

(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
2024年6月27日(27.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/135745 A1

(51) 国際特許分類:
B01D 53/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/045785

(22) 国際出願日: 2023年12月20日(20.12.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

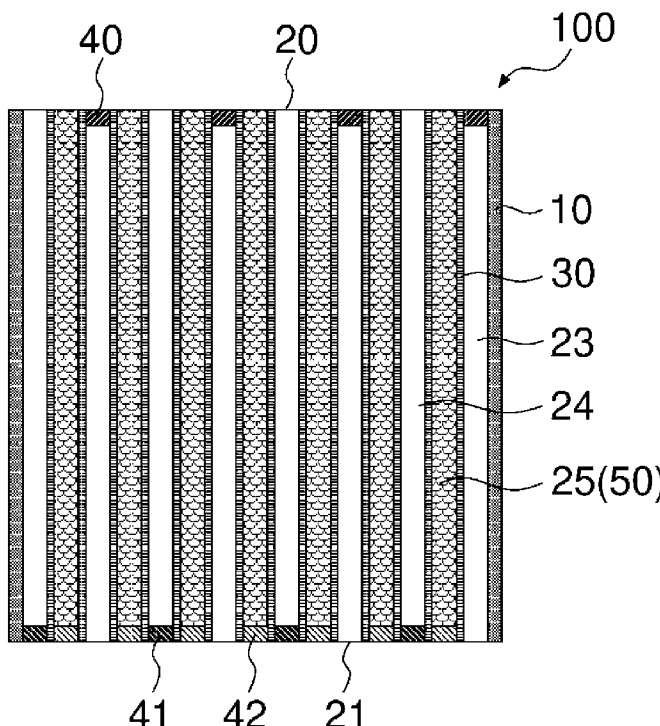
(30) 優先権データ:
PCT/JP2022/046958 2022年12月20日(20.12.2022) JP

(71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).

(72) 発明者: 折原 真帆(ORIYHARA, Maho); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 和田 拓也(WADA, Takuya); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 村上 佳矢(MURAKAMI, Keiya); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 大藪 智史(OYABU, Tomofumi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 高木 義文(TAKAGI, Yoshifumi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 宮入 由紀夫(MIYAIRI, Yukio); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株

(54) Title: REACTOR AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME, GAS RECOVERY DEVICE, AND GAS RECOVERY SYSTEM

(54) 発明の名称: 反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システム



(57) Abstract: This reactor comprises: a honeycomb structure comprising an outer peripheral wall 10, porous separating walls 30 that are disposed inside the outer peripheral wall 10 and that demarcate and form first cells 23, second cells 24 and third cells 25 which extend from an inflow end surface 20 to an outflow end surface 21, and through which a process gas containing a gas to be captured can flow, first plugging portions 40 provided in the first cells 23 on the inflow end surface 20 side, second plugging portions 41 provided in the second cells 24 on the outflow end surface 21 side, and third plugging

式会社内 Aichi (JP). 青木 洋一(AOKI,Yoichi);
〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番
5 6 号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: アクシス国際弁理士法人 (AXIS
PATENT INTERNATIONAL); 〒1050004 東京
都港区新橋二丁目 6 番 2 号 新橋アイ
マークビル 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第19条
(1))

portions 42 provided in the third cells 25 on the outflow end surface 21 side, the third cells 25 being interposed between the first cells 23 and the second cells 24; and a pellet-like functional material 50 with which the third cells 25 are filled.

(57) 要約: 外周壁 10 と、外周壁 10 の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面 20 から流出端面 21 まで延びる第 1 セル 23、第 2 セル 24 及び第 3 セル 25 を区画形成する多孔質の隔壁 30 と、流入端面 20 側の第 1 セル 23 に設けられた第 1 目封止部 40 と、流出端面 21 側の第 2 セル 24 に設けられた第 2 目封止部 41 と、流出端面 21 側の第 3 セル 25 に設けられた第 3 目封止部 42 とを有し、第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間に第 3 セル 25 が介在するハニカム構造体、並びに第 3 セル 25 に充填されたペレット状の機能材 50 を備える反応器である。

明 細 書

発明の名称： 反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システム

技術分野

[0001] 本発明は、反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システムに関する。

背景技術

[0002] 地球温暖化対策として、工場排気ガス、火力発電所などの CO_2 排出源の燃焼排気ガスからの CO_2 回収、及び大気からの直接 CO_2 回収（ダイレクトエアキャプチャー：DAC）及び固定、並びに回収した CO_2 のメタネーションなどによる有効利用への要求が高まっている。

[0003] CO_2 回収の主な方法としては、 CO_2 を吸着可能な吸着材に CO_2 を吸着させ、温度、圧力、湿度などを変動させることによって CO_2 を離脱させ、高濃度の CO_2 として回収し、これを化学工業原料として利用することや、地下に注入して固定化することなどが提案されている。吸着材は、多孔質のペレット、多孔質粒子、繊維フィルター、ハニカム構造体などに担持して用いられている（例えば、非特許文献1）。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：「二酸化炭素のDirect Air Capture (DAC) 法のコストと評価 (Vol. 2) -吸着分離プロセス-」，国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター，令和3年3月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 非特許文献1には、隔壁の厚みが 0.15 mm 、セル密度が $400\text{ 個}/\text{inch}^2$ ($62\text{ 個}/\text{cm}^2$)、開口率が 75.0% である、ムライト材質のハニカ

ム構造体の隔壁の表面に吸着材を担持（吸着材層を形成）した反応器が記載されている。CO₂の回収量は反応器に保持される吸着材の量に比例することから、CO₂の回収量を増加させるためには、できるだけ多くの吸着材を反応器に配置すればよい。

しかしながら、ハニカム構造体の隔壁の表面に吸着材を担持する方法では、吸着材の担持量を増加させると、吸着材層の厚みによってハニカム構造体の開口率が小さくなり、CO₂を含む処理ガスが流通する際の圧力損失が増加する。その結果、ハニカム構造体に処理ガスを流通させるのに必要な動力エネルギーが増加してしまい、反応器の運転コストが増大する。また、吸着材層の厚みが増加すると、吸着材層の内部に処理ガスが十分に達し難くなるため、CO₂の吸着性能も低下する。CO₂の脱離過程においても同様に、吸着材層の内部からCO₂を十分に脱離させ難いという問題もある。

[0006] また、反応器を長期使用する際の吸着材の劣化を考慮すると、できるだけ多くの吸着材を反応器に保持することがメンテナンス期間を延ばすのに有効であるが、上記の方法では吸着材の保持量を増加させるのに限界がある。

他方、多孔質のペレットに吸着材を担持する方法や、吸着材自体をペレット状に成形する方法も考えられるが、これらの方法は、ハニカム構造体の隔壁の表面に吸着材を担持させる方法に比べて、処理ガスとの接触面積や圧力損失の面で劣る。また、ハニカム構造体の隔壁を吸着材で形成することも考えられるが、隔壁の厚み方向に処理ガスが十分に拡散し難いとともに、ハニカム構造体の強度も低下してしまう。

なお、上記では、捕捉対象ガスがCO₂であり且つCO₂を吸着可能な吸着材を用いた反応器の場合を例に挙げて説明したが、捕捉対象ガスがCO₂以外の成分であり且つCO₂を吸着可能な吸着材以外の機能材を用いた反応器の場合でも、上記と同様の問題が生じ得る。

[0007] 本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、圧力損失の増大を抑えつつ、機能材の保持量を高めることで捕捉対象ガスの回収量を

増加させることが可能な反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システムを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者らは、ハニカム構造体を備える反応器について鋭意研究を行った結果、特定の構造を有するハニカム構造体の特定のセルに機能材を選択的に充填することにより、上記の課題を解決し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、以下のように例示される。

[0009] (1) 外周壁と、

前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁と、

前記流入端面側の前記第1セルに設けられた第1目封止部と、

前記流出端面側の前記第2セルに設けられた第2目封止部と、

前記流出端面側の前記第3セルに設けられた第3目封止部と

を有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体、並びに

前記第3セルに充填されたペレット状の機能材を備える反応器。

[0010] (2) 前記ハニカム構造体は、前記流入端面側の前記第3セルに設けられた第4目封止部を更に有する、(1)に記載の反応器。

[0011] (3) 前記第3目封止部が多孔質である、(1)又は(2)に記載の反応器。

[0012] (4) 前記第1目封止部及び前記第2目封止部が緻密質である、(1)～(3)のいずれか1つに記載の反応器。

[0013] (5) 前記第4目封止部が多孔質である、(2)～(4)のいずれか1つに記載の反応器。

[0014] (6) 前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向に直交する断面において、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルの形状が、

三角形、四角形、六角形、八角形又はそれらの組み合わせである、(1)～(5)のいずれか1つに記載の反応器。

[0015] (7) 前記外周壁及び前記隔壁は、コージェライト、ムライト、アルミナ、炭化ケイ素、Si結合炭化ケイ素から選択される1種以上を主成分とする、(1)～(6)のいずれか1つに記載の反応器。

[0016] (8) 前記隔壁の厚さが0.05mm～5mmである、(1)～(7)のいずれか1つに記載の反応器。

[0017] (9) 前記隔壁の気孔率が30%以上80%未満である、(1)～(8)のいずれか1つに記載の反応器。

[0018] (10) 前記隔壁の平均細孔径が10μm～300μmである、(1)～(9)のいずれか1つに記載の反応器。

[0019] (11) 前記機能材は吸着材である、(1)～(10)のいずれか1つに記載の反応器。

[0020] (12) 前記吸着材は、アミン化合物、有機金属錯体、並びに前記アミン化合物及び／又は前記有機金属錯体が担持されたナノポーラスセラミックス又はメソポーラスシリカから選択される少なくとも1つである、(11)に記載の反応器。

[0021] (13) 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向において中心部よりも前記流出端面側が小さい、(12)に記載の反応器。

[0022] (14) 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向に直交する方向において中心部よりも前記外周壁側が大きい、(12)又は(13)に記載の反応器。

[0023] (15) 前記外周壁に面する位置に前記第1セル及び／又は前記第2セルが配置されている、(1)～(14)のいずれか1つに記載の反応器。

[0024] (16) 前記第1目封止部、前記第2目封止部及び前記第3目封止部が樹脂シートから構成される、(1)～(15)のいずれか1つに記載の反応器。

[0025] (17) 前記第3目封止部及び前記第4目封止部が樹脂多孔質シートから構成される、(2)～(16)のいずれか1つに記載の反応器。

- [0026] (18) 前記ハニカム構造体は、前記流入端面及び前記流出端面の一辺の長さが100～500mm、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向の長さが100～1000mmである四角柱状を有する、(1)～(17)のいずれか1つに記載の反応器。
- [0027] (19) 外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、
前記第2セル及び前記第3セルの流出端面側に第2目封止部及び第3目封止部をそれぞれ形成する工程と、
前記第3セルにペレット状の機能材を充填する工程と、
前記第1セルの流入端面側に第1目封止部を形成する工程と
を含む反応器の製造方法。
- [0028] (20) 外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、
前記第2セル及び前記第3セルの流出端面側に第2目封止部及び第3目封止部をそれぞれ形成する工程と、
前記第3セルにペレット状の機能材を充填する工程と、
前記第1セル及び前記第3セルの流入端面に第1目封止部及び第4目封止部をそれぞれ形成する工程と
を含む反応器の製造方法。
- [0029] (21) 処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収装置であって、
(1)～(18)のいずれか1つに記載の反応器と、
前記反応器の流入口に前記処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管と、

前記反応器の流出口から前記処理ガス又は前記パージガスを排出可能なガス排出配管と
を備えるガス回収装置。

[0030] (22) 前記ガス供給配管は、2つに分岐したガス供給分岐配管を有し、前記ガス供給分岐配管は、前記処理ガスを供給可能な第1ガス供給分岐配管、及び前記パージガスを供給可能な第2ガス供給分岐配管であり、

前記ガス排出配管は、2つに分岐したガス排出分岐配管を有し、前記ガス排出分岐配管は、前記処理ガスを排出可能な第1ガス排出分岐配管、及び前記パージガスを排出可能な第2ガス排出分岐配管であり、

前記ガス回収装置は、前記第1ガス供給分岐配管又は前記第2ガス供給分岐配管を遮断可能な供給ガス切替バルブと、前記第1ガス排出分岐配管又は前記第2ガス排出分岐配管を遮断可能な排出ガス切替バルブとを更に備える、
(21)に記載のガス回収装置。

[0031] (23) 前記ガス供給配管は、2つの独立したガス供給配管を有し、前記ガス供給配管は、前記処理ガスを供給可能な第1ガス供給配管、及び前記パージガスを供給可能な第2ガス供給配管であり、

前記ガス排出配管は、2つの独立したガス排出配管を有し、前記ガス排出配管は、前記処理ガスを排出可能な第1ガス排出配管、及び前記パージガスを排出可能な第2ガス排出配管であり、

前記反応器は、前記第1ガス供給配管と前記第1ガス排出配管との間又は前記第2ガス供給配管と前記第2ガス排出配管との間に配置可能であり、

前記ガス回収装置は、前記第1ガス供給配管と前記第1ガス排出配管との間又は前記第2ガス供給配管と前記第2ガス排出配管との間に前記反応器を移動可能な移動機構を更に備える、(21)に記載のガス回収装置。

[0032] (24) 前記ガス回収装置は、前記反応器を加熱可能な加熱機構を更に備える、(21)～(23)のいずれか1つに記載のガス回収装置。

[0033] (25) 処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収システムであって、

(1) ~ (18) のいずれか 1 つに記載の反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口に前記処理ガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記処理ガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス回収装置と、

前記反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口にパージガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス放出装置と、

前記ガス回収装置で前記捕捉対象ガスが回収された前記反応器を前記ガス放出装置に移載するとともに、前記ガス放出装置で捕捉対象ガスが放出された前記反応器を前記ガス回収装置に移載することが可能な移載装置とを備えるガス回収システム。

[0034] (26) 前記移載装置は車両を含む、(25)に記載のガス回収システム。

発明の効果

[0035] 本発明によれば、圧力損失の増大を抑えつつ、機能材の保持量を高めることで捕捉対象ガスの回収量を増加させることが可能な反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1A]本発明の一実施形態に係る反応器の流入端面の模式図である。

[図1B]図1Aの反応器の流出端面の模式図である。

[図1C]図1A及び1Bのa-a'線の断面の模式図である。

[図1D]処理ガスの流れを説明するための部分拡大図である。

[図2A]本発明の別の実施形態に係る反応器の流入端面の模式図である。

[図2B]図2Aの反応器の流出端面の模式図である。

[図3]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図4]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図5]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図6]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図7]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図8]各セルの形状を説明するための流入端面の部分拡大図である。

