

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 11 月 20 日(20.11.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/185445 A1

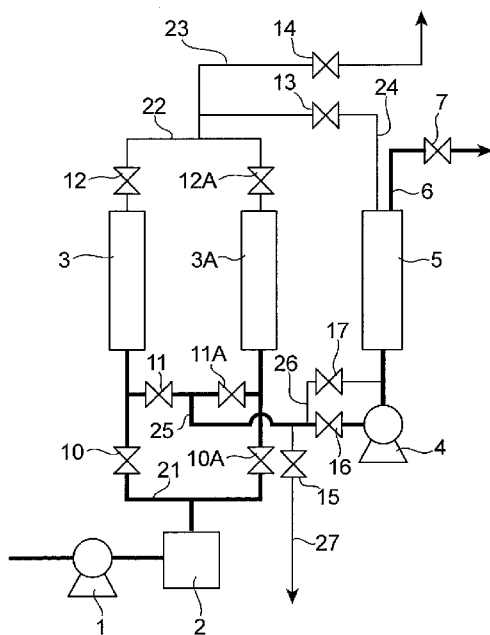
- (51) 国際特許分類:
B01D 53/04 (2006.01) B01J 20/18 (2006.01)
A01G 7/02 (2006.01) C01B 31/20 (2006.01)
A01G 9/18 (2006.01) C01B 39/44 (2006.01)
B01D 53/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/062809
- (22) 国際出願日: 2014 年 5 月 14 日(14.05.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-118291 2013 年 5 月 16 日(16.05.2013) JP
特願 2013-258992 2013 年 12 月 16 日(16.12.2013) JP
- (71) 出願人: 島根県(SHIMANE PREFECTURAL GOVERNMENT) [JP/JP]; 〒6908501 島根県松江市殿町 1 番地 Shimane (JP). 学校法人早稲田大学(WASEDA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒1698050 東京都新宿区戸塚町 1 丁目 1 〇 4 番地 Tokyo (JP). 大福工業株式会社(DAIFUKUKOGYO, INC.) [JP/JP]; 〒6930017 島根県出雲市枝大津町 2 番地 7 Shimane (JP).
- (72) 発明者: 小村 一行(OMURA Kazuyuki); 〒6930017 島根県出雲市枝大津町 2 番地 7 大福工業株式会社内 Shimane (JP). 長野 和秀(NAGANO Kazuhide); 〒6930017 島根県出雲市枝大津町 2 番地 7 大福工業株式会社内 Shimane (JP). 五石由美(GOISHI Yumi); 〒6930017 島根県出雲市枝大津町 2 番地 7 大福工業株式会社内 Shimane (JP). 田島 政弘(TAJIMA Masahiro); 〒6900816 島根県松江市北陵町 1 島根県産業技術センター内 Shimane (JP). 西尾 芳紀(NISHIO Yoshinori); 〒6900816 島根県松江市北陵町 1 島根県産業技術センター内 Shimane (JP). 山崎 淳司(YAMAZAKI Atsushi); 〒1698050 東京都新宿区戸塚町 1 丁目 1 〇 4 番地 学校法人早稲田大学内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 永田 久喜, 外(NAGATA Hisayoshi et al.); 〒5410044 大阪府大阪市中央区伏見町三丁目 2 番 4 号 淀屋橋戸田ビル 6 階 永田国際特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,

[続葉有]

(54) Title: CARBON DIOXIDE CONCENTRATION APPARATUS AND CARBON DIOXIDE CONCENTRATION METHOD

(54) 発明の名称: 二酸化炭素濃縮装置及び二酸化炭素供給方法

[図1]



(57) Abstract: Enhanced concentration of carbon dioxide, typically of carbon dioxide in the air, is advantageous in areas such as agriculture and horticulture involving raising of plants which utilize carbon dioxide for photosynthesis. Various carbon dioxide concentration apparatus have been developed, but the problems thereof are numerous. It is accordingly the purpose of the present invention to develop an adsorbent having exceptional adsorption of carbon dioxide, and to provide an apparatus for concentration of carbon dioxide in the air through the use thereof. Provided is a pressure swing concentration apparatus that uses ferrierite as the adsorbent, the ferrierite having been subjected to alkali treatment to give a pore diameter of 0.01-1 μm and a pore volume of 0.1 mL/g or above.

