

(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
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014652 A1

(51) 国際特許分類:

B01D 53/04 (2006.01) **B01D 53/26** (2006.01)
B01D 53/06 (2006.01) **A01G 7/02** (2006.01)
B01D 53/14 (2006.01) **A01G 9/18** (2006.01)
B01D 53/22 (2006.01) **F24F 6/00** (2006.01)

東電工株式会社内 Osaka (JP). 竹ノ内 雄太 (TAKENOUCHI Yuta); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP). 鈴木 聡 (SUZUKI Satoru); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東電工株式会社内 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/026523

(22) 国際出願日: 2021年7月14日(14.07.2021)

(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 2020-121610 2020年7月15日(15.07.2020) JP

(71) 出願人: 日東電工株式会社 (NITTO DENKO CORPORATION) [JP/JP]; 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 Osaka (JP).

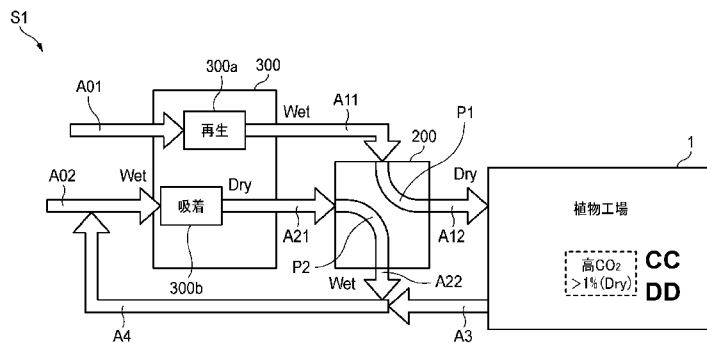
(72) 発明者: 田中 翔太 (TANAKA Shota); 〒5678680 大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日

(74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: HUMIDITY CONDITIONING SYSTEM, ADSORPTION AND DESORPTION DEVICE, HUMIDITY CONDITIONING DEVICE, AND HUMIDITY CONDITIONING METHOD

(54) 発明の名称: 調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法



1 Plant factory
300a Regeneration
300b Adsorption
CC High CO2
DD >1% (Dry)

(57) Abstract: This humidity conditioning system comprises an adsorption and desorption device and a humidity conditioning device. The adsorption and desorption device includes an adsorbent for adsorbing carbon dioxide and moisture in air under a first condition and desorbing the same under a second condition, a regeneration device for at least partially regenerating the adsorbent, a first discharge part for discharging first gas containing the desorbed carbon dioxide and moisture, and a second discharge part for discharging second gas from which the carbon dioxide and moisture have been removed. The humidity conditioning device includes a first air channel through which the first gas flows, a second air channel through which low humidity gas containing less moisture than the first gas flows, and a moisture permeable membrane dividing the first air channel from the second air channel and allowing moisture to permeate between the first gas and the low humidity gas.

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 調湿システムは、吸脱着装置と調湿装置とを備える。吸脱着装置は、空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、第二条件において脱離させる吸着材と、前記吸着材の少なくとも一部を再生する再生装置と、脱離された二酸化炭素及び水分を含む第一ガスを排出する第一排出部と、前記二酸化炭素及び水分が除去された第二ガスを排出する第二排出部とを有する。前記調湿装置は、前記第一ガスを通過させる第一風路と、前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスを通過させる第二風路と、前記第一風路と前記第二風路とを区画し、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する。

明 細 書

発明の名称：調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法 技術分野

[0001] 本発明は、調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法に関する。

背景技術

[0002] 大気中の二酸化炭素（ CO_2 ）を直接吸収することにより大気中の CO_2 を減少させるDAC（Direct Air Capture）技術や、回収した CO_2 を有効利用するCCU（Carbon Capture and Utilization）技術が検討されている（例えば、特許文献1参照。）。特許文献1では、低湿度で CO_2 を取り込み高湿度で CO_2 を放出する能力を有するイオン交換樹脂を用いて、環境空気から CO_2 を捕捉し、高湿度の温室内へ放出する。尚、潜水調査船等の加圧密閉空間において人体から排出される CO_2 を除湿剤と接触させて系外へ放出し、除湿剤の湿気で空気を加湿する方法が提案されている（特許文献2参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第6204333号公報

特許文献2：日本国特許第3051330号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、植物工場では、完全に閉鎖された、又は、半閉鎖された施設（建物）内において、光、温度、湿度及び二酸化炭素（ CO_2 ）濃度といった内部環境を制御して、野菜等の植物が生産される。植物工場は、温度、湿度などの室内環境を一定に保つ必要があるため、エアコンや除湿機を利用して環境制御が行われる。上記特許文献1に記載の技術によれば、この植物工場における CO_2 濃度の調整に、DAC技術により大気中から回収した CO_2 を利用することができる。

[0005] しかしながら、上記特許文献1によれば、大気が高湿度の場合、 CO_2 を回

収できない。尚、特許文献2は、CO₂の利用について開示しない。

[0006] 本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであり、外部の空気が高湿度であっても、この空気から回収したCO₂を閉空間内に供給でき、かつ、閉空間内の湿度安定化を図ることができる調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の調湿システムは、吸脱着装置と、調湿装置と、を備えた調湿システムであって、前記吸脱着装置が、供給された空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材と、前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を再生する再生装置と、前記第二条件において前記吸着材の少なくとも一部から脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである第一ガスを排出する第一排出部と、前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガスを排出する第二排出部と、を有し、前記調湿装置が、前記第一ガスを通過させる第一風路と、前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスを通過させる第二風路と、前記第一風路と前記第二風路とを区画し、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する。

[0008] 本発明の調湿システムは、例えば前記調湿装置は、前記透湿膜が、第一ガスと前記低湿ガスとの間で熱を透過させる。

[0009] 本発明の調湿システムは、例えば、前記吸脱着装置は、前記吸着材の少なくとも一部に、前記吸着材を再生するための再生ガスを供給する供給部を有する。

[0010] 本発明の調湿システムは、例えば、前記吸脱着装置において、前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の外部の空気である外部空気を、前記再生ガスとして供給する。

[0011] 本発明の調湿システムは、例えば、前記吸脱着装置において、前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の内部の空

気である内部空気を、前記再生ガスとして供給する。

[0012] 本発明の調湿システムは、例えば、前記調湿装置において、前記第二風路が、前記第二ガスを通過させ、前記透湿膜が、前記第一ガスと前記第二ガスとの間で水分を透過させる。

[0013] 本発明の調湿システムは、例えば、前記調湿装置において、前記第二風路が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の外部の空気である外部空気を通過させ、前記透湿膜が、前記第一ガスと前記外部空気との間で水分を透過させる。

[0014] 本発明の調湿システムは、例えば、前記吸着材に供給される空気を加湿する加湿装置を備える。

[0015] 本発明の調湿システムは、例えば、前記再生装置として、前記吸着材に蒸気又は高湿度空気を供給する蒸気供給部を備える。

[0016] 本発明の調湿システムは、例えば、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の内部の空気である内部空気を通過させる第三風路と、前記内部空気よりも少ない水分を含む低湿ガスを通過させる第四風路と、前記第三風路と前記第四風路とを区画し、前記内部空気と前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する第二調湿装置を備え、前記第四風路を通過した前記低湿ガスが、前記吸着材に供給される。

[0017] 本発明の調湿システムは、例えば、前記第一条件が、前記吸着材の温度が第一温度であり、前記第二条件が、前記吸着材の温度が前記第一温度よりも高い第二温度であり、前記再生装置が、前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を加熱して前記第二温度とする加熱部である。

[0018] 本発明の調湿システムは、例えば、前記吸脱着装置が、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器をさらに有し、前記第一条件が、前記容器内の気圧が第一気圧であり、前記第二条件が、前記容器内の気圧が前記第一気圧よりも低い第二気圧であり、前記再生装置が、前記容器内の気圧を下げて前記第二気圧とする減圧装置である。

[0019] 本発明の吸脱着装置は、本発明の調湿システムにおける前記吸脱着装置で

あって、前記吸着材が内部に充填されたローターを有し、前記加熱部が、前記吸着材を再生するための再生ガスを加熱して、前記ローター内に充填された前記吸着材の一部に供給することで、前記吸着材の一部を加熱する。

[0020] 本発明の吸脱着装置は、本発明の調湿システムにおける前記吸脱着装置であって、それぞれに前記吸着材が充填された複数のカラムを有し、前記再生装置が、前記複数のカラムのうち一部のカラムに充填された前記吸着材を再生する。

[0021] 本発明の吸脱着装置は、本発明の調湿システムにおける前記吸脱着装置であって、前記吸着材を保持するフィルターを有し、前記再生装置が、前記フィルターに保持された前記吸着材を再生する。

[0022] 本発明の調湿装置は、本発明の調湿システムにおける前記調湿装置であって、前記透湿膜が、前記第一風路を形成する複数の第一リブが表面に立設された、複数の第一透湿膜と、前記第二風路を形成する複数の第二リブが表面に立設された、複数の第二透湿膜と、を含み、前記第一透湿膜と前記第二透湿膜とが交互に積層されたものである。

[0023] 本発明の調湿方法は、供給された空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材を有する吸脱着装置と、第一風路と、第二風路と、前記第一風路と前記第二風路とを区画し、第一ガスと前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する調湿装置と、を備えた調湿システムにおいて、閉空間内の空気を調湿する調湿方法である。調湿方法は、前記吸脱着装置において、供給された空気中の二酸化炭素及び水分を、前記第一条件において前記吸着材に吸着させ、前記吸着材の少なくとも一部の加熱、及び、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器内の減圧の少なくともいずれか一方により、前記第二条件において、吸着された二酸化炭素及び水分を脱離させ、脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである前記第一ガスを排出し、前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガスを排出し、前記調湿装置において、前記第

一風路が、前記第一ガスを通過させ、前記第二風路が、前記低湿ガスを通過させ、前記透湿膜を介して、前記第一ガスに含まれる水分を前記低湿ガスに移動させ、水分が除去された前記第一ガスを、前記閉空間内に供給する。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、外部の空気が高湿度であっても、この空気から回収した CO_2 を閉空間内に供給でき、かつ、閉空間内の湿度安定化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明の第1実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図2]図2は、吸脱着装置の構成例を示す概略斜視図。

[図3]図3は、透湿装置の構成例を示す概略図。

[図4]図4は、調湿エレメントを示す図、(a)調湿エレメントの概略斜視図、(b)透湿膜の概略図。

[図5]図5は、風路ユニットの概略斜視図。

[図6]図6は、透湿膜の動作原理を示す図。

[図7]図7は、調湿エレメントの他の例を示す概略斜視図。

[図8]図8は、本発明の第2実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図9]図9は、本発明の第3実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図10]図10は、本発明の第4実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図11]図11は、本発明の第5実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図12]図12は、本発明の第6実施形態に係る調湿システムの構成を示す概略図。

[図13]図13は、本発明の第7実施形態に係る吸脱着装置の概略構成を示す

斜視図。

[図14]図14は、本発明の第7実施形態に係る吸脱着装置の具体的な構成例を示す概略斜視図。

[図15]図15は、本発明の第7実施形態に係る吸脱着装置の具体的な構成例を示す概略斜視図。

[図16]図16は、本発明の第8実施形態に係る吸脱着装置の構成を示す概略斜視図。

[図17]図16は、本発明の第9実施形態に係る他の調湿装置の構成を示す概略斜視図。

[図18]図16は、図17に示された調湿エレメントを示す概略斜視図。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明に係る調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法の好適な実施形態を、図面に基づいて詳述する。以下、調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法を、閉空間の一例である植物工場内へ二酸化炭素(CO_2)を供給する際、植物工場内の湿度調整を行う場合に適用した例を示す。

[0027] (第1実施形態：調湿システムS1)

図1は、本発明の第1実施形態に係る調湿システムS1の構成を示す概略図である。調湿システムS1は、吸脱着装置300と、透湿装置200とを備え、植物工場1の近傍等に設けられる。植物工場1内部は、植物の育成に適した一定の環境を維持するよう制御される。植物工場1内部は、一例として、温度を $22\sim 25^{\circ}\text{C}$ 、湿度を $55\sim 85\%\text{RH}$ 、 CO_2 濃度を 1% (Dry)より高い程度、の範囲に保つ必要がある。本開示では、大気中の CO_2 を直接吸着材に吸着させるDAC(Direct Air Capture)技術を利用して、 CO_2 を植物工場1内に供給する際、吸着材の再生時に発生する湿気を透湿膜で処理して、植物工場1内の湿度安定化を図る例を示す。

[0028] 吸脱着装置300は、吸着部300b及び再生部300aを有する。吸着部300bは、第一条件において、大気A02中の CO_2 及び水分を吸着材3

03（図2参照）に吸着させ、再生部300aは、第二条件において、吸着材303からCO₂及び水分を脱離させて吸着材303を再生する。吸脱着装置300は、吸着材303を再生する再生装置として、後述するヒーター（加熱部）を有する。第一条件は、例えば吸着材303が室温（例えば、0℃～40℃）であり、第二条件は、例えば吸着材303が約100℃以上であり、ヒーターの加熱により吸着材303を約100℃以上として吸着材303を再生する。吸脱着装置300は、図示しない供給口（供給部）から再生ガスA01の供給を受けて、吸着材303から脱離されたCO₂及び水分を含むガスA11（第一ガス）を排出して、透湿装置200の第一風路P1（図6参照）に供給する。吸脱着装置300は、吸着材303によってCO₂及び水分が除去された大気A02であるガスA21を排出する。排出されたガスA21は、透湿装置200の第二風路P2（図6参照）に供給される。

[0029] 透湿装置200は、第一風路P1と、第二風路P2と、第一風路P1と第二風路P2とを区画する透湿膜100（図6参照）と、を備える。透湿装置200において、ガスA11と、ガスA11よりも少ない水分を含む低湿ガスであるガスA21とが、透湿膜100を介して接触することで、ガスA11の水分が低湿なガスA21に移動し、ガスA11に含まれる水分が低減（調整）される。透湿装置200の第一風路P1の出口は植物工場1内に通じており、第一風路P1を通過して低湿となったガスA12は、植物工場1内に供給される。

[0030] 調湿システムS1において、植物工場1から、透湿装置200からのガスA12供給量等に応じて、適宜、植物工場1内部の空気であるガスA3が排出される。また、このガスA3及び透湿装置200から排出された高湿ガスA22を含むガスA4が、吸脱着装置300の吸着材303（吸着部300b）に、大気A02とともに供給される。これにより、例えば、一部のアミノポリマー系吸着材等のように加湿条件下で吸着力が向上する吸着材を用いた場合では、吸着材303の吸着性能を向上できる。

[0031] （吸脱着装置300）

図2を参照して、吸脱着装置300の詳細を説明する。図2は、図1に示した吸脱着装置300の構成例を示す概略斜視図である。吸脱着装置300は、吸着材303と、吸着材303が内部に充填されたローター302と、ヒーターH（加熱部）と、二つのファンF2、F3と、を有する。

[0032] 吸着材303は、温度変化のみで、CO₂を繰り返し吸脱着することが可能な材料である。吸着材303は、筒状体に充填されたり、フィルターに保持されて用いられ得る。吸着材303は、室温（第一温度、例えば0℃～40℃）において、供給された空気（大気）と接触することで空気中のCO₂を吸着する。吸着材303は、所定温度（第二温度、例えば約100℃）に加熱されることで、CO₂及び水分を脱離させ、再度CO₂及び水分を吸着可能に再生される。また、吸着材303は、大気圧（第一気圧）において、供給された空気中のCO₂を吸着し、吸着材303を収容する容器内が減圧される（第二気圧、例えば10000 Pa）ことで、CO₂及び水分を脱離させ、再度CO₂及び水分を吸着可能に再生される。吸着材303の減圧による再生については、後述する。

[0033] 吸着材303としては、炭酸カリウム、炭酸カルシウム等の金属炭酸塩、モノアミン水溶液等の液体アミン、又は、多孔体にアミン液体を充填したもの、多孔体表面にアミンモノマー修飾したもの、アミンポリマー等の固体アミンを用いることが好ましい。また、吸着材303として、活性炭、ゼオライト、シリカ等の無機多孔体、4級アミン含有イオン交換樹脂等のイオン交換樹脂、又は、金属有機構造体（MOF：Metal Organic Frameworks）単体もしくはアミン修飾MOFを用いることができる。

[0034] ローター302は、中空円筒形状を有し、吸着材303が内部に充填され、図示しないモーター等によって、中心軸周りに一定速度で回転駆動される。ローター302に充填された吸着材303のうち、CO₂及び水分を吸着する領域が吸着部300bとして機能し、加熱されてCO₂及び水分を脱離させる領域が再生部300aとして機能する。

