

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-49050  
(P2019-49050A)

(43) 公開日 平成31年3月28日(2019.3.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 2 2 F 3/16 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/16	3 F 0 7 5
<b>B 2 2 F 3/105 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/105	4 F 2 1 3
<b>B 2 9 C 64/205 (2017.01)</b>	B 2 9 C 64/205	4 K 0 1 8
<b>B 3 3 Y 30/00 (2015.01)</b>	B 3 3 Y 30/00	
<b>B 2 9 C 64/393 (2017.01)</b>	B 2 9 C 64/393	

審査請求 有 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-156837 (P2018-156837)  
 (22) 出願日 平成30年8月24日 (2018. 8. 24)  
 (31) 優先権主張番号 15/688, 426  
 (32) 優先日 平成29年8月28日 (2017. 8. 28)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3  
 4 5、スケネクタディ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100113974  
 弁理士 田中 拓人  
 (72) 発明者 ラジェンドラ・ケルカー  
 アメリカ合衆国、オハイオ州・4 5 2 1 5  
 、シンシナティ、ヌーマン・ウェイ、1番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉末床リコータ機器およびその使用方法

(57) 【要約】

【課題】 付加製造プロセス中に粉末床へと粉末を供給するシステム、方法、および機器を提供すること。

【解決手段】 リコータ機器は、粉末タンクと、粉末タンクから粉末床へと粉末を運ぶ粉末分散システムとを含む。リコータ機器は、少なくとも2つの掃引ストリップをさらに含み、粉末分散システムの少なくとも1つの出口は、粉末分散システムの出口が遮蔽されるように、2つの掃引ストリップの間に配置される。

【選択図】 図3 A

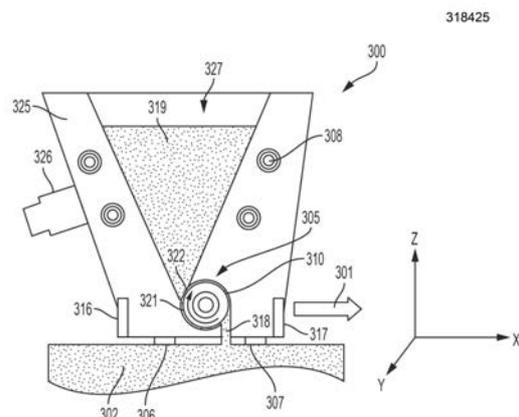


FIG. 3A

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

粉末タンク（327、427、527）と、

第1の掃引ストリップ（307、407、507）と、

第2の掃引ストリップ（306、406、506）と、

前記タンクから粉末を受ける入口（322、422、522）、ならびに

前記入口（322、422、522）から受けた粉末を供給し、前記第1の掃引ストリップ（307、407、507）と前記第2の掃引ストリップ（306、406、506）の間に配置される出口（318、404、548）、を備える粉末分散システム（305、405、505）とを備える、

10

粉末を供給する機器（300、400、500）。

**【請求項 2】**

前記粉末分散システム（305、405、505）が、

前記入口（322、422、522）に流体連通した状態のハウジング部（321、421、521）と、

前記ハウジング（321、421、521）の中で軸（314、414、514）の周りを回転可能なローラー（310、410、510）とをさらに備え、前記軸（314、414、514）が、第1の方向に延在し、前記ローラーが、前記入口（322、422、522）から粉末を運ぶように構成される、請求項1記載の粉末を供給する機器。

20

**【請求項 3】**

前記ローラー（310、410、510）が、テクスチャ付きである、請求項2記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

**【請求項 4】**

前記ローラー（310、410、510）が、前記第1の方向に沿って延在する複数の計量突起部を有する計量ローラーである、請求項1記載の粉末を供給する機器。

**【請求項 5】**

前記ローラーが、出口（318、404、548）および前記ハウジング部（321、421、521）と流体連通した状態の連絡経路を介して、前記出口（318、404、548）へと粉末（319、419、519）を運ぶように構成される、請求項2乃至4のいずれか1項記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

30

**【請求項 6】**

第1の場所において粉末床（302、402、502）からの前記機器の高さを検出する第1の高さ検出器（316、416、516）をさらに備え、前記出口（318、404、548）において供給される粉末の量が、前記第1の高さ検出器（316、416、516）からの出力に基づいて制御される、

請求項1乃至5のいずれか記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

**【請求項 7】**

前記第1の場所とは異なる第2の場所（302、402、502）において粉末床からの前記機器の高さを検出する第2の高さ検出器（317、417、517）をさらに備え、前記出口（318、404、548）において供給される粉末の量が、前記第1の高さ検出器（316、416、516）および前記第2の高さ検出器（317、417、517）からの出力に基づいて制御される、

40

請求項6記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

**【請求項 8】**

前記粉末分散システム（305、405、505）が、前記出口（318、404、548）へと粉末を供給するための複数の開口を有する粉末分散部材（432、545）をさらに備え、粉末が、前記計量ローラーによって前記分散部材へと供給される、請求項4記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

**【請求項 9】**

前記粉末分散部材が、前記粉末分散部材を振動させることができる少なくとも1つの振動

50

部材(436、536)をさらに備える、請求項8記載の粉末を供給する機器(300、400、500)。

【請求項10】

前記粉末分散システム(305、405、505)が、流動化チャンバ(538)をさらに含み、粉末が、前記計量ローラーによって前記流動化チャンバ(538)へと供給され、前記粉末が、流動化ガスによって流動化され、前記流動化された粉末が、前記第1の掃引ストリップ(307、407、507)と前記第2の掃引ストリップ(306、406、506)との間の前記出口(548)に提供される、請求項4記載の粉末を供給する機器。

【請求項11】

前記流動化チャンバ(538)が、  
流動化ガス入口(543)と、  
流動化ガス出口(539)と、

複数の開口(545)ならびに前記出口(548)へと粉末を供給するオーバーフロー部(537)を有する流動化粉末装置(534)とをさらに備え、前記流動化ガスが、前記流動化ガス入口(543)から前記複数の開口(545)を通して供給され、前記流動化された粉末が、前記オーバーフロー部(537)から前記出口(539)へとオーバーフローする、請求項10記載の粉末を供給する機器(300、400、500)。

【請求項12】

前記流動化粉末装置が、少なくとも1つの振動要素(536)をさらに備え、前記振動要素が、前記流動化粉末装置(534)を振動させることができる、請求項11記載の粉末を供給する機器(300、400、500)。

【請求項13】

前記機器が、付加製造プロセス中に付加製造機械に粉末を提供するように構成される、請求項1乃至12のいずれか1項記載の機器(300、400、500)。

【請求項14】

前記機器が、構成要素の前記付加製造中に粉末を提供し、前記機器が、固化される構成要素の少なくとも一部へと粉末を提供し、前記第1の掃引ストリップ(307、407、507)および前記第2の掃引ストリップ(306、406、506)のうちの少なくとも1つと前記構成要素との間の隙間が、1mm未満である、請求項13記載の機器(300、400、500)。

【請求項15】

前記掃引ストリップの高さが、前記融着された領域の第1の部分から粉末を取り除くように調節される、請求項1乃至14のいずれか1項記載の機器(300、400、500)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般に、たとえば直接溶融レーザマニュファクチャリング(「DMLM」)による付加製造(「AM」)プロセスを実施するように構成される方法およびシステムに関する。プロセスは、エネルギービームを放射するエネルギー源を利用し、粉末材料の連続的な層を融着させて所望の物体を形成する。より詳細には、本開示は、粉末を分散させてならすりコータブレードを利用する方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

付加製造(AM)技法には、例として、電子ビーム自由造形(free form fabrication)、レーザメタルデポジション(LMD)、レーザワイヤメタルデポジション(LMD-w)、ガスマタルアーク溶接、レーザ直接積層法(LENS)、レーザ焼結(SLS)、直接金属レーザ焼結(DMLS)、電子ビーム溶融(EBM)、粉末供給指向性エネルギー堆積(DED)、および3次元プリンティング(3DP)が含まれ

10

20

30

40

50

得る。一般に、AMプロセスは、除去製造法とは対照的に、1つまたは複数の材料を堆積させて、ネットシェイプまたはニアネットシェイプ(NNS)の物体を作るものである。「付加製造」は業界標準用語(ASTM F2792)であるが、AMは、自由造形、3Dプリンティング、ラピッドプロトタイプング/ツーリングなどを含めた種々の名前で知られている種々の製造技法および試作品造形技法を包含する。AM技法は、多種多様な材料から複雑な構成要素を製作することができる。一般に、自立型の物体は、コンピュータ支援設計(CAD)モデルから製作され得る。一例として、特定のタイプのAMプロセスは、エネルギービーム、たとえば電子ビームまたはレーザービームなどの電磁放射を使用して、粉末材料および/またはワイヤストック(wire-stock)を焼結または溶融し、材料が互いに結合される固体の3次元物体を作り出す。

10

#### 【0003】

選択的レーザー焼結、直接レーザー焼結、選択的レーザー溶融、および直接レーザー溶融は、レーザービームを使用して微細な粉末を焼結または溶融することによる3次元(3D)物体の生産を指すために使用される、一般的な業界用語である。たとえば、米国特許第4,863,538号および米国特許第5,460,758号には、従来のレーザー焼結技法が記載されている。より具体的には、焼結は、粉末材料の融点より低い温度で粉末の粒子を融着させる(集塊させる)ことを伴うものであり、一方溶融は、粉末の粒子を完全に溶かして、固体の均質な塊を形成することを伴うものである。レーザー焼結またはレーザー溶融に関連付けられる物理的プロセスは、粉末材料への熱伝達を含み、次いで、粉末材料を焼結または溶融することを含む。電子ビーム溶融(EBM)は、集束電子ビームを利用して粉末を溶融する。これらのプロセスは、粉末の層を連続的に溶融して、金属粉末の中に物体を造形するものである。

