

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6356741号
(P6356741)

(45) 発行日 平成30年7月11日(2018.7.11)

(24) 登録日 平成30年6月22日(2018.6.22)

(51) Int.Cl.			F I		
B 2 9 C	64/153	(2017.01)	B 2 9 C	64/153	
B 3 3 Y	30/00	(2015.01)	B 3 3 Y	30/00	
B 3 3 Y	10/00	(2015.01)	B 3 3 Y	10/00	
B 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F	3/16	
B 2 2 F	3/105	(2006.01)	B 2 2 F	3/105	

請求項の数 10 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-142910 (P2016-142910)
 (22) 出願日 平成28年7月21日(2016.7.21)
 (65) 公開番号 特開2017-30353 (P2017-30353A)
 (43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)
 審査請求日 平成28年9月27日(2016.9.27)
 (31) 優先権主張番号 14/816, 101
 (32) 優先日 平成27年8月3日(2015.8.3)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、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 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粉体再循環式付加製造装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

付加製造装置(10)であって、
 支持面(14)であって、その上で構築プラットフォーム(16)を支持するように構成された支持面(14)と、
 支持面(14)の上に配置された粉体ディスペンサ(20)であって、粉体を分配するように構成され、かつ支持面(14)の上を横方向に移動可能である粉体ディスペンサ(20)と、
 スクレーパ(22)であって、構築プラットフォーム(16)上を移動可能であり、かつ粉体ディスペンサ(20)によってスクレーパ(22)上に分配された粉体を擦り切るように構成され、構築プラットフォーム(16)の上に粉体の層の増分を提供するスクレーパ(22)と、
 所定のパターンで粉体の層の増分を溶融し融着するように構成された指向性エネルギー源(26)と

不使用の粉体を収集するように構成された収集ホッパ(12)と、
 を備え、

収集ホッパ(12)は支持面(14)を画定する、
 装置(10)。

【請求項2】

支持面(14)の上に配置され、かつ粉体ディスペンサ(20)に粉体を供給するよう

に構成された粉体供給アセンブリ(18)をさらに含む装置(10)であって、

粉体ディスペンサ(20)は、粉体供給アセンブリ(18)下の第1の位置と、粉体供給アセンブリ(18)から離れた第2の位置との間で移動可能である、請求項1に記載の装置(10)。

【請求項3】

粉体ディスペンサ(20)が支持面(14)を横断することを可能になるように粉体ディスペンサ(20)を担持する第1のレール(74)と、

スクレーパ(22)が支持面(14)を横断することを可能になるようにスクレーパ(22)を担持する第2のレール(86)と、

を備える、請求項1または2に記載の装置(10)。

10

【請求項4】

収集ホッパ(12)に連結され、収集ホッパ(12)に収集された粉体を再使用のために粉体供給アセンブリ(18)に移動するように構成されたブロワ(24)をさらに含む、請求項1乃至3のいずれかに記載の装置(10)。

【請求項5】

粉体供給アセンブリ(18)は、上壁(68)に接続された環状側壁(60)を備えるサイクロンチャンバ(48)を含み、

粉体給送管(54)は偏心位置で側壁(60)に入り、

空気戻し管(62)は中心位置で上壁(68)に入る、請求項2に記載の装置(10)

。

20

【請求項6】

付加製造工程による部材製造方法であって、

(a) 支持面(14)に構築プラットフォーム(16)を支持するステップと、

(b) 粉体ディスペンサ(20)からの粉体を分配しつつ、支持面(14)の上に配置された粉体ディスペンサ(20)を、構築プラットフォーム(16)を横切って横断し、構築プラットフォーム(16)上に粉体を堆積させるステップと、

(c) スクレーパ(22)を用いて構築プラットフォーム(16)を横断し、堆積した粉体を擦り切り、粉体の層の増分を形成するステップと、

(d) 指向性エネルギー源(26)を用いて、部材(42)の断面層に対応するパターンで粉体の層の増分を融着するステップと、

(e) (b)～(d)のサイクルステップを繰り返して、1層ずつ部材(42)を構築するステップと、

(f) 支持面(14)を画定する収集ホッパ(12)により不使用の粉体を収集するステップと、

を含む方法。

30

【請求項7】

不使用の粉体を収集し、再使用のために不使用の粉体を粉体供給アセンブリ(18)へ移動することをさらに備える、請求項6に記載の方法。

【請求項8】

ステップ(b)～(d)の間、構築プラットフォーム(16)上に格納壁(40)を構築することであって、格納壁(40)が部材(42)を取り囲むことをさらに備える、請求項6に記載の方法。

40

【請求項9】

構築プラットフォーム(16)が格納壁(40)の外幅よりも広く、張出しを画定する方法であって、方法は、ステップ(b)～(d)の間、余剰の粉体が張出しの上に構築することを可能とし、格納壁(40)を支持するバットレスを形成することをさらに備える、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

部材(42)及び格納壁(40)が所定の最大高さである場合に、バットレスが所定の最小幅を維持できるように、張出しの幅が選択される、請求項9に記載の方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、付加製造に関し、より詳細には、部品又は部材を製造するための粉体再循環式付加製造装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

付加製造は、鋳造に代わるプロセスであり、材料を一層ずつ構築して部品又は部材を形成する。鋳造プロセスとは異なり、付加製造は機械の位置分解能によってのみ制限され、鋳造で必要とされるような、抜き勾配を設ける、張出しを避ける等の要件によって制限されない。付加製造は「積層造形」、「逆加工」、「直接金属レーザ溶融」(DMLM)及び「3次元印刷」等の用語で呼ばれることもある。本発明の目的のためこのような用語を同義語として扱う。

10

【0003】

現在、粉体層技術は、従来技術の金属付加製造技術で最良の分解能が実証されている。しかし、粉体層内で構築を行う必要があるため、従来機械は大量の粉体を用い、例えば粉体重量が130kg(300lbs.)を超えることもある。これは多くの機械を使用する工場環境を考慮するとコストがかかる。部材に直接溶融されず、隣接する粉体層に収納される粉体は、エレベータシステムに重量を加え、密封及びチャンバ圧力の問題を複雑にし、部材構築終了時に部材取り出しの障害となり、大型の部品に対して現在検討されている大型の層システムでは取り扱いにくくなるため、問題となる。

