

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6174635号
(P6174635)

(45) 発行日 平成29年8月2日(2017.8.2)

(24) 登録日 平成29年7月14日(2017.7.14)

(51) Int.Cl. F I
BO1J 19/08 (2006.01) BO1J 19/08 K

請求項の数 32 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2015-144605 (P2015-144605) (22) 出願日 平成27年7月22日 (2015.7.22) (62) 分割の表示 特願2010-508398 (P2010-508398) の分割 原出願日 平成20年5月12日 (2008.5.12) (65) 公開番号 特開2016-27940 (P2016-27940A) (43) 公開日 平成28年2月25日 (2016.2.25) 審査請求日 平成27年8月11日 (2015.8.11) (31) 優先権主張番号 60/928, 946 (32) 優先日 平成19年5月11日 (2007.5.11) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p>	<p>(73) 特許権者 506352359 エスディーシーマテリアルズ、 インコー ポレイテッド アメリカ合衆国 アリゾナ州 85281 テンペ サウス パーク レーン 94 O スイート ナンバー2 (74) 代理人 100067736 弁理士 小池 晃 (74) 代理人 100096677 弁理士 伊賀 誠司 (72) 発明者 レイマン、フレデリック、ピー。 アメリカ合衆国 アリゾナ州 85377 ケアフリー ノース ロンピン ロード 37034</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子生産システム及び流体再循環方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1. 前駆体物質及び処理ガスを含む反応粒子混合気体を粒子生成プラズマ反応器により生成し、

2. 調整ガスを用いて、上記反応粒子混合気体を急冷して、前駆体物質を含む複数の粒子と、上記調整ガスを含む出力ガスとを含む冷却粒子混合気体を生成し、

3. 上記冷却粒子混合気体から上記前駆体物質を含む複数の粒子を除去して、第1のガス及び第2のガスを含むフィルタ処理出力を生成し、

4. フィルタ処理出力の一部を排気しながら上記フィルタ処理出力の量を調整して調整フィルタ処理出力を生成し、

5. 上記調整フィルタ処理出力の該第2のガスに対する該第1のガスの比である含有率を調整するために、上記第1のガス又は上記第2のガスを上記調整フィルタ処理出力に加えることにより含有率調整フィルタ処理出力を生成し、

6. 上記含有率調整フィルタ処理出力を、上記反応粒子混合気体を冷却する際に、上記調整ガスとして用いる粒子生産システム。

【請求項2】

上記粒子生成プラズマ反応器は、

上記前駆体物質及び上記処理ガスが供給され、上記処理ガスを励起して、プラズマを形成し、該プラズマを上記前駆体物質に作用させて、上記反応粒子混合気体を生成するものであり、かつ、

上記粒子生成プラズマ反応器に流体的に接続され、該粒子生成プラズマ反応器から、上記反応粒子混合気体が供給され、上記含有率調整フィルタ処理出力が上記調整ガスとして供給され、該供給された調整ガスを該反応粒子混合気体に混合して、上記冷却粒子混合気体を生成する急冷チャンバを備えることを特徴とする請求項 1 記載の粒子生産システム。

【請求項 3】

更に、上記含有率の調整の前に、上記フィルタ処理出力の温度を調整することを特徴とする請求項 1 記載の粒子生産システム。

【請求項 4】

更に、上記調整フィルタ処理出力における上記第 1 のガスと上記第 2 のガスの間の比を検出し、

上記検出された比に基づいて、上記第 1 のガス又は上記第 2 のガスを上記調整フィルタ処理出力に加えることによって、上記調整フィルタ処理出力の含有率を調整することを特徴とする請求項 1 記載の粒子生産システム。

【請求項 5】

前駆体物質及び処理ガスを含む反応粒子混合気体を生成する粒子生成プラズマ反応器と、

調整ガスインレットと、上記粒子生成プラズマ反応器に流体的に接続されている反応混合物インレットと、冷却混合物アウトレットとを有し、上記調整ガスインレットにおいて調整ガスが供給され、上記反応混合物インレットにおいて、上記粒子生成プラズマ反応器から上記反応粒子混合気体が供給され、該調整ガスを該反応粒子混合気体に混合して、上記前駆体物質を含む複数の粒子と、上記調整ガスを含む出力ガスとを含む冷却粒子混合気体を生成する急冷チャンバと、

上記冷却混合物アウトレットに流体的に接続され、上記急冷チャンバから上記出力ガスが供給され、該出力ガスをフィルタリングして、第 1 のガス及び第 2 のガスを含むフィルタ処理出力を生成するフィルタエレメントと、

上記フィルタエレメントに流体的に接続され、上記フィルタ処理出力の温度を調整して、温度制御フィルタ処理出力を生成する温度調整モジュールと、

上記温度調整モジュールに流体的に接続され、上記第 1 のガス及び上記第 2 のガスを含む上記温度制御フィルタ処理出力の該第 2 のガスに対する該第 1 のガスの比である含有率を調整するために、上記第 1 のガス又は上記第 2 のガスを上記温度制御フィルタ処理出力に加えることにより含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成する含有率制御モジュールと、

上記含有率制御モジュールを上記急冷チャンバの調整ガスインレットに流体的に接続し、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を、上記反応粒子混合気体を冷却する際に使用するための上記調整ガスとして、該急冷チャンバの調整ガスインレットに供給する導管装置とを備える粒子生産システム。

【請求項 6】

上記粒子生成プラズマ反応器は、上記前駆体物質及び上記処理ガスが供給され、該処理ガスを励起して、プラズマを形成し、該プラズマを上記前駆体物質に作用させて、上記反応粒子混合気体を生成することを特徴とする請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 7】

上記急冷チャンバの冷却混合物アウトレットに吸引圧を発生して、該急冷チャンバから上記出力ガスを引き込む吸気発生器を更に備える請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 8】

上記フィルタエレメントは、上記出力ガスから上記前駆体物質を含む複数の粒子を除去し、上記フィルタ処理出力を生成することを特徴とする請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 9】

上記フィルタエレメントは、高性能微粒子フィルタであることを特徴とする請求項 8 記載の粒子生産システム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

上記フィルタエレメントと上記温度調整モジュール間に流体的に接続され、上記フィルタ処理出力の圧力が所定の閾値を超えている場合、該フィルタ処理出力の圧力を低減する圧力逃しモジュールを更に備える請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 11】

上記温度調整モジュールは、熱交換器を備えることを特徴とする請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 12】

上記含有率制御モジュールは、

上記温度制御フィルタ処理出力の含有率を検出して、該検出された含有率を表す信号を生成する含有率センサと、

上記含有率センサに通信可能に接続され、該含有率センサから上記信号を受信して、該信号に基づいて、上記急冷チャンバの調整ガスインレットに供給する上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力の含有率を調整するマイクロコントローラとを備えることを特徴とする請求項 5 記載の粒子生産システム。

【請求項 13】

上記含有率制御モジュールは、上記温度調整モジュール及び上記含有率センサに流体的に接続され、上記温度調整モジュールから上記温度制御フィルタ処理出力が供給され、該温度制御フィルタ処理出力の含有率を調整する前に、該温度制御フィルタ処理出力を一時的に貯蔵するバッファタンクを備えることを特徴とする請求項 12 記載の粒子生産システム。

【請求項 14】

上記含有率制御モジュールは、上記バッファタンクと周囲大気の間流体的に接続され、該バッファタンクから該周囲大気に上記温度制御フィルタ処理出力の一部を排気することにより上記温度制御フィルタ処理出力の量を調整する流体逃し弁を備えることを特徴とする請求項 13 記載の粒子生産システム。

