

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-537192
(P2016-537192A)

(43) 公表日 平成28年12月1日(2016.12.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B01J 19/32 (2006.01)	B01J 19/32	3K078
F23G 7/06 (2006.01)	F23G 7/06 103	4D148
B21C 23/14 (2006.01)	B21C 23/14	4E029
B01D 53/86 (2006.01)	B01D 53/86 222	4G075
	B01D 53/86 280	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2016-537856 (P2016-537856)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月28日 (2014.8.28)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年2月23日 (2016.2.23)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/053204
 (87) 国際公開番号 WO2015/031642
 (87) 国際公開日 平成27年3月5日 (2015.3.5)
 (31) 優先権主張番号 14/015,544
 (32) 優先日 平成25年8月30日 (2013.8.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

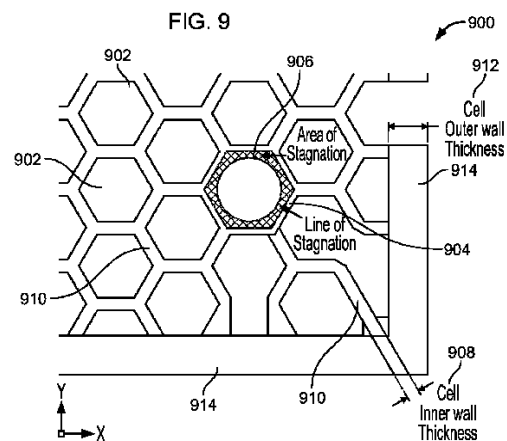
(71) 出願人 504389784
 デュール システムズ ゲゼルシャフト
 ミット ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ連邦共和国、74321 ビーティ
 ヴィハイム-ビッシンゲン、カール-ベン
 ツ-シュトラッセ 34
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100153084
 弁理士 大橋 康史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱酸化再生装置の改良型ブロック流路の幾何形状および配置

(57) 【要約】

熱酸化機、選択触媒還元装置、または濾過用器具内で使用するための熱再生装置ブロック。ブロックは、少なくとも1本の中央流路(902)および5~12本の周囲流路(902)からなる規則的サブパターンを含むセル状パターンの複数の流路(902)を有する。各流路(902)は、加熱チャンバの開口部と流体連通しており、流体とブロック(900)の間で熱交換している。周囲流路(902)は、そのそれぞれの中央流路(902)の中心まで実質的に等距離のところにある。流路断面形状は、丸形断面形状、長円形断面形状、多数のスプラインを伴う断面形状または楕円形断面形状のうちの一つであり、こうして、好ましくは、各中央流路(902)は、実質的に六角形、八角形または円形となっている。流路(902)間の内部壁は、流路902の部分間の流体連通を可能にするためのスリットを有してよい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

- 内部壁を画定する複数の流路を有する変換器ブロックであって、これらの内部壁が前記ブロックを断面で見た場合にセル状パターンを画定し、こうしてこのパターンは、少なくとも1つの中央流路と複数の周囲流路からなる規則的なサブパターンを含んでいるブロック、
を含む、

ことを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記複数の周囲流路がブロックの深さを貫通して延在して、流体がその中を流動できるようにしており、

ブロックの内部に近接している中央流路の各々が5～12本の周囲流路により取り囲まれており、

各中央流路が、4つを超える辺を有する形状をもつ断面形状を有しており、

各周囲流路がそのそれぞれの中央流路の中心まで実質的に等距離のところにある、

ことを特徴とする請求項1に記載の装置。

10

【請求項 3】

- 前記複数の周囲流路がブロックを貫通して延在して流体がその中を流れることができるようにしており、各流路が加熱チャンバの開口部と流体連通しており、

- ブロックの内部にある各中央流路が5～12本の周囲流路により取り囲まれ、各周囲流路がそのそれぞれの中央流路の中心まで実質的に等距離のところであり、各流路が流体とブロックとの間で熱交換を行なう、

ことを特徴とする請求項1に記載の装置。

20

【請求項 4】

変換器が熱酸化機および/または触媒を含む、ことを特徴とする請求項1～3の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 5】

各周囲流路が、そのそれぞれの中央流路の中心に対して実質的に等角度の放射パターンで配置されている、

ことを特徴とする請求項1～4の少なくとも一項に記載の装置。

30

【請求項 6】

断面形状が、丸形断面形状、長円形断面形状、多数のスプラインを伴う断面形状または楕円形断面形状のうちの1つを含み、

こうして各中央流路が実質的に六角形、八角形または円形となっている、

ことを特徴とする請求項1～5の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 7】

流路間の内部壁厚みに対する中央流路の水力直径の比率が、0.58～19.48の範囲内、好ましくは3.47～6.53の範囲内の1つの値にほぼ等しくなければならない、

ことを特徴とする請求項1～7の少なくとも一項に記載の装置。

40

【請求項 8】

ブロックの外部壁が内部壁の厚み以上の厚みを有する、ことを特徴とする請求項1～7の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 9】

外部壁がセグメント化されている、ことを特徴とする請求項1～8の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 10】

流路間の内部壁のうちの1つ以上が、流路の部分間の流体連通を可能にするためのスリットを有し、こうしてスリットが好ましくは内部壁の厚みのほぼ3分の1以上の最小幅を有している、

50

ことを特徴とする請求項 1 ~ 9 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 1 1】

流路の部分間の流体連通を可能にするためにブロック内に溝または開口部をさらに含み

、
 こうしてブロック内の溝または開口部が好ましくは内部壁の厚みのおよそ 3 分の 1 以上の最小幅を有している、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 1 0 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 1 2】

内部壁が、初期粒子成長を減少させるためブロックの 1 つ以上の端部に近接してテーパ一付き縁部を有する、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 1 1 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 1 3】

流路に塗布されたケイ素耐性コーティングをさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 ~ 1 2 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 1 4】

再生熱プロセスを実施する器具内における、回収、蓄積および / または回収または蓄積された熱または熱エネルギーの放出を目的とする、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の装置の使用。

【請求項 1 5】

再生熱プロセスが、再生熱排ガス精製、装置と気体流または液体流との間の再生熱交換、通気メタンガス、坑内空気または窒息性ガス、V O C 含有気体流および / または、他の可燃性物質または加熱無害化が可能な他の構成成分によって汚染された気体流の再生熱焼却からなる群のうちの 1 つである、

ことを特徴とする請求項 1 4 に記載の使用。

【請求項 1 6】

熱酸化機、選択触媒還元装置、または濾過用器具内における、ことを特徴とする請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の装置の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本開示は、概して熱酸化機を含む変換器に関し、より詳細には改良型ブロック流路の幾何形状および配置に関する。

【0 0 0 2】

本特許は、2 0 1 3 年 8 月 3 0 日に出願された米国特許出願第 1 4 / 0 1 5 , 5 4 4 号に対する優先権を請求するものである。上記米国特許出願は、その全体が参照により本明細書中に援用される。

【背景技術】

【0 0 0 3】

熱酸化機は、ブロックと気体または液体流の間で熱交換するため、耐火性材料を伴うブロック（たとえば耐火性要素）を有する。

典型的に、ブロックに関連する問題点は、熱効率と耐目詰まり性である。

【発明の概要】

【0 0 0 4】

本明細書では、熱酸化機のブロックの耐目詰まり性および / または熱効率を改善するための装置および方法が説明されている。

熱酸化機が説明されているものの、記載の方法および装置は、選択触媒還元装置（「S C R」）、触媒などを含む他の変換器ブロックにも適用可能である。

1 つの記載された例示的装置は、内部壁を画定する複数の流路を有する変換器ブロックを含み、これらの内部壁はブロックを断面で見た場合にセル状パターンを画定している。

パターンは、ブロックの内部に近接する少なくとも 1 つの中央流路と複数の周囲流路が

10

20

30

40

50

らなる規則的なサブパターンを含んでいる。

付加的にまたは代替的に、規則的サブパターンは同様に2つ以上の中央流路（すなわち、前記サブパターンの中央部域内に位置設定され複数の周囲流路によって取り囲まれている流路）を有してよい。

優先的には、少なくとも2つ、3つまたはそれ以上のサブパターンが、他のサブパターンの隣接する配置と共に前記パターンを形成している。

さらに、パターンは同様に、いくつかの歪められたまたは減少したサブパターン（すなわち、パターンを形成する規則的サブパターンの大部分から少なくとも或る程度逸脱したサブパターンであって、ここで逸脱は、異なる周囲流路数および/または異なる寸法および/または形状などを有する少なくとも1つの周囲流路からなる）を含んでいてもよい。

10

【0005】

別の例示的装置は、内部壁を画定する複数の流路を有する変換器ブロックを含み、これらの内部壁は前記ブロックを断面で見た場合にセル状パターンを画定している。

パターンは、ブロックの内部上の少なくとも1つの中央流路とブロックの内部に近接する複数の周囲流路からなる規則的なサブパターンを含んでいる。

各中央流路は、5本以上の周囲流路によって取り囲まれており、内部壁は、各中央流路の周囲に沿って変動する厚みを有する。

付加的にまたは代替的に、規則的サブパターンは同様に2つ以上の中央流路（すなわち、前記サブパターンの中央部域内に位置設定され複数の周囲流路によって取り囲まれている流路）を有してよい。

20

好ましくは、少なくとも2つ、3つまたはそれ以上のサブパターンが、他のサブパターンの隣接する配置と共に前記パターンを形成している。

さらに、パターンは同様に、いくつかの歪められたまたは減少したサブパターン（すなわち、パターンを形成する規則的サブパターンの大部分から少なくとも或る程度逸脱したサブパターンであって、ここで逸脱は、異なる周囲流路数および/または異なる寸法および/または形状などを有する少なくとも1つの周囲流路からなる）を含んでいてもよい。

【0006】

別の例示的装置は、変換器ブロックと、内部壁を画定しかつブロックの深さを貫通して延在して、流体がその中で流動できるようにしている複数の流路とを含む。

ブロックの内部に近接する中央流路の各々は、5～12本の周囲流路により取り囲まれており、各中央流路は4つ超の辺を有する形状をもつ断面形状を有している。

30

各周囲流路は、そのそれぞれの中央流路の中心まで実質的に等距離のところにある。

一部の実施例において、各流路は、流体とブロックとの間で熱交換する。

付加的にまたは代替的に、規則的サブパターンは同様に2つ以上の中央流路（すなわち、前記サブパターンの中央部域内に位置設定され複数の周囲流路によって取り囲まれている流路）を有してよい。

好ましくは、他のサブパターンの隣接する配置と共に前記パターンを形成している少なくとも2つ、3つまたはそれ以上のサブパターンが存在する。

さらに、パターンは同様に、いくつかの歪められたまたは減少したサブパターン（すなわち、パターンを形成する規則的サブパターンの大部分から少なくとも或る程度逸脱したサブパターンであって、ここで逸脱は、異なる周囲流路数および/または異なる寸法および/または形状などを有する少なくとも1つの周囲流路からなる）を含んでいてもよい。

40

【0007】

記載された別の例示的装置は、変換器ブロックと、ブロックを貫通して延在して流体がその中で流動できるようにしている複数の流路とを含む。

各流路は、加熱チャンバの開口部と流体連通しており、ブロック内部内の各中央流路は5～12本の周囲流路により取り囲まれている。

各周囲流路は、そのそれぞれの中央流路またはそれぞれのパターンまたはサブパターンのそのそれぞれの中央部域の中心まで実質的に等距離のところであり、各流路は流体とブロックの間で熱交換する。

50

【0008】

記載された別の装置は、変換器ブロックを貫通して延在して流体が中を流動できるようにしている複数の流路を含む。

ブロック内部の各中央流路は、4つ超の辺をもつ形状を有し、5本以上の周囲流路により取り囲まれている。

各周囲流路は、そのそれぞれの中央流路の中まで実質的に等距離のところであり、流路間の内部壁厚みに対する中央流路の水力直径の比率は、0.58～6.53の範囲内の値にほぼ等しくなければならない。

【0009】

好ましい例示的装置は、粘土でできており、こうして、粘土との関係において適切な濃度で、さまざまな添加剤を添加または混合してよい。

これらの添加剤は、

炭化物、例えばC、SiC、TaC、TiC、ZrC、および/またはWC、および/または

酸化物、例えばAl₂O₃、MgO、BaO、TiO₂、BeO、CoO、FeO、Fe₂O₃、MgO、SiO₂、ZnO、ZrO₂、Na₂Oおよび/またはK₂O、および/または

カルコゲン化物、例えばCdS、PbS、ZnSおよび/またはPbTe、および/または

フッ化物、例えばBaF₂、CaF₂、SrF₂、LiFおよび/またはNaF、および/または

セラミクス用の他の添加剤材料、例えばCsBr、CsCl、KCl、NaBr、NaCl、NaI、RbCl、TiB₂、ZrB₂および/またはSi₃N₄を含んでいるかまたはこれらで構成されていてよい。

第1の態様において、添加剤混合物は、原料として使用される粘土の種類によって左右されるが、一方別の態様は、例示的装置、好ましくは耐火性要素またはブロックを形成し生産するために使用される製造プロセスの種類またはタイプである。

製造プロセスは、粘土を適切な添加剤混合物と混合するステップと、粘土-添加剤混合物からグリーンパーツを形成するステップと、グリーンパーツを乾燥させるステップと、最後にグリーンパーツを硬化または焼成して最終的セラミック製品を入手するステップとを含む。

形成プロセスは好ましくは、押出し加工、スタンピングまたはボンディングプロセスであり得る。

押出し加工プロセスでは、粘土-添加剤-混合物がダイを通して押し出されてグリーンパーツを形成し、一方スタンピングにおいては、ダイ工具またはスタンピング工具が、予備成形され半径方向に安定化された粘土-添加剤-混合物スタック上にプレスされてグリーンパーツを形成する。

