

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4112298号  
(P4112298)

(45) 発行日 平成20年7月2日(2008.7.2)

(24) 登録日 平成20年4月18日(2008.4.18)

(51) Int.Cl.

F 25 B 17/08  
B O 1 J 20/18(2006.01)  
(2006.01)

F 1

F 25 B 17/08  
B O 1 J 20/18B  
A

請求項の数 19 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2002-202762 (P2002-202762)  
 (22) 出願日 平成14年7月11日 (2002.7.11)  
 (65) 公開番号 特開2003-240382 (P2003-240382A)  
 (43) 公開日 平成15年8月27日 (2003.8.27)  
 審査請求日 平成16年9月24日 (2004.9.24)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-382029 (P2001-382029)  
 (32) 優先日 平成13年12月14日 (2001.12.14)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005968  
 三菱化学株式会社  
 東京都港区芝4丁目14番1号  
 (73) 特許権者 000004260  
 株式会社デンソー  
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
 (74) 代理人 100117226  
 弁理士 吉村 俊一  
 (74) 代理人 100103997  
 弁理士 長谷川 晓司  
 (72) 発明者 垣内 博行  
 三重県四日市市東邦町1番地 三菱化学株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】吸着ヒートポンプ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

(a) 吸着質、(b) 吸着質を吸脱着する吸着材を備えた吸脱着部、(c) 該吸脱着部に連結された吸着質の蒸発を行う蒸発部、及び(d) 該吸脱着部に連結された吸着質の凝縮を行う凝縮部とを備えた吸着ヒートポンプにおいて、

(1) 吸着材が骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子とを含むゼオライトを含み、

(2) 吸着材が、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧 $P_2$ が $0.115$ 以上 $0.18$ 以下、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧 $P_1$ が $0.1$ 以上 $0.14$ 以下である領域に、下記式で求められる吸着材の吸着量差が $0.15 \text{ g/g}$ 以上となる範囲を有する水蒸気吸着材である、ことを特徴とする吸着ヒートポンプ。

$$\text{吸着量差} = Q_2 - Q_1$$

ここで、

$Q_1$  = 吸脱着部の脱着操作温度( $T_3$ )で測定した水蒸気脱着等温線から求めた1における吸着量

$Q_2$  = 吸脱着部の吸着操作温度( $T_4$ )で測定した水蒸気吸着等温線から求めた2における吸着量

但し、

1(吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度( $T_2$ )の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度( $T_1$ )での平衡水蒸気圧

10

20

2(吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度(T0)  
の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度(T2)の平衡水蒸気圧

(ここで、T0 = 5 ~ 10 、 T1 = T3 = 90 、 T2 = T4 = 40 ~ 45 とする)

**【請求項2】**

T0が10 、 T2が40 である請求項1に記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項3】**

T0が5 、 T2が40 である請求項1に記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項4】**

T0が10 、 T2が45 である請求項1に記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項5】**

1及び2が0.115以上0.18以下の範囲にあり、1が2と等しいかそれ以上  
である領域に、該吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有することを特徴とする  
請求項1~4のいずれか1項に記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項6】**

ゼオライトのアルミニウムとリンとヘテロ原子との存在割合が、

0.001 × 0.3

(x = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するヘテロ原子のモル比)

0.3 y 0.6

(y = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するアルミニウムのモル比  
)

0.3 z 0.6

(z = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するリンのモル比)

であることを特徴とする請求項1~5のいずれかに記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項7】**

ゼオライトが、フレームワーク密度が10.0T/1,000<sup>3</sup>以上、16.0T/  
1,000<sup>3</sup>以下のゼオライトであることを特徴とする請求項1~6のいずれか1項に  
記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項8】**

ゼオライトがCHA構造であることを特徴とする請求項1~7のいずれか1項に記載の  
吸着ヒートポンプ。

**【請求項9】**

吸着材が、吸脱着部に固定化されていることを特徴とする請求項1~8のいずれか1項  
に記載の吸着ヒートポンプ。

**【請求項10】**

請求項1~9のいずれかに記載の吸着ヒートポンプを備えた車内空調装置。

**【請求項11】**

吸着材を加熱して吸着質を脱着させ、乾燥した吸着材を吸着質の吸着に使用する温度まで  
冷却して再度吸着質の吸着に使用する吸着材の使用方法において、該吸着材が

(1) 吸着材が骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子とを含むゼオライトを含み、

(2) 吸着材が、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧2が0.115以上0.18以下  
、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧1が0.1以上0.14以下である領域に、下記  
式で求められる吸着材の吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有する水蒸気吸着材  
である、ことを特徴とする吸着材の使用方法。

吸着量差 = Q2 - Q1

ここで、

Q1 = 吸脱着部の脱着操作温度(T3)で測定した水蒸気脱着等温線から求めた1  
における吸着量

Q2 = 吸脱着部の吸着操作温度(T4)で測定した水蒸気吸着等温線から求めた2  
における吸着量

但し、

10

20

30

40

50

1 (吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度 (T 2) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度 (T 1) の平衡水蒸気圧

2 (吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度 (T 0) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度 (T 2) の平衡水蒸気圧  
(ここで、T 0 = 5 ~ 10 、 T 1 = T 3 = 90 、 T 2 = T 4 = 40 ~ 45 とする)

【請求項 1 2】

除湿空調装置用吸着材であつて、下記(1)及び(2)を満足することを特徴とする吸着材。

(1) 吸着材が骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子とを含むゼオライトを含む  
(2) 吸着材が、(a) 吸着質、(b) 吸着質を吸脱着する吸着材を備えた吸脱着部、(c) 該吸脱着部に連結された吸着質の蒸発を行う蒸発部、及び(d) 該吸脱着部に連結された吸着質の凝縮を行う凝縮部とを備えた吸着ヒートポンプに適用した場合に、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧 2が0.115以上0.18以下、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧 1が0.1以上0.14以下である領域に、下記式で求められる吸着材の吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有する

$$\text{吸着量差} = Q_2 - Q_1$$

ここで、

Q 1 = 吸脱着部の脱着操作温度 (T 3) で測定した水蒸気脱着等温線から求めた 1 における吸着量

Q 2 = 吸脱着部の吸着操作温度 (T 4) で測定した水蒸気吸着等温線から求めた 2 における吸着量

但し、

1 (吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度 (T 2) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度 (T 1) の平衡水蒸気圧

2 (吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度 (T 0) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度 (T 2) の平衡水蒸気圧  
(ここで、T 0 = 5 ~ 10 、 T 1 = T 3 = 90 、 T 2 = T 4 = 40 ~ 45 とする)

