

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6153871号  
(P6153871)

(45) 発行日 平成29年6月28日 (2017.6.28)

(24) 登録日 平成29年6月9日 (2017.6.9)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>BO1J</b>	<b>8/12</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1J 8/12 321
<b>F26B</b>	<b>17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F26B 17/00 Z
<b>F28C</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	F28C 3/12

請求項の数 17 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2013-540178 (P2013-540178)	(73) 特許権者	513132944
(86) (22) 出願日	平成23年11月25日 (2011.11.25)		オーウェン・ポッター
(65) 公表番号	特表2014-503343 (P2014-503343A)		オーストラリア連邦ビクトリア州3124
(43) 公表日	平成26年2月13日 (2014.2.13)		, キャンバーウェル, リバーズデール・ロード 835
(86) 国際出願番号	PCT/AU2011/001524	(74) 代理人	100140109
(87) 国際公開番号	W02012/068631		弁理士 小野 新次郎
(87) 国際公開日	平成24年5月31日 (2012.5.31)	(74) 代理人	100075270
審査請求日	平成26年10月8日 (2014.10.8)		弁理士 小林 泰
(31) 優先権主張番号	2010905233	(74) 代理人	100101373
(32) 優先日	平成22年11月26日 (2010.11.26)		弁理士 竹内 茂雄
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)	(74) 代理人	100118902
			弁理士 山本 修
		(74) 代理人	100106208
			弁理士 宮前 徹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス-粒子プロセッサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス-粒子プロセッサであって、  
ガスインレット、ガスアウトレット、一つ以上の粒子インレット及び各インレットに関連する粒子加速器を有するチャンパーと、

ガスインレットからガスアウトレットにチャンパーを通じてガスを流す、ガスの流れの装置と、

制御された粒子質量流量でチャンパーの中に一つ以上の流れの粒子を導入する、粒子の流れの装置であって、各粒子の流れはチャンパーのそれぞれのプロセス領域を通じて流ることによってガス-粒子混合物を形成する、粒子の流れの装置と、を備え、

粒子加速器は、0.900 - 0.995の各プロセス領域の一部分におけるガス-粒子混合物の空隙率を提供するために、各粒子の流れが粒子の終端速度以上である方向成分を有する速度で導入されるように、粒子質量流量を制御する、ガス-粒子プロセッサ。

【請求項2】

請求項1記載のガス-粒子プロセッサにおいて、  
チャンパーは、そこを通じて粒子がチャンパーを出る少なくとも一つの粒子アウトレットを備える、ガス-粒子プロセッサ。

【請求項3】

請求項2記載のガス-粒子プロセッサにおいて、  
チャンパーは、各粒子インレットに対して一つの粒子アウトレットを備え、

粒子インレット及び粒子アウトレットは、各粒子の流れが粒子インレットを通じてチャンバーに入り特定の粒子アウトレットを通じてチャンバーを出るように構成され、

各粒子インレット及びその特定のアウトレットは、それぞれ、チャンバーの対向する領域に配置される、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 4】

請求項 2 記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

チャンバーは、そこを通じて全ての粒子インレットからの粒子がチャンバーを出る単一の粒子アウトレットを備える、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のうちのいずれか一つに記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

チャンバーは、第 1 端部と、対向する第 2 端部とを備え、

チャンバーは、第 1 端部と第 2 端部との間で延び、

ガスインレットは第 1 端部近傍に配置され、

ガスアウトレットは第 2 端部近傍に配置され、

チャンバーは、第 1 端部と第 2 端部との間で延びる第 1 及び第 2 の対向する壁部分を備える、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 6】

請求項 5 記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

チャンバーは、ガスアウトレットが配置される第 2 端部がガスインレットが配置される第 1 端部の上方に配置されて壁部分が垂直方向に延びた状態で配置されるか、

あるいは、

チャンバーは、ガスアウトレットが配置される第 2 端部がガスインレットが配置される第 1 端部の側方に配置されて壁部分が水平方向に延びた状態で配置される、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

少なくとも一つの粒子インレットが第 1 壁部分に形成され、少なくとも一つの粒子アウトレットが第 2 壁部分に形成され、

あるいは、

チャンバーは、内部部材を備え、

少なくとも一つの粒子インレットが内部部材に形成され、

少なくとも一つの粒子アウトレットがチャンバーの第 1 及び / 又は第 2 の壁部分に形成される、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のうちのいずれか一つに記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

ガスの流れの装置は、ガスをチャンバーを通じて螺旋状の流路で流すためのガスローターを備え、

ガスローターは、ガスをチャンバーを通じて螺旋状の流路で流すために使用されることができる、一つ以上のインペラー、パドル、ベーンあるいは他の適当な部材、デバイス又は装置からなる、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

ガスローターは、複数のバンクの形態に配列された複数のインペラー又はパドルからなり、

バンクは、ガスインレットとガスアウトレットとの間で離間配置され、

バンクは、各プロセス領域の間に配置される、及び / 又は、バンクの少なくとも一つは、各プロセス領域の間に配置される、ガス - 粒子プロセッサ。

【請求項 10】

請求項 9 記載のガス - 粒子プロセッサにおいて、

チャンバーは、内部部材を備え、少なくとも一つの粒子インレットが内部部材に形成さ

10

20

30

40

50

れ、

インペラー又はパドルのバンクは、内部部材の軸線を中心としたバンクの回転を可能するために回転可能なリングによって内部部材に取り付けられる、ガス-粒子プロセッサ。

【請求項 1 1】

ガス-粒子プロセス方法であって、  
 ガスをチャンバーの中にガスインレットを通じて導入するステップと、  
制御された第 1 の質量流量でガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じてガスを流すステップと、

制御された第 2 の質量流量でチャンバーの一つ以上の粒子加速器を通じてチャンバーの中に少なくとも一つ以上の粒子の流れを導入するステップと、

各粒子の流れをチャンバーのそれぞれのプロセス領域を通じて流すステップと、  
0.900 - 0.995 の各プロセス領域の一部分におけるガス-粒子混合物の空隙率を提供するために、各粒子の流れが粒子の終端速度以上である方向成分を有する第 2 の速度で導入されるように、第 2 の質量流量を制御するステップと、を備える、方法。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 1 記載の方法において、  
 ガスは、ガスインレットからガスアウトレットに直線状に流れる、  
 あるいは、

ガスは、ガスインレットからガスアウトレットに螺旋状の流路で流れる、方法。

20

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 に記載の方法において、  
 各粒子の流れは、チャンバーの壁部分を通じてチャンバーの中に導入される、  
 あるいは、

各粒子の流れは、チャンバー内に配置された内部部材からチャンバーの中に導入される、方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 1 乃至 1 3 のうちのいずれか一つに記載の方法において、  
 ガスは、第 1 速度でガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じて流れ、  
 第 1 速度は、チャンバーを通るガスの流線速度であり、  
 前記方法は、  
 粒子がチャンバーに導入されるときに、粒子の第 2 速度の第 1 方向の成分が、重力及びガス抵抗に起因して速度が減じられて、それぞれのプロセス領域のガスの流線速度に等しくなるように、粒子の第 2 速度を制御するステップをさらに備える、方法。

30

【請求項 1 5】

請求項 1 4 記載の方法において、  
 各粒子の流れは、半径方向において粒子の終端速度に等しい又は粒子の終端速度よりも高い、第 2 速度の第 2 方向の成分で導入され、

あるいは、  
 各粒子の流れは、第 2 方向の成分に対する終端速度を達成するために重力加速度の下で導入される、方法。

40

【請求項 1 6】

請求項 1 4 又は 1 5 に記載の方法において、  
 第 2 速度の第 1 方向の成分がガスの流線速度に等しくなるように各粒子の流れの供給角度を決定するステップと、

