

(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
2018年6月14日(14.06.2018)



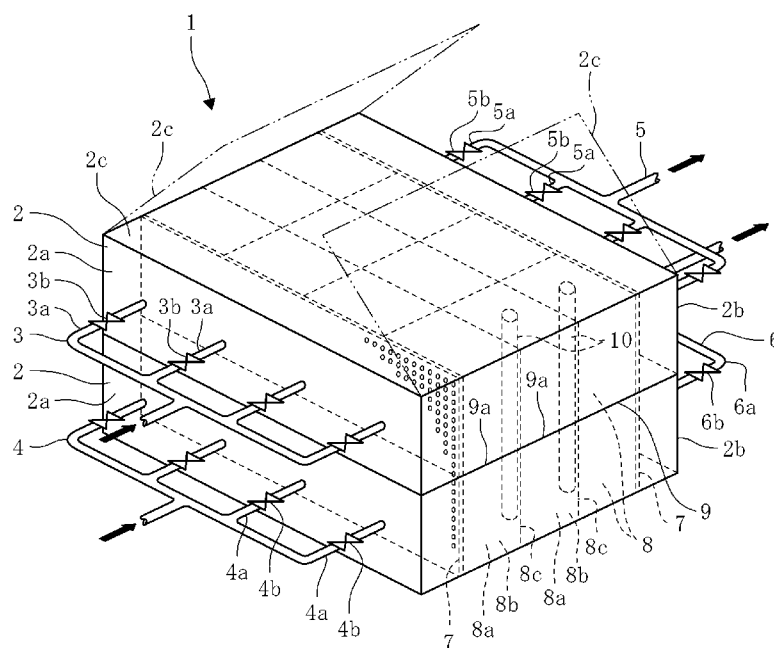
(10) 国際公開番号

WO 2018/105196 A1

- (51) 国際特許分類:
B01D 53/047 (2006.01) *B01D 53/82* (2006.01)
B01D 53/62 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/033484
- (22) 国際出願日: 2017年9月15日(15.09.2017)
- (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 2016-235501 2016年12月5日(05.12.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社 I H I (IHI CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 内 藤 俊 之 (NAITO Toshiyuki);
〒1358710 東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会社 I H I 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 山田特許事務所
(PATENT FIRM YAMADA PATENT OFFICE);
〒1010047 東京都千代田区内神田三丁目5番3号 矢萩第二ビル 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, 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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: GAS CONCENTRATOR

(54) 発明の名称: 気体濃縮装置



(57) **Abstract:** The present invention is provided with: an adsorption tank 2 for introducing thereinto a gas mixture in which multiple types of gases are mixed, and circulating the gas mixture along the horizontal direction; and an adsorbent layer 8 which is housed in the adsorption tank 2 and which adsorbs some gas in the gas mixture as an adsorption component when the gas mixture is introduced into the adsorption tank 2 by adsorption pressure, and desorbs the adsorbed adsorption component when the interior of the adsorption tank 2 is decompressed to a desorption pressure lower than the

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

- (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)）

aforementioned adsorption pressure.

(57) 要約：複数の種類の気体が混合した混合ガスを内部に導入し、水平方向に沿って流通させる吸着槽2と、該吸着槽2に収容され、該吸着槽2に混合ガスが吸着圧にて導入された場合に前記混合ガス中の一部の気体を吸着成分として吸着し、且つ前記吸着槽2内が前記吸着圧より低い脱着圧に減圧された場合に、吸着した前記吸着成分を脱着する吸着剤層8とを備える。

明 細 書

発明の名称： 気体濃縮装置

技術分野

[0001] 本開示は、複数の種類の気体が混合した混合ガスから、吸着剤への吸着度の差を利用して特定のガスを吸着成分として取り出す圧力変動吸着式の気体濃縮装置に関する。

背景技術

[0002] 複数の種類の気体が混合した混合ガスから特定の種類の気体を濃縮分離する方法として、従来、圧力変動吸着法（P S A法）が広く用いられている（例えば、下記特許文献1 参照）。

[0003] この種の圧力変動吸着法を用いた気体濃縮装置では、内部にゼオライト等の吸着剤を封入した吸着槽を複数個備えており、該吸着槽にボイラからの排ガス等の混合ガスを加圧して流通させる。すると、混合ガスを構成する複数の種類の気体のうち、吸着剤に吸着しやすい特定の気体が吸着成分として吸着剤に吸着される。吸着されなかった気体は非吸着分として前記吸着槽から排出される。

[0004] 吸着成分が吸着剤にある程度吸着された段階で、前記吸着槽内の圧力を下げると、吸着成分は吸着剤から脱着される。この一連の工程により、混合ガスから特定の気体を吸着成分として分離し、濃縮することができる。そして、吸着成分を吸着剤に吸着する吸着工程と、吸着した吸着成分を吸着剤から脱着する脱着工程とを複数の吸着槽間で切り替えながら実行することで、連続的に気体の濃縮分離を行うことができるようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平6－91226号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] ところで、近年では、二酸化炭素の排出量削減の観点から酸素燃焼ボイラの開発が進められている。酸素燃焼ボイラでは、排ガスの大部分が水と二酸化炭素で構成されるため、上述の如き気体濃縮装置を用いて容易に二酸化炭素を回収することができる。
- [0007] ここで、例えば数十万 $\text{m}^3\text{N}/\text{h}$ という大量の排ガスを発生させる酸素燃焼ボイラの場合、燃焼に伴い生じる排ガスを連続的に処理しようとするれば、それに見合った処理能力を有する気体濃縮装置が必要となる。
- [0008] 上述の如き気体濃縮装置で単位時間あたりの排ガスの処理量を大きくしようとする場合、吸着槽の容量を大きくし、封入される吸着剤の量を増やすことが最も単純な解決方法である。しかしながら、吸着槽の容量を大きくすれば、これに比例して装置全体の重量が増加してしまうことは避けられず、気体濃縮装置の建設にかかる費用が増大してしまうという問題があった。
- [0009] また、吸着工程においては、気体の吸着に伴って熱が発生する。吸着槽を大型化すれば、その分、吸着熱による温度の上昇が起こりやすくなったり、発生した熱が内部に籠もりやすくなるといった懸念がある。
- [0010] 本開示は、斯かる実情に鑑み、吸着槽の容量を確保しながら、建造にかかる費用を低減すると共に吸着工程における吸着槽内の高温化をも防止し得る気体濃縮装置を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