例示的装置の一部の特定の設計については、一部のサブコンポーネントが予備成形され(例えばスタンピングまたは射出成形技術による)、その後ボンディングプロセスにおいて互いにボンディングされる(すなわち、サブコンポーネントはボンディングされるかまたは糊着されて最終的グリーンパーツを形成する)。

【0010】

粘土-添加剤-混合物の組成ならびに形成プロセスおよび/または硬化プロセスのためのプロセスパラメータに影響を及ぼす別の態様は、装置の好ましい使用に由来する。

熱酸化機内で耐火性要素またはブロックとして使用されるためには、粘土-添加剤-混合物でできた硬化済みのセラミックパーツは、好ましくは、以下の物理的特性を含んでいなければならない。

- ・ 嵩密度：1.5～3.5 [g/cm³]
- ・ 800 での熱膨張：1.8～13.10⁻⁶ [1/K]
- ・ 熱キャパシタンス：600～1400 [J/kg/K]

10

20

30

40

50

- ・ 吸水率 [静水圧法 D I N V D E 0 3 3 5 / 2] : 0 ~ 1 0 %
- ・ 熱伝導率 : 1 . 0 ~ 2 . 5 [W / m / K]

【 0 0 1 1 】

記載された 1 つの方法は、変換器内の流路の耐目詰まり性を増大させるための関連方程式を決定するステップと、理論的粒子形成を利用して粒子形成をプロセッサにより計算するステップと、合体時間についての一般形態を用いて目詰まり時間を計算するステップと、反復的にカップ因子を計算するステップと、流路の耐目詰まり性結果を決定するために二次因子を計算するステップと、耐目詰まり性結果および二次結果を出力するステップとを含む。

【 0 0 1 2 】

記載された別の例示的方法は、変換器内の流路の熱効率を増大させるための関連方程式を決定するステップと、過渡的熱対流方程式を用いてシステムの過渡的効果を計算するステップと、流路形態因子を使用する対流係数をプロセッサにより計算するステップと、流路について濡れ面積および占有面積を計算するステップと、流路の熱効率結果を決定するために二次パラメータを計算するステップと、熱効率結果および二次結果を出力するステップとを含む。

【 0 0 1 3 】

記載された実施例の一部は、熱酸化システムの内部に見られる耐火性材料または他の類似の材料を収納するブロックに関係する。

耐火性材料は、高温でその形状および構造を保持し、セラミクス、粘土材料、シリカ、ジルコニア、アルミナおよび/または酸化物、例えば石灰およびマグネシアを含んでいてよい。

耐火性材料の主要な分類としては、粘土系、アルミナ系、マグネシア、ドロマイト、炭化物、シリカ、ジルコンなどが含まれていてよい。

貴金属および鉄系耐火性材料も同様に存在する。

【 0 0 1 4 】

熱酸化ブロックは、ブロックと、ブロック内を通過するストリームの気体流または液体流との間で熱交換する。

ストリームはチャンバ内で加熱され、このチャンバ内で流体は、発熱反応で化学的に変換される（例えば発熱して酸化する）。

開示されている実施例は、ブロック（例えば耐火性要素）の断面設計に関係する。

開示されている実施例は同様に、流路（例えばセル、通路）または他の関連する任意の極めて重要な機構についての寸法的特性を計算するステップについても記載している。

ブロックを通る気体または液体流を定義するためのパラメータとしては、流路水力直径、内部壁幅および外部壁幅が含まれていてよい。

これらのパラメータは、流れの流体特性およびシステムの熱特性に関係するものであり、同様に、ブロックの偶発的目詰まりに影響を及ぼす。水力直径は、断面積をそのそれぞれの周囲に関連づけし、パイプ流のレイノルズ数を計算するために一般的に使用される。

目詰まりは、不純物を含有する気体または液体が、流路の表面壁に付着する可能性のある粒子を流路上に付与するにつれて発生する可能性があり、最終的にはこれらの粒子が流路に目詰まりを起こす（例えば閉塞させる）場合がある。

目詰まりは、付着防止コーティング（例えば耐ケイ素コーティング）または触媒コーティングを使用することによって削減できる。

触媒を含む触媒コーティングは、SCR プロセスにおいて塗布されて、存在する有害な化合物をさらに中和する。

【 0 0 1 5 】

熱酸化機ブロックは、概して、正方形流路設計を有するブロックを使用する。

正方形流路の縁部は通常、整列させられている（すなわち、横列セットは互いにオフセットされていない）。

以下で記載する方程式および比率は、公知の水力直径および正方形流路設計と比較した

10

20

30

40

50

、改良型流路（例えばセル）設計に係る。

記載の実施例によってわかるシステム性能の改良は、効率、流線形化または耐目詰まり（例えば耐閉塞）性、熱対流、流れよどみ、差圧および破壊除去効率（「DRE」）の組合せのうちの一つ以上であり得る。

DREは、（例えば揮発性有機化合物（「VOC」）などの）有害ガスの破壊尺度である。

VOCの破壊は、VOCが加熱されるにつれて酸化した（例えば他の化合物になった）時に発生する。

DREは、退出するVOCの質量または体積を、酸化機に入るVOCの質量または体積で除することによって計算される（例えば、1ポンドのVOCが退出する一方で10ポンドのVOCが流入した結果としての対応するDREは90%のである）。

ブロックの極めて重要な特徴は、押出し加工およびスタンピングを含み得る現行の生産技術により制限されるかもしれない（例えば制限には、流路の配置、流路のサイズ、画定された区域内の流路の量などが含まれ得る）。

【0016】

本明細書中に記載の実施例は、少なくとも一つ他のシステム性能因子と併せて、システム効率および/または耐目詰まり性（例えば、ブロックが閉塞するかまたは目詰まりするまでの時間を延長させる）を改善する。

記載されている一つの例示的ブロックは、熱伝導再生質量を利用し、流体とブロック間の熱交換を目的とする複数の流路を有する。

ブロック流路の幾何形状は、効率および/または耐目詰まり性を増大させるように設計され、システム性能因子を改善するための断面構造を提供するように製造される。

ブロックの流路内部壁の厚みは、公知の製造制限内でブロックの性能を高めるため、多数の因子によって定義されてよい。

さらに、ブロック自体の境界の幾何形状（例えば外部壁）は、ブロックの全体的性能をさらに改善するように調整されてよい。

【0017】

流路の幾何形状の設計および流路間の間隔どりは、ブロックひいては熱酸化機の全体的性能に対して有為な効果を有する可能性がある。

さらに、流路の形状（例えば丸形、六角形、八角形、正方形、平行四辺形、楕円形、長円形など）は同様に、熱効率、耐目詰まり性および多くの他の性能尺度に有意な影響を及ぼすかもしれない。

少なくとも6本の他の周囲流路により取り囲まれた丸形断面形状の流路を使用することで、他の流路配置に比べて熱効率が著しく改善されるかもしれない。

一部の実施例では、中央流路の各々が実質的に六角形、八角形または円形である場合が好ましい。

【0018】

同様に、6本の他の周囲流路に取り囲まれた六角形または八角形の断面形状を使用することで、耐目詰まり性は有意に改善される可能性がある。

目詰まりに至るまでの時間は、熱効率と併せて、考慮する必要のある一つの変数である。

粒子成長モデルが、粒子の合体ひいては目詰まりを考慮するための能力を提供してくれる、本開示の教示にしたがって記載されている実施例は、熱効率および/または耐目詰まり性を実質的に改善する流路の幾何形状および配置を記載している。

【0019】

流路の一部の幾何形状が記述されているものの、流路の幾何形状は変動する場合があります、鋭いおよび/または丸味のある縁部を含み得る4つ超の辺を有する形状などの形状を含んでよい。

他の流路幾何形状としては、つねに90度未満である交差接線角度を含み得る形状、直線セグメントまたはスプラインセグメントからなる形状、スプラインの組合せを伴う多角

10

20

30

40

50

形を含む形状、および/または流体が流路を通して流動できるようにするための他の任意の適切な形状が含まれてよい。

【0020】

本明細書中に記載の実施例のいずれも、熱酸化機、変換器、選択触媒還元装置、触媒または濾過器具内で使用可能である。

例示的装置の一部は、再生熱プロセスを実施する器具内における回収、蓄積および/または回収または蓄積された熱または熱エネルギーを放出させるために使用されてもよい。

再生熱プロセスは、再生熱排ガス精製、装置と気体流または液体流との間の再生熱交換、通気メタンガス、坑内空気または窒息性ガス、VOC含有気体流および/または他の可燃物または加熱無害化が利用可能な他の構成成分により汚染された気体流の再生熱焼却からなる群のうちの1つで構成されていてよい。

10

【0021】

一部の酸化機システムには、燃料チャンバと流体連通するブロックのスタック（例えばタワー）の間での切換えまたは逆転が関与している可能性がある。

流体または気体が燃焼チャンバに供給されるにつれて流体または気体を比較的高温に保つことが所望されるシナリオにおいては、方向が逆転された（例えば先行するサイクルでの出口が次のサイクルの入口となった）後、ブロック自体が第2のサイクルで流体または気体を加熱してよい。

一部の実施例では、ブロックは、その入口および/または出口に近接して鋭い（例えば「ナイフ様の」）縁部を有して、ブロックの耐目詰まり性をさらに改善してよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】一組のタワーを有する例示的酸化システムを示す。

【図2】例示的ブロックの標準的ブロック断面形状の図である。

【図3】流路の軸に沿った方向で見た別の例示的ブロックの図である。

【図4】異なる有効幅を有する別の例示的ブロックの図である。

【図5】例示的な不規則な形状のブロックを表わし、有効ブロック高さを示す。

【図6】4辺の多角形流路形状を有する別の例示的ブロックの拡大断面図である。

【図7】別の例示的ブロック内の4辺流路の拡大断面図である。

【図8】六角形流路を含む別の例示的ブロックの拡大断面図である。

30

【図9】六角形流路を含む別の例示的ブロックの拡大断面図である。

【図10A】丸形流路を伴う別の例示的ブロックの拡大断面図である。

【図10B】本開示の教示に係る丸形流路を伴う別の例示的ブロックの拡大断面図である。

。

【図11】システムの代表的ゾーンの定義を表わす、図1の酸化システムの図である。

【図12】流れ切換えタワーを表わす別の例示的酸化システムの図である。

【図13】時間の関数としての交番する入口を伴う流れ切換えタワーを表わす別の例示的酸化システムの図である。

【図14】時間との関係における一般的粒子形成を表わすグラフである。

【図15】Quantum Rice-Ramsperger-Kassel（「QRK」）理論を用いた時間との関係における一般的粒子形成を表わす別のグラフである。

40

【図16】粒子形成の第2の状態のケイ素形成を表わすグラフである。

【図17】よどみ点を表わす別の例示的ブロックの別の例示的流路の拡大断面図である。

【図18】別の例示的ブロックの拡大断面図である。

【図19】六角形構造の例示的流路の拡大断面図である。

【図20】ブロックの入口および/または出口壁における流路を取り囲む壁に対する考えられる修正を例示する別の例示的ブロックの図を表わす。

【図21】幅150mmの別の例示的ブロック内部に見出される生産可能設計パラメータを表わす表である。

【図22】図21の例示的ブロックのシステム性能についての結果として得られたプロッ

50

クデータを表わす表である。

【図 2 3】耐目詰まり性についての値を計算するために実装し得る例示的プロセスを表わす流れ図である。

【図 2 4】熱効率についての値を計算するために実装し得る別の例示的プロセスを表わす別の流れ図である。

【図 2 5】図 2 3 および 2 4 のプロセスを実装するための例示的システムを示す。

【図 2 6】図 2 3 および / または 2 4 の例示的プロセスを実行する図 2 5 の例示的プロセスプラットフォームの出力デバイス上に示された出力データを表す表を示す。

【図 2 7 A】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 B】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 C】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 D】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 E】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 F】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 G】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 H】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【図 2 7 I】ブロックの流路の例示的パターンの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

多数の層および領域を明確にするため、図面中で層の厚みは拡大されている。可能な場合つねに、同じまたは類似の部品に言及するために、図面（単複）中および随伴する明細書全体を通して、同じ参照番号が使用される。

【0024】

図 1 は、一組のタワーを有する例示的酸化システム 100 を示す。

システム 100 は、同様に、回転または円形システム、または他の任意の構造または構造タイプの組合せとして表わされてよい。

いずれの場合でも、床 101 は、実質的に同一であるかまたは異なるものであり得る一組のブロック 102 およびブロック 104 で構成される。

ブロック 102 は入口 106 に隣接しており、ブロック 104 は出口 108 に隣接している。

ブロック 102、104 は、一方向熱伝達経路を利用し（例えば流体は、別の流れを用いることなく、ブロック 102、104 内で加熱され、冷却される）、耐火性材料を有し、セラミック材料、レンガ、金属、貴金属、シリカ、粘土、炭化物、黒鉛を含んでいてよく、あるいは高温で安定した任意の適切な材料でできていてよい。

酸化システム 100 内では、異なるタイプのブロック 102、104 を使用してよい。

さらに、ブロック 102、104 を、スタンピング、押出し加工、成形または他の任意の適切な製造プロセスにより生産してもよい。

ブロック 102、104 とは対照的に、熱交換器は、双方向流（例えば、向流配置で 2 つ以上の流体交差経路）を利用する。

【0025】

運転中、流体は、入口 106 からブロック 102 内に流れ込む。

流体がブロック 102 を通って移動するにつれて、熱はブロック 102 から流体へと伝達される。

流体がブロック 102 を通過した後、流体は燃焼チャンバ 110 内に流入し、ここで流体は加熱される。

燃焼チャンバ 110 が示されているものの、任意の適切なタイプの加熱チャンバを使用してよい。

流体を加熱することで、流体は酸化され、一部の不純物（例えば VOC）を取り出す（例えば焼却する）ことができる。

加熱された後、流体は次にブロック 104 内に移動する。

10

20

30

40

50

流体がブロック 104 を通って移動するにつれて、熱が流体からブロック 104 まで伝達される。

最後に、流体は酸化システム 100 から出口 108 を通って流出する。

【0026】

図 2 は、ここでは多くの異なるブロック断面形状を表わすために使用されているブロック 200 の標準的ブロック断面形状の図である。

ブロック高さ 202 (例えば「Z」または「H-ブロック」は、ブロックの有効高さであり、ブロック幅 204 (例えば「X」) は、ブロックの有効幅であり、深さ(例えば、図示されていない「Y」) に等しい。