[0035] ファンF3は、ローター302の一面側下方に設けられる。ファンF3は

、 CO_2 含有ガス A02 （大気 A02 ）を外部から吸い込んで吸着材 303 に供給する。 CO_2 含有ガス A02 は、回転するローター 302 に充填された吸着材 303 と接触しながら、 CO_2 及び水分が吸着除去されて、 CO_2 除去ガス A21 （ガス A21 ）として吸脱着装置 300 の外部に排出される。

[0036] ヒーター H は、ローター 302 の他面側に固定配置され、吸着材 303 を再生するための再生ガス A01 （大気 A01 ）を加熱する電気ヒーターである。ヒーター H に加熱された再生ガス A01 は、高温となり、ファン F2 が動作することで吸着材 303 に供給される。加熱された再生ガス A01 が吸着材 303 に供給され、 CO_2 及び水分を吸着した吸着材 303 を所定温度に加熱する。

[0037] ファン F2 は、ローター 302 の一面側上方に設けられる。ファン F2 が動作することで、高温の再生ガス A01 がローター 302 の他面側から吸着材 303 に供給される。高温の再生ガス A01 が吸着材 303 に接触すると、吸着材 303 に吸着されている CO_2 及び水分が脱離し、 CO_2 濃縮ガス A11 （ガス A11 ）となり、吸着材 303 は再生される。 CO_2 濃縮ガス A11 は、ローター 302 の一面側から吸脱着装置 300 の外部に排出される。

[0038] 吸脱着装置 300 は、ローター 302 に充填された吸着材 303 における、加熱された再生ガス A01 が供給される領域が再生部 $300a$ として機能し、その他の領域が吸着部 $300b$ として機能する。吸脱着装置 300 は、ローター 302 が回転することにより、吸着部 $300b$ として機能していた領域が、再生部 $300a$ として機能する領域に移行し、再生部 $300a$ として機能していた領域が、吸着部 $300b$ として機能する領域に移行する。これらの移行が連続的に行われる。このように、図2に示した吸脱着装置 300 は、 CO_2 含有ガス A02 から CO_2 及び水分を回収し、 CO_2 濃縮ガス A11 を透湿装置 200 に供給できる。

[0039] （透湿装置 200 ）

図3～図6を参照して、透湿装置 200 の詳細を説明する。

図3は、透湿装置 200 の構成例を示す概略図である。図3において、実

線の矢印は第一風路P 1を通過するガスA 1 1、A 1 2の流れを示し、破線の矢印は第二風路P 2を通過するガスA 2 1、A 2 2の流れを示す。

[0040] 図3に示すように、透湿装置200は、調湿エレメント10と、ケース201と、ファン212、213と、を備える。調湿エレメント10については後述する。

[0041] ケース201は、調湿エレメント10を収容する。ケース201は、内部に隔壁202、203、204、203が設けられる。隔壁202、203は、水平方向に延在し、ケース201の内部空間を上下に区画する。隔壁204は、垂直方向に延在し、ケース201の内部空間上側を水平方向に区画する。隔壁205は、垂直方向に延在し、ケース201の内部空間下側を水平方向に区画する。調湿エレメント10は、隔壁202～205に接続され、ケース201内部空間の中央に固定される。ケース201の内部空間は、上側が、第一空間200a、第二空間200bの二つに区画され、下側が、第三空間200c、第四空間200dの二つに区画される。

[0042] ケース201の外部には、接続口208～211が設けられる。接続口208、210は、ケース201左側壁の開口部（図示せず）にそれぞれ取り付けられる。接続口208を介して、ガスA 2 1が第一空間200aに供給される。ファン213及び接続口210を介して、調湿エレメント10を通過したガスA 2 1が、高湿とされたガスA 2 2として、第三空間200cから屋外に排出される。接続口209を介して、ガスA 1 1が第二空間200bに供給される。ファン212及び接続口211を介して、調湿エレメント10を通過したガスA 1 1が、低湿とされたガスA 1 2として、第四空間200dから植物工場1内に供給される。

[0043] ファン212は、第四小空間200d内において、ケース201右側壁の接続口211に配置され、調湿エレメント10の第一風路P 1へのガスA 1 1の供給又は第一風路P 1からのガスA 1 2の排出を促進する。ファン213は、第二空間200c内において、ケース201左側壁の接続口210に配置され、調湿エレメント10の第二風路P 2へのガスA 2 1の供給又は第

二風路P 2からのガスA 2 2の排出を促進する。ファン2 1 2、2 1 3は、図示しない制御部によって、動作が制御される。

[0044] 透湿装置2 0 0の動作を説明する。制御部によってファン2 1 2、2 1 3が駆動される。ファン2 1 2が動作すると、吸脱着装置3 0 0から、CO₂及び水分を含むガスA 1 1が、接続口2 0 9を介してケース2 0 1内の第二空間2 0 0 bに取り込まれる。取り込まれたガスA 1 1は、入口P 1 1から調湿エレメント1 0の第一風路P 1に供給される。第一風路P 1を通過するガスA 1 1は、第二風路P 2を通過する低湿ガスA 2 1と、透湿膜1 0 0を介して全熱交換（顕熱及び潜熱）されて、出口P 1 0から第四空間2 0 0 dに至り、ファン2 1 2及び接続口2 1 1を介して、植物工場1内に供給される。

[0045] 一方、ファン2 1 3が動作すると、吸脱着装置3 0 0から排出された低湿ガスA 2 1が接続口2 0 8を介してケース2 0 1内の第一空間2 0 0 aに取り込まれる。取り込まれたガスA 2 1は、入口P 2 1から調湿エレメント1 0の第二風路P 2に供給される。第二風路P 2を通過するガスA 2 1は、第一風路P 1を通過するガスA 1 1と、透湿膜1 0 0を介して全熱交換されて、出口P 2 0から第三空間2 0 0 eに至る。ガスA 1 1からの水分及び熱を含んだガスA 2 1は、ファン2 1 3及び接続口2 1 0を経てガスA 2 2として透湿装置2 0 0の外部に排出される。

[0046] （調湿エレメント1 0、1 0 B）

図4～図6を参照して、図3に示した調湿エレメント1 0の詳細を説明する。図4は、調湿エレメント1 0を示す図であり、図4（a）が調湿エレメントの概略斜視図、図4（b）が透湿膜の概略図である。図5は、風路ユニットの概略斜視図であり、図6は、透湿膜の動作原理を示す図である。これらの図に示すように、調湿エレメント1 0は、風路ユニット1 1、1 2が交互に積層されたものであり、第一風路P 1と、第二風路P 2と、透湿膜1 0 0と、を備える。第一風路P 1は、吸脱着装置3 0 0から排出された、高CO₂濃度、高湿度、かつ高温のガスA 1 1を通過させる。第二風路P 2は、吸

脱着装置 300 から排出された、低湿ガス A21 を通過させる。

[0047] 透湿膜 100 は、少なくとも、透湿性、ガスバリア性及び熱伝導性を有すればよく、その材質や構成は特に限定されない。透湿膜 100 としては、例えば、セルロース繊維を主体とする多孔質の原紙（和紙、クラフト紙等）に塩化カルシウム（ CaCl_2 ）などの吸湿材を分散させた（練り込んだ）ものや、セロファンその他、キチンやフィブロインなどの非水溶性繊維を含む繊維層中に、凝集したポリエチレングリコールやポリビニルアルコール等の親水化材料を分散させたもの、等を用いることができる。

[0048] 透湿膜 100 の好適な一例を、図 4（b）を参照して説明する。透湿膜 100 は、支持体 120 および複合材 110 を含む。支持体 120 は、ポリマーや中空繊維等の多孔質材料を含む。複合材 110 は、支持体 120 の上に塗布され得る。複合材 110 は、酸化グラフェン化合物およびポリビニルアルコールを含む。酸化グラフェン化合物及びポリビニルアルコールは架橋していてもよい。酸化グラフェン化合物が、ポリビニルアルコールの重量と比較して約 0.1 重量％～約 10 重量％で存在してもよい。酸化グラフェン化合物が、酸化グラフェン、還元された酸化グラフェン、官能化された酸化グラフェン、または官能化及び還元された酸化グラフェンであってもよい。

[0049] 図 5 に示すように、風路ユニット 11 は、平面視六角形状の透湿膜 100 と、透湿膜 100 の表面に立設されたリブ 11a1～11a5 とを有する。リブ 11a1 は六角形状の一辺に沿う直線形状を有する。リブ 11a2～リブ 11a5 は、それぞれ、リブ 11a1 と同形状の直線部と、直線部の両端からそれぞれ延びる延在部とを有する。リブ 11a5 は透湿膜 100 の縁部に沿って設けられ、リブ 11a4～11a1 は、各直線部が互いに平行となるよう、等間隔に配置される。

[0050] 風路ユニット 12 は、平面視六角形状の透湿膜 100 と、透湿膜 100 の表面に立設されたリブ 12a1～12a5 とを有する。リブ 12a1 は六角形状の一辺に沿う直線形状を有する。リブ 12a2～リブ 12a5 は、それぞれ、リブ 12a1 と同形状の直線部と、直線部の両端からそれぞれ延びる

延在部とを有する。リブ12a5は透湿膜100の縁部に沿って設けられ、リブ12a1～12a4は、各直線部が互いに平行となるよう、等間隔に配置される。

[0051] リブ11a1～11a5及びリブ12a1～12a5は、ポリエチレンやポリプロピレン等の樹脂、アルミニウム等の金属、ガラス、セラミックス、ファイバー材料、木材、紙材等を用いることができる。特に吸湿性の良い素材を用いると調湿素子の透湿性能（潜熱交換効率）が向上する。

[0052] 風路ユニット11、12は、リブ11a1～11a5及びリブ12a1～12a5の各直線部が互いに平行となるように積層される。交互に積層された風路ユニット11、12において、リブ11a1～11a5と、リブ11a1～11a5の上下に配置された透湿膜100とが、第一風路P1を構成し、リブ12a1～12a5と、リブ12a1～12a5の上下に配置された透湿膜100とが、第二風路P2を構成する。最上層の風路ユニット12の上方には、透湿膜100が固定される。第一風路P1の入口P1Iは吸脱着装置300の再生部300aに通じ、出口P1Oは植物工場1内に通じる（図1及び図3参照）。第二風路P2の入口P2Iは吸脱着装置300の吸着部300bに通じ、出口P2Oは植物工場1外に通じる（図1及び図3参照）。第一風路P1の入口P1I及び出口P1Oは、透湿膜100を、透湿膜100の六角形の外心を挟んで対向する二頂点を接続する直線（図4（a）において左右方向に延びる直線L）で二分割した、一方の領域の一面側に配置される。また、第二風路P2の入口P2I及び出口P2Oは、他方の領域の他面側に配置される。尚、調湿エレメント10における風路ユニット11、12の積層数、並びに、リブ11a1～11a5及びリブ12a1～12a5の高さ、幅（隣接するリブ間の間隔）及び数は、仕様に応じて適宜設定されるものであり、図4（a）、図5に示すものに限定されない。

[0053] 図6に示すように、透湿膜100は、ガスバリア性を有し、第一風路P1と第二風路P2とを区画する。透湿膜100は、透湿性を有し、第一風路P1を通過するガスA11（第一ガス）と第二風路P2を通過するガスA21

(第二ガス)との間で、水蒸気濃度勾配を利用して水蒸気を透過させる。第一風路P1に流入したガスA11は、第二風路P2に流入したガスA21よりも水蒸気濃度が高いため、ガスA11に含まれる水蒸気(湿気)が透湿膜100を透過してガスA21に移動する。第二風路P2を通過するにつれて、含有する水蒸気量が増加したガスA22は、第二風路P2から屋外へ排出される。一方、第一風路P1を通過するにつれて、含有する水蒸気量が減少したガスA12は、第一風路P1から植物工場1内に供給される。また、透湿膜100は、熱伝導性を有し、第一風路P1を通過するガスA11の熱が、第二風路P2を通過するガスA21に移動する。このように、透湿膜100は、ガスA11とガスA21との間で顕熱交換及び潜熱交換を行う。透湿膜100は、ガスバリア性により、CO₂を透過させない。透湿膜100の顕熱交換効率及び潜熱交換効率は、厚み(薄いほうが効率が良い)、膜を介した温度差と湿度差(差が大きいほど効率が高くなる)に影響を受ける。また、透湿膜100の顕熱交換効率は、素材の熱伝導率によって、透湿膜100の潜熱交換効率は素材の透湿度(水蒸気透過度)、吸水性によっても、影響を受ける。これらの影響を考慮して、透湿膜100の材質、厚みが決定される。

[0054] 以上説明した調湿システムS1によれば、吸脱着装置300から排出された、CO₂及び水分を含み高温なガスA11が第一風路P1を通りガスA12として植物工場1内に供給され、ガスA21が第二風路P2を通りガスA22として建物外に排出される。このとき、ガスA11とガスA21とが透湿膜100を介して接触すると、水蒸気濃度及び温度の高いガスA11から水蒸気濃度及び温度の低いガスA21へと、水蒸気(湿気)及び熱が移動し、CO₂は移動しない。すなわち、ガスA11とガスA21とを透湿膜100に接触させることで、ガスA11に含まれる湿気及び熱を植物工場1外へ放出できる。このように、調湿システムS1によれば、吸脱着装置300が大気中から回収したCO₂を供給する際、湿気及び温度が透湿装置200で調整されるので、植物工場1内の湿度安定化を図ることができる。また、調湿エレ

メント10を用いて除湿機を用いることなく除湿できるため、湿度調整にかかるエネルギーコストを削減できる。

[0055] 風路ユニット11、12の積層数は、例えば200段等、調湿エレメント10の仕様に応じて適宜設定されるが、積層数を増やすことで、透湿膜100とガスA11及びガスA21との接触面積を増加させて、除湿量を向上できる。また、リブ11a1～11a5及びリブ12a1～12a5が、それぞれ、互いに平行な直線部を有することにより、直線部（平行部）を通過するガスA11及びガスA21は、透湿膜100を介して互いに接触する時間が長くなるため、除湿量を向上できる。

[0056] 上述した調湿エレメント10は、透湿膜100の表面にリブ11a1～11a5及びリブ12a1～12a5が立設されたものであるが、リブに代えて、隣接する透湿膜100間に波形状（コルゲート）のスペーサーを設けてもよい。図7に示す調湿エレメント10Bは、スペーサーSP1と、スペーサーSP1の上下に配置された透湿膜100とが、第一風路P1を構成し、スペーサーSP2と、スペーサーSP2の上下に配置された透湿膜100とが、第二風路P2を構成する。調湿エレメント10Bにおいても、第一風路P1の入口P1I及び出口P1Oは植物工場内に通じ、第二風路P2の入口P2I及び出口P2Oは植物工場外に通じる。第一風路P1の入口P1I及び出口P1Oは、透湿膜100を、透湿膜100の六角形の外心を挟んで対向する二頂点を接続する直線（図7において左右方向に延びる直線L）で二分割した、一方の領域の一面側に配置される。また、第二風路P2の入口P2I及び出口P2Oは、他方の領域の他面側に配置される。このように、直線Lを挟んで、第一風路P1の入口P1I及び出口P1Oが一方の領域に、第二風路P2の入口P2I及び出口P2Oが他方の領域に配置されることにより、植物工場の内部及び外部のそれぞれへの通風路（配管）構成を簡略化できる。尚、調湿エレメント10Bにおける透湿膜100及びスペーサーSP1、SP2の積層数、並びに、スペーサーSP1、SP2における波の高さ、幅（隣接する波間の間隔）及び数は、仕様に応じて適宜設定されるもの

であり、図 7 に示すものに限定されない。

[0057] (第 2 実施形態：調湿システム S 2)

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係る調湿システム S 2 の構成を示す概略図である。第 2 実施形態において、図 1 ～図 7 に示した部材・部位と同一又は同等の部材・部位には同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合がある。

[0058] 調湿システム S 2 は、第 1 実施形態の調湿システム S 1 と比較して、透湿装置 200 から排出された高湿ガス A 22 が吸脱着装置 300 に供給されない点と、加湿装置 400 を備える点が異なる。調湿システム S 2 においては、吸脱着装置 300 の吸着材 303 (再生部 300a) への再生ガス A 01 の供給量を例えば $10\text{ m}^3/\text{hr}$ に絞ることで、透湿装置 200 を介して植物工場 1 内に対する高 CO_2 ガスの供給量を抑えている。植物工場 1 は温湿度管理されており、温湿度を導入することは好ましくないが、調湿システム S 2 においては、高 CO_2 ガスの供給量を絞ることで、植物工場 1 内の管理された屋内空気 (内部空気) を排出する必要性がなくなる。よって、 CO_2 を適切に供給しながら、屋内空気の管理が容易になる。