【請求項 15】

上記含有率制御モジュールは、

上記第 2 のガスを貯蔵する第 2 の流体供給タンクと、

上記マイクロコントローラに通信可能に接続され、該マイクロコントローラからの信号に応じて、上記第 2 の流体供給タンクからの上記第 2 のガスの一部を上記温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成する第 2 の流体供給弁とを備えることを特徴とする請求項 12 記載の粒子生産システム。

【請求項 16】

上記含有率制御モジュールは、

上記第 1 のガスを貯蔵する第 1 の流体供給タンクと、

上記マイクロコントローラに通信可能に接続され、該マイクロコントローラからの信号に応じて、上記第 1 の流体供給タンクからの上記第 1 のガスの一部を上記温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成する第 1 の流体供給弁とを備えることを特徴とする請求項 15 記載の粒子生産システム。

【請求項 17】

粒子生産システムにおいて流体を再循環させる流体再循環方法であって、

粒子生成プラズマ反応器によって、前駆体物質及び処理ガスを含む反応粒子混合気体を生成するステップと、

調整ガスを用いて、上記反応粒子混合気体を急冷して、上記前駆体物質を含む複数の粒子と、上記調整ガスを含む出力ガスとを含む冷却粒子混合気体を生成するステップと、

上記冷却粒子混合気体から上記前駆体物質を含む複数の粒子を除去して、第 1 のガス及び第 2 のガスを含むフィルタ処理出力を生成するステップと、

上記フィルタ処理出力の一部を排気しながらフィルタ処理出力の量を調整して調整フィルタ処理出力を生成するステップと、

10

20

30

40

50

上記調整フィルタ処理出力の上記第2のガスに対する上記第1のガスの比である含有率を調整するために、該第1のガス又は該第2のガスを調整フィルタ処理出力に加えることにより、含有率調整フィルタ処理出力を生成するステップと、

上記含有率調整フィルタ処理出力を、上記反応粒子混合気体を冷却する際に使用する上記調整ガスとして用いるステップとを有する流体再循環方法。

【請求項18】

上記前駆体物質及び上記処理ガスが供給され、該処理ガスを励起して、プラズマを形成し、該プラズマを該前駆体物質に作用させて、上記反応粒子混合気体を生成する粒子生成プラズマ反応器と、

上記粒子生成プラズマ反応器に流体的に接続され、該粒子生成プラズマ反応器から、上記反応粒子混合気体が供給され、上記含有率調整フィルタ処理出力が上記調整ガスとして供給され、該供給された調整ガスを該反応粒子混合気体に混合して、上記冷却粒子混合気体を生成する急冷チャンバとを備えることを特徴とする請求項17記載の流体再循環方法。

10

【請求項19】

上記含有率の調整の前に、上記フィルタ処理出力の温度を調整するステップを更に有する請求項17記載の流体再循環方法。

【請求項20】

上記調整フィルタ処理出力における上記第1のガスと上記第2のガスの間の比を検出するステップと、

20

上記検出された比に基づいて、上記第1のガス又は上記第2のガスを上記調整フィルタ処理出力に加えることによって、上記調整フィルタ処理出力の含有率を調整するステップとを更に有する請求項17記載の流体再循環方法。

【請求項21】

粒子生産システムにおいて流体を再循環させる流体再循環方法であって、

粒子生成プラズマ反応器によって、前駆体物質及び処理ガスを含む反応粒子混合気体を生成するステップと、

調整ガスインレットにおいて、急冷チャンバに調整ガスを供給し、反応混合物インレットにおいて、該急冷チャンバに上記粒子生成プラズマ反応器からの反応粒子混合気体を供給するステップと、

30

上記急冷チャンバによって、上記調整ガスを上記反応粒子混合気体に混合して、上記前駆体物質を含む複数の粒子と、上記調整ガスを含む出力ガスとを含む冷却粒子混合気体を生成するステップと、

上記急冷チャンバから上記出力ガスをフィルタエレメントに供給し、該フィルタエレメントによって、該出力ガスをフィルタリングして、第1のガス及び第2のガスを含むフィルタ処理出力を生成するステップと、

上記フィルタ処理出力を温度調整モジュールに供給し、該温度調整モジュールによって、該フィルタ処理出力の温度を調整して、温度制御フィルタ処理出力を生成するステップと、

上記温度制御フィルタ処理出力を含有率制御モジュールに供給し、該含有率制御モジュールによって、該第2のガスに対する該第1のガスの比である含有率を調整するために、上記第1のガス又は上記第2のガスを上記温度制御フィルタ処理出力に加えることにより、含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成するステップと、

40

導管装置によって、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を、上記反応粒子混合気体を冷却する際に使用する上記調整ガスとして、上記急冷チャンバの上記調整ガスインレットに供給するステップとを有する流体再循環方法。

【請求項22】

上記反応粒子混合気体を生成するステップは、

上記粒子生成プラズマ反応器によって、上記処理ガスを励起して、プラズマを形成するステップと、

50

上記粒子生成プラズマ反応器によって、上記プラズマを上記前駆体物質に作用させて、上記反応粒子混合気体を生成するステップとを有することを特徴とする請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

【請求項 2 3】

吸気発生器によって、上記急冷チャンバの冷却混合物アウトレットに吸引圧を発生して、該急冷チャンバから上記出力ガスを引き込むステップを更に有する請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

【請求項 2 4】

上記フィルタエレメントは、上記出力ガスから上記前駆体物質を含む複数の粒子を除去して、上記フィルタ処理出力を生成することを特徴とする請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

10

【請求項 2 5】

上記フィルタエレメントは、高性能微粒子フィルタであることを特徴とする請求項 2 4 記載の流体再循環方法。

【請求項 2 6】

圧力逃しモジュールによって、上記フィルタ処理出力の圧力が所定の閾値を超えている場合、該フィルタ処理出力の圧力を低減するステップを更に有する請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

【請求項 2 7】

上記温度調整モジュールは、熱交換器を備えることを特徴とする請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

20

【請求項 2 8】

上記含有率制御モジュールによって上記含有率を調整するステップは、含有率センサによって、上記温度制御フィルタ処理出力の含有率を検出するステップと

、上記含有率センサによって、上記検出された含有率を表す信号を生成するステップと、マイクロコントローラによって、上記含有率センサから上記信号を受信するステップと

、上記マイクロコントローラによって、上記信号に基づいて、上記急冷チャンバの調整ガスインレットに供給する上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力の含有率を調整するステップとを有することを特徴とする請求項 2 1 記載の流体再循環方法。

30

【請求項 2 9】

上記温度調整モジュールから上記温度制御フィルタ処理出力をバッファタンクに供給するステップと、

上記バッファタンクによって、上記温度制御フィルタ処理出力の含有率が調整される前に、該温度制御フィルタ処理出力を一時的に貯蔵するステップとを更に有する請求項 2 8 記載の流体再循環方法。

【請求項 3 0】

上記含有率制御モジュールによって、上記含有率を調整するステップは、

流体逃し弁によって、上記バッファタンクから周囲大気へ上記温度制御フィルタ処理出力の一部を排気するステップを有することを特徴とする請求項 2 9 記載の流体再循環方法。

40

【請求項 3 1】

上記含有率制御モジュールによって、上記含有率を調整するステップは、

上記第 2 のガスを第 2 の流体供給タンクに貯蔵するステップと、

第 2 の流体供給弁によって、上記マイクロコントローラからの信号に応じて、上記第 2 の流体供給タンクからの上記第 2 のガスの一部を上記温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成するステップとを有することを特徴とする請求項 2 9 記載の流体再循環方法。

