

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6399208号
(P6399208)

(45) 発行日 平成30年10月3日 (2018. 10. 3)

(24) 登録日 平成30年9月14日 (2018. 9. 14)

(51) Int. Cl.

F I

B O 1 D 53/04 (2006. 01)

B O 1 D 53/04 2 2 O

B O 1 D 53/12 (2006. 01)

B O 1 D 53/12

B O 1 J 20/34 (2006. 01)

B O 1 J 20/34 H

B O 3 C 1/00 (2006. 01)

B O 3 C 1/00 C

B O 3 C 1/30 (2006. 01)

B O 3 C 1/30 Z

請求項の数 10 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-507621 (P2017-507621)
 (86) (22) 出願日 平成28年2月24日 (2016. 2. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/055383
 (87) 国際公開番号 W02016/152363
 (87) 国際公開日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)
 審査請求日 平成29年3月17日 (2017. 3. 17)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-64101 (P2015-64101)
 (32) 優先日 平成27年3月26日 (2015. 3. 26)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000004455
 日立化成株式会社
 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 吉川 晃平
 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 金枝 雅人
 日本国東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内
 (72) 発明者 中村 英博
 日本国東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 CO₂濃度低減装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

CO₂を含有するガスからCO₂吸着材を用いてCO₂を分離除去するためのCO₂濃度低減装置であって、

前記CO₂吸着材を充填した吸着材容器と、

前記CO₂吸着材を誘導加熱により加熱する加熱ユニットと、を含み、

前記CO₂吸着材によるCO₂の吸着及び脱着は、流動床式で行うことができる構成であり、

前記CO₂吸着材は、前記誘導加熱により発熱する磁性体と混合した状態で前記吸着材容器に充填され、

前記CO₂吸着材の輸送に磁力を用いる、流動床式のCO₂濃度低減装置。

【請求項 2】

前記CO₂吸着材は、酸化セリウム又はセリウムの複合酸化物を含む、請求項1記載のCO₂濃度低減装置。

【請求項 3】

前記CO₂吸着材は、前記磁性体に付着した状態で前記吸着材容器に充填されている、請求項1又は2に記載のCO₂濃度低減装置。

【請求項 4】

前記磁性体は、柱状、板状、粉状、ハニカム状、網状、線状、らせん状又は環状である、請求項1～3のいずれか一項に記載のCO₂濃度低減装置。

10

20

【請求項 5】

前記磁性体は、鉄、クロム及びコバルトからなる群から選ばれる少なくとも一種類を含む合金又は化合物である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の CO_2 濃度低減装置。

【請求項 6】

前記 CO_2 吸着材と前記磁性体との間には、これらを付着させるためのバインダーが設けられている、請求項 3 記載の CO_2 濃度低減装置。

【請求項 7】

前記バインダーは、ケイ素化合物又はアルミニウム化合物を含む、請求項 6 記載の CO_2 濃度低減装置。

【請求項 8】

前記加熱ユニットは、前記吸着材容器の外部に設置されている、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の CO_2 濃度低減装置。

【請求項 9】

前記加熱ユニットは、前記吸着材容器の内部の前記 CO_2 吸着材を局所的に加熱可能であり、加熱する位置を変更するために移動可能とした、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の CO_2 濃度低減装置。

【請求項 10】

前記 CO_2 吸着材の粉末を捕集するためのフィルタを有し、前記フィルタにおける前記 CO_2 吸着材の捕集に磁力を用いる、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載の CO_2 濃度低減装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、 CO_2 濃度低減装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ビルや車輛など、人の密度が高い空間においては、人の呼気により室内の CO_2 濃度（二酸化炭素濃度）が上昇しやすい。 CO_2 濃度が 1000 ppm を超える場合には眠気を誘発することが知られている。このため、ビルなどでは CO_2 濃度が 1000 ppm を超過しないよう、外気との換気することで CO_2 濃度を調整している。外気と素早く換気するためには、プロアなどの送風装置を稼働させる必要があり、このために換気電力を必要とする。さらに、外から取り込んだ空気は、温度および湿度が調整されておらず、夏季には冷房を、冬季には暖房を行う必要がある。このため、室内の CO_2 濃度上昇は、換気電力及び冷暖房などの空調による消費電力の増加の主原因となっている。換気による室内の CO_2 減少量は、次の計算式で算出される。

【0003】

$\{ (\text{室内 } \text{CO}_2 \text{ 濃度}) - (\text{外気 } \text{CO}_2 \text{ 濃度}) \} \times (\text{換気量}) = (\text{換気による } \text{CO}_2 \text{ 減少量})$

この式の右辺の CO_2 減少量が人の呼気による CO_2 増加量と同等であれば、 CO_2 濃度を一定に保つことができる。

【0004】

吸着材を用いた室内空気からの CO_2 除去に着目すると、例えば、特許文献 1 には、 H_2O 及び CO_2 吸着材を塗布したローターを利用した CO_2 除去装置が記載されている。この装置は、室温で CO_2 を吸着し、その後、加熱ガスを流通するとともに CO_2 吸着材を加熱することにより CO_2 を脱離する構成を有している。