20

#### 【0004】

図1は、直接金属レーザー焼結(DMLS)または直接金属レーザー溶融(DMLM)用の例示的な従来のシステム110の断面を示す概略図である。機器110は、レーザー120などの光源によって発生されるエネルギービーム136を使用して粉末材料(図示せず)を焼結または溶融することにより、1層ずつ(たとえば層L1、L2、およびL3であり、これらは説明のためにスケールが拡大されている)、物体、たとえば部品122を造形する。エネルギービームによって溶融される粉末は、タンク126によって供給され、方向134に進むリコーターム116を使用して造形プレート114の上に均一に広げられて、粉末を水平面118に維持し、粉末水平面118より上に出ている余分な粉末材料を廃棄容器128に取り除く。エネルギービーム136は、ガルボスキャナ132の制御の下で、造形されている物体の断面である層(たとえば層L1)を焼結または溶融する。造形プレート114は低くされ、粉末の別の層(たとえば層L2)が造形プレートおよび造形されている物体の上に広げられ、その後、粉末がレーザー120によって連続的に溶融/焼結される。溶融/焼結された粉末材料から部品122が完全に構築されるまで、プロセスは繰り返される。レーザー120は、プロセッサおよびメモリを含むコンピュータシステムによって制御されてもよい。コンピュータシステムは、層ごとに走査パターンを決定し、走査パターンに従って粉末材料を照射するようにレーザー120を制御することができる。部品122の製作が完了した後、部品122に種々の後処理手順が適用される場合がある。後処理手順には、たとえばブローイングもしくはパキューミング、機械加工、研磨、またはメディアブラッシングによる余分な粉末の除去が含まれる。さらに、従来の後処理は、たとえば機械加工により、造形プラットフォーム/基板から部品122を取り外すことを含む場合がある。他の後処理手順には、応力除去プロセスが含まれる。追加的に、熱的および化学的な後処理手順を使用して、部品122を仕上げてもよい。

30

40

#### 【0005】

上記のAMプロセスは、制御プログラムを実行するコンピュータによって制御される。たとえば、機器110は、ファームウェアを実行するプロセッサ(たとえばマイクロプロセッサ)、オペレーティングシステム、または機器110と操作者の間のインターフェースを提供する他のソフトウェアを含む。コンピュータは、入力として、形成される物体の

50

3次元モデルを受ける。たとえば、3次元モデルは、コンピュータ支援設計(CAD)プログラムを使用して生成される。コンピュータは、モデルを分析し、モデルの中の物体ごとにツールパスを提案する。操作者は、出力、速度、間隔などの、走査パターンの種々のパラメータを定義または調節することができるが、一般にツールパスを直接プログラムすることはない。当業者なら、上記のAMプロセスのうちのいずれかに適用可能であり得る上記の制御プログラムを完全に理解するはずである。

#### 【0006】

上記の付加製造技法を使用して、AMプロセスに寄与する任意の材料から構成要素を形成することができる。たとえばポリマー、セラミックスおよび種々のプラスチックは形成可能である。さらに、数ある金属材料または任意の合金の中でもたとえばステンレス鋼、アルミニウム、チタン、Inconel 625、Inconel 718、Inconel 188、コバルトクロムなどの材料から、金属の物体が形成され得る。上記の合金には、Haynes 188(登録商標)、Haynes 625(登録商標)、Super Alloy Inconel 625(商標)、Chronin(登録商標) 625、Altemp(登録商標) 625、Nickelvac(登録商標) 625、Nicrofer(登録商標) 6020、Inconel 188という商標をもつ材料、および上記の技法を使用して構成要素を形成するのに魅力的な材料特性をもつ任意の他の材料がさらに含まれ得る。

#### 【0007】

付加製造された構成要素を作るときに生じる問題の1つに、造形の過程で、リコータアームに取り付けられるリコータブレードが、形成されている物体の表面フィーチャにぶつかる場合があることがある。リコータブレードは、粉末を実質的に均一な層にならすことができるように一般に剛性であるので、リコータブレードが表面フィーチャにぶつかった場合、リコータブレードが損傷するかまたはリコータブレードが表面フィーチャを損傷させる恐れがある。リコータブレードが損傷した場合、ブレードを交換することができるようにAMプロセスを止める必要がある可能性があり、これにより著しい動作不能時間が生じる。さらに、物体の表面フィーチャが損傷した場合、その物体は廃棄され、再造形されなければならない可能性がある。時として、ブレードも表面フィーチャも損傷していないが、表面フィーチャが、リコータがそれ以上動くのを止める(すなわちリコータが「引っ掛かる」)場合がある。このように、リコータブレードが損傷する、かつ/または造形表面とリコータブレードの間に接触が起きると、生産効率に著しいロスが生じる恐れがある。したがって、AMプロセス中、造形されている構成要素の表面フィーチャとブレードとの間の接触をより起こしにくいリコーティングシステムおよび機器が求められている。

#### 【0008】

図2に示すように、図2に図示されるような従来システムでは、通常、図2A(前面図)および図2B(側面図または側面像)に図示されるような固定リコータが使用される。図2Aおよび図2Bに示すように、従来リコータ200は、リコータアーム201、リコータブレード202、前方クランプ部品203および204、後方クランプ部品205および206、ならびにブレード202を定位置に保持するねじ207および208を備える。ブレード202の下部は、傾斜部209およびベベルフィーチャ210を有する。図2Cに示すように、従来リコータが、たとえば表面フィーチャ211にぶつかることによって力を受けるとき、リコータアームもリコータブレードも、力から遠ざかるように容易に変位することができず、その結果、少なくとも2つの望ましくない結果のうちの少なくとも1つが生じる恐れがある。図2Cの右上に示されるように、リコータブレードが、表面フィーチャ211の硬さに比べて十分に剛性でない場合、リコータブレードは、要素212によって示されるように、損傷するかまたは壊れる可能性がある。あるいは、図2Cの下に示されるように、リコータブレードが、表面フィーチャ211の硬さに比べてあまりに剛性である場合、リコータブレードが表面フィーチャ211を損傷させるかまたは壊し、損傷した表面フィーチャ213になる可能性がある。またこの図は、堆積した粉末のならされた層214と、堆積した粉末のならされていない層215とを示す。21

10

20

30

40

50

3などの損傷した表面フィーチャは、廃棄され再び作られなければならない低品質の部品になり、その結果、時間および資源が大幅にロスされる可能性がある。ここでは図示されていない第3の結果は、表面フィーチャによって及ぼされる力が、何も壊すことなく単にリコータを完全に止める、すなわちリコータが「引っ掛かる」ことである。人間の操作者が造形プロセスを注意深く監視していない場合、この状況は検出されないままになり、機器全体の損傷、および著しい時間のロスの原因になる可能性がある。一般に、操作者は、造形作業に先だってリコータブレードを選択しなければならず、したがってブレードの剛性は、リコーティングプロセス中に起きるあらゆる状況に対して最適ではない可能性がある。したがって、ブレードおよび/または物体の表面フィーチャをより損傷させにくい、かつ/またはリコータブレードの引っ掛かりを起こしにくいリコーティングシステムおよび機器が求められている。

10

**【0009】**

AMプロセス中、問題の大部分は、上記の課題および/または粉末床とリコータブレードの境界面で生じる他の課題に関係する。より大きい部品を形成すると寸法のばらつきがより大きくなり、これは粉末の供給およびリコータブレードと粉末床の境界面に関連付けられるあらゆる問題をさらに悪化させる場合があるので、AMプロセスを使用してより大きい部品が製造されるとき、さらに多くの課題が生じる。したがって、粉末の分散、および粉末床とリコータブレードの境界面のさらなる改善が求められる。さらに、従来のリコータブレードおよび/または粉末分散システムでは、粉末との適合性課題および粉末の粒度分布が問題を生じさせる場合がある。たとえば、従来の機器では、粉末サイズを一定に保つ必要があるため、粉末を調達する費用が増加する。さらに、AM造形物の解像度を上げるために、これまで従来の粉末リコーティングシステムでは使用できない場合があった、より微細な粉末を使用したいという要望が存在する。

20

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0010】**

**【特許文献1】**米国特許出願公開第2017/0066190号公報

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0011】**

30

本開示は、前述の望ましくない状況を減らす機器に関する。本発明の一実施形態は、エネルギー送出装置と、粉末ディスペンサと、作業表面上を動くことによって作業表面上に粉末の層を提供するように位置決めされる1組のリコータブレードとを備える、粉末から物体を作る機器であって、粉末の層の厚みが、粉末分散部材、および/または作業表面上の1組のブレードの高さによって決定され、リコータブレードが、作業表面上に粉末の層を提供しながら、ブレード高さが作業表面に対して動くのを可能にするように取り付けられる、機器に関する。

**【0012】**

一態様では、機器は、構成要素の付加製造中に粉末を提供し、機器は、固化される構成要素の少なくとも一部へと粉末を提供し、第1の掃引ストリップ(sweep strip)および第2の掃引ストリップのうちの少なくとも1つと構成要素との間の隙間は、1mm未満である。

40

**【0013】**

一態様では、機器は、少なくとも、第1の方向に沿って延在する第1の掃引ストリップと第2の掃引ストリップとを含んでもよい。第1の掃引ストリップは、機器に連結された上部と、上部よりも機器から離れている底部とを含んでもよい。第2の掃引ストリップも、機器に連結された上部と、上部よりも機器から離れている底部とをさらに含んでもよい。掃引ストリップは、第1の掃引ストリップおよび第2の掃引ストリップのうちの一方の底部が、第1の掃引ストリップおよび第2の掃引ストリップのうちの他方よりも機器の下に出るように調節されてもよい。

50

## 【 0 0 1 4 】

本開示の一態様では、機器は、少なくとも第1の方向に沿って進み、粉末の層を供給するように構成されてもよい。第1の掃引ストリップが第1の方向において前方掃引ストリップであり、第2の掃引ストリップが第1の方向との関係において後方掃引ストリップであるとき、第1の掃引ストリップの底部は、第2の掃引ストリップよりも機器の下に出るように調整され得る。反対に、進行方向との関係において第2の掃引ストリップが前方掃引ストリップであり、第1の掃引ストリップが後方掃引ストリップであるとき、第2の掃引ストリップの底部は、第1の掃引ストリップよりも機器の下に出るように設定され得る。

## 【 0 0 1 5 】

10

本開示の一態様では、AMプロセスにおいて使用される粉末を供給する機器が記載される。機器は、粉末タンク、ならびにAM製造プロセス中に粉末床および/または造形構成要素に近接して配置され得る第1の掃引ストリップおよび第2の掃引ストリップを備える。機器は、タンクから粉末を受ける入口と、入口から受けた粉末を供給する出口とを有する粉末分散システムをさらに含んでもよく、出口は、機器の動作環境(たとえばAM製造作業中に提供される、機器の中の気体の流れ)から粉末をよりよく保護するために、第1の掃引ストリップと第2の掃引ストリップの間に配置される。粉末分散システムは、入口に流体連通した状態のハウジング部と、ハウジングの中で軸の周りを回転可能なローラーとをさらに含んでもよく、軸は、第1の方向に延在し、ローラーは、入口からハウジング部へと粉末を運ぶように構成される。

