

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6475766号
(P6475766)

(45) 発行日 平成31年2月27日(2019.2.27)

(24) 登録日 平成31年2月8日(2019.2.8)

(51) Int.Cl.	F I
B 2 9 C 64/40 (2017.01)	B 2 9 C 64/40
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 2 9 C 64/153 (2017.01)	B 2 9 C 64/153
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16

請求項の数 15 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-11740 (P2017-11740)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成29年1月26日(2017.1.26)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2017-140830 (P2017-140830A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成29年8月17日(2017.8.17)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成29年4月4日(2017.4.4)		番
(31) 優先権主張番号	15/041, 973	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成28年2月11日(2016.2.11)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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】 積層造形法のための方法及びその周囲の支持体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体を製造するための方法であって、

- (a) 溶融領域を形成するために、粉末ベッド内の粉末の層に照射するステップと、
- (b) 粉末ベッドの第 1 の側から粉末ベッドの上にリコータームを通過させることによって、粉末ベッドの上に粉末の次の層を提供するステップと、
- (c) 物体及び 1 以上の支持構造体が粉末ベッド内に形成されるまで、ステップ (a) 及び (b) を繰り返すステップと

を含み、

支持構造体は、支持構造体と物体との間に配置された粉末の連続的な厚さを伴って物体の少なくとも一部を囲み、粉末の連続的な厚さは、10 mm を超えない最大厚さを有し、支持構造体が内部キャビティを画成する内面を含み、キャビティが物体と適合する形状を有し、粉末がキャビティ内に配置され、

物体が、内面に接触することなく、キャビティ内に配置され、

支持構造体が、物体と内面との間の領域にまたがる 1 以上の連結リブを含む、方法。

【請求項 2】

物体が、高さ及び 2 つの端面を有するシリンダ形状を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

支持構造体が、シリンダの高さ全体を囲む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

支持構造体が、端面を囲わない、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

1 以上の連結リブが物体と一体に形成される、請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 6】

支持構造体の内面から物体の外面までの距離 (A) と物体の幅 (B) との比 (A : B) が 1 : 1 ~ 1 : 6 である、請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

物体から支持構造体を除去するステップをさらに含む、請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 8】

物体が 2 . 5 超のアスペクト比を有する、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記連結リブが複数であり、該複数の連結リブが支持構造体の高さに沿って増分的に離間されている、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 10】

前記連結リブが複数であり、該複数の連結リブが支持構造体の内周面に沿って増分的に離間されている、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 11】

支持構造体が矩形形状の外側輪郭を含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 12】

支持構造体がシリンダ形状の内側輪郭を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

粉末の連続的な厚さが 0 . 1 mm ~ 10 mm の厚さを有する、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 14】

粉末の連続的な厚さが 0 . 5 mm ~ 5 mm の厚さを有する、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 15】

粉末の連続的な厚さが 0 . 5 mm ~ 1 mm の厚さを有する、請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、一般的には、物体を造形するプロセスで支持構造体を利用する積層造形法 (AM) のための方法、並びにこれらの AM 処理内で使用される新規な支持構造体に関する。

【背景技術】

【0002】

AM は、サブトラクティブ製造方法とは対照的に、一般にネット又はニアネット形状 (NNS) の物体を製造するために、1 以上の材料の堆積を含む。「積層造形法」は業界標準用語 (ASTM F 2792) であるが、AM は、自由造形、3D 印刷、ラピッドプロトタイピング/ ツーリングなどを含む、様々な名称で知られている様々な製造及びプロトタイピング技術を包含する。AM 技術は、広範な材料から複雑な部品を製造することができる一般に、自立する物体は、コンピューター支援設計 (CAD) モデルから製造することができる。特定のタイプの AM 処理は、エネルギービーム、例えば電子ビーム又はレーザービームなどの電磁放射を用いて粉末材料を焼結又は熔融して、粉末材料の粒子が互いに結合した中実の 3 次元物体を製造する。種々の材料系、例えば、エンジニアリングプラ

10

20

30

40

50

スチック、熱可塑性エラストマー、金属、セラミックスなどが用いられる。レーザー焼結又は溶融は、機能プロトタイプ及び工具の迅速な製造のための注目すべきAM処理である。用途としては、複雑なワークピース、インベストメント鑄造用のパターン、射出成形及びダイカスト用の金型、並びに砂型鑄造用の鑄型及び中子の直接的な製造が含まれる。設計サイクル中のコンセプトのやり取り及び試験を強化するためのプロトタイプ物体の製造は、AM処理の他の一般的な使用である。