【0005】

特許文献 2 に記載の二酸化炭素捕捉材は、本発明者らが開発したものであり、細孔容積分布のピーク細孔径が $1.5 \sim 10 \text{ nm}$ のセリウム酸化物を含有する多孔体を含み、二酸化炭素を含有するガスから二酸化炭素を捕捉・分離するものである。ここで、当該多孔体は、 Sm 、 La 等を含むことが望ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 には、空気中の水分や臭いなどの有機ガスを吸着する吸着剤で構成されたフィルタの一部を電磁誘導加熱が可能な材料で構成し、フィルタの近くに電磁コイル等の磁界発生装置を設置し、磁界によりフィルタを自己発熱させ、水分や有機ガスを吸着剤から脱着する技術が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 国際公開第 2 0 1 0 / 1 0 0 7 3 9 号

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 2 - 2 4 6 4 8 号公報

10

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 5 - 2 7 9 3 9 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

近年では、外気 CO_2 濃度 (2 0 1 3 年時点で約 4 0 0 p p m) が増加しているため、室内との CO_2 濃度差が少なくなっている。このため、 CO_2 濃度を調整するために必要な換気量も増加している。今後、外気 CO_2 濃度が更に増加した場合、換気による CO_2 濃度の調整では消費電力が増加すると考えられる。

【 0 0 0 9 】

換気以外の方法を用いて CO_2 を選択的に除去できれば、換気量を低減でき、結果として換気電力及び空調電力を低減できる可能性がある。

20

【 0 0 1 0 】

特許文献 1 に記載の装置では、 CO_2 脱離のために吸着材を加熱する媒体として室内空気を用いる。この場合、加熱媒体である室内空気を室外に排気する必要がある。排気したガスと同量の外気を取り込む必要があるため、結果として吸着材の加熱および CO_2 脱離を行うために換気が必要となる。

【 0 0 1 1 】

特許文献 2 に記載の二酸化炭素捕捉材は、優れた吸着特性を有するが、効率的な再生をするための加熱手段が求められる。

【 0 0 1 2 】

30

特許文献 3 に記載の技術は、電磁誘導加熱を用いる点で有力であるが、脱着の対象が水分や臭いなどの有機ガスであり、二酸化炭素の脱着に適用するものではない。

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、室内に蓄積される CO_2 を除去する際の換気量を減らし、換気に要する電力及び冷暖房の電力を低減することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 4 】

本発明の CO_2 濃度低減装置は、 CO_2 を含有するガスから CO_2 吸着材を用いて CO_2 を分離除去するための装置であって、 CO_2 吸着材を充填した吸着材容器と、 CO_2 吸着材を誘導加熱又は誘電加熱により加熱する加熱ユニットと、を含む。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、室内に蓄積される CO_2 を除去する際の換気量を減らし、換気に要する電力及び冷暖房の電力を低減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 本発明の CO_2 濃度低減装置を示す模式構成図である。

【 図 2 】 実施例 1 の CO_2 濃度低減装置と、従来の換気法 (比較例 1) CO_2 とで消費電力を比較して示すグラフである。

【 図 3 】 CO_2 吸着材を加熱した空気により加熱する CO_2 濃度低減装置の例 (比較例 2

50

）を示す模式構成図である。

【図４】実施例１並びに比較例１及び２における必要空気量を比較して示すグラフである。

【図５】可動式の誘導加熱用磁場発生部を有する CO_2 濃度低減装置（実施例２）を示す模式構成図である。

【図６Ａ】実施例２の加熱工程の初期段階の配置と吸着材容器内の温度分布を模式的に示す図である。

【図６Ｂ】図６Ａの初期段階から進行した状況を模式的に示す図である。

【図６Ｃ】図６Ｂの段階から更に進行した状況を模式的に示す図である。

【図７】線状の磁性体に CO_2 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

10

【図８】らせん状の磁性体に CO_2 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

【図９】環状の磁性体に CO_2 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

本発明は、ビルや車輛などの換気量を低減することにより換気電力及び空調電力を低減するための装置に関し、特に省電力で室内 CO_2 濃度を低減するための装置に関する。

【００１８】

以下、本発明の実施形態について説明する。なお、本発明の範囲は、下記に挙げる例に限定されるものではない。

20

【００１９】

本発明者は、上記課題を鋭意検討した結果、 CO_2 を含有するガスから固体の CO_2 吸着材を用いて CO_2 を分離除去するための装置であって、該 CO_2 吸着材が酸化セリウムもしくはセリウムの複合酸化物を含み、 CO_2 吸着材を加熱する装置が誘導加熱もしくは誘電加熱を用いた装置を有することを特徴とする CO_2 濃度低減装置を利用することにより、 CO_2 濃度低減に要する消費電力を低減できることを見出した。ここで、セリウムの複合酸化物とは、酸化セリウムに第二成分として Na 、 Mg 、 Y 、 La 、 Sm 等を添加した材料をいい、特許文献２に記載されているように優れた吸着特性を有するものである。

【００２０】

本装置では、加熱媒体が交流磁場（交番磁界）もしくは交流電場（交番電界）であるため、 CO_2 を加熱脱離させる際の加熱ガス流通が不要もしくは低流量で可能である。その結果、 CO_2 吸着材にガスを流通させるための圧力損失、加熱媒体であるガスそのものの熱容量、及びガスの排気に伴う換気電力を低減できる。