[0059] 加湿装置 400 は、例えば CO_2 濃度が 400 ppm 程度の大気 A 71 を $500\text{ m}^3/\text{hr}$ 程度、加湿し、高湿なガス A 02 として、吸脱着装置 300 の吸着部 300b に供給する。加湿されたガス A 02 を供給することで吸着材 303 の吸着性能を向上できる。

[0060] このように、調湿システム S 2 によれば、調湿システム S 1 の効果に加え、透湿装置 200 から排出されたガス A 22 を吸脱着装置 300 に供給するための配管が不要となり、システム構成を簡素化できる。尚、加湿装置 400 は必須ではない。

[0061] (第 3 実施形態：調湿システム S 3)

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係る調湿システム S 3 の構成を示す概略図である。第 3 実施形態において、図 1 ～図 8 に示した部材・部位と同一又は同等の部材・部位には同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合が

ある。

[0062] 調湿システムS3は、第2実施形態の調湿システムS2と比較して、透湿装置200の第二風路P2に、吸脱着装置300から排出されるガスA21に代えて、大気A81（外部空気）を供給する点が異なる。

[0063] 調湿システムS3によれば、調湿システムS2の効果に加え、吸脱着装置300から排出されたガスA21の湿度が高い場合であっても、透湿装置200において、大気A81を利用してガスA11の湿気を調整することにより、高CO₂濃度ガスA11を除湿できる効果を奏する。

[0064]（第4実施形態：調湿システムS4）

図10は、本発明の第4実施形態に係る調湿システムS4の構成を示す概略図である。第4実施形態において、図1～図9に示した部材・部位と同一又は同等の部材・部位には同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合がある。

[0065] 調湿システムS4は、第2実施形態の調湿システムS2と比較して、大気A01に代えて、植物工場1内の屋内空気A91（内部空気）を、吸脱着装置300の吸着材303（再生部300a）に供給する点が異なる。

[0066] 調湿システムS4によれば、調湿システムS2の効果に加え、植物工場1内の管理された屋内空気を再生ガスとして循環利用することで、再生ガスの風量を少なく絞る必要がなくなり、例えば10～500m³/hrのように、必要なCO₂量等に応じて、適宜再生ガスを供給できる効果を奏する。

[0067]（第5実施形態：調湿システムS5）

図11は、本発明の第5実施形態に係る調湿システムS5の構成を示す概略図である。第5実施形態において、図1～図10に示した部材・部位と同一又は同等の部材・部位には同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合がある。

[0068] 調湿システムS5は、第4実施形態の調湿システムS4と比較して、透湿装置200Aを備える点異なる。透湿装置200Aは、植物工場1内の空気であるガスA101（内部空気）を通過させる第三風路と、ガスA101

よりも少ない水分を含む大気A103（低湿ガス）を通過させる第四風路と、を備える。また、透湿装置200Aは、第三風路と第四風路とを区画し、ガスA101と大気A103との間で水分を透過させる透湿膜と、を有する。

[0069] 透湿装置200Aにおいて、ガスA101は、透湿膜を介して低湿な大気A103に水分が移動されて低湿なガスA102となって、植物工場1内に戻される。また、低湿な大気A103は透湿膜を介してガスA101の水分を得て高湿なガスA104となって、吸脱着装置300の吸着材303（吸着部300b）に供給される。

[0070] 調湿システムS5によれば、高湿なガスA104が吸着部300bに供給されるため、加湿装置400による大気A71の加湿をすることなく、吸着材303に高い吸着性能を発揮させ得る。

[0071] （第6実施形態：調湿システムS6）

図12は、本発明の第6実施形態に係る調湿システムS6の構成を示す概略図である。第6実施形態において、図1～図11に示した部材・部位と同一又は同等の部材・部位には同一の符号を付し、重複する説明を省略する場合がある。

[0072] 調湿システムS6は、第3実施形態の調湿システムS3と比較して、蒸気供給部410を備え、大気A01に代えて、蒸気供給部410から供給されたる蒸気又は高湿度の空気A03を吸脱着装置300の再生部300aに供給する点が異なる。また調湿システムS3では、加湿装置400によって加湿された高湿なガスA02が吸脱着装置300の吸着部300bに供給されたのに対し、調湿システムS6では、低湿な大気A02が吸着部300bに供給される。

[0073] 蒸気供給部410は、ボイラー、又は、スプレーによって空気を加湿する装置であり、蒸気、又は、湿度が例えば80%RH以上の高湿度空気を供給する。

[0074] 調湿システムS6によれば、蒸気供給部410が再生部300aに蒸気A

03を供給することにより、潜熱加熱又は凝縮伝熱による高効率加熱が可能となる。言い換えれば、蒸気供給部410及び再生部300aが、二酸化炭素及び水分を吸着した吸着材の少なくとも一部を再生する再生装置として機能する。よって、吸脱着装置300内にヒーターを設ける必要がない。また、蒸気供給部410が再生部300aに蒸気又は高湿度空気A03を供給することにより、吸着材303からの水脱離が抑制されるため、再生時に吸着材303がCO₂及び水分を放出する際に消費されるエネルギーを低減できる。

また再生時に蒸気で吸着材に吸湿させた後に、吸着時に低湿空気を送ることで、水の脱離による吸熱反応が発生する。それによってCO₂を吸着する際に発生する発熱反応による吸着材の温度上昇を抑制し、吸着量の低下を防ぐことができる。

[0075] (第7実施形態：吸脱着装置300A)

図13～図15を参照して、吸脱着装置300Aの詳細を説明する。吸脱着装置300Aは、図2に示したローター方式の吸脱着装置300に代えて、第1～第6実施形態に係る調湿システムS1～S6に用いることができる。

[0076] 図13は、吸脱着装置300Aの概略構成を示す斜視図である。吸脱着装置300Aは、吸着材301と、それぞれに吸着材301が充填された四本のカラムC1～C4と、を有する。吸着材301は、吸着材303と同様の材料であり、各カラムC1～C4に充填される。カラムC1～C4は、中空円筒形状を有し、各側面が互いに近接するように集合配置される。

[0077] 吸着材301が充填された四本のカラムC1～C4のうち、三本のカラムC1、C2、C4にCO₂含有ガスA02（大気A02）が供給され、一本のカラムC3は加熱される。三本のカラムC1、C2、C4に供給されたCO₂含有ガスA02は、充填された吸着材301と接触しながら、CO₂及び水分が吸着除去されて、CO₂除去ガスA21（ガスA21）として吸脱着装置300Aの外部に排出される。一本のカラムC3は、内部の吸着材301がす

で CO_2 を十分に吸着して破過状態とされており、加熱されることによって、 CO_2 及び水分を脱離させる。すなわち、カラムC3が加熱されることにより、 CO_2 濃縮ガスA11（ガスA11）が排出され、吸着材301は再生される。

[0078] このように、三本のカラムC1、C2、C4に充填された吸着材301は吸着部300bとして機能し、カラムC3に充填された吸着材301は再生部300aとして機能する。カラムC1～C4は、 CO_2 含有ガスA02が供給されるカラムと、加熱されるカラムとが、順次切り替わり、 CO_2 を吸着して破過した吸着材301が加熱により再生し、再度 CO_2 を吸着する。図13に示した吸脱着装置300Aは、各カラムC1～C4に充填された吸着材301を、吸着部300b及び再生部300aとして連続的に機能させることができる。尚、カラムの本数は例示であり、計四本でなくてもよいし、加熱対象のカラムは全体の内一部であればよく、一本に限定されない。

[0079] 図14は、吸脱着装置300Aの具体的な構成例を示す概略斜視図である。

[0080] 図14（a）に示す吸脱着装置300Aは、集合させたカラムC1～C4の中心部にカラムC1～C4を固定する軸304を有し、カラムC1～C4の一端側におけるカラムC3の近傍にヒーターHが配置される。ヒーターHは、再生ガスA01を加熱して、カラムC3に充填された吸着材301に供給する。加熱された再生ガスA01が吸着材301に供給され、 CO_2 及び水分を吸着した吸着材301を加熱する。吸着材301から脱離した CO_2 及び水分は、カラムC3から CO_2 濃縮ガスA11として排出される。

[0081] 軸304が図示しないモーター等により回転すると、軸304の外周に固定されたカラムC1～C4が軸304周りに回転し、カラムC4、C1に加え、再生された吸着材301が充填されたカラムC3に、 CO_2 含有ガスA02が供給される。カラムC3、C4、C1から CO_2 除去ガスA21が排出される。ヒーターHの近接位置には、 CO_2 を吸着して破過状態となった吸着材301が充填されたカラムC2が配置され、加熱された再生ガスA01がこ

の吸着材 301 に供給されると、 CO_2 及び水分が脱離して、吸着材 301 が再生されることとなる。

[0082] 図 14 (b) に示す吸脱着装置 300A は、図 14 (a) と比較して、ヒーター H の配置が異なる。ヒーター H は、カラム C3 の側方にヒーター H が配置される。ヒーター H は、カラム C3 を直接加熱することで、カラム C3 に充填され CO_2 及び水分を吸着した吸着材 301 を加熱する。所定温度に加熱された吸着材 301 から脱離した CO_2 及び水分は、カラム C3 から CO_2 濃縮ガス A11 として排出される。

[0083] 軸 304 が、図示しないモーター等により回転すると、軸 304 の外周に固定されたカラム C1～C4 が軸 304 周りに回転し、カラム C4、C1 に加え、再生された吸着材 301 が充填されたカラム C3 に、 CO_2 含有ガス A02 が供給される。カラム C3、C4、C1 から CO_2 除去ガス A21 が排出される。ヒーター H の近接位置には、 CO_2 を吸着して破過状態となった吸着材 301 が充填されたカラム C2 が配置される。ヒーター H がカラム C2 を直接加熱してこの吸着材 301 が所定温度に加熱されると、カラム C2 に充填された吸着材 301 から CO_2 及び水分が脱離して、吸着材 301 が再生されることとなる。

[0084] 図 14 (c) に示す吸脱着装置 300A は、図 14 (a) と比較して、軸 304 を有さず、カラム C1～C4 が固定配置され、ヒーター H が回転する点異なる。ヒーター H は、カラム C1～C4 の一端側において、各カラム C1～C4 の近傍に位置するよう、矢印 Db に示される方向に、中心軸（図 14 (a) の軸 304 参照）周りに四分の一週ずつ移動する。図示の位置において、ヒーター H は、再生ガス A01 を加熱して、カラム C3 に充填された吸着材 301 に供給する。加熱された再生ガス A01 が吸着材 301 に供給され、 CO_2 及び水分を吸着した吸着材 301 を加熱する。吸着材 301 から脱離した CO_2 及び水分は、カラム C3 から CO_2 濃縮ガス A11 として排出される。

[0085] ヒーター H が矢印 Db の方向へ、四分の一週回転移動すると、ヒーター H

はカラムC 2の近接位置に配置される。ヒーターHから、加熱された再生ガスA 0 1がカラムC 2に供給される。C O₂を吸着して破過状態となった吸着材3 0 1に、加熱された再生ガスA 0 1が供給されることで、C O₂及び水分が脱離され、吸着材3 0 1は再生される。一方、C O₂含有ガスA 0 2は、流路の切替等により、カラムC 4、C 1に加え、再生された吸着材3 0 1が充填されたカラムC 3に、供給される。カラムC 3、C 4、C 1からC O₂除去ガスA 2 1が排出される。

[0086] 図1 4（d）に示す吸脱着装置3 0 0 Aは、図1 4（c）と比較して、ヒーターHの配置が異なる。ヒーターHは、各カラムC 1～C 4の側方に位置するよう、矢印D bに示される方向に、中心軸（図1 4（a）の軸3 0 4参照）周りに四分の一周期ずつ移動する。図示の位置において、ヒーターHは、カラムC 3を直接加熱することで、カラムC 3に充填されC O₂及び水分を吸着した吸着材3 0 1を加熱する。所定温度に加熱された吸着材3 0 1から脱離したC O₂及び水分は、カラムC 3からC O₂濃縮ガスA 1 1として排出される。

[0087] ヒーターHが矢印D dの方向へ、四分の一周期回転移動すると、ヒーターHは、C O₂を吸着して破過状態となった吸着材3 0 1が充填されたカラムC 2の近接位置に配置される。ヒーターHがカラムC 2を直接加熱してこの吸着材3 0 1が所定温度に加熱されると、カラムC 2に充填された吸着材3 0 1からC O₂及び水分が脱離して、吸着材3 0 1が再生されることとなる。一方、C O₂含有ガスA 0 2は、流路の切替等により、カラムC 4、C 1に加え、再生された吸着材3 0 1が充填されたカラムC 3に、供給される。カラムC 3、C 4、C 1からC O₂除去ガスA 2 1が排出される。

[0088] 図1 5は、吸脱着装置3 0 0 Aの具体的な構成例を示す概略斜視図である。図1 5に示す吸脱着装置3 0 0 Aは、図1 3に示す吸脱着装置3 0 0 Aにおいて、ファンF 1とヒーターHとをさらに備え、各カラムC 1～C 4の一端に接続部3 0 5をそれぞれ取り付けたものである。ファンF 1は、空気（C O₂含有ガスA 0 2）を各カラムC 1～C 4に供給し、ヒーターHは、加熱

空気（再生ガスA01）を各カラムC1～C4に供給する。接続部305は、ファンF1から各カラムC1～C4に至る配管PF1～PF4、及び、ヒーターHから各カラムC1～C4に至る配管PH1～PH4を、各カラムC1～C4にそれぞれ接続する。この吸脱着装置300Aは、図示しないバルブを切り替えることで、各カラムC1～C4への空気及び加熱空気の供給及び供給停止を行う。

[0089] 空気が供給されたいずれかのカラムC1～C4に充填された吸着材301は吸着部300bとして機能し、加熱空気が供給されたいずれかのカラムC1～C4に充填された吸着材301は再生部300aとして機能する。バルブを切り替えることで、いずれのカラムC1～C4を吸着部300b又は再生部300aとして機能させるかを切り替える。

[0090] 図15に示す状態において、ファンF1からカラムC1、C2、C4に空気が供給されて、CO₂除去ガスA21が排出される。ヒーターHからカラムC3に加熱空気が供給されて、CO₂濃縮ガスA11が排出される。このように、図15に示す吸脱着装置300Aは、ファンF1及びヒーターHから各カラムC1～C4バルブへの空気又は加熱空気の供給有無を、バルブによって切り替える。これにより、吸脱着装置300Aは、いずれのカラムC1～C4を吸着部300b又は再生部300aとして機能させるかを操作できる。

[0091] 尚、吸脱着装置300Aにおいて、ヒーターHに代えて、カラムC3（容器）内を減圧する減圧装置を再生装置として設け、カラムC3内を減圧することでガスA11を排出してもよい。この場合、吸着材301（吸着部300b）がCO₂含有ガスA02中のCO₂及び水分を吸着するための第一条件は、吸着材301を収容する各カラムC1～C4内の気圧が、例えば大気圧である。また、吸着材301（再生部300a）からCO₂及び水分を脱離させて吸着材301を再生するための第二条件は、カラムC3内の気圧が例えば10000 Paであり、減圧装置によってカラムC3内の気圧を下げて10000 Paとすることで、吸着材301を再生する。吸着材301を減圧によって再生

する場合、調湿システムS1～S5において、再生ガスA01、A91の供給は必須ではなく、減圧のみによって、又は減圧と加熱との併用によって、ガスA11を排出できる。

[0092] (第8実施形態：吸脱着装置300B)

図16は、吸脱着装置300Bの概略構成を示す斜視図である。吸脱着装置300Bは、チャンバー310と、フィルター320と、供給口330と、排出口340、350と、を有する。

[0093] チャンバー310は、箱型形状であり、ガスを収容可能な内部空間を有する。フィルター320は、全面において吸着材303を保持し、チャンバー310の内部空間に固定される。フィルター320は、図示しないヒーターにより加熱される。

[0094] 供給口330は、チャンバー310の一側壁の開口部に取り付けられ、外部へ通じる配管等が接続される。供給口330を介して、CO₂含有ガスA02がチャンバー310の内部空間に供給される。排出口340は、チャンバー310における、供給口330が取り付けられた側壁と対向する他側壁の開口部に取り付けられ、透湿装置200の第二風路P2又は外部へ通じる配管等が接続される。排出口340を介して、CO₂除去ガスA21が透湿装置200又は外部へ排出される。排出口350は、チャンバー310における、一側壁と他側壁とを接続する側壁の開口部に取り付けられ、透湿装置200の第一風路P1に通じる配管等が接続される。