ブロック 200 内に切り込みまたは開口部が存在するシナリオにおいて、またはブロック 200 が不規則な形状を有する場合、変更された質量重心を、流れのパラメータに関して考慮に入れる必要がある。

主要流れ方向(例えば「Z」)は矢印 206 により指示されている。

【0027】

図 3 は、流路 302 の幅に沿った方向で見たブロック 300 の図である。

ブロックは、顧客および/または担当当事者により定義されるシステム要件および/または製造上の実現可能性に起因して変動してよく、所要の熱効率、目詰まりまでの時間、製造可能性、コスト、空間-制約条件などに応じて変動し得る。

ブロック 300 は、図 2 に関連して上述した X および Y と一貫性ある幅を有する。

ブロック 300 は同様に、流路 302 を包囲する周囲壁 304 を有してよく、かつ流路 302 が画定する内部壁厚み以上の厚みを有してよい。

ブロック 300 は正方形の形状を有するものとして描かれているが、丸形、長円形、六角形、八角形、くさび状、矩形、平行四辺形などを含めた(ただしこれらに限定されない)任意の適切な形状を有してよい。

ブロック 300 は同様に、流路 302 の一部分を流体結合するためブロック 300 の外部または内部上にスリット 306 および/または溝 307 を有していてもよい。

スリット 306 は、およそ 0.25 ミリメートル(mm)の最小幅と 0.1 mm の最小深さを有してよい。

スリット 306 に推奨される寸法は、流路 302 間の流体連通を適正に可能にするためにおおよそ幅 0.5 mm 未満、長さ 50 mm 未満、あるいは他の任意の適切なサイズである。

スリット 306 および/または溝 307 の幅は、スリット 306 間の適切な流体流を可能にするため、内部壁のおおよそ 3 分の 1 以上であってよい。

これらの寸法は、ツールおよび流体動態分析の結果である。

水力直径がおおよそ内部壁厚みである実施例においては比較的高い圧力が通常の経路を通過して流れを駆動し得るが、通常の経路を通した流れが塞がれた場合には、流れは、スリット 306 内そして流路 302 間を流動し得る。

付加的に、または代替的に、流路 302 に対しケイ素耐性コーティング(例えばパラフィンなど)を塗布して、さらに目詰まりに抵抗してもよい。

【0028】

図 4 は、方向 402 および方向 404 でオフセットされている一方で、Z 方向(負の内側へ向かう方向)で一貫した質量および流量分布を有するブロック 400 の図である。

これらのオフセットは、方向 402、404 において異なる有効幅を有するブロック 400 に対応する。

ブロックの変動は、耐火性流路の質量内部の任意の点に存在する可能性があり、かつスプライン、直線および/または曲線を含めた任意の形状を有し得る、という点に留意されたい。

ブロック形状の幾何学的変動および不規則性を、以下に記載する実施例を用いて説明することができる。

【0029】

10

20

30

40

50

図5は、不規則な形状のブロック502および504を描いており、有効ブロック高さを例示している。

矢印506は、流体流の方向を示す。

ブロック502、504のそれぞれについての有効ブロック高さ508、510は、丸味ある輪郭512および切欠き514などの不規則性をいかに考慮することができるかを示している。

図4に関連して以上で言及した通り、ブロックの変動は、耐火物質の質量内部の任意の点に存在してよく、スプライン、直線および/または曲線の任意の組合せにより表現できる任意の形状を有してよい。

【0030】

図6は、比較用の基準値として使用される4辺多角形を表わす流路602を含むブロック600の拡大断面図である。

寸法604は、水力直径(例えば「D_h」)を示す。

よどみ線606は、隣接する流路または流れの中によどみ点(単複)をひき起こす他のフィーチャの輪郭を描き、流路602の幾何形状に応じて変化する。

よどみ面積608は、よどみ線606と水力流610との間のゾーンであり、これは、主要流れ面積を表わし、流体が流路602の表面と接触している場所の境界によって影響されない。

【0031】

図7は、一般に正方形流路と呼ばれ実質的に正方形の形状を有する(すなわち、「X」により表わされる寸法704は「Y」により表わされる寸法706に実質的に等しい)、ブロック702内の4辺多角形流路700の拡大断面図である。

寸法708は、流路700により画定される内部壁の厚みを表わし、寸法710は、ブロック702の外部壁の厚みを表わす。

【0032】

図8は、六角形流路802を含むブロック800の拡大断面図である。

水力流804は、流路802を通過する比較的低い平均速度を表わす。

比較的低い平均速度は、 $300 \text{ SCFM} / \text{ft}^2$ または $5100 \text{ Nm}^3 / \text{hr m}^2$ に匹敵する平均速度である。

方程式4を通して求められる、可能な流れに関係するその周囲までの水力直径であるD_hについては、以下で図23に関連して説明する。

この計算は、毎秒0.1メートル(m/s)~100(m/s)の間の流路速度に適用可能である。

水力流806は、不規則な流路808の中で示されている。

不規則な流路808は、外縁部810近くの縁効果の結果として得られる場合がある。

これらの縁効果/不規則性は、外縁部810において恒常な壁厚を維持するため(すなわち別の不規則な流路812内で図示されている通りの)意図された設計あるいは製造プロセス(例えば押し出し加工またはスタンピングなど)の結果としてもたらされるかもしれない。

【0033】

図9は、六角形流路902を伴うブロック900の拡大断面図である。

よどみ線904は、2つ以上の流れゾーン間の平均値を線引きしている。

よどみ面積906は、流路902の合計占有面積から離れた動流また水力流ゾーンを差し引くことによって決定される。

図23および24に関連して以下でさらに詳述する計算のためには、流路内部壁厚み908は、流路流との関係において適切に重みづけされた内部壁910の全ての厚みの平均値である。

同様にして、外部壁厚み912は、ブロック縁部流との関係において適切に重みづけされた外部壁914全ての平均値である。

図8および9に関連して絵を用いて示したパラメータは、図23および24に関連して

10

20

30

40

50

記述した計算に対し適用可能である。

【 0 0 3 4 】

図 1 0 A は、丸形流路 1 0 0 2 を伴うブロック 1 0 0 0 の拡大断面図である。

丸形流路 1 0 0 2 の水力流面積 1 0 0 4 は、定義上、丸形流路 1 0 0 2 各々の面積と等価である。

丸形流路 1 0 0 2 は、図 8 に関連して上述した縁効果のため、不規則な流路 1 0 0 6 によって取り囲まれていてよい。

【 0 0 3 5 】

図 1 0 B は、本開示の教示に係る丸形流路 1 0 1 2 を伴うブロック 1 0 1 0 の拡大断面図である。

中央丸形流路 1 0 1 4 は、セル状パターンで 6 本の周囲流路 1 0 1 6 によって取り囲まれている。

周囲ブロック 1 0 1 6 は、中心流路 1 0 1 4 まで実質的に等距離のところであってよい。

周囲ブロック 1 0 1 6 は、実質的に等角配置で示されているものの、必ずしも等角配置で配置されない場合がある。

6 本の他の流路 1 0 1 6 により中央流路 1 0 1 4 を取り囲むことによって、以下で図 2 4 に関連してさらに詳述する通り、結果として最大の熱効率が得られるかもしれない。

ブロック 1 0 1 0 は同様に、その外部または内部に切欠き 1 0 1 8 を、そして / またはブロック 1 0 1 0 の周近くに不規則な流路 1 0 2 0 を含んでいてよい。

流路 1 0 1 2 の配置パターンは、周囲流路 1 0 1 6 により取り囲まれた中央流路 1 0 1 4 のサブパターンを含む場合がある。

中央流路 1 0 1 4 の各々は、中央流路 1 0 1 4 の周囲に変動する（例えば実質的に非恒常な）内部壁厚みを有していてよい。

【 0 0 3 6 】

図 1 1 は、システム 1 0 0 の代表的ゾーン定義を表わす酸化システム 1 0 0 の別の図である。

この実施例において、タワー 1 1 0 0 および 1 1 0 1 は、図 1 2 および 1 3 に関連して示されているようには機能を交番しない。

入口ゾーン 1 1 0 2 は、流入する廃棄流体（例えば生廃ガスまたはストリーム）がシステム 1 0 0 内に入る場所である。

部分 1 1 0 4（例えば「ゾーン 1」）は、廃棄流体をブロックまたは媒質床の面を通して導く。

部分 1 1 0 6（例えば「ゾーン 2」）が、部分 1 1 0 4 と部分 1 1 0 8（例えば「ゾーン 3」）の間に存在し、廃棄流体は単に部分 1 1 0 6 内を通過する。

部分 1 1 0 8 は、廃棄流体を燃焼ゾーン 1 1 1 0 内に排出する。

燃焼ゾーン 1 1 1 0 は、一次酸化ゾーンである。

部分 1 1 1 2（例えば「ゾーン 4」）は、燃焼ゾーン 1 1 1 0 から酸化済みの流れを受け入れる。

部分 1 1 1 4（例えば「ゾーン 5」）は、部分 1 1 1 2 と部分 1 1 1 6（例えば「ゾーン 6」）の間に存在する。

部分 1 1 1 6 は、排出面 1 1 1 8 を通って酸化済み流体を導く。

出口ゾーン 1 1 2 0 が、酸化済み流体をシステム 1 0 0 から離れるように導く。

入口 1 1 0 2 のフィーチャおよび設計は、プロセスにより左右され、システムの要件に左右される場合もある。

部分 1 1 0 4、1 1 0 6、1 1 0 8、1 1 1 2、1 1 1 4、1 1 1 6 は、高さとの関係におけるそのそれぞれの温度勾配（すなわち T/Z ）によってその輪郭が決定されている。

以下で図 2 4 に関連して記述する基本方程式からわかるように、勾配は、燃料ゾーン 1 1 1 0 および入口ゾーン 1 1 0 2 または出口ゾーン 1 1 2 0 との関係において変動する。

10

20

30

40

50

ここで記述するゾーンは変動してよいが、複数の部分全体を通して発生する根本的な条件は、特定のシステム内で提示される変数との関係において一貫性のあるものととどまる。

さらに、システム100は同様に、流れを異なる部分間および異なるタワー間で誘導するバルブを有してよい。

【0037】

図12は、時間に応じて入口であることと出口であることの間で循環する（例えば交番する）流れ切換えタワー1202、1204を表わす、酸化システム1200の図である。

この交番により、流体は、先行サイクルでチャンバ1206から退出する加熱された流体により現在の入口（例えば先行サイクルでの出口）に対し加えられた熱を利用することによって、流体は燃焼チャンバ1206内に入る前に予熱される。

この移行は、周期的に発生してもよいし、または一定の条件（例えば所望されるDRE、環境または酸化システム1200の温度条件など）によって左右されてもよく、かつ機械的に切換わるバルブを通して発生してよい。

バルブ移行は、同様に、任意の他の機械的装置または電気的および機械的装置の任意の適切な組合せを通して発生してもよい。

このバルブ移行中、DRE内でスパイクが発生する可能性がある。

DREに起因する「死」容積は、移行周期中休止状態の体積である。

【0038】

図13は、入口として交番する（例えば移行する）切換えタワー1302、1304を伴う酸化システム1300の図である。

この実施例において、タワー1306は、出口タワーであり続けている。

酸化システム1200と同様、切換えタワー1302、1304の間のこの移行は、周期的に発生しても、あるいは一定の条件（例えば所望されるDRE、環境または酸化システム1300の温度条件など）に左右されてもよく、かつ機械的に切換わるバルブを通して発生してもよい。

バルブ移行は、同様に、任意の他の機械的装置または電気的および機械的装置の任意の組合せを通して発生してもよい。

酸化システム1200と同様、バルブ移行中に、DRE内でスパイクが発生する可能性がある。

切換えタワー1302、1304に付随していないタワー1306は、酸化済み気体を出口ストリーム1308に排出する。

【0039】

図14は、時間との関係における一般的粒子形成を表わすグラフである。

滞留チャンバ内の時間が延長するにつれて、粒度は増大する。

さまざまな研究および理論的方程式を通して、温度を低下させること、圧力を低下させることおよび/または滞留時間を短縮させることによって、粒子形成を阻害できるということを実証することができる。

【0040】

図15は、101.3Paの圧力および500の温度でのQuantum Rice-Ramsperger-Kassel（「QRRK」）理論を用いた時間との関係における分子の組成を表わすグラフである。

【0041】

図16は、粒子形成の第2の状態、すなわち粒子成長のケイ素形成を表わすグラフである。

図14および15に関連して以上で獲得した決定とこのグラフを組み合わせると、ケイ素粒子は毎秒およそ10ナノメートル（nm/s）の速度で成長し得る。

【0042】

図17は、よどみ点1702を伴うブロック1701の流路1700の拡大断面図であ

10

20

30

40

50

る。

これらの点 1702 は、流入流と交差し、ここで成長粒子濃度は最高である。

【0043】

図 18 は、流路 1802 を含むブロック 1800 の拡大断面図である。

よどみまでの長さ 1804 は、流れ面積 1806 からよどみ線 1808 までの距離として定義される。

【0044】

図 19 は、辺長さ 1902 (例えば「b」)、中心までの距離 1903 (例えば「h」) および内部壁の厚み 1904 (例えば「t」) を伴う六角形構造の流路 1900 の拡大断面図である。

10

【0045】

図 20 は、ブロック 2000 の入口および / または出口壁における正方形流路 2002 を取り囲む壁 2001 に対する考えられる修正を例示するブロック 2000 の図を表わす。