30

【００２１】

また、 CO_2 吸着材として酸化セリウムもしくはセリウムの複合酸化物を用いることで水分存在下においても CO_2 を吸着可能である。本特性は、人の呼気や大気など水分を含むガスから CO_2 を除去する用途に適している。本装置の運転例としては、たとえば CO_2 を含有するガスを前記 CO_2 吸着材に流通させて CO_2 を吸着除去し、 CO_2 を除去したガスを室内に戻し、 CO_2 吸着後は CO_2 吸着材を誘導加熱などにより加熱することにより、 CO_2 を脱離させ、 CO_2 吸着材を再生する方法が挙げられる。

40

【００２２】

誘導加熱又は誘電加熱を用いる利点の一つは、伝熱速度に律速されないことである。外部からヒーターなどの加熱装置により吸着材を加熱する場合、伝熱により吸着材全体を加熱しなければならない。伝熱速度は、温度勾配に比例する。特に吸着材容量が大きい場合には、温度勾配が緩やかになり、伝熱速度が遅くなり、しかも必要な熱量が増加するため、加熱速度が遅くなる。誘導加熱及び誘電加熱は、温度勾配に依存しないため、吸着材容量を大きくした場合にも対応しやすい。

【００２３】

CO_2 吸着材の加熱は、誘導加熱及び誘電加熱のうちいずれを用いてもよい。誘導加熱により CO_2 吸着材を加熱する構成としては、加熱装置として交流磁場を発生させる装置

50

、例えばコイル状に巻いた導線に交流電流を流通させる方法が挙げられる。誘導加熱により発熱するためには磁場中で渦電流が発生すればよく、使用する発熱体材料（以降、「誘導発熱体」という。）としては、金属などの導体が挙げられる。また、磁性体を用いた場合には、交流磁場によるヒステリシス加熱が発生するため、加熱効率をさらに高めることができる。磁性体としては、例えば鉄、クロム、コバルトやその合金及び化合物などが挙げられる。

【 0 0 2 4 】

誘導発熱体の形状としてはどのような形状でもよいが、柱状、板状、粉状、ハニカム状、網状など様々な形状が挙げられる。

【 0 0 2 5 】

柱状の場合、例えば吸着材容器中に柱状の誘導発熱体を設置し、その後、粒状の CO_2 吸着材を充填して設置する構成が考えられる。本構成では、誘導発熱体は、容器と接触する必要がなく、例えば一般的な伝熱管を容器内部に付設する場合のように、伝熱管内に流体を導入するために容器外に貫通させる必要はない。

【 0 0 2 6 】

粉状の誘導発熱体を用いる場合には、粉状の CO_2 吸着材と粉状の誘導発熱体とをあらかじめ混合させておき、その後、粒状に成型して利用する方法が考えられる。本方法では、成形した粒自体が発熱体となることから、空間的に均一な加熱を行いやすい。その他に、 CO_2 吸着材と誘導発熱体の混合粉末をハニカムなどに担持する方法、ハニカム状に成型した CO_2 吸着材に粉状の誘導発熱体を担持する方法、粉状の CO_2 吸着材をハニカム状の誘導発熱体に担持する方法が考えられる。

【 0 0 2 7 】

誘導発熱体と CO_2 吸着材の混合及び接触を促進するために、バインダーを利用してもよい。バインダーには有機及び無機のどちらを用いてもよいが、 CO_2 脱離のために CO_2 吸着材を加熱することから無機バインダーの方が好ましく、例としてはペーナイト、アルミナゾル、シリカゾルなどのケイ素化合物又はアルミニウム化合物が挙げられる。

【 0 0 2 8 】

CO_2 吸着材の加熱に誘電加熱を用いる場合には、 CO_2 吸着材そのものを誘電体として利用してもよい。吸着ガスが水分を含有する場合には、 CO_2 吸着材に吸着した水分や凝縮した水分が誘電体として作用し、エネルギーは水分の加熱に利用されやすくなる。従って、水分量が多い場合に加熱速度が上昇し、 CO_2 吸着材温度の空間分布の偏りが生じる。水が脱離もしくは気化した後の CO_2 吸着材は、加熱速度が低下するため、これを利用すれば、当該条件での水の脱離温度もしくは気化温度まで CO_2 吸着材を加熱するための手法として利用できる。

【 0 0 2 9 】

誘導加熱又は誘電加熱のための加熱装置は、吸着材容器内部に設置してもよいし、容器外に設置してもよい。誘導加熱のための加熱装置を容器外部に設置する構成としては、例えば吸着材容器を非磁性体又は非金属で形成し、容器内部に CO_2 吸着材及び誘導発熱体を充填する方法が考えられる。交流磁場を発生させる装置としては、コイル状の導線に交流電流を流せばよく、導線は吸着材容器の外部に設置する方法が考えられる。本構成では、吸着材容器内部の構成が簡潔であり、 CO_2 吸着材及び誘導発熱体の充填が簡便になるという特徴がある。その他の構成として、例えば容器そのものを磁性体など誘導発熱体とし、吸着材容器そのものを加熱して CO_2 吸着材に伝熱してもよい。