(57) 要約: 二酸化炭素の濃縮、一般的には空気中の二酸化炭素濃度を高めることは、二酸化炭素を光合成に利用する植物を育てる農業、園芸等で有益である。また、種々の二酸化炭素濃縮装置が開発されているが問題点も多い。そこで、二酸化炭素吸着に優れた吸着材を開発し、これを用いることにより空気中の二酸化炭素を濃縮する装置を提供する。吸着材としてフェリエライトを使用する圧力スイング式濃縮装置であって、該フェリエライトは、アルカリ処理によって細孔径が0.01~1 μm の細孔容量が0.1 mL/g以上にしたものの。

WO 2014/185445 A1



LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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).

(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：二酸化炭素濃縮装置及び二酸化炭素供給方法

技術分野

[0001] 本発明は、二酸化炭素の濃縮装置及びそれを利用した二酸化炭素供給方法に関するものである。

背景技術

[0002] 二酸化炭素の濃縮、一般的には空気中の二酸化炭素濃度を高めることは、二酸化炭素を光合成に利用する植物を育てる農業、園芸等で有益である。しかし、本発明装置では、それに限定せず他の用途にも利用可能である。

[0003] 以下、植物の生育、特に温室、植物工場等の園芸施設に大気から回収した二酸化炭素を施用することに利用するもので説明するが、上記した通り、これに限定されるものではない。

[0004] イチゴやメロン、トマトなどの栽培作物においては、温度管理などの観点から一般に温室等の施設内で栽培されている。温室内は閉鎖空間であるため、日中の太陽光が照射する時間帯は、光合成によって温室内の二酸化炭素が消費され、その結果、二酸化炭素濃度が低下するという問題がある。そこで、日中の太陽光による光合成の盛んな時間帯に二酸化炭素濃度を高めることにより、植物の成長が促進されることが知られている。そのため、温室栽培では、温室内の二酸化炭素濃度を1000ppm以上にするにより、栽培作物の生育促進、収量増加、品質向上を図っている。

[0005] 園芸施設への高濃度二酸化炭素の供給方法については、従来、燃焼装置から発生する二酸化炭素を大量に含む燃焼排ガスを雰囲気調整用を利用する方法が知られている（特許文献1、2）。例えば、日中に二酸化炭素を供給する場合は、完全燃焼し、一酸化炭素が発生しない燃焼機器を使用して、灯油やLPガスを燃焼させて二酸化炭素を供給している。また、夜間の暖房に使用する暖房機の排ガスの一部をハウス内に導入し、ハウス内の二酸化炭素濃度を高める方法があるが、二酸化炭素濃度は、光合成が始まると急激に減少

し、午後には不足気味になる。さらに、重油のように排ガス中に有害物が多い場合は、硫黄酸化物や窒素酸化物、一酸化炭素等の有害物を除去後に二酸化炭素をハウス内に導入する必要がある。

[0006] 園芸施設への高濃度二酸化炭素の供給方法については、夜間の加温のために燃焼させた排ガスから二酸化炭素を回収し、回収した二酸化炭素を日中に施用する技術も開発されている（特許文献3）。しかし、二酸化炭素の供給源は夜間の暖房用機器の燃焼ガスであるため、冬季しか使用できないという問題がある。

[0007] さらに、季節に関わりなく、二酸化炭素を供給するために、大気中の二酸化炭素を濃縮する方法も開発されている（特許文献4）。圧力スイング方式の吸着装置により大気中の二酸化炭素を濃縮し、濃度500～2000ppmの二酸化炭素をハウス内に供給するとしているが、実験用の10m³以内の小型ハウスであれば問題ないが、実際の大型ハウスでは、大型の二酸化炭素濃縮装置を使用し、濃縮二酸化炭素供給量を多くしなくては二酸化炭素濃度がほとんど上昇しないという問題がある。大型の二酸化炭素濃縮装置は、設備費も高額になるため、実質的に利用することは困難である。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開平1－305809号公報

特許文献2：特開2009－153459号公報

特許文献3：特開2012－16322号公報

特許文献4：特開平6－253682号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、以上の事情に鑑みなされたもので、二酸化炭素吸着に優れた吸着材を開発し、これを用いることにより空気中の二酸化炭素を濃縮するコンパクトな装置を開発し、燃焼方式に頼らずに、濃縮した二酸化炭素の供給を