20

## 【 0 0 1 6 】

本開示の上記の態様では、ローラーは、テクスチャ付きでもよく、かつ/または第1の方向に沿って延在する複数の計量突起部を含んでもよい。テクスチャ部および/または計量突起部は、出口およびハウジング部と流体連通した状態の連絡経路を介して、出口へと粉末を運ぶように構成され得る。

## 【 0 0 1 7 】

本開示の別の態様では、ローラーは、テクスチャ付きでもよく、かつ/または第1の方向に沿って延在する複数の計量突起部を含んでもよい。テクスチャ部および/または計量突起部は、機器の出口へと粉末を供給するための複数の開口を有する粉末分散部材へと粉末を運ぶように構成されてもよい。

30

## 【 0 0 1 8 】

本開示の別の態様では、ローラーは、テクスチャ付きでもよく、かつ/または第1の方向に沿って延在する複数の計量突起部を含んでもよい。テクスチャ部および/または計量突起部は、流動化チャンバへと粉末を運ぶように構成されてもよく、流動化チャンバは、流動化ガス入口と、流動化ガス出口と、複数の開口ならびに上記の出口へと粉末を供給するオーバーフロー部を有する流動化粉末装置とを含んでもよい。粉末が上記のローラーによって流動化チャンバへと供給され、流動化ガスが流動化ガス入口から複数の開口を通過して供給されるとき、粉末は、オーバーフロー部から第1の掃引ストリップと第2の掃引ストリップの間の出口へとオーバーフローし得る。

## 【 0 0 1 9 】

40

上記の態様のそれぞれにおいて、機器は、第1の場所において粉末床からの機器の高さを検出する第1の高さ検出器と、第1の場所とは異なる第2の場所において粉末床からの機器の高さを検出する第2の高さ検出器とをさらに含んでもよい。少なくとも、第1の高さ検出器および第2の高さ検出器の出力に基づき、上記のローラー、粉末分散部材、および/または流動化チャンバのうちの少なくとも1つを使用して、出口を通る粉末の流れが制御される。

## 【 0 0 2 0 】

添付図面は、本明細書に組み込まれ、その一部をなすものであり、本開示の1つまたは複数の態様例を示し、詳細な説明と共にその原理および実施態様を説明する働きをする。

## 【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 従来 の 付 加 製 造 機 器 の 図 で 有 る 。

【 図 2 A 】 従来 の 固 定 リ コ ー タ の 正 面 図 で 有 る 。

【 図 2 B 】 図 2 A に 示 さ れ る 従 来 の 固 定 リ コ ー タ の 側 面 図 で 有 る 。

【 図 2 C 】 硬 質 の 表 面 フ ィ ー チ ャ に ぶ つ か る 、 従 来 技 術 に よ る 種 々 の 固 定 リ コ ー タ の 側 面 図 で 有 る 。

【 図 3 A 】 本 開 示 の 一 態 様 に よ る リ コ ー タ 機 器 の 切 欠 き 側 面 図 で 有 る 。

【 図 3 B 】 図 3 A に 示 さ れ る リ コ ー タ 機 器 と 共 に 使 用 可 能 な 計 量 ホ イ ール の 斜 視 図 で 有 る 。

【 図 4 A 】 本 開 示 の 一 態 様 に よ る リ コ ー タ 機 器 の 切 欠 き 側 面 図 で 有 る 。

10

【 図 4 B 】 図 4 A に 示 さ れ る リ コ ー タ 機 器 と 共 に 使 用 可 能 な 計 量 ホ イ ール お よ び 粉 末 分 散 ス ク リ ー ン の 斜 視 図 で 有 る 。

【 図 5 A 】 本 開 示 の 一 態 様 に よ る リ コ ー タ 機 器 の 切 欠 き 側 面 図 で 有 る 。

【 図 5 B 】 図 5 A に 示 さ れ る リ コ ー タ 機 器 と 共 に 使 用 可 能 な 計 量 ホ イ ール お よ び 粉 末 流 動 化 装 置 の 斜 視 図 で 有 る 。

【 発 明 を 実 施 す る た め の 形 態 】

【 0 0 2 2 】

添 付 の 図 面 に 関 連 し て 以 下 に 述 べ ら れ る 詳 細 な 説 明 は 、 種 々 の 構 成 の 説 明 を 意 図 す る も の で 有 り 、 本 明 細 書 に 記 述 さ れ て 有 る 概 念 が 実 施 さ れ 得 る 唯 一 の 構 成 を 示 す 意 図 は な い も の と す る 。

20

【 0 0 2 3 】

本 発 明 の 一 態 様 で は 、 図 3 A に 示 さ れ る よ う に 、 リ コ ー タ 機 器 3 0 0 が 、 A M 機 器 に 移 動 可 能 に 取 り 付 け ら れ る 。 リ コ ー タ 機 器 3 0 0 は 、 A M プ ロ セ ス に お い て 使 用 す る た め の 粉 末 3 1 9 を 保 持 す る 粉 末 ホ ッ パ ー 3 2 7 を 含 む 。 リ コ ー タ 機 器 は 、 リ コ ー タ 機 器 3 0 0 の 移 動 が た と え ば x 軸 、 y 軸 、 お よ び / ま た は z 軸 に 沿 っ て 制 御 さ れ 得 る よ う に 、 ト ラ ッ ク シ ス テ ム 、 お よ び / ま た は 軌 道 シ ス テ ム 、 お よ び / ま た は ロ ボ ッ ト ア ー ム に 取 り 付 け ら れ て も よ い 。 図 3 A に 示 さ れ る よ う に 、 リ コ ー タ 機 器 は 、 y 軸 に 沿 っ て 延 在 し て も よ く 、 x 軸 に 対 し て 垂 直 で 有 る 方 向 3 0 1 で 、 粉 末 床 3 0 2 を 横 切 っ て 動 いて も よ い 。 先 に 述 べ た 記 述 に 説 明 さ れ て 有 る よ う に 、 ま た は 当 技 術 分 野 に お い て 知 ら れ て 有 る 任 意 の 他 の 方 法 の よ う に 、 粉 末 床 3 0 2 は 、 粉 末 、 お よ び / ま た は 1 層 づ つ 造 形 さ れ て 有 る 少 な く と

30

も 部 分 的 に 融 着 お よ び / ま た は 焼 結 さ れ た 構 成 要 素 を 含 ん で も よ い 。 た と え ば 、 本 発 明 は 、 任 意 の 粉 末 床 付 加 製 造 方 法 お よ び 粉 末 床 付 加 製 造 シ ス テ ム の 機 能 に 組 み 込 ま れ る か ま た は 組 み 合 わ せ ら れ て も よ い 。 以 下 の 特 許 出 願 は 、 こ う し た 付 加 製 造 方 法 お よ び 付 加 製 造 シ ス テ ム 、 な ら び に そ の 使 用 法 の 一 例 で 有 る :

「 Additive Manufacturing Using a Mobile Build Volume 」 と 題 さ れ 、 代 理 人 整 理 番 号 0 3 7 2 1 6 . 0 0 0 5 9 を 有 し 、 2 0 1 7 年 1 月 1 3 日 に 出 願 さ れ た 米 国 特 許 出 願 第 1 5 / 4 0 6 , 4 6 7 号 、

「 Additive Manufacturing Using a Mobile Scan Area 」 と 題 さ れ 、 代 理 人 整 理 番 号 0 3 7 2 1 6 . 0 0 0 6 0 を 有 し 、 2 0 1 7 年 1 月 1 3 日 に 出 願 さ れ た 米 国 特 許 出 願 第 1 5 / 4 0 6 , 4 5 4 号 、

40

「 Additive Manufacturing Using a Dynamically Grown Build Envelope 」 と 題 さ れ 、 代 理 人 整 理 番 号 0 3 7 2 1 6 . 0 0 0 6 1 を 有 し 、 2 0 1 7 年 1 月 1 3 日 に 出 願 さ れ た 米 国 特 許 出 願 第 1 5 / 4 0 6 , 4 4 4 号 、

「 Additive Manufacturing Using a Selective Recoater 」 と 題 さ れ 、 代 理 人 整 理 番 号 0 3 7 2 1 6 . 0 0 0 6 2 を 有 し 、 2 0 1 7 年 1 月 1 3 日 に 出 願 さ れ た 米 国 特 許 出 願 第 1 5 / 4 0 6 , 4 6 1 号 、

「 Apparatus and Method for Continuous Additive Manufacturing 」 と 題 さ れ 、 代 理 人 整 理 番 号 0 3 7 2 1 6 . 0 0 1 0 2 を 有 し 、 2 0 1 7 年 5 月 3 1 日 に 出 願 さ れ た 米 国 特 許 出 願 第 1 5 / 6 0 9 , 9

50

65号、

「Large Scale Additive Machine」と題され、代理人整理番号037216.00071を有し、2017年1月13日に出願された米国特許出願第15/406,471号、

「Additive Manufacturing Using a Mobile Scan Area」と題され、代理人整理番号037216.00060を有し、2017年1月13日に出願された米国特許出願第15/406,454号、

「Method for Real-Time Simultaneous and Calibrated Additive and Subtractive Manufacturing」と題され、代理人整理番号037216.00109を有し、2017年5月31日に出願された米国特許出願第15/610,214号、

「Apparatus and Method for Real-Time Simultaneous Additive and Subtractive Manufacturing with Mechanism to Recover Unused Raw Material」と題され、代理人整理番号037216.00110を有し、2017年5月31日に出願された米国特許出願第15/609,747号。

【0024】

上記の出願の開示内容は、それらが、本明細書に開示されるものと共に使用され得る粉末床付加製造方法および粉末床付加製造システムの追加的な態様を開示する限りにおいて、本明細書に全体として援用される。