【 0 0 3 0 】

誘導加熱又は誘電加熱のための加熱装置の一部または全部が可動であってもよい。誘導加熱のための加熱装置が可動である構成としては、例えば吸着材容器を非磁性体又は非金属で形成し、容器内部に CO_2 吸着材及び誘導発熱体を充填し、可動なコイル状の導線を吸着材容器の外部に設置して該導線に交流電流を流す構成が考えられる。本構成を用いた場合には、コイルの位置を変化させることにより、吸着材容器内の任意の場所を加熱することができる。なお、本構成により、例えば誘導発熱体が局所的に加熱され、高温になる

10

20

30

40

50

ことで材料が焼結し、劣化することが予測される場合、高温となる前にコイルの位置を変化させることにより、吸着材の加熱位置を変更することができ、劣化を抑制することができる。

【0031】

CO₂吸着材を加熱する工程において、該CO₂吸着材にガスを流通させてもよい。流通ガスはどのようなガスでもよいが、取り扱いの容易さから特に室内の空気、外気、水蒸気及びこれらガスの混合ガスが挙げられる。本構成としては、例えば吸着材容器を非磁性体又は非金属で形成し、容器内部にCO₂吸着材及び誘導発熱体を充填し、可動なコイル状の導線を吸着材容器の外部に設置し、さらにCO₂吸着材に室内空気を流通させるための送風機を設置することが挙げられる。

10

【0032】

本構成を用いたCO₂除去装置の使用方法としては、次のようなものが考えられる。

【0033】

室内空気の流通によりCO₂を吸着させた後、CO₂吸着材の一部（吸着材A部とする。）を誘導加熱により所定の温度（温度Tとする。）まで加熱してCO₂を脱離させる。次に、室内空気を流通させることで、吸着材A部の有する顕熱を、加熱されていないCO₂吸着材の一部（吸着材B部とする。）に輸送する。この熱輸送によって吸着材B部は加熱される。その後、可動なコイル状の導線を吸着材B部付近まで移動させた後、誘導加熱により吸着材B部を加熱する。吸着材B部は吸着材A部からの熱輸送により、温度Tまで加熱するための必要熱量が低減している。さらに、吸着材A部は該熱輸送により冷却されているため、CO₂を再度吸着させるためにCO₂吸着材を冷却するための時間及び必要な空気量が低減できる。

20

【0034】

CO₂吸着分離の方法としては、吸着材を固定して使用する固定床方式と、吸着材を循環させて使用する流動床などの方式が挙げられ、いずれの方法を用いてもよい。

【0035】

流動床式のCO₂濃度低減装置を用いる場合、CO₂吸着材の輸送に空気等のガスを用いてもよいし、該CO₂吸着材と磁性体の混合材を用い、磁力によって該混合材を輸送してもよい。

【0036】

また、一般に、固体材料を流動させた際には、材同士の衝突によって材の粉化、及び粉化に伴う材の飛散が懸念される。このような装置では、材が大気へ飛散しないようフィルタなどで集塵を行う。本課題に対して、該CO₂吸着材と磁性体の混合材を用い、かつ、フィルタに磁力を印加することにより、吸着材粉末の捕集能力を高め、材の大気への飛散を抑制することができると考えられる。

30

【0037】

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例1】

【0038】

図1は、CO₂吸着材を用いた固定床方式により、室内空気のCO₂濃度を低減するための構成例を示したものである。

40

【0039】

本図に示すCO₂濃度低減装置は、吸着材容器101、流量制御弁201～203、コイル状の導線を有する誘導加熱用磁場発生部301、セリウム酸化物からなるCO₂吸着材と磁性体との混合粒子401、及び送風機501から構成されている。吸着材容器101は、セラミックもしくは有機物などの非磁性体又は非金属の材料を用いることが好ましい。

【0040】

本装置の運転方法は、吸着、加熱及び冷却の工程を繰り返すものとする。吸着時のCO₂吸着材温度は30℃、脱離時のCO₂吸着材温度は200℃と設定した。

50

【 0 0 4 1 】

まず、流量制御弁 2 0 1 及び 2 0 2 を開とし、流量制御弁 2 0 3 を閉とする。送風機 5 0 1 を用いて吸着材容器 1 0 1 内に室内空気を導入して CO_2 を吸着除去し、 CO_2 を除去したガスを室内に戻す。

【 0 0 4 2 】

CO_2 が十分に吸着された後、 CO_2 を脱離して大気へ放出する際には、流量制御弁 2 0 1 及び 2 0 2 を閉とし、流量制御弁 2 0 3 を開とし、誘導加熱用磁場発生部 3 0 1 により混合粒子 4 0 1 を加熱して CO_2 を脱離し、大気へと放出する。その後、冷却時には、流量制御弁 2 0 1 及び 2 0 2 を開とし、流量制御弁 2 0 3 を閉とし、送風機 5 0 1 を用いて吸着材容器 1 0 1 内に室内空気を導入し、混合粒子 4 0 1 を冷却する。

10

【 0 0 4 3 】

(消費電力の試算)

CO_2 吸着材を用いて選択的に CO_2 を除去する場合の消費電力を次の方法で試算した。消費電力は、次の計算式により算出した。

【 0 0 4 4 】

(消費電力) = (必要熱量) / (電力から熱への変換効率)

