

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6860557号
(P6860557)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月30日(2021.3.30)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F 3/16
B 3 3 Y	30/00	(2015.01)	B 3 3 Y 30/00
B 2 2 F	3/105	(2006.01)	B 2 2 F 3/105

請求項の数 12 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2018-513616 (P2018-513616)	(73) 特許権者	390040660
(86) (22) 出願日	平成28年9月15日 (2016.9.15)		アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2018-530671 (P2018-530671A)		APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公表日	平成30年10月18日 (2018.10.18)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/051894		アヴェニュー 3050
(87) 国際公開番号	W02017/048926	(74) 代理人	110002077
(87) 国際公開日	平成29年3月23日 (2017.3.23)		園田・小林特許業務法人
審査請求日	令和1年9月2日 (2019.9.2)	(72) 発明者	ウン, ホウ ティー.
(31) 優先権主張番号	62/219,605		アメリカ合衆国 カリフォルニア 95008, キャンベル, キース ドライブ
(32) 優先日	平成27年9月16日 (2015.9.16)		4068
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	62/262,673		
(32) 優先日	平成27年12月3日 (2015.12.3)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 付加製造のための粉末供給

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

分配システム(116、124)であって、
プラットフォーム(104)の上面にわたって分注される粉末を保持するように構成された粉末供給源と、

粉末コンベヤ(140)であって、前記プラットフォーム(104)の前記上面にわたって延び、前記粉末供給源から前記粉末を受け入れるように構成された近位端を含み、前記粉末コンベヤの長さに沿って前記粉末コンベヤ内で運ばれる前記粉末を移動させるように構成されており、更に、前記粉末コンベヤの長さ方向軸と同軸であり、前記粉末コンベヤの前記長さ方向軸の周りで回転可能なスクリーコンベヤを含み、これにより、前記スクリーコンベヤが回転したときに前記スクリーコンベヤにより前記粉末コンベヤの前記長さに沿って前記粉末コンベヤ内で運ばれる前記粉末が移動する、粉末コンベヤ(140)と、

複数の同心円状リング(146)であって、前記粉末コンベヤの長さ方向軸に沿って同軸に配置され、前記粉末コンベヤを囲み且つ前記粉末を収容するように構成されたチューブを形成し、各々が前記同心円状リングの周りに角度をなして間隔を置いて配置された複数の位置を含み、各位置は一または複数の開口部(148)を有し、開口部の数と開口部サイズの個別の組み合わせを有する、複数の同心円状リング(146)と、

前記チューブの長さに沿って延び、少なくとも一つのキャッププレート開口部(152; 605F, 615A, 615D, 625B)を含むキャッププレート(150)であって

て、各前記同心円状リングの前記少なくとも1つのリング開口部が前記少なくとも1つのキャッププレート開口部に整列された状態へ、又は整列された状態から移動可能であるように、独立して回転可能になるように各同心円状リングが構成され、前記少なくとも1つのリング開口部と前記少なくとも1つのキャッププレート開口部が整列されたときに、前記少なくとも1つのリング開口部と前記少なくとも1つのキャッププレート開口部を通して前記チューブから前記粉末が分注される、キャッププレート(150)とを備える分配システム。

【請求項2】

対象物を形成するための付加製造装置(100)であって、

請求項1に記載の分配システム(116、124)であって、形成される前記対象物を支持するプラットフォーム(104)を覆う分配システム(116、124)と、

前記粉末の溶融部分を形成するために前記プラットフォーム(104)の前記上面に分注された前記粉末にエネルギーを加えるエネルギー源(114)とを備える、付加製造装置。

【請求項3】

前記スクリーコンベヤは、前記スクリーコンベヤが前記長さ方向軸の周りで第1の方向に回転したときに、前記スクリーコンベヤにより前記粉末が前記長さ方向軸に沿って前記粉末コンベヤの前記近位端から離れて運ばれるように構成され、前記スクリーコンベヤが前記長さ方向軸の周りで第2の方向に回転したときに、前記スクリーコンベヤにより前記粉末が前記長さ方向軸に沿って前記粉末コンベヤの前記近位端の方へ運ばれるように構成される、請求項2に記載の付加製造装置。

【請求項4】

前記スクリーコンベヤを駆動するモータ(141)と、前記モータに連結されたコントローラ(128)とを備え、前記コントローラは、前記対象物を形成するために前記粉末を分注している間、前記スクリーコンベヤを前記第1の方向と前記第2の方向の回転の間で交互に回転させるように構成されている、請求項3に記載の付加製造装置。

【請求項5】

前記コントローラ(128)は、前記分注の前に、粉末が前記チューブのほぼ全体に沿って延びるまで前記スクリーコンベヤを前記第1の方向に回転させるように構成されている、請求項4に記載の付加製造装置。

【請求項6】

各同心円状リング(146)は、異なる位置が少なくとも1つのキャッププレート開口部に整列されるように、前記位置の間で移動可能である、請求項2に記載の付加製造装置。

【請求項7】

前記組み合わせは更に、各同心円状リングの前記少なくとも1つのキャッププレート開口部(152; 605F, 615A, 615D, 625B)を画定し、前記組み合わせは更に、各同心円状リングに対する前記少なくとも1つのキャッププレート開口部の開口部の数と位置とを含む、請求項2に記載の付加製造装置。

【請求項8】

前記粉末コンベヤの遠位端は、前記プラットフォーム(104)の前記上面にわたって延び、前記粉末が前記遠位端を通して前記粉末コンベヤから出るのを防ぐために閉じられる、請求項2に記載の付加製造装置。

【請求項9】

各同心円状リングのドライバシステム(138)は、

前記粉末コンベヤの前記長さ方向軸からオフセットし、前記長さ方向軸に平行の回転軸を有するモータ(156)と、

前記モータのそれ自体の回転軸の周りでの回転により、前記同心円状リングが前記粉末コンベヤの前記長さ方向軸の周りで回転するように、前記モータに接続された連動システム(158)と

10

20

30

40

50

を備える、請求項 2 に記載の付加製造装置。

【請求項 10】

前記複数の同心円状リングの各同心円状リングの前記ドライバシステムの前記モータ(156)は、個別の軸長を含む、請求項 9 に記載の付加製造装置。

【請求項 11】

各同心円状リングのドライバシステムは、前記粉末コンベヤの前記長さ方向軸の周りで前記同心円状リングを回転させるために電磁場を生成するように構成されたソレノイドを備え、前記同心円状リングは磁性材料又は強磁性材料で構成される、請求項 2 に記載の付加製造装置。

【請求項 12】

前記エネルギー源(114)は、前記粉末に前記エネルギーを加えるように構成された複数のヒータを含み、前記少なくとも 1 つのリング開口部と、同心円状の前記少なくとも 1 つのキャッププレート開口部とを通して分注される前記粉末に前記エネルギーが選択的に加えられるように構成された請求項 2 に記載の付加製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書は、3D印刷としても知られる、付加製造に関する。

【0002】

固体自由形状製造または3D印刷としても知られる付加製造(AM)は、原材料(例:粉末、液体、懸濁液、または融解固形物)を連続的に分注して二次元の層を形成することから3次元の物体を作り上げる、製造プロセスを意味する。対照的に、従来の機械加工技法には、木材、プラスチックまたは金属の塊といった在庫材料から物体が切り出されるサブトラクティブ処理が含まれる。

【0003】

付加製造には、様々な付加プロセスを用いることができる。例えば、選択的レーザー溶融法(SLM)や直接金属レーザー焼結法(DMLS)、選択的レーザー焼結法(SLS)、熱溶融積層法(FDM)といったいくつかの方法では、層を作り出すために材料を融解または軟化させるが、一方で、例えば光造形法(SLA)といった別の技法を用いて、液体材料を硬化させる技法もある。これらのプロセスは、完成物を作製するために層を形成する方法に関して種々であり、各プロセスで互換性をもって使用される材料に関して種々である。

【0004】

従来のシステムでは、粉末材料を焼結又は融解させるエネルギー源が使用される。第1の層において選択された位置がすべて焼結又は融解され、再固化すると、完成した層の上に粉末材料の新しい層が堆積し、所望の対象物が作成されるまでこのプロセスが層ごとに繰り返される。

【発明の概要】

【0005】

一態様では、対象物を形成するための付加製造装置は、形成される対象物を支持するプラテンと、プラテンを覆う分配システムと、粉末の溶融部分を形成するためにプラテンの上面に分注された粉末にエネルギーを加えるエネルギー源とを含む。分注システムは、プラテンの上面にわたって分注される粉末を保持するように構成された粉末供給源と、プラテンの上面にわたって延びる粉末コンベヤとを含む。粉末コンベヤは、粉末供給源から粉末を受け入れるように構成された近位端を含む。粉末コンベヤは、粉末コンベヤの長さに沿って粉末コンベヤ内で運ばれる粉末を移動させるように構成される。分注システムはまた、粉末コンベヤの縦軸に沿って同軸に配置されたリングも含む。リングは、粉末コンベヤを囲み、粉末を収容するように構成されたチューブを形成する。各同心円状リングは、少なくとも1つのリング開口部を含む。分注システムはまた、チューブの長さに沿って延

10

20

30

40

50

びるキャッププレートも含む。キャッププレートは、少なくとも1つのキャッププレート開口部を含む。各リングは、それぞれの同心円状リングの少なくとも1つのリング開口部が少なくとも1つのキャッププレート開口部にアライメントされた状態へ、又はアライメントされた状態から移動可能であるように、独立して回転可能となるように構成される。粉末は、少なくとも1つのリング開口部と少なくとも1つのキャッププレート開口部がアライメントされたときに、少なくとも1つのリング開口部と少なくとも1つのキャッププレート開口部を通してチューブから分注される。

【0006】

特徴は、以下のうちの1又は複数を含み得る。粉末コンベヤは、粉末コンベヤの長さに沿って粉末コンベヤ内で運ばれる粉末を移動させるために、粉末コンベヤの縦軸の周りで回転可能であってよい。粉末コンベヤは更に、粉末コンベヤの縦軸と同軸であり、粉末コンベヤの縦軸の周りで回転可能なスクリーコンベヤを含み、これにより、スクリーコンベヤが回転したときにスクリーコンベヤにより粉末コンベヤの長さに沿って粉末コンベヤ内で運ばれる粉末が移動する。

10

【0007】

スクリーコンベヤは、スクリーコンベヤが縦軸の周りで第1の方向に回転したときに、スクリーコンベヤにより粉末が縦軸に沿って粉末コンベヤの近位端から離れて運ばれるように構成することができる。スクリーコンベヤは更に、スクリーコンベヤが縦軸の周りで第2の方向に回転したときに、スクリーコンベヤにより粉末が縦軸に沿って粉末コンベヤの近位端の方へ運ばれるように構成することができる。付加製造装置は更に、スクリーコンベヤを駆動するモータと、モータに連結されたコントローラとを含みうる。コントローラは、対象物を形成するために、粉末を分注している間、スクリーコンベヤを第1の方向と第2の方向の間で交互に回転させるように構成されうる。スクリーコンベヤは、スクリーコンベヤが第1の方向に回転するときは、粉末を圧縮するように構成されうる。コントローラは、分注の前に、粉末がチューブのほぼ全体に沿って延びるまでスクリーコンベヤを第1の方向に回転させるように構成されうる。

20

【0008】

各リングは、リングの周りに角度をなして間隔を置いて配置された2以上の位置を含むことができ、各位置は1または複数の開口部を有し、開口部の数と開口部サイズの個別の組み合わせを有する。各リングは、異なる位置が少なくとも1つのキャッププレート開口部にアライメントされるように、位置の間で移動可能であってよい。組み合わせは更に、各同心円状リングの少なくとも1つのキャッププレート開口部を画定しうる。組み合わせは更に、各同心円状リングに対する少なくとも1つのキャッププレート開口部の開口部の数と位置とを含みうる。

