

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4145220号
(P4145220)

(45) 発行日 平成20年9月3日 (2008.9.3)

(24) 登録日 平成20年6月27日 (2008.6.27)

(51) Int.Cl.	F 1
F 2 4 H 7/02 (2006.01)	F 2 4 H 7/02 6 O 1 A
F 2 4 H 7/04 (2006.01)	F 2 4 H 7/04 B
F 2 8 D 20/00 (2006.01)	F 2 8 D 20/00 A

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-311178 (P2003-311178)	(73) 特許権者	000183945 助川電気工業株式会社
(22) 出願日	平成15年9月3日 (2003.9.3)		茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号
(65) 公開番号	特開2005-77053 (P2005-77053A)	(73) 特許権者	500357552 株式会社エス・エフ・シー
(43) 公開日	平成17年3月24日 (2005.3.24)		神奈川県横浜市中区日本大通11番地 横浜情報文化センター12階
審査請求日	平成18年7月26日 (2006.7.26)	(74) 代理人	100081927 弁理士 北條 和由
		(72) 発明者	三浦 邦明 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
		(72) 発明者	宗形 雅夫 茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蓄熱式給湯装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

水より比熱が大きく、内部に縦に蒸発管（7）を埋め込んだ蓄熱材（4）と、この蓄熱材（4）を加熱するヒータ（5）と、前記蓄熱材（4）の縦穴状の蒸発管（7）に熱媒体としての水を注入する熱媒体注入ノズル（12）と、この熱媒体注入ノズル（12）により注入された熱媒体としての水が蓄熱材（4）の中に縦に埋め込まれた蒸発管（7）の表面に接触することにより発生する蒸気の熱により、給湯系の水を加熱する熱交換機（14）と、前記蒸発管（7）の上端に注入する熱媒体としての水を循環させる熱媒体循環系（8）と、この熱媒体循環系（8）の途中に設けられ、熱媒体としての水の加熱により発生する蒸気の圧力上昇を緩和するバッファタンク（21）とを有することを特徴とする蓄熱式給湯装置。

10

【請求項2】

蓄熱材（4）の蒸発管（7）は蓄熱材（4）の内部で蛇行していることを特徴とする請求項1に記載の蓄熱式給湯装置。

【請求項3】

蒸発管（7）はその周面から蓄熱材（4）の内部に向けて放射状に伝熱フィン（10）を突出していることを特徴とする請求項1または2に記載の蓄熱式給湯装置。

【請求項4】

蓄熱材（4）は粒状の固体であることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の蓄熱式給湯装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原子力発電所が稼働中に生じる余剰夜間電力を利用して蓄熱し、この蓄熱エネルギーを昼間に給湯用の熱源等として使い、エネルギーの有効利用を図る蓄熱式給湯装置に関し、特に大熱容量の蓄熱材を使用して省設置容積化を図ることが出来る蓄熱式給湯装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の夜間電力利用の蓄熱式給湯装置は、ヒータによって水を温め蓄熱し、そのお湯と水を混合しながら適温水（40～42℃）に温度調整し、給湯していた。ヒータにより水に蓄熱するのは、水が安全で安価であり、且つ入手性に問題がなく熱容量も比較的大きいことから、或る程度の容積の水に比較的大きな熱量を蓄熱できることによるものである。

【0003】

しかし水は熱容量が比較的大きいものの、大気圧において100℃で沸騰してしまうので、90℃程度までしか昇温出来ない。100℃以上の沸点で使用するためには、水を高圧容器に閉じ込めて沸騰しないようにする必要がある。しかしそうするためにはポンプから配管系までを全て高圧に対応出来るようにする必要がある、さらに安全弁等の保護システムも必要となり、コスト高になる。加えて運転するために免許が必要となる等、運転からメンテナンスまで多くの労力とコストが掛かってしまう。

【0004】

水は比較的热容量の大きい蓄熱材であるが、圧力容器を使わずに蓄熱しようとする90℃程度が限界である。従って熱容量を増やそうとするとその分容積を増やさなければならず、水タンクが大型化し、大きな設置空間が必要となる。

現在一般に市販されている夜間電力を水に蓄熱する給湯器の貯水容積は、180L入ドラム缶約2本分の水370Lである。これでは一般家庭での風呂や台所での給湯が限界であり、飲食店等の商業利用はほとんど不可能である。