【請求項 1 3】

T 0 が 10 、 T 2 が 40 である請求項 1 2 に記載の除湿空調装置用吸着材。

【請求項 1 4】

T 0 が 5 、 T 2 が 40 である請求項 1 2 に記載の除湿空調装置用吸着材。

【請求項 1 5】

T 0 が 10 、 T 2 が 45 である請求項 1 2 に記載の除湿空調装置用吸着材。

【請求項 1 6】

1及び2が0.115以上0.18以下の範囲にあり、1が2と等しいかそれ以上である領域に、該吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有することを特徴とする請求項 1 2 ~ 1 5 のいずれか 1 項に記載の除湿空調装置用吸着材。

【請求項 1 7】

ゼオライトのアルミニウムとリンとヘテロ原子との存在割合が、

$$0.001 \times 0.3$$

(x = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するヘテロ原子のモル比)

$$0.3 \quad y \quad 0.6$$

(y = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するアルミニウムのモル比)  
)

$$0.3 \quad z \quad 0.6$$

(z = 骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するリンのモル比)

であることを特徴とする請求項 1 2 ~ 1 6 のいずれかに記載の除湿空調装置用吸着材。

【請求項 1 8】

ゼオライトがCHA構造であることを特徴とする請求項 1 2 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の除湿空調装置用吸着材。

10

20

30

40

50

**【請求項 19】**

ゼオライトが、フレームワーク密度が $10.0\text{ T} / 1,000^3$ 以上、 $16.0\text{ T} / 1,000^3$ 以下のゼオライトであることを特徴とする請求項12～18のいずれか1項に記載の除湿空調装置用吸着材。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、特定の吸着材を用いた吸着ヒートポンプに関する。  
特に、自動車に搭載するのに適した吸着ヒートポンプに関する。

**【0002】**

10

**【従来の技術】**

吸着ヒートポンプにおいては、吸着質、例えば水を吸着した吸着材を再生するために、吸着材を加熱して吸着質を脱着させ、乾燥した吸着材を吸着質の吸着に使用する温度まで冷却して再度吸着質の吸着に使用する。コジエネレーション機器、燃料電池、自動車エンジンの冷却水や太陽熱などによって得られる100以下、更には60～90の低温排熱を用いて冷熱を発生させる吸着ヒートポンプが求められている。中でも、排熱が大量に発生する自動車ではその実用化が強く求められている。

**【0003】**

例えば、自動車など、排熱温度が約85～95、かつ冷却に用いる周囲の温度が約35～45の場合、吸着ヒートポンプが充分に作動するためには、吸着材が吸着質を低相対水蒸気圧で吸脱着する必要があり、また使用する吸着材を少量にして装置を小型化するためには吸脱着量が多い吸着材が必要である。そして吸着質の脱着（吸着材の再生）に低温の熱源を利用するためには脱着温度が低い必要がある。すなわち吸着ヒートポンプに用いる吸着材として（1）吸着質を低い相対水蒸気圧で吸脱着し、（2）吸脱着量が多い吸着材、が望まれている。吸着ヒートポンプに用いる吸着材として、各種の吸着材の使用が検討されているが、種々の問題点があり、上記の様な吸着材は見いだされていない。

20

**【0004】**

尚、吸着ヒートポンプ用吸着材の吸着特性の温度依存性が重要であることは既に報告されており（化学工学論文集、第19巻、第6号（1993）、P1165-1170）、大きな温度依存性を示すSG3（富士シリシア社製）と、示さないSG1（同）が報告されている。

30

また、多孔質リン酸アルミニウム系モレキュラーシーブである $\text{AlPO}_4 \cdot 5$ の吸着性能が温度に依存することが報告されており、具体的には25と30の吸着性能が示されている（Colloid Polym Sci 277 (1999) p83-88）。同様に $\text{AlPO}_4 \cdot 5$ の温度依存性が報告されており、20、25、30、35、40の吸着過程での吸着等温線が記載されている（第16回ゼオライト研究発表会講演予稿集p91；平成12年11月21日、22日）。

しかしながら、従来、脱着等温線については着目されておらず、吸着等温線と脱着等温線の関係、更には吸着等温線及び脱着等温線と相対水蒸気圧と吸着量差については、知られていない。

40

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

本発明は、実用上有効な吸着性能を有する吸着ヒートポンプを提供するものである。

**【0006】****【課題を解決するための手段】**

本発明者らは、ヒートポンプの吸脱着部の操作温度が吸着質の吸着時と脱着時で異なることに着目し、鋭意検討した結果、（1）吸着操作時の吸脱着部温度における吸着等温線及び、（2）脱着操作時の吸脱着部温度における脱着等温線から求められる特定の吸着量差が、ある範囲にある吸着材を用いたヒートポンプが、実用上有用な吸着性能を有するとの知見を得た。即ち、吸着材には、温度によって吸着等温線が変化しないものと変化する

50

もの（後者の変化するものを温度依存性があると略す）が存在し、ゼオライトやシリカの中には、温度依存性を示さないものが多いが、これまで認識されていなかった特定の温度依存性と吸着量差に着目し、特定の範囲での吸着量差が大きい材を用いることにより、吸着ヒートポンプの容量を小型化し、しかもこれまで車の廃熱等では十分な吸着性能を達し得なかった、比較的低温の熱源で作動する実用的な吸着ヒートポンプを提供できることを見出し本発明に到達した。

即ち、本発明の要旨は、下記のとおりである。

(a) 吸着質、(b) 吸着質を吸脱着する吸着材を備えた吸脱着部、(c) 該吸脱着部に連結された吸着質の蒸発を行う蒸発部、及び(d) 該吸脱着部に連結された吸着質の凝縮を行う凝縮部とを備えた吸着ヒートポンプにおいて、

10

(1) 吸着材が骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子とを含むゼオライトを含み、

(2) 吸着材が、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧  $2 \geq 0.115$  以上  $0.18$  以下、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧  $1 \leq 0.1$  以上  $0.14$  以下である領域に、下記式で求められる吸着材の吸着量差が  $0.15 \text{ g/g}$  以上となる範囲を有する水蒸気吸着材である、

ことを特徴とする吸着ヒートポンプ。

吸着量差 =  $Q_2 - Q_1$

ここで、

$Q_1$  = 吸脱着部の脱着操作温度 ( $T_3$ ) で測定した水蒸気脱着等温線から求めた 1 における吸着量

20

$Q_2$  = 吸脱着部の吸着操作温度 ( $T_4$ ) で測定した水蒸気吸着等温線から求めた 2 における吸着量

但し、

1 (吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度 ( $T_2$ ) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度 ( $T_1$ ) の平衡水蒸気圧

2 (吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度 ( $T_0$ ) の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度 ( $T_2$ ) の平衡水蒸気圧

(ここで、 $T_0 = 5 \sim 10$  、  $T_1 = T_3 = 90$  、  $T_2 = T_4 = 40 \sim 45$  とする)

