(19)日本国特許庁(JP)

# (12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7640825号
(P7640825)

(45)発行日　令和7年3月6日(2025.3.6)

(24)登録日　令和7年2月26日(2025.2.26)

(51)国際特許分類　　ＦＩ
*Ｆ２８Ｄ　20/00　(2006.01)*　　Ｆ２８Ｄ　20/00　　Ｇ

請求項の数　8　（全14頁）

(21)出願番号　特願2023-95309(P2023-95309)
(22)出願日　令和5年6月9日(2023.6.9)
(65)公開番号　特開2024-176612(P2024-176612A)
(43)公開日　令和6年12月19日(2024.12.19)
審査請求日　令和5年6月9日(2023.6.9)

(73)特許権者　503354239
カナデビアＥ＆Ｅ株式会社
大阪府大阪市港区弁天１丁目２番１号
(73)特許権者　000108764
タテホ化学工業株式会社
兵庫県赤穂市加里屋字加藤９７４番地
(74)代理人　110004543
弁理士法人松阪国際特許事務所
(74)代理人　100110847
弁理士　松阪　正弘
(74)代理人　100136526
弁理士　田中　勉
(74)代理人　100136755
弁理士　井田　正道
(72)発明者　下田　栖嗣

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　蓄熱装置および熱利用システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

蓄熱および放熱を行う蓄熱装置であって、

アルカリ土類金属を含む粒状の蓄熱材を収納する容器本体と、

前記蓄熱材から熱を放出させるために水蒸気を含む低温ガスを前記蓄熱材に向けて供給するための第１導入部と、

前記容器本体内からガスを排出するための排出口と、

前記第１導入部と前記排出口との間の位置において、前記蓄熱材から熱を放出させるために水蒸気を含む低温ガスを前記蓄熱材に向けて供給するための第２導入部と、

を備える蓄熱装置。

【請求項２】

請求項１に記載の蓄熱装置であって、

前記蓄熱材が、マグネシウムおよびカルシウムからなる群から選択された少なくとも１つを含む蓄熱装置。

【請求項３】

熱利用システムであって、

請求項１または２に記載の蓄熱装置と、

前記第１導入部および前記第２導入部に水蒸気を含む低温ガスを供給することにより、前記蓄熱材から熱を放出させる低温ガス供給部と、

前記低温ガス供給部を制御することにより、前記第１導入部への前記低温ガスの供給を

開始してから所定の条件が満たされた段階で、前記第１導入部への前記低温ガスの供給量を減少させ、または、供給を停止し、前記第２導入部への前記低温ガスの供給を開始する制御部と、
を備える熱利用システム。
【請求項４】
請求項３に記載の熱利用システムであって、
前記第１導入部に高温ガスを供給することにより、前記蓄熱材に蓄熱させる高温ガス供給部、をさらに備え、
前記第１導入部が、前記蓄熱材の下方または下部に位置し、
前記高温ガス供給部から前記高温ガスが前記第１導入部に供給される際に、前記第１導入部から噴出される前記高温ガスから力を受けて前記蓄熱材が流動する熱利用システム。
【請求項５】
請求項４に記載の熱利用システムであって、
前記蓄熱装置が、前記蓄熱材の上方に押さえ部材をさらに備え、
前記高温ガス供給部から前記高温ガスが前記蓄熱装置に供給される際の前記押さえ部材の位置が、前記低温ガス供給部から前記低温ガスが前記蓄熱装置に供給される際の前記押さえ部材の位置よりも高い熱利用システム。
【請求項６】
請求項４に記載の熱利用システムであって、
前記高温ガス供給部が、ごみ焼却施設または発電所に設けられる熱利用システム。
【請求項７】
請求項４に記載の熱利用システムであって、
前記高温ガス供給部が、燃焼設備における燃焼を利用して生成された前記高温ガスを前記第１導入部に供給し、
前記熱利用システムが、前記排出口から排出されるガスを前記燃焼設備の排ガス処理装置に導く排出路をさらに備える熱利用システム。
【請求項８】
請求項４に記載の熱利用システムであって、
前記蓄熱装置が、搬送可能である熱利用システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、蓄熱および放熱を行う蓄熱装置、並びに、蓄熱装置を有する熱利用システムに関連する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、熱を蓄熱材に蓄えておき、必要な時に、あるいは、異なる場所で熱を放出して利用する技術が研究されている。蓄熱材としては、水蒸気の吸着を利用するゼオライト、ハスクレイ等、潜熱を利用するエリスリトール、酢酸ナトリウム等が知られている。しかし、水蒸気の吸着を利用する蓄熱材や潜熱を利用する蓄熱材は、蓄熱密度が低い、蓄熱および放熱時の温度が低い、放熱ロスが大きい等の理由により、実用例は少ない。
【０００３】
一方、化学反応を利用する蓄熱材も知られている。例えば、特許文献１では、水酸化マグネシウム系の蓄熱材を利用する着脱式蓄熱容器が開示されている。化学反応を利用する蓄熱材は、吸着や潜熱を利用する蓄熱材のような欠点を有しない。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特開２０１５－１２４９４６号公報
【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
ところで、蓄熱状態の酸化マグネシウムや酸化カルシウムを含む粒状の蓄熱材に水蒸気を付与して放熱させる際に、蓄熱材全体から熱を効率よく取り出すことは従来より検討されているが、十分ではない。そこで、本発明では、アルカリ土類金属を含む粒状の蓄熱材から効率よく熱を取り出すことを目的としている。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の態様１は、蓄熱および放熱を行う蓄熱装置であって、アルカリ土類金属を含む粒状の蓄熱材を収納する容器本体と、前記蓄熱材から熱を放出させるために水蒸気を含む低温ガスを前記蓄熱材に向けて供給するための第１導入部と、前記容器本体内からガスを排出するための排出口と、前記第１導入部と前記排出口との間の位置において、前記蓄熱材から熱を放出させるために水蒸気を含む低温ガスを前記蓄熱材に向けて供給するための第２導入部と、を備える。
【０００７】
本発明の態様２は、態様１の蓄熱装置であって、前記蓄熱材が、マグネシウムおよびカルシウムからなる群から選択された少なくとも１つを含む。
【０００８】
本発明の態様３は、熱利用システムであって、態様１または２の蓄熱装置と、前記第１導入部および前記第２導入部に水蒸気を含む低温ガスを供給することにより、前記蓄熱材から熱を放出させる低温ガス供給部と、前記低温ガス供給部を制御することにより、前記第１導入部への前記低温ガスの供給を開始してから所定の条件が満たされた段階で、前記第１導入部への前記低温ガスの供給量を減少させ、または、供給を停止し、前記第２導入部への前記低温ガスの供給を開始する制御部と、を備える。
【０００９】
本発明の態様４は、態様３の熱利用システムであって、前記第１導入部に高温ガスを供給することにより、前記蓄熱材に蓄熱させる高温ガス供給部、をさらに備え、前記第１導入部が、前記蓄熱材の下方または下部に位置し、前記高温ガス供給部から前記高温ガスが前記第１導入部に供給される際に、前記第１導入部から噴出される前記高温ガスから力を受けて前記蓄熱材が流動する。
【００１０】
本発明の態様５は、態様４の熱利用システムであって、前記蓄熱装置が、前記蓄熱材の上方に押さえ部材をさらに備え、前記高温ガス供給部から前記高温ガスが前記蓄熱装置に供給される際の前記押さえ部材の位置が、前記低温ガス供給部から前記低温ガスが前記蓄熱装置に供給される際の前記押さえ部材の位置よりも高い。
【００１１】
本発明の態様６は、態様４（態様４または５であってもよい。）の熱利用システムであって、前記高温ガス供給部が、ごみ焼却施設または発電所に設けられる。
【００１２】
本発明の態様７は、態様４（態様４ないし６のいずれか１つであってもよい。）の熱利用システムであって、前記高温ガス供給部が、燃焼設備における燃焼を利用して生成された前記高温ガスを前記第１導入部に供給し、前記熱利用システムが、前記排出口から排出されるガスを前記燃焼設備の排ガス処理装置に導く排出路をさらに備える。
【００１３】
本発明の態様８は、態様４（態様４ないし７のいずれか１つであってもよい。）の熱利用システムであって、前記蓄熱装置が、搬送可能である。
【発明の効果】
【００１４】
本発明によれば、アルカリ土類金属を含む粒状の蓄熱材から効率よく熱を取り出すことができる。