ガスの流線速度の方向に対して前記供給角度をなすようにチャンバーの中に各粒子の流れを導入するステップと、を更に備える、方法。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 乃至 1 6 のうちのいずれか一つに記載の方法において、  
 使用される粒子は、300 μm 未満の直径を有する、方法。

50

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、気体 - 固体の熱及び物質移動、ガス触媒反応、(液滴の)ガス吸収、及び冷却塔に関するプロセス及びプロセッサを含む、ガス - 粒子プロセス及びガス - 粒子プロセッサに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

ガス - 粒子エネルギー回収及び再生、気体 - 固体の化学反応、ガス化、吸着、乾燥、ガス吸収及び蒸留などの気体 - 固体プロセスを実施するために使用される多くのシステムが存在する。

10

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0003】

これらのシステムの例は、ロータリードライヤー及びロータリー炉であるが、効率の良い気体 - 固体コンタクターではない。流動床、循環流動床などの他のシステムが代わりに使用される。しかしながら、これらのシステムは、増加した圧力降下及び接触する非効率性などの欠点を有する。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0004】

20

第1実施形態では、ガス - 粒子プロセッサであって、ガスインレット、ガスアウトレット及び一つ以上の粒子インレットを有するチャンバーと、

第1の制御された質量流量でガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じてガスを流すように動作可能なガスの流れの装置と、

第2の制御された質量流量でチャンバーの中に一つ以上の流れの粒子を導入するように動作可能な粒子の流れの装置であって、各粒子の流れはチャンバーのそれぞれのプロセス領域を通じて流れる、粒子の流れの装置と、を備え、

プロセッサは、0.900 - 0.995の各プロセス領域の実質的な部分のガス - 粒子混合物の空隙率を提供するために第1及び/又は第2の制御された質量流量を制御するために動作可能である、ガス - 粒子プロセッサが提供される。

30

## 【0005】

プロセッサは、好ましくは0.955未満ではなく、より好ましくは0.980未満ではなく、最も好ましくは0.900に近い値の各プロセス領域の実質的な部分を通じたガス - 粒子混合物の空隙率を提供するために第1及び/又は第2の制御された質量流量を制御するために動作可能である。これは、粒子の流れ内の粒子のかなりの割合が邪魔されないことを可能にし、それは、粒子の流れ内の隣接する粒子によって実質的に邪魔されない粒子である。その結果、ガスによる粒子の表面への増加したアクセス及び粒子の流れの実質的に一定の速度が達成される。

## 【0006】

40

一形態では、プロセッサは、各プロセス領域の実質的な部分とそのそれぞれの粒子インレットに隣接するように動作可能である。この実施形態では、各プロセス領域のガス - 粒子混合物の空隙率は、それぞれの粒子インレットから離れる方向に増加する。

## 【0007】

プロセッサは、ガス - 粒子混合物の空隙率が各プロセス領域の実質的な部分を通じて実質的に一定であるように動作可能である。

プロセッサは、各プロセス領域のガス - 粒子混合物の空隙率がそれぞれの粒子インレットから離れる方向に増加するように動作可能である。

## 【0008】

粒子は、固体粒子あるいは、例えば液滴又は薄いシートの形態の液体粒子にすることが

50

できる。

熱及び／又は物質移動及び／又は化学反応は、粒子及びガスがチャンバーを通じて移動するときに粒子とガスとの間で生じる。

【0009】

一形態では、プロセッサは、水平構成にすることができる。他の形態では、プロセッサは、垂直構成にすることができる。

チャンバーは、そこを通過して粒子がチャンバーを出る少なくとも一つの粒子アウトレットを備える。

【0010】

チャンバーは、各粒子インレットに対して一つの粒子アウトレットを備え、粒子インレット及び粒子アウトレットは、各粒子の流れが粒子インレットを通じてチャンバーに入り特定の粒子アウトレットを通じてチャンバーを出るように構成される。各粒子インレット及びその特定のアウトレットは、そのステージのインレットとアウトレットとの間の粒子の流れによって生じたチャンバーのプロセス領域を含むプロセスステージを形成する。

10

【0011】

各粒子インレット及びその特定のアウトレットは、それぞれ、チャンバーの対向する領域に配置される。

各粒子インレットは、複数のインレット部分を備え、各粒子アウトレットは、複数のアウトレット部分を備える。

【0012】

各粒子インレットは、チャンバーの幅の実質的な部分をわたって、好ましくはその幅全体をわたって延びる。

20

各粒子インレットは、プロセッサが、必要とされるガス - 粒子混合物の空隙率を達成することを可能とするために必要とされる限り、チャンバーの長さに沿って延びる。

【0013】

チャンバーは、そこを通過して全ての粒子インレットからの粒子がチャンバーを出る単一の粒子アウトレットを備える。単一の粒子アウトレットは、チャンバーの床に格子あるいはふるいなどを備えることができる。

【0014】

粒子インレットは、チャンバーの領域に沿ったインレットの配列として構成され、粒子アウトレットは、インレットが形成されるチャンバーの対向する領域に沿ったアウトレットの配列として構成される。

30

【0015】

粒子インレットの配列は、チャンバーの長さに沿って分配された最初のインレット及びそれに続く複数のインレットからなり、粒子アウトレットの配列は、チャンバーの長さに沿って分配された複数の中間アウトレット及び最後のアウトレットからなり、各中間アウトレットは、プロセッサが各中間アウトレットからそれぞれの続くインレットまで粒子を循環するように動作可能であるように、それぞれの続くインレットと連通する。

【0016】

プロセッサは、チャンバーに導入される各粒子の流れが他の粒子の流れから分離するように動作可能である。

40

一実施形態では、ガスアウトレットは、チャンバーからの粒子アウトレットとして作用し、(その粒子はガスと共にチャンバーを出る)又は粒子は、チャンバー壁にある粒子アウトレットを通じて部分的にチャンバーを出ると共にガスアウトレットを通じて部分的にチャンバーを出ることができ、ガス及び粒子は、ガスアウトレットから収集され、続いて別の場所で分離される。

【0017】

従って、粒子がチャンバーをわたって循環される各実施形態は、“マルチステージ”プロセスで動作するガス - 粒子プロセッサを提供し、それによって、各粒子は、プロセッサにおいてガスを通じた多数の通路を形成する。これは、単一の粒子の流れでの繰り返し

50

しのプロセスを実施する多数のプロセッサを有すること以上に空間及びコストの要件を低減する利点を提供する。

【0018】

他の実施形態では、ガス-粒子プロセッサは、“マルチステージ”プロセスで動作し、それによって、多くの粒子の流れは、同時にチャンバー内で同時処理される。これは、同じ数の個々のプロセッサを有すること以上に空間及びコストの要件を低減する利点を提供する。

【0019】

チャンバーは、第1端部と、対向する第2端部とを備え、チャンバーは、第1端部と第2端部との間で延び、ガスインレットは第1端部近傍に配置され、ガスアウトレットは第2端部近傍に配置される。

10

【0020】

チャンバーは、壁部分によって囲まれ、それによって、チャンバーは、プロセス領域が配置される囲まれた空間を画定する。

チャンバーは、第1端部と第2端部との間で延びる第1及び第2の対向する壁部分を備える。

【0021】

チャンバーは、ガスアウトレットが配置される第2端部がガスインレットが配置される第1端部の上方に配置されて壁部分が垂直方向に延びた状態で配置される。この実施形態では、ガスは、ガスインレットからガスアウトレットまでチャンバーを通じて概ね垂直方向に上向きに流れ、粒子は、壁部分に対して概ね半径方向に流れる。