【0005】

因に水370Lに蓄熱する熱量は夜間の8時間に200V×18.8Aの電気をヒータに通じて得られる熱量である。これは一般家庭が契約している40Aの半分程度の熱容量でしかない。370Lを常温20℃から90℃の温度まで温めるときに必要な電力と電流は次の式により求められる。

$$Q = C_p \times W \times \Delta T / t = 1 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} \times 370 \text{ kg} \times 70^\circ\text{C} / 8 \text{ hr} = 3240 \text{ kcal} / \text{h}$$

$$QW = Q / 860 = 3240 \text{ kcal} / \text{h} \div 860 = 3.76 \text{ kW}$$

但し、Q：熱量（kcal/h）、 C_p ：水の比熱＝1（kcal/kg℃）、W：水の重さ 370（kg）、 ΔT ：水の昇温量＝70℃、t：給電時間＝8時間、QW：給電力＝3.76kW

単層3線式の電源では200Vが得られるので

$$3.76 \text{ kW} / 200 \text{ V} = 18.8 \text{ A}$$

一方、給湯装置の小型化ないしは大容量化をめざし、水による蓄熱をあきらめて、熱容量の大きい鉄やマグネシアに蓄熱する特許が出願されている。

【特許文献1】特開2003-172590号公報

【特許文献2】特開2003-65614号公報

【特許文献3】特開2000-97498号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

Feを利用したものでは、小型化にはなるが重量が重すぎて設置が困難である。

例えば水370Lに相当する熱量を常温20℃から700℃のFeに蓄熱させるとする

と、必要な F e の容積 y は次の通りである。まず水の熱量を求めると、

水 $370 \text{ kg} \times 70^\circ\text{C} \times 1 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} = 25900 \text{ kcal}$ である。この水の熱容量を F e で得るには、

$$\text{F e } x \text{ kg} \times 680^\circ\text{C} \times 0.11 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} = 25900 \text{ kcal}$$

$x = 346 \text{ kg}$ となって F e の比重が $7.8 \text{ kg} / \text{L}$ であるから、

$$\text{F e の容積 } y \text{ は、 } y = 346 \text{ kg} / 7.8 \text{ kg} / \text{L} = 44.4 \text{ L}$$

水の必要な容積 370 L に比べれば F e の必要な容積 44.4 L は約 12% で済むことになる。しかし重量としては水 $370 \text{ L} = 370 \text{ kg}$ と同じ程度の 346 kg になってしまう。

【0007】

10

蓄熱材に水を使う場合、約ドラム缶 2 本分のタンクの重量は数十 kg で済むが、空のタンクを据え付けた後に注水できるので設置が簡単である。ところが F e の場合、最初から 346 kg の鉄を乗せる架台と断熱材で蓄熱部を構成するために、初めから架台重量も含めた約 450 kg のものを据え付けしなければならない。この重量の問題を除けば、鉄を水と同じ 370 L の容積にすれば重量は水に比べ相当に重くなるが、約 8.3 倍の熱量を蓄熱することが出来る。

【0008】

本発明は、前記の水や F e の塊を蓄熱材として使用する従来提案されている蓄熱式給湯装置における課題に鑑み、小さな容積で大きな熱量を蓄熱することが出来、しかも熱媒体による安定した熱供給と容易にその調整をすることが出来、設置の容易な蓄熱式給湯装置を提供することを目的とするものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

蓄熱材として粒子状の無機材料や金属、例えば顆粒状の MgO を利用すれば小型化と軽量化が可能である。例えば水 370 L に相当する熱量を 700°C の MgO に蓄熱させるとすると、必要な MgO の容積 y は次の通りである。

$$\text{MgO } x \text{ kg} \times 680^\circ\text{C} \times 0.3 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} = 25900 \text{ kcal}$$

$x = 127 \text{ kg}$ となって MgO 比重が $3 \text{ kg} / \text{L}$ であるから、

$$\text{MgO の容積 } y \text{ は、 } y = 127 \text{ kg} / 3 \text{ kg} / \text{L} = 42.3 \text{ L}$$

【0010】

30

MgO は F e に比べればかなり軽いうえに、容積は F e と同等となって、据付時の問題も少なく済む。特に MgO は顆粒状であり、容器に蓄熱材として充填する MgO は、現場に空の容器を据え付けた後に充填することができるので、F e の塊を使用する場合に比べて設置施工の点でも有利である。もっとも、F e も MgO のように顆粒状にしまえば、設置施工性は同様の条件となる。