[図9A]本発明の別の実施形態に係る反応器の流入端面の模式図である。

[図9B]図9Aの反応器の流出端面の模式図である。

[図9C]図9A及び9Bのc-c'線の断面の模式図である。

[図10]処理ガスの流れを説明するための部分拡大図である。

[図11A]本発明の別の実施形態に係る反応器の流入端面の模式図である。

[図11B]図11Aのd-d'線の断面の模式図である。

[図12]本発明の一実施形態に係るガス回収装置の構成を示す模式図である。

[図13]本発明の別の実施形態に係るガス回収装置の構成を示す模式図である。

[図14]本発明の一実施形態に係るガス回収システムの構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0037] 本発明の実施形態に係る反応器は、外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁と、前記流入端面側の前記第1セルに設けられた第1目封止部と、前記流出端面側の前記第2セルに設けられた第2目封止部と、前記流出端面側の前記第3セルに設けられた第3目封止部とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体、並びに前記第3セルに充填された機能材を備える。

[0038] また、本発明の実施形態に係る反応器の製造方法は、外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、前記第2セル及び前記第3セルの流出端面側に第2目封止部及び第3目封止部をそれぞれ形成する工程と、前記第3

セルに機能材を充填する工程と、前記第 1 セルの流入端面側に第 1 目封止部を形成する工程とを含む。

[0039] また、本発明の実施形態に係るガス回収装置は、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのものであって、前記反応器と、前記反応器の流入口に前記処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記処理ガス又は前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備える。

[0040] さらに、本発明の実施形態に係るガス回収システムは、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのものであって、前記反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口に前記処理ガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記処理ガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス回収装置と；前記反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口にパージガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス放出装置と；前記ガス回収装置で前記捕捉対象ガスが回収された前記反応器を前記ガス放出装置に移載するとともに、前記ガス放出装置で捕捉対象ガスが放出された前記反応器を前記ガス回収装置に移載することが可能な移載装置とを備える。

[0041] 本発明の実施形態に係る反応器及びその製造方法、ガス回収装置、並びにガス回収システムは、上記のような構成とすることにより、圧力損失の増大を抑えつつ、機能材の保持量を高めることで捕捉対象ガスの回収量を増加させることができる。また、圧力損失の増大の抑制は、ハニカム構造体に処理ガスを流通させるのに必要な動力エネルギーを少なくできるため、反応器の運転コストの低減につながる。

[0042] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、以下の実施形態に対し変更、改良などが適宜加えられたものも本発明の範囲に入ることが理解されるべきである。

[0043] <反応器>

本発明の実施形態に係る反応器は、処理ガス中に含まれる捕捉対象ガスを回収するために好適に使用できる。処理ガスとしては、特に限定されないが、工場や発電所などで排出される排気ガス、大気などが挙げられる。排気ガスとしては、特に限定されないが、火力発電所や製鉄所などにおいて、化石燃料、石炭をガス化した石炭ガス化ガスや天然ガスを燃焼させる際に発生する燃焼排気ガスが挙げられる。また、捕捉対象ガスとしては、特に限定されず、二酸化炭素（ CO_2 ）、窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）、硫化水素（ H_2S ）などの酸性ガスが挙げられる。これらの中でも、本発明の実施形態に係る反応器は、燃焼排気ガスや大気中に含まれる二酸化炭素（ CO_2 ）を回収するのに特に有用である。

[0044] 図1Aは、本発明の一実施形態に係る反応器の流入端面の模式図である。図1Bは、図1Aの反応器の流出端面の模式図である。図1Cは、図1A及び1Bのa-a'線の断面の模式図である。

図1A～1Cに示されるように、反応器100は、外周壁10と、外周壁10の内側に配設され、流入端面20から流出端面21まで延びる第1セル23、第2セル24及び第3セル25を区画形成する多孔質の隔壁30と、流入端面20側の第1セル23に設けられた第1目封止部40と、流出端面21側の第2セル24に設けられた第2目封止部41と、流出端面21側の第3セル25に設けられた第3目封止部42とを有し、第1セル23と第2セル24との間に第3セル25が介在するハニカム構造体、並びに第3セル25に充填された機能材50とを備える。第1セル23、第2セル24及び第3セル25は、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能である。

[0045] ここで、処理ガスの流れを説明するための図1Cと同じ断面の部分拡大図を図1Dに示す。なお、図1Dでは、当該説明を理解し易くする観点から、各セルが延びる方向の長さを図1Cに比べて短くしている点に留意すべきである。また、図1Dにおいて、矢印は処理ガスの流れ方向を表す。

図 1 D に示されるように、反応器 100 では、流入端面 20 側に目封止部が設けられていない第 2 セル 24 及び第 3 セル 25 に処理ガスが流入する。第 3 セル 25 には機能材 50 が充填されているが、充填された機能材 50 の間隙を処理ガスが流通することができる。第 2 セル 24 の流出端面 21 側には第 2 目封止部 41 が設けられているため、第 2 セル 24 に流入した処理ガスは、多孔質の隔壁 30 を介して、機能材 50 が充填された第 3 セル 25 に流入する。第 3 セル 25 に流入した処理ガスは、機能材 50 によって捕捉対象ガスが回収（例えば、吸着）される。第 3 セル 25 の流出端面 21 には第 3 目封止部 42 が設けられているため、機能材 50 によって捕捉対象ガスが回収された処理ガスは、多孔質の隔壁 30 を介して第 1 セル 23 に流入する。そして、第 1 セル 23 に流入した処理ガスは、流出端面 21 から流出する。

[0046] 図 1 A～図 1 C では、第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間の全てに第 3 セル 25 が介在した例を示したが、第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間の少なくとも一部に第 3 セル 25 が介在していてもよい（すなわち、第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間に第 3 セル 25 が介在しない部分があってもよい）。このような形態の反応器の流入端面及び流出端面の模式図を図 2 A 及び図 2 B に示す。なお、図 2 A 及び 2 B の b-b' 線の断面は、図 1 A の a-a' 線の断面と同様であるため省略する。

図 2 A 及び図 2 B に示されるように、反応器 200 は、b-b' 線の方角において第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間の全てに第 3 セル 25 が介在している一方、b-b' 線に直交する方角において第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間の全てに第 3 セル 25 が介在していない。このような反応器 200 の構造であっても、反応器 100 と同様の上記効果を得ることができる。

なお、第 1 セル 23、第 2 セル 24 及び第 3 セル 25 の配置は、図 1 A～1 C 及び図 2 A～2 B に例示した形態に限定されず、第 1 セル 23 と第 2 セル 24 との間の少なくとも一部に第 3 セル 25 が介在していればどのようなものであってもよい。

[0047] (1. ハニカム構造体)

ハニカム構造体の形状は、上記の構造を有していれば特に限定されない。
例えば、ハニカム構造体の流路（第１セル２３、第２セル２４及び第３セル２５）が延びる方向に直交する断面の外形を、三角形、四角形、六角形、八角形などの多角形、円形、楕円形、オーバル形、卵形、長円形、丸みのある四角形（各辺及び各角が曲線で構成され、各辺の曲率半径が各角の曲率半径よりも大きい、全体的に曲線で構成された四角形）などのラウンド形状などにすることができる。これらの中でも、ハニカム構造体の形状は、断面の外形が四角形であること（すなわち、ハニカム構造体の形状が四角柱状であること）が好ましい。なお、端面（流入端面２０及び流出端面２１）は、当該断面と同一の形状である。

[0048] ハニカム構造体は、好ましい態様において、流入端面２０及び流出端面２１の一辺の長さが１００～５００ｍｍ（好ましくは２００～４００ｍｍ）、第１セル２３、第２セル２４及び第３セル２５が延びる方向の長さが１００～１０００ｍｍ（好ましくは３００～５００ｍｍ）である四角柱状を有する。このような大きさのハニカム構造体であれば、第３セル２５における機能材５０の充填量を十分確保することができるため、反応器１００、２００としての実用性を確保することができる。

[0049] 各セル（第１セル２３、第２セル２４及び第３セル２５）の形状は、特に限定されないが、ハニカム構造体の流路（第１セル２３、第２セル２４及び第３セル２５）が延びる方向に直交する断面において、三角形、四角形、六角形、八角形などの多角形、円形、楕円形、オーバル形、卵形、長円形などのラウンド形状などにすることができる。各セルの形状は、単一であってもよいし、又は二種以上を組み合わせてもよい。また、これらの各セルの形状の中でも、三角形、四角形、六角形、八角形又はそれらの組み合わせであることが好ましい。このような形状の各セルを設けることにより、処理ガスが流通する際の圧力損失を小さくすることができる。なお、当該断面における各セルの形状は、端面（流入端面２０及び流出端面２１）における各セルの形状と同じである。

[0050] ここで、各種形状を有する各セルの組み合わせ例を図3～8に示す。図3～図8は、各種形状を有する各セルを備える反応器の流入端面の部分拡大図である。

図3の態様は、大きさが異なる2種類の六角形のセルを有する。第1セル23及び第2セル24は同じ大きさの六角形のセルである。六角形の第3セル25は、六角形の第1セル23及び第2セル24よりも小さい。

図4の態様は、大きさが同じ六角形の各セルを有する。

図5の態様は、大きさが異なる2種類の三角形のセルを有する。第2セル24及び第3セル25は同じ大きさの三角形のセルである。三角形の第1セル23は、三角形の第2セル24及び第3セル25よりも大きい。

[0051] 図6の態様は、八角形の第1セル23及び第2セル24と、四角形の第3セル25とを有する。

図7の態様は、大きさが異なる3種類の四角形のセルを有する。第1セル23及び第2セル24は同じ大きさの四角形のセルである。第3セル25は、2種類の大きさの四角形を有しており、それらの大きさは第1セル23及び第2セル24よりも小さい。

図8の態様は、四角形及び六角形のセルを有する。第1セル23及び第2セル24は、同じ大きさの四角形のセルである。第3セル25は六角形のセルである。

図3～8の態様のいずれにおいても、第1セル23と第2セル24との間に第3セル25が介在するように配置されている。

[0052] ハニカム構造体は、外周壁10に面する位置に第1セル23及び／又は第2セル24が配置されていることが好ましい。

ここで、このような構成を有する反応器の流入端面の模式図を図9A、流出端面の模式図を図9B、図9A及び9Bのc-c'線の断面の模式図を図9Cにそれぞれ示す。

図9A～9Cに示されるように、反応器300は、外周壁10に面する位置に第1セル23が配置されていること以外は、反応器100と同じである。

外周壁 10 に面する位置に、機能材 50 が充填された第 3 セル 25 が配置されている場合、処理ガスの流入経路又は流出経路が少なくなるため、外周壁 10 に面する第 3 セル 25 に処理ガスが十分に流通せず、機能材 50 の効果が十分に得られないことがある。そこで、図 9 A ～ 9 C に示されるように、外周壁 10 に面する位置に第 1 セル 23 を配置することにより、効果が十分に発揮され難い無駄な機能材 50 の使用を避けることができるため、製造コストを低減することができる。この効果は、図 9 A ～ 9 C に例示した形態だけでなく、外周壁 10 に面する位置に第 2 セル 24 を配置した形態や、外周壁 10 に面する位置に第 1 セル 23 及び第 2 セル 24 の両方を配置した形態の場合でも得ることができる。

[0053] ハニカム構造体は、複数のハニカムセグメントと、複数のハニカムセグメントの外周面（ハニカムセグメントの流路の延びる方向に平行な外周面）同士間を接合する接合層とを有するハニカム接合体であってもよい。ハニカム接合体を用いることにより、クラックの発生を抑えながら処理ガスの流量確保に重要なセルの総断面積を増やすことが可能となる。接合層は、接合材を用いて形成することができる。接合材としては、特に限定されないが、セラミックス材料に、水などの溶媒を加えてペースト状にしたものを用いることができる。接合材は、外周壁 10 及び隔壁 30 と同一の材料を含有してもよい。接合材は、ハニカムセグメント同士を接合する役割に加えて、ハニカムセグメントを接合した後の外周コート材として用いることも可能である。

[0054] 隔壁 30 の厚さは、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保、処理ガスが隔壁 30 を通過する際の圧力損失の低減などの観点から、0.05 mm ～ 5 mm であることが好ましく、0.10 mm ～ 4.5 mm であることがより好ましく、0.15 mm ～ 4 mm であることが更に好ましい。

なお、本明細書において「隔壁 30 の厚さ」とは、ハニカム構造体の流路（第 1 セル 23、第 2 セル 24 及び第 3 セル 25）が延びる方向に直交する断面において、隣接する各セルの重心同士を線分で結んだときに当該線分が隔壁

30を横切る長さを指す。隔壁30の厚さは、全ての隔壁30の厚さの平均値を指す。

- [0055] 隔壁30の気孔率は、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保、処理ガスが隔壁30を通過する際の圧力損失の低減などの観点から、30%以上80%未満であることが好ましく、35%~75%であることがより好ましく、40%~70%であることが更に好ましい。

なお、本明細書において「隔壁30の気孔率」とは、JIS R1655:2003に準拠し、水銀圧入法によって測定される隔壁30の気孔率を意味する。

- [0056] 隔壁30の平均細孔径は、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保、処理ガスが隔壁30を通過する際の圧力損失の低減などの観点から、10 μ m~300 μ mであることが好ましく、15 μ m~280 μ mであることがより好ましく、20 μ m~260 μ mであることが更に好ましい。

なお、本明細書において「隔壁30の平均細孔径」とは、JIS R1655:2003に準拠し、水銀圧入法によって求めた細孔分布における積算値50%での隔壁30の細孔径を意味する。

- [0057] 外周壁10の厚さは、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保などの観点から、0.05mm~10mmであることが好ましく、0.20mm~8mmであることがより好ましく、0.30mm~6mmであることが更に好ましい。

なお、本明細書において外周壁10の厚さとは、ハニカム構造体の流路（第1セル23、第2セル24及び第3セル25）が延びる方向に直交する断面において、外周壁10と最も外周側のセル又は隔壁30との境界からハニカム構造体の外周面までの、当該外周面の法線方向の長さを指す。

- [0058] ハニカム構造体のセル密度は、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保、機能材50の充填量増加などの観点から、0.05セル/ cm^2 ~25セル/ cm^2 であることが好ましく、0.1セル/ cm^2 ~20セル/ cm^2 であ

ることがより好ましく、 $0.5 \text{ セル} / \text{cm}^2 \sim 15 \text{ セル} / \text{cm}^2$ であることが更に好ましい。

なお、本明細書において「セル密度」とは、ハニカム構造体の一方の端面の面積（外周壁 10 を除く、隔壁 30、第 1 セル 23、第 2 セル 24 及び第 3 セル 25 の合計面積）でセル数を除して得られる値である。

[0059] 外周壁 10 及び隔壁 30 の材質は、特に限定されないが、ハニカム構造体の強度確保などの観点から、コージェライト、ムライト、アルミナ、炭化ケイ素、Si 結合炭化ケイ素から選択される 1 種以上を主成分とすることが好ましい。

[0060] 第 1 目封止部 40 及び第 2 目封止部 41 は、特に限定されないが、緻密質であることが好ましい。このような構成とすることにより、処理ガスが上述したような流通経路を流れ易くなる。

ここで、本明細書において「緻密質」とは、気孔率が 10% 以下であることを意味する。なお、第 1 目封止部 40 及び第 2 目封止部 41 の気孔率は 5% 以下であってもよい。

[0061] 第 3 目封止部 42 は、特に限定されないが、多孔質であることが好ましい。このような構成とすることにより、図 10 に示すように、機能材 50 によって捕捉対象ガスが回収された処理ガスが、多孔質の第 3 目封止部 42 を介して流出端面 21 から流出するため、処理ガスが流通する際の圧力損失を小さくすることができる。なお、図 10 は、図 1D と同様の断面の、処理ガスの流れを説明するための部分拡大図である。