20

【0022】

チャンバーは、ガスアウトレットが配置される第2端部がガスインレットが配置される第1端部の側方に配置されて壁部分が水平方向に延びた状態で配置される。この実施形態では、ガスは、ガスインレットからガスアウトレットまでチャンバーを通じて概ね水平方向に流れ、粒子は、対向する壁部分間で概ね垂直方向に流れる。

【0023】

チャンバーは、(ガスが実質的に垂直方向に流れるように配置される)概ね円筒形又は(ガスが実質的に水平方向に流れるように配置される)概ね長方形にすることができる。

少なくとも一つの粒子インレットが第1壁部分に形成され、少なくとも一つの粒子アウトレットが第2壁部分に形成される。

30

【0024】

チャンバーは、内部部材を備え、少なくとも一つの粒子インレットが内部部材に形成され、少なくとも一つの粒子アウトレットがチャンバーの第1及び/又は第2の壁部分に形成される。

【0025】

ガスの流れの装置は、ガスをチャンバーを通じて螺旋状の流路で流すためのガスローターを備える。

この実施形態では、各粒子の流れは、半径方向にチャンバーの中に導入され、そして、各流れのそれぞれの粒子インレット位置でガスを回転させることにより、粒子に付与された回転加速度の遠心力に粒子がさらされ、粒子の流れに半径方向の速度を与える。このような導入により、粒子は、終端速度で落下するが、チャンバーに対して半径方向及び接線方向に移動するように上向きのガス速度で上昇する。

40

【0026】

ガスローターは、ガスをチャンバーを通じて螺旋状の流路で流すために使用されることができる、一つ以上のインペラー、パドル、ベーンあるいは他の適当な部材、デバイス又は装置からなる。

【0027】

ガスローターは、複数のバンクの形態に配列された複数のインペラー、パドルなどからなる。

50

バンクは、ガスインレットとガスアウトレットとの間で離間配置される。

バンクは、各プロセス領域の間に配置される。

【0028】

それらは、各プロセス領域の間に配置されたバンクの少なくとも一つにすることができる。

インペラー、パドルなどのバンクは、内部部材の軸線を中心としたバンクの回転を可能するために回転可能なリングによって内部部材に取り付けられる。

【0029】

ガスの流れの装置は、チャンバーを通じたガスの流線速度である第1速度でガスインレットからガスアウトレットまでガスをチャンバーを通して流すように動作可能であり、

粒子の流れの装置は、第1方向の成分及び第2方向の成分を備える第2速度で、粒子の流れをチャンバーの中に導入するように動作可能である。プロセッサは、粒子がチャンバーに導入されるときに粒子の第2速度の第1方向の成分が、チャンバーへの導入によって流線速度に対して反対方向に粒子に作用する周知の力に起因して速度が減じられて、それぞれのプロセス領域のガスの第1の流線速度に実質的に等しいように制御されるように動作可能である。

【0030】

このように、粒子を加速するのに必要なエネルギーは、流れの中の妨げられない各粒子がガストリームによる粒子に作用する最小の力を有するようにチャンバーの中に粒子を供給する機構によって提供され、従って、プロセッサにわたる（すなわち、チャンバーのガスインレットとガスアウトレットとの間の）圧力降下は最小限に抑えられる。

【0031】

ガスの“流線速度”は、ガスの流れの速度ベクトルに対して接線方向である方向のガスの速度であると理解される。

“反対方向に粒子に作用する周知の力”は、重力やガス抵抗を含む。

【0032】

プロセッサの動作中、ガスの速度は、チャンバー内に生じる熱及び/又は物質移動のためにチャンバーにわたって変化する。従って、第1の（ガス）速度及び各プロセス領域のその成分は、それぞれのプロセス領域に対する粒子インレット近傍などのチャンバー内の関連位置での局所のガス速度として取られるが、プロセス領域にわたる局所の速度の手段（あるいはそれぞれの速度の成分）から決定されるのが好ましい。

【0033】

各粒子の流れの第2速度の第1方向の成分及び第2方向の成分は、第2速度の分解した水平成分及び垂直成分からなる。

他の実施形態では、各粒子の流れの第2速度の第2方向の成分は、半径方向の速度からなる。

【0034】

プロセッサは、第2速度の第2方向の成分が粒子の終端速度に実質的に等しい又は粒子の終端速度よりも高いように、粒子を導入するように動作可能である。

プロセッサは、第2方向の成分に対する終端速度を達成するために重力加速度の下で粒子を導入するように動作可能である。

【0035】

プロセッサは、チャンバーのガスインレットからガスアウトレットまでガスが実質的に直線的に流れるように構成され、それによって、ガスの流線速度は、チャンバーのガスインレットとガスアウトレットとの間で直線状の速度である。

【0036】

プロセッサは、チャンバーのガスインレットからガスアウトレットまでガスが螺旋状の流路に沿って流れるように構成され、それによって、ガスの流線速度は、この螺旋状の流路と整合される。この実施形態では、ガスの第1速度（流線速度）は、ガスインレットとガスアウトレットとの間の直線状の速度の成分と角速度の成分とを組み入れる。

## 【 0 0 3 7 】

プロセッサは、第 1 (ガス) 速度の方向に対する供給角度でチャンバーの中に各粒子の流れを導入するように動作可能であり、供給角度及び各粒子の流れの第 2 速度は、粒子がチャンバーの中に導入されるように粒子の第 2 速度の第 1 方向の成分がそれぞれのプロセス領域のガスの流線速度に実質的に等しいように、決定される。

## 【 0 0 3 8 】

これらのプロセッサの実施形態は、高い熱及び物質移動速度、短いガス - 粒子接触時間及びシステムにわたる低圧力降下を有するガス - 粒子相互作用を、少なくとも部分的に提供する。

## 【 0 0 3 9 】

粒子の流れの装置は、一つ又は複数の粒子インレットに粒子を供給するための一つ以上の粒子フィーダーからなる。

一実施形態では、粒子の流れの装置は、複数の粒子インレットの各々に供給する単一の粒子フィーダーからなる。

## 【 0 0 4 0 】

別の実施形態では、プロセッサは、各粒子インレットに粒子を供給するための粒子フィーダーからなる。

実施形態では、各フィーダーのアウトレットは、チャンバーの粒子インレットの一つを形成する。

## 【 0 0 4 1 】

各粒子フィーダーは、ホッパー、ピン又は同様なユニットの形態の一つ以上の貯蔵容器から粒子を供給する。

実施形態では、ガスの流れの装置は、ガスインレットを通じてチャンバーにガスを供給するためのガスフィーダーからなる。

## 【 0 0 4 2 】

ガスフィーダーは、圧縮機、ポンプ、送風機又は類似の装置の形態にすることができる。

第 2 実施形態では、ガス - 粒子プロセス方法であって、

ガスをチャンバーの中にガスインレットを通じて導入するステップと、

第 1 の制御された質量流量でガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じてガスを流すステップと、

第 2 の制御された質量流量でチャンバーの一つ以上の粒子インレットを通じてチャンバーの中に少なくとも一つ以上の粒子の流れを導入するステップと、

各粒子の流れをチャンバーのそれぞれのプロセス領域を通じて流すステップと、

各プロセス領域の実質的な部分のガス - 粒子混合物の空隙率が 0.900 - 0.995 であるように第 1 及び / 又は第 2 の制御された質量流量を制御するステップと、を備える、方法が提供される。