【図面の簡単な説明】
【００１５】
【図１】蓄熱側の熱利用システムを示す図である。
【図２】放熱側の熱利用システムを示す図である。
【図３】蓄熱装置の構造を示す図である。
【図４Ａ】蓄熱装置の構造を示す図である。
【図４Ｂ】蓄熱装置の構造を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００１６】
図１は、蓄熱側の熱利用システム１ａを示す図である。図２は、放熱側の熱利用システム１ｂを示す図である。熱利用システム１ａ，１ｂは、蓄熱装置１０を備え、熱利用システム１ａ，１ｂにおいて蓄熱装置１０は分離可能である。以下の説明では、熱利用システム１ａ，１ｂの蓄熱装置１０以外の部分からの蓄熱装置１０の分離を、単に、熱利用システム１ａ，１ｂからの蓄熱装置１０の分離として表現する。同様に、熱利用システム１ａ，１ｂの蓄熱装置１０以外の部分への蓄熱装置１０の接続を、単に、熱利用システム１ａ，１ｂへの蓄熱装置１０の接続として表現する。
【００１７】
蓄熱装置１０は、蓄熱材の化学反応により蓄熱および放熱を行う。熱利用システム１ａでは、蓄熱装置１０に熱が蓄えられる。「熱を蓄える」とは、「蓄熱」であり、熱エネルギーを蓄積することである。熱利用システム１ｂでは、蓄熱装置１０から熱が放出される。「熱を放出する」とは、「放熱」であり、熱エネルギーを放出することである。
【００１８】
熱利用システム１ａにて蓄熱装置１０に熱が蓄えられると、蓄熱装置１０は熱利用システム１ａの本体から分離され、蓄熱装置１０が存在しない熱利用システム１ｂへと搬送される。蓄熱装置１０は熱利用システム１ｂに接続されて蓄熱装置１０から熱が放出され、熱利用システム１ｂにて熱が利用される。熱利用システム１ａにて蓄熱された蓄熱装置１０は、熱利用システム１ｂに接続される前に、所定の場所にて保管されてもよい。また、熱利用システム１ａと熱利用システム１ｂとを合わせて１つの熱利用システムと捉えられてもよい。
【００１９】
図１に示すように、熱利用システム１ａは、蓄熱装置１０と、高温ガス供給部１１と、排出路１２１とを備える。高温ガス供給部１１は、供給路１１１と、弁１１２と、熱交換器１１３と、補助路１１４と、弁１１５とを備える。本実施の形態では、熱交換器１１３は、ごみ焼却施設９に設けられる。熱交換器１１３は、ごみ焼却施設９の一部であってもよい。
【００２０】
供給路１１１は、蓄熱装置１０の下接続部１０１に接続される。下接続部１０１は蓄熱装置１０の下部に設けられる。弁１１２は、供給路１１１上に設けられる。熱交換器１１３には、外部の空気またはごみ焼却施設９内に存在する空気が導入され、焼却炉９１からの高温のガスを利用して空気を加熱することにより、高温の乾燥した空気（以下、「高温ガス」という。）が生成される。弁１１２が開けられることにより、高温ガスが下接続部１０１を介して蓄熱装置１０の内部に供給される。
【００２１】
排出路１２１は、蓄熱装置１０の上接続部１０３に接続される。上接続部１０３は蓄熱装置１０の上部に設けられる。排出路１２１上には、弁１２２が設けられる。下接続部１０１から高温ガスが蓄熱装置１０に供給される際には、弁１２２が開けられ、上接続部１０３から蓄熱装置１０内のガスが排出路１２１を介して排出される。排出路１２１はごみ焼却施設９の排ガス処理装置９２に接続され、蓄熱装置１０からのガスは排ガス処理装置９２に供給される。
【００２２】

