

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4745867号  
(P4745867)

(45) 発行日 平成23年8月10日(2011.8.10)

(24) 登録日 平成23年5月20日(2011.5.20)

(51) Int.Cl. F1  
B29C 67/00 (2006.01) B29C 67/00

請求項の数 23 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2006-63950 (P2006-63950)	(73) 特許権者	597013711
(22) 出願日	平成18年3月9日(2006.3.9)		スリーディー システムズ インコーポレ ーテッド
(65) 公開番号	特開2006-248231 (P2006-248231A)		アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9730 ロック ヒル スリー ディー システムズ サークル 333
(43) 公開日	平成18年9月21日(2006.9.21)		
審査請求日	平成19年1月19日(2007.1.19)	(74) 代理人	100073184
(31) 優先権主張番号	11/077, 304		弁理士 柳田 征史
(32) 優先日	平成17年3月9日(2005.3.9)	(74) 代理人	100090468
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 佐久間 剛
		(72) 発明者	ブライアン デヴィッド コックス アメリカ合衆国 テキサス州 78681 -4073 ラウンド ロック ブルック サイド コート 901

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ焼結用粉末回収システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

粉末から三次元物品を製造するための装置において、

(a) 三次元物体を製造するために層毎の構築プロセスが中で行われる前記装置内のチャンバであって、第1の側と反対の第2の側を有するチャンバ、

(b) ある量の粉末を前記チャンバ中に堆積させるための該チャンバの第1の側に配置された粉末供給ホッパーであって、粉末供給ラインから粉末が供給される粉末供給ホッパ  
ー、

(c) 前記ある量の粉末を前記チャンバ内に広げるための、前記供給ホッパーに隣接して配置されたスプレッダー、

(d) 前記スプレッダーにより供給される溢れた粉末を受け入れるための受入手段であって、前記チャンバの少なくとも一方の側に隣接して配置された受入手段、および

(e) 前記溢れた粉末を前記粉末供給ホッパーに戻すための、前記受入手段に流動連絡した空気圧搬送装置、

を備え、

前記装置からの完成した生産品を受け取り、該生産品を完成した部品、回収可能な粉末、および使用済み粉末に分離する別個のブ레이크アウト・ステーションをさらに備える、ことを特徴とする装置。

【請求項2】

前記供給ラインに連結された粉末処理装置をさらに備えることを特徴とする請求項1記

載の装置。

【請求項 3】

前記粉末処理装置から前記供給ラインを通して供給される粉末が、空気圧濃密相搬送装置により空気圧濃密相搬送によって搬送されることを特徴とする請求項 2 記載の装置。

【請求項 4】

前記粉末供給ホッパーが、前記チャンバの第 1 の側の上に配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 5】

前記粉末処理装置に多量のバージン粉末および回収粉末の両方が供給されることを特徴とする請求項 2 記載の装置。

10

【請求項 6】

前記粉末処理装置が、多量のバージン粉末を貯蔵しかつブレンドするバージン粉末貯蔵容器を備え、ブレンド操作が、該バージン粉末貯蔵容器に粉末を循環させることによって行われることを特徴とする請求項 2 記載の装置。

【請求項 7】

前記バージン粉末貯蔵容器を循環する前記粉末が、空気圧濃密相搬送装置によって搬送されることを特徴とする請求項 6 記載の装置。

【請求項 8】

前記スプレッターが前記供給ホッパーの下に位置していることを特徴とする請求項 4 記載の装置。

20

【請求項 9】

前記バージン粉末貯蔵容器が、内部円錐体を備える円錐状ブレンド装置をさらに含むことを特徴とする請求項 6 記載の装置。

【請求項 10】

前記粉末処理装置が、多量の回収粉末を貯蔵しかつブレンドする回収粉末貯蔵容器をさらに備え、ブレンド操作が、該回収粉末貯蔵容器に粉末を循環させることによって行われることを特徴とする請求項 6 記載の装置。

【請求項 11】

前記回収粉末貯蔵容器を循環する前記粉末が、空気圧濃密相搬送装置によって搬送されることを特徴とする請求項 10 記載の装置。

30

【請求項 12】

前記回収粉末貯蔵容器が、内部円錐体を備える円錐状ブレンド装置をさらに含むことを特徴とする請求項 10 記載の装置。

【請求項 13】

前記粉末処理装置が、回収粉末およびバージン粉末の組合せをブレンドしかつ貯蔵するためのブレンダ貯蔵容器をさらに備え、ブレンド操作が該ブレンダ貯蔵容器に粉末を循環させることによって行われることを特徴とする請求項 10 記載の装置。

【請求項 14】

前記ブレンダ貯蔵容器を循環する前記粉末が、空気圧濃密相搬送装置によって搬送されることを特徴とする請求項 13 記載の装置。

40

【請求項 15】

前記ブレンダ貯蔵容器が、円錐状ブレンド装置内に内部円錐体をさらに備えてなることを特徴とする請求項 13 記載の装置。

【請求項 16】

前記空気圧搬送装置が、空気圧濃密相搬送装置によって、溢れた粉末を搬送する空気圧濃密相搬送装置であることを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 17】

前記溢れた粉末を前記粉末供給ホッパーに戻すための空気圧濃密相搬送装置をさらに備えることを特徴とする請求項 16 記載の装置。

【請求項 18】

50

前記ブレイクアウト・ステーションが、

- (a) 完成した三次元物体から回収可能な粉末および使用済み粉末を分離するための作業台、
- (b) 回収可能な粉末および使用済み粉末を処理し分離するための装置、および
- (c) 回収した粉末を前記粉末処理装置に搬送するための空気圧濃密相搬送装置、を備えたことを特徴とする請求項 2 記載の装置。

【請求項 19】

前記空気圧濃密相搬送装置が、

- (a) 移送すべき粉末を受け入れるための頂部受入部分、
  - (b) 前記粉末を出口に両道される、前記頂部受入部分の下に配置された底部移送部分
  - 、
  - (c) 前記底部移送部分にある多孔質板、および
  - (d) 前記多孔質板を通過する搬送気体の入口、
- を備えることを特徴とする請求項 3, 7, 11, 14, 17 および 18 いずれか 1 項記載の装置。

【請求項 20】

前記粉末供給ホッパーが、

- (a) ホッパー・チャンバの上で粉末供給物を受け入れるための入口、
  - (b) 前記ホッパー・チャンバの下に配置された円筒状回転ローラ、および
  - (c) 前記円筒状回転ローラが回転するときに前記ホッパー・チャンバからの粉末が通
- って流動する間隙を形成するように、該円筒状回転ローラに隣接して平行に配置されたローラ・フィーダ、
- を備えたことを特徴とする請求項 1 記載の装置。

【請求項 21】

前記円筒状回転ローラが滑らかな表面を有することを特徴とする請求項 20 記載の装置。

【請求項 22】

前記入口から粉末を受け入れかつ該粉末を前記ホッパー・チャンバ中に供給するための前記入口の下に配置されたエアスライドをさらに備えたことを特徴とする請求項 21 記載の装置。

【請求項 23】

収集された粉末凝集塊を通過させるために、前記ローラ・フィーダを周期的に移動させて前記間隙のサイズを増加させるための調節装置をさらに備えることを特徴とする請求項 22 記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自由形状製造に関し、より詳しくは、選択的レーザー焼結による三次元物体の製造に関する。

【背景技術】

【0002】

部品の自由形状製造の分野は、近年、多くの有用な製品の設計および実験的生産に使用するために高強度、高密度の部品を提供する上で著しく改善されてきた。自由形状製造は一般に、設計図による試作品の従来の機械加工によるよりもむしろ、自動化様式でコンピュータ支援設計 (CAD) データベースから直接の製品の製造を称する。その結果、設計図から試作品を製造するのに要する時間が、数週間からせいぜい数時間まで減少した。