- [0011] 本開示は、複数の種類の気体が混合した混合ガスを内部に導入し、水平方向に沿って流通させる吸着槽と、該吸着槽に收容され、該吸着槽に混合ガスが吸着圧にて導入された場合に前記混合ガス中の一部の気体を吸着成分として吸着し、且つ前記吸着槽内が前記吸着圧より低い脱着圧に減圧された場合に、吸着した前記吸着成分を脱着する吸着剤層とを備えた圧力変動吸着式の気体濃縮装置にかかるものである。
- [0012] 本開示の気体濃縮装置においては、複数の前記吸着槽が近接して配置され、前記複数の吸着槽内の前記吸着剤層同士は熱を伝達する伝熱体により互いに連結されていることが好ましい。

[0013] 本開示の気体濃縮装置において、前記吸着槽は上下に積み重ねるように配置され、上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層同士は、仕切板を介して接していることが好ましい。

[0014] 本開示の気体濃縮装置において、前記吸着剤層は、吸着剤を備えた複数の吸着剤ユニットに分割され、前記仕切板は、複数の小仕切板に分割されており、互いに上下に配置された前記吸着槽のうち、上側の吸着槽の上面は、該吸着槽の外部から内部の空間へアクセス可能に構成されていることが好ましい。

[0015] 本開示の気体濃縮装置において、上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層における前記吸着剤ユニットへの分割位置、及び、前記仕切板における前記小仕切板への分割位置は平面視で一致していることが好ましい。

発明の効果

[0016] 本開示の気体濃縮装置によれば、吸着槽の容量を確保しながら、建造にかかる費用を低減すると共に吸着工程における吸着槽内の高温化をも防止し得るという優れた効果を奏し得る。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の実施形態に係る気体濃縮装置の一例を示す斜視図である。

[図2]本発明の実施形態に係る気体濃縮装置の一例を示す平面図である。

[図3]本発明の実施形態に係る気体濃縮装置の一部分を分解して示す斜視図である。

[図4]本発明の実施形態に係る気体濃縮装置を適用した気体濃縮システムの一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施の形態を添付図面を参照して説明する。

[0019] 図1～図3は本発明の実施形態に係る気体濃縮装置の形態の一例を示すものであり、図4は本発明の実施形態に係る気体濃縮装置を適用した圧力変動吸着法による気体濃縮システムの一例を示している。

[0020] 図1に示す如く、本実施例の気体濃縮装置1は、直方体状の形状に構成し

た吸着槽 2 を複数、上下に積み重ねて構成した点を最大の特徴としている。ここでは吸着槽 2 を二段に積み重ねるように配置した場合を例示している。各吸着槽 2 には、該吸着槽 2 の一側の側面 2 a から水平方向に沿って内部に気体を導入する導入流路としての入口管 3 又は入口管 4 と、吸着槽 2 内部の気体を他側の側面 2 b から水平方向に沿って導出する導出流路としての出口管 5 又は出口管 6 とがそれぞれ接続されている。そして、吸着槽 2 内に導入した気体を、吸着槽 2 内で水平方向に沿って流通させるようになっている。ここで、水平方向に沿った向きとは、厳密な水平方向のみを指すものではなく、水平方向からやや傾斜した向きをも含む、実質的に水平な向きを指すものとする。

[0021] 入口管 3, 4 は、各吸着槽 2 の外部から該各吸着槽 2 に向かって延び、一側の側面 2 a の手前で分岐した形で該一側の側面 2 a に接続されている。こうして、それぞれ複数の枝管 3 a 又は枝管 4 a から上下の吸着槽 2 内に気体を導入するようになっている。また、出口管 5, 6 は、各吸着槽 2 の他側の側面 2 b に突出する複数の枝管 5 a 又は枝管 6 a から気体を導出し、下流側にて合流して更に下流へと延びている。入口管 3, 4 の各枝管 3 a, 4 a、及び出口管 5, 6 の各枝管 5 a, 6 a には、それぞれ内部を流通する気体の流量を調整可能なバルブ 3 b, 4 b, 5 b, 6 b が備えられている。尚、ここでは、入口管 3, 4 及び出口管 5, 6 が各々四本の枝管 3 a, 4 a, 5 a, 6 a に分岐する場合を例示したが、分岐の数や配置は適宜変更可能である。

[0022] 各吸着槽 2 内には、一側の側面 2 a に対向する位置と、他側の側面 2 b に対向する位置のそれぞれに分散板 7 が設置されている。該二枚の分散板 7 の間に、吸着剤 8 a が収容されて吸着剤層 8 を構成している。各分散板 7 は、多数の穴が開口したパンチングメタルであり、一側の側面 2 a 及び他側の側面 2 b とは離間して配置される。そして、一側の側面 2 a から入口管 3, 4 の枝管 3 a, 4 a を通して導入された気体は、一側の側面 2 a と入口側の分散板 7 の間の空間から、該入口側の分散板 7 を通して吸着剤層 8 の設置され

た空間に抜ける。気体はさらに、出口側の分散板 7 を通して、該出口側の分散板 7 と他側の側面 2 b との間の空間に抜け、そこから出口管 5, 6 の枝管 5 a, 6 a を通して抜き出される。

[0023] 吸着剤 8 a としては、合成ゼオライトやモレキュラーシーブ等、各種の素材を用いることができる。本実施例では、特に二酸化炭素の吸着に適した金属-有機構造体 (MOF) により構成された吸着剤 8 a を採用している。この吸着剤 8 a は、大気圧より高圧の吸着圧下で気体中の二酸化炭素を吸着し、また、吸着した二酸化炭素を前記吸着圧より低い大気圧付近の脱着圧下で脱着するようになっている。以下では、「吸着圧」とは吸着剤 8 a が特定の吸着成分を吸着可能な圧力を指す。また、「脱着圧」とは、前記吸着圧より低い圧力であり、吸着剤 8 a が吸着した前記吸着成分を脱着可能な圧力を指す。

[0024] 本実施例の場合、吸着剤層 8 は複数の吸着剤ユニット 8 b の集合体として構成されている。各吸着剤ユニット 8 b は、気体を通すメッシュ等の素材で構成された直方体状の籠体 8 c 内に吸着剤 8 a を充填してなる。各吸着槽 2 内には、図 1 ~ 図 3 に示す如く、それぞれ複数の吸着剤ユニット 8 b が水平方向に配列されて吸着剤層 8 をなしている。

[0025] 言い換えれば、吸着剤層 8 は、籠体 8 c によって複数の吸着剤ユニット 8 b に区切られ、分割されている。そして、上下の吸着槽 2 内における吸着剤層 8 の分割位置は、図 2、図 3 に示す如く平面視で一致している。