必要熱量は、 CO_2 吸着材の加熱と及び CO_2 脱離熱の和として算出した。試算に用いた物性値を表 1 に示す。

【 0 0 4 5 】

本表の物性値から導出した CO_2 濃度を低減するためのエネルギーは、 $8.1 \text{ kJ/g} - \text{CO}_2$ である。

20

【 0 0 4 6 】

【表 1】

表 1

吸着材法を用いる場合の物性値

項目	値
CO_2 吸着量 (mol/kg)	0.3
CO_2 吸着材比熱 (kJ/kgK)	0.4
CO_2 吸着熱 (kJ/mol)	60
吸着温度 ($^{\circ}\text{C}$)	30
脱離温度 ($^{\circ}\text{C}$)	200
電力から熱への変換効率 (%)	80

30

【 0 0 4 7 】

(比較例 1)

40

換気によって CO_2 濃度を調整する場合に必要な電力、特に冷房に要する消費電力は、次の方法で試算した。

【 0 0 4 8 】

まず、外気及び室内空気のエンタルピー差を算出し、その差を性能係数で割ったものを消費電力と見なした。なお、空気のエンタルピーは、空気温度 25°C を基準とし、水及び水蒸気については 25°C の凝縮した水を基準に算出した。 CO_2 濃度による空気比熱及び密度の変化は微小として無視した。外気は 30°C 、相対湿度 70%、 CO_2 濃度 400 ppm 、室内空気は 28°C 、相対湿度 50%、 CO_2 濃度 1000 ppm と見なした。

【 0 0 4 9 】

各状態のガスに対し、ドライでの空気 1 kg に対する CO_2 量及びエンタルピーを表 2

50

に示す。

【 0 0 5 0 】

外気と室内空気とのエンタルピー差は 19.1 kJ 、 CO_2 含有量差は 0.91 g であった。本冷房の成績係数を 2.0 と仮定し、換気によって CO_2 濃度を低減するための電力を次の式により算出した。

【 0 0 5 1 】

(消費電力) = (エンタルピー差) / { (CO_2 含有量差) \times (成績係数) }

この式から、 CO_2 濃度を低減するための電力は、 $10.5 \text{ kJ/g} - \text{CO}_2$ と試算された。

【 0 0 5 2 】

10

【表 2】

表 2

外気及び室内空気の物性

項目	外気	室内空気
温度(°C)	30	28
相対湿度(%)	70	50
CO_2 濃度(ppm)	400	1000
CO_2 含有量(g/Nm^3)	0.79	1.96
空気密度(kg/Nm^3)	1.293	1.293
CO_2 含有量(g/kg-Air)	0.61	1.52
水蒸気量(g/kg-Air)	19.0	12.0
凝縮した水量(g/kg-Air)	0	7.0
総エンタルピー (kJ/kg-Air)	51.8	32.7

20

30

【 0 0 5 3 】

図 2 に吸着材法と従来の換気による CO_2 濃度低減のための電力を示す。

【 0 0 5 4 】

本図から、比較例 1 と比べ、実施例 1 における吸着材法は CO_2 低減電力が少なく済み、省電力であることがわかる。

【 0 0 5 5 】

(比較例 2)

図 3 は、 CO_2 吸着材を用いた固定床方式により、室内空気の CO_2 濃度を低減するための構成例を示したものである。

40

【 0 0 5 6 】

本図において、 CO_2 濃度低減装置は、吸着材容器 101、流量制御弁 201 ~ 203、セリウム酸化物からなる CO_2 吸着材 411、送風機 501、及び気体を加熱するためのヒーター 601 から構成されている。

【 0 0 5 7 】

本装置の運転方法は、図 1 の誘導加熱用磁場発生部 301 の代わりに、気体を加熱するためのヒーター 601 を用いている。これ以外は、実施例 1 と同様である。

【 0 0 5 8 】

(必要換気量の試算)

比較例 2 において、加熱に必要な空気量は、次の方法で試算した。吸着材加熱に必要な

50

熱量は実施例 1 と同等とし、熱は吸着材に流通する加熱空気の入口 - 出口のエンタルピー差より得られるとした。本法により必要な空気量は $60.9 \text{ g - Air / g - CO}_2$ と算出された。

【 0 0 5 9 】

表 3 は、比較例 2 における試算に用いた条件を示したものである。

【 0 0 6 0 】

【表 3】

表 3

10

比較例2における試算に用いた条件

項目	値
空気の定圧比熱(kJ/kg・K)	1.07
加熱空気の吸着材入口温度(°C)	300
加熱空気の吸着材出口温度(°C)	200

【 0 0 6 1 】

図 4 は、比較例 1、2 及び実施例 1 における必要換気量を比較して示すグラフである。

20

【 0 0 6 2 】

換気のみで CO_2 濃度低減を行う比較例 1 と比べ、吸着材を用いる比較例 2 では大幅に必要な空気量が低減されている。さらに、誘導加熱を用いる実施例 1 では、理論上は加熱時の送風は不要であり、換気量を更に低減できることがわかる。

【実施例 2】

【 0 0 6 3 】

CO_2 吸着材を用いた固定床方式により室内空気の CO_2 濃度を低減するための CO_2 濃度低減装置において、誘導加熱用磁場発生部を可動とした構成を図 5 に示す。