二次的製造作業を用いて、粒子成長に抵抗する (例えば初期粒子成長を減少させる) ために実質的に鋭い (例えばナイフ様の) テーパーの付いた縁部 2004 を形成することができる。

ブロック 2000 は、正方形の流路幾何形状を有するものとして描かれているものの、鋭いテーパー付き縁部 2004 を伴う他の適切な任意の幾何形状を使用してもよい。

付加的にまたは代替的には、実質的に鋭いテーパー付き縁部 2004 を単一のステップで (例えばスタンピングプロセス中など) ブロック 2000 内に製造することが可能である。

20

【0046】

図 21 は、幅 (X および Y) 150 mm の例示的ブロック 2101 (図示せず) 内に見出される生産能力ある設計パラメータを示す表 2100 である。

欄 2102 は流路の幾何形状を表わす。

欄 2104 は、ブロック 2101 の内部壁厚みを表わす。

欄 2106 は、ブロック 1201 の外部壁厚みを表わし、欄 2108 は、欄 2102 内に示された流路の形状に基づきブロック 2101 の内部に設置され得る流路の数を表わす。

30

正方形の流路構造は、結果として、ブロック 2101 内に設置される流路の数を最小限にする。

【0047】

図 22 は、図 21 のブロック 2101 のシステム性能についての結果として得られたブロックデータを表わす表である。

欄 2202 は、流路幾何形状を表わす。

欄 2204 は対応する流れ面積を表わし、欄 2206 は、対応する幾何形状の死面積 (すなわちブロック 2101 内の全ての開口部の合計断面積) を表わし、欄 2208 は、熱有効性断面積 (すなわち熱伝達のための有効面積を結果としてもたらす効率効果を考慮に入れた欄 2206 の合計断面積の一部) を表わす。

40

図 23 に関連して以下で論述する方程式 12 と表 2200 の結果を組み合わせると、六角形および円形構造の圧力降下は、正方形構造よりも相対的に低いものである。

したがって、正方形流路幾何形状の DRE は、六角形または円形幾何形状の DRE よりも大きい。

【0048】

耐目詰まり性および熱効率の両方について関連するパラメータ値を計算するための代表的な例示的機械可読命令の流れ図が、図 23 および 24 中に示されている。

各例において、機械可読命令は、図 25 に関連して以下で論述する例示のプロセッサプラットフォーム 2500 内に示されたプロセッサ 2512 などのプロセッサによる実行のためのプログラムを含んでいる。

50

プログラムは、CD-ROM、フロッピーディスク、ハードドライブ、デジタル多用途ディスク(DVD)、ブルーレイディスクまたはプロセッサ2512に付随するメモリなどの有形コンピュータ可読記憶媒体上に記憶されたソフトウェア内で実施されてよいが、プログラム全体および/またはその一部は代替的には、プロセッサ2512以下のデバイスによって実行され得、かつ/またはファームウェアまたは専用ハードウェア内で実施可能である。

さらに、例示的プログラムは図23または24中に例示された流れ図を参照して説明されているものの、代替的には計算を実装する他の多くの方法を使用することができる。

例えば、ブロックの実行順を変更してもよいし、かつ/または記述されているブロックの一部を変更、削除または組み合わせてもよい。

【0049】

以上で言及した通り、図23および24の例示的プロセスは、有形のコンピュータ可読記憶媒体、例えばハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、読取り専用メモリ(ROM)、コンパクトディスク(CD)、デジタル多用途ディスク(DVD)、キャッシュ、ランダムアクセスメモリ(RAM)および/または任意の持続時間にわたり(例えば延長時間周期用、永久、短インスタンス用、一時的バッファ用および/または情報のキャッシュ用)情報を記憶する他の任意の記憶デバイスまたは記憶ディスク上に記憶されたコード化された命令(例えばコンピュータおよび/または機械可読命令)を用いて実装されてよい。

本明細書で使用する有形コンピュータ可読記憶媒体という用語は、あらゆるタイプのコンピュータ可読記憶デバイスおよび/または記憶ディスクを含み、伝搬信号および伝送媒体を除外するものとして、明示的に定義される。

本明細書で使用する「有形コンピュータ可読記憶媒体」および「有形機械可読記憶媒体」は、互換的に使用されている。

付加的にまたは代替的に、図23および24の例示的プロセスは、非一過性のコンピュータおよび/または機械可読媒体、例えばハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、読取り専用メモリ、コンパクトディスク、デジタル多用途ディスク(DVD)、キャッシュ、ランダムアクセスメモリおよび/または任意の持続時間にわたり(例えば延長時間周期用、永久、短インスタンス用、一時的バッファ用および/または情報のキャッシュ用)情報を記憶する他の任意の記憶デバイスまたは記憶ディスク上に記憶されたコード化された命令(例えばコンピュータおよび/または機械可読命令)を用いて実装されてよい。

本明細書で使用する非一過性コンピュータ可読媒体という用語は、あらゆるタイプのコンピュータ可読記憶デバイスおよび/または記憶ディスクを含み、伝搬信号および伝送媒体を除外するものとして、明示的に定義される。

本明細書中で使用される通り、クレームの前段中の移行用語として「少なくとも」という成句が使用される場合、それは、「~を含む(comprising)」という用語に制約がないのと同様の形で無制限である。

【0050】

図23は、耐目詰まり性について関連するパラメータ値を計算するために実装し得る例示的プロセスを表わす流れ図である。

この分析の始めにおいて、耐目詰まり性はこの実施例の主要な関心事である(ブロック2300)。

しかしながら、耐目詰まり性を増大させることは、図24に関連して説明されている熱効率を増大させるための方法を必ずしも排除するものではない(すなわち、両方の例示的プロセス内で提供されている分析によりもたらされる結果の中に重複が存在する可能性がある)。

耐目詰まり性の最終目的は、流れのよどみおよび差圧の2次的要件と一致する。

この分析中の第1のステップには、システムの定義づけおよび関連する方程式の識別が関与する(ブロック2302)。

この実施例において、ケイ素を多く含む汚染物質流が燃焼チャンバ内部で酸化し、二酸

10

20

30

40

50

化ケイ素 SiO_2 を沈殿させる。

チャンバを通しての平均流速は 1.5 m/s である。

ケイ素質量流量は、毎時 0.1 kg/hr であるか、または毎立方メートルパーアワーあたり $0.9 \text{ kg/m}^3\text{hr}$ のチャンバ濃度を含む。

共振時間は、 850 の温度で 1.5 秒である。

【0051】

第2ストリームには、粒子形成の計算が関与する（ブロック2304）。

エアロゾル力学によって定義される理論的粒子形成を用いることにより、システムを閉塞させる/目詰まりさせるまでの時間を推定するための基礎が得られる。

目詰まりを起こすまでの時間を決定する上で、よどみ面積およびよどみ点の数が極めて重要である。

予め定義されたシステムパラメータ内で性能を発揮する流路構造を発見するために、方程式8、9および11を使用することができる。

これらの計算は、実質的に薄い壁および比較的高い流れ面積が粒子の成長を妨げることを実証している。

これは主として、流れの中に存在する熱動荷重に起因する。

一部の実施例では、内部壁の厚みはおよそ 0.5 mm に制限されてよい。

この値を限定因子として仮定すると、特定のシステムに関して外部壁および水力直径を定義することができ、さらに、粒子成長が温度に関連づけされる。

以上で規定したシステム要件の範囲内で、 30% の温度削減は、粒度の 10% 減少に対応し、これはシステムの目詰まりに耐えるのに十分なものであり得る。

六角形または円形の流路構造は、流体をより速く冷却でき、こうしてその耐目詰まり性は増大する。

改良された設計のブロックについては、図11の部分1108、1112（例えばゾーン3&4）の最初の 300 mm の内部で、温度の 30% 低減が発生するはずである。

【0052】

方程式1は、一般にシステムの効率または有効性と呼ばれる。

T_{Comb} は、燃焼チャンバの温度である。

T_{Inlet} は、酸化機への入口における温度である。

T_{Outlet} は、酸化機の出口における温度である。

【0053】

【数1】

$$\varepsilon = \frac{E_{\text{Out}}}{E_{\text{In}}} = \frac{T_{\text{Comb}} - T_{\text{Outlet}}}{T_{\text{Comb}} - T_{\text{Inlet}}} \quad (1)$$

【0054】

【化 1】

方程式 2 は、システムが公称状態で作動することができない状態における目詰まりの理論的開始である。

流れは、流れがその公称設計流れの 50～100%未満である場合に詰まったものとみなされる。

すなわち方程式 2 は、50%の詰まり因子を有する。

Q_{Nominal} は、公称設計流れである。

\dot{m} は質量流率である。

ρ は平均ストリーム密度である。

10

【0055】

【数 2】

$$\text{Choke/Plug} \equiv Q_{\text{Nominal}} < \frac{Q_{\text{Nominal}}}{2} \quad (2)$$

【0056】

【化 2】

$$Q_{\text{Nominal}} = \dot{m} \rho U_{\text{Ave}}$$

20

【0057】

方程式 3 については、

U_{Ave} は、平均ストリーム速度であり、

ここで N_{Cells} は、流路の数である。

【0058】

【数 3】

$$U_{\text{Ave}} = \frac{Q_{\text{Nominal}}}{N_{\text{Cells}} \frac{\pi D_h^2}{4}} \quad (3)$$

30

【0059】

方程式 4 は、水力直径 D_h を計算する。

水力直径は、多くの場合、水力直径との関係におけるレイノルズ数であるレイノルズ - D_h が計算されるパイプまたはダクト流に関連して使用される。

その幾何学的等量は、管または円形断面を通した流量に基づく。

$Area_{\text{cross-section}}$ は、断面開放面積である。

$Perimeter_{\text{wetted}}$ は、流れに曝露された流路の周である。

40

【0060】

【数 4】

$$D_h = \frac{4(Area_{\text{cross-section}})}{Perimeter_{\text{wetted}}} \approx \bar{D}_h = \sqrt{\frac{4(Area_{\text{flow}})}{\pi}} \quad (4)$$

50

【 0 0 6 1 】

方程式 5 は、粒子拡散率の基本形態を表わし、ここで
 E_a [J / m o l] は、活性化エネルギーであり、
 P は圧力 [P a] であり、
 V_a [c m³ / m o l] は、拡散のための活性化体積である。
 指数関数は、この方程式に見られるように、圧力と温度によって左右される。

【 0 0 6 2 】

【 数 5 】

$$D_f = D_o e^{\frac{-E_a - PV_a}{kT}} \quad (5)$$

10

【 0 0 6 3 】

方程式 6 に、原子スケール上の基本的合体形態を表わし、式中、
 v_p は粒子体積、
 σ は表面張力、
 D_f は固体拡散率、
 v_o は拡散種の体積である。

【 0 0 6 4 】

【 数 6 】

$$\tau_c = \frac{3kTv_p}{64\pi D_f \sigma v_o} \quad (6)$$

20

【 0 0 6 5 】

方程式 7 は、ラプラスの方程式からナノ粒子が経験すると考えられる圧力差を表わす。
 σ は表面張力、
 d_p は粒径、
 P_i は粒子の内部圧力、そして
 P_a は粒子の周囲圧力である。

【 0 0 6 6 】

【 数 7 】

$$P_i - P_a = \frac{4\sigma}{d_p} \quad (7)$$

30

【 0 0 6 7 】

方程式 5、6 および 7 を組み合わせることで、合体時間の一般的形態が得られる。
 方程式 8 は、粒子成長 / 形成についての基礎である。
 d_p は粒径 [m] である。
 k_o は、酸素と整理食塩水モル比 [J / m o l K] である。
 T_o は大気温 [K] である。
 D_o は、エアロゾル拡散率定数面積 [c m³ / s] である。
 v_o は、酸素に基づく体積 [c m³] である。
 v_a は、酸素アニオンの体積 [c m³] である。
 σ は表面張力 [J / m²] である。
 E_a は活性化エネルギー [J / m o l e c u l e] である。

40

50

V_a は、モル体積 [cm^3 / mol] である。

P_a は大気圧である。

および k_o については、発生している反応との関係における活性化エネルギー、ならびに供給源に応じて、さまざまな値が存在する。

この実施例における分析から、 0.03 nm の粒度についての合体時間は、 1.5 秒であり、これは、システムのサイクル時間内では、粒子が、 0.03 nm の平均直径ストリーム中で形成し得ることを意味している。

このデータは、典型的酸化機が、粒子成長を伝播するのに十分な共振時間を有することを示唆している。

粒子は、合体後、指数関数的に成長する。

合体点は、図 17 に見られるよどみ点と相関する。

よどみ面積または動的な外力を考慮に入れることなく、Q R R K 理論と線形補間を組み合わせることにより、 $t_i = 0.5$ 秒、 $t_f = 1.5$ 秒で、 1.9 mm の平均幅を有する流路は、目詰まりを起こすのにおよそ 1 日かかる。

【 0 0 6 8 】

【 数 8 】

$$\tau_c = \frac{d_p^3 k_o T}{128 D_o \lambda \sigma v_o} e^{\left[\frac{E_a + V_a \left(P_a + \frac{4\sigma}{d_p} \right)}{k_o T} \right]} \quad (8)$$

10

20

【 0 0 6 9 】

方程式 9 は、よどみ面積 A_{stag} を表わし、この面積は、流路 / 構造が占有する合計面積 A_{Total} および流路を通して移動する流れの面積 A_{Hyd} と直接関係づけされる。