[0095] 吸脱着装置300Bは、室温（ヒーターオフ状態）において、供給口330を介してチャンバー310の内部空間にCO₂含有ガスA02が供給される。チャンバー310内において、フィルター320の吸着材303に、CO₂及び水分が吸着される。CO₂含有ガスA02からCO₂及び水分が除去されたCO₂除去ガスA21は、排出口340を介して、透湿装置200又は外部へ排出される。すなわち、室温において、フィルター320に保持された吸着材303は、吸着部300bとして機能する。

[0096] 吸脱着装置300Bは、フィルター320が加熱されて吸着材303が所

定温度となる（ヒーターオン状態）と、フィルター３２０の吸着材３０３から CO_2 及び水分が脱離される。脱離された CO_2 及び水分は、 CO_2 濃縮ガスＡ１１として排出口３５０を介して排出され、吸着材３０３は再生される。すなわち、所定温度において、フィルター３２０に保持された吸着材３０３は、再生部３００ａとして機能する。

[0097] 吸脱着装置３００Ｂにおいて、フィルター３２０に保持された吸着材３０３の全体が、室温において CO_2 及び水分を吸着し、加熱により所定温度とされると、 CO_2 及び水分を脱離させ吸着材３０３を再生する。吸脱着装置３００Ｂは、ヒーターのオンオフにより吸着材３０３を再生部３００ａ又は吸着部３００ｂとして機能させる。このように、図１６に示した吸脱着装置３００Ｂは、 CO_2 含有ガスＡ０２から CO_2 及び水分を回収し、 CO_2 濃縮ガスＡ１１を透湿装置２００に供給できる。

[0098] 本実施形態において、吸脱着装置３００Ｂが、ヒーターにより吸着材３０３を加熱して、 CO_2 濃縮ガスＡ１１を排出する例を示したが、ヒーターに代えて、図示しない減圧装置を再生装置として設け、チャンバー３１０内を減圧することで CO_2 濃縮ガスＡ１１を排出してもよい。この場合、吸着材３０３（吸着部３００ｂ）が CO_2 含有ガスＡ０２中の CO_2 及び水分を吸着するための第一条件は、フィルター３２０に保持された吸着材３０３を収容するチャンバー３１０内の気圧が、例えば大気圧である。また、吸着材３０３から CO_2 及び水分を脱離させて吸着材３０３を再生するための第二条件は、チャンバー３１０内の気圧が例えば１００００ Paであり、減圧装置によってチャンバー３１０内の気圧を下げた１００００ Paとすることで、吸着材３０３を再生する。吸着材３０３を減圧によって再生する場合、調湿システムＳ１～Ｓ５において、再生ガスＡ０１、Ａ９１の供給は必須ではなく、減圧のみによって、又は減圧と加熱との併用によって、ガスＡ１１を排出できる。

[0099] （第９実施形態：メンブレンドライヤー５００）

上述した透湿装置２００に代えて、図１７に示すメンブレンドライヤー５００を用いてもよい。

[0100] 図17は、メンブレンドライヤー500の概略図である。図17は、メンブレンドライヤー500の側面視において一部を断面図としたものである。メンブレンドライヤー500は、両端が開放された中空円筒状のケース402と、ケース402内に配置された複数の調湿エレメント408と、ケース402の両端をそれぞれ覆う端部ケース404、406と、を備える。また、メンブレンドライヤー500は、ケース402の両端を閉鎖し、端部ケース404、406内において調湿エレメント408の両端部を保持する保持部材510と、を備える。保持部材510は、複数の調湿エレメント408及び端部ケース404、406の間を閉鎖する。ケース402には、ケース402の内外を連通させる二つの開口部402a、402bが設けられる。端部ケース404、406は、開口部404a、406aをそれぞれ有する。

[0101] 図18は、調湿エレメント408の概略斜視図である。調湿エレメント408は、中空糸膜であり、平面状の透湿膜100が中空筒状に形成された筒部を有する。調湿エレメント408は、一例として、筒内部である中空部分が、内部空気を通過させる第一風路であり、筒外部すなわち外周面に接する空間が、外部空気を通過させる第二風路である。

[0102] 調湿エレメント408は、調湿エレメント408の内部を通過するガスA11（内部空気）と、調湿エレメント408の外周面を通過する外部空気との間で、水蒸気濃度勾配を利用して水蒸気を透過させる。ガスA11が外部空気よりも水蒸気濃度が高い場合、ガスA11に含まれる水蒸気が透湿膜100を透過して、調湿エレメント408の外周面を通過する外部空気に移動する。また、調湿エレメント408は熱伝導性を有し、ガスA11の熱が調湿エレメント408を介して外部空気に移動する。なお、内部空気を加圧して水蒸気濃度を高めたり、外部空気を減圧して水蒸気濃度を低下させることで、内部空気と外部空気との水蒸気濃度差を設けてもよい。

[0103] 調湿エレメント408の内部を通過するにつれて、含有する水蒸気量及び熱が減少したガスA12は、植物工場1内に供給される。尚、調湿エレメン

ト４０８の内部及び外部のいずれを第一風路又は第二風路としてもよい。

[0104] 開口部４０４ａから流入したガスＡ１１は、複数の調湿エレメント４０８の内部を通過する。ケース４０２内において調湿エレメント４０８の外周面には、開口部４０２ａからガスＡ２１が供給されて、ガスＡ１１との間で全熱交換が行われる。含有する水蒸気量及び熱が減少したガスＡ１２は、開口部４０６ａから排出されて、植物工場１内に戻される。一方、調湿エレメント４０８の外周面においてガスＡ１１から水蒸気及び熱の移動を受けたガスＡ２２は、開口部４０２ｂから、植物工場１外の外部空間に排出され、又は吸脱着装置３００の吸着材３０３に供給される。

[0105] 尚、本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜、変形、改良、等が可能である。上述した実施形態のうち複数の実施形態を組み合わせ実施してもよい。その他、上述した実施形態における各構成要素の材質、形状、寸法、数値、形態、数、配置箇所、等は本発明を達成できるものであれば任意であり、限定されない。例えば、上述した実施形態において、透湿装置２００から排出されるガスＡ１２を植物工場１内に供給する例を示したが、ガスＡ１２の供給先は植物工場１等の建物内に限定されず、化学反応系を収容する反応器等の閉空間内にガスＡ１２を供給してもよい。また、上述した実施形態において、調湿エレメント１０、１０Ｂは平面視六角形状を有するが、平面形状を直線で二分割した、一方の領域の一面側に、第一風路の入口及び出口が配置され、他方の領域の他面側に、第二風路の入口及び出口が配置される構成であれば、平面視正形状等、異なる形状であってもよい。

[0106] ここで、上述した本発明の実施形態に係る調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法の特徴をそれぞれ以下〔１〕～〔１７〕に簡潔に纏めて列記する。

〔１〕吸脱着装置（３００）と、調湿装置（透湿装置２００）と、を備えた調湿システム

（Ｓ１～Ｓ５）であって、

前記吸脱着装置（３００、３００Ａ、３００Ｂ）は、

供給された空気（Ａ０２）中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材（３０３、３０１）と、

前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を再生する再生装置（ヒーターＨ、減圧装置）と、

前記第二条件において前記吸着材の少なくとも一部から脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである第一ガス（Ａ１１）を排出する第一排出部と、

前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガス（Ａ２１、Ａ８１）を排出する第二排出部と、を有し、

前記調湿装置（透湿装置２００）は、

前記第一ガスを通過させる第一風路（Ｐ１）と、

前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガス（Ａ２１、Ａ８１）を通過させる第二風路（Ｐ２）と、

前記第一風路と前記第二風路とを区画し、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜（１００）と、を有する

調湿システム。

[２] 前記調湿装置（２００）は、前記透湿膜（１００）が、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で熱を透過させる

上記[１]に記載の調湿システム。

[３] 前記吸脱着装置（３００、３００Ａ）は、

前記吸着材の少なくとも一部に、前記吸着材を再生するための再生ガス（Ａ０１、Ａ９１）を供給する供給部を有する

上記[１]又は[２]に記載の調湿システム。

[４] 前記吸脱着装置（３００）は、

前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間（植物工場１）の外部の空気である外部空気（Ａ０１）を、前記再生ガ

スとして供給する

上記〔３〕に記載の調湿システム（Ｓ１、Ｓ２、Ｓ３）。

〔５〕前記吸脱着装置（３００）は、

前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間（植物工場１）の内部の空気である内部空気（Ａ９１）を、前記再生ガスとして供給する

上記〔３〕に記載の調湿システム（Ｓ４、Ｓ５）。

〔６〕前記調湿装置（２００）は、

前記第二風路が、前記第二ガス（Ａ２１）を通過させ、

前記透湿膜が、前記第一ガスと前記第二ガスとの間で水分を透過させる

上記〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の調湿システム（Ｓ１、Ｓ２、Ｓ４、Ｓ５）。

〔７〕前記調湿装置（２００）は、

前記第二風路が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間（植物工場１）の外部の空気である外部空気（Ａ８１）を通過させ、

前記透湿膜が、前記第一ガスと前記外部空気との間で水分を透過させる

上記〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の調湿システム（Ｓ３）。

〔８〕前記吸着材に供給される空気（Ａ７１）を加湿する加湿装置（４００）を備える

上記〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の調湿システム（Ｓ２～Ｓ５）。

〔９〕前記再生装置として、前記吸着材に蒸気又は高湿度空気を供給する蒸気供給部を備える

上記〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の調湿システム（Ｓ６）。

〔１０〕前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の内部の空気である内部空気（Ａ１０１）を通過させる第三風路と、

前記内部空気よりも少ない水分を含む低湿ガス（Ａ１０３）を通過させる第四風路と、

前記第三風路と前記第四風路とを区画し、前記内部空気と前記低湿ガスと

の間で水分を透過させる透湿膜と、を有する第二調湿装置（透湿装置200A）を備え、

前記第四風路を通過した前記低湿ガス（A104）が、前記吸着材に供給される

上記〔1〕～〔9〕のいずれかに記載の調湿システム（S5）。

〔11〕前記第一条件は、前記吸着材の温度が第一温度であり、

前記第二条件は、前記吸着材の温度が前記第一温度よりも高い第二温度であり、

前記再生装置は、前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を加熱して前記第二温度とする加熱部（ヒーターH）である

上記〔1〕～〔10〕のいずれかに記載の調湿システム。

〔12〕前記吸脱着装置は、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器（カラムC1～C4、チャンバー310）をさらに有し、

前記第一条件は、前記容器内の気圧が第一気圧であり、

前記第二条件は、前記容器内の気圧が前記第一気圧よりも低い第二気圧であり、

前記再生装置は、前記容器内の気圧を下げて前記第二気圧とする減圧装置である

上記〔1〕～〔10〕のいずれかに記載の調湿システム。

〔13〕上記〔11〕に記載の調湿システムにおける前記吸脱着装置（300）であって、

前記吸着材（303）が内部に充填されたローター（302）を有し、

前記加熱部が、前記吸着材を再生するための再生ガス（A01）を加熱して、前記ローター内に充填された前記吸着材の一部に供給することで、前記吸着材の一部を加熱する

吸脱着装置。

〔14〕上記〔1〕～〔12〕のいずれかに記載の調湿システムにおける前記吸脱着装置（300A）であって、

それぞれに前記吸着材（３０１）が充填された複数のカラム（Ｃ１～Ｃ４）を有し、

前記再生装置が、前記複数のカラムのうち一部のカラムに充填された前記吸着材を再生する
吸脱着装置。

[１５] 上記[１]～[１２]のいずれかに記載の調湿システムにおける前記吸脱着装置（３００Ｂ）であって、

前記吸着材を保持するフィルター（３２０）を有し、

前記再生装置が、前記フィルターを加熱することで、前記フィルターに保持された前記吸着材を再生する

吸脱着装置。

[１６] 上記[１]～[１２]のいずれかに記載の調湿システムにおける前記調湿装置

（２００）であって、

前記透湿膜は、

前記第一風路を形成する複数の第一リブ（１１ａ１～１１ａ５）が表面に立設された、

複数の第一透湿膜と、

前記第二風路を形成する複数の第二リブ（１２ａ１～１２ａ５）が表面に立設された、

複数の第二透湿膜と、を含み、

前記第一透湿膜と前記第二透湿膜とが交互に積層された
調湿装置。

[１７] 供給された空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材を有する吸脱着装置と、

第一風路と、第二風路と、前記第一風路と前記第二風路とを区画し、第一ガスと前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスとの間で水分を透過さ

せる透湿膜と、を有する調湿装置と、
を備えた調湿システムにおいて、閉空間内の空気を調湿する調湿方法であって、

前記吸脱着装置において、

供給された空気中の二酸化炭素及び水分を、前記第一条件において前記吸着材に吸着させ、

前記吸着材の少なくとも一部の加熱、及び、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器内の減圧の少なくともいずれか一方により、前記第二条件において、吸着された二酸化炭素及び水分を脱離させ、

脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである前記第一ガスを排出し、

前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガスを排出し、

前記調湿装置において、

前記第一風路が、前記第一ガスを通過させ、

前記第二風路が、低湿ガスを通過させ、

前記透湿膜を介して、前記第一ガスに含まれる水分を前記低湿ガスに移動させ、

水分が除去された前記第一ガスを、前記閉空間内に供給する
調湿方法。

[0107] 以上、図面を参照しながら各種の実施の形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例又は修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。また、発明の趣旨を逸脱しない範囲において、上記実施の形態における各構成要素を任意に組み合わせてもよい。

[0108] なお、本出願は、2020年7月15日出願の日本特許出願（特願2020-121610）に基づくものであり、その内容は本出願の中に参照とし

て援用される。

産業上の利用可能性

[0109] 本発明によれば、外部の空気が高湿度であっても、この空気から回収した CO_2 を閉空間内に供給でき、かつ、閉空間内の湿度安定化を図ることができる。このため、本発明の調湿システム、吸脱着装置、調湿装置及び調湿方法は、植物工場、ビニールハウス、ガラスハウス等、屋内環境を一定に保つ必要がある建物、又は、湿気を嫌う化学反応系を収容する反応器といった閉空間の内部環境制御に適用可能である。

符号の説明

[0110] 10、10B 調湿エレメント
11、12 風路ユニット
11a1～11a5、12a1～12a5 リブ
100 透湿膜
110 複合材
120 支持体
200、200A 透湿装置
300、300A、300B 吸脱着装置
301、303 吸着材
410 蒸気供給部
F1～F3、212、213 ファン
H ヒーター
P1 第一風路
P2 第二風路
S1～S6 調湿システム

請求の範囲

- [請求項1] 吸脱着装置と、調湿装置と、を備えた調湿システムであって、
前記吸脱着装置は、
供給された空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材と、
前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を再生する再生装置と、
前記第二条件において前記吸着材の少なくとも一部から脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである第一ガスを排出する第一排出部と、
前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガスを排出する第二排出部と、を有し、
前記調湿装置は、
前記第一ガスを通過させる第一風路と、
前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスを通過させる第二風路と、
前記第一風路と前記第二風路とを区画し、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する
調湿システム。
- [請求項2] 前記調湿装置は、前記透湿膜が、前記第一ガスと前記低湿ガスとの間で熱を透過させる
請求項1に記載の調湿システム。
- [請求項3] 前記吸脱着装置は、
前記吸着材の少なくとも一部に、前記吸着材を再生するための再生ガスを供給する供給部を有する
請求項1又は2に記載の調湿システム。
- [請求項4] 前記吸脱着装置は、

前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の外部の空気である外部空気を、前記再生ガスとして供給する

請求項 3 に記載の調湿システム。

[請求項5] 前記吸脱着装置は、

前記供給部が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の内部の空気である内部空気を、前記再生ガスとして供給する

請求項 3 に記載の調湿システム。

[請求項6] 前記調湿装置は、

前記第二風路が、前記第二ガスを通過させ、

前記透湿膜が、前記第一ガスと前記第二ガスとの間で水分を透過させる

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項7] 前記調湿装置は、

前記第二風路が、前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の外部の空気である外部空気を通過させ、

前記透湿膜が、前記第一ガスと前記外部空気との間で水分を透過させる

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項8] 前記吸着材に供給される空気を加湿する加湿装置を備える

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項9] 前記再生装置として、前記吸着材に蒸気又は高湿度空気を供給する蒸気供給部を備える

