

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7316790号
(P7316790)

(45)発行日 令和5年7月28日(2023.7.28)

(24)登録日 令和5年7月20日(2023.7.20)

(51)国際特許分類

F I

B 0 1 D 46/00 (2022.01)

B 0 1 D 46/00 3 0 2

B 0 1 D 39/20 (2006.01)

B 0 1 D 39/20 D

請求項の数 6 (全54頁)

(21)出願番号	特願2018-555212(P2018-555212)	(73)特許権者	397068274
(86)(22)出願日	平成29年4月24日(2017.4.24)		コーニング インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2019-515786(P2019-515786 A)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 1 コーニング リヴァーフロント プ ラザ 1
(43)公表日	令和1年6月13日(2019.6.13)	(74)代理人	100073184
(86)国際出願番号	PCT/US2017/029159		弁理士 柳田 征史
(87)国際公開番号	WO2017/185091	(72)発明者	ビール, ダグラス モンロー
(87)国際公開日	平成29年10月26日(2017.10.26)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト サウス オー クウッド ドライブ 3 0 2 6
審査請求日	令和1年10月23日(2019.10.23)	(72)発明者	ホー, スウハオ
審査番号	不服2022-1813(P2022-1813/J1)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト チャットフ ィールド プレイス イースト 1 7
審査請求日	令和4年2月7日(2022.2.7)		
(31)優先権主張番号	62/326,384		
(32)優先日	平成28年4月22日(2016.4.22)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 長方形出口ハニカム構造、微粒子フィルタ、押出ダイ、およびそれらの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微粒子フィルタであって、
ハニカム構造であって、該ハニカム構造の入口端と出口端との間に、軸方向に延在している交差多孔質セル壁のマトリクスを含む、ハニカム構造を含み、該マトリクスが、複数の入口セルおよび出口セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された、対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、該出口チャネルの少なくとも一部は、いずれの入口チャネルよりも断面積が大きく、
前記マトリクスが、複数の反復構造単位を含み、
前記反復構造単位の各々が、非正方長方形の形状の断面を有するそれぞれの出口チャネルを画定している壁の群と、該それぞれの出口チャネルに当接している入口チャネルを画定している壁の群とを含み、
前記反復構造単位の各々が、出口を画定している一組の壁を有する互いに接続している壁の群と、該出口を画定している一組の壁以外であって、対応する出口セルの角の間の中間位置のＴ字交点で、該出口を画定している一組の壁のうちの１つと相互接続している少なくとも１つの壁とを含む、微粒子フィルタ。

【請求項 2】

各反復構造単位が、軸方向(z方向)に延在している壁を含み、該壁が、第1の方向に対して平行に整列された側壁の第1の群と、第2の方向に対して平行に整列された側壁の第2の群と、からなり、該第1の方向が、該第2の方向に対して直角であり、該第1の方向および

該第2の方向が各々、該軸方向に対して直角である、請求項1記載のフィルタ。

【請求項3】

前記出口を画定している一組の壁が、前記反復構造単位において、対応する出口セルを総じて画定するように、第2の組の前記第2の群の前記壁と相互接続されている、第1の組の前記第1の群の前記壁からなり、該出口セルが、複数の角を有する、請求項2記載のフィルタ。

【請求項4】

前記反復構造単位が、複数の出口セルを含む、請求項2記載のフィルタ。

【請求項5】

前記反復構造単位が、異なる断面積を有する少なくとも2つの出口セルを含む、請求項4記載のフィルタ。

10

【請求項6】

前記第1の群の1つの側壁が、前記第2の群の1つの側壁と相互接続している、請求項2記載のフィルタ。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2016年4月22日出願の米国仮出願第62/326,384号、および2017年1月31日出願の米国仮出願第62/452,765号の優先権を主張するものであり、これらの内容は、参照に依拠し、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

20

【技術分野】

【0002】

本明細書は、閉塞されたハニカム構造を含むフィルタなどの微粒子フィルタと、例えば、エンジン排気流からなどの流体流から粒子をフィルタリングするために使用される、多孔質セラミック壁からなるハニカム構造と、に関する。

【背景技術】

【0003】

閉塞された多孔質セラミックハニカムフィルタなどのフィルタ、例えばディーゼル微粒子フィルタ(DPF)は、排気後処理システムで使用されている。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本開示は、ハニカム体が、エンジン排気流などの流体流から粒子をフィルタリングするのに使用されるものなどの、多孔質セラミック壁からなるハニカム構造を含む、閉塞されたハニカム構造、または閉塞されたハニカム構造体を含むフィルタなどの微粒子フィルタであるように、栓を含み得るハニカム構造を含む物体、すなわちハニカム構造体もしくはハニカム体に関する。ハニカム構造体のハニカム構造は、互いに対して、セルの複数のサブセットを識別することができる関係で配設された多孔質壁からなるセルのマトリクスを備え、セルの壁は、チャンネルを画定しており、選択された閉塞パターンによって閉塞されている場合があるか、または閉塞されており、セルの選択サブセット(単数または複数)は、本明細書で反復構造単位と称される(そうでない場合は、本明細書で反復ブロック、反復単位、または単位ブロックと称される)。セル壁は、2個以上のセルの共有境界壁として機能することができる。セル壁および栓は、セルチャンネル、すなわち入口チャンネルおよび出口チャンネルを画定し、反復構造単位は、反復セルパターン、すなわち反復構造単位(すなわち、構造壁に焦点を合わせた場合)および/または反復チャンネル単位(すなわち、チャンネルに焦点を合わせた場合)を含むことを特徴とすることができる。チャンネルは、流体バイオメトリック流、栓の存在、微粒子負荷、およびセル壁構造などの所与の適切な条件を所与として、流体流(例えば、ガスおよび微粒子からなり得る排気ガス流)を可能にするように適合されている。

40

50

【 0 0 0 5 】

したがって、ハニカム構造は、複数の反復単位が壁の単一のアレイから構成されているか否かに関わらず、またはハニカム構造の一部が、セルのより大きいマトリクスもしくはセルの群を形成するように一緒に接合された、より小さい構成要素もしくはセグメントの集合体であるか否かに関わらず、識別可能な複数の反復構造単位（もしくは複数の反復セルパターン）、または複数の反復単位（もしくは複数の反復セルパターン）を含む組み合わせ構造を備える。一組の実施形態では、交差壁は、コーディエライト、コーディエライトマグネシウムチタン酸アルミニウム、ムライト、チタン酸アルミニウム、炭化ケイ素、アルミナ、およびこれらの組み合わせなどの多孔質セラミック材料からなる。

【 0 0 0 6 】

一態様では、本開示は、入口セルに対する出口セルおよび関連するチャンネルの大きい比率を含む一方で、良好な圧力損失性能（きれいな状態と煤煙負荷の両方）のために入口セルまたは入口チャンネルと比較して大きい水力直径を有する一部の出口セルまたは出口チャンネルも含むハニカム構造からなる微粒子フィルタに関する。微粒子フィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造は、良好なきれいな状態の圧力損失性能および良好な煤煙負荷の圧力損失性能を提供するために、出口チャンネルに隣接する入口セル（または入口チャンネル）表面の相対的に大きい割合も有する。いくつかの実施形態では、本明細書に開示する微粒子フィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造は、良好な灰燼貯蔵と低い圧力損失の両方を提供する。

【 0 0 0 7 】

別の態様では、ハニカム構造を提供し、このハニカム構造は、ハニカム構造の入口端と出口端との間に、軸方向に延在している交差多孔質セル壁のマトリクスを含み、マトリクスが、複数の入口セルおよび出口セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された、対応する入口チャンネルおよび出口チャンネルを画定し、出口チャンネルの少なくとも一部は、いずれの入口チャンネルよりも断面積が大きく、出口チャンネルのうちの少なくともいくつかは、長方形の形状の断面を含む。

【 0 0 0 8 】

別の態様では、押出ダイを提供する。押出ダイは、部分的溝タイプを含む交差溝のマトリクスを含むダイ本体の出口面を含み、このマトリクスは、ダイ反復単位を画定し、部分的溝タイプは、出口面を完全に横切っては延在せず、ダイ反復単位は、第1のダイピンタイプおよび第2のダイピンタイプで構成されている4つの以上ダイピンを含み、第1のダイピンタイプは、断面積が第2のダイピンタイプよりも大きく、かつ長さ L_o の2つの第1の側部および幅 W_o の2つの第2の側部を有する長方形の形状の断面を含み、 L_o は、 W_o よりも長く、部分的溝タイプの溝は、第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点で終端し、第2のダイピンタイプは、長さ L_o の第1の側部の長さの半分未満の側部長さ L_i を含む。

【 0 0 0 9 】

さらに別の態様では、ハニカム構造を含むハニカム体を製造する方法を提供する。本方法は、押出ダイを提供するステップを含み、押出ダイは、部分的溝タイプを含む交差溝のマトリクスを含むダイ本体の出口面を含み、このマトリクスは、ダイ反復単位を画定し、部分的溝タイプは、出口面を完全に横切っては延在せず、ダイ反復単位は、第1のダイピンタイプおよび第2のダイピンタイプで構成されている4つの以上ダイピンを含み、第1のダイピンタイプは、断面積が第2のダイピンタイプよりも大きく、かつ長さ L_o の2つの第1の側部および幅 W_o の2つの第2の側部を有する長方形の形状の断面を含み、 L_o は、 W_o よりも長く、部分的溝タイプの溝は、第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点で終端し、第2のダイピンタイプは、長さ L_o の第1の側部の長さの半分未満の側部長さ L_i を含み、本方法はまた交差溝のマトリクスを通して、バッチ混合物を押し出して、素地を形成するステップと、ハニカム構造の入口端と出口端との間に、軸方向に延在している交差多孔質セル壁のマトリクスを含む、ハニカム構造を含む本体を形成するために素地を加熱および焼成するステップを含み、マトリクスは、複数の入口セルおよび出口

10

20

30

40

50

セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された、対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、該出口チャネルの少なくとも一部は、断面積が入口チャネルのいずれかよりも大きく、出口チャネルのうちの少なくともいくつかは、長方形の形状の断面を含む。

【 0 0 1 0 】

追加の特徴および利点は、この後続く発明を実施するための形態に記載され、この説明から当業者には容易に部分的には明らかになるか、またはこの後続く発明を実施するための形態を含む、本明細書に記載される実施形態、特許請求の範囲、および添付の図面を实践することにより認められるであろう。

【 0 0 1 1 】

前述の説明と、以下の発明を実施するための形態の両方が、様々な実施形態を説明し、特許請求される主題の本質および特質を理解するための概説および枠組みを提供することを意図することを理解されたい。添付の図面は、様々な実施形態の更なる理解を提供するために含め、本明細書内に組み込まれ、かつ本明細書の一部を構成する。これらの図面は、本明細書に記載する様々な実施形態を例示し、説明と一緒に、特許請求される主題の原理および操作を説明する働きをする。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1 A】正方形セルアレイ構造、もしくはマトリクスを有する閉塞パターン、または等しい大きさの入口セルおよび出口セル（出口セルの栓は、陰影をつけて示す）を有する壁のウェブを有する微粒子フィルタの既知のハニカム構造の代表的な部分を図式的に描写および例示する。

【図 1 B】図 1 A のハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 2 A】正方形セルアレイ構造、もしくはマトリクスを有する既知の閉塞パターンに配設された栓、またはより大きい入口セルおよびより小さい出口セル（出口セルの栓は、陰影をつけて示す）の非対称設計の壁のウェブを有する微粒子フィルタのハニカム構造の代表的な部分を図式的に描写および例示する。

【図 2 B】図 2 A の非対称設計のハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 3 A】出口セル（陰影をつけて示す）よりも多くの数の入口セルをもたらす閉塞パターンで配設された栓を有する微粒子壁流フィルタの、比較の閉塞されたハニカム構造の代表的な部分を例示する。

【図 3 B】図 3 A のハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 4 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の代表的な部分を示す。

【図 4 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 4 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 4 C】切断線 4 C - 4 C に沿ってとった図 4 A の閉塞されたハニカム構造を含むフィルタの部分的断面側面図であり、本開示の 1 つ以上の実施形態による閉塞パターンおよび相対的により大きい出口チャネルを例示する。

【図 4 D】本開示の 1 つ以上の実施形態による陰影をつけて示す栓を有する、図 4 B の反復構造単位を含むフィルタの閉塞されたハニカム構造の入口端の概観を例示する。

【図 4 E】本開示の 1 つ以上の実施形態による陰影をつけて示す栓を有する、図 4 B の反復構造単位を含むフィルタの閉塞されたハニカム構造の出口端の概観を例示する。

【図 5 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を示す。

【図 5 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 5 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 5 C】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を示す。

【図 5 D】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 5 C の閉塞されたハニカム構造の反復構

10

20

30

40

50

造単位を例示する。

【図 6 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 6 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 6 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 6 C】本開示の 1 つ以上の実施形態によるハニカム構造の丸みを帯びた角を例示する。

【図 6 D】本開示の 1 つ以上の実施形態によるハニカム構造の傾斜した角を例示する。

【図 7 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の例示的实施形態の代表的な部分を例示する。

【図 7 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 7 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

10

【図 8 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 8 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 8 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 9 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 9 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 9 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 10 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

20

【図 10 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 10 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 11 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 11 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 11 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 12 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 12 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 12 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

30

【図 13 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 13 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 13 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 14 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 14 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 14 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 15 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の例示的实施形態の代表的な部分を例示する。

40

【図 15 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 15 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 16 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造の実施例の代表的な部分を例示する。

【図 16 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による図 16 A の閉塞されたハニカム構造の反復構造単位を例示する。

【図 16 C】すべてではないハニカム構造が本開示の 1 つ以上の実施形態による構造反復単位を含む、微粒子フィルタの閉塞されたハニカム構造を例示する。

【図 16 D】すべてではないハニカム構造が本開示の 1 つ以上の実施形態による構造反復

50

単位を含む、微粒子フィルタの代替実施形態の閉塞されたハニカム構造を例示する。

【図 1 7 A】比較の閉塞されたハニカム構造（1 7 A、設計 A）の入口面および出口面の写真を示す。

【図 1 7 B】比較の閉塞されたハニカム構造（1 7 B、設計 B）の入口面および出口面の写真を示す。

【図 1 7 C】本明細書に開示する実施形態による閉塞されたハニカム構造（1 7 C、設計 C）の入口面および出口面の写真を示し、実施形態 1 7 C の入口面は、煤煙を負荷した後のものが示されている。

【図 1 8 A】構造図 1 7 A、図 1 7 B、および図 1 7 C の（低温）流量の関数としての、きれいな状態での圧力損失を図式的に描写する。

【図 1 8 B】図 1 7 A、図 1 7 B、および図 1 7 C の構造の 7 4 3 標準立方フィート / 分（2 1 標準立方メートル / 分）での低温流れの煤煙負荷の関数としての、煤煙負荷された状態での圧力損失を図式的に描写する。

【図 1 8 C】2 0 g / リットルの灰燼の灰燼負荷での図 1 7 A、図 1 7 B、および図 1 7 C の構造の、7 4 3 標準立方フィート / 分（2 1 標準立方メートル / 分）での低温流れの煤煙負荷の関数としての、灰燼負荷した圧力損失を図式的に描写する。

【図 1 9 A】3 0 0 個のセル / 平方インチ（約 6 . 5 平方センチメートル）の幾何形態、7 ミル（約 0 . 1 8 ミリメートル）のセル壁厚さ（「3 0 0 / 7 幾何形態」）、および 1 . 7 : 1 の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図 2 A および図 2 B に示すものと類似した非対称ハニカム構造を有する比較設計 2 2 A の閉塞されている入口端（上方写真）および出口端（下方写真）の写真を示す。

【図 1 9 B】2 0 0 個のセル / 平方インチ（約 6 . 5 平方センチメートル）の幾何形態、8 ミル（約 0 . 2 0 ミリメートル）のセル壁厚さ（「2 0 0 / 8 幾何形態」）、および 1 : 1 の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図 1 A および図 1 B に示すものと類似した対称ハニカム構造を有する、比較設計 2 2 B の閉塞されている入口端（上方写真）および出口端（下方写真）の写真を示す。

【図 1 9 C】4 0 0 個のセル / 平方インチ（約 6 . 5 平方センチメートル）の幾何形態、8 ミル（約 0 . 2 0 ミリメートル）のセル壁厚さ（「4 0 0 / 8 幾何形態」）、および 1 . 8 : 1 の入口断面積に対する出口断面積比を有する、図 5 C および図 5 D に示すものと類似したハニカム構造 5 0 0 を有する設計 2 2 C の閉塞されている入口端（上方写真）および出口端（下方写真）の写真を示す。

【図 1 9 D】3 0 0 個のセル / 平方インチ（約 6 . 5 平方センチメートル）の幾何形態、8 ミル（約 0 . 2 0 ミリメートル）のセル壁厚さ（「3 0 0 / 8 幾何形態」）、および 1 . 9 : 1 の入口断面積に対する出口断面積比を有する、図 5 C および図 5 D に示すものと類似したハニカム構造 5 0 0 を有する設計 2 2 D の閉塞されている入口端（上方写真）および出口端（下方写真）の写真を示す。

【図 2 0】図 2 2 A、図 2 2 B、図 2 2 C、図 2 2 D の閉塞されているハニカム体の、 $6\ 2\ 5\ \text{m}^3$ / 時間および 2 0 0 での煤煙負荷の関数としての煤煙負荷された状態での圧力損失をグラフで示す。

【図 2 1 A】1 つ以上の実施形態による図 1 1 A のハニカム構造を含む微粒子フィルタの実施形態を製造するように構成された、例示的押出ダイの前端の概観を例示する。

【図 2 1 B】1 つ以上の実施形態による切断線 1 9 B - 1 9 B に沿ってとった図 2 1 A の押出ダイの実施例の部分的断面側面図を例示する。

【図 2 1 C】1 つ以上の実施形態による図 2 1 A の押出ダイのダイ反復単位の実施例の端の概観を例示する。

【図 2 2 A】1 つ以上の実施形態による、同じハニカム構造の近くのセル壁よりも厚い 1 つ以上のセル壁を含む、閉塞されたハニカム構造の実施例を図式的に例示する。

【図 2 2 B】1 つ以上の実施形態による、同じ反復構造単位の近くのセル壁よりも厚い 1 つ以上のセル壁を含む反復構造単位の実施例を図式的に例示する。

【図 2 2 C】1 つ以上の実施形態による、同じハニカム構造の近くのセル壁よりも厚く、

10

20

30

40

50

かつ 2 つの直交方向に延在する複数のセル壁を含む閉塞されたハニカム構造の別の実施例を図式的に例示する。

【図 2 3】 1 つ以上の実施形態による、ハニカム構造を製造する方法の流れ図を例示する。

【図 2 4】 異なる煤煙負荷の 4 つの異なるフィルタ（閉塞されているハニカム体）設計のモデル化圧力損失性能を示し、各閉塞されたハニカム構造は、10.5 インチ（26.67 センチメートル）の直径および 7.5 インチ（19.05 センチメートル）の長さ、350 個のセル/平方インチ（約 6.5 平方センチメートル）のセル密度、9.5 ミル（約 0.24 ミリメートル）のハニカムマトリクス壁厚さ、45 % の壁気孔率、ならびに 14 マイクロセンチメートルの壁中央孔直径を有する。

【図 2 5】 異なる煤煙負荷の 4 つの異なるフィルタ設計のモデルした圧力損失性能を示し、各閉塞されたハニカム構造は、10.5 インチ（26.67 センチメートル）の直径および 7.5 インチ（19.05 センチメートル）の長さ、55 % の壁気孔率、ならびに 12 マイクロセンチメートルの壁中央孔直径を有する。

【発明を実施するための形態】

【0013】

これより、微粒子フィルタ、ハニカム構造体、例えば、多孔質セラミックハニカム物品、多孔質セラミック壁流ディーゼル微粒子フィルタ、およびそのハニカム構造の実施形態を詳細に参照し、これらの実施形態を、添付の図面に例示する。できる限り、同じ部分または類似した部分を参照するために、図面を通して、同じ参照番号を使用する。

【0014】

図 1 A および 1 B の既知の構造に見られるように、チャネルは 1 つおきに、チェッカー盤のパターンで、一方の面で閉塞されており、反対側のチャネルは、他方の面で閉塞されている。そのような構造では、チャネルの 50 % が入口チャネルであり、各入口チャネルにおいては、入口チャネルを画定する入口セルの 4 つすべての壁が、隣接する出口チャネルを画定する隣接する出口セルと共有されている。すべての入口チャネルは、出口セルと同じ断面積を有する。したがって、ハニカム構造の代表的な部分における入口壁の 100 % は、微粒子を直接フィルタリングするように構成された「フィルタリング壁」であるとなすことができる。当然、フィルタのハニカム構造全体を考えたときには、非多孔質であってもよいが、またはハニカム構造の壁の大部分よりも多孔質でなくてもよい、外周外皮によってもたらされる境界などのすべての壁がフィルタリング壁である必要はない。

【0015】

図 2 A および図 2 B は、増加した入口体積（例えば、等しい大きさの入口および出口チャネルを有する図 1 A の構造と比較して）をもたらす別の既知の閉塞されたハニカム構造を例示し、ここでは、入口チャネルの大きさは、入口セルのより大きい入り口チャネルにおける灰燼貯蔵の増加をもたらすために、出口チャネルと比較してより大きい。そのような構造は、非対称なセル、または非対称なセルの大きさを有するとしてみなされる。そのような非対称セル設計の水力直径比がより大きくなると、フィルタ浄化間隔の頻度の減少がもたされ得るが、極めて大きい水力直径比は、出口チャネルの大きさ（例えば、出口チャネルの水力直径）が減少するに従い生じる圧力損失の増加をもたらし得る。つまり、入口セルに対する出口セル（すなわち入口チャネルに対する出口チャネル）の大きさの比をかなり増加させる場合、出口チャネルをより小さくすると、圧力損失の非常に大きい不利益につながり得る。さらに、ダイの設計および製造は、出口チャネルの大きさをさらに減少させるに従い、より困難かつ高額になり得る。例えば、小さいピンを使用して、小さい出口チャネルを生成しようとする、そのような小さいピンは、ダイにうまく固定されない場合があり、押出または取扱中に相対的により折れて取れやすい場合がある。さらに、極めて小さいチャネルは、それらの小ささのために塞ぐのが困難になる場合がある。加えて、1 つの壁における一对の入口チャネルおよび出口チャネルを別の入口チャネルおよび出口チャネルから分離する壁の位置は、1 行下の近くの対の入口チャネルおよび出口チャネルを分離する壁からよりオフセットされる。そのようなオフセットにより、その方向へのこの構造の負荷容量は、より直線的な壁を有する構造と比較してより小さくなり得る。