[0026] 上下の吸着槽 2 同士の間は、水平方向に沿った面を構成する仕切板 9 によって隔てられている。上下の吸着槽 2 内の吸着剤層 8 同士は仕切板 9 を介して接している。そして、図 1 ~ 図 3 に示す如く、該仕切板 9 を上下に貫通するように、鉛直方向に沿って延びる伝熱体 10 が備えられている。尚、図 1 では、図示の都合上、一部の伝熱体 10 のみを表示している。

[0027] 伝熱体 10 は、例えば金属を中空の棒状に形成し、内部に水や有機溶媒等の熱媒を封入した物体である。伝熱体 10 は、上部を上側の吸着槽 2 の吸着剤層 8 に、下部を下側の吸着槽 2 の吸着剤層 8 に、それぞれ埋没させる形で

設置される。こうして、伝熱体 10 は上下の吸着剤層 8 同士を連結し、一方の吸着槽 2 の吸着剤層 8 において発生した熱を、他方の吸着槽 2 の吸着剤層 8 へ速やかに伝達するようになっている。尚、伝熱体 10 は、上述の如き構成に限定されず、他にも種々の形状ないし構造を取ることができる。例えば、内部に熱媒等を封入しない中実の金属で構成することもできるし、形状も棒状以外に例えば板状の物体とすることもできる。

[0028] 仕切板 9 は、熱伝導性の高い金属等の素材で形成されており、複数の小仕切板 9 a に分割された形で構成されている。仕切板 9 の小仕切板 9 a への分割位置は、図 3 に示す如く、平面視で該仕切板 9 の上下に位置する吸着剤層 8 の分割位置と一致している。すなわち、各小仕切板 9 a の上下には、吸着剤ユニット 8 b がそれぞれ一個ずつ配置される形である。また、仕切板 9 には、各小仕切板 9 a 毎に一本ずつの伝熱体 10 を備えている。小仕切板 9 a 同士の間は、気密性が保たれるよう、図示しないシール材にて封じられている。

[0029] 伝熱体 10 の数は、該伝熱体 10 の熱伝導性や、後述する吸着工程において発生が想定される熱の量その他の条件に応じ、これより多くすることも少なくすることもできる。また、ここでは各伝熱体 10 が平面視で各吸着剤ユニット 8 b の中央に位置するような配置としているが、この配置も適宜変更することができる。例えば、吸着剤ユニット 8 b 同士の間各伝熱体 10 が位置するようにしても良い。

[0030] また、ここでは各吸着剤層 8 及び仕切板 9 がそれぞれ 12 の吸着剤ユニット 8 b 及び小仕切板 9 a に分割される場合を例示しているが、分割の数や、吸着剤ユニット 8 b ないし小仕切板 9 a の形状は適宜変更し得る。

[0031] 図 1 に示す如く、上下二段の吸着槽 2 のうち、上側の吸着槽 2 の上面は蓋体 2 c として上下方向に開閉可能に構成されている。そして、必要に応じて蓋体 2 c を開き、内部の空間に収容した吸着剤層 8 や分散板 7、仕切板 9 等にアクセスできるようになっている。尚、蓋体 2 c は、ここに図示したような上下に開閉する方式に限らず、例えば水平方向にスライドすることで開閉

するように構成することも可能である。その他、閉状態における吸着槽 2 の気密性を確保しつつ必要時には吸着槽 2 内部に適宜アクセスできるようになっている限り、吸着槽 2 の開閉構造はどのような構成であっても良い。

[0032] 図 4 は、上述の如き気体濃縮装置 1 を適用した気体濃縮システムの一例を示している。図示しない燃焼ボイラから排出された排ガスであり、複数の種類の気体を含む混合ガス G 1 は、気体濃縮装置 1 にて処理される前に、冷却器 1 1 にて冷却される。排ガスである混合ガス G 1 は一般に数百℃程度の高温であり、一方、吸着剤 8 a（図 1～図 3 参照）にとって特定の気体の吸着に適した温度は常温～数十℃程度である。このため、ここで予め混合ガス G 1 の温度を低下させている。また、冷却に伴い混合ガス G 1 の体積も減少するので、気体濃縮装置 1 やその他の設備における処理の効率が向上するという利点もある。冷却後、混合ガス G 1 は圧縮機 1 2 で加圧され、さらに脱水塔 1 3 に送られて水分を除去される。脱水塔 1 3 には、シリカゲル等の脱水剤が充填されており、混合ガス G 1 を該脱水剤に通すことで水分を吸着し、除去するようになっている。

[0033] ここで、混合ガス G 1 が石炭焚ボイラ等からの排ガスである場合、図示は省略するが、冷却器 1 1 や圧縮機 1 2、脱水塔 1 3 等の前後に、気液分離器、脱硫装置、脱硝装置、水銀除去装置といった各種の設備が適宜設置される。気体濃縮装置 1 を含む機器類の腐食や性能の劣化を防止すると共に、最終的に分離される二酸化炭素の純度を高めるためである。

[0034] 水分を除去された混合ガス G 1 は、次に気体濃縮装置 1 の吸着槽 2 に送られる。この際、混合ガス G 1 の流路 1 4 は、上側の吸着槽 2 の入口管 3 と、下側の吸着槽 2 の入口管 4 とに分岐する。上下の入口管 3、4 への分岐点には流路切替器としての三方弁 1 5 が備えられている。三方弁 1 5 により、混合ガス G 1 を導入する先を上側の吸着槽 2 に通じる入口管 3 と、下側の吸着槽 2 に通じる入口管 4 との間で切り替えられるようになっている。

[0035] また、上側の吸着槽 2 の出口管 5 と、下側の吸着槽 2 の出口管 6 は、両吸着槽 2 の下流においてそれぞれ流路 1 6、1 7 及び流路 1 8、1 9 に分岐す

る。出口管 5 から分岐した流路 16 は、出口管 6 から分岐した流路 18 と合流して流路 20 へと続いている。流路 16, 18 から流路 20 への合流点には流路切替器としての三方弁 21 が備えられている。また、出口管 5 から分岐した流路 17 は、出口管 6 から分岐した流路 19 と合流して流路 22 へと続いている。流路 17, 19 から流路 22 への合流点には流路切替器としての三方弁 23 が備えられている。

[0036] 流路 20 からは、後述するように混合ガス G1 から選択的に取り出された吸着成分 G2 としての二酸化炭素が排出され、図示しない圧縮設備や貯留設備等に送られる。