20

【0004】

したがって、粉体層を用いることなく部品を生成することができる付加製造装置及び方法の必要性が残る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許第8691333号明細書

【発明の概要】

30

【0006】

上記必要性は、本発明が、構築プラットフォーム上に連続的な流れで粉体を供給する付加製造装置を提供することにより、対処する。必要に応じて、本装置は不使用の粉体を再循環させて製造プロセスで再使用する。

【0007】

本発明の一態様によると、付加製造装置は、支持面であって、その上で構築プラットフォームを支持するように構成された支持面と、支持面の上に配置された粉体ディスペンサであって、粉体を分配するように構成され、かつ支持面の上を横方向に移動可能である粉体ディスペンサと、スクレーパであって、構築プラットフォーム上を移動可能であり、かつ粉体ディスペンサによってスクレーパ上に分配された粉体を擦り切るように構成され、構築プラットフォームの上に粉体の層の増分を提供するスクレーパと、所定のパターンで粉体の層の増分を溶融し融着するように構成され、これにより部材を形成する、指向性エネルギー源とを含む。

40

【0008】

本発明の別の態様によると、ディスペンサは、所定の流量で粉体の連続的な流れを分配するように構成される。

【0009】

本発明の別の態様によると、装置は、支持面の上に配置され、かつ粉体ディスペンサに粉体を供給するように構成された粉体供給アセンブリをさらに含み、

粉体ディスペンサは、粉体供給アセンブリ下の第1の位置と、粉体供給アセンブリから

50

離れた第2の位置との間を移動可能である。

【0010】

本発明の別の態様によると、装置は、不使用の粉体を収集するように構成された収集ホッパを内部にさらに含み、収集ホッパは支持面を画定する。

【0011】

本発明の別の態様によると、支持面は、該支持面を通して延出し、不使用の粉体が支持面を通して収集ホッパ内に落下することを可能にするように構成された開口を含む。

【0012】

本発明の別の態様によると、装置は、収集ホッパに連結され、収集ホッパに収集された粉体を再使用のために粉体供給アセンブリに移動するように構成されたブロワをさらに含む。

10

【0013】

本発明の別の態様によると、粉体給送管は、粉体供給アセンブリ及びブロワを相互接続し、

空気戻し管は、粉体供給アセンブリ及びブロワを相互接続し、粉体供給アセンブリ、収集ホッパ、ブロワ、粉体給送管及び空気戻し管は、粉体を再循環するように動作可能なループを画定する。

【0014】

本発明の別の態様によると、粉体供給アセンブリは、支持面に対して垂直に移動可能である。

20

【0015】

本発明の別の態様によると、粉体給送管及び空気戻し管は、各々一對の伸縮部を備える。

【0016】

本発明の別の態様によると、粉体供給アセンブリは、上壁に接続された環状側壁を備えるサイクロンチャンバを含み、粉体給送管は全くの偏心位置で側壁に入り、空気戻し管は中心位置で上壁に入る。

【0017】

本発明の別の態様によると、付加製造工程による部材製造方法は、(a)支持面に構築プラットフォームを支持するステップと、(b)粉体ディスペンサからの粉体の連続的な流れを分配しつつ、支持面の上に配置された粉体ディスペンサを、構築プラットフォームを横切って横断し、構築プラットフォーム上に粉体を堆積させるステップと、(c)スクレーパを用いて構築プラットフォームを横断し、堆積した粉体を擦り切り、粉体の層の増分を形成するステップと、(d)指向性エネルギー源からビームを照射して、部材の断面層に対応するパターンで粉体の層の増分を融着するステップと、ステップ(e)(b)~(d)のサイクルステップを繰り返して、1層ずつ部材を構築するステップとを含む。

30

【0018】

本発明の別の態様によると、本方法は、ステップ(b)の前に、支持面の上に配置される粉体供給アセンブリの下第1の位置へ、粉体ディスペンサを移動させることと、粉体を粉体供給アセンブリから粉体ディスペンサの中へ落下させることとをさらに含む。

40

【0019】

本発明の別の態様によると、本方法は、支持面の下に配置された収集ホッパを使用して、不使用の粉体を収集することをさらに含む。

【0020】

本発明の別の態様によると、支持面は、該支持面を通して延出する開口を含み、開口は不使用の粉体を通り抜けて収集ホッパの中へ落下することを可能にする。

【0021】

本発明の別の態様によると、本方法は、収集ホッパに連結されたブロワを用いて、収集ホッパに収集された粉体を再使用のために粉体供給アセンブリへ移動することをさらに含む。

50

【 0 0 2 2 】

本発明の別の態様によると、粉体給送管は、粉体供給アセンブリ及びブロワを相互接続し、空気戻し管は、粉体供給アセンブリとブロワを相互接続し、ブロワは、収集ホッパから粉体給送管を通して粉体供給アセンブリの中へ、粉体をループ状に再循環させる。

【 0 0 2 3 】

本発明の別の態様によると、本方法は、ステップ (b) ~ (d) の間、構築プラットフォーム上に格納壁を構築することであって、格納壁が部材を取り囲むことをさらに含む。

【 0 0 2 4 】

本発明の別の態様によると、構築プラットフォームは格納壁の外幅よりも広く、張出しを画定する。本方法は、ステップ (b) ~ (d) の間、余剰の粉体が張出し上に構築することを可能とし、格納壁を支持するバットレスを形成することをさらに含む。

10

【 0 0 2 5 】

本発明の別の態様によると、部材及び格納壁が所定の最大高さである場合に、バットレスが所定の最小幅を維持できるように、張出しの幅が選択される。

【 0 0 2 6 】

本発明の別の態様によると、製造品は、構築プラットフォームと、プラットフォーム上に配置された部材と、部材を取り囲むプラットフォーム上に配置された粉体の第 1 の部分と、粉体の第 1 の部分及び部材を取り囲むプラットフォーム上に配置された格納壁とを含む。