さらに、そのような非対称セル設計のための押出ダイは、相対的に高価、かつ、例えば、放電加工機（EDM）およびより複雑な電極により製造が複雑になる傾向がある。

【0016】

図3Aおよび図3Bは、出口チャネルよりも多い数の入り口チャネルを有する閉塞パターンで配設された栓のために、灰燼貯蔵容量の増加がもたらされ得る、別の既知の閉塞されたハニカム構造の代表的な部分を示す。この比較構造は、3：1の入口：出口チャネル数比（入口チャネルの数に対する出口チャネルの数）を有する。入口チャネルを、影をつけずに描写し、出口チャネルを、影をつけて描写している（陰影をつけた）。このハニカム構造では、2種類の入口セルがあり、これらにAおよびBのラベルをつける。Aタイプ入口セルには、隣接する出口セルと共有される2つの壁が存在する（1つの壁が各隣接する出口チャネルと共有される）。Bタイプ入口セルでは、（隣接する出口チャネルの）隣接する出口セルとの1つの共有される壁が存在し、他の3つの壁は、他の隣接する入口セルと共有される。この構造では、各反復構造単位（そうでない場合は、単位ブロック、反復単位、または反復チャネル単位と称される）に、1つのAタイプ入口セルおよび2つのBタイプ入口セルが存在する。したがって、このハニカム構造は、直接的フィルタリングのために平均で入口壁の33%を用いる。この構造は、50%の入口体積（または面積）の増加をもたらし、したがって、灰燼貯蔵容量の大幅な増加をもたらすが、この構造は、すべての出口流が少数の相対的に小さい出口チャネルに制限されるため、圧力損失の不利を被る。

【0017】

図2Aおよび図2Bならびに図3Aおよび図3Bに例示される設計の両方に関して、出口セルの小さい水力直径、または流れを運ぶのに利用可能な出口チャネルの数の減少のいずれかに起因して、圧力損失の不利が生じる。これらの両方の場合で、出口チャネルに起因する圧力損失の不利は、相対的に重大であり得る。

【0018】

図1Aおよび図1B、図2Aおよび図2B、または図3Aおよび図3Bによって表される既知のフィルタおよびハニカム構造と対照的に、本明細書に開示するフィルタおよび閉塞されたハニカム構造体は、入口セル（または入口チャネル）と比較して、増加した水力直径の1個以上の出口セル（または出口チャネル）を備えることによりこれらの問題を軽減する助けとなるハニカム構造を備える。例えば、本明細書に開示する様々な実施形態では、正方形のセルと長方形のセルとの組み合わせにより、ハニカム構造の有利な幾何形態が達成され、入口セルおよび入口チャネルは正方形であり、出口セルおよび出口チャネルのうちの少なくともいくつかは、長方形（すなわち、非正方形）である。本明細書に使用されるとき、「長方形」または「非正方形長方形」は、4つの直角と、他の2つの側部よりも長い長さの2つの側部と、を有する四辺形を意味し、および「長方形」は、非正方形長方形の形状もしくは外形、または4つの直角と、他の2つの側部よりも長い長さの2つの側部と、を有する四辺形の形状もしくは外形を有することを意味する。

【0019】

以下に開示する例示の実施形態では、入口の体積に対する出口の体積比（すなわち断面積比）、および出口セルと共有される入口セル表面の平均割合が、示される。1つ以上の実施形態では、入口の体積に対する出口の体積比と、出口セルと共有される入口セル表面の平均割合の両方が、相対的に高い値になる。入口の体積に対する出口の体積比がより高くなると、灰燼貯蔵容量の増加がもたらされ得る。共有される入口：出口壁のより大きい割合（例えば、比率）は、きれいな状態での圧力損失と、煤煙負荷された状態での圧力損失の両方の圧力損失の増加を軽減するのに役立つ。

【0020】

1つ以上の実施形態では、ハニカム構造は、互いに隣接して配設したとき、ハニカム構造の少なくとも一部を形成する、複数の反復構造単位（例えば、単位ブロック）を備える。この反復構造単位は、隣接する出口セルと共有する2つの壁を有するAタイプ入口セル、隣接する出口セルとの1つの共有壁を有するBタイプ入口セル、または隣接する出口セ

ルとの共有壁を有しないXタイプ入口セル（もしくは入口チャンネル）、あるいはこれらの組み合わせのうちの1つ以上を有することを特徴としてもよい。本明細書に使用されるとき、「隣接するセル」は、別のセルに直接隣接した（当接した）セルを指す。様々な実施形態は、Aタイプ入口セル、Bタイプ入口セル、もしくはXタイプ入口セル、またはこれらの組み合わせを含み得る。図では、入口セルに対応する入口チャンネルを、影をつけずに描写し、出口セルに対応する出口チャンネルを、陰影を含めて描写している。一組の実施形態では、栓は、チャンネルのうちの少なくともいくつか内の、入口端もしくは入口面に、またはその付近に配設され、栓は、チャンネルのうちの少なくともいくつか内の入口端に対向する出口端もしくは出口面に、またはその付近に配設されている。

【0021】

本開示の実施形態による微粒子フィルタのハニカム構造体の一部を含むハニカム構造400の第1の実施形態を、図4Aから図4Eに示す。このハニカム構造400は、1.5:1の入口に対する出口の体積比を有し、3/1におおよそ等しい入口/出口比を有し、反復構造単位400Uの各入口セル401（図4Bに示し、図4Aでは点線で輪郭を描いている）は、平均フィルタリング面積が約50%になるように、その壁のうちの2つを隣接する出口セルと共有している（すなわちすべての入口セル401が、2つの共有出口壁を有する）。A¹およびA⁰とラベル付けした入口セル401は、出口セルと共有された2つの対向する壁（A⁰とラベル付けした）、または隣接した出口セルと共有された2つの直角壁（A¹とラベル付けした）のいずれかを有する。一組の実施形態、および図4Aから図4Eの実施形態では、反復構造単位400U（単位ブロック）は、長方形出口セル402（および関連する長方形出口チャンネル）、ならびに正方形入口セル401（および関連する正方形入口チャンネル）を含む。図4Aから図4Eの実施形態の場合、長方形出口セル402の長い寸法に沿って端壁から端壁までの断面で測定した出口長さL_oは、その端壁から端壁で測定した入口長さL_iの2倍を超える（例えば、2.01倍超、または2.1倍超、または2.5倍超、または3倍超など）壁厚さであってもよく、いくつかの実施形態では、壁厚さは、端壁から端壁で測定した入口長さL_iの2倍以上（twice or more than twice）（例えば、2倍以上（greater than or equal to two times））であってもよい。出口幅W_oは、入口長さL_iと等しくてもよい。例えば、L_oは、約0.075インチ（1.91mm）と約0.125インチ（3.18mm）の間の範囲であってもよく、L_iおよびW_oは、約0.035インチ（0.89mm）と約0.055インチ（3.18mm）の間の範囲であってもよい。L_oおよびL_iの他の値を使用することができる。

【0022】

図4Cに示すように、ハニカム構造400は、交差多孔質セル壁403（いくつかはラベル付けしている）のマトリクスによって形成された入口セル401および出口セル402を備える。入口セル401は、入口端404で閉塞されていなくてもよく、出口端406で、またはその付近で、出口端栓408を用いて閉塞されていてもよい。出口セル402は、入口端404で、またはその付近で、入口端栓407を用いて閉塞されていてもよく、出口端406では閉塞されていなくてもよい。閉塞は、約5mmから20mmの深さであってもよいが、この深さは異なり得る。任意の好適な閉塞セメントを、セル壁403を構成する特定のセラミック材料に使用してもよい。

【0023】

図4Dおよび図4Eに見ることができるよう、反復構造単位400Uは、微粒子フィルタ405のハニカム体のハニカム構造400全体にわたって反復している。本明細書で示すすべての入口および出口の概観では、栓を、陰影をつけて示す。具体的には、いくつかの実施形態では、長方形断面の出口セル402は、ハニカム構造400内で均等に散在していてもよい。ハニカム構造400内には、2種類のセル壁403、具体的には、微粒子フィルタ405のハニカム構造400を完全に横切って（例えば、外皮409のある部分から外皮409の別の部分まで）延在する第1の壁と、ハニカム構造400を完全に横切っては延在しないが、ハニカム構造400を部分的にだけ横切って延在し、ハニカム構

10

20

30

40

50

造 4 0 0 内で終端する部分的壁 4 0 3 P が、存在する。この実施形態では、セル壁 4 0 3 X は、第 1 のタイプの壁のものであり、これらは、一方の側から他方の側まで x 方向に微粒子フィルタ 4 0 5 の幅を完全に横切って延在し、部分的壁 4 0 3 P は、第 1 の方向 x に対して直角の第 2 の方向（例えば、y 方向）に延在する。ハニカム構造 4 0 0 内の部分的壁 4 0 3 P は、出口セル 4 0 2 の側部の、出口セル 4 0 2 の側壁との T 字交点、すなわち途中で終端する。したがって、図 4 A から図 4 E のこの実施形態では、第 1 の種類のセル壁 4 0 3 X は、第 1 の方向 x に延在し、部分的壁 4 0 3 P は、第 2 の方向 y に延在する。この実施形態では、部分的壁 4 0 3 P は、2 つの隣接した反復構造単位 4 0 0 U を横切って延在する。

【 0 0 2 4 】

交差多孔質セル壁 5 0 3（いくつかはラベル付けした）のマトリクスにより形成された入口セル 5 0 1 および出口セル 5 0 2 を含むハニカム構造 5 0 0 の別の実施形態を、図 5 A および図 5 B に示す。ハニカム構造 5 0 0 は、2 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、およそ 4 / 1 に等しい入口 / 出口比を有し、半数の入口セル 5 0 1（A⁰とラベル付けした）が、隣接する出口セル 5 0 2 と 2 つの壁を共有し、残りの半数の入口セル 5 0 1（B²とラベル付けした）が、隣接する出口セルと 1 つの壁（加えて、2 つの共有角）を共有し、そのため、平均フィルタリング面積は約 37.5 % である。一組の実施形態では、反復構造単位 5 0 0 U（単位ブロック）は、長方形出口セル 5 0 2（および関連する長方形出口チャネル）、ならびに正方形入口セル 5 0 1（および関連する正方形入口チャネル）を有する。この実施形態では、反復構造単位 5 0 0 U 上、またはその下に位置付けられた各隣接した反復構造単位 5 0 0 U' は、反復構造単位 5 0 0 U の出口セル 5 0 2 が隣接した反復構造単位 5 0 0 U' の出口セル 5 0 2' と垂直に整列しない、すなわち、示すように、これらが同じ列に整列しないように、行に沿って 1 つの位置だけずらされているように示されている。この実施形態では、垂直壁 5 0 3 X および水平壁 5 0 3 Y は各々、ハニカム体のハニカム構造 5 0 0 を完全に横切って延在している。この実施形態では、部分的壁 5 0 3 P は、入口 1 つ分の幅だけ延在し、出口セル 5 0 2 の側部の T 字交点で終端する。

【 0 0 2 5 】

図 5 C および図 5 D は、図 5 A および図 5 B の構造が、横向きになった実施形態を開示している。この実施形態では、所与の x の位置のハニカム構造 5 0 0' のセル壁 5 0 3 のすべてが相互接続されて、第 1 の壁の直線を形成し、所与の y の位置の壁の一部分のみが相互接続されて、第 2 の壁の直線を形成している。この実施形態では、y 方向に延在する壁 5 0 3 Y' のすべてが、ハニカム体のハニカム構造 5 0 0' を完全に (fully) かつ完全に (entirely) 横切って延在してもよい。x 方向には、壁 5 0 3 X' のうちのいくつかは、ハニカム構造 5 0 0' を完全に横切って延在してもよい一方で、部分的壁 5 0 3 P' は、ハニカム構造 5 0 0' を完全に横切って延在しない。この実施形態のすべての他の構造は、図 5 A および図 5 B に関しては同じである。

【 0 0 2 6 】

交差多孔質セル壁 6 0 3（いくつかはラベル付けしている）のマトリクスによって形成された入口セル 6 0 1 および出口セル 6 0 2 を備えるハニカム構造 6 0 0 の別の実施形態を、図 6 A および図 6 B に示す。ハニカム構造 6 0 0 は、2 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、半数の入口セル 6 0 1（A⁰とラベル付けした）が、隣接する出口セル 6 0 2 と 2 つの壁を共有し、残りの半数の入口セル 6 0 1（B²とラベル付けした）が、隣接する出口セル 6 0 2 と 1 つの壁（好ましくは、加えて 2 つの共有角）を共有し、そのため、平均フィルタリング面積は、37.5 % であり、入口 / 出口比は、約 16 / 4 と等しい。一組の実施形態では、反復構造単位 6 0 0 U（例えば、単位ブロック）は、複数の長方形出口セル 6 0 2（および関連する長方形出口チャネル）、ならびに正方形入口セル 6 0 1（および関連する正方形入口チャネル）を有する。この実施形態では、反復構造単位 6 0 0 U は、直接隣接した反復構造単位 6 0 0 U' からずれて（例えば、1 つの列だけ）示されている。この実施形態では、すべての壁が、部分的壁 6 0 3 P である。さらに、この実

10

20

30

40

50

施形態では、反復構造単位 600U の出口セル 602 は、異なる配向で配置され、いくつかの場合では、出口セル 602 の長い寸法は、x 方向に沿って垂直に配向され、他の場合では、出口セル 602 の長い寸法は、y 方向に沿って配向されて配向されている。

【0027】

交差多孔質セル壁 703 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 701 および出口セル 702R、出口セル 702S を含む、ハニカム構造 700 を、図 7A および図 7B に示す。ハニカム構造 700 は、2:1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口/出口比は、約 8/3 と等しく、入口セル 701 (A^0 または A^1 とラベル付けした) の 75% が、隣接する出口セルと 2 つの壁を共有し、入口セル 701 (B^1 とラベル付けした) の 25% が、隣接する出口セル 702R と 1 つの壁 (好ましくは、加えて 1 つの共有角) を共有し、そのため、平均フィルタリング面積は、43.75% である。一組の実施形態では反復構造単位 700U (例えば、単位ブロック) は、1 個の長方形出口セル 702R、2 個の正方形出口セル 702S を有し、入口セル 701 は、正方形である。描写される実施形態では、反復構造単位 700U は、隣接した反復構造単位 700U' 上に積み重ねられているが、それからずらされていない。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 700 を完全に横切って延在する第 1 のタイプの壁 703X および第 1 のタイプの壁 703Y と、セル 2 個分の長さである部分的壁 703P と、の組み合わせを含む。さらに、この実施形態では、出口セル 702S のうちのいくつかは、正方形断面形状を含み、いくつかの入口セル 702R が、長方形断面形状を含む。

【0028】

交差多孔質セル壁 803 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 801 および出口セル 802 を備える、ハニカム構造 800 を図 8A および図 8B に示す。ハニカム構造 800 は、2.125:1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口/出口比は、約 17/4 と等しく、入口セル 801 (A^0 および A^2 とラベル付けした) の約 47% が、隣接する出口セルと 2 つの壁を共有し、約 47% が、隣接する出口セル 802 と 1 つの壁を共有し、入口セル 801 (X^4 とラベル付けした) の約 6% が、隣接する出口セル 802 との共有壁 (好ましくは、4 つの共有角) を有さず、そのため、平均フィルタリング面積は、35.3% である。一組の実施形態では、反復構造単位 700U (単位ブロック) は、長方形出口セル 802 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 801 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。描写される実施形態では、反復構造単位 800U は、隣接した反復構造単位 800U' 上に積み重ねられているが、それからずらされていない。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 800 を x 方向と y 方向の両方に完全に横切って延在する第 1 のタイプの壁 803X および第 1 のタイプの壁 803Y と、セル 4 個分の長さであり、x 方向と y 方向の両方に部分的に延在する部分的壁 803P と、の組み合わせを含み、各部分的壁 803P は、出口セル 802 の側壁の T 字交点で終端する。さらに、この実施形態では、反復構造単位 800U の出口セル 802 は、異なる配向で配置され、いくつかの場合では、出口セル 802 の長い寸法は、x 方向に沿って垂直に配向され、他の場合では、出口セル 802 の長い寸法は、y 方向に沿って配向されて配向されている。

【0029】

交差多孔質セル壁 903 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 901 および出口セル 902 を備える、ハニカム構造 900 を図 9A および図 9B に示す。ハニカム構造 900 は、2.5:1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口/出口比は、約 5/1 と等しく、入口セル 901 (A とラベル付けした) の 20% が、隣接する出口セル 902 と 2 つの壁を共有し、入口セル 901 (B とラベル付けした) の 80% が、隣接する出口セル 902 と 1 つの壁 (加えて 1 つの共有角) を共有し、そのため、平均フィルタリング面積は、30% である。一組の実施形態では、反復構造単位 800U (単位ブロック) は、長方形出口セル 902 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 901 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 900 を x 方向に完全に横切って延在する第

1のタイプの壁903Xと、y方向に部分的に延在する異なる長さの部分的壁903Pと、の組み合わせを含み、各部分的壁903Pは、出口セル902の側壁のT字交点で終端する。

【0030】

交差多孔質セル壁1003（いくつかはラベル付けしている）のマトリクスによって形成された入口セル1001および出口セル1002を備える、ハニカム構造1000を図10に示す。ハニカム構造1000は、3：1の入口に対する出口の体積比を有し、入口／出口比は、約6／1と等しく、入口セル1001（Aとラベル付けした）の33％は、隣接する出口セル1002と2つの壁を共有し、入口セル1001（Bとラベル付けした）の33％は、隣接する出口セル1002と1つの壁を共有し、入口セル1001（Xとラベル付けした）の33％は、隣接する出口セル1002と共通の壁（好ましくは、加えて2つの共有角）を有さず、そのため、平均フィルタリング面積は、25％である。一組の実施形態では、反復構造単位1000U（例えば、単位ブロック）は、長方形出口セル1002（および関連する長方形出口チャンネル）、ならびに正方形入口セル1001（および関連する正方形入口チャンネル）を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造1000をx方向とy方向の両方に完全に横切って延在する第1のタイプの壁1003Xおよび第1のタイプの壁1003Yと、セル1個分の幅であり、y方向に部分的に延在する部分的壁1003Pと、の組み合わせを含み、各部分的壁1003Pは、出口セル1002の側壁のT字交点で終端する。

【0031】

交差多孔質セル壁1103（いくつかはラベル付けしている）のマトリクスによって形成された入口セル1101および出口セル1102を備える、ハニカム構造1100を図11に示す。ハニカム構造1100は、3：1の入口に対する出口の体積比を有し、入口／出口比は、約6／1と等しく、入口セル1101（Bとラベル付けした）のすべてが、隣接する出口セル1102と1つの壁を共有し、（好ましくは、反復構造単位1100U（単位ブロック）の2個のセル（B⁰とラベル付けした）が、1つの共有壁を有するが共有角を有さず、反復構造単位1100Uの4個のセル（B¹とラベル付けした）が、1つの共有壁および1つの共有角を有する）、そのため、平均フィルタリング面積は、25％である。一組の実施形態では、反復構造単位1100U（単位ブロック）は、長方形出口セル1102（および関連する長方形出口チャンネル）、ならびに正方形入口セル1101（および関連する正方形入口チャンネル）を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造1100をx方向とy方向の両方に完全に横切って延在する第1のタイプの壁1103Xおよび第1のタイプの壁1103Yと、セル4個分の長さであり、x方向とy方向の両方に部分的に延在する部分的壁1103Pと、の組み合わせを含み、各部分的壁1103Pは、出口セル1102の側壁のT字交点で終端する。

【0032】

交差多孔質セル壁1203（いくつかはラベル付けしている）のマトリクスによって形成された入口セル1201および出口セル1202を備える、ハニカム構造1200を図12に示す。ハニカム構造1200は、3：1の入口に対する出口の体積比を有し、入口／出口比は、約6／1と等しく、入口セル1201のすべてが、隣接する出口セル1202と1つの壁を共有し、（好ましくは、いくつかの入口セル1201（B¹とラベル付けした）が、1つの壁および1つの角を共有し、他の入口セル1201（B⁰とラベル付けした）が、1つの壁を共有し、角は共有しない）、そのため、平均フィルタリング面積は、25％である。一組の実施形態では、反復構造単位1200U（単位ブロック）は、長方形、非正方形出口セル1202（および関連する長方形出口チャンネル）、ならびに正方形入口セル1201（および関連する正方形入口チャンネル）を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造1200をx方向とy方向の両方に（1組の壁おきに）完全に横切って延在する第1のタイプの壁1203Xおよび第1のタイプの壁1203Yと、x方向とy方向の両方に部分的に延在する部分的壁1203Pと、の組み合わせを含み、各部分的壁1203Pは、出口セル1202の側壁のT字交点で終端する。さらに、この実

10

20

30

40

50

施形態では、反復構造単位 1 2 0 0 U、反復構造単位 1 2 0 0 U' の出口セル 1 2 0 2 は、ハニカム構造 1 2 0 0 の全体にわたって異なる配向で配置され、いつかの場合では、出口セル 1 2 0 2 の長い寸法は、x 方向に沿って垂直に配向され、他の場合では、出口セル 1 2 0 2 の長い寸法は、y 方向に沿って配向されている。

【0 0 3 3】

交差多孔質セル壁 1 3 0 3 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 1 3 0 1 および出口セル 1 3 0 2 を備える、ハニカム構造 1 3 0 0 を図 1 3 に示す。ハニカム構造 1 3 0 0 は、3 : 5 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口 / 出口比は、約 7 / 1 と等しく、入口セル 1 3 0 1 (B^0 および B^1 とラベル付けした) の 8 6 % が、隣接する出口セル 1 3 0 2 と 1 つの壁を共有し、入口セル 1 3 0 1 (X^2 とラベル付けした) の 1 4 % が、隣接する出口セル 1 3 0 2 と共通の壁 (および 2 つの共有角) を有さず、そのため、平均フィルタリング面積は、2 1 . 4 % である。一組の実施形態では、反復構造単位 1 3 0 0 U (単位ブロック) は、長方形出口セル 1 3 0 2 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 1 3 0 1 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 1 3 0 0 を x 方向と y 方向の両方に完全に横切って延在する第 1 のタイプの壁 1 3 0 3 X および第 1 のタイプの壁 1 3 0 3 Y と、y 方向に部分的に延在する部分的壁 1 3 0 3 P と、の組み合わせを含み、各部分的壁 1 3 0 3 P は、セル 2 個分の幅であり、出口セル 1 3 0 2 の側壁の T 字交点で終端する。

