

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6999665号
(P6999665)

(45)発行日 令和4年1月18日(2022.1.18)

(24)登録日 令和3年12月24日(2021.12.24)

(51)国際特許分類

F I

B 0 1 D 53/04 (2006.01)

B 0 1 D 53/04 2 3 0

C 0 1 B 32/00 (2017.01)

C 0 1 B 32/00

C 0 1 B 32/194 (2017.01)

C 0 1 B 32/194

請求項の数 17 (全31頁)

(21)出願番号	特願2019-523584(P2019-523584)	(73)特許権者	518334613
(86)(22)出願日	平成29年11月8日(2017.11.8)		スヴァンテ インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2019-535501(P2019-535501 A)		カナダ国 ブイ5ジェー 0ピー6 プリ
(43)公表日	令和1年12月12日(2019.12.12)		ティッシュコロンビア州, パーナビー,
(86)国際出願番号	PCT/CA2017/051328		グレンライオン パークウェイ 8 5 2 8
(87)国際公開番号	WO2018/085927	(74)代理人	, スイート 1 4 3
(87)国際公開日	平成30年5月17日(2018.5.17)		110000958
審査請求日	令和2年11月5日(2020.11.5)		特許業務法人 インテクト国際特許事務所
(31)優先権主張番号	62/419,359	(74)代理人	100091683
(32)優先日	平成28年11月8日(2016.11.8)		弁理士 吉 川 俊雄
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	100179316
			弁理士 市川 寛奈
		(72)発明者	ヒアヴィ, ソヘイル
			カナダ国 ブイ7エル 1イー3 プリテ
			ィッシュコロンビア州, バンクーバー,
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 平行通路コンタクター及び吸着ガス分離方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

多成分流体ストリーム(20)から少なくとも第1の成分を吸着ガス分離するための平行通路コンタクター(2)であって、

複数の吸着剤構造(1)であって、前記吸着剤構造(1)は、

第1の吸着剤層(12)であって、前記第1の吸着剤層(12)のz軸に沿った第1の透過率値、および、第1の吸着剤材料を有し、前記第1の吸着剤材料が、

第1の組成と、

第1の孔サイズと、を更に備える

前記第1の吸着剤層(12)と、

第2の吸着剤層(14)であって、前記第2の吸着剤層(14)のz軸に沿った第2の透過率値、および、第2の吸着剤材料を有し、前記第2の吸着剤材料が、

第2の組成と、

第2の孔サイズと、を更に備える

前記第2の吸着剤層(14)と、

前記第1の透過率値と前記第2の透過率値とが異なること

前記第1の組成と前記第2の組成とが異なること

前記第1の孔サイズと前記第2の孔サイズとが異なること、および

前記第1の吸着材料が前記第2の吸着材料と比べて疎水性が高いこと

の少なくとも1つであり、

前記第 1 の吸着剤層 (1 2) と前記第 2 の吸着剤層 (1 4) との間に挿入される障壁層 (1 0) と、 を備える、

複数の吸着剤構造 (1) と、

第 1 の流体通路 (1 6) であって、前記第 1 の流体通路 (1 6) の少なくとも一部分は前記第 1 の吸着剤層 (1 2) によって定義される、第 1 の流体通路 (1 6) と、

第 2 の流体通路 (1 8) であって、前記第 2 の流体通路 (1 8) の少なくとも一部分は前記第 2 の吸着剤層 (1 4) によって定義される、第 2 の流体通路 (1 8) と、

を備え、

前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び前記第 2 の流体通路 (1 8) は、前記平行通路コンタクター (2) 内で流体的に分離された平行通路コンタクター (2) 。

10

【請求項 2】

前記障壁層 (1 0) は、1 0 0 0 μ m以下の厚さを有する、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

【請求項 3】

前記障壁層 (1 0) は、1 0 - 6 m²以下の透過率を有する、請求項 1 または 2 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

【請求項 4】

前記第 1 の吸着剤材料は、疎水性吸着剤材料、活性炭吸着剤材料、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ吸着剤材料、ゼオライト吸着剤材料のうちの少なくとも 1 つを含み、前記第 2 の吸着剤材料は、親水性吸着剤材料、ゼオライト吸着剤材料、及び金属有機構造体吸着剤材料のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

20

【請求項 5】

前記第 1 の吸着剤層 (1 2) 及び前記第 2 の吸着剤層 (1 4) のうちの少なくとも一方は、1 0 W / m · K以上の熱伝導率を有する熱伝導性材料を含む、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

【請求項 6】

複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) を更に備える、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

【請求項 7】

前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続された、第 1 のポート、前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続された、第 2 のポート、前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続された、第 3 のポート、及び、前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続された、第 4 のポートを更に備える、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

30

【請求項 8】

複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) を更に備え、前記第 1 のポートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続され、前記第 2 のポートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続され、前記第 3 のポートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続され、前記第 4 のポートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続される、請求項 7 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

40

【請求項 9】

前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続された、第 3 のポート、前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続された、第 4 のポート、前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続された、第 5 のポート、及び、前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続された、第 6 のポートを更に備える、請求項 1 に記載の平行通路コンタクター (2) 。

【請求項 10】

複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) を更に備え、前記第 3 のポートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続され、前記第 4 のポ

50

ートは、複数の前記第 1 の流体通路 (1 6) に流体接続され、前記第 5 のポートは、複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続され、前記第 6 のポートは、複数の前記第 2 の流体通路 (1 8) に流体接続される、請求項 9 に記載の平行通路コンタクター (2)。

【請求項 1 1】

多成分流体ストリーム (2 0) から少なくとも第 1 の成分を分離するための吸着ガス分離プロセスであって、

(i) 前記多成分流体ストリーム (2 0) を、平行通路コンタクター (2) 内に受入れるステップであって、前記平行通路コンタクター (2) は、

複数の吸着剤構造 (1) であって、前記吸着剤構造 (1) は、
第 1 の吸着剤層 (1 2) であって、前記第 1 の吸着剤層 (1 2) の z 軸に沿った第 1 の
透過率値、および、第 1 の吸着剤材料を有し、前記第 1 の吸着剤材料が、

10

第 1 の組成と、
第 1 の孔サイズと、を更に備える

前記第 1 の吸着剤層 (1 2) と、
第 2 の吸着剤層 (1 4) であって、前記第 2 の吸着剤層 (1 4) の z 軸に沿った第 2 の
透過率値、および、第 2 の吸着剤材料を有し、前記第 2 の吸着剤材料が、

第 2 の組成と、
第 2 の孔サイズと、を更に備える

第 2 の吸着剤層 (1 4) と、
前記第 1 の透過率値と前記第 2 の透過率値とが異なること、

20

前記第 1 の組成と前記第 2 の組成とが異なること、
前記第 1 の孔サイズと前記第 2 の孔サイズとが異なること、および
前記第 1 の吸着材料が前記第 2 の吸着材料と比べて疎水性が高いこと
の少なくとも 1 つであり、

前記第 1 の吸着剤層 (1 2) と前記第 2 の吸着剤層 (1 4) との間に挿入される障壁層
(1 0) と、

第 1 の流体通路 (1 6) であって、前記第 1 の流体通路 (1 6) の少なくとも一部分は前記第 1 の吸着剤層 (1 2) によって定義される、第 1 の流体通路 (1 6) と、

第 2 の流体通路 (1 8) であって、前記第 2 の流体通路 (1 8) の少なくとも一部分は前記第 2 の吸着剤層 (1 4) によって定義される、第 2 の流体通路 (1 8) と、を備え、

30

前記第 1 の流体通路 (1 6) 及び前記第 2 の流体通路 (1 8) は、前記平行通路コンタ
クター (2) 内で流体的に分離される、受入れるステップと、

(i i) 前記多成分流体ストリーム (2 0) を、前記平行通路コンタクター (2) の前記第 2 の流体通路 (1 8) 内に受入れるステップと、

(i i i) 前記第 2 の流体通路 (1 8) の前記少なくとも一部分を画定する前記第 2 の吸着剤層 (1 4) の前記第 2 の吸着剤材料上に前記多成分流体ストリーム (2 0) の前記第 1 の成分の少なくとも一部分を吸着させるステップと、

(i v) 前記平行通路コンタクター (2) の前記第 2 の流体通路 (1 8) から、前記多成分流体ストリーム (2 0) と比べて前記第 1 の成分が枯渇した第 1 の生成物ストリーム (2 2) を回収するステップと、

40

(v) 脱着流体ストリーム (2 4) を前記平行通路コンタクター (2) の前記第 2 の流体通路 (1 8) 及び/または前記第 1 の流体通路 (1 6) 内に受入れるステップと、

(v i) 前記第 2 の吸着剤層 (1 4) の前記第 2 の吸着剤材料上に吸着された、前記第 1 の成分の少なくとも一部分を脱着させるステップと、

(v i i) 前記平行通路コンタクター (2) の前記第 2 の流体通路 (1 8) から、前記多成分流体ストリーム (2 0) と比べて前記第 1 の成分が富化した第 2 の生成物ストリーム (2 6 a) を回収するステップと、を含む、吸着ガス分離プロセス。

【請求項 1 2】

ステップ (v i) にて、前記第 2 の吸着剤層 (1 4) の前記第 2 の吸着剤材料上に吸着された、前記第 1 の成分の少なくとも一部分を脱着させるステップは、前記脱着流体ストリ

50

ーム（２４）及び前記第１の吸着剤層（１２）から前記第２の吸着剤層（１４）の前記第２の吸着剤材料に熱を伝達するステップ、及び、前記第１の吸着剤層（１２）の前記第１の吸着剤材料上への前記脱着流体ストリーム（２４）の少なくとも一部分の吸着を通して吸着熱を放出するステップのうちの少なくとも１つによって、前記第２の吸着剤材料を加熱するステップによる、請求項１１に記載の吸着ガス分離プロセス。

【請求項１３】

ステップ（ｉｉ）にて、前記多成分流体ストリーム（２０）を、前記平行通路コンタクター（２）の前記第１の流体通路（１６）内に受入れステップと、

ステップ（ｉｉｉ）にて、前記第１の流体通路（１６）の前記少なくとも一部分を画定する前記第１の吸着剤層（１２）の前記第１の吸着剤材料上に前記多成分流体ストリーム（２０）の前記第１の成分の少なくとも一部分を吸着させるステップと、

10

ステップ（ｉｖ）にて、前記第１の流体通路（１６）から、前記多成分流体ストリーム（２０）と比べて前記第１の成分が少なくとも周期的に枯渇した前記第１の生成物ストリーム（２２）を回収するステップと、

ステップ（ｖ）にて、前記脱着流体ストリーム（２４）による前記第１の吸着剤材料の加熱によって前記第１の吸着剤層（１２）の前記第１の吸着剤材料上に吸着された前記第１の成分の少なくとも一部分を脱着させるステップと、

ステップ（ｖｉ）にて、前記平行通路コンタクター（２）の前記第１の流体通路（１６）から、前記多成分流体ストリーム（２０）と比べて前記第１の成分が少なくとも周期的に富化した第２の生成物ストリームを回収するステップと、を更に含む、請求項１１または１２に記載の吸着ガス分離プロセス。

20

【請求項１４】

前記第１の吸着剤材料及び前記第２の吸着剤材料の少なくとも１つは、疎水性吸着剤材料を含む、請求項１１～１３のいずれか一項に記載の吸着ガス分離プロセス。

【請求項１５】

前記脱着流体ストリーム（２４）は、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、及び燃焼煙道ガスストリームのうちの少なくとも１つを含む、請求項１１～１３のいずれか一項に記載の吸着ガス分離プロセス。

【請求項１６】

前記脱着流体ストリーム（２４）は、６０以上の温度である、請求項１５に記載の吸着ガス分離プロセス。

30

【請求項１７】

前記第１の成分が、二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物、または酸素である、請求項１１～１３のいずれか一項に記載の吸着ガス分離プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本出願は、２０１６年１１月８日に出願された米国仮特許出願第６２／４１９，３５９号の優先権を主張する。

【０００２】

40

本技術は、概して、多成分流体混合物の吸着ガス分離のための装置及び方法ならびにそれを組込むシステムに関する。より詳細には、本技術は、温度スイング吸着プロセスを使用する吸着ガス分離のための方法及びそのための平行通路コンタクター構造に関し、平行通路コンタクター構造を組込むシステムに更に関する。

【背景技術】

【０００３】

吸着ガス分離プロセス及び分離機、例えば、温度スイング吸着及び分圧スイング吸着プロセス及び分離機は、多成分流体混合物の吸着ガス分離において使用するために当技術分野で知られている。ガス分離が望ましい場合がある１つのタイプの産業プロセスは、例えば、酸化剤及び炭素含有燃料が燃焼され、少なくとも熱及び燃焼ガスストリーム（燃焼煙道

50

ガスストリームとしても知られる)を発生する燃焼プロセスを含む。例えば、燃焼後排ガス処理システムにおける場合を含んで、燃焼ガスストリームからの少なくとも1つの成分の分離が望ましい場合がある。

【0004】

従来の温度スイング吸着ガス分離プロセスは、通常、2つの基本的ステップ、吸着ステップ及び再生または脱着ステップを使用することができる。典型的な吸着ステップ中に、多成分流体混合物等のフィードストリームは、フィードストリームの或る成分を吸着することができる吸着剤材料を含む、吸着分離機及びコンタクター内に受入れられ、フィードストリームの残りの成分からの吸着された成分の分離を実現することができる。後続の典型的な再生ステップ中に、再生または脱着流体ストリーム、例えば、加熱された空気または蒸気ストリームは、吸着剤材料の温度を上げるために吸着分離機及びコンタクター内に受入れられ、吸着された成分の少なくとも一部分を、吸着剤材料から解除または脱着させ、それにより、脱着された成分を提供し、吸着剤材料の循環的再使用を可能にすることができる。従来の吸着ガス分離器は、通常、従来のピード型吸着剤ベッドまたは吸着剤コンタクターにおいて等で、全体を通して、1つまたは複数の吸着剤材料の単一組成物を使用する。

10

【0005】

従来の吸着ガス分離プロセス及び分離機の1つの欠点は、必要とされる蒸気及び/または吸着剤材料の脱着及び再生のために消費されるエネルギーの他のソースであり、他のソースは、こうした吸着システム及びプロセスの運転コストの大きな部分を通常示す。従来の吸着分離機及びプロセスにおける高いエネルギー消費及び関連する運転コストは、従来の吸着ガス分離技術の幅広い適応及び実装に対する障壁として通常働く場合がある。従来の吸着分離機及びプロセスにおいてゼオライトまたは親水性吸着剤材料等の一部の従来の吸着剤材料を使用することの更なる欠点は、例えば、水または蒸気についてのこうした吸着剤材料の高い親和性を含む場合があり、分離される流体内のまたは再生流体内の蒸気及び/または水の存在は、目標成分についての吸着剤材料の、吸着容量(adsorptive capacity)を大幅に減少させる場合がある。さらに、従来の吸着ガス分離プロセスにおいて、吸着剤コンタクターを通した、一部の流体ストリーム、例えば、脱着流体ストリームの流れに対する或る吸着剤材料の曝露は、コンタクターから吸着剤材料を浸食または洗浄し、経時的にコンタクターの吸着容量を減少させる場合がある。

