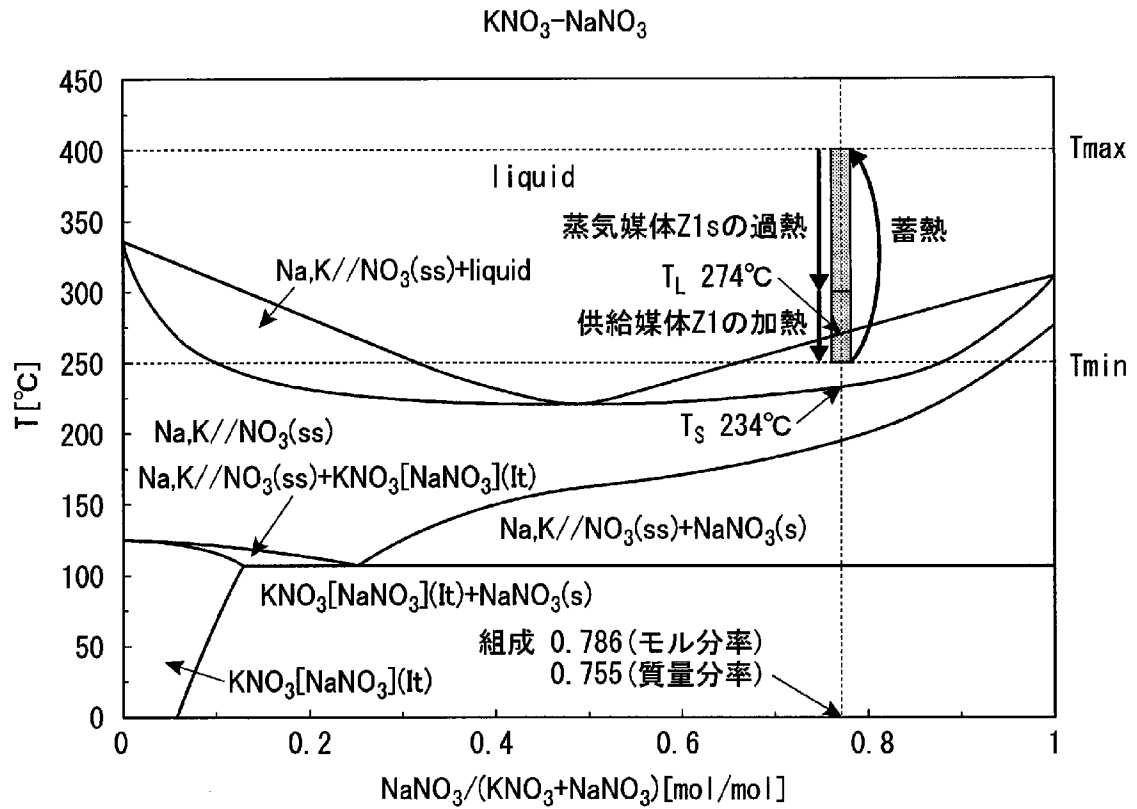
[図6C]