【0 0 3 4】

交差多孔質セル壁 1 4 0 3 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 1 4 0 1 および出口セル 1 4 0 2 を備えるハニカム構造 1 4 0 0 を図 1 4 に示す。ハニカム構造 1 4 0 0 は、4 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口 / 出口比は、約 8 / 1 と等しく、入口セル 1 4 0 1 (B^1 または B^0 とラベル付けした) の 7 5 % が、隣接する出口セル 1 4 0 2 と 1 つの壁 (および 1 つの共有角、または共有角なしのいずれか) を共有し、入口セル 1 4 0 1 (X^1 とラベル付けした) の 2 5 % が、隣接する出口セル 1 4 0 2 と共通の壁 (および 1 つの共有角) を有さず、そのため、平均フィルタリング面積は、1 8 . 7 5 % である。一組の実施形態では、反復構造単位 1 4 0 0 U (単位ブロック) は、長方形出口セル 1 4 0 2 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 1 4 0 1 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 1 4 0 0 を x 方向と y 方向の両方に完全に横切って延在する第 1 のタイプのセル壁 1 4 0 3 X および第 1 のタイプのセル壁 1 4 0 3 Y と、y 方向に部分的に延在する部分的壁 1 4 0 3 P と、の組み合わせを含み、各部分的壁 1 4 0 3 P は、セル 4 個分の幅であり、出口セル 1 4 0 2 の側壁の T 字交点で終端する。

【0 0 3 5】

交差多孔質セル壁 1 5 0 3 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形成された入口セル 1 5 0 1 および出口セル 1 5 0 2 を備えるハニカム構造 1 5 0 0 を図 1 5 に示す。ハニカム構造 1 5 0 0 は、4 . 5 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口 / 出口比は、約 9 / 1 と等しく、入口セル 1 5 0 1 (B^0 とラベル付けした) の 2 / 3 が、隣接する出口セルと 1 つの壁を共有し (かつ角は共有せず)、入口セルの 1 / 3 が、隣接する出口セルと共通の壁を有さず (1 つが X^2 とラベル付けした 2 つの共有角を有し、残りが、 X^1 とラベル付けした 1 つの共有角を有する)、そのため、平均フィルタリング面積は、1 6 . 7 % である。一組の実施形態では、反復構造単位 1 4 0 0 U (単位ブロック) は、長方形出口セル 1 5 0 2 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 1 5 0 1 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 1 4 0 0 を x 方向に完全に横切って延在する第 1 のタイプの壁 1 5 0 3 X と、y 方向に部分的に延在する部分的壁 1 5 0 3 P と、の組み合わせを含み、各部分的壁 1 5 0 3 P は、出口セル 1 5 0 2 の側壁の T 字交点で終端する。

【0 0 3 6】

交差多孔質セル壁 1 6 0 3 (いくつかはラベル付けしている) のマトリクスによって形

成された入口セル 1 6 0 1 および出口セル 1 6 0 2 を備えるハニカム構造 1 6 0 0 を図 1 6 に示す。ハニカム構造 1 6 0 0 は、5 : 1 の入口に対する出口の体積比を有し、入口 / 出口比は、約 1 0 / 1 と等しく、入口セル 1 6 0 1 (B^0 とラベル付けした) の 6 0 % が、隣接する出口セル 1 6 0 2 と 1 つの壁を共有し (かつ共有角は共有せず)、入口セル 1 6 0 1 (X^1 とラベル付けした) の 4 0 % が、隣接する出口セル 1 6 0 2 と共通の壁 (および 1 つの共有角) を有さず、そのため、平均フィルタリング面積は、1 5 % である。一組の実施形態では、反復構造単位 1 6 0 0 U (単位ブロック) は、長方形出口セル 1 6 0 2 (および関連する長方形出口チャネル)、ならびに正方形入口セル 1 6 0 1 (および関連する正方形入口チャネル) を有する。この実施形態は、ハニカム体のハニカム構造 1 6 0 0 を x 方向と y 方向の両方に完全に横切って延在する第 1 のタイプの壁 1 6 0 3 X および第 1 のタイプの壁 1 6 0 3 Y と、y 方向に部分的に延在する部分的壁 1 6 0 3 P と、の組み合わせを含み、各部分的壁 1 6 0 3 P は、セル 5 個分の幅であり、出口セル 1 6 0 2 の側壁の T 字交点で終端する。

【 0 0 3 7 】

したがって、様々な実施形態において、ハニカム構造の入口端 (例えば、入口端 4 0 4) と出口端 (例えば、4 0 6) の間に軸方向に延在する交差多孔質セル壁 (例えば、多孔質セル壁 4 0 3 から多孔質セル壁 1 6 0 0 P) のマトリクスを含むハニカム構造 (例えば、ハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0) を含むハニカム体を備え、交差多孔質セル壁 (例えば、セル壁 4 0 3 からセル壁 1 6 0 3) のマトリクスは、複数の入口セル (例えば、入口セル 4 0 1 から入口セル 1 6 0 1) および出口セル (例えば、出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2)、およびそれぞれの入口および出口セルによって画定された対応する入口チャネルおよび対応する出口チャネルを画定し、出口チャネルの少なくとも一部は、断面積が入口チャネルのいずれかよりも大きく、出口チャネル (例えば、出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2 に対応する) のうちの少なくともいくつかは、長方形である、フィルタ、または微粒子フィルタが本明細書に開示される。いくつかの実施形態では、出口チャネル (例えば、出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2) の各々は、断面積が入口チャネル (例えば、入口チャネル 4 0 1 から入口チャネル 1 6 0 1) のいずれかよりも大きい。いくつかの実施形態では、出口チャネル (および図 7 A および図 7 B の出口セル 7 0 2 S) のうちのいくつかは、入口チャネル (および入口セル 7 0 1) の断面積と等しい断面積を有する。

【 0 0 3 8 】

いくつかの実施形態では、入口チャネルおよび出口チャネルそれぞれのアレイ (「チャネルのアレイ」) を画定する、入口セル (例えば、入口セル 4 0 1 から入口セル 1 6 0 1) および出口セル (例えば、出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2) からなるセルのアレイを含む、相互接続された多孔質壁 (例えば、相互接続されたセル壁 4 0 3 から相互接続されたセル壁 1 6 0 3) のマトリクスを含む、ハニカム構造 (例えば、ハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0) を備え、各入口セルまたは入口チャネルが、入口水力直径を有し、各出口セルまたは出口チャネルが、出口水力直径を有し、出口セルまたは出口チャネルの少なくとも一部が、入口セルまたは入口チャネルのいずれかの入口水力直径よりも大きい出口水力直径を有し、出口チャネル (例えば、出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2) の少なくともいくつかは、長方形断面を有する、フィルタ、微粒子フィルタ、またはハニカム体が、本明細書に開示される。長方形の形状は、特定の出口セル 4 0 2 から出口セル 1 6 0 2 の交差多孔質壁 4 0 3 の周囲長によって画定されている。いくつかの実施形態では、出口セルまたは出口チャネルの各々が、入口チャネルまたは入口セルのいずれかの入口水力直径よりも大きい出口水力直径を有する。いくつかの実施形態では、出口セルまたは出口チャネルのうちのいくつかは、図 7 A および図 7 B に示すものなどの、入口チャネル、または入口セルの入口水力直径と等しい出口水力直径を有する。

【 0 0 3 9 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造の第 1 の組の実施形態では、セル壁 (例えば、セル壁 4 0 3) は、軸方向 (図 4 C に示す z 方向) に延在し、壁

は、軸方向に対して垂直な平面の断面において、 $x - y$ 格子構成で配設されており（図 4 A および図 4 B を参照されたい）、マトリクスは、 x 方向に対して平行に整列された壁の第 1 の群（例えば、セル壁 4 0 3 X の第 1 の群）と、 y 方向に対して平行に整列された平行壁の第 2 の群（例えば、壁 4 0 3 Y の第 2 の群）と、を含み、 x 方向は、 y 方向に対して直角である。

【 0 0 4 0 】

第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、マトリクス内の所与の x の位置の壁のすべてが相互接続されて、ハニカムフィルタ体を完全に横切って延在していてもよい第 1 の壁の直線を形成し、所与の y の位置の壁の一部分のみが相互接続されて、第 1 の壁の直線の方に直角の第 2 の壁の直線を形成し、すなわち、これらは、部分的壁である。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、少なくとも 3 個の連続したセルに対応する壁が端と端で相互接続して、第 1 の複数の壁の直線を形成し、所与の y の位置の壁の一部分のみが相互接続して、第 2 の複数の壁の直線を形成する。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、所与の x の位置の壁のすべてが相互接続されて、第 1 の壁の直線を形成し、所与の y の位置の壁の一部分のみが相互接続されて、第 2 の壁の直線を形成し、すなわち、これらは、部分的壁である。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、マトリクス内の所与の x の位置の複数の壁が相互接続されて、第 1 の直線を形成している。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、 $x - y$ 格子内の複数の y の位置において、かつ $x - y$ 格子内の所与の x の位置に関して、マトリクス内の y の位置の複数の壁が相互接続されて、直線を形成している。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、マトリクス内の選択された y の位置の x 方向に延在するすべての壁が、端と端で直線に配設されているわけではなく、すなわち、これらは、部分的壁である。第 1 の組の実施形態のうちのいくつかでは、マトリクス内の選択された y の位置の x 方向に延在する壁のうちのいくつかは、端と端で直線に配設されている。

【 0 0 4 1 】

開示されるフィルタ、ハニカム体、およびハニカム基材の第 2 の組の実施形態では、多孔質セル壁のマトリクスは、軸方向に延在し、マトリクスは、平行壁の第 1 の群と、軸方向に対して垂直な平面において、第 1 の群の壁に対して直角に配向された平行壁の第 2 の群と、を含む。これらの実施形態のうちのいくつかでは、第 1 の群の壁は、ハニカム体の壁のマトリクスの幅全体を連続的に横切って相互接続されており、これらの実施形態のうちのいくつかでは、第 2 の群の壁は、ハニカム体の壁のマトリクスの幅全体を横切って連続的に相互接続されておらず、すなわち、これらは、部分的壁である。

【 0 0 4 2 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャネルおよび出口チャネルは、互いに対して平行に、軸方向に延在している。

【 0 0 4 3 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口セルおよび出口セルは、軸方向への互いに対して平行な構成で延在している。

【 0 0 4 4 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャネル（および対応する入口セル）は、軸方向に対して垂直な平面において多角形断面形状を有する。これらの実施形態のうちのいくつかでは、多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点は、丸みを帯びた部分を含み、他の実施形態では、多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点は、図 6 C および図 6 D に示すように、傾斜部分を含む。いくつかの実施形態では、出口チャネル（または出口セル）は、軸方向に対して垂直な平面において多角形断面形状を有し、これらの実施形態のうちのいくつかでは多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点は、丸みを帯びた部分（例えば、放射状構造）を含み、他の実施形態では、多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点は、図 6 C 図 6 D に示すように、傾斜部分（面取りした面）を含む。

【 0 0 4 5 】

フィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャネル、または入口チャネルの入口セルのうちの少なくともいくつかは、軸方向 z に対して垂直の平面において正方形断面形状を有する。フィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、出口チャネル、または出口チャネルの出口セルのうちの少なくともいくつかは、軸方向に対して垂直の平面において、長方形断面形状を有する。

【0046】

本明細書に開示するフィルタおよびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャネル、または入口チャネルの入口セルのうちの少なくともいくつかは、軸方向に対して垂直の平面において正方形断面形状を有し、出口チャネルまたは出口チャネルの出口セルのうちの少なくともいくつかは、軸方向に対して垂直の平面において長方形断面形状を有する。例えば、いくつかの反復構造単位（例えば、反復構造単位 400U、反復構造単位 500U、および反復構造単位 900U から反復構造単位 1600U）に関しては、反復構造単位のセルのうちの 1 個が、長方形断面形状を有する出口セルであってもよく（例えば、出口セル 402、出口セル 502、および出口セル 902 から出口セル 1602）、3 個以上のセルが、正方形断面形状を有する入口セル（3 個、4 個、5 個、6 個、7 個、8 個、9 個、および 10 個の入口セルを含む）であってもよい。

【0047】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、出口チャネル（または出口セル）の 3 倍以上の数の入口チャネル（または入口セル）が存在し、すなわち、 I/O 比は、 $4/1$ 以上、 $5/1$ 以上、 $6/1$ 以上、 $7/1$ 以上、 $8/1$ 以上、さらには $9/1$ 以上を含む、 $3/1$ 以上である。

【0048】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、ハニカム構造の入口開放前面面積（ OFA_{in} ）は、軸方向に対して垂直の平面における入口チャネルの面積の和を含み、ハニカム構造の出口開放前面面積（ OFA_{out} ）は、軸方向に対して垂直の平面における出口チャネルの面積の和を含み、 OFA_{in} は、 OFA_{out} よりも大きい。これらの実施形態のうちのいくつかでは、 $OFA_{in} : OFA_{out}$ の比は、 1.5 と 5.0 の間である。いくつかの実施形態では、 $OFA_{in} : OFA_{out}$ 比と、出口セルまたは出口チャネルと壁を共有している入口セルまたは入口チャネルの周囲長の平均割合との積は、少なくとも 0.67 であるが、 1.0 未満である。

【0049】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のうちのいくつかまたはすべての実施形態では、マトリクス内の多孔質セル壁（例えば、多孔質セル 403 から多孔質セル 1603）のすべてが、同じ厚さを有する。壁厚さは、例えば、約 0.10 mm から約 0.41 mm の範囲であってもよい。他の壁厚さも可能である。

【0050】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のうちのいくつかまたはすべての実施形態では、マトリクス内の多孔質セル壁（例えば、セル壁 403 からセル壁 1603）のすべてが、同じ平均厚さを有する。

【0051】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、1 つ以上の入口チャネルは、マトリクス内の任意の 2 つの出口チャネル間に配設され、いくつかの実施形態では、各出口チャネルは、入口チャネル 1 つ以上分だけ、任意の他の出口チャネルから離間されている。

【0052】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、セル壁は、複数の第 1 の壁および複数の第 2 の壁を含み、第 1 の壁は、第 1 の平均厚さを有し、第 2 の壁は、第 2 の平均厚さを有し、第 2 の平均厚さは、第 1 の平均厚さよりも厚い（図 20A から図 20C を参照されたい）。第 2 の平均厚さは、第 1 の平均厚さよりも、例えば、 20% 、さらには 20% 超厚くてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、マトリクスは、複数の反復単位ブロックを含み、各単位ブロックは、少なくとも1つの出口チャンネルと、その反復単位ブロックの少なくとも1つの出口チャンネルに隣接および当接した、複数の圍繞している入口チャンネルと、を画定するセルの群を含む。

【 0 0 5 4 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、ハニカム構造は、複数の反復構造単位（例えば、反復構造単位 4 0 0 U から反復構造単位 1 6 0 0 U）を備え、各単位が、それぞれの出口セルまたは出口チャンネルと、それぞれの出口チャンネルまたは出口セルに隣接した複数の圍繞している、もしくは当接している入口セル、または圍繞しているかもしくは当接している入口チャンネルと、を画定する相互接続された壁の群を含む。いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、第1の複数の第1の反復構造単位を含む部分と、反復構造単位を含まないか、複数の第2の反復構造単位を含むかのいずれかである別の部分と、を含み、第1の反復構造単位および第2の反復構造単位は、異なる。いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、正方形セルからなる部分を備えてもよく、いくつかの実施形態では、そのような部分は、互いに大きさが同じかまたは実質的に類似した大きさの正方形セルからなる。例えば、

これらの実施形態のうちのいくつかでは、各反復構造単位は、軸方向（z 方向）に延在する壁を含み、これらの壁は、第1の方向に対して平行に整列された側壁の第1の群と、第2の方向に対して平行に整列された側壁の第2の群と、からなり、第1の方向は、第2の方向に対して直角であり、第1の方向および第2の方向は各々、軸方向（例えば、方向 z）に対して直角である。いくつかの実施形態では、各反復構造単位（例えば、反復構造単位 4 0 0 U から反復構造単位 1 6 0 0 U）は、反復構造単位において対応する出口チャンネル、または出口セルを総じて画定するための、第2の組の第2の群の壁と相互接続された第1の組の第1の群の壁からなる、出口を画定している一組の壁であって、出口セルまたは出口チャンネルは、複数の角を有する、出口を画定している一組の壁と、対応する出口チャンネルまたはセルの角間の中間位置（例えば、半ば）の T 字交点で、出口を画定している一組の壁のうちの1つと相互接続している、出口を画定している一組の壁以外の少なくとも1つの壁と、を含む。これらの実施形態のうちのいくつかでは、各反復構造単位（例えば、反復構造単位 4 0 0 U から反復構造単位 1 6 0 0 U）は、反復構造単位において対応する出口チャンネル、または出口セルを総じて画定するための、第2の組の第2の群の壁と相互接続された第1の組の第1の群の壁からなる出口を画定している一組の壁であって、出口セルまたは出口チャンネルは、複数の角を有する、出口を画定している一組の壁と、対応する出口チャンネルまたは出口セルの角から離間された位置で、出口を画定している一組の壁のうちの1つと相互接続している、出口を画定している一組の壁以外の少なくとも1つの壁と、を含む。

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施形態では、反復構造単位（例えば、反復構造単位 4 0 0 U から反復構造単位 1 6 0 0 U）は、複数の入口チャンネルまたは入口セルを含む。いくつかの実施形態では、反復構造単位における壁のうちの少なくとも1つは、その反復構造単位における入口セルのうちの1個および出口セルのうちの1個によって共有されている。いくつかの実施形態では、反復構造単位における複数の壁は、少なくとも1個の入口セルおよび少なくとも1個の出口セルによって共有されている。これらの実施形態のうちのいくつかでは、入口チャンネルのうちの少なくとも1つが、出口を画定している一組の壁のうちの1つに対応する出口チャンネルまたは出口セルと共有している。いくつかの実施形態では、複数の入口セルまたは入口チャンネルの各々が、出口を画定している一組の壁のうちの1つに対応する出口セルまたは出口チャンネルと共有している。

【 0 0 5 6 】

いくつかの実施形態では、反復構造単位（例えば、反復構造単位 6 0 0 U から反復構造単位 8 0 0 U）は、複数の出口チャンネルまたはセルを含み、これらの実施形態のうちのい

10

20

30

40

50

くつかでは（例えば、反復構造単位 7 0 0 U）、反復構造単位は、異なる断面積または水力直径を有する、少なくとも 2 個の出口セルまたは出口チャネルを含む。いくつかの実施形態では、第 1 の群の側壁の 1 つは、第 2 の群の側壁 1 つと相互接続している。いくつかの実施形態では、第 1 の群の側壁（複数）は、第 2 の群の側壁の 1 つと相互接続している。

【 0 0 5 7 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、壁は、軸方向（z 方向）に対して垂直の平面において x - y 格子構成で配設され、壁のアレイは、x 方向に対して平行に整列された壁（例えば、4 0 3 X から 1 6 0 3 X）の第 1 の群と、y 方向に対して平行に整列された平行壁（例えば、4 0 3 Y から 1 6 0 3 Y）の第 2 の群とを含み、x 方向は、y 方向に対して直角である。

10

【 0 0 5 8 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、マトリクスは、複数の反復チャネル単位を含み、各チャネル単位は、それぞれの出口チャネルと、それぞれの出口チャネルに隣接した複数の囲繞している、または当接している入口チャネルと、を含む。いくつかの実施形態では、複数の囲繞している、または当接している入口チャネルは、複数の共有側壁入口セルによって画定されている。いくつかの実施形態では、複数の囲繞している、または当接している入口チャネルは、複数の共有角部分入口セルによって画定されている。いくつかの実施形態では、複数の囲繞している、または当接している入口チャネルは、複数の共有側壁入口セル、もしくは複数の共有角部分入口セル、またはそれらの両方によって画定されている。いくつかの実施形態では、セル壁のうちのそれぞれ 1 つは、各共有側壁入口セルと、それぞれの隣接した出口セルとの間に配設されている。いくつかの実施形態では、入口セルの各々は、そのそれぞれの反復単位内のそれぞれの出口セルを囲繞し、反復単位のそれぞれの共有壁は、出口セルと、入口セルの各々との間に配設されている。

20

【 0 0 5 9 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、出口セルまたは出口チャネルの各々は、入口セルまたは入口チャネルによって完全に囲繞されている。

【 0 0 6 0 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、マトリクス内のいずれの出口チャネルも別の出口チャネルに隣接していない。

30

【 0 0 6 1 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、セルのアレイ内のいずれの出口セルも、別の出口セルに隣接していない。

【 0 0 6 2 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの反復構造単位内の入口チャネルの各々が、等しい断面形状および大きさのものである。本明細書に開示するフィルタおよびハニカム構造のいくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの反復構造単位内の入口セルの各々が、等しい断面形状および/または大きさのものである。

40

【 0 0 6 3 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャネルのすべてが、（外皮と交差している部分的チャネルを除いて）等しい断面形状および/または大きさのものである。本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口セルの各々が、（外皮と交差している部分的チャネルを除いて）等しい断面形状および/または大きさのものである。

【 0 0 6 4 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、少なくとも 1 つの反復構造単位内の入口チャネルのすべてが、等しい断面形状および/または大きさのものである。

50

【 0 0 6 5 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、壁は、ハニカム構造の入口端と出口端との間に軸方向に延在している。

【 0 0 6 6 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、マトリクス内の壁のすべてが、入口端と出口端との間に配設された軸方向位置において、同じ厚さを有する。

【 0 0 6 7 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、入口チャンネルの少なくとも大部分が、出口端で、または出口端付近で閉塞されている。

10

【 0 0 6 8 】

本明細書に開示するフィルタ、ハニカム体、およびハニカム構造のいくつかの実施形態では、出口チャンネルの少なくとも大部分が、入口端で、または入口端付近で閉塞されている。

【 0 0 6 9 】

いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、反復構造単位を含む1つ以上の部分、および反復構造単位を含まない1つ以上の部分を備え、特定の実施形態では、反復構造単位を含まない1つ以上の部分が、非正方形長方形セルを含む。例えば、図16Cおよび図16Dに部分図で示すように、反復構造単位1600Uの存在の性質ではない場合があるいくつかの部分が、入口チャンネルおよび出口チャンネル、または閉鎖されたチャンネルを含んでもよく、これらは、ハニカム構造中の1つ以上の位置、例えば、外周に、もしくは外周付近に、または中心線に、あるいはハニカム構造全体にわたる他の選択位置に存在してもよい。例えば、反復構造単位1600Uを含まない1つ以上の部分は、図16Cに示すように、外皮1609に隣接した外周に位置する、反復構造単位1600Uの形状の一部を有する不完全な単位1600Iであってもよい。図16Dでは、反復構造単位1600Uを含まない1つ以上の部分は、ハニカム構造1600B内に位置する閉鎖されたセル1600N（例えば、出口および/および入口セル）の群であってもよいが、反復構造単位1600Uと同じ閉塞パターンを有しない。閉鎖されたセル1600Nのそのような群は、外周または外周付近に、または中心線に、あるいはハニカム体の他の選択位置に位置していてもよい。いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、2つ以上の別個のそのような群を備える。いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、第1の反復構造単位を含む1つ以上の部分と、第2の反復構造単位を含む1つ以上の部分と、を備え、第1の反復構造単位および第2の反復構造単位は、互いに異なる。