補助路１１４は、供給路１１１と排出路１２１とを繋ぐ。補助路１１４の一端は、弁１１２と熱交換器１１３との間において供給路１１１に接続される。補助路１１４の他端は、弁１２２と排ガス処理装置９２との間において排出路１２１に接続される。弁１１５は補助路１１４上に設けられる。蓄熱装置１０が熱利用システム１ａに接続されている間、弁１１５は閉じられる。蓄熱装置１０が熱利用システム１ａから分離される際には、弁１１５が開けられ、弁１１２，１２２が閉じられ、高温ガスが供給路１１１から排出路１２１に直接的に流れる。これにより、熱交換器１１３の温度上昇が防止される。

【００２３】

図２に示すように、放熱側の熱利用システム１ｂは、蓄熱装置１０と、低温ガス供給部１３と、制御部１４と、熱取得部１５とを備える。低温ガス供給部１３は、供給路１３１と、弁１３２ａ，１３２ｂと、ブロア１３３と、予熱ヒータ１３４と、加湿装置１３５とを備える。供給路１３１は、２つに分岐して蓄熱装置１０の下接続部１０１および中間接続部１０２にそれぞれ接続される。中間接続部１０２は蓄熱装置１０の下接続部１０１と上接続部１０３との間に設けられる。弁１３２ａは、下接続部１０１に接続される供給路１３１上に設けられる。弁１３２ｂは、中間接続部１０２に接続される供給路１３１上に設けられる。

【００２４】

ブロア１３３からの空気は、予熱ヒータ１３４に送られる。予熱ヒータ１３４は必要に応じて空気を加熱する。予熱ヒータ１３４にて加熱された空気は加湿装置１３５に送られる。加湿装置１３５は、空気に水蒸気を与える。弁１３２ａが開けられると、加湿装置１３５からのガスは、下接続部１０１を介して蓄熱装置１０の内部に供給される。弁１３２ｂが開けられると、加湿装置１３５からのガスは、中間接続部１０２を介して蓄熱装置１０の内部に供給される。加湿装置１３５からのガスの温度は、図１の熱利用システム１ａの高温ガスの温度より低いため、以下、加湿装置１３５からの水蒸気を含むガスを「低温ガス」と呼ぶ。

【００２５】

熱取得部１５は、排出路１５１と、弁１５２と、熱交換器１５３とを備える。排出路１５１は、蓄熱装置１０の上接続部１０３に接続される。弁１５２は、排出路１５１上に設けられる。下接続部１０１および／または中間接続部１０２から低温ガスが蓄熱装置１０に供給される際には、弁１５２が開けられ、上接続部１０３から蓄熱装置１０内のガスが排出路１５１を介して排出される。熱交換器１５３は、排出路１５１上に設けられ、排出路１５１内のガスの熱を利用して熱媒体を加熱する。熱媒体の熱は、熱利用設備８にて利用される。熱利用設備８は、例えば、暖房設備、給湯設備である。熱交換器１５３は、熱利用設備８の一部であってもよい。熱交換器１５３にて熱が奪われた排出路１５１内のガスは、ブロア１３３に戻る。熱利用システム１ｂでは、ガスが循環する。

【００２６】

図３は、蓄熱装置１０の構造を示す図である。図３では、蓄熱装置１０の内部構造の縦断面を簡略化して示している（図４Ａおよび図４Ｂにおいても同様）。蓄熱装置１０は、容器本体２１と、蓄熱材２２と、第１導入部２３と、第２導入部２４と、排出口２５と、押さえ部材２６と、３つの温度計２７，２８，２９と、下接続部１０１と、中間接続部１０２と、上接続部１０３と、を備える。容器本体２１は、底部および天蓋部を有する略円筒状である。容器本体２１は、内部に蓄熱材２２を収納する。蓄熱材２２は、アルカリ土類金属を含む粒状であり、本実施の形態では、アルカリ土類金属はマグネシウムである。水和反応により放熱した状態では、蓄熱材２２は水酸化マグネシウムを主成分として有し、脱水反応により蓄熱した状態では、蓄熱材２２は酸化マグネシウムを主成分として有する。以下の説明では、特に断りがない限り、「蓄熱材２２」は、蓄熱材の粒子の集合を意味する。

【００２７】

下接続部１０１、中間接続部１０２および上接続部１０３は、容器本体２１の外周面に設けられる。蓄熱装置１０が図１の熱利用システム１ａに接続される際には、下接続部１

０１は、供給路１１１に分離可能に接続され、上接続部１０３は、排出路１２１に分離可能に接続される。蓄熱装置１０が図２の熱利用システム１ｂに接続される際には、下接続部１０１は、供給路１３１の分岐路の一方に分離可能に接続され、中間接続部１０２は、供給路１３１の分岐路の他方に分離可能に接続され、上接続部１０３は、排出路１５１に分離可能に接続される。図３では、蓄熱装置１０が熱利用システム１ａに接続された様子を示している。