【 0 0 7 0 】

【 数 9 】

$$A_{\text{stag}} = A_{\text{Total}} - A_{\text{Hyd}} \quad (9)$$

30

【 0 0 7 1 】

方程式 10 は、水力流の縁部からよどみ線までの平均長さを表わす。

この値は、異なる設計に伴って変動する。

数学的配置の最適化によって、6 辺に接触する円の配置が選好される。

この配置は、6 つの接点を有する円形構造に対応する。

【 0 0 7 2 】

【 数 10 】

$$\bar{L}_{\text{stag}} = \frac{1}{b-a} \int_a^b y(x) dx \quad (10)$$

40

【 0 0 7 3 】

第 3 のステップには、目詰まり時間の計算が関与する (ブロック 2 3 0 6) 。

方程式 11 は、1 つのシステムについての目詰まり時間を推定するための 1 つの形態を表わす。

は、目詰まりに至るまでの先行データをマッピングするためのシステム相関係数であ

50

る。

P_{stag} は、よどみ点の値である。

ρ_{air} は空気の密度である。

μ は空気の動的粘度である。

V は、燃焼床速度である。

t_r は、滞留時間である。

ρ_{si} は、チャンバ内のケイ素の密度である。

この方程式が有効であるためには、 A_{stag} は $A_{hydraulic}$ よりも小さくなくてはならない。

よどみ面積 A_{stag} は、1本の流路についての流れ面積よりも小さい。

10

【0074】

【数11】

$$\bar{t}_{plug} = \kappa \frac{\pi D_h^2}{4 A_{stag}} \left(\frac{\rho_{Air} V^2}{\mu} \right) e^{\frac{-100 t_r^2 \rho_{Si}}{\kappa P_{stag} \rho_{Air}}} \quad (11)$$

【0075】

$k = 3.0 s^{-2}$ 、 $L(square(正方形)) = 0.48 mm$ 、 $L(hex(六角形)) = 0.34 mm$ 、 $L(cir(円形)) = 0.34 mm$ 、 $A_{stag}(square) = 3.15 mm^2$ 、 $A_{stag}(hex) = 2.73 mm^2$ 、 $A_{stag}(cir) = 2.73 mm^2$ 、 $Dh = 2.9 mm$ 、内部壁厚み = $0.5 mm$ 、 $P_{stag}(square) = 4$ 、 $P_{stag}(hex) = 6$ 、 $P_{stag}(circular\ scenario(円形シナリオ)1) = 8$ 、 $P_{stag}(circular\ scenario(円形シナリオ)2) = 5$ 、動的係数 (Pv^2/m) = $0.221 \cdot 10^6 / s$ で、円についての $L_{ave} = 0.358 mm$ 、他のものについての $L_{ave} = 0.5 mm$ である実施例の場合、正方形構造の目詰まりまでの時間は、5.2 カ月である。

20

六角形構造、円形シナリオ1および円形シナリオ2についての目詰まりまでの時間は、それぞれ6.0、6.1および5.98 カ月である。

30

【0076】

八角形構造は、六角形構造よりも長い時間、目詰まりに耐えることができ、同様にストリームに対する増大した熱伝達を有することもできる。

八角形構造の製造コストは、六角形ブロックよりも高い可能性がある。

しかしながら、八角形ブロックは、それでも好ましい構造であり得る。

円形シナリオ2で見られる通り、無限条項 (*infinity clause*) と呼ばれる因子が円形構造を六角形構造よりも早く故障させるかもしれない。

多角形の辺がほぼ内部壁厚みである場合には、無限条項は、汚染物質濃度がシステムの許容レベルを上回っている場合に適応される。

この条件は、各々が指数関数的成長速度を有する無限数の点における粒子成長を促進すると考えられる。

40

【0077】

方程式11は、正方形構造が六角形または円形構造よりも相対的に早く目詰まりするかもしれないことを例示している。

一部の円形構造は、円の周囲と流れの境界層との間に無限の結合セットが存在するため、六角形構造に比べて相対的に短い時間で閉塞するかもしれない。

動荷重が充分であり、無限条項が範囲外である場合、シナリオ1における円形構造は、最長の時間にわたり目詰まりしない状態にとどまる。

ブロック2308、2310、2312、2314は、方程式11の係数の解を反復的に求めるべき方法を示している。

50

【 0 0 7 8 】

第 4 のステップには、二次パラメータの計算が関与する（ブロック 2 3 1 6）。

二次パラメータには、熱対流、流れよどみ、圧力差および / または破壊除去効率（D R E）が含まれる。

方程式 1 0 由来のよどみ長または面積が過度に大きい場合、二次パラメータの一部または全てが、より不利な値を有する可能性がある。

L_{stag} が初期粒度に近ければ近いほど、システムが目詰まりなく性能を発揮する時間は長くなる。

内部壁厚みを削減すると、圧力差およびよどみ面積は減少する。

ブロックを製造するためのプロセスツールおよび製造プロセスが正しく設計されている場合、D R E も同様に削減される。

平均よどみ長は、内部壁厚みに関係づけられ得、一方内部壁厚みは水力直径に関係づけられ得る。

内部壁と水力直径の間の比率は、システムの圧力損失に影響を及ぼす。

【 0 0 7 9 】

圧力差は、ベルヌーイ方程式 1 2 を用いて計算されてよい。

圧力損失と熱伝導率の間の平衡は、一部には方程式 2 4 を用いて実現可能である。

【 0 0 8 0 】

【 数 1 2 】

$$\frac{\partial \psi}{\partial t} + \frac{u^2}{2} + \frac{P}{\rho} + gz = f(t) \quad (12)$$

【 0 0 8 1 】

現行の生産技術を利用すると、例示的設計パラメータは、図 2 2 の表 2 2 0 0 上に表示されたものと類似したものになる。

これらの実施例設計パラメータは、図 2 2 の表 2 2 0 0 中に示された値を生成する。

図 2 2 の表 2 2 0 0 中に見られるように、定常状態で方程式 1 2 を利用することにより、流れ面積が比較的大きいことを理由として、好ましい設計のいずれかにおいてであれ、図 6 の基準例との関係において圧力降下は削減されると考えられる。

類似のシステム効率を同等とみなすと、D R E も同様に、六角形または円形構造でより小さくなる。

【 0 0 8 2 】

図 2、5 および 1 9 に関連して示され説明されているものなど（ただしこれらに限定されない）の他の構造的修正を用いて、耐目詰まり性を改善してもよい。

以下で言及した通り、方程式 1 1 中のカップー因子は、反復によって求められる（ブロック 2 3 0 8 ~ 2 3 1 4）。

この因子は、システムに依存し、システムプロセス変数、例えば温度、圧力、微粒子濃度および他の変数との関係において変動する。

【 0 0 8 3 】

係数、比率および構造的設計は、システムパラメータおよび / または現行の生産能力によって左右される。

考慮すべき 1 つの追加の因子は、製造コストである。

材料およびダイコストなどが、別の構造タイプに比べ 1 つの構造タイプに利する可能性がある。

これらの因子を考慮に入れると、六角形構造が好ましい設計であるかもしれない。

したがって、複数の流路構造は、外観が六角形であると考えられる。

この実施例におけるブロック構造は、耐目詰まり性を満たし、D R E および圧力降下の両方を削減する。

10

20

30

40

50

ひとたびこれらの因子および結果が決定されたならば、新しいパラメータおよび/または変数で別の分析に着手すべきか否かを決定してよい(ブロック2318)。

【0084】

図24は、改良された熱効率という最終目標のための関連する値を計算するために実装され得る別の例示的プロセスを表わす別の流れ図である(ブロック2400)。

システム効率が、この実施例の主要な最終目的またはシステム要件である。

図23で言及した通り、この分析の最終目標および結果は、必ずしも耐目詰まり性の最終目標を排除するわけではない(例えば、両方の分析共、結果の重複を有する場合がある)。

【0085】

システム複雑性の二分法は、方程式5によって例証される。

システムの効率を改善させるためには、システムの合計エネルギー E_{in} を最小化する一方で、エネルギーアウト E_{out} を最大にしなければならない。

いずれの場合でも、媒体から空気ストリームへの熱伝達は、極めて重要である。

例えば、媒体と空気ストリームの間でいかなる熱も伝達されなかった場合、バーナーが、所望の温度までストリームを加熱するべく補償しなければならなくなる。

したがって、ストリームに出入りするエネルギーを最大にすることで、バーナーの使用をより少なくし、ひいてはシステム効率を増大させることができる。

これらの考慮事項に基づいて、最初に、1組の方程式を定義しなければならない(ブロック2402)。

【0086】

方程式13は、ブロックへおよびブロックから伝達されるエネルギーを含む空気ストリームの内部に含まれたエネルギーを表わす。

【0087】

【数13】

$$\bar{q}_{Air} = \dot{m}_{Air} C_p (T_{Air} - T_{\infty}) \quad (13)$$

【0088】

方程式14は、1つのブロック内のエネルギーを表わす。

ブロックの温度が空気の温度に達した時点で、いかなるエネルギーも伝達されないという点に留意されたい。

900 前後の高温燃焼ゾーンが、約 2 W/mK の公称熱伝導率および60秒のサイクル時間でブロックの上部750mmに影響を及ぼす。

このことは、ストリームが利用可能な熱が、ブロックの上部600mm内のチャンバ温度との関係において比較的一貫性あるものであることを暗に意味している。

【0089】

【数14】

$$\bar{q}_{Block} = k_{Block} L (T_{Air} - T_{Block}) \quad (14)$$

【0090】

方程式15は、ブロックへまたはブロックからの熱伝達を表わす。

ブロックへまたはブロックからの平均的エネルギー伝達は、平均熱対流係数、「接触」表面積、ブロック温度および流体温度によって計算される。

接触表面積 A_{surf} は、実際の濡れ表面積である。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

【 数 1 5 】

$$\bar{q}_{Trans} = h_{Ave} A_{Surf} (T_{Wall} - T_{Fluid}) \quad (15)$$

【 0 0 9 2 】

空気中へのエネルギーを最大化させることのできるシナリオが多く存在するものの、この実施例は、ブロックの質量に焦点をあてている。

10

この実施例は、60秒というサイクル時間と、平均厚み0.5mmの壁で2.9mmの D_h を考慮している。

この実施例については、床高さは1.2および1.5mである。

初期条件は、システムの動作条件についての平均値の定義づけを補助することができる。

。

ブロック設計は、システムおよび/または動作上の考慮事項に応じて調整されてよい。

この実施例は、正方形、六角形および円を含めた3つの流路形態を考慮する。

【 0 0 9 3 】

方程式16、すなわち過渡熱対流熱伝達方程式は、サイクル時間の増大につれて、供給源とより多くの熱がやり取りされて、その結果システム効率がより低くなるということを実証している(ブロック2404)。

20

この方程式を解くことが困難であることから、この実施例では、最適化のための単純化された近似が考慮される。

【 0 0 9 4 】

【 数 1 6 】

$$\nabla^2 T + \frac{\dot{q}}{k} = \frac{\rho c_p}{k} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (16)$$

30

【 0 0 9 5 】

【 化 3 】

次に、定常状態熱対流係数 \bar{h} を計算しなければならない(ブロック2406)。

方程式17は、典型的酸化システムについての、解くべき実際の対流熱伝達方程式を表わしている。

以下に記載の恒常な熱流束シナリオは、通常、恒常な熱源がバーナーである典型的な熱酸化機の中に存在していないという点に留意されたい。

しかしながら、この方程式は、さまざまな設計の単純化した比較において有用である。

40

【 0 0 9 6 】

【数 17】

$$\bar{h} = \frac{1}{4l\sqrt{1-\rho_{Cell}}} \left(1 - \frac{c_n c_w t}{l} + 2c_n n \sqrt{\frac{2k_{st}\sqrt{1-\rho_{Cell}}}{c_a N u k_{fl}}} \operatorname{Tanh} \left[\frac{c_H H}{2l} \sqrt{\frac{c_a N u k_{fl}}{2k_{st}\sqrt{1-\rho_{Cell}}}} \right] \right) \quad (17)$$

【0097】

平均熱対流係数は、 C_a 、 C_n 、 C_w 、 N 、 l 、および c_{cell} を含めた流路形態係数を含んでいる。

10

それは同様に、ヌセルト数 Nu および流体および固体の熱伝導率によっても左右される。

3つの流路形態についてこの方程式を解くことで、円形構造が最高の熱伝達を有することが実証される。

床高さは0.6m超であり、熱伝達はより大きいものであることから、ブロックは、ストリームとの間でより多くの熱を伝達する。

この熱伝達は出口温度を低下させ、それにより、全体的システム効率は増大する。

うまく配置された円形流路構造が同様により多くの質量を有する。

【0098】

20

次のステップには、流路についての濡れ面積および占有面積の計算が関与している。方程式18、19および20は、水力直径との関係における流路構造の濡れ面積を決定するための計算を表わす。この濡れ面積は、流路の表面積（すなわち合計開放面積）である。