[0037] 一方、流路 22 からは、後述するように混合ガス G1 から吸着成分 G2 を取り出した後の非吸着分 G3 が排出される。この非吸着分 G3 は、加熱器 24 にて加熱された後、脱水塔 13 に送られる。非吸着分 G3 は、該脱水塔 13 中の脱水剤の再生に利用され、水蒸気と共に大気中に放散される。すなわち、脱水塔 13 に充填された前記脱水剤はシリカゲル等であり、吸着した水分を加熱によって放出し、脱水剤としての機能を回復させることができる。ここで、加熱器 24 は、例えば非吸着分 G3 を電氣的に加熱するような装置であっても良い。あるいは、加熱器 24 は、混合ガス G1 の処理経路において混合ガス G1 の冷却を要する何れかの部分に備えられ、混合ガス G1 を冷却しつつ非吸着分 G3 を加温する熱交換器として構成しても良い。

[0038] また、流路 22 には濃度センサ 25 が備えられており、流路 22 から排出される非吸着分 G3 のうち、吸着成分 G2 に相当する成分の濃度を検出するようになっている。吸着槽 2 においては、上述の如く特定の成分（ここでは二酸化炭素）を吸着成分 G2 として吸着する。この際、混合ガス G1 中に含まれる吸着成分 G2 を必ずしも全て除去できるわけではなく、一部は吸着されないまま非吸着分 G3 の一部として排出される。また、吸着剤層 8 における吸着成分 G2 の吸着量にも限界がある。よって、吸着量がある程度増加してくると、吸着成分 G2 として吸着されるべき二酸化炭素が非吸着分 G3 に混じる割合も増加する。濃度センサ 25 では、そうした吸着成分 G2 相当成

分の濃度を検出し、監視するようになっている。

[0039] 次に、上記した本実施例の作動を説明する。

[0040] 排ガスである混合ガスG1は、冷却器11で冷却され、圧縮機12で加圧され、脱水塔13で水分を除去された後、気体濃縮装置1に送られる（図4参照）。このとき、加圧された混合ガスG1は、上下二段に設置された吸着槽2のうち一方に導入される。三方弁15の操作により、上側の吸着槽2に通じる導入流路である入口管3を開放し、下側の吸着槽2に通じる入口管4を閉塞する。混合ガスG1は流路14から入口管3を介して上側の吸着槽2に流入する。

[0041] 加圧された混合ガスG1の圧力は、吸着槽2内に充填した吸着剤8a（図1参照）が吸着成分G2である二酸化炭素を吸着可能な吸着圧に設定されている。したがって、上側の吸着槽2では、混合ガスG1が流入することにより、該混合ガスG1中の二酸化炭素を吸着成分G2として吸着剤層8に吸着する吸着工程が行われる。そして、上側の吸着槽2に接続された出口管5からは、混合ガスG1から二酸化炭素を吸着した残りの非吸着分G3が排出される。

[0042] この際、吸着槽2の下流に備えた三方弁21、23のうち、三方弁21は、上側の吸着槽2に通じる流路16と下流の流路20の間を閉塞する。一方、三方弁23は、上側の吸着槽2に通じる流路17と下流の流路22との間を開放し、下側の吸着槽2に通じる流路19と下流の流路22との間を閉塞する。こうすると、上側の吸着槽2の出口管5から流出する非吸着分G3は、流路17から流路22へ排出される。

[0043] この間、流路22に備えた濃度センサ25では、非吸着分G3中の二酸化炭素の濃度を監視している。上側の吸着槽2内の吸着剤層8における二酸化炭素の吸着量が増加し、吸着剤層8に吸着可能な最大量に近づいていくと、これに伴い非吸着分G3中の二酸化炭素の分圧が上昇する。そこで、濃度センサ25にて検出される二酸化炭素分圧がある程度増加した段階で三方弁15、21、23を切り替える。すなわち、上述の工程では上側の吸着槽2で

吸着工程を実行していたが、次は下側の吸着槽 2 にて吸着工程を実行し、上側の吸着槽 2 では脱着工程を行うようにする。

[0044] 三方弁 15 は、流路 14 と入口管 3 の間を閉塞し、流路 14 と入口管 4 の間を開放するをように切り替える。また、三方弁 21 は、流路 16 と流路 20 の間を開放し、流路 18 と流路 20 の間を閉塞するように切り替える。三方弁 23 は、流路 17 と流路 22 の間を閉塞し、流路 19 と流路 22 の間を開放するように切り替える。

[0045] こうすると、流路 14 から吸着圧にて供給される混合ガス G1 は下側の入口管 4 から下側の吸着槽 2 に流入し、ここで吸着剤層 8 に吸着成分 G2 としての二酸化炭素を吸着する吸着工程が実行される。残りの非吸着分 G3 は下側の出口管 6 から流路 19 を介して流路 22 に排出される。一方、上側の吸着槽 2 では、出口管 5 から流路 16 を介して流路 20 に至る経路が開放されるので、内部の圧力が大気圧付近の脱着圧まで下降する。そして、吸着剤層 8 に吸着された吸着成分 G2 としての二酸化炭素が脱着する脱着工程が実行される。脱着した二酸化炭素は、出口管 5 から流路 16 を介して流路 20 に排出され、後段の図示しない圧縮設備や貯留設備に送られる。

[0046] 下側の吸着槽 2 にて吸着工程が実行されている間も、濃度センサ 25 では非吸着分 G3 内の二酸化炭素濃度を監視している。濃度がある程度上昇したら、下側の吸着槽 2 の吸着剤層 8 における二酸化炭素の吸着量が最大値に近づいてきたと判断し、再度三方弁 15, 21, 23 の切替を行う。上側の吸着槽 2 では、先行する上述の脱着工程によって吸着剤層 8 から二酸化炭素が脱着されている。したがって、ここに流路 14 から入口管 3 を介して加圧された混合ガス G1 を導入すれば、再度吸着工程を実行することができる。非吸着分 G3 は出口管 5 から流路 17 を介して流路 22 へ排出される。下側の吸着槽 2 では、出口管 6 から流路 18 を介して流路 20 に至る経路が開放されて圧力が脱着圧まで下降する。そして、先行する吸着工程にて吸着した吸着成分 G2 としての二酸化炭素が脱着されて流路 20 に排出される。このように、本実施例の気体濃縮装置 1 では、上下二段に積み重ねた吸着槽 2 の間