可能にするものである。

課題を解決するための手段

- [0010] 以上の現状に鑑み、本発明者等は、本発明二酸化炭素の濃縮装置及びそれを利用した二酸化炭素供給方法を完成したものであり、その特徴とするところは、装置にあっては、吸着材としてフェリエライトを使用する圧力スイング式濃縮装置であって、該フェリエライトは、アルカリ処理によって細孔径 $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ の細孔容量が 0.1 mL/g 以上にした点にあり、方法にあっては、請求項 1 の装置により濃縮された二酸化炭素を植物育成用に供給する点にある。
- [0011] フェリエライトとは、ゼオライトの 1 種であり、国際ゼオライト学会で FER の構造コードを有するものである。フェリエライトは、天然および合成のどちらでも良いが、圧力スイング式濃縮装置の吸着塔に充填するためには、直径 $0.5 \text{ mm} \sim 5 \text{ mm}$ の粒状または円柱状が好ましく、 $0.5 \text{ mm} \sim 2 \text{ mm}$ がより好ましい。 0.5 mm 以下の大きさでは、吸着塔の圧力損失が大きすぎて、空気ポンプの効率が悪い。 5 mm 以上では、粒子内のガスの拡散が遅く、粒子内部が利用されない。
- [0012] さらに、このフェリエライト吸着材は、水銀圧入式細孔分布測定装置で測定したときに、直径 $0.01 \mu\text{m}$ から $1 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積が 0.1 mL/g 以上である。天然フェリエライトは、硬質の岩石として産出されるため、構造が緻密で、直径 $0.01 \mu\text{m}$ 以上の細孔が少ない。一方、ガスの吸着および脱着の速度を上げるためには、直径 $0.01 \mu\text{m}$ 以上の細孔が多い方が良い。特に、直径 0.5 mm 以上の粒径では、粒子内部の拡散速度が小さいと、粒子の内部が吸着に使用されず、吸着量が少なくなる。そこで、直径 $0.01 \mu\text{m}$ 以上の細孔を増加させることにより、粒子内部の拡散速度を向上し、粒子内部まで吸着に利用することが重要である。ただし、直径 $0.01 \mu\text{m}$ 以上の細孔を多くしすぎると吸着材粒子の強度が低下するため、圧力スイング型吸着装置では、吸着材のかけらが吸着塔に詰まり、圧力損失が高くなり運転が困難となる。

[0013] フェリエライトにおいて、直径0.01 μm 以上の細孔を増大させるには、アルカリ溶液でフェリエライト粒子を処理して、部分的にシリカ成分を溶解させることが効果的である。アルカリ溶液としては、水酸化ナトリウム水溶液、水酸化カリウム水溶液、炭酸ナトリウム水溶液、炭酸カリウム水溶液があるが、アルカリ度および価格から水酸化ナトリウムが好ましい。水酸化ナトリウム水溶液の濃度は、1.5 mol/L以上が好ましい。

[0014] 吸着塔に詰める吸着材は、すべてが上記したフェリエライトでなくともよい。即ち、モルデナイトあるいは他のゼオライトを追加したもの、または一部をそれらに置き換えたものを使用してもよい。勿論、全体として、上記したフェリエライトが重量比で50%以上含むものである。

[0015] 圧カスイング式濃縮装置とは、すでに公知のもので、少なくとも2塔の吸着塔を交互に使用することによって連続的に濃縮できるものである。本発明では、これは特別なものである必要はなく、一般的なものでもよい。

簡単に述べると、2塔の吸着塔に吸着材を充填し、この吸着塔に二酸化炭素を含む空気を供給し、高圧吸着工程と低圧回収工程とをそれぞれの吸着塔において交互に繰り返す、二酸化炭素濃縮空気を発生するものである。

[0016] 本発明においては細孔を増大したフェリエライト吸着材を使用することにより、二酸化炭素濃縮装置の操作サイクルとして、例えば吸着、均圧、還流、再生工程等を採用することにより3000~15000 ppmの範囲内の所定の二酸化炭素濃縮ガスを効率よく取り出すことができる。なお、本発明における吸着工程での吸着圧力は通常2.0~9.9 kgf/cm²G、好ましくは2~5 kgf/cm²G、最も好ましくは2~3 kgf/cm²Gである。また、回収工程での再生圧力は通常1 kPa以下、若しくは0.5 kPa以下、最も好ましくは0.2 kPa以下である。