【0025】

図3Aに示されるリコータ機器300は、y軸に沿って延在し、かつたとえばx軸でのリコータ機器の寸法より大きいy軸に沿った寸法をもつ、枠部325を含んでもよい。枠部は、粉末床302に分散される粉末319を収容するホッパー327を含んでもよい。枠部は、ホッパー327の中の粉末319を事前加熱する加熱器308をさらに含んでもよい。枠部325は、粉末分散システム305も含んでもよい。粉末分散システム305は、軸314の周りを回転可能であり粉末分散システムによって運ばれている粉末319に適切なサイズにされた表面空洞および/または突起部312を有する、軸方向に回転可能なテクスチャ付きローラー310を備えてもよい。枠部は、円筒形に形作られて回転可能テクスチャ付きローラー310の外寸に対応し得る、ハウジング部321を含んでもよい。これに応じ、円筒形のハウジング部321は、隙間を有してもよく、その結果、回転可能テクスチャ付きローラー310と円筒形のハウジング部321の間に、粉末319を運ぶための、適切なサイズにされた隙間が存在する。回転可能テクスチャ付きローラー310は、モータ(たとえばステップモータ)に接続され得る。これに応じ、粉末319は、通路322を通過してローラー310に接触し得る。したがって、ローラー310がモータによって回転されるとき、粉末は、ローラー310の表面に沿って粉末供給出口318へと運ばれる。これに応じ、リコータ機器が方向301に動くとき、粉末は、粉末床302に精密に供給され得る。

【0026】

前述のように、図3Aに示されるリコータ機器300は、あらゆる従来の粉末との適合性という利点を有し得る。さらに、リコータ機器は、通常所望されるよりも粒度分布が広い粉末に適合可能であり得、これは、機器で使用されている粉末のコストを低減するという利点を有する。たとえば、ローラーのテクスチャ、リコータ機器の中での隙間、およびモータの制御は、粒度分布がより広い粉末に適合するように最適化され得る。リコータ機器構成の別の利点は、非常に微細な粉末との適合性である。リコータ機器は、従来のリコータシステムには適合しない場合がある非常に微細なサイズの粉末に適合可能であり得、これは造形されたAM構成要素の解像度を向上させるという利点を有する。たとえば、ローラーのテクスチャ、リコータ機器の中での隙間、およびモータの制御は、微細な粉末に適合するように最適化され得る。

【0027】

リコータ機器は、後方掃引ストリップ306と前方掃引ストリップ307とをさらに含んでもよい。掃引ストリップ306および307は、粉末供給出口318が掃引ストリップ306と掃引ストリップ307の間に配置されるように位置決めされ得る。したがって、掃引ストリップ306および307は、遮蔽材として機能して、気体の流れが粉末分散プロセスに干渉しないように遮ることができる。掃引ストリップは、リコータ機器300の高さ(すなわちz軸)調節によってz軸に沿って調節されてもよく、前方掃引ストリップおよび後方掃引ストリップのそれぞれの個々の調節機構によって、z軸に沿って個別に調節可能でもよい。さらに、前方掃引ストリップ307および後方掃引ストリップ306のそれぞれの高さは、リコータ機器300の上記の高さ調節と組み合わせ、リコータ機器を傾けることによって調節可能でもよい。以下に述べられるように、掃引ストリップは、前述の方法のうちの任意の1つ、またはその組合せを使用して調節することができ、その結果、掃引ストリップは、粉末床と接触しないかまたは最小限に接触し、粉末分散プロセスに干渉する恐れのある気体の流れを効果的に遮る。さらに、掃引ストリップの高さは、粉末床の全体にわたって粉末を掃引するように制御され得る。各掃引ストリップは、柔軟かつ柔軟な材料(たとえば発泡体、シリコン、ゴム)、剛性の材料、または半剛性の材料からなってもよい。

10

#### 【0028】

掃引ストリップ307および/または掃引ストリップ306は、造形領域からある量の粉末を取り除くようにも構成され得る。たとえば、粉末を固化することによって造形プロセスが進む間、造形物の一部が、造形物の別の部分よりも速いレートで高さが高くなり始める場合がある。言い換えれば、たとえば図3Aに基づく、造形物の第1の部分が、造形物の第2の部分よりもZ方向に出る場合がある。したがって、粉末が連続的に供給され、第1の部分と第2の部分において同じレートで融着される場合、完成した構成要素の寸法が影響を受ける、かつ/または造形上の問題が生じる恐れがある。このような問題を防止するために、構成要素が造形されているとき、(以下に言及される供給方法を使用して、かつ/または掃引ストリップによって粉末を取り除くことによって)各領域に供給される粉末の量を選択的に制御することにより、掃引ストリップ307および/または306は、造形物の、Z方向により高く出ている部分の粉末を取り除く、かつ/またはそこへの粉末の供給を限定することによって水平化機能を果たすことができ、より一定した造形物が実現され得、上記の背景技術の項に述べたような問題が避けられ得る。

20

30

#### 【0029】

リコータ機器300は、粉末が精密に計量されて粉末床および/または粉末床の中の造形構成要素の表面に沿って分散されていることを確実にするために、いくつかのセンサをさらに含んでもよい。一例として、リコータ機器300は、光送信機・受信機対を含んで、通路322を通る、粉末供給出口318を通る、かつ/または円筒形のハウジング部の中の、粉末の流れの粘度および均一性を検知することができる。粉末床に供給されている粉末の量を決定するために、上記のセンサの場所は、任意の組合せで使用されてもよいことが留意される。さらに、それぞれの場所に複数のセンサが配置されてもよく、たとえば、リコータ機器300の長さに沿った粉末床の幅に沿って供給されている粉末の量を検出するのを確実にするために、複数のセンサがy軸方向に沿って配置されてもよいことが留意される。センサは、また、後方z高さセンサアレイ316と前方z高さセンサアレイ317とを含んで、粉末床に対するリコータ機器300の高さを精密に監視する、かつ/または前方z高さセンサ317と後方z高さセンサ316との間での、粉末床に対する高さの差の値を求めることができ、これらのことは、リコータ機器によって粉末床302に提供される粉末の層の厚みを決定するために使用され得る。前方z高さセンサアレイ317および後方z高さセンサアレイ316は、容量性近接センサでもよい。また、前方z高さセンサアレイ317および後方z高さセンサアレイ316は、非接触方式で高さを決定するのに使用できる、当技術分野においてよく知られている任意のセンサを含んでもよく、それらと組み合わせられてもよい。上記の前方z高さセンサアレイ317および後方z高さセンサアレイ316を使用して、リコータ機器300の高さを調節し、かつ/または粉

40

50

末供給出口 3 1 8 を通って粉末床 3 0 2 に供給される粉末の量または分散を調節することができる。

【 0 0 3 0 】

上に述べたように、前方 z 高さセンサアレイ 3 1 7、後方 z 高さセンサアレイ 3 1 6、通路 3 2 2 の光送信機・受信機対、粉末供給出口 3 1 8 の光送信機・受信機対、および / または円筒形のハウジング部の中の光送信機・受信機対からの出力は、制御装置によって処理されて、回転可能テクスチャ付きローラー 3 1 0 に接続されるモータへの出力を連続的に調節することができる。このように、テクスチャ付きローラー 3 1 0 の回転を制御することにより、リコータが粉末床 3 0 2 を横切って方向 3 0 1 に進むとき、粉末 3 1 9 は、粉末床 3 0 2 および / または造形構成要素に沿って精密に分散され得る。

10

【 0 0 3 1 】

言及したセンサのうちのいずれかの出力に基づいて、前方掃引ストリップ 3 0 7 および後方掃引ストリップ 3 0 6 は、前方掃引ストリップ 3 0 7 の上部よりも機器から離れている前方掃引ストリップ 3 0 7 の底部が、後方掃引ストリップ 3 0 6 の底部に対してオフセットする（すなわち z 方向においてより低くなる）ように調節され得る。言い換えれば、粉末の層は、開口から粉末床および / または粉末床の中で造形されている構成要素へと供給されるので、後方掃引ストリップ 3 0 6 を z 方向に調節して、提供される粉末の層の厚みを補償することが好ましい可能性がある。リコータ機器が方向を逆にする（すなわち後方掃引ストリップを前方掃引ストリップにする）場合、同様のやり方で掃引ストリップの高さを調節する（すなわち z 方向において後方掃引ストリップよりも前方掃引ストリップを低くする）必要がある可能性がある。上記の技法のうちのいずれかを使用して、粉末床および / または造形構成要素と掃引ストリップとの間の z 方向の隙間が 1 mm 未満になるように掃引ストリップの高さを調節することが、さらに好ましい可能性がある。

20

【 0 0 3 2 】

図 4 A に示されるように、リコータ機器 4 0 0 は、y 軸に沿って延在し、かつたとえば x 軸でのリコータ機器の寸法より大きい y 軸に沿った寸法をもつ、枠部 4 2 6 を含んでもよい。枠部は、粉末床 4 0 2 に分散される粉末 4 1 9 を収容する粉末タンク 4 2 7 を含んでもよい。枠部は、粉末タンク 4 2 7 の中の粉末 4 1 9 を事前加熱する、（たとえば図 3 A に示される加熱器 3 0 8 に類似している）加熱器をさらに含んでもよい。タンクは、超音波トランスデューサ 3 2 6 をさらに含んで、タンク 4 2 7 の中の粉末の動きを制御してもよい。さらに、枠部 4 2 5 は、粉末分散システム 4 0 5 も含んでもよい。粉末分散システム 4 0 5 は、軸方向に回転可能な投入ローラー 4 1 0 を備えてもよく、これは軸 4 1 4 の周りを回転可能であり、ローラーの軸に沿って延在し粉末分散システムによって運ばれている粉末 4 1 9 に適当なサイズにされた計量ブレード 4 1 2 を有する。一代替策として、計量ローラーは、湾曲した、またはコルク抜き形状のチャンネルおよび / または計量ブレードを含んでもよいことが留意される。さらに、計量ローラーは、図 3 B に示されるものに類似した表面の凸凹、ならびに / または空洞および突起部を含んでもよい。枠部は、回転可能計量ローラー 4 1 0 の外寸に対応する円筒形のハウジング部 4 2 1 を含んでもよい。これに応じ、円筒形のハウジング部 4 2 1 は、隙間を有してもよく、その結果、回転可能計量ローラー 4 1 0 と円筒形のハウジング部 4 2 1 の間に、粉末 4 1 9 を運ぶための、適当なサイズにされた隙間が存在する。