で脱着工程と吸着工程とを交互に繰り返すことにより、混合ガス G 1 から連続的に吸着成分 G 2 としての二酸化炭素を分離することができる。

[0047] こうした圧力変動吸着法による気体濃縮の工程自体は、従来の気体濃縮装置と同様であるが、本実施例の気体濃縮装置 1 の場合、吸着槽 2 内における気体の流れを、鉛直方向ではなく水平方向に沿った向きに設定している。これにより、吸着槽 2 について大きな容量を確保しつつ、建造にかかる費用の高騰を抑えている。

[0048] すなわち、一般に、圧力変動吸着法の吸着工程において吸着剤層に吸着成分を効率良く吸着させるためには、混合ガスが前記吸着剤層内を流通する距離をある程度長く取る必要がある。この際、従来の如き塔型の吸着槽に対し下方から混合ガスを供給して上方から抜き出す方式では、気体の流通する距離を取るために吸着槽に高さを確保しなくてはならない。したがって、前記吸着槽から下向きにかかる単位面積あたりの重量が、吸着槽の体積に対して大きくなる。このため、吸着槽を大型化しようとするれば基礎にかかる建設費が著しく増大してしまう。

[0049] 一方、本実施例の如く、吸着剤層 8 に対し水平方向に沿って気体を流通させる構成とすれば、吸着のための距離は水平方向に沿って確保すれば良い。したがって、吸着槽 2 の高さを抑え、単位面積あたりの重量を軽減して基礎の設置にかかる費用を大幅に節減することが可能である。

[0050] また、本実施例の気体濃縮装置 1 では、吸着槽 2 内における気体の流れの均一化や、伝熱体 10 の設置等により、吸着槽 2 の大型化に伴う熱の問題にも対応するようにしている。

[0051] 上述の通り、吸着工程においては、気体が吸着剤層 8 へ吸着される際に熱が発生する。この熱は、吸着剤層 8 全体において満遍なく発生するとは限らない。吸着剤層 8 における吸着剤 8 a（図 1～図 3 参照）の充填の状態や、気体の流れの状態等により、熱の発生には偏りが生じ、吸着剤層 8 内の特定の部分において局所的に多量の熱が発生する場合もある。そして、こうした発熱の偏りは、吸着剤層 8 の体積が大きければ大きいほど生じやすい。また

、吸着剤層 8 の体積や、該吸着剤層 8 に流れ込む気体の量が大きければ、生じる熱の総量もそれだけ多く、発熱の偏りによる影響も大きくなり得る。

[0052] そこで、本実施例の気体濃縮装置 1 の場合、分散板 7 や、複数に分岐した枝管 3 a, 4 a, 5 a, 6 a といった構成により、吸着槽 2 を流通する混合ガス G 1 の流れがある程度均一化されるようになっている（図 1、図 2 参照）。また、各枝管 3 a, 4 a, 5 a, 6 a には各々バルブ 3 b, 4 b, 5 b, 6 b が備えられている。よって、該各バルブ 3 b, 4 b, 5 b, 6 b の開度を微調整することにより、枝管 3 a, 4 a, 5 a, 6 a を流通する気体の流量を操作し、吸着槽 2 における気体の流れを是正することも可能である。

[0053] さらに、上下の吸着槽 2 内に充填した吸着剤層 8 同士の間は、上述の如く伝熱体 10 により連結されている（図 1～図 3 参照）。この伝熱体 10 は、一方の吸着槽 2 の吸着剤層 8 にて発生した熱を、他方の吸着槽 2 の吸着剤層 8 へ速やかに伝達することができるようになっている。したがって、仮に吸着工程にある一方の吸着槽 2 にて吸着熱が発生し、これにより吸着剤層 8 内で局所的に温度が上昇し始めるようなことがあっても、その熱は伝熱体 10 を介して脱着工程にある他方の吸着槽 2 側へ速やかに逃がすことができる。こうして、吸着剤 8 a の一部が高温に曝されるような事態は未然に防止される。しかも、吸着剤 8 a に吸着された吸着成分 G 2 は、温度が高い方が脱着しやすい。このため、吸着工程にある一方の吸着槽 2 から回収した熱により、他方の吸着槽 2 における脱着工程が効率よく進行するという利点もある。

[0054] また、熱の移動は、上下の吸着剤層 8 同士の間を隔てる仕切板 9 を介しても行われる。ここで、本実施例の気体濃縮装置 1 では、吸着槽 2 同士を積み重ねた構成により、仕切板 9 を介した接触面積を大きく確保するようにしている。二基の吸着槽同士を仕切板を介して接するように配置することは、例えば前記二基の吸着槽を左右に並べることによっても可能である。しかしながら、こうした配置で前記吸着槽同士の接触面積を大きく取ろうとすれば、結局、前記吸着槽の高さを高く取らざるを得ない。そのような形状で吸着槽

を大型化しようとするれば、基礎にかかる工費の高騰が避けられない。その点、本実施例の如き吸着槽 2 の配置であれば、気体濃縮装置 1 全体の高さを低く保ちながら吸着槽 2 同士を大きい面積にて接触させることができる。

[0055] また、本実施例の如く吸着槽 2 同士を仕切板 9 を介して接するように配置した構成では、吸着槽 2 の構成材としての仕切板 9 を二基の吸着槽 2 の間で共有するので、該吸着槽 2 の製造にかかる材料費を節減することにもなる。

[0056] さらに、本実施例の気体濃縮装置 1 の保守作業について説明する。一般に、圧力変動吸着式の気体濃縮装置に用いる吸着剤は、吸着と脱着を繰り返す間に徐々に吸着能力が低下していくため、およそ数年毎に交換する必要がある。従来、こうした吸着剤の交換作業は、円筒形の吸着槽内に人が立ち入って手作業により行っていた。しかしながら、吸着槽の容量が大きく、多量の吸着剤が充填されている場合は、こうした人力による交換は困難であり、時間や費用もかかってしまう。

[0057] 本実施例の気体濃縮装置 1 の場合、上述の如く上側の吸着槽 2 の上面に蓋体 2 c を備えている（図 1 参照）。この蓋体 2 c を開放することで、上方から内部の吸着剤層 8 等にアクセスすることができる。そして、吸着剤層 8 は、籠体 8 c 内に吸着剤 8 a を収容した吸着剤ユニット 8 b の集合として構成されている。したがって、例えば上方からクレーンを用いて吸着剤ユニット 8 b を吊り下げること、人力によらずに吸着剤ユニット 8 b の交換作業を実施することができる。