[0017] 本発明における濃縮二酸化炭素の濃度は、500 ppm~15000 ppmの範囲においてその効果を発揮するが、好ましくは、1000 ppm~15000 ppm、最も好ましくは、3000 ppm~15000 ppmの範囲である。二酸化炭素濃度が15000 ppmを超えると二酸化炭素濃縮圧

カスイング装置（以下P S A装置と略記する）の必要動力、ガス収率等の効率が低下し、経済性が低下する。また、二酸化炭素濃度が5 0 0 p p m未満では、一般的に濃縮の意味、効果が少ない。

[0018] 本発明装置によって濃縮された二酸化炭素を供給する、即ち利用する用途として、農業用がある。

例えば、植物育成用の温室やビニールハウス、温度とは関係のない密閉空間（二酸化炭素濃度を高めるための）への濃縮二酸化炭素の導入、さらには密閉しない場所での植物への濃縮二酸化炭素の供給等である。

[0019] 具体的な例として、もやし、かいわれ等の栽培やトマト、ピーマン、苺、メロン、キュウリ、アスパラガス等のハウス栽培等に利用される。二酸化炭素濃縮装置によって製造された高濃度二酸化炭素は、通常、ガス流量調節弁から供給される。このとき、二酸化炭素は、チューブで各植物体の葉の部分に供給することが好ましい。大気から二酸化炭素を濃縮する場合、高濃度二酸化炭素含有ガスの製造量が少ないため、植物育成室全体の二酸化炭素濃度を増大することは難しい。そのため、光合成を行い二酸化炭素が必要な葉の部分に、チューブで局所的に二酸化炭素を供給することが好ましい。勿論、高濃度二酸化炭素の供給量を増加して全体的に導入してもよい。

発明の効果

[0020] 本発明の二酸化炭素濃縮装置は、吸着材に細孔を増加させたフェリエライトを使用することにより、高濃度の二酸化炭素を種々の設備に直接供給することが可能である。特に農業用に大きな効果がある。例えば、イチゴの糖度が大きく向上した。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明に係る二酸化炭素濃縮装置の一例を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、以下に示す実施形態は、本発明の単なる一例であって、本発明は、これらの実施形態により何ら限定されるものではない。

[0023] 図1は、本発明に係る二酸化炭素濃縮装置の一例を示す概略図である。

原料空気は、ブロア（1）により加圧されエアードライヤ（2）、流入路パイプ（21）、開閉弁（10）（または（10A））を流通し吸着塔（3）（または（3A））に供給される。

ここでは、吸着塔（3）で吸着が行われる場合について説明する。加圧空気が吸着塔（3）に供給された後、吸着塔（3）内の吸着材によって二酸化炭素は吸着され、他のガスは開閉弁（12）、排気路パイプ（22、23）、開閉弁（14）を通過し系外に排出される。吸着工程に要する時間は、300～900秒間、好ましくは300～600秒間である。該吸着材が飽和する前に吸着工程を終了し、開閉弁（10）、（12）、（14）は、閉止される。この際、吸着工程に引続き均圧工程を挿入することが望ましい。均圧工程は、開閉弁（11又は11A）、（15）を開放し、ライン（25）、（27）を使用して、吸着塔（3）から高圧空気を排出する。均圧工程が終了すると回収工程が行われる。この回収工程に要する時間は、吸着工程に要する時間と同様、300～900秒間、好ましくは300～600秒間である。この回収工程は、開閉弁（11）、（16）を開放し真空ポンプ（4）により吸着塔（3）を減圧することにより吸着塔（3）内の吸着材に吸着されていた二酸化炭素を脱着回収しリザーバータンク（5）に供給する。リザーバータンク（5）内の製品二酸化炭素濃縮ガスは、二酸化炭素濃縮ガス供給パイプ（6）を通してガス流量調節弁（7）により取り出される。

[0024] この例では、吸着工程終了後、均圧工程の前または後でパージ工程を行ってもよい。このパージ工程では、リザーバータンク（5）の製品二酸化炭素濃縮ガスを吸着塔（3）の塔底より塔頂に流し吸着塔（3）外へ排出するか、塔頂より塔底に流し吸着塔（3）外へ排出する。例えば、開閉弁（11）（12）（14）（17）を開放し、リターンライン（26）からリザーバータンク（5）内の回収二酸化炭素濃縮ガスを吸着塔（3）に流通させ、開閉弁（14）を開放し系外に排出しても良いし、開閉弁（11）、（17）、（12）、（12A）を開放し、吸着塔（3A）に供給してもよい。この