【請求項 3 2】

50

上記含有率制御モジュールによって、上記含有率を調整するステップは、

上記第1のガスを第1の流体供給タンクに貯蔵するステップと、

第1の流体供給弁によって、上記マイクロコントローラからの信号に応じて、上記第1の流体供給タンクからの上記第1のガスの一部を上記温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、上記含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成するステップとを有することを特徴とする請求項31記載の流体再循環方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願】

【0001】

本出願は、2005年4月19日に出願され、米国特許出願番号第11/110,341号、発明の名称「HIGH THROUGHPUT DISCOVERY OF MATERIALS THROUGH VAPOR PHASE SYNTHESIS」及び2007年5月11日に出願され、米国仮特許出願番号第60/928,946号、発明の名称「MATERIAL PRODUCTION SYSTEM AND METHOD」の優先権を主張し、これらは何れも、引用することによって、本願に援用される。

【技術分野】

【0002】

本発明は、粒子生成の分野に関する。詳しくは、本発明は、気相粒子生産システム (gas phase particle production system) 内で用いられる流体を再循環させるシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

多くの気相粒子生産システムは、粒子及び流体の混合物を生成する。これらの混合物は、通常、高温であり、したがって、反応が高い。幾つかのシステムでは、これらの混合物は、調整流体 (conditioning fluid) の導入によって冷却される。調整流体は、混合物を冷却し、粒子形成を促進する作用を有し、及び粒子のためのキャリアとしての作用を有することも多い。粒子は、通常、調整流体の導入の後、混合物から抽出又は回収される。そして調整流体は、環境に排気され、又は別の方法によって処分される。調整流体が処分されるのは、典型的な粒子生産システムが、調整流体として高純度気体を必要とするためである。多くの場合、純度は、99.9999%以上でなくてはならない。これらの方法を用いて生成される粒子の単位原価は、各製造期間毎に新鮮な流体を使用する必要性によって膨張する。

【0004】

そこで、システムの高純度レベルを維持しながら、気相粒子生産システムに関連するコストを削減する技術が望まれている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一側面においては、本発明が提供する粒子生産システムは、以下の構成を備える。

1. 前駆体物質及び処理ガスを含む反応粒子混合気体 (reactive particle-gas mixture) を粒子生成プラズマ反応器 (122) により生成する構成。

2. 調整ガスを用いて、反応粒子混合気体を急冷して、前駆体物質を含む複数の粒子と、該調整ガスを含む出力ガスとを含む冷却粒子混合気体 (cooled particle-gas mixture) を生成する構成。

3. 冷却粒子混合気体から前駆体物質を含む複数の粒子を除去して、第1のガス (primary gas) (G1) 及び第2のガス (secondary gas) (G2) を含むフィルタ処理出力 (filtered output) を生成する構成。

4. フィルタ処理出力の一部を排気しながら上記フィルタ処理出力の量を調整して調整フィルタ処理出力を生成する構成。

5. 調整フィルタ処理出力の第2のガス (G2) に対する第1のガス (G1) の比であ

る含有率を調整するために、第1のガス(G1)又は第2のガス(G2)を調整フィルタ処理出力に加えることにより含有率調整フィルタ処理出力(content-controlled, filtered output)を生成する構成。

6. 含有率調整フィルタ処理出力を、反応粒子混合気体を冷却する際に、調整ガスとして用いる構成。

【0006】

好ましい実施の形態では、粒子生成プラズマ反応器(122)は、前駆体物質及び処理ガスが供給され、処理ガスを励起して、プラズマを形成し、プラズマを前駆体物質に作用させて、反応粒子混合気体を生成するように構成されている。

この粒子生成プラズマ反応器(122)には、急冷チャンバ(quench chamber)(124)が流体的に接続されている。

この急冷チャンバ(124)は、粒子生成プラズマ反応器(122)から、反応粒子混合気体が供給され、含有率調整フィルタ処理出力が調整ガスとして供給され、供給された調整ガスを反応粒子混合気体に混合して、冷却粒子混合気体を生成するように構成されている。

【0007】

幾つかの実施の形態では、更に、含有率の調整の前に、フィルタ処理出力の温度を調整する。

【0008】

更に、幾つかの実施の形態では、第1のガス(G1)と第2のガス(G2)の間の比を検出し、検出された比に基づいて、第1のガス(G1)又は第2のガス(G2)を調整出力に加えることによって、調整出力の含有率を調整するように構成されている。

【0009】

本発明の他の側面では、粒子生産システム(100, 200)は、粒子生成プラズマ反応器(122)と、急冷チャンバ(124)とを備え、急冷チャンバ(124)は、調整ガスインレット(119)と、粒子生成プラズマ反応器(122)に流体的に接続された反応混合物インレット(ポート)(reactive mixture inlet(port))(123)と、冷却混合物アウトレット(cooled mixture outlet, conduit system)(126)とを有する。

粒子生産システム(100, 200)は、更に、冷却混合物アウトレット(126)に流体的に接続されたフィルタエレメント(filter element)(130)と、フィルタエレメント(130)に流体的に接続された温度調整モジュール(temperature control module)(150)と、温度調整モジュール(150)に流体的に接続された含有率制御モジュール(160)と、含有率制御モジュール(160)を急冷チャンバ(124)の調整ガスインレット(119)に流体的に接続する導管装置(チャンネルエレメント; channeling element)(180)とを備える。

【0010】

粒子生成プラズマ反応器(122)は、前駆体物質及び処理ガスから反応粒子混合気体を生成するように構成されている。

急冷チャンバ(124)は、調整ガスインレット(119)において調整ガスが供給され、反応混合物インレット(123)において、粒子生成プラズマ反応器(122)から反応粒子混合気体が供給され、調整ガスを反応粒子混合気体に混合して、冷却粒子混合気体を生成するように構成されている。

冷却粒子混合気体は、前駆体物質を含む複数の粒子と、出力ガスとを含む。出力ガスは、調整ガスを含む。

フィルタエレメント(130)は、冷却混合物アウトレット(126)に流体的に接続され、急冷チャンバ(124)から出力ガスが供給され、出力ガスをフィルタリングして、第1のガス(G1)及び第2のガス(G2)を含むフィルタ処理出力を生成するように構成されている。

温度調整モジュール(150)は、フィルタエレメント(130)に流体的に接続され

10

20

30

40

50

、フィルタ処理出力の温度を調整して、温度制御フィルタ処理出力 (temperature-controlled, filtered output) を生成するように構成されている。

含有率制御モジュール (160) は、温度調整モジュール (150) に流体的に接続され、第1のガス (G1) 及び第2のガス (G2) を含む温度制御フィルタ処理出力の第2のガス (G2) に対する第1のガス (G1) の比である含有率を調整するように構成されている。

この含有率制御モジュール (160) は、含有率を調整するために、第1のガス (G1) 又は第2のガス (G2) を温度制御フィルタ処理出力に加えることにより含有率調整温度制御フィルタ処理出力 (content-controlled, temperature-controlled, filtered output) を生成するように構成されている。

10

そして、導管装置 (チャンネルエレメント; channeling element) (180) は、含有率制御モジュール (160) を急冷チャンバ (124) の調整ガスインレット (119) に流体的に接続し、含有率調整温度制御フィルタ処理出力を、反応粒子混合気体を冷却する際に使用する調整ガスとして、急冷チャンバ (124) の調整ガスインレット (119) に供給するように構成されている。

【0011】

好ましい実施の形態では、粒子生成プラズマ反応器 (122) は、前駆体物質及び処理ガスが供給され、処理ガスを励起して、プラズマを形成し、プラズマを前駆体物質に作用させて、反応粒子混合気体を生成するように構成されている。