## 【 0 0 4 3 】

各プロセス領域の実質的な部分のガス - 粒子混合物の空隙率は、好ましくは 0.955 未満ではなく、より好ましくは 0.980 未満ではなく、最も好ましくは 0.900 に近い値になるように制御される。

## 【 0 0 4 4 】

ガス - 粒子混合物の空隙率は、各プロセス領域の実質的な部分を通じて実質的に一定であるように制御される。

各プロセス領域のガス - 粒子混合物の空隙率がそれぞれの粒子インレットから離れる方向に増加する。

## 【 0 0 4 5 】

ガスは、ガスインレットからガスアウトレットに実質的に直線状に流れる。

代替的な構成では、ガスは、ガスインレットからガスアウトレットに螺旋状の流路で流れる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 6 】

各粒子の流れは、チャンバーの壁部分を通じてチャンバーの中に導入される。

他の実施形態では、各粒子の流れは、チャンバー内に配置された内部部材からチャンバーの中に導入される。

## 【 0 0 4 7 】

上記方法は、それぞれの粒子のインレットからチャンバーの壁部分まで各粒子の流れを流すステップを備える。

また、上記方法は、それぞれの粒子アウトレットを通じてチャンバーから各粒子の流れを出すステップを備える。

## 【 0 0 4 8 】

ガスは、第 1 速度でガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じて流れ、第 1 速度は、チャンバーを通るガスの流線速度であり、各粒子の流れは、第 2 速度でチャンバーの中に流れ、第 2 速度は、第 1 方向の成分及び第 2 方向の成分を備える。この実施形態では、方法は、チャンバーへの導入によって第 1 方向の成分に対して反対方向に粒子に作用する周知の力のせいで任意の速度以下のそれぞれのプロセス領域のガスの第 1 の流線速度に実質的に等しくするために、粒子がチャンバーに導入されるときに粒子の第 2 速度の第 1 方向の成分を制御する。

## 【 0 0 4 9 】

第 2 速度の第 1 方向の成分及び第 2 方向の成分は、第 2 速度の分解した水平成分及び垂直成分からなる。

他の実施形態では、各粒子の流れの第 2 速度の第 2 方向の成分は、半径方向の速度である。

## 【 0 0 5 0 】

各粒子の流れは、粒子の終端速度に実質的に等しい又は粒子の終端速度よりも高い第 2 速度の第 2 方向の成分と共に導入される。

各粒子の流れは、第 2 方向の成分に対する終端速度を達成するために重力加速度の下で導入される。

## 【 0 0 5 1 】

方法は、チャンバーのガスインレットからガスアウトレットまでガスを実質的に直線的に流すステップを備え、それによって、ガスの流線速度は、チャンバーのガスインレットとガスアウトレットとの間で直線状の速度である。

## 【 0 0 5 2 】

他の実施形態では、方法は、チャンバーのガスインレットからガスアウトレットまでガスを螺旋状の流路に沿って流すステップを備え、それによって、ガスの流線速度は、この螺旋状の流路と整合される。この実施形態では、ガスの第 1 速度（流線速度）は、ガスインレットとガスアウトレットとの間で直線状の速度の成分と、チャンバー内の角速度成分とを組み入れる。

## 【 0 0 5 3 】

方法は、ガスの流線（第 1）速度の方向に対する供給角度でチャンバーの中に各粒子の流れを導入するステップを備える。

方法は、第 2（粒子）速度の第 1 方向の成分がガスの流線速度に実質的に等しくなるように各粒子の流れの供給角度を決定するステップを更に備える。

## 【 0 0 5 4 】

300 μm 未満の直径を有する粒子が使用され、好ましくは、200 μm 乃至 100 μm の直径を有する。小さな粒子の大きさは、質量流量に対して非常に高い表面を有する（プロセス領域における高い空隙率での）粒子の大部分を提供する。粒子の大きな表面領域は、粒子とガスの流れとの間の交換プロセスを向上させる。好適な実施形態では、粒子は、チャンバーの各プロセス領域が小さく保たれると共に所望のガス - 粒子混合物の空隙率が維持されるのを可能にする狭いサイズ分布を有する。さらに、各粒子の流れ（第 2 速度）の全ての方向の成分に含む実質的に均一な速度を達成するためにエネルギーやコストの

10

20

30

40

50

## 過度

な支出を必要としない速度でプロセッサの中に導入されるので、そのような小さな直径及び狭いサイズ分布を有する粒子を使用することが望ましい。しかしながら、他の実施形態では、広いサイズ分布を有する粒子を使用することができるが、そのような場合において、これは、様々なプロセス領域からの粒子及び/又はガスアウトレットを通じてチャンバーを出るいくつかの粒子のいくらかの混合を生じる。

## 【0055】

第3の実施形態では、ガス-粒子プロセッサであって、

ガスインレット、ガスアウトレット及び一つ以上の粒子インレットを有するチャンパーと、

チャンパーを通じたガスの流線速度である第1速度でガスインレットからガスアウトレットにチャンパーを通じてガスを流すように動作可能なガスの流れの装置と、

第1方向の成分及び第2方向の成分を備える第2速度で、一つ以上の粒子の流れをチャンパーの中に導入するように動作可能な粒子の流れの装置であって、各粒子の流れはチャンパーのそれぞれのプロセス領域を通じて流れる、粒子の流れの装置と、を備え、

プロセッサは、チャンパーへの導入によって第1方向の成分に対して反対方向に粒子に作用する周知の力のせいで任意の速度以下のそれぞれのプロセス領域のガスの第1の流線速度に実質的に等しくするために、粒子がチャンパーに導入されるときに第1方向の成分を制御するように動作可能である、ガス-粒子プロセッサが提供される。

## 【0056】

第4の実施形態では、ガス-粒子プロセス方法であって、

ガスをチャンパーの中にガスインレットを通じて導入するステップと、

ガスの流線速度である第1速度でガスインレットからガスアウトレットにチャンパーを通じてガスを流すステップと、

第1方向の成分及び第2方向の成分を備える第2速度で一つ以上の粒子の流れをチャンパーの中に導入するステップと、

チャンパーへの導入によって第1方向の成分に対して反対方向に粒子に作用する周知の力のせいで任意の速度以下のそれぞれのプロセス領域のガスの第1の流線速度に実質的に等しくするために、粒子がチャンパーに導入されるときに粒子の第2速度の第1方向の成分を制御するステップと、を備える、方法が提供される。

## 【0057】

別の実施形態では、ガス-粒子プロセッサであって、

ガスインレット、ガスアウトレット及び一つ以上の粒子インレットを有するチャンパーと、

ガスが、ガスインレットとガスアウトレットとの間で直線状の速度の成分と、チャンパー内の角速度成分とを有するように、ガスインレットからガスアウトレットにチャンパーを通じてガスを流すように動作可能なガスの流れの装置と、

一つ以上の粒子の流れをチャンパーの中に導入するように動作可能な粒子の流れの装置であって、各粒子の流れはチャンパーのそれぞれのプロセス領域を通じて流れる、粒子の流れの装置と、を備える、ガス-粒子プロセッサが提供される。

## 【0058】

さらに別の実施形態では、ガス-粒子プロセス方法であって、

ガスをチャンパーの中にガスインレットを通じて導入するステップと、

ガスが、ガスインレットとガスアウトレットとの間で直線状の速度の成分と、チャンパー内の角速度成分とを有するように、ガスインレットからガスアウトレットにチャンパーを通じてガスを流すステップと、