20

30

【0006】

平行通路コンタクターを備える従来の吸着ガス分離機は、平行通路コンタクターの2つの小面上に流体入口及び出口ポートを有するように通常構成される。こうした典型的な構成は、種々の流体ストリーム(例えば、吸着ガス分離プロセスのために使用されるフィードストリーム及び脱着流体ストリーム)が、実質的に同様な距離に吸着剤材料と接触した状態で、平行通路コンタクターを通して移動させることをもたらす場合がある。例えば、平行通路コンタクターを備える従来の吸着ガス分離機を使用する従来の吸着ガス分離プロセスの吸着ステップ中に、フィードストリームは、コンタクターの第1の小面上の入口ポートを介して吸着ガス分離機及び平行通路コンタクター内に受入れられて、第2の小面上の出口ポートを介して平行通路コンタクターから回収される前に、第1の距離に平行通路コンタクターを通して移動することができ、一方、従来の吸着ガス分離プロセスの脱着または再生ステップ中に、再生または脱着流体ストリームは、平行通路コンタクターの第1または第2の小面上の入口ポートを介して吸着ガス分離機及び平行通路コンタクター内に受入れられて、第1の小面上の出口ポートを介して平行通路コンタクターから回収される前に、実質的に同じ距離に平行通路コンタクターを通して移動することができる。種々の流体ストリームを実質的に同じ距離に平行通路コンタクターを通して移動させることは、例えば、平行通路コンタクターにおいて、1つまたは複数の流体ストリーム、例えば、再生または脱着流体ストリームあるいは冷却用流体ストリームについて所望より長い滞留時間をもたらす場合があり、それは、例えば、再生流体ストリームまたは冷却用流体ストリームからの成分の吸着剤材料上への望ましくない吸着、ならびに、吸着ガス分離プロセスの

40

50

効率の減少、吸着剤コンタクターからの吸着剤材料の浸食、１つまたは複数の流体ストリームについて吸着剤コンタクターにわたる所望よりも高い圧力降下または喪失、及びコンタクター構成及び吸着ガス分離プロセスの効率を増加させる能力の制限を更にもたらず場合がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

したがって、従来のプロセス及びシステムの欠点のうちの１つまたは複数の欠点に望ましくは対処する吸着ガス分離プロセス及び分離機が所望される。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本明細書で述べる概念は、第１の吸着剤層と、第２の吸着剤層と、障壁層とを備える吸着剤構造として具現化されることができ、障壁層は第１の吸着剤層と第２の吸着剤層との間に挿入される。障壁層は、任意選択で、金属、膜、炭素、炭素分子ふるい、及びグラフェン材料のうちの少なくとも１つを含むことができる。第１の吸着剤層は第１の吸着剤材料を含むことができ、第２の吸着剤層は第２の吸着剤材料を含むことができ；第１及び第２の吸着剤材料は、異なる材料組成及び／または物理特性を有することができる。

【０００９】

概念は、代替の実施形態において、第１の吸着剤層と第２の吸着剤層とを備える吸着剤構造を含むことができ、第１の吸着剤層は第２の吸着剤層に並置される。

【００１０】

概念は、更なる実施形態において、平行通路コンタクターを含み、平行通路コンタクターは、それぞれが、第２の吸着剤層に並置された第１の吸着剤層を備える複数の吸着剤構造であって、第１の吸着剤層が第１の吸着剤材料を含み、第２の吸着剤層が第２の吸着剤材料を含む、複数の吸着剤構造と；第１の流体通路であって、第１の流体通路の少なくとも一部分が第１の吸着剤層によって境界付けされる、第１の流体通路と、第２の流体通路であって、第２の流体通路の少なくとも一部分が第２の吸着剤層によって境界付けされる、第２の流体通路とを備える。幾つかの変形において、障壁層は、第１の吸着剤層と第２の吸着剤層との間に挿入されることができ。

【００１１】

概念は、多成分流体ストリームから少なくとも第１の成分を分離するための吸着ガス分離プロセスとして同様に具現化されることができ、プロセスは、

(i) 多成分流体ストリームを、第１の吸着剤材料を有する第１の吸着剤層及び第２の吸着剤材料を有する第２の吸着剤層を備える平行通路コンタクターの第１の流体通路及び第２の流体通路内に受入れることであって、第１の吸着剤層は第１の流体通路の少なくとも一部分を画定し、第２の吸着剤層は第２の流体通路の少なくとも一部分を画定する、受入れることと、

(i i) 第２の流体通路の少なくともその部分を画定する第２の吸着剤層の第２の吸着剤材料上に多成分流体ストリームの第１の成分の少なくとも一部分を吸着させることと、

(i i i) 平行通路コンタクターの第１の流体通路及び第２の流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第１の成分が少なくとも周期的に枯渇した第１の生成物ストリームを回収することと、

(i v) 脱着流体ストリームを平行通路コンタクターの第１の通路内に受入れることと、

(v) 脱着流体ストリーム及び第１の吸着剤層から第２の吸着剤層の第２の吸着剤材料に熱を伝達すること、及び、第２の吸着剤層の第２の吸着剤材料に接触するように第１の吸着剤層を通して脱着流体ストリームの少なくとも一部分を拡散させること、及び、吸着熱を放出することのうちの少なくとも１つによって、第２の吸着剤材料を加熱することによって第２の吸着剤層の第２の吸着剤材料上に吸着された第１の成分の少なくとも一部分を脱着させることと、

(v i) 平行通路コンタクターの第２の流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第

10

20

30

40

50

１の成分が少なくとも周期的に富化した第２の生成物ストリームを回収することを含む。

【００１２】

概念は、代替的に、多成分流体ストリームから少なくとも第１の成分を分離するための吸着ガス分離プロセスとして具現化されることができ、吸着ガス分離プロセスは、

（ｉ）多成分流体ストリームを、複数の吸着剤層上に吸着剤材料を含む平行通路コンタクターの流体通路内に受入れることであって、吸着剤材料の少なくとも１つ及び複数の吸着剤層は、平行通路コンタクターの流体通路の少なくとも一部分を画定し、多成分流体ストリームは、第１の距離について、複数の吸着剤層上の吸着剤材料に接触する、受入れることと、

（ｉｉ）複数の吸着剤層上の吸着剤材料上に第１の成分の少なくとも一部分を吸着させることと、

（ｉｉｉ）第２のポートを介して、平行通路コンタクターの流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第１の成分が少なくとも周期的に枯渇した第１の生成物ストリームを回収することと、

（ｉｖ）第３のポートを介して、脱着流体ストリームを平行通路コンタクターの流体通路内に受入れることであって、前記脱着流体ストリームは、第２の距離について、複数の吸着剤層上の吸着剤材料に接触する、受入れることと、

（ｖ）複数の吸着剤層上の吸着剤材料上に吸着された第１の成分の少なくとも一部分を脱着させることと、

（ｖｉ）第４のポートを介して、前記平行通路コンタクターの流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第１の成分が少なくとも周期的に富化した第２の生成物ストリームを回収することとを含み、

第１の距離は前記第２の距離より大きい。

【００１３】

概念は、平行通路コンタクターとして更に具現化されることができ、平行通路コンタクターは、複数の吸着剤層であって、吸着剤層は吸着剤材料を更に含み、複数の吸着剤層は平行通路コンタクターの流体通路の少なくとも一部分を画定する、複数の吸着剤層と、流体通路に流体接続された第１のポート及び第２のポートであって、複数の吸着剤層の外周上に構成され、第１の距離だけ分離されている、第１のポート及び第２のポートと、流体通路に流体接続された第３のポート及び第４のポートであって、複数の吸着剤層の外周上に構成され、第２の距離だけ分離されている、第３のポート及び第４のポートとを備え、第１の距離は第２の距離より大きい。

【００１４】

本開示の種々の実施形態による、多成分流体混合物から少なくとも１つの流体成分を吸着ガス分離するための装置及び方法が、ここで、添付図面の図を参照して述べられる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】本発明の一実施形態による吸着剤構造を示す斜視図である。

【図２】本発明の一実施形態による図１に示すような複数の吸着剤構造を使用する平行通路コンタクターを示す斜視図である。

【図３ａ】本発明の一実施形態による吸着ガス分離プロセスの吸着ステップ中の流体の流れを示す、図２に示すような例示的な平行通路コンタクターの斜視図である。

【図３ｂ】本発明の一実施形態による吸着ガス分離プロセスの脱着ステップ中の流体の流れを示す、図２に示すような例示的な平行通路コンタクターの斜視図である。

【００１６】

同様な参照数字は、図面の幾つかの図を通して対応する部品を指す。

【発明を実施するための形態】

【００１７】

図１は、本発明の一実施形態による例示的な吸着剤構造１の斜視図を示し、吸着剤構造１は、本発明の別の実施形態による、本明細書で述べる吸着分離プロセスを実装するため等

10

20

30

40

50

で、例示的な平行通路コンタクター及び関連する吸着ガス分離機において使用されることができる。吸着剤構造 1 は、第 1 の吸着剤層 1 2 と第 2 の吸着剤層 1 4 との間に挿入されたオプションの障壁層 1 0 を備える。第 1 の吸着剤層 1 2 は、1 つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第 1 の吸着剤材料を含む。第 2 の吸着剤層 1 4 は、1 つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第 2 の吸着剤材料を含む。第 1 の吸着剤材料は、第 2 の吸着剤材料のそれと異なる、材料組成、物理特性及び/またはプロパティの少なくとも 1 つを含むことができる(しかし、含む必要はない)。一態様において、障壁層 1 0 は、適切に熱伝導性のある材料を望ましくは含むことができ、それにより、障壁層 1 0 を通る第 1 及び第 2 の吸着剤層 1 2 及び 1 4 の一方の吸着剤層から他の吸着剤層への熱伝達は、障壁層 1 0 の熱伝導率によって促進されることができる。例えば、障壁層 1 0 は、望ましくは、図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向等に、障壁層 1 0 の厚さにわたって高い熱伝導率を有する、適した熱伝導性材料を含むことができる。一実施形態において、障壁層 1 0 は、障壁層 1 0 の厚さにわたる熱伝達を促進するために、熱伝導率(本明細書で、「 $W/m \cdot K$ 」と呼ぶメートル・ケルビン当たりのワットの測定単位を使用して表現されることができる)が適切に高い場合がある材料を望ましくは含むことができる。1 つのこうした態様において、障壁層 1 0 は、例えば、約 $10 W/m \cdot K$ 、詳細には約 $100 W/m \cdot K$ 、またはより詳細には約 $200 W/m \cdot K$ の所望の熱伝導率閾値以上の熱伝導率を望ましくは有する()熱伝導性材料を含むことができる。

【0018】

本発明による一実施形態において、吸着ガス分離プロセス中に、障壁層 1 0 は、障壁層 1 0 の厚さを通して(図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に)または第 1 の吸着剤層 1 2 と第 2 の吸着剤層 1 4 との間で、流体、例えば、ガス及び/または蒸気の形態の水の移送を望ましくは低減または制御しながら、熱の迅速かつ効率的な伝達を望ましくは可能にすることができる。一実施形態において、障壁層 1 0 は、障壁層 1 0 の厚さにわたる熱伝達を促進するために、熱伝導率(本明細書で、「 $W/m \cdot K$ 」と呼ぶメートル・ケルビン当たりのワットの測定単位を使用して表現されることができる)が適切に高い場合がある材料を望ましくは含むことができる。1 つのこうした態様において、障壁層 1 0 は、例えば、約 $10 W/m \cdot K$ 、詳細には約 $100 W/m \cdot K$ 、またはより詳細には約 $200 W/m \cdot K$ の所望の熱伝導率閾値以上の熱伝導率を望ましくは有する熱伝導性材料を含むことができる。特定の実施形態において、障壁層 1 0 は、所望の透過率範囲内の透過率を望ましくは有する障壁材料等の、1 つまたは複数のガス(及び/または蒸気の形態の水)または他の流体に対する透過率が望ましくは低い材料を含み、1 つまたは複数のガスまたは例えば蒸気の形態の水等の流体に対して、例えば半透過性または実質的に不透過性である場合がある拡散抑制剤または障壁として障壁層 1 0 が機能することを可能にすることができる。1 つのこうした実施形態において、障壁層 1 0 は、障壁層 1 0 の厚さを通して、例えば、図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に、第 1 及び第 2 の吸着剤層 1 2 と 1 4 との間で 1 つまたは複数のこうしたガスの望ましくは制御された移送レート(rate of transfer)を提供するために、1 つまたは複数のガス(及び/または蒸気の形態の水)に対して半透過性である材料を含むことができる。

【0019】

本発明による一実施形態において、適切に熱伝導率が高くかつ透過率が低い(または特に実質的に不透過性の)障壁層、例えば障壁層 1 0 を使用することは、或る実施形態の吸着ガス分離プロセスを有利に可能にすることができ、そのプロセスにおいて、両方の吸着剤層の 1 つまたは複数の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の再生または脱着は、1 つまたは複数の成分(例えば、水または二酸化炭素)を含む再生または脱着流体(例えば、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、第 1 の成分を実質的に含む流体ストリーム、燃焼煙道ガスストリーム)を、吸着ガス分離機、平行通路コンタクター、及び/または流体通路内に受入れて、障壁層の第 1 の側面で、実質的に 1 つの吸着剤層の 1 つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第 1 の吸着剤層 1 2 の第 1 の吸着剤材料に接触させることによって行われることができる。これは、障壁層の対向するまたは第 2

10

20

30

40

50

の側面上の吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤層１４の第２の吸着剤材料に関する再生または脱着流体の曝露または接触を有利に減少させることをもたらすことができ、それは、再生または脱着流体の１つまたは複数の成分または種の吸着、吸着材料の汚染、及び／または、吸着剤層からの吸着剤材料の浸食または洗浄による吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤層１４の第２

の吸着剤材料の喪失によって、障壁層の対向するまたは第２の側面上での吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤層１４の第２の吸着剤材料の吸着容量の喪失を有利に低減させることを更にもたらすことができる。

【００２０】

本発明の一実施形態において、選択された及び／または制御された透過率を有する熱伝導率が適切に高い障壁層（例えば、障壁層１０）を使用することは、或る実施形態の吸着ガス分離プロセスを有利に可能にすることができ、障壁層の両側面に隣接する、吸着剤層、例えば第１の吸着剤層及び第２の吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料、例えば第１の吸着剤材料及び第２の吸着剤材料上に吸着された成分の再生または脱着が、１つまたは複数の成分または種（例えば、水または二酸化炭素）を含む再生または脱着流体（例えば、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、第１の成分を実質的に含む流体ストリーム、燃焼煙道ガスストリーム）を、吸着ガス分離機、平行通路コンタクター、及び／または流体通路内に受入れて、障壁層（例えば、障壁層１０）の第１の側面に隣接する、実質的に１つの吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料（例えば、第１の吸着剤層１２の第１の吸着剤材料）に接触させ、一方、脱着または再生流体の１つまたは複数の成分または種の少量が、障壁層を通して拡散し、障壁層の対向するまたは第２の側面に隣接する吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料、例えば第２の吸着剤層１４の第２の吸着剤材料に接触することを制御する及び／または可能にすることによって、行われることができる。これは、吸着剤材料上に吸着された第１の成分を脱着するために使用されることができる熱を発生すること（脱着または再生ストリームの成分または種が、障壁層を通して拡散し、障壁層の対向するまたは第２の側面に隣接する吸着剤層の１つまたは複数の吸着剤材料、例えば第２の吸着剤層１４の第２の吸着剤材料上に吸着し、吸着熱を発生または放出することによる）、一方、障壁層の対向するまたは第２の側面に隣接する吸着剤層（例えば、第２の吸着剤層１４）の１つまたは複数の吸着剤材料の汚染及び／もしくは吸着容量の喪失を有利に実質的に低減すること、ならびに／または、平行通路コンタクター及び／もしくは流体通路内に受入れられる再生または脱着流体の量を有利に低減することを有利に支援することができ、それは、吸着ガス分離プロセス及び吸着ガス分離機のエネルギー消費、資本コスト、及び／または運転コストを低減することを更にもたらすことができる。