なお、本明細書において「多孔質」とは、気孔率が 20% 以上であることを意味する。なお、第 3 目封止部 42 の気孔率は 30% 以上であってもよい。

[0062] 第 1 目封止部 40、第 2 目封止部 41 及び第 3 目封止部 42 の材質は、特に限定されず、セラミックス、樹脂などの公知の材料から構成することができる。第 1 目封止部 40、第 2 目封止部 41 及び第 3 目封止部 42 の特性は、使用する材料の種類を適宜選択することによって確保することができる。

例えば、第1目封止部40及び第2目封止部41が緻密質である場合、樹脂シート、緻密質のセラミックスやガラスなどを選択して用いればよく、製造コストや生産性などの観点から、樹脂シートを選択して用いることが好ましい。

同様に、第3目封止部42が多孔質である場合、樹脂多孔質シート、多孔質のセラミックスやガラスなどを選択して用いればよく、製造コストや生産性などの観点から、樹脂多孔質シートを選択して用いることが好ましい。

[0063] ハニカム構造体は、上記の第1目封止部40、第2目封止部41及び第3目封止部42に加えて、流入端面20側の第3セル25に設けられた第4目封止部を更に有することができる。このような構成とすることにより、第3セル25に充填された機能材50が第3セル25から抜け出ることを抑制できる。

ここで、第4目封止部を有する反応器の流入端面の模式図を図11A、図11Aのd-d'線の断面の模式図を図11Bに示す。なお、この形態の反応器の流出端面の模式図は図1Bと同様に表れるため省略する。

図11A及び11Bに示されるように、反応器400は、上述した反応器100と基本的な構造は同じであるが、流入端面20側の第3セル25に設けられた第4目封止部43を更に有する。

[0064] 第4目封止部43の材質は、特に限定されず、セラミックス、樹脂などの公知の材料から構成することができる。第4目封止部43の特性は、使用する材料の種類を適宜選択することによって確保することができる。例えば、第4目封止部43は、緻密質であっても多孔質であってもよい。ただし、第4目封止部43が緻密質である場合、第3セル25の流入端面20から処理ガスが流入しないため、圧力損失が増大することがある。そのため、第4目封止部43は、多孔質であることが好ましい。このような構成とすることにより、図1Dと同じような、処理ガスの流通経路を確保することができるため、処理ガスが流通する際の圧力損失を小さくすることができる。

第4目封止部43が多孔質である場合、樹脂多孔質シート、多孔質のセラミックスやガラスなどを選択して用いればよく、製造コストや生産性などの観点から、樹脂多孔質シートを選択して用いることが好ましい。

[0065] (2. 機能材)

機能材50としては、処理ガスに含有される捕捉対象ガスを回収することが可能なものであれば特に限定されず、例えば、吸着材を用いることができる。機能材50として吸着材を用いることにより、捕捉対象ガスを吸着して回収し、温度などの条件を変化させることで回収した捕捉対象ガスを容易に離脱させることができる。

ここで、本明細書における「吸着材」とは、処理ガスに含有される捕捉対象ガスを吸い寄せて蓄えることが可能な材料のことを意味する。

[0066] 吸着材としては、捕捉対象ガスの種類に応じて適宜選択すればよく特に限定されない。二酸化炭素(CO_2)など捕捉対象ガスの吸着に有効な吸着材としては、アミン化合物、有機金属錯体、アミン化合物及び／又は有機金属錯体が担持されたナノポーラスセラミックス又はメソポーラスシリカなどが挙げられる。これらは、単独又は2種以上を組み合わせる用いることができる。

アミン化合物としては、特に限定されないが、モノエタノールアミン(MEA)、N-メチルジエタノールアミン(MDEA)などが挙げられる。

有機金属錯体としては、特に限定されないが、細孔中に捕捉対象ガスを吸着可能な構造を有する多孔性の有機金属構造体(MOF: Metal-organic Framework)などが挙げられる。

[0067] 機能材50の形状は、ペレット状である。ペレット状の機能材50を用いることにより、第3セル25から機能材50が抜け出し難くすることができるとともに、機能材50の間の空間を増やすことができるため圧力損失が低下する。

ここで、本明細書において「ペレット状」とは、球状、円柱状、楕円柱状、多角柱(例えば三角柱、四角柱、五角柱、六角柱など)などの略一定の厚みを有する形状を意味し、その断面は円形状、楕円形状、多角形などである。

ペレット状の機能材50の粒子径（以下、「ペレット径」ということがある）としては、特に限定されないが、例えば0.025～10mm、好ましくは0.1～10mm、より好ましくは0.5～10mm、更に好ましくは1～10mmである。なお、ペレット径とは、短径及び長径の平均値を意味する。典型的なペレット状の機能材50は、直径又は長さが0.3～10mmの球状又は円柱状のものである。

[0068] ペレット状の機能材50の粒子径は、特に限定されないが、第3セル25が延びる方向において中心部よりも流出端面21側が小さいことが好ましい。第2セル24から流入し、隔壁30を介して第3セル25に流入する処理ガスは、第3セル25が延びる方向において中心部よりも流出端面21側の方が流入し易い。そのため、上記のような構成とすることにより、流出端面21側に処理ガスが優先的に流入することを抑制し、第3セル25が延びる方向の全体に処理ガスを均一に流入させ易くなる。

ここで、ペレット状の機能材50の粒子径は、次の方法によって求められる。株式会社キーエンス製のマイクロビデオスコープを用い、ペレット状の機能材50に外接する円のうち最も小さいものの直径を測定する。この測定は、無作為に100個のペレット状の機能材50を選定して行い、その平均値をペレット状の機能材50の粒子径とする。

[0069] ペレット状の機能材50の粒子径は、第3セル25が延びる方向に直交する方向において中心部よりも外周壁10側が大きいことが好ましい。中心部は処理ガスが流れ易い一方、外周壁10側は中心部に比べて処理ガスが流れ難い。そこで、上記のような構成とすることにより、中心部の第3セル25に処理ガスが優先的に流入することを抑制し、第3セル25が延びる方向に直交する方向の全体に処理ガスを均一に流入させ易くなる。

[0070] 第2セル24におけるペレット状の機能材50の充填率は、特に限定されないが、好ましくは20～70%である。このような充填率に制御することにより、処理ガスに含有される捕捉対象ガスの回収効率を高めることができる。

ここで、充填率は、例えば、充填されたペレットの質量（kg）をペレットの密度（kg/m³）で除することで充填されたペレットの体積を算出し、それを第2セル24の体積（m³）で除して100を乗じることによって測定できる。

[0071] 本発明の実施形態に係る反応器100、200、300は、各セルが延びる方向が鉛直方向となり、流入端面20が上部、流出端面21が底部となるように配置して用いることが好ましい。このようにして反応器100、200、300を用いることにより、機能材50が抜け出ることを抑制できる。

また、本発明の実施形態に係る反応器400は、第4目封止部43が設けられているため、機能材50が抜け出る恐れがない。そのため、本発明の実施形態に係る反応器400は、各セルが延びる方向が鉛直方向のみならず、各種方向（例えば、水平方向）となるように配置して用いることも可能である。

[0072] <反応器の製造方法>

本発明の実施形態に係る反応器の製造方法は、上記の構造となし得る方法であれば特に限定されない。

例えば、本発明の実施形態に係る反応器100、200、300の製造方法は、外周壁10と、外周壁10の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面20から流出端面21まで延びる第1セル23、第2セル24及び第3セル25を区画形成する多孔質の隔壁30とを有し、第1セル23と第2セル24との間に第3セル25が介在するハニカム構造体を準備する工程（工程1A）と、第2セル24及び第3セル25の流出端面21側に第2目封止部41及び第3目封止部42をそれぞれ形成する工程（工程2A）と、第3セル25に機能材50を充填する工程（工程3A）と、第1セル23の流入端面20側に第1目封止部40を形成する工程（工程4A）とを含む。

[0073] 工程1Aにおいて、ハニカム構造体の製造方法は、特に限定されず、当該技術分野において公知の方法に準じて実施することができる。例えば、ハニカム構造体は、次のようにして製造することができる。

まず、セラミックス粉末を含む坯土を所望の形状に押し出し、ハニカム成形体を作製する。このとき、適切な形態の口金及び治具を選択することにより、各セルの形状及び密度、隔壁30及び外周壁10の形状及び厚さなどを制御することができる。なお、セラミックス粉末としては、前述のセラミックスの粉末や、焼成後に前述のセラミックスとなる原料粉末（例えば、コーゼライト化原料）などを用いることができる。コーゼライト化原料とは、焼成によりコーゼライトとなる原料である。コーゼライト化原料は、アルミナ（ Al_2O_3 ）（アルミナに変換される水酸化アルミニウムの分を含む）：30～45質量%、マグネシア（ MgO ）：11～17質量%及びシリカ（ SiO_2 ）：42～57質量%の化学組成を有することが望ましい。また、坯土は、バインダー、造孔剤、分散剤、水、有機溶媒などを含むことができる。なお、隔壁30の気孔率及び平均細孔径は、使用するセラミックス粉末、バインダー、造孔剤、分散剤の種類や量などを適宜選択することによって制御することができる。

次に、上記で得られたハニカム成形体を乾燥して焼成することにより、ハニカム構造体を得ることができる。乾燥方法としては、特に限定されず、熱風乾燥、マイクロ波乾燥、誘電乾燥、減圧乾燥、真空乾燥、凍結乾燥等の従来公知の乾燥方法を用いることができる。これらの中でも、ハニカム成形体全体を迅速且つ均一に乾燥することができる点で、熱風乾燥と、マイクロ波乾燥又は誘電乾燥とを組み合わせた乾燥方法が好ましい。

[0074] 次に、工程2Aにおいて、上記で得られたハニカム構造体の第2セル24及び第3セル25の流出端面21側に第2目封止部41及び第3目封止部42をそれぞれ形成する。各目封止部の形成方法は、特に限定されず、従来の方法に準じて行うことができる。例えば、各目封止部を樹脂シートで構成する場合、第2セル24及び第3セル25の流出端面21に樹脂シートを貼り付けることによって第2目封止部41及び第3目封止部42を形成することができる。また、各目封止部をセラミックスやガラスなどで構成する場合、まず、第2目封止部41及び第3目封止部42を形成すべきハニカム構造体の流出端面21の

第2セル24及び第3セル25に対応する箇所が開口した薄膜フィルムを貼り付ける。次に、ハニカム構造体の流出端面21をスラリー状の目封止材（セラミックスやガラスなど）に浸漬し、薄膜フィルムで塞がれていないハニカム構造体の第2セル24及び第3セル25に目封止材を進入させることにより、第2目封止部41及び第3目封止部42を形成することができる。

[0075] 次に、工程3Aにおいて、第3セル25に機能材50を充填する。充填方法は、特に限定されず、従来の方法に準じて行えばよい。

次に、工程4Aにおいて、第1セル23の流入端面20側に第1目封止部40を形成する。第1目封止部40を形成する方法は、上記の第2目封止部41及び第3目封止部42を形成する方法と同様にして行えばよい。

なお、工程2A～4Aの順序は、工程2Aの後に工程3Aを行うことを除けば特に限定されない。例えば、工程2A、3A及び4Aの順序、工程2A、4A及び3Aの順序、又は工程4A、2A及び3Aの順序で行うことができる。

[0076] 本発明の実施形態に係る反応器400の製造方法は、外周壁10と、外周壁10の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面20から流出端面21まで延びる第1セル23、第2セル24及び第3セル25を区画形成する多孔質の隔壁30とを有し、第1セル23と第2セル24との間に第3セル25が介在するハニカム構造体を準備する工程（工程1B）と、第2セル24及び第3セル25の流出端面21側に第2目封止部41及び第3目封止部42をそれぞれ形成する工程（工程2B）と、第3セル25に機能材50を充填する工程（工程3B）と、第1セル23及び第3セル25の流入端面20に第1目封止部40及び第4目封止部43をそれぞれ形成する工程（工程4B）とを含む。

[0077] 工程1B～3Bにおけるハニカム構造体の製造方法は、工程1A～3Aと同様に行うことができる。

工程4Bでは、第1セル23及び第3セル25の流入端面20に第1目封止部40及び第4目封止部43をそれぞれ形成する。第1セル23及び第3セル25

ル 2 5 の流入端面 2 0 に第 1 目封止部 4 0 及び第 4 目封止部 4 3 を形成する方法は、上記の各目封止部を形成する方法と同様に行えばよい。

なお、工程 2 B ～ 4 B の順序は、工程 2 B、3 B 及び 4 B の順序で行われる。

[0078] <ガス回収装置>

本発明の実施形態に係るガス回収装置は、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するために好適に用いることができる。

図 1 2 は、本発明の一実施形態に係るガス回収装置の構成を示す模式図である。

図 1 2 に示されるように、ガス回収装置 1 0 0 0 は、反応器 1 1 0 0 と、反応器 1 1 0 0 の流入口 1 1 1 0 に処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管 1 2 0 0 と、反応器 1 1 0 0 の流出口 1 1 2 0 から処理ガス又はパージガスを排出可能なガス排出配管 1 3 0 0 とを備える。反応器 1 1 0 0 には、圧力損失の増大を抑えつつ、機能材 5 0 の保持量を高めることで捕捉対象ガスの回収量を増加させることが可能な上記の反応器 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0 が用いられる。そのため、ガス回収装置 1 0 0 0 もまた、圧力損失の増大を抑えつつ捕捉対象ガスの回収量を増加させることができる。

[0079] ガス供給配管 1 2 0 0 は、2 つに分岐したガス供給分岐配管を有する。このガス供給分岐配管は、処理ガスを供給可能な第 1 ガス供給分岐配管 1 2 1 0、及びパージガスを供給可能な第 2 ガス供給分岐配管 1 2 2 0 とすることができる。

ガス排出配管 1 3 0 0 は、2 つに分岐したガス排出分岐配管を有する。このガス排出分岐配管は、処理ガスを排出可能な第 1 ガス排出分岐配管 1 3 1 0、及びパージガスを排出可能な第 2 ガス排出分岐配管 1 3 2 0 とすることができる。

また、ガス回収装置 1 0 0 0 は、第 1 ガス供給分岐配管 1 2 1 0 又は第 2 ガス供給分岐配管 1 2 2 0 を遮断可能な供給ガス切替バルブ 1 4 0 0 と、第 1

ガス排出分岐配管 1 3 1 0 又は第 2 ガス排出分岐配管 1 3 2 0 を遮断可能な排出ガス切替バルブ 1 5 0 0 とを更に備える。

[0080] 上記のような構造を有するガス回収装置 1 0 0 0 では、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収する場合、第 2 ガス供給分岐配管 1 2 2 0 を遮断し且つ第 1 ガス供給分岐配管 1 2 1 0 を開放するように供給ガス切替バルブ 1 4 0 0 を切替えるとともに、第 2 ガス排出分岐配管 1 3 2 0 を遮断し且つ第 1 ガス排出分岐配管 1 3 1 0 を開放するように排出ガス切替バルブ 1 5 0 0 を切替える。次に、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが、第 1 ガス供給分岐配管 1 2 1 0 からガス供給配管 1 2 0 0 を介して反応器 1 1 0 0 の流入口 1 1 1 0 に供給される。反応器 1 1 0 0 に供給された処理ガスは、捕捉対象ガスが回収され、流出口 1 1 2 0 から排出される。排出された処理ガスはガス排出配管 1 3 0 0 を介して第 1 ガス排出分岐配管 1 3 1 0 から排出される。