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項10] 前記第一風路を通過した前記第一ガスの供給先である閉空間の内部の空気である内部空気を通過させる第三風路と、

前記内部空気よりも少ない水分を含む低湿ガスを通過させる第四風

路と、

前記第三風路と前記第四風路とを区画し、前記内部空気と前記低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する第二調湿装置を備え、

前記第四風路を通過した前記低湿ガスが、前記吸着材に供給される請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項11]

前記第一条件は、前記吸着材の温度が第一温度であり、

前記第二条件は、前記吸着材の温度が前記第一温度よりも高い第二温度であり、

前記再生装置は、前記二酸化炭素及び水分を吸着した前記吸着材の少なくとも一部を加熱して前記第二温度とする加熱部である

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項12]

前記吸脱着装置は、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器をさらに有し、

前記第一条件は、前記容器内の気圧が第一気圧であり、

前記第二条件は、前記容器内の気圧が前記第一気圧よりも低い第二気圧であり、

前記再生装置は、前記容器内の気圧を下げて前記第二気圧とする減圧装置である

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の調湿システム。

[請求項13]

請求項 11 に記載の調湿システムにおける前記吸脱着装置であって、

前記吸着材が内部に充填されたローターを有し、

前記加熱部が、前記吸着材を再生するための再生ガスを加熱して、前記ローター内に充填された前記吸着材の一部に供給することで、前記吸着材の一部を加熱する

吸脱着装置。

[請求項14]

請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載の調湿システムにおける前記

吸脱着装置であって、

それぞれに前記吸着材が充填された複数のカラムを有し、

前記再生装置が、前記複数のカラムのうち一部のカラムに充填された前記吸着材を再生する

吸脱着装置。

[請求項15] 請求項1～12のいずれか一項に記載の調湿システムにおける前記吸脱着装置であって、

前記吸着材を保持するフィルターを有し、

前記再生装置が、前記フィルターに保持された前記吸着材を再生する

吸脱着装置。

[請求項16] 請求項1～12のいずれか一項に記載の調湿システムにおける前記調湿装置であって、

前記透湿膜は、

前記第一風路を形成する複数の第一リブが表面に立設された、複数の第一透湿膜と、

前記第二風路を形成する複数の第二リブが表面に立設された、複数の第二透湿膜と、を含み、

前記第一透湿膜と前記第二透湿膜とが交互に積層された調湿装置。

[請求項17] 供給された空気中の二酸化炭素及び水分を第一条件において吸着し、吸着された二酸化炭素及び水分を第二条件において脱離させる吸着材を有する吸脱着装置と、

第一風路と、第二風路と、前記第一風路と前記第二風路とを区画し、第一ガスと前記第一ガスよりも少ない水分を含む低湿ガスとの間で水分を透過させる透湿膜と、を有する調湿装置と、

を備えた調湿システムにおいて、閉空間内の空気を調湿する調湿方法であって、

前記吸脱着装置において、

供給された空気中の二酸化炭素及び水分を、前記第一条件において前記吸着材に吸着させ、

前記吸着材の少なくとも一部の加熱、及び、前記吸着材の少なくとも一部を収容する容器内の減圧の少なくともいずれか一方により、前記第二条件において、吸着された二酸化炭素及び水分を脱離させ、

脱離された二酸化炭素及び水分を含むガスである前記第一ガスを排出し、

前記吸着材によって前記二酸化炭素及び水分が除去された前記空気である第二ガスを排出し、

前記調湿装置において、

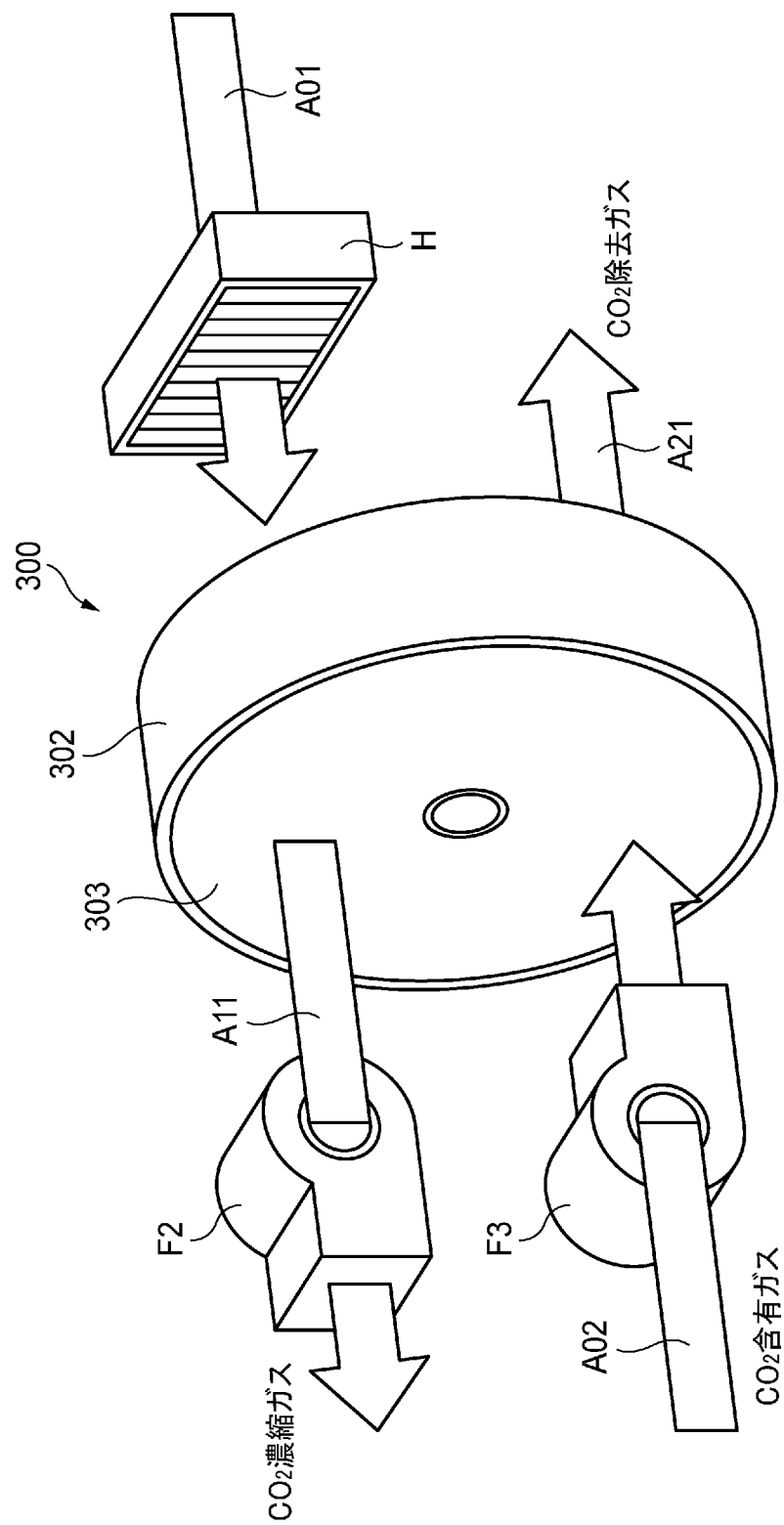
前記第一風路が、前記第一ガスを通過させ、

前記第二風路が、前記低湿ガスを通過させ、

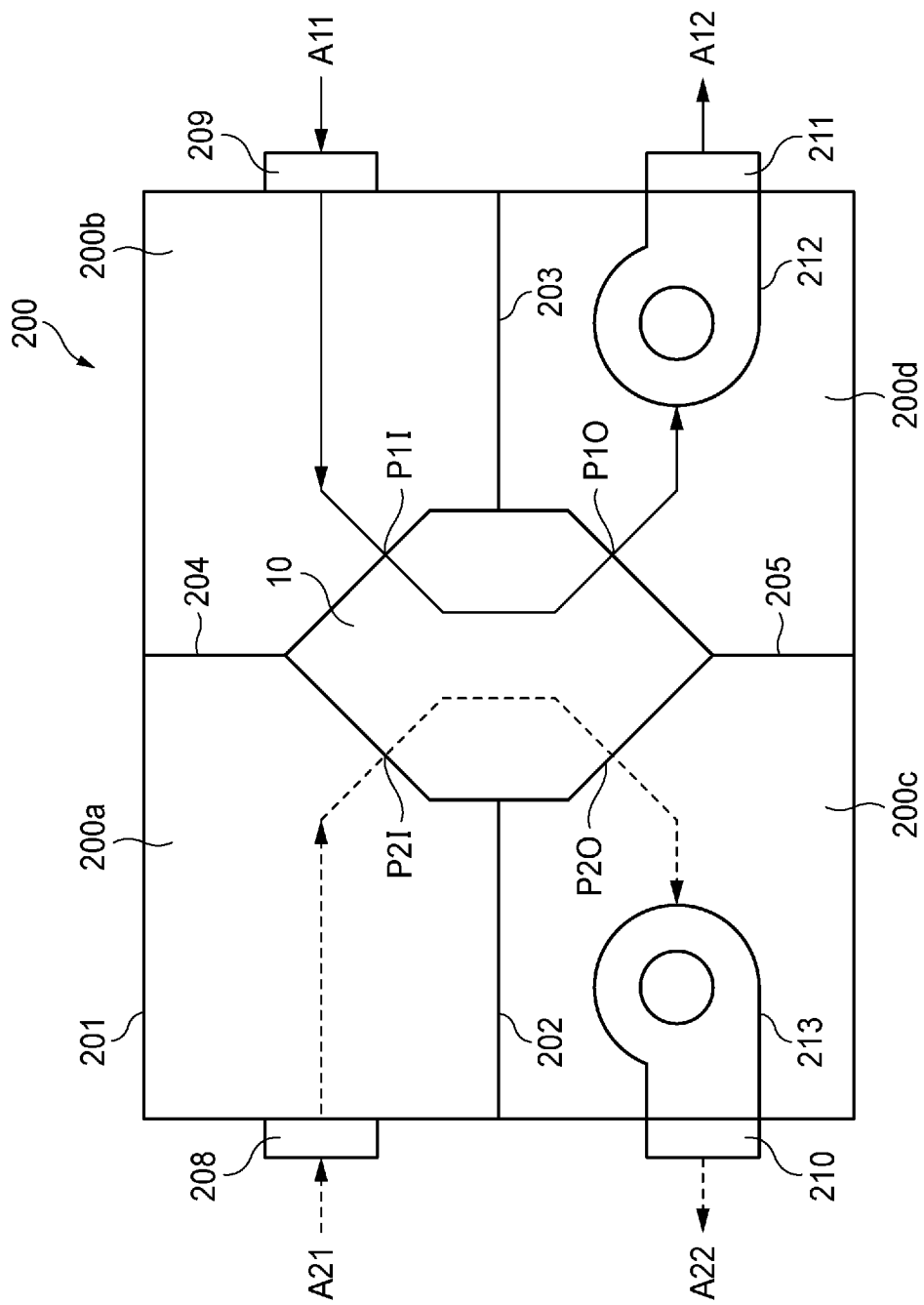
前記透湿膜を介して、前記第一ガスに含まれる水分を前記低湿ガスに移動させ、

水分が除去された前記第一ガスを、前記閉空間内に供給する調湿方法。

[図2]

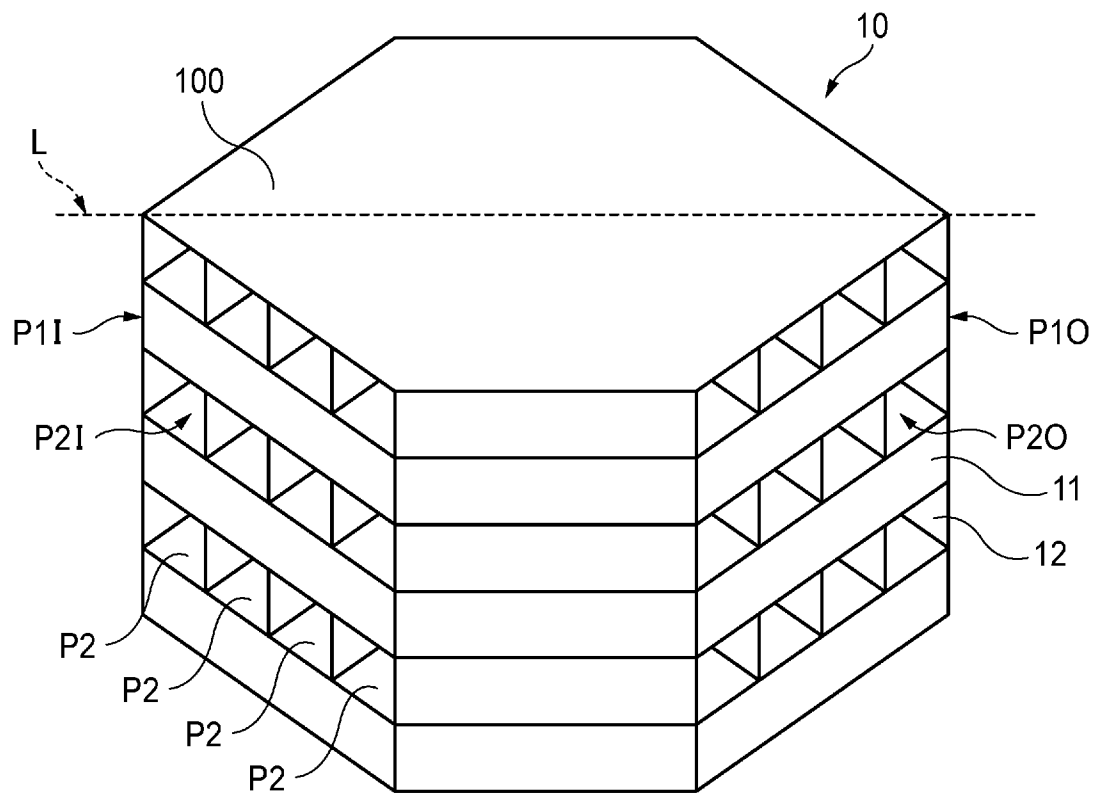


[図3]

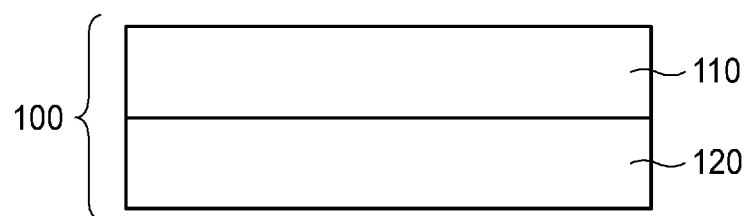


[図4]

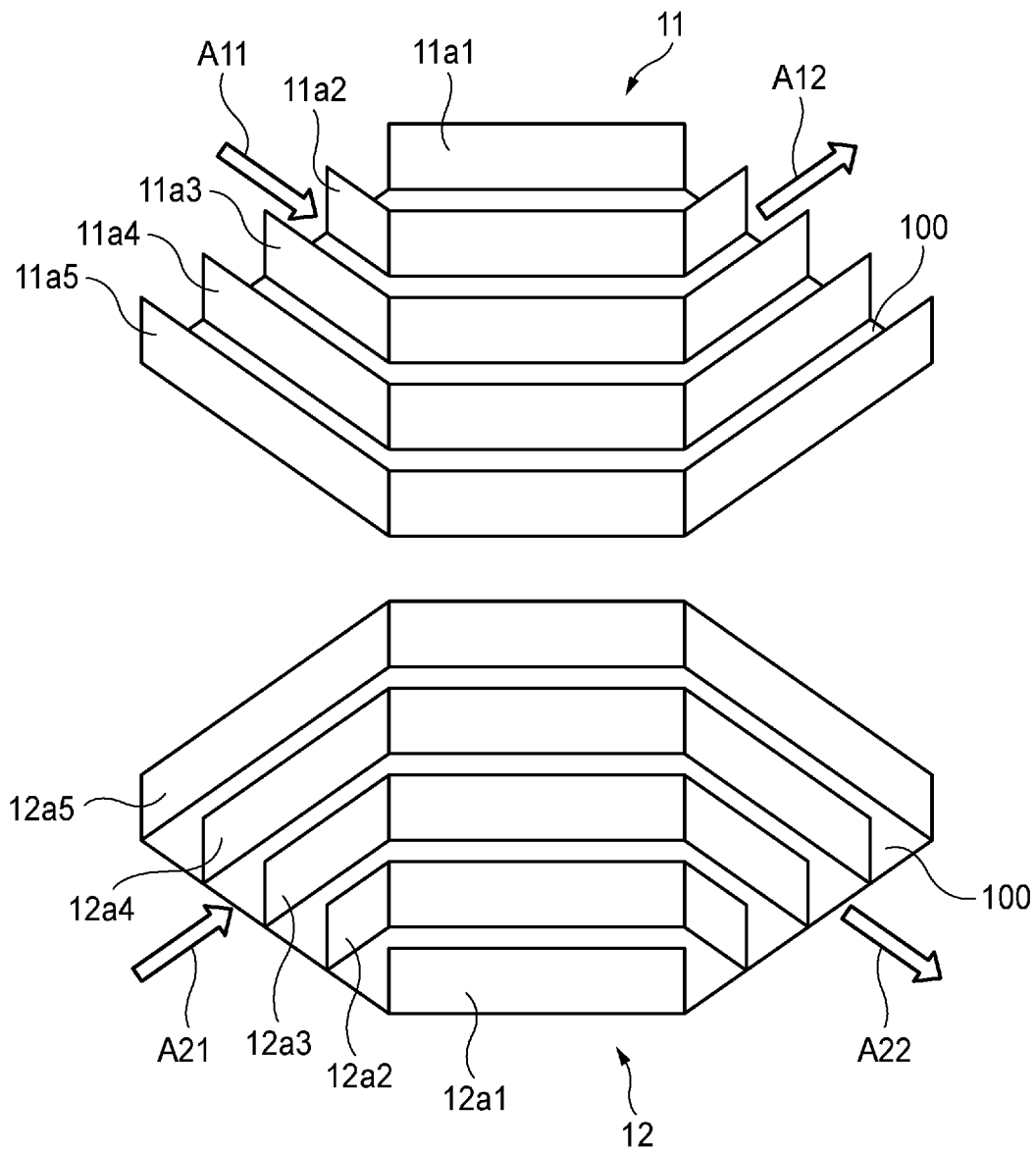
(a)