少なくとも一つの粒子の流れをチャンパーの中に導入するステップと、

チャンパーのそれぞれのプロセス領域を通じて各粒子の流れを流すステップと、を備える、方法が提供される。

## 【0059】

10

20

30

40

50

さらに別の実施形態では、ガス - 粒子プロセッサであって、  
 ガスインレットとガスアウトレットとを有し、ガスインレットとガスアウトレットとの間にチャンバーの長さを画定すると共に、少なくとも二つの粒子インレットを有するチャンバーと、

ガスインレットからガスアウトレットにチャンバーを通じてガスを流すように動作可能なガスの流れの装置と、

一つ以上の粒子の流れをチャンバーの中に導入するように動作可能な粒子の流れの装置であって、各粒子の流れはチャンバーのそれぞれのプロセス領域を通じて流れる、粒子の流れの装置と、を備え、

チャンバーの長さは、各々が単一の粒子の流れ及び単一のそれぞれのプロセス領域で動作するだけである実質的に同一のチャンバーの、チャンバーの粒子インレットと同じ数の組み合わせられた最小の長さよりも短い、ガス - 粒子プロセッサが提供される。

【 0 0 6 0 】

本発明の実施の形態が、添付の図面を参照しながら、単なる例として以下に説明される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 1 】

【図 1】図 1 は、水平に構成されたガス - 粒子プロセッサの断面図である。

【図 2】図 2 は、垂直に構成されたガス - 粒子プロセッサの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 6 2 】

水平なガス - 粒子プロセッサ 2 の一形態が図 1 に示される。プロセッサ 2 は、第 1 端部 2 0 と、対向する第 2 端部 2 1 と、第 1 端部 2 0 と第 2 端部 2 1 との間で延びる上壁部分 2 2 及び下壁部分 2 3 とを有するチャンバー 3 を備える。水平に配向されたチャンバーを画定するように、第 2 端部が第 1 端部の一方側に配置されると共に、側壁部分が概ね水平に延びる。

【 0 0 6 3 】

チャンバー 3 は、そこを通じて粒子がチャンバーの中に導入される、第 1 インレット 4 A、第 2 インレット 4 B 及び第 3 インレット 4 C から構成される粒子インレットの配列 4 を有する。固体粒子は、粒子流出装置によって各インレットに供給され、粒子流出装置は、それぞれ関連した粒子加速器 5 A、5 B 及び 5 C を有する粒子フィーダーから構成され、粒子フィーダーは、ホッパー、ビンなどの形態の一つ以上の貯蔵容器から粒子を供給する。しかしながら、他の実施形態では、粒子は、スプレーノズル、噴霧器等により供給される液滴又は液体の薄いシートにすることができる。粒子インレット 4 は、チャンバーの上壁部分 2 2 の表面 6 に形成される。フィーダーのアウトレットは、粒子インレット 4 と連通すると共に粒子インレット 4 と共存する。プロセッサは、各粒子インレットを通じて供給された粒子が、上壁部分から下壁部分に流れる、互いに分離して別個である粒子の流れを生じるように構成されかつ動作される。また、インレット 4 は、チャンバーの実質的な部分にわたって、好ましくはチャンバーの幅全体にわたって延びる幅であり、それぞれの粒子の流れは、チャンバーの幅をわたって実質的に延びる。

【 0 0 6 4 】

また、チャンバー 3 は、そこを通じて粒子がチャンバーを出る、第 1 アウトレット 8 A、第 2 アウトレット 8 B 及び第 3 アウトレット 8 C から構成される粒子アウトレットの配列 8 を有する。粒子アウトレットは、インレットが形成されている壁部分とは反対側の下壁部分 2 3 の表面 1 0 に形成される。第 1、第 2 及び第 3 のアウトレット 8 A - C は、それぞれ、第 1、第 2 及び第 3 のインレット 4 A - 4 C と対向するが、第 1、第 2 及び第 3 のインレット 4 A - 4 C からオフセットされる。各アウトレットは、チャンバーを移動するとき粒子のいくらかの水平移動のために、そのインレットから下流側に配置される。それぞれの粒子インレット 4 A - C から流れる別個の粒子の流れは、特定の粒子アウトレットを通過してチャンバーを出る。例えば、第 1 粒子インレット 4 A から流れる粒子

10

20

30

40

50

は、第1アウトレット8Aだけを通してチャンバーを出る。プロセスステージ18A-Cは、各粒子インレット及びその特定の粒子アウトレットによって画定されると共に、そのインレットからアウトレットに流れる粒子の流れによって占有されるチャンバーのプロセス領域を含む。例えば、プロセスステージ18Aは、粒子インレット4A及び粒子アウトレット8Aによって画定されると共に、粒子インレット4Aと粒子アウトレット8Aとの間の粒子の流れによって占有されるチャンバーのプロセス領域を含む。粒子が、プロセッサ2のガスの流れを通じて落下すると、熱及び/又は質量の交換及び/又は化学反応が、プロセスステージ18A-Cにおける粒子の流れとガスの流れとの間で発生する。チャンパー3内の時間の任意の時点において、プロセスステージの粒子の流れは、実質的に混在しない。

10

**【0065】**

多くの分離した粒子の流れで動作するプロセッサの能力のため、それは、“マルチステージ”プロセッサとして機能することができる。これは、同じ数の単一の粒子の流れのプロセスを実施するために多数のプロセッサを有すること以上に空間及びコストの要件を低減する利点を提供する。

**【0066】**

粒子インレット及び粒子アウトレットの配列は、チャンパー3を通じて粒子を再循環(リサイクル)するように構成される。一形態では、この再循環は、各アウトレットからそのそれぞれのインレットにすることができる。他の実施形態では、第1粒子アウトレット8Aは、導管12Aを介して第2粒子インレット4Bに接続され、第2粒子アウトレット8Bは、導管12Bを介して第3粒子インレット4Cに接続され、その結果、粒子は、接続されたインレット及びアウトレットの間で流れる。この実施形態では、第1粒子インレット4Aは、チャンパー3への最初の供給を画定し、第3粒子アウトレット8Cは、チャンパー3を出てプロセッサを出るための最後の粒子アウトレットを画定する。変形例では、システムは、いくらかの粒子が第3粒子アウトレットでプロセッサを出るが、いくらかの粒子がシステムを出た粒子を補うために付加された補充粒子と共に第1粒子インレットに再循環されるように、半閉鎖されることができる。

20

**【0067】**

当然ながら、プロセッサは粒子インレット及び粒子アウトレットを多くあるいは少なく備えることができることを理解されるべきである。一変形例では、プロセッサは、チャンパーの下部に形成された単一の粒子アウトレットを備えることができ、その粒子アウトレットは、インレットを通じてチャンパーに入る全ての粒子を受け入れる。

30

**【0068】**

さらなる変形例では、各々のインレット及びアウトレットは、それぞれ、例えば格子あるいはふるいによって画定された複数のインレット部分又はアウトレット部分を備えることができる。具体的には、いくつかの実施形態において、チャンパーの床は、粒子が床を通じて落下してチャンパーの下部に収集されるのを許容する格子あるいはふるいの形態にすることができる。

**【0069】**

また、チャンパー3は、チャンパー3の第1端部20に配置されたガスインレット25と、チャンパー3の第2端部21に配置されたガスアウトレット26とを備え、それによって、ガスは、プロセッサ2の動作中インレットとアウトレットとの間でチャンパーの長さに沿って流れる。このガスの流れを提供して導くために、プロセッサ2は、チャンパーのガスインレット25にガスを供給するガスフィーダー14と、場合によっては一つ以上の整流装置とを組み込んだガス流装置を備える。ガスフィーダーは、ポンプ、圧縮機、送風機等の形態である。