20

【 0 0 2 7 】

本発明の別の態様によると、物品は、格納壁を取り囲むプラットフォーム上に配置された粉体の第 2 の部分をさらに備え、粉体の第 2 の部分は、格納壁を外側横方向に支持する傾斜したバットレスを画定する。

【 0 0 2 8 】

本発明の別の態様によると、格納壁は均一の厚さを有する。

【 0 0 2 9 】

本発明は、添付の図面と併せて以下の説明を参照することにより、最もよく理解することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【 図 1 】 本発明の態様に従って構築された付加製造装置の右側立面図である。

【 図 2 】 図 1 の付加製造装置の左側立面図である。

【 図 3 】 装填位置にある図 1 の付加製造装置の正面断面図である。

【 図 4 】 使用位置にある図 1 の付加製造装置の正面断面図である。

【 図 5 】 支持プラットフォーム上に分配される粉体を示す。

【 図 6 】 擦り切り又は平坦化される粉体を示す。

【 図 7 】 レーザによって融着され、格納壁及び部品を形成する、図 6 の平坦化された粉体を示す。

【 図 8 】 図 5 ~ 図 7 に示すプロセスを複数回通過した後の格納壁及び構築された部品を示す。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 1 】

図面を参照すると、様々な図を通して同一の参照符号は同じ要素を表し、図 1 ~ 図 4 は本発明の製造方法を実施するための装置 10 を示す。基本的な部品は、1 つ以上の構築プラットフォーム 16 を支持するように構成された支持面 14 を有する収集ホッパ 12 と、粉体を供給するように構成された粉体供給アセンブリ 18 と、粉体供給アセンブリ 18 から粉体を受け、粉体を構築プラットフォーム 16 上に落下させるように構成された粉体ディスペンサと、構築プラットフォーム 16 上に落下した粉体を平坦化するスクレーパ 22 と、収集ホッパ 12 内に収容された粉体を粉体供給アセンブリ 18 の中に吹き付けるように構成されたブロワ 24 と、構築プラットフォーム上で平坦化された粉体を溶融する指向

50

性エネルギー源 26 と、ビームステアリング装置 28 である。本出願の目的において、粉体は、例えば金属及びプラスチック粉体等、層状に分配され、放射エネルギー源によって融着することができる、任意の粉体であってよい。これらの各部品を以下により詳細に説明する。図示しないが、装置 10 全体は、使用時に、望ましくない酸化及び/又は汚染を防止し、かつ粉体の二次的な格納を提供するために、不活性ガス又は他の適切な雰囲気下の環境で密閉されている可能性があることを理解されたい。

【0032】

収集ホッパ 12 は第 1 の支持体 30 に担持され、粉体供給アセンブリ 18 及び粉体ディスペンサ 20 から落下する不使用の粉体、及び/又はスクレーパ 22 によって構築プラットフォーム 16 から取り除かれた粉体を収集し、かつ収納するように構成された収集チャンバ 32 を含む。収集チャンバ 32 は、傾斜した下壁部 34 を含み、収集した粉体が低いポイント及び/又は収集チャンバ 32 の収集ポイント 36 に移動することを促進する。支持面 14 は、構築プラットフォーム 16 を載せるための平らな作業表面を提供する。表面 14 には、複数のスロット 38 又は格子状の表面を提供する他の開口が形成され、表面 14 により、不使用の粉体がスロット 38 を通して収集チャンバ 32 の中に落下することが、可能となる。収集ホッパ 12 は、所定の位置に固定されるか又は、第 1 の支持体 30 に摺動可能に接続されてもよく、これにより、収集ホッパ 12 の垂直方向の動きを可能となる。

10

【0033】

構築プラットフォーム 16 は、粉体を受けるように構成された平らな構築面を提供する板状の構造体であり、指向性エネルギー源 26 が、格納壁 40 及び格納壁 40 内側の部材 42 を構築プラットフォーム 16 の上に形成できるようにする。プラットフォーム 16 は、任意の材料から形成することができる。この材料は、指向性エネルギー源がプラットフォーム 16 の上で粉体を溶融することを可能とし、構築プラットフォーム 16 を複数の付加製造工程に再使用することを可能とするものである。例えば、構築プラットフォーム 16 は、金属又はセラミック材料から形成されてもよい。構築プラットフォーム 16 は、格納壁 40 よりわずかに大きく寸法付けされ、これにより、部材 42 を構築するために必要な粉体の量を最小限にし、使用されていない粉体を収集ホッパ 12 の中へ落下させる。図示されるように、構築プラットフォーム 16 は、構築プロセス中に支持面 14 上に配置される。

20

30

【0034】

粉体供給アセンブリ 18 は、第 2 の支持体 44 によって担持され、そこに摺動可能に接続されて粉体供給アセンブリ 18 の垂直移動を可能にする。粉体供給アセンブリ 18 は、サイクロンチャンバ 48、シープ 50 及び収納チャンバ 52 を有する供給容器 46 を備える。粉体給送管 54 は、収集ホッパ 12 と粉体供給アセンブリ 18 との間に接続されている。より具体的には、粉体給送管 54 の第 1 の端部 56 は、収集チャンバ 32 の収集ポイント 36 に接続されており、粉体給送管 54 の第 2 の端部 58 は、サイクロンチャンバ 48 の環状側壁 60 を通って延出する。加えて、空気戻し管 62 が、ブロウ 24 と粉体供給アセンブリ 18 との間に接続されている。より具体的には、空気戻し管 62 の第 1 の端部 64 は、ブロウ 24 の吸入側に接続されており、空気戻し管 62 の第 2 の端部 66 は、供給容器 46 の上壁 68 の中央位置に接続されている。ブロウ 24 は、収集ポイント 36 で収集チャンバ 32 に接続され、粉体を、回収チャンバ 32 から外へ、及び粉体給送管 54 を介してサイクロンチャンバ 48 の中へ吹き付ける。ブロウ 24 は、ファン又はポンプ等、粉体を収集ホッパ 12 から粉体給送管 54 を介して粉体供給アセンブリ 18 へ移動するのに適した任意の装置であってよいことを理解されたい。粉体給送管 54 及び空気戻し管 62 は共に、2 本の伸縮部 54 A、54 B 及び 62 A、62 B で形成されるか又は、粉体供給アセンブリ 18 及び/又は収集ホッパ 12 の垂直移動を可能にするように構成されてもよい。