【0011】

しかし蓄熱材が、粉体や顆粒状にってしまうと粒子どうしの接触熱抵抗のため、空隙も含む粒子全体としての熱伝導率が低くなってしまう。粒子全体としての単一の固体物質の塊に比べ約 $1/10$ 以下に低下してしまう。夜間電力を使って蓄熱する場合、8 時間もの間にゆっくり加熱するので、この熱伝導率の低さはあまり問題にならない。しかし蓄熱された熱を短時間にお湯に伝える場合は問題になる。この熱伝導率の低さを補う為に、蒸発管にフィンをつけてフィンにまわり付くように F e や MgO 粉体（顆粒）を接触させれば良い。

40

【0012】

F e や MgO 粉体（顆粒）を蓄熱材として使用する場合、それら蓄熱材から熱を取り出し、水を加熱するための熱媒体が必要となる。Cu 等の高熱伝導体を蓄熱材に挿入して、熱伝導で水へ熱を伝えて直接給水を適温 ($40^\circ\text{C} \sim 42^\circ\text{C}$) に昇温することは可能である。しかし蓄熱材が 100°C を越える温度になると Cu も 100°C 以上に昇温され水と接触する部分で沸騰が生じて音が発生するため、給水に応じた熱量の制御が出来にくい。

【0013】

50

Cu中の伝熱量を制御するには、Cuの断面を拡大したり縮小したりしなければならない。この伝熱断面を変えるには、Cuを一旦切断し、途中にCuのスライド板機構を設けてやればよいが、Cuは高温だと酸化しやすく高温での凝着を防止しながら、常に一定の揺動状態で伝熱面量を調整することは不可能に近い。従って高温物体（蓄熱材）から水へ熱を伝えるには、熱媒体が100℃以上になっても熱供給差が無く、必要に応じて熱供給量を自由に可変できる熱媒体が最も望ましい。

【0014】

水は蒸発するとき潜熱が非常に大きく、蒸気になってからの高温範囲での熱量上昇はかなり少ない。よって100℃以上の高温に加熱されたFeやMgO等の蓄熱材から水を熱媒体として給湯水に伝達する場合、蓄熱材に水を当てて蒸発させその蒸気でもって熱を蓄熱材側から水を供給してやれば蒸気の温度にほとんど関係なく、ほぼ一定の熱供給が可能となる。給湯量に応じた蒸気量（蒸発水量）を調整してやれば簡単に湯温の制御は可能である。

10

【0015】

ただし、高温の蓄熱材に直接水を接触させて蒸気を発生させると水蒸気の体積膨張によって密閉空間では高圧発生を伴う。水が蒸発するときに生じる非常に大きな体積膨張を緩和するためには最少限度の水を使って蒸気にし、さらにバッファータンクを用いることによって蒸気発生に伴う圧力上昇を押さえ、圧力容器を使わずに済むことが装置設計を簡単にしてコストも下がる。

【0016】

20

次に熱媒体である水蒸気によって水に熱を与える場合、直接水に水蒸気を注入すると蒸気が復水するときに蒸気がつぶれて水になるとき急激な体積縮少が生じて大きな衝撃音が発生する。よって水蒸気による熱供給は間接的な伝熱壁を通して熱を水に伝えてやれば衝撃音の発生もない。この熱媒体である水を循環して使えば新しい水が蒸発するときに発生する残査を発生させることなく、連続的に蓄熱材から水へ熱が伝えられる。また、循環させる蒸発水量をポンプ等で流量制御すれば、給湯量に応じて給湯温度を適温にすることが可能である。

【0017】

このような観点から採用された本発明による蓄熱式給湯装置の構成は、水より比熱が大きく、内部に縦に蒸発管7を埋め込んだ蓄熱材4と、この蓄熱材4を加熱するヒータ5と、前記蓄熱材4に縦に埋め込まれた蒸発管7に熱媒体としての水を注入する熱媒体注入ノズル12と、この熱媒体注入ノズル12により注入された熱媒体としての水が前記蒸発管7の表面に接触することにより発生する蒸気の熱により、給湯系の水を加熱する熱交換機14と、前記蒸発管7の上端に注入する熱媒体としての水を循環させる熱媒体循環系8と、この熱媒体循環系8の途中に設けられ、熱媒体としての水の加熱により発生する蒸気の圧力上昇を緩和するバッファータンク21とを有するものである。