40

**【0070】**

ガス及び各粒子の流れは、それぞれ、チャンパーを通る第1及び第2の質量流量を有する。好ましくは、プロセッサの動作中、これらの質量流量の一つ又は双方は、各プロセス領域の実質的な部分の、好ましくは実質的に各プロセス領域を通る、ガス-粒子混合物

50

の空隙率は、0.900 - 0.995（好ましくは0.990に近い値）であるように制御さ

れる。これは、粒子の流れを有する粒子の実質的な部分が、粒子の流れの隣接する粒子によって妨げられないことを可能にする。その結果、ガスによる粒子の表面への増加したアクセス及び粒子の流れの実質的に一定の速度が達成される。同時に、ガス - 粒子混合物の空隙率は、ガスの第1質量流量が実行できない低さにならないように制限され、従って、チャンパーは、過度に長くなることを必要とされない。粒子インレット4は、プロセッサが動作中に必要とされるガス - 粒子混合物の空隙率を達成することを可能とするために必要とされる限り、チャンパーの長さに沿って延びる。

【0071】

図1に示されたプロセッサ2に対し、そのプロセッサは、ガス - 粒子混合物の空隙率が、特に粒子が終端速度でチャンパーに導入される場合に、各プロセス領域を通じて概ね一定となるように動作される。しかしながら、ガス - 粒子混合物の空隙率は、粒子が終端速度よりも高い速度で導入される場合に、そのそれぞれの粒子インレットに隣接する各プロセス領域の部分の方が、そのプロセス領域の残りの部分よりも高くすることができる。

【0072】

ガスの質量流量及び粒子の質量流量の一方、好ましくはその両方は、制御され、その選択は、ガス - 粒子プロセッサが使用されるアプリケーションに基づく。例えば、ガス触媒プロセスにおいて、プロセスは、必要な化学変換を提供するように触媒粒子の流れが制御されて、その反応のために制御されたガス - 粒子位相にすることができる。プロセッサが、例えば、（液滴の形態の粒子を有する）冷却塔として使用される場合、プロセッサの動作は、制御されたガス位相にすることができる。このアプリケーションでは、液体粒子は、冷却塔プロセスに対する表面領域を提供する質量流量率で注入される。

【0073】

プロセッサ2は、ガスが、水平方向において概ね直線状である流線の（第1の）速度でチャンパー3を流れるように動作される。これを達成することを支援するため、バッフルなどの整流装置がガスインレット25の近傍に提供される。動作中、ガス速度は、チャンパー内に生じる熱及び/又は物質移動のためにチャンパーにわたって変化することに留意される。

【0074】

各々の粒子の流れは、第2速度及びガスの流線の方向に対する供給角度でチャンパーの中に導入される。これは、第2速度に第1方向の成分及び第2方向の成分を与える。第2方向の成分は、ガスの流れの方向に垂直方向な粒子の速度、すなわち垂直方向の速度である。第1方向の成分は、ガスの流線の方向に平行方向な粒子の速度、すなわち水平方向の速度である。

【0075】

第2速度（粒子の速度）及び粒子の供給角度は、粒子がチャンパーに導入されるときに粒子の速度の第1方向の成分がガス速度の流線速度に対して（大きさ及び方向が）実質的に等しいように制御される。（チャンパー内に生じる熱及び/又は物質移動のために）ガスの速度がチャンパーの長さにわたって変化するので、第1の（ガス）速度及び各プロセス領域のその成分は、それぞれのプロセス領域に対する粒子インレット近傍などのチャンパー内の関連位置での局所のガス速度として取られ、あるいは、プロセス領域にわたる局所の速度の手段（あるいはそれぞれの速度の成分）から決定されるのが好ましい。

【0076】

また、第2速度（粒子の速度）は、第2の（垂直）方向の成分が、ガスの粒子の終端速度に実質的に等しいように制御される。

従って、粒子がチャンパーの中に導入される第2速度及び粒子の供給角度は、第1及び第2の方向の成分の知識から決定される。

【0077】

10

20

30

40

50

上述の速度及び質量流量率を有するプロセッサを動作することにより、粒子がチャンパーに入るときに粒子を加速するのに必要なエネルギーが、それぞれの粒子フィーダーによって提供され、各ストリームの各妨げられない粒子は、ガスストリームによる粒子に作用する最小の力を有する。従って、プロセッサにわたる（すなわち、チャンパーのガスインレットとガスアウトレットとの間の）圧力降下は最小限に抑えられる。

【 0 0 7 8 】

変形例では、粒子は、重力加速度で落下するようにチャンパーの中に垂直に単に落下する。そのようなプロセスは、チャンパーにわたって圧力損失が低くなく、上述の水平方向及び垂直方向の成分で粒子が入る場合であり、従って効率的ではない。しかしながら、この変形例は、各プロセス領域の実質的な部分のガス - 粒子混合物の空隙率が 0 . 9 0 0 - 0 . 9 9 5、好ましくは 0 . 9 9 0 に近い値であるように制御されたガス及び粒子の質量流量率で動作されることができ

10

【 0 0 7 9 】

また、小さい直径の粒子及びプロセッサの狭い寸法の分布を使用することが望ましい。通常、300 μm未満の直径、より好ましくは200乃至100 μmの直径を有する粒子が使用される。そのような小さな粒子の使用は、上述のガス - 粒子混合物の空隙率でチャンパーのプロセス領域のガスと混合されるときに粒子の非常に高い表面領域を提供する。そのような高い表面領域は、粒子とガスとの間の交換プロセスを高め、プロセッサが高効率で動作することを可能とする。狭い寸法の分布を有する粒子の使用は、チャンパーのプロセス領域が狭く保たれるのを可能にし、所望のガス - 粒子混合物の空隙率を容易に維持することができる。粒子のこれらの属性の組み合わせは、各粒子の流れが、実質的に均一な粒子速度を達成するためにエネルギーやコストの過度な支出を必要としない速度でプロセッサの中に導入されることを可能にする。

20

【 0 0 8 0 】

いくつかのアプリケーションでは、ガス触媒プロセッサなどの高い空隙率を有する粒子を使用することが望ましい。しかしながら、これは、高い空隙率が粒子内の熱伝導率を下げることができる熱伝達プロセッサなどのいくつかの実施形態における場合ではない。

【 0 0 8 1 】

図2を参照すると、別の実施形態にかかる垂直なガス - 粒子プロセッサ102が示される。図1に示されたプロセッサ2と同様なプロセッサ102の特徴は、同じ参照符号で示されるが、符号1又は10が前に付いている。

30

【 0 0 8 2 】

プロセッサ102は、ガスインレット125が配置される第1端部120上に、ガスアウトレット126が配置される第2端部121が配置されるように、垂直方向に配向された、概ね円筒形のチャンパー103を備える。対向する側壁部分122、123は、端部120、121の間を垂直方向に延びる。従って、ガスは、プロセッサ102の動作中上部から下部にチャンパー103を通過して垂直方向に流れる。中央内部部材又は柱180は、チャンパー内に提供され、中央内部部材又は柱180上に粒子インレット104A - Cが配置される。従って、粒子はチャンパーの中心からチャンパーに入る。粒子フィーダー110A - Cは、内部部材180上に配置されたインレット104A - Cに供給される。

40

【 0 0 8 3 】

チャンパーに入ると、粒子は、螺旋流路に沿ってチャンパーの内表面に向かって外方に移動し、ガスが粒子アウトレット108A - Cを通過してチャンパーを出る場合にガスローター（後述）の影響を受ける螺旋ガス流によって運ばれる。各粒子アウトレット108A - Cは、粒子がチャンパーを通過して移動するとき粒子が（重力に対抗して）ガスによって若干上方に運ばれるように、そのそれぞれのインレット104A - Cの上流側に配置される。