【００２８】

第１導入部２３は、容器本体２１の下部に設けられる。すなわち、蓄熱材２２（の層）の下部に設けられる。第１導入部２３は下接続部１０１に接続される。第１導入部２３は、複数の噴出口を有し、下接続部１０１を介してガスが第１導入部２３に供給されると、噴出口からガスが蓄熱材２２に向けて上方に噴出される。これにより、第１導入部２３から蓄熱材２２に向けてガスが供給される。噴出口は、容器本体２１の下部において水平方向に２次元に配列される。例えば、第１導入部２３は、容器本体２１の下部に水平方向に配列された複数の管を有し、複数の噴出口はこれらの管に設けられる。

【００２９】

第２導入部２４は第１導入部２３と排出口２５との間に設けられる。正確には、高さ方向において、第２導入部２４は第１導入部２３と排出口２５との間の位置に設けられる。第２導入部２４は中間接続部１０２に接続される。第２導入部２４も第１導入部２３と同様に複数の噴出口を有し、蓄熱材２２に向けてガスを供給する。複数の噴出口は、水平方向に２次元に配列される。図３の状態では、中間接続部１０２に配管は接続されないが、中間接続部１０２を介してガスが第２導入部２４に供給されると、噴出口からガスが蓄熱材２２に向けて上方に噴出される。

【００３０】

押さえ部材２６は、メッシュ状の板である。押さえ部材２６は多数の小孔が形成された板であってもよい。押さえ部材２６は、蓄熱材２２の上方に位置し、下位置と上位置の２つの位置のいずれにも位置することができる。図３では、下位置を二点鎖線の想像線にて示し、上位置に位置する押さえ部材２６を太い破線にて示している。下位置は、静止状態における蓄熱材２２の上面に近接する（図４Ａ参照）。上位置は、容器本体２１内の最上部に位置し、高さ方向において排出口２５よりも上に位置する。押さえ部材２６の上下の移動は、手動でも自動でもよい。図３に示すように、蓄熱時、すなわち、図１の高温ガス供給部１１から高温ガスが蓄熱装置１０に供給されて蓄熱材２２を流動させる際には、押さえ部材２６は上位置に位置する。

【００３１】

既に説明したように、蓄熱時は、下接続部１０１に供給路１１１が接続される。弁１１２および弁１２２が開けられることにより、高温ガス供給部１１から第１導入部２３に高温ガスが供給される。高温ガスは、乾燥した高温の空気である。第１導入部２３は蓄熱材２２の下部に位置することから、第１導入部２３から高温ガスが蓄熱材２２に向けて上方に噴出されると、上位置に位置する押さえ部材２６の下方で、蓄熱材２２の粒子は高温ガスからの力を受けて容器本体２１内で流動する。蓄熱材２２の流動は、高さ方向において、容器本体２１の底部と排出口２５との間で生じる。なお、蓄熱材２２の流動により、容器本体２１内では蓄熱材２２の微粒子（以下、「蓄熱材微粒子」という。）が発生することから、蓄熱材微粒子の押さえ部材２６への付着を抑制するために、上位置は、高さ方向において排出口２５よりも上であることが好ましい。

【００３２】

蓄熱前の状態では、蓄熱装置１０内の蓄熱材２２の主成分は、水酸化マグネシウムである。蓄熱材２２が高温ガスに曝されることにより、蓄熱材２２の水酸化マグネシウムから水が奪われる次の脱水反応により、

$$Mg(OH)_2 + \text{脱水熱} \rightarrow MgO + H_2O$$

蓄熱材２２の主成分は酸化マグネシウムに変化する。その結果、ごみ焼却施設９で従来棄てられていた余熱が蓄熱材２２に蓄えられる。

【００３３】
後述するように、水和反応による放熱時に粒状の蓄熱材２２が互いに固着し、ある程度の大きさを有する塊になる虞があるが、蓄熱時に蓄熱材２２を流動させることにより、蓄熱材２２がバラバラの粒状に戻る。その結果、次の放熱時の固着の程度も低減することができ、蓄熱材２２の放熱の安定性および寿命が向上する。なお、蓄熱時には、第１導入部２３および第２導入部２４から高温ガスを噴出してもよい。これにより、さらに効率よく蓄熱材２２に蓄熱させることができる。
【００３４】
容器本体２１内には第２導入部２４が存在することから、第１導入部２３から高温ガスを供給して蓄熱材２２を流動させると、第２導入部２４が障害物となって固着した蓄熱材２２の分離が促進される。また、ガスが第２導入部２４の管の間を通り抜ける際に流速が高まることによっても固着した蓄熱材２２の分離が促進される。
【００３５】
高温ガスは、容器本体２１内から排出口２５を介して排出される。排出口２５から排出されたガスは、上接続部１０３を介して排出路１２１へとさらに導かれる。図１に示すように、蓄熱に利用された高温ガス（以下、「利用済みガス」という。）は排出路１２１からごみ焼却施設９の排ガス処理装置９２へと導かれる。既述のように、蓄熱時の蓄熱材２２の流動により、容器本体２１内では蓄熱材微粒子が発生するが、蓄熱装置１０には蓄熱材微粒子を取り除く装置は設けられておらず、利用済みガスは蓄熱材微粒子を含む。そのため、利用済みガスと共に蓄熱材微粒子は排出路１２１を介して排ガス処理装置９２に導かれる。
【００３６】
排ガス処理装置９２では、蓄熱装置１０からの利用済みガスがゴミ焼却の排ガス（以下、「燃焼排ガス」という。）に付与されることにより、蓄熱材微粒子、すなわち、水酸化マグネシウムおよび酸化マグネシウムの微粒子が燃焼排ガス中の酸性ガス（塩化水素（ＨＣｌ）、硫黄酸化物（ＳＯｘ）等）の中和に利用される。蓄熱材微粒子は、例えば、バグフィルタの直前で燃焼排ガスに単純に混合されてもよく、湿式の中和装置のアルカリ剤として利用されてもよい。以上のように、熱利用システム１ａでは、蓄熱材２２から発生する微粒子を有効に利用することが実現される。また、蓄熱材微粒子が大気中に拡散することを防止することができる。
【００３７】
蓄熱装置１０への高温ガスの供給が一定時間行われると、または、排出口２５近傍に設けられた温度計２７にて取得される利用済みガスの温度が所定の温度まで上昇すると、蓄熱が完了したものとして弁１１５が開けられると共に弁１１２，１２２が閉じられ、蓄熱装置１０への高温ガスの供給が停止される。高温ガスは、供給路１１１から補助路１１４を介して排出路１２１へと導かれる。また、下接続部１０１が供給路１１１から分離され、上接続部１０３が排出路１２１から分離される。温度計２７は排出路１２１に設けられてもよい。
【００３８】
図４Ａおよび図４Ｂは、放熱時の蓄熱装置１０を示す図である。既に説明したように、蓄熱装置１０が図２の熱利用システム１ｂに接続される際には、下接続部１０１、中間接続部１０２および上接続部１０３は、それぞれ、供給路１３１の分岐路の一方および他方、並びに、排出路１５１に分離可能に接続される。低温ガス供給部１３から低温ガスが蓄熱装置１０に供給される際には、押さえ部材２６は、下位置に位置する。温度計２８は、高さ方向において、第１導入部２３と第２導入部２４との間において蓄熱材２２内に位置する。好ましくは、温度計２８は、高さ方向において、第１導入部２３と第２導入部２４との間を２等分する位置と第２導入部２４との間に位置する。温度計２９は、高さ方向において、第２導入部２４と蓄熱材２２の上面との間において蓄熱材２２内に位置する。好ましくは、温度計２９は、高さ方向において、第２導入部２４と蓄熱材２２の上面との間を２等分する位置と蓄熱材２２の上面との間に位置する。