【0003】

背景として、自由形状製造技術の一例に、スリー・ディー・システムズ社 (3D Systems, Inc.) から得られるシステムにおいて実施される選択的レーザー焼結プロセスがある。このプロセスにおいて、製品は、層毎の様式でレーザー溶融性粉末から製造される。このプロセ

10

20

30

40

50

スによれば、粉末の薄層が分配され、次いで、製品の断面に対応する粉末の部分に向けられたレーザ・エネルギーによって、熔解、溶融または焼結される。スリー・ディー・システムズ社から得られるVanguardシステムなどの従来の選択的レーザ焼結システムは、レーザビームを偏向させるガルバノ・ミラーを用いた光学ミラー系によってレーザビームを位置決めする。レーザビームの偏向は、レーザ自体の変調と共に、その層に形成すべき製品の断面に対応する溶融性粉末の位置にレーザ・エネルギーを方向付けるように制御される。コンピュータに基づく制御システムには、製造すべき部品の複数の断面の所望の境界を示す情報がプログラムされている。レーザは、レーザ変調を受けながら、ラスタ様式で粉末に亘って走査してもよく、またはレーザは、ベクトル様式で方向付けてもよい。ある用途において、製品の断面は、ベクトルで引かれた外形内の面積を「充填(fill)」するラスタ走査の前または後いずれで、ベクトル様式で断面の外形に沿って粉末を溶融することによって粉末層に形成される。いずれにせよ、所定の層の粉末を選択的に溶融した後、追加の粉末層が分配され、先の層の溶融部分に後の層の溶融部分が融合しながら（製品に適切なだけ）、製品が完成するまで、そのプロセスが繰り返される。

10

#### 【0004】

選択的レーザ焼結技術の詳細な説明は、テキサス・システム大学の評議会に全てが譲渡された特許文献1～3、およびハウショルダー(Housholder)の特許文献4に見つかるであろう。これらの文献の全てをここに引用する。

#### 【0005】

特に、稼働の限られた製造および大規模施設での多数の機械の使用において、選択的レーザ焼結技術が次第に使用されるようになって、使用する粉末の供給、除去および回収のためのより自動化された手段の必要性が生じてきた。自動化粉末回収によって、粉末の手作業の取扱いを著しく減少でき、人の粉末への露出を少なくでき、焼結装置に供給される粉末の一貫性を改善できる。いくつかの自動化システムが記載され、工業的に使用されてきた。特許文献5には、これらの必要性のいくつかに対処したそのようなシステムが記載されている。これらのシステムは、広大なフロア・スペースを占める傾向にあり、大量の粉末を取り扱い、粉末をあちこち移動させるためのスパイラル・コンベヤなどの機械式搬送システムを使わなければならないので、高価になり得る。機械式スパイラル・コンベヤを使用すると、ある種の粉末について粉末消費問題も生じ得る。これらのシステムでは、異なる品質の粉末を不十分にしかブレンドできないこともあり、製造される部品にアーチファクトが生じ得る。

20

30

【特許文献1】米国特許第4863538号明細書

【特許文献2】米国特許第5132143号明細書

【特許文献3】米国特許第4944817号明細書

【特許文献4】米国特許第4247508号明細書

【特許文献5】独国実用新案第20107262U1号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

それゆえ、粉末の摩耗および不確かなブレンドの上述した問題のない、より小型で信頼性のある手頃な価格のシステムで、粉末の取扱いおよび回収の課題に対処する必要がある。これらの問題は、本発明の設計において解決される。

40

【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明のある態様は、溢れた粉末は、再利用のためにレーザ焼結装置内で回収されるものである。

#### 【0008】

本発明のある態様において、レーザ焼結装置内で粉末材料を回収し、新しい粉末とブレンドして、粉末の消耗が少なく、粉末を十分にブレンドできる、粉末回収システムのための方法および装置が提供される。

50

## 【0009】

本発明の別の態様は、粉末回収システムがレーザ焼結装置と共に動作して、粉末の移送を濃密相空気圧搬送によって行いながら三次元製品を製造するものである。

## 【0010】

本発明の特徴は、粉末回収システムが、移送すべき粉末を受け入れるための少なくとも頂部受入セクション、出口に向かって傾斜した底部移送セクション、底部移送セクション内の多孔質板、および多孔質板を通過する搬送ガスの入口を有する空気圧濃密相搬送装置を備えたことである。

## 【0011】

本発明の別の特徴は、粉末回収システムが、完成した部品から回収粉末および使用済み粉末を分離するための作業台を少なくとも有するブレイクアウト・ステーション、回収粉末および使用済み粉末を処理し分離するための装置、および回収粉末を粉末処理装置に搬送するための空気圧濃密相搬送装置を備えたことである。

10

## 【0012】

本発明のさらに別の特徴は、粉末回収システムが、ホッパー・チャンバに隣接した粉末供給物を受け入れるための入口を少なくとも有する粉末供給ホッパー、ホッパー・チャンバに隣接して位置する円筒状回転ローラ、およびローラが回転するときにホッパー・チャンバからの粉末がそこを流れて流動する確定された間隙を形成するようにローラと平行に隣接して位置するローラ・フィーダを備えたことである。

## 【0013】

20

本発明のさらに別の特徴は、粉末回収システムが、システム機能を実行するように遠隔でシステムにアクセスし、システムの基本変数の状態を表示し、警告電子メールを送信するための遠隔HTMLブラウザ・アプリケーションを備えたことである。

## 【0014】

本発明のさらに別の特徴は、粉末回収システムが、バージンのすなわち新しい粉末および回収粉末を別々に空気圧でブレンドし、次いで、ブレンドした粉末を溢れた粉末と混合するように配分する前に閉ループ・システム内で使用されるブレンド容器を備えたことである。

## 【0015】

本発明のさらに別の特徴は、バージン粉末、回収粉末および溢れた粉末の正確な配分およびブレンドを行うために、粉末回収システムにおいて秤量装置と共に1つ以上の秤量ビンが用いられることである。

30

## 【0016】

本発明の利点は、粉末回収システムが、バージン粉末を溢れた粉末および回収粉末と良好にブレンドして、粉末の損失を減少させ、レーザ焼結システムに使用するための一貫した均質な粉末品質を達成することである。

## 【0017】

本発明の別の利点は、粉末のブレンドが不十分なために生じる部品のアーチファクトが、この粉末回収システムを用いたレーザ焼結装置で製造された部品において減少していることである。

40

## 【0018】

本発明のさらに別の利点において、レーザ焼結装置のための低コスト自動化粉末取扱システムが提供される。

## 【0019】

本発明のさらに別の利点は、より均質なバージン粉末および回収粉末が得られることである。

## 【0020】

本発明のさらなる利点において、レーザ焼結装置内で溢れた粉末を再利用するために再循環を行う信頼性のある小型粉末取扱システムが提供される。

## 【0021】

50

本発明のさらに別の利点は、粉末回収システム内でブレンドされた粉末におけるバージン粉末、回収粉末および溢れた粉末の中での粉末層化がなくなるまたは最小になることである。