【0012】

20

幾つかの実施の形態では、粒子生産システム (100, 200) は、急冷チャンバ (124) の冷却混合物アウトレット (126) に吸引圧を発生して、急冷チャンバ (124) から出力ガスを引き込む吸気発生器 (suction generator) (128) を更に備える。

【0013】

幾つかの実施の形態では、フィルタエレメント (130) は、出力ガスから前駆体物質を含む複数の粒子を除去して、フィルタ処理出力を生成するように構成されている。更に、フィルタエレメント (130) は、好ましくは、高性能微粒子 (high efficiency particulate air: HEPA) フィルタである。

【0014】

幾つかの実施の形態では、フィルタエレメント (130) と温度調整モジュール (150) の間に圧力逃しモジュール (pressure relief module) (140) が流体的に接続されている。圧力逃しモジュール (140) は、フィルタ処理出力の圧力が所定の閾値を超えている場合、フィルタ処理出力の圧力を低減するように構成されている。

30

【0015】

幾つかの実施の形態では、温度調整モジュール (150) は、熱交換器を備える。なお、流体温度を調整する他の手段を用いてもよい。

【0016】

好ましい実施の形態では、含有率制御モジュール (160) は、含有率センサ (262) と、含有率センサ (262) に通信可能に接続されたマイクロコントローラ (268) とを備える。含有率センサ (262) は、温度制御フィルタ処理出力の含有率を検出して、検出された含有率を表す信号を生成するように構成されている。マイクロコントローラ (268) は、含有率センサ (262) から信号を受信して、急冷チャンバ (124) の調整ガスインレット (119) に供給する含有率調整温度制御フィルタ処理出力の含有率を調整する。この調整は、含有率センサ (262) から受信した信号に基づいて行われる。

40

【0017】

幾つかの実施の形態においては、含有率制御モジュール (300, 300') は、温度調整モジュール (150) 及び含有率センサ (262) に流体的に接続されたバッファタンク (buffer reservoir) (260) を備える。バッファタンク (260) は、温度調整モジュール (150) から温度制御フィルタ処理出力が供給され、温度制御フィルタ処理

50

出力の含有率を調整する前に、温度制御フィルタ処理出力を一時的に貯蔵するように構成されている。含有率制御モジュール(300, 300')は、バッファタンク(260)と周囲大気の間に流体的に接続された流体逃し弁(364)を備えていてもよい。流体逃し弁(364)は、バッファタンク(260)から周囲大気にガスを排気するように構成されている。

【0018】

更に、含有率制御モジュール(300, 300')は、第2のガス(G2)を貯蔵する第2の流体供給タンク(367)と、マイクロコントローラ(268)に通信可能に接続され、マイクロコントローラ(268)からの信号に応じて、第2の流体供給タンク(367)からの第2のガス(G2)の一部を温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成する第2の流体供給弁(366)とを備える

10

。第2の流体供給タンク(367)は、マイクロコントローラ(268)からの信号に応じて、第2の流体供給タンク(367)からの第2のガス(G2)の一部を温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成するように構成されている。

【0019】

これに加えて、又はこれに代えて、含有率制御モジュール(300)は、マイクロコントローラ(268)に通信可能に接続され、第1のガス(G1)を貯蔵して供給する第1の流体供給タンク(377)を備える。

20

第1の流体供給タンク(377)は、マイクロコントローラ(268)からの信号に応じて、第1の流体供給タンク(377)からの第1のガス(G1)の一部を温度制御フィルタ処理出力に選択的に加えて、含有率調整温度制御フィルタ処理出力を生成するように構成されている。

【0020】

これらのシステムに加えて、本発明は、これらのシステムにおける流体再循環方法を提供し、流体再循環方法は、上述した動作及び後述する動作の両方を含む。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の原理に基づく粒子生産システムに組み込まれた流体再循環システムの一実施の形態の略図である。

30

【図2】図1の粒子生産システムと同様の粒子生産システムであって、本発明の原理に基づく含有率制御モジュールのより詳細な実施の形態を示す図である。

【図3A】本発明の原理に基づく含有率制御モジュールの一実施の形態の略図である。

【図3B】本発明の原理に基づく含有率制御モジュールの他の実施の形態の略図である。

【図4】本発明の原理に基づく粒子生産システムにおいて流体を再循環させる流体再循環方法の一実施の形態を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下の説明は、本発明の幾つかの実施の形態に関するものである。好ましい実施の形態について、図面を参照しながら説明する。しかしながら、本発明の範囲は、図示する実施の形態にも、説明する実施の形態にも制限されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の文言に基づいて、可能な限り広く解釈される。

40

【0023】

以下の説明では、説明の目的のために、数多くの詳細及び代替を説明する。なお、本発明が、これらの具体的詳細を使用することなく、実施できることは当業者には明らかである。他の例では、不要な詳細によって本発明の説明が不明瞭になることを避けるために、周知の構造及び機器は、ブロック図の形式で示している。

【0024】

この説明では、粒子(particles)及び粉末(powders)の両方について言及する。この

50

2つの用語は、単一の「粉末」が粒子の集合を示すとの特別な記載がある場合を除き、同義である。本発明は、様々な粉末及び粒子に適用できる。

【0025】

本発明は、添付の図面を参照する以下の詳細な記述によって容易に理解される。この説明を明瞭にするために、同様の要素(モジュール)には同様の符号を付す。

【0026】

図1は、本発明の原理に基づく粒子生産システム100に組み込まれた流体再循環システムの一実施の形態を示している。粒子生産システム100は、処理ガス及び調整ガスの両方、並びに粒子前駆体を含む様々な材料が供給され、粒子混合気体(particle-gas mixture)を生成する粒子生成コア(particle production core)120を備える。粒子生成コア120の2つの主な構成要素は、前駆体物質及び処理ガスから反応粒子混合気体(reactive particle-gas mixture)を生成する粒子生成プラズマ反応器122と、調整ガスを用いて反応粒子混合気体を冷却する急冷チャンバ124とである。

10

【0027】

通常、粒子生成コア120は、好ましくは、粒子混合気体を生成する気相粒子生成手段である。最も好ましくは、本発明の実施の形態は、2005年4月19日に出願された米国特許出願番号第11/110,341号、発明の名称「HIGH THROUGHPUT DISCOVERY OF MATERIALS THROUGH VAPOR PHASE SYNTHESIS」に開示されているものと同様のナノ粉末生産システム(nano-powder production system)を使用でき、この文献は、米国特許公開番号第2005-0233380A号として公開されている。このようなナノ粉末生産システムでは、ガス源から、処理ガスがプラズマ反応器内に供給される。プラズマ反応器内では、処理ガスにエネルギーが供給され、これによって、プラズマが生成される。このエネルギーを供給するために、以下に限定されるものではないが、直流結合、容量結合、誘導結合及び共振結合を含む様々な異なる手段を用いることができる。1つ以上の材料投入装置(material dispensing device)は、少なくとも1つの材料を、好ましくは粉末状態でプラズマ反応器に導入する。プラズマ反応器内におけるプラズマと、材料投入装置によって導入された材料との混合によって、反応性が非常に高く、粉末を蒸発できる高エネルギーの混合物が形成される。この蒸発粉末(vaporized powder)の混合物は、プラズマ反応器内で処理ガスの流れる方向に移動する。混合物は、移動しながら冷却され、そこに粒子が形成される。高温ガス及び高エネルギー粒子を含む未だエネルギーが高い出力混合物は、プラズマ反応器から放出される。出力混合物は、プラズマ反応器から放出された後に、更に冷却することができる。この出力混合物は、高温ガス及び比較的均一な粒度分布の粒子を含むことができる。各粒子は、材料投入装置によって導入された材料の結合を含むことができる。なお、非気相粒子生成手段を含むこれらの又は他の粒子生成手段の一部は、本発明の範囲に含まれ、粒子生成コア120の一部に採用することができる。