[0058] 吸着槽 2 同士を上下に積み重ねた配置は、この交換作業においても有利である。仮に、吸着槽同士を左右に隣り合う配置とした場合、仕切板は鉛直方向に沿った面をなすように配置される。また、吸着槽内の吸着剤層同士を連結する伝熱体は、該仕切板を貫通するように水平方向に沿って備えられることになる。このため、吸着剤ユニットを鉛直方向に動かそうとすると、伝熱体が妨げとなってしまう。一方、本実施例の如く、二基の吸着槽 2 同士を上下に配置すれば、伝熱体 10 は図 1、図 3 に示す如く縦方向に沿って配置されることになる。したがって、吸着槽 2 の上方から吸着剤ユニット 8 b を吊

り下げようにして交換作業を行う場合に、伝熱体 10 が吸着剤ユニット 8 b の動作を妨げるようなことはない。よって、例えば以下の如き手順をスムーズに実行することができる。1) 上側の吸着剤ユニット 8 b を鉛直方向に吊り上げて吸着槽 2 外に移す。2) その下に位置していた小仕切板 9 a を伝熱体 10 ごと鉛直方向に吊り上げて取り除く。3) その下に位置していた吸着剤ユニット 8 b を移動させる。

[0059] また、上下に積み重なった吸着槽 2 内において、上下の吸着剤層 8 の分割位置、及び仕切板 9 の分割位置は平面視で一致している。よって、例えば、上側の吸着剤ユニット 8 b を取り出した後、その下に位置する小仕切板 9 a や吸着剤ユニット 8 b を取り出そうとする際に、別の吸着剤ユニット 8 b が妨げになるようなこともない。あるいは、上下二個の吸着剤ユニット 8 b、及びその間に配置された小仕切板 9 a をまとめて吊り上げることも可能である。

[0060] 以上のように、上記本実施例においては、混合ガス G 1 を内部に導入し、水平方向に沿って流通させる吸着槽 2 と、該吸着槽 2 に収容され、該吸着槽 2 に混合ガス G 1 が吸着圧にて導入された場合に前記混合ガス G 1 中の一部の気体を吸着成分 G 2 として吸着し、且つ前記吸着槽 2 内が前記吸着圧より低い脱着圧に減圧された場合に、吸着した前記吸着成分 G 2 を脱着する吸着剤層 8 とを備えている。こうすることで、圧力変動吸着式の気体濃縮装置 1 を設置するにあたり、吸着剤層 8 における気体の流通する距離を水平方向に沿って確保することができる。また、吸着槽 2 の高さを抑えて基礎にかかる工費を節減することができる。

[0061] また、本実施例においては、複数の前記吸着槽 2 が近接して配置され、前記複数の吸着槽 2 内の前記吸着剤層 8 同士は熱を伝達する伝熱体 10 により互いに連結されている。こうすることで、吸着工程にある一方の吸着槽 2 において発生した吸着熱を、伝熱体 10 を介して脱着工程にある他方の吸着槽 2 に逃がすことができ、吸着工程における吸着剤層 8 の高温化を回避することができる。また、一方の吸着槽 2 にて発生する吸着熱を、他方の吸着槽 2

において脱着の進行に利用することもできる。

[0062] また、本実施例において、前記吸着槽 2 は上下に積み重ねるように配置され、上下に配置された前記吸着槽 2 内の前記吸着剤層 8 同士は、仕切板 9 を介して接している。こうすることで、吸着工程にある一方の吸着槽 2 において発生した吸着熱を、仕切板 9 を介して脱着工程にある他方の吸着槽 2 に逃がすことができると共に、吸着槽 2 の製造にかかる材料費を節減することができる。

[0063] また、本実施例において、前記吸着剤層 8 は、吸着剤 8 a を備えた複数の吸着剤ユニット 8 b に分割され、前記仕切板 9 は、複数の小仕切板 9 a に分割されており、互いに上下に配置された前記吸着槽 2 のうち、上側の吸着槽 2 の上面は、該吸着槽 2 の外部から内部の空間へアクセス可能に構成されている。こうすることで、吸着剤 8 a の交換作業等をクレーン等を用いて実行することができる。

[0064] また、本実施例において、上下に配置された前記吸着槽 2 内の前記吸着剤層 8 における前記吸着剤ユニット 8 b への分割位置、及び、前記仕切板 9 における前記小仕切板 9 a への分割位置は平面視で一致している。こうすることで、クレーン等を用いた吸着剤 8 a の交換作業等を一層簡便に実行することができる。

[0065] したがって、上記本実施例によれば、吸着槽の容量を確保しながら、建造にかかる費用を低減すると共に吸着工程における吸着槽内の高温化をも防止し得る。

[0066] 尚、本開示の気体濃縮装置は、上述の実施例にのみ限定されるものではない。例えば、酸素燃焼ボイラを含む石炭焚ボイラその他、種々のボイラの排ガスからの気体の分離に適用し得る。また、排ガスからの二酸化炭素の分離に限らず、種々の混合ガスからの気体の取り出しにも適用し得る。その他、本開示の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

符号の説明

- [0067]
- 1 気体濃縮装置
 - 2 吸着槽
 - 8 吸着剤層
 - 8 a 吸着剤
 - 8 b 吸着剤ユニット
 - 9 仕切板
 - 9 a 小仕切板
 - 10 伝熱体
 - G 1 混合ガス
 - G 2 吸着成分