【００２１】

一実施形態において、透過率は、平方メートル（本明細書で「 m^2 」と呼ばれる）の測定単位を使用して表現されることができる。１つのこうした態様において、障壁層１０は、実質的に障壁層１０の厚さにわたってまたは第１及び第２の吸着剤層の間の方向に（例えば、図１に示す実質的にＺ軸に沿う方向に）測定されることができる透過率値であって、例えば、第１の吸着剤層及び／または第２の吸着剤層の少なくとも一方のほぼ透過率値以下の、あるいは、約 $10 - 6 m^2$ 以下、詳細には約 $10 - 8 m^2$ 以下、より詳細には約 $10 - 12 m^2$ 以下、更により詳細には約 $10 - 13 m^2$ 以下の、所望の透過率閾値以下の、透過率値を望ましくは有する選択的に及び／または制御可能に透過性の材料を含むことができる。別のこうした態様において、障壁層１０は、障壁層１０の厚さにわたってまたは第１及び第２の吸着剤層の間の方向に（例えば、図１に示す実質的にＺ軸に沿う方向に）実質的に測定されることができる透過率値であって、例えば、約 $10 - 6 m^2 \sim 10 - 17 m^2$ 、詳細には約 $10 - 8 m^2 \sim 10 - 15 m^2$ 、より詳細には約 $10 - 12 m^2 \sim 10 - 15 m^2$ 、または更により詳細には約 $10 - 13 m^2 \sim 10 - 15 m^2$ の所望の透過率範囲閾値内にある、透過率値を望ましくは有する選択的に透過性の材料を含むことができる。一態様において、障壁層１０として使用するための適した材料は、例えば、アル

10

20

30

40

50

ミニウム及びアルミニウム合金等の金属及び金属合金、膜、ポリマー、または炭素分子ふるい等の炭素材料、酸化グラファイト、グラフェン、グラフェンフレーク、剥離グラフェン、及び剥離グラフェンフレークのうちの１つまたは複数を含むことができるが、それに限定されない。

【 0 0 2 2 】

一実施形態において、障壁層 10 は、同様に好ましくは、温度の急速変化を可能にし、吸着剤層 12 と 14 との間の熱伝達を更に促進するために低熱容量を有することができ、低熱容量は、例えば、図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に、約 1000 ミクロン（本明細書で μm と呼ぶ）以下、より詳細には約 100 μm 以下、なおよびより詳細には約 10 μm 以下、または更により詳細には約 5 μm 以下の厚さを有する等の、所望の厚さ閾値以下の厚さを有する実質的に薄いフィルムの形態で障壁層 10 を構成することによって達成されることができる。

10

【 0 0 2 3 】

一実施形態において、吸着剤構造 1 は、１つまたは複数の吸着剤材料、例えば第 1 の吸着剤材料を含むことができる第 1 の吸着剤層 12、及び、１つまたは複数の吸着剤材料、例えば第 2 の吸着剤材料を含むことができる第 2 の吸着剤層 14 を備える。１つのこうした実施形態において、第 1 の吸着剤層 12 及び第 2 の吸着剤層 14 は、オプションの障壁層、例えば障壁層 10 を通して熱連通状態にあり、それと直接接触状態にあり、またそれによって分離される。１つのこうした実施形態において、第 1 の吸着剤層 12 に含まれる第 1 の吸着剤材料及び第 2 の吸着剤層 14 に含まれる第 2 の吸着剤材料は、材料組成、例えば水分子を排除するまたははじく能力（用語、疎水性によって表現されることができる）、透過率、または孔サイズ等の物理的特性及び／またはプロパティを更に有し、第 1 の吸着剤層の第 1 の吸着剤材料の材料組成、物理的特性及び／またはプロパティのう

20

ちの少なくとも１つは、第 2 の吸着剤層 14 の第 2 の吸着剤材料の材料組成、物理的特性及び／またはプロパティのうちの少なくとも１つと似ていないまたは異なる。例えば、一実施形態において、第 1 の吸着剤層 12 は、活性炭吸着剤材料、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ吸着剤材料、疎水性ゼオライト吸着剤材料、疎水性吸着剤材料、または（第 2 の吸着剤層 14 に含まれる第 2 の吸着剤材料と比べて）高い疎水性を有する吸着剤材料等の少なくとも第 1 の吸着剤材料を含むことができる。１つのこうした実施形態において、第 2 の吸着剤層 14 は、少なくとも１つの吸着剤材料、例えば、（親水性）ゼオライト吸着剤材料、親水性吸着剤材料、または（第 1 の吸着剤層 12 に含まれる第 1 の吸着剤材料として使用される吸着剤材料と比べて）低い疎水性を有する吸着剤材料等の第 2 の吸着剤材料を含むことができる。代替的に、第 1 の吸着剤層 12 は、少なくとも、親水性吸着剤材料である吸着剤材料または第 2 の吸着剤層 14 に含まれる吸着剤材料と比べて低い疎水性を有する吸着剤材料を含むことができ、第 2 の吸着剤層 14 は、少なくとも、疎水性吸着剤材料である吸着剤材料または第 1 の吸着剤層 12 の吸着剤材料と比べて高い疎水性を有する吸着剤材料を含むことができる。一実施形態において、第 1 の吸着剤層 12 及び第 2 の吸着剤層 14 は、高いガス透過率、または、例えば、約 $10 - 12\text{ m}^2$ 以上または詳細には約 $10 - 11\text{ m}^2$ 以上の所望の透過率閾値以上の、実質的に第 1 の吸着剤層 12 及び／または第 2 の吸着剤層 14 の厚さにわたって（図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に）測定されることができるガス透過率値を望ましくは有することができる。別のこうした態様において、第 1 の吸着剤層 12 及び第 2 の吸着剤層 14 は、例えば、約 $10 - 6\text{ m}^2 \sim 10 - 13\text{ m}^2$ 、詳細には約 $10 - 7\text{ m}^2 \sim 10 - 12\text{ m}^2$ 、またはより詳細には約 $10 - 8\text{ m}^2 \sim 10 - 11\text{ m}^2$ の所望の透過率範囲閾値内の、実質的に第 1 の吸着剤層 12 及び／または第 2 の吸着剤層 14 の厚さにわたって（図 1 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に）測定されることができる透過率値を望ましくは有することができる。

30

40

【 0 0 2 4 】

任意選択で、熱伝導性材料は、吸着剤構造の第 1 の吸着剤層及び／または第 2 の吸着剤層内で及び／またはその上で使用されることができる。１つのこうした実施形態において、熱伝導性材料は、実質的に連続または不連続であり、任意選択で、１つまたは複数の吸着

50

剤材料と直接接触状態にある、縦（図 1 に示す X 軸に実質的に平行な、沿う）方向及び／または横（図 1 に示す Y 軸に実質的に平行な、沿う）方向及び／または吸着剤層に関して縦方向及び横方向の間の任意の方向及び／または流体ストリームの流れ方向に配向または構成されることができる。流体ストリームは、例えば、平行通路コンタクター内の、多成分流体ストリームまたはフィードストリーム、脱着／再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び／または冷却用流体ストリームである。例えば、熱伝導性材料は、吸着剤構造 1 の第 1 の吸着剤層 1 2 内で使用され構成されて、吸着剤構造 1 の実質的に縦の（図 1 に示す X 軸に実質的に平行な）方向に熱を伝達することができる、及び／または、熱伝導性材料は、吸着剤構造 1 の第 2 の吸着剤層 1 4 内で使用され構成されて、吸着剤構造 1 の実質的に横の（図 1 に示す Y 軸に実質的に平行な）方向に熱を伝達することができる。または、熱伝導性材料は、吸着剤構造 1 の、第 1 の吸着剤層 1 2 及び／または第 2 の吸着剤層 1 4 内で、使用され構成されて、吸着剤構造 1 の実質的に縦の（図 1 に示す X 軸に実質的に平行な）方向に及び／または吸着剤構造 1 の実質的に横の（図 1 に示す Y 軸に実質的に平行な）方向に熱を伝達することができる。一実施形態において、熱伝導性材料は、望ましくは、実質的に連続であることができる、及び／または、吸着剤構造の吸着剤層の実質的に端から端にまたは小面から小面に（図 1 に示す X 軸及び／または Y 軸に実質的に平行に）延在することができる。別の実施形態において、熱伝導性材料は、縦方向及び横方向の少なくとも一方において所定の範囲で不連続であるまたは周期的であることができる。一実施形態において、適した熱伝導性材料は、例えば、炭素フィラメント、炭素布、金属フィラメント、及び金属フィルムまたはフォイル、あるいはその組合せを含むことができるが、それに限定されない。吸着剤材料内で及び／または吸着剤材料と接触状態で例示的な熱伝導性材料を使用する例示的な吸着剤コンタクター構造は、「PARALLEL PASSAGE FLUID CONTACTOR STRUCTURE」という名称の米国特許第 8,940,072 号として現在登録(grant)されている出願人の米国特許出願第 13/203,714 号、及び、「METHOD OF ADSORPTIVE GAS SEPARATION USING THERMALLY CONDUCTIVE CONTACTOR STRUCTURE」という名称の米国特許第 8,900,347 号として現在登録(grant)されている米国特許出願第 13/891,319 号に開示され、それらの内容は、全ての目的でその全体が本明細書に組込まれる。米国特許出願第 13/203,714 号及び米国特許出願第 13/891,319 号は共に、コンタクターであって、縦方向に配向する平行流体流通路と、それぞれの隣接する流体流通路の間のセル壁と、セル壁表面内に埋め込まれるまたはセル壁表面間に位置する軸方向に連続な熱伝導性フィラメントであって、コンタクターの縦方向に熱エネルギーを伝達することができる、熱伝導性フィラメントとを備える、コンタクターを開示する。例えば、米国特許出願第 13/203,714 号及び米国特許出願第 13/891,319 号は、縦方向に熱エネルギーを伝達することができる縦方向に（図 1 に示す X 軸に実質的に沿うまたは平行な方向に）配向する熱伝導性フィラメントを備えるコンタクターを開示する。

【0025】

一態様において、例示的な吸着剤構造 1 は、第 1 の吸着剤層 1 2 であって、例えば、布、メッシュ、マット、またはシートの形態の炭素、グラフェン、金属、または他の熱伝導性材料を含むことができる、第 1 の吸着剤層内のオプションの熱伝導性材料または吸着剤支持体上で支持された、少なくとも第 1 の吸着剤材料（例えば、活性炭、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ、または疎水性ゼオライト吸着剤材料、及び任意選択で適したバインダー材料）を有する第 1 の吸着剤層 1 2 と、少なくとも第 2 の吸着剤材料（例えば、親水性ゼオライト、ゼオライト、または金属有機構造体（MOF: metal organic framework）吸着剤材料、及び任意選択で適したバインダー材料）を有し、例えば、布、メッシュ、マット、またはシートの形態の炭素、グラフェン、金属、または他の熱伝導性材料を含むことができる、オプションの熱伝導性材料または吸着剤支持体上に支持された第 2 の吸着剤層 1 4 と、第 1 の吸着剤層 1 2 と第 2 の吸着剤層 1 4 との間の障壁層 1 0 とを備えることができる。一実施形態において、障壁層 1 0 は、第 1 及び

10

20

30

40

50

第2の吸着剤層12及び14の間でまたは障壁層10の厚さを通して、例えば図1に示す実質的にZ軸に沿う方向に、少なくとも1つのガスまたは液体種の拡散を遅延させる及び/または制御するように働くことができるような、実質的に不透過性の、選択的に透過性または制御可能に透過性の、または他の適した障壁層を備えることができる。一実施形態において、障壁層10は、金属（アルミニウムフォイル等）、膜、炭素、及びグラフェン（グラフェンフレーク等）材料のうちの少なくとも1つを含むことができる。特定の実施形態において、障壁層10は、約5 μm 以下の厚さ、及び、例えば蒸気等の少なくとも1つの所望のガスまたは流体種に関して約 10^{-8} m^2 以下の透過率を有することができる。1つのこうした実施形態において、吸着剤構造は、例えば、脱着/再生流体として蒸気を使用する吸着ガス分離プロセスにおいて、吸着剤構造内の吸着剤材料の総量の少なくとも一部分として、例えば親水性ゼオライトを含む親水性吸着剤材料の使用を有利に可能にすることができる。障壁層は、吸着剤層（脱着または再生流体、例えば蒸気ストリームが直接接触状態になることができる障壁層の対向側面上に構成される）の吸着剤材料、例えば、親水性吸着剤材料を、脱着または再生流体であって、接触すると、吸着剤層の1つまたは複数の吸着剤材料または特に吸着剤層の親水性吸着剤材料を通常不活性化する、飽和させる、及び/または汚染する場合がある、脱着または再生流体との直接接触から実質的に分離し保護するために使用されることができる。

【0026】

一実施形態において、吸着剤構造、例えば吸着剤構造1は、

1) 第1の吸着剤層、例えば、第1の吸着剤層12であって、1つまたは複数の吸着剤材料及び

・適したバインダー材料、

・熱伝導性材料、例えば、炭素材料、グラフェン材料、金属材料を任意選択で、含む、例えば、布、メッシュ、またはシートの形態の吸着剤支持体、

・活性炭吸着剤材料、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ吸着剤材料、疎水性ゼオライト吸着剤材料、または疎水性吸着剤材料を更に含む吸着剤材料、

・吸着剤材料組成、物理的特性及び/またはプロパティ、例えば、疎水性、透過率、または孔サイズを有する吸着剤材料であって、吸着剤材料組成、物理的特性及び/またはプロパティの少なくとも1つは、第2の吸着剤層の吸着剤材料の吸着剤材料組成、物理的特性及び/またはプロパティの少なくとも1つと異なる、吸着剤材料、

・例えば約 10^{-12} m^2 以上または詳細には約 10^{-11} m^2 以上の、例えば所望の透過率閾値以上の、例えば図1に示す実質的にZ軸に沿う方向の実質的に第1の吸着剤層の厚さにわたる透過率値、