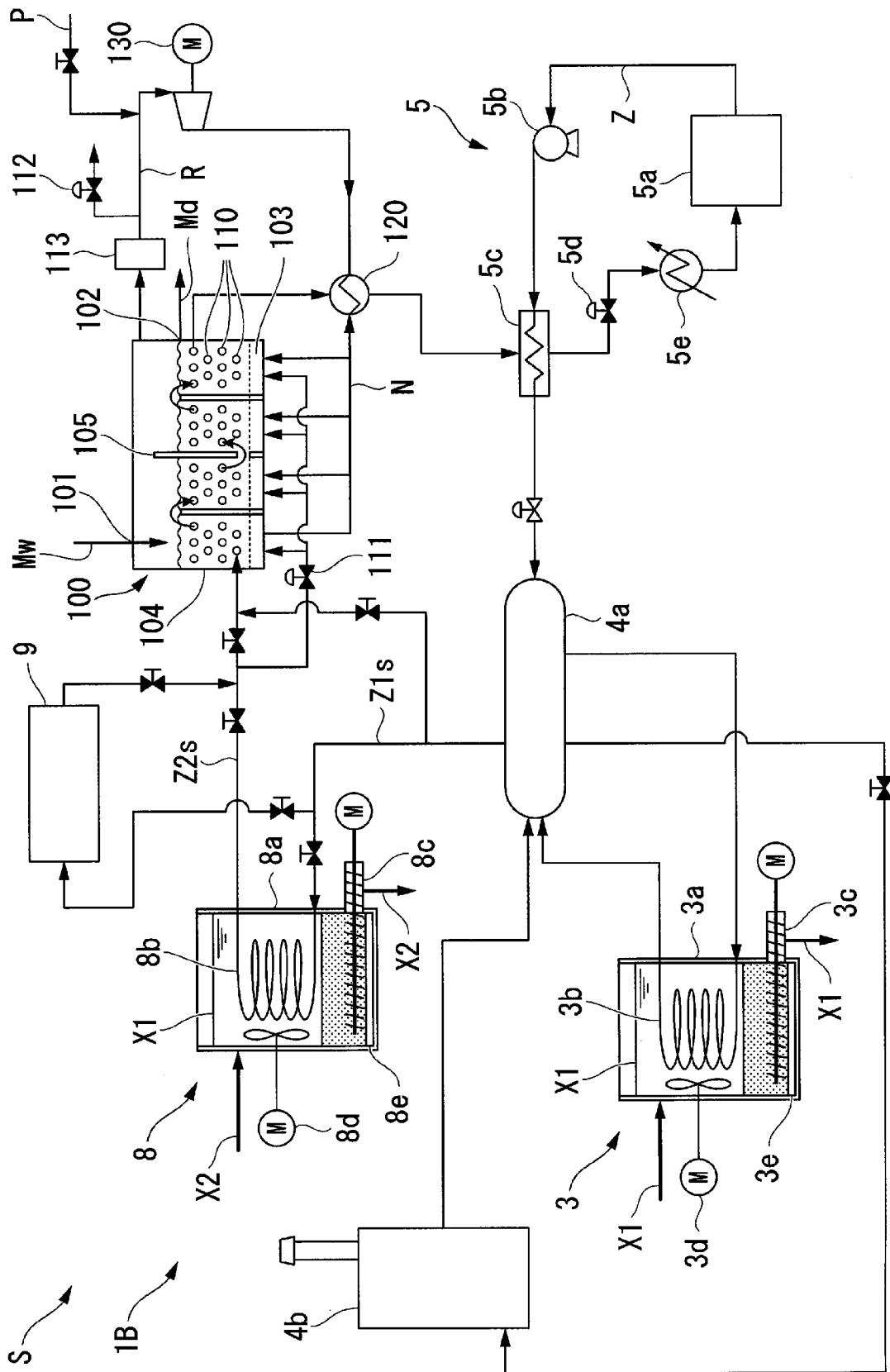
[図7]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050268

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F22B 3/02(2006.01)i; F26B 3/084(2006.01)i; F26B 23/00(2006.01)i; F24S 10/70(2018.01)i; F24S 30/452(2018.01)i; F24S 60/10(2018.01)i; F24S 90/00(2018.01)i; F24S 23/74(2018.01)i; F24S 23/79(2018.01)i

FI: F24S90/00 210; F24S60/10; F26B3/084; F26B23/00 B; F22B3/02; F24S 10/70; F24S30/ 452; F24S23/79; F24S23/74

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)

F22B3/02; F26B3/084; F26B23/00; F24S10/70; F24S30/452; F24S60/10; F24S90/00; F24S23/74; F24S23/79

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2017/073040 A1 (CHIYODA CORPORATION) 04.05.2017 (2017-05-04) paragraphs [0013]-[0053], fig. 1	1-11
Y	JP 1-234753 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 20.09.1989 (1989-09-20) page 2, lower right column, line 8 to page 3, upper left column, line 13, fig. 1	1-11
Y	JP 2016-85030 A (ENETECs CO., LTD.) 19.05.2016 (2016-05-19) paragraph [0016], fig. 5	3-11
Y	JP 2016-31177 A (FUJISOLAR KK) 07.03.2016 (2016-03-07) paragraph [0028], fig. 1	3-11

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
30 January 2020 (30.01.2020)

Date of mailing of the international search report
10 February 2020 (10.02.2020)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050268