[0081] 次に、反応器 1 1 0 0 に回収された捕捉対象ガスを離脱させる場合、第 2 ガス供給分岐配管 1 2 2 0 を開放し且つ第 1 ガス供給分岐配管 1 2 1 0 を遮断するように供給ガス切替バルブ 1 4 0 0 を切替えるとともに、第 2 ガス排出分岐配管 1 3 2 0 を開放し且つ第 1 ガス排出分岐配管 1 3 1 0 を遮断するように排出ガス切替バルブ 1 5 0 0 を切替える。次に、パージガスが、第 2 ガス供給分岐配管 1 2 2 0 からガス供給配管 1 2 0 0 を介して反応器 1 1 0 0 の流入口 1 1 1 0 に供給される。反応器 1 1 0 0 に供給されたパージガスは、反応器 1 1 0 0 の機能材 5 0 に捕捉された捕捉対象ガスとともに流出口 1 1 2 0 から排出される。捕捉対象ガスを含有するパージガスは、ガス排出配管 1 3 0 0 を介して第 2 ガス排出分岐配管 1 3 2 0 から排出される。

ここで、本明細書において「パージガス」とは、反応器 1 1 0 0 の機能材 5 0 に捕捉された捕捉対象ガスを脱離させて反応器 1 1 0 0 から排出することが可能なガスのことを意味する。パージガスとしては、捕捉対象ガスの種類に応じて適宜選択すればよいが、例えば、捕捉対象ガスが二酸化炭素である場合は、水蒸気などを用いることができる。水蒸気は 1 0 0 ℃ 以上（例えば、1 2 0 ℃）の高温であることが好ましい。

[0082] また、パージガスを所定の温度に加熱するために、ガス回収装置１０００は、反応器１１００を加熱可能な加熱機構を更に備えていてもよい。このような構成とすることにより、第２ガス供給分岐配管１２２０から室温のパージガスを供給し、反応器１１００内でパージガスを所定の温度に加熱することができる。そのため、ガス回収装置１０００に供給されるパージガスを予め加熱する必要がない。

[0083] 図１３は、本発明の別の実施形態に係るガス回収装置の構成を示す模式図である。

図１３に示されるように、ガス回収装置２０００は、図１２のガス回収装置１０００と同じ基本構造を有する。すなわち、ガス回収装置２０００は、反応器１１００と、反応器１１００の流入口１１１０に処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管１２００と、反応器１１００の流出口１１２０から処理ガス又はパージガスを排出可能なガス排出配管１３００とを備える。したがって、ガス回収装置２０００も、圧力損失の増大を抑えつつ捕捉対象ガスの回収量を増加させることができる。

[0084] ガス供給配管１２００は、２つの独立したガス供給配管を有する。２つの独立したガス供給配管は、処理ガスを供給可能な第１ガス供給配管２１００、及びパージガスを供給可能な第２ガス供給配管２２００である。

ガス排出配管１３００は、２つの独立したガス排出配管を有する。２つの独立したガス排出配管は、処理ガスを排出可能な第１ガス排出配管２３００、及びパージガスを排出可能な第２ガス排出配管２４００である。

反応器１１００は、第１ガス供給配管２１００と第１ガス排出配管２３００との間又は第２ガス供給配管２２００と第２ガス排出配管２４００との間に配置可能である。

前記ガス回収装置２０００は、第１ガス供給配管２１００と第１ガス排出配管２３００との間又は第２ガス供給配管２２００と第２ガス排出配管２４００との間に反応器１１００を移載可能な移載機構（図示していない）を更に

備える。移載機構としては、特に限定されず、公知の移載機構（例えば、モーター駆動を有する移載機構など）を用いることができる。

[0085] 上記のような構造を有するガス回収装置 2000 では、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収する場合、移載機構によって反応器 1100 を第 1 ガス供給配管 2100 と第 1 ガス排出配管 2300 との間に配置する。次に、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが、第 1 ガス供給配管 2100 から反応器 1100 の流入口 1110 に供給される。反応器 1100 に供給された処理ガスは、捕捉対象ガスが回収され、流出口 1120 から排出される。排出された処理ガスは第 1 ガス排出配管 2300 から排出される。

次に、反応器 1100 に回収された捕捉対象ガスを離脱させる場合、移載機構によって反応器 1100 を第 2 ガス供給配管 2200 と第 2 ガス排出配管 2400 との間に配置する。次に、パージガスが、第 2 ガス供給配管 2200 から反応器 1100 の流入口 1110 に供給される。反応器 1100 に供給されたパージガスは、反応器 1100 の機能材 50 に捕捉された捕捉対象ガスとともに流出口 1120 から排出される。捕捉対象ガスを含有するパージガスは、第 2 ガス排出配管 2400 から排出される。なお、パージガスは上記と同じものを用いることができる。

[0086] また、パージガスを所定の温度に加熱するために、ガス回収装置 2000 は、第 2 ガス供給配管 2200 と第 2 ガス排出配管 2400 との間に配置される反応器 1100 を加熱可能な加熱機構を更に備えていてもよい。このような構成とすることにより、第 2 ガス供給配管 2200 から室温のパージガスを供給し、反応器 1100 内でパージガスを所定の温度に加熱することができる。そのため、ガス回収装置 2000 に供給されるパージガスを予め加熱する必要がない。

[0087] <ガス回収システム>

本発明の実施形態に係るガス回収システムは、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するために好適に用いることができる。

図14は、本発明の一実施形態に係るガス回収システムの構成を示す模式図である。

図14に示されるように、ガス回収システム3000は、ガス回収装置3100とガス放出装置3200と、移載装置3300とを備える。

ガス回収装置3100は、反応器1100の着脱が可能な着脱部3110と、反応器1100の流入口1110に処理ガスを供給可能なガス供給配管1200と、反応器1100の流出口1120から処理ガスを排出可能なガス排出配管1300とを備える。

ガス放出装置3200は、反応器1100の着脱が可能な着脱部3210と、反応器1100の流入口1110にパージガスを供給可能なガス供給配管1200と、反応器1100の流出口1120からパージガスを排出可能なガス排出配管1300とを備える。

移載装置3300は、ガス回収装置3100で捕捉対象ガスが回収された反応器1100をガス放出装置3200に移載するとともに、ガス放出装置3200で捕捉対象ガスが放出された反応器1100をガス回収装置3100に移載することが可能である。

[0088] 上記のような構造を有するガス回収システム3000では、処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収する場合、移載装置3300によってガス回収装置3100の着脱部3110に反応器1100が配置される。次に、捕捉対象ガスを含む処理ガスが、ガス回収装置3100のガス供給配管1200から反応器1100の流入口1110に供給される。反応器1100に供給された処理ガスは、捕捉対象ガスが回収され、流出口1120から排出される。排出された処理ガスはガス排出配管1300から排出される。

次に、反応器1100に回収された捕捉対象ガスを離脱させる場合、ガス回収装置3100に配置された反応器1100を移載装置3300によってガス放出装置3200の着脱部3210に移動させる。次に、パージガスが、ガス放出装置3200のガス供給配管1200から反応器1100の流入口1110に供給される。反応器1100に供給されたパージガスは、反応器1100

0の機能材50に捕捉された捕捉対象ガスとともに流出口1120から排出される。捕捉対象ガスを含有するパージガスは、ガス排出配管1300から排出される。なお、パージガスは上記と同じものを用いることができる。

[0089] また、パージガスを所定の温度に加熱するために、ガス放出装置3200は、反応器1100を加熱可能な加熱機構を更に備えていてもよい。このような構成とすることにより、ガス供給配管1200から室温のパージガスを供給し、反応器1100内でパージガスを所定の温度に加熱することができる。そのため、ガス放出装置3200に供給されるパージガスを予め加熱する必要がない。

[0090] 移載装置3300としては、特に限定されないが、車両を含むことができる。このような構成とすることにより、ガス回収装置3100とガス放出装置3200が離れた場所にあっても、反応器1100を効率的に運搬することができる。

符号の説明

- [0091] 10 外周壁
20 流入端面
21 流出端面
23 第1セル
24 第2セル
25 第3セル
30 隔壁
40 第1目封止部
41 第2目封止部
42 第3目封止部
43 第4目封止部
50 機能材
100, 200, 300, 400 反応器
1000, 2000 ガス回収装置

1 1 0 0	反応器
1 1 1 0	流入口
1 1 2 0	流出口
1 2 0 0	ガス供給配管
1 2 1 0	第 1 ガス供給分岐配管
1 2 2 0	第 2 ガス供給分岐配管
1 3 0 0	ガス排出配管
1 3 1 0	第 1 ガス排出分岐配管
1 3 2 0	第 2 ガス排出分岐配管
1 4 0 0	供給ガス切替バルブ
1 5 0 0	排出ガス切替バルブ
2 1 0 0	第 1 ガス供給配管
2 2 0 0	第 2 ガス供給配管
2 3 0 0	第 1 ガス排出配管
2 4 0 0	第 2 ガス排出配管
3 0 0 0	ガス回収システム
3 1 0 0	ガス回収装置
3 1 1 0	着脱部
3 2 0 0	ガス放出装置
3 2 1 0	着脱部
3 3 0 0	移載装置

請求の範囲

- [請求項1] 外周壁と、
前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁と、
前記流入端面側の前記第1セルに設けられた第1目封止部と、
前記流出端面側の前記第2セルに設けられた第2目封止部と、
前記流出端面側の前記第3セルに設けられた第3目封止部とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体、並びに
前記第3セルに充填されたペレット状の機能材を備える反応器。
- [請求項2] 前記ハニカム構造体は、前記流入端面側の前記第3セルに設けられた第4目封止部を更に有する、請求項1に記載の反応器。
- [請求項3] 前記第3目封止部が多孔質である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項4] 前記第1目封止部及び前記第2目封止部が緻密質である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項5] 前記第4目封止部が多孔質である、請求項2に記載の反応器。
- [請求項6] 前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向に直交する断面において、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルの形状が、三角形、四角形、六角形、八角形又はそれらの組み合わせである、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項7] 前記外周壁及び前記隔壁は、コーゼライト、ムライト、アルミナ、炭化ケイ素、Si結合炭化ケイ素から選択される1種以上を主成分とする、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項8] 前記隔壁の厚さが0.05mm～5mmである、請求項1又は2に記載の反応器。

- [請求項9] 前記隔壁の気孔率が30%以上80%未満である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項10] 前記隔壁の平均細孔径が $10\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項11] 前記機能材は吸着材である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項12] 前記吸着材は、アミン化合物、有機金属錯体、並びに前記アミン化合物及び／又は前記有機金属錯体が担持されたナノポーラスセラミックス又はメソポーラスシリカから選択される少なくとも1つである、請求項11に記載の反応器。
- [請求項13] 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向において中心部よりも前記流出端面側が小さい、請求項12に記載の反応器。
- [請求項14] 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向に直交する方向において中心部よりも前記外周壁側が大きい、請求項12に記載の反応器。
- [請求項15] 前記外周壁に面する位置に前記第1セル及び／又は前記第2セルが配置されている、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項16] 前記第1目封止部、前記第2目封止部及び前記第3目封止部が樹脂シートから構成される、請求項1に記載の反応器。
- [請求項17] 前記第3目封止部及び前記第4目封止部が樹脂多孔質シートから構成される、請求項2に記載の反応器。
- [請求項18] 前記ハニカム構造体は、前記流入端面及び前記流出端面の一辺の長さが $100\sim500\text{mm}$ 、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向の長さが $100\sim1000\text{mm}$ である四角柱状を有する、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項19] 外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、

前記第 1 セルと前記第 2 セルとの間に前記第 3 セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、

前記第 2 セル及び前記第 3 セルの流出端面側に第 2 目封止部及び第 3 目封止部をそれぞれ形成する工程と、

前記第 3 セルにペレット状の機能材を充填する工程と、

前記第 1 セルの流入端面側に第 1 目封止部を形成する工程とを含む反応器の製造方法。

[請求項20]

外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第 1 セル、第 2 セル及び第 3 セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第 1 セルと前記第 2 セルとの間に前記第 3 セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、

前記第 2 セル及び前記第 3 セルの流出端面側に第 2 目封止部及び第 3 目封止部をそれぞれ形成する工程と、

前記第 3 セルにペレット状の機能材を充填する工程と、

前記第 1 セル及び前記第 3 セルの流入端面に第 1 目封止部及び第 4 目封止部をそれぞれ形成する工程とを含む反応器の製造方法。

[請求項21]

処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収装置であって、

請求項 1 又は 2 に記載の反応器と、

前記反応器の流入口に前記処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管と、

前記反応器の流出口から前記処理ガス又は前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス回収装置。

[請求項22]

前記ガス供給配管は、2 つに分岐したガス供給分岐配管を有し、前記ガス供給分岐配管は、前記処理ガスを供給可能な第 1 ガス供給

分岐配管、及び前記パージガスを供給可能な第 2 ガス供給分岐配管であり、

前記ガス排出配管は、2 つに分岐したガス排出分岐配管を有し、前記ガス排出分岐配管は、前記処理ガスを排出可能な第 1 ガス排出分岐配管、及び前記パージガスを排出可能な第 2 ガス排出分岐配管であり、

前記ガス回収装置は、前記第 1 ガス供給分岐配管又は前記第 2 ガス供給分岐配管を遮断可能な供給ガス切替バルブと、前記第 1 ガス排出分岐配管又は前記第 2 ガス排出分岐配管を遮断可能な排出ガス切替バルブとを更に備える、請求項 2 1 に記載のガス回収装置。

[請求項23]

前記ガス供給配管は、2 つの独立したガス供給配管を有し、前記ガス供給配管は、前記処理ガスを供給可能な第 1 ガス供給配管、及び前記パージガスを供給可能な第 2 ガス供給配管であり、

前記ガス排出配管は、2 つの独立したガス排出配管を有し、前記ガス排出配管は、前記処理ガスを排出可能な第 1 ガス排出配管、及び前記パージガスを排出可能な第 2 ガス排出配管であり、

前記反応器は、前記第 1 ガス供給配管と前記第 1 ガス排出配管との間又は前記第 2 ガス供給配管と前記第 2 ガス排出配管との間に配置可能であり、

前記ガス回収装置は、前記第 1 ガス供給配管と前記第 1 ガス排出配管との間又は前記第 2 ガス供給配管と前記第 2 ガス排出配管との間に前記反応器を移載可能な移載機構を更に備える、請求項 2 1 に記載のガス回収装置。

[請求項24]

前記ガス回収装置は、前記反応器を加熱可能な加熱機構を更に備える、請求項 2 1 に記載のガス回収装置。

[請求項25]