・例えば、約 $10^{-6} \text{ m}^2 \sim 10^{-13} \text{ m}^2$ 、詳細には約 $10^{-7} \text{ m}^2 \sim 10^{-12} \text{ m}^2$ 、またはより詳細には約 $10^{-8} \text{ m}^2 \sim 10^{-11} \text{ m}^2$ の所望の透過率範囲閾値内の、例えば図1に示す実質的にZ軸に沿う方向の実質的に第1の吸着剤層の厚さにわたる透過率値、

・実質的に連続または不連続であり、任意選択で、1つまたは複数の吸着剤材料と直接接触状態にあり、縦（例えば、図1に示すX軸に実質的に沿うまたは平行な）方向及び/または横（例えば、図1に示すY軸に実質的に沿うまたは平行な）方向または縦方向及び横方向の間の任意の方向に配向または構成される熱伝導性材料、

・例えば、炭素フィラメント、炭素布、炭素メッシュ、金属フィラメント、及び金属フィルムまたはフォイル、あるいはその組合せを含む熱伝導性材料、

のうちの少なくとも1つを含む、第1の吸着剤層、例えば、第1の吸着剤層12と、

2) 第2の吸着剤層、例えば、第2の吸着剤層14であって、1つまたは複数の吸着剤材料及び

・適したバインダー材料、

・熱伝導性材料、例えば、炭素材料、グラフェン材料、金属材料を任意選択で、含む、例えば、布、メッシュ、またはシートの形態の吸着剤支持体；

・（親水性）ゼオライト吸着剤材料、親水性吸着剤材料、または金属有機構造体（MOF

10

20

30

40

50

）吸着剤材料を更に含む吸着剤材料、

・吸着剤材料組成、物理的特性及び／またはプロパティ、例えば、疎水性、透過率、または孔サイズを有する吸着剤材料であって、吸着剤材料組成、物理的特性及び／またはプロパティの少なくとも１つは、第１の吸着剤層の吸着剤材料の吸着剤材料組成、物理的特性及び／またはプロパティの少なくとも１つと異なる、吸着剤材料、

・例えば約 10^{-12} m^2 以上のまたは詳細には約 10^{-11} m^2 以上の所望の透過率閾値以上の、例えば図１に示す実質的にＺ軸に沿う方向の実質的に第２の吸着剤層の厚さにわたる透過率値、

・例えば、約 $10^{-6} \text{ m}^2 \sim 10^{-13} \text{ m}^2$ 、詳細には約 $10^{-7} \text{ m}^2 \sim 10^{-12} \text{ m}^2$ 、またはより詳細には約 $10^{-8} \text{ m}^2 \sim 10^{-11} \text{ m}^2$ の所望の透過率範囲閾値内の、例えば図１に示す実質的にＺ軸に沿う方向の実質的に第２の吸着剤層の厚さにわたる透過率値、

・実質的に連続または不連続であり、任意選択で、１つまたは複数の吸着剤材料と直接接触状態にあり、縦（例えば、図１に示すＹ軸に実質的に沿うまたは平行な）方向及び／または横（例えば、図１に示すＹ軸に実質的に平行な）方向または縦方向及び横方向の間の任意の方向に配向または構成される熱伝導性材料、及び、

・例えば、炭素フィラメント、炭素布、炭素メッシュ、金属フィラメント、及び金属フィルムまたはフォイル、あるいはその組合せを含む熱伝導性材料、

のうちの少なくとも１つを含む、第２の吸着剤層、例えば、第２の吸着剤層１４と、

３）任意選択で、第１の吸着剤層及び第２の吸着剤層の間に挿入された、両者と熱連通状態にあり、両者と直接接触状態にある障壁層、例えば障壁層１０であって、

・例えば、約 $10 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、詳細には約 $100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 、またはより詳細には約 $200 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ の所望の熱伝導率閾値以上の熱伝導率を望ましくは有する熱伝導性材料、

・１つまたは複数のガス（及び／または蒸気の形態の水）あるいは他の流体に対して実質的に不透過性である材料、

・１つまたは複数のガス（及び／または蒸気の形態の水）あるいは他の流体に対して半透過性である材料、

・例えば第１の吸着剤層のほぼ透過率値以下、第２の吸着剤層のほぼ透過率値以下、または、約 10^{-6} m^2 以下、詳細には約 10^{-8} m^2 以下、より詳細には約 10^{-12} m^2 以下、更により詳細には約 10^{-13} m^2 以下の、所望の透過率閾値以下の、実質的に、障壁層の厚さにわたるまたは第１及び第２の吸着剤層の間の方向の（例えば、図１に示すＺ軸に実質的に沿う方向の）透過率値；

・例えば、約 $10^{-6} \text{ m}^2 \sim 10^{-17} \text{ m}^2$ 、詳細には約 $10^{-8} \text{ m}^2 \sim 10^{-15} \text{ m}^2$ 、より詳細には約 $10^{-12} \text{ m}^2 \sim 10^{-15} \text{ m}^2$ 、またはなおより詳細には約 $10^{-13} \text{ m}^2 \sim 10^{-15} \text{ m}^2$ の所望の透過率範囲閾値内の、実質的に、障壁層１０の厚さにわたるまたは第１及び第２の吸着剤層の間の方向の（例えば、図１に示すＺ軸に実質的に沿う方向の）透過率値、

・金属（アルミニウム及びアルミニウム合金等）、膜、ポリマー、または炭素材料（炭素分子ふるい等）、酸化グラファイト、グラフェン、グラフェンフレイク、剥離グラフェン、及び剥離グラフェンフレイクの少なくとも１つの材料組成、

・低熱容量、及び、

・約 $1000 \mu\text{m}$ 以下、より詳細には約 $100 \mu\text{m}$ 以下、更により詳細には約 $10 \mu\text{m}$ 以下、または更により詳細には約 $5 \mu\text{m}$ 以下の（例えば、図１に示すＺ軸に実質的に沿う方向の）材料厚さ

のうちの少なくとも１つを含む、障壁層、例えば障壁層１０とを備える。

【００２７】

オプションの実施形態において、吸着剤構造は、第２の吸着剤層に並置され（隣接しかつ接触状態で設置され）、それと熱連通状態にあり、それと直接接触状態にある、第１の吸着剤層を備え、第１の吸着剤層は少なくとも第１の吸着剤材料を更に含み、第２の吸着剤層は少なくとも第２の吸着剤材料を更に含み、第１の吸着剤材料の少なくとも１つの吸着

10

20

30

40

50

剤材料組成、物理特性またはプロパティ、例えば疎水性度、透過率、または孔サイズは第2の吸着剤材料のそれらと異なる。こうした実施形態において、吸着剤構造は、任意選択で、適した結合材料、熱伝導性材料、及び/または熱伝導性材料を任意選択で有する吸着剤支持体を含む。例示的な実施形態において、吸着剤構造は、少なくとも第2の吸着剤材料、例えば、(親水性)ゼオライト吸着剤材料、親水性吸着剤材料、または金属有機構造体(MOF)吸着剤材料を有する第2の吸着剤層に並置された、少なくとも第1の吸着剤材料、例えば、活性炭吸着剤材料、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ吸着剤材料、疎水性ゼオライト吸着剤材料、または疎水性吸着剤材料を有する第1の吸着剤層を備える。第2の吸着剤層に並置された第1の吸着剤層を備える吸着剤構造は、第1の吸着剤層と第2の吸着剤層と間の、及び、それぞれの吸着剤材料の間の熱伝達及び熱伝導率を有利に増加させることができる。

10

【0028】

オプションの実施形態において、吸着剤構造は、第2の吸着剤層に並置され、それと熱連通状態にあり、それと直接接触状態にある、障壁層を備え、第2の吸着剤層は、少なくとも1つの吸着剤材料、例えば、(親水性)ゼオライト吸着剤材料、親水性吸着剤材料、または金属有機構造体(MOF)吸着剤材料等の第2の吸着剤材料を更に含む。任意選択で、第2の吸着剤層は、適した結合材料、熱伝導性材料、及び/または吸着剤支持体(熱伝導性材料を任意選択で有する)の1つまたは複数を含む。障壁層は、拡散遅延剤または障壁として機能することができ、拡散遅延剤または障壁は、1つまたは複数のガスまたは例えば蒸気の形態の水等の流体に対して、例えば半透過性または実質的に不透過性であることができる。1つのこうした実施形態において、障壁層は、例えば図1に示す実質的にZ軸に沿う方向に、障壁層の厚さを通して1つまたは複数のこうしたガスの望ましくは制御された移送レートを提供するために、1つまたは複数のガス(及び/または蒸気の形態の水)に対して半透過性である材料を含むことができる。

20

【0029】

オプションの実施形態において、吸着剤構造は、第1の吸着剤層と第2の吸着剤層の間に挿入され、それらと熱連通状態にあり、それらと直接接触状態にある、障壁層を備え、第1の吸着剤層は少なくとも1つの吸着剤材料を含み、第2の吸着剤層は少なくとも1つの吸着剤材料を含み、吸着剤材料は、吸着剤組成、物理的特性、及び/またはプロパティが実質的に同様である。こうした実施形態において、吸着剤構造の第1及び第2の吸着剤層は、任意選択で、適した結合材料、熱伝導性材料、及び/または熱伝導性材料を任意選択で有する吸着剤支持体を含む。例えば、吸着剤構造は、第1の吸着剤層と第2の吸着剤層の間に挿入された障壁層を備え、第1及び第2の吸着剤層の吸着剤材料の組成は、実質的に同様であり、任意の適した吸着剤材料を含むことができ、任意の適した吸着剤材料は、例えば、活性炭吸着剤材料、ポリエチレンイミンでドーブされたシリカ吸着剤材料、疎水性または親水性ゼオライト吸着剤材料、疎水性吸着剤材料、金属有機構造体(MOF)吸着剤材料、アミン材料、及びその組合せを含む。

30

【0030】

一実施形態において、平行通路コンタクターは、少なくとも1つの流体通路を画定する複数の吸着剤層と、5つ以上の小面(または詳細には6つ以上の小面)であって、平行通路コンタクターの小面が、1つまたは複数の吸着剤層あるいは1つまたは複数の吸着剤構造によって少なくとも部分的に実質的に画定されることができる、5つ以上の小面と、少なくとも、対向する小面(例えば、第1の小面と第2の小面)の間に第1の距離を有する対向する小面の第1のセット、及び、対向する小面(例えば、第3の小面と第4の小面)の間に第2の距離を有する対向する小面の第2のセットであって、第1の距離がほぼ第2の距離以上である(または、第2の距離がほぼ第1の距離以下である)、少なくとも対向する小面の第1のセット及び対向する小面の第2のセットとを備えるように構成されることができ、対向する小面の第1及び第2のセットの小面(例えば、第1、第2、第3、及び第4の小面)は、流体ストリームを受入れる及び/または回収するための少なくとも1つの流体通路に流体接続された少なくとも1つのポートを有する。平行通路コンタクター、

40

50

吸着剤層、及び／または吸着剤構造の少なくとも１つの外周は、平行通路コンタクターの小面を少なくとも部分的に画定することができる。任意選択で、対向する小面の第１のセット及び対向する小面の第２のセットは共通小面を共有することができる。例えば、５つの小面を持つように構成される平行通路コンタクターは、複数の三角形状吸着剤層及び／または吸着剤構造の間に挿入された１つまたは複数の流体通路を備えることができ、一方、６つの小面を持つように構成される平行通路コンタクターは、複数の三角形状または四角形状吸着剤層及び／または吸着剤構造の間に挿入された１つまたは複数の流体通路を備えることができる。

【００３１】

図２は、本発明の一実施形態による、複数の吸着剤構造１a、１b、及び１cを備える例示的な平行通路コンタクター２を示し、吸着剤構造１a、１b、及び１cの外周、及び／または、吸着剤層１２及び１４の外周は、第１の小面３０、第２の小面３２、第３の小面３４、及び第４の小面３６を部分的に画定することができる。１つのこうした実施形態において、例えば、第１の吸着剤構造１a、第２の吸着剤構造１b、及び第３の吸着剤構造１cは、第１の流体通路１６の少なくとも一部分及び第２の流体通路１８の少なくとも一部分を境界付けるまたは画定するために例示的な平行通路コンタクター構造２内に望ましくは構成されることができる。一態様において、複数の吸着剤構造は、少なくとも１つの第１の吸着剤層、例えば第１の吸着剤層１２によって境界付けられたまたは画定された第１の通路１６、及び、少なくとも１つの第２の吸着剤層、例えば第２の吸着剤層１４によって境界付けられたまたは画定された第２の通路１８が、複数通路平行通路コンタクター内で望ましくは互い違いになることができるように構成されることができる。一実施形態において、第１の流体通路１６及び第２の流体通路１８は、平行通路コンタクター内で望ましくは、実質的に流体的に離れていることができる。一態様において、例示的な吸着剤構造１a、１b、及び１cは、望ましくは、図１に示し上述した吸着剤構造１と実質的に同様である。しかし、吸着剤構造１bは、吸着剤構造１bの第１の吸着剤層１２が吸着剤構造１aの第１の吸着剤層１２に隣接しまたは並置状態にあるように平行通路コンタクター２内で構成され、それにより、第１の流体通路１６の少なくとも一部分を画定するまたは境界付けることができる。同様に、一態様において、吸着剤構造１bの第２の吸着剤層１４は、望ましくは、吸着剤構造１cの第２の吸着剤層１４に隣接しまたは並置状態にあり、それにより、第２の流体通路１８の少なくとも一部分を画定するまたは境界付けることができる。１つのこうした実施形態において、第１の流体通路１６の１つまたは複数の壁の少なくとも一部分は、少なくとも１つの吸着剤材料、例えば第１の吸着剤材料を有する１つまたは複数の第１の吸着剤層１２によって境界付けられることができる及び／または画定（または形成）されることができる。第２の流体通路１８の１つまたは複数の壁の少なくとも一部分は、少なくとも１つの吸着剤材料、例えば第２の吸着剤材料を有する１つまたは複数の第２の吸着剤層１４によって境界付けられることができる及び／または画定（または形成）されることができる。

【００３２】

一実施形態において、平行通路コンタクター２ならびに吸着剤構造１a、１b、及び１cは、縦距離または縦軸に実質的に平行な第１の距離（例えば、吸着剤層及び／または平行通路コンタクター２の第１の小面３０から、吸着剤層及び／または平行通路コンタクター２の対向するまたは第２の小面３２までの、図２に示すX軸に実質的に平行な距離）及び横距離または横軸に実質的に平行な第２の距離（例えば、吸着剤層及び／または平行通路コンタクター２の第３の小面３４から、吸着剤層及び／または平行通路コンタクター２の対向するまたは第４の小面３６までの、図２に示すY軸に実質的に平行な距離）を含むように構成され、ほぼ縦の又は第１の距離はほぼ横のまたは第２の距離以上であることができる、または、ほぼ横のまたは第２の距離はほぼ縦の又は第１の距離以下であることができる。例示的な吸着剤構造１a、１b、および１cは障壁層１０を備えるが、必要ではない。