30

【0009】

粉末コンベヤの遠位端は、ブラテンの上面にわたって延びうる。粉末が遠位端を通して粉末コンベヤから出るのを防ぐために、粉末コンベヤの遠位端を閉じることができる。少なくとも1つのキャッププレート開口部は、キャッププレートの縦軸に沿って延びるスロットを含みうる。少なくとも1つのキャッププレート開口部は、各リングに対して2以上の開口部を含みうる。チューブでキャッププレートを囲むこともでき、あるいはキャッププレートでチューブを囲むこともできる。

40

【0010】

各同心円状リングのドライバシステムは、粉末コンベヤの縦軸からオフセットし、縦軸に平行の回転軸を有するモータを含みうる。ドライバシステムは更に、モータのそれ自体の回転軸の周りでの回転により、同心円状リングが粉末コンベヤの縦軸の周りで回転するように、モータに接続されたリンクージシステムを含みうる。各同心円状リングのドライバシステムのモータは、個別の軸長を含みうる。各同心円状リングのドライバシステムは、オーガコンベヤの縦軸の周りで同心円状リングを回転させるために電磁場を生成するように構成されたソレノイドを含みうる。

【0011】

50

分注システムは、第1の分注システムであってよい。粉末は、第1の粉末であってよい。粉末製造装置は更に、プラテンの上面にわたって分注される第2の粉末を受け入れるように構成された第2の分注システムを含みうる。第2の粉末は、第1の粉末の直径より小さい直径を含みうる。

【0012】

エネルギー源は、粉末にエネルギーを加えるように構成されたヒータを含みうる。ヒータは、少なくとも1つのリング開口部と、同心円状の少なくとも1つのキャッププレート開口部を通して分注される粉末にエネルギーが選択的に加えられるようにアドレス可能であってよい。

【0013】

別の態様では、分注システムは、プラテンの上面にわたって分注される粉末を保持するように構成された粉末供給源を含む。分注システムは更に、プラテンの上面にわたって延びる粉末コンベヤを含む。粉末コンベヤは、粉末供給源から粉末を受け入れるように構成された近位端を含む。粉末コンベヤは、粉末コンベヤの長さに沿って粉末コンベヤ内で運ばれる粉末を移動させるように構成される。分注システムは、粉末コンベヤの縦軸に沿って同軸に配置されたリングを含む。リングは、粉末コンベヤを囲み、粉末を収容するように構成されたチューブを形成する。各同心円状リングは、少なくとも1つのリング開口部を含む。分注システムは、チューブの長さに沿って延びるキャッププレートを含む。キャッププレートは、少なくとも1つのキャッププレート開口部を含む。各リングは、それぞれの同心円状リングの少なくとも1つのリング開口部が少なくとも1つのキャッププレート開口部にアライメントされた状態へ、又はアライメントされた状態から移動可能であるように、独立して回転可能になるように構成される。少なくとも1つのリング開口部と少なくとも1つのキャッププレート開口部がアライメントされたときに、少なくとも1つのリング開口部と少なくとも1つのキャッププレート開口部を通してチューブから粉末が分注される。

【0014】

前述の利点は、非限定的に以下を含みうる。対象物を形成し、付加製造の全体的なスループットを向上させる効率性が上がりうる。分配システムは、粉末を付加製造装置のプラットフォーム上に平行に分注できる幾つかの経路を含みうる。これらの複数の利用可能な経路は、粉末の積層プラットフォーム上への配置が制御可能であるように独立して制御されうる。

【0015】

本明細書に記載される主題の1つ以上の実行形態の詳細を、添付の図面および以下の記述で説明する。他の潜在的な特徴、態様及び利点が、本記述、図面及び特許請求の範囲から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】付加製造装置の一例の概略側面図である。

【図1B】図1Aの付加製造装置の概略上面図である。

【図2】プリントヘッドの前面斜視切取り図である。

【図3A】分注システムの前側斜視図である。

【図3B】図3Aの分注システムの前側斜視断面図である。

【図3C】図3Aの分注システムを拡大した前側斜視断面図である。

【図3D】図3Aの分注システムの底面図である。

【図3E】図3Aの分注システムの前面図である。

【図3F】図3Aの分注システムの上面図である。

【図3G】図3Aの分注システムの粉末コンベヤを拡大した上面切取り図である。

【図4A】分注システムのリングの底面斜視図である。

【図4B】図4Aのリングの底面図である。

【図5A】分注システムのキャッププレートの底面斜視図である。

10

20

30

40

50

【図5B】図5Aのキャッププレートの底面図である。

【図6】A～Fは、分注システムのキャッププレートとリングの異なる構成の前断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

様々な図面における同じ参照番号及び記号表示は、同じ要素を表す。

【0018】

付加製造(AM)装置は、積層プラットフォームに粉末の連続層を分注し、熔融させることによって対象物を形成しうる。積層ステージの、粉末が分注されるエリアを制御することが望ましい。例えば、制御可能な分注器により対象物の形状寸法の制御が可能になりうる、あるいは制御可能な分注器を、対象物を支持しない積層プラットフォームのエリアに粉末が分注されるのを回避することにより粉末の消費を削減できるようにするためのみに使用しうる。

10

【0019】

以下に説明する分注システムは、装置が積層プラットフォームに粉末を選択的に分注することを可能にする、制御可能で移動可能な構造を含みうる。オプションとして、分注システムの制御可能で移動可能な構造はまた、局所的及び正確な分注向けに低くなるように選択できる、あるいは高スループットの分注向けに高くなるように選択できる粉末分注速度の制御も可能にする。

付加製造装置

20

【0020】

図1Aに、積層工程中に、対象物を形成するために粉末を分注するための分注システムを含む、例示の付加製造(AM)装置100の概略側面図を示す。装置100は、プリントヘッド102と積層プラットフォーム104(例:積層ステージ)を含む。プリントヘッド102は粉末106を分注し、オプションとして、プラットフォーム104に分注された粉末106を熔融させる。オプションとして、以下に説明するように、プリントヘッド102はまた、プラットフォーム104に第2の粉末108も分注しうる及び/又は熔融させうる。

【0021】

図1A及び図1Bを参照すると、プリントヘッド102は、プラットフォーム104を横切るように構成されたガントリ110(例:プラットフォーム、支持体)に支持される。ガントリ110は、プリントヘッドが装着される水平に延びる支持体を含みうる。例えば、ガントリ110は、線形アクチュエータ及び/又はモータによってレール119に沿って駆動され、順方向109に平行の第1の軸に沿ってプラットフォーム104全体を移動しうる。幾つかの実行形態では、プリントヘッド102は、第1の軸に垂直の水平な第2の軸115に沿い、ガントリ110に沿って移動しうる。第1の軸及び第2の軸の両方に沿って移動することにより、プリントヘッド102とそのシステムがガントリ110の下のプラットフォーム104の異なる部分に達することが可能になる。ガントリ110に沿ってプリントヘッド102が移動することにより、またレール119に沿ってガントリ110が移動することにより、プリントヘッド102の移動に多自由度が付与される。プリントヘッド102は、プリントヘッド102が積層プラットフォーム104(例:粉末が分注され熔融されうるエリア)の使用可能なエリアの上に選択的に位置づけられうるように、積層プラットフォーム104の上の面及び積層プラットフォーム104に平行の面に沿って移動しうる。

30

40

【0022】

プリントヘッド102とガントリ110は協働して、積層プラットフォーム104の使用可能なエリアをスキャンすることができ、これによりプリントヘッド102が対象物を形成する必要に応じて積層プラットフォーム104に沿って粉末を分注することが可能になる。図1Bに示す例において、プリントヘッド102は積層プラットフォーム104に沿って順方向109にスキャンしうる。プリントヘッド102は最初に、積層プラット

50

フォーム104の第1の端部111から第2の端部113へ積層プラットフォーム104全体を移動して、粉末の層の第1のストライプを堆積させる。次にプリントヘッド102は第1の端部111に戻り、水平な第2の軸115に沿って横方向に移動し、2度目に再び順方向109に積層プラットフォーム104全体を移動し始めて、第1のストライプに平行の第2のストライプを積層プラットフォーム104に堆積させうる。プリントヘッド102が2つ以上の異なるサイズの粉末を分注する場合にも、プリントヘッド102はプラットフォーム104全体を1回過ぎる間に2つ以上の異なる粉末を分注することができる。

【0023】

あるいは、ガントリ110は、プラットフォーム104の幅に広がる2つ以上のプリントヘッドを含みうる。この場合、水平の第2の軸115に沿った横方向におけるプリントヘッド102の動きは必要でない可能性がある。

10

【0024】

プリントヘッド102の切取り図を示す図1A及び図2を参照すると、プリントヘッド102は、粉末106を積層プラットフォーム104に選択的に分注する少なくとも第1の分注システム116を含む。

【0025】

装置100はまた、積層プラットフォーム104の粉末の層にエネルギーを選択的に加えるエネルギー源114も含む。エネルギー源114は、プリントヘッド102に組み込まれうる、ガントリ110に装着されうる、又は例えば積層プラットフォーム104を支持するフレーム、あるいは積層プラットフォーム104を囲むチャンバ壁等に別々に装着されうる。

20

【0026】

幾つかの実行形態では、エネルギー源114は、粉末の層の小さいエリアの温度を上げる集束エネルギーのビームを生成する走査型レーザを含みうる。エネルギー源114は、例えば焼結プロセス、融解プロセス、又は粉末から材料の個体塊を形成する他のプロセスを使用することによって、粉末を溶融させうる。ある場合には、エネルギー源114は、イオンビーム又は電子ビームを含みうる。

【0027】

エネルギー源114は、プリントヘッド102が順方向109に前進すると、エネルギー源が分注システム116によって分注された粉末のラインをカバーしうるように、プリントヘッド102に位置づけられうる。装置100が複数の分注システムを含むとき、プリントヘッド102はオプションとして、各分注システムに対してエネルギー源を含むこともできる。装置が複数の熱源を含む場合、エネルギー源はそれぞれ、熱源のうちの1つのすぐ先に位置しうる。

30

【0028】

オプションとして、装置は、堆積された粉末の温度を上げるために熱を当てる熱源112を含みうる。熱源112は、堆積された粉末を焼結又は融解温度を下回る温度に加熱しうる。熱源112は例えば、加熱ランプのアレイであってよい。エネルギー源114は、プリントヘッド102に組み込まれうる、ガントリ110に装着されうる、又は例えば積層プラットフォーム104を支持するフレーム、あるいは積層プラットフォーム104を囲むチャンバ壁等に別々に装着されうる。熱源112は、プリントヘッド102の順移動方向109に対して、第1の分注システム116の背後に位置しうる。プリントヘッド102が順方向109に移動すると、熱源112は第1の分注システム116が以前位置していたエリア全体を移動する。

40

【0029】

幾つかの実行形態では、熱源112は、個別に制御可能な光源アレイの形態の、デジタル処理でアドレス可能な熱源である。アレイは例えば、プラットフォーム104の上に位置づけられた、垂直キャビティ面発光レーザ(VCSL)チップを含む。アレイは、プリントヘッド102内にあってよい、あるいはプリントヘッド102から離れていてよい