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102242699 A (INSTITUTE OF ENGINEERING THERMOPHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 16.11.2011 (2011-11-16) paragraphs [0036]-[0042], fig. 1	4-11
Y	JP 2012-127574 A (HITACHI PLANT TECHNOLOGIES, LTD.) 05.07.2012 (2012-07-05) paragraph [0015], fig. 1	8-11
Y	WO 2014/185179 A1 (IHI CORPORATION) 20.11.2014 (2014-11-20) paragraph [0037]	10-11
Y	JP 2015-102254 A (IHI CORPORATION) 04.06.2015 (2015-06-04) paragraphs [0018]-[0038], fig. 1	11
A	JP 2013-164196 A (TAKASAGO THERMAL ENGINEERING CO., LTD.) 22.08.2013 (2013-08-22) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2014-1641 A (TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 09.01.2014 (2014-01-09) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2014-190283 A (HITACHI, LTD.) 06.10.2014 (2014-10-06) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2016-99099 A (IHI CORPORATION) 30.05.2016 (2016-05-30) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2013-224343 A (IHI CORPORATION) 31.10.2013 (2013-10-31) entire text, all drawings	1-11
A	JP 2017-523284 A (SIEMENS AG) 17.08.2017 (2017-08-17) entire text, all drawings	1-11
P, A	WO 2019/087657 A1 (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 09.05.2019 (2019-05-09) entire text, all drawings	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/050268

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2017/073040 A1	04 May 2017	EP 3369926 A1 paragraphs [0016]- [0092], fig. 1 CN 108291532 A JP 2017-082678 A (Family: none)	
JP 1-234753 A	20 Sep. 1989	JP 2019-95190 A	
JP 2016-85030 A	19 May 2016	JP 5692557 B1 (Family: none)	
JP 2016-31177 A	07 Mar. 2016	(Family: none)	
CN 102242699 A	16 Nov. 2011	(Family: none)	
JP 2012-127574 A	05 Jul. 2012	US 2016/0061533 A1 paragraph [0043] US 2018/0066900 A1 EP 2998673 A1 EP 3282215 A1 (Family: none)	
WO 2014/185179 A1	20 Nov. 2014	(Family: none)	
JP 2015-102254 A	04 Jun. 2015	(Family: none)	
JP 2013-164196 A	22 Aug. 2013	(Family: none)	
JP 2014-1641 A	09 Jan. 2014	(Family: none)	
JP 2014-190283 A	06 Oct. 2014	(Family: none)	
JP 2016-99099 A	30 May 2016	WO 2016/084509 A1 AU 2015351701 A1 (Family: none)	
JP 2013-224343 A	31 Oct. 2013	US 2017/0158931 A1 WO 2016/008617 A1 EP 2975099 A1 EP 3143095 A1 (Family: none)	
JP 2017-523284 A	17 Aug. 2017		
WO 2019/087657 A1	09 May 2019		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F22B 3/02(2006.01)i; F26B 3/084(2006.01)i; F26B 23/00(2006.01)i; F24S 10/70(2018.01)i; F24S 30/452(2018.01)i; F24S 60/10(2018.01)i; F24S 90/00(2018.01)i; F24S 23/74(2018.01)i; F24S 23/79(2018.01)i FI: F24S90/00 210; F24S60/10; F26B3/084; F26B23/00 B; F22B3/02; F24S10/70; F24S30/452; F24S23/79; F24S23/74																							
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） F22B3/02; F26B3/084; F26B23/00; F24S10/70; F24S30/452; F24S60/10; F24S90/00; F24S23/74; F24S23/79 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
日本国実用新案公報	1922-1996年																						
日本国公開実用新案公報	1971-2020年																						
日本国実用新案登録公報	1996-2020年																						
日本国登録実用新案公報	1994-2020年																						
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>W0 2017/073040 A1（千代田化工建設株式会社）04.05.2017（2017-05-04） 段落 [0013] - [0053]，図1</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 1-234753 A（川崎重工業株式会社）20.09.1989（1989-09-20） 第2頁右下欄第8行-第3頁左上欄第13行，第1図</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-85030 A（エナテックス株式会社）19.05.2016（2016-05-19） 段落 [0016]，図5</td> <td>3-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-31177 A（富士ソーラー株式会社）07.03.2016（2016-03-07） 段落 [0028]，図1</td> <td>3-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102242699 A（中国科学院工程熱物理研究所）16.11.2011（2011-11-16） 段落 [0036] - [0042]，図1</td> <td>4-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2012-127574 A（株式会社日立プラントテクノロジー）05.07.2012（2012-07-05） 段落 [0015]，図1</td> <td>8-11</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	W0 2017/073040 A1（千代田化工建設株式会社）04.05.2017（2017-05-04） 段落 [0013] - [0053]，図1	1-11	Y	JP 1-234753 A（川崎重工業株式会社）20.09.1989（1989-09-20） 第2頁右下欄第8行-第3頁左上欄第13行，第1図	1-11	Y	JP 2016-85030 A（エナテックス株式会社）19.05.2016（2016-05-19） 段落 [0016]，図5	3-11	Y	JP 2016-31177 A（富士ソーラー株式会社）07.03.2016（2016-03-07） 段落 [0028]，図1	3-11	Y	CN 102242699 A（中国科学院工程熱物理研究所）16.11.2011（2011-11-16） 段落 [0036] - [0042]，図1	4-11	Y	JP 2012-127574 A（株式会社日立プラントテクノロジー）05.07.2012（2012-07-05） 段落 [0015]，図1	8-11
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																					
Y	W0 2017/073040 A1（千代田化工建設株式会社）04.05.2017（2017-05-04） 段落 [0013] - [0053]，図1	1-11																					
Y	JP 1-234753 A（川崎重工業株式会社）20.09.1989（1989-09-20） 第2頁右下欄第8行-第3頁左上欄第13行，第1図	1-11																					
Y	JP 2016-85030 A（エナテックス株式会社）19.05.2016（2016-05-19） 段落 [0016]，図5	3-11																					
Y	JP 2016-31177 A（富士ソーラー株式会社）07.03.2016（2016-03-07） 段落 [0028]，図1	3-11																					
Y	CN 102242699 A（中国科学院工程熱物理研究所）16.11.2011（2011-11-16） 段落 [0036] - [0042]，図1	4-11																					
Y	JP 2012-127574 A（株式会社日立プラントテクノロジー）05.07.2012（2012-07-05） 段落 [0015]，図1	8-11																					
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。																							
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献	"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献										
* 引用文献のカテゴリー	"T" 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																						
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"X" 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの																						
"E" 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	"Y" 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの																						
"L" 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	"&" 同一パテントファミリー文献																						
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																							
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献																							
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日																						
30.01.2020	10.02.2020																						
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）																						
日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	藤原 弘 3L 3928 電話番号 03-3581-1101 内線 3337																						