【 0 0 8 4 】

50

ガスは、チャンバー 103 を通じて垂直である方向に概ね移動するが、図 2 のプロセッサ 102 のガス流装置は、チャンバー内のガスを回転させるためのガスローター 130 を備える。これは、ガスを動作中チャンバーを通じて螺旋状に上昇させる。ガスローター 130 は、プロセス領域 118 A - C に配置されると共にプロセス領域 118 A - C 間に配置されるプレート状パドル 130 A - F のバンクを備え、それは、チャンバー 3 を通じたガス速度の方向及び大きさを維持するのに役立つ。また、ガスローターは、パドルに加えてあるいはパドルに替えて、ガスインレット近くのチャンバーの下部に固定されたベーンを備えることができる。パドル 130 A - F は、モーターによって柱の軸線を中心にしてバンクの回転を許容するために回転可能なリングなどによってチャンバー内の内部部材 180 上に取り付けられる。ガスは螺旋状に上昇するため、ガスローターによってチャンパー内に粒子の同様な螺旋状の上昇を生じる。パドル 130 A、130 C 及び 130 E は、プロセスステージ 118 A、118 B 及び 118 C の間にそれぞれ配置され、パドル 130 B、130 D 及び 130 F は、プロセスステージ 118 A、118 B 及び 118 C の間にそれぞれ配置される。

10

## 【0085】

図 2 に示されたこの実施形態では、ガスの流線速度（第 1 速度）は、重力に対する垂直方向にある、ガスインレットとガスアウトレットとの間にある線形速度成分と、ガスローターの回転によって与えられる角速度成分とを組み込む。動作では、ガスは、チャンパーにわたって角速度分布を有する。

20

## 【0086】

チャンパー内のガスの回転は、粒子が柱に中心的に配置された粒子インレットを通じて導入されるように接線方向に粒子を引き入れる。関連した遠心力は、チャンパー内の粒子の半径方向の加速を生じる。従って、粒子は、チャンパーの側面に向かって外方に螺旋状の上昇をし、ガスが粒子アウトレットを通過して出る。また、粒子は、重力に逆らって上方にインレットとアウトレットとの間でガスの流れの方向に沿って運ばれる（重力で落下する粒子の終端速度よりも高い垂直方向のガス速度が提供される）。

## 【0087】

粒子の流れは、チャンパーの中に導入され、各粒子の流れのそれぞれの粒子インレット位置でガスを回転させることにより、粒子に付与された回転加速度の遠心力に粒子がさらされる。このような導入により、粒子は、ガスに対して終端速度で落下するが、チャンパーに対して半径方向及び接線方向に移動するように垂直システムで上向きのガス速度で上昇する。

30

## 【0088】

粒子は、例えばこの垂直に配置されたプロセッサ 102 を含むチャンパーへの導入により流線速度に対して反対方向に粒子に作用する周知の力のせいで任意の速度以下のガスの流線速度に実質的に等しい第 1 方向の成分、及び、粒子の終端速度に実質的に等しい又は粒子の終端速度より高い半径方向の第 2 方向の成分に分解する、第 2 速度で導入される。

## 【0089】

上述の水平方向のシステムと同様に、このように垂直方向に配置されたプロセッサ 102 を動作することにより、粒子がチャンパーに入るときに粒子を加速させるのに必要なエネルギーは、それぞれの粒子フィーダーによって提供され、各流れの妨げられない粒子は、ガス流によって粒子に作用する最小限の力を有する。従って、プロセッサにわたるプロセッサにわたる（すなわち、チャンパーのガスインレットとガスアウトレットとの間の）圧力降下は最小限に抑えられる。

40

## 【0090】

さらに、各流れのそれぞれの粒子インレットの位置での粒子の半径方向の速度は粒子の終端速度以下であるようにプロセッサを動作することにより、フィーダーの長さは、粒子インレットに隣接するガス - 粒子混合物の空隙率を同じに維持しながら減少される。また、チャンパーの半径を横切るガス - 粒子混合物の空隙率の差が大きすぎないように、チ

50

チャンバーのより短い半径でより高い粒子の半径方向の速度を維持することが望ましい。

【0091】

ガス及び各粒子の流れは、それぞれ、チャンバーを通る第1及び第2の質量流量を有する。好ましくは、プロセッサの動作中、これらの質量流量の一つ又は双方は、各プロセス領域の実質的な部分の、好ましくは実質的に各プロセス領域を通る、ガス - 粒子混合物の空隙率は、0.900 - 0.995（好ましくは0.990に近い値）であるように制御される。これは、粒子の流れを有する粒子の実質的な部分が、粒子の流れの隣接する粒子によって妨げられないことを可能にする。その結果、ガスによる粒子の表面への増加したアクセス及び粒子の流れの実質的に一定の速度が達成される。同時に、ガス - 粒子混合物の空隙率は、ガスの第1質量流量が実行できない低さにならないように制限され、従っ

10

【0092】

図2に示されたプロセッサ102に対し、各プロセス領域のガス - 粒子混合物の空隙率は、そのそれぞれの粒子インレットから離れる方向に増加する。これは、ガス - 粒子混合物の空隙率がそのそれぞれの粒子インレットから最も遠い各プロセス領域の一部分、すなわち、側壁部分122、123で隣接する粒子アウトレット108A - Cで、0.995よりも大きくなることを意味する。

【0093】

当然ながら、プロセッサは粒子インレット及び粒子アウトレットを多くあるいは少なく備えることができることを理解されるべきである。ガスアウトレットは、チャンバーからの粒子アウトレットとして作用し（すなわち、粒子はガスと共に出る）、あるいは、粒子は、チャンバーの壁にある粒子アウトレットを通じて部分的にチャンバーを出て、ガスアウトレットを通じて部分的にチャンバーを出て、ガスアウトレットから収集されたガス及び粒子は、続いて別の場所で分離される。

20

【0094】

図1及び図2に関して上述のように説明され示された実施形態は、多数の用途に使用されることができる。例えば、それらは、熱交換器又は吸収器/脱着器に適用されることができる。

【0095】

またプロセッサは、ガス - 固体プロセスからのエネルギー回収のために適切である。一例は、二つの交換器を備える再生器を含み、それによって、出ていく熱いガス流は、一方の交換器で粒子の流れで熱を交換し、加熱された粒子は、他方の交換器の別のガスの流れを加熱するのに使用される。別の例は、二つの交換器を備える空気予熱器ユニットに関し、第1交換器は、粒子の流れを使用してボイラーからの煙道ガス流を冷却し、煙道ガス流から粒子の流れに伝達された熱は、第2の交換器のボイラーに供給された加熱されていない空気流に伝達される。

30

【0096】

他のアプリケーションでは、プロセッサ、特に図2に示される垂直型の実施形態は、粒子が液滴の形態である冷却塔として用いることができる。このようなアプリケーションでは、液体粒子の質量流量は、所与のガス質量流量の冷却効果を最大に生成する値に制御されるが、高いガス速度が課される。

40

【0097】

実施例

以下の実施例1及び2をそれぞれ実施するために使用される、図1は、水平型ガス - 粒子プロセッサを示し、図2は、垂直型ガス - 粒子プロセッサを示す。実施例は、理想的または理論的な条件の下で計算を提供する。実際のアプリケーションでは、いくつかの効率の低下が考慮される。