30

【0018】

このような蓄熱式給湯装置においては、蒸発管7を蓄熱材4の内部で蛇行させることにより、蓄熱材4の中の蒸発管7を長くとれるので、好都合である。加えて、蒸発管7を蛇行させることにより、その上端から熱媒体である水を注入したとき、その水滴が蒸発管7の底まで落下して溜まるのを防止しながら、蒸発管7の中間部で水滴を蒸発させることが出来る。

40

【0019】

さらに、蒸発管7から離れた位置からも蓄熱材4から熱媒体である水が効率良く熱を吸収出来るように、蒸発管7の周面から蓄熱材4の内部に向けて放射状に伝熱フィン10を突出する。また、蓄熱材4は粒状の固体とすることにより、現場に空の容器を据え付けた後に充填することができるので、Feの塊を使用する場合に比べて設置施工の点でも有利である。

【発明の効果】

【0020】

50

以上説明した通り、本発明によれば、小さな容積で大きな熱量を蓄熱することが出来、しかも熱媒体による安定した熱供給と容易にその調整をすることが出来、設置の容易な蓄熱式給湯装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

本発明では、水より比熱が大きい蓄熱材4を使用し、この蓄熱材4を加熱した状態で、熱媒体としての水を注入し、さらに熱媒体としての水を循環させながら、水の加熱により発生する蒸気の圧力上昇をバッファタンク21で緩衝することにより、小さな容積で大きな熱量を蓄熱することが出来、しかも熱媒体による安定した熱供給と容易にその調整をすることが出来るようにしたものである。

10

【0022】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施例について、具体的且つ詳細に説明する。

図1は本発明による蓄熱式給湯装置の一実施形態を示す概略全体図であり、夜間電力を熱として蓄える蓄熱部1と、その蓄熱部1に熱媒体である水を循環させ、熱交換器2で熱媒体の熱を給湯用として取り出す熱媒体循環系8と、その熱媒体循環系8及び給湯配管系統の動作制御をする制御系統を示すものである。

【0023】

夜間電力により蓄熱材4を加熱して蓄熱する蓄熱部1は、耐熱性があり後述するように断熱された容器3の中に粒子状の比熱の高い材料、例えばMgO、Fe等の粒子が蓄熱材4が充填されている。この蓄熱材4にはシーズヒータ等のヒータ5が埋め込まれ、夜間電力により加熱される。加熱温度は熱電対等の測温素子6により監視される。

20

【0024】

この蓄熱材4の中には、蛇行する円筒形の蒸発管7が複数本縦に埋め込まれている。蒸発管7の周囲からは放射状に蓄熱材4の中に向けてフィン10が突設されている。これらの蒸発管7やフィン10は、熱伝導が良好な、例えばアルミニウム等からなっている。

【0025】

蓄熱部1の容器3の上部であって、蓄熱材4の上の位置には、熱媒体注入ノズル12を介して前記蒸発管7の上端部分に熱媒体である水を注入する熱媒体注入ヘッド11が配置されている。尚、蒸発管7は、注水側が拡大しており、蒸気噴出速度を遅くして、注入ノズル12から注水しやすくする。

30

熱媒体となる水を循環させる熱媒体循環系8は、復水を貯める受水容器24を有しており、この受水容器24は、ポンプ26、流量計27を有する配管9を介して前記蓄熱部1の熱媒体注入ヘッド11に接続されている。

【0026】

熱媒体循環系8は、熱媒体の保有する熱で給湯用の給水を加熱するための熱交換器2を備えている。この熱交換器2は、配管13を介して前記蓄熱部1の容器3の上部に接続されている。

熱交換器2は、例えば容器14の中に熱交換用のフィンコイルユニットのような熱交換モジュール15が収納されており、この熱交換モジュール15の水入口側には水道等の給水管16が接続され、熱交換モジュール15の湯出口側には給湯配管17が接続されている。給水管16側には流量計18と温度計19が接続されている。

40

【0027】

熱媒体循環系8は、熱媒体の圧力一旦下げるバッファタンク21を備えており、このバッファタンク21は、熱媒体循環系8において前記熱交換器2と受水容器24との間に挿入されている。このバッファタンク21には、空気抜弁22と安全弁23とが設けられている。

【0028】

この熱媒体循環系8には、制御器20が備えられ、前記流量計18と温度計19により前記給水管16から熱交換器2に供給される水の流量と温度により、受水容器24側から蓄熱部1側に熱媒体である水を供給するためのポンプ26のインバータモータ25を制