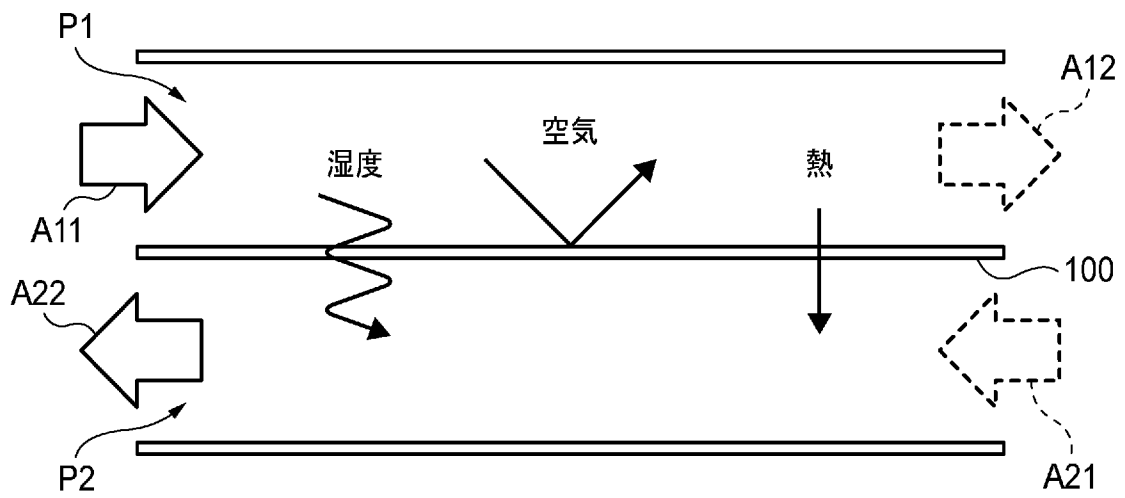
(b)



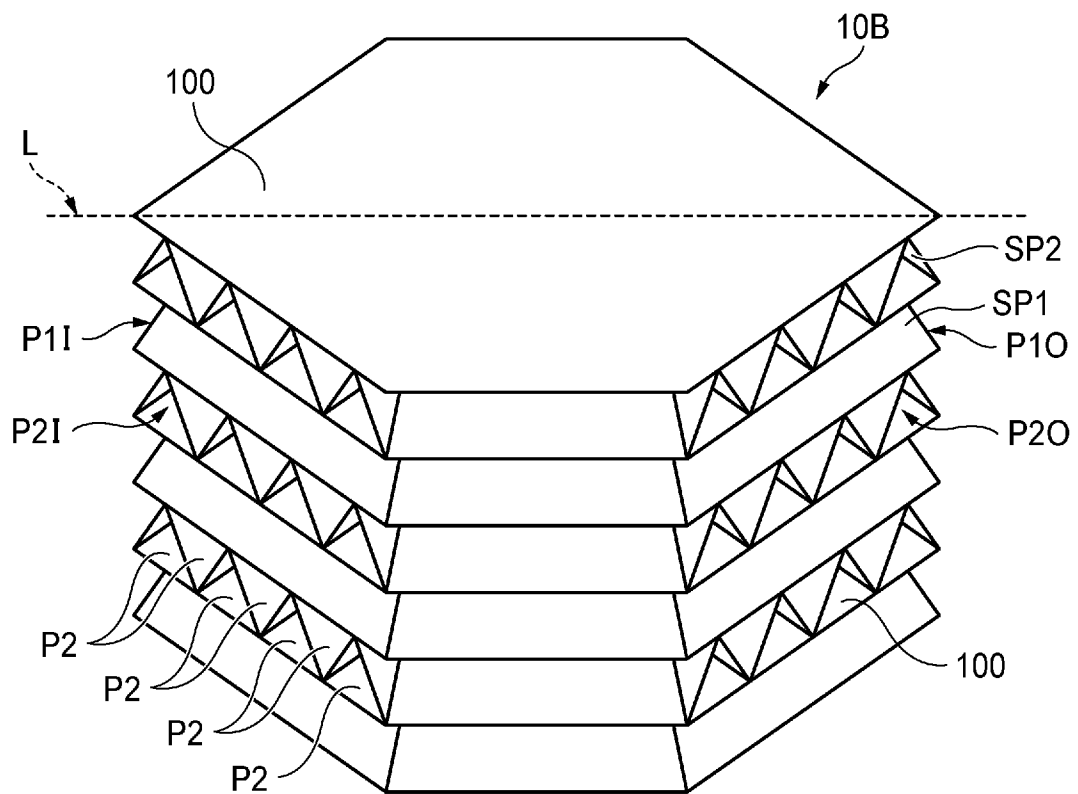
[図5]



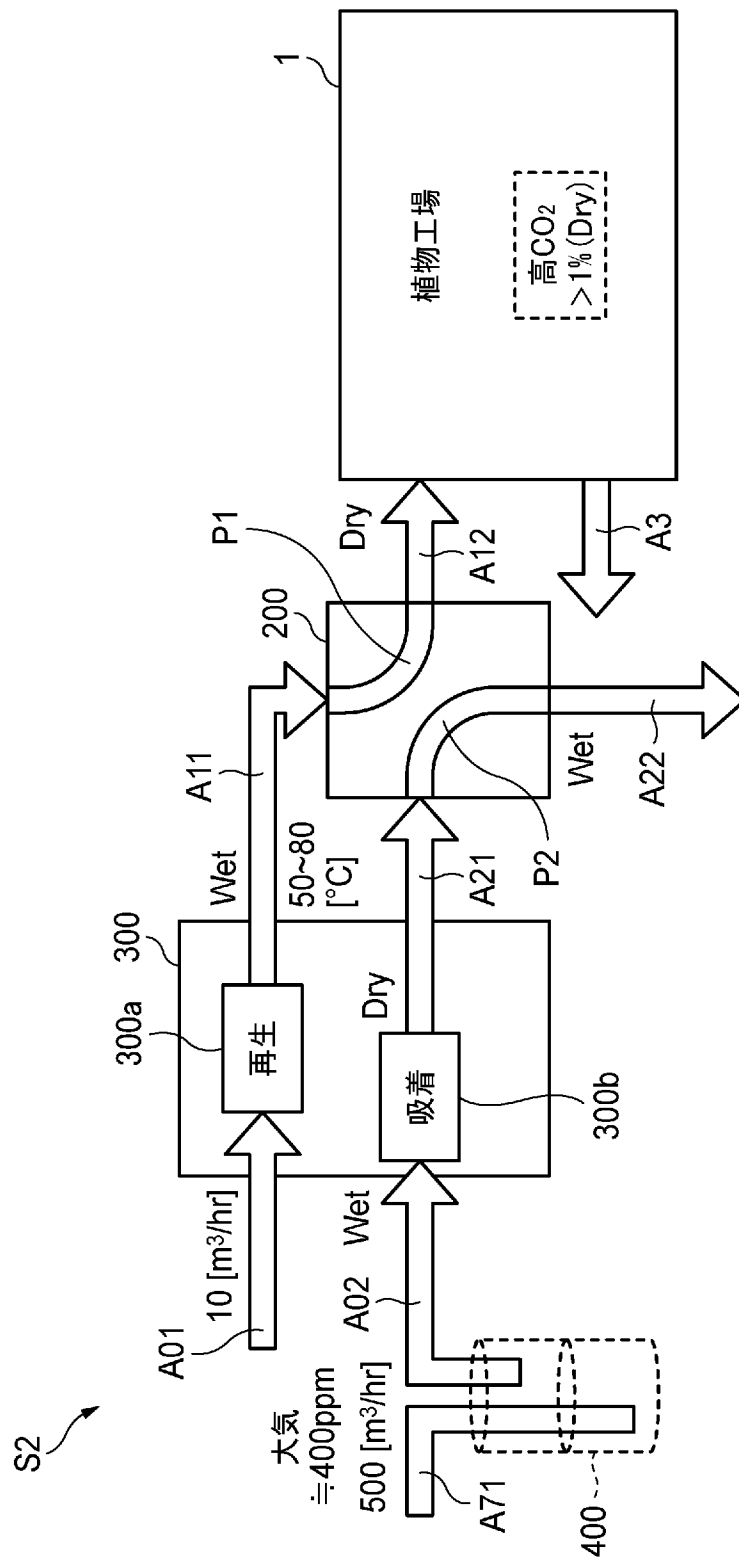
[図6]



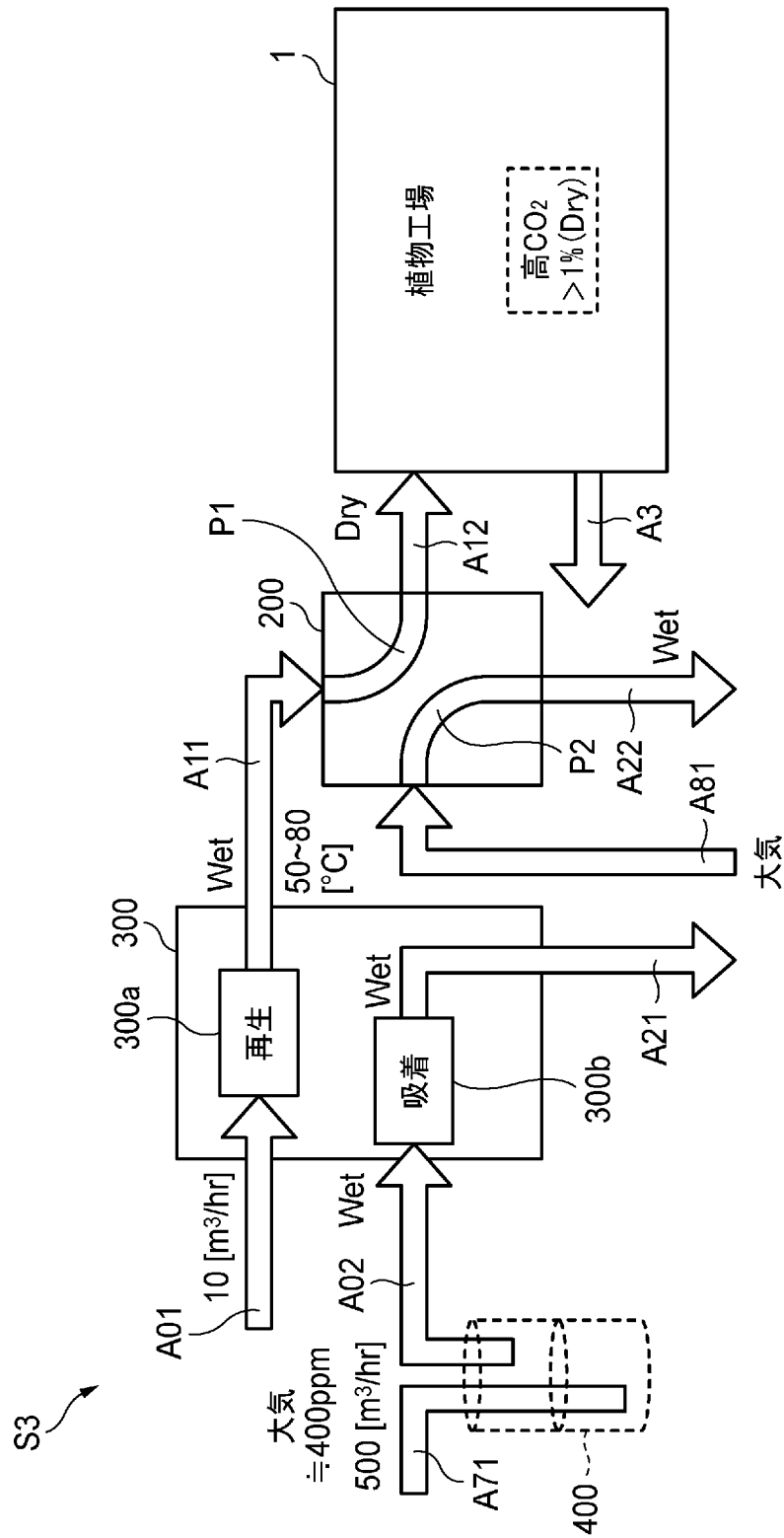
[図7]



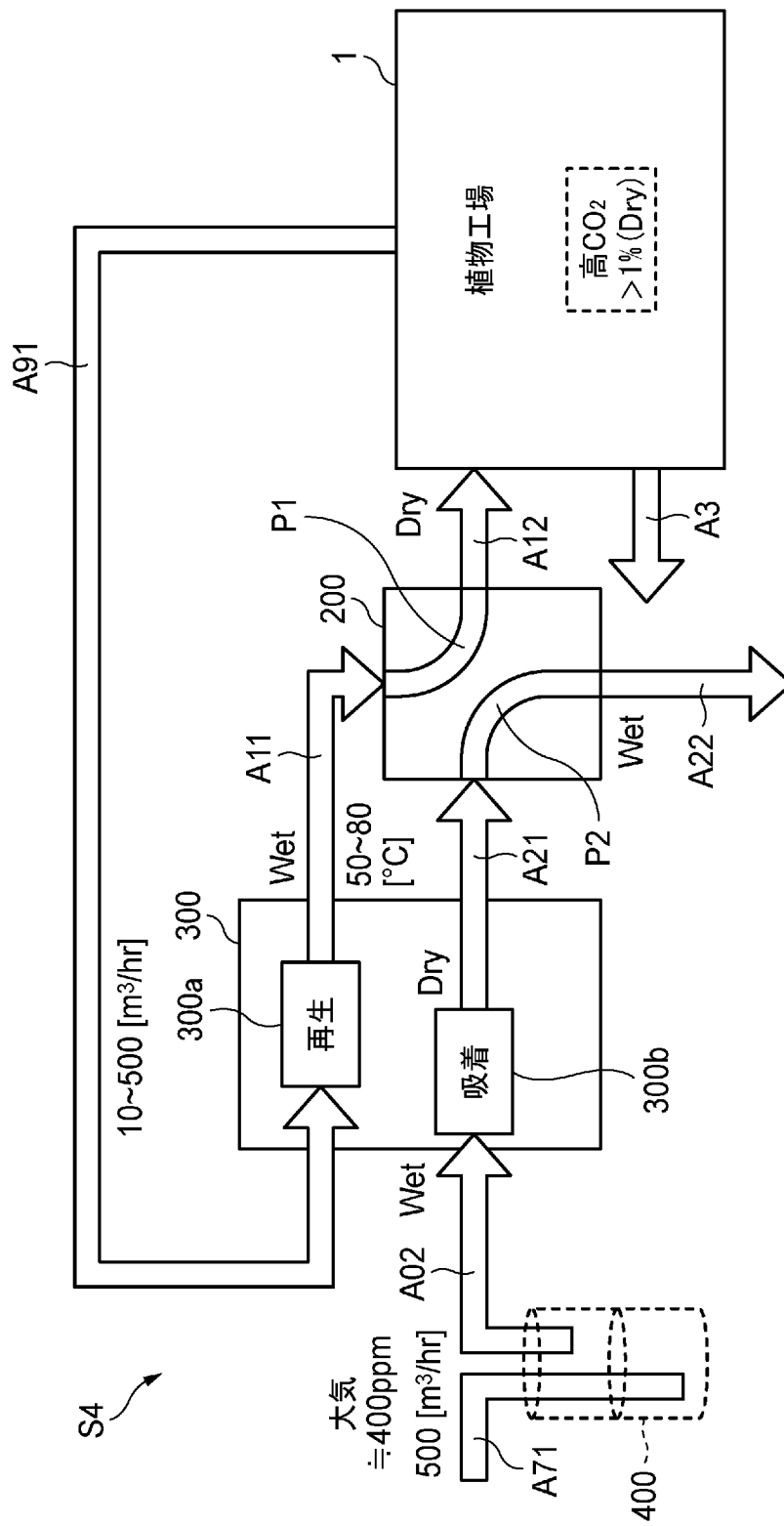
[図8]