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	W0 2014/185179 A1 (株式会社 I H I) 20.11.2014 (2014 - 11 - 20) 段落 [0037]	10 - 11
Y	JP 2015-102254 A (株式会社 I H I) 04.06.2015 (2015 - 06 - 04) 段落 [0018] - [0038], 図1	11
A	JP 2013-164196 A (高砂熱学工業株式会社) 22.08.2013 (2013 - 08 - 22) 全文, 全図	1 - 11
A	JP 2014-1641 A (国立大学法人東京工業大学) 09.01.2014 (2014 - 01 - 09) 全文, 全図	1 - 11
A	JP 2014-190283 A (株式会社日立製作所) 06.10.2014 (2014 - 10 - 06) 全文, 全図	1 - 11
A	JP 2016-99099 A (株式会社 I H I) 30.05.2016 (2016 - 05 - 30) 全文, 全図	1 - 11
A	JP 2013-224343 A (株式会社 I H I) 31.10.2013 (2013 - 10 - 31) 全文, 全図	1 - 11
A	JP 2017-523284 A (シーメンス アクチエンゲゼルシャフト) 17.08.2017 (2017 - 08 - 17) 全文, 全図	1 - 11
P, A	W0 2019/087657 A1 (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 09.05.2019 (2019 - 05 - 09) 全文, 全図	1 - 11

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/050268

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2017/073040	A1	04.05.2017	EP 3369926 A1 段落[0016]-[0092], FIG.1 CN 108291532 A JP 2017-082678 A	
JP	1-234753	A	20.09.1989	(ファミリーなし)	
JP	2016-85030	A	19.05.2016	JP 2019-95190 A	
JP	2016-31177	A	07.03.2016	JP 5692557 B1	
CN	102242699	A	16.11.2011	(ファミリーなし)	
JP	2012-127574	A	05.07.2012	(ファミリーなし)	
WO	2014/185179	A1	20.11.2014	US 2016/0061533 A1 段落[0043] US 2018/0066900 A1 EP 2998673 A1 EP 3282215 A1	
JP	2015-102254	A	04.06.2015	(ファミリーなし)	
JP	2013-164196	A	22.08.2013	(ファミリーなし)	
JP	2014-1641	A	09.01.2014	(ファミリーなし)	
JP	2014-190283	A	06.10.2014	(ファミリーなし)	
JP	2016-99099	A	30.05.2016	WO 2016/084509 A1 AU 2015351701 A1	
JP	2013-224343	A	31.10.2013	(ファミリーなし)	
JP	2017-523284	A	17.08.2017	US 2017/0158931 A1 WO 2016/008617 A1 EP 2975099 A1 EP 3143095 A1	
WO	2019/087657	A1	09.05.2019	(ファミリーなし)	