ことにより、回収する二酸化炭素濃縮ガスの純度を向上することができる。

[0025] また、パージ工程の代わりに、あるいはパージ工程に引続き還流工程を入れてもよい。還流工程では、リザーバータンク（５）内の回収二酸化炭素濃縮ガスをライン（２４）及び弁（１３）を通して吸着塔（３）の塔頂より塔底に流し、吸着した二酸化炭素を脱着しつつ、開閉弁（１１）、（１６）および真空ポンプ（４）を通して製品二酸化炭素濃縮ガスも再びリザーバータンク（５）に回収する。

[0026] 吸着材例１

フェリエライトのアルカリ処理

島根県産天然フェリエライトを２～５mmに整粒し、１０gを１００gの純水に入れ、水酸化ナトリウムを０．１５mol添加して、室温で１晩振とうさせた。この天然フェリエライトを純水で洗浄し、その後、１２０℃で乾燥した。このアルカリで処理した天然フェリエライトをカンタクローム社製の水銀圧入式細孔分布測定装置で細孔分布を測定した。その結果、細孔直径０．０１～１．０μmの範囲の細孔容積が０．１０５６mL/gであった。

[0027] 吸着材例２

吸着材例１で、添加した水酸化ナトリウムを０．２２５molとした以外は同様の処理をおこなった。その結果、細孔直径０．０１～１．０μmの範囲の細孔容積が０．１０８６mL/gであった。

[0028] 吸着材例３

吸着材例１で、水酸化ナトリウムの代わりに水酸化カリウムを０．１５mol添加した以外は同様の処理をおこなった。その結果、細孔直径０．０１～１．０μmの範囲の細孔容積が０．１０４２mL/gであった。

[0029] 吸着材例４

吸着材例１で、水酸化ナトリウムの代わりに水酸化カリウムを０．２２５mol添加した以外は同様の処理をおこなった。その結果、細孔直径０．０１～１．０μmの範囲の細孔容積が０．１０５５mL/gであった。

[0030] 比較吸着材１

無処理の天然フェリエライトの細孔直径 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積を測定した結果、 0.0654 mL/g であった。

[0031] 比較吸着材 2

吸着材例 1 で、添加した水酸化ナトリウムを 0.075 mol とした以外は同様の処理をおこなった。その結果、細孔直径 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積が 0.0831 mL/g であった。

[0032] 比較吸着材 3

吸着材例 1 で、水酸化ナトリウムの代わりに炭酸ナトリウムを 0.225 mol 添加した以外は同様の処理をおこなった。その結果、細孔直径 $0.01 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の範囲の細孔容積が 0.0892 mL/g であった。

[0033] 実施例 1

図 1 と同様の二酸化炭素吸着装置を製作し、吸着塔に吸着材例 1 のフェリエライトを 1 L 充填した。吸着圧力 $2 \text{ kgf/cm}^2 \text{ G}$ 、脱着圧力 300 Pa 、吸着・脱着サイクル 10 分、およびリザーバータンクから吸着塔へのパージ処理をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約 $10,000 \text{ ppm}$ であった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約 27 倍であった。

[0034] 実施例 2

吸着塔に吸着材例 2 のフェリエライトを 1 L 充填した以外は、実施例 1 と同様におこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約 $9,500 \text{ ppm}$ であった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約 25.7 倍であった。

[0035] 実施例 3

吸着塔に吸着材例 3 のフェリエライトを 1 L 充填した以外は、実施例 1 と同様におこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約 $9,800 \text{ ppm}$ であった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約 26.5 倍であった。

[0036] 実施例 4

吸着塔に吸着材例4のフェリエライトを1 L 充填した以外は、実施例1と同様におこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約9, 500 ppmであった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約25. 7倍であった。

[0037] 比較例1

吸着塔に無処理の天然フェリエライト（比較吸着材1）を1 L 充填した以外は、実施例1と同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約4, 000 ppmであった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約10. 8倍であった。

[0038] 比較例2

吸着塔に比較吸着材2を1 L 充填した以外は、実施例1と同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約5, 000 ppmであった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約13. 5倍であった。

[0039] 比較例3

吸着塔に比較吸着材3を1 L 充填した以外は、実施例1と同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約6, 800 ppmであった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約18. 3倍であった。