#### 【0022】

これらの他の態様、特徴および利点は、粉末回収システムを用いた、粉末から三次元物品を製造するためのレーザ焼結装置および方法を提供することによって本発明により達成される。このレーザ焼結装置は、少なくとも、加法式構築プロセスがその中で行われる第1の側とその反対の第2の側を有するプロセス・チャンバ、多量の粉末をチャンバに供給するためのチャンバの第1の側に配置された粉末供給ホッパー、チャンバ内の多量の粉末を広げるための供給ホッパーに隣接して配置されたスプレッダー、プロセス・チャンバの少なくとも一方の側に隣接して配置されたスプレッダーにより供給され溢れた粉末を受け入れるための受入装置、および溢れた粉末を粉末供給ホッパーに戻すためのレーザ焼結装置内にある搬送装置を備えている。三次元物品を取り囲む粉末床を生成する方法は、少なくとも、第1の側から第2の側に標的領域を横断して供給ホッパーから粉末の第1の部分を堆積させ、標的領域の第2の側の溢れ(overflow)として粉末の第1の部分の過剰分を収集し、第2の側から第1の側に標的領域を横断して粉末の第2の部分を供給し、標的領域の第1の側の溢れとして粉末の第2の部分の過剰分を収集し、標的領域の第1の側と第2の側から溢れを供給ホッパーに戻すように空気圧搬送する各工程を有してなる。

10

#### 【0023】

本発明のこれらと他の態様、特徴および利点は、特に以下の図面と一緒に捉えたときに、本発明の以下の詳細な開示を検討することによって明らかとなるであろう。

20

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0024】

図1は、一例として、カリフォルニア州、バレンシア所在のスリー・ディー・システムズ社により現在販売されている、参照番号100によって示されている従来のレーザ焼結装置を示す。図1は、明確にするために、ドアが示されていない。粉末床132の上層、2つの供給粉末チャンバ(カートリッジ)124, 126、およびスプレッド・ローラ130を備えたプロセス・チャンバ102の上のユニット内に取り付けられた二酸化炭素レーザ108およびその関連走査システム114が示されている。プロセス・チャンバ102は、物品を製造するために適切な温度および雰囲気組成(一般に、窒素などの不活性雰囲気)を維持する。

30

#### 【0025】

明確にするために、ドアが取り除かれている図2の正面図に、従来のレーザ焼結システム100の動作が示されている。レーザビーム104は、レーザ108により発せられ、一般に、レーザビームを偏向するガルバノ・ミラーを備えた光学ミラー走査システム114により標的領域110に向けられる。レーザおよびガルバノメータ・システムは、レーザ窓116によって、高温のプロセス・チャンバ102から隔離されている。レーザ窓116は、下にある部品床132の標的領域110を加熱する放射加熱要素120の内側に位置している。これらの加熱要素120は、リング形(矩形または円形)パネルまたはレーザ窓を取り囲む放射加熱ロッドであってよい。レーザビーム104の偏向は、その層内に形成すべき物品の断面に対応する熔融性粉末層の位置にレーザ・エネルギーを方向付けるために、レーザ108自体の変調と組み合わせて制御される。走査システム114は、ラスタ走査様式、またはベクトル様式で粉末を横断してレーザビーム104を走査してよい。

40

#### 【0026】

2つの供給システム(124, 126)は、押上式ピストン・システムによって粉末をシステム100中に供給する。標的領域110は、以下のように2つの供給ピストンから粉末を受け取る。供給システム126が最初に測定された量の粉末を押し上げ、逆回転ローラ130が粉末を取り上げ、均一な様式で部品床132の上に広げる。逆回転ローラ130が標的領域110および供給チャンバ124を完全に通り過ぎ、次いで、残留した粉

50

未をオーバーフロー・コンテナ 136 中に放り込む。供給粉末を予熱する放射加熱要素 122 および部品床の表面を加熱するためのリング形または矩形の放射加熱要素 120 が、チャンバ 102 の頂部の近くに配置されている。要素 120 は、レーザビーム 104 にレーザ窓 116 を通過させる中央開口部を有する。逆回転ローラ 130 がシステム 100 を横断して移動した後、レーザ 108 は、丁度分配されたばかりの層を選択的に溶解する。次いで、ローラ 130 は、オーバーフロー・カートリッジ 136 の区域から戻り、供給ピストン 125 が所定の量の粉末を押し上げ、ローラ 130 が粉末を標的領域 110 上で反対方向に分配し、他方のオーバーフロー・カートリッジ 138 に進行して、残留した粉末を落とす。ローラ 130 がシステム 100 の各横断を開始する前に、中央の部品床ピストン 128 が、所望の層厚だけ部品入りケーキを降下させて、追加の粉末のための空間を空ける。

10

#### 【0027】

システム 100 内の粉末供給システムは、粉末供給チャンバ 124 および 126 からチャンバ 102 中に所望の体積の粉末 123 および 129 を上方に移動させ、持ち上げる（目盛りが付けられている場合）モータ（図示せず）によって制御された供給ピストン 125 および 127 を備えている。部品床ピストン 128 はモータ（図示せず）により制御されて、加工すべき粉末の各層の厚さを規定する少量、例えば、0.125 mm だけ、チャンバ 102 の床より下方に動く。ローラ 130 は、供給ピストン 127 によって供給チャンバ 126 から標的領域 110 上に粉末 123 を移動させる逆回転ローラである。いずれの方向に移動する場合も、ローラ 130 は、標的領域上に堆積されなかった残留粉末を、プロセス・チャンバ 102 の両端にあるオーバーフロー・カートリッジ 136 および 138 中に運ぶ。標的領域 110 とは、ここでは説明目的のために、部品床ピストン 128 の上に配置された部品入りケーキ 106（存在すれば、先に焼結された部分を含む）内の熱溶解性粉末の頂面を称する。図 2 のシステム 100 には、新しい粉末が直前に焼結された高温の標的領域 110 の上に広げられるときの任意の熱衝撃を最小にするために、粉末を予熱するように供給ピストン 125 および 127 の上方に放射加熱要素 122 が必要である。供給床および部品床両方のための加熱要素を備えたこのタイプの二重持上式ピストン供給システムは、スリー・ディー・システムズ社により販売されている Vanguard 選択的レーザ焼結システムにおいて工業的に実施されている。

20

#### 【0028】

レーザ焼結システムのための代替の粉末供給システムが図 3 に示されている。システム全体が参照番号 150 によって表されている。このシステムにおいて、粉末供給機構はもはや、図 1 および 2 に示されたような押上式ピストン供給システムではない。代わりに、プロセス・チャンバの床 206 上に粉末 184 を周期的に堆積させるために、供給ホッパー 162 および 164 が用いられる。この手法において両方向に粉末を堆積させ広げる方法が、本発明の譲受人に譲渡され、この出願を引用することによって特に米国特許出願公開第 10/856303 号に完全に記載されている。

30

#### 【0029】

図 3 の選択的レーザ焼結システムの動作は、図 2 に示したシステムの動作と似ている。レーザビーム 154 は、レーザ 108 により発せられ、レーザビームを偏向するガルバノ・ミラーを一般に備えた光学ミラー走査システム 114 によって標的 186 に向けられる。レーザおよびガルバノメータ・システムは、レーザ窓 156 により、高温のプロセス・チャンバ 152 から隔離されている。レーザ窓 156 は、下にある部品床の標的領域 186 を加熱する放射加熱要素 160 の内側に位置している。これらの加熱要素 160 は、リング形（矩形または円形）パネルまたはレーザ窓 156 を取り囲む放射加熱ロッドであってよい。レーザビーム 154 の偏向は、その層内に形成すべき物品の断面に対応する部品入りケーキ 190 の露出表面にある標的領域 186 内の溶解性粉末層の位置にレーザ・エネルギーを方向付けるために、レーザ 108 自体の変調と組み合わせて制御される。走査システム 114 は、ラスト走査様式、またはベクトル様式で粉末を横断してレーザビーム 154 を走査してよい。一旦、断面が形成されたら、部品入りケーキ 190 は、部品入り