20

30

【 0 0 7 0 】

本明細書に開示する一組の実施形態では、微粒子壁流フィルタ（例えば、ディーゼル微粒子壁流フィルタおよび/またはガス微粒子壁流フィルタ）は、 OFA_{in} が OFA_{out} よりも大きく、1.5と5.0の間（1.5、2.0、2.5、3.0、3.5、4.0、4.5、および5.0を含む）の $OFA_{in} : OFA_{out}$ 比、入口セルまたは入口チャンネルの面積に対する、出口セルまたは出口チャンネルの面積の比を含むハニカム構造を有するハニカム体を含む。いくつかの実施形態では、 $OFA_{in} : OFA_{out}$ 比は、2よりも大きく、さらには3よりも大きく、すべての入口セルおよびそれらの入口チャンネルは、等しい断面形状および大きさのものであってもよい。いくつかの実施形態では、出口セルおよびそれらのチャンネルのうちの少なくともいくつかは、入口セルまたは入口チャンネルのいずれかよりも大きい水力直径を有する。いくつかの実施形態では、 $OFA_{in} : OFA_{out}$ 比と、出口セルと壁を共有している入口セルの周囲長の平均割合との積は、少なくとも0.67であるが、1.0未満である。いくつかの実施形態では、ハニカム構造は、入口セルが正方形入口チャンネルを画定し、出口セルが長方形出口チャンネルを画定するように配設された壁からなる。いくつかの実施形態では、ハニカム構造の特定の反復構造単位に関して、出口セルのうちの少なくとも1つの断面積は、入口セルのうちの少なくと

40

50

も 1 個の断面積の 2 倍である。いくつかの実施形態では、出口セルのいずれかの断面積は、入口セルのいずれかの断面積の 2 倍である。いくつかの実施形態では、チャンネルを画定する、ハニカム構造のウェブ厚さ、すなわち壁の厚さは、一定の厚さであるか、または実質的に一定の壁厚であり、他の実施形態では、ハニカム構造は、例えば、改善された平衡強度を提供するために、等しくないウェブ厚さ（または壁厚さ）を含む。

【 0 0 7 1 】

場合によっては、本開示のハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 の例示的实施形態は、相対的に高いレベルの総開放気孔率および総通気孔率を含んでもよい。例えば、水銀ポロシメトリーで決定して、少なくとも 3 5 %、少なくとも 4 0 %、少なくとも 4 5 %、少なくとも 5 0 %、さらには少なくとも 6 0 % の総気孔率 $P\%$ を含むハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 を、提供してもよい。

10

【 0 0 7 2 】

相対的に高い総気孔率に加えて、本開示のハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 は、少なくとも $8\ \mu\text{m}$ の孔、少なくとも $10\ \mu\text{m}$ の孔、さらには少なくとも $12\ \mu\text{m}$ の孔の中央孔直径 d_{50} も含み得る。さらに、孔の中央孔直径 d_{50} は、 $30\ \mu\text{m}$ を超えない場合があり、 $25\ \mu\text{m}$ を超えない場合があり、いくつかの実施形態では、 $20\ \mu\text{m}$ を超えない場合がある。さらに別の実施形態では、孔の中央孔直径 d_{50} は、 $8\ \mu\text{m}$ から $30\ \mu\text{m}$ 、 $10\ \mu\text{m}$ から $25\ \mu\text{m}$ 、 $12\ \mu\text{m}$ から $20\ \mu\text{m}$ 、さらには $12\ \mu\text{m}$ から $18\ \mu\text{m}$ の範囲であってもよい。

【 0 0 7 3 】

20

相対的に高い総気孔率および規定のメジアン孔径に加えて、本開示のハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 は、相対的に細かい孔および/または相対的に粗い孔の割合の最小化によって明示されるように、相対的に狭い孔径分布も含み得る。このため、孔径分布は、孔の割合で表される場合がある。例えば、量 d_{50} は、孔体積に基づくメジアン孔径で表され、セラミック構造の開放気孔率の 5 0 % に水銀が浸入する孔径である。量 d_{90} は、孔体積の 9 0 % が、孔径が d_{90} の値よりも小さい孔からなる孔径であり、したがって、 d_{90} は、セラミック構造の開放気孔率の 1 0 体積% に水銀が浸入する孔径とも等しい。なおもさらに、量 d_{10} は、孔体積の 1 0 % が、孔径が d_{10} の値よりも小さい孔からなる孔径であり、したがって、 d_{10} は、セラミック構造の開放気孔率の 9 0 体積% に水銀が浸入する孔径と等しい。 d_{10} および d_{90} の値を、マイクロセンチメートルの単位で表す。

30

【 0 0 7 4 】

一実施形態では、ハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 の例示的实施形態の相対的に狭い孔径分布は、孔の割合としてさらに定量化されるメジアン孔径 d_{50} よりも細かい孔径の分布幅によって明示され得る。本明細書に使用されるとき、メジアン孔径 d_{50} よりも細かい孔径の分布幅は、量 $(d_{50} - d_{10}) / d_{50}$ を表す「 d_{factor} 」値または「 d_f 」値によって表される。このため、本開示のセラミックハニカム構造は、0 . 5 0 未満、0 . 4 0 未満、0 . 3 5 未満、さらには 0 . 3 0 未満の d_f 値を含み得る。いくつかの実施形態では、開示するハニカム構造の d_f 値は、0 . 2 5 未満、さらには 0 . 2 0 未満である。このため、 d_f の相対的に低い値は、細孔の低い割合を示し、 d_f の低い値は、ハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 が、ディーゼル微粒子フィルタまたはガス微粒子フィルタなどのフィルタリング用途で利用されるとき、低煤煙負荷での圧力損失を改善するのに有益であり得る。

40

【 0 0 7 5 】

いくつかの実施形態では、開示するハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6 0 0 の相対的に狭い孔径分布は、任意でまたは追加的に、孔割合としてさらに定量化されるメジアン孔径 d_{50} よりも細かいまたは粗い孔径の分布幅によって明示され得る。本明細書に使用されるとき、メジアン孔径 d_{50} よりも細かいまたは粗い孔径の分布幅は、量 $(d_{90} - d_{10}) / d_{50}$ を表す「 $d_{breadth}$ 」値または「 d_B 」値によって表される。このため、いくつかの実施形態における本開示のハニカム構造 4 0 0 からハニカム構造 1 6

50

00は、1.50未満、1.25未満、1.10未満、さらには1.00未満である d_B 値を含み得る。いくつかの例示的实施形態では、 d_B の値は、0.8未満、0.7未満、さらには0.6未満である。 d_B の相対的に低い値によって、ディーゼル燃焼エンジンおよび/またはガス燃焼エンジンの排気流から微粒子をフィルタリングするために使用されるハニカム構造における、相対的により高いフィルタリング効率、ならびにより高い強度がもたらされ得る。

【0076】

このため、前述の気孔率値、中央孔直径値、および d_f または d_B のいずれかを組み合わせることは、本開示のセラミックハニカム体をディーゼル排気のフィルタリング用途またはガス排気のフィルタリング用途に使用する際、有用なフィルタリング効率を維持しながら、きれいな状態での低い圧力損失および煤煙負荷された状態での低い圧力損失をもたらすのに役立ち得る。

【0077】

さらに、本明細書に開示するハニカム構造400からハニカム構造1600の1つ以上の実施形態は、優れた熱衝撃抵抗性(TSR)をもたらす低い熱膨張係数を呈し得る。理解されるように、TSRは、熱膨張係数(CTE)に反比例する。つまり、低熱膨張のハニカム構造は、典型的に、より高い熱衝撃抵抗性を有し、例えば、ディーゼル排気のフィルタリング用途またはガス排気のフィルタリング用途で遭遇する広い温度変動を乗り切ることができる。したがって、1つ以上の実施形態では、ハニカム構造400からハニカム構造1600は、少なくとも一方向において、かつ膨張率測定で測定して、25 から1000 の温度範囲にわたって、約 $25.0 \times 10^{-7}/$ 以下、 $20.0 \times 10^{-7}/$ 以下、 $15.0 \times 10^{-7}/$ 以下、 $10.0 \times 10^{-7}/$ 以下、さらには、 $8.0 \times 10^{-7}/$ 以下の相対的に低い熱膨張係数(CTE)を有することを特徴とし得る。

【0078】

なおもさらに、上述のハニカム構造400からハニカム構造1600の実施形態は、前述の特性の任意の望ましい組み合わせを呈し得ることを理解されたい。例えば、いくつかの実施形態では、CTE(25 から1000)は、 $12 \times 10^{-7}/$ 以下(さらには $10 \times 10^{-7}/$ 以下)であり、気孔率P%は、少なくとも40%、さらには少なくとも45%であり、中央孔直径は、少なくとも $10 \mu m$ (または少なくとも $12 \mu m$)であり、 d_f の値は、0.35未満(さらには0.30未満)である。いくつかの実施形態では、 d_B は、1.0未満、0.85未満、さらには0.75未満であってもよい。本開示のハニカム体は、円形などの、特定の用途に好適な任意の形状または幾何形態を有してもよい(図4Dおよび図4Eを参照されたい)。楕円形、レーストラック型、正方形、長方形、三角形、八角形、六角形などの他の外周形状を、使用することができる。ハニカム構造400からハニカム構造1600は、約70個のセル/ in^2 (10.9個のセル/ cm^2)から約400個のセル/ in^2 (62個のセル/ cm^2)のセル密度をさらに有してもよい。他のセル密度を使用してもよい。ハニカム体の長さは、その用途に好適な任意の長さであってもよい。いくつかの実施形態では、ハニカム構造1600で構成されているハニカム体は、外側断面形状が、長方形または六角形であってもよく、好適なセメント混合物などで一緒に接着されて、より大きいハニカム体(いわゆるセグメント化構造)を形成してもよい。

【0079】

本明細書に開示するいくつかの実施形態では、本明細書に開示するハニカム構造を含む微粒子壁流フィルタは、車両の寿命にわたって実際にメンテナンスを必要としない微粒子壁流フィルタの使用のための極めて大きい灰燼貯蔵体積を提供し、他の既知の設計と比較して、圧力損失の低減をもたらす。

【0080】

好ましくは、微粒子壁流フィルタのための様々なハニカム構造およびハニカム体を製造するために使用される押出ダイは、最低限のブランジEDM製造プロセス、さらにはブランジなしのEDMステップ(例えば、ワイヤEDM技術によってもたらされる)で製造す

10

20

30

40

50

ることができ、それにより、押出ダイ製造費用を大幅に削減することができる。いくつかの実施形態では、ディボットまたはプレナムを、このタイプのダイ設計上のピンのうちのいくつか、大部分、またはすべてに加えてもよい。

【0081】

本明細書に開示するいくつかの実施形態では、多孔質セラミック壁流微粒子フィルタは、セラミックで主に構成され、壁流ハニカムフィルタ体の入口端から出口端に延在する複数のセルチャネルを画定している複数の長手方向セル壁を有する、閉塞された壁流ハニカムフィルタ体を含み、セルチャネルのうちの少なくともいくつかは、例えば入口端、もしくは出口端、入口と出口端との間、またはそれらの組み合わせにおいて閉塞されている。多孔質セラミックフィルタは、押出ダイから押出されて、ハニカム構造などの交差壁のマトリクスからなる素地を形成する好適なセラミックを形成するバッチ混合物から形成されてもよく、この素地を乾燥させて、焼成してセラミック構造を形成する。いくつかの実施形態では、セラミックは、コーディエライト結晶相からなってもよいが、またはコーディエライトから主になり、任意で他の微量の結晶相を含んでもよい。いくつかの実施形態では、セラミック壁流微粒子フィルタは、例えば、各端面において本明細書に記載するパターンで閉塞されて示される、一方の端（例えば、入口端）のチャネルのうちの少なくともいくつか、または対向する端（例えば、出口端）のチャネルのうちの少なくともいくつかに配設された栓を用いて形成されている。セラミック壁流微粒子フィルタを、例えばウォッシュコートで被覆するように設計してもよいが、代替的には、露出した（被覆されていない）フィルタとして利用してもよい。いくつかの実施形態では、壁流ハニカムフィルタ体およびハニカム構造（例えば、ハニカム構造400からハニカム構造1600）は、コーディエライト、コーディエライトマグネシウムチタン酸アルミニウム、ムライト、チタン酸アルミニウム、炭化ケイ素、アルミナ、または開放通気孔を呈する他の好適なセラミック材料から主になってもよい。本明細書に開示するいくつかの実施形態では、多孔質セラミック壁流微粒子フィルタおよびハニカム体は、入口端と出口端との間に軸方向に延在する平行チャネルを画定している複数の交差壁を含むハニカム構造を含む。

【0082】

本開示の実施形態を、ディーゼル燃焼エンジンまたはガス燃焼エンジンから生じる排気流をフィルタリングするための、例えば、ディーゼル微粒子フィルタまたはガス微粒子フィルタとして使用することができる。

【0083】

本明細書に記載する1つ以上の実施形態による微粒子壁流フィルタで使用するための、セラミック体の入口側面図および出口側面図を、図17Cにそれぞれ描写する。示すハニカム体のハニカム構造500は、本明細書で図5Aおよび図5Bに記載するものと同じである。しかしながら、本明細書に記載する他のハニカム構造（例えば、ハニカム構造400およびハニカム構造600からハニカム構造1600）のいずれかを、代わりに使ってもよい。セラミック体は、入口端と出口端との間に軸方向（例えば、z方向）に延在する平行チャネルを画定する交差セル壁503のマトリクスを備えるハニカム構造500を一般的に有し得、上述のものなどの任意の好適なセラミック材料を含み得る。

【実施例】

【0084】

様々なハニカム構造を含む様々なハニカム体（例えば、閉塞されたハニカム構造体）を製作し、具体的には、本明細書に開示する設計の圧力損失に対する、比較設計の圧力損失を比較するために、2インチ（5.08センチメートル）の直径×6インチ（15.24センチメートル）の軸長部分を、多孔質チタン酸アルミニウムから生成し、試験した。図17A）300個のセル/平方インチ（約6.5平方センチメートル）、7ミル（約0.18ミリメートル）のセル壁厚さの幾何形態（別名「300/7幾何形態」）、および1.7:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図2Aおよび図2Bに示すものと類似した非対称ハニカム構造と、図17B）400個のセル/平方インチ（約6.5平方センチメートル）、7ミル（約0.18ミリメートル）のセル壁厚さの幾何形態（別

名「400/7幾何形態」)、および2.2:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図2Aおよび図2Bに示すものと類似した非対称ハニカム構造と、図17C) 400個のセル/平方インチ(約6.5平方センチメートル)、8ミル(約0.20ミリメートル)のセル壁厚さの幾何形態(別名「400/8幾何形態」)、および2.2:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、5Aおよび5Bに示すものと類似したハニカム構造500と、の3つの異なるハニカム構造を評価した。

【0085】

図17Aから図17Cは、3つの設計(A、B、C)の代表的な部分の閉塞されている入口端(上方写真)および出口端(下方写真)の写真をそれぞれ示し、設計Aを図17Aに示し、設計Bを図17Bに示し、設計C(ここに開示する設計)を図17Cに示す。設計A、B、およびCの閉塞されているハニカム部分を、流量の関数としての低温圧力損失に関して試験し(図18Aを参照されたい)次いで、それらにprintex煤煙を負荷し、最大約5g/lの様々なレベルで煤煙負荷された状態での圧力損失を再試験した(図18Bを参照されたい)。煤煙負荷された状態での圧力損失値を記録した後、煤煙を焼き尽くし、これらの部分に、トラックから取り出したフィルタから得た、20g/lのレベルの灰燼物質を負荷した。圧力損失試験を、煤煙負荷の関数として再度行い、それらの結果を図19Cに示す。

【0086】

図面に例示する圧力損失試験から見ることにできるように、本明細書に開示する設計Cのハニカム構造は、所与の灰燼貯蔵容量の圧力損失性能に関して、例えば、設計Aおよび設計Bよりも明白な利点をもたらす。設計Aおよび設計Bの高灰燼貯蔵容量は、出口チャネルの相対的に小さい水力直径のため、圧力損失において不利である。したがって、本明細書に開示する実施形態は、きれいな状態および煤煙を負荷した状態で、既知の設計よりも圧力損失の利点をもたらすことができる。

【0087】

ハニカム体(閉塞されたハニカム構造体)の様々な実施形態を製作し、例えば10.5インチ(26.67センチメートル)の直径×7.5インチ(19.05センチメートル)の軸長のハニカム体は、多孔質コーディエライトでできており、このハニカム体を試験して、圧力損失性能を評価した。例えば、4つのハニカム構造を評価し、図22A)は、300個のセル/平方インチ(約6.5平方センチメートル)、7ミル(約0.18ミリメートル)のセル壁厚さの幾何形態(「300/7幾何形態」)、および1.7:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図2Aおよび図2Bに示すものと類似した非対称ハニカム構造を有する試料22Aを示し、図22B)は、200個のセル/平方インチ(約6.5平方センチメートル)、8ミル(約0.20ミリメートル)のセル壁厚さの幾何形態(「200/8幾何形態」)、および1:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図1Aおよび図1Bに示すものと類似した対称なハニカム構造を有する試料22Bを示し、図22C)は、400個のセル/平方インチ(約6.5平方センチメートル)、8ミル(約0.20ミリメートル)のセル壁厚さの幾何形態(「400/8幾何形態」)、および1.8:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する、図5Cおよび図5Dに示すものと類似したハニカム構造500を有する試料22Cを示し、図22D)は、300個のセル/平方インチ(約6.5平方センチメートル)、8ミル(約0.20ミリメートル)のセル壁厚さの幾何形態(「300/8幾何形態」)、および1.9:1の入口の断面積に対する出口の断面積比を有する図5Cおよび図5Dに示すものと類似したハニカム構造500を有する試料22Dを示す。

【0088】

図22Aから図22Dは、4つの設計(A、B、C、D)の代表的な部分の閉塞されている入口端(上方写真)および出口端(下方写真)の写真をそれぞれ示し、設計22Aを図22Aに示し、設計22Bを図22Bに示し、設計22C(ここに開示する設計)を図22Cに示し、設計22Dを図22Dに示す。設計22A、設計22B、設計22C、および設計22Dの閉塞されているハニカム部分を、煤煙を生成するために使用するディー

10

20

30

40

50

ゼル燃焼バーナ、ならびに試験するハニカム部分に入る温度および流れを制御するための空気を供給する送風機を装備した試験装置で、煤煙負荷の関数としての圧力損失に関して試験し、結果を図 2 3 にグラフで示す。最大約 5 g / l の様々なレベルで煤煙負荷された状態での圧力損失を決定するために、これらの部分に上述の試験装置から生成した煤煙を負荷した。

【 0 0 8 9 】

図 2 3 に見られるように、本明細書に開示する設計 2 2 C および設計 2 2 D のハニカム構造は、例えば、設計 2 2 B よりも、改善された煤煙負荷された状態での圧力損失性能をもたらした。設計 2 2 C および設計 2 2 D の入口の断面積に対する出口の断面積の比がより大きくなると、灰燼貯蔵容量も、例えば、設計 A および設計 B よりも大きくなり、設計 2 2 C および設計 2 2 D の寿命末期の灰燼負荷は、例えば、設計 2 2 A および設計 2 2 B よりも優れた煤煙負荷された状態での圧力損失の利点をもたらすであろう。設計 2 2 A および設計 2 2 B などの設計の高灰燼貯蔵容量は、出口チャネルの相対的に小さい水力直径のために、より高い圧力損失をもたらすことに留意されたい。したがって、本明細書に開示する実施形態は、既知の設計よりも煤煙負荷状態および灰燼負荷状態における圧力損失の改善をもたらすことができる。

【 0 0 9 0 】

図 2 3 は、設計 2 2 D の煤煙負荷に対する圧力損失データの傾斜が、設計 2 2 C および設計 2 2 A のものよりも大きいという点での、設計 2 2 C と設計 2 2 D の間の違いも例示する。煤煙負荷に対する圧力損失のより大きい傾斜は、圧力損失に基づくフィルタ煤煙負荷評価を評価する能力の改善をもたらす、圧力損失に基づく微粒子フィルタ診断の改善をもたらす。試験した 4 つの設計の中でも、設計 2 2 B は、煤煙負荷に対する圧力損失の最も大きい傾斜を提供するが、設計 2 2 A、設計 2 2 C、および設計 2 2 D と比較して、灰燼貯蔵容量に欠ける。設計 2 2 D は、設計 C と比較して、セル密度がより低い (3 0 0 個のセル / 平方インチ (約 6 . 5 平方センチメートル)) に対して 4 0 0 個のセル / 平方インチ (約 6 . 5 平方センチメートル)) ために、煤煙負荷に対する圧力損失のより大きい傾斜を提供するが、両方の設計が、図 5 C および図 5 D に示すものと類似したハニカム構造 5 0 0 を有する。

【 0 0 9 1 】

図 2 4 は、1 0 . 5 インチ (2 6 . 6 7 センチメートル) の直径および 7 . 5 インチ (1 9 . 0 5 センチメートル) の長さ、3 5 0 個のセル / 平方インチ (約 6 . 5 平方センチメートル) のセル密度、9 . 5 ミル (約 0 . 2 4 ミリメートル) のハニカムマトリクス壁厚さ、4 5 % の壁気孔率 (平均気孔率) 、ならびに 1 4 マイクロセンチメートル (マイクロメートル) の壁中央孔直径を有する 4 つの異なるフィルタ (閉塞されているハニカム体) 設計のモデル化した圧力損失性能を示す。煤煙粒子がフィルタ壁内に入るのを防ぐ役割を果たし、その結果、煤煙はチャネル内にのみ存在し、深層フィルタリングは圧力損失に寄与しないことになる、フィルタに存在することが推測される薄い灰燼層を、圧力損失モデル化に組み込んだ。1 2 5 0 m³ / 時間の排気流量、および 2 0 0 のガス温度に関して、0 g / L および 6 g / L、ならびにそれらの間での圧力損失を、煤煙負荷でモデル化した。図 1 A および図 1 B に示す既知のハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 4 A に関しては、圧力損失は、0 . 7 9 8 k P a / (g / L の煤煙) の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、0 g / L の煤煙負荷における 2 . 3 6 k P a から、6 g / L における 7 . 1 5 k P a に上昇した。図 2 A および図 2 B に示す非対称設計を有するハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 4 B に関しては、圧力損失は、0 . 6 0 1 k P a / (g / L の煤煙) の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、0 g / L の煤煙負荷における 3 . 0 6 k P a から、6 g / L における 6 . 6 7 k P a に上昇した。、図 5 A および図 5 B に示す 2 : 1 の出口の断面積に対する入口の断面積比を有する非対称設計を有するハニカム構造を有する本明細書に開示するフィルタ体の設計 2 4 C に関しては、圧力損失は、0 . 6 7 1 k P a / (g / L の煤煙) の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、0 g / L の煤煙負荷における 1 . 4 1 k P a から 6 g / L における 5 . 4 4 k P a に上昇した。図 1