50

御する。熱媒体である水の流量は流量計 27 により測定され、制御器 20 でインバータモータ 25 がフィードバック制御される。

【0029】

前記インバータモータ 25 の駆動により、蓄熱部 1 側に供給された熱媒体である水は、熱媒体注入ヘッド 11 から熱媒体注入ノズル 12 を通して蓄熱体 4 の中に縦に収納した各蒸発管 7 の上端に滴下される。この蒸発管 7 の内壁は、フィン 10 等を介して蓄熱体 4 が蓄熱した熱により高温に加熱されているため、瞬時に蒸発し、その蒸気が配管 13 を通して熱交換器 2 の容器 14 の中へと送られる。

熱交換器 2 では容器 14 の中に配置された熱交換モジュール 15 において、給水配管 16 側から供給される水が気化した熱媒体により加熱され、給湯配管 17 側から湯となって給湯される。

10

【0030】

熱交換器 2 ではこのような熱交換が行われるため、熱媒体である蒸気は急速に冷却され、復水となって受水器 24 に戻る。

バッファタンク 21 は、こうして熱媒体が熱媒体循環系 8 を循環するときに、その熱媒体循環系 8 の圧力変動を緩衝し、過度な圧力上昇に際しては、必要に応じて安全弁 23 から気体を逃がし、過度な圧力上昇を防止する。

【0031】

図 2 は、蓄熱部 1 の横断斜視図である。各蒸発管 7 へは熱媒体である水が実線の矢印で示すように水滴または霧となって注入される。高温の各蒸発管 7 の内面に接触した熱媒体である水は瞬時に蒸発し、さらにこの蒸気がその蒸発管 7 内で加熱される。これにより、熱媒体の蒸気が上昇流となって図 1 に示す配管 13 側に昇り、その配管 13 を通って前述したように熱交換器 2 に送られる。

20

【0032】

このように、蓄熱部 2 では直接蓄熱材 4 に水を降りかけるのではなく、フィン 10 を備えた蒸発管 7 の上端からその中に水滴や霧の形で熱媒体である水を注入するものである。この蓄熱部 1 の中に縦に埋め込んだ蒸発管 7 を蛇行させているのは、その上端に熱媒体である水を注入したとき、その水が蒸発管 7 の底まで落下して溜まるのを防止しながら、蒸発管 7 の中間部で水滴が蒸発するようにするためである。

【0033】

30

このような蓄熱式給湯装置において、一般家庭の給湯量（給水量）は、最大でも 20 L / min である。冬期の水道水の温度を 10℃と仮定して 40℃まで上昇させるときの熱量を水蒸気で行うとするときの熱計算をすると、次の通りである。

水の必要熱量 $Q_w = C_p \times \Delta T \times W$

ここで、 C_p ：水の比熱 = 1 kcal / kg℃、 ΔT ：水の上昇温度 = 40℃ - 10℃ = 30℃、 W ：水の重量流量 = 20 L / 分 × 60 分 / h × 1 kg / L（比重）であるから、

$$Q_w = 1 \text{ kcal / kg}^\circ\text{C} \times 30^\circ\text{C} \times 20 \text{ L / 分} \times 60 \text{ 分 / h} \times 1 \text{ kg / L} = 36000 \text{ kcal / h}$$

すなわち、36000 kcal / h 必要である。

40

【0034】

水の蒸気潜熱 γ で伝える必要水蒸気量 x を求めると次の通りである。

$$Q_w = \gamma \times x$$

ここで、 γ ：水の潜熱 = 540 kcal / kg、 x ：熱媒体水量 = x kg / h であり、この x を 1 分当たりの水量に直すと 66.66 kg / h × 1 / 60 分 / h × 1 kg / L（水の比重） = 1.11 L / 分になって、ほぼ x は 1 L / 分であれば良いことになる。

因に一般の家庭での給湯量は 20 L / 分の 1 / 2 ~ 1 / 3 であるから、熱媒体水量も 1 / 2 ~ 1 / 3 になる。

【0035】

もっと詳細に熱媒体水が給湯水に供給できる熱量を計算する。この時、蓄熱材温度を 7

50

00℃とすると、次の通りである。

$Q_w = \text{熱媒体蒸気潜熱量 } Q_L + \text{熱媒体水の蒸発点までの熱量 } Q_{\Delta T} + \text{熱媒体水蒸気熱量 } Q_s$