40

50

ケーキ190が載置されている支持台170を降下させる駆動システム172によって一層の厚さだけ降下される。

#### 【0030】

選択的レーザ焼結システムに用いられる粉末には、3つの基本的な区分がある。バージン粉末は、システムに供給された新しい粉末を称する。溢れた粉末は、図2の容器136および138中の粉末または図3の容器188内の粉末などの、構築チャンバから押し出された過剰の粉末である。回収粉末は、部品入りケーキ中の製造部品がシステムから取り出されたときに、構築またはプロセス・チャンバの外側に回収される粉末である。そのような回収粉末は、収集され、通常ブレイクアウト・ステーションと称される装置内のレーザ焼結装置の外側で回収される。

10

#### 【0031】

これらの3つの区分の粉末の使用が、参照番号200で表された、図4に示された従来技術の粉末回収システムにおいて自動化様式で示されている。この従来技術のシステムは、特許文献5に記載されている。レーザ焼結装置202は、2つの供給ホッパー204中に供給される供給粉末を有する。装置202からの完成構築物は、手作業でブレイクアウト・ステーション206に移動され、ここで、部品が、焼結されていない回収可能な粉末から取り出される。装置202内の2つのオーバーフロー容器208, 210が溢れた粉末を回収し、その粉末を、ライン212を通して篩システム214中に移送する。同じ篩システム214に、ブレイクアウト・ステーション206からライン207を通して回収粉末が供給される。篩システム214から篩い分けされた粉末は、容器215内に貯蔵され、後にライン216を通してブレンド・タンク218に移送される。袋220からのバージン粉末がバージン・ブレンド・タンク222に供給される。2つのブレンド・タンク218および222からの供給物が、制御装置226によって制御されているブレンド装置224内でブレンドされ、次いで、ライン228を通して焼結装置202に戻される。全ての移送ライン207, 212, 216および228は、粉末を移送するための内部機械式スパイラル・コンベヤを有する。

20

#### 【0032】

記載された従来技術の粉末回収システムは、運転可能であるが、非常に大きな物理的専有面積を有し、機械式スパイラル・コンベヤ・システムのために高価である。サイズに関する理由の1つは、レーザ焼結装置の外側の3つの区分の粉末(バージン、溢れ、および回収)の全てを取り扱う必要性である。さらに、スパイラル・コンベヤは、粉末を局部的に混合するのにかなり効率的であるが、それらによって、機械式動作から粉末が摩滅し得る。図4の従来技術の別の側面は、3つの区分の異なる粉末の比率を確実に不変にはできないことである。溢れる粉末および回収される粉末にはサージ体積はなく、これらの粉末は、他のプロセスの停止を回避するために要求に応じて取り出さなければならないので、容器215中のこれら2種類の粉末の比率は制御されない。したがって、容器215中のこれら2種類の粉末の比率は、未知の混合物のものである。溢れた粉末と回収された粉末は性質が異なるので、容器218から供給されるこのシステム中で使用される粉末の性質も異なり、部品にアーチファクトが生じてしまう。従来技術の設計の別の特有の欠点は、容器222および218からの粉末のブレンドは、制御装置226によって制御された体積比により行われることである。本発明に用いられるバージン粉末、回収粉末および溢れた粉末などの異なる微細な粉末には、そのような微細な粉末の任意の2種類または全ては、嵩密度が異なることが一般的である。この従来技術のシステムにおけるそのような粉末は、体積分配装置に提供される場合、各粉末の比率は、正確に予測し、制御することはできない。

30

40

#### 【0033】

これらの問題は、本発明によって対処される。粉末の全ての移送は、より気密で小型の配管を可能にする濃密相空気圧移送によって行われ、溢れた粉末はレーザ焼結装置内に保持され、ここで、その粉末は濃密相移送によって装置の供給ホッパーに直接戻される。外部の回収システムから溢れた粉末をなくすことによって、全体のサイズと複雑さが著しく

50



減少する。ブレンド容器を通る粉末の閉ループ型空気圧移送によって、完全なブレンドを行って、層化がなくなる。機械式のスパイラル搬送システムの代わりに、濃密相空気圧搬送システムを使用することによって、粉末が摩滅する可能性が減少する。異なる粉末の全ての配分は、体積比によるものではなく、質量によって行われ、嵩密度が異なる場合でさえも、正確な分配を確実に行える。

**【 0 0 3 4 】**

ある固体を気体（通常は空気）中に浮遊させて、輸送することができる。これは、空気圧搬送と称される。空気圧搬送システムは、粉末形態にあるまたは粒状固体として物質を輸送するのに適している。粉末/固体は、20%以下の水分を持つ程度に乾燥しており、非粘着性でなければならない。空気圧輸送システムには、2つの基本的体制がある：速い気体速度（20～30m/秒）での希薄相搬送、および遅い気体速度（5～10m/秒）での濃密相搬送。

10

**【 0 0 3 5 】**

空気圧搬送システムにおいて、ほとんどのエネルギーは、空気自体の輸送のために用いられる。したがって、空気圧搬送プラントのエネルギー効率は低いが、取扱いは容易であり、うまく設計されたシステムにおいては、しばしば粉塵がない。濃密相搬送システムは、同じ量の固体を搬送するためにずっと少ない空気しか用いられないので、より効率的である。特有の遅い空気速度によって、固体の取扱いが穏やかになる。

**【 0 0 3 6 】**

空気圧システムは、正圧と負圧（真空）の両方で動作できる。ここに記載される本発明のシステムにおける粉末輸送の全ては、粉末の濃密相移送に基づく。本発明の粉末回収システムでは、新規の濃密相輸送設計を用いる。本発明の空気圧システムに用いられる気体は、空気、窒素、アルゴンなどの不活性ガス、二酸化炭素またはそれらの任意の組合せであって差し支えない。好ましい気体は空気である。

20

**【 0 0 3 7 】**

図5は、参照番号250によって表される本発明の粉末回収システムの統合された概略図である。図3に示されているものと類似した1つ以上のレーザ焼結装置252は、供給ホッパー254および1つ以上のオーバーフロー容器256を備えている。溢れた粉末を容器256から供給ホッパー254に戻す、レーザ焼結装置252内に配置された濃密相トランスポートは、図5には示されていないが、後により詳しく説明する。この態様では、以下に論じる外部の粉末処理モジュールからの粉末を取り扱う著しい負担がなくなる。装置252内の構築物の完成時に、製造された部品およびその周りの未溶融粉末からなる部品入りケーキ258をブレイクアウト・ステーション260に移動させる。ここでは、部品入りケーキ258の、完成部品262、低品質のすなわち使用済み粉末264、および再利用のために回収される粉末266への分離は機械的に行われる。使用済み粉末は通常、熱い部品に近い粉末によって生じた大きな硬い凝集体からなる。使用済み粉末は、再利用には適しておらず、廃棄される。次いで、手短かに図6、9および10を参照すると分かる濃密相トランスポートは、回収した粉末268を粉末処理装置270に運搬し、ここで、この粉末は、新しい粉末268と組み合わせられて、装置の供給ホッパー254に戻される。ある実施の形態において、溢れた粉末の処理装置270からの組合せ粉末とのブレンドは、以後に説明するイン・ビン(In-bin)ブレンド技術を用いて供給ホッパー254で行うことができる。システム中の濃密相空気圧輸送を駆動する空気配管と制御装置のネットワークはこの図と以下の図には示されていない。

30

40

**【 0 0 3 8 】**

図6は、参照番号350によって表される全粉末回収システムの一部としての粉末処理装置を示している。別体のブレイクアウト・ステーション353（後で説明する）から回収された粉末は、回収粉末貯蔵容器354にバッチ様式で搬送される。供給源352からのバージン粉末はサージ・ホッパー355中に搬送される。バージン粉末および回収粉末貯蔵容器354からの回収粉末は両方とも、L形弁356を通して濃密相トランスポート358中に供給できる。濃密相トランスポート358は、空気圧濃密相搬送を用いて、得