【0007】

30

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明について更に詳細に説明する。

##### <吸着ヒートポンプの構造>

まず、吸着ヒートポンプの構造を図 1 に示した吸着ヒートポンプを例に説明する。

【0008】

吸着ヒートポンプは、吸着質、吸着質を吸脱着可能な吸着材が充填され、吸着質の吸脱着により発生した熱を熱媒に伝達する吸脱着部（吸着塔 1 および 2、以下、吸脱着部を吸着塔ということがある）と、吸着質の蒸発により得られた冷熱を外部へ取り出す蒸発部（蒸発器 4）と、吸着質の凝縮により得られた温熱を外部へ放出する凝縮部（凝縮器 5）から主として構成されている。

40

【0009】

蒸発器 4 は内部が略真空に保たれた状態で冷媒（本実施形態では、水）が封入されており、この蒸発器 4 内には室内器 300 にて室内に吹き出す空気と熱交換した熱媒体（本実施形態では、水にエチレングリコール系の不凍液を混合した流体）と冷媒とを熱交換させるための熱交換器 43 が設けられている。

吸着塔 1 および 2 は、表面に吸着材が接着・充填された熱交換器が収納されており、凝縮器 5 は吸着塔 1、2 から脱離した蒸気冷媒（水蒸気）を外気等にて冷却された熱媒体にて冷却凝縮させるための熱交換器 53 が収納されている。

【0010】

吸着材が充填された吸着塔 1 及び 2 は、吸着質配管 30 により相互に接続され、該吸着

50

質配管 3 0 には制御バルブ 3 1 ~ 3 4 が設けられる。尚、吸着質は吸着質配管内で吸着質の蒸気または吸着質の液体と蒸気との混合物として存在する。

吸着質配管 3 0 には蒸発器 4 及び凝縮器 5 が接続されている。吸着塔 1 及び 2 は蒸発器 4 、凝縮器 5 の間に並列に接続されており、凝縮器 5 と蒸発器 4 の間には、凝縮器にて凝縮された吸着質（好適には、再生された凝縮水）を蒸発器 4 に戻すための戻し配管 3 を設ける。なお、符号 4 1 は蒸発器 4 からの冷房出力となる冷水の入口、符号 5 1 は凝縮器 5 に対する冷却水の入口である。符号 4 2 及び 5 2 はそれぞれ冷水及び冷却水の出口である。また、冷水配管 4 1 及び 4 2 には、室内空間（空調空間）と熱交換するための室内機 3 0 0 と、冷水を循環するポンプ 3 0 1 が接続されている。

#### 【 0 0 1 1 】

10

吸着塔 1 には熱媒配管 1 1 が、吸着塔 2 には熱媒配管 2 1 がそれぞれ接続され、該熱媒配管 1 1 及び 2 1 には、それぞれ切り替えバルブ 1 1 5 及び 1 1 6 並びに 2 1 5 及び 2 1 6 が設けてある。また、熱媒配管 1 1 及び 2 1 はそれぞれ吸着塔 1 及び 2 内の吸着材を加熱または冷却するための加熱源または冷却源となる熱媒を流す。熱媒は、特に限定されず、吸着塔内の吸着材を有効に加熱・冷却できればよい。

#### 【 0 0 1 2 】

温水は切り替えバルブ（3方弁）1 1 5 、1 1 6 、2 1 5 、及び 2 1 6 の開閉により、入口 1 1 3 及び / 又は 2 1 3 より導入され、各吸着塔 1 及び / 又は 2 を通過し、出口 1 1 4 及び / 又は 2 1 4 より導出される。冷却水も同様の切り替えバルブ 1 1 5 、1 1 6 、2 1 5 、及び 2 1 6 の開閉により、入口 1 1 1 及び / 又は 2 1 1 より導入され、各吸着器 1 及び / 又は 2 を通過し、出口 1 1 2 及び / 又は 2 1 2 より導出される。

20

#### 【 0 0 1 3 】

また蒸発器 4 と吸着塔 1 , 2 とをつなぐ冷媒配管および凝縮器 5 と吸着塔 1 , 2 とをつなぐ冷媒配管のそれには各冷媒配管を開閉する制御弁 3 1 ~ 3 4 が設けられており、これら制御弁 3 1 ~ 3 4 、熱媒体を循環させるポンプ 3 0 1 、および熱媒体流れを制御する3方弁 1 1 5 , 1 1 6 , 2 1 5 , 2 1 6 は電子制御装置（図示せず）により制御されている。

#### 【 0 0 1 4 】

また、熱媒配管 1 1 及び / 又は 2 1 には、外気と熱交換可能に配設された室外機、温水を発生する熱源、熱媒を循環するポンプ（いずれも図示せず）が接続されている。熱源としては特に限定されず、例えば自動車エンジン、ガスエンジンやガスタービンなどのコジェネレーション機器および燃料電池などが挙げられ、また、自動車用として用いる時には、自動車エンジン、自動車用燃料電池が好ましい熱源の例として挙げられる。

30

#### 【 0 0 1 5 】

##### <吸着ヒートポンプ作動概要>

次に、本実施形態に係る空調装置（吸着式ヒートポンプ）の作動の概略を述べる。ポンプ 3 0 1 を作動させて室内器 3 0 0 と蒸発器 4 との間で熱媒体を循環させることにより、蒸発器 4 内の液冷媒（好適には、水）を蒸発させて熱媒体を冷却し、室内に吹き出す空気を冷却する。これと同時に、2台の吸着塔 1 , 2 のうちいずれか一方の吸着塔が吸着工程となり、他方側の吸着塔が脱離工程（再生工程）となるように制御弁 3 1 ~ 3 4 、および3方弁 1 1 5 , 1 1 6 , 2 1 5 , 2 1 6 を切り替える。

40

#### 【 0 0 1 6 】

具体的に言えば、第 1 の吸着塔 1 を吸着工程とし第 2 の吸着塔 2 を脱離工程とする場合には、制御弁 3 1 を開き、かつ、制御弁 3 3 を閉じた状態で、3方弁 1 1 5 を冷却水入口 1 1 1 側に、3方弁 1 1 6 を冷却水出口 1 1 2 側に連通させると同時に、制御弁 3 2 を閉じ、かつ、制御弁 3 4 を開いた状態で、3方弁 2 1 5 を温水入口 2 1 3 側に、3方弁 2 1 6 を温水出口 2 1 4 側に連通させる。

#### 【 0 0 1 7 】

これにより蒸発器 4 にて蒸発した冷媒（水蒸気）が第 1 の吸着塔 1 内に流入してその中の吸着材に吸着されるとともに、この吸着材の温度は入口 1 1 1 からの冷却水により外気温

50

度程度相当に保たれる。

一方第2の吸着塔2には、熱源（車両用に適用した場合は走行用エンジン）にて加熱された温水が温水入口213より供給されるので、第2の吸着塔内の吸着材は吸着工程時に吸着した冷媒を脱離する。そして脱離した冷媒（水蒸気）は凝縮器5にて冷却されて凝縮再生される。