【0098】

実施例1：

ガスフィーダー14は、218トン/時間の質量流量、4m/秒の速度及び100度の

50

温度のガスの流れを 4 m × 4 m のチャンバーの中に導入する。ガスの流れは、ガスアウトレット 26 からチャンバーを出る。

【0099】

直径が 200 μm、244 トン/時間の質量流量 200 度の温度のアルミナ粒子の流れが、粒子フィーダー 5A からチャンバーの中に導入される。

粒子がガスの流れを通じて落ちると、熱交換がステージ 18A で粒子の流れとガスの流れとの間で生じる。これは、理想的な条件下で 169 度までアルミナの流れを冷却する。この粒子の流れの循環は、粒子が粒子アウトレット 8A を出て導管 12A を介して粒子インレット 4B に供給されるように生じる。この計算の目的のため、全くないあるいは少しの熱交換が、任意の接続導管内の流れに対して仮定される。粒子の流れは、ステージ 18B でプロセッサ 2 を再度入る。さらに、粒子の流れとガスの流れとの間の熱交換は、粒子の流れが理想的な条件下で 169 度から 137 度まで下がるように生じる。このプロセスは、(理想的な条件下で) 106 度の最終的な温度まで冷却された粒子が粒子アウトレット 8C を出るステージ 18C で繰り返される。

10

【0100】

同時に、ガスの流れは、(理想的な条件下で) ステージ 18C に接するとき 100 度から 132 度まで加熱され、ステージ 18A に接するとき 194 度の最終的な温度まで加熱される。

【0101】

実施例 2 :

20

ガスフィーダー 114 は、1370 トン/時間の質量流量、4 m/秒の速度及び 100 度の温度のガスの流れを、12 m の外径を有すると共に直径が 4 m である中央粒子供給部材を有するチャンバーの中に導入する。ガスの流れは、ガスアウトレット 126 からプロセッサ 102 を出る。パドル 130A、130B 及び 130C は、プロセスステージ 118A、118B 及び 118C 間で配置され、ガスの回転のための手段を提供する。付加的なパドル 130B、130D 及び 130F が、それぞれ、ステージ 118A、118B 及び 118C 内に配置され、ガスの回転速度を調節するために使用されることができる。これらのパドルは、回転フレームワークに固定された多くの小さなパドルの形態である。

【0102】

1535 トン/時間の質量流量及び 200 度の温度の、直径が 150 μm のアルミナの粒子の流れが、粒子フィーダー 110A からチャンバーの中に導入される。

30

粒子の流れに対する螺旋状の上昇するガスの流れによって与えられる遠心力は、ステージ 118C の粒子の流れが粒子アウトレット 108A によって収容されるように、粒子の流れをチャンバーの表面に向かって外方に螺旋状に上昇させる。粒子の流れは、その後、導管 132A を介して粒子インレット 104B に移動する。このプロセスは、ステージ 118B の粒子の流れが粒子アウトレット 108B によって収容され、導管 134B を介して粒子インレット 104C に伝達されるように繰り返される。粒子の流れは、粒子アウトレット 108C を通じてプロセッサ 102 を最終的に出る。熱伝達は、プロセスステージ 118A、118B 及び 118C での粒子の流れとガスの流れとの間で生じ、(理想的な条件下で) 105 度の最終的な粒子の流れの温度及び 195 度の最終的なガスの流れを生じる。

40

【0103】

任意の従来技術の刊行物が本明細書で言及される場合、そのような参照は、公報がオーストラリアあるいは他の国において当該技術分野における一般的知識の一部を形成することを容認するものではないことが理解されるべきである。

【0104】

特許請求の範囲及び本発明の前述の説明において、文脈が他の言語又は必要な含意を表現することを必要とする場合を除いて、用語“備える”及び“備える”又は“備えている”などの変形用語は、包括的な意味で使用され、すなわち、述べられた特徴の存在を特定するために使用され、本発明の様々な実施形態におけるさらなる特徴の存在又は追加を排

50

除するために使用されるものではない。

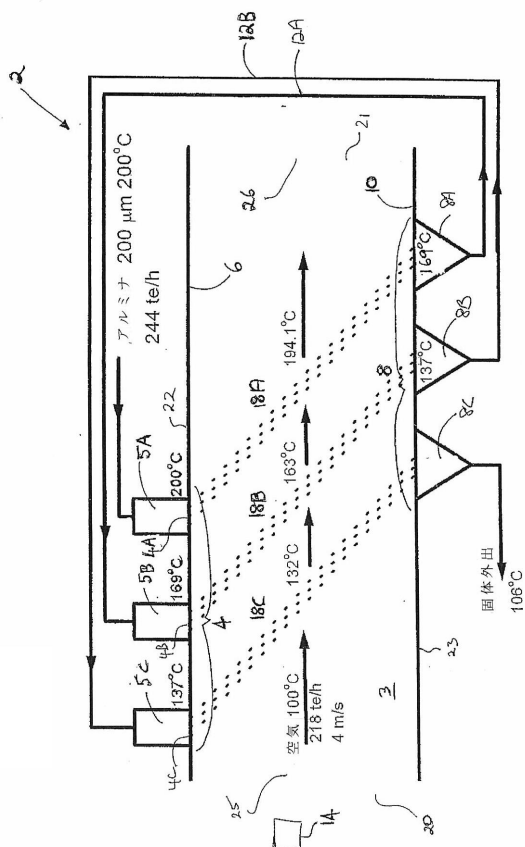
【0105】

記載の構成は、説明によって前進され、多くの変更例が、本明細書に開示された全ての新規な特徴及び新規な特徴の組み合わせを含む本発明の精神及び範囲から逸脱しないで行われることができる。

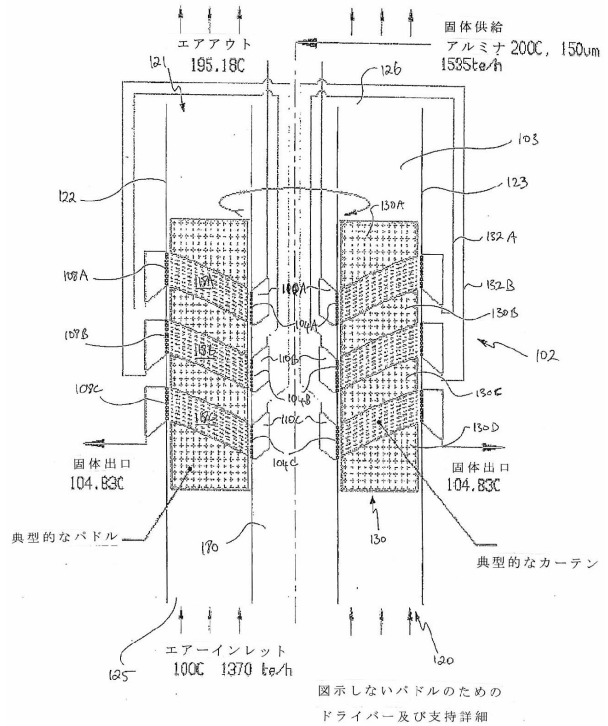
【0106】

当業者は、本明細書に記載された発明は、具体的に説明されたもの以外の変形および修正の余地があることを理解されるであろう。本発明は精神および範囲内に入るすべての変形及び変更を含むことを理解されたい。

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(72)発明者 オーウェン・ポッター  
オーストラリア連邦ビクトリア州3124, キャンバーウェル, リバースデール・ロード 835

審査官 中村 泰三

(56)参考文献 実公昭36-031395(JP, Y1)  
特開昭51-068067(JP, A)  
英国特許出願公開第00826020(GB, A)  
米国特許第02376365(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B01D 53/  
B01J 8/12、10/00  
F26B 17/00  
F28C 3/12