【 0 0 6 4 】

本図に示す CO_2 濃度低減装置は、吸着材容器 101、流量制御弁 201 ~ 203、コイル状の導線を有する可動な誘導加熱用磁場発生部 311、セリウム酸化物からなる CO_2 吸着材と磁性体との混合粒子 401、及び送風機 501 から構成されている。吸着材容器 101 は、セラミックもしくは有機物などの非磁性体又は非金属の材料を用いることが好ましい。誘導加熱用磁場発生部 311 は、移動可能であり、吸着材容器 101 の内部の磁性体を局所的に加熱することができるようになっている。

30

【 0 0 6 5 】

本装置の運転方法は、吸着、加熱及び冷却の工程を繰り返すものとする。

【 0 0 6 6 】

図 6 A ~ 6 C は、加熱工程の状態を 3 段階に分けて示したものである。吸着時の CO_2 吸着材温度は 30、脱離時の CO_2 吸着材温度は 200 と設定した。

40

【 0 0 6 7 】

図 6 A は、実施例 2 の加熱工程の初期段階の配置と吸着材容器内の温度分布を模式的に示す図である。図 6 B は、図 6 A の初期段階から進行した状況を模式的に示す図である。図 6 C は、図 6 B の段階から更に進行した状況を模式的に示す図である。これらの図には、吸着材容器と、誘導加熱用磁場発生部を模式的に表したコイルと、吸着材容器内の温度を示すグラフと、を並べて示してある。

【 0 0 6 8 】

前段階として吸着工程においては、図 5 に示す流量制御弁 201 及び 202 を開とし、流量制御弁 203 を閉とする。送風機 501 を用いて吸着材容器 101 内に室内空気を導入して CO_2 を吸着除去し、 CO_2 を除去したガスを室内に戻す。

50

【 0 0 6 9 】

C O₂ が十分に吸着された後、C O₂ を脱離して大気へ放出する際には流量制御弁 2 0 2 を閉とし、流量制御弁 2 0 1 及び 2 0 3 を開とし、誘導加熱用磁場発生部 3 1 1 により混合粒子 4 0 1 を送風機 5 0 1 に近い側（入口側）から加熱する。当該箇所の温度を 2 0 0 まで上昇させ、C O₂ を脱離させる。本工程を加熱工程 - 1 とする（図 6 A）。

【 0 0 7 0 】

その後、送風機 5 0 1 により室内空気を C O₂ 吸着材容器に流通させる。該空気の流通により送風機側の加熱された吸着材の熱は出口側へと輸送され、入口側の C O₂ 吸着材は冷却され、出口側の C O₂ 吸着材は加熱される。本工程を加熱工程 - 2 とする（図 6 B）。

10

【 0 0 7 1 】

この熱輸送のみでは、C O₂ 吸着材は 2 0 0 まで加熱されないため、可動な誘導加熱装置を出口側に移動し、交流磁場を印加することにより、2 0 0 に達するために必要な熱量を発生させる。C O₂ 吸着材は、空気流通による熱輸送のために予め加熱されているため、C O₂ 吸着材の加熱に要する消費電力を実施例 1 よりも更に低減できる。加熱中の室内空気の送風、及び加熱に応じた誘導加熱用磁場発生部の移動を連続的に行うことで、C O₂ 吸着材の加熱された部分は徐々に出口側に移動し、結果として C O₂ が脱離する。本工程を加熱工程 - 3 とする（図 6 C）。

【 0 0 7 2 】

本方法では、C O₂ 脱離の際に C O₂ 吸着材を入口側から冷却しているため、C O₂ 脱離後の冷却工程を短縮もしくは省略できる。冷却工程を行う場合には、流量制御弁 2 0 1 及び 2 0 2 を開とし、流量制御弁 2 0 3 を閉として、送風機 5 0 1 を用いて吸着材容器 1 0 1 内に室内空気を導入して混合粒子 4 0 1 を冷却すればよい。

20

【 0 0 7 3 】

以下、C O₂ 吸着材と磁性体との混合粒子（複合材料）の形状の具体的な例として、磁性体に C O₂ 吸着材の粒子を付設した例について説明する。

【 0 0 7 4 】

図 7 は、線状の磁性体に C O₂ 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

【 0 0 7 5 】

本図においては、真っ直ぐな線状（棒状）の磁性体 7 0 1 の表面に C O₂ 吸着材粒子 7 0 2 を付着させている。

30

【 0 0 7 6 】

図 8 は、らせん状の磁性体に C O₂ 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

【 0 0 7 7 】

本図においては、らせん状（ばね形状）の磁性体 8 0 1 の表面に C O₂ 吸着材粒子 7 0 2 を付着させている。このような形状とし、磁界がらせん形の中心軸に平行に生じるように混合粒子を配置することにより、磁性体 8 0 1 が金属等で形成され電気伝導性を有する場合、磁性体 8 0 1 で形成されたらせん曲線に電流が発生し、発熱しやすくなる。

【 0 0 7 8 】

図 9 は、環状の磁性体に C O₂ 吸着材を付着させた構成の例を示す模式斜視図である。

40

【 0 0 7 9 】

本図においては、環状の磁性体 9 0 1 の表面に C O₂ 吸着材粒子 7 0 2 を付着させている。このような形状とし、磁界が環の中心軸に平行に生じるように混合粒子を配置することにより、磁性体 9 0 1 が金属等で形成され電気伝導性を有する場合、磁性体 9 0 1 で形成された環に電流が発生し、発熱しやすくなる。