【００３９】
放熱時は、制御部１４による低温ガス供給部１３の制御により、まず、弁１３２ａおよび弁１５２が開けられ、図４Ａに示すように、第１導入部２３に水蒸気を含む低温ガスが供給される。このとき、弁１３２ｂは閉じられたままであり、第２導入部２４からは低温ガスは供給されない。第１導入部２３から低温ガスが蓄熱材２２に向けて上方に噴出されると、蓄熱材２２の酸化マグネシウムが水蒸気と反応する次の水和反応により、

$$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2 + \text{反応熱}$$

酸化マグネシウムが水酸化マグネシウムに変化し、熱が発生する。これにより、低温ガスが加熱されて排出口２５から上接続部１０３を介して排出路１５１へと導かれる。なお、押さえ部材２６は下位置に位置することから、蓄熱材２２は流動しない。蓄熱材２２は蓄熱装置１０内にて固定層として存在する。以下の説明では、加熱されて排出口２５から排出されるガスを「加熱ガス」と呼ぶ。加熱ガスの温度は、排出口２５の位置で好ましくは１７０℃以上２２０℃以下である。

【００４０】
図２に示すように、加熱ガスは排出路１５１から熱交換器１５３に導かれる。熱交換器１５３では、加熱ガスの熱が熱媒体に移され、熱媒体の熱が熱利用設備８により利用される。これにより、図１のごみ焼却施設９で発生する余熱が熱利用設備８にて利用されることになる。加熱ガスは熱交換器１５３にて熱が奪われると、ブロア１３３を介して予熱ヒータ１３４にて必要に応じて加熱され、加湿装置１３５にて加湿されることにより、水蒸気を多く含む低温ガスとなる。そして、低温ガスが弁１３２ａおよび下接続部１０１を介して第１導入部２３へと導かれる。蓄熱装置１０への低温ガスの単位時間当たりの供給量は、蓄熱時の蓄熱装置１０への高温ガスの単位時間当たりの供給量よりも少なく、例えば、半分以下である。

【００４１】
第１導入部２３からの低温ガスの供給を開始してから所定時間が経過した後、または、蓄熱装置１０の下部にて蓄熱材２２内に設けられた温度計２８の温度がピークを過ぎると、制御部１４が低温ガス供給部１３の弁１３２ａを制御することにより、第１導入部２３への低温ガスの供給量（正確には、単位時間当たりの供給量）が減少する。一方、制御部１４が低温ガス供給部１３の弁１３２ｂを制御することにより、図４Ｂに示すように、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される。第１導入部２３への低温ガスの供給量の減少に代えて、第１導入部２３への低温ガスの供給が停止されてもよい。第１導入部２３への低温ガスの供給量は、漸次減少してもよい。第１導入部２３および第２導入部２４への低温ガスの供給量の合計は一定であってもよく、一定でなくてもよい。

【００４２】
第２導入部２４から蓄熱装置１０への低温ガスの供給が一定時間行われると、または、温度計２９にて取得される温度がピークを過ぎると（または、さらに排出口２５近傍に設けられた温度計２７にて取得される加熱ガスの温度がピークを過ぎると）、蓄熱材２２全体の放熱が完了したものとして制御部１４が弁１３２ａ，１３２ｂ，１５２を閉じ、蓄熱装置１０への低温ガスの供給が停止される。また、下接続部１０１および中間接続部１０２が供給路１３１から分離され、上接続部１０３が排出路１５１から分離される。温度計２７は排出路１５１に設けられてもよい。

【００４３】
放熱時の上記制御では、まず、第１導入部２３のみから低温ガスが蓄熱材２２に供給される。第１導入部２３からの低温ガスは、蓄熱材２２からの放熱により加熱されながら上昇するため、蓄熱材２２の上部ではガスは高温となり、放熱反応は余り生じない。また、第１導入部２３近傍では早く反応が終了し、その後も水蒸気に曝されることにより蓄熱材２２が過剰に水蒸気を吸収し、粒同士が固着した状態となる。蓄熱材２２の間の空間は狭まり、第１導入部２３から低温ガスを噴出する抵抗が増加する。その結果、第１導入部２３から低温ガスを効率よく噴出することができなくなる。