【0003】

選択的レーザー焼結、直接的レーザー焼結、選択的レーザー溶融、及び直接的レーザー溶融は、レーザー光を用いて微細な粉末を焼結又は溶融させることにより3次元(3D)物体を製造することを指すために使用される一般的な業界用語である。例えば、米国特許第4863538号及び米国特許第5460758号には、従来のレーザー焼結技術が記載されている。より正確には、焼結は、粉末材料の融点以下の温度で粉末の溶融(凝集)粒子を含み、また溶融は、中実で均質な塊を形成するための粉末の完全に溶融した微粒子を含む。レーザー焼結又はレーザー溶融に関連する物理的プロセスは、粉末材料への熱伝達、及び粉末材料を焼結又は溶融させることを含む。レーザー焼結及び溶融プロセスは、広範な粉末材料に適用することができるが、製造ルートの科学的及び技術的態様、例えば焼結もしくは溶融速度、及び層の製造プロセス中の微細構造進化に及ぼす処理パラメータの影響は、よく理解されていない。この製造方法は、処理を非常に複雑にしている、熱、質量及び運動量の移動、並びに化学反応の複数のモードを伴っている。

【0004】

図1は、直接金属レーザー焼結(DMLS)又は直接金属レーザー溶融(DMLM)のための例示的な従来システム100の断面図を示す模式図である。装置100は、レーザー120などの光源によって生成されたエネルギービーム136を用いて、粉末材料(図示せず)を焼結又は溶融させて層ごとに物体、例えば、部品122を構築する。エネルギービームによって溶融される粉末は、リザーバ126により供給され、リコータアーム116を用いて造形プレート114上に均等に分散し、粉末をレベル118に維持して、粉末レベル118の上方に延在する過剰の粉末材料を廃棄物容器128に取り除く。エネルギービーム136は、ガルボスキャナ132の制御の下で構築される物体の断面層を焼結又は溶融させる。造形プレート114が下降して、粉末の別の層が造形プレート及び構築される物体の上に分散され、続いてレーザー120によって粉末が連続して溶融/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、処理が繰り返される。レーザー120は、プロセッサ及びメモリを含むコンピューターシステムによって制御することができる。コンピューターシステムは、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に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の製造が完了した後、様々な後処理手順が部品122に適用されてもよい。後処理手順は、例えば、ブロー又は真空引きにより過剰な粉末を除去することを含む。他の後処理手順は、応力解放処理を含む。さらに、熱的及び化学的後処理手順を、部品122を仕上げるために使用することができる。

【0005】

本発明者らは、上述した積層造形プロセスは、大きな高さ対幅のアスペクト比を有する物体(例えば、背の高い物体)について困難な点を示す場合があることを発見した。例えば、背の高い物体は、物体の下部に力を及ぼすレバーとして作用し得るので、背の高い物体は、リコータアームから損傷を受けやすい場合がある。したがって、背の高い物体が、造形プレートに接続されるか、或いは下方から垂直に支持されている場合には、背の高い物体は、横方向の力によって倒れるか、又は曲がるおそれがある。

【0006】

上記に鑑みて、AM技術に関連する問題点、欠点又は不利な点があること、物体を支持する改良された方法及び支持構造体が利用可能であればそれが望ましいことが理解されよう。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】米国特許出願公開第2014/0335313号明細書

【発明の概要】

【0008】

このような態様の基本的な理解を提供するために、以下に1以上の態様の簡略化した概要を提示する。本概要は、すべての熟考された態様の広範囲の概要ではなく、すべての態様のキー又は重要な要素を特定するものでもなく、また一部又はすべての態様の範囲を詳しく説明するものでもない。その目的は、後に提示されるより詳細な説明の前置きとして、簡略化された形で1以上の態様のうちのいくつかの概念を提示することである。

10

【0009】

一態様では、本開示は、物体を製造するための方法を提供し、本方法は、(a) 溶融領域を形成するために、粉末ベッド内の粉末の層に照射するステップと、(b) 粉末ベッドの第1の側から粉末ベッドの上のリコータアームを通過させることによって、粉末ベッドの上に粉末の次の層を提供するステップと、(c) 物体及び1以上の支持構造体が粉末ベッド内に形成されるまで、ステップ(a)及び(b)を繰り返すステップとを含み、支持構造体は、支持構造体と物体との間に配置された粉末の連続的な厚さを伴って物体の少なくとも一部を囲み、粉末の連続的な厚さは、10mmを超えない最大厚さを有する。