0 A および図 1 0 B に示す非対称設計を有し、3 : 1 の出口の断面積に対する入口の断面積比を有するハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 4 D に関しては、圧力損失は、 $0.786 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L} \text{ の煤煙})$ の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 1.69 kPa から $6 \text{ g} / \text{L}$ における 6.41 kPa に上昇した。圧力損失性能は、本明細書に開示する非対称設計フィルタのきれいな状態での圧力損失 ($0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷の場合に対応する) に対する、類似した C P S I、壁厚さ、直径、長さ、および壁ミクロ構造を有する対称なフィルタのきれいな状態での圧力損失の比である、規定のパラメータ と、本明細書に開示する非対称設計フィルタの圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対する、類似した C P S I、壁厚さ、直径、長さ、および壁ミクロ構造を有する対称なフィルタのきれいな状態での圧力損失の比としてのパラメータ と、によって
10 定量化することができる。2 : 1 の出口の断面積に対する入口の断面積比を有する、本明細書に開示する非対称設計に関しては、パラメータ および を、 0.597 および 0.84 とそれぞれ計算した。2 : 1 の出口の断面積に対する入口の断面積比を有する、本明細書に開示する非対称設計に関しては、パラメータ および を、 0.716 および 0.98 とそれぞれ計算した。いくつかの実施形態では、本明細書に開示する非対称設計フィルタは、 0.85 未満の および 1 未満の を有する。他の実施形態では、本明細書に開示する非対称設計フィルタは、 0.75 未満の および 1 未満の を有する。さらに他の実施形態では、本明細書に開示する非対称設計フィルタは、 0.65 未満の および 1 未満の を有する。さらに他の実施形態では、本明細書に開示する非対称設計フィルタは、 0.65 未満の および 0.9 未満の を有する。他の実施形態では、本明細書に開示する非対称設計フィルタは、 0.6 未満の および 0.85 未満の を有する。
20

図 2 5 は、 10.5 インチ (26.67 センチメートル) の直径および 7.5 インチ (19.05 センチメートル) の長さ、 55% の (平均) 壁気孔率および 12 マイクロセンチメートル (マイクロメートル) の壁中央孔直径を有する 4 つの異なるフィルタ設計のモデル化した圧力損失性能を示す。 $1250 \text{ m}^3 / \text{時間}$ の排気流量、および 200°C のガス温度に関して、 $0 \text{ g} / \text{L}$ および $6 \text{ g} / \text{L}$ 、ならびにそれらの間での圧力損失を、煤煙負荷でモデル化した。図 1 A および図 1 B に示し、 200 個のセル / 平方インチ (約 6.5 平方センチメートル) のセル密度および 8 ミル (約 0.20 ミリメートル) のハニカムマトリクス壁厚さを有する既知のハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 5 A に関しては、圧力損失は、 $1.139 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L} \text{ の煤煙負荷})$ の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 1.197 kPa から、 $6 \text{ g} / \text{L}$ における 8.03 kPa に上昇した。この実施例のかさ密度は、約 $296 \text{ g} / \text{L}$ であった。図 2 A および図 2 B に示し、 300 個のセル / 平方インチ (約 6.5 平方センチメートル) のセル密度および 7 ミル (約 0.18 ミリメートル) の壁厚さを有する非対称ハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 5 B に関しては、圧力損失は、 $0.6 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L} \text{ の煤煙負荷})$ の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 2.1 kPa から、 $6 \text{ g} / \text{L}$ における 5.71 kPa に上昇した。この実施例のかさ密度は、約 $297 \text{ g} / \text{L}$ であった。図 2 A および図 2 B に示し、 300 個のセル / 平方インチ (約 6.5 平方センチメートル) のセル密度および 9 ミル (約 0.23 ミリメートル) の壁厚さを有する非対称ハニカム構造を有するフィルタ体の設計 2 5 C に関しては、圧力損失は、 $0.66 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L} \text{ の煤煙負荷})$ の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 2.43 kPa から、 $6 \text{ g} / \text{L}$ における 6.37 kPa に上昇した。この実施例のかさ密度は、約 $361 \text{ g} / \text{L}$ であった。図 5 A および図 5 B (2 : 1 の入口の断面積に対する出口の断面積を有する) に示し、 350 個のセル / 平方インチ (約 6.5 平方センチメートル) のセル密度および 9.5 ミル (約 0.24 ミリメートル) の壁厚さを有する非対称ハニカム構造を有するフィルタ体の本明細書に開示する設計 2 5 D に関しては、圧力損失は、 $0.686 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L} \text{ の煤煙負荷})$ の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 1.46 kPa から、 $6 \text{ g} / \text{L}$ における 5.58 kPa に上昇した。この実施例のかさ密度は、約 $412 \text{ g} / \text{L}$ であった。フィルタ体が図 1 0 A および図 1 0 B (3 : 1 の出口の断面積に対する入口の断面積を有する
30
40
50

）に示し、350個のセル/平方インチ（約6.5平方センチメートル）のセル密度および9.5ミル（約0.24ミリメートル）の壁厚さを有する非対称ハニカム構造を有する、本明細書に開示する設計25Eに関しては、圧力損失は、 $0.801 \text{ kPa} / (\text{g} / \text{L})$ の煤煙負荷）の圧力損失に対する煤煙負荷傾斜に対応する、 $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷における 1.76 kPa から、 $6 \text{ g} / \text{L}$ における 6.57 kPa に上昇した。この実施例のかさ密度は、約 $412 \text{ g} / \text{L}$ であった。いくつかの実施形態では、フィルタは、より高いかさ密度を有し、かさ密度がより高くなると、フィルタの再生中の温度逸脱がより小さく成り得るため、きれいな状態での低い圧力損失および煤煙負荷された状態での低い圧力損失を有する。いくつかの実施形態では、本明細書に開示するフィルタのかさ密度は、対称なハニカムフィルタ（図1Aおよび図1Bに示すものなど）のかさ密度よりも10%以上高くなり得ると同時に、類似したきれいな状態でのフィルタ圧力損失（ $0 \text{ g} / \text{L}$ の煤煙負荷に対応する）を有する。他の実施形態では、本明細書に開示するフィルタのかさ密度は、類似したきれいな状態でのフィルタ圧力損失を有する対称なハニカムフィルタのかさ密度よりも、20%以上高くなることができる。さらに他の実施形態では、本明細書に開示するフィルタのかさ密度は、類似したきれいな状態でのフィルタ圧力損失を有する対称なハニカムフィルタのかさ密度よりも、30%以上高くなることができる。さらに他の実施形態では、本明細書に開示するフィルタのかさ密度は、類似したきれいな状態でのフィルタ圧力損失を有する対称なハニカムフィルタのかさ密度よりも、20%以上高くなることができる。

10

【0092】

20

圧力損失の利点に加えて、様々な本明細書に開示する実施形態は、例えば、既知の非対称設計と比較して、例えば、類似したセル密度と比較して、それらの実施形態の押出ダイ製造の費用を大幅に削減するのに役立つ。例えば、本明細書に開示する様々な実施形態では、ハニカム構造400からハニカム構造1600の多くは、「直線壁」からなり、そのため、押出によって本明細書に開示するハニカム構造を形成するのに使用される押出ダイの大部分は、例えば、黒鉛電極を備えたプランジEDMに主にまたは排他的に依存するよりも、より安価なワイヤEDMまたは切断ホイール（例えば、研削ホイール溝削り）で切断することができる。したがって、相対的に高価かつ時間のかかり得るプランジEDMなどの技法の使用を、最低限に抑えることができる。

【0093】

30

例えば、押出ダイ1920の実施形態を、図21Aから図21Cに開示する。この実施例を使用して、押出ダイ1920を通して、無機構成成分および有機構成成分と、液体ビヒクルとのバッチ混合物を押出することによる押出プロセスによって、素地を製造することができる。続いて、素地構造体を、乾燥させ、焼成して、ハニカム構造を生成してもよい。示す押出ダイ1920は、図11のハニカム構造1100を製造するために使用されるが、本明細書に開示する一般ダイ構造を、本明細書に記載する他のハニカム構造400からハニカム構造1000、ハニカム構造1200からハニカム構造1600に容易に適用することができる。再度図21Aから図21Cを参照すると、ハニカム構造を、押出ダイ1920を通して、例えば、米国特許第3,885,977号、同第5,332,703号、同第6,391,813号、同第7,017,278号、同第8,974,724号、国際公開第2014/046912号、および同第2008/066765号のいずれか1つに記載される押出可能なバッチ混合物を押出して、素地を生成することによって形成することができる。一般的には、素地は、押出可能な混合物から形成された実質的に自己で支持する構造を含み、1種以上のセラミックを形成する材料、もしくは1種以上のセラミック材料、またはセラミック材料とセラミックを形成する材料の両方からなる。次いで、素地を、乾燥させ、かつ/または加熱して、素地を乾燥させるか、焼結させるか、焼き戻すか、さもなければ焼成して、多孔質セラミック材料を含む構造を形成することができる。素地を、例えば、米国特許第9,038,284号、同第9,335,093号、同第7,596,885号、または同第6,259,078号に記載されるように乾燥させてもよい。素地を、本明細書に記載する幾何形態を含むように、米国特許第9,45

40

50

2, 578号、同第9, 446, 560号、同第9, 005, 517号、同第8, 974, 724号、同第6, 541, 407号、および同第6, 221, 308号のいずれか1つに記載されるように焼成して、ハニカム構造400からハニカム構造1600を形成することができる。ハニカム押出ダイ1920は、ダイ本体1922(図21B)と、バッチ混合物を受容するように構成されたダイ入口面1924と、生のハニカム構造を有する素地の形態で可塑化バッチを排出するように構成された、ダイ入口面1924とは反対側にあるダイ出口面1926と、を含む。ダイ本体は、部分的溝タイプ1932P、および場合により1つ以上の他の溝タイプを含む交差溝1932のマトリクスを含む。交差溝1932のマトリクスは、ダイ反復単位1940、すなわち押出ダイ1920全体にわたって反復しているダイ構造単位を画定している。

10

【0094】

ハニカム押出ダイ1920は、ダイ入口面1924からダイ本体1922内に延在し、また、ダイ出口面1926からダイ本体1922内に延在し、かつ複数の送り孔1930と接続する交差溝1932(いくつかはラベル付けしている)のマトリクスと交差している複数の送り孔1930(いくつかはラベル付けしている)を含む。ダイは、押出されるバッチ混合物材料を受け入れる、ラム押出機、または2軸押出機などの軸押出機などの押出機システムに組み込まれていてもよい。バッチ混合物を、複数の送り孔1930を通して、交差溝1932のマトリクス内に押し込む。溝1932の交差アレイは、ダイ出口面1926を完全には横切って延在しない部分的溝タイプ1932Pの少なくとも溝を含む。この実施形態では、ダイ出口面1926を完全に横切って(例えば、示すように垂直に)延在していてもよい第1の溝1932X(いくつかはラベル付けしている)、および同様に、ダイ出口面1926を完全に横切って(例えば、示すように水平に)延在していてもよい第2の溝1932Y(第1の溝1932Xに対して直角)などの他の溝タイプが、設けられている場合がある。ダイ出口面1926を完全には横切って延在しない部分的溝1932Pは、特に、示すように、例えば、第1の溝1932XとのT字交点を形成する。溝(例えば、溝1932X、溝1932Y、および/または溝1932P)は、一緒になって、ダイ出口面1926の少なくともいくつかにわたって反復するダイ反復単位1940のアレイに対応する。ダイ反復単位1940は、示されるように、例えば、水平方向においては、ずれて側部と側部が当接する関係で、かつ垂直方向においては互いの上に積み重なって、配置され得る。ダイ反復単位1940の部分的溝1932Pは、第1の溝1932Xなどの他の溝のうちの1つと、T字交点で交差する。

20

30

【0095】

ハニカム押出ダイ1920は、例えば、押出法の間に押出された素地ハニカムのハニカム構造またはマトリクス上に押出された外皮を形成するための外皮形成送り孔1930Sと接続している外皮形成マスク1950(例えば、マスクリング)を含む、外皮形成部分1920を含み得る。マスクリングは、示すように、円形の内周形状を有し得るが、押出物または素地の他の外周形状に対応する他の形状が、本明細書に提供されるように、可能である。

【0096】

ダイ反復単位1940は、第1のダイピンタイプおよび第2のダイピンタイプで構成されている4つの以上ダイピンを含む。第1のダイピンタイプの断面積(軸方向または押出方向zに対して直角な平面における)は、第2のダイピンタイプよりも大きく、断面において長方形の形状を含む。第1のダイピンタイプは、長さ L_o の2つの第1の側部および幅 W_o の2つの第2の側部を含み、 L_o は、 W_o よりも長く、部分的溝1932Pは、長さ L_o の第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点で終端する。第2のダイピンタイプは、長さ L_o の第1の側部の長さの半分未満の、長さ L_o に平行な側部長さ L_i を含む。

40

【0097】

描写される実施形態では、ダイ反復単位1940の各々が、ダイピンP1からダイピンP7を含む。ダイ反復単位1940の構造のダイピン(P1からP7)の一部を形成する

50

第1の溝1932Xおよび第2の溝1932Yの各々は、例えば、ワイヤEDMまたは研削切断ホイールプロセスで形成することができる。部分的溝1932Pは、プランジEDMプロセスで形成することができ、さらにこの場合には、EDM電極は、断面に単純な長方形の形状を有する。したがって、押出ダイの総費用を、劇的に削減することができる。いくつかの実施形態では、部分的溝1932Pを、研削切断ホイールを使用して開始し、次いで、T字交点の部分的溝の端を、プランジEDMを使用してきれいにしてもよい。

【0098】

図21Cに見ることができるように、ダイ反復単位1940は、第2のタイプのダイピン（例えば、ダイピンP1からダイピンP3およびダイピンP5からダイピンP7）のうちのいくつかの断面が正方形の形状を含み得、第1のタイプ（例えば、ダイピンP4）のうちの少なくとも1つのダイピンの断面が長方形の形状を含む構造を含み得る。断面に長方形の形状を含む少なくとも1つのダイピン（例えば、ダイピンP4）は、第2のタイプのピン（例えば、ピンP1からピンP3およびピンP5からピンP7）よりも相対的に大きい断面積も含む。この描写される実施形態では、ダイ反復単位1940は、長方形の外周形状を有する。しかしながら、ダイ反復単位は、本明細書に記載される他のハニカム構造400およびハニカム構造600からハニカム構造1600の反復構造単位の外周形状を含み得る。

【0099】

ダイ反復単位1940は、第1の溝1932Xと第2の溝1932Yとの交点に存在する交差交点1946よりもむしろ、部分的溝1932Pが第1のタイプの長い側部に隣接した別の溝と交差して（例えば、ダイピンP4が第1の溝1932Xと交差して）、T字交点1944である接合部を形成する構造を含む。

【0100】

押出ダイ1920は、異なる送り孔パターン（図21Cに点線の丸で示される送り孔1930）を含み得る。例えば、第1の実施形態では、送り孔1930は、溝1932X、溝1932Y、溝1932Sのすべての交点に配設されていてもよい。送り孔位置の他の送り孔設計が、使用されてもよい。したがって、本明細書に記載するハニカム構造400からハニカム構造1600を製造するように適合された各ダイ設計に関しては、ダイ反復単位は、押出された素地を乾燥させ、焼成した後に部分的溝1932Pが生成されるハニカム構造400からハニカム構造1600の出口セル402から出口セル1602に対応する第1のタイプのピン（例えば、ピンP4）の側部のT字交点1944で、第1の溝1932Xおよび/または第2の溝1932Yのうちの1つと交差する構造を含む。そのため、部分的溝1932Pは、出口セルを形成するように構成された相対的に大きいピンで、すなわち、他のピンのうちの少なくともいくつかと比較して、相対的により大きい断面積を含むピンで、終端する。いくつかの実施形態では、ダイ反復単位は、長方形外周形状を含む（図5Aおよび図5B、図7Aおよび図7B、図8Aおよび図8B、図10Aから図13B、ならびに図16Aおよび図16Bを参照されたい）。他の実施形態では、外周形状は、5つ以上の側部を含み得る。

【0101】

本明細書に開示するいくつかの実施形態では、1つ以上の強化特徴部を、ハニカム構造に組み込んでよい。例えば、図22Aおよび図22Bに示すように、相互接続された多孔質壁のマトリクス内の1個以上のセル壁に、近くのセル壁または圍繞しているセル壁と比較して、増加したセル壁厚さ（より太い線により示す）を設けることができる。厚さは、例えば、20%以上より厚くてもよい。これらの実施形態のうちのいくつかでは、より厚いセル壁厚さまたはウェブ厚さを、複数のセル（例えば、y方向に）を連続して横切って、あるいはハニカム体のハニカム構造全体さえ横切って延在するセル壁2003Yで増加させてもよい。他の実施形態では、x方向に延在する壁2003Xの壁厚さを、図22Cに示すようにより厚くしてもよい。いくつかの実施形態では、x方向およびy方向におけるより厚い壁の組み合わせを、特に、複数の反復構造単位2000U'を横切って、さらにはハニカム体のハニカム構造2000'全体を横切って延在する壁に設けてもよい（図2

10

20

30

40

50

2 Cを参照されたい)。

【0102】

図23は、ハニカム構造(例えば、ハニカム構造400からハニカム構造1600およびハニカム構造2000、ハニカム構造2000')を製造する方法のフローチャートを例示している。方法2100は、押出ダイを通してセラミックまたはセラミックを形成するバッチ混合物を押出して(2102)、自立型生素地を形成することと、生素地を乾燥させる(2104)ことと、生素地を焼成して(2106)、多孔質セラミック物品を形成することと、を含む。押出ダイ(例えば、押出ダイ1920)は、部分的溝タイプ(例えば、溝タイプ1932P)を含む交差溝(例えば、溝1932)を画定しているピンのマトリクスを含むダイ本体(ダイ本体1922)の出口面(例えば、出口面1926)を含

10

んでもよく、マトリクスは、ダイ反復単位(例えば、ダイ反復単位1940)を画定しており、部分的溝タイプは、出口面を完全に横切っては延在していない。例えば、ダイ反復単位は、第1のダイピンタイプおよび第2のダイピンタイプで構成されている4つの以上ダイピン(例えば、ダイピンP1からダイピンP7)を含むことができる。第1のダイピンタイプは、断面積が第2のダイピンタイプよりも大きく、長さLoの2つの第1の側部および幅Woの2つの第2の側部を有する、長方形の形状の断面を含み、LoはWoよりも長く、かつ第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点(例えば、T字交点1944)で終端する部分的溝タイプの溝を含む。

【0103】

第2のダイピンタイプは、長さLoの第1の側部の長さの半分未満の側部長さLiを含んでもよい。第2のダイピンタイプ(例えば、P1からP3およびP5からP7)の断面は、押出方向に対して直角の平面において、正方形であり得る。方法2100は、交差溝のそのようなマトリクスを通してバッチ混合物を押出して、素地を形成することを含み得る。素地は、大部分が最終焼成済みハニカム物品の幾何学的構造であるハニカム構造を含むが、典型的には、生素地は、焼成して最終セラミック物品にする際に収縮する傾向がある。

20

【0104】

方法2100は、素地を焼成して、ハニカム構造(例えば、ハニカム構造400からハニカム構造1600およびハニカム構造2000、ハニカム構造2000')を含むセラミック体を形成することを含む。ハニカム構造は、ハニカム構造の入口端と出口端との間に軸方向に延在する交差多孔質セル壁(例えば、セル壁403からセル壁2003、セル壁2003')のマトリクスを含み、マトリクスは、複数の入口セル(例えば、入口セル401から入口セル2001)および出口セル(例えば、出口セル402から出口セル2002)、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、出口チャネルのうちの少なくとも一部分は、断面積が入口チャネルのいずれかよりも大きく、出口チャネルのうちの少なくともいくつかは、断面が長方形の形状を含む。

30

【0105】

特許請求する主題の範囲から逸脱することなく、本明細書に記載する実施形態に様々な変更および変形を加えることができることが当業者には明らかになるであろう。したがって、本明細書は、本明細書に記載する様々な実施形態の変更および変形を含むが、但し、そのような変更および変形が添付の特許請求の範囲およびそれらの同等物の範囲内にあることを条件とすることが意図される。

40

【0106】

以下、本発明の好ましい実施形態を項分け記載する。

【0107】

実施形態1

微粒子フィルタであって、

ハニカム構造であって、当該ハニカム構造の入口端と出口端との間に、軸方向に延在している交差多孔質セル壁のマトリクスを含む、ハニカム構造を含み、当該マトリクスが

50

、複数の入口セルおよび出口セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された、対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、当該出口チャネルの少なくとも一部は、断面積が当該入口チャネルのいずれかよりも大きく、当該出口チャネルのうちの少なくともいくつかは、長方形の形状の断面を含む、微粒子フィルタ。

【0108】

実施形態2

前記出口チャネルの各々が、断面積が前記入口チャネルのいずれかよりも大きい、実施形態1記載のフィルタ。

【0109】

実施形態3

前記出口チャネルのいくつかは、入口チャネルの断面積と等しい断面積を有する、実施形態1記載のフィルタ。

【0110】

実施形態4

前記出口チャネルのうちのいくつかは、入口チャネルの前記断面積の2倍以上の断面積を有する、実施形態1記載のフィルタ。

【0111】

実施形態5

前記交差多孔質セル壁のマトリクスが、前記軸方向に対して垂直な平面の断面において、 $x-y$ 格子構成で配設されており、当該マトリクスが、 x 方向に対して平行に整列された平行壁の第1の群と、 y 方向に対して平行に整列された平行壁の第2の群と、を含み、当該 x 方向が、当該 y 方向に対して直角である、実施形態1記載のフィルタ。

【0112】

実施形態6

前記マトリクスにおける所与の x の位置にある前記壁のすべてが相互接続されて、第1の壁の直線を形成し、所与の y の位置にある前記壁の一部分のみが相互接続されて、当該第1の壁の直線方向に対して直角の方向の第2の壁の直線を形成している、実施形態5記載のフィルタ。