【００３３】

一態様において、１つまたは複数のシールまたは密封構造（全て図２に示さず）は、第１の流体通路１６の少なくとも一部分及び／または第２の流体通路１８の少なくとも一部分を密封し、境界付ける及び／または画定するために使用されることができる。スペーサ（適した知られている間隔をあける特徴部またはデバイス等）（全て図２に示さず）は、任意選択で、吸着剤構造１ａ、１ｂ、及び１ｃを分離し、第１の流体通路１６及び／または第２の流体通路１８を画定するのを補助するために使用されることができる。オプションの態様において、更なる吸着剤構造（全て図２に示さず）は、平行通路コンタクターの第１の流体通路及び第２の流体通路を増加させるために使用されることができ、流体通路は、平行通路コンタクター内で第１の流体通路１６（第１の吸着剤層１２によって少なくとも部分的に境界付けられる）と第２の流体通路１８（第２の吸着剤層１４によって少なくとも部分的に境界付けられる）との間で互い違いになるように構成されることができ、例えば、平行通路コンタクターは、複数の吸着剤構造、複数の第１の流体通路、及び複数の第２の流体通路を備えることができ、複数の吸着剤構造は、複数の第１の流体通路及び複数の第２の流体通路を形成及び／または画定する（全て図２に示さず）。一実施形態において、第１の流体通路１６は複数の第２の流体通路１８の間に挿入されることができ、または、第２の流体通路１８は複数の第１の流体通路１６の間に挿入されることができ。任意選択で、平行通路コンタクターの一方または両方の端または小面（例えば、図２に示すＺ軸の１つまたは複数の小面）における吸着剤構造は、第１の吸着剤層１２及び第２の吸着剤層１４を備える必要がない（例えば、吸着剤構造１ａは第２の吸着剤層１４を備える必要がない及び／または吸着剤構造１ｃは第１の吸着剤層１２を備える必要がない）。１つのこうしたオプションの実施形態において、吸着剤構造１ａは第１の吸着剤層１２及び障壁層１０を備えることができる及び／または吸着剤構造１ｃは第２の吸着剤層１４及び障壁層１０を備えることができる（全て図２に示さず）。同様に任意選択で、１つまたは複数のパッフルまたは適した知られている間隔をあける特徴部またはデバイスは、第１の流体通路１６及び／または第２の流体通路１８内で使用されて、第１の流体通路１６及び／または第２の流体通路１８内を流れることを許容された流体ストリームの流れを方向付けることができる。

【００３４】

一実施形態において、平行通路コンタクター２は、第１のポート（図２に示さず）であって、平行通路コンタクター２の小面、例えば第１の小面３０上に実質的に構成され、１つまたは複数の第１の流体通路１６及び１つまたは複数の第２の流体通路１８に流体接続されて、例えば多成分流体ストリームを、フィードガスストリームまたは第１の生成物ストリームとして、平行通路コンタクター２の１つまたは複数の第１の流体通路１６及び１つまたは複数の第２の流体通路１８内に受入れるまたは回収する、第１のポートと、第２のポート（図２に示さず）であって、平行通路コンタクター２の小面、例えば第２の小面３２上に実質的に構成され、平行通路コンタクター２の１つまたは複数の第１の流体通路１６及び１つまたは複数の第２の流体通路１８に流体接続されて、例えば第１の生成物ストリーム、多成分流体ストリームを、フィードガスストリームとして、平行通路コンタクター２の１つまたは複数の第１の流体通路１６及び１つまたは複数の第２の流体通路１８から回収するまたは受入れる、第２のポートと、第３のポート（図２に示さず）であって、平行通路コンタクター２の小面、例えば第３の小面３４上に実質的に構成され、１つまたは複数の第１の流体通路１６及び任意選択で１つまたは複数の第２の流体通路１８に流体接続されて、例えば、脱着または再生流体ストリーム、任意選択でパージ流体ストリーム、任意選択で冷却用流体ストリーム、及び／または第２の生成物ストリームを、平行通路コンタクター２の１つまたは複数の第１の流体通路１６及び任意選択で１つまたは複数の第２の流体通路１８内に受入れるまたは回収する、第３のポートと、第４のポート（図２に示さず）であって、平行通路コンタクター２の小面、例えば第４の小面３６上に実質的に構成され、１つまたは複数の第１の流体通路１６及び任意選択で１つまたは複数の第２の流体通路１８に流体接続されて、例えば、第２の生成物ストリームあるいは脱着または再生流体ストリーム、任意選択でパージ流体ストリーム、任意選択で及び／または冷却用

10

20

30

40

50

流体ストリームを、平行通路コンタクター 2 の 1 つまたは複数の第 1 の流体通路 1 6 及び任意選択で 1 つまたは複数の第 2 の流体通路 1 8 から回収するまたは受入れる、第 4 のポートとを備えることができる。第 1 の対向する小面セットは、第 1 の小面 3 0 及び第 2 の小面 3 2 を備え、実質的に第 1 の小面 3 0 と第 2 の小面 3 2 との間に第 1 の距離を有することができる、第 2 の対向する小面セットは、第 3 の小面 3 4 及び第 4 の小面 3 6 を備え、実質的に第 3 の小面 3 4 と第 4 の小面 3 6 との間に第 2 の距離を有することができる。代替の実施形態において、平行通路コンタクター 2 は、第 5 のポート（図 2 に示さず）であって、平行通路コンタクター 2 の小面、例えば第 3 の小面 3 4 上に実質的に構成され、1 つまたは複数の第 2 の流体通路 1 8 に流体接続されて、例えば、脱着または再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び / または冷却用流体ストリームを受入れるまたは回収する、第 5 のポートを備えることができる。別の代替の実施形態において、平行通路コンタクター 2 は、第 6 のポート（図 2 に示さず）であって、平行通路コンタクター 2 の小面、例えば第 4 の小面 3 6 上に実質的に構成され、1 つまたは複数の第 2 の流体通路 1 8 に流体接続されて、例えば、脱着または再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び / または冷却用流体ストリームを受入れるまたは回収する、第 6 のポートを備えることができる。任意選択で、平行通路コンタクター 2 は、第 6 のポート（図 2 に示さず）であって、小面、例えば第 4 の小面 3 6 上に実質的に構成され、1 つまたは複数の第 2 の流体通路 1 8 に流体接続されて、例えば、脱着または再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び / または冷却用流体ストリームを受入れるまたは回収する、第 6 のポートを備えることができる。

10

20

【 0 0 3 5 】

代替の実施形態において、平行通路コンタクター 2 は、平行通路コンタクター 2 の共通小面、例えば第 1 の小面 3 0 上に実質的に構成される、第 1 のポート、及び第 3 のポートまたは第 4 のポートの少なくとも 1 つ、及び任意選択で第 5 のポートまたは第 6 のポート（全て図 2 に示さず）の少なくとも 1 つと、平行通路コンタクター 2 の共通小面、例えば第 2 の小面 3 2 上に実質的に構成される、第 2 のポート、及び第 3 のポートまたは第 4 のポートの少なくとも 1 つ、及び任意選択で第 5 のポートまたは第 6 のポート（全て図 2 に示さず）の少なくとも 1 つを備えることができ、任意選択で、1 つまたは複数のバッフルは、第 1 の流体通路 1 6 及び / または第 2 の流体通路 1 8 内に使用されて、共通小面上に実質的に構成される複数のポートを分離する、及び / または、第 1 の流体通路 1 6 及び / または第 2 の流体通路 1 8 内を流れることを許容される流体ストリームの流れを方向付けることができ、1 つまたは複数のバッフルは、共通小面に実質的に交差し、第 1 の流体通路 1 6 及び / または第 2 の流体通路 1 8 内に延在することができる（全てのポート及びバッフルは図 2 に示さず）。一態様において、第 1 のポート、第 2 のポート、第 3 のポート、第 4 のポート、オプションの第 5 のポート、及びオプションの第 6 のポート（全て図 2 に示さず）の少なくとも 1 つは、例えば、ゲート弁、軸またはヒンジの周りに回転可能なゲート式弁、あるいは共通軸の周りの複数の同心シール等の適したシールによって実質的に密封されることができる。

30

【 0 0 3 6 】

一実施形態において、平行通路コンタクターは、第 1 のポートと第 2 のポートとの間の縦のまたは第 1 の距離及び第 3 のポートと第 4 のポートとの間の横のまたは第 2 の距離を含むことができ、第 1 の距離は第 2 の距離以上である、または、第 2 の距離は第 1 の距離以下であり、任意選択で、第 1 のポート及び / または第 2 のポートは第 3 のポート及び / または第 4 のポートに実質的に垂直に（厳密にまたはほぼ垂直に）構成される。

40

【 0 0 3 7 】

代替の実施形態において、平行通路コンタクターは、第 1 の吸着剤層と第 2 の吸着剤層の間に挿入され、それらと熱連通状態にあり、それらと直接接触状態にある、障壁層を更に備える複数の吸着剤構造を備えることができ、第 1 の吸着剤層は少なくとも 1 つの吸着剤材料を含み、第 2 の吸着剤層は少なくとも 1 つの吸着剤材料を含み、吸着剤材料は、吸着剤組成、物理的特性、及び / またはプロパティが実質的に同様である。

50

【 0 0 3 8 】

代替の実施形態において、平行通路コンタクターは、第 2 の吸着剤層に並置され、それと熱連通状態にあり、それと直接接触状態にある、第 1 の吸着剤層を更に備える複数の吸着剤構造を備えることができ、第 1 の吸着剤層は 1 つまたは複数の吸着剤材料、例えば第 1 の吸着剤材料を有し、第 2 の吸着剤層は 1 つまたは複数の吸着剤材料、例えば第 2 の吸着剤材料を有し、第 1 の吸着剤材料及び第 2 の吸着剤材料は、吸着剤材料組成、物理特性、及び/またはプロパティの少なくとも 1 つにおいて異なる。平行通路コンタクターは、複数の第 1 の吸着剤層の間に挿入された 1 つまたは複数の第 1 の流体通路（例えば、複数の第 1 の吸着剤層は第 1 の流体通路の少なくとも一部分を画定することができる）及び複数の第 2 の吸着剤層の間に挿入された 1 つまたは複数の第 2 の流体通路（例えば、複数の第 2 の吸着剤層は第 2 の流体通路の少なくとも一部分を画定することができる）を同様に備えることができる。

10

【 0 0 3 9 】

代替の実施形態において、平行通路コンタクターは、第 2 の吸着剤層に並置され、それと熱連通状態にあり、それと直接接触状態にある、障壁層を更に備える複数の吸着剤構造を備えることができ、第 2 の吸着剤層は少なくとも 1 つの吸着剤材料（例えば、第 2 の吸着剤材料）を含む。平行通路コンタクターは、複数の障壁層の間に挿入された少なくとも 1 つの第 1 の流体通路（例えば、障壁層は第 1 の流体通路を少なくとも部分的に画定することができる）及び複数の第 2 の吸着剤層の間に挿入された少なくとも 1 つの第 2 の流体通路（例えば、複数の第 2 の吸着剤層は第 2 の流体通路の少なくとも一部分を画定することができる）を同様に備える。任意選択で、第 2 の吸着剤層は、適した結合材料、熱伝導性材料、及び/または熱伝導性材料を任意選択で有する吸着剤支持体を含む。障壁層は、拡散遅延剤または障壁として機能することができ、拡散遅延剤または障壁は、1 つまたは複数のガスまたは例えば蒸気の形態の水等の流体に対して、例えば半透過性または実質的に不透過性であることができる。1 つのこうした実施形態において、障壁層は、例えば図 2 に示す実質的に Z 軸に沿う方向に、障壁層の厚さを通して 1 つまたは複数のこうしたガスの望ましくは制御された移送レートを提供するために、1 つまたは複数のガス（及び/または蒸気の形態の水）に対して半透過性である材料を含むことができる。

20

【 0 0 4 0 】

上述した実施形態の吸着剤構造及び平行通路コンタクターは、利点であって、例えば、本明細書で述べる或る実施形態の吸着ガス分離プロセスを使用可能にすることと、平行通路コンタクターの第 2 の流体通路内への再生または脱着流体ストリームの受入れを実質的になくしまたは低減しながら、平行通路コンタクターの第 1 の流体通路内に再生または脱着流体ストリームを受入れることによって、両方の吸着剤層の 1 つまたは複数の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の再生または脱着を可能にすること、平行通路コンタクターの吸着剤層、例えば第 2 の吸着剤層の吸着剤材料に対する再生または脱着流体ストリームの接触または曝露を低減すること、第 1 の吸着剤層を介して第 2 の吸着剤層に、また任意選択で障壁層から移送されることができる脱着流体ストリームからの熱を利用することと、第 1 の吸着剤層を介して第 2 の吸着剤層への、また任意選択で障壁層からの脱着または再生流体の受入れを受動的に制御することを含む、利点を提供することができる。これは、例えば、再生または脱着流体の 1 つまたは複数の成分または種の吸着、吸着剤材料の汚染、及び/または、浸食または洗浄による第 2 の吸着剤層の吸着剤材料の喪失による第 2 の吸着剤層の 1 つまたは複数の吸着剤材料の吸着容量の喪失を低減することと、脱着または再生流体ストリームとして蒸気ストリームを使用しながら、第 2 の吸着剤層内での親水性吸着剤材料の使用を可能にすることと、平行通路コンタクター内に受入れられる再生または脱着流体の量を低減すること、例えば、吸着ガス分離プロセスの蒸気比を低減することとを有利にもたすことができ、それは、吸着ガス分離プロセス及び吸着ガス分離機のエネルギー消費、資本コスト、及び/または運転コストを更に低減することができる。本明細書で述べた実施形態の吸着剤構造及び平行通路コンタクターの他の利点は、種々の流体ストリーム、例えば、フィードストリーム、再生または脱着流体ストリーム、及

30

40

50

び冷却用流体ストリームが、平行通路コンタクターの3つ以上の小面から受入れられるまたは回収されることを可能にし、平行通路コンタクターを通るフィードストリームの望ましいより長い移動距離を維持しながら、例えば、脱着または再生流体ストリームが平行通路コンタクターを通るより短い距離を移動することを可能することを含み、それは、流体ストリーム、例えば脱着または再生流体ストリームについてのより短い滞留時間、吸着剤材料上での望ましくない成分の吸着の低減、利用可能な吸着容量の喪失の低減、及び平行通路コンタクターにわたる圧力降下の低減を有利にもたらすことができる。

【0041】

一実施形態において、平行通路コンタクター2、吸着剤構造1a、1b、及び1cは、任意の適した形状、サイズ、及び配向に従って構成されることができ、吸着ガス分離機内で、固定であることができる、または代替的に、可動である、例えば、回転することができる、また、本発明の一態様に従って本明細書で述べたような例示的な吸着ガス分離プロセスで使用するための任意の適した構成で有利に使用されることができ。