【００４４】

一方、第１導入部２３への低温ガスの供給を開始してからある程度の時間が経過して蓄熱材２２の下部の放熱反応が終了した後に、第１導入部２３への低温ガスの供給量を減少または停止し、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される。これにより、第２導入部２４よりも上に存在する蓄熱材２２に効率よく低温ガスを供給することができ、蓄熱材２２全体の反応を安定して行うことができる。その結果、粒状の蓄熱材２２全体から効率よく熱を取り出すことが実現され、放熱を促進することができる。

【００４５】

また、第２導入部２４から低温ガスを供給する際に第１導入部２３への低温ガスの供給量を減少または停止することにより、蓄熱材２２の下部の過剰な固着を抑制することができる。このように、第２導入部２４を利用することにより、第１導入部２３のみを利用した場合に生じる蓄熱材２２全体の反応速度の低下および圧力損失による反応プロセスの阻害を抑制することが実現される。さらに、圧力損失の低減により、ブロア１３３の出力を低く設計することができ、熱利用システム１ｂの稼働コストを低く抑えることができる。

【００４６】

熱利用システム１ａ，１ｂでは、蓄熱装置１０が搬送可能であることから、蓄熱後の蓄熱装置１０を任意の場所に保管することができる。また、化学反応を利用して蓄熱することから、経時的な放熱もない。その結果、非常に効率よく、蓄熱、移送および保存が可能となる。

【００４７】

上記の熱利用システム１ａ，１ｂ並びに蓄熱装置１０は一例にすぎず、本発明を限定するものではない。

【００４８】

蓄熱材２２は、一般的に表現すれば、アルカリ土類金属の水酸化物の脱水反応により蓄熱し、当該アルカリ土類金属の酸化物の水和反応により放熱する。蓄熱材２２が含むアルカリ土類金属は、マグネシウムには限定されない。好ましくは、蓄熱材２２は、マグネシウムおよびカルシウムからなる群から選択された少なくとも１つを含む。アルカリ土類金属としてはマグネシウムやカルシウム以外のものであっても利用可能である。

【００４９】

蓄熱材２２の個々の粒子（以下、「蓄熱材粒子」という。）の形状は、好ましくは、いわゆる「ペレット状」である。例えば、蓄熱材粒子は、直径１ｍｍ以上１０ｍｍ以下、長さ１ｍｍ以上１０ｍｍ以下の円柱状である。より好ましくは、直径１ｍｍ以上５ｍｍ以下、長さ１ｍｍ以上５ｍｍ以下の円柱状である。蓄熱材粒子は、直径１ｍｍ以上１０ｍｍ以下の球状であってもよい。好ましくは、蓄熱材粒子は、直径１ｍｍ以上５ｍｍ以下の球状である。蓄熱材粒子の形状は、直方体等の他の形状であってもよい。

【００５０】

蓄熱材２２を収納する容器本体２１は、蓄熱材２２を収容する空間を実質的に形成する構造を指す。容器本体２１は、蓄熱材２２を収容する空間を形成することができるのであれば、略円筒状には限定されない。例えば、略直方体であってもよく、樽状でもよい。

【００５１】

第１導入部２３および第２導入部２４は、蓄熱材２２に向けてガスを供給する際に利用可能な構造であれば、様々な形態で設けられてよい。第１導入部２３は、好ましくは、蓄熱材２２を流動させるために、蓄熱材２２に向けてガスを勢いよく噴出することが可能な構造を有する。ガスを噴出する構造は、ノズルには限定されず、例えば、容器本体２１の下部に多数の小孔を有する多孔板を配置し、その上に蓄熱材２２を堆積させ、多孔板の下にガスを導入することにより、蓄熱材２２に向けてガスが噴出されてもよい。容器本体２１内にてガスが上方に向かって流れる場合、第１導入部２３は、少なくとも蓄熱材２２の下方または下部に位置する。「蓄熱材２２の下方に位置する」とは、蓄熱材２２よりも下に位置することを意味する。「蓄熱材２２の下部に位置する」とは、蓄熱材２２の下部の内部または最下端に接するように位置することを意味する。第２導入部２４は、勢いよくガスを噴出する構造でなくてもよい。第１導入部２３および第２導入部２４は、好ましく

は、水平方向に２次元に配列されたガスの噴出口を有する。

【００５２】

排出口２５は、容器本体２内からガスを排出する開口であれば、様々な態様にて設けられてよい。容器本体２１に排出口２５を設けることは、正確には、排出口２５を形成する部材を容器本体２１に設けることである。排出口２５は、容器本体２１の上部や上端に設けられた単純な開口であってもよく、容器本体２１内から外部に通じる配管であってもよい。

【００５３】

第２導入部２４は、第１導入部２３からの低温ガスの供給を補助する役割を有するため、第１導入部２３と排出口２５との間の位置に設けられる。第１導入部２３、第２導入部２４および排出口２５は、上下方向に並ぶ必要はなく、例えば、水平方向に並んでもよい。さらには、蓄熱装置１０において、下から順に、排出口２５、第２導入部２４および第１導入部２３が設けられてもよい。第１導入部２３、第２導入部２４および排出口２５の配列順は、ガスの流れに基づく順序であり、これらは直線状に配列される必要はない。すなわち、第２導入部２４は、容器本体２１にてガスが流れる方向に関して、第１導入部２３と排出口２５との間の位置に設けられる。

【００５４】

低温ガスは、好ましくは水蒸気を含む空気である。低温ガスの温度（特に、蓄熱材２２が含むアルカリ土類金属がマグネシウムの場合）は、好ましくは９０℃以上１１０℃以下であり、低温ガスが含む水蒸気の量は、好ましくは５０体積％以上６０体積％以下である。低温ガスは空気以外のガスに水蒸気を含ませたものでもよい。あるいは、成分を調整した空気に水蒸気を含ませたものでもよい。