【0113】

実施形態7

少なくとも3個の連続したセルに対応する前記壁が端と端で相互接続して、第1の複数の壁の直線を形成し、所与の y の位置にある前記壁の一部分のみが相互接続して、第2の複数の壁の直線を形成している、実施形態5記載のフィルタ。

【0114】

実施形態8

所与の x の位置にある前記壁のすべてが相互接続されて、第1の壁の直線を形成し、所与の y の位置にある前記壁の一部分のみが相互接続されて、第2の壁の直線を形成している、実施形態5記載のフィルタ。

【0115】

実施形態9

前記マトリクスにおける所与の x の位置にある複数の前記壁が相互接続されて、第1の直線を形成している、実施形態5記載のフィルタ。

【0116】

実施形態10

前記 $x-y$ 格子の複数の y の位置において、かつ当該 $x-y$ 格子の所与の x の位置に関して、前記マトリクスにおける当該 y の位置にある複数の前記壁が相互接続されて、直線を形成している、実施形態5記載のフィルタ。

【0117】

実施形態11

前記マトリクスにおける選択された y の位置にある、前記 x 方向に延在するすべての前

10

20

30

40

50

記壁が、端と端で直線に配設されているわけではない、実施形態 5 記載のフィルタ。

【 0 1 1 8 】

実施形態 1 2

前記マトリクスにおける選択された y の位置にある、前記 x 方向に延在する前記壁のうちのいくつか、端と端で直線に配設されている、実施形態 5 記載のフィルタ。

【 0 1 1 9 】

実施形態 1 3

前記マトリクスが、平行壁の第 1 の群と、前記軸方向に対して垂直な平面において当該第 1 の群の壁に対して直角に配向された平行壁の第 2 の群と、を含む、実施形態 1 記載のフィルタ。

10

【 0 1 2 0 】

実施形態 1 4

前記第 1 の群の前記壁が、交差壁の前記マトリクスの幅全体にわたって連続的に相互接続されている、実施形態 1 3 記載のフィルタ。

【 0 1 2 1 】

実施形態 1 5

前記第 2 の群の前記壁が、交差壁の前記マトリクスの前記幅全体にわたって連続的に相互接続されていない、実施形態 1 4 記載のフィルタ。

【 0 1 2 2 】

実施形態 1 6

前記入口チャネルおよび前記出口チャネルが、互いに対して平行に、軸方向に延在している、実施形態 1 記載のフィルタ。

20

【 0 1 2 3 】

実施形態 1 7

前記入口チャネルが、前記軸方向に対して垂直な平面において、多角形断面形状を有する、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 2 4 】

実施形態 1 8

前記多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点が、丸みを帯びた部分を含む、実施形態 1 7 記載のフィルタ。

30

【 0 1 2 5 】

実施形態 1 9

前記多角形断面形状の少なくとも 1 つの最高点が、傾斜部分を含む、実施形態 1 7 記載のフィルタ。

【 0 1 2 6 】

実施形態 2 0

前記長方形の形状が、前記軸方向に対して垂直な平面における、入口チャネルにわたる入口長さ L_i の 2 倍よりも長い出口長さ L_o を含む、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 2 7 】

実施形態 2 1

前記長方形の形状の少なくとも 1 つの最高点が、丸みを帯びた部分を含む、実施形態 2 0 記載のフィルタ。

40

【 0 1 2 8 】

実施形態 2 2

前記長方形の形状の少なくとも 1 つの最高点が、傾斜部分を含む、実施形態 2 0 記載のフィルタ。

【 0 1 2 9 】

実施形態 2 3

前記入口チャネルのうちの少なくともいくつか、前記軸方向に対して垂直な平面における、正方形断面形状および入口長さ L_i を有し、当該入口長さ L_i は、当該軸方向に対

50

して垂直な平面における、前記出口チャネルのうちの少なくともいくつかの出口幅 W_o に等しい、実施形態 1 記載のフィルタ。

【0130】

実施形態 2 4

前記入口チャネルが、前記軸方向に対して垂直な平面における、正方形断面形状および入口長さ L_i を有し、前記出口チャネルの出口長さ L_o が、当該入口チャネルの当該入口長さ L_i の 2 倍よりも長い、実施形態 1 記載のフィルタ。

【0131】

実施形態 2 5

出口チャネルの 3 倍以上の数の入口チャネルが存在する、実施形態 1 記載のフィルタ。

10

【0132】

実施形態 2 6

出口チャネルの 3 倍と 10 倍の間の数の入口チャネルが存在する、実施形態 1 記載のフィルタ。

【0133】

実施形態 2 7

前記ハニカム構造の入口開放前面面積 OFA_{in} が、前記軸方向に対して垂直な平面における前記入口チャネルの面積の和を含み、当該ハニカム構造の出口開放前面面積 OFA_{out} が、当該軸方向に対して垂直な平面における前記出口チャネルの面積の和を含み、 OFA_{in} は、 OFA_{out} よりも大きい、実施形態 1 記載のフィルタ。

20

【0134】

実施形態 2 8

$OFA_{in} : OFA_{out}$ の比は、1.5 と 5.0 の間である、実施形態 2 7 記載のフィルタ。

【0135】

実施形態 2 9

前記比 $OFA_{in} : OFA_{out}$ と、出口チャネルと壁を共有している入口チャネルの周囲長の平均割合との積が、少なくとも 0.67 であるが、1.0 未満である、実施形態 2 7 記載のフィルタ。

【0136】

実施形態 3 0

前記マトリクスにおける前記多孔質セル壁のすべてが、同じ厚さを有する、実施形態 1 記載のフィルタ。

30

【0137】

実施形態 3 1

前記マトリクスにおける前記多孔質セル壁のすべてが、同じ平均厚さを有する、実施形態 1 記載のフィルタ。

【0138】

実施形態 3 2

1 つ以上の入口チャネルが、前記マトリクスにおける任意の 2 つの出口チャネル間に配設されている、実施形態 1 記載のフィルタ。

40

【0139】

実施形態 3 3

前記壁が、複数の第 1 の壁および複数の第 2 の壁を含み、当該第 1 の壁は、第 1 の平均厚さを有し、当該第 2 の壁は、第 2 の平均厚さを有し、当該第 2 の平均厚さが、当該第 1 の平均厚さよりも厚い、実施形態 1 記載のフィルタ。

【0140】

実施形態 3 4

前記マトリクスが、複数の反復構造単位を含み、各単位が、それぞれの出口チャネル、および当該それぞれの出口チャネルに隣接した複数の圍繞している、または当接している

50

入口チャネルを画定している壁の群を含む、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 4 1 】

実施形態 3 5

各反復構造単位が、軸方向 (z 方向) に延在している壁を含み、当該壁が、第 1 の方向に対して平行に整列された側壁の第 1 の群と、第 2 の方向に対して平行に整列された側壁の第 2 の群と、からなり、当該第 1 の方向が、当該第 2 の方向に対して直角であり、当該第 1 の方向および当該第 2 の方向が各々、当該軸方向に対して直角である、実施形態 3 4 記載のフィルタ。

【 0 1 4 2 】

実施形態 3 6

各反復構造単位が、

前記反復構造単位において、対応する出口セルを総じて画定するように、第 2 の組の前記第 2 の群の前記壁と相互接続されている、第 1 の組の前記第 1 の群の前記壁からなる、出口を画定している一組の壁であって、当該出口セルが、複数の角を有する、出口を画定している一組の壁と、当該対応する出口セルの角の間の中間位置の T 字交点で、当該出口を画定している一組の壁のうちの 1 つと相互接続している、当該出口を画定している一組の壁以外の少なくとも 1 つの壁と、を含む、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 3 】

実施形態 3 7

前記反復構造単位が、複数の入口セルを含む、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 4 】

実施形態 3 8

前記反復構造単位が、複数の出口セルを含む、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 5 】

実施形態 3 9

前記反復構造単位が、異なる断面積を有する少なくとも 2 個の出口セルを含む、実施形態 3 8 記載のフィルタ。

【 0 1 4 6 】

実施形態 4 0

前記第 1 の群の 1 つの側壁が、前記第 2 の群の 1 つの側壁と相互接続している、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 7 】

実施形態 4 1

前記第 1 の群の複数の側壁が、前記第 2 の群の 1 つの側壁と相互接続している、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 8 】

実施形態 4 2

各反復構造単位が、

前記反復構造単位において、対応する出口セルを総じて画定するように、第 2 の組の前記第 2 の群の前記壁と相互接続されている、第 1 の組の前記第 1 の群の前記壁からなる、出口を画定している一組の壁であって、当該出口セルが、複数の角を有する、出口を画定している一組の壁と、

当該対応する出口セルの前記角から離間した位置にある T 字交点で、当該出口を画定している一組の壁のうちの 1 つと相互接続している、当該出口を画定している一組の壁以外の少なくとも 1 つの壁と、を含む、実施形態 3 5 記載のフィルタ。

【 0 1 4 9 】

実施形態 4 3

前記入口セルのうちの少なくとも 1 個が、出口セルと、前記出口を画定している一組の壁のうちの 1 つを共有している、実施形態 3 8 記載のフィルタ。

【 0 1 5 0 】

10

20

30

40

50

実施形態 4 4

複数の前記入口セルの各々が、出口セルと、前記出口を画定している一組の壁のうちの1つを共有している、実施形態 3 8 記載のフィルタ。

【 0 1 5 1 】

実施形態 4 5

前記壁が、前記軸方向に対して垂直な平面において $x - y$ 格子構成で配設され、交差壁の前記マトリクスが、前記 x 方向に対して平行に整列された壁の第 1 の群と、前記 y 方向に対して平行に整列された平行壁の第 2 の群と、を含み、当該 x 方向が、当該 y 方向に対して直角である、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 5 2 】

10

実施形態 4 6

前記マトリクスが、複数の反復構造単位を含み、各反復構造単位がそれぞれの出口チャネルと、当該それぞれの出口チャネルに隣接した複数の囲繞している、または当接している入口チャネルと、を含む、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 5 3 】

実施形態 4 7

前記複数の囲繞している、または当接している入口チャネルが、複数の共有側壁入口セルによって画定されている、実施形態 4 6 記載のフィルタ。

【 0 1 5 4 】

実施形態 4 8

前記複数の囲繞している、または当接している入口チャネルが、複数の共有角部分入口セルによって画定されている、実施形態 4 6 記載のフィルタ。

【 0 1 5 5 】

20

実施形態 4 9

前記複数の囲繞している、または当接している入口チャネルが、複数の共有側壁入口セル、もしくは複数の共有角部分入口セル、またはこれらの両方によって画定されている、実施形態 4 6 記載のフィルタ。

【 0 1 5 6 】

実施形態 5 0

前記セル壁のそれぞれ 1 つが、各共有側壁入口セルと、それぞれの隣接した出口セルとの間に配設されている、実施形態 4 6 記載のフィルタ。

【 0 1 5 7 】

実施形態 5 1

前記入口セルの各々が、前記フィルタのそれぞれの反復構造単位において、それぞれの出口セルを囲繞し、当該反復構造単位の前記それぞれの共有壁が、当該出口セルと当該入口セルの各々との間に配設されている、実施形態 4 6 記載のフィルタ。

【 0 1 5 8 】

実施形態 5 2

前記出口セルの各々が、入口セルによって完全に囲繞されている、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 5 9 】

40

実施形態 5 3

前記マトリクス内の出口セルのいずれも、別の出口セルに隣接していない、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 0 】

実施形態 5 4

少なくとも 1 つの反復構造単位における前記入口セルの各々の断面形状および / または大きさが等しい、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 1 】

実施形態 5 5

50

前記入口セルのすべての断面形状および／または大きさが等しい、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 2 】

実施形態 5 6

少なくとも 1 つの反復構造単位における前記入口チャネルのすべての断面形状および／または大きさが等しい、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 3 】

実施形態 5 7

前記マトリクス内の前記壁のすべてが、前記入口端と前記出口端との間に配設された軸方向位置において、同じ厚さを有する、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 4 】

実施形態 5 8

前記入口チャネルの少なくとも過半数が、前記出口端で、またはその付近で閉塞されている、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 5 】

実施形態 5 9

前記出口チャネルの少なくとも過半数が、前記入口端で、またはその付近で閉塞されている、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 6 】

実施形態 6 0

前記ハニカム構造が、第 1 の反復構造単位を含む 1 つ以上の部分と、第 2 の反復構造単位を含む 1 つ以上の部分と、を含み、当該第 1 の反復構造単位および第 2 の反復構造単位が、互いに異なる、実施形態 1 記載のフィルタ。

【 0 1 6 7 】

実施形態 6 1

前記反復構造単位における前記壁のうちの少なくとも 1 つが、当該反復構造単位における前記入口セルのうちの 1 個および前記出口セルのうちの 1 個によって共有されている、実施形態 6 0

記載のフィルタ。

【 0 1 6 8 】

実施形態 6 2

前記反復構造単位における複数の前記壁が、少なくとも 1 個の入口セルおよび少なくとも 1 個の出口セルによって共有されている、実施形態 6 0 記載のフィルタ。

【 0 1 6 9 】

実施形態 6 3

ハニカム構造体であって、

当該ハニカム構造の入口端と出口端との間に、軸方向に延在している交差多孔質セル壁のマトリクスを含み、当該マトリクスが、複数の入口セルおよび出口セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された、対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、当該出口チャネルの少なくとも一部は、断面積が当該入口チャネルのいずれかよりも大きく、当該出口チャネルのうちの少なくともいくつかは、長方形の形状の断面を含む、ハニカム構造体。

【 0 1 7 0 】

実施形態 6 4

押出ダイであって、

部分的溝タイプを含む交差溝のマトリクスを含むダイ本体の出口面を含み、当該マトリクスは、ダイ反復単位を画定し、当該部分的溝タイプは、当該出口面を完全に横切っては延在せず、当該ダイ反復単位は、

第 1 のダイピンタイプおよび第 2 のダイピンタイプで構成されている 4 つの以上ダイピンを含み、当該第 1 のダイピンタイプは、断面積が当該第 2 のダイピンタイプよりも大き

10

20

30

40

50

く、かつ長さ L_o の2つの第1の側部および幅 W_o の2つの第2の側部を有する長方形の形状の断面を含み、 L_o は、 W_o よりも長く、当該部分的溝タイプの溝は、当該第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点で終端し、当該第2のダイピントタイプは、長さ L_o の当該第1の側部の長さの半分未満の側部長さ L_i を含む、押出ダイ。

【0171】

実施形態65

ハニカム構造体を製造する方法であって、

押出ダイの交差溝のマトリクスを通してバッチ混合物を押出して、ハニカム構造を含む素地を形成することを含み、当該押出ダイは、

部分的溝タイプを含む交差溝を画定するピンのマトリクスからなる出口面を含むダイ本体を含み、当該マトリクスは、ダイ反復単位を含み、当該部分的溝タイプは、当該出口面を完全には横切って延在せず、当該ダイ反復単位は、

第1のダイピントタイプおよび第2のダイピントタイプで構成されている4つの以上ダイピンを含み、当該第1のダイピントタイプは、断面積が当該第2のダイピントタイプよりも大きく、かつ長さ L_o の2つの第1の側部および幅 W_o の2つの第2の側部を有する長方形の形状の断面を含み、 L_o は、 W_o よりも長く、当該部分的溝タイプの溝は、当該第1の側部のうちの少なくとも1つ上のT字交点で終端し、当該第2のダイピントタイプは、長さ L_o の当該第1の側部の長さの半分未満の側部長さ L_i を含む、方法。

【0172】

実施形態66

前記素地の前記ハニカム構造が、当該ハニカム構造の入口端と出口端との間に軸方向に延在する交差セル壁のマトリクスを含み、当該マトリクスは、複数の入口セルおよび出口セル、ならびにそれぞれの入口セルおよびそれぞれの出口セルによって画定された対応する入口チャネルおよび出口チャネルを画定し、当該出口チャネルの少なくとも一部分は、面積が、当該入口チャネルのいずれかよりも大きく、当該出口チャネルうちの少なくともいくつかは、長方形の形状の断面を含む、実施形態65記載の方法。

【0173】

実施形態67

前記素地を乾燥させることをさらに含む、実施形態65記載の方法。

【0174】

実施形態68

前記素地を焼成することをさらに含む、実施形態65または66記載の方法。

【0175】

実施形態69

前記ハニカム構造中の前記多孔質セル壁が前記素地よりも多孔質になることを引き起こすように、当該素地を焼成することをさらに含む、実施形態65記載の方法。

【符号の説明】

【0176】

4C - 4C 切断線

19B - 19B 切断線

400 ハニカム構造

400U 反復構造単位

401、501、601、701、801、901、1001、1021、1101、1301、1401、1501、1601 入口セル、正方形入口セル

402、502、502'、602、702R、802、902、1002、1102、1302、1402、1502、1602 出口セル、長方形出口セル

403、503、603、703、803、903、1003、1103、1203、1303、1403、1503、1603 交差多孔質セル壁

403P、503P、503P'、603P、803P、903P、1003P、1103P、1203P、1303P、1403P、1503P、1603P 部分的壁

10

20

30

40

50

4 0 3 X、5 0 3 X、5 0 3 X'、7 0 3 X、8 0 3 X、9 0 3 X、1 0 0 3 X、1 1 0 3 X、1 2 0 3 X、1 3 0 3 X、1 4 0 3 X、1 5 0 3 X、1 6 0 3 X、2 0 0 3 X

セル壁、壁、垂直壁

4 0 3 Y、5 0 3 Y、5 0 3 Y'、7 0 3 Y、8 0 3 Y、1 0 0 3 Y、1 1 0 3 Y、1 2 0 3 Y、1 3 0 3 Y、1 4 0 3 Y、1 6 0 3 Y、2 0 0 3 Y 壁、水平壁、セル壁

4 0 4 入口端

4 0 5 微粒子フィルタ

4 0 6 出口端

4 0 7 入口端栓

4 0 8 出口端栓

4 0 9 外皮

10

5 0 0、5 0 0'、6 0 0、7 0 0、8 0 0、9 0 0、1 0 0 0、1 1 0 0、1 2 0 0、1 3 0 0、1 4 0 0、1 5 0 0、1 6 0 0、1 6 0 0 B、2 0 0 0、2 0 0 0' ハ

ニカム構造

5 0 0 U、5 0 0 U'、6 0 0 U、6 0 0 U'、7 0 0 U、7 0 0 U'、8 0 0 U、8 0 0 U'、9 0 0 U、1 0 0 0 U、1 1 0 0 U、1 2 0 0 U、1 2 0 0 U'、1 3 0 0 U、1 4 0 0 U、1 6 0 0 U 反復構造単位

7 0 1 R 入口セル

7 0 2 S 正方形出口セル、出口セル

7 0 3 P 部分的セル

20

1 2 0 1 入口セル

1 2 0 2 非正方形出口セル、出口セル

1 6 0 0 I 単位

1 6 0 0 N セル

1 6 0 0 P 多孔質セル壁

1 6 0 1 入口チャネル、入口セル

1 6 0 9 外皮

1 9 2 0 押出ダイ、ハニカム押出ダイ、外皮形成部分

1 9 2 2 ダイ本体

1 9 2 4 ダイ入口面

30

1 9 2 6 ダイ出口面、出口面

1 9 3 0 送り孔

1 9 3 0 S 外皮形成送り孔

1 9 3 2 溝、交差溝

1 9 3 2 P 部分的溝タイプ、部分的溝、溝、溝タイプ

1 9 3 2 S 溝

1 9 3 2 X 溝、第1の溝

1 9 3 2 Y 溝、第2の溝

1 9 4 0 ダイ反復単位

1 9 4 4 T字交点

40

1 9 4 6 交差交点

1 9 5 0 外皮形成マスク

2 0 0 0' ハニカム構造

2 0 0 0 U' 反復構造単位

2 0 0 1 入口セル

2 0 0 2 出口セル

2 0 0 3 セル壁

2 0 0 3' セル壁

P 1、P 2、P 3、P 4、P 5、P 6、P 7 ダイピン、ピン

L i 側部長さ

50

W o 出口幅
x 第 1 の方向
y 第 2 の方向
z 軸方向、押出方向

【図面】

【図 1 A】

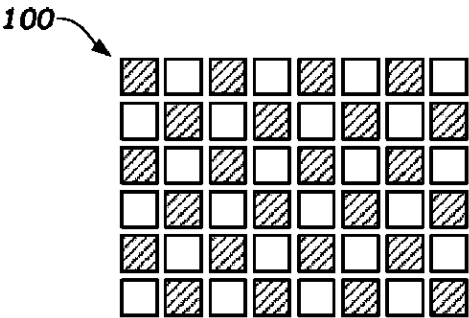


FIG. 1A
“Prior Art”

【図 1 B】

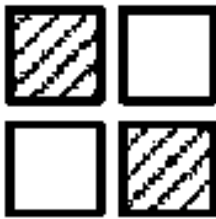


FIG. 1B
“Prior Art”

10

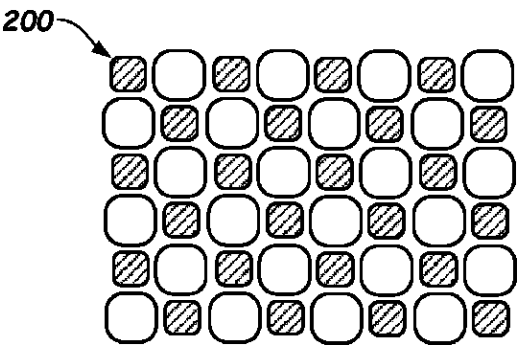
20

30

40

50

【 図 2 A 】



【 図 2 B 】

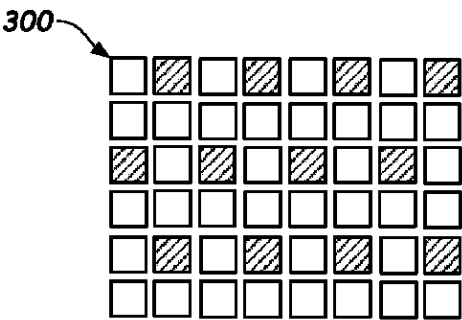


10

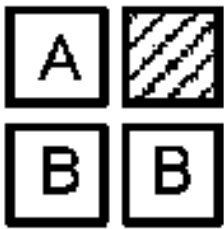
FIG. 2B
"Prior Art"

20

【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



30

FIG. 3A
"Prior Art"

40

FIG. 3B
"Prior Art"