【0042】

本発明のプロセスの実施形態において、吸着ガス分離プロセスであって、複数の吸着剤構造（図1に示され上述された）、1つまたは複数の第1の流体通路、及び1つまたは複数の第2の流体通路を更に備える少なくとも1つの実施形態の平行通路コンタクター（図2に示され上述された）を備える吸着ガス分離機において、多成分流体混合物またはストリーム（例えば、煙道ガストリーム、燃料燃焼器によって生成される燃焼後ガストリーム、または天然ガストリーム）から、少なくとも第1の成分、例えば二酸化炭素、硫黄酸化物、窒素酸化物、または酸素を分離するための、吸着ガス分離プロセスが提供される。吸着剤構造は、少なくとも1つの吸着剤材料（例えば、第1の吸着剤材料）を有する第1の吸着剤層と、少なくとも1つの吸着剤材料（例えば、第2の吸着剤材料）を有する第2の吸着剤層と、任意選択で、第1の吸着剤層と第2の吸着剤層の間に挿入され、それらとの直接接触を通して熱連通状態にある、障壁層とを備えることができる。一態様において、第1の吸着剤材料及び第2の吸着剤材料は、吸着剤材料組成、物理特性、及び/またはプロパティ、例えば、吸着剤化学組成、疎水性度、吸着容量、または多孔性の少なくとも1つにおいて異なることができる。別の態様において、障壁層は、熱伝導性材料を含むことができ、特に、こうした態様は、例えば、約 $10\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、詳細には約 $100\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、またはより詳細には約 $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ の所望の熱伝導率閾値以上の熱伝導率を望ましくは有することができる。別の態様において、障壁層は、実質的に、障壁層の厚さにわたるまたは第1及び第2の吸着剤層の間の方向の（例えば、図1及び図2に示す実質的にZ軸に沿う方向の）透過率値であって、例えば、第1の吸着剤層及び/または第2の吸着剤層の少なくとも一方のほぼ透過率値以下の、あるいは、約 10^{-6} m^2 以下、詳細には約 10^{-8} m^2 以下、より詳細には約 10^{-12} m^2 以下、更により詳細には約 10^{-13} m^2 以下の、所望の透過率閾値以下の、透過率値を含むことができる。別のこうした態様において、障壁層は、実質的に、障壁層の厚さにわたるまたは第1及び第2の吸着剤層の間の方向の透過率値であって、例えば、約 $10^{-6}\text{ m}^2 \sim 10^{-17}\text{ m}^2$ 、詳細には約 $10^{-8}\text{ m}^2 \sim 10^{-15}\text{ m}^2$ 、より詳細には約 $10^{-12}\text{ m}^2 \sim 10^{-15}\text{ m}^2$ 、または更により詳細には約 $10^{-13}\text{ m}^2 \sim 10^{-15}\text{ m}^2$ の所望の透過率範囲閾値内にある、透過率値を含むことができる。吸着剤構造は、第1の流体通路と第2の流体通路との間に挿入されることができ、第1の流体通路及び第2の流体通路が平行通路コンタクター内で互い違いになる複数の吸着剤構造が構成されることができ、そうである必要はない。第1の流体通路の少なくとも一部分は、少なくとも1つの吸着剤材料、例えば第1の吸着剤材料を有する第1の吸着剤層によって形成または画定されることができ。第2の流体通路の少なくとも一部分は、少なくとも1つの吸着剤材料、例えば第2の吸着剤材料を有する第2の吸着剤層によって形成または画定されることができ。

【0043】

1つのプロセスの実施形態において、多成分流体ストリームから少なくとも第1の成分を分離するための吸着ガス分離プロセスは、

10

20

30

40

50

(a) 平行通路コンタクターの１つまたは複数の第２の流体通路、任意選択で、平行通路コンタクターの１つまたは複数の第１の流体通路内にフィードストリームとして多成分流体ストリームを受入れるステップであって、平行通路コンタクターは、

第１の吸着剤層と第２の吸着剤層との間に挿入されたオプションの障壁層を有する複数の吸着剤構造であって、第１の吸着剤層は１つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第１の吸着剤材料を有し、第２の吸着剤層は１つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤材料を有し、任意選択で、第１の吸着剤材料及び第２の吸着剤材料は、吸着剤材料組成、物理特性、及び／またはプロパティの少なくとも１つにおいて異なるが、層である必要はない、複数の吸着剤構造と、１つまたは複数の第１の流体通路であって、１つまたは複数の第１の流体通路の少なくとも一部分は１つまたは複数の第１の吸着剤層によって画定される、１つまたは複数の第１の流体通路と、１つまたは複数の第２の流体通路であって、１つまたは複数の第２の流体通路の少なくとも一部分は１つまたは複数の第２の吸着剤層によって画定される、１つまたは複数の第２の流体通路とを備える、

10

受入れるステップと、

フィードストリームを、第２の流体通路を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第２の吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤材料と、また任意選択で、第１の流体通路を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第１の吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第１の吸着剤材料と接触させるステップと、

(b) 第１の成分の少なくとも一部分を、第２の流体通路を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第２の吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第２の吸着剤材料上に、また任意選択で、第１の流体通路を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第１の吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第１の吸着剤材料上に吸着させるステップと、

20

(c) 平行通路コンタクターの１つまたは複数の第２の流体通路、及び任意選択で平行通路コンタクターの１つまたは複数の第１の流体通路から、多成分流体ストリームまたはフィードストリームと比べて第１の成分が少なくとも周期的(「周期的(periodically)」は非連続的を示すが、必ずしも一定間隔を示さず、「少なくとも周期的(at least periodically)」は、連続性が可能であるが必要でないことを示す)に枯渇した第１の生成物ストリームを回収するステップと、

(d) 脱着または再生流体ストリーム、例えば、水ストリーム、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、実質的に第１の成分を含む流体ストリーム、及び燃焼煙道ガスストリームを、平行通路コンタクターの１つまたは複数の第１の流体通路内に受入れるステップであって、任意選択で、脱着または再生流体ストリームは、約 60 以上、好ましくは約 80 以上、またはより好ましくは約 100 以上の温度にあることができる、受入れるステップと、

30

(e) 任意選択で、第１の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料を再生する(例えば、第１の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料を加熱すること等の温度スイング、分圧スイング、圧力スイング、スweep、及び／または置換パージのうちの少なくとも１つによって、第１の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料、例えば第１の吸着剤材料上に吸着された第１の成分の少なくとも一部分を脱着させる)ステップと、

(f) 第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料を再生する(例えば、第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料を加熱することによって、第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料、例えば第２の吸着剤材料上に吸着された第１の成分の少なくとも一部分を脱着させる)ステップであって、熱は、

40

脱着または再生流体ストリームから、オプションの障壁層を通り、任意選択で第１の吸着剤層を介して、第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料、例えば第２の吸着剤材料に熱を移送することと、

脱着または再生流体ストリームの少なくとも一部分を、オプションの障壁層を通り、任意選択で第１の吸着剤層を介して拡散させ、脱着または再生流体ストリームの少なくとも一部分を第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料(例えば第２の吸着剤材料)と接触させ、第２の吸着剤層の少なくとも１つの吸着剤材料(例えば第２の吸着剤材料)上への

50

脱着または再生流体ストリームの少なくとも一部分の吸着を通して吸着熱を放出することの少なくとも一方によって提供されることができる、再生するステップと、

(g) 平行通路コンタクターの1つまたは複数の第1及び第2の流体通路の少なくとも1つの流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第1の成分が少なくとも周期的に富化した第2の生成物ストリームを回収するステップとを含む。

【0044】

オプションの実施形態において、ステップ(a)中に、プロセスは、少なくとも1つの平行通路コンタクターを備える吸着ガス分離機内に、フィードストリームとして多成分流体ストリームを受入れることを更に含むことができる。任意選択で、ステップ(d)に先立って、プロセスは、一実施形態による、平行通路コンタクター、平行通路コンタクターの1つ又は複数の第2の流体通路、また任意選択で、平行通路コンタクターの1つ又は複数の第1の流体通路内への多成分流体ストリームまたはフィードストリームの受入れを終了することを更に含むことができる。オプションの実施形態において、ステップ(d)及び/または(e)中に、プロセスは、第1の吸着剤層の少なくとも1つの吸着剤材料(例えば第1の吸着剤材料)上への脱着または再生流体ストリームの少なくとも一部分の吸着を通して吸着熱を放出することを更に含むことができる。別のオプションの実施形態において、ステップ(f)中に、プロセスは、脱着または再生流体ストリーム、例えば、水ストリーム、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、実質的に第1の成分を含む流体ストリーム、及び燃焼煙道ガスストリームを、平行通路コンタクターの1つまたは複数の第2の流体通路内に受入れることを更に含むことができ、任意選択で、脱着または再生流体ストリームは、約60 以上、好ましくは約80 以上、またはより好ましくは約100 以上の温度にあることができる。同様に、更なるオプションの実施形態において、ステップ(e)及び/または(f)の後に、プロセスは、平行通路コンタクターの1つ又は複数の第1の流体通路内への脱着または再生流体ストリームの受入れを終了することを更に含むことができる。任意選択で、ステップ(e)、(f)、及び/または(g)中に、プロセスは、真空または真空源を、平行通路コンタクター、任意選択で、吸着ガス分離機の第1の及び/または第2の流体通路に流体接続すること、平行通路コンタクターの第1の及び/または第2の流体通路内に真空を引込む(induce)こと、及び、平行通路コンタクターの第2の流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第1の成分が少なくとも周期的に富化した第2の生成物ストリームを回収することを更に含むことができる。別のオプションの実施形態において、ステップ(f)及び/または(g)中に、プロセスは、流体ストリーム、例えばパージまたはスイープガスストリームを平行通路コンタクターの第2の流体通路内に受入れることを更に含むことができる。

【0045】

一実施形態において、代替的に、ステップ(a)中に、プロセスは、平行通路コンタクターの1つまたは複数の第2の流体通路、任意選択で、平行通路コンタクターの1つまたは複数の第1の流体通路内にフィードストリームとして多成分流体ストリームを受入れることであって、平行通路コンタクターは、

第2の吸着剤層に並置された第1の吸着剤層を有する複数の吸着剤構造であって、第1の吸着剤層は1つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第1の吸着剤材料を有し、第2の吸着剤層は1つまたは複数の吸着剤材料、例えば、第2の吸着剤材料を有し、任意選択で、第1の吸着剤材料及び第2の吸着剤材料は、吸着剤材料組成、物理特性、及び/またはプロパティの少なくとも1つにおいて異なる、複数の吸着剤構造と；1つまたは複数の第1の流体通路であって、1つまたは複数の第1の流体通路の少なくとも一部分は1つまたは複数の第1の吸着剤層によって少なくとも部分的に境界付けられるまたは画定される、1つまたは複数の第1の流体通路と；1つまたは複数の第2の流体通路であって、1つまたは複数の第2の流体通路の少なくとも一部分は1つまたは複数の第2の吸着剤層によって少なくとも部分的に境界付けられるまたは画定される、1つまたは複数の第2の流体通路とを備える、

受入れること；

10

20

30

40

50

フィードストリームを、第2の流体通路の少なくとも一部分を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第2の吸着剤層の吸着剤材料、例えば、第2の吸着剤材料と、また任意選択で、第1の流体通路を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する吸着剤材料、例えば、第1の吸着剤材料と接触させることを含むことができる。

【0046】

代替の実施形態において、ステップ(a)中に、プロセスは、平行通路コンタクターの1つまたは複数の第2の流体通路内にフィードストリームとして多成分流体ストリームを受入れることであって、平行通路コンタクターは、

第2の吸着剤層に並置され、それと熱連通状態にあり、それと直接接触状態にある障壁層を有する複数の吸着剤構造であって、第2の吸着剤層は少なくとも1つの吸着剤材料、例えば、第2の吸着剤材料を含む、複数の吸着剤構造と、1つまたは複数の障壁層によって少なくとも部分的に境界付けられるまたは画定される1つまたは複数の第1の流体通路（例えば、第1の流体通路は複数の障壁層の間に挿入されることができる）と、1つまたは複数の第2の吸着剤層によって少なくとも部分的に境界付けられるまたは画定される1つまたは複数の第2の流体通路（例えば、第2の流体通路は複数の第2の吸着剤層の間に挿入されることができる）とを備える、

受入れること、

フィードストリームを、第2の流体通路の少なくとも一部分を少なくとも部分的に境界付けるまたは画定する第2の吸着剤層の少なくとも1つの吸着剤材料、例えば、第2の吸着剤材料と接触させることを含むことができる。

【0047】

本明細書で述べる実施形態の吸着ガス分離プロセスは、利点であって、例えば、平行通路コンタクターの第2の流体通路内への再生または脱着流体ストリームの受入れを実質的になくしまたは低減しながら、平行通路コンタクターの第1の流体通路内に再生または脱着流体ストリームを受入れることによって、両方の吸着剤層の1つまたは複数の吸着剤材料上に吸着された1つまたは複数の成分の再生または脱着を可能にすることと、平行通路コンタクターの吸着剤層、例えば第2の吸着剤層の吸着剤材料に対する再生または脱着流体ストリームの接触または曝露を低減することと、及び、第1の吸着剤層を介して第2の吸着剤層に、また任意選択で障壁層から移送されることができる脱着流体ストリームからの熱を利用することと、第1の吸着剤層を介して第2の吸着剤層への、また任意選択で障壁層からの脱着または再生流体の受入れを受動的に制御することを含む、利点を提供することができる。これは、例えば、再生または脱着流体の1つまたは複数の成分または種の吸着、吸着剤材料の汚染、及び/または、浸食または洗浄による第2の吸着剤層の吸着剤材料の喪失による第2の吸着剤層の1つまたは複数の吸着剤材料の吸着容量の喪失を低減することと、脱着または再生流体ストリームとして蒸気ストリームを使用しながら、第2の吸着剤層内での親水性吸着剤材料の使用を可能にすることと、平行通路コンタクター内に受入れられる再生または脱着流体の量を低減すること、例えば、吸着ガス分離プロセスの蒸気比を低減することとを有利にもたすことができ、それは、吸着ガス分離プロセス及び吸着ガス分離機のエネルギー消費、資本コスト、及び/または運転コストを更に低減することができる。本明細書で述べた実施形態の吸着剤構造及び平行通路コンタクターの他の利点は、種々の流体ストリーム、例えば、フィードストリーム、再生または脱着流体ストリーム、及び冷却用流体ストリームが、平行通路コンタクターの3つ以上の小面から受入れられるまたは回収されることを可能にし、平行通路コンタクターを通るフィードストリームの望ましいより長い移動距離を維持しながら、例えば、脱着または再生流体ストリームが、平行通路コンタクターを通るより短い距離を移動することを可能にすることを含み、それは、流体ストリーム、例えば脱着または再生流体ストリームについてのより短い滞留時間、吸着剤材料の望ましくない成分の吸着の低減、利用可能な吸着容量の喪失の低減、及び平行通路コンタクターにわたる圧力降下の低減を有利にもたすことができる。