$Q_L = \gamma \times x = 540 \text{ kcal} / \text{kg} \times x \text{ L} / \text{分} \times 60 \text{ 分} / \text{h} \times 1 \text{ kg} / \text{L}$

$Q_{\Delta T} = x \times (100^\circ\text{C} - \text{温水の温度 } 40^\circ\text{C}) = x \times 60^\circ\text{C}$

$Q_s = x \times \text{蒸気の比熱 } 0.5 \text{ kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} \times (700^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C})$

$36000 \text{ kcal} / \text{h} = 540 \text{ kcal} / \text{kg} \times x \text{ L} / \text{分} \times 60 \text{ 分} / \text{h} \times 1 \text{ kg} / \text{L} +$

$x \text{ L} / \text{分} \times 60 \text{ 分} / \text{h} \times 1 \text{ kg} / \text{L} \times 60^\circ\text{C} + x \text{ L} / \text{分} \times 60 \text{ 分} / \text{h} \times 1 \text{ kg} / \text{L} \times 0.5$

$\text{kcal} / \text{kg}^\circ\text{C} \times 600^\circ\text{C}$

$= 32400 \times x + 3600 \times x + 18000 \times x$

$= 54000 \times x$

$x = 0.66 \text{ L} / \text{分}$

となって熱媒体水量は0.7 L / 分で済む。

【0036】

因に蓄熱材温度が100℃となって蒸気潜熱分しかないと仮定すると、

$36000 \text{ kcal} / \text{h} = 540 \times x \times 60 \times 1 + x \times 60 \times 1 \times 60 + x \times 60 \times 1 \times 0.5 \times 60 = 32400 \times x + 3600 \times x$

$x = 1.0 \text{ L} / \text{分}$

以上のことから熱媒体水量の調整は給湯量が20 L / 分の時、1.0 L / 分 - 0.7 L / 分の間の300 cc / 分の熱媒体水量を調整してやればよい。給湯量が1 / 2になれば熱媒体水量も1 / 2で済む。

【0037】

次に必要なバッファータンク21の容積を求める。熱媒体水量が1 L / 分が最大と考えられる。このことからこの流量の水が蒸発しても常に同量が復水していれば圧力上昇はない。図1のように復水の受水容器24に限定水量を決めて、それが蓄熱部1側に供給され、その全てが蒸発し、その蒸気量を吸収する量の容器を真空にしておけば、その容器は常圧(0 kg / cm² G)を越えることはない。いま受水容器24の限定水量を0.2 Lとすると、これを全て蒸気にすると水1モルは18 gなので0.2 Lの水0.2 kgは、(200 g / 18 g) × 22.4 L = 249 Lとなる。

バッファータンク21を真空にするには、水を蒸発させながら空気抜弁22から空気を抜くか、真空ポンプで空気を抜くかしておけば良い。このバッファータンク21を249 L

【0038】

次に蓄熱材4に熱媒体の水を注入して蒸気を発生させる必要がある。熱媒体である水を高温のMgOかFeの粒子からなる蓄熱材4に直接ふりかけると、水はその蓄熱材の熱を吸収して蒸発する。しかし、粒子状の蓄熱材の熱伝導率はバルク材の1 / 10以下になるので粒子間どうしの熱のやりとりが低く、蓄熱材4の温度が低くなれば成る程、蒸気発生が遅れが生じてレスポンスの悪い給湯装置となってしまふ。

【0039】

因みに、20℃におけるFe及びMgOの形態の相違による熱伝導率を比較すると、次の通りである。

	金属塊又は単結晶	顆粒・粉体状
Fe	46 kcal / m ² h °C	2 ~ 4 kcal / m ² h °C
MgO	35 kcal / m ² h °C	1 ~ 3 kcal / m ² h °C

従って蓄熱材の隅々まで金属の配管とそれに取り付けられた金属フィンがFeやMgO等の蓄熱材4に接触してその熱を吸収できるようにした方が良い。

【0040】

水も水滴状ないしは霧状にして蓄熱材4の中に埋め込んだ蒸発管7の中に飛散させ、水

10

20

30

40

50

を水蒸気にすれば蓄熱材4の全域から熱が吸収できて効率的になる。この時に給水20L/minで10℃→40℃に温度上げるときの必要熱量 Q_w は次式で与えられる。

$$Q_w = \lambda \cdot \Delta T \cdot A$$

$$\lambda = \text{蒸気発生するときの蒸発管4の熱貫流率} = 1500 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = \text{蒸気と水との温度差 (最低値)} = 100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 80^\circ\text{C}$$