【００５５】

熱利用システム１ｂでは、制御部１４が低温ガス供給部１３を制御することにより、第１導入部２３への低温ガスの供給を開始した後の段階で、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される。上記説明では、第１導入部２３への低温ガスの供給を開始してから一定の時間が経過した後に、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される、または、第１導入部２３への低温ガスの供給を開始してから蓄熱装置１０の下部の温度計２８の温度がピークを過ぎると、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される。

【００５６】

もちろん、第２導入部２４への低温ガスの供給は、他の条件に基づいて開始されてもよい。例えば、第１導入部２３へのガスの供給圧が所定値を超えた段階で第２導入部２４への低温ガスの供給が開始されてもよい。一般的に表現すれば、第１導入部２３近傍の蓄熱材２２（あるいは、蓄熱材２２の下部）の放熱反応の完了を示す所定の条件が満たされた段階で、第２導入部２４への低温ガスの供給が開始される。また、既に説明したように、これと同時に（完全に同時である必要はなく、実質的に同時であればよい。）、第１導入部２３への低温ガスの供給量を減少させる、または、第１導入部２３への低温ガスの供給を停止する動作が行われる。

【００５７】

なお、第１導入部２３と排出口２５との間に２以上の導入部（以下、「中間導入部」という。）が設けられてもよい。この場合、上記説明における第２導入部２４は、いずれかの中間導入部に対応する。上記図４Ａおよび図４Ｂは、中間導入部の数が１の場合である。第１導入部２３と排出口２５との間に２以上の中間導入部が設けられる場合、第１導入部２３への低温ガスの供給が開始されてから、複数の所定の条件が順次満たされる毎に、第１導入部２３に近い中間導入部から、排出口２５に近い中間導入部に向かって順番に、複数の中間導入部への低温ガスの供給が開始される。これにより、容器本体２１内に多量の蓄熱材２２が収容される場合であっても、蓄熱材２２から効率よく熱を取り出すことが実現される。また、上記制御を適切に行うために、高さ方向において第１導入部２３、１以上の中間導入部および蓄熱材２２の上面にて区切られる各範囲内に温度計が設けられることが好ましい。各温度計は、対応する上記範囲を２等分した位置から当該範囲の上端の

間に設けられることが好ましい。

【００５８】

図２の熱利用システム１ｂでは蓄熱装置１０を利用しつつガスを循環させるが、ガスの循環は行われなくてもよい。例えば、低温ガス供給部１３が、外部の空気を取り込んで水蒸気を含む低温ガスを生成して蓄熱装置１０に供給し、蓄熱装置１０からの加熱ガスは、熱交換器１５３にて熱が奪われた後、大気中に排出されてもよい。また、熱交換器１５３を省略し、加熱ガスが直接的に熱利用設備８にて利用されてもよい。

【００５９】

蓄熱時の高温ガスの温度は（特に、蓄熱材２２が含むアルカリ土類金属がマグネシウムの場合）、好ましくは３００℃以上４００℃以下である。高温ガスは空気以外のガスであってもよい。あるいは、高温ガスは成分を調整した空気でもよい。上記説明では、蓄熱時に、高温ガス供給部１１から高温ガスが第１導入部２３に供給されることににより、第１導入部２３から噴出される高温ガスから力を受けて蓄熱材２２が流動するが、放熱時の固着の問題が生じない蓄熱材２２の場合は蓄熱時の蓄熱材２２の流動は行われなくてもよい。

【００６０】

蓄熱装置１０の押さえ部材２６は、蓄熱材２２の上方に配置されて蓄熱材２２の飛散を防止することができるのであれば、網状の板や多孔板以外の構造であってもよい。押さえ部材２６を機能的に表現すれば、飛散防止部材である。押さえ部材２６は、例えば、多数のスリットを有する部材でもよい。

【００６１】

熱利用システム１ａでは、ごみ焼却施設９に代えて発電所での余剰熱が蓄熱装置１０に蓄えられてもよい。さらに一般的に表現すると、熱利用システム１ａでは、産業炉等の燃焼設備における燃焼を利用して高温ガスが生成されて第１導入部２３に供給されることが好ましい。さらに好ましくは、排出口２５から排出される利用済みガスを排出路１５１を介して燃焼設備の排ガス処理装置に導くことにより、蓄熱材微粒子が排ガス処理装置のアルカリ剤として利用される。

【００６２】

図１の高温ガス供給部１１は、燃焼設備に専用の構造として設けられる必要はない。高温ガス供給部１１は、燃焼設備に既に設けられている構造を利用して乾燥した高温ガスを蓄熱装置１０に供給する構造であってもよい。この場合、高温ガス供給部１１は、主として供給路１１１と弁１１２により構成される。

【００６３】

熱利用システム１ａと熱利用システム１ｂとは組み合わせられることが好ましいが、熱利用システム１ａの蓄熱手法を採用しつつ、熱利用システム１ｂとは異なる放熱手法が採用されてもよい。また、熱利用システム１ａとは異なる蓄熱手法を採用しつつ、熱利用システム１ｂの放熱手法が採用されてもよい。蓄熱装置１０は、好ましくは、蓄熱側の熱利用システムと放熱側の熱利用システムとの間で搬送されるが、蓄熱装置１０は固定設置された状態で、蓄熱および放熱が行われてもよい。