請求の範囲

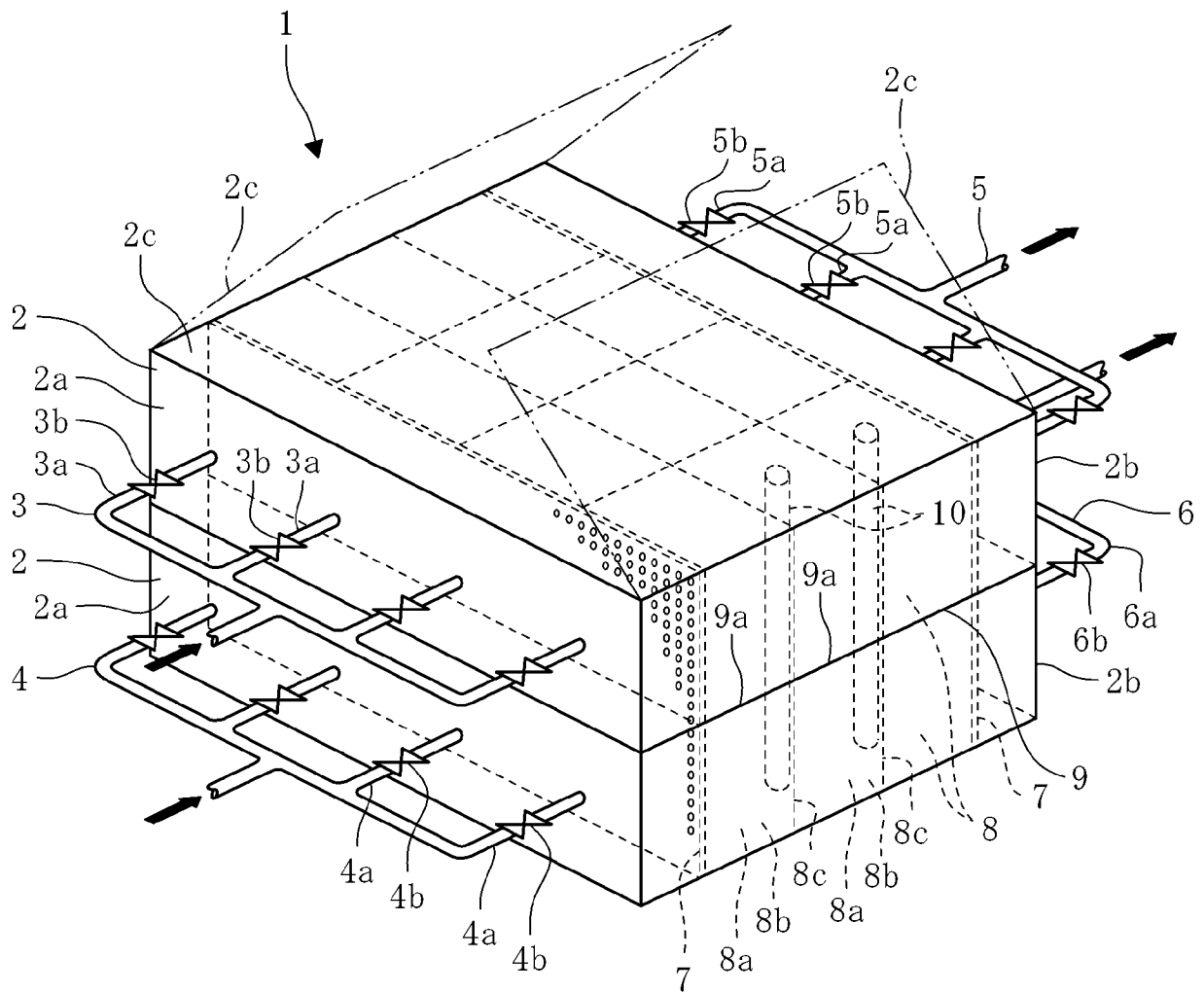
- [請求項1] 複数の種類の気体が混合した混合ガスを内部に導入し、水平方向に沿って流通させる吸着槽と、
- 該吸着槽に収容され、該吸着槽に混合ガスが吸着圧にて導入された場合に前記混合ガス中の一部の気体を吸着成分として吸着し、且つ前記吸着槽内が前記吸着圧より低い脱着圧に減圧された場合に、吸着した前記吸着成分を脱着する吸着剤層と
- を備えた圧力変動吸着式の気体濃縮装置。
- [請求項2] 複数の前記吸着槽が近接して配置され、前記複数の吸着槽内の前記吸着剤層同士は熱を伝達する伝熱体により互いに連結されている、請求項1に記載の気体濃縮装置。
- [請求項3] 前記吸着槽は上下に積み重ねるように配置され、上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層同士は、仕切板を介して接している、請求項2に記載の気体濃縮装置。
- [請求項4] 前記吸着剤層は、吸着剤を備えた複数の吸着剤ユニットに分割され、
- 前記仕切板は、複数の小仕切板に分割されており、
- 互いに上下に配置された前記吸着槽のうち、上側の吸着槽の上面は、該吸着槽の外部から内部の空間へアクセス可能に構成されている、請求項3に記載の気体濃縮装置。
- [請求項5] 上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層における前記吸着剤ユニットへの分割位置、及び、前記仕切板における前記小仕切板への分割位置は平面視で一致している、請求項4に記載の気体濃縮装置。
- [請求項6] 前記吸着槽は上下に積み重ねるように配置され、上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層同士は、仕切板を介して接している、請求項1に記載の気体濃縮装置。
- [請求項7] 前記吸着剤層は、吸着剤を備えた複数の吸着剤ユニットに分割され、

前記仕切板は、複数の小仕切板に分割されており、

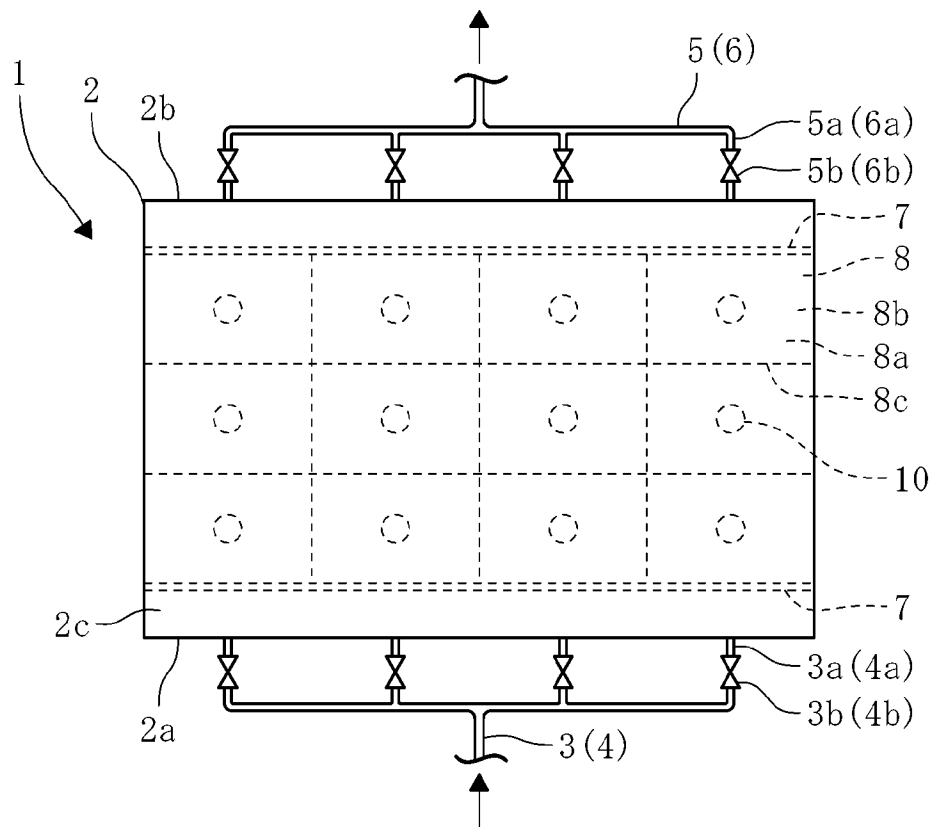
互いに上下に配置された前記吸着槽のうち、上側の吸着槽の上面は、該吸着槽の外部から内部の空間へアクセス可能に構成されている、請求項 6 に記載の気体濃縮装置。