#### 【0018】

所定時間経過後、制御弁31～34、および3方弁115、116、215、216を切り替えることで、第1の吸着塔1を脱離工程に、第2の吸着塔2を吸着工程に切り替えることができる。このような切り替えを所定時間毎に繰り返すことで、連続的な冷房作動を行うことができる。

10

#### <吸着材>

本発明の吸着材は、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧2が0.115以上0.18以下、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧1が0.1以上0.14以下の領域に、下記式で求められる吸着材の吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有する水蒸気吸着材である。

#### 【0019】

$$\text{吸着量差} = Q_2 - Q_1$$

ここで、

$Q_1$  = 吸脱着部の脱着操作温度( $T_3$ )で測定した水蒸気脱着等温線から求めた1における吸着量

20

$Q_2$  = 吸脱着部の吸着操作温度( $T_4$ )で測定した水蒸気吸着等温線から求めた2における吸着量

但し、

1(吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度( $T_2$ )の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度( $T_1$ )での平衡水蒸気圧

2(吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度( $T_0$ )の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度( $T_2$ )の平衡水蒸気圧

(ここで、 $T_0 = 5 \sim 10$ 、 $T_1 = T_3 = 90$ 、 $T_2 = T_4 = 40 \sim 45$ とする)

本発明の吸着材の吸着量差は、上記で特定されるが、より好ましい吸着材は、以下の(A)～(C)のいずれかの条件で特定される吸着材である。

30

#### 【0020】

(A)  $T_0$ が10、 $T_2$ が40

(B)  $T_0$ が5、 $T_2$ が40

(C)  $T_0$ が10、 $T_2$ が45

以下、上記の如き吸着材の性能について、図1を参照して説明する。

まず、図1において、制御バルブ31及び34を閉鎖、制御バルブ32及び34を開放のケースで説明する。

#### 【0021】

このケースでは、蒸発器4から供給される水蒸気を吸着して、吸着塔2に充填された吸着材は発熱する。この時、吸着塔2は熱媒パイプ211、21から流通される熱媒（例えば、冷却水）によって冷却、徐熱される。尚、この時の吸着塔2（吸脱着部）を冷却する、パイプ211から供給される熱媒（冷却水）の温度を $T_2$ とする。

40

#### 【0022】

一方、冷熱を生成する目的で蒸発器4の温度は制御される。この時、吸着側相対水蒸気圧2は下記式で定義される。

吸着側相対水蒸気圧2 = 平衡水蒸気圧( $T_0$ ) / 平衡水蒸気圧( $T_2$ )

平衡水蒸気圧( $T_0$ )：蒸発器4の温度 $T_0$ における平衡水蒸気圧

平衡水蒸気圧( $T_2$ )：吸着塔2の熱媒温度 $T_2$ の平衡水蒸気圧

一方、同時に吸着塔1は脱着（再生）過程にあり、吸着塔1に充填された吸着材は再生熱源（吸脱着部を加熱する熱媒の温度。この温度を $T_1$ とする）によって再生される。凝縮

50

器5は熱媒パイプ51を通じて供給される冷却水で冷却され、水蒸気を凝縮させる。この時、脱着側相対水蒸気圧<sub>1</sub>は下記式で決まる。

【0023】

脱着側相対水蒸気圧<sub>1</sub> = 平衡水蒸気圧(T2) / 平衡水蒸気圧(T1)

平衡水蒸気圧(T2) : 凝縮器5の温度の平衡水蒸気圧

( = 吸着塔2の熱媒温度T2の平衡水蒸気圧)

平衡水蒸気圧(T1) : 吸着塔1の再生熱源温度(T1)の平衡水蒸気圧

ここで重要な点は、吸着塔は吸着時の温度と脱着(再生)時の温度が異なることである。従って、本発明においては、吸着量差を脱着時温度における脱着等温線と、吸着時温度における吸着等温線から求めるというものであり、具体的には、下記式により算出する。

10

【0024】

吸着量差 = Q<sub>2</sub> - Q<sub>1</sub>

ここで、

Q<sub>1</sub> = 吸脱着部の脱着操作温度(T3)で測定した水蒸気脱着等温線から求めた<sub>1</sub>における吸着量

Q<sub>2</sub> = 吸脱着部の吸着操作温度(T4)で測定した水蒸気吸着等温線から求めた<sub>2</sub>における吸着量

但し、

1(吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧) = 凝縮部を冷却する冷媒温度(T2)の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を加熱する熱媒温度(T1)での平衡水蒸気圧

20

2(吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧) = 蒸発部で生成される冷熱温度(T0)の平衡水蒸気圧 / 該吸脱着部を冷却する冷媒温度(T2)の平衡水蒸気圧

(ここで、T<sub>0</sub> = 5 ~ 10、T<sub>1</sub> = T<sub>3</sub> = 90、T<sub>2</sub> = T<sub>4</sub> = 40 ~ 45とする)

本発明の吸着材は、上記式で求められる吸着量差が0.15g/g以上であり、好ましくは、0.18g/g以上である。該吸着量差は大きいほど好ましいが、かかる性能を満足する入手可能な材料源から考慮して、通常0.25g/g以下程度である。又、吸着量差は大きいほど好ましいが、通常0.50g/g以下、現実的には0.40g/g以下、更には0.35g/g以下である。

かかる吸着量差が0.15g/g以上であることは、吸着ヒートポンプを自動車適用する場合を想定し、以下の検討に基づき導き出される。

30

<吸着時温度、脱着時温度>

まず、上述の通り、吸着量は吸着時の温度と脱着時の温度に依存するため、吸着時の温度における吸着等温線と、脱着時温度における脱着等温線を求める。

吸着時、吸着塔は吸着熱による発熱を抑えるために冷却水で冷却されるため、冷却水温度(T2)が、ほぼ吸着時温度(T4)となる。一方、脱着時、吸着塔は脱着熱が必要であり、温水温度(T1)が、脱着時温度(T3)となる。

【0025】

ところで、吸着ヒートポンプの熱媒温度は、(1)温水温度は、エンジン冷却水で得られる温度なのでおよそ90、(2)冷却温度は、外気との熱交換で得られる温度なのでおよそ40 ~ 45、(3)冷風を作るために必要な冷水温度は、およそ5 ~ 10、である。即ち、冷水温度は、日本における一般的な車種を前提とした場合でおよそ10、高級車ではおよそ5が望まれる。また、冷却温度は、日本で40程度、外気温の高い地域などではおよそ45程度になる。

40

【0026】

従って、吸着温度(T4)は、およそ40 ~ 45、脱着温度(T3)はおよそ90となる。

本発明では、かかる吸着温度と脱着温度を、吸着材の性能を評価する指標として採用するものであり、吸着温度40 ~ 45で得られる吸着等温線の少なくともいずれかの吸着等温線と、脱着温度が90で得られる脱着等温線から、上記式に従って求められる吸着量差が0.15g/g以上であることを満たすものである。