50

。制御可能な光源アレイは、プラットフォーム104全体をスキャンするための、ドライバシステムのアクチュエータによって駆動される線形アレイであってよい。ある場合には、アレイは、個別に制御可能な光源のサブセットを作動させることによって、層の領域を選択的に加熱する完全な二次元のアレイである。あるいは、又は更に、熱源は、粉末の全層を同時に加熱するランプアレイを含む。ランプアレイは、プリントヘッド102の一部であってよい、あるいは装置100の一部であるが、プリントヘッド102からは離れている独立した熱源ユニットであってよい。

【0030】

幾つかの実行形態では、積層プラットフォーム104は、積層プラットフォーム104に分注された粉末を加熱しうるヒータを含みうる。ヒータは、プリントヘッド102の熱源112の代わり、あるいは追加であってよい。

10

【0031】

オプションとして、プリントヘッド102及び/又はガントリ110はまた、分注システム116によって分注される粉末を圧縮し広げるために、第1の分注システム116と協働する例えばローラ又はブレード等の第1のスプレッダー118も含みうる。スプレッダー118は、層に実質的に均一な厚さを与えうる。ある場合には、第1のスプレッダー118は、粉末の層を押しして粉末を圧縮しうる。

【0032】

プリントヘッド102及び/又はガントリ110はまた、オプションとして、装置100、及び分注システム116によって分注された粉末の特性を検出するために、第1の検出システム120及び/又は第2の検出システム122も含みうる。

20

【0033】

幾つかの実行形態では、プリントヘッド102は、第2の粉末108を分注する第2の分注システム124を含む。第2のスプレッダー126は、第2の分注システム124とともに第2の粉末108を広げ圧縮するように動作しうる。装置100、例えばプリントヘッド102又はガントリ110はまた、第1の熱源112と同じように、熱を積層プラットフォーム104の大きいエリア内の粉末に向ける第2の熱源125も含みうる。

【0034】

コントローラ128は、エネルギー源114、熱源112(存在する場合)、及び分注システム116の動作を連動させうる。コントローラ128は、粉末106を分注するように分注システム116を操作することができ、粉末106を溶融させて、形成される対象物となるワークピース130を形成するようにエネルギー源114と熱源112を操作することができる。

30

【0035】

コントローラ128は、第1の分注システム116を操作して、例えば積層プラットフォーム104に分注される粉末106の厚さ及び分布を制御しうる。各層の厚さは、例えば層の高さ、あるいは粉末粒子106の平均直径を通じて積み重ねられた粉末粒子106の数に応じて変化する。幾つかの実行形態では、粉末粒子106の各層は、単一の粒子厚である。ある場合には、各層は、複数の粉末粒子106が重なり合うように積み重ねられた結果の厚さを有する。

40

【0036】

幾つかの実行形態では、層の高さはまた、粉末粒子106の分布密度、例えば粉末粒子106がどのくらい密集しているかにも応じて変わる。粉末106の圧縮レベルは、分注される各層の厚さに影響を与えうる。粉末106の圧縮レベルが高いと、圧縮レベルが低い同じ数の粒子で形成された層に比べて分注される層の厚さが薄くなりうる。高い圧縮レベルにより更に、層全体の厚さの均一性が高まり、層を融解するのに要するレーザの滞留時間が短縮されうる。各層の厚さ及び粉末の圧縮量を選択して、その層に形成される対象物の部分の形状寸法の所望の解像度を制御しうる。

【0037】

各層に対して分注された粉末の分布、例えば各層内の粉末の位置は、付加製造装置の実

50

行形態に基づいて変化しうる。ある場合には、第1の分注システム116は、ある部分が粉末を含み、ある部分が粉末を含まないように、積層ステージ全体に粉末の層を選択的に分注しうる。幾つかの実行形態では、第1の分注システム116は、作業面に均一な材料層を分注することができる。

【0038】

図2を参照すると、第1の分注システム116は、粉末ホッパー131内に粉末106を受け入れる。粉末106は次に、チャンネル136を通して移動する。粉末ホッパー131は、粉末ホッパー131が分注工程の間にチャンネル136の粉末供給源として機能するように、粉末で充填されうる。第1の分注システム116は、チャンネル136から延びる一又は複数の幾つかの利用可能な開口部又は孔を通して積層プラットフォーム104上に粉末106を分注する。孔又は開口部は選択的に開閉式であってよい。具体的には、チャンネル136は、開口部を含む、例えば回転可能なリング等の選択的に制御可能及び移動可能なリングによって形成されうる。共通の中心円柱軸に沿って積み重なったときに、複数のリングはともにチューブの形状であってよく、チャンネル136はチューブを貫通する開孔に対応する。リングが回転すると、開口部は共通の円柱軸の周りで角度をつけて移動する。

10

【0039】

コントローラ128は、粉末を分注するリングを制御するために、リング駆動機構138を選択的に作動させることができる。各リングが複数の開口部を含む場合、コントローラは、粉末を分注する複数の開口部のうちの1つまたはそれ以上を選択するために、各リング駆動機構138も作動させうる。

20

【0040】

リングの特定の角度位置における各群の開口部は、粉末が異なる速度で分注されるようにサイズ指定及び寸法設定をすることができる。リングの回転、したがって、粉末を分配する1つの開口部又は複数の開口部を選択することによって、コントローラ128が、積層プラットフォーム104上に粉末が分注される速度を選択することが可能になる。

【0041】

第1の分注システム116を使用して、コントローラは、積層プラットフォーム104への粉末の分配及び分布を制御しうる。第1の分注システム116は、積層プラットフォーム104又は粉末の最上層に分注される層内の粉末の分布を制御しうる。ある場合には、第1の分注システム116は、積層プラットフォーム104又は粉末の最上層上への粉末の選択的分注を達成するために、開口部の1つを通して粉末を分注しうる。ある場合には、第1の分注システム116は、第1の分注システム116が積層プラットフォーム104の大きなエリア全体に一度に粉末を分注することができるように、1を上回る開口部を通して（例えば各リングの孔を通して）粉末を分注しうる。

30

【0042】

第1のスプレッター118は次に、粉末を積層プラットフォーム104全体に広げうる。スプレッターは、実質的に均一な厚さを層に与えうる。幾つかの実行形態では、第1のスプレッター118は、プラットフォーム104全体を平行移動するブレードである。ある場合には、第1のスプレッター118は、プラットフォーム104全体を転がるローラ又は回転シリンダーである。スプレッター118は、時計回りの方向及び/又は反時計回りの方向に転がりうる。

40

【0043】

オプションとして、プリントヘッドは、第2の粉末を供給する第2の分注システム124を含みうる。第2の分注システム124は、粉末ホッパー134内に粉末108を受け入れる。粉末108は次に、チャンネル136を通して移動する。第1の分注システム116と同様に、第2の分注システム124は、粉末を分注する孔を含むリングを回転させることによって、積層プラットフォーム104を通して粉末が分注される速度を制御しうる。第2の分注システム124はまた、第1の分注システム116から分注される粉末が所望の分布密度を有するように、粉末の圧縮もしうる。

50

【 0 0 4 4 】

第2の分注システム124が存在する場合、それにより、第1の粉末106とは異なる特性を有する第2の種類粉末108を供給することが可能になる。第1の粉末粒子106は、第2の粉末粒子108よりも、例えば2倍又はそれ以上大きい平均直径を有しうる。第2の粉末粒子108が第1の粉末粒子106の層に分注されたときに、第2の粉末粒子108は第1の粉末粒子106の層に浸透して第1の粉末粒子106間のポイドを埋める。第1の粉末粒子106よりも小さい第2の粉末粒子108により、より高い解像度、高い予備焼結密度、及び/又は高い圧縮速度が達成されうる。

【 0 0 4 5 】

代替的に、又は付加的に、装置100が2つの種類の粉末を含む場合、第1の粉末粒子106は第2の粉末粒子とは異なる焼結温度を有しうる。例えば、第1の粉末は、第2の粉末よりも低い焼結温度を有しうる。上記実行形態では、エネルギー源114を使用して、第1の粒子は溶融するが第2の粉末は溶融しないような温度へ粉末の全層を加熱することができる。

10

【 0 0 4 6 】

幾つかの実行形態では、コントローラ128は、異なる領域に第1及び第2の粉末粒子106、108を選択的に供給するために、第1及び第2の分注システム116、124を制御しうる。

【 0 0 4 7 】

複数の種類の粉末が使用される実行形態では、第1及び第2の分注システム116、124は、形成される対象物の部分の解像度要件に応じて、第1及び第2の粉末粒子106、108を各々選択されたエリアに供給しうる。

20

【 0 0 4 8 】

粉末の材料には、例えば鋼鉄、アルミニウム、コバルト、クロム、及びチタン、合金混合物、セラミック、複合物、及び生砂等の金属が挙げられる。2つの異なる種類の粉末を用いる実行形態では、ある場合には、第1及び第2の粉末粒子106、108は異なる材料でできており、他の場合には、第1及び第2の粉末粒子106、108は同じ材料組成を有する。装置100が金属の対象物を形成し、2つの種類の粉末を分注するように動作する例において、第1及び第2の粉末粒子106、108は、金属合金又は金属間材料を形成するために組み合わせられた組成を有しうる。

30

【 0 0 4 9 】

装置100が異なる焼結温度を有する2つの異なる種類の粉末を分注した場合、第1及び第2の熱源112、125は異なる温度又は加熱設定点を有しうる。例えば、第1の粉末106が第2の粉末108よりも低い温度で焼結されうる場合、第1の熱源112は、第2の熱源125よりも低い温度設定点を有しうる。

【 0 0 5 0 】

幾つかの実行形態では、積層プラットフォーム104は固定され、プリントヘッド102は垂直方向に移動して、粉末の連続層を分注する。幾つかの実行形態では、積層プラットフォーム104は、積層工程の間に上向き又は下向きに移動しうる。例えば、積層プラットフォーム104が下向きに移動して各層が第1の分注システム116によって分注されることにより、プリントヘッド102は各連続層が分注されても同じ垂直方向の高さにとどまることができる。コントローラ128は、積層プラットフォーム104の高さを下げて、積層プラットフォーム104をプリントヘッド102から離れるように移動させることができるようにするために、積層プラットフォーム104に接続された、例えばピストン又は線形アクチュエータ等の駆動機構を操作しうる。あるいは、積層プラットフォーム104は固定された垂直位置に保持され得、各層が堆積された後にガントリ110を上げることができる。

40

【 0 0 5 1 】

コントローラ128は、例えば熱源112、エネルギー源114、及び第1の分注システム116等のプリントヘッド102とそのサブシステムの動作を含む、装置100の動

50

作を制御する。コントローラ 128 はまた、存在した場合、第 1 のスプレッダー 118、第 1 の検出システム 120、第 2 の検出システム 122、第 2 の分注システム 124、及び第 2 のスプレッダー 126 も制御しうる。コントローラ 128 はまた、例えば装置のユーザインターフェースへのユーザ入力、又は装置 100 のセンサからの検出信号から信号も受信しうる。

【0052】

コントローラ 128 は、CAD データを受信する及び/又は生成するコンピュータ支援設計 (CAD) システムを含みうる。CAD データは、形成される対象物を示すものであり、本書に記載するように、付加製造プロセスの間に形成される構造の特性を決定するのに使用されうる。CAD データに基づいて、コントローラ 128 は、例えば、粉末 106 を分注するために、粉末 106 を溶融させるために、装置 100 の様々なシステムを移動するために、システム、粉末、及び/又はワークピース 130 の特性を検出するために、コントローラ 128 とともに動作可能な各システムによって使用されうる命令を生成しうる。