【0048】

別の態様において、第1の吸着剤層12の吸着剤材料（例えば、第1の吸着剤材料）及び

10

20

30

40

50

／または第２の吸着剤層１４の吸着剤材料（例えば、第２の吸着剤材料）上に吸着された第１の流体成分の少なくとも一部分の吸着後に、例えば、上記ステップ（ｇ）後に、吸着ガス分離プロセスは、オプションの冷却ステップを含むことができ、冷却ステップは、約６０以下、詳細には約５０以下、またはより詳細には約４０以下の温度等、所望の再生後（post-regeneration）温度または前吸着（pre-adsorption）温度に、第１の吸着剤層１２及び／または第２の吸着剤層１４の吸着剤材料の少なくとも一部分を冷却するのに適した温度で、調整用ストリームまたは冷却用ストリーム、例えば空気ストリームまたは不活性ガスストリームを受入れることを含む。１つのこうした実施形態において、適した冷却用流体は、平行通路コンタクターの第１の流体通路１６及び任意選択で平行通路コンタクターの第２の流体通路１８及び任意選択で吸着ガス分離機内に受入れられることができる。特定のこうした実施形態において、冷却用流体の受入れは、第１の吸着剤層１２の吸着剤の温度を下げることに及び第２の吸着剤層１４の吸着剤の温度を下げることを行うことができる。こうしたオプションの冷却に続いて、一実施形態において、プロセスは、例えば、第３の生成物ストリームを、第１の流体通路１６及び／または第２の流体通路１８から、任意選択で平行通路コンタクター２から、また任意選択で吸着ガス分離機から回収することを更に含むことができる。こうした回収に続いて、更なるオプションの態様において、プロセスは、オプションの吸着ガス分離機、平行通路コンタクター２、ならびに第１の流体通路１６及び／または第２の流体通路１８のうちの１つまたは複数内への調整用ストリームまたは冷却用ストリームの受入れを終了することを更に含むことができる。特定のこうした実施形態において、上述した冷却ステップが終了した後、吸着ガス分離プロセスのステップは、実質的に循環的なプロセスまたは吸着デバイスにおいて等で、順次、実質的に連続的に、または半連続的に反復されることができる。

【００４９】

一実施形態において、例示的な平行通路コンタクター２を備える吸着ガス分離機を使用する吸着ガス分離プロセスは、脱着または再生流体ストリーム（例えば、蒸気または他の適した脱着ガスストリーム）、及び／またはエネルギーの消費を有利に低減して、吸着剤構造及び平行通路コンタクター２の第１の吸着剤層１２の吸着剤材料（例えば、第１の吸着剤材料）及び／または第２の吸着剤層１４の吸着剤材料（例えば、第２の吸着剤材料）を再生することができる。特定のこうした実施形態において、脱着または再生流体ストリーム２４（例えば、蒸気または他の適した脱着ガスストリーム）は、平行通路コンタクター２の第１の流体通路１６内に受入れられ、第１の吸着剤層１２の吸着剤材料（例えば、第１の吸着剤材料）の温度を上げかつ障壁層１０を介して第２の吸着剤層１４の吸着剤材料（例えば、第２の吸着剤材料）に熱を伝達するために使用され、第２の吸着剤層１４の吸着剤材料（例えば、第２の吸着剤材料）上に吸着された１つまたは複数の成分の少なくとも一部分を脱着するための脱着熱を提供することができる。こうした実施形態において、低いまたは制限された透過率は、吸着剤構造の障壁層１０の熱伝導率と共に、吸着剤構造が、親水性吸着剤材料またはより低い疎水性度閾値を有する吸着剤材料、例えばゼオライト吸着剤材料を、吸着剤構造のために使用される全体吸着剤材料の少なくとも一部分として使用することを有利に可能にすることができ、それは、他の疎水性吸着剤材料と比べて、材料コストの低減及び／または吸着容量の増加をもたらすことができる。

【００５０】

本発明による更なるオプションの実施形態において、脱着または再生流体ストリーム２４（例えば、蒸気ストリームまたは他の適した脱着ガスストリーム）は、平行通路コンタクター２の第１の流体通路１６内に受入れられ、第１の吸着剤層１２の疎水性の第１の吸着剤材料の温度を上げかつ第１の吸着剤層１２の疎水性の第１の吸着剤材料上に吸着された１つまたは複数の成分の少なくとも一部分を脱着するために脱着熱を提供するために使用されることができる。さらに、こうした実施形態において、選択的に透過性のある障壁層１０は、例えばグラフェンシートまたは圧縮された剥離グラフェンフレイク等の選択的に透過性のある障壁層材料を含むことができ、選択的に透過性のある障壁層材料は、再生流

10

20

30

40

50

体ストリーム 24 の拡散された部分、成分、または種の、疎水性の第 2 の吸着剤材料上への吸着を可能にするための、選択的に透過性のある障壁層 10 を横切って第 2 の吸着剤層 14 の親水性の疎水性の第 2 の吸着剤材料に至る再生流体ストリーム 24 (蒸気等) の一部分の選択的拡散、及び、再生流体ストリーム 24 の拡散された部分、成分、または種の吸着熱であって、第 2 の吸着剤層 14 の親水性の第 2 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の少なくとも一部分を脱着するために望ましくは脱着熱を提供することができる、吸着熱の放出を望ましくは可能にすることができる。一態様において、選択的に透過性のある障壁層 10 は、同様に望ましくは、第 1 の吸着剤層 12 の吸着剤材料、例えば疎水性の第 1 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の脱着中に、選択的に透過性のある障壁層 10 を通して、第 1 の吸着剤層 12 から第 2 の吸着剤層 14 に熱が伝達されるように、熱伝導性があるまたは高い熱伝導率を有して、第 2 の吸着剤層 14 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の少なくとも一部分を脱着するために更なる脱着熱源を提供することができる。1 つのこうした実施形態において、第 1 の吸着剤層 12 の疎水性の第 1 の吸着剤材料及び第 2 の吸着剤層 14 の親水性の第 2 の吸着剤材料及び選択的に透過性のある障壁層 10 を備える平行通路コンタクター 2 は、1 つまたは複数の第 2 の流体通路 18 への脱着または再生ストリームの受入れを必要とすることなく、第 2 の吸着剤層 14 の親水性の第 2 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の脱着を好ましくは行うことができ、第 2 の吸着剤層 14 の親水性の第 2 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の脱着は、例えば、第 1 の吸着剤層 12 の脱着熱フロント (desorption thermal front) から、第 2 の吸着剤層 14 の吸着剤材料、例えば親水性の第 2 の吸着剤材料への熱の伝達 (例えば、第 1 の吸着剤層 12 の吸着剤材料上に吸着された 1 つまたは複数の成分の脱着中の)、及び、障壁層 10 を通して拡散し第 2 の吸着剤層 14 上に吸着された脱着流体ストリームの拡散された部分、成分、または種の吸着熱の放出の一方または両方の組合せによって推進されることができる。こうした実施形態において、吸着剤構造 2 の選択的に透過性のある障壁層 10 は、吸着剤構造が、親水性吸着剤材料またはより低い疎水性度閾値を有する吸着剤材料、例えばゼオライト吸着剤材料を、吸着剤構造のために使用される全体吸着剤材料の少なくとも一部分として使用することを有利に可能にすることができ、それは、他の疎水性吸着剤材料と比べて、材料コストの低減及び/または吸着容量の増加をもたらすことができる。

【0051】

図 3 a は、本発明の一実施形態による吸着ガス分離プロセスの平行通路コンタクター 2 内に多成分流体ストリームをフィードストリームとして受入れるための受入れステップ、及び、平行通路コンタクター 2 から第 1 の生成物ストリームを回収するための回収ステップ中の平行通路コンタクター 2 を示す。多成分流体ストリームをフィードストリームとして受入れるための受入れステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ (a) 中に、フィードストリーム 20 は、平行通路コンタクター 2 の小面、例えば第 1 の小面 30 上に実質的に構成される第 1 のポート (図 2 及び図 3 a に示さず) を通して等で、平行通路コンタクター 2 の第 1 の流体通路 16 及び第 2 の流体通路 18 内に受入れられて、第 1 の流体通路 16、第 2 の流体通路 18、及び平行通路コンタクター 2 の実質的に縦方向にまたは縦軸に沿って実質的に平行に (図 2 及び図 3 a に示す X 軸に実質的に平行に) 流れることができる。第 1 の生成物ストリームを回収するための回収ステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ (c) 中に、第 1 の生成物ストリーム 22 は、例えば、小面、例えば第 2 の小面 32 上に実質的に構成される第 2 のポート (図 2 及び図 3 a に示さず) を通して等で、任意選択で平行通路コンタクター 2 の第 1 の流体通路 16 及び/または第 2 の流体通路 18 から、少なくとも周期的に回収されることができる。第 1 の対向する小面セットは、第 1 の小面 30 及び第 2 の小面 32 を備え、第 1 の小面 30 と第 2 の小面 32 との間に或る距離、例えば第 1 の距離を有することができる。一実施形態において、受入れステップ、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ (a) 中に、多成分流体ストリーム、例えばフィードストリーム 20 は、平行通路 2 内に受入れられて、縦のまたは第 1 の距離だけ、平行通路コンタクター 2 の第 1 の流体通路

10

20

30

40

50

１６及び第２の流体通路１８を通して移動することができ、縦のまたは第１の距離は、フィードストリームが平行通路コンタクター２の第１の吸着剤層１２の１つまたは複数の吸着剤材料及び／または第２の吸着剤層１４の１つまたは複数の吸着剤材料と接触状態にある距離と、平行通路コンタクターの実質的に入口ポート（例えば、第１のポート）と出口ポート（例えば、第２のポート）との間の距離または長さ、実質的に平行通路コンタクターの対向する小面のセット（例えば、第１の対向する小面セット）の間の距離または長さ、実質的に第１の小面３０と第２の小面３２との間の距離または長さ、のうちの少なくとも１つとして規定されることができる。

【００５２】

図３ｂは、本発明の一実施形態による吸着ガス分離プロセスの、脱着または再生流体ストリームを受入れるための受入れステップ、及び、第２の生成物ストリームを回収するための回収ステップ中の平行通路コンタクター２を示す。１つのこうした実施形態において、第１の流体通路１６及び第２の流体通路１８は、任意選択で、平行通路コンタクター２の、縦小面、例えば第１の小面３０及び第２の小面３２、ならびに、横小面、例えば第３の小面３４及び第４の小面３６にある壁または他の流体制限物（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）によって、また、第１の流体通路１６と第２の流体通路１８との間に位置する障壁層１０によって等で、実質的に平行通路コンタクター２内で実質的に流体的に分離されることができる。一実施形態において、脱着または再生ストリームを受入れるための受入れステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｅ）中に、脱着または再生ストリーム２４、例えば、蒸気ストリームまたは他の適した脱着ガスストリームは、例えば、平行通路コンタクター２の小面、例えば第３の小面３４上に実質的に構成される第３のポート（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）を介して平行通路コンタクター２の第１の流体通路１６内に受入れられて、第１の流体通路１６及び平行通路コンタクター２の横方向に横軸に沿って実質的に平行に（図２、図３ａ、及び図３ｂに示すＹ軸に実質的に平行に）流れることができる。第２の生成物ストリームを回収するための回収ステップ、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｈ）中に、第２の生成物ストリーム２６は、平行通路コンタクター２の第１の流体通路１６から回収されることができ、第２の生成物ストリーム２６ａは、平行通路コンタクター２の第２の流体通路１８から、例えば、平行通路コンタクター２の小面、例えば第４の小面３６上に実質的に構成される第４のポート（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）を介して回収されることができる。任意選択で、第２の吸着剤層の脱着または再生ステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｆ）中に、及び／または、第２の生成物ストリームを回収するための回収ステップ、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｇ）中に、パージ流体ストリーム（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）は、平行通路コンタクター２の第２の流体通路１８内に、例えば、第３の小面３４上に実質的に構成される第５のポート（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）または第３のポート（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）を介して受入れられて、横方向に横軸に沿って実質的に平行に（図２、図３ａ及び図３ｂに示すＹ軸に実質的に平行に）流れることができる。第２の対向する小面セットは、第３の小面３４及び第４の小面３６を備え、第３の小面３４と第４の小面３６との間に或る距離、例えば第２の距離を有することができる。一実施形態において、脱着または再生流体ストリームを受入れるための受入れステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｄ）中に、また任意選択で、脱着または再生ステップ及び／または第２の生成物ストリームを回収するための回収ステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（ｆ）及び／または（ｇ）中に、脱着または再生流体ストリーム２４及び／または任意選択でパージ流体ストリーム（図２、図３ａ、及び図３ｂに示さず）は、平行通路コンタクター２内に受入れられて、横のまたは第２の距離だけ、平行通路コンタクター２の第１の流体通路１６及び任意選択で第２の流体通路１８を通して移動することができ、横のまたは第２の距離は、脱着、再生、またはオプションのパージ流体ストリームが平行通路コンタクター２の第１の吸着剤層１２の１つまたは複数の吸着剤材料及び／または第２の吸着剤層１４の１つまたは複数の吸着剤材料と接触状態に

10

20

30

40

50

ある距離と、平行通路コンタクターの実質的に入口ポート（例えば、第 3 のポート）と出口ポート（例えば、第 4 のポート）との間の距離または長さ、実質的に平行通路コンタクターの対向する小面のセット（例えば、第 2 の対向する小面セット）の間の距離または長さ、と、実質的に第 3 の小面 3 4 と第 4 の小面 3 6 との間の距離または長さ、とのうちの少なくとも 1 つとして規定されることができる。一実施形態において、縦のまたは第 1 の距離は、ほぼ横のまたは第 2 の距離以上である、または、横のまたは第 2 の距離は、ほぼ縦のまたは第 1 の距離以下である。

【 0 0 5 3 】

代替のプロセスの実施形態において、任意選択で、脱着または再生流体ストリームを受入れるための受入れステップ中に、例えば、上述した吸着ガス分離プロセスのステップ（d）中に、脱着または再生流体ストリーム 2 4、例えば、蒸気ストリームまたは他の適した脱着ガスストリームは、第 3 のポート（図 2、図 3 a、及び図 3 b に示さず）を介して平行通路コンタクター 2 の第 1 の流体通路 1 6 内に受入れられて、第 1 の流体通路 1 6 の実質的に縦方向に縦軸に沿って実質的に平行に（図 2、図 3 a 及び図 3 b に示す X 軸に実質的に平行に）、及び平行通路コンタクター 2 に平行に流れることができる。

【 0 0 5 4 】

1 つのこうした実施形態において、脱着または再生ストリーム 2 4 を受入れることであって、それにより、フィードストリーム 2 0 に比べて短い距離だけ、例えば横軸に沿ってまたは横軸に平行に上述した第 2 の距離だけ移動させる、受入れることは、脱着または再生流体ストリーム 2 4、例えば、蒸気または他の適した脱着ガスストリームが、吸着剤層、例えば、第 1 の吸着剤層 1 2 の吸着剤材料と接触状態にある継続時間を低減することによって、脱着または再生ステップ及び吸着ガス分離プロセスの効率を有利に改善することができ、及び/または、脱着または再生ステップ及び第 2 の生成物ストリーム回収ステップ、例えば、ステップ（g）及び/または（f）中に平行通路コンタクター 2 にわたる圧力降下または損失を低減することができる。例示的な実施形態において、適した脱着または再生流体ストリーム 2 4 は、例えば、脱着ストリームを含む加熱された二酸化炭素または吸着剤材料上の吸着された成分の脱着に適した高温度の脱着ストリームを含む二酸化炭素を含むことができる。