20

30

【0028】

好ましい実施の形態では、粒子生成プラズマ反応器(以下、単に反応器ともいう)122は、処理ガスインレット(working gas inlet)111を介して、処理ガス供給源(working gas supply)110に流体的に接続されており、これにより、反応器122には、処理ガス供給源110から、処理ガスが供給される。処理ガスの具体例は、以下に限定されるものではないが、アルゴン及び水素を含む。反応器122は、前駆体物質インレット116を介して、前駆体供給源(precursor material supply)115に流体的に接続されており、これにより、反応器122には、前駆体供給源115から、前駆体物質、例えば前駆体物質粉末が供給される。反応器122は、処理ガスと前駆体物質とを混合して、反応粒子混合気体を生成する。好ましい実施の形態では、上述したように、反応器122内で、エネルギーが処理ガスに供給され、これによって、プラズマが生成される。そして、プラズマは、前駆体物質に作用する。前駆体物質にプラズマを作用させることによって、反応性が非常に高い高エネルギーの粒子混合気体が形成され、ここでは、粉末を、蒸発させることができる。蒸発粉末(vaporized powder)であるこの粒子混合気体は、反応器122を介して、処理ガスの流れる方向に移動する。この反応粒子混合気体は、好ましくは、

40

50

反応器 1 2 2 を急冷チャンバ 1 2 4 に流体的に接続する反応混合物 インレット (ポート) 1 2 3 を介して急冷チャンバ 1 2 4 内に流れ込む。

【 0 0 2 9 】

また、急冷チャンバ 1 2 4 には、反応器 1 2 2 から反応粒子混合気体が供給されることに加えて、再循環された調整ガスが供給される。調整ガスの 1 つの具体例は、アルゴンである。なお、アルゴンに加えて、又はこれに代えて、他の流体を用いてもよい。好ましい実施の形態では、急冷チャンバ 1 2 4 は、調整ガス流入マニホールド (conditioning fluid input manifold) 1 2 5 内に収容されており、調整ガス流入マニホールド 1 2 5 には、調整ガスインレット 1 1 9 を介して、再循環された調整ガスが供給される。調整ガスは、後述する流体再循環システムを介して、調整ガス流入マニホールド 1 2 5 に供給される。調整ガス流入マニホールド 1 2 5 は、好ましくは、1 つ以上の調整ガス口 (conditioning fluid port) 1 2 1 を介して、急冷チャンバ 1 2 4 に流体的に接続されており、これにより、急冷チャンバ 1 2 4 に再循環された調整ガスを供給する。

10

【 0 0 3 0 】

急冷チャンバ 1 2 4 は、反応器 1 2 2 からの反応粒子混合気体に調整ガスを混合し、これにより、反応粒子混合気体を冷却する。この急冷 (quenching) によって、反応粒子混合気体は、急速に冷却され、冷却粒子混合気体が形成される。冷却粒子混合気体は、好ましくは、急冷チャンバ 1 2 4 に流体的に接続された導管装置 1 2 6 に引き込まれる。好ましい実施の形態では、冷却粒子混合気体は、吸気発生器 (suction generator) 1 2 8、例えば吸気発生器 1 2 8 に向かって冷却粒子混合気体を引き込むポンプによって供給される吸気によって、導管装置 1 2 6 に引き込まれる。粉末生成物は、急冷チャンバ 1 2 4 と吸気発生器 1 2 8 の間で、冷却粒子混合気体から抽出又は回収することができる。抽出又は回収は、様々な方法で行うことができる。

20

【 0 0 3 1 】

急冷チャンバ 1 2 4 及び粒子生成コア 1 2 0 の外部には、粒子生産システム 1 0 0 の残りの部分として、流体再循環システムがあり、流体再循環システムは、導管装置 1 8 0 を介して流体的に接続された複数の要素を含む。流体再循環システムは、粒子生成コア 1 2 0 から、冷却粒子混合気体が供給され、冷却粒子混合気体をフィルタリングして、フィルタ処理出力を生成し、フィルタ処理出力の含有率を調整して、含有率調整フィルタ処理出力 (content-controlled, filtered output) を生成し、冷却粒子混合気体を冷却するための再循環された調整ガスとして使用される含有率調整フィルタ処理出力を粒子生成コア 1 2 0 に流す。これらの動作及び他の機能を実行する手段については、後に詳細に説明する。

30

【 0 0 3 2 】

好ましい実施の形態では、流体再循環システムは、吸気発生器 1 2 8 に流体的に接続されたフィルタエレメント (filter element) 1 3 0 と、フィルタエレメント 1 3 0 に流体的に接続された圧力逃しモジュール (pressure relief module) 1 4 0 と、圧力逃しモジュール 1 4 0 に流体的に接続された温度調整モジュール 1 5 0 と、温度調整モジュール 1 5 0 及び粒子生成コア 1 2 0 に流体的に接続された含有率制御モジュール (content ratio control module) 1 6 0 とを備え、これにより、粒子生成コア 1 2 0 のアウトレットから粒子生成コア 1 2 0 のインレットまで、再循環パスが形成されている。なお、本発明の範囲は、これらの幾つかの構成要素の変更及び省略も含む。例えば、圧力逃しモジュール 1 4 0 は、フィルタエレメント 1 3 0 と温度調整モジュール 1 5 0 の間ではなく、温度調整モジュール 1 5 0 と含有率制御モジュール 1 6 0 の間に配置してもよい。他の実施の形態では、流体再循環パスから圧力逃しモジュール 1 4 0 を省略してもよい。

40

【 0 0 3 3 】

吸気発生器 1 2 8 は、好ましくは、冷却粒子混合気体を、粒子生成コア 1 2 0 から、導管装置 1 2 6 を介して、フィルタエレメント 1 3 0 に移動させる。フィルタエレメント 1 3 0 は、冷却粒子混合気体から、残りの粒子、例えば前駆体物質を含む複数の粒子を取り除き、これにより、フィルタ処理出力を生成する。フィルタエレメント 1 3 0 は、好まし

50

くは、高性能微粒子 (high efficiency particulate air : H E P A) フィルタである。幾つかの実施の形態では、フィルタエレメント 1 3 0 は、冷却粒子混合気体から全ての粒子を完全には取り除かない。

【 0 0 3 4 】

冷却粒子混合気体は、フィルタエレメント 1 3 0 を通過して、フィルタ処理出力になり、導管装置 1 8 0 に流される。導管装置 1 8 0 は、フィルタエレメント 1 3 0 を圧力逃しモジュール 1 4 0 に流体的に接続し、これにより、フィルタエレメント 1 3 0 から圧力逃しモジュール 1 4 0 にフィルタ処理出力が供給される。圧力逃しモジュール 1 4 0 は、フィルタ処理出力の流体の圧力を低減する。この減圧は、流体の圧力が所定の閾値を超えた場合に行うことができる。更に、この減圧は、以下に限定されるわけではないが、周囲大気への排気を含む様々な方法で行うことができる。上述のように、幾つかの実施の形態では、圧力逃しモジュール 1 4 0 を設けなくてもよい。

10

【 0 0 3 5 】

フィルタ処理出力は、圧力逃しモジュール 1 4 0 を通過して、温度調整モジュール 1 5 0 に入る。温度調整モジュール 1 5 0 は、フィルタ処理出力の温度を調整し、これにより、温度制御フィルタ処理出力 (temperature-controlled, filtered output) が生成される。好ましい実施の形態では、温度調整モジュール 1 5 0 は、熱交換器を備える。更に、幾つかの実施の形態では、温度調整モジュール 1 5 0 を設けなくてもよい。