【 0 0 8 0 】

なお、複合材料の寸法は、特に限定されるものではなく、誘導加熱又は誘電加熱により発熱する発熱体として効率的なものであればよい。

【 0 0 8 1 】

50

以上のように、発熱体となる磁性体に CO_2 吸着材の粒子を付設することにより、 CO_2 吸着材の粒子に熱が伝わりやすくなり、入力するエネルギーに対する CO_2 吸着材に吸着している CO_2 の脱着効率が高くすることができる。

【0082】

なお、図1、5及び6A～6Cにおいては、誘導加熱用磁場発生部301、311のコイルが吸着材容器101の側面部に配置されている例を示しているが、誘導加熱用磁場発生部の位置は、これに限定されるものではなく、吸着材容器101の内部の磁性体等の位置に交番磁界を効率的に発生させる構成が望ましい。よって、コイルの中心軸が吸着材容器101と重なるように、或いは、コイルの中心軸が吸着材容器101の中心軸と一致するように配置してもよい。

【0083】

また、交变电界による誘電加熱の場合、図示していないが、吸着材容器101を挟み込むように電極対を配置し、電界が吸着材容器101の内部の誘電体を貫くようにすることが望ましい。

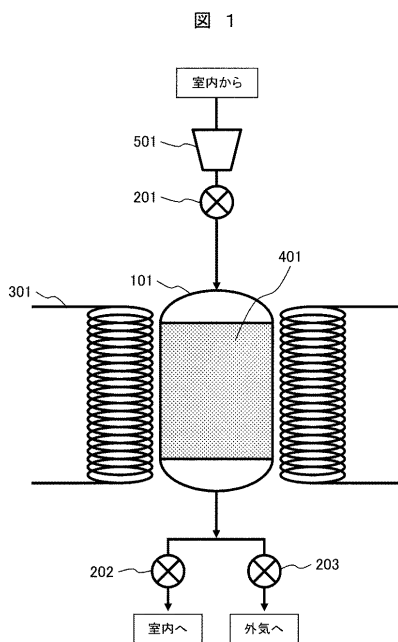
【符号の説明】

【0084】

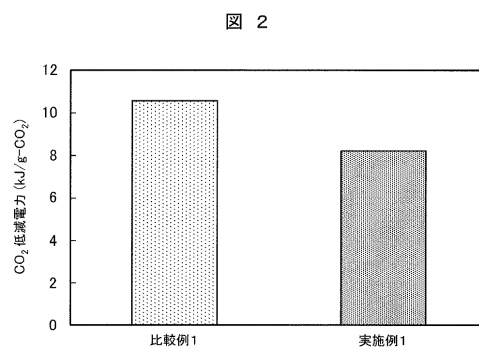
101：吸着材容器、201、202、203：流量制御弁、301、311：誘導加熱用磁場発生部、401： CO_2 吸着材と磁性体との混合粒子、411： CO_2 吸着材、501：送風機、601：ヒーター。