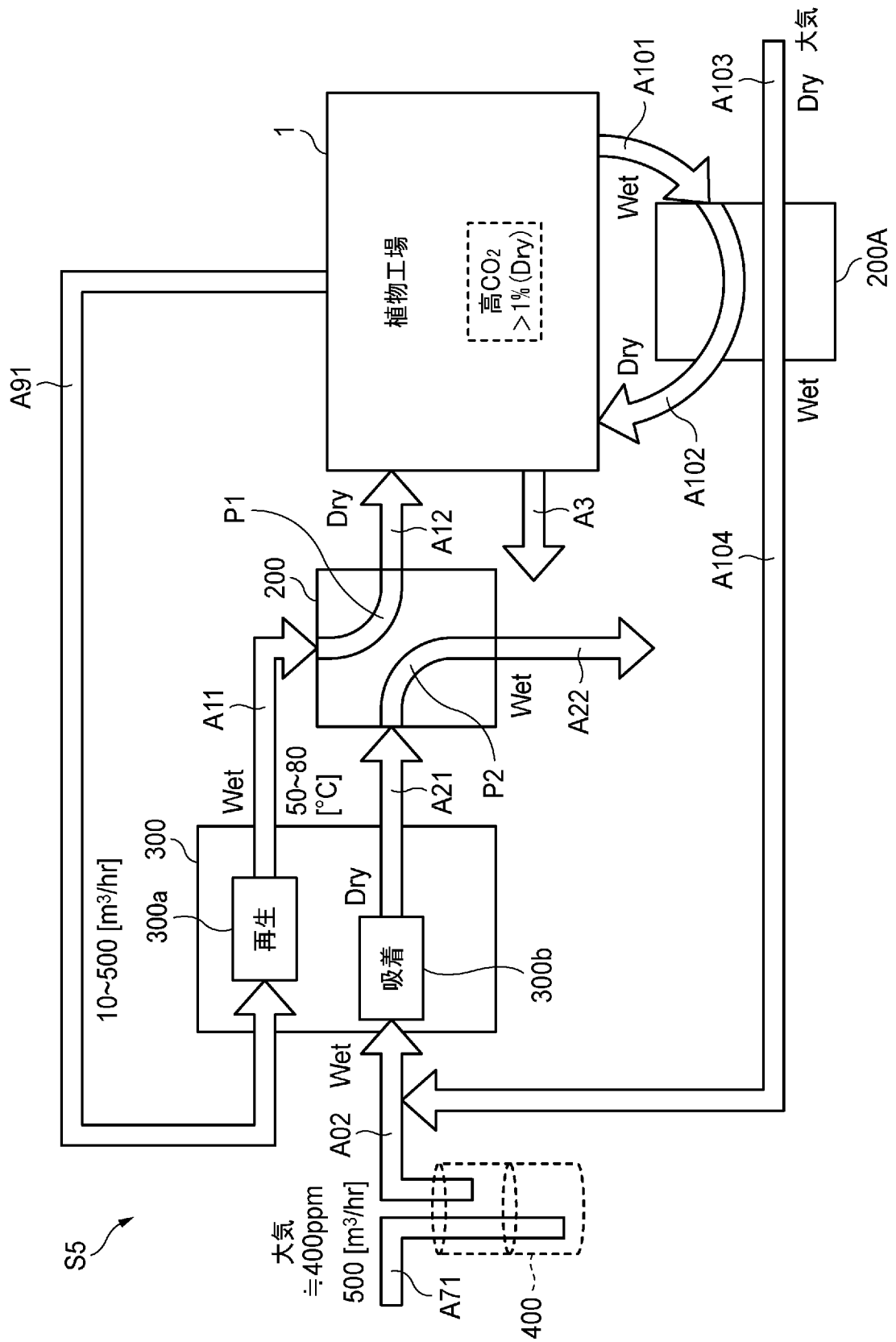
[図9]



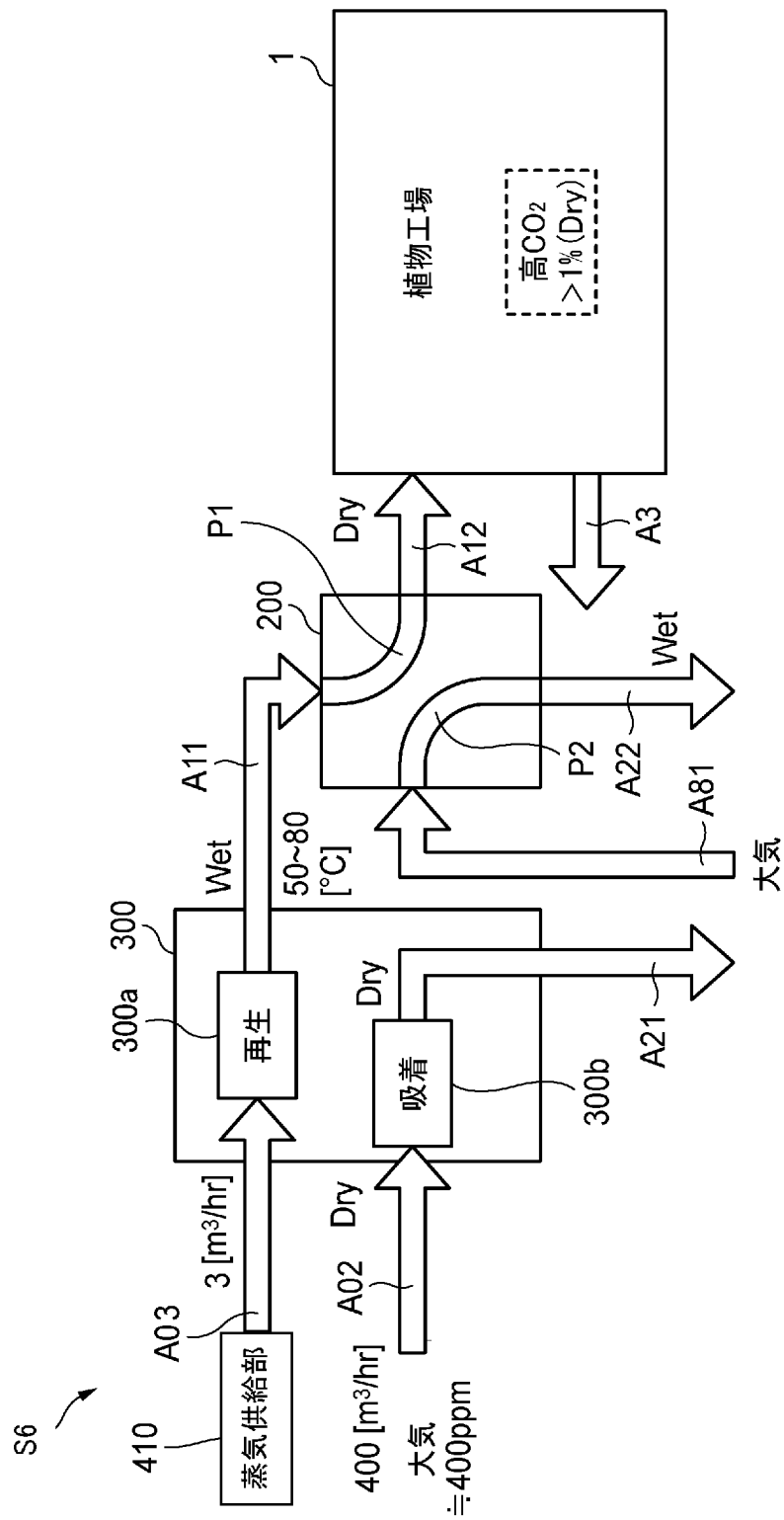
[図10]



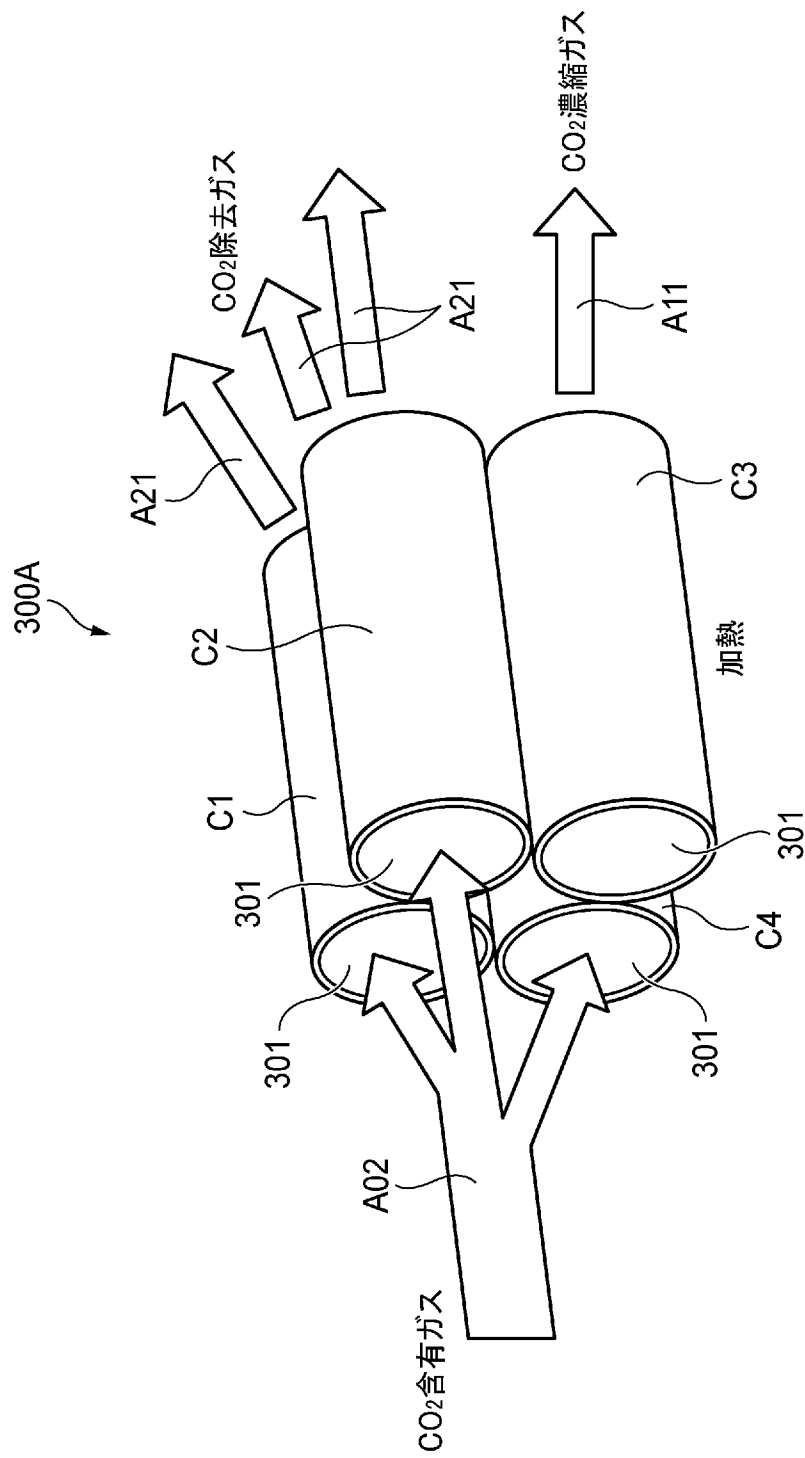
[図11]



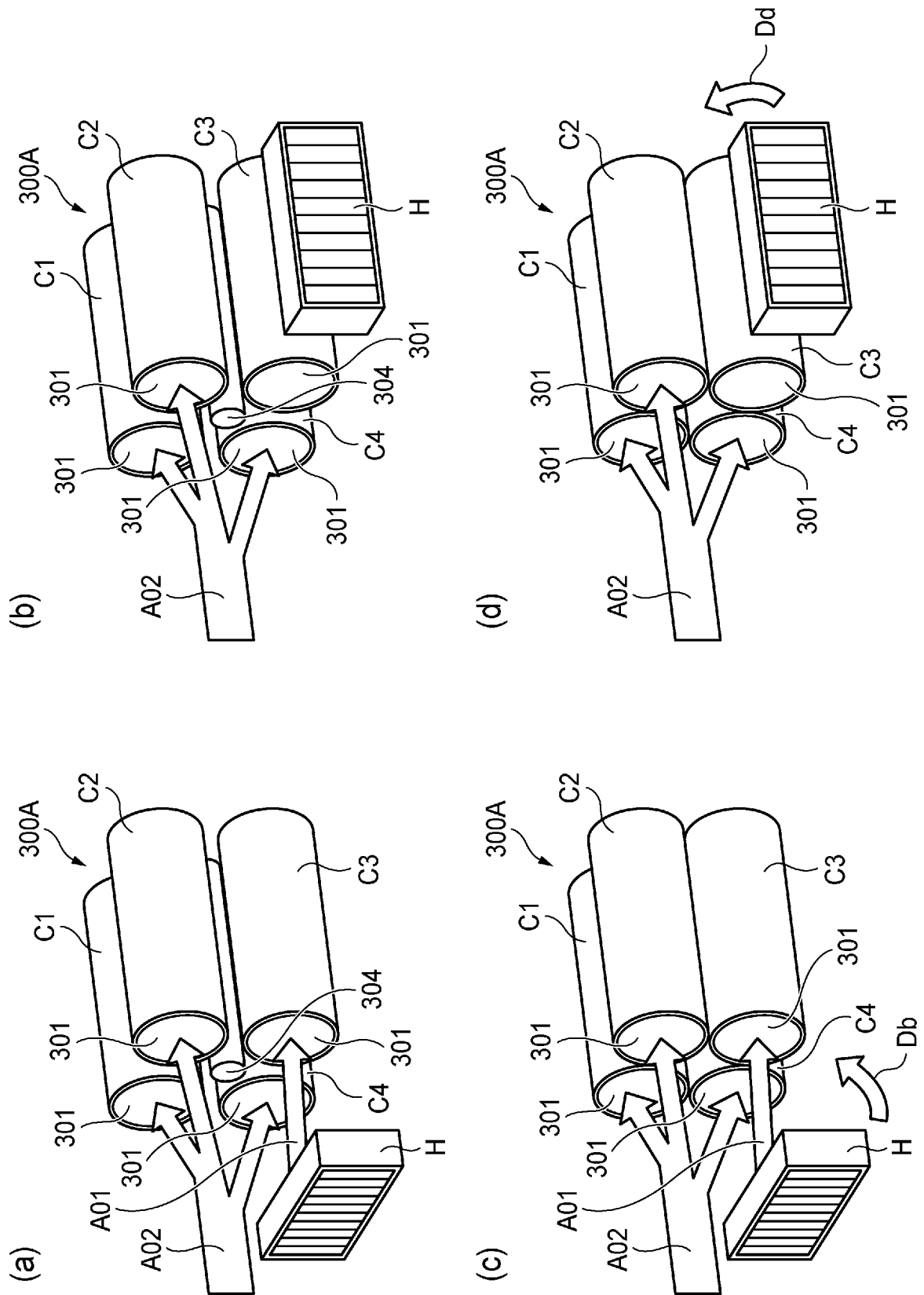
[図12]