【0099】

【数18】

$$A_{Wetted\ Square} = D_h^2 \quad (18)$$

30

【0100】

【数19】

$$A_{Wetted\ Hex} = \frac{\sqrt{3}}{2} D_h^2 \quad (19)$$

【0101】

【数20】

40

$$A_{Wetted\ Cir} = \frac{\pi}{4} D_h^2 \quad (20)$$

【0102】

方程式21、22および23は、水力直径との関係における流路構造が占有する面積を表わす（例えば流路の占有された面積）。

【0103】

【数 2 1】

$$A_{Occupied Square} = (D_h + t)^2 \quad (21)$$

【0 1 0 4】

【数 2 2】

$$A_{Occupied Hex} = \frac{\sqrt{3}}{2}(D_h + t)^2 \quad (22)$$

10

【0 1 0 5】

【数 2 3】

$$A_{Occupied Cir} = \frac{\sqrt{3}}{2}(D_h + t)^2 \quad (23)$$

20

【0 1 0 6】

円形流路構造のための高効率の配置は、6つの辺に接する配置であり、したがって、円形構造の占有面積は、六角形構造に実質的に類似している。

最適な配置でこれら方程式を使用すると、円形構造は正方形構造よりも質量が8.1%大きく、六角形構造よりも24.8%大きい。

しかしながら、これには、各幾何形状についての異なる流路数が考慮されていない。

どんな場合でも、円形流路構造は、最大の質量、最高の熱対流係数を有し、したがってうまく配置された円形構造が最大のシステム効率を有するかもしれない。

【0 1 0 7】

最適なブロック設計を生み出す上でのいくつかの注意点のうち、流路とその配向の間隔どりが最も重要なものの1つである。

時間依存型方程式は、ステップサイズ決定され、設計を比較するために、内部壁厚みと水力直径の間の比率を用いて比較分析を行なってもよい。

六角形と円の配向は類似しているが、平均壁厚は変動する。

0.5 mmという六角形構造上の平均内部壁厚みでこれらの方程式を使用すると、円形構造のための最適な最大厚みは0.385 mmである。

したがって、円形構造は、その性能を実質的に高めるためにおよそ0.38 ~ 0.39 mm離して間隔どりされなければならない。

しかしながらこれらの寸法は、現行の製造上の制限を考慮すると実装が困難であるかもしれない。

40

どんな場合でも、円形流路構造は、六角形配置と同じように相対的に配置されなければならない。

【0 1 0 8】

次のステップには、熱対流、流れよどみ、圧力差および/またはDREを含めた、二次的因子の決定が関与する(ブロック2412)。

方程式24は、性能係数、 I_{TP} を計算する。

【0 1 0 9】

【数 2 4】

$$I_{TP} = \frac{\nu \rho u}{k_s} \frac{h_{Ave}}{\Delta p} \quad (24)$$

【0 1 1 0】

これらの因子および結果がひとたび決定されたならば、新しいパラメータおよび/または変数で別の分析に着手すべきか否かを決定してよい(ブロック 2 4 1 4)。

【0 1 1 1】

動粘性率および他の流体特性は、熱対流および圧力降下に関係づけされる。

この無次元数量は、流体特性との関係において流路密度を最適化するために有用である。

h_{Ave} がより大きく、 p がより小さい場合、円形構造は、流路が適切に配置されたならば、最も有効に性能を発揮し得る。

【0 1 1 2】

空気の流体特性およびブロックの流体力学的特性を方程式 1 2 と共に使用して、正方形構造の場合に比べて六角形構造または円形構造の場合に、圧力降下が小さいことを示すことができる。

したがって、この実施例については、うまく装填された円形構造がシステムに最大の利益を提供すると考えられる。

外部壁厚みは、製造上の安定性のため、内部壁厚みよりも 2 ~ 3 倍大きくてよい。

好ましい外部壁厚みは、内部壁厚みと同一である。

【0 1 1 3】

この実施例について図 1 0 B に示されている好ましい構造の 1 つは、およそその最小内部壁厚みが 0 . 3 8 5 mm で、外部壁厚みがおよそ 2 . 0 mm である円形形態の構造である。

この幾何形状は、ブロックの高さを横断する圧力降下を削減しながら、熱伝達および質量を最大化する。

試験の結果から、1 . 5 m の六角形形状の流路ブロックが、類似の正方形の流路付きブロックに比べておよそ 1 % だけシステム効率を増大させることが推定された。

この方向性を継続すると、円形流路付きブロックは潜在的にシステム効率の 1 . 5 % 増加を得ることができる。

例えば、1 . 5 m の正方形流路構造のブロックを使用しながら、システムが 9 3 . 5 % のシステム効率で動作していた場合、円形流路付き構造は、9 5 % のシステム効率を達成することができ、これは 1 5 ~ 2 5 % の潜在的燃料節約を表わす可能性がある。

【0 1 1 4】

例示的な実証された比率および/または変数の各々を用いて、所望の効果または効果の組合せとの関係において設計を最適化することができる。

本明細書中に記載の実施例については、システム効率および/または目詰まりがシステムにとっての非常に重要な考慮事項である。

方程式 1 6 および図 1 1 を用いて実施されるシステム分析が、効率または他のシステム性能因子との関係において質量および空気流を関係づけることができる。

目詰まり分析は、汚染物質濃度に大きく左右され、効率は、流れがいかによりうまく利用されるかによって大きく左右される。

方程式 1 2 および 1 6 ならびにより効果効率が流量に対し 6 . 5 % の効果を有し得ることを明らかにする分析を利用すると、熱効率についての好ましい比率は $DH / t_{inner wall}$ 0 . 5 8 ~ 6 . 5 3 である。

熱効率のこの比率は、2 . 5 8 ~ 5 . 5 3 であることがさらに好ましく、特に好ましくは 3 . 5 8 ~ 4 . 8 3 である。

10

20

30

40

50

【0115】

耐目詰まり性にとって好ましい設計は、可能なかぎり薄い壁離隔距離および可能なかぎり高い D_h を有することである。

動作温度を低減することも同様に、目詰まりに抵抗する。

高いケイ素目詰まりを伴うシステムが、 $DH/t_{inner\ wall}$ 3.47 ~ 19.48の比率で、著しく優れた性能を発揮すると考えられる。

耐目詰まり性についてのこの比率は、6.47 ~ 16.48であることがさらに好ましく、特に好ましくは9.58 ~ 13.83である。

汚染物質の密度が増大するにつれて、水力直径も同様に増大する。

水力直径は t_{wall} よりもはるかに大きいことから、よどみ効果が高頻度で見られることは一切ない。

開放面積が比較的大きくなった場合、ブロックの熱的有效性は減少するかもしれない。

システム要件毎に必要とされる通りに、二次的システム要件が適用されてよい。

両方の比率の許容誤差範囲は、現行の製造技術および材料選択の結果として得られる。

【0116】

図25は、図23および24の命令を実行することのできる例示のプロセッサプラットフォーム2500のブロック図である。

プロセッサプラットフォーム2500は例えばサーバー、パーソナルコンピュータ、モバイルデバイス（携帯電話、スマートホン、タブレット例えばiPadTM）、パーソナルデジタルアシスタント（PDA）、インターネット家電、DVDプレーヤー、CDプレーヤー、デジタルビデオレコーダ、ブルーレイプレーヤー、ゲーム機、パーソナルビデオレコーダ、セットトップボックス、または任意のタイプのコンピュータデバイスであり得る。

【0117】

例示された実施例のプロセッサプラットフォーム2500には、プロセッサ2512が含まれている。

例示された実施例のプロセッサ2512はハードウェアである。

例えば、プロセッサ2512は、任意の所望されるファミリーまたはメーカーからの1つ以上の集積回路、論理回路、マイクロプロセッサまたはコントローラによって実装され得る。

【0118】

例示された実施例のプロセッサ2512は、ローカルメモリ2513（例えばキャッシュ）を含む。

例示された実施例のプロセッサ2512は、バス2518を介して、揮発性メモリ2514および不揮発性メモリ2516を含む主メモリと通信している。

揮発性メモリ2514は、同期ダイナミックランダムアクセスメモリ（SDRAM）、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）、RAMBUSダイナミックランダムアクセスメモリ（RDRAM）および/または任意の他のタイプのランダムアクセスメモリデバイスによって実装されてよい。

不揮発性メモリ2516は、フラッシュメモリおよび/または他の任意の所望のタイプのメモリデバイスによって実装されてよい。

主メモリ2514、2516に対するアクセスは、メモリコントローラによって制御される。

【0119】

例示された実施例のプロセッサプラットフォーム2500は同様に、インターフェース回路2520をも含んでいる。

インターフェース回路2520は、任意のタイプのインターフェース規格、例えばイーサネットインタフェース、ユニバーサルシリアルバス（USB）、および/またはPCIエクスプレスインタフェースによって実装されてよい。

【0120】

10

20

30

40

50

例示された実施例においては、1つ以上の入力デバイス2522が、インターフェース回路2520に対し接続されている。

入力デバイス(単複)2522は、ユーザーがデータおよびコマンドをプロセッサ2512内に入力できるようにする。

入力デバイス(単複)は、例えば、オーディオセンサー、マイクロホン、カメラ(スチールまたはビデオ)、キーボード、ボタン、マウス、タッチスクリーン、トラック-パッド、トラックボール、アイソポイントおよび/または音声認識システムによって実装され得る。

【0121】

1つ以上の出力デバイス2524が同様に、例示された実施例のインターフェース回路2520に接続されている。

出力デバイス2524は例えば、ディスプレイデバイス(例えば発光ダイオード(LED)、有機発光ダイオード(OLED)、液晶ディスプレイ、ブラウン管ディスプレイ(CRT)、タッチスクリーン、触覚出力デバイス、発光ダイオード(LED)、プリンターおよび/またはスピーカー)によって実装され得る。

例示された実施例のインターフェース回路2520は、こうして、典型的にグラフィクスドライバカードを含む。

【0122】

例示された実施例のインターフェース回路2520は同様に、通信デバイス例えば送信機、受信機、送受信機、モデムおよび/またはネットワークインターフェースカードを含み、ネットワーク2526(例えばイーサネット接続、デジタル加入者回線(DSL)、電話回線、同軸ケーブル、携帯電話システムなどを介して外部機械(例えば任意の種類の計算デバイス)とのデータ交換を容易にしている。

【0123】

例示された実施例のプロセッサプラットフォーム2500は、同様に、ソフトウェアおよび/またはデータを記憶するための1つ以上の大量記憶装置2528を含む。

このような大量記憶装置2528の例としては、フロッピディスクドライブ、ハードドライブディスク、コンパクトディスクドライブ、ブルーレイディスクドライブ、RAIDシステムおよびデジタル多用途ディスク(DVD)ドライブが含まれる。

【0124】

図23および24のコード化された命令2532は、大量記憶装置2528内、揮発性メモリ2514内、不揮発性メモリ2516内、および/またはCDまたはDVDなどの取外し可能な有形のコンピュータ可読記憶媒体上に記憶されてよい。

【0125】

図26は、図23および/または24の例示的プロセスを実行する図25の例示的プロセッサプラットフォーム2500の出力デバイス上に示された出力データを表現する表2600を示す。

出力表2600は、欄2602に多くの変動するDh/t比、あるいは任意の他の関連するパラメータを表示してよい。

欄2604は、各構成についての対応する熱効率を表現し得る。

欄2606は、計算上の目詰まりまでの時間などの別のパラメータを表示してよい。

別の欄2608は、ブロックの重量を表示してよい。

出力表2600は、ブロックパラメータの多数の結果を同時に表示してよい。

【0126】

表2600の出力データまたは出力パラメータを使用して、Dh/t比、熱効率、耐目詰まり性およびブロックの重量を含めた(ただしこれらに限定されない)因子を考慮に入れて1つの利用分野のための1つのブロックを作成することができる。

ひとたびこれらの因子が考慮されたならば、表2600、表2100および/または表2200の出力を使用して、対応する寸法を有するブロックを生成することができる。

10

20

30

40

50

一部の実施例では、所望の空気流、外法寸法、許容可能な直径寸法範囲などのさまざまな入力パラメータを受取った後、ブロックの生成が行われる。

一部の実施例においては、出力表 2600 から結果として得られる出力パラメータは、1つのアプリケーションの機能性のための適切な幾何学的寸法決定と共に押し出し加工機用のツールを作り出すために、(例えば入力パラメータと併せて)使用される。

詳細には、表 2600 からの出力パラメータ(例えば最適なパラメータセット)をコンピュータ数値制御(CNC)機械加工装置に提供して、ツールを作り出しかつ/またはブロックを機械加工してもよい。

他の実施例では、出力パラメータが、自動化されたプロセスを介して3Dプリンターに提供されて、ブロックまたはブロックを製造するための必要なツールを作り上げるために必要な工具および/または部品を構築する。

他の実施例では、出力パラメータは、ブロックおよび/またはブロックを製造するためのツールを構築するために、追加の製造用機械に提供される。

さらに他の実施例では、出力パラメータは、ブロックを作り出すために、機械製作業者に提供される。

【0127】

一部の例示的な方法、装置および製品が本明細書中で説明されてきたが、本特許の範囲は、それに限定されるわけではない。

それどころか、本特許は、本特許のクレーム範囲内に正しく入る全ての方法、装置および製品を網羅するものである。

【0128】

[実施例]

図 27A は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 2.5 ~ 2.8 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27B は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 2.8 ~ 3.0 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27C は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 2.2 ~ 2.5 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27D は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 1.1 ~ 2.2 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27E は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 0.5 ~ 1.1 mm の

図 27F は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 2.0 mm で、 D_h が 3.0 ~ 6.0 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27G は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 2.6 ~ 3.4 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27H は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 1.0 mm で、 D_h が 2.1 ~ 2.6 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