40

【0035】

サイクロンチャンバ 48 は概して円筒形であり、粉体給送管 54 を介してサイクロン

50

チャンバ48に入る粉体を含む空気から、粉体を取り除くように構成される。図示されるように、粉体給送管54の第2の端部58は、サイクロン作用を促進するために偏心配置されている。すなわち、粉体給送管54は、空気に含まれる粉体をサイクロンチャンバの側壁60に沿って回転させ、粉体を空気から取り除くように配置される。粉体は、ふるい50の上に落下し、空気は空気戻し管62を介してブロワ24の吸引側でサイクロンチャンバ48から吸い出される。なお、収集ポイント36からブロワ24、粉体給送管54、収納チャンバ52、及びそこから粉体ディスペンサ20又は収集チャンバ32への粉体再循環プロセスは、連続的又は断続的に発生する可能性がある。

【0036】

ふるい50は、複数の開口70を含む。複数の開口70は、粉体から粒子を収集するのに適した所定の大きさを有する一方で、良好な粉体を、複数の開口70を通して収納チャンバ52の中へふるい分けることを可能にする。収納チャンバ52は、粉体を収納チャンバ52から分配するように構成された円錐形のスパウト72を含む。スパウト72は、粉体を収納チャンバ52から分配するために適した任意の形状を有することができることを理解されたい。

10

【0037】

粉体ディスペンサ20は、粉体供給アセンブリ18からスパウト72を介して粉体を受け取るように構成され、粉体を構築プラットフォーム16上に分配する。粉体ディスペンサ20は、第1のレール74によって担持され、粉体ディスペンサ20が支持面14を横断することを可能にする。粉体ディスペンサ20は支持面14を横断するため、粉体を受けるために複数の構築プラットフォーム16が支持面14に空間を空けて配置されてもよい。粉体ディスペンサ20は、底壁76、底壁76から外向きに延出する複数の側壁78及び側壁78の上縁82によって画成された開口頂部80を含む。底壁76は、そこを通過して延出する開口84を含み、支持面14を横切る際に、粉体ディスペンサ20から所定の流量で粉体を落下させる大きさである。開口頂部80は、粉体供給アセンブリ18のスパウト72から粉体を受ける大きさに寸法付けられている。側壁78は、粉体ディスペンサ20に粉体を含み、開口84の方へ粉体を導くように構成される。任意で、粉体ディスペンサ20を超音波振動のような公知の技術を用いて振動させ、粉体が指定された速度で開口84を通過して確実に流れるようにしてもよい。

20

【0038】

スクレーパ22は、剛性の横方向に細長い構造であり、構築プラットフォーム16上に配置された粉体を擦り切り、それによって粉体を平坦化し余剰の粉体を取り除くように構成されている。スクレーパ22は、第2のレール86に担持され、これにより、スクレーパ22が支持面14を横断できるようになっている。第2のレール86は、第1の支持体30に担持され、これにより、第2のレール86によって第2のレール86の垂直移動を可能にする。

30

【0039】

指向性エネルギー源26は、第2のレール86に担持され、第2のレールを第1の支持体30に沿って移動させることにより、支持面14に対して上昇又は下降させることができる。以下により詳細に説明されるように、指向性エネルギー源26は、構築プロセス中に粉体を溶融し融着するのに適した動力及び他の動作特性を有する任意の公知の放射エネルギー源を含んでもよい。例えば約104 W/cm²の桁を有する出力密度のレーザー光源を用いることができる。電子ビームガンのような他の指向性エネルギー源は、レーザー光源の代わりに適している。

40

【0040】

ビームステアリング装置28は、1つ以上のミラー、プリズム及び/又はレンズを含み、適するアクチュエータを備え、指向性エネルギー源26(図6参照)からのビーム「B」を所望のスポットサイズに集束し、支持面14と一致するX-Y平面内の所望の位置に向けるように配置される。

【0041】

50

アクチュエータ（図示せず）を用いて、装置 10 の部品を移動してもよい。より具体的には、アクチュエータを用いて、第 1 の支持体 30 に沿って第 2 のレール 86 及び / 又は収集ホッパ 12 を、第 2 の支持体 44 に沿って粉体供給アセンブリ 18 を、第 1 のレール 74 に沿って粉体ディスペンサ 20 を、第 2 のレール 86 に沿ってスクレーパ 22 を、選択的に移動してもよい。空気圧又は油圧シリンダ、ボールネジ又はリニア電動アクチュエータ等のアクチュエータを、この目的のために使用してもよい。さらに、構成部材が担持される支持体又はレールに構成部材を連動させて、構成部材の移動を可能にする安定した接続を提供してもよい。図示のように、ダブテール型接続が用いられる。

【 0 0 4 2 】

しかしながら、安定性があり、支持体及び / 又はレールに対して構成部材を移動することができる任意の適する種類の接続を用いてもよいことを理解されたい。

10

【 0 0 4 3 】

上記装置 10 を用いた構築プロセスは次の通りである。粉体ディスペンサ 20 及びスクレーパ 22 は、図 3 に示す初期位置に移動し、構築プラットフォーム 16 が支持面 14 に固定されることを可能にする。図示されるように、粉体ディスペンサ 20 及びスクレーパ 22 は、第 1 及び第 2 のレール 74、86 に沿って移動し、スパウト 72 を粉体ディスペンサ 20 の開口頂 80 と整合することによって、粉体ディスペンサ 20 が粉体供給アセンブリ 18 から粉体「P」（図 5）を受け取れることを可能にする。加えて、第 1 及び第 2 のレール 74、86 は、第 1 及び第 2 の支持体 30、44 に沿って移動して、粉体ディスペンサ 20 とスクレーパ 22 を実質的に同じ高さに配置し、支持面 14 を横断する間、粉体ディスペンサ 20 が指向性エネルギー源 26 と干渉しないようにする。初期位置は、指向性エネルギー源 26 を適切な位置に配置し、構築プラットフォーム 16 上に配置された粉体 P の第 1 の層を溶融する（図 7）。