50

られた粉末をブレンダー容器 362、バージン粉末貯蔵容器 364 に搬送するか、または循環様式で回収粉末貯蔵容器 354 に戻す。システム・オペレータがバージン粉末の新しいバッチをバージン粉末貯蔵容器 364 中に移送したいとき、弁は適切に設定され、バージン粉末は濃密相トランスポート 358 を通してバージン粉末貯蔵容器 364 に搬送される。あるいは、バージン粉末はバージン粉末貯蔵容器 364 中に直接供給しても差し支えない。バージン粉末は、弁を適切に設定し、バージン粉末貯蔵容器 364 からバージン粉末を L 形弁 368 および濃密相トランスポート 370 に通して容器 364 に再循環させることによってブレンドしても差し支えない。同様に、システム・オペレータが回収粉末の様々なバッチを完全にブレンドしたいとき、回収粉末貯蔵容器 354 からの回収粉末が、回収粉末貯蔵容器 354、L 形弁 356 および濃密相トランスポート 358 を通して繰り返し循環するように適切に弁を設定する。粉末のブレンドは、この再循環中に行われる。

10

**【0039】**

容器内で多数の混合技術を使用することができる。好ましい手法は、機械式攪拌器などのいくつかのタイプの機械式ブレンドよりもむしろ、イン・ピン・タイプのブレンドを使用することである。イン・ピン・ブレンダーでは、同時に導入される固体粒子の排出順序に影響を与えるように流動している固体において存在する自然速度プロファイルを使用する。言い換えれば、同時に導入される粒子は、所定の期間で容器を出る。それら粒子は所定の期間で容器を出るので、他の時に導入される他の粒子は、ゆっくり時間をかけて広がる時にそれらと混合される。例えば、重力流動ブレンダーにおいて、容器の頂部に導入される固体の水平層は、層の異なる部分の速度が速いか遅い場合、先に導入された他の水平層とブレンドされる。質量流動容器は必然的に、容器の壁の近くよりも容器の中心線でより早い流速を有する。これによって、かつて導入された層からの中心粒子は、ずっと先に導入された層からの粒子と同時に容器から出て、それゆえ、2つの層が、容器を流動しながらブレンドされる。

20

**【0040】**

ブレンドは、2つの様式で行うことができる。一回通過(single pass)の連続ブレンドは、一方が他方の上に堆積された複数のバッチをブレンドすることによって、バッチ間のばらつきをならすことができる。しかしながら、一回通過のブレンドでは、容器に進入する最初のバッチは、他のバッチとは組み合わせられないので、効果的にブレンドされない。より完全なブレンドは、固体を容器の出口からその容器の頂部に戻し、それらを再度流動させることによって行うことができる。容器に進入する最初のいくつかのバッチのみを再循環させ、次いで、一回通過のブレンドを用いて、最小量の粉末が容器内に保持されている限り再循環なくブレンドを続けることも可能である。再循環によるブレンドを用いて、異なる成分の主なブレンドを行うことができる。多量の粒状成分を容器中に投入する場合、効果的なブレンドを達成するにはより多くの再循環を要する。異なる成分の層中に投入された材料は、少ない循環で効果的なブレンドを行うことができる。

30

**【0041】**

好ましいタイプのイン・ピン・ブレンド技術は、容器内のコーン・イン・コーン(cone-in-cone)挿入体である。容器内のコーン・イン・コーン挿入体は、ホッパー部分の上の速度プロファイルを伝え、この速度プロファイルを、ブレンドを最適化するように調節できる。また、通常質量流動が可能よりも平らな傾斜を持つホッパー内において壁際で質量流動または固体流動が生じることができる。イン・ピン・ブレンドを行うためには、容器内に非流動領域があってはならない。言い換えれば、材料が出口から流動する場合、非流動領域はブレンドされないので、容器内の材料の全ては移動しなければならない。コーン・イン・コーンの設計で、容器中の速度プロファイルを制御することによって、粉末の分離をなくし、粒状または粉末固体の流動を改善できる。急な内部コーン(円錐体)が、より平らな外側コーンへと流動を広げる。このことは、粉末取扱産業において「ラットの穴(rat holes)」として知られるものなどの、いくつかの粉末流動障害をなくす傾向にあり、比較的平らな容器内でさえ分離を防ぐ。この抗分離流動パターンは、普通の容器中に落下するときしばしば分離する固体を再混合する。本発明のシステムは、用途に応じて、

40

50

繰り返し混合するかまたは完全に真っ直ぐ流動させることができるという点で非常に汎用性がある。図6に示したように、容器354, 362および364の各々は、内部にコーン・イン・コーンのブレンダ・システムを有していて差し支えない。コーン・イン・コーンのブレンダはよく知られた技術である。各容器354, 362および364は、それぞれ、秤量装置371, 372および374を有する。これらの秤量装置は、各粉末の質量によって正確な移送を確実にする。秤量装置371, 372および374は、容器354, 362および364内に收容されている粉末を正確に秤量するためにロードセルを用い、それらの質量を粉末回収システム350内の制御装置に伝送することができる。

#### 【0042】

オペレータが、それぞれ、貯蔵容器354および364から回収粉末およびバージン粉末の最終ブレンドを調製しようとするとき、回収粉末貯蔵容器354からの回収粉末がL形弁356を通して濃密相トランスポータ358中へ、そしてブレンド容器362中に流動するように適切に弁を設定する。次いで、バージン粉末が適切なL形弁368を通して濃密相トランスポータ370中に供給され、得られた混合物を、ブレンド容器362の周りとそこを通して循環させる。前述したように、この作用によって、粉末がコーン・イン・コーン型のブレンド設計を通過するとき、分離のないよくブレンドされた粉末が得られる。適切にブレンドされた場合、最終的な粉末ブレンドを焼結装置376に輸送することができる。粉末をシステムの外部に貯蔵または移動させることが望ましい場合のための補助貯蔵装置378も示されている。

#### 【0043】

本発明の設計により、レーザ焼結装置376に供給する前に、粉末を所望の混合物にブレンドする適切な弁作用によって、融通性を広げることができる。弁作用を含む様々な流動の可能性の全ては、もちろん、コンピュータ制御下であって差し支えなく、したがって、操作は手作業よりむしろ自動的である。

#### 【0044】

本発明のシステムは、自動化様式で動作しながら、以下の機能を実行する。粉末が焼結装置に供給されている間または待機時間中、装置は、供給容器352からの粉末を空気圧搬送することにより、バージン粉末貯蔵容器364を自動的に満タンに維持する。必要に応じて、ユーザは、容器364中のバージン粉末をそれ自体と、および先に貯蔵された粉末とブレンドして、出荷用容器内の分離およびバッチ間のばらつきをうち消すことができる。このシステムは、オペレータが部品を取り出したときに、ブレイクアウト・ステーション353からの回収粉末を回収粉末貯蔵容器354に自動的に搬送する。必要に応じて、システム・オペレータは、回収粉末をそれ自体、および先に貯蔵された粉末とブレンドして、ブレイクアウト中の分離、部品入りケーキ内のばらつき、およびその後の構築物における差による部品入りケーキ間のばらつきをうち消すことができる。

#### 【0045】

図6のブレンド容器362が空に近づくと、粉末取扱システム350は、バージン粉末貯蔵容器から自動的に粉末を搬送して、質量設定点を満たす。これは、質量設定点を満たすように回収粉末貯蔵容器から粉末を搬送することによって、回収粉末貯蔵容器354からの回収粉末との交互の層で行ってもよい。この充填は、ブレンドの速度を上げるために、バージン粉末と回収粉末の交互の層で行われる。ブレンド容器362が充填されると、粉末回収システムの粉末処理装置270は、ブレンド容器の出口からの粉末をブレンド容器の入口に再循環させ、コーン・イン・コーン型のブレンド設計を用いて、バージン粉末と回収粉末と一緒にブレンドする。次いで、このシステムは、1つ以上の装置のレベル・センサが粉末を要求したときに、レーザ焼結装置376、または多数の装置に粉末を自動的に供給する。ブレンド中、多数の公知の方法を用いて、ブレンド中の粉末の品質を測定して差し支えない。品質をモニタするよく知られた分析技法の1つは、ブレンドした粉末のメルト・フロー・インデックスを測定することである。