30

40

【 0 0 3 3 】

回転可能計量ローラー 4 1 0 は、モータ（たとえばステッピングモータ）に接続され得る。これに応じ、粉末 4 1 9 は、通路 4 2 2 を通ってローラー 4 1 0 に接触し得る。したがって、ローラー 4 1 0 がモータによって回転されるとき、粉末は、ローラー 4 1 0 の表面に沿って粉末分散部材 4 3 2 へと運ばれる。図 4 B に示されるように、粉末分散部材 4 3 2 は、槽の形状にされてもよく、分散部材 4 3 2 の下部表面に沿って、粉末が通って落ちるのを可能にするスクリーン 4 3 4 または一連の開口を含んでもよい。分散部材 4 3 2 は、ゴムのマウント 4 3 0、または分散部材の振動を可能にしながらスクリーンがリコータに連結されるのを可能にする任意の他のマウントを介して、リコータ機器 4 0 0 に取り

50

付けられ得る。分散部材 4 3 2 は、単一の、または複数の超音波トランスデューサ 4 3 6 を含んでもよい。リコータ機器が方向 4 0 1 に動くとき、単一の、または複数の超音波トランスデューサは、計量ホイールの回転と共に、粉末タンク 4 2 7 に収容される粉末 4 1 9 を粉末床 4 0 2 へと精密に供給するように制御され得る。

#### 【 0 0 3 4 】

前述のように、図 4 A に示されるリコータ機器 4 0 0 は、あらゆる従来の粉末との適合性という利点を有し得る。さらに、リコータ機器は、通常所望されるよりも粒度分布が広い粉末に適合可能であり得、これは、機器で使用されている粉末のコストを低減するという利点を有する。たとえば、ローラーのフィーチャ、リコータ機器の中での隙間、分散部材の開口のサイズ、超音波トランスデューサの制御、およびモータの制御は、粒度分布がより広い粉末に適合するように最適化され得る。リコータ機器構成の別の利点は、非常に微細な粉末との適合性である。リコータ機器は、従来のリコータシステムには適合しない場合がある非常に微細なサイズの粉末に適合可能であり得、これは造形された AM 構成要素の解像度を向上させるという利点を有する。たとえば、ローラーのフィーチャ、リコータ機器の中での隙間、分散部材の開口のサイズ、超音波トランスデューサの制御、およびモータの制御は、微細な粉末に適合するように最適化され得る。

10

#### 【 0 0 3 5 】

リコータ機器は、後方掃引ストリップ 4 0 6 と前方掃引ストリップ 4 0 7 とをさらに含んでもよい。掃引ストリップ 4 0 6 および 4 0 7 は、分散部材 4 3 2 によって場所 4 0 4 に近位な粉末床へと分散される粉末が、掃引ストリップ 4 0 6 と掃引ストリップ 4 0 7 の間にくるように位置決めされ得る。したがって、掃引ストリップ 4 0 6 および 4 0 7 は、遮蔽材として機能して、気体の流れが粉末分散プロセスに干渉しないように遮ることができる。任意選択で、掃引ストリップは、リコータ機器 4 0 0 の高さ（すなわち z 軸）調節によって z 軸に沿って調節可能でもよく、前方掃引ストリップおよび後方掃引ストリップのそれぞれの個々の調節機構によって、z 軸に沿って個別に調節可能でもよい。さらに、前方掃引ストリップ 4 0 7 および後方掃引ストリップ 4 0 6 のそれぞれの高さは、リコータ機器 4 0 0 の上記の高さ調節と組み合わせ、リコータ機器 4 0 0 を傾けることによって調節可能でもよい。以下に述べられるように、掃引ストリップは、前述の方法のうちの任意の 1 つ、またはその組合せを使用して調節することができ、その結果、掃引ストリップは、粉末床と接触しないかまたは最小限に接触し、粉末分散プロセスに干渉する恐れのある気体の流れを効果的に遮る。さらに、掃引ストリップの高さは、粉末床の全体にわたって粉末を掃引するように制御され得る。

20

30

#### 【 0 0 3 6 】

掃引ストリップ 4 0 7 および / または 4 0 6 は、造形領域からある量の粉末を取り除くようにも構成され得る。たとえば、粉末を固化することによって造形プロセスが進む間、造形物の一部が、造形物の別の部分よりも速いレートで高さが高くなり始める場合がある。言い換えれば、たとえば図 4 A に基づくと、造形物の第 1 の部分が、造形物の第 2 の部分よりも Z 方向に出る場合がある。したがって、粉末が連続的に供給され、第 1 の部分と第 2 の部分において同じレートで融着される場合、完成した構成要素の寸法が影響を受ける、かつ / または造形上の問題が生じる恐れがある。このような問題を防止するために、構成要素が造形されているとき、（以下に言及される供給方法を使用して、かつ / または掃引ストリップによって粉末を取り除くことによって）各領域に供給される粉末の量を選択的に制御することにより、掃引ストリップ 4 0 7 および / または 4 0 6 は、造形物の、Z 方向により高く出ている部分の粉末を取り除く、かつ / またはそこへの粉末の供給を限定することによって水平化機能を果たすことができ、より一定した造形物が実現され得、上記の背景技術の項に述べたような問題が避けられ得る。

40

#### 【 0 0 3 7 】

リコータ機器 4 0 0 は、粉末が精密に計量されて粉末床および / または粉末床の中の造形構成要素の表面に沿って分散されていることを確実にするために、いくつかのセンサをさらに含んでもよい。一例として、リコータ機器は、光送信機・受信機対（図示せず）を

50

含んで、通路422を通る、場所404に近位な粉末供給出口を通る、かつ/または円筒形のハウジング部421の中の、粉末の流れの粘度および均一性を検知することができる。粉末床に供給されている粉末の量を決定するために、上記のセンサの場所は、個別に、または任意の組合せで使用されてもよいことが留意される。さらに、それぞれの場所に複数のセンサが配置されてもよく、たとえば、リコータ機器400の長さに沿った粉末床の幅に沿って供給されている粉末の量を検出するのを確実にするために、複数のセンサがy軸方向に沿って配置されてもよいことが留意される。センサは、また、後方z高さセンサアレイ416と前方z高さセンサアレイ417とを含んで、粉末床に対するリコータ機器400の高さを精密に監視する、かつ/または場所403の前方z高さセンサ417、および場所402の後方z高さセンサ416において、掃引ストリップ407および406と粉末床との間での高さの差および/または隙間の値を求めることができ、これらのことは、計量ホイール410および分散部材432の制御を通じてリコータ機器により粉末床402へと提供される粉末の量を決定するために使用され得る。前方z高さセンサアレイ417および後方z高さセンサアレイ416は、容量性近接センサでもよい。また、前方z高さセンサアレイ417および後方z高さセンサアレイ416は、非接触方式で高さを決定するのに使用できる、当技術分野においてよく知られている任意のセンサを含んでもよく、それらと組み合わせられてもよい。上記の前方z高さセンサアレイ417および後方z高さセンサアレイ416を使用して、リコータ機器400の高さを調節し、かつ/または粉末供給出口418を通して粉末床402に供給される粉末の量または分散を調節することができる。

10

20

#### 【0038】

上に述べたように、前方z高さセンサアレイ417、後方z高さセンサアレイ416、通路422の光送信機・受信機対、粉末供給出口404の光送信機・受信機対、および/または円筒形のハウジング部421の中の光送信機・受信機対からの出力は、制御装置によって処理されて、回転可能計量ローラー410に接続されるモータへの出力、および/または粉末分散部材432の超音波トランスデューサを連続的に調節することができる。このように、計量ローラー410の回転および/または粉末分散部材432を制御することにより、リコータが粉末床を横切って方向401に進むとき、粉末419は、場所404の粉末床403に沿って、かつ/または造形構成要素に、精密に分散され得る。

30

#### 【0039】

図5Aに示されるように、リコータ機器500は、y軸に沿って延在し、かつたとえばx軸でのリコータ機器の寸法より大きいy軸に沿った寸法をもつ、枠部526を含んでもよい。枠部は、粉末床502に分散される粉末519を収容する粉末タンク527を含んでもよい。枠部は、粉末タンク527の中の粉末519を事前加熱する、(たとえば図3Aに示される加熱器308に類似している)加熱器をさらに含んでもよい。枠部525は、粉末分散システム505も含んでもよい。粉末分散システム505は、軸方向に回転可能な投入ローラー510を備えてもよく、これは軸514の周りを回転可能であり、ローラーの軸に沿って延在し粉末分散システムによって運ばれている粉末519に適当なサイズにされた計量ブレード512を有する。一代替策として、計量ローラーは、湾曲した、またはコルク抜き形状のチャンネルおよび/または計量ブレードを含んでもよいことが留意される。さらに、計量ローラーは、図3Bに示されるものに類似した表面の凸凹、ならびに/または空洞および突起部を含んでもよい。枠部は、回転可能計量ローラー510の外寸に対応する円筒形のハウジング部521を含んでもよい。これに応じ、円筒形のハウジング部521は、隙間を有してもよく、その結果、回転可能計量ローラー510と円筒形のハウジング部521の間に、粉末519を運ぶための、適当なサイズにされた隙間が存在する。

40

#### 【0040】

回転可能計量ローラー510は、モータ(たとえばステッピングモータ)に接続され得る。これに応じ、粉末519は、通路522を通してローラー510に接触し得る。したがって、ローラー510がモータによって回転されるとき、粉末は、ローラー510の表