50

## 【0027】

## &lt;吸着量差&gt;

上記吸着量差(0.15g/g以上)は、下記に従って求められる。

即ち、吸着ヒートポンプの容量は、種々の車両のエンジルーム調査から少なくとも15リットル以下であることが望ましいと考えられる。

次に、15リットル以下の容量の中に充填可能な吸着材重量を求める。

## 【0028】

エンジルームに載せるべき部品としては吸着塔本体、蒸発器、凝縮器および制御バルブ類がある。これらを概略一体に形成したアッセンブリを15リットル以下の容量にする必要がある。我々の検討では、蒸発器と凝縮器とバルブ類の体格はおよそ4.5リットルで形成できると考えられる。従って吸着塔本体の容量はおよそ10.5リットル以下である。吸着塔内における吸着材の充填率および吸着材のかさ密度は、通常、それぞれ約30%、約0.6kg/リットルであるので、充填可能な吸着材重量(W)は $10.5 \times 30\% \times 0.6 = 1.89\text{kg}$ 程度である。

10

## 【0029】

次に吸着材に求められる特性について説明する。

一般に車両用エアコンに求められる定常冷房能力はおよそ3kWである。吸着式ヒートポンプでの冷房能力Rは次式Aで表される。

$$R = (W \cdot Q \cdot C \cdot H / h) \cdot h \quad (\text{式 A})$$

ここでWは吸着塔1台(片側)に充填される吸着材重量、Qは吸着時と脱離時の条件における平衡吸着量振幅で前記吸着量差(Q2 - Q1)、Cは平衡吸着振幅、Hに対する切り替え時間内の実際の吸着振幅の割合を示す吸着振幅効率、hは水の蒸発潜熱、hは吸着工程と脱離工程との切り替え時間、hは吸着材や熱交換器が温水温度と冷却水温度との間を温度変化することによるヒートマス損失を考慮したヒートマス効率、を示す。

20

## 【0030】

Rは前述のように3kW、Wは1.89kg/2=0.95kgである。また我々の過去の検討から、はおよそ60secが適当であり、H、C、hの値はそれぞれおよそ2500kJ/kg、0.6、0.85であることが得られているので(式A)からQを求める。

$$Q = R/W \cdot C / H \cdot h = 3.0 / 0.95 \cdot 0.6 / 2500 \cdot 60 / 0.85 = 0.149\text{kg/kg}$$

となる。すなわち自動車用吸着式ヒートポンプに用いる吸着材としては、

30

Q 0.15g/gの特性が満足するのが好ましい。

## 【0031】

以上、自動車への適用を前提に説明したが、上記の特性を満足するものであれば定置用など他の用途にも十分適用可能であることは言うまでもない。

尚、上記本発明の吸着量差は、吸脱着部の吸着操作時相対水蒸気圧2が0.115以上0.18以下、吸脱着部の脱着操作時相対水蒸気圧1が0.1以上0.14以下の範囲において満足されるものである。この範囲は、吸着ヒートポンプの操作相対水蒸気圧の範囲に概ね相当する。

## 【0032】

又、1及び2が0.115以上0.18以下の範囲にあり、1が2と等しいかそれ以上である領域に、該吸着量差が0.15g/g以上となる範囲を有する場合、吸着ヒートポンプとしてこれまで稼働しないと考えられていた厳しい温度条件でも作動することから有利である。

40

## &lt;吸着材材料&gt;

本発明の特徴の一つである吸着材は、骨格構造にアルミニウムとリンとを含むゼオライトを含有することである。ここでいうゼオライトは天然のゼオライトでも人工のゼオライトでもよく、例えば人工のゼオライトではInternational Zeolite Association (IZA)の規定によるアルミノシリケート類、アルミノフォスフェート類などが含まれる。

## 【0033】

本発明においては、中でも、親水性の付与のためにアルミニウム、リンの一部をヘテロ

50

原子で置換した、骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子とを含むゼオライトを用いる。ヘテロ原子としては、ケイ素、リチウム、マグネシウム、チタン、ジルコニウム、バナジウム、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、パラジウム、銅、亜鉛、ガリウム、ゲルマニウム、砒素、スズ、カルシウム、または硼素等が挙げられる。

#### 【0034】

ヘテロ原子が、ケイ素、マグネシウム、チタン、ジルコニウム、鉄、コバルト、亜鉛、ガリウム、または硼素であるのが好ましく、特にケイ素であるのが最も好ましく、これは通称 S A P O と称されている。これらヘテロ原子は骨格内のアルミニウム、リンと二種類以上置換されていても良い。

本発明で吸着材として用いる好ましいゼオライトとしては、骨格構造にアルミニウムとリンとヘテロ原子を含むゼオライトであって、下記式(1)、(2)および(3)で表される原子の存在割合を有するものが好ましい。

#### 【0035】

$$0.001 \times 0.3 \quad \cdots (1)$$

(式中、 $\times$ は骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するヘテロ原子のモル比を示す)

$$0.3 y 0.6 \quad \cdots (2)$$

(式中、 $y$ は骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するアルミニウムのモル比を示す)

$$0.3 z 0.6 \quad \cdots (3)$$

(式中、 $z$ は骨格構造のアルミニウムとリンとヘテロ原子の合計に対するリンのモル比を示す)

そして、上記原子の存在割合のなかで、ヘテロ原子の存在割合が、下記式(4)

$$0.003 \times 0.25 \quad \cdots (4)$$

(式中、 $\times$ は上記と同義である)

で表されるものが好ましく、下記式(5)

$$0.005 \times 0.2 \quad \cdots (5)$$

(式中、 $\times$ は上記と同義である)で表されるものが更に好ましい。

#### 【0036】

また、本発明で吸着材として用いるゼオライトは、そのフレームワーク密度が  $10.0 \text{ T} / 1,000^3$  以上  $16.0 \text{ T} / 1,000^3$  以下であるのが好ましく、更に好ましくは  $10.0 \text{ T} / 1,000^3$  以上  $15.0 / 1,000^3$  以下の範囲のゼオライトである。ここでフレームワーク密度とは、ゼオライトの  $1,000^3$ あたりの酸素以外の骨格を構成する元素の数を意味し、この値はゼオライトの構造により決まるものである。

#### 【0037】

このようなゼオライトの構造としては、IZAが定めるコードで示すと、AFG、MER、LIO、LOS、PHI、BOG、ERI、OFF、PAU、EAB、AFT、LEV、LTN、AEI、AFR、AFX、GIS、KFI、CHA、GME、THO、MEI、VFI、AFS、LTA、FAU、RHO、DFO、EMT、AFY、\*BEA等があり、好ましくはAEI、GIS、KFI、CHA、GME、VFI、AFS、LTA、FAU、RHO、EMT、AFY、\*BEAが挙げられる。