20

【 0 0 4 4 】

粉体供給アセンブリ 18 は、スパウト 72 を介して粉体ディスペンサ 20 に粉体 P を充填する。充填されると、粉体ディスペンサ 20 は、制御された速度で連続的な流れの粉体 P を、開口 84 を通して落下させる。充填に続いて、粉体ディスペンサ 20 は、粉体 P の流れを落下させながら、初期位置から終点位置へ（図 4）、支持面 14 及び構築プラットフォーム 16 を横断することができる。構築プラットフォーム 16 上に落下した粉体 P が再利用のためにスロット 38 を通って落下する一方で、構築プラットフォーム 16 上に落下した粉体 P は粉体 P の第 1 の層を形成する。

30

【 0 0 4 5 】

次に、スクレーパ 22 が支持面 14 及び構築プラットフォーム 16 を横断し、粉体 P の第 1 の層を構築プラットフォーム 16 にわたって水平に広げ、それによって粉体 P は平坦化し、第 1 の層の増分を形成する（図 6）。層の増分は、付加製造プロセスの速度と部材 42 の解像度に影響を及ぼす。1 例として、層の増分は約 10 ~ 50 μm （0.0003 ~ 0.002 インチ）であってもよい。余剰の粉体 P は、スクレーパ 22 が左から右へ通過する際、リサイクルのためにスロット 38 を通って収集チャンバ 32 の中へ落下する。続いて、スクレーパ 22 及び粉体ディスペンサ 20 は初期位置まで後退して戻ってもよく、そこで粉体ディスペンサ 20 は粉体 P で再充填されてもよい。戻りの横断は、以下に説明するレーザ溶融工程の後まで遅延されてもよい。上記のように、収集チャンバ 32 の中に落ちる余剰の粉体 P は、ブロワ 24 によって粉体供給アセンブリ 18 の中へ吹き戻される。

40

【 0 0 4 6 】

指向性エネルギー源 26 を用いて、格納壁 40 及び構築される部材 42 の 2 次元断面を溶融する（図 7）。上述のように、格納壁 40 は部材 42 と共に構築プラットフォーム 16 上に構築される。指向性エネルギー源 26 はビーム「B」を放射する。ビームステアリング装置 28 を用いて、ビーム B の焦点「S」を適切なパターンで露出した粉体表面上に導く。粉体 P の露出した層は、ビーム B によって溶融、流動、固化を可能にする温度まで加熱される。

50

【 0 0 4 7 】

粉体供給アセンブリ 1 8 及び粉体ディスペンサ 2 0 は、第 1 の層の増分と実質的に等しい距離で第 2 の支持体 4 4 に沿って垂直上方に移動し、粉体ディスペンサ 2 0 を位置決めして、第 1 の層と同様の厚さの粉体 P の第 2 の層を広げることができる。第 2 のレール 8 6 も、第 1 の層の増分と実質的に等しい距離で第 1 の支持体 3 0 に沿って垂直上方へ移動し、スクレーパ 2 2 を位置決めして粉体 P の第 2 の層を広げ、指向性エネルギー源 2 6 を位置決めして粉体 P の露出した第 2 の層を溶融する。必要に応じて、収集ホッパ 1 2 が第 1 の支持体 3 0 に沿って第 1 の層の増分と実質的に等しい距離で垂直下方へ移動してもよく、又は部品の上方及び下方の垂直移動（収集ホッパ 1 2 に対して下方、粉体供給アセンブリ 1 8、粉体ディスペンサ 2 0、スクレーパ 2 2 及び指向性エネルギー源 2 6 に対して上方）の組合せを行って、収集ホッパ 1 2 と粉体供給アセンブリ 1 8、粉体ディスペンサ 2 0、スクレーパ 2 2 及び指向性エネルギー源 2 6 との間の距離を第 1 の層の増分と実質的に等しい距離で増加させてもよい。

10

【 0 0 4 8 】

位置決めしたら、粉体ディスペンサ 2 0 は初期位置から終点位置まで支持面 1 4 及び構築構造体 1 6 を横断し、粉体 P の第 2 の層を付与する。次にスクレーパ 2 2 が支持面 1 4 及び構築プラットフォーム 1 6 を横断し、第 1 の層の増分と同様の厚さで、粉体 P の付与された第 2 の層を広げる。あるいは、粉体ディスペンサ 2 0 の容量と開口 8 4 からの流量に応じて、粉体 P の第 2 の付与は、粉体ディスペンサ 2 0 が終点位置から終点位置へ（再充填するための復路は必ずしも実行されずに）横断して戻ることによって付与されてもよい。指向性エネルギー源 2 6 はビーム B を再放射する。ビームステアリング装置 2 8 を用いて、ビーム B の焦点 S を適切なパターンで露出した粉体表面上に導く。粉体 P の露出した層は、最上層内及びすでに固化した下層の両方で溶融、流動及び固化が可能な温度まで加熱される。

20

【 0 0 4 9 】

部品を移動し、粉体 P を付与し、指向性エネルギー源が粉体 P を溶融するこのサイクルを、部材 4 2 全体が完成するまで繰り返す。格納壁 4 0 は、部材 4 2 と共に構築される。