10

【0053】

コントローラ 128 は例えば、装置の様々な構成要素を移動させるために、駆動機構に制御信号を送信しうる。ある実行形態では、駆動機構は、装置 100 の分注器、ローラ、支持プレート、エネルギー源、熱源、検出システム、センサ、分注器アセンブリ、及び他の構成要素を含むこれらの異なるシステムに平行移動及び/又は回転させうる。各駆動機構は、装置の構成要素の移動を可能にするために、一又は複数のアクチュエータ、リンケージ、及び他の機械的又は電気機械的パーツを含みうる。

20

【0054】

ある場合には、コントローラ 128 は、プリントヘッド 102 の移動を制御し、プリントヘッド 102 の個々のシステムの移動も制御しうる。例えば、コントローラ 128 は、ガントリー 110 に沿って特定の位置までプリントヘッド 102 を移動させることができ、プリントヘッド 102 に沿ってプリントヘッド 102 のエネルギー源 114 を移動させる別々の駆動機構を駆動するために、別々の制御信号を送信することができる。装置 100 は更に、プリントヘッド 102 が積層プラットフォーム 104 の異なるエリアの上に位置づけられうるように、積層プラットフォーム 104 に沿ってガントリー 110 を移動させる駆動機構を含みうる。

30

【0055】

コントローラ 128 はまた、本書に記載の移動可能及び制御可能なリングと、分注システム 116 内に収納される粉末コンベヤとを含む、分注システム 116 の個別の構造も制御しうる。コントローラ 128 は、粉末の供給速度、粉末の圧縮レベル、及び粉末が分注される積層プラットフォーム 104 上の位置を調節するために、分注システム 116 を制御しうる。

【0056】

分注システム

図 3A ~ 3G に、分注システム 116 (及び/又は例えば第 2 の分注システム 124) の様々な図を示す。図 3A に示す分注システム 116 の斜視図に示すように、分注システム 116 は分注システム 116 によって分注される (そして圧縮される可能性のある) 粉末を受け入れる粉末ホッパー 131 を含む。

40

【0057】

分注システム 116 の斜視断面図を示す図 3B も参照すると、粉末は粉末ホッパー 131 を通してチャンネル 136 内に移動する。分注システム 116 のコンベヤ駆動機構 139 は、粉末をチャンネル 136 の入口 142 とチャンネル 136 の閉端部 144 との間で移動させる粉末コンベヤ 140 を駆動しうる。粉末コンベヤ 140 はオーガスクリユーであってよい。

【0058】

コンベヤ 140 は回転して、チャンネル 136 内の粉末を運びうる。例えば、オーガスク

50

リユーの回転により、チャンネル 136 を通して粉末を前に進ませることができる。

【0059】

幾つかの実行形態では、コンベヤ 140 は回転する代わりに、チャンネル 136 に沿って平行移動してチャンネル 136 内の粉末を分配する。幾つかの実行形態では、コンベヤ 140 は揺動又は振動して、チャンネル 136 内の粉末を分配する。

【0060】

幾つかの実行形態では、コンベヤ駆動機構 139 は、駆動モータ 141 を含み得る。駆動モータ 141 は、コンベヤ駆動機構 139 がコンベヤ 140 に、チャンネル 136 内の粉末に高レベルの圧力をかけさせることを可能にする高トルク駆動モータであってよい。幾つかの実行形態では、駆動機構 139 は更に、トルクを駆動モータからコンベヤ 140 へ移送するギア、リンケージ、及び他の力及びトルク移送装置を含みうる。

10

【0061】

分配システム 116 のチャンネル 136 の拡大した斜視断面図を示す図 3C を参照する。コンベヤ 140 は一連の環状リング 146 によって取り囲まれている。リング 146 を貫通する開孔により、粉末が移動するチャンネル 136 が画定される。具体的には、リング 146 の内面によりチャンネル 136 が形成される。したがって、粉末がチャンネル 136 を通って移動すると、リング 146 の内面に粉末が接触する。環状リング 146 は各々、コンベヤ 140 の縦軸 162 と同心円をなす中心を有する。幾つかの実行形態では、コンベヤ 140 はチャンネル 136 を通して粉末を移動させるために、この縦軸 162 の周りを回転する。

20

【0062】

それぞれリング 146 の例の底面斜視図及び底面図である図 4A 及び図 4B に示すように、各リング 146 は、リング 146 の内面から外面までリング 146 を貫通する開口部 148 を含む。

【0063】

幾つかの実行形態では、各リング 146 は、リング 146 の周りの異なる角度位置に間隔を置いて配置された複数の開口部 148 を含む。開口部 148 のサイズ、形状、及び数は様々であってよい。例えば、各リング 146 は、異なるサイズの複数の開口部を含みうる。ある場合には、リング 146 の一または複数の異なる角度位置に複数の開口部を含みうる。図 4A 及び図 4B には 3 つの開口部 148 を示したが、ある場合には、リング 146 は各々が異なるサイズを有する開口部を 2 つのみ、あるいは 4 つ以上有しうる。各リングは、同じパターンの開口部を有しうる。ある場合には、リング 146 は各々、同じサイズの単一の開口部 148 を有する。円形開口部 148 について、開口部 148 の直径は例えば、10 ミクロンと 100 ミクロンの間であってよい。

30

【0064】

分注システム 116 の底面図を示す図 3D も参照すると、キャッププレート 150 はリング 146 の下に位置づけされている。キャッププレート 150 は、チャンネル 136 に沿って延び、リング 146 によって提供されるチャンネル 136 の部分の結合された長さに沿って延びている。キャッププレートは、開口部 152 を含む。キャッププレート 150 の各開口部 152 は、リング 146 のうちの異なるリングに対応しうる。開口部は、縦軸に平行の線に配置されうる。

40

【0065】

各開口部 152 は、対応するリング 146 の開口部 148 よりも大きくてよい、又は小さくてよい。ある場合には、キャッププレート 150 の例の底面斜視図及び底面図を示す図 5A 及び 5B に示すように、開口部 152 は全て同じサイズを有しうる。開口部 152 は、互いにアライメントされ、均等な間隔を置いて配置されうる。

【0066】

円形開口部として説明したが、開口部 148 と開口部 152 は、スロット、スリット、又は他の適切な形状であってよい。ある場合には、開口部 148 及び / 又は開口部 152 は、長方形又は楕円形であってよい。キャッププレート 150 が幾つかのキャッププレ

50

ト開口部 152、各リング 146 に対して少なくとも 1 つのキャッププレート開口部を含むと説明したが、ある場合には、キャッププレート 150 は、全ての又は幾つかのリングの下に延びる単一のスロットを含む。スロットは、チャンネルの縦軸に平行に延びてよい。例えば、キャッププレート 150 は、各スロットが 2 つ以上のリングに対応する 2 つ以上のスロットを含みうる。ある場合には、キャッププレートは全てのリング全体に延びる 1 つのスロットを含む。幾つかの実行形態では、スロットは均一の幅を有し、他の場合には、スロットの幅は様々である。

【0067】

リング 146 はキャッププレート 150 に隣接し、キャッププレート 150 の上にあるため、リング 146 の開口部 148 をキャッププレート 150 の開口部 152 にアライメントすることができる。具体的には、各リング 146 は、リング 146 の開口部 148 がキャッププレート 150 内の対応する開口部にアライメントされうるように、回転させることができる。図 3 E は分注システム 116 の前断面図を示し、図 3 F は分注システム 116 の上断面図を示す。分注システム 116 は、各々がリング 146 の対応するリングに接続されるリング駆動機構 138 を含む。

10

【0068】

幾つかの実行形態では、各リング駆動機構 138 は、モータによりリング 146 のうちの 1 つを回転させることができるように、モータ 156 及びリンケージシステム 158 を含みうる。リンケージシステム 158 は、モータ 156 のトルクをモータ 156 に関連付けられたリング 146 の回転力に転送するために、ギア、リンケージ、アーム、及び他の力及びトルク伝達要素を含みうる。モータ 156 は、モータに関連付けられたリング 146 をリングの中心周りで両方向に回転させるように動作しうる。幾つかの実行形態では、各モータ 156 を同じ平面上に装着することができるように、モータ 156 の軸長を変更することができる。幾つかの実行形態では、各リング駆動機構 138 又は各モータ 156 は、2 つ以上のリング 146 を操作して 2 つ以上のリングを同時に回転させることができる。

20

【0069】

リング駆動機構 138 は、リング 146 の中心周りでリング 146 を回転させる。リング 146 の中心は、コンベヤ 140 の縦軸 162 と一致しうる。したがって、リング 146 が回転しても、リング 146 によって形成されたチャンネル 136 は実質的にその形状及びサイズのままでいつづけることができる。

30

【0070】

幾つかの実行形態では、リングは磁気駆動機構によって駆動される。磁気駆動機構はリングを回転させうる。ある場合には、磁気駆動機構は、磁気駆動機構の極性に応じて、リングの開口部を開閉する。磁気駆動機構は、ソレノイドを含みうる。コントローラは、ソレノイドを制御して、リング 146 のうちの 1 つの磁性材料又は強磁性材料と相互作用する電磁場を生成しうる。電磁場は、コンベヤ 140 の縦軸 162 の周りでリング 146 を駆動しうる。

【0071】

各リング 146 に対し、コントローラ（例：図 1 B に示す装置 100 のコントローラ 128）は、リング 146 の対応するリング駆動機構 138 を制御して、リング 146 の回転位置を設定することができる。リング 146 の回転位置は、キャッププレート 150 の対応する開口部 152 に対するリング 146 の開口部 148 の位置を決定する。図 4 A、4 B、5 A、及び 5 B に対して示し説明した例では、各リングは、複数の開口部 148 を有し、キャッププレート 150 内に 1 つの対応する開口部 152 を有する。

40

【0072】

コントローラは、リング駆動機構 138 のうちの 1 つを操作して、そのリング駆動機構 138 に関連付けられたリング 146 から粉末を分注しうる。コントローラは、リング駆動機構 138 を操作して、リング 146 の開口部 148 のうちの 1 つがキャッププレート 150 内のそれに対応する開口部 152 にアライメントされるように、リング 146 を回

50

転させうる。開口部 148 が対応する開口部 152 にアライメントされたときに、リング 146 のセットによって形成されたチャンネル 136 を通って移動する粉末が、開口部 148 及び対応する開口部 152 を通って移動しうる。その粉末はしたがって、キャッププレート 150 を通って移動し、積層プラットフォーム（例：図 1 A 及び 1 B に示す装置 100 の積層プラットフォーム 104）上に分注されうる。

【0073】

コントローラはまた、リング駆動機構 138 を操作することにより、関連付けられたリング 146 からその粉末が分注されないようにすることもできる。コントローラはまた、リング駆動機構 138 を操作して、リング 146 の開口部 148 がキャッププレート 150 内のそれらに対応する開口部にミスアライメントされるように、リング 146 を回転させることもできる。開口部 148 及び 152 がミスアライメントされたときは、それらの対応する開口部 148、152 は粉末の通路を提供しないため、チャンネル 136 内の粉末はキャッププレート 150 の本体によって阻害され、リング 146 を通過することができない。粉末はしたがって、そのリング 146 に対応するチャンネル 136 の部分からは分注されない。

10

【0074】

リング 146 がリングの周りの異なる角度位置に複数の開口部 148 を含む場合、コントローラは、幾つかの開口部の中から開口部 148 のうちの 1 つを選択してそれぞれの開口部 152 にアライメントし、リング 146 を通してチャンネル 136 から分注される粉末の速度を制御することができる。複数の開口部 148 が図 4 A 及び 4 B に示すように異なるサイズを有する場合、大きいサイズの開口部は、小さいサイズの開口部よりも速い速度で粉末を分注しうる。同様に、小さいサイズの開口部は、大きいサイズの開口部よりも遅い速度で粉末を分注しうる。チャンネル 136 からの粉末の分注速度を制御するために、コントローラは、大きい及び小さい複数の開口部 148 の中のどの開口部 148 をキャッププレート 150 の対応する開口部 152 にアライメントするかを選択しうる。