処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収システムであって、

請求項 1 又は 2 に記載の反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口に前記処理ガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記処理ガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス回収装置と、

前記反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口にパージガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス放出装置と、

前記ガス回収装置で前記捕捉対象ガスが回収された前記反応器を前記ガス放出装置に移載するとともに、前記ガス放出装置で捕捉対象ガスが放出された前記反応器を前記ガス回収装置に移載することが可能な移載装置とを備えるガス回収システム。

[請求項26] 前記移載装置は車両を含む、請求項 2 5 に記載のガス回収システム。

補正された請求の範囲（条約第19条）**2024年3月28日（ 28.03.2024 ） 国際事務局受理**

- [請求項1] [補正後] 外周壁と、
前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁と、
前記流入端面側の前記第1セルに設けられた第1目封止部と、
前記流出端面側の前記第2セルに設けられた第2目封止部と、
前記流出端面側の前記第3セルに設けられた第3目封止部とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体、並びに
前記第3セルに充填された、粒子径が0.025～10mmであるペレット状の機能材を備える反応器。
- [請求項2] 前記ハニカム構造体は、前記流入端面側の前記第3セルに設けられた第4目封止部を更に有する、請求項1に記載の反応器。
- [請求項3] 前記第3目封止部が多孔質である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項4] 前記第1目封止部及び前記第2目封止部が緻密質である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項5] 前記第4目封止部が多孔質である、請求項2に記載の反応器。
- [請求項6] 前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向に直交する断面において、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルの形状が、三角形、四角形、六角形、八角形又はそれらの組み合わせである、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項7] 前記外周壁及び前記隔壁は、コーゼライト、ムライト、アルミナ、炭化ケイ素、Si結合炭化ケイ素から選択される1種以上を主成分とする、請求項1又は2に記載の反応器。

- [請求項8] 前記隔壁の厚さが0.05 mm～5 mmである、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項9] 前記隔壁の気孔率が30%以上80%未満である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項10] 前記隔壁の平均細孔径が10 μ m～300 μ mである、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項11] 前記機能材は吸着材である、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項12] 前記吸着材は、アミン化合物、有機金属錯体、並びに前記アミン化合物及び／又は前記有機金属錯体が担持されたナノポーラスセラミックス又はメソポーラスシリカから選択される少なくとも1つである、請求項11に記載の反応器。
- [請求項13] 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向において中心部よりも前記流出端面側が小さい、請求項12に記載の反応器。
- [請求項14] 前記ペレット状の機能材の粒子径は、前記第3セルが延びる方向に直交する方向において中心部よりも前記外周壁側が大きい、請求項12に記載の反応器。
- [請求項15] 前記外周壁に面する位置に前記第1セル及び／又は前記第2セルが配置されている、請求項1又は2に記載の反応器。
- [請求項16] 前記第1目封止部、前記第2目封止部及び前記第3目封止部が樹脂シートから構成される、請求項1に記載の反応器。
- [請求項17] 前記第3目封止部及び前記第4目封止部が樹脂多孔質シートから構成される、請求項2に記載の反応器。
- [請求項18] 前記ハニカム構造体は、前記流入端面及び前記流出端面の一辺の長さが100～500 mm、前記第1セル、前記第2セル及び前記第3セルが延びる方向の長さが100～1000 mmである四角柱状を有する、請求項1又は2に記載の反応器。

- [請求項19] [補正後] 外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、
- 前記第2セル及び前記第3セルの流出端面側に第2目封止部及び第3目封止部をそれぞれ形成する工程と、
- 前記第3セルに、粒子径が0.025～10mmであるペレット状の機能材を充填する工程と、
- 前記第1セルの流入端面側に第1目封止部を形成する工程とを含む反応器の製造方法。
- [請求項20] [補正後] 外周壁と、前記外周壁の内側に配設され、捕捉対象ガスを含有する処理ガスが流通可能な、流入端面から流出端面まで延びる第1セル、第2セル及び第3セルを区画形成する多孔質の隔壁とを有し、前記第1セルと前記第2セルとの間に前記第3セルが介在するハニカム構造体を準備する工程と、
- 前記第2セル及び前記第3セルの流出端面側に第2目封止部及び第3目封止部をそれぞれ形成する工程と、
- 前記第3セルに、粒子径が0.025～10mmであるペレット状の機能材を充填する工程と、
- 前記第1セル及び前記第3セルの流入端面に第1目封止部及び第4目封止部をそれぞれ形成する工程とを含む反応器の製造方法。
- [請求項21] 処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収装置であって、
- 請求項1又は2に記載の反応器と、
- 前記反応器の流入口に前記処理ガス又はパージガスを供給可能なガス供給配管と、

前記反応器の流出口から前記処理ガス又は前記パージガスを排出可能なガス排出配管と
を備えるガス回収装置。

[請求項22]

前記ガス供給配管は、2つに分岐したガス供給分岐配管を有し、
前記ガス供給分岐配管は、前記処理ガスを供給可能な第1ガス供給分岐配管、及び前記パージガスを供給可能な第2ガス供給分岐配管であり、

前記ガス排出配管は、2つに分岐したガス排出分岐配管を有し、
前記ガス排出分岐配管は、前記処理ガスを排出可能な第1ガス排出分岐配管、及び前記パージガスを排出可能な第2ガス排出分岐配管であり、

前記ガス回収装置は、前記第1ガス供給分岐配管又は前記第2ガス供給分岐配管を遮断可能な供給ガス切替バルブと、前記第1ガス排出分岐配管又は前記第2ガス排出分岐配管を遮断可能な排出ガス切替バルブとを更に備える、請求項21に記載のガス回収装置。

[請求項23]

前記ガス供給配管は、2つの独立したガス供給配管を有し、前記ガス供給配管は、前記処理ガスを供給可能な第1ガス供給配管、及び前記パージガスを供給可能な第2ガス供給配管であり、

前記ガス排出配管は、2つの独立したガス排出配管を有し、前記ガス排出配管は、前記処理ガスを排出可能な第1ガス排出配管、及び前記パージガスを排出可能な第2ガス排出配管であり、

前記反応器は、前記第1ガス供給配管と前記第1ガス排出配管との間又は前記第2ガス供給配管と前記第2ガス排出配管との間に配置可能であり、

前記ガス回収装置は、前記第1ガス供給配管と前記第1ガス排出配管との間又は前記第2ガス供給配管と前記第2ガス排出配管と

の間に前記反応器を移載可能な移載機構を更に備える、請求項 2 1 に記載のガス回収装置。

[請求項24] 前記ガス回収装置は、前記反応器を加熱可能な加熱機構を更に備える、請求項 2 1 に記載のガス回収装置。

[請求項25] 処理ガス中に含有される捕捉対象ガスを回収及び放出するためのガス回収システムであって、

請求項 1 又は 2 に記載の反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口に前記処理ガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記処理ガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス回収装置と、

前記反応器の着脱が可能な着脱部と、前記反応器の流入口にパージガスを供給可能なガス供給配管と、前記反応器の流出口から前記パージガスを排出可能なガス排出配管とを備えるガス放出装置と、

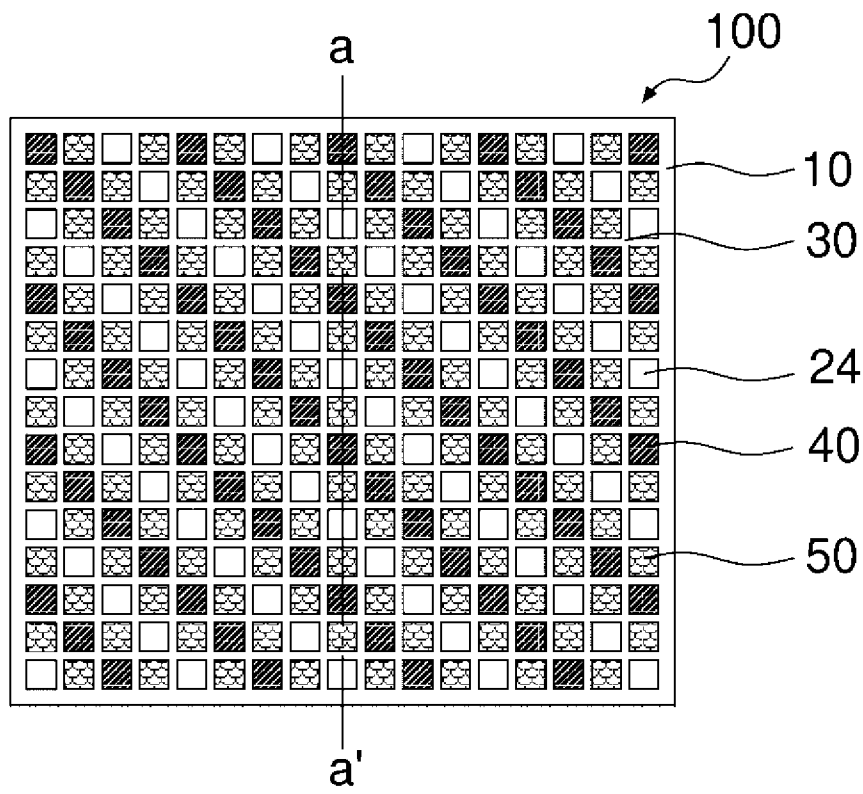
前記ガス回収装置で前記捕捉対象ガスが回収された前記反応器を前記ガス放出装置に移載するとともに、前記ガス放出装置で捕捉対象ガスが放出された前記反応器を前記ガス回収装置に移載することが可能な移載装置とを備えるガス回収システム。

[請求項26] 前記移載装置は車両を含む、請求項 2 5 に記載のガス回収システム。

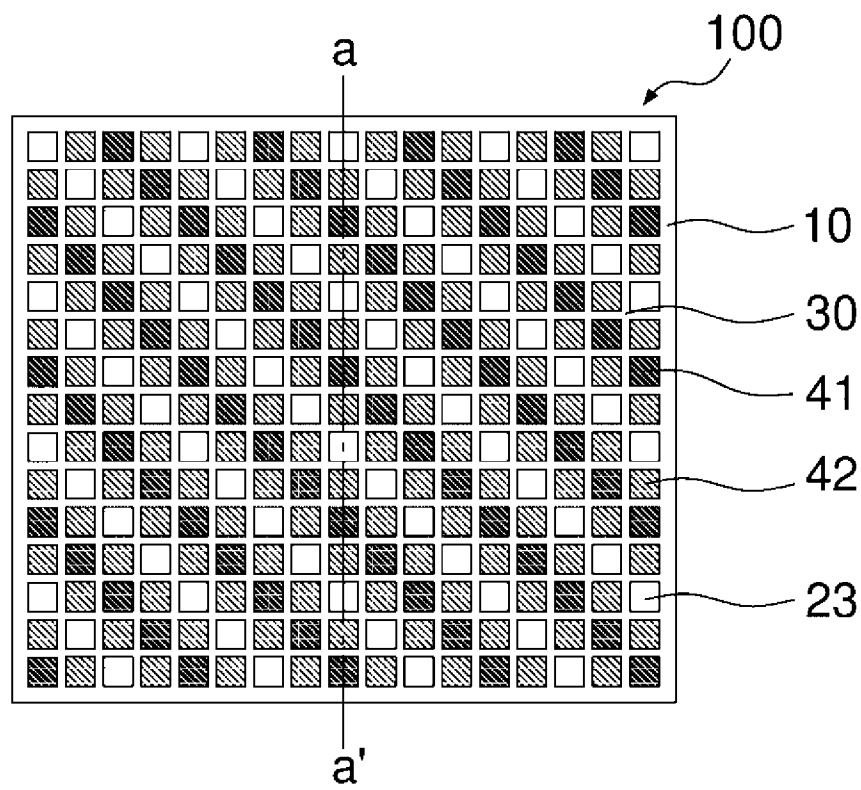
条約第19条（1）に基づく説明書

請求項 1、19 及び 20 において、ペレット状の機能材の粒子径が 0.025～10 mmであることを明確にする補正を行った。この補正は、段落 0067 の記載に基づいている。

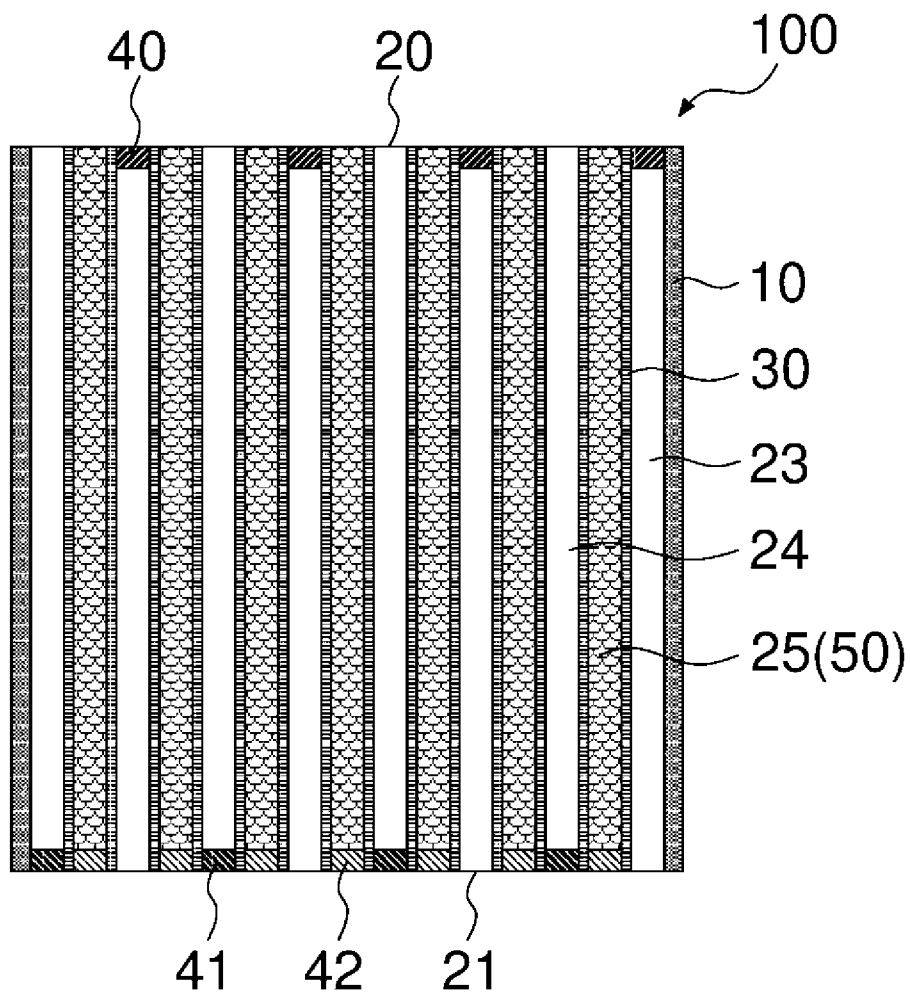
[図 1A]