【 0 0 3 6 】

温度制御フィルタ処理出力は、温度調整モジュール 1 5 0 を含有率制御モジュール 1 6 0 に流体的に接続する導管装置 1 8 0 の一部に再び入る。含有率制御モジュール 1 6 0 は、温度制御フィルタ処理出力が供給され、温度制御フィルタ処理出力の含有率を調整し、これにより、含有率調整温度制御フィルタ処理出力 (content-controlled, temperature-controlled, filtered output) を生成する。好ましい実施の形態では、含有率制御モジュール 1 6 0 に供給されるフィルタ処理出力は、第 1 の流体 (primary fluid) と、第 2 の流体 (secondary fluid) とを含む。含有率制御モジュール 1 6 0 は、第 2 の流体に対する第 1 の流体の比を制御し、必要に応じて調整を行い、これにより、含有率が制御された出力を生成する。

20

【 0 0 3 7 】

そして、急冷チャンバ 1 2 4 からの調整ガスをなお含むこの含有率が制御された出力は、急冷に用いるために、導管装置 1 8 0 の他の部分を介して粒子生成コア 1 2 0 の調整ガスインレット 1 1 9 に流される。このようにして、調整ガスを含む急冷チャンバ 1 2 4 の出力は、再循環して急冷チャンバ 1 2 4 に戻る。この再循環は、流体のフィルタリングと、含有率制御と、(ある場合には、圧力逃しと、温度制御と)を含み、粒子生成コア 1 2 0 内での反応粒子混合気体の急冷に再使用する流体の十分な準備を保証する。

30

【 0 0 3 8 】

図 2 は、図 1 の粒子生産システム 1 0 0 と同様の粒子生産システム 2 0 0 の一実施の形態を示しており、ここでは、本発明の原理に基づく含有率制御モジュール 1 6 0 のより詳細な実施の形態を示している。含有率制御モジュール 1 6 0 は、複数の構成要素を含むことができる。幾つかの構成要素は、導管装置 1 8 0 によって流体的に接続されている。例えば、バッファタンク 2 6 0 は、好ましくは、導管装置 1 8 0 に接続され、温度調整モジュール 1 5 0 と流体連通する。

40

【 0 0 3 9 】

幾つかの実施の形態の含有率制御モジュール 1 6 0 では、温度調整モジュール 1 5 0 からバッファタンク 2 6 0 に、温度制御フィルタ処理出力が供給される。バッファタンク 2 6 0 は、流体バッファとして機能し、温度制御フィルタ処理出力をある時間保持した後、放出する。温度制御フィルタ処理出力がバッファタンク 2 6 0 内にある間、温度制御フィルタ処理出力内の流体は、重力のために、密度に基づく分離を始める。出力が第 1 のガス G 1 及び第 2 のガス G 2 を含む実施の形態では、第 2 のガス G 2 は、好ましくは、より密度が低い流体である。したがって、これらの実施の形態では、第 1 のガス G 1 は、バッフ

50

アタンク 260 の下部に集まり、一方、第 2 のガス G 2 は、バッファタンク 260 の上部に集まる。

【0040】

また、好ましい実施の形態では、含有率制御モジュール 160 は、導管装置 180 に接続され、バッファタンク 260 と流体連通した含有率センサ 262 を備える。含有率センサ 262 は、混合気体 (fluid mixture) の一部が供給され、混合気体の含有率 (例えば、第 2 のガス G 2 に対する第 1 のガス G 1 の比) を判定し、含有率を表す 1 つ以上の信号を供給する。

【0041】

バッファタンク 260 は、粒子生産システム 200 から第 2 の流体を排出するように構成することができる。このような構成の一実施の形態においては、バッファタンク 260 は、流体逃しモジュール 264 に流体的に接続されている。流体逃しモジュール 264 は、粒子生産システム 200 の周囲大気 (ambient environment) と流体連通しており、バッファタンク 260 と周囲大気 (ambient atmosphere) 間の流体連通を選択的に可能にする。

10

【0042】

第 2 の流体供給源 266 は、導管装置 180 に流体的に接続することができ、これによって、含有率センサ 262 との選択的な流体連通が可能になる。第 2 の流体供給源 266 は、第 2 のガス G 2 を貯蔵しており、ある量の第 2 のガス G 2 を混合ガスに選択的に導入して、混合ガス内の第 1 のガス G 1 の量に対する第 2 のガス G 2 の量を増加させ、これによって、含有率を調整するように構成されている。

20

【0043】

含有率制御モジュール 160 は、好ましくは、マイクロコントローラ 268 を備える。マイクロコントローラ 268 は、含有率センサ 262 に通信可能に接続されており、これによって、マイクロコントローラ 268 は、含有率センサ 262 から、含有率センサ 262 の近傍の導管装置 180 内の流体の含有率を表す信号を受信することができる。また、マイクロコントローラ 268 は、第 2 の流体供給源 266 と、流体逃しモジュール 264 とに通信可能に接続されており、これにより、マイクロコントローラ 268 は、第 2 の流体供給源 266 が導管装置 180 と流体連通して、第 2 の流体を加えるか、流体逃しモジュール 264 が、バッファタンク 260 と周囲環境の間の流体連通を行って、第 2 のガス G 2 を排出するかを選択することができる。マイクロコントローラ 268 は、これらの選択の何れか又は全てを、含有率センサ 262 によって供給される信号によって表される含有率に基づいて行うことができる。

30

【0044】

温度制御フィルタ処理出力がバッファタンク 260 内にある間、流体逃しモジュール 264 は、バッファタンク 260 内の第 2 の流体のレベルに対して初期調整を行うことができる。流体逃しモジュール 264 は、バッファタンク 260 の上部に連結されている。マイクロコントローラ 268 は、流体逃しモジュール 264 によって、ガスの排出を制御する。好ましくは、流体逃しモジュール 264 は、連続した速度で流体を排出することによって動作する。この速度は、可変であってもよく、好ましくは、マイクロコントローラ 268 によって決定される。

40

【0045】

各ガスレベルの初期調整の後、調整出力 (adjusted output) は、バッファタンク 260 から、バッファタンク 260 を含有率センサ 262 に流体的に接続する導管装置 180 の一部内に移動する。含有率センサ 262 は、調整出力内の第 2 のガス G 2 に対する第 1 のガス G 1 の比を検出し、この比を表す信号をマイクロコントローラ 268 に供給する。

【0046】

一方、調整出力は、含有率センサ 262 を第 2 の流体供給源 266 のアウトレットに流体的に接続する導管装置 180 の他の部分を介して移動する。マイクロコントローラ 268 は、第 2 の流体供給源 266 を制御して、調整出力に第 2 の流体を導入する。マイクロ

50

コントローラ 268 は、調整出力に第 2 の流体を導入する速度を決定する際に、含有率センサ 262 からの信号を使用する。これらの調整の結果、含有率調整温度制御フィルタ処理出力が生成される。

【0047】

この出力は、第 2 の流体供給源 266 のアウトレットを粒子生成コア 120 の調整ガスインレット 119 に流体的に接続する導管装置 180 の一部を介して流される。このようにして、含有率調整温度制御フィルタ処理出力は、粒子生成コア 120 に調整ガスとして供給される。

【0048】

処理ガス供給源 110 からの処理ガスは、粒子生成コア 120 の出力の一部になるので、再循環された調整ガスは、処理ガスを含む。幾つかの実施の形態では、まず最初に、前駆体物質が反応器 122 に導入されない充填ステップ (charging step) において、処理ガス供給源 110 から反応器 122 に調整ガスが供給される。流体再循環システムは、充填ステップの間、調整ガスの特性を、所望の特性に到達するまで調整し、この時点で、反応器 122 に前駆体物質を導入する。