50

面に沿って粉末分散部材 538 へと運ばれる。図 5 A に示されるように、粉末分散部材 538 は、流動化部 550 を含んでもよい。流動化部 550 は、流動床部 534 を含んでもよい。流動床部 534 は、槽の形状にされてもよく、たとえばスクリーンおよび/またはメッシュ部を有する底部 545 を含んでもよい。一代替策として、あるいはスクリーンおよび/またはメッシュ部と組み合わせて、底部 545 は、一連の、またはあるパターンの開口を有してもよい。流動床部は、計量ローラー 510 から流動床へと粉末を案内する、角度付き案内部 535 を含んでもよい。流動床 534 は、オーバーフロー部 537 をさらに含んでもよく、これは粉末床 502 に粉末を供給する開口 548 と実質的に互いに隣り合ってもよい。流動化部 550 は、流動化ガス入口 543 と流動化ガス出口 539 とを含んでもよい。流動化ガスは、流動化ガス入口 543 から供給されて、オーバーフロー部 537 からの粉末のオーバーフローを制御することにより、回転可能計量ローラー 510 から開口 548 へと供給される粉末の流れを制御することができる。流動化ガスは、流動化ガス出口 539 を通って流動化部 550 から出ることができる。流動床および/または流動化部材は、ゴムのマウント 530、または分散部材の振動を可能にしながら流動床がリコータに連結されるのを可能にする任意の他のマウントを介して、リコータ機器 500 に取り付けられ得る。さらに、流動床および/または流動化部は、流動床の振動を可能にしながら流動化ガスが流動化部および/または流動床の外辺部から漏れるのを防止する、封止部 532 を含んでもよい。流動化部 550 および/または流動床 534 は、単一の、または複数の超音波トランスデューサ 536 を含んでもよい。リコータ機器 500 が粉末床を横切って動くとき、単一の、または複数の超音波トランスデューサ 536 は、計量ローラー 510 の回転、ならびに入口 543 からの流動化ガスの流入および/または出口 539 からの流動化ガスの流出と共に、粉末タンク 527 に収容される粉末 519 を粉末床 502 へと精密に供給するように制御され得る。

10

20

30

40

50

#### 【0041】

前述のように、図 5 A に示されるリコータ機器 500 は、あらゆる従来の粉末との適合性という利点を有し得る。さらに、リコータ機器は、通常所望されるよりも粒度分布が広い粉末に適合可能であり得、これは、機器で使用されている粉末のコストを低減するという利点を有する。たとえば、ローラーのフィーチャ、リコータ機器の中での隙間、流動化部、超音波トランスデューサの制御、およびモータの制御は、粒度分布がより広い粉末に適合するように最適化され得る。リコータ機器構成の別の利点は、非常に微細な粉末との適合性である。リコータ機器は、従来のリコータシステムには適合しない場合がある非常に微細なサイズの粉末に適合可能であり得、これは造形された AM 構成要素の解像度を向上させるという利点を有する。たとえば、ローラーのフィーチャ、リコータ機器の中での隙間、分散部材の開口のサイズ、流動化部、超音波トランスデューサの制御、およびモータの制御は、微細な粉末に適合するように最適化され得る。

#### 【0042】

リコータ機器は、後方掃引ストリップ 506 と前方掃引ストリップ 507 とをさらに含んでもよい。掃引ストリップ 506 および 507 は、分散部材 505 によって場所 540 に近位な粉末床へと分散される粉末が、掃引ストリップ 506 と掃引ストリップ 507 の間にくるように位置決めされ得る。したがって、掃引ストリップ 506 および 507 は、遮蔽材として機能して、気体の流れが粉末分散プロセスに干渉しないように遮ることができる。任意選択で、掃引ストリップは、リコータ機器 500 の高さ（すなわち z 軸）調節によって z 軸に沿って調節可能でもよく、前方掃引ストリップおよび後方掃引ストリップのそれぞれの個々の調節機構によって、z 軸に沿って個別に調節可能でもよい。さらに、前方掃引ストリップ 507 および後方掃引ストリップ 506 のそれぞれの高さは、リコータ機器 500 の上記の高さ調節と組み合わせて、リコータ機器 500 を傾けることによって調節可能でもよい。以下に述べられるように、掃引ストリップは、前述の方法のうちの任意の 1 つ、またはその組合せを使用して調整することができ、その結果、掃引ストリップは、粉末床と接触しないかまたは最小限に接触し、粉末分散プロセスに干渉する恐れのある気体の流れを効果的に遮る。さらに、掃引ストリップの高さは、粉末床の全体にわた

って粉末を掃引するように制御され得る。

#### 【0043】

リコータ機器500は、粉末が精密に計量されて粉末床および/または粉末床の中の造形構成要素の表面に沿って分散されていることを確実にするために、いくつかのセンサをさらに含んでもよい。一例として、リコータ機器は、光送信機・受信機対(図示せず)を含んで、通路522を通る、場所548に近位な粉末供給出口を通る、流動化部550の中の、かつ/または円筒形のハウジング部521の中の、粉末の流れの粘度および均一性を検知することができる。粉末床に供給されている粉末の量を決定するために、上記のセンサの場所は、個別に、または任意の組合せで使用されてもよいことが留意される。流動化ガスの供給が監視および制御され得るように、センサは、流動化ガス入口および流動化ガス出口にも配置されてもよい。さらに、複数のセンサが、上に述べた場所のそれぞれに配置されてもよく、たとえば、リコータ機器500の長さに沿った粉末床の幅に沿って供給されている粉末の量を検出するのを確実にするために、複数のセンサがy軸方向に沿って配置されてもよいことが留意される。センサは、また、後方z高さセンサアレイ516と前方z高さセンサアレイ517とを含んで、粉末床に対するリコータ機器500の高さを精密に監視する、かつ/または場所503の前方z高さセンサ517、および場所502の後方z高さセンサ516において、掃引ストリップ507および506と粉末床との間での高さの差および/または隙間の値を求めることができ、これらのことは、計量ホイール510および分散部材538の制御を通じてリコータ機器により粉末床502へと提供される粉末の量を決定するために使用され得る。前方z高さセンサアレイ517および後方z高さセンサアレイ516は、容量性近接センサでもよい。また、前方z高さセンサアレイ517および後方z高さセンサアレイ516は、非接触方式で高さを決定するのに使用できる、当技術分野においてよく知られている任意のセンサを含んでもよく、それらと組み合わせられてもよい。上記の前方z高さセンサアレイ517および後方z高さセンサアレイ516を使用して、リコータ機器500の高さを調節し、かつ/または粉末供給出口548を通過して粉末床502に供給される粉末の量または分散を調節することができる。

10

20

#### 【0044】

上記のセンサの出力に基づいて、前方掃引ストリップ507および後方掃引ストリップ506は、前方掃引ストリップ507の上部よりも機器から離れている前方掃引ストリップ507の底部が、後方掃引ストリップ506の底部に対してオフセットする(すなわちz方向においてより低くなる)ように調節され得る。言い換えれば、粉末の層は、開口から粉末床および/または粉末床の中で造形されている構成要素へと供給されるので、後方掃引ストリップ506をz方向に調節して、提供される粉末の層の厚みを補償することが好ましい可能性がある。リコータ機器が方向を逆にする(すなわち後方掃引ストリップを前方掃引ストリップにする)場合、同様のやり方で掃引ストリップの高さを調節する(すなわちz方向において後方掃引ストリップよりも前方掃引ストリップを低くする)必要がある可能性がある。上記の技法のうちのいずれかを使用して、粉末床および/または造形構成要素と掃引ストリップとの間のz方向の隙間が1mm未満になるように掃引ストリップの高さを調節することが、さらに好ましい可能性がある。

30

40

#### 【0045】

掃引ストリップ507および/または506は、造形領域からある量の粉末を取り除くようにも構成され得る。たとえば、粉末を固化することによって造形プロセスが進む間、造形物の一部が、造形物の別の部分よりも速いレートで高さが高くなり始める場合がある。言い換えれば、たとえば図5Aに基づくと、造形物の第1の部分が、造形物の第2の部分よりもz方向に出る場合がある。したがって、粉末が連続的に供給され、第1の部分と第2の部分において同じレートで融着される場合、完成した構成要素の寸法が影響を受ける、かつ/または造形上の問題が生じる恐れがある。このような問題を防止するために、構成要素が造形されているとき、(以下に言及される供給方法を使用して、かつ/または掃引ストリップによって粉末を取り除くことによって)各領域に供給される粉末の量を選

50

択的に制御することにより、掃引ストリップ507および/または506は、造形物の、Z方向により高く出ている部分の粉末を取り除く、かつ/またはそこへの粉末の供給を限定することによって水平化機能を果たすことができ、より一定した造形物が実現され得、上記の背景技術の項に述べたような問題が避けられ得る。

#### 【0046】

上に述べたように、前方z高さセンサレイ517、後方z高さセンサレイ516、通路522の光送信機・受信機対、粉末供給出口504の光送信機・受信機対、流動化部550の光送信機・受信機対、流動化ガス入口543の光送信機・受信機対、流動化ガス出口539の光送信機・受信機対、および/または円筒形のハウジング部521の中の光送信機・受信機対からの出力は、制御装置によって処理されて、回転可能計量ローラー510に接続されるモータへの出力、流動化ガス入口543および/もしくは流動化ガス出口539への流体の供給、ならびに/または超音波トランスデューサ536を連続的に調節することができる。このように、粉末分散部材505の上記の変数を制御することにより、リコータ500が粉末床502を横切って進むとき、粉末519は、部分540の近傍の場所の粉末床502に沿って、かつ/または造形構成要素に、精密に分散され得る。

10

#### 【0047】

書面による本明細書は、例を用いて、好ましい実施形態を含む本発明を開示し、かつ任意の装置またはシステムを作り、使用し、組み込まれる任意の方法を実施することを含め当業者が本発明を実施することも可能にする。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義され、また当業者が思い当たる他の例を含み得る。こうした他の例は、それらが、特許請求の範囲に記載の文言上の用語と異なる構造的要素を有する場合、または特許請求の範囲に記載の文言上の用語との差がわずかである均等な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲に記載の範囲に含まれることが意図されている。記載される種々の実施形態の態様、およびこのような態様ごとの他の知られている均等物は、本出願の原理に従って、当業者によって併用され、組み合わせられて、追加的な実施形態および技法を構成してもよい。

20

#### 【0048】

最後に、代表的な実施態様を以下に示す。

##### [実施態様1]

粉末タンク(327、427、527)と、  
第1の掃引ストリップ(307、407、507)と、  
第2の掃引ストリップ(306、406、506)と、  
前記タンクから粉末を受ける入口(322、422、522)、ならびに  
前記入口(322、422、522)から受けた粉末を供給し、前記第1の掃引ストリップ(307、407、507)と前記第2の掃引ストリップ(306、406、506)の間に配置される出口(318、404、548)、を備える粉末分散システム(305、405、505)とを備える、  
粉末を供給する機器(300、400、500)。