【 0 0 5 0 】

図 7 及び図 8 に見られるように、構築プラットフォーム 1 6 は格納壁 4 0 の全幅よりも広く、横張出し 1 0 0 を設ける。この張出し 1 0 0 は、構築プロセス中に、格納壁 4 0 外周の構築プラットフォーム 1 6 上に粉体 P を構築することを可能にする。外側の支持がないこの粉体 P は、粉体 P の自然な休止角で斜めに落ちる傾向がある。残りの粉体 P は、格納壁 4 0 を外側横方向に支持するバットレス「b」を画定し、構築中その一体性及び厚さを維持することができる（すなわち格納壁 4 0 が上方へ延出する際、壁厚は均一であり得る）。張出し 1 0 0 の横幅は、特定の粉体 P の休止角を理解した上で、部材 4 2 及び格納壁 4 0 の最大高さ「H」においても、粉体 P の最小幅「W」が引き続き格納壁 4 0 を支持するように選択されてもよい。

30

【 0 0 5 1 】

上記の装置及びプロセスは、固定粉体容器及び関連する余剰粉体要件を必要としない、部材の付加製造手段を提供する。これは構築プロセスにおいて時間と費用を節約し、固定装置のサイズ及び複雑さを低減し、構築プロセスの柔軟性を増大させる。

40

【 0 0 5 2 】

上記で粉体再循環式付加製造装置及び方法を説明した。本明細書（添付した特許請求の範囲、要約、及び図面を含む）で開示した特徴のすべて、及び / 又は開示した任意の方法もしくは処理のステップのすべては、そのような特徴及び / 又はステップの少なくともいくつか相互に排他的である組合せを除いて、任意の組合せで組合せることができる。

【 0 0 5 3 】

本明細書（添付した特許請求の範囲、要約、及び図面を含む）に開示した各特徴は、特に明記しない限り、同一、等価、又は類似の目的を提供する代替的特徴に置き換えることができる。したがって、特に明記しない限り、開示した各特徴は、等価又は類似の特徴の

50

一般的な系列の内の1例にすぎない。

【0054】

本発明は、上述した実施形態の詳細に限定されるものではない。本発明は、本明細書（付随したクレーム、要約書及び図面を含む）で開示した特徴からなるあらゆる新規のもの、又はあらゆる新規の組合せ、又はこのように開示されたあらゆる新規のもの、あらゆる新規の組合せ、あらゆる方法又はプロセスのステップに及ぶ。

[実施態様1]

支持面(14)であって、その上で構築プラットフォーム(16)を支持するように構成された支持面(14)と、

支持面(14)の上に配置された粉体ディスペンサ(20)であって、粉体を分配するように構成され、かつ支持面(14)の上を横方向に移動可能である粉体ディスペンサ(20)と、

スクレーパ(22)であって、構築プラットフォーム(16)上を移動可能であり、かつ粉体ディスペンサ(20)によってスクレーパ(22)上に分配された粉体を擦り切るように構成され、構築プラットフォーム(16)の上に粉体の層の増分を提供するスクレーパ(22)と、

所定のパターンで粉体の層の増分を溶融し融着するように構成された指向性エネルギー源(26)とを備える、付加製造装置(10)。

[実施態様2]

ディスペンサ(20)は、所定の流量で粉体の連続的な流れを分配するように構成される、実施態様1に記載の装置(10)。

[実施態様3]

支持面(14)の上に配置され、かつ粉体ディスペンサ(20)に粉体を供給するように構成された粉体供給アセンブリ(18)をさらに含む装置(10)であって、

粉体ディスペンサ(20)は、粉体供給アセンブリ(18)下の第1の位置と、粉体供給アセンブリ(18)から離れた第2の位置との間で移動可能である、実施態様1に記載の装置(10)。

[実施態様4]

不使用の粉体を収集するように構成された収集ホッパ(12)を内部にさらに含み、

収集ホッパ(12)は支持面(14)を画定する、実施態様3に記載の装置(10)。

[実施態様5]

支持面(14)は、該支持面(14)を通過して延出し、不使用の粉体が支持面(14)を通過して収集ホッパ(12)内に落下することができるように構成された開口部を含む、実施態様4に記載の装置(10)。

[実施態様6]

収集ホッパ(12)に連結され、収集ホッパ(12)に収集された粉体を再使用のために粉体供給アセンブリ(18)に移動するように構成されたブロワ(24)をさらに含む、実施態様4に記載の装置(10)。

[実施態様7]

粉体給送管(54)は、粉体供給アセンブリ(18)及びブロワ(24)を相互接続し

、

空気戻し管(62)は、粉体供給アセンブリ(18)及びブロワ(24)を相互接続し

、

粉体供給アセンブリ(18)、収集ホッパ(12)、ブロワ(24)、粉体給送管(54)及び空気戻し管(62)は、粉体を再循環するように動作可能なループを画定する、実施態様6に記載の装置(10)。

[実施態様8]

粉体供給アセンブリ(18)は、支持面(14)に対して垂直に移動可能である、実施態様7に記載の装置(10)。

[実施態様9]

10

20

30

40

50

粉体給送管(54)及び空気戻し管(62)は、各々一對の伸縮部(54A、54B、62A、62B)を備える、実施態様8に記載の装置(10)。

[実施態様10]

粉体供給アセンブリ(18)は、上壁(68)に接続された環状側壁(60)を備えるサイクロンチャンバ(48)を含み、

粉体給送管(54)は全くの偏心位置で側壁(60)に入り、
空気戻し管(62)は中心位置で上壁(68)に入る、実施態様7に記載の装置(10)

[実施態様13]

(a) 支持面(14)に構築プラットフォーム(16)を支持するステップと、

(b) 粉体ディスペンサ(20)からの粉体を分配しつつ、支持面(14)の上に配置された粉体ディスペンサ(20)を、構築プラットフォーム(16)を横切って横断し、構築プラットフォーム(16)上に粉体を堆積させるステップと、

(c) スクレーパー(22)を用いて構築プラットフォーム(16)を横断し、堆積した粉体を擦り切り、粉体の層の増分を形成するステップと、

(d) 指向性エネルギー源(26)を用いて、部材(42)の断面層に対応するパターンで粉体の層の増分を融着するステップと、

(e) (b)~(d)のサイクルステップを繰り返して、1層ずつ部材(42)を構築するステップとを含む、付加製造工程による部材製造方法。

[実施態様14]