図 27I は、平均最小離隔距離が 0.3 ~ 2.0 mm で、 D_h が 3.4 ~ 6.0 mm の範囲内にある別の例示的ブロックの断面図である。

10

20

30

【 図 1 】

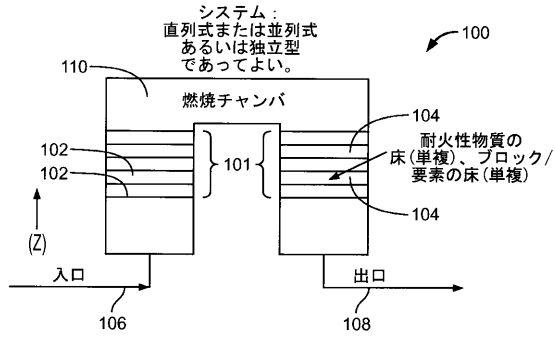


FIG. 1

【 図 3 】

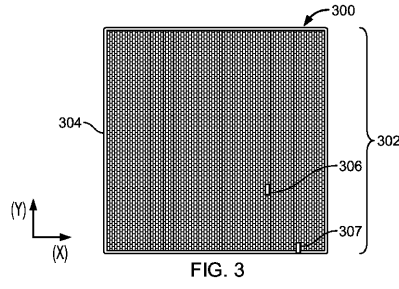


FIG. 3

【 図 2 】

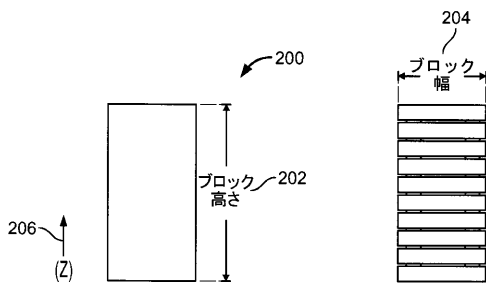


FIG. 2

【 図 4 】

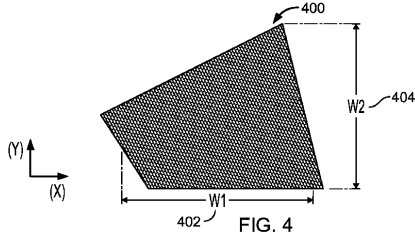


FIG. 4

【 図 5 】

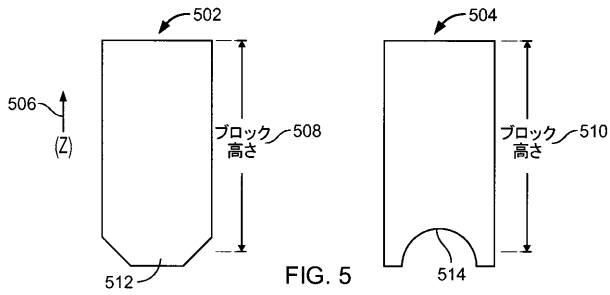


FIG. 5

【 図 7 】

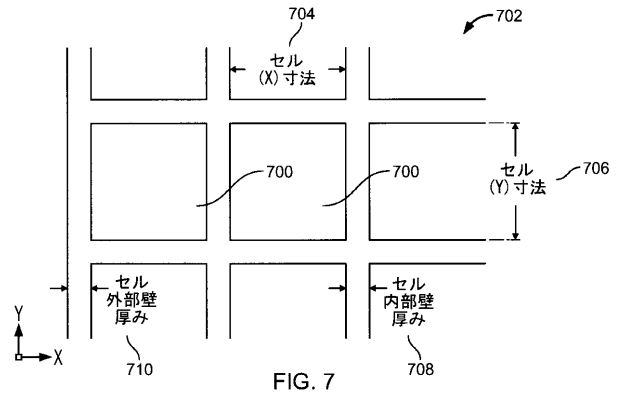


FIG. 7

【 図 6 】

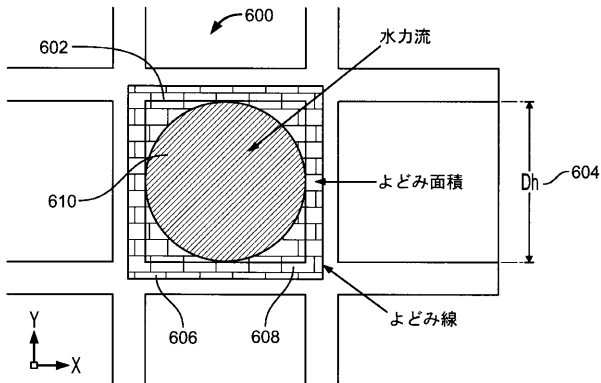


FIG. 6

【 図 8 】

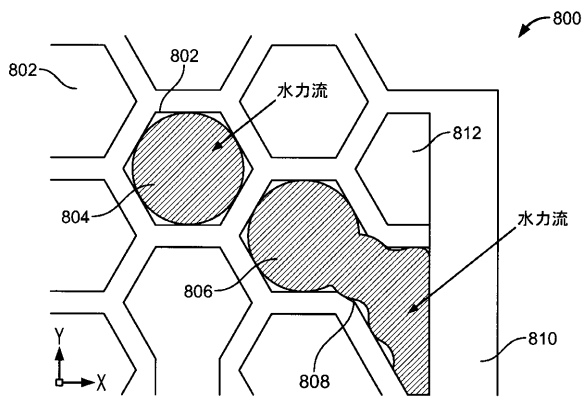


FIG. 8

【 図 9 】

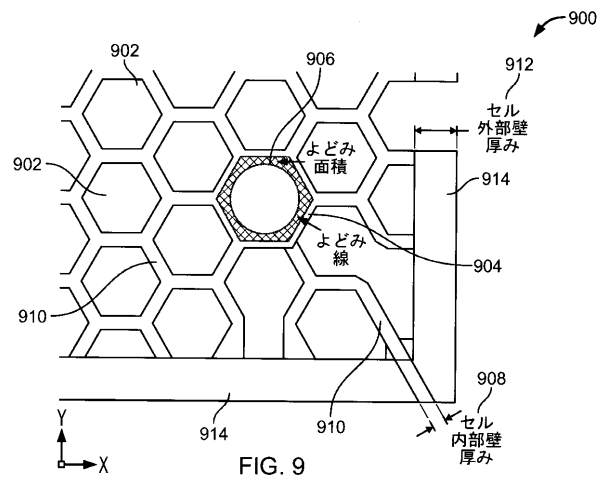


FIG. 9

【 図 10 A 】

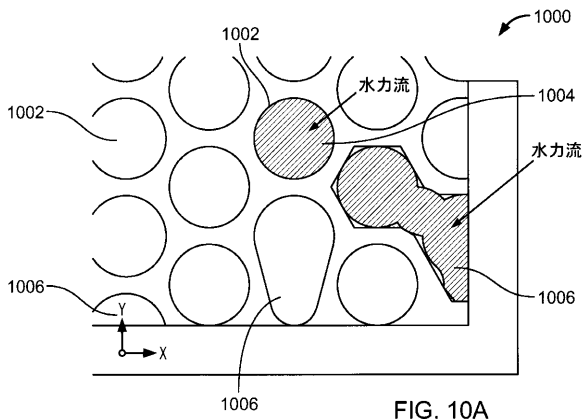


FIG. 10A

【 図 10 B 】

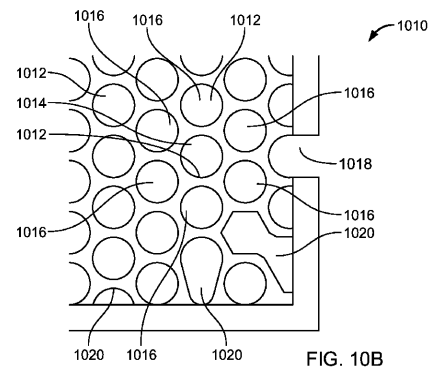


FIG. 10B

【 図 1 1 】

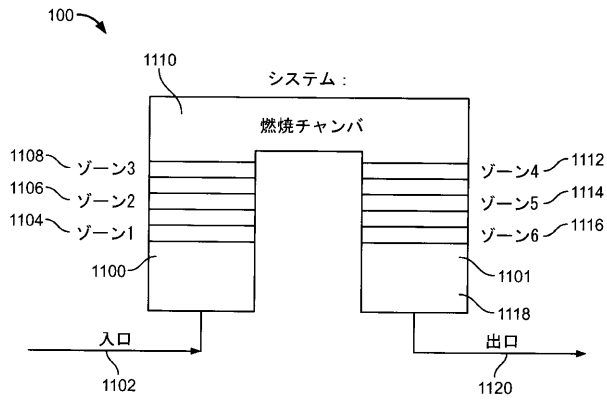


FIG. 11

【 図 1 2 】

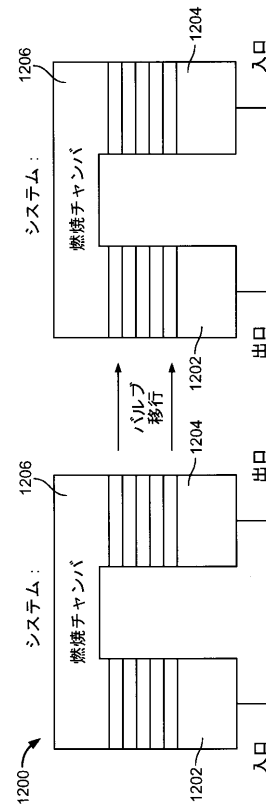


FIG. 12

【 図 1 3 】

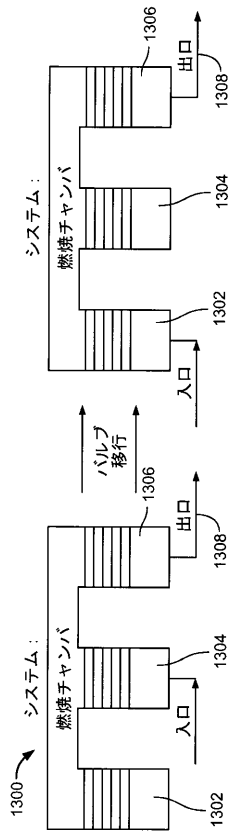


FIG. 13

【 図 1 4 】

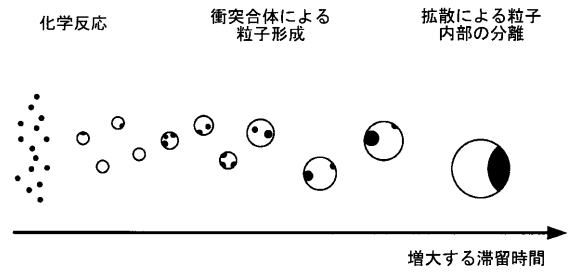


FIG. 14

【 図 1 5 】

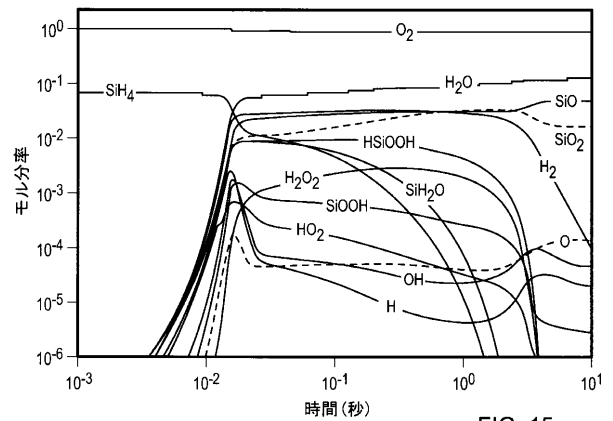


FIG. 15

【 図 1 6 】

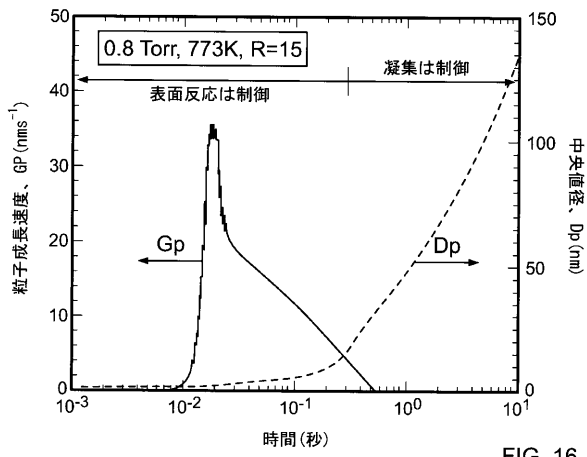


FIG. 16

【 図 1 7 】

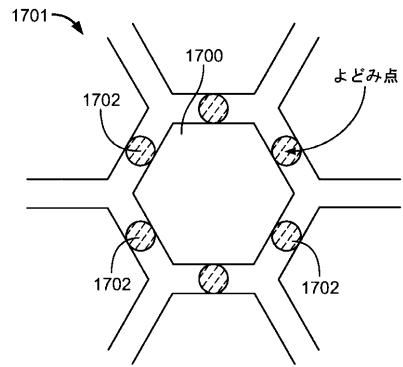


FIG. 17

【 図 1 8 】

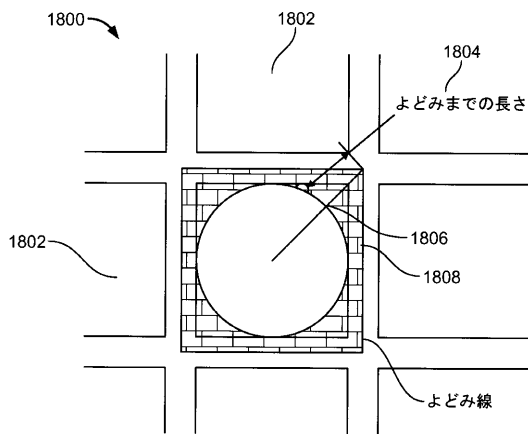


FIG. 18

【 図 1 9 】

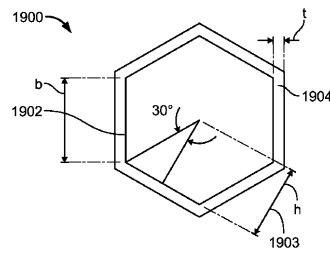


FIG. 19

【図 20】

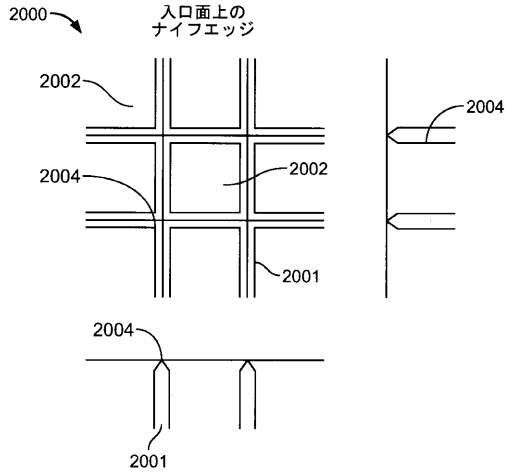


FIG. 20

【図 21】

セル構造	内部壁 厚み [mm]	外部壁 厚み [mm]	セル数
正方形	0.5	1.5	1849
六角形	0.5	1.5	2134
円形	0.5	1.5	2134