20

【0075】

幾つかの実行形態では、コントローラは、開口部 148 をキャッププレート 150 内の対応する開口部 152 に部分的にアライメントして、粉末分注速度を制御することができる。リング 146 が複数の開口部 148 を有する場合、コントローラは、開口部 148 のうちの 1 つとキャッププレート 150 内の対応する開口部 152 が互いに部分的にアライメントされた位置にあるように、リング駆動機構 138 を操作しうる。部分的にアライメントされた位置では、リング 146 の開口部 148 とキャッププレートの開口部 152 により、チャンネル 136 の部分から粉末を分注することが可能になる。しかしながら、部分的なアライメントにより、開口部 148 及び対応する開口部 152 が完全にアライメントされた場合にその部分から分注される粉末の速度に比べて、チャンネル 136 のその部分から分注される粉末の速度が低下しうる。例えば図 4 A 及び 4 B に示すリング 146 は 3 つの開口部 148 を有するが、コントローラは、開口部 148 をキャッププレート内の開口部 152 に部分的にアライメントすることにより、3 つを上回る粉末分注速度から選択することが可能である。

30

【0076】

幾つかの実行形態では、リング 146 は、単一の開口部 148 のみを有し得る。幾つかの実行形態では、リング 146 は単一の開口部のみを有するが、コントローラはそれでも、単一の開口部 148 とキャッププレート 150 の開口部 152 との間のアライメント量を制御することによって、粉末分注速度を調節することができる。リング 146 が単一の開口部のみを有する幾つかの実行形態では、コントローラは単に、粉末を分注するための 2 値オン/オフ状態を提供するように構成される。

40

【0077】

コントローラはまた、複数のリング 146 から同時に粉末を分注するために、各リング 146 の回転位置も制御しうる。具体的には、コントローラは、複数のリング、したがって粉末を供給するチャンネル 136 に沿った複数の位置を選択しうる。ある場合には、コン

50

トローラは、広いエリア全体に大量の粉末を分注しうる。これに関しては、コントローラは、リング146の開口部148がそれらの対応する開口部152に完全にアライメントされるように、幾つかの又は全てのリング146を回転させることができる。この構成において、コントローラは、キャッププレート150の各開口部152から粉末を分注することができ、これにより、分注システム116が広いエリア全体に大量の粉末を分注することができるようになる。

【0078】

ある場合には、コントローラは、リング146のサブセットから粉末を分注することによって、局所的な又は限定されたエリアに少量の粉末を分注することができる。コントローラは、リング146の開口部148がキャッププレート150内のそれらに対応する開口部152にアライメントされるように、リング146のサブセットを制御しうる。残りのリング146については、コントローラは、これらの開口部148がキャッププレート150内の対応する開口部152にミスアライメントされるように、残りのリング146を制御しうる。この構成において、分注システム116は、リング146の開口部148がキャッププレート150内の対応する開口部152にアライメントされた位置にあるこれらのリング146を通してのみ粉末を分注する。

【0079】

開口部152を通して分注される粉末を移動させるコンベヤ140は、らせん状ブレード160を有するオーガコンベヤ又はスクリュコンベヤであってよい。らせん状ブレード160は、らせん状スクリュブレードであってよい。ねじ山が粉末を押すと、粉末はチャンネル136に沿って移動しうる。らせん状ブレード160は、リング146の中心と一致しうるオーガコンベヤの縦軸162の周りを回転しうる。コンベヤ駆動機構139は、オーガコンベヤを回転させるトルクを供給しうる。オーガコンベヤが回転すると、らせん状ブレード160はチャンネル136内に収容された粉末を押し、これにより粉末がチャンネル136を通して移動しうる。オーガコンベヤは、オーガコンベヤの長さに沿って粉末を移動させうる。これに関し、オーガコンベヤは粉末を移動させて、チャンネル136の長さに沿ってチャンネル136の異なる部分から粉末を分注することを可能にしうる。これらの異なる部分は、異なるリング開口部148と異なるキャッププレート開口部152に対応しうる。幾つかの実行形態では、オーガコンベヤは、ねじ山が粉末を押す面として機能する親ねじを含む。

【0080】

粉末は、コンベヤ140の縦軸162に沿って両方向に移動しうる。例えば、分注工程の間、コントローラは回転方向を交互にするようにオーガコンベヤを制御しうる。この行ったり来たりする動きにより、粉末の分注が更に効果的になりうる。

【0081】

コントローラは、ある場合には、粉末がチャンネル136から積層プラットフォーム上に分注される前に粉末を圧縮するように、コンベヤ140を制御しうる。幾つかの実行形態では、図3Gに示すように、コンベヤ140の端部144を閉じることができる。チャンネル136が粉末でいっぱいになると、コンベヤ140は、粉末のバルク運動を起こすことなく、粉末を端部144の方へ押しやることができる。チャンネル136が粉末で一杯であるため、コンベヤ140により粉末が圧縮されうる。

【0082】

図4A及び4Bには、リング146の特定例における様々なサイズの複数のリング開口部148を示し、図5A及び5Bには、各リング146に対し1つのキャッププレート開口部152を示したが、他の実行形態では、幾つかのリング開口部、リングごとに対応する幾つかのキャッププレート開口部、リング開口部のサイズ、及びキャッププレート開口部のサイズの組み合わせを変えることが可能である。図5A及び5Bには、各リング146に対して均一なキャッププレート開口部152を示したが、幾つかの実行形態では、各リングに対するキャッププレートの1つの開口部又は複数の開口部のサイズ及び数は互いに異なっていてよい。例えば、単一のリングに対するキャッププレート開口部のセットに

10

20

30

40

50

は2つ以上のキャッププレート開口部を含むことができ、単一のリングに対するキャッププレート開口部の別のセットには、単一のキャッププレート開口部のみを含みうる。

【0083】

図6A～6Fに、1つのリング開口部又は複数のリング開口部、及び1つのキャッププレート開口部又は複数のキャッププレート開口部を通過する断面線に沿って切り取られた前断面図を示す。これらの図はしたがって、特定のリング146の1つのリング開口部又は複数のリング開口部と、キャッププレート150内のそのリングに対応する1つのキャッププレート開口部又は複数のキャッププレート開口部を示す。リング146は、キャッププレート150に対して縦軸162の周りを回転する、例えばリング146は、キャッププレート150が分注器に対して静止している間に回転する（分注器全体が積層プラットフォーム全体を横方向に移動しうる）。以下に更に詳しく説明するように、リング146の回転により、リング146によって形成されたチャンネル136の一部から粉末を分注することが可能になる。各図には1つのリング146のみを示したが、チャンネル136は、さまざまなサイズ及び数のリング開口部を有しうる一連のリングによって画定される。

【0084】

幾つかの実行形態では、特定のリング146の複数のリング開口部148は全て、対応するキャッププレート開口部152よりも小さい。リング開口部148のサイズはしたがって、リング146からの粉末分注速度を決定しうる。ある場合には、図6Aに示すように、リング146のリング開口部の幾つかは対応するキャッププレート開口部よりも小さいが、リング146のリング開口部の幾つかは対応するキャッププレート開口部152よりも大きい。具体的には、リング開口部600A及び605Aはキャッププレート開口部615Aよりも小さく、リング開口部610Aはキャッププレート開口部615Aよりも大きい。リング開口部600A又はリング開口部605Aがキャッププレート開口部615Aにアライメントされると、粉末分注速度は、リング開口部600A、600Bのサイズ（例：開口部600A、600Bの面積）に比例しうる。逆に、リング開口部610Aがキャッププレート開口部615Aにアライメントされると、キャッププレート開口部615Aはリング開口部610Aよりも小さいため、粉末分注速度はキャッププレート開口部615Aのサイズに基づくものとなる。キャッププレート開口部615Aはしたがって、粉末分注速度の上限を決定しうる。

【0085】

幾つかの実行形態では、図6Bに示すように、リング開口部の数は3つを上回りうる。例えば、リング146は、5つのリング開口部、具体的にはリング開口部600B、605B、610B、615B、620Bを有しうる。リング開口部は各々、異なるサイズを有する。図6Bに、キャッププレート150内のキャッププレート開口部625Bよりも小さいリング開口部600B、605B、610B、615Bを示す。そして、リング開口部620Bは、キャッププレート開口部625Bよりも大きい。この例では、キャッププレート開口部625Bは最も大きいリング開口部620Bよりも小さいが、分注システムの他のリングについては、最も大きいリング開口部がキャッププレート開口部よりも小さくてよい。分注システムの他のリングについては、1つ、2つ、3つ、4つ、又は全てのリング開口部がキャッププレート開口部より小さくてもよい。

【0086】

図3A～3Gに対して説明した例では、コントローラが、1つのリング開口部を1つのキャッププレート開口部にアライメント、ミスアライメント、又は部分的にミスアライメントすることを制御すると示したが、ある場合には、コントローラは、リング開口部を2つ以上のキャッププレート開口部にアライメントすることを制御しうる。図6Cに示すように、リング146は3つのリング開口部600C、605C、610Cを有し、キャッププレート150は5つのキャッププレート開口部のセット615Cを有する。各キャッププレート開口部は、同じサイズを有しうる。

【0087】

図6Cに示すように粉末を分注するために、リング開口部605Cがキャッププレート

10

20

30

40

50

開口部のセット615Cにアライメントされると、リング開口部605Cは、セット615Cのキャッププレート開口部のうちの3つにアライメントされうる。リング開口部600Cがキャッププレート開口部にアライメントされると、リング開口部600Cは、セット615Cのキャッププレート開口部のうちの1つにアライメントされうる。リング開口部610Cがキャッププレート開口部にアライメントされると、リング開口部610Cは、セット615Cのキャッププレート開口部のうちの5つにアライメントされうる。コントローラはしたがって、リング開口部のうちの1つにアライメントされたキャッププレート開口部の数に基づいて、リング146からの粉末分注速度を制御しうる。

【0088】

ある場合には、リング146は、セット615Cの全ての利用可能なキャッププレート開口部にアライメントすることが可能な開口部を1つのみ有する。例えば、リング146は、最も大きいリング開口部610Cのみを有しうる。図3A~3Gに対して説明したように単一の開口部を有するリング146を部分的にアライメントする代わりに、コントローラは、リング開口部610Cをセット615Cの一または複数のキャッププレート開口部にアライメントするように、リング146を制御しうる。コントローラは、リング開口部610Cにアライメントするキャッププレート開口部の数を選択して、リング146を通る粉末分注速度を制御することができる。

【0089】

幾つかの実行形態では、単一のリング内に様々なサイズのリング開口部がある代わりに、リング146は、同じサイズのリング開口部を有しうる。図6Dに示すように、リング開口部は、リング開口部の複数のセット600D、605D、及び610Dに配置される。各セットを、キャッププレート開口部615Dにアライメントすることが可能である。図6Dに示す例では、各セット600D、605D、及び610Dは、間隔を置いて配置され、キャッププレート開口部615Dにアライメントされることにより全てのリング開口部がキャッププレート開口部615Dを通して粉末を分注することが可能になるようにサイズ指定されたリング開口部を有する。粉末分注速度を制御するために、コントローラは、セット600D、605D、及び610Dのうちのどれをキャッププレート開口部615Dにアライメントするかを制御しうる。幾つかの実行形態では、セット内の幾つかのリング開口部を、キャッププレート150によって阻害することができる。