#### 【0038】

フレームワーク密度は細孔容量と相関があり、一般的に、より小さいフレームワーク密度のゼオライトがより大きい細孔容量を有し、したがって吸着容量が大きくなる。また、現在合成されていないゼオライトも、合成された場合にフレームワーク密度がこの領域内にあれば、本発明においての吸着材として好適に使用できると予想される。

#### 【0039】

例えば、CHA構造のアルミノフオスフェートの場合はケイ素などの原子を骨格内に入れた、S A P O - 34、ZYT - 6として知られるシリコアルミノフオスフェートを用いる事により所望な吸着性能を持たせる事ができる。なお S A P O - 34 の合成方法は、米国

10

20

40

50

特許第4440871号公報等に記載されている。ZYT-6の合成方法は、特公平4-37007、特公平5-21844、特公平5-51533号公報等に記載されている。

#### 【0040】

また、ゼオライトがアルミニシリケートの場合は、骨格内のケイ素、アルミニウムの一部（アルミニウムの場合は全部もあり得る）が他の原子、例えば、マグネシウム、チタン、ジルコニウム、バナジウム、クロム、マンガン、鉄、コバルト、亜鉛、ガリウム、スズ、硼素等に置換していてもよい。アルミニシリケートの場合にケイ素とアルミニウム（アルミニウム+ヘテロ原子）のモル比が小さすぎると水蒸気吸着材として一般的に知られている13Xの場合のように、あまりにも低い湿度領域で急激に吸着されてしまい、また大きすぎる場合は疎水的すぎて水をあまり吸着しなくなる。そのため本発明で用いるゼオライトは、ケイ素/アルミニウムのモル比が4以上20以下であるのが好ましく、更に4.5以上18以下が好ましく、特に5以上16以下がさらに好ましい。10

#### 【0041】

これらのゼオライトは交換可能なカチオン種を持つものを含むが、その場合のカチオン種としては、プロトン、Li、Naなどのアルカリ元素、Mg、Caなどのアルカリ土類元素、La、Ce等の希土類元素、Fe、Co、Ni等の遷移金属等があげられ、プロトン、アルカリ元素、アルカリ土類元素、希土類元素が好ましい。さらにはプロトン、Li、Na、K、Mg、Caがより好ましい。

本発明で用いる特に好ましい吸着材の一例としてSAPo-34が挙げられる。SAPo-34はCHA型（フレームワーク密度=14.6T/1,000<sup>3</sup>）のゼオライトである。20

尚、本発明の吸着材は、上記のゼオライトを含有し、上記の吸着量差を有すればよいが、ゼオライト自体が本発明で規定される吸着量差を有するのが好ましい。

#### 【0042】

又、本発明で規定する吸着量差を達成する範囲において、ゼオライトを単独で用いても複数種併用しても良く、又、ゼオライト以外の吸着材、例えばシリカやアルミナ、活性炭、粘土等をゼオライトと組み合わせ用いてもよい。

<運転方法>

次に、図1を用いて吸着式ヒートポンプの運転方法について説明する。

#### 【0043】

第1工程では制御バルブ31及び34を閉鎖、制御バルブ32及び33を開放し、吸着塔1において吸着質の脱着（再生）を、吸着塔2において吸着質の吸着（吸着工程）を行う。また、切り替えバルブ115、116、215、及び216を操作し、熱媒パイプ11には温水を、熱媒パイプ21には冷却水を流通させる。30

#### 【0044】

吸着塔2を冷却する際には冷却塔等の熱交換器によって外気、河川水等と熱交換して冷やされた冷却水を熱媒パイプ21を通して導入し、通常30~45程度に冷却される。また、制御バルブ32の開操作により蒸発器4内の水は蒸発し、水蒸気となって吸着塔2に流れ込み、吸着材に吸着される。蒸発温度での飽和蒸気圧と吸着材温度（一般的には20~50、好ましくは20~45、更に好ましくは30~45）に対応した吸着平衡圧との差により水蒸気移動が行われ、蒸発器4においては蒸発の気化熱に対応した冷熱、即ち冷房出力が得られる。冷却水の温度と生成する冷水温度との関係から吸着側相対水蒸気圧<sub>2</sub>（ここで<sub>2</sub>は生成する冷水温度における吸着質の平衡水蒸気圧を、冷却水の温度における吸着質の平衡水蒸気圧で除すことにより求める）が決定されるが、<sub>2</sub>は本発明で規定した吸着材が最大に水蒸気を吸着する相対水蒸気圧より大きくなるよう運転することが好ましい。<sub>2</sub>が本発明で規定した吸着材が最大に水蒸気を吸着する相対水蒸気圧より小さい場合には、吸着材の吸着能を有效地に利用できず、運転効率が悪くなるからである。<sub>2</sub>は環境温度等により適宜設定することができるが、<sub>2</sub>における吸着量が通常0.20以上、好ましくは0.24以上、より好ましくは0.29以上となる温度条件で吸着ヒートポンプを運転する。尚、この吸着量は25で測定される吸着等温線から求め40

られる。

**【0045】**

再生工程にある吸着塔1は通常40～100、好ましくは50～98、更に好ましくは60～95の温水により加熱され、前記温度範囲に対応した平衡水蒸気圧になり、凝縮器5の凝縮温度20～50（これは凝縮器を冷却している冷却水の温度に等しい）での飽和蒸気圧で凝縮される。吸着塔1から凝縮器5へ水蒸気が移動し、凝縮されて水となる。水は戻し配管3により蒸発器4へ戻される。冷却水の温度と再生に利用される熱媒（温水）温度との関係から脱着側相対水蒸気圧1（ここで1は冷却水の温度における吸着質の平衡水蒸気圧を、再生に利用される熱媒（温水）温度における吸着質の平衡水蒸気圧で除すことにより求める）が決定されるが、1は本発明で規定する吸着材が急激に水蒸気を吸着する相対水蒸気圧より小さくなるよう運転することが好ましい。もし、1が本発明で規定する吸着材が急激に水蒸気を吸着する相対水蒸気圧より大きいと、本発明で規定する吸着材の優れた吸着量が有効に利用できないからである。1は環境温度等により適宜設定することができるが、1における吸着量が通常0.1以上、0.18以下となる温度条件で吸着ヒートポンプを運転する。なお、1における吸着質の吸着量と2における吸着質の吸着量との差が、通常0.15g/g以上、好ましくは0.18g/g以上となるように運転する。具体的には、T0が概ね5～10、T1及びT3が90、T2及びT4が40～45である。以上が第1工程である。10

**【0046】**

次の第2工程では、吸着塔1が吸着工程、吸着塔2が再生工程となるように、制御バルブ31～34及び切り替えバルブ115、116、215、及び216を切り替えることで、同様に蒸発器4から冷熱、即ち冷房出力を得ることができる。以上の第1及び第2工程を順次切り替えることで吸着ヒートポンプの連続運転を行う。20