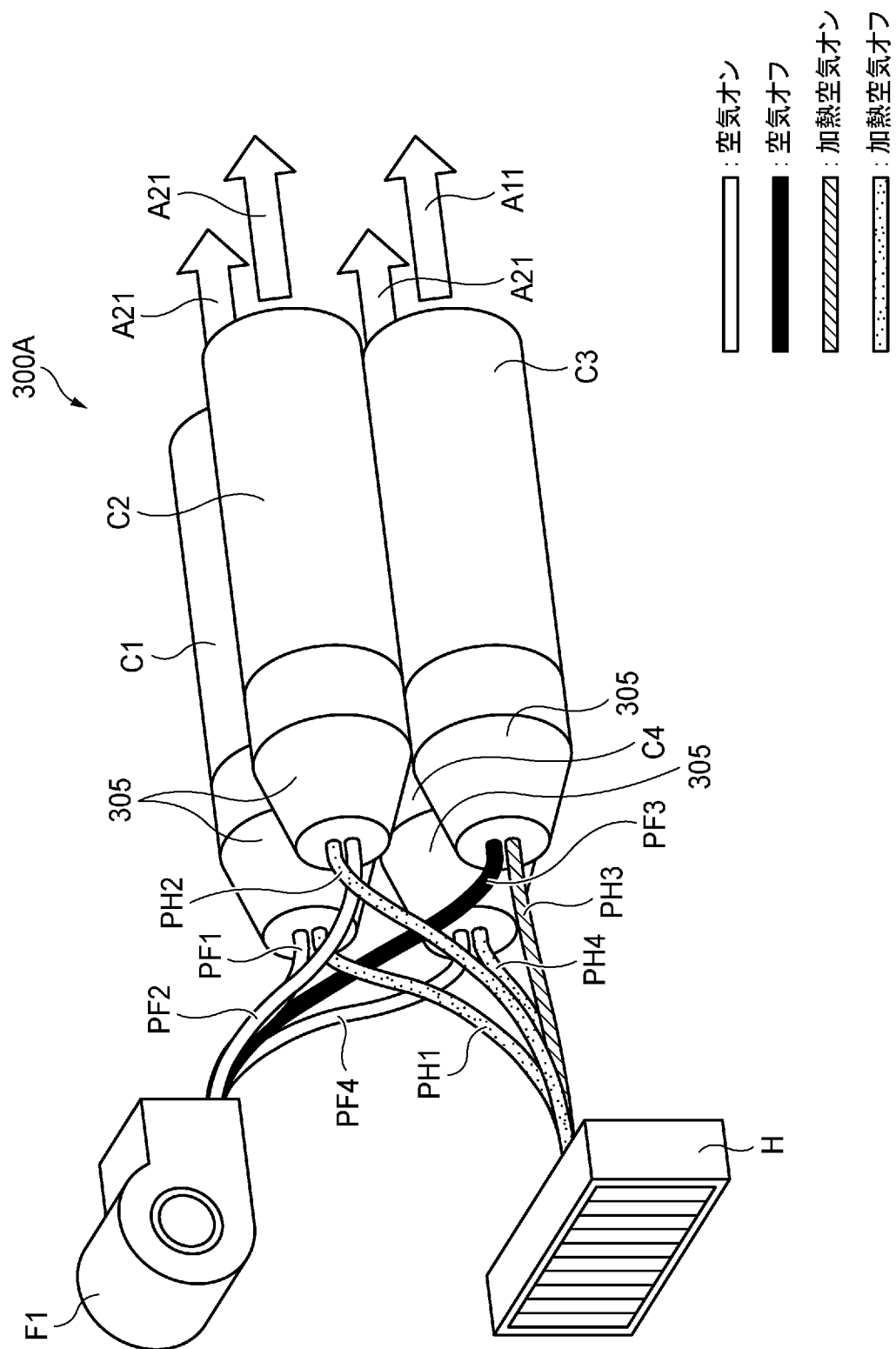
[図13]



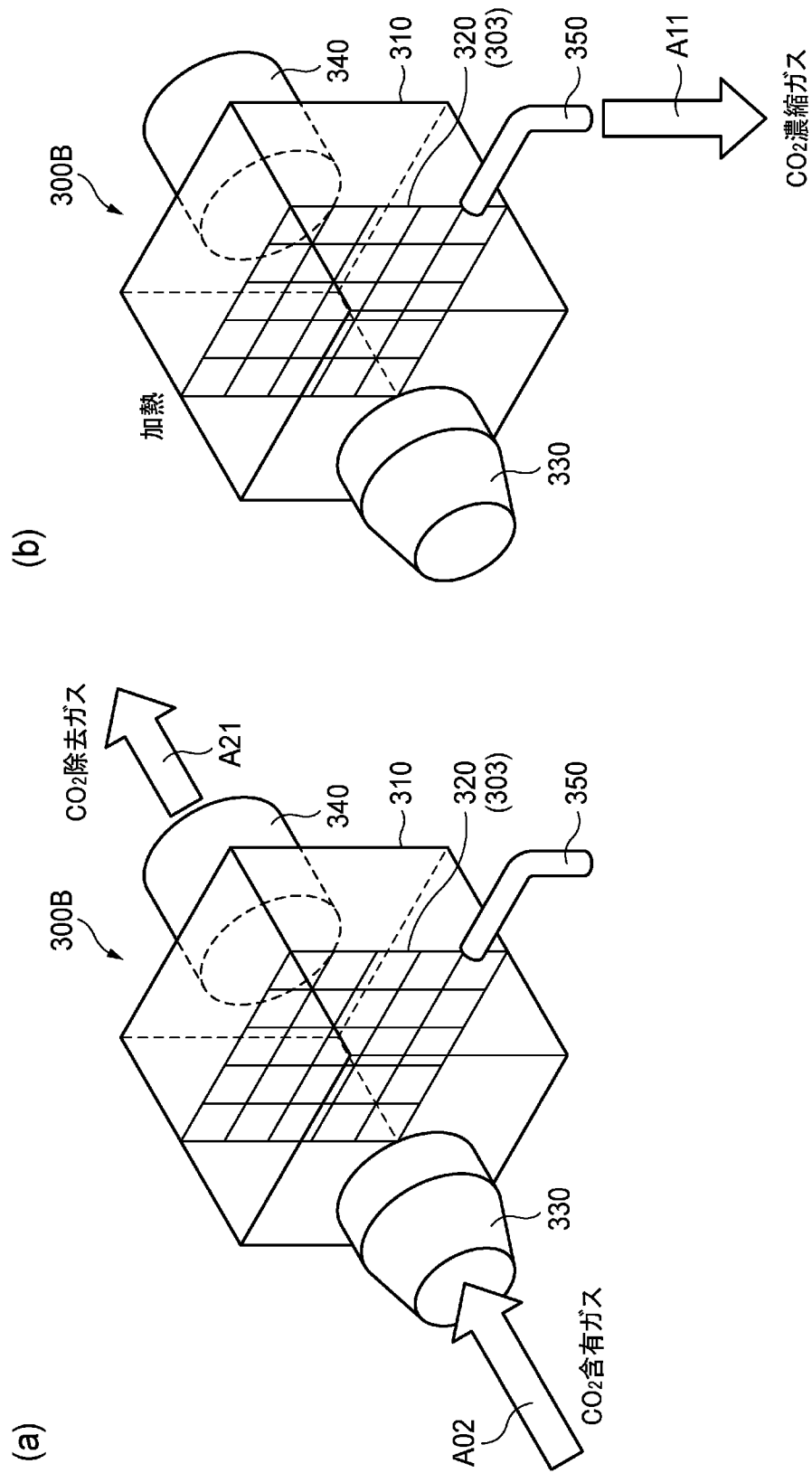
[図14]



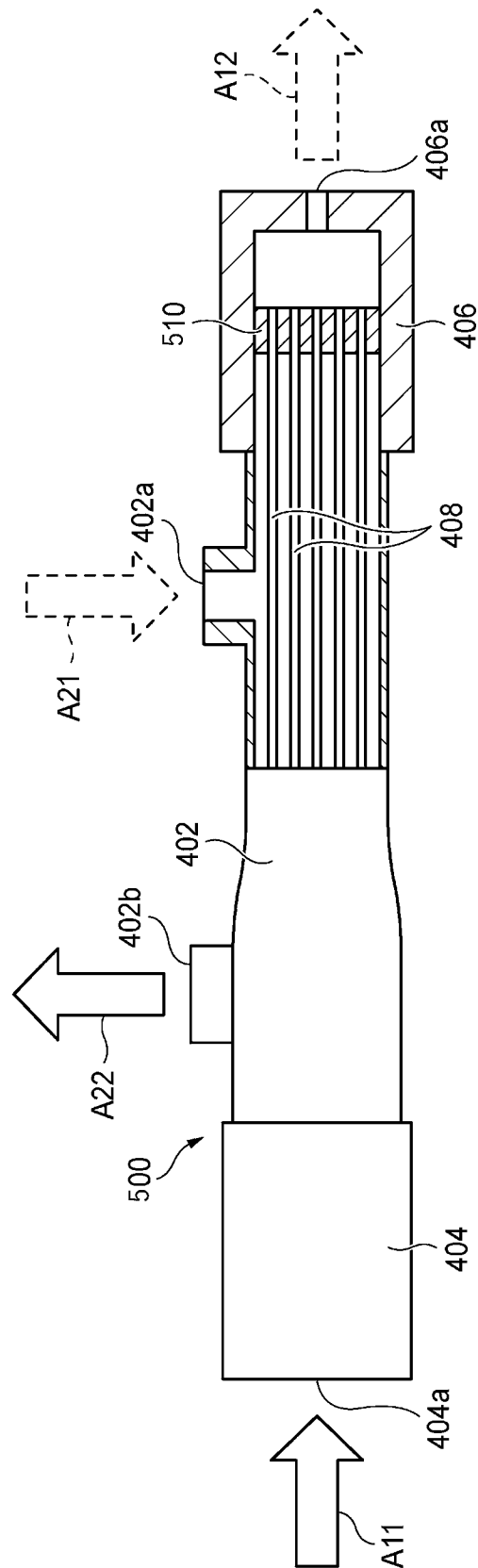
[図15]



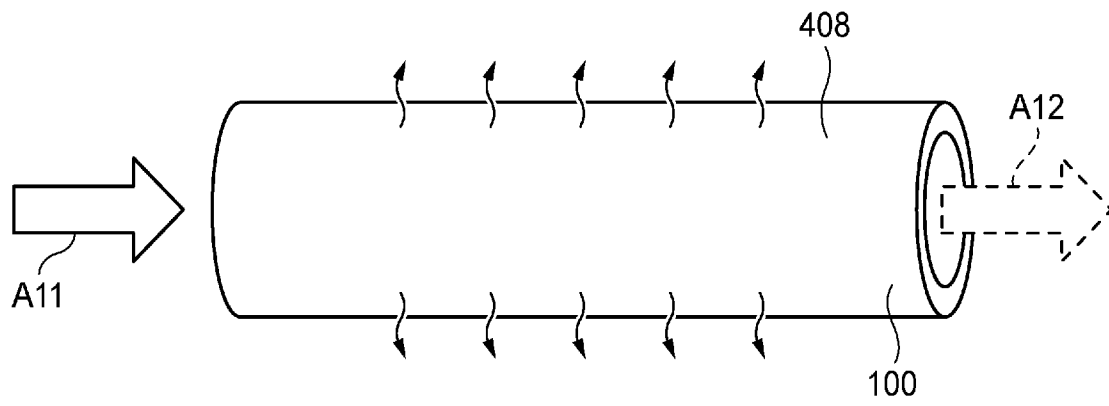
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/026523

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 53/04(2006.01)i; B01D 53/06(2006.01)i; B01D 53/14(2006.01)i; B01D 53/22(2006.01)i; B01D 53/26(2006.01)i; A01G 7/02(2006.01)i; A01G 9/18(2006.01)i; F24F 6/00(2006.01)i
 FI: B01D53/04 220; B01D53/06 100; B01D53/04 230; B01D53/26 220;
 B01D53/26 231; B01D53/14 100; B01D53/22; B01D53/26; F24F6/00 Z;
 A01G7/02; A01G9/18

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)

B01D53/04; B01D53/06; B01D53/14; B01D53/22; B01D53/26; A01G7/02;
 A01G9/18; F24F6/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2020/059197 A1 (SEIBU GIKEN CO., LTD.) 26 March 2020 (2020-03-26) fig. 1	1-17
A	JP 2012-522627 A (INNOSEPPRA LLC) 27 September 2012 (2012-09-27)	1-17
A	JP 2001-205045 A (THE TOKYO ELECTRIC POWER CO., INC.) 31 July 2001 (2001-07-31)	1-17
A	JP 2013-202595 A (TAKASAGO THERMAL ENGINEERING CO., LTD.) 07 October 2013 (2013-10-07) fig. 11	1-17
A	JP 2017-164683 A (IHI CORPORATION) 21 September 2017 (2017-09-21)	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
 09 September 2021 (09.09.2021)

Date of mailing of the international search report
 21 September 2021 (21.09.2021)

Name and mailing address of the ISA/
 Japan Patent Office
 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/026523

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2020/059197 A1	26 Mar. 2020	JP 2020-44504 A	
JP 2012-522627 A	27 Sep. 2012	US 2014/0026750 A1	
		WO 2015/047838 A1	
JP 2001-205045 A	31 Jul. 2001	US 2001/0009124 A1	
JP 2013-202595 A	07 Oct. 2013	(Family: none)	
JP 2017-164683 A	21 Sep. 2017	US 2018/0236395 A1	
		WO 2017/159017 A1	
		CA 3017323 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B01D 53/04(2006.01)i; B01D 53/06(2006.01)i; B01D 53/14(2006.01)i; B01D 53/22(2006.01)i; B01D 53/26(2006.01)i; A01G 7/02(2006.01)i; A01G 9/18(2006.01)i; F24F 6/00(2006.01)i FI: B01D53/04 220; B01D53/06 100; B01D53/04 230; B01D53/26 220; B01D53/26 231; B01D53/14 100; B01D53/22; B01D53/26; F24F6/00 Z; A01G7/02; A01G9/18																				
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（IPC）） B01D53/04; B01D53/06; B01D53/14; B01D53/22; B01D53/26; A01G7/02; A01G9/18; F24F6/00 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年										
日本国実用新案公報	1922-1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971-2021年																			
日本国実用新案登録公報	1996-2021年																			
日本国登録実用新案公報	1994-2021年																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>WO 2020/059197 A1 (株式会社西部技研) 26.03.2020 (2020-03-26) 図1</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2012-522627 A (イノセブラ エルエルシー) 27.09.2012 (2012-09-27)</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2001-205045 A (東京電力株式会社) 31.07.2001 (2001-07-31)</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013-202595 A (高砂熱学工業株式会社) 07.10.2013 (2013-10-07) 図11</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2017-164683 A (株式会社 I H I) 21.09.2017 (2017-09-21)</td> <td>1-17</td> </tr> </tbody> </table>			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	WO 2020/059197 A1 (株式会社西部技研) 26.03.2020 (2020-03-26) 図1	1-17	A	JP 2012-522627 A (イノセブラ エルエルシー) 27.09.2012 (2012-09-27)	1-17	A	JP 2001-205045 A (東京電力株式会社) 31.07.2001 (2001-07-31)	1-17	A	JP 2013-202595 A (高砂熱学工業株式会社) 07.10.2013 (2013-10-07) 図11	1-17	A	JP 2017-164683 A (株式会社 I H I) 21.09.2017 (2017-09-21)	1-17
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	WO 2020/059197 A1 (株式会社西部技研) 26.03.2020 (2020-03-26) 図1	1-17																		
A	JP 2012-522627 A (イノセブラ エルエルシー) 27.09.2012 (2012-09-27)	1-17																		
A	JP 2001-205045 A (東京電力株式会社) 31.07.2001 (2001-07-31)	1-17																		
A	JP 2013-202595 A (高砂熱学工業株式会社) 07.10.2013 (2013-10-07) 図11	1-17																		
A	JP 2017-164683 A (株式会社 I H I) 21.09.2017 (2017-09-21)	1-17																		
☐ 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、一般的な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抵触するものではなく、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 09.09.2021		国際調査報告の発送日 21.09.2021																		
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 塩谷 領大 4Q 4665 電話番号 03-3581-1101 内線 3468																		

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/026523

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/059197	A1	26.03.2020	JP	2020-44504	A	
JP	2012-522627	A	27.09.2012	US	2014/0026750	A1	
				WO	2015/047838	A1	
JP	2001-205045	A	31.07.2001	US	2001/0009124	A1	
JP	2013-202595	A	07.10.2013	(ファミリーなし)			
JP	2017-164683	A	21.09.2017	US	2018/0236395	A1	
				WO	2017/159017	A1	
				CA	3017323	A1	