30

##### [実施態様2]

前記粉末分散システム(305、405、505)が、  
前記入口(322、422、522)に流体連通した状態のハウジング部(321、421、521)と、  
前記ハウジング(321、421、521)の中で軸(314、414、514)の周りを回転可能なローラー(310、410、510)とをさらに備え、前記軸(314、414、514)が、第1の方向に延在し、前記ローラーが、前記入口(322、422、522)から粉末を運ぶように構成される、実施態様1記載の粉末を供給する機器(300、400、500)。

40

##### [実施態様3]

前記ローラー(310、410、510)が、テクスチャ付きである、実施態様2記載の粉末を供給する機器(300、400、500)。

50

## [ 実施態様 4 ]

前記ローラー（310、410、510）が、前記第1の方向に沿って延在する複数の計量突起部を有する計量ローラーである、実施態様2記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 5 ]

前記ローラーが、出口（318、404、548）および前記ハウジング部（321、421、521）と流体連通した状態の連絡経路を介して、前記出口（318、404、548）へと粉末（319、419、519）を運ぶように構成される、実施態様3記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 6 ]

第1の場所において粉末床（302、402、502）からの前記機器の高さを検出する第1の高さ検出器（316、416、516）をさらに備え、前記出口（318、404、548）において供給される粉末の量が、前記第1の高さ検出器（316、416、516）からの出力に基づいて制御される、

実施態様1記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 7 ]

前記第1の場所とは異なる第2の場所において粉末床からの前記機器の高さを検出する第2の高さ検出器（317、417、517）をさらに備え、前記出口（318、404、548）において供給される粉末の量が、前記第1の高さ検出器（316、416、516）および前記第2の高さ検出器（317、417、517）からの出力に基づいて制御される、

実施態様6記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 8 ]

前記粉末分散システム（305、405、505）が、前記出口（318、404、548）へと粉末を供給するための複数の開口を有する粉末分散部材（432、545）をさらに備え、粉末が、前記計量ローラーによって前記分散部材へと供給される、

実施態様4記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 9 ]

前記粉末分散部材が、前記粉末分散部材を振動させることができる少なくとも1つの振動部材（436、536）をさらに備える、実施態様8記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 10 ]

前記粉末分散システム（305、405、505）が、流動化チャンバ（538）をさらに含み、粉末が、前記計量ローラーによって前記流動化チャンバ（538）へと供給され、前記粉末が、流動化ガスによって流動化され、前記流動化された粉末が、前記第1の掃引ストリップ（307、407、507）と前記第2の掃引ストリップ（306、406、506）との間の前記出口（548）に提供される、実施態様4記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 11 ]

前記流動化チャンバ（538）が、

流動化ガス入口（543）と、

流動化ガス出口（539）と、

複数の開口（545）ならびに前記出口（548）へと粉末を供給するオーバーフロー部（537）を有する流動化粉末装置（534）とをさらに備え、前記流動化ガスが、前記流動化ガス入口（543）から前記複数の開口（545）を通過して供給され、前記流動化された粉末が、前記オーバーフロー部（537）から前記出口（539）へとオーバーフローする、実施態様10記載の粉末を供給する機器（300、400、500）。

## [ 実施態様 12 ]

前記流動化粉末装置が、少なくとも1つの振動要素（536）をさらに備え、前記振動要素が、前記流動化粉末装置（534）を振動させることができる、実施態様11記載の

10

20

30

40

50

粉末を供給する機器（３００、４００、５００）。

[実施態様１３]

前記機器が、付加製造プロセス中に付加製造機械に粉末を提供するように構成される、実施態様１記載の機器（３００、４００、５００）。

[実施態様１４]

前記機器が、構成要素の前記付加製造中に粉末を提供し、前記機器が、固化される構成要素の少なくとも一部へと粉末を提供し、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）および前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）のうちの少なくとも１つと前記構成要素との間の隙間が、１ｍｍ未満である、実施態様１３記載の機器（３００、４００、５００）。

10

[実施態様１５]

前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）および前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）が、第１の方向に沿って延在し、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）が、

前記機器に連結された上部と、前記上部よりも前記機器から離れている底部とをさらに備え、前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）が、

前記機器に連結された上部と、前記上部よりも前記機器から離れている底部とをさらに備え、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）および前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）のうちの一方の前記底部が、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）および前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）のうちの他方よりも前記機器の下に出る、実施態様１記載の機器（３００、４００、５００）。

20

[実施態様１６]

前記機器が、少なくとも第１の方向に沿って進み、粉末の層を供給するように構成され、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）は前記第１の方向において前記前方掃引ストリップであり、前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）は前記第１の方向との関係において前記後方掃引ストリップであるとき、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）の前記底部が、前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）よりも前記機器の下に出る、実施態様１５記載の機器（３００、４００、５００）。

30

[実施態様１７]

前記機器が、少なくとも第２の方向に沿って進み、粉末を供給するように構成され、前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）は前記第２の方向において前記前方掃引ストリップであり、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）は前記第２の方向との関係において前記後方掃引ストリップであるとき、前記第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）の前記底部が、前記第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）よりも前記機器の下に出る、実施態様１５記載の機器（３００、４００、５００）。

[実施態様１８]

粉末タンク（３２７、４２７、５２７）に粉末を貯蔵するステップと、

前記粉末タンク（３２７、４２７、５２７）から第１の掃引ストリップ（３０７、４０７、５０７）と第２の掃引ストリップ（３０６、４０６、５０６）との間に配置される粉末出口（３１８、４０４、５４８）へと、粉末分散システム（３０５、４０５、５０５）を介して前記粉末を運ぶステップとを含む、

40

粉末を供給する方法。

[実施態様１９]

前記粉末タンク（３２７、４２７、５２７）から粉末床（３０２、４０２、５０２）および融着された粉末領域のうちの少なくとも１つへと前記粉末を運ぶステップと、

前記粉末床（３０２、４０２、５０２）および融着された粉末領域のうちの少なくとも１つとの間の隙間が１ｍｍ未満になるように、前記掃引ストリップのうちの少なくとも１

50

つの掃引ストリップ高さを設定するステップとをさらに含む、  
実施態様 18 記載の粉末を供給する方法。

[ 実施態様 20 ]

第 1 の方向に沿って粉末床 ( 3 0 2、4 0 2、5 0 2 ) および融着された粉末領域のうちの少なくとも 1 つに粉末の層を供給するために、前記粉末タンク ( 3 2 7、4 2 7、5 2 7 ) から前記粉末を運ぶステップと、

前記第 1 の方向に沿った前記最前方掃引ストリップが前記第 1 の方向に沿った前記最後方掃引ストリップに対してオフセットするように、前記掃引ストリップ高さを設定するステップとをさらに含み、前記最後方掃引ストリップが、前記最前方掃引ストリップよりも高いほうにオフセットして、粉末床 ( 3 0 2、4 0 2、5 0 2 ) および融着された粉末領域のうちの少なくとも 1 つに提供される前記粉末層の高さを補償する、

10

実施態様 19 記載の粉末を供給する方法。

[ 実施態様 21 ]

前記第 1 の掃引ストリップ ( 3 0 7、4 0 7、5 0 7 ) および前記第 2 の掃引ストリップ ( 3 0 6、4 0 6、5 0 6 ) のうちの少なくとも 1 つと粉末床 ( 3 0 2、4 0 2、5 0 2 ) および融着された領域のうちの少なくとも 1 つとの間の距離に基づいて、前記出口 ( 3 1 8、4 0 4、5 4 8 ) で供給される粉末の量を制御するステップをさらに含み、前記距離が、第 1 の高さ検出器 ( 3 1 6、4 1 6、5 1 6 ) からの出力に基づいて決定される、

実施態様 20 記載の粉末を供給する方法。

20

[ 実施態様 22 ]

前記掃引ストリップ高さが、前記融着された領域の第 1 の部分から粉末を取り除くように調節される、実施態様 20 記載の粉末を供給する方法。

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

- 1 1 0 システム、機器
- 1 1 4 造形プレート
- 1 1 6 リコータアーム
- 1 1 8 水平面
- 1 2 0 レーザ
- 1 2 2 部品
- 1 2 6 タンク
- 1 2 8 廃棄容器
- 1 3 2 ガルボスキャナ
- 1 3 4 方向
- 1 3 6 エネルギービーム
- 2 0 0 リコータ
- 2 0 1 リコータアーム
- 2 0 2 リコータブレード
- 2 0 3 前方クランプ部品
- 2 0 4 前方クランプ部品
- 2 0 5 後方クランプ部品
- 2 0 6 後方クランプ部品
- 2 0 7 ねじ
- 2 0 8 ねじ
- 2 0 9 傾斜部
- 2 1 0 ベベルフィーチャ
- 2 1 1 表面フィーチャ
- 2 1 2 要素
- 2 1 3 損傷した表面フィーチャ

30

40

50

2 1 4	堆積した粉末のならされた層	
2 1 5	堆積した粉末のならされていない層	
3 0 0	リコータ機器	
3 0 1	方向	
3 0 2	粉末床	
3 0 5	粉末分散システム	
3 0 6	後方掃引ストリップ	
3 0 7	前方掃引ストリップ	
3 0 8	加熱器	
3 1 0	回転可能テクスチャ付きローラー	10
3 1 2	表面空洞および/または突起部	
3 1 4	軸	
3 1 6	後方 z 高さセンサアレイ	
3 1 7	前方 z 高さセンサアレイ	
3 1 8	粉末供給出口	
3 1 9	粉末	
3 2 1	ハウジング部	
3 2 2	通路	
3 2 5	枠部	
3 2 6	超音波トランスデューサ	20
3 2 7	ホッパー	
4 0 0	リコータ機器	
4 0 1	方向	
4 0 2	場所、粉末床	
4 0 3	場所、粉末床	
4 0 4	場所、粉末供給出口	
4 0 5	粉末分散システム	
4 0 6	後方掃引ストリップ	
4 0 7	前方掃引ストリップ	
4 1 0	投入ローラー、回転可能計量ローラー	30
4 1 2	計量ブレード	
4 1 4	軸	
4 1 6	後方 z 高さセンサアレイ	
4 1 7	前方 z 高さセンサアレイ	
4 1 9	粉末	
4 2 1	ハウジング部	
4 2 2	通路	
4 2 6	枠部	
4 2 7	粉末タンク	
4 3 0	ゴムのマウント	40
4 3 2	粉末分散部材	
4 3 4	スクリーン	
4 3 6	超音波トランスデューサ	
5 0 0	リコータ機器	
5 0 2	粉末床	
5 0 3	場所	
5 0 5	粉末分散システム、粉末分散部材	
5 0 6	後方掃引ストリップ	
5 0 7	前方掃引ストリップ	
5 1 0	投入ローラー、回転可能計量ローラー、計量ホイール	50