50

【 図 4 A 】

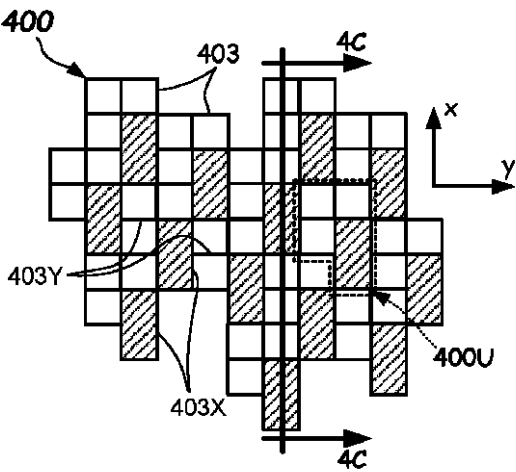


FIG. 4A

【 図 4 B 】

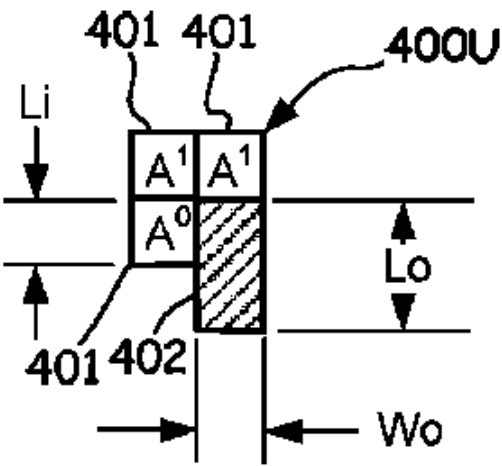


FIG. 4B

【 図 4 C 】

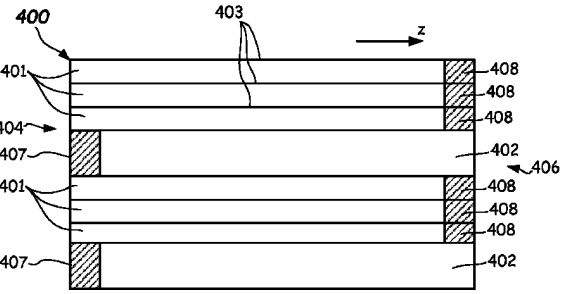


FIG. 4C

【 図 4 D 】

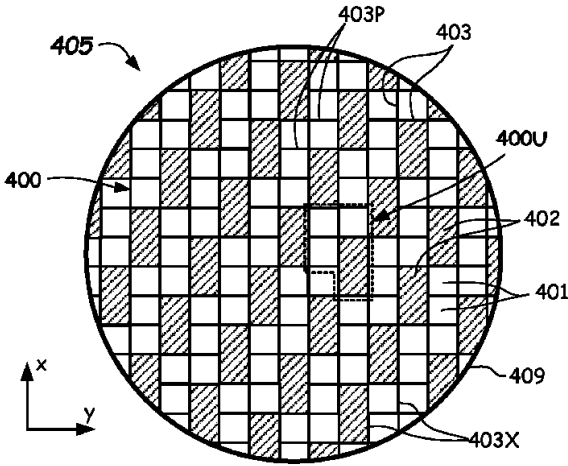


FIG. 4D

10

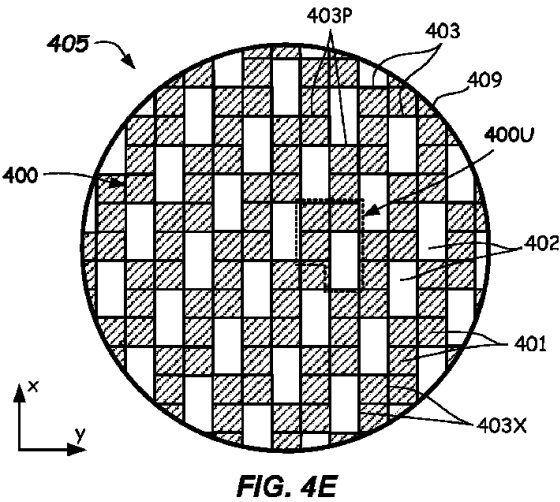
20

30

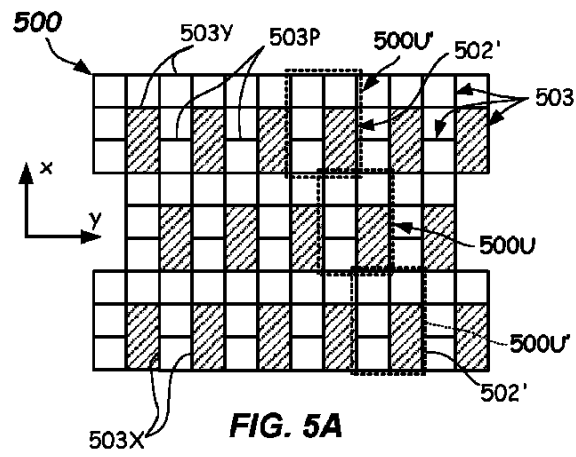
40

50

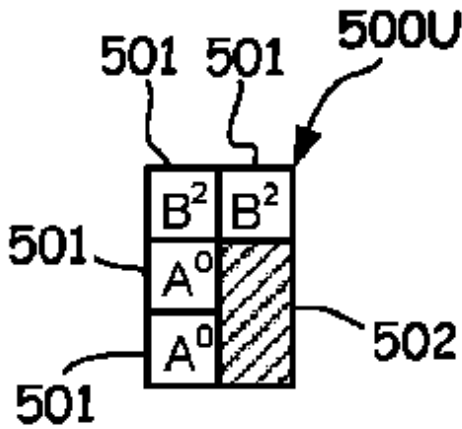
【 図 4 E 】



【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【 図 5 C 】

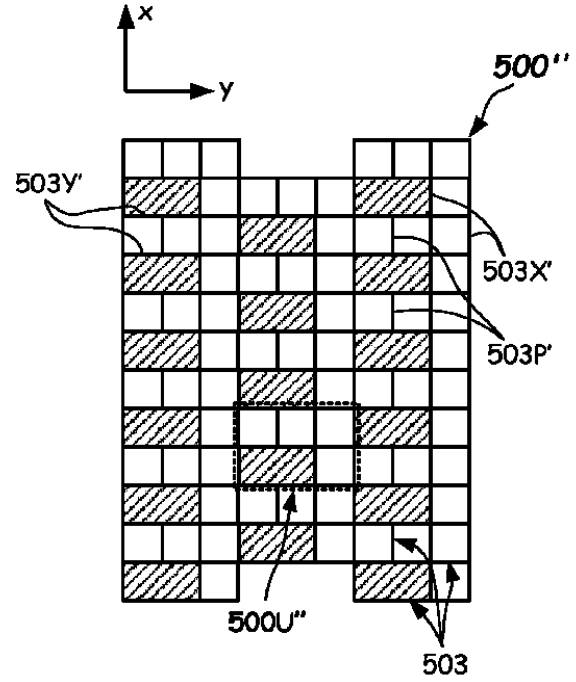


FIG. 5B

FIG. 5C

10

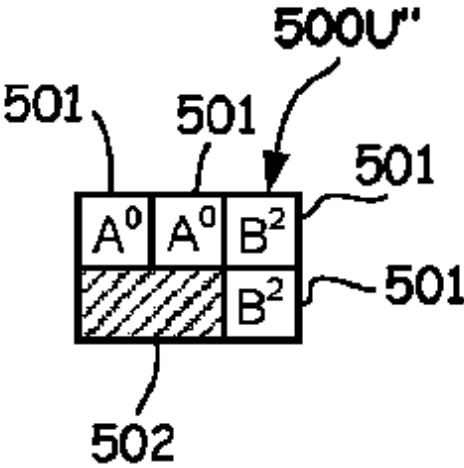
20

30

40

50

【図 5 D】



【図 6 A】

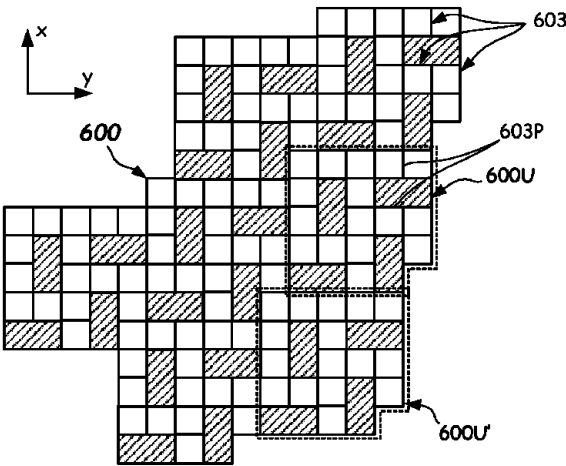


FIG. 6A

FIG. 5D

【図 6 B】

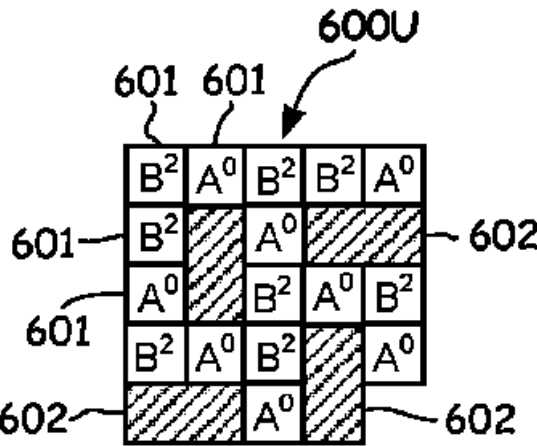


FIG. 6B

【図 6 C】

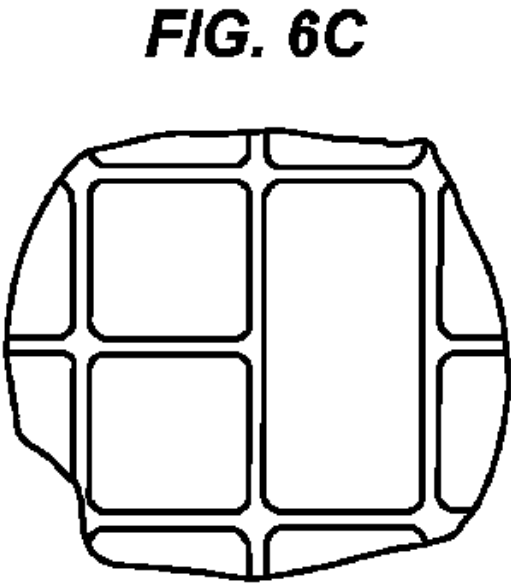


FIG. 6C

10

20

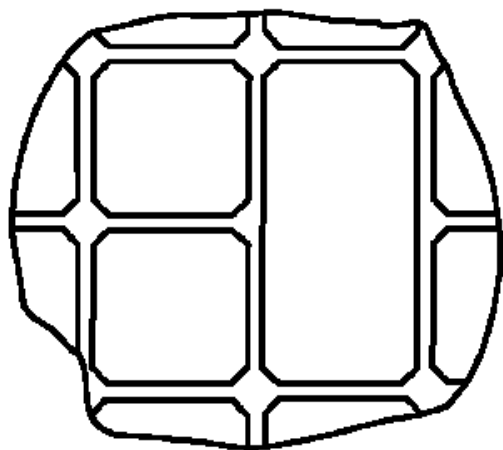
30

40

50

【図 6 D】

FIG. 6D



【図 7 A】

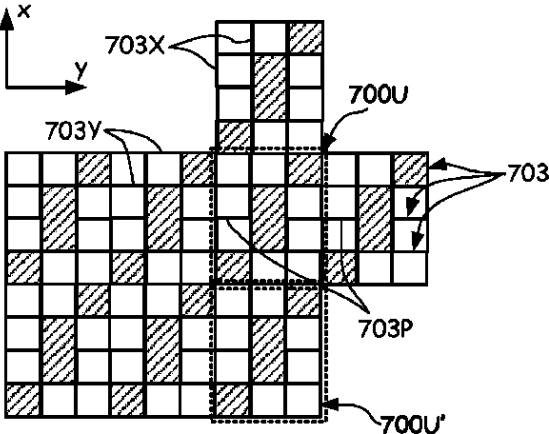


FIG. 7A

【図 7 B】

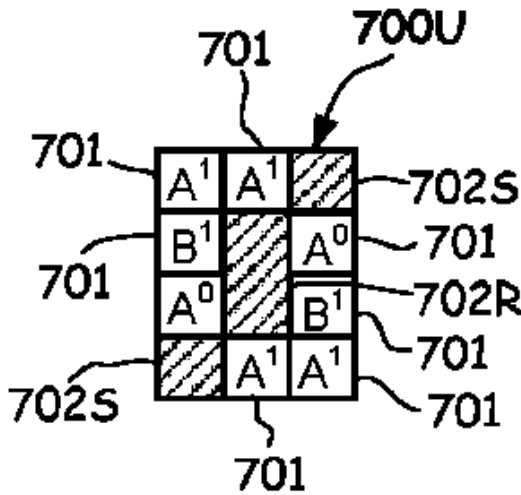


FIG. 7B

【図 8 A】

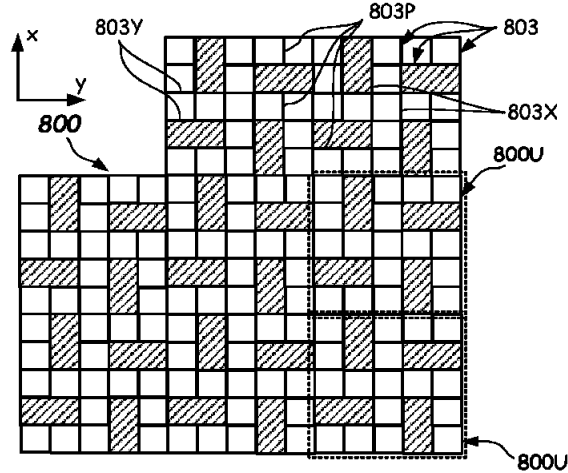


FIG. 8A

10

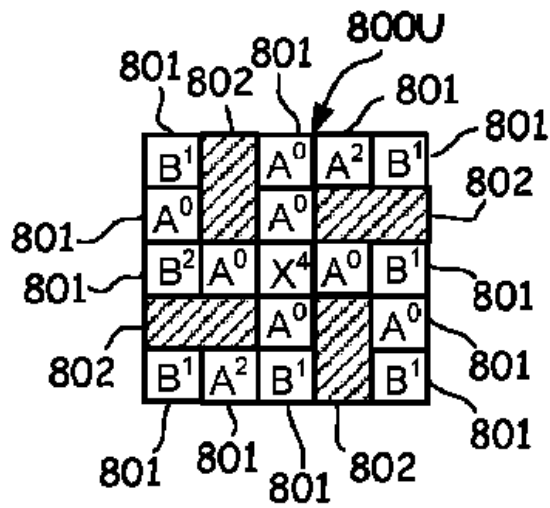
20

30

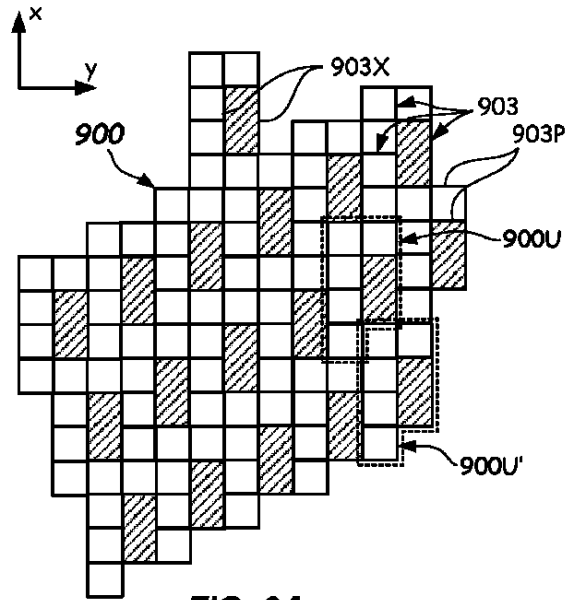
40

50

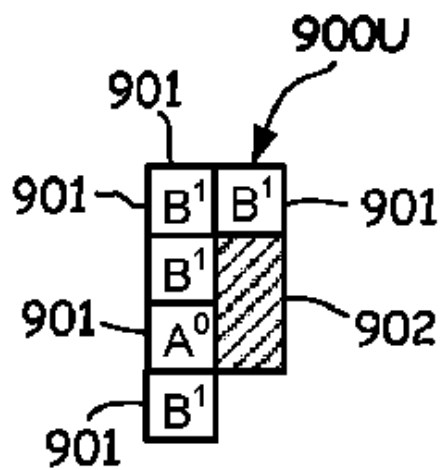
【図 8 B】

**FIG. 8B**

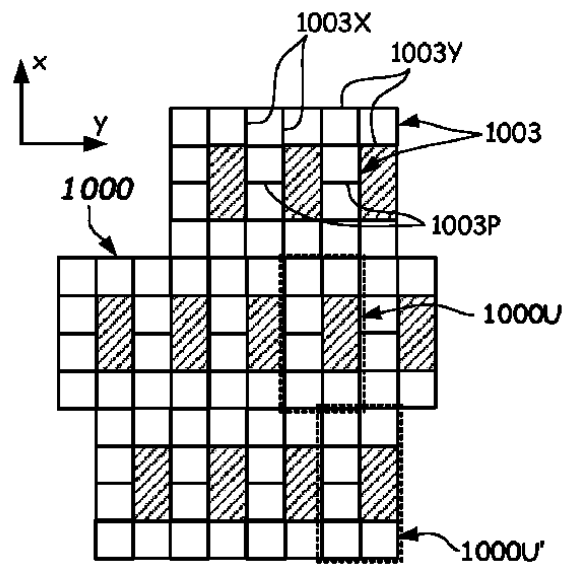
【図 9 A】

**FIG. 9A**

【図 9 B】

**FIG. 9B**

【図 10 A】

**FIG. 10A**

10

20

30

40

50

【 図 1 0 B 】

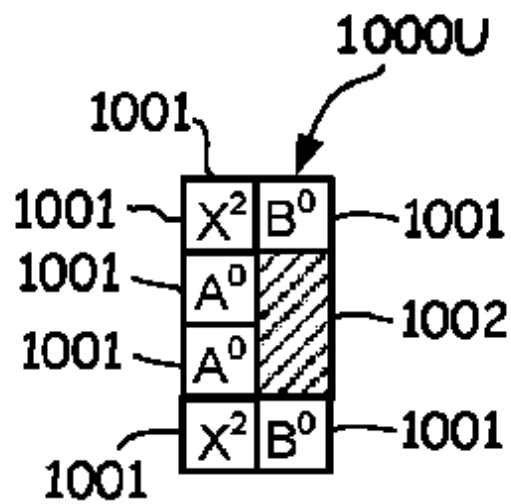


FIG. 10B

【 図 1 1 A 】

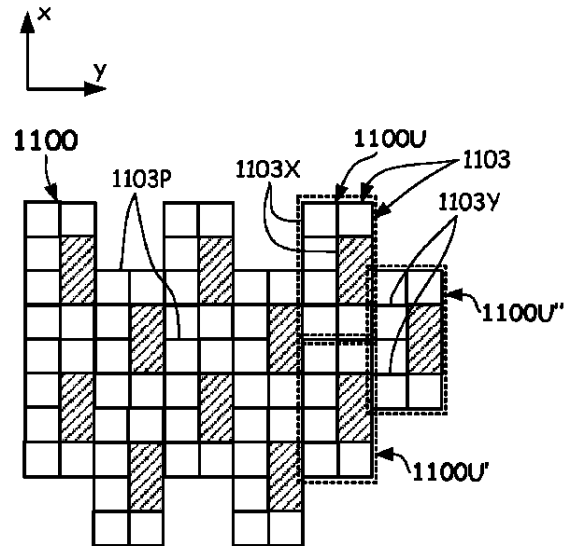


FIG. 11A

【 図 1 1 B 】

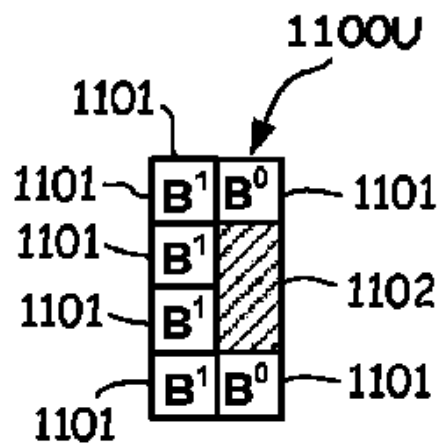


FIG. 11B

【 図 1 2 A 】

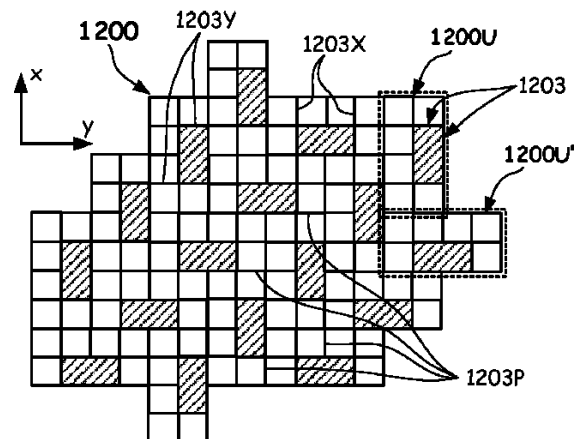


FIG. 12A

【図 1 2 B】

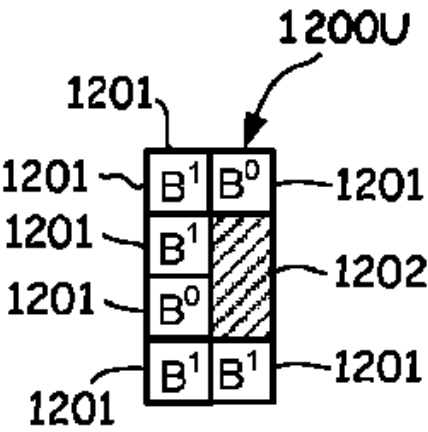


FIG. 12B

【図 1 3 A】

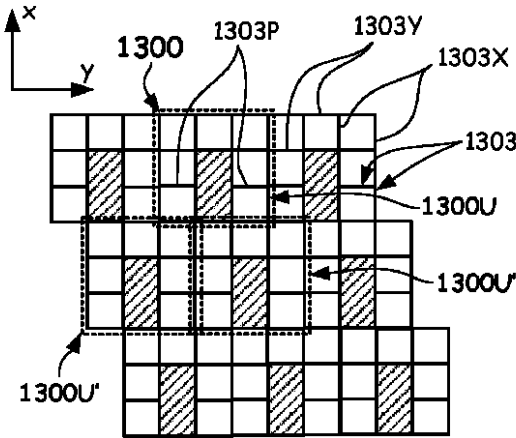


FIG. 13A

【図 1 3 B】

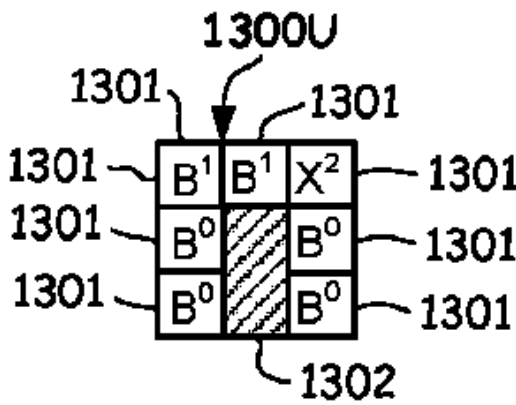


FIG. 13B

【図 1 4 A】

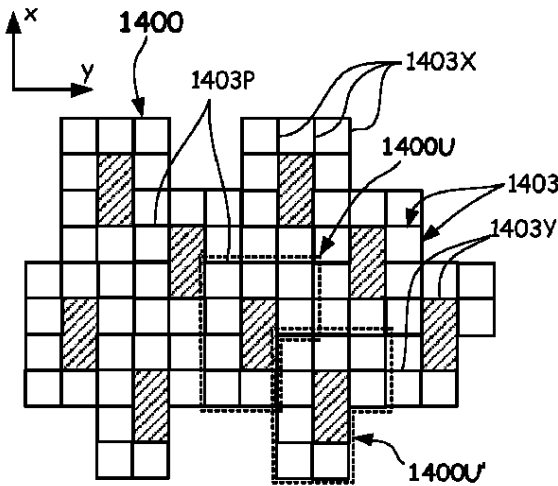


FIG. 14A

10

20

30

40

50

【 図 1 4 B 】

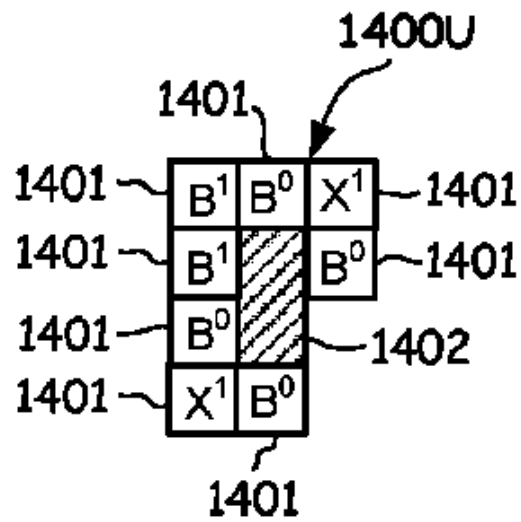


FIG. 14B

【 図 1 5 A 】

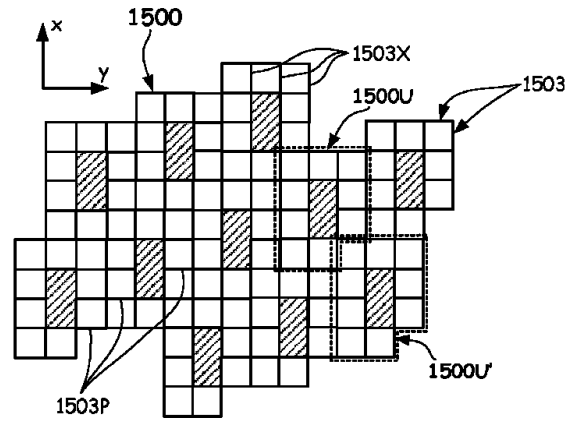


FIG. 15A

【 図 1 5 B 】

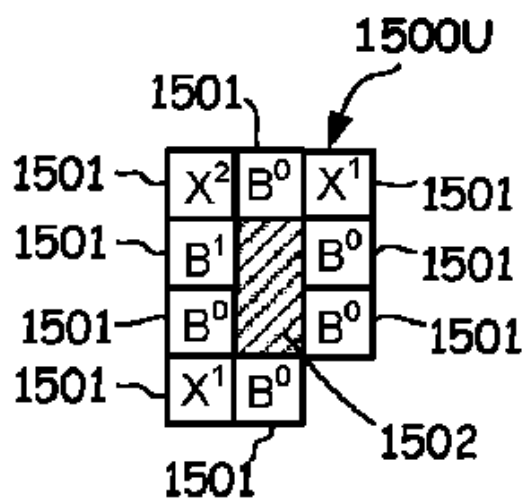


FIG. 15B

【 図 1 6 A 】

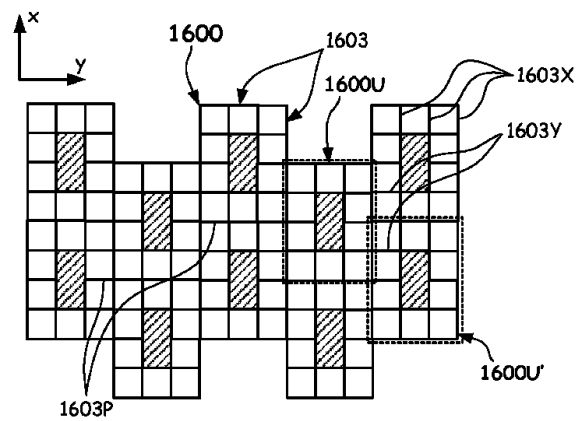


FIG. 16A

【図 1 6 B】

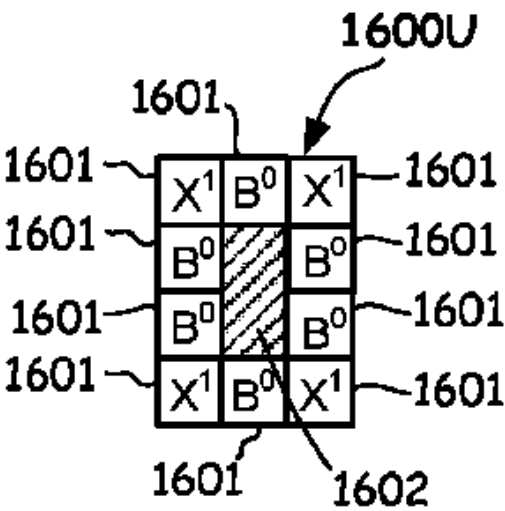


FIG. 16B

【図 1 6 C】

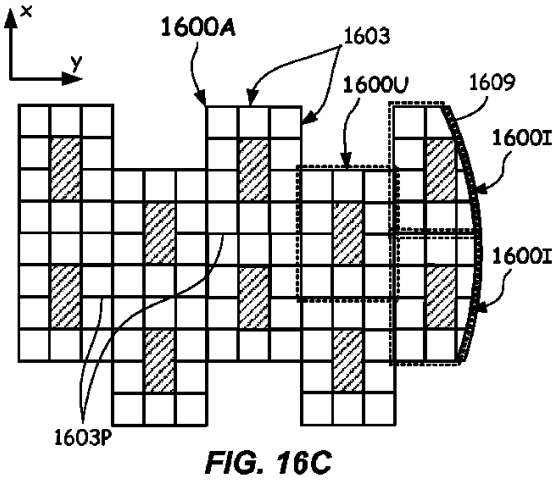