【0090】

キャッププレート150内に又はその上に収容されたリング146を示したが、あるいはリング146を取り囲むキャッププレート150を示したが、幾つかの実行形態では、リング146がキャッププレート150を囲んでいてよい。ある場合には、キャッププレート150は、半分チューブであるというより、キャッププレート開口部を有するプレート、又はキャッププレート開口部を有するビームである。幾つかの実行形態では、キャッププレート150は、一連のリング146によって取り囲まれた完全なチューブである。例えば、図6Eに示すように、キャッププレート150は、回転リング146によって取り囲まれた完全なチューブである。キャッププレートは、キャッププレート開口部のセット600Eを含み、リング146は、3つのリング開口部605E、610E、615Eを含む。図3A~3G、及びその他に対して説明した例とは対照的に、図6Eの例では、リング開口部605E、610E、615Eがキャッププレート開口部のセット600Eにミスアライメントされた時に、リング146はチャンネル136からの粉末の分注を阻害する。

【0091】

別の例では、図6Fに示すように、リング146は単一の開口部600Fを有し、キャッププレート150は単一の開口部605Fを有する。リング146もまたキャッププレート150を取り囲んでいる。コントローラは、リング146からの粉末分注速度を制御するために、リング開口部600Fがキャッププレート開口部605Fにアライメントされる量を制御しうる。

【0092】

図 6 A ~ 6 F に対して示し説明したこれらの異なる例は、開口部のサイズ及び数について可能な幾つかの組み合わせの範囲を限定するものではないが、リング開口部及びキャッププレート開口部の異なるサイズ及び数の組み合わせの例を示すものである。

【 0 0 9 3 】

本書に記載の分注システム（例：図 1 A 及び 1 B の第 1 の分注システム 1 1 6）を操作して、複数の孔を通して粉末の平行な分注を行うことができる。分注システムはまた、孔のサブセットを通して選択的に分注して、層内の局所的エリアに粉末を分注することもできる。形成される対象物が積層プラットフォーム全体に及ばない場合に、粉末を選択的に分注することによって、付加製造装置が粉末の使用を削減することが可能になりうる。孔を個別に制御することによって、分注システムは、選択的な分注を達成しつつも、粉末の層をすばやく分注することが可能になる。

10

【 0 0 9 4 】

分注システムの操作

本書に記載の分注システムは、装置の積層プラットフォーム上への粉末の分注及び圧縮を促進する。図 1 A、1 B を参照すると、コントローラ 1 2 8 は、装置 1 0 0、特に分注システム 1 1 6 を操作して、分注及び圧縮工程を制御しうる。コントローラ 1 2 8 は、例えば、装置のユーザインターフェースへのユーザ入力からの信号、又は装置 1 0 0 のセンサからの検出信号を受信しうる。ユーザ入力は、形成される対象物を示す CAD データであってよい。コントローラ 1 2 8 は、その CAD データを使用して、付加製造プロセスの間に形成される構造の特性を決定しうる。コントローラ 1 2 8 は、CAD データに基づいて、例えば粉末を分注するために、粉末を溶融させるために、装置 1 0 0 の様々なシステムを移動させるために、システム、粉末、及び/又はワークピース 1 3 0 の特性を検出するために、コントローラ 1 2 8 で操作可能な各システムによって使用可能な命令を生成しうる。

20

【 0 0 9 5 】

粉末を分注し圧縮する例示のプロセスでは、図 3 A を参照すると、粉末粒子は最初に粉末ホッパー 1 3 1 を通して充填される。図 3 B を参照すると、粉末粒子は粉末ホッパー 1 3 1 を通ってチャンネル 1 3 6 の入口 1 4 2 の方へ移動する。粉末ホッパー 1 3 1 は、粉末のリザーバであってよい。これにより分注工程の間、粉末ホッパー 1 3 1 は、粉末コンベヤ 1 4 0 とチャンネル 1 3 6 の粉末供給源として機能する。

30

【 0 0 9 6 】

装置のコントローラは、コンベヤ駆動機構 1 3 9 を制御して、粉末コンベヤ 1 4 0 を駆動することができる。粉末コンベヤ 1 4 0 が駆動されると、入口 1 4 2 の粉末粒子が閉端部 1 4 4 の方へ送られる。粉末コンベヤ 1 4 0 は、チャンネル 1 3 6 が粉末粒子でほぼ一杯になるまで粉末を送り続けうる。

【 0 0 9 7 】

幾つかの実行形態では、コントローラは、チャンネル 1 3 6 が粉末粒子でほぼ一杯になったことを判定しうる。例えば、コントローラは、コンベヤ駆動機構 1 3 9 を速さ制御モードで操作することができ、特定の閾値を超過する電力レベルがチャンネル 1 3 6 が粉末粒子で一杯になったことを示すと判定することができる。コントローラは、チャンネル 1 3 6 が粉末粒子でほぼ一杯になったと判定すると、コンベヤ駆動機構 1 3 9 を操作する電力レベルに基づいて圧縮量を制御しうる。ある場合には、チャンネル 1 3 6 には、粉末粒子の圧縮量を示すことになりうる粉末粒子の詰まり具合を検出できる光センサ、力センサ、又は他の適切なセンサが含まれうる。粉末を予め圧縮しておくことにより、分注システム 1 1 6 によって積層プラットフォーム上に分注される各連続層内及びその間に分注される粉末の均一性を高めることが可能になりうる。

40

【 0 0 9 8 】

コントローラがリング駆動機構 1 3 8 を操作する前の各リング 1 4 6 は最初、リング 1 4 6 のリング開口部 1 4 8 がキャッププレート 1 5 0 の開口部 1 5 2 に対してミスアライメントされた位置にあるように、設定されていてよい。この構成では、粉末はいずれのり

50

ング146からも分注され得ない。チャンネル136が粉末粒子でほぼ一杯である、及び/又は粉末粒子が所望の圧縮レベルまで圧縮されたとコントローラが判定したときに、コントローラは、図3C、3D、及び3Eに示すように、リングを回転させるようにリング駆動機構138を操作しうる。具体的には、コントローラは、リング146の回転位置をキャッププレート150に対して変更して、各リング146からの粉末分注速度を制御することができる。

【0099】

各リング146及びそれに対応する一または複数のキャッププレート開口部は、リング開口部とキャッププレート開口部の一構成を有してよく、例えば図6A~6Dの例に、構成のうちの1つが図示されている。リング146及びリング146の一または複数のキャッププレート開口部は各々、他のリング及びキャッププレート開口部の構成とは異なる構成を有しうる。コントローラは、リング146を回転させて、リング開口部とキャッププレート開口部のアライメントを変更することができる。

10

【0100】

コントローラは、例えばリング146とキャッププレート開口部152の各構成に関して記憶されたデータに基づいて、各リング146からの粉末分注速度を設定しうる。記憶されたデータには、例えば各リング146の開口部148と、キャッププレートの開口部152のサイズ、位置、及び他の形状寸法についての情報が含まれうる。開口部148、152の形状寸法特性、及び粉末コンベヤ140によって付与されるトルクに基づいて、コントローラは、キャッププレート150の特定の開口部にアライメントされたリング146の特定の開口部の組み合わせから粉末の予測される供給速度を計算することができる。

20

【0101】

このリングの回転位置の制御により、コントローラが、粉末分注速度を設定することが可能になるばかりか、チャンネル136に沿って粉末が分注される位置も設定することが可能になる。コントローラは、粉末が全てのリング146から分注されることにより、装置の積層プラットフォーム上に粉末を広く平行に分注することが可能になるように、リング146を制御しうる。コントローラはまた、粉末がリング146のうちの一部からのみ分注されるように、リング146を制御することもできる。コントローラはしたがって、粉末の分注がチャンネル136の一部のみに沿って局所的に行われるようにすることができる。

30

【0102】

コントローラは、圧縮レベル、粉末が分注される位置、及び粉末が分注される速度を、CADデータに含まれるこれらのパラメータの各所望のレベルに基づいて制御しうる。これに関し、コントローラは、リング駆動機構138とコンベヤ駆動機構139を制御して、これらの所望のパラメータを達成しうる。更に、コントローラは、形成される対象物の形状寸法を特定しうるCADデータを使用して、粉末をどこに分注すべきかを制御しうる。コントローラは、積層プラットフォームの上の分注システムの位置を制御して、粉末がどこに分注されるかを制御することができ、コントローラはまた、分注システムに沿って粉末がどこに分注されるかも制御しうる。

40

【0103】

図1A及び1Bを参照すると、コントローラは、他のシステムを制御して、対象物を形成する工程を実施しうる。これらのシステムは、プリントヘッド102、熱源112、及び分注システム116によって分注された粉末を溶融させるエネルギー源114を含む。分注システム116が粉末の層を分注した後に、コントローラは熱源112とエネルギー源114とが協働するように制御して、層内の粉末を加熱し溶融させうる。コントローラは次に、分注システム116を制御して、別の粉末の層を分注しうる。

【0104】

コントローラ及びコンピュータ装置は、本書に記載のこれらの工程、及び他のプロセス及び工程を実行しうる。上述したように、装置100のコントローラ128は、装置10

50

0の様々な構成要素、例えばアクチュエータ、バルブ、及び電源等に接続され、これらの構成要素に向けて制御信号を生成する一または複数の処理装置を含みうる。コントローラは、動作を連係させて、装置100に上述した様々な機能動作又はステップのシーケンスを行わせる。コントローラは、プリントヘッド102のシステムの動き及び動作を制御しうる。コントローラ128は例えば、第1及び第2の粉末粒子を含む供給材料の位置を制御する。コントローラ128はまた、一度に溶融される層のグループの層数に基づいて、エネルギー源の強度も制御する。コントローラ128はまた、例えばエネルギー源又はプリントヘッドを移動させることによってエネルギーが加えられる位置も制御する。

【0105】

本書に記載のシステムのコントローラ128及び他のコンピュータ装置のパーツは、デジタル電子回路、又はコンピュータソフトウェア、ファームウェア、またはハードウェア内に実装され得る。例えばコントローラは、例えば非一過性マシン可読記憶媒体といった、コンピュータプログラム製品内に記憶されたコンピュータプログラムを実行する、プロセッサを含み得る。こうしたコンピュータプログラム(プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーションまたはコードとしても知られている)は、コンパイルまたは翻訳された言語を含むプログラミング言語の任意の形で書くことができ、また独立型プログラムとして、またはモジュール、構成要素、サブルーチン、もしくは計算環境で使用するのに適している他のユニットとして配置することを含め、任意の形で配置することができる。

【0106】

記載のシステムのコントローラ128及び他のコンピュータ装置のパーツは、各層に供給材料が堆積するためのパターンを指定する、例えばコンピュータ支援設計(CAD)互換性のファイルといったデータオブジェクトを保存するための非一過性コンピュータ可読媒体を含み得る。例えば、このデータオブジェクトは、STL形式のファイル、3Dマニファクチャリングフォーマット(3MF)ファイル、または付加製造ファイルフォーマット(AMF)ファイルであってよい。例えば、コントローラは、遠隔コンピュータからデータオブジェクトを受信し得る。コントローラ128のプロセッサは、例えば、ファームウェア又はソフトウェアによって制御されるため、コンピュータから受信したデータオブジェクトを解読し、各層の特定のパターンを溶融させる装置100の構成要素を制御するのに必要な一連の信号を生成しうる。