これから蒸発管4の必要な伝熱面積 $A \text{ m}^2$ は次の通り求められる。

$$Q_w = 36000 \text{ kcal/h}$$

$$36000 \text{ kcal/h} = 1500 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C} \times 80^\circ\text{C} \times A$$

$$A = 0.3 \text{ m}^2$$

すなわち、蒸発管7の最低必要伝熱面積 A は0.3 m^2 も有れば良い。これは $\phi 20 \text{ mm}$ で500 m 長さのパイプで作った場合の必要本数は次の通りである。

$$A = \phi 0.02 \text{ m} \times \pi \times 0.5 \text{ m} \times n \text{ 本}$$

$$0.3 \text{ m}^2 = 0.02 \text{ m} \times \pi \times 0.5 \text{ m} \times n \text{ 本}$$

$$n = 10 \text{ 本}$$

すなわち、蒸発管7は10本もあれば良いことになるが、安全をみてもう少し増やしてやる必要はある。

【0041】

熱媒体である水蒸気と給水とで熱交換を行う前記熱交換器2の最大必要伝熱面積 B は熱媒体の水蒸気温度が100℃まで下がった時のことを考慮して設定すべきである。給水20L/minで10℃→40℃に上げるときの必要熱量 Q_w は、前述した通り36000 kcal/hであったことにより、熱交換器2の最大必要伝熱面積 B は次の通り求められる。

$$Q_w = \lambda' \cdot \Delta T' \cdot B$$

$$\lambda' = \text{蒸気による蒸発管4への熱伝達率} = 1500 \text{ kcal/h}$$

$$\Delta T' = \text{最低蒸気温度と湯との温度差} = 100^\circ\text{C} - 40^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$$

$$B = \text{最大必要伝熱面積} \text{ m}^2$$

$$36000 \text{ kcal/h} = 1500 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C} \times 60^\circ\text{C} \times B$$

$$B = 0.4 \text{ m}^2$$

すなわち、熱交換器2の最大必要伝熱面積 B は0.4 m^2 となる。

【0042】

一般に蒸気を発生させて蒸気や温水を供給するものはボイラーと呼ばれてボイラー構造規格にのっとって容器の強度や厚みを決定し、ボイラーであれば運転上の免許や教育が必要となる。しかし、簡易ボイラーにすれば構造規格を満足させた装置を作っておけば装置の検定や運転の免許が必要がない。

【0043】

いま、蓄熱材4の中の蒸発管7の内部で最大水量0.2Lを蒸気するだけなので、バッファータンク21に空気が入っていても1 $\text{kg/cm}^2\text{G}$ になるだけである。ましてや蓄熱材4の中の蒸発管7の伝熱面積は0.3 m^2 であり、これはまさしく簡易ボイラーの規定の1つである「1 $\text{kg/cm}^2\text{G}$ 以下の圧力で0.5 m^2 以下の伝熱面積」の規定に合致し、本装置は簡易ボイラーの範疇に入る。

【0044】

水蒸気という熱媒体から熱を給水に与える熱交換器は第二種压力容器（コイル式加熱器）に相当するものと考えられるがこれもある条件を満たせば適用外となってこれも検定が必要でなくなる。先の計算で熱交換器の必要面積 $B = 0.4 \text{ m}^2$ であった。これを30 cm の長さの $\phi 20$ のパイプで作るとすると

$$B = \phi 0.02 \text{ m} \times \pi \times 0.3 \text{ m} \times n \text{ 本}$$

$$0.4 \text{ m}^2 = 0.02 \times \pi \times 0.3 \text{ m} \times n$$

$$n = 21.2 \text{ 本}$$

となる。この22本を11本づつ蛇行させて並列として70 mm の厚みの中に入れ、かつ500 mm の長さで450 mm の巾の箱に入れると、これにより熱交換器容器体積は

$0.5\text{ m} \times 0.07\text{ m} \times 0.45\text{ m} = 0.01575\text{ m}^3$
となる。

【0045】

一般に給湯用の給水（水道水）の沸点が熱源（水蒸気）温度より低いので、ポンプ圧力（水道水）が第二種圧力容器で云う「容器内の圧力」に含まれる。従って第二種圧力容器の除外項目の「 2 kg/cm^2 以上で 0.04 m^3 以下の容器」に相当することになり、本案の実施例で示した熱交換器は第二種圧力容器にはならない。