[請求項8] 上下に配置された前記吸着槽内の前記吸着剤層における前記吸着剤ユニットへの分割位置、及び、前記仕切板における前記小仕切板への分割位置は平面視で一致している、請求項 7 に記載の気体濃縮装置。

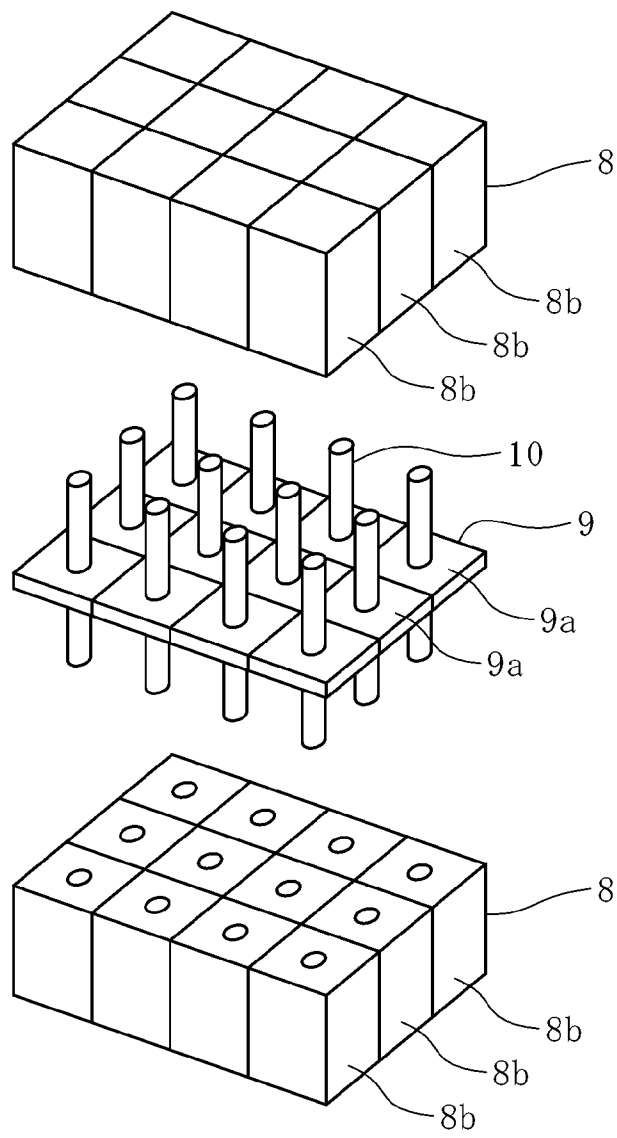
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/033484

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D53/047(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/82(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D53/02-53/12, B01D53/34-53/85, B01J8/00-8/46

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

DWPI(Derwent Innovation)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 00/59610 A1 (Kuraray Chemical Co., Ltd.), 12 October 2000 (12.10.2000), claims; experimental examples 1 to 2, 4 to 5, 8 to 9; fig. 1, 4 to 5 (Family: none)	1 2-3, 6
Y	JP 62-210031 A (Mitsubishi Electric Corp.), 16 September 1987 (16.09.1987), claims; page 2, lower right column, line 18 to page 3, lower right column, line 6; fig. 1 to 2 (Family: none)	2-3, 6
Y	JP 55-92122 A (Daido Steel Co., Ltd.), 12 July 1980 (12.07.1980), claims; page 2, lower right column, line 2 to page 3, upper left column, line 13; fig. 2 (Family: none)	2-3, 6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 October 2017 (24.10.17)

Date of mailing of the international search report
07 November 2017 (07.11.17)

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

International application No.

PCT/JP2017/033484

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 52-138060 A (Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.), 17 November 1977 (17.11.1977), claims; page 2, lower right column, line 16 to page 3, upper left column, line 3; fig. 1 (Family: none)	2-3, 6
Y	JP 1-297118 A (Hitachi, Ltd.), 30 November 1989 (30.11.1989), claims; page 2, upper left column, line 20 to lower right column, line 15; fig. 1 to 5 (Family: none)	2-3, 6
A	JP 50-11864 B1 (Shikoku Kasei Co., Ltd.), 07 May 1975 (07.05.1975), fig. 1 to 3 (Family: none)	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/047(2006.01)i, B01D53/62(2006.01)i, B01D53/82(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B01D53/02-53/12, B01D53/34-53/85, B01J8/00-8/46

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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）

DWPI (Derwent Innovation)

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 Y	WO 00/59610 A1（クラレケミカル株式会社）2000.10.12, 請求の範囲、実験例1-2, 4-5, 8-9、図1, 4-5（ファミリーなし）	1 2-3, 6
Y	JP 62-210031 A（三菱電機株式会社）1987.09.16, 特許請求の範囲、第2頁右下欄第18行-第3頁右下欄第6行、第1-2図（ファミリーなし）	2-3, 6

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

24.10.2017

国際調査報告の発送日

07.11.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神田 和輝

4 Q

3 4 3 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3468

C (続き) . 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
Y	JP 55-92122 A (大同特殊鋼株式会社) 1980. 07. 12, 特許請求の範囲、第 2 頁右下欄第 2 行－第 3 頁左上欄第 1 3 行、第 2 図 (ファミリーなし)	2-3, 6
Y	JP 52-138060 A (三井東圧化学株式会社) 1977. 11. 17, 特許請求の範囲、第 2 頁右下欄第 1 6 行－第 3 頁左上欄第 3 行、第 1 図 (ファミリーなし)	2-3, 6
Y	JP 1-297118 A (株式会社日立製作所) 1989. 11. 30, 特許請求の範囲、第 2 頁左上欄第 2 0 行－右下欄第 1 5 行、第 1 － 5 図 (ファミリーなし)	2-3, 6
A	JP 50-11864 B1 (四国化成工業株式会社) 1975. 05. 07, 第 1 － 3 図 (ファミリーなし)	1-8