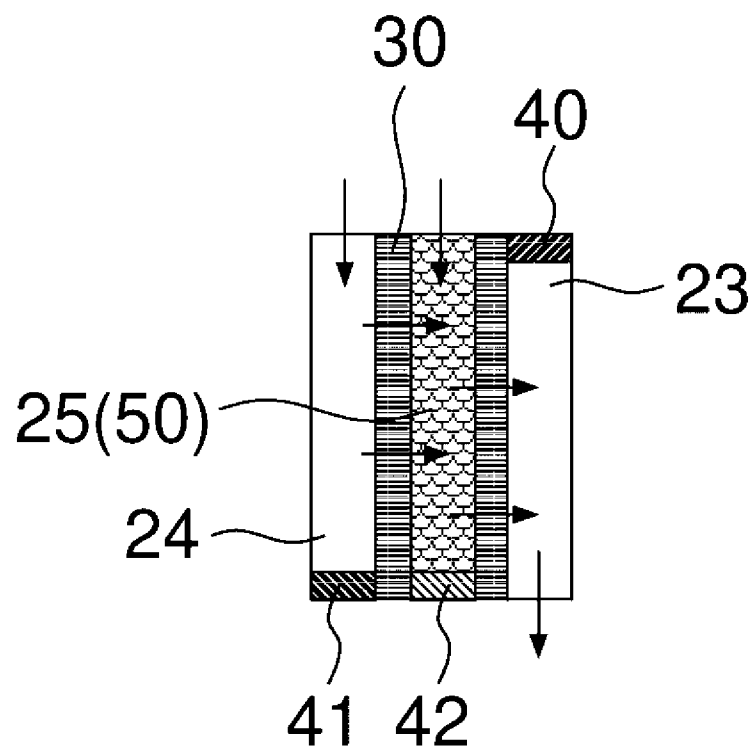
[図 1B]



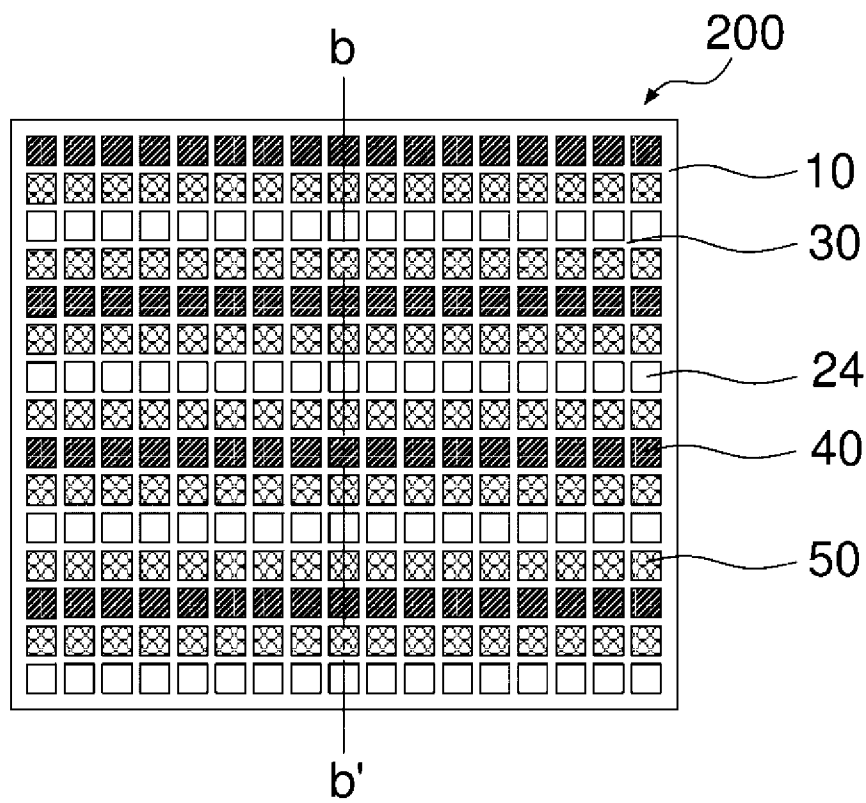
[図 1C]



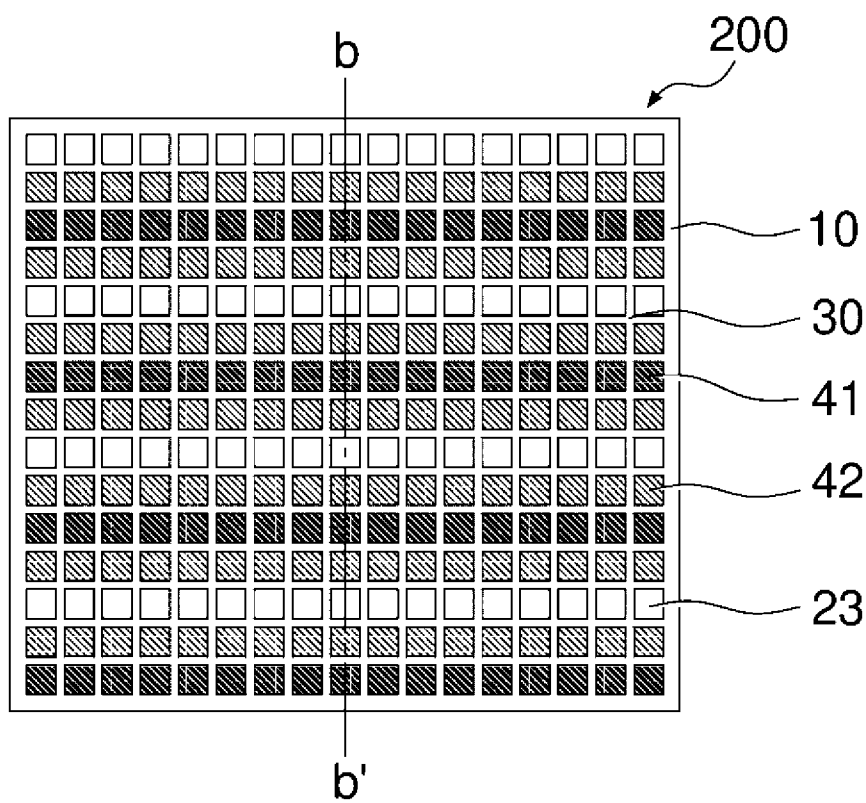
[図 1D]



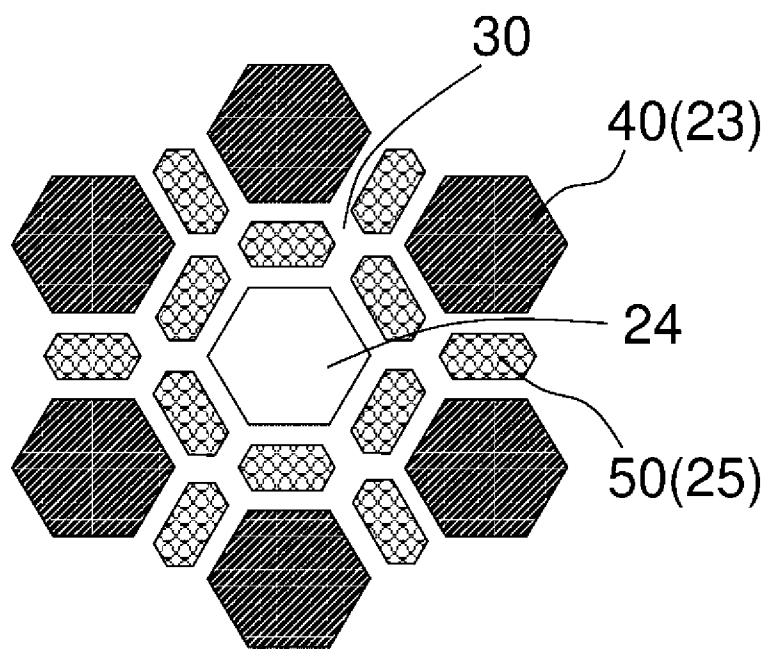
[図 2A]



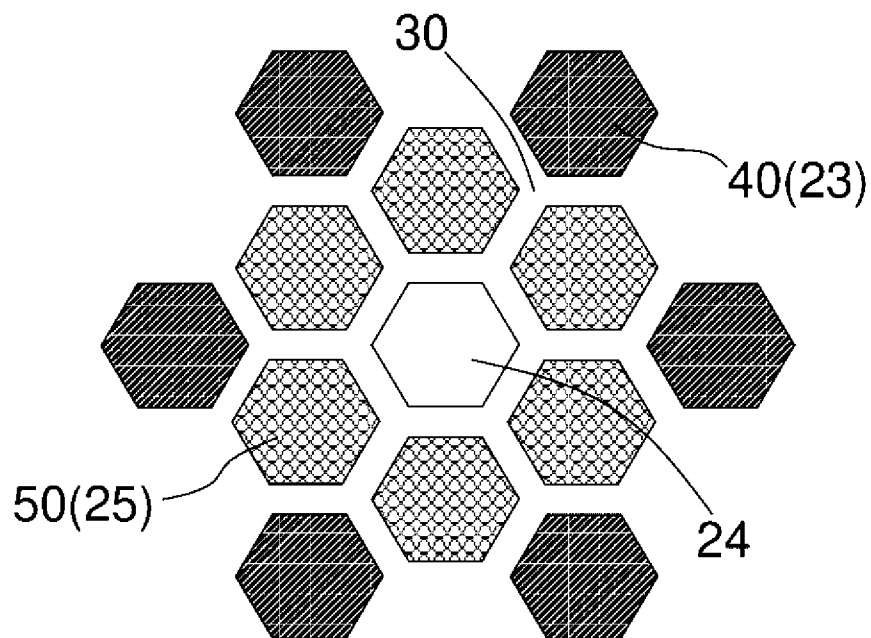
[図 2B]



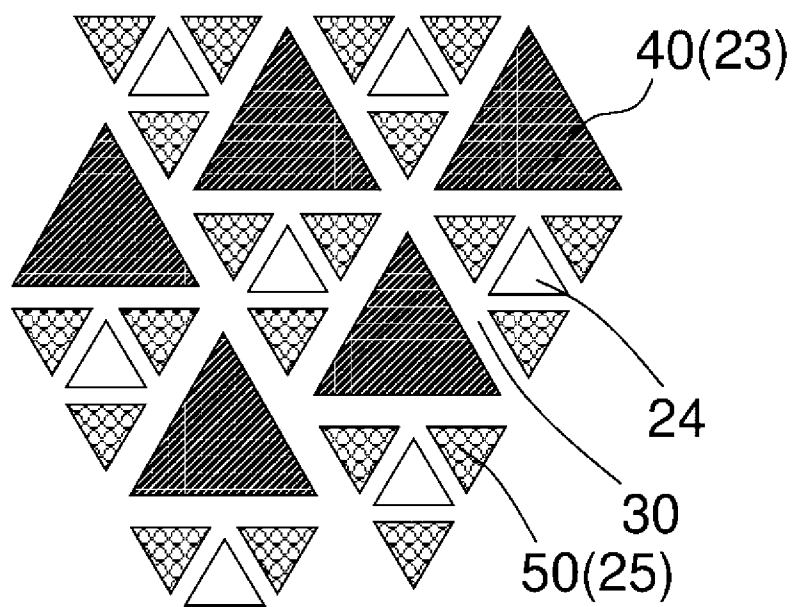
[図 3]



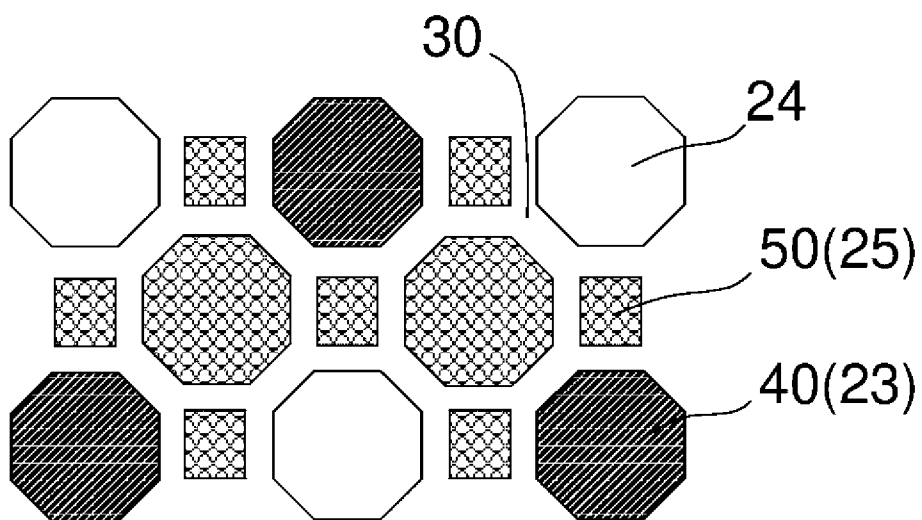
[図 4]



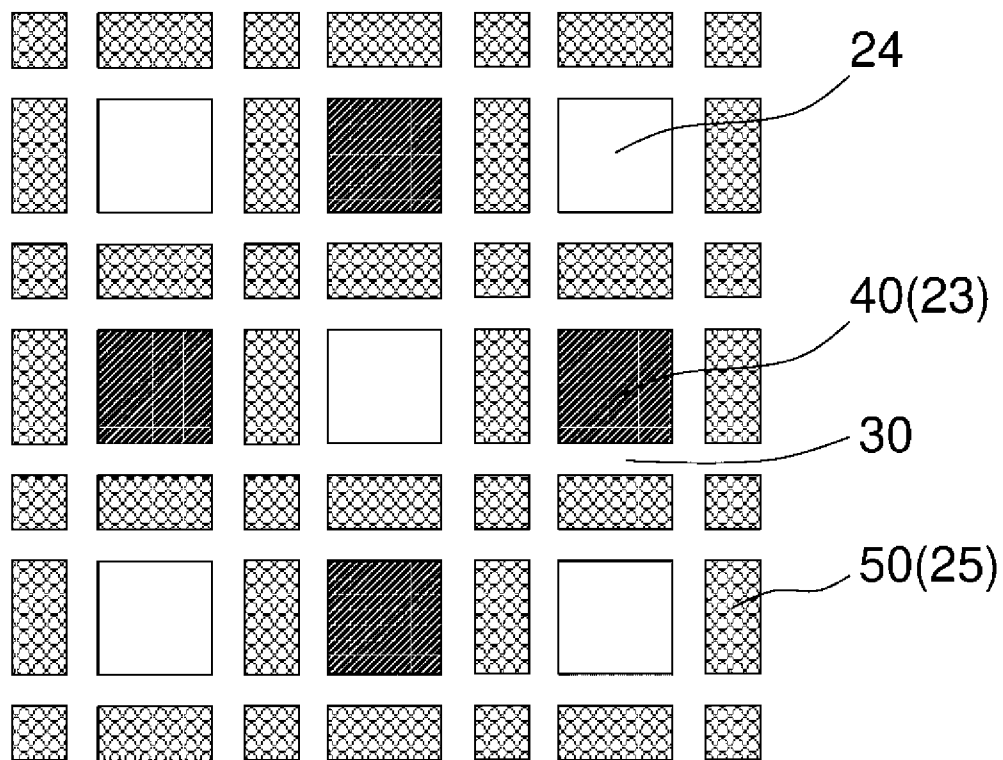
[図 5]