FIG. 21

【図 22】

セル構造	流れ面積 [mm ²]	死面積 [mm ²]	死面積 [mm ²]
正方形	12,213	15,550	15,550
六角形	14,095	15,543	12,434
円形	14,095	14,095	11,276

FIG. 22

【図 23】

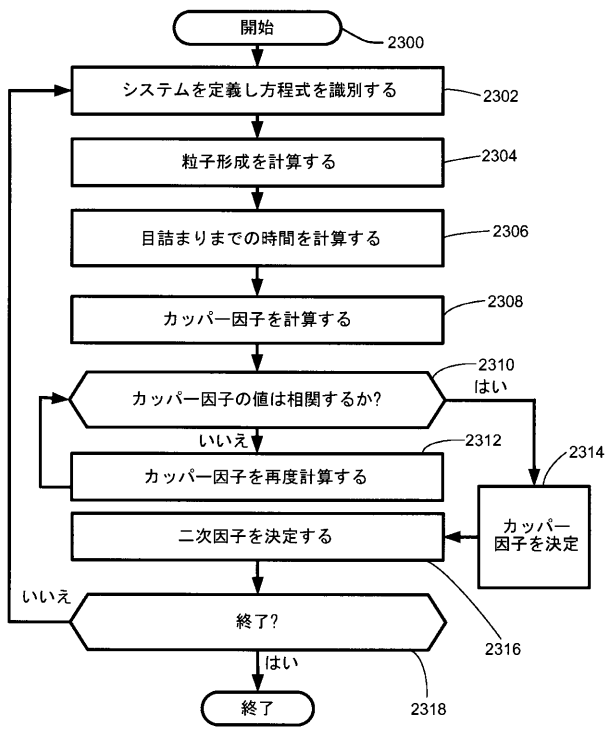


FIG. 23

【図 24】

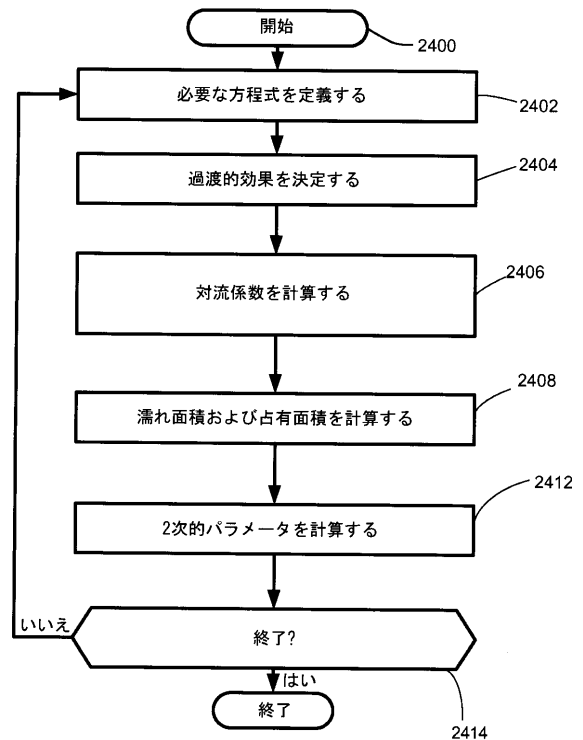


FIG. 24

【 図 2 5 】

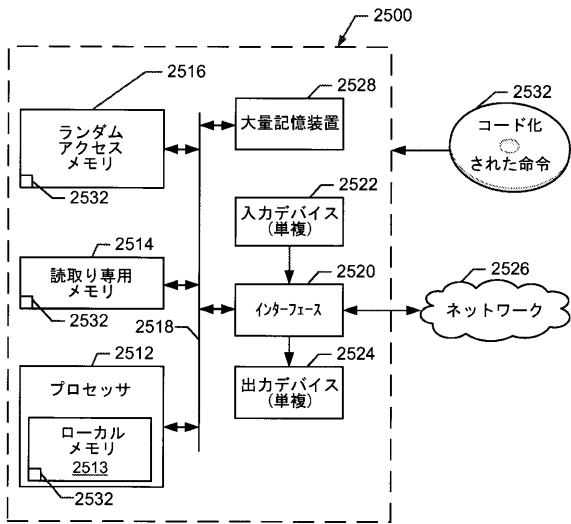


FIG. 25

【 図 2 6 】

Dh/t	熱効率(%)	耐目詰まり性(月数)	ブロック重量(kg)
1	1	6.3	10
1.2	1.2	5.8	8
1.4	1.5	5.5	7
2	2.6	5.2	6
5	2	5	5

FIG. 26

【 図 2 7 A 】

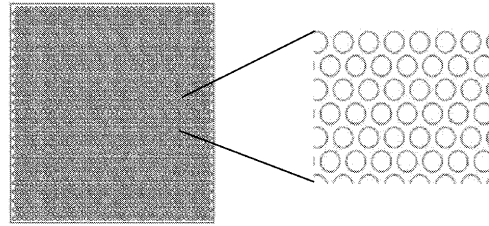


FIG. 27A

【 図 2 7 B 】

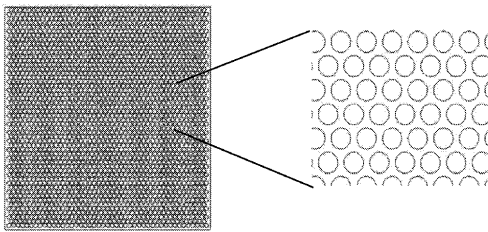


FIG. 27B

【 図 2 7 D 】

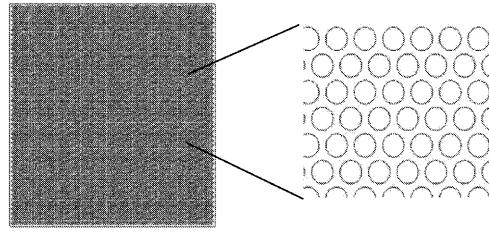


FIG. 27D

【 図 2 7 C 】

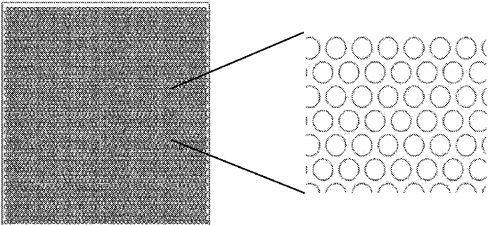


FIG. 27C

【 図 2 7 E 】

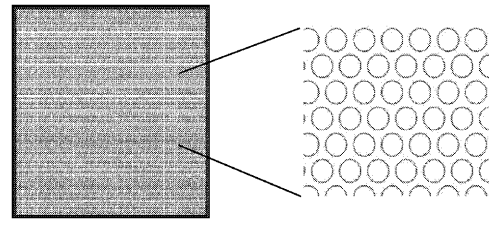


FIG. 27E

【図 27 F】

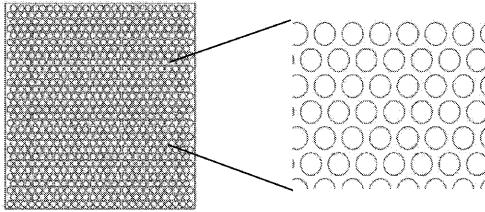


FIG. 27F

【図 27 I】

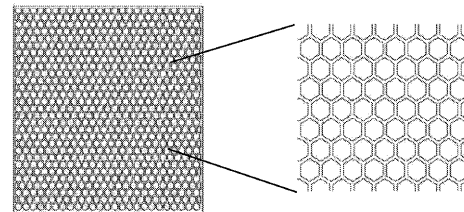


FIG. 27I

【図 27 G】

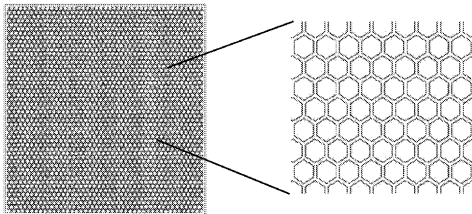


FIG. 27G

【図 27 H】

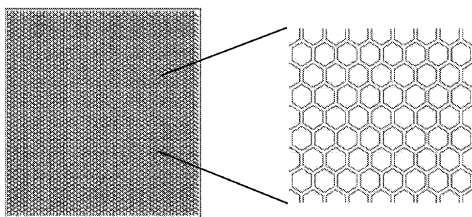


FIG. 27H

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月1日(2016.3.1)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部壁を画定する複数の流路を有する変換器ブロックであって、これらの内部壁が前記ブロックを断面で見た場合にセル状パターンを画定し、こうしてこのパターンは、少なくとも1つの中央流路と複数の周囲流路からなる規則的なサブパターンを含んでおり、かつ流路が実質的に六角形または円形の断面を有しているブロック、を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記複数の周囲流路がブロックの深さを貫通して延在して、流体がその中で流動できるようにしている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

サブパターンの中央流路が6本の隣接する周囲流路により取り囲まれている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

ブロックが、内部壁の厚み以上の厚みを有する外部壁をさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記複数の周囲流路がブロックを貫通して延在して流体がその中で流ることができる

ようにしており、各流路が加熱チャンバの開口部と流体連通している、ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

変換器が熱酸化機および/または触媒を含む、ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 7】

流路間の内部壁厚みに対する中央流路の水力直径の比率が、0.58 ~ 19.48 の範囲内の 1 つの値にほぼ等しくなければならない、ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 8】

流路間の内部壁厚みに対する中央流路の水力直径の比率が、2.0 ~ 8 の範囲内の 1 つの値にほぼ等しくなければならない、ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 9】

ブロックの外部壁が内部壁の厚み以上の厚みを有する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 8 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 10】

外部壁がセグメント化されている、ことを特徴とする請求項 1 ~ 9 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 11】

流路間の内部壁のうちの 1 つ以上が、流路の部分間の流体連通を可能にするためのスリットを有し、こうしてスリットが好ましくは内部壁の厚みのほぼ 3 分の 1 以上の最小幅を有している、ことを特徴とする請求項 1 ~ 10 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 12】

流路の部分間の流体連通を可能にするためにブロック内に溝または開口部をさらに含み、こうしてブロック内の溝または開口部が好ましくは内部壁の厚みのおよそ 3 分の 1 以上の最小幅を有している、ことを特徴とする請求項 1 ~ 11 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 13】

内部壁が、初期粒子成長を減少させるためブロックの 1 つ以上の端部に近接してテーパ付き縁部を有する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 12 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 14】

流路に塗布されたシリコン耐性コーティングをさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 ~ 13 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 15】

前記複数の周囲流路がブロックの深さを貫通して延在して流体がその中を流れることができるようにしており、こうして、ブロックの内部に近接する中央流路の各々が 5 ~ 12 本の周囲流路により取り囲まれ、各周囲流路がそのそれぞれの中央流路の中心まで実質的に等距離のところであり、かつこうして、流路間の内部壁厚みに対する中央流路の水力直径の比率が、0.58 ~ 19.48 の範囲内の 1 つの値にほぼ等しくなければならない、ことを特徴とする少なくとも請求項 1 に記載の装置。

【請求項 16】

ブロックが押し出し加工される、ことを特徴とする請求項 1 ~ 15 の少なくとも一項に記載の装置。

【請求項 17】

再生熱プロセスを実施する器具内における、回収、蓄積および/または回収または蓄積された熱または熱エネルギーの放出を目的とする、ことを特徴とする請求項 1 ~ 16 のいずれかに記載の装置の使用。

【請求項 18】

再生熱プロセスが、再生熱排ガス精製、装置と気体流または液体流との間の再生熱交換

、通気メタンガス、坑内空気または窒息性ガス、VOC含有気体流および/または、他の可燃性物質または加熱無害化が可能な他の構成成分によって汚染された気体流の再生熱焼却からなる群のうちの一つである、ことを特徴とする請求項15に記載の使用。

【請求項19】

熱酸化機、選択触媒還元装置、または濾過用器具内における、ことを特徴とする請求項1～16のいずれかに記載の装置の使用。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2014/053204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. F28D17/02 F28D17/04 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F28D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000 258081 A (NGK INSULATORS LTD) 22 September 2000 (2000-09-22)	1-8, 14-16
Y	the whole document	13
X	----- US 5 516 571 A (KAWAMOTO MASAO [JP]) 14 May 1996 (1996-05-14)	1-3,5-7, 14,15
X	----- US 2004/170804 A1 (NIKNAFS HASSAN S [US] ET AL) 2 September 2004 (2004-09-02)	1-3,5-7, 14,15
Y	----- US 2010/155038 A1 (GRECO RICHARD [US] ET AL) 24 June 2010 (2010-06-24)	13
A	the whole document	14-16

<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
29 October 2014		11/11/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Vogl, Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/053204

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000258081	A	22-09-2000	NONE

US 5516571	A	14-05-1996	NONE

US 2004170804	A1	02-09-2004	AT 401953 T 15-08-2008
		CA 2534830 A1	10-03-2005
		CN 1842369 A	04-10-2006
		EP 1658134 A1	24-05-2006
		ES 2311170 T3	01-02-2009
		JP 4351252 B2	28-10-2009
		JP 2007503980 A	01-03-2007
		US 2004170804 A1	02-09-2004
		WO 2005021152 A1	10-03-2005

US 2010155038	A1	24-06-2010	US 2010155038 A1 24-06-2010
			US 2011303397 A1 15-12-2011

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG

(74)代理人 100160705

弁理士 伊藤 健太郎

(74)代理人 100157211

弁理士 前島 一夫

(72)発明者 ダニエル ビトハルム

アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 6 8 , ノースビル, レイク ビュー サークル 1 7 4 6 8

Fターム(参考) 3K078 EA02 EA07 EA08

4D148 AA06 AA17 AB01 AB02 BB02 BD01

4E029 CA03

4G075 AA03 AA13 AA37 AA44 AA45 AA52 BA06 BD14 BD16 CA02

CA03 CA54 DA01 DA02 DA18 EB09 EE33 FA01 FA12 FA20

FB01 FB02 FB03 FB04 FC20