【００６４】

上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わされてよい。

【符号の説明】

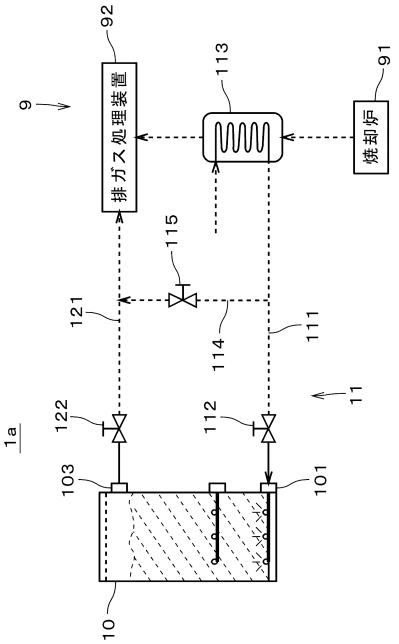
【００６５】

１ａ，１ｂ　熱利用システム
９　ごみ焼却施設
１０　蓄熱装置
１１　高温ガス供給部
１３　低温ガス供給部
１４　制御部
２１　容器本体

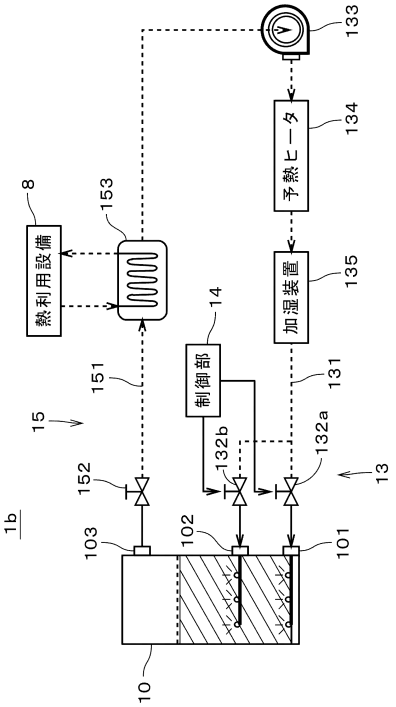
２２　蓄熱材
２３　第１導入部
２４　第２導入部
２５　排出口
２６　押さえ部材
２７～２９　温度計
９２　排ガス処理装置
１２１　排出路

【図面】

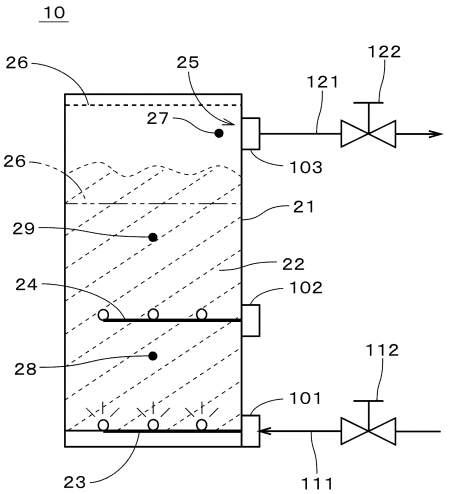
【図１】



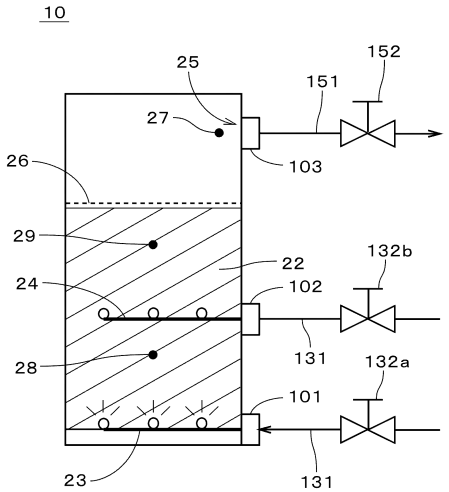

【図２】



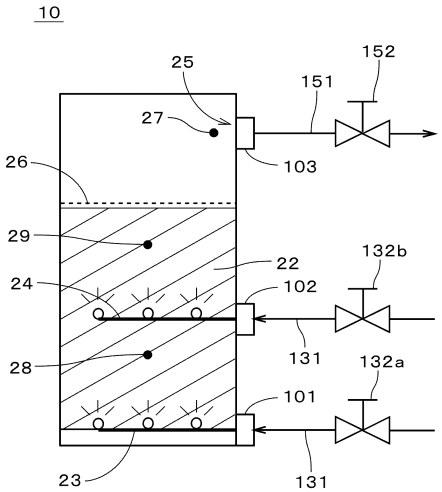
【図３】


10
26
25
122
121
27
103
26
21
29
22
24
102
28
112
101
23
111

【図４Ａ】


10
25
152
151
27
103
26
29
22
132b
24
102
131
28
132a
101
23
131

【図４Ｂ】


10
25
152
151
27
103
26
29
22
132b
24
102
131
28
132a
101
23
131

フロントページの続き

大阪府大阪市港区弁天１丁目２番１号 エスエヌ環境テクノロジー株式会社内
(72)発明者 中尾 毅
大阪府大阪市港区弁天１丁目２番１号 エスエヌ環境テクノロジー株式会社内
(72)発明者 寺尾 勇哉
大阪府大阪市港区弁天１丁目２番１号 エスエヌ環境テクノロジー株式会社内
(72)発明者 大石 玲
大阪府大阪市港区弁天１丁目２番１号 エスエヌ環境テクノロジー株式会社内
(72)発明者 大塚 泰弘
兵庫県赤穂市加里屋字加藤９７４番地 タテホ化学工業株式会社内
(72)発明者 右田 翼
兵庫県赤穂市加里屋字加藤９７４番地 タテホ化学工業株式会社内
(72)発明者 中西 真奈美
兵庫県赤穂市加里屋字加藤９７４番地 タテホ化学工業株式会社内
審査官 大谷 光司

(56)参考文献 特開２０１５－１８３８３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１２３２１７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－１９７３４６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１８－１７９４５２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－２１５３２４（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－０７９７０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ２８Ｄ ２０／００