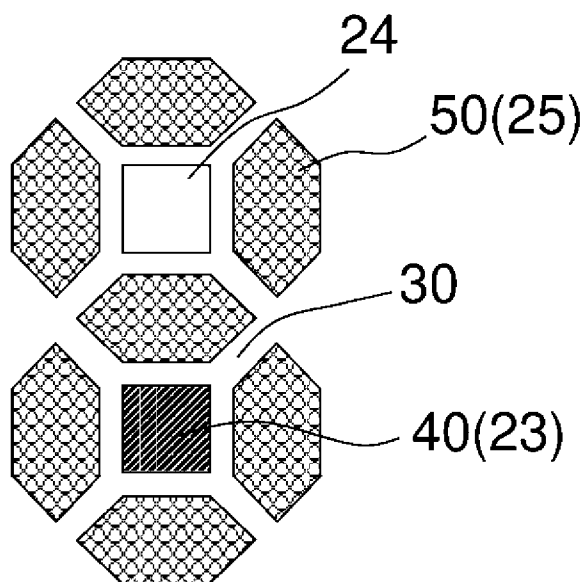
[図 6]



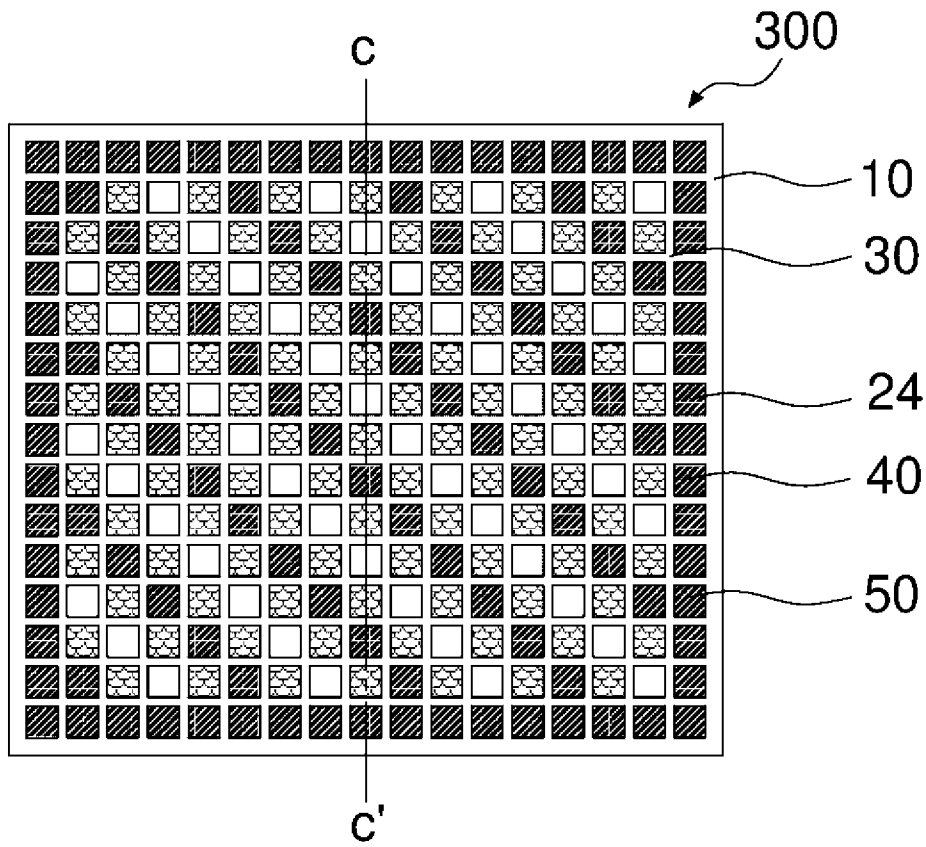
[図 7]



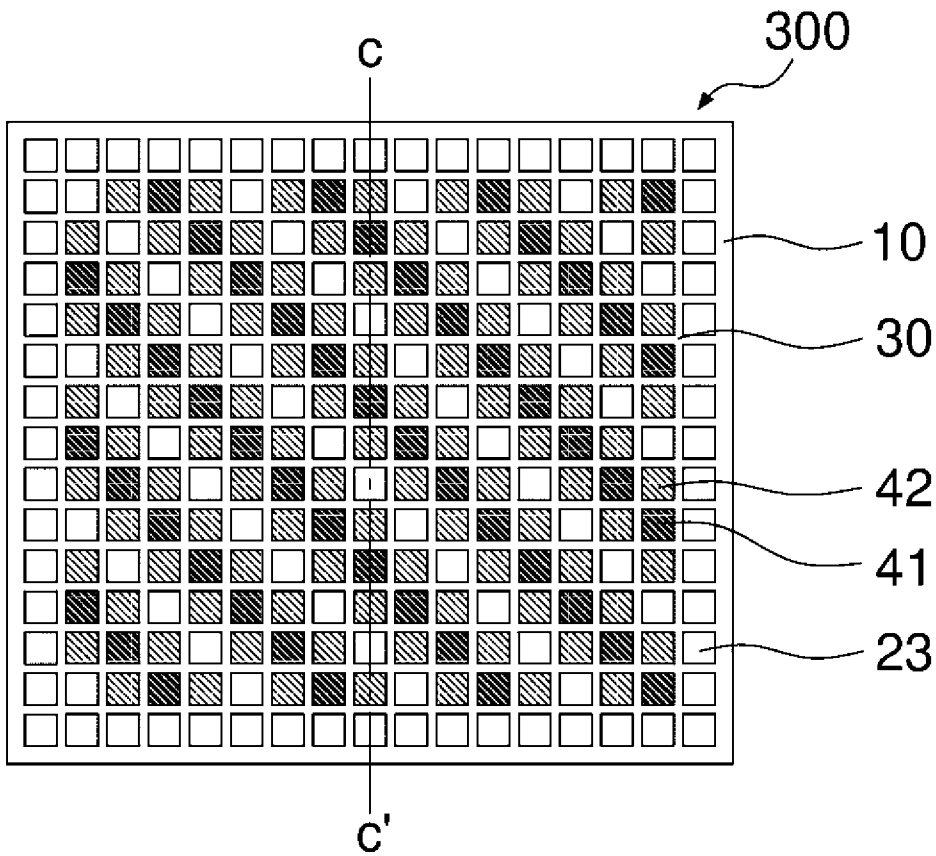
[図 8]



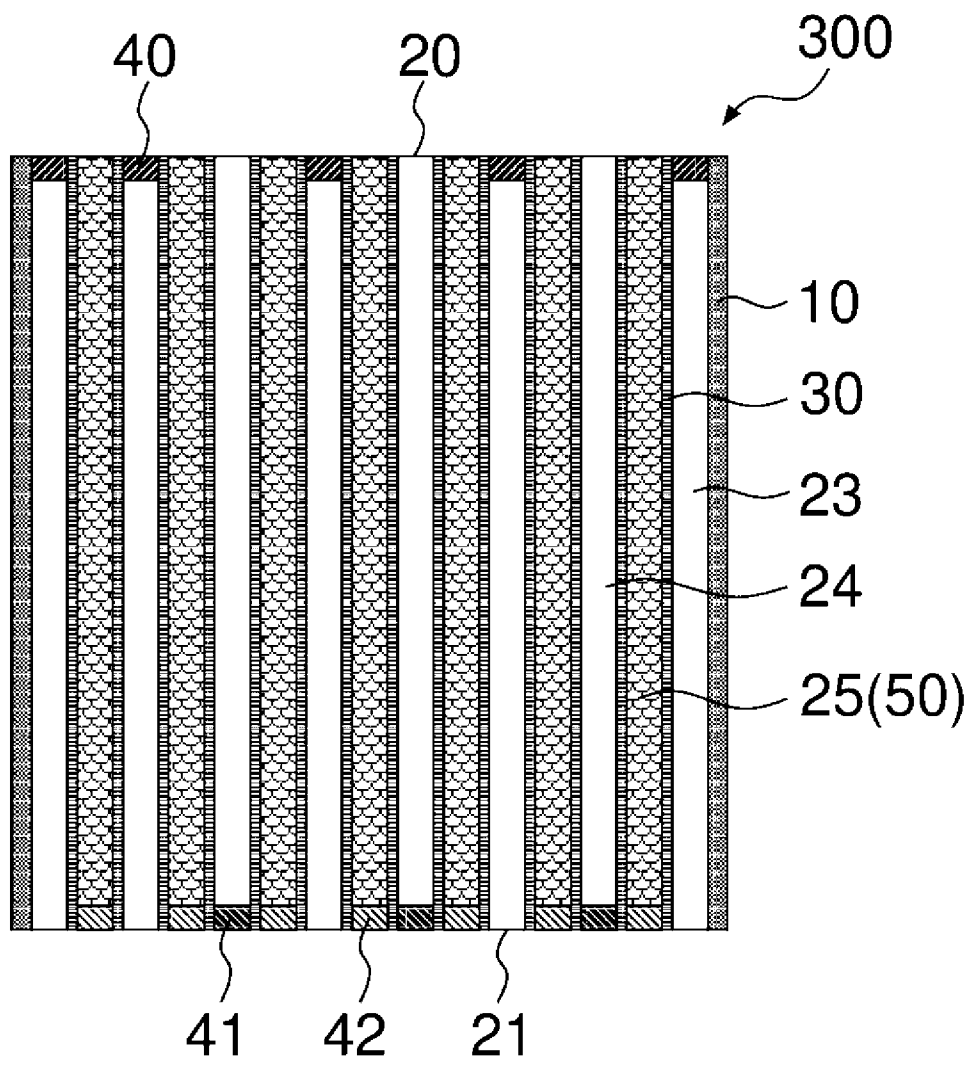
[図 9A]



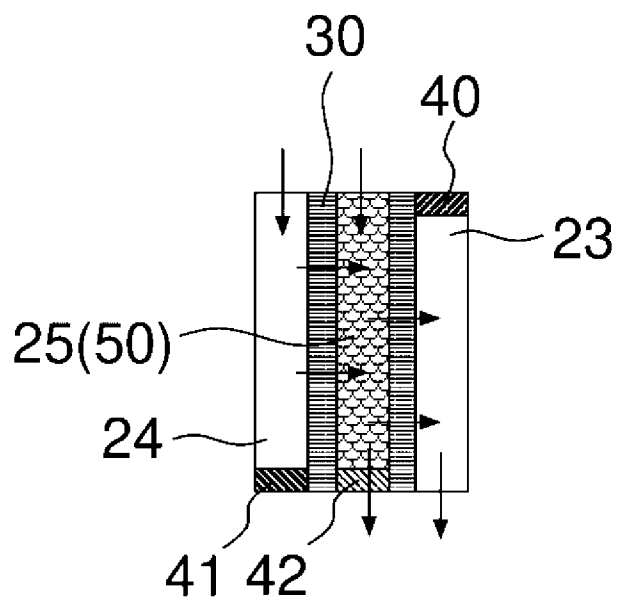
[図 9B]



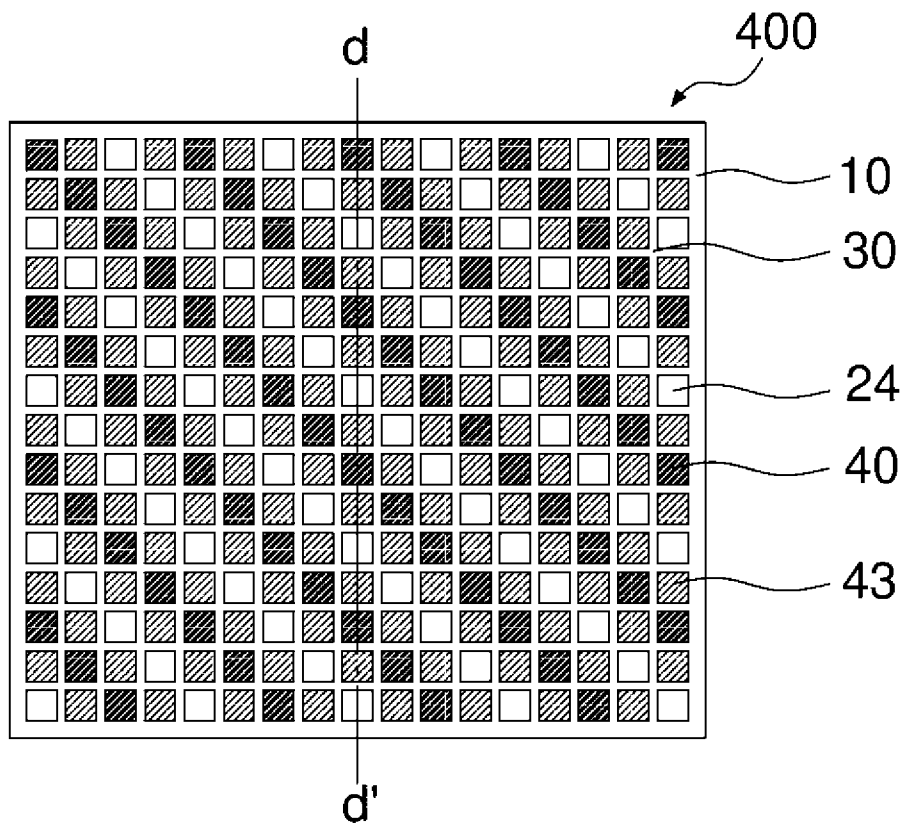
[図 9C]



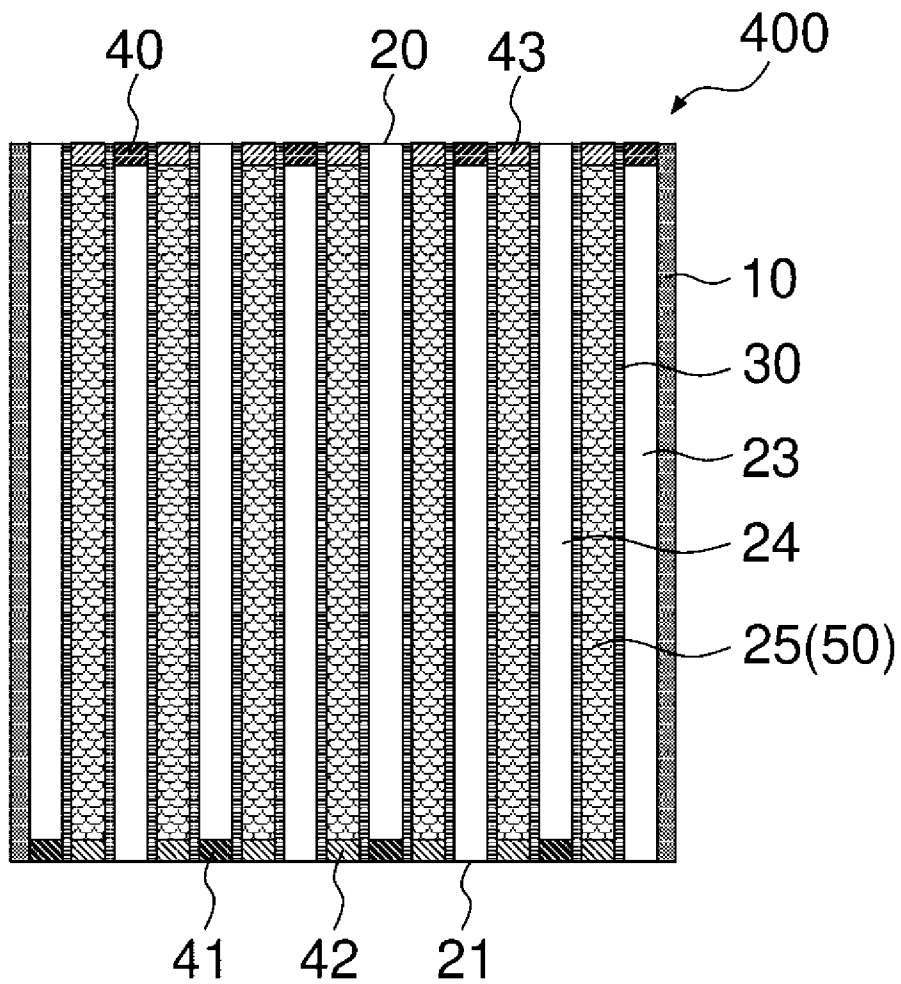
[図 10]