【0046】

次に蓄熱部1について説明すると、図1と図2に示した実施形態では、多角形（図では六角形）の容器3に蓄熱材4であるMgOやFeの粒子を充填する方式を示した。真空断熱方式を除いて最も断熱性能に優れているものがヒュームドシリカの微粒子（ $5 \sim 30\text{ nm}$ ）を圧縮して固め、空気の気泡の大きさを 100 nm 以下にして気圧の対流と分子衝突を阻止したものである。これは板状のものしか出来ないため、これを容器3の断熱方式と採用することを考慮したため、容器3は円筒形ではなく多角形とした理由である。

【0047】

市販されているヒュームドシリカを固めた断熱材には、熱輻射も押さえるため、赤外線遮断を目的にTiO₂やZrO₂酸化物が配合されている。因にヒュームドシリカにTiO₂を配合したものが英国のマイクロサーム社から市販され、ZrO₂を配合したものが独国のワッカー社より市販されている。日本の場合設置空間が多くとれないので出来るだけ装置を小型化をせざるを得ず超微粒子シリカ断熱材を利用する例を示した。

【0048】

以下に超微粒子シリカ断熱材の 200°C における熱伝導率を示す。

マイクロサーム	$0.02\text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$
空 気	$0.03\text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$
アルミナ・シリカファイバー	$0.04\text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$
グラスファイバー	$0.08\text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$

【図面の簡単な説明】

【0049】

【図1】本発明による蓄熱式給湯装置の一実施形態を示す概略全体図であり、蓄熱部とその蓄熱部を通して熱媒体である水を循環させ、熱交換器で熱媒体の熱を給湯用として取り出す熱媒体循環系と、それらの動作制御をする制御系統を示す。

【図2】前記本発明による蓄熱式給湯装置の一実施形態において使用されている蓄熱部の横断斜視図である。

【符号の説明】

【0050】

- 4 蓄熱材
- 5 ヒータ
- 7 蒸発管
- 8 熱媒体循環系
- 10 蒸発管の伝熱フィン
- 12 熱媒体注入ノズル
- 14 熱交換機
- 21 バッファタンク

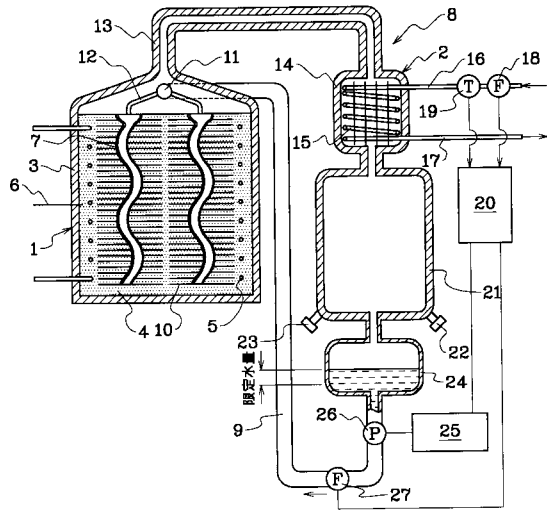
10

20

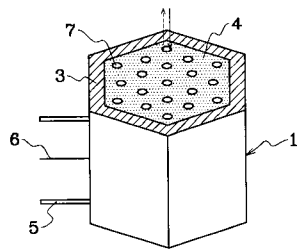
30

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 永盛 福治
茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号 助川電気工業株式会社内
- (72)発明者 安部 日出夫
神奈川県横浜市中区日本大通11番地 横浜情報文化センター12階 株式会社エス・エフ・シー内
- (72)発明者 小笠原 有美
神奈川県横浜市中区日本大通11番地 横浜情報文化センター12階 株式会社エス・エフ・シー内
- (72)発明者 山野 清
神奈川県横浜市中区日本大通11番地 横浜情報文化センター12階 株式会社エス・エフ・シー内

審査官 堀川 一郎

- (56)参考文献 特開平05-018611 (JP, A)
特開平07-019773 (JP, A)
特開平04-335949 (JP, A)
特開平09-152189 (JP, A)
特開平01-234722 (JP, A)
特開平03-160272 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F24H 7/02
F24H 7/04
F28D 20/00