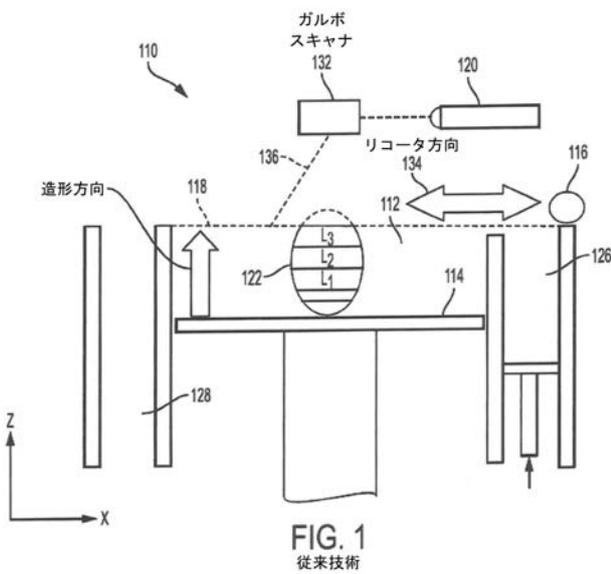
- 5 1 2 計量ブレード
- 5 1 4 軸
- 5 1 6 後方 z 高さセンサアレイ
- 5 1 7 前方 z 高さセンサアレイ
- 5 1 9 粉末
- 5 2 1 ハウジング部
- 5 2 2 通路
- 5 2 6 枠部
- 5 2 7 粉末タンク
- 5 3 2 封止部
- 5 3 4 流動床部
- 5 3 5 角度付き案内部
- 5 3 6 超音波トランスデューサ
- 5 3 7 オーバーフロー部
- 5 3 8 粉末分散部材
- 5 3 9 流動化ガス出口
- 5 4 0 場所、部分
- 5 4 3 流動化ガス入口
- 5 4 5 底部
- 5 4 8 開口、場所、粉末供給出口
- 5 5 0 流動化部

10

20

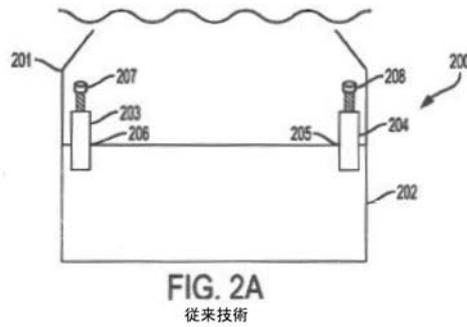
【 図 1 】

318425



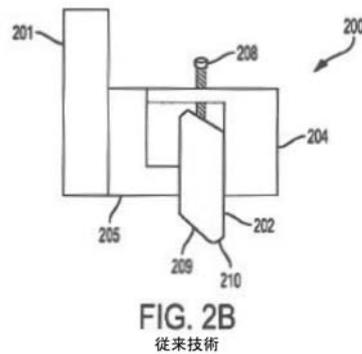
【 図 2 A 】

318425

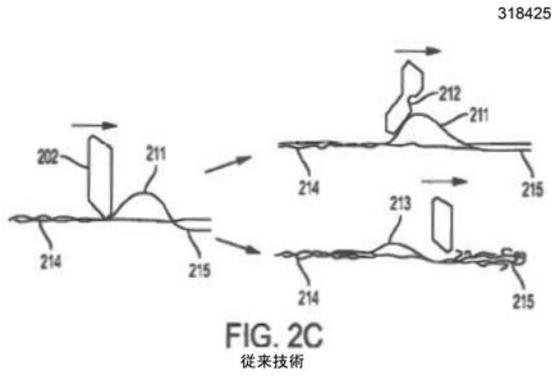


【 図 2 B 】

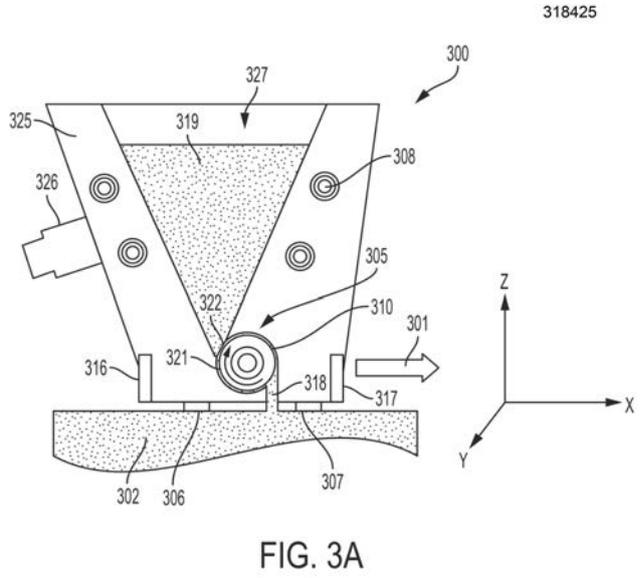
318425



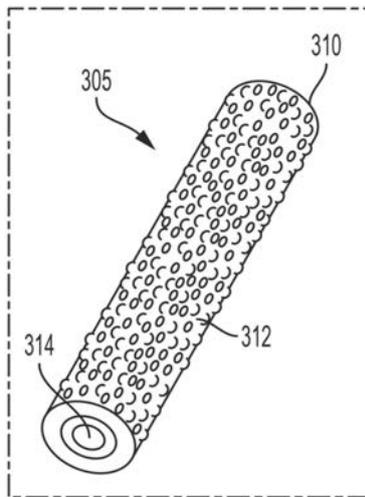
【 図 2 C 】



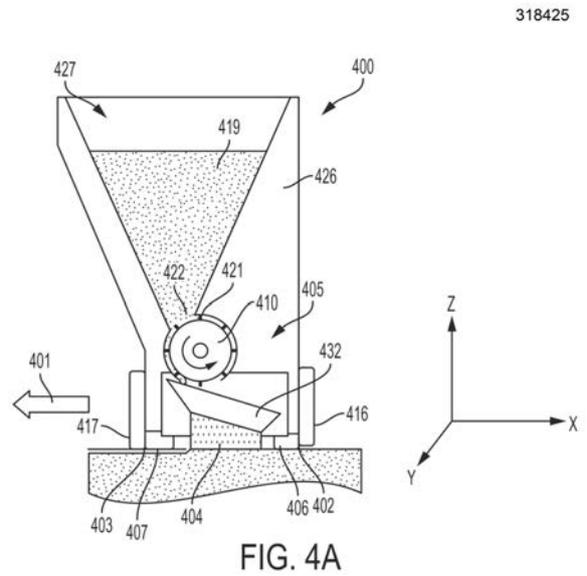
【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【 図 4 A 】



【 図 4 B 】

318425

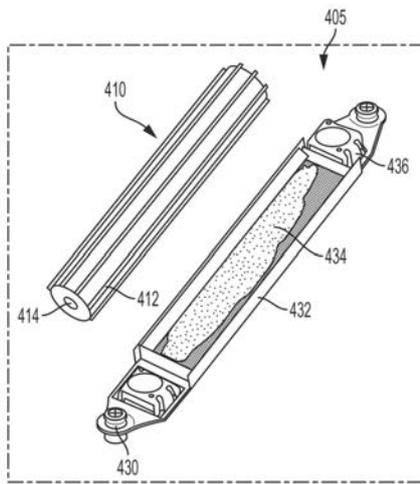


FIG. 4B

【 図 5 A 】

318425

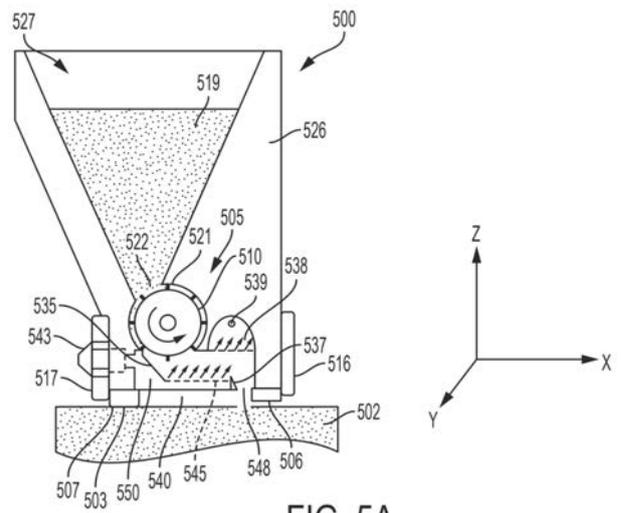


FIG. 5A

【 図 5 B 】

318425

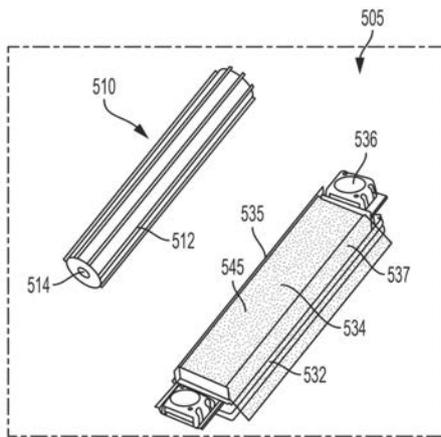


FIG. 5B

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>B 2 9 C 64/329 (2017.01)</b>	B 2 9 C 64/329	
<b>B 6 5 G 65/48 (2006.01)</b>	B 6 5 G 65/48	H
	B 6 5 G 65/48	M
	B 6 5 G 65/48	B

(72)発明者 デイヴィッド・バーンハート

アメリカ合衆国、オハイオ州・45069、ウェスト・チェスター、エイビエーション・ウェイ、  
6380番

Fターム(参考) 3F075 AA08 BA01 BB01 CA02 CA04 CA06 CA09 CB04 CB06 CB12  
CC03 CD03 DA08 DA13  
4F213 AC04 AP06 AR07 AR12 WA25 WB01 WL02 WL32 WL74 WL85  
WL96  
4K018 CA02 EA51 EA60

【外国語明細書】

2019049050000001.pdf