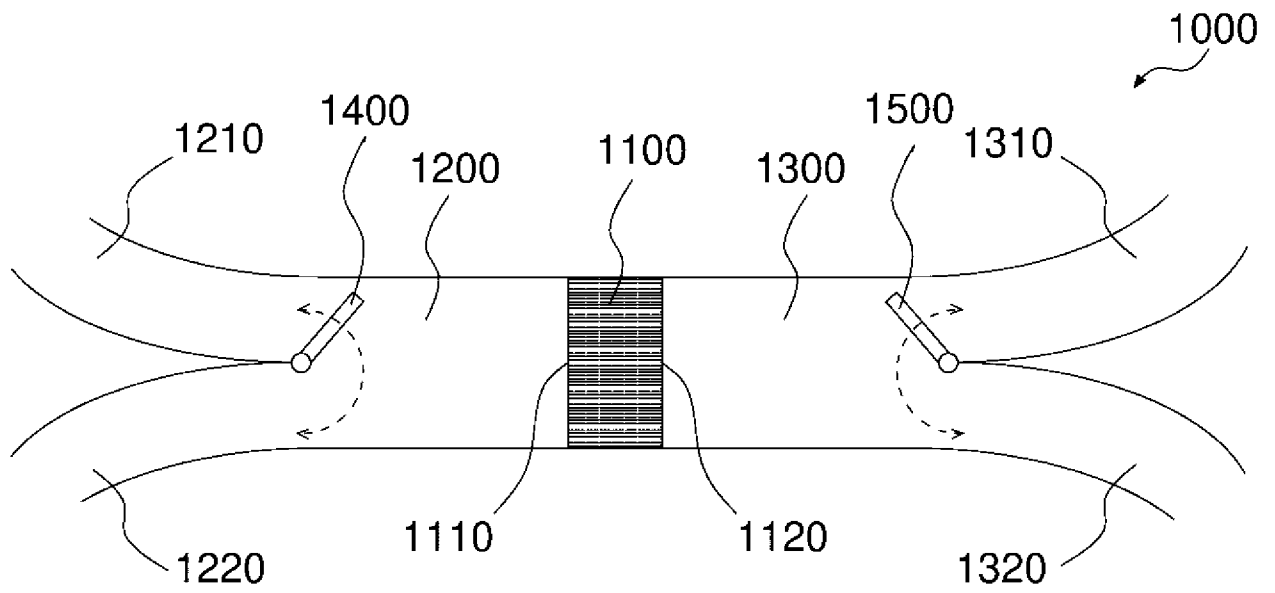
[図 11A]



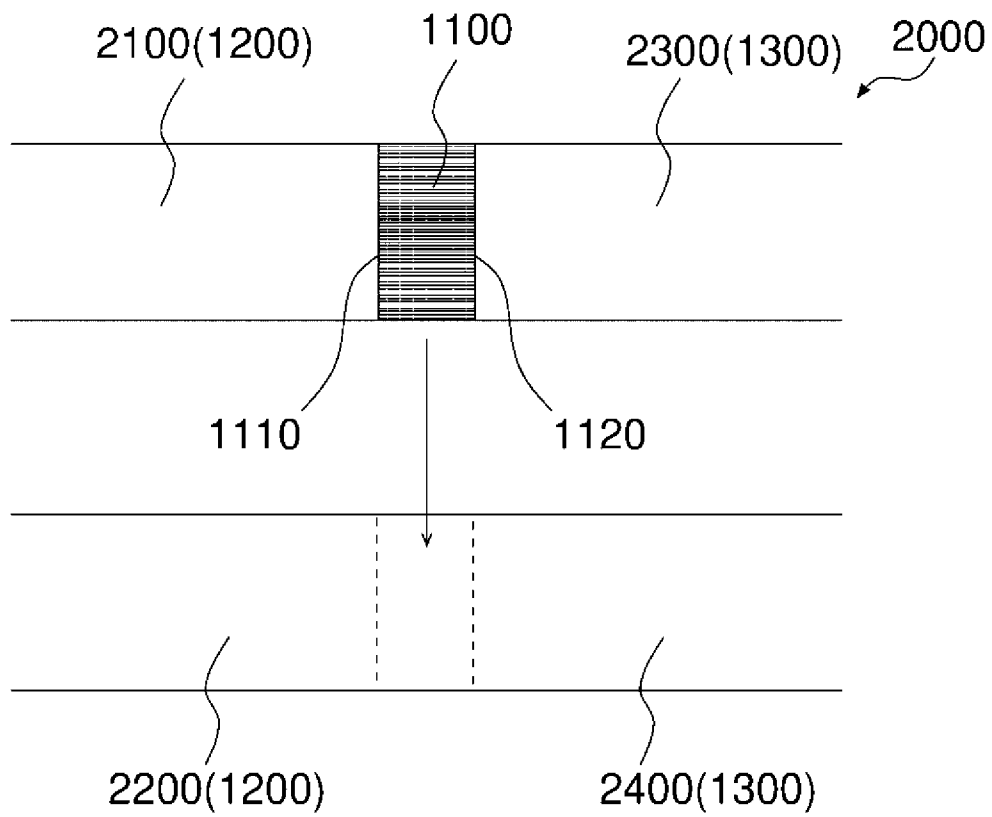
[図 11B]



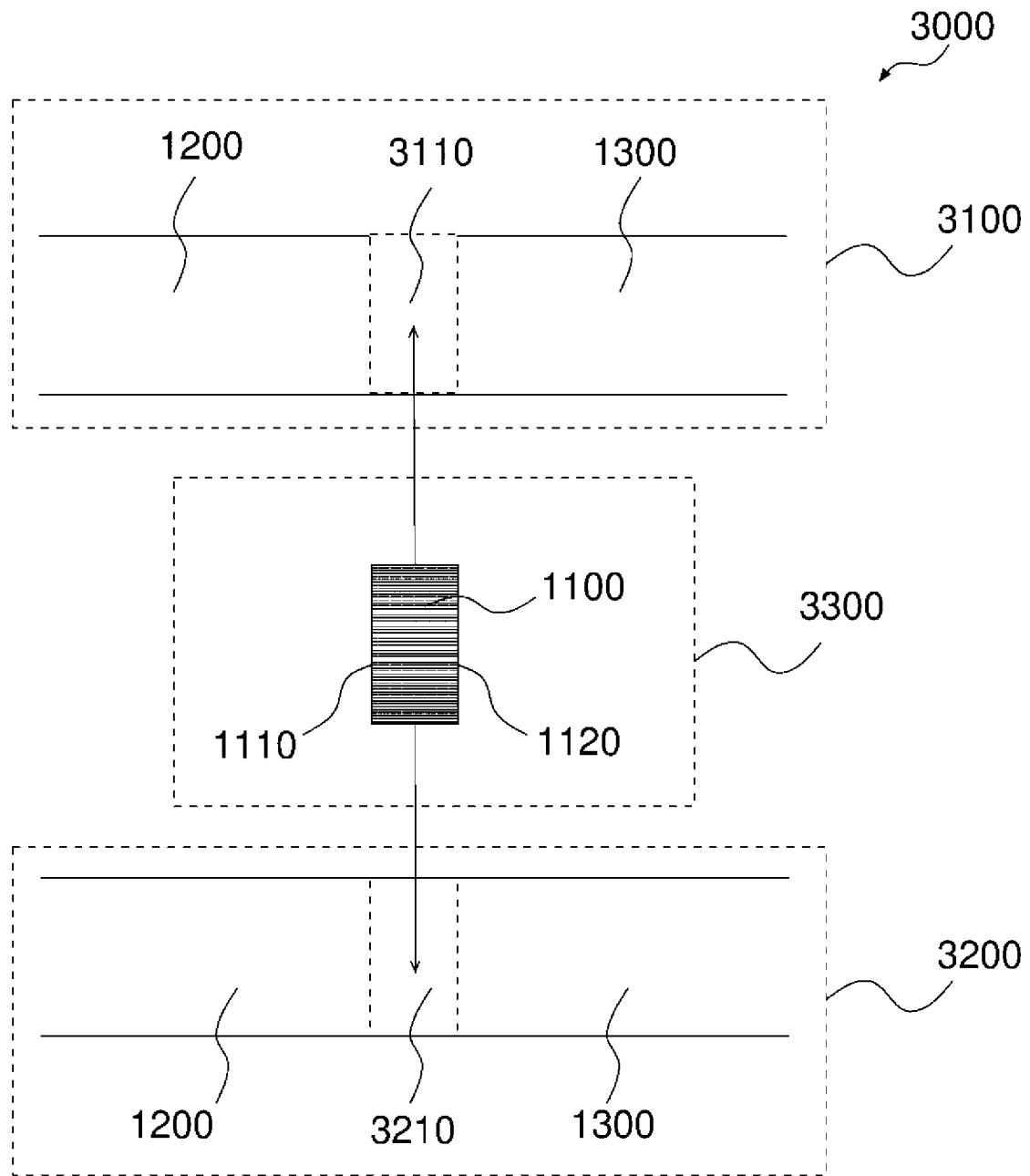
[図 12]



[図 13]



[図 14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/045785

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B01D 53/04**(2006.01)i

FI: B01D53/04 110

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)

B01D53/04-53/053; C04B38/00-38/10; C04B37/00-37/04; B28B11/02; B01J35/04; F01N3/00-3/38; B01D46/00-46/90; B28B1/00-1/54; B28B3/20-3/26

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 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	JP 2017-930 A (IBIDEN CO., LTD.) 05 January 2017 (2017-01-05) claims 1-10, paragraphs [0001], [0009]-[0093], fig. 2-5	1-10, 13-20
Y		11, 12, 21-26
Y	JP 2022-170972 A (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) 11 November 2022 (2022-11-11) claim 1, paragraphs [0001], [0039]-[0051]	11, 12
Y	JP 2021-187717 A (IBIDEN CO., LTD.) 13 December 2021 (2021-12-13) claims 1-5, paragraphs [0001]-[0004], [0043]-[0074]	21-26
A	JP 2018-39683 A (TOKYO YOGYO CO., LTD.) 15 March 2018 (2018-03-15) entire text	1-26
A	JP 6-182219 A (CORNING INC.) 05 July 1994 (1994-07-05) entire text	1-26



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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

08 February 2024

Date of mailing of the international search report

20 February 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/045785**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/0038915 A1 (CORNING INC.) 11 February 2016 (2016-02-11) entire text	1-26
A	JP 2006-26523 A (FUJI SILYSIA CHEMICAL LTD.) 02 February 2006 (2006-02-02) entire text	1-26
A	JP 7-204442 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 08 August 1995 (1995-08-08) entire text	1-26
A	JP 2004-41277 A (MITSUBISHI PAPER MILLS LTD.) 12 February 2004 (2004-02-12) entire text	1-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/045785

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2017-930	A	05 January 2017	(Family: none)	
JP	2022-170972	A	11 November 2022	US 2022/0347626 A1 claim 1, paragraphs [0001], [0045]-[0057] CN 115263496 A	
JP	2021-187717	A	13 December 2021	(Family: none)	
JP	2018-39683	A	15 March 2018	(Family: none)	
JP	6-182219	A	05 July 1994	US 5260035 A entire text EP 585572 A1 KR 10-1994-0003594 A TW 279811 B	
US	2016/0038915	A1	11 February 2016	WO 2016/025305 A1 CN 106999907 A	
JP	2006-26523	A	02 February 2006	(Family: none)	
JP	7-204442	A	08 August 1995	(Family: none)	
JP	2004-41277	A	12 February 2004	(Family: none)	

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 FI: B01D53/04 110		
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）） B01D53/04-53/053; C04B38/00-38/10; C04B37/00-37/04; B28B11/02; B01J35/04; F01N3/00-3/38; B01D46/00-46/90; B28B1/00-1/54; B28B3/20-3/26 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024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）		
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
X	JP 2017-930 A (イビデン株式会社) 05.01.2017 (2017-01-05) 請求項1-10, [0001], [0009]-[0093], 図2-5	1-10, 13-20
Y		11, 12, 21-26
Y	JP 2022-170972 A (トヨタ自動車株式会社) 11.11.2022 (2022-11-11) 請求項1, [0001], [0039]-[0051]	11, 12
Y	JP 2021-187717 A (イビデン株式会社) 13.12.2021 (2021-12-13) 請求項1-5, [0001]-[0004], [0043]-[0074]	21-26
A	JP 2018-39683 A (東京窯業株式会社) 15.03.2018 (2018-03-15) 全文	1-26
A	JP 6-182219 A (コーニング インコーポレイテッド) 05.07.1994 (1994-07-05) 全文	1-26
A	US 2016/0038915 A1 (CORNING INCORPORATED) 11.02.2016 (2016-02-11) 全文	1-26
☒ 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、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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 08.02.2024	国際調査報告の発送日 20.02.2024	
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） 末松 佳記 4Q 3443 電話番号 03-3581-1101 内線 3465	

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	JP 2006-26523 A (富士シリシア化学株式会社) 02.02.2006 (2006 - 02 - 02) 全文	1-26
A	JP 7-204442 A (松下電工株式会社) 08.08.1995 (1995 - 08 - 08) 全文	1-26
A	JP 2004-41277 A (三菱製紙株式会社) 12.02.2004 (2004 - 02 - 12) 全文	1-26

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/JP2023/045785

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2017-930	A	05.01.2017	(ファミリーなし)	
JP	2022-170972	A	11.11.2022	US 2022/0347626 A1	
				請求項1, [0001], [0045]-[0057]	
				CN 115263496 A	
JP	2021-187717	A	13.12.2021	(ファミリーなし)	
JP	2018-39683	A	15.03.2018	(ファミリーなし)	
JP	6-182219	A	05.07.1994	US 5260035 A	
				全文	
				EP 585572 A1	
				KR 10-1994-0003594 A	
				TW 279811 B	
US	2016/0038915	A1	11.02.2016	WO 2016/025305 A1	
				CN 106999907 A	
JP	2006-26523	A	02.02.2006	(ファミリーなし)	
JP	7-204442	A	08.08.1995	(ファミリーなし)	
JP	2004-41277	A	12.02.2004	(ファミリーなし)	