【0049】

図 3A は、本発明の原理に基づく、図 2 に示す含有率制御モジュール 160 と同様の含有率制御モジュール 300 の一実施の形態を概略的に示している。含有率制御モジュール 300 の一部は、導管装置 180 に沿って配設されている。導管装置 180 は、バッファタンク 260、含有率センサ 262 及び第 2 の流体供給弁 366 間の流体連通を行う。

【0050】

第 2 の流体供給弁 366 は、第 2 の流体供給タンク 367 に流体的に接続されている。第 2 の流体供給タンク 367 は、第 2 のガス G2 を貯蔵している。第 2 の流体供給弁 366 は、第 2 の流体供給タンク 367 と導管装置 180 の間の選択的な流体連通を可能にし、これにより、適宜に、更なる第 2 のガス G2 を導管装置 180 に導入することができる。

【0051】

同様に、第 1 の流体供給弁 376 は、バッファタンク 260 と、第 1 のガス G1 を貯蔵する第 1 の流体供給タンク 377 との間に流体的に接続されており、これにより、第 1 の流体供給タンク 377 とバッファタンク 260 間の選択的な流体連通を可能にし、適宜に、更なる第 1 のガス G1 を導管装置 180 に導入することができる。

【0052】

更に、バッファタンク 260 は、周囲大気に流体的に接続されているガス逃し弁 364 に流体的に接続することができ、これにより、バッファタンク 260 と周囲大気間の選択的な流体連通が可能になる。例示的な実施の形態では、バッファタンク 260 は、第 1 のガス G1 と第 2 のガス G2 との両方を含んでいる。

【0053】

含有率制御モジュール 300 は、更に、マイクロコントローラ 268 を備える。マイクロコントローラ 268 は、含有率センサ 262 に通信可能に接続されており、これにより、マイクロコントローラ 268 は、含有率センサ 262 から、含有率センサ 262 の近傍の導管装置 180 内の流体の含有率を表す信号を受信する。また、マイクロコントローラ 268 は、第 2 の流体供給弁 366 と、流体逃し弁 364 と、第 1 の流体供給弁 376 とに通信可能に接続されている。

【0054】

これにより、マイクロコントローラ 268 は、第 2 の流体供給タンク 367 が導管装置 180 と流体連通して、第 2 の流体を加えるか、流体逃し弁 364 がバッファタンク 260 と周囲環境の間の流体連通を行って、第 2 のガスを排出するか、第 1 のガス供給タンク 377 が導管装置 180 と流体連通して、第 1 の流体を加えるかを選択することができる。マイクロコントローラ 268 は、これらの選択肢の一部又は全部を、含有率センサ 262 によって供給される信号によって表される含有率に基づいて、行うことができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

実際の動作では、含有率制御モジュール 3 0 0 は、バッファタンク 2 6 0 内に温度制御フィルタ処理出力を受け入れる。バッファタンク 2 6 0 は、流体バッファとして機能し、温度制御フィルタ処理出力をある時間保持した後、放出する。

【 0 0 5 6 】

また、温度制御フィルタ処理出力がバッファタンク 2 6 0 内にある間、流体逃し弁 3 6 4 は、バッファタンク 2 6 0 内の各ガスのレベルに対して初期調整を行うことができる。流体逃し弁 3 6 4 は、バッファタンク 2 6 0 の上部に連結されている。マイクロコントローラ 2 6 8 は、流体逃し弁 3 6 4 による排気を制御する。好ましくは、流体逃し弁 3 6 4 は、連続した速度で排気するように動作する。この速度は、可変であってもよく、好ましくは、マイクロコントローラ 2 6 8 によって決定される。

10

【 0 0 5 7 】

更に、温度制御フィルタ処理出力がバッファタンク 2 6 0 内にある間、第 1 の流体供給弁 3 7 6 及び第 1 の流体供給タンク 3 7 7 は、バッファタンク 2 6 0 内の第 1 のガス G 1 のレベルに対して初期調整を行うことができる。図には示していないが、第 1 の流体供給弁 3 7 6 は、バッファタンクの下部に連結できる。マイクロコントローラ 2 6 8 は、第 1 の流体供給弁 3 7 6 によって、第 1 のガス G 1 の供給を制御する。好ましくは、第 1 の流体供給弁 3 7 6 は、連続した速度で第 1 のガス G 1 を供給するように動作する。この速度は、可変であってもよく、好ましくは、マイクロコントローラ 2 6 8 によって決定される。

20

【 0 0 5 8 】

第 2 の流体レベルの初期調整の後、調整出力は、バッファタンク 2 6 0 から、バッファタンク 2 6 0 を含有率センサ 2 6 2 に流体的に接続する導管装置 1 8 0 の一部に移動する。含有率センサ 2 6 2 は、調整出力内の第 2 のガス G 2 に対する第 1 のガス G 1 の比を検出し、この比を表す信号をマイクロコントローラ 2 6 8 に供給する。

【 0 0 5 9 】

一方、調整出力は、含有率センサ 2 6 2 を第 2 の流体供給弁 3 6 6 に流体的に接続する導管装置 1 8 0 の他の部分を介して移動する。マイクロコントローラ 2 6 8 は、第 2 の流体供給弁 3 6 6 を制御して、第 2 の流体供給タンク 3 6 7 から、調整出力に第 2 のガス G 2 を選択的に導入する。マイクロコントローラ 2 6 8 は、調整出力に第 2 のガス G 2 を導入する速度を決定する際に、含有率センサ 2 6 2 からの信号を使用する。これらの調整の結果、含有率調整温度制御フィルタ処理出力が生成される。

30

【 0 0 6 0 】

この出力は、含有率制御モジュール 3 0 0 を粒子生成コア 1 2 0 の調整ガスインレット 1 1 9 に流体的に接続する導管装置 1 8 0 の一部を介して流される。このようにして、含有率調整温度制御フィルタ処理出力は、粒子生成コア 1 2 0 に調整ガスとして供給される。

【 0 0 6 1 】

図 3 B は、本発明の原理に基づく含有率制御モジュール 3 0 0 ' の他の実施の形態を概略的に示している。含有率制御モジュール 3 0 0 ' は、第 1 の流体供給弁 3 7 6 又は第 1 の流体供給タンク 3 7 7 を含んでいないことを除いて、含有率制御モジュール 3 0 0 と同じである。更なる他の実施の形態として、第 1 の流体供給弁 3 7 6 及び第 1 の流体供給タンク 3 7 7 を設け、第 2 の流体供給弁 3 6 6 又は第 2 の流体供給タンク 3 6 7 を省略してもよい。なお、他の幾つかの異なる構成も本発明の範囲に含まれる。

40

【 0 0 6 2 】

図 4 は、本発明の原理に基づいて、粒子生産システム内で流体を再循環させる方法の一実施の形態を示すフローチャートである。

【 0 0 6 3 】

ステップ 4 0 2 において、粒子生成コアは、2 つの主な機能を実行する。第 1 に、粒子生成コアは、処理ガス及び前駆体物質を用いて、反応粒子混合気体を生成する。好ましく

50

は、この動作は、上述したように、粒子生成反応器において実行される。第2に、粒子生成コアは、再循環された調整ガスを用いて、反応粒子混合気体を急冷し、前駆体物質を含む複数の粒子を含む冷却粒子混合気体を生成する。好ましくは、この動作は、上述したように、冷却チャンバにおいて実行される。