【 0 0 5 5 】

別の実施形態において、平行通路コンタクターは、任意選択で吸着剤支持体（例えば、布、メッシュ、またはシートの形態の、任意選択で、熱伝導性材料、例えば、炭素材料、グラフェン材料、金属材料、または他の適した吸着剤支持材料を含む）上の少なくとも 1 つの吸着剤材料を有し、任意選択で適したバインダー材料と、複数の吸着剤層の間に挿入された流体通路であって、少なくとも 1 つの吸着剤支持体上の複数の吸着剤層及び/または少なくとも 1 つの吸着剤材料が平行通路コンタクターの少なくとも 1 つの流体通路の少なくとも一部分を境界付ける、画定する、または形成することができる、流体通路を有する複数の吸着剤層と、少なくとも 1 つの流体通路に流体接続された第 1 のポート及び第 2 のポートであって、少なくとも 1 つの吸着剤支持体、吸着剤層、及び/または平行通路コンタクターの外周上に構成され、第 1 の距離だけ分離された、第 1 のポート及び第 2 のポートと、少なくとも 1 つの流体通路に流体接続された第 3 のポート及び第 4 のポートであって、少なくとも 1 つの吸着剤支持体、吸着剤層、及び/または平行通路コンタクターの外周上に構成され、第 2 の距離だけ分離された、第 3 のポート及び第 4 のポートとを備え；第 1 の距離は第 2 の距離より大きい。任意選択で、第 1 のポート及び第 2 のポートの少なくとも一方は第 3 のポート及び第 4 のポートの少なくとも一方に実質的に垂直である。任意選択で、平行通路コンタクターは、少なくとも 1 つの吸着剤支持体及び/または平行通路コンタクターの外周によって少なくとも部分的に画定された複数の小面を更に備え、平行通路コンタクターの小面は、第 1 のポートまたは第 2 のポートの一方及び第 3 のポートまたは第 4 のポートの一方を有することができる。

【 0 0 5 6 】

1 つのプロセスの実施形態において、多成分流体ストリームから少なくとも第 1 の成分を

10

20

30

40

50

分離するための吸着ガス分離プロセスは、

平行通路コンタクターの少なくとも1つの流体通路内にフィードストリームとして多成分流体ストリームを受入れることであって、平行通路コンタクターは、

任意選択で吸着剤支持体上に少なくとも1つの吸着剤材料を更に含む複数の吸着剤層と、複数の吸着剤層、吸着剤支持体、及び/または吸着剤材料の間に挿入される少なくとも1つの流体通路（例えば、複数の吸着剤層の少なくとも一部分によって少なくとも部分的に境界付けられる、画定される、または形成される）であって、複数の吸着剤層、吸着剤支持体、及び/または少なくとも1つの流体通路が縦のまたは第1の距離及び横のまたは第2の距離を更に含む、少なくとも1つの流体通路と、複数の吸着剤層及び/または吸着剤支持体の外周によって少なくとも部分的に画定される複数の小面と、少なくとも1つの流体通路に流体接続され、平行通路コンタクターの対向する小面または外周上に構成され、第1の距離だけ分離される第1のポート及び第2のポートと、少なくとも1つの流体通路に流体接続され、平行通路コンタクターの対向する小面または外周上に構成され、第2の距離だけ分離される第3のポート及び第4のポートとを備える、受入れることと、

10

実質的に第1の距離について、フィードストリームを複数の吸着剤層上の少なくとも1つの吸着剤材料と接触させることと、

複数の吸着剤層上の1つまたは複数の吸着剤材料上に第1の成分の少なくとも一部分を吸着させることと、

平行通路コンタクターの少なくとも1つの流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第1の成分が少なくとも周期的に枯渇した第1の生成物ストリームを回収することと、脱着または再生流体ストリーム、例えば、水ストリーム、蒸気ストリーム、空気ストリーム、不活性ガスストリーム、実質的に第1の成分を含む流体ストリーム、及び燃焼煙道ガスストリームを平行通路コンタクターの少なくとも1つの流体通路内に受入れることであって、任意選択で、脱着または再生流体ストリームが、約60℃以上、好ましくは約80℃以上、またはより好ましくは約100℃以上の温度にあることができる、受入れることと、

20

実質的に第2の距離について、脱着または再生流体ストリームを複数の吸着剤層上の少なくとも1つの吸着剤材料と接触させることと、

（例えば、温度スイング、分圧スイング、または置換パージを含む少なくとも1つの脱着または再生メカニズムによって、複数の吸着剤層の少なくとも1つの吸着剤材料上に吸着された第1の成分の少なくとも一部分を脱着させることによって）複数の吸着剤層の少なくとも1つの吸着剤材料を再生することと、

30

平行通路コンタクターの少なくとも1つの流体通路から、多成分流体ストリームと比べて第1の成分が少なくとも周期的に富化した第2の生成物ストリームを回収することを含む。平行通路コンタクター、吸着剤支持体、及び/または複数の吸着剤層の少なくとも1つの外周は、平行通路コンタクターの複数の小面を、実質的に少なくとも部分的に画定することができる、1つまたは複数のポートは平行通路コンタクターの小面または外周上に構成されるまたは位置することができる、1つまたは複数のポートは少なくとも1つの流体通路に流体接続されることができる。縦のまたは第1の距離は、流体ストリーム、例えばフィードストリームが吸着剤層の吸着剤材料と接触状態になる場合がある距離と、実質的に、流体ストリームを受入れ回収するための、例えばフィードストリームを受入れるための平行通路コンタクターの入口ポート（例えば、第1のポート）と平行通路コンタクターの出口ポート（例えば、第2のポート）との間の距離と、及び/または、実質的に平行通路コンタクターの対向する小面のセット（例えば、第1の対向する小面セット）の間の距離または長さ、のうちの少なくとも1つとして規定されることができる。横のまたは第2の距離は、例えば、脱着、再生、またはオプションのパージ流体ストリームが吸着剤層の1つまたは複数の吸着剤材料と接触状態にある距離と、実質的に、流体ストリームを受入れ回収するための、例えば、脱着、再生、またはオプションのパージ流体ストリームを受入れるための入口ポート（例えば、第3のポート）と、流体ストリームを回収するための、

40

50

例えば第2の生成物ストリームを回収するための平行通路コンタクターの出口ポート（例えば、第4のポート）との間の距離と、及び／または、実質的に平行通路コンタクターの対向する小面のセット（例えば、第1の対向する小面セット）の間の距離または長さのうちの少なくとも1つとして規定されることができる。一実施形態において、縦のまたは第1の距離は、ほぼ横のまたは第2の距離以上である、または、横のまたは第2の距離は、ほぼ縦のまたは第1の距離以下である。多成分流体ストリームまたはフィードストリームは、平行通路コンタクターの流体通路内に受入れられて、平行通路コンタクターの流体通路の縦方向に実質的に平行な方向に流れることができ、脱着または再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び／または冷却用流体ストリームの少なくとも1つの流体ストリームは、平行通路コンタクターの流体通路内に受入れられて、平行通路コンタクターの流体通路の横方向に実質的に平行な方向に流れることができ、例えば、多成分流体ストリームまたはフィードストリームは、脱着または再生流体ストリーム、パージ流体ストリーム、及び／または冷却用流体ストリームの少なくとも1つの流体ストリームの流れ方向に実質的に垂直な方向に平行通路コンタクターの流体通路内に流れるように受入れられることができる。こうした実施形態において、平行通路コンタクターは、少なくとも1つの流体通路を画定する複数の吸着剤層と、1つまたは複数の吸着剤層によって少なくとも部分的に画定されることができる5つ以上の小面または詳細には6つ以上の小面と、対向する小面の間の第1の距離を有する対向する小面の第1のセット及び対向する小面の間の第2の距離を有する対向する小面の第2のセットとを備えるように構成されることができ、第1の距離はほぼ第2の距離以上であり（または、第2の距離はほぼ第1の距離以下であり）、対向する小面の第1及び第2のセットは、流体ストリームを受入れる及び／または回収するための少なくとも1つの平行流体通路に流体接続された少なくとも1つのポートを有する。任意選択で、対向する小面の第1のセット及び対向する小面の第2のセットは共通小面を共有することができる。

上述した実施形態の吸着ガス分離プロセス及び装置は、利点（その一部は既に述べられた）であって、例えば、種々の流体（例えば、フィードストリーム、再生または脱着流体ストリーム、及び冷却用流体ストリーム）が平行通路コンタクターの3つ以上の小面から受入れられ回収されることを可能にすることであって、例えば、ブランピングのための利用可能な空間を増加させることをもたらす、可能にすることと、ブランピングの複雑さを低減すること、平行通路コンタクターを通るフィードストリームの望ましいより長い移動距離を維持しながら脱着または再生流体ストリームが平行通路コンタクターを通過してより短い距離を移動することを可能にすることを含む、利点を提供することができ、それは、流体ストリーム、例えば、脱着または再生流体ストリームについてより短い滞留時間、吸着剤材料上での望ましくない成分の吸着の低減、利用可能な吸着容量の喪失の低減、及び1つまたは複数の流体ストリーム（例えば、脱着または再生流体ストリーム及び／または冷却用流体ストリーム）についての平行通路コンタクターにわたる圧力降下の低減を有利にもたらすことができる。

【0057】

上記で詳述した実施形態のうちの任意の実施形態で述べた任意の吸着ガス分離機または平行通路コンタクターは、任意の適した吸着剤材料を使用することができ、任意の適した吸着剤材料は、例えば、乾燥剤、活性炭、グラファイト、炭素分子ふるい、活性アルミナ、分子ふるい、アルミノリン酸塩、シリコアルミノリン酸塩、ゼオライト吸着剤、イオン交換ゼオライト、親水性ゼオライト、疎水性ゼオライト、修飾ゼオライト、天然ゼオライト、フォージャサイト、クリノプチロライト、モルデナイト、金属交換シリコアルミノリン酸塩、単極樹脂、双極樹脂、芳香族架橋ポリスチレンマトリクス、臭素化芳香族マトリクス、メタクリル酸エステルコポリマー、炭素繊維、炭素ナノチューブ、ナノ材料、金属塩吸着剤、過塩素酸塩、シュウ酸塩、アルカリ土類金属粒子、ETS、CTS、金属酸化物、支持アルカリ炭酸塩、アルカリ促進ハイドロタルサイト、化学収着剤、シリカ、ポリエチレニミンでドーブされたシリカ、アミン、有機金属試薬、及び金属有機構造体吸着剤材料、ならびにその組合せを含むが、それに限定されない。

【 0 0 5 8 】

本明細書で述べる例示的な実施形態は、網羅的であること、または、開示される厳密な形態に本発明の範囲を限定することを意図されない。例示的な実施形態は、当業者がその教示を理解することを可能にするため、本発明の原理ならびにその適用及び実用的使用を説明するために選択され述べられる。

【 0 0 5 9 】

上記開示を考慮して当業者に明らかになるように、多くの変更及び修正が、本発明の範囲から逸脱することなく本発明の実施において可能である（種々の述べた実施形態またはその複数の部分の組合せを含む）。したがって、本発明の範囲は、添付特許請求項によって規定される内容に従って解釈される。

10

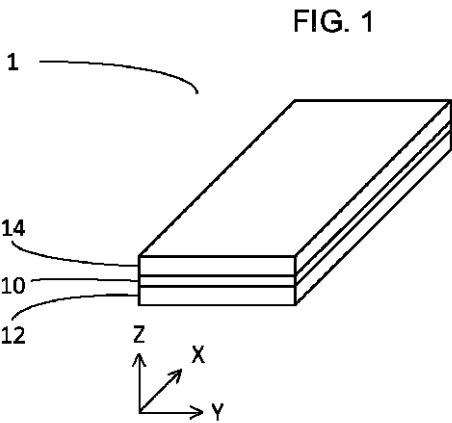
20

30

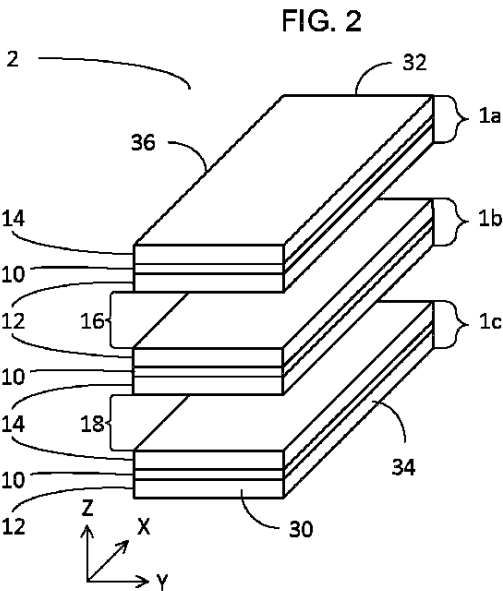
40

50

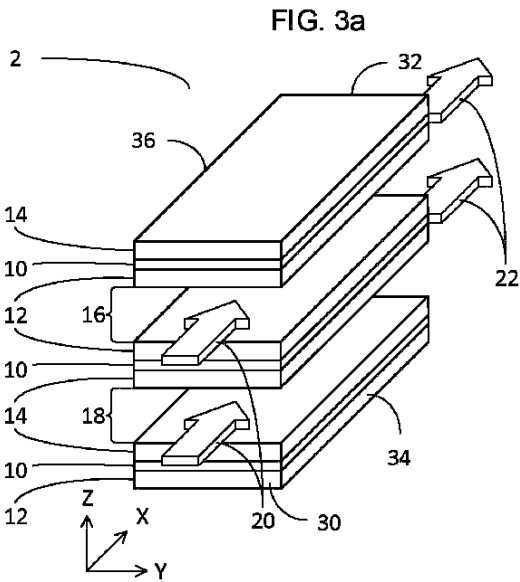
【図面】
【図 1】



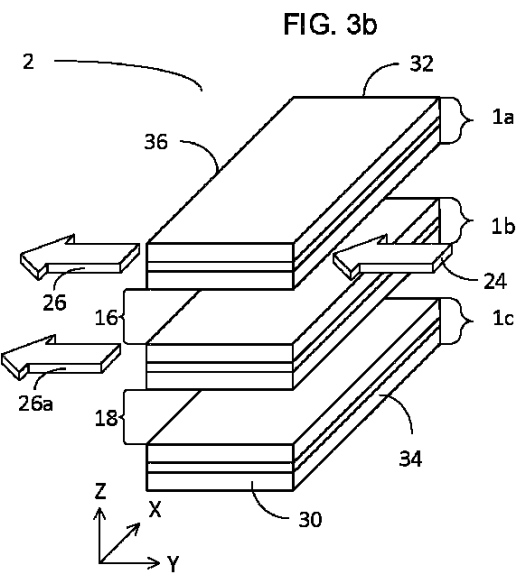
【図 2】



【図 3 a】



【図 3 b】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

セカンド ストリート イースト 654

審査官 長谷部 智寿

- (56)参考文献 特開平11-226337(JP, A)
米国特許出願公開第2015/0135951(US, A1)
特表2010-527750(JP, A)
特表2008-526494(JP, A)
カナダ国特許出願公開第02824994(CA, A1)
国際公開第2005/032694(WO, A1)
特開2001-129343(JP, A)
特開2016-165711(JP, A)
特開2012-196670(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B01D 53/02 - 53/18
C01B 32/00
C01B 32/194