[0040] 実施例5

実施例1で、吸着材例1のフェリエライトを0. 5 Lと、天然モルデナイト0. 5 Lを充填した以外は、同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約8, 000 ppmであった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約21. 6倍であった。

[0041] 比較例4

実施例1で、吸着材例1のフェリエライトを0. 3 Lと、天然モルデナイト0. 7 Lを充填した以外は、同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約6, 200 ppmであった。このときの大気中の二

酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約 16.8 倍であった。

[0042] 比較例 5

実施例 1 で、吸着材例 1 のフェリエライトを 0.4 L と、天然モルデナイト 0.6 L を充填した以外は、同様の操作をおこなった。二酸化炭素供給口の二酸化炭素濃度は、約 7,000 ppm であった。このときの大気中の二酸化炭素濃度からの濃縮倍率は、約 18.9 倍であった。

[0043] 実施例 6

植物体の育成試験

実施例 1 の吸着材および運転操作により、濃度 10000 ppm の二酸化炭素をチューブでイチゴ苗の葉部分に 8 時から 17 時まで供給してイチゴを栽培した。葉の周辺の二酸化炭素は 2,000 ppm であった。二酸化炭素を供給しながら 11 月から 3 月まで栽培した。栽培したイチゴ果実の糖度を測定した結果は、10.2% であった。

[0044] 比較例 6

二酸化炭素を供給せずに栽培したイチゴでは、イチゴ果実の糖度を測定した結果は、8.1% であった。

[0045] 実施例 7

植物体の育成試験

実施例 1 の吸着材および運転操作により、濃度 10000 ppm の二酸化炭素をチューブによりイチゴ苗 60 株の葉の部分に 8 時から 17 時まで供給し、10 月から 4 月までイチゴの育成試験を行った。最初の開花は、植え付け後 42 日目であった。また、イチゴの総収穫量は 13.57 kg であった。

比較例 7

実施例 7 で二酸化炭素を供給しなかった以外は、同様にイチゴの育成試験を行った。最初の開花は、植え付け後 57 日目であり、二酸化炭素を供給した場合より 15 日遅かった。また、イチゴの総収穫量は 10.15 kg であり、二酸化炭素を供給した場合より 35% 少なかった。

以上、実施例 6、7 及び比較例 6、7 より、本発明の二酸化炭素供給装置により二酸化炭素を供給することで、イチゴの生育が良くなり、糖度の向上だけでなく収穫量も増大し、ハウス栽培での植物育成の効果が高いことが確認できた。