#### 【0046】

図7は、参照番号400によって表されたブレイクアウト・ステーションの概略図であ

10

20

30

40

50

る。部品入りケーキが、部品入りケーキからの除去された回収可能な粉末および使用済み粉末を受け入れるための２つの端部（左と右）を有するブレイクアウト・ステーションのテーブル４０２上に配置されている。これらは、直接かまたはエア・スライド４０４を通して、スクリュー・フィーダ４０６に供給され、このフィーダは、回収可能な粉末と、使用できない使用済み粉末の大きな凝集塊とで分離を行う装置４０８に供給する。使用済み粉末はゴミ容器に入れられる。好ましい装置４０８は回転式シフタである。このように回収された粉末は、濃密相トランスポータ４１２に落下し、これにより、粉末をパワー導管４１４を介して図６の回収粉末貯蔵容器３５４に戻される。

#### 【００４７】

本発明の粉末回収システムは、システムを通じて粉末の空気圧濃密相搬送を使用することによって、サイズが小型になり、信頼性が得られる。図９は、図６に３５８および３７０として見られる、２つの濃密相トランスポータの図である。図９において、トランスポータ５１４および５１６は、図６に示された粉末処理装置２７０の容器の下に配置されている。回収粉末貯蔵容器５０６およびサージ・ホッパー５０２はＬ形弁５１０に供給し、この弁は次に、濃密相トランスポータ５１４に供給する。Ｌ形弁および濃密相トランスポータの動作の詳細を以下に説明する。粉末処理装置の他の２つの主要な容器であるバージン粉末貯蔵容器５０８およびブレンダ５０４は、Ｌ形弁５１２を通して一緒に濃密相トランスポータ５１６中に供給する。

#### 【００４８】

図１０は、参照番号５３０により表された内部のオーバーフローすなわち過剰の粉末の受容器および搬送システムの図である。オーバーフロー受容器５３２は、構築中に部品入りケーキの両側から溢れた粉末を収集する。溢れた粉末は、リザーバ５４０中にポンプで送り込まれた空気によって作動する膨張性袋を持つ空気作動式ピンチ弁などの適切な弁を通して流動する。この弁は、下にある小さな濃密相トランスポータ５４２に下る流れを制御する。濃密相トランスポータ５４２は、粉末を粉末供給ホッパー（図示せず）に戻し、それによって、溢れた粉末の全てを焼結装置内にあるままにする。粉末は、入口５４４を通して供給される空気によって、濃密相トランスポータ５４２内で流動化される。粉末は、以下に説明する様式で出口５４６を通過して出ていく。レベル・センサ５３４は、受容器５３２内の粉末がセンサ５３４の所定のレベルに達すると、ピンチ弁５３６を開く制御スキームをフィードする。これにより、焼結装置中に空気を送る吹込みを防ぐ持続性粉末シールが確実に形成される。

#### 【００４９】

参照番号５５０により表された図９のＬ形弁の１つが、図１１の断面斜視図により詳しく示されている。任意の容器からの粉末は、入口５５２を通過して重力によって多孔質板５５４上に落下する。入口５５６は、Ｌ形弁のための空気源である。空気が入口５５６を通過し、多孔質板５５４を通過するとき、多孔質板上の粉末は、流動化され、多孔質板５５４に沿って下方に移動し、流動化空気と共に５５８から出る。入口５５６への空気が停止されると、多孔質板５５４上の流動化された粉末は、崩れ落ち、特徴部５５５でシールを迅速に形成する。それゆえ、Ｌ形弁は、入口５５６中に入る空気の真っ直ぐな流れによって粉末流動を制御するための効率的な弁である。Ｌ形弁は、粉末取扱業界において公知の従来技術である。

#### 【００５０】

図１２は、濃密相トランスポータのフィーダ部分６０４に連結された２つのＬ形弁６０２を示す、参照番号６００により表された濃密相トランスポータへの入口の断面斜視図である。フィーダ部分６０４は、弁ステム６０６によって動かされて、意図した粉末を輸送するために濃密相トランスポータを加圧できるように濃密相トランスポータ６００の頂部６０８によって弁座６１２に対するシールを形成できるプラグ弁６１０を含む。

#### 【００５１】

ここで参照番号６５０により表された完全な濃密相トランスポータが、図１３に断面斜視図で示されている。濃密相トランスポータ６５０は、頂部受入部分６５２および底部移

10

20

30

40

50

送部分 654 に連結された切頭円錐状部分 702 からなる。底部移送部分 654 は、良好な力運搬を確実にするために垂直からある角度だけずれて構成されていることが重要である。底部移送部分 654 のこの傾斜によって、多孔質板 704 が水平ではなくある角度で傾斜することが確実になる。多孔質板 704 は、気流によって、その上に落ちてくる粉末を流動化するように作用するように多孔質である。加圧空気が入口 706 で進入し、多孔質板 704 を通って上昇して、流動化作用を与える。流動化した粉末は、多孔質板 704 に沿って出口 708 に向かって下方に流れ、そこから出る。角度の付いた設計、または下方に傾斜の付いた円錐様式で多孔質板を用いた代わりの中心排出口設計によって、詰まる可能性の少ない、より安定した濃密相移送が確実になる。入口 706 中への気流が流動化点よりも減少したときに、多孔質板 704 上の粉末が崩れ落ち、流動を停止するブリッジを出口 708 に形成する。このオフセット角は、水平から約 9 ~ 10 度よりも大きいべきであるが、それよりずっと大きくても差し支えない。好ましい角度は約 10 度である。

#### 【 0052 】

手短に図 5 の説明に戻ると、粉末回収システム 250 中の粉末材料の流れは、粉末回収装置 270 からの粉末を戻し、これを、レーザ焼結装置 252 内の粉末供給ホッパーに戻すことによって完了する。このレーザ焼結装置 252 内で、回収粉末は、容器 256 からの内部の溢れた粉末と組み合わされる。

#### 【 0053 】

ここで図 8 に戻ると、レーザ焼結装置内の粉末供給ホッパーが参照番号 450 により表されている。3つの粉末の入口が、粉末供給ホッパー 450 の頂部に示されている。入口 452 は、図 6 の濃密相トランスポート 370 から供給される粉末を受け入れる。入口 454 は、図 10 に示された濃密相トランスポート 542 からの、焼結装置内からの溢れた粉末を受け入れる。入口 452 および 454 からの組み合わせられた粉末は、重力によってエアスライド 458 上に落下し、ここで、流動化され、エアスライド 458 の上から、粉末供給ホッパー 450 のホッパー部分 463 中へ、次いで供給カートリッジ 466 中へと供給される。空気の入口 460 は、流動化空気をエアスライド 458 内の多孔質板に提供する。エアスライド 458 は、ホッパー部分 463 中に生じる粉末の山を広げて、限られたサイズのホッパー内でより大きな貯蔵容積を達成する重要な機能を提供する。エアスライドは、エアスライドがなかったら生じるであろう山の形成による材料の層化の可能性も減少させる。エアスライド 458 は、機械的部品を移動させずにこれを達成する。