ステップ(b)の前に、

支持面(14)の上に配置される粉体供給アセンブリ(18)下の第1の位置へ粉体ディスペンサ(20)を移動させることと、

粉体を粉体供給アセンブリ(18)から粉体ディスペンサ(20)の中へ落下させることとをさらに備える、実施態様12に記載の方法。

[実施態様15]

支持面(14)の下に配置された収集ホッパ(12)を使用して、不使用の粉体を収集することをさらに含む、実施態様13に記載の方法。

[実施態様16]

支持面(14)は、該支持面(14)を通して延出する開口(70)を含み、開口(70)は、不使用の粉体が通り抜けて収集ホッパ(12)の中へ落下することを可能にする、実施態様15に記載の方法。

[実施態様17]

収集ホッパ(12)に連結されたブロワ(24)を用いて、収集ホッパ(12)に収集された粉体を再使用のために粉体供給アセンブリ(18)へ移動することをさらに含む、実施態様15に記載の方法。

[実施態様18]

粉体給送管(54)は、粉体供給アセンブリ(18)及びブロワ(24)を相互接続し、

空気戻し管(62)が粉体供給アセンブリ(18)とブロワ(24)を相互接続し、

ブロワ(24)が、収集ホッパ(12)から粉体給送管(54)を通して粉体供給アセンブリ(18)へ、粉体をループ状に再循環させる、実施態様17に記載の方法。

[実施態様19]

ステップ(b)~(d)の間、構築プラットフォーム(16)上に格納壁(40)を構築することによって、格納壁(40)が部材(42)を取り囲むことをさらに備える、実施態様13に記載の方法。

[実施態様20]

構築プラットフォーム(16)が格納壁(40)の外幅よりも広く、張出しを画定する方法によって、方法は、ステップ(b)~(d)の間、余剰の粉体が張出しの上に構築することを可能とし、格納壁(40)を支持するバットレスを形成することをさらに備える

10

20

30

40

50

、実施態様 19 に記載の方法。

[実施態様 21]

部材(42)及び格納壁(40)が所定の最大高さである場合に、バットレスが所定の最小幅を維持できるように、張出しの幅が選択される、実施態様 20 に記載の方法。

[実施態様 22]

構築プラットフォーム(16)と、

プラットフォーム(16)上に配置された部材(42)と、

部材(42)を取り囲むプラットフォーム(16)上に配置された粉体の第1の部分と

粉体の第1の部分及び部材(42)を取り囲むプラットフォーム(16)上に配置された格納壁(40)を備える、製造品。 10

[実施態様 23]

格納壁(40)を取り囲むプラットフォーム(16)上に配置された粉体の第2の部分をさらに備え、粉体の第2の部分は、格納壁(40)を外側横方向に支持する傾斜したバットレスを画定する、実施態様 22 に記載の物品。

[実施態様 24]

格納壁(40)は均一の厚さを有する、実施態様 22 に記載の物品。

【符号の説明】

【0055】

10	装置	20
12	収集ホッパ	
14	支持面	
16	構築プラットフォーム	
18	粉体供給アセンブリ	
20	粉体ディスペンサ	
22	スクレーパ	
24	ブロワ	
26	指向性エネルギー源	
28	ビームステアリング装置	
30	第1の支持体	30
32	収集チャンバ	
34	底壁	
36	収集ポイント	
38	スロット	
40	格納壁	
42	部材	
44	第2の支持体	
46	供給容器	
48	サイクロンチャンバ	
50	ふるい	40
52	収納チャンバ	
54	粉体給送管	
56	第1の端部	
58	第2の端部	
60	側壁	
62	空気戻し管	
64	第1の端部	
66	第2の端部	
68	上壁	
54A	伸縮部	50

- 5 4 B 伸縮部
- 6 2 A 伸縮部
- 6 2 B 伸縮部
- 7 0 開口
- 7 2 スパウト
- 7 4 第 1 のレール
- 7 6 底壁
- 7 8 側壁
- 8 0 開口頂部
- 8 2 上縁
- 8 4 開口
- 8 6 第 2 のレール
- 1 0 0 横張出し