10

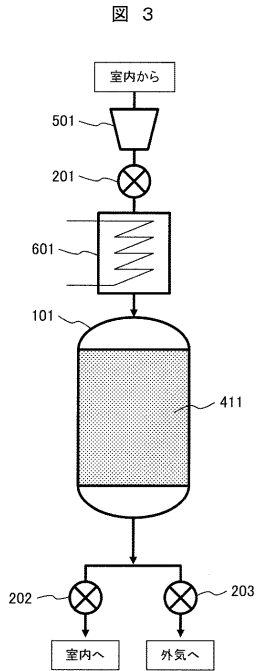
【図1】



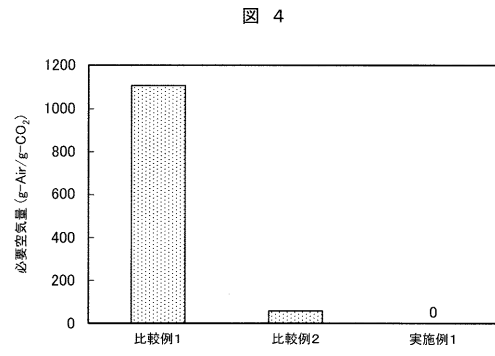
【図2】



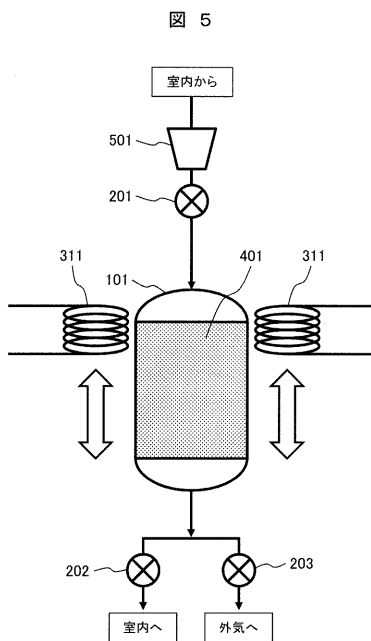
【図 3】



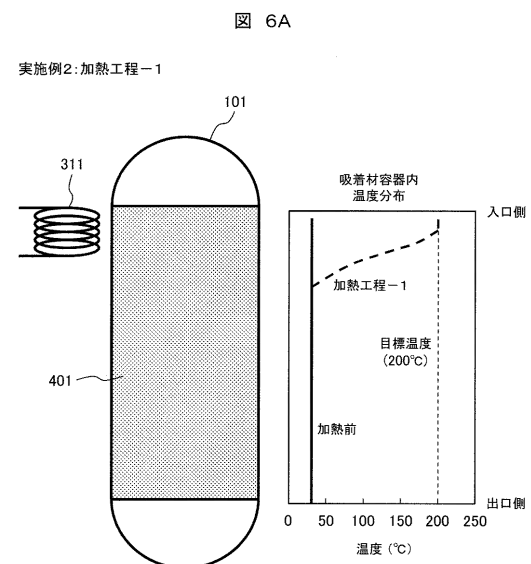
【図 4】



【図 5】

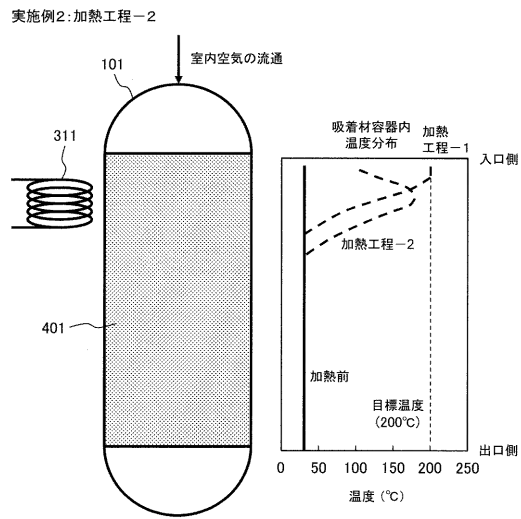


【図 6 A】



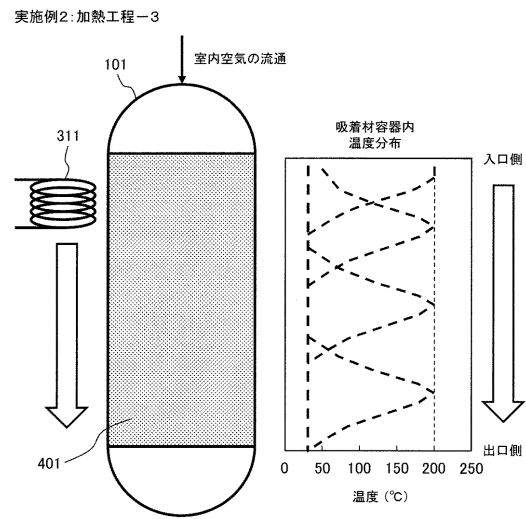
【図 6 B】

図 6B



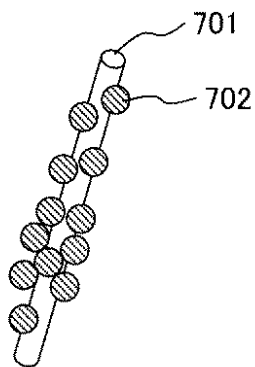
【図 6 C】

図 6C



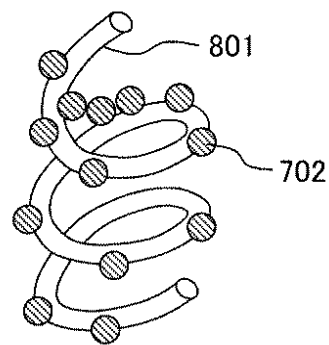
【図 7】

図 7



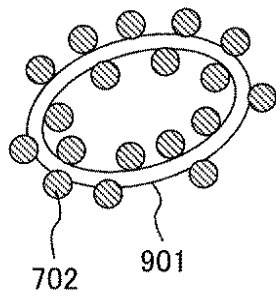
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
B 0 1 J	20/06	(2006.01)	B 0 1 J	20/06 A
			B 0 1 J	20/06 C

(72)発明者 白坂 敏明
 日本国東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 日立化成株式会社内

審査官 松井 一泰

(56)参考文献 国際公開第2005/082489(WO, A1)
 特開2009-006277(JP, A)
 特開昭54-042372(JP, A)
 特開平11-147085(JP, A)
 特開平07-108292(JP, A)
 米国特許第04115927(US, A)
 特開2013-128908(JP, A)
 特開2012-024648(JP, A)
 特開2005-279390(JP, A)
 特開2005-194132(JP, A)
 特開平09-038460(JP, A)
 特開昭47-010216(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 0 1 D	5 3 / 0 2 -	5 3 / 1 2
B 0 1 D	5 3 / 3 4 -	5 3 / 7 3
B 0 1 D	5 3 / 7 4 -	5 3 / 8 5
B 0 1 D	5 3 / 9 2	
B 0 1 D	5 3 / 9 6	
B 0 1 J	2 0 / 0 0 -	2 0 / 3 4
C 0 1 B	3 2 / 0 0 -	3 2 / 9 9 1
B 0 1 J	8 / 0 0 -	8 / 4 6
B 0 1 J	1 0 / 0 0 -	1 2 / 0 2
B 0 1 J	1 4 / 0 0 -	1 9 / 3 2