【0107】

本明細書は特定の実行形態の詳細を多数包含しているが、これらは本発明のいかなる範囲、または特許請求の範囲においても限定するものとして解釈すべきでなく、特定の発明の特定の実施形態に特有の特徴の説明として解釈すべきである。別々の実施形態に関連して本明細書に記載された特定の機能を、単一の実施形態において組み合わせることも可能である。反対に、単一の実施形態に関連して記載される様々な特徴を、複数の実施形態に別々に、またはいずれかの適切な組み合わせの一部において実行することもできる。さらに、特徴は特定の組み合わせにおいて作用するものとして上記され、またそのように特許請求されうるが、ある場合には特許請求された組み合わせの中の一または複数の特徴をその組み合わせから除外することもでき、特許請求された組み合わせが、組み合わせの一部または組み合わせの一部の変形を対象とする場合もある。

【0108】

図1Aのプリントヘッドは、装置100が対象物を積層することを可能にする幾つかのシステムを含む。ある場合には、プリントヘッドの代わりに、AM装置は、独立して動作するエネルギー源、分注器、及びセンサを含む独立して動作するシステムを含む。これらのシステムの各システムは、独立して移動可能であり、モジュール式プリントヘッドのパーツであってよく、またパーツでなくてもよい。幾つかの例では、プリントヘッドは分注器のみを含み、装置は、溶融工程を実施する別々のエネルギー源を含む。これらの例におけるプリントヘッドはしたがって、コントローラと協働して分注工程を実施する。

【0109】

単一サイズの粉末粒子を含む工程を説明したが、幾つかの実行形態では、これらの工程は、複数の異なるサイズの粉末粒子を用いて実行されうる。本書に記載のAM装置の幾つかの実行形態は、2種類の粒子（例：第1及び第2の粉末粒子）を含むが、ある場合には、追加の種類粒子を使用可能である。上述したように、第1の粉末粒子は、第2の粉末粒子よりも大きいサイズを有する。幾つかの実行形態では、装置は、層を形成するために第2の粉末粒子を分注する前に、プラテン上に、又は前に分注された下層上に第3の粉末粒子を分注する。

【0110】

金属用とセラミック用の付加製造の処理条件は、プラスチック用のそれとは著しく異なる。例えば、金属とセラミックは概して、著しく高い処理温度を必要とする。プラスチック用の3D印刷の技法は、金属またはセラミックの処理には適用できないかもしれず、装置も均等ではないかもしれない。しかしながら、本書に記載された幾つかの技法を、例えばナイロン、ABS、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）及びポリスチレン等のポリマー粉末に適用可能でありうる。

【0111】

幾つかの実行形態が記載されてきた。だが、様々な変更が行われ得ることは理解すべきである。例えば、

- ・プリントヘッドのパーツとして上述した様々な構成要素、例えば一又は複数の分注システム、一又は複数のスプレッダー、一又は複数の検出システム、熱源及び/又はエネルギー源をプリントヘッドの代わりにガントリに装着しうる、あるいはガントリを支持するフレームに装着しうる。

- ・一または複数のシステムは各々、2つ以上の粉末コンベヤ、例えば2つ以上のスクルーコンベヤ又はオーガコンベヤを含みうる。

- ・キャッププレートは、リングに対してキャッププレートを回転させる駆動機構を含みうる。ある場合には、キャッププレートはリングに対して平行移動しうる。リングに対するキャッププレートの動きにより更に、リングの開口部とキャッププレートの開口部とのアライメント及びミスアライメントが促進されうる。

- ・キャッププレートは、積層プラットフォーム上に粉末をより正確に供給することを可能にするノズルを各キャッププレート開口部を含みうる。

【0112】

結果的に、他の実行形態も特許請求の範囲内にある。

また、本願は以下に記載する態様を含む。

(態様1)

対象物を形成するための付加製造装置であって、

形成される前記対象物を支持するプラテンと、

前記プラテンを覆う分配システムであって、

前記プラテンの上面にわたって分注される粉末を保持するように構成された粉末供給源と、

前記プラテンの前記上面にわたって延び、前記粉末供給源から前記粉末を受け入れるように構成された近位端を備え、粉末コンベヤの長さに沿って前記粉末コンベヤ内で運ばれる前記粉末を移動させるように構成されている、粉末コンベヤと、

前記粉末コンベヤの縦軸に沿って同軸に配置され、前記粉末コンベヤを囲み且つ前記粉末を収容するように構成されたチューブを形成し、各同心円状リングが少なくとも1つのリング開口部を含む、複数のリングと、

前記チューブの長さに沿って延び、少なくとも1つのキャッププレート開口部を含むキャッププレートであって、前記各同心円状リングの前記少なくとも1つのリング開口部が前記少なくとも1つのキャッププレート開口部にアライメントされた状態へ、又はアライメントされた状態から移動可能であるように、独立して回転可能になるように各リングが構成され、前記少なくとも1つのリング開口部と前記少なくとも1つのキャッププレート開口部がアライメントされたときに、前記少なくとも1つのリング開口部と前記少なく

10

20

30

40

50

とも1つのキャッププレート開口部とを通して前記チューブから前記粉末が分注される、
キャッププレートと
を備える分配システムと、

前記粉末の溶融部分を形成するために前記プラテンの前記上面に分注された前記粉末に
エネルギーを加えるエネルギー源と
を備える、付加製造装置。

(態様2)

前記粉末コンベヤは、前記粉末コンベヤの前記長さに沿って前記粉末コンベヤ内で運ば
れる前記粉末を移動させるために、前記縦軸の周りで回転可能である、態様1に記載の付
加製造装置。

10

(態様3)

前記粉末コンベヤは更に、前記粉末コンベヤの前記縦軸と同軸であり、前記粉末コンベ
ヤの前記縦軸の周りで回転可能なスクリーコンベヤを含み、これにより、前記スクリー
コンベヤが回転したときに前記スクリーコンベヤにより前記粉末コンベヤの前記長さ
に沿って前記粉末コンベヤ内で運ばれる前記粉末が移動する、態様2に記載の付加製造
装置。

(態様4)

前記スクリーコンベヤは、前記スクリーコンベヤが前記縦軸の周りで第1の方向に
回転したときに、前記スクリーコンベヤにより前記粉末が前記縦軸に沿って前記粉末コ
ンベヤの前記近位端から離れて運ばれるように構成され、前記スクリーコンベヤが前記
縦軸の周りで第2の方向に回転したときに、前記スクリーコンベヤにより前記粉末が前
記縦軸に沿って前記粉末コンベヤの前記近位端の方へ運ばれるように構成される、態様3
に記載の付加製造装置。

20

(態様5)

前記スクリーコンベヤを駆動するモータと、前記モータに連結されたコントローラと
を備え、前記コントローラは、前記対象物を形成するために前記粉末を分注している間、
前記スクリーコンベヤを前記第1の方向と前記第2の方向の回転の間で交互に回転させ
るように構成されている、態様4に記載の付加製造装置。

(態様6)

前記コントローラは、前記分注の前に、粉末が前記チューブのほぼ全体に沿って延びる
まで前記スクリーコンベヤを前記第1の方向に回転させるように構成されている、態様
4に記載の付加製造装置。

30

(態様7)

各リングは、前記リングの周りに角度をなして間隔を置いて配置された複数の位置を含
み、各位置は一または複数の開口部を有し、開口部の数と開口部サイズの個別の組み合
わせを有する、態様1に記載の付加製造装置。

(態様8)

各リングは、異なる位置が少なくとも1つのキャッププレート開口部にアライメントさ
れるように、前記位置の間で移動可能である、態様7に記載の付加製造装置。

(態様9)

前記組み合わせは更に、各同心円状リングの前記少なくとも1つのキャッププレート開
口部を画定し、前記組み合わせは更に、各同心円状リングに対する前記少なくとも1つの
キャッププレート開口部の開口部の数と位置とを含む、態様7に記載の付加製造装置。

40

(態様10)

前記粉末コンベヤの遠位端は、前記プラテンの前記上面にわたって延び、前記粉末が前
記遠位端を通して前記粉末コンベヤから出るのを防ぐために閉じられる、態様1に記載の
付加製造装置。

(態様11)

各同心円状リングのドライバシステムは、

前記粉末コンベヤの前記縦軸からオフセットし、前記縦軸に平行の回転軸を有するモー

50

たと、

前記モータのそれ自体の回転軸の周りでの回転により、前記同心円状リングが前記粉末コンベヤの前記縦軸の周りで回転するように、前記モータに接続されたリンクージシステムと

を備える、態様 1 に記載の付加製造装置。

(態様 1 2)

前記複数のリングの各リングの前記ドライバシステムの前記モータは、個別の軸長を含む、態様 1 1 に記載の付加製造装置。

(態様 1 3)

各同心円状リングのドライバシステムは、前記粉末コンベヤの前記縦軸の周りで前記同心円状リングを回転させるために電磁場を生成するように構成されたソレノイドを備える、態様 1 に記載の付加製造装置。

10

(態様 1 4)

前記エネルギー源は、前記粉末に前記エネルギーを加えるように構成された複数のヒータを含み、前記複数のヒータは、前記少なくとも 1 つのリング開口部と、同心円状の前記少なくとも 1 つのキャッププレート開口部とを通して分注される前記粉末に前記エネルギーが選択的に加えられるようにアドレス可能である、態様 1 に記載の付加製造装置。

(態様 1 5)

分注システムであって、

プラテンの上面にわたって分注される粉末を保持するように構成された粉末供給源と、前記プラテンの前記上面にわたって延び、前記粉末供給源から前記粉末を受け入れるように構成された近位端を含み、前記粉末コンベヤの長さに沿って前記粉末コンベヤ内で運ばれる前記粉末を移動させるように構成されている、粉末コンベヤと、

20

前記粉末コンベヤの縦軸に沿って同軸に配置され、前記粉末コンベヤを囲み且つ前記粉末を収容するように構成されたチューブを形成し、各同心円状リングが少なくとも 1 つのリング開口部を含む、複数のリングと、

前記チューブの長さに沿って延び、少なくとも 1 つのキャッププレート開口部を含むキャッププレートであって、前記各同心円状リングの前記少なくとも 1 つのリング開口部が前記少なくとも 1 つのキャッププレート開口部にアライメントされた状態へ、又はアライメントされた状態から移動可能であるように、独立して回転可能になるように各リングが構成され、前記少なくとも 1 つのリング開口部と前記少なくとも 1 つのキャッププレート開口部がアライメントされたときに、前記少なくとも 1 つのリング開口部と前記少なくとも 1 つのキャッププレート開口部を通して前記チューブから前記粉末が分注される、キャッププレートと