【0064】

そして、冷却粒子混合気体は、粒子生成コアから、準備のために、流体再循環システムに流れた後、急冷に使用するために、粒子生成コアに再導入される。

【0065】

ステップ404において、冷却粒子混合気体がフィルタに流れ、フィルタは、冷却粒子混合気体から前駆体物質を含む複数の粒子を除去し、それによって、フィルタ処理出力 (filtered output) が生成される。なお、幾つかの実施の形態では、フィルタは、冷却粒子混合気体内の前駆体物質を含む複数の粒子の全てを除去して、フィルタ処理出力に前駆体物質を含む複数の粒子を全く残さないようにすることもでき、一方、他の実施の形態では、フィルタは、冷却粒子混合気体内から前駆体物質を含む複数の粒子の全てを除去するわけではなく、フィルタ処理出力にある量の前駆体物質を含む複数の粒子が残ってもよい。

【0066】

この時点で、フィルタ処理出力は、含有率制御モジュールに流れる。なお、フィルタ処理出力は、含有率制御モジュールに達する前に、更なる準備を施してもよい。この更なる準備が望ましい場合、ステップ405において、フィルタ処理出力に対し、温度モジュール及び圧力逃しモジュールに関して上述したように、温度調整及び/又は圧力逃しを施してもよい。例えば、フィルタ処理出力の一部を大気に排気し、それによって、フィルタ処理出力の圧力を低減してもよい。そして、フィルタ処理出力を熱交換器に流し、それによって、その温度を下げることもできる。

【0067】

ステップ406において、フィルタリングされた(場合によっては、温度制御され、圧力が逃された)調整フィルタ処理出力は、含有率制御モジュールに達し、そこで、含有率が調整される。好ましい実施の形態では、フィルタ処理出力は、第1のガスG1と、第2のガスG2とを含み、含有率は、第2のガスG2に対する第1のガスG1の比である。上述のように、この含有率の調整には、以下に限定されるわけではないが、ガスの量の低減又はあるガスの量の増加を含む1つ以上の動作が含まれる。これらの動作は、好ましくは、例えば上述したマイクロコントローラ、センサ、タンク及び弁等の1つ以上の部品を用いて実行される。

この含有率調整の結果、粒子生成コアに戻して、反応粒子混合気体を急冷するための調整ガスとして再使用できる含有率調整フィルタ処理出力が生成される。

【0068】

ステップ408において、導管装置(チャンネルエレメント; channeling element)は、含有率調整フィルタ処理出力を、反応混合物の急冷における調整ガスとして使用するために、粒子生成コアに再循環させ、ステップ402に戻る。この処理400は、複数回繰り返すことができ、ここで、同じ調整ガスが、何度も再循環し、再使用される。

【0069】

本発明の実施の形態により、粒子生産システム内で調整ガスの再循環及び再使用が可能になる。更に、これらの実施の形態では、粒子生産システムの使用によって好ましくない変化が生じる可能性がある調整ガスの含有率を調整することができる。本発明の実施の形態を組み込んだ粒子生産システムでは、常に新鮮な調整ガスを供給する必要はない。新鮮なガスが供給されると、粒子生産システムは、複数の製造期間に亘ってこれを使用することができる。新鮮な調整ガスのコストは、2回以上の製造期間に亘って分散されるので、本発明を用いて生成される粒子の単位コストは、従来手段によって生成される粒子の単位コストより安価である。

【0070】

10

20

30

40

50

更に、ここに説明した幾つかの実施の形態は、出力から全ての粒子を除去するのではないので、許容範囲を有するフィルタを用いて、再循環を行うことができる。これらの実施の形態により、相互汚染が大きな問題とならない専用の製造ラインにおいて、それほど高価ではないフィルタを使用することができる。

【 0 0 7 1 】

本発明の構造及び動作の原理を明瞭にするために、詳細を組み込んだ特定の実施の形態に関連して本発明を説明した。したがって、ここにおける特定の実施の形態及び詳細な説明は、特許請求の範囲を限定するものではない。本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、ここに例示した実施の形態を変更できることは当業者にとって明らかである。

【 図 1 】

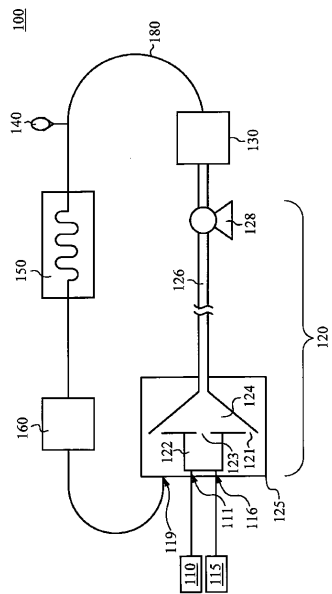


Fig. 1

【 図 2 】

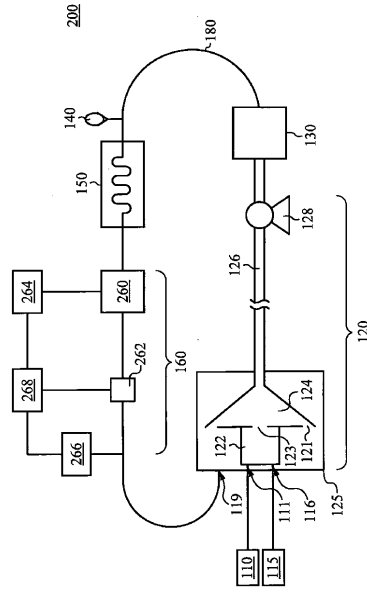


Fig. 2

【 図 3 A 】

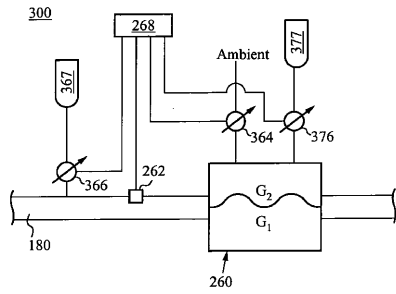


Fig. 3A

【 図 3 B 】

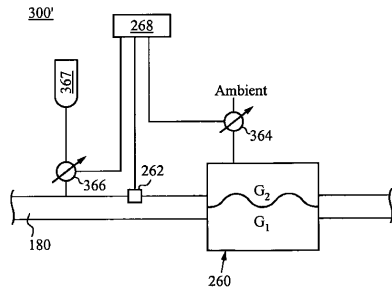
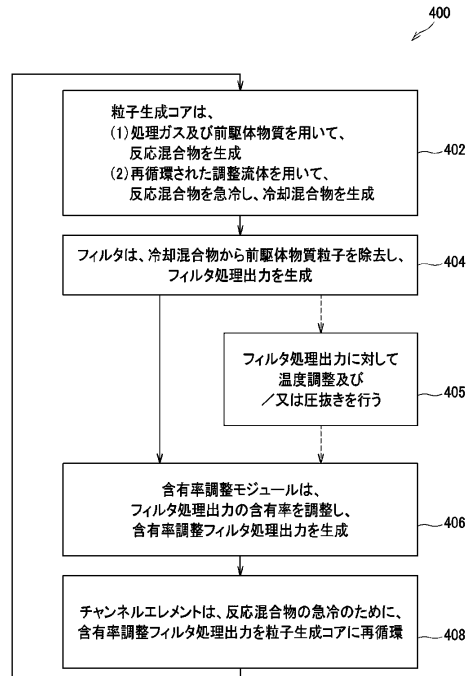


Fig. 3B

【 図 4 】



フロントページの続き

審査官 近野 光知

- (56)参考文献 特開2002-241812(JP,A)
特開2007-29859(JP,A)
特開平6-93309(JP,A)
特開平6-135797(JP,A)
特開平1-164795(JP,A)
特開2006-1779(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B01J 19/00~19/32