#### 【 0054 】

粉末供給ホッパー 450 中の粉末のレベル制御は、図 8 のレベル・センサ 462 および 464 によって行われる。センサ 462 は、ホッパー部分が満タンのときを検出し、入口 452 および 454 を通ってさらに移送をさせない。レベル・センサ 464 は、ホッパー部分がほとんど空であるときを検出し、ホッパーからのさらなる移送を停止させる。粉末のレベルを常にレベル・センサ 464 にまたはその上に維持することによって、粉末は、空気がレーザ焼結装置に進入するのを防ぐ空気シールとして作用し、この装置は、動作中、窒素などの不活性雰囲気下に維持される。空気シールは、窒素雰囲気が粉末供給ホッパー 450 を通って逃げるのも防ぐ。焼結装置中に供給すべき粉末は、図 8 に示されるように、ローラ・フィーダ 468 と共に円筒状粉末ローラ 470 の回転によって正確に測定される。フィーダ 468 とローラ 470 との間の間隔によって、ローラ 470 が回転しながら、正確な量の粉末を供給カートリッジ 466 から落として、供給間隙 474 を通して移送することができる。好ましいローラは、ローラの回転と粉末の供給量との間に線形の関係がある滑らかな表面を有し、粉末を収集し得るポケットのないものである。制御機構 472 は、フィーダ 468 を周期的に持ち上げて、ローラ・フィーダ 468 とローラ 470 との間の間隔から凝集塊を取り除くように働く。一旦、粉末が供給間隙 474 を通ってレーザ焼結プロセス・チャンバ中に落下したら、粉末は構築区域に亘り広げられる。この手法において粉末を堆積させ、両方向に広げる方法は、前出の米国特許出願第 10 / 856303 号明細書に完全に記載されている。

#### 【 0055 】

本発明の自動化粉末回収システムによって、一日24時間の作動で複数の焼結装置を無人操作することができる。したがって、遠隔モニタおよび診断が、そのようなシステムの重要な条件である。本発明の別の態様は、システムに遠隔アクセスし、システム機能を実行するためにInternet Explorer（登録商標）、Netscape（登録商標）、または別のブラウザを使用できるような遠隔HTMLブラウザ用途である。これらのシステム機能は、追加のブレンド、容器を空にすること、粉末の移送、バージン粉末の追加などを少なくとも含む。圧力、流量、トランスポートの状態などを含む、回収システムの動作パラメータを表示するために、遠隔HTML状況スクリーンも利用できる。アナログ式表示装置は、様々な容器中の粉末レベルを示し、現在の使用率で、異なる区分またはタイプの粉末がなくなるときを予測する。同じシステムが、バージン粉末または回収粉末が残り少なくなったときにシステム・オペレータに電子メールを送信するようにプログラムされている。

10

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】従来のレーザー焼結装置の概略図

【図2】関係する機構のいくつかを示す従来のレーザー焼結装置の正面図

【図3】頂部供給機構を有するレーザー焼結装置の正面図

【図4】従来技術の粉末回収システムの概略図

【図5】本発明の粉末回収システムの概略図

【図6】全体としての粉末取扱システム内の粉末処理装置および粉末回収システムの概略図

20

【図7】ブ레이크アウト・ステーションの概略図

【図8】粉末供給ホッパーの断面斜視図

【図9】粉末処理装置の底部の斜視図

【図10】レーザー焼結装置の内部からの溢れた粉末材料の再利用のための回収および輸送を行うオーバーフロー・コンテナおよび濃密相回収トランスポートの断面図

【図11】L形弁の断面斜視図

【図12】トランスポート・システムの頂部フィーダの断面斜視図

【図13】濃密相トランスポートの断面斜視図

【符号の説明】

30

【0057】

100 レーザ焼結システム

102, 152 プロセス・チャンバ

104, 154 レーザビーム

108 レーザ

110, 186 標的領域

116, 156 レーザ窓

125, 127 供給ピストン

130, 180 逆回転ローラ

132 部品床

40

136, 138, 208, 210, 256 オーバーフロー容器（カートリッジ）

170 支持台

190, 258 部品入りケーキ

202, 376 レーザ焼結装置

206, 260, 353, 400 ブ레이크アウト・ステーション

207, 212, 216, 228 移送ライン

218, 222 ブレンド・タンク

226 制御装置

254 供給ホッパー

262 完成部品

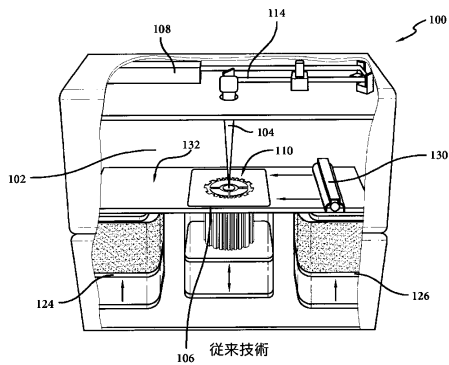
50

- 264 使用済み粉末
- 266 回収粉末
- 268 バージン(新しい)粉末
- 270, 350 粉末処理装置
- 354 回収粉末貯蔵容器
- 356 L形弁
- 358, 370, 514, 516, 542, 600, 650 濃密相トランスポート

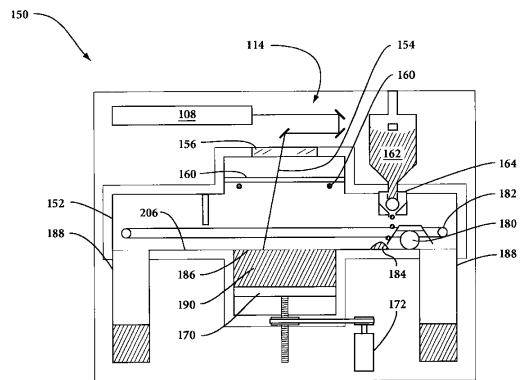
タ

- 364 バージン粉末貯蔵容器
- 404, 458 エアスライド
- 406 スクリュー・フィーダ
- 464, 534 レベル・センサ
- 554, 704 多孔質板