FIG. 16C

【図 1 6 D】

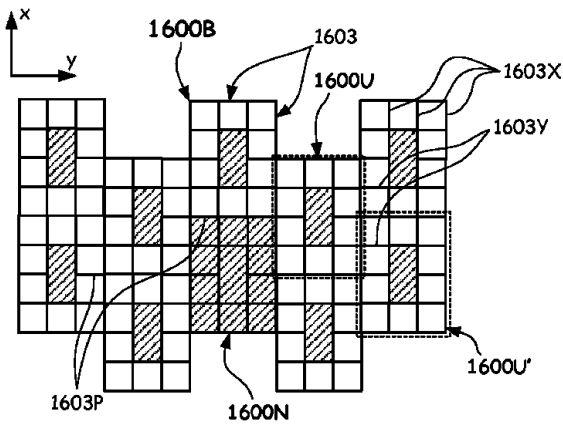
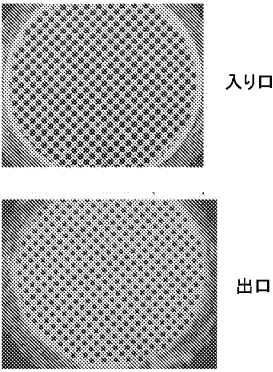


FIG. 16D

【図 1 7 A】



10

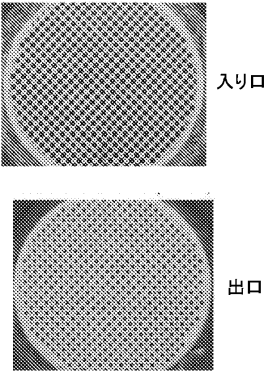
20

30

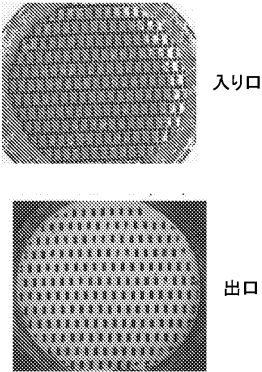
40

50

【図 17 B】

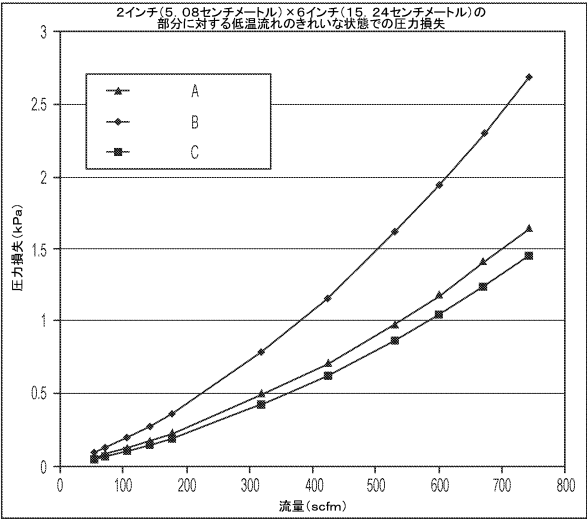


【図 17 C】

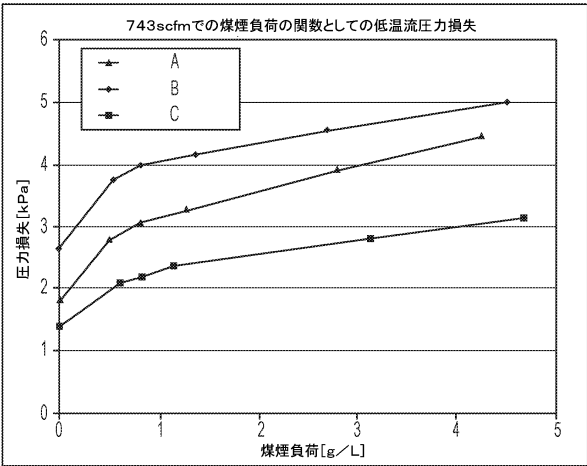


10

【図 18 A】



【図 18 B】



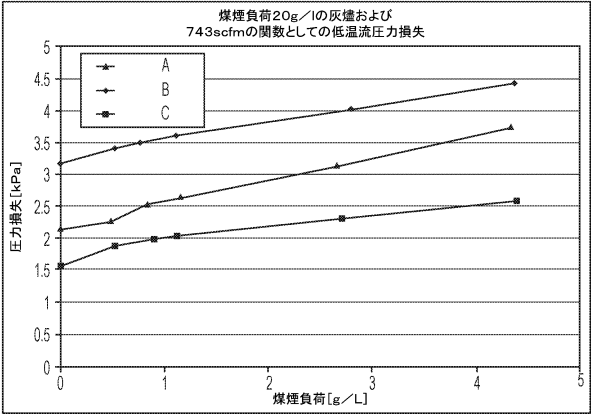
20

30

40

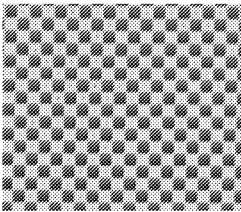
50

【図 18C】

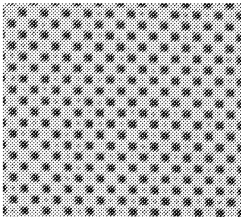


【図 19A】

入り口



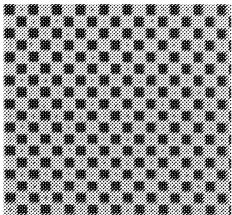
出口



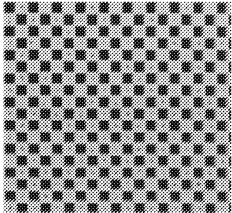
10

【図 19B】

入り口

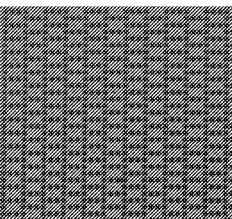


出口

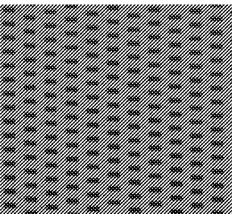


【図 19C】

入り口



出口



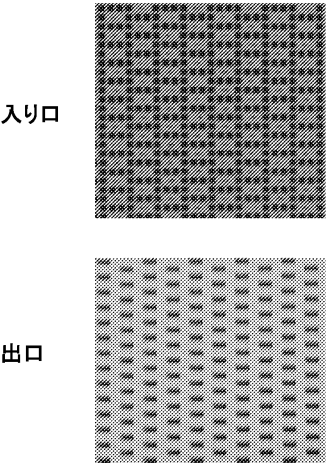
20

30

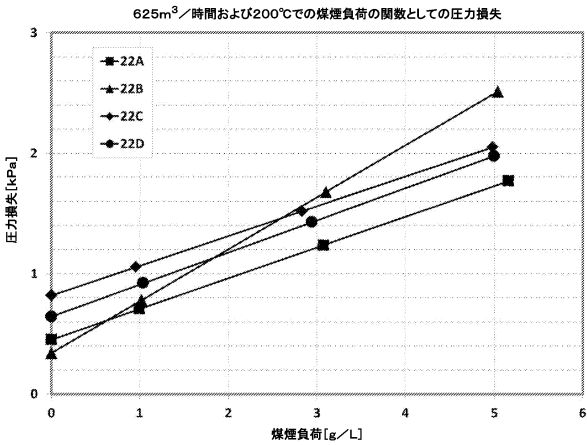
40

50

【図 19D】

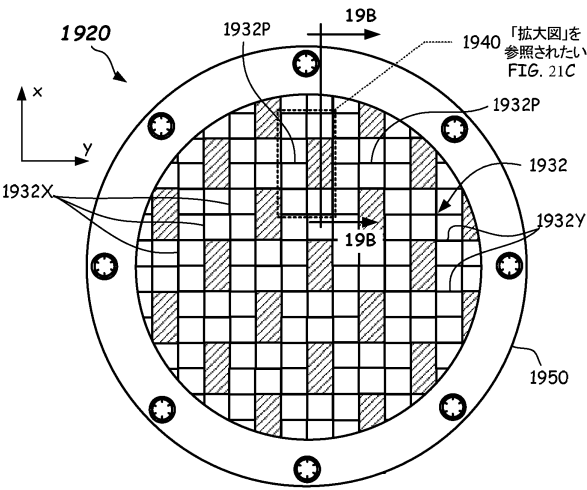


【図 20】



10

【図 21A】



【図 21B】

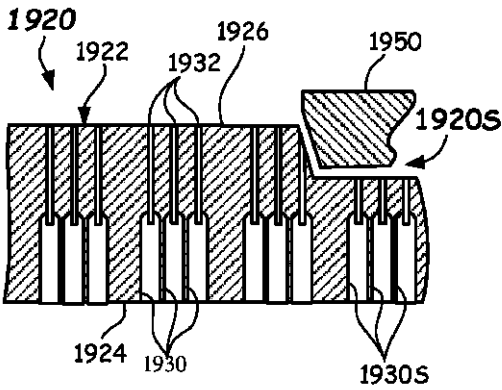


FIG. 21B

20

30

40

50

【図 2 1 C】

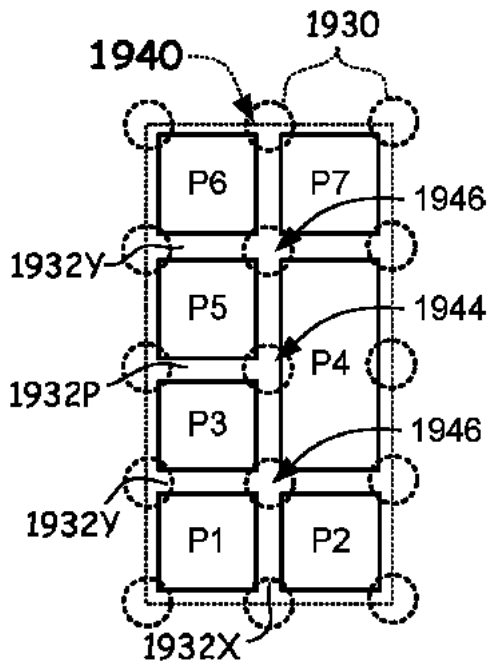


FIG. 21C

【図 2 2 A】

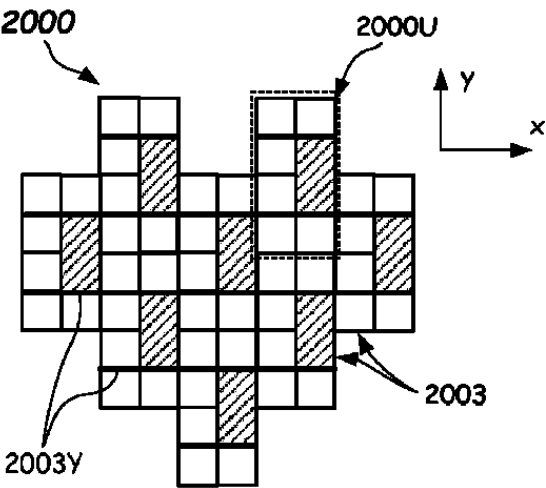


FIG. 22A

【図 2 2 B】

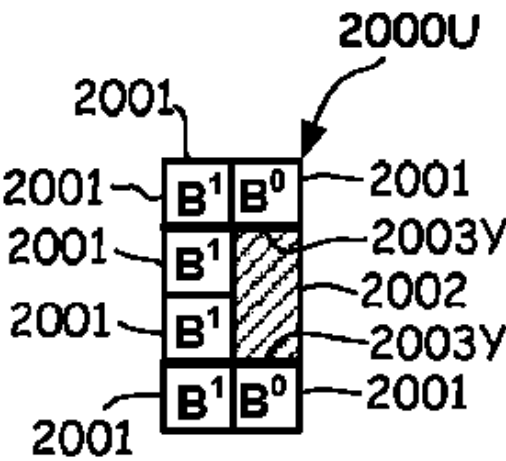


FIG. 22B

【図 2 2 C】

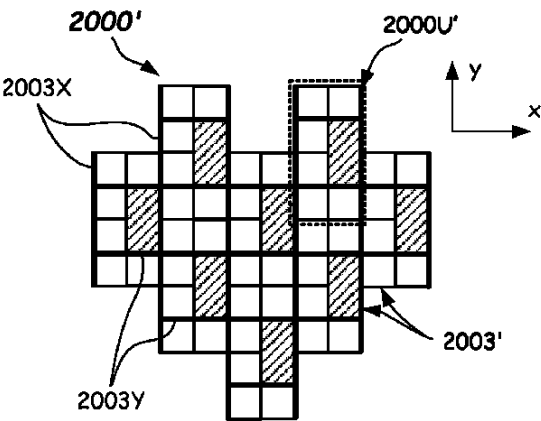


FIG. 22C

10

20

30

40

50

【図 2 3】

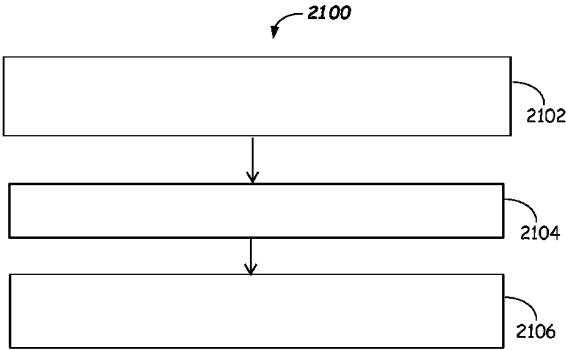
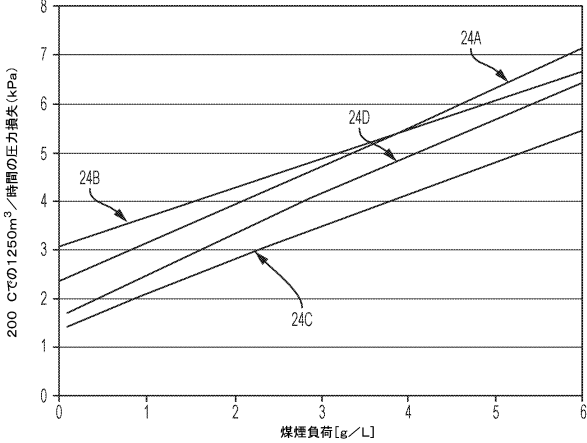


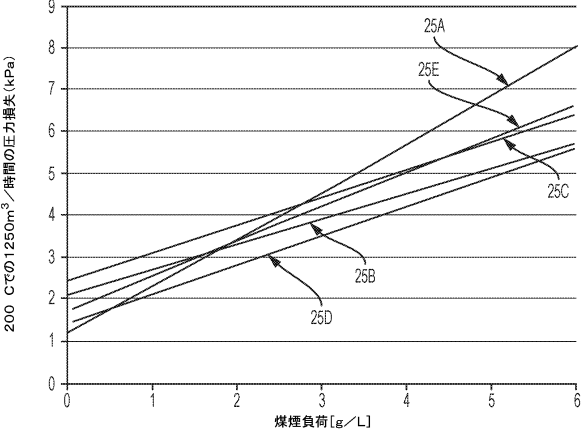
FIG. 23

【図 2 4】



10

【図 2 5】



20

30

40

50

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 62/452,765

(32)優先日 平成29年1月31日(2017.1.31)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(72)発明者 ハイベル, アヒム カール - エリック

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 3 0 コーニング ウォルナット ストリート 2 2 2

(72)発明者 ミラー, ケネス リチャード

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 0 1 アディソン アディソン バック ロード 1 4 6 2

(72)発明者 タンドン, プシュカー

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 0 ペインテッド ポスト ディア クレスト ドライヴ
3 4 0 5

(72)発明者 トンプソン, デイヴィッド ジョン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 8 7 9 サヴォナ メープル ストリート 3 8

合議体

審判長 三崎 仁

審判官 増山 淳子

審判官 金 公彦

(56)参考文献 特開2011-98335(JP, A)

特開2015-175359(JP, A)

特開2004-84666(JP, A)

特開2003-205245(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B01D 39/20

B01D 46/00

F01N 3/022