**【0047】**

なお、ここでは2基の吸着塔を設置した場合の運転方法を説明したが、吸着材が吸着した吸着質の脱着を適宜おこなうことにより、いずれかの吸着塔が吸着質を吸着できる状態を維持できれば吸着塔は何基設置してもよい。

尚、本発明の特定の性能を有する上記吸着材は、吸着ヒートポンプまたは除湿空調装置を代表とする、従来公知の各種の空調装置の吸着部に使用できる。

**【0048】**

**【実施例】**

以下、実施例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明は、以下の実施例により何ら限定されるものではない。

**実施例1**

S A P O - 3 4 ( U O P L L C 社製：このサンプルの骨格構造のA1、P、Siの合計に対する各成分の構成割合（モル比）は、Si = 3%、A1 = 52%、P = 45%である）を吸着等温線測定装置（ベルソーブ18：日本ベル（株））により測定した。S A P O - 3 4 の 4 0 での吸着過程の水蒸気吸着等温線を図2に示す。なお、吸着等温線の測定は、空気高温槽温度50、吸着温度40、初期導入圧力3.0 torr、導入圧力設定点数0、飽和蒸気圧55.33mM Hg、平衡時間500秒で行った。一方、脱着過程の吸着等温線は磁気浮遊式天秤による吸着等温線測定装置（日本ベル（株））により測定した。脱着過程の吸着等温線の測定は、空気高温槽温度120、脱着温度90で50 Torrずつ水蒸気を排気して重量変化を測定した。結果を図2に示す。40

**【0049】**

車載用空調装置として一般車を想定した場合、T1 = 90、T2 = 40、T0 = 10の条件が考えられる。この時、脱着側相対水蒸気圧1 = 0.11、吸着側相対水蒸気圧2 = 0.17となり、1と2における吸着量差は0.21g/gであることが判る。目標とする吸着量差0.15g/gを上回り、一般車に用いる車両用空調装置として十分機能することが判る。

**【0050】**

50

また、一般車よりも低温風が求められる高級車の場合、 $T_1 = 90$ 、 $T_2 = 40$ 、 $T_0 = 5$ の条件が考えられる。この時、 $1 = 0.11$ と $2 = 0.12$ の間の吸着量は $0.20\text{ g/g}$ となり、目標とする吸着量差 $0.15\text{ g/g}$ を上回り、高級車用空調装置として十分機能することが判る。

さらに、地域によっては、厳しい外部環境から冷却水温度 $T_2$ が $45^{\circ}\text{C}$ 程度まで上昇することが予測される。この時、 $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$ で一般車並みの $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ を得る条件を考えてみる。ペルソープ18を用いて $45^{\circ}\text{C}$ での吸着過程の吸着等温線を測定した。 $90^{\circ}\text{C}$ の脱着過程の吸着等温線と併せて図3に示す。 $45^{\circ}\text{C}$ での吸着等温線の測定は、空気高温槽温度 $65^{\circ}\text{C}$ 、吸着温度 $45^{\circ}\text{C}$ 、初期導入圧力 $3.0\text{ torr}$ 、導入圧力設定点数0、飽和蒸気圧 $55.33\text{ mmHg}$ 、平衡時間500秒で行った。 $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$ 、 $T_2 = 45^{\circ}\text{C}$ 、 $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ の場合、脱着側相対水蒸気圧 $1 = 0.14$ が吸着側相対水蒸気圧 $2 = 0.13$ を上回ってしまう。この様に脱着側の相対水蒸気圧が吸着側の相対水蒸気圧より低くなる場合でも、温度依存性のある実施例1では吸着量差が $0.16\text{ g/g}$ 得られることがわかる。実施例1を水蒸気吸着材として用いた吸着ヒートポンプは高温地方でも十分作動することが判る。

### 【0051】

#### 実施例2

水 $192\text{ g}$ にアルミニウムイソプロポキシド $108\text{ g}$ を加えて攪拌した後、 $85\%$ リン酸 $58\text{ g}$ を加えて2時間攪拌した。この溶液にfumedシリカ(アエロジル200)1.8gを加えた後、さらに $35\%$ テトラエチルアンモニウムヒドロキシド(TEA OH)水溶液 $122.7\text{ g}$ を加え、4時間攪拌した。この時のゲルの組成は以下の通りである。



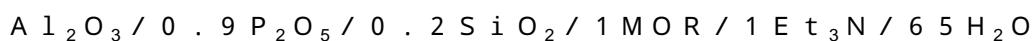
この混合物をテフロン(登録商標)内筒入りの $500\text{ cc}$ ステンレス製オートクレーブに仕込み、 $100\text{ rpm}$ で攪拌しながら $185^{\circ}\text{C}$ で48時間反応させた。反応後、冷却し、遠心分離で生成物を分離、水洗し、 $120^{\circ}\text{C}$ で乾燥した。これを空気気流下 $550^{\circ}\text{C}$ 6時間で焼成してゼオライトを得た。このゼオライトをXRDで測定すると、CHA構造であった。また、元素分析により、骨格構造のアルミニウム、リン、ケイ素の合計に対する各成分の構成割合(モル比)は、ケイ素が $2.8\%$ 、アルミニウムが $51.3\%$ 、リンが $45.9\%$ であった。

このゼオライトを実施例1と同じ測定方法により、 $40^{\circ}\text{C}$ での吸着過程と $90^{\circ}\text{C}$ の脱着過程の吸着等温線の測定を行った。その結果を図4に示した。 $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$ 、 $T_2 = 40^{\circ}\text{C}$ 、 $T_0 = 10^{\circ}\text{C}$ の条件の場合、脱着側相対水蒸気圧 $1 = 0.11$ 、吸着側相対水蒸気圧 $2 = 0.17$ における吸着量差は $0.18\text{ g/g}$ である。

### 【0052】

#### 実施例3

水 $135\text{ g}$ に $85\%$ リン酸 $65.3\text{ g}$ を加え、これに擬ペーマイト( $25\%$ 含水、コンデア製) $42.9\text{ g}$ をゆっくり加え、3時間攪拌した。これをA液とする。これとは別に、fumedシリカ(アエロジル200)3.8g、モルホリン(MOR)27.5g、トリエチルアミン(Et<sub>3</sub>N)32.1g、水 $180\text{ g}$ を混合した液を調整した。これをA液に攪拌しながらゆっくりと加えた。これをさらに4時間攪拌した。この時のゲルの組成は以下の通りである。