30

を備える分注システム。

【 図 1 A 】

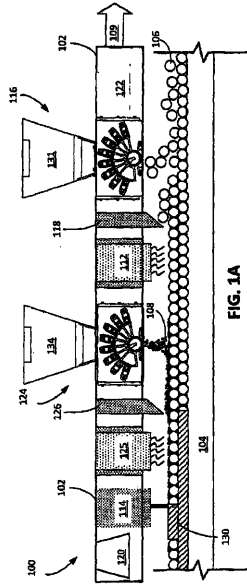


FIG. 1A

【 図 1 B 】

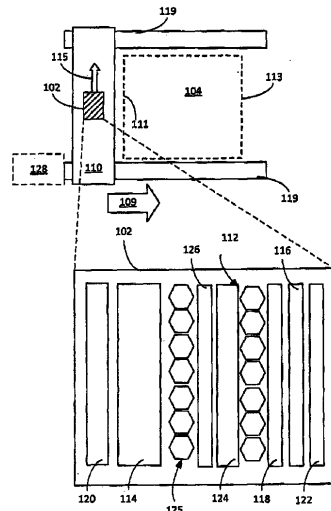


FIG. 1B

【 図 2 】

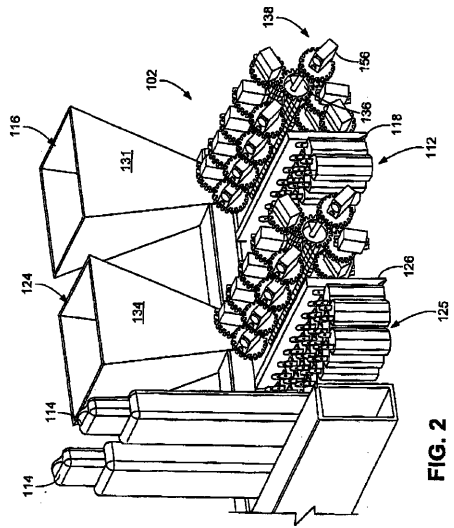


FIG. 2

【 図 3 A 】

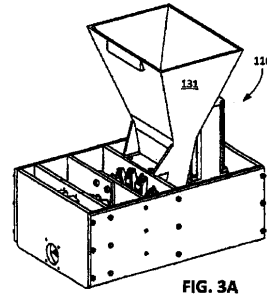
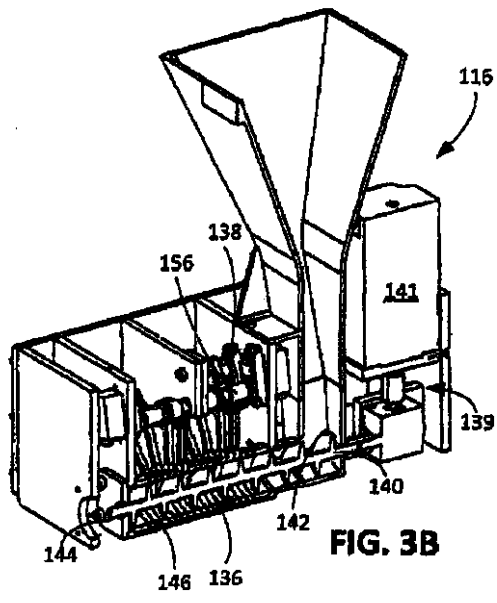
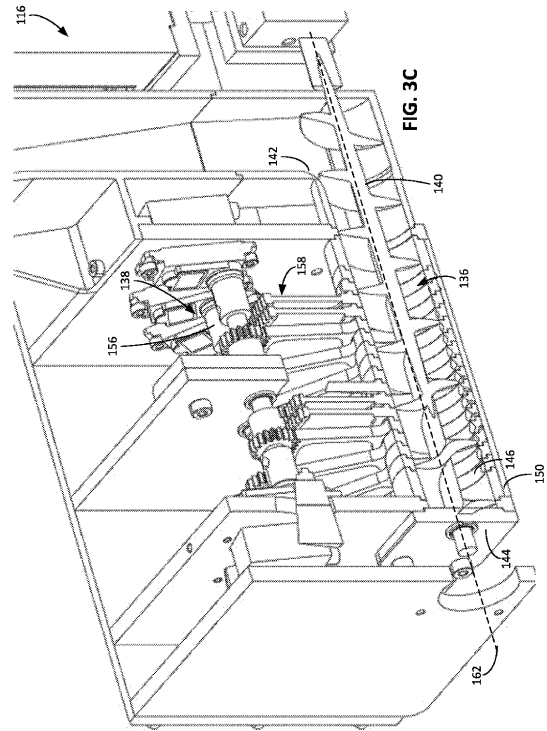


FIG. 3A

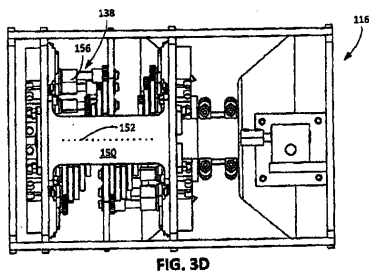
【 3 B 】



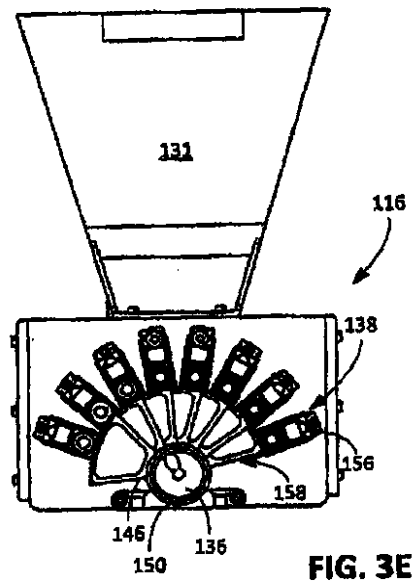
【 3 C 】



【 3 D 】



【 3 E 】



【 3 F 】

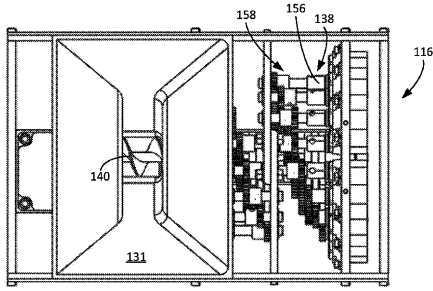


FIG. 3F

【 4 A 】

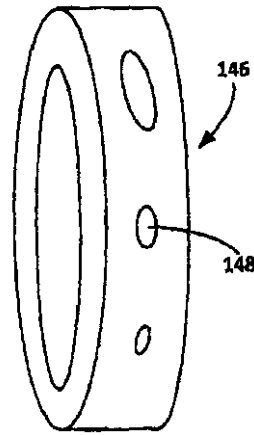


FIG. 4A

【 3 G 】

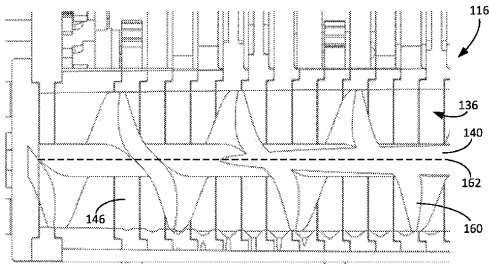


FIG. 3G

【 4 B 】

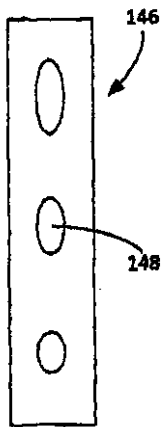


FIG. 4B

【 5 A 】

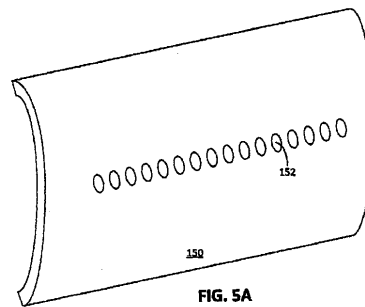


FIG. 5A

【 5 B 】

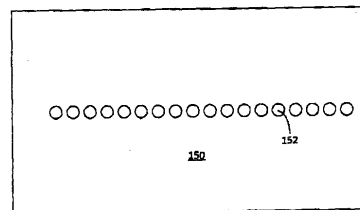
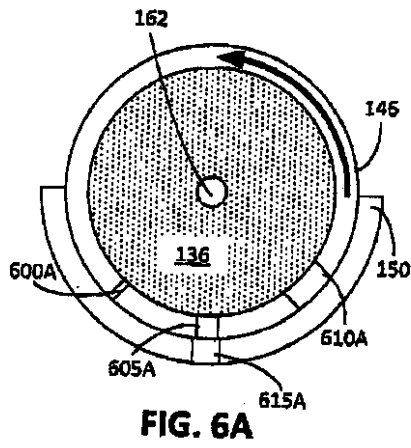
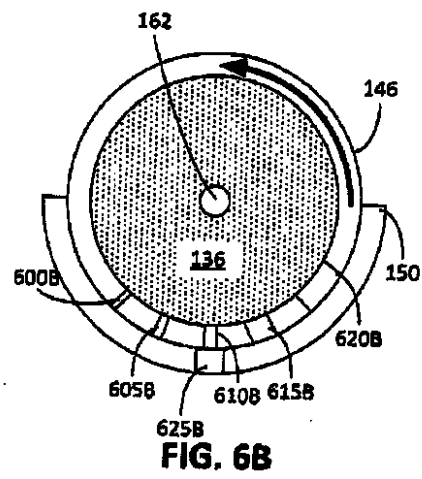


FIG. 5B

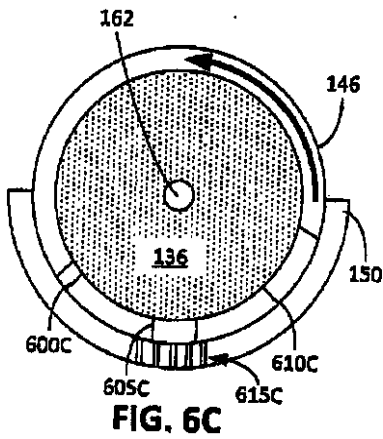
【 図 6 A 】



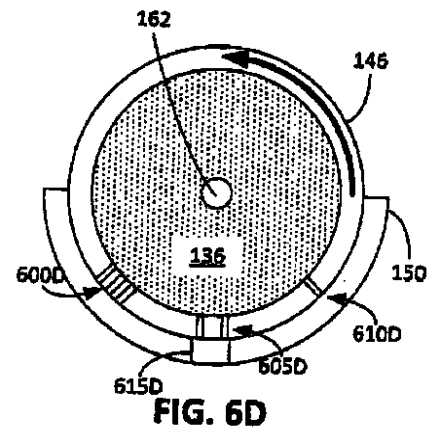
【 図 6 B 】



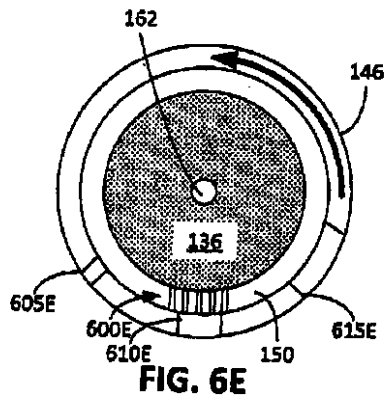
【 図 6 C 】



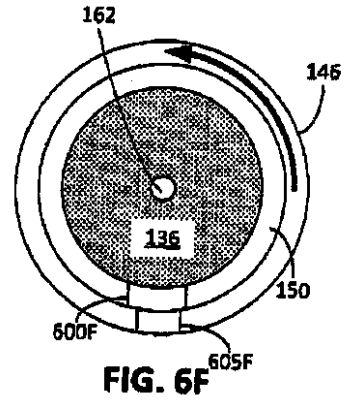
【 図 6 D 】



【 図 6 E 】



【 図 6 F 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ゼハヴィ, ラーナン
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94085, サニーベール, アマドア アヴェニュー 9
13
- (72)発明者 パティバンドラ, ナーグ ビー.
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94566, プレザントン, ヴィエラ ストリート 39
51

審査官 藤長 千香子

- (56)参考文献 特開2009-279928(JP,A)
特開平03-243514(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0257394(US,A1)
特開2005-335391(JP,A)
中国特許出願公開第104162992(CN,A)
特開2015-091570(JP,A)
特開2009-039661(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22F 1/00 - 8/00
C22C 1/04 - 1/05
C22C 33/02
B29C 64/00 - 64/40、
67/00 - 67/08、
67/24 - 69/02、
73/00 - 73/34
B29D 1/00 - 29/10、
33/00、99/00
B33Y 10/00 - 99/00
B05C 1/00 - 3/20
B05C 7/00 - 21/00