【 図 1 】

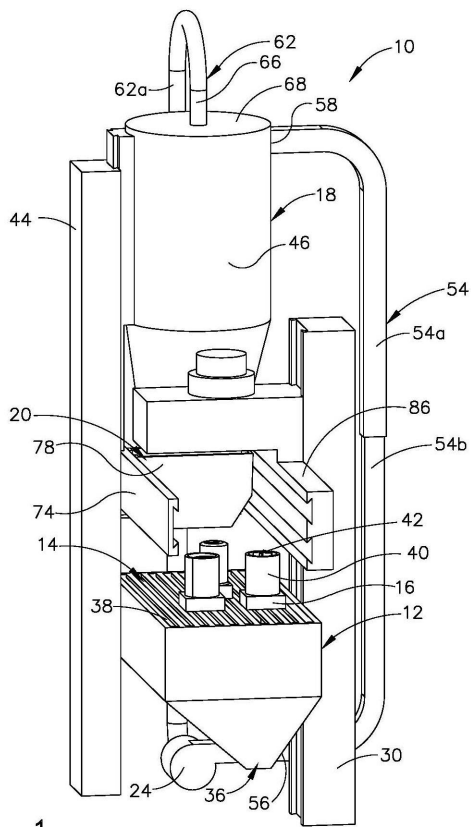


FIG. 1

【 図 2 】

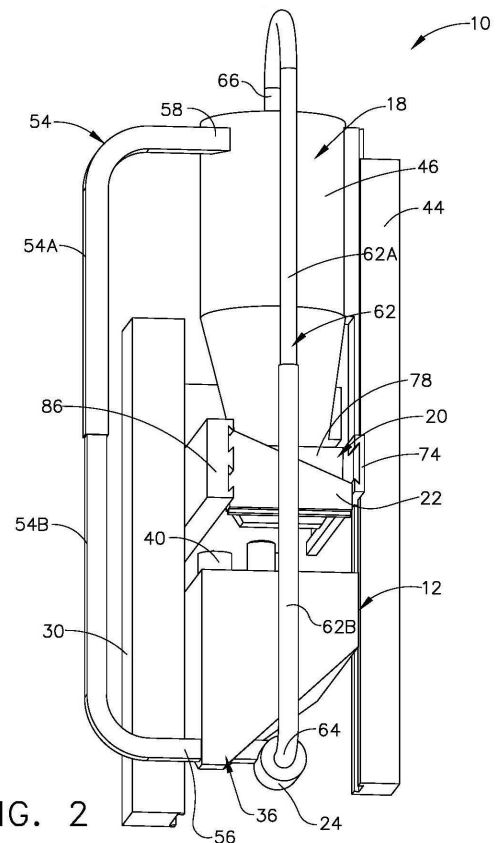


FIG. 2

【 図 3 】

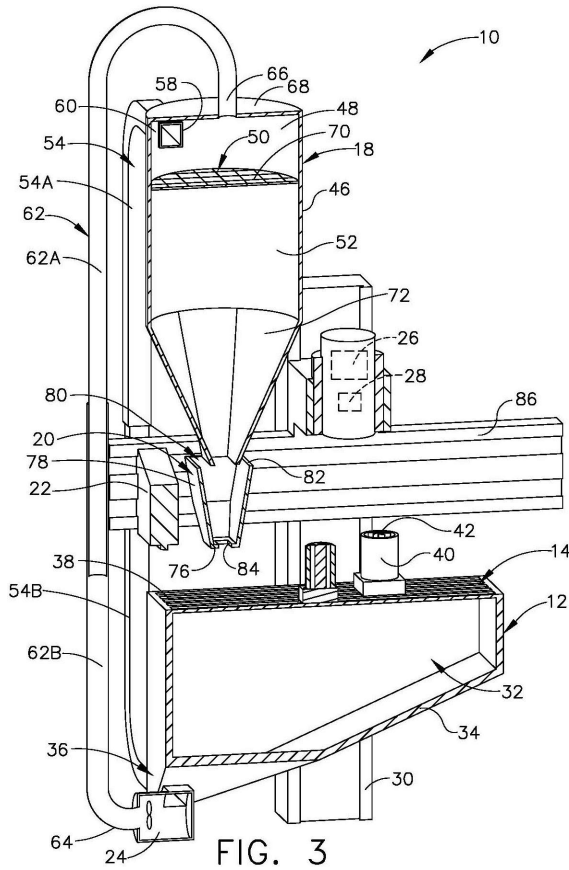


FIG. 3

【 図 4 】

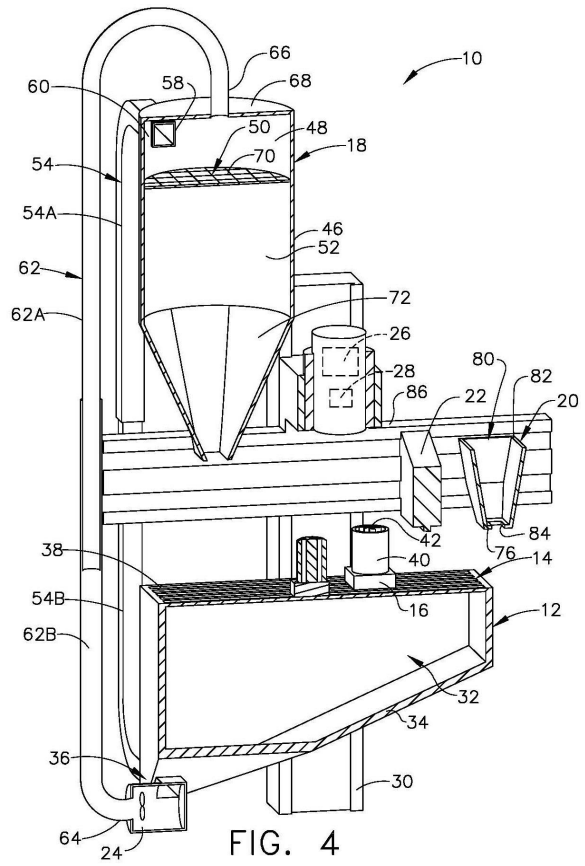


FIG. 4

【 図 5 】

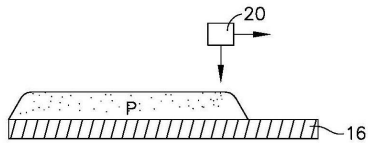


FIG. 5

【 図 6 】

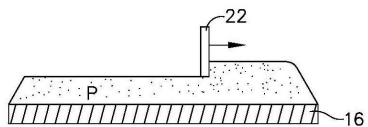


FIG. 6

【 図 7 】

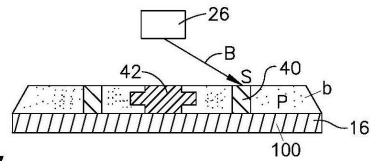


FIG. 7

【 図 8 】

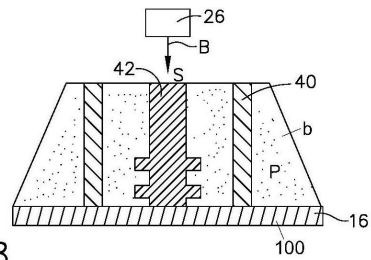


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 スティーヴ・ヒューバート・レンジャーズ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 クリスチャン・ザヴィエール・スティーヴンソン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ
- (72)発明者 チャールズ・マイケル・ウェルシュ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ワン・ノイマン・ウェイ

審査官 田代 吉成

- (56)参考文献 特開2014-125643(JP,A)
特表2009-508723(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C	64/153
B22F	3/105
B22F	3/16
B33Y	10/00
B33Y	30/00