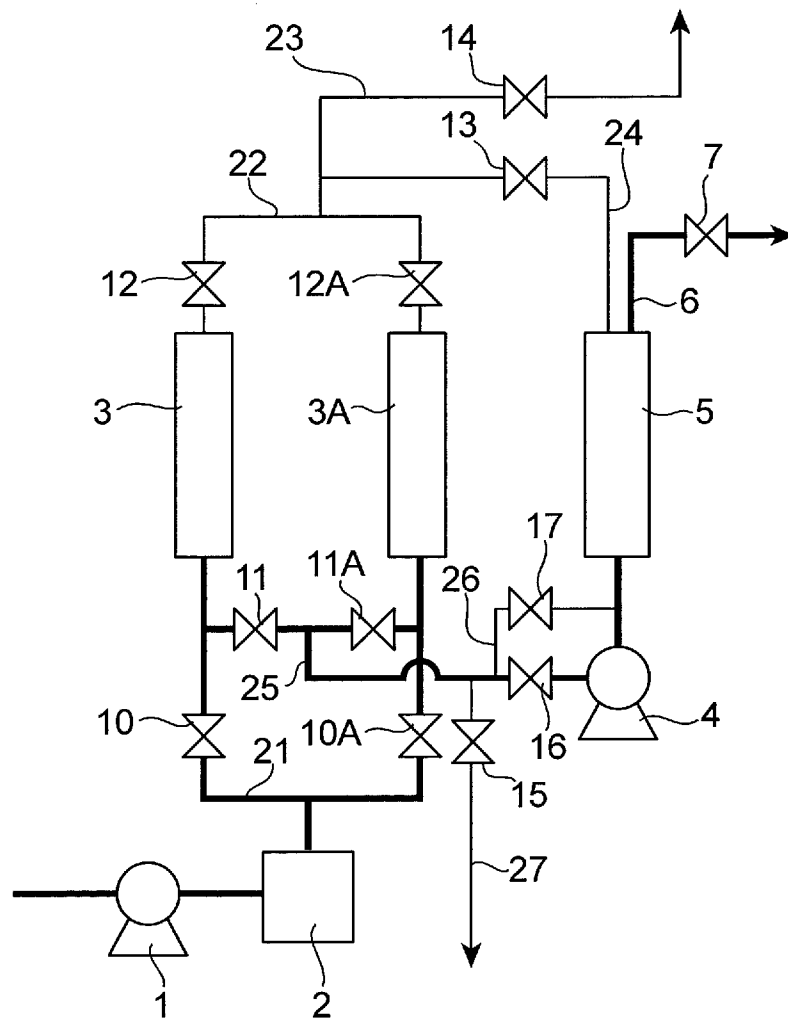
符号の説明

- [0046] 1 ブロア
2 エアードライヤ
3、3 A 吸着塔
4 真空ポンプ
5 リザーバータンク
6 二酸化炭素濃縮ガス供給パイプ
7 ガス流量調節弁
10、10 A、11、11 A、12、12 A 開閉弁
13、14、15、16、17 開閉弁
21 流入路パイプ
22 排気路パイプ
23 排気路パイプ
24、25 ライン
26 リターンライン
27 ライン

請求の範囲

- [請求項1] 吸着材としてフェリエライトを使用する圧力スイング式濃縮装置であって、該フェリエライトは、アルカリ処理によって細孔径が0.01～1 μm の細孔容量が0.1 mL/g以上にしたものであることを特徴とする二酸化炭素濃縮装置。
- [請求項2] 大気中の二酸化炭素を20倍以上に濃縮するものである請求項1記載の二酸化炭素濃縮装置。
- [請求項3] 請求項1の装置により濃縮された二酸化炭素を植物育成用に供給する二酸化炭素供給方法。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/062809

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/04(2006.01)i, A01G7/02(2006.01)i, A01G9/18(2006.01)i, B01D53/02(2006.01)i, B01J20/18(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, C01B39/44(2006.01)i

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)

A01G7/02, A01G9/18, B01D53/02-53/12, B01D53/34-53/85, B01J20/00-20/34, C01B31/20, C01B39/44

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus (JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	"Kensan Kobutsu Tsukai CO2 Noshuku Sochi Kaihatsu e/ Kukichu no CO2 de Kogosei Kasseika Jikken/ Daifuku Kogyo ra San Kan Gaku no Kyodo Kenkyu", [online], Shimane Nichi-nichi Newspaper, Shimane Nichi-nichi Shinbunsha, 12 December 2012 (12.12.2012), [retrieval date 07 August 2014 (07.08.2014)], Internet <URL:http://www.shimaneichinichi.co.jp/kiji/show/24967>	1-3
A	JP 53-058498 A (Mitsubishi Mining & Cement Co., Ltd.), 26 May 1978 (26.05.1978), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

☒ 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
07 August, 2014 (07.08.14)

Date of mailing of the international search report
19 August, 2014 (19.08.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/062809

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 57-007822 A (Mobil Oil Corp.), 16 January 1982 (16.01.1982), entire text & EP 0040276 A1	1-3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/04(2006.01)i, A01G7/02(2006.01)i, A01G9/18(2006.01)i, B01D53/02(2006.01)i,
B01J20/18(2006.01)i, C01B31/20(2006.01)i, C01B39/44(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. A01G7/02, A01G9/18, B01D53/02-53/12, B01D53/34-53/85, B01J20/00-20/34, C01B31/20, C01B39/44

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

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）

JSTPlus(JDreamIII)

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
A	“県産鉱物使いCO ₂ 濃縮装置開発へ／空気中のCO ₂ で光合成活性化実験／大福工業ら産・官・学の共同研究”, [online], 島根日日新聞, 島根日日新聞社, 2012.12.12, [検索日 2014.08.07], インターネット 〈URL:http://www.shimaneichinichi.co.jp/kiji/show/24967〉	1-3
A	JP 53-058498 A (三菱鉱業セメント株式会社) 1978.05.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 57-007822 A (モービル・オイル・コーポレーション) 1982.01.16, 全文 & EP 0040276 A1	1-3

☐ 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。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「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
「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）
「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

「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 9 . 0 8 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神田 和輝

4 Q

3 4 3 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 8