この混合物をテフロン(登録商標)内筒入りの $500\text{ cc}$ ステンレス製オートクレーブに仕込み、 $100\text{ rpm}$ で攪拌しながら $190^{\circ}\text{C}$ で60時間反応させた。反応後、冷却し、遠心分離で生成物を分離、水洗し、 $120^{\circ}\text{C}$ で乾燥した。これを空気気流下 $550^{\circ}\text{C}$ 6時間で焼成してゼオライトを得た。このゼオライトをXRDで測定すると、CHA構造であった。また、元素分析により、骨格構造のアルミニウム、リン、ケイ素の合成に対する各成分の構成割合(モル比)は、ケイ素が $7.2\%$ 、アルミニウムが $49.9\%$ 、リンが $42.9\%$ であった。

このゼオライトを実施例1と同じ測定方法により、 $40^{\circ}\text{C}$ での吸着過程と $90^{\circ}\text{C}$ の脱着

10

20

30

40

50

過程の吸着等温線の測定を行った。その結果を図5に示した。T<sub>1</sub> = 90、T<sub>2</sub> = 40、T<sub>0</sub> = 10の条件の場合、脱着側相対水蒸気圧<sub>1</sub> = 0.11、吸着側相対水蒸気圧<sub>2</sub> = 0.17における吸着量差は0.17 g/gである。

【0053】

【発明の効果】

本発明の吸着ヒートポンプは、吸着材の吸脱着による水分吸着量の差が大きく、低温度で吸着材の再生（脱着）が可能になるため、従来に比べて低温の熱源で効率よく吸着ヒートポンプを駆動することができ、かつ吸着ヒートポンプをコンパクトにすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】吸着ヒートポンプの概念図である。

【図2】S A P O - 3 4 の 4 0 の吸着過程、90 の脱着過程の水蒸気吸着等温線である。

【図3】S A P O - 3 4 の 4 5 の吸着過程、90 の脱着過程の水蒸気吸着等温線である。

【図4】実施例2における40 の吸着過程、90 の脱着過程の水蒸気吸着等温線である。

【図5】実施例3における45 の吸着過程、90 の脱着過程の水蒸気吸着等温線である。

【符号の説明】

20

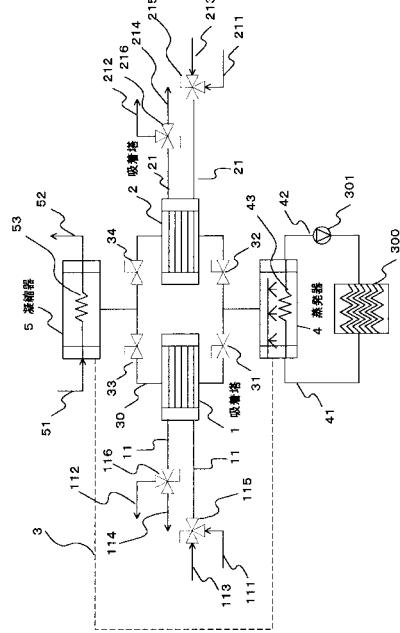
- 1 吸着塔
- 2 吸着塔
- 3 吸着質配管
- 4 蒸発器
- 5 凝縮器
- 11 热媒配管
- 111 冷却水入口
- 112 冷却水出口
- 113 温水入口
- 114 温水出口
- 115 切り替えバルブ
- 116 切り替えバルブ
- 21 热媒配管
- 211 冷却水入口
- 212 冷却水出口
- 213 温水入口
- 214 温水出口
- 215 切り替えバルブ
- 216 切り替えバルブ
- 30 吸着質配管
- 31 制御バルブ
- 32 制御バルブ
- 33 制御バルブ
- 34 制御バルブ
- 300 室内機
- 301 ポンプ
- 41 冷水配管（入口）
- 42 冷水配管（出口）
- 51 冷却水配管（入口）
- 52 冷却水配管（出口）

30

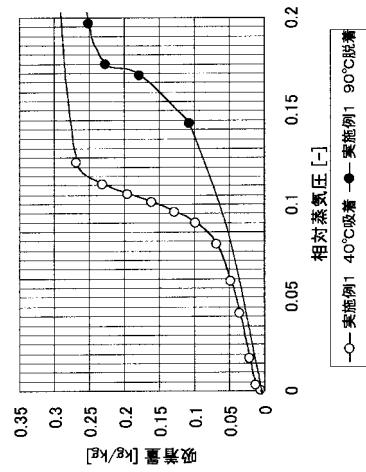
40

50

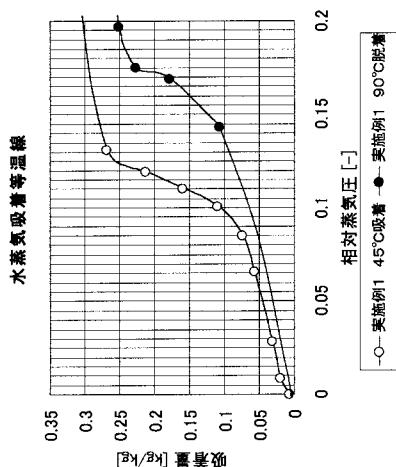
【図1】



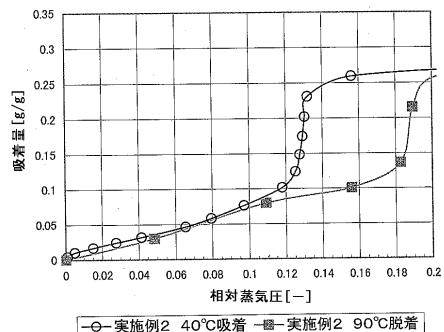
【図2】



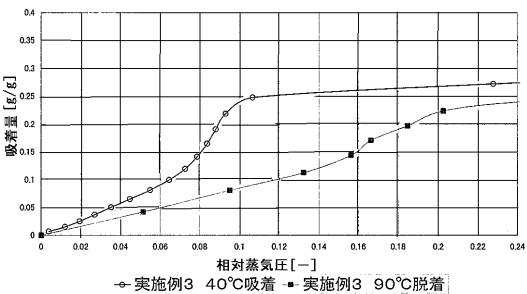
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 武脇 隆彦  
神奈川県横浜市青葉区鶴志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 山崎 正典  
神奈川県横浜市青葉区鶴志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 渡辺 展  
神奈川県横浜市青葉区鶴志田町1000番地 三菱化学株式会社内

(72)発明者 稲垣 孝治  
愛知県豊田市喜田町3-104-1103

(72)発明者 小坂 淳  
愛知県岡崎市上地3-35-7

(72)発明者 井上誠司  
愛知県安城市横山町毛賀知58-4

(72)発明者 井上 哲  
愛知県刈谷市半城土町大湫35-3

審査官 田々井 正吾

(56)参考文献 特開平11-223411(JP,A)  
特開2001-239156(JP,A)  
特開昭59-035018(JP,A)  
特開平11-197439(JP,A)  
特開平07-301469(JP,A)  
特開平09-227249(JP,A)  
特開平11-281190(JP,A)  
特表平07-501043(JP,A)  
特開昭59-049289(JP,A)  
特開2000-140625(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F25B 17/08

B01J 20/18