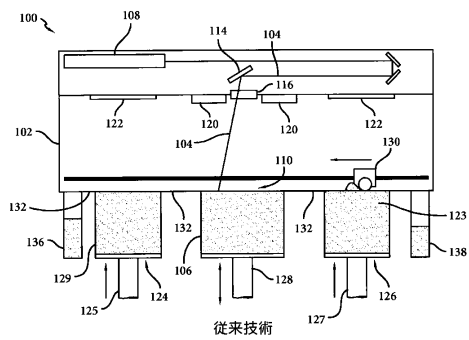
【図1】



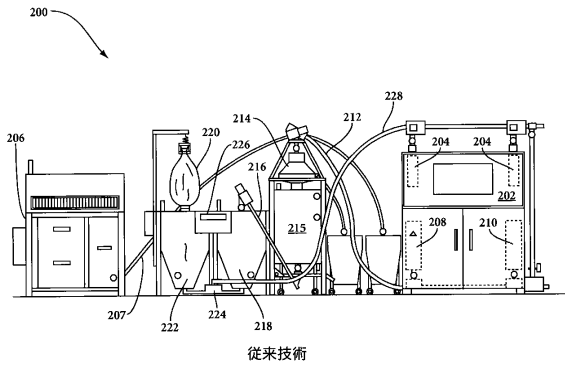
【図3】



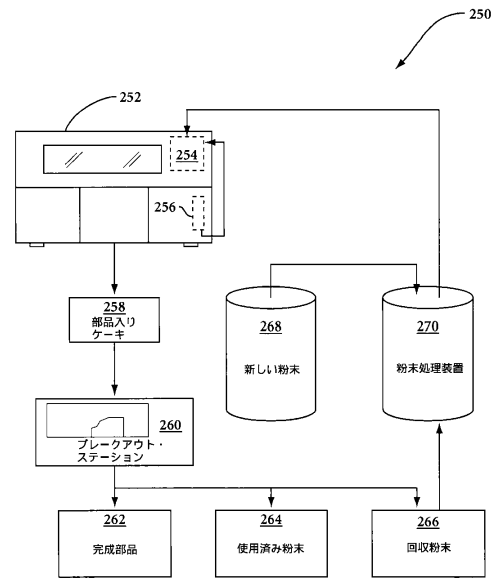
【図2】



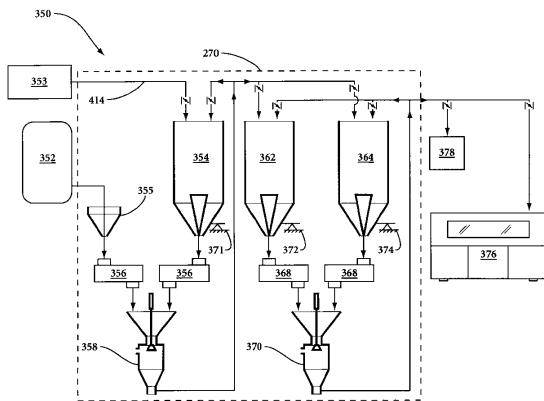
【図4】



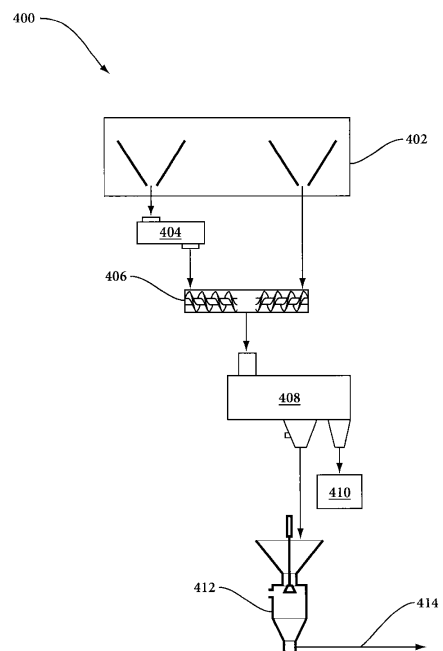
【図5】



【図6】

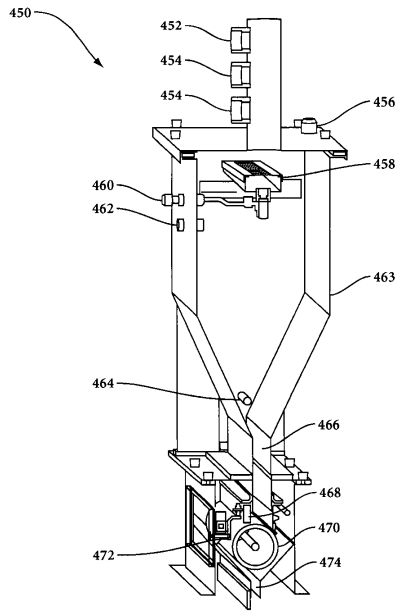


【図7】

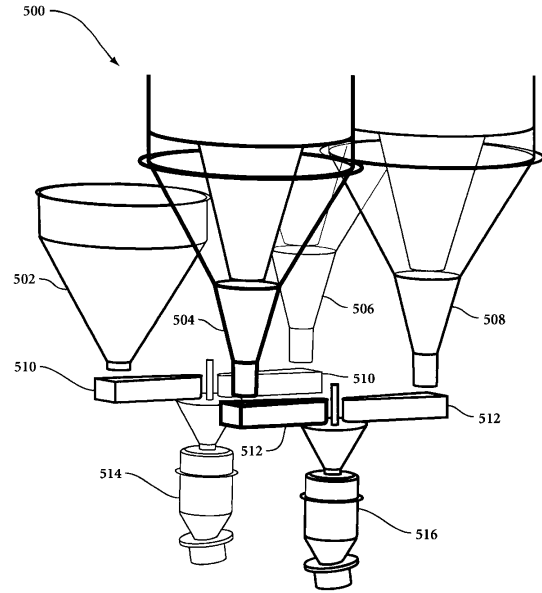




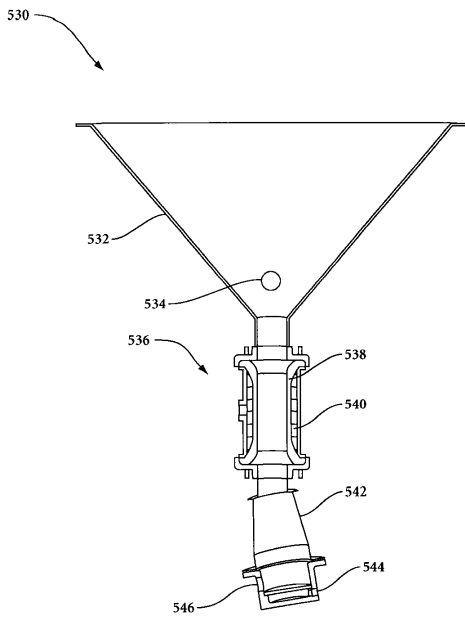
【 図 8 】



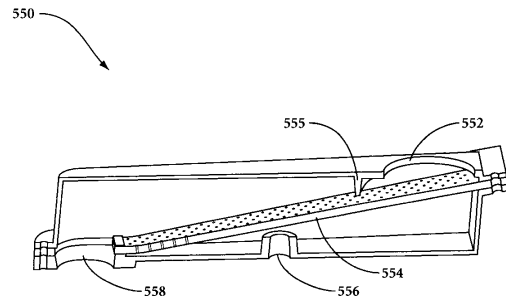
【 図 9 】



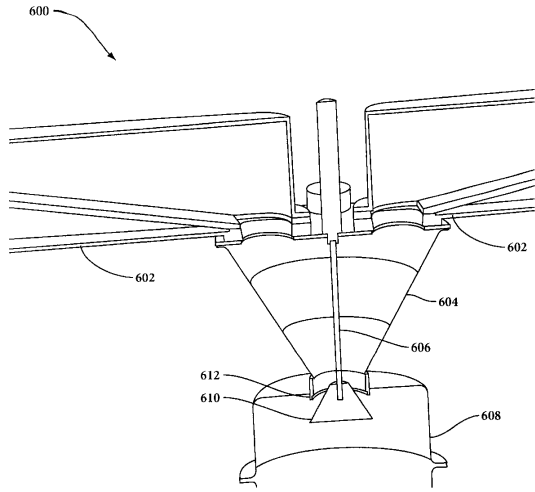
【 図 10 】



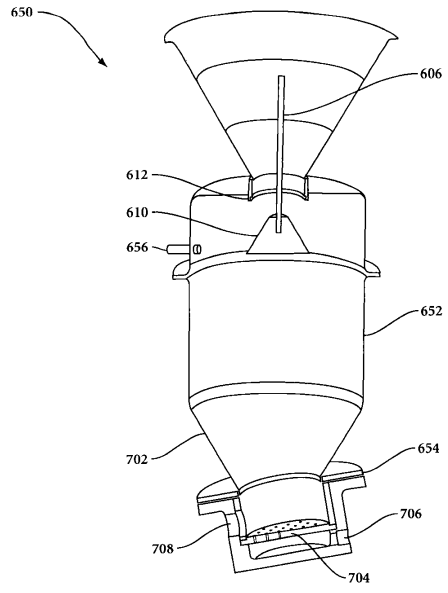
【 図 11 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



---

フロントページの続き

審査官 鏡 宣宏

- (56)参考文献 国際公開第2004/087331(WO, A1)  
特開昭61-075732(JP, A)  
特開2002-292750(JP, A)  
特表2005-503939(JP, A)  
欧州特許出願公開第01316408(EP, A1)  
特表2003-506229(JP, A)  
特表2004-538191(JP, A)  
特開2004-306612(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B29C 67/00 - 67/08