【0010】

本発明のこれらの及び他の態様は、以下の詳細な説明を精査することにより、さらに完全に理解されよう。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】積層造形法のための従来の装置の一例を示す模式図である。

【図2】本発明の態様による支持構造体により支持される物体の一例の斜視図である。

【図3】本発明の態様による、図2の例示的な物体及び支持構造体の上面図である。

【図4】本発明の態様による別の例示的な物体及び例示的な支持構造体の上面図である。

【図5】本発明の態様による別の例示的な物体及び例示的な支持構造体の上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

添付図面に関連して以下に記載する詳細な説明は、様々な構成の説明として意図されたものであって、本明細書で説明される概念を実施することができる唯一の構成を提示するものではない。詳細な説明は、様々な概念の徹底的な理解を提供する目的で特定の詳細を含んでいる。しかし、これらの具体的な詳細がなくてもこれらの概念を実施することができることは、当業者には明らかであろう。

30

【0013】

図2及び図3は、物体210を囲む例示的な支持構造体200を示す。図2は斜視図であり、図3は平面図である。支持構造体200及び物体210は、AM処理により製造することができる。例えば、図1の装置100及び上述した方法を用いることができる。この種のAM処理では、物体210を形成する領域において粉末を選択的に焼結又は溶融させることによって、物体210を層ごとに構築する。支持構造体200は、支持構造体200の位置において粉末の追加領域を溶融又は焼結させることによって、物体210と同時に構築される。図3の矢印204は、物体の構築の各段階で粉末の新鮮な層を提供する際のリコータアームの方向を示す。好ましくは、支持構造体200は、物体210を取り囲んでいる。

40

【0014】

AM処理が完了すると、支持構造体200は、物体210から取り除かれる。一態様では、支持構造体200は、物体と共に造形プレートに取り付けられ、造形プレートから取り外して廃棄することができる。支持構造体200は、代替的に、粉末ベッド内の自立する物体として造形プレートに取り付けることなく形成することができる。さらに、支持構

50

造体は、AM処理が完了すると容易に分離することができる物体210への取り付け点を含んでもよい。これは、分離構造、すなわち物体210及び支持構造体200を接合する金属の小さなタブを提供することによって達成することができる。分離構造はまた、物体210及び支持構造体200を接合する金属のいくつかの部分に有する穿孔に類似してもよい。

【0015】

物体210から支持構造体200を取り除くことは、粉末ベッドから物体が除去されるとすぐに、又はその間に行うことができる。或いは、支持構造体は、後処理工程のいずれかの後に除去されてもよい。例えば、物体210及び支持構造体200は、ポストアニール処理及び/又は化学的処理を行うことができ、その後続いて物体210及び/又は造形プレートから除去することができる。

10

【0016】

本発明者らは、特定の物体は、支持構造体200と物体との間の空間216に連続的な粉末層を伴って物体210を部分的又は完全に囲む支持構造体200から利益を得ることができることを見出した。図2及び図3に示す例示的な態様では、支持構造体200は、円筒形物体210を取り囲む、正方形の外側形状(例えば、支持構造体の断面の外側寸法は正方形を形成する)及び円筒状の内側形状202(例えば、支持構造体の断面の内側寸法は円形を形成する)を有する。しかし、任意の形状が適切であってもよく、形成される特定の物体に応じて変化する。例えば、支持構造体の外側形状及び/又は内側形状は、矩形形状、オーバル形状、長円(例えば、スタジアム)形状、楕円形状、三日月形状、ティアドロップ形状、パイ形状などを有してもよい。内側形状は、物体の外側形状に対応することができる。一般的に、支持構造体の正方形の外側形状は、物体に対して改良された構造的サポートを提供する。正方形の形状は、転倒の可能性を最小にする堅固なベースを提供する。

20

【0017】

図2に示すように、支持構造体200及び物体210は、それぞれ一般的に、幅の数倍の長さ/高さを有することができる。例えば、幅に対する長さ/高さのアスペクト比は、一態様では約1.5:1~約2:1、別の態様では約1.2:1~約4:1、また別の態様では約1.0:1~約6:1であってもよい。望ましくは、物体のアスペクト比は、約2.5以上とすることができる。すなわち、支持構造体及び物体の長さ/高さは、それらの幅の何倍も大きくてもよい。一般的に幅よりはるかに長い/高い物体は、物体を囲む支持構造体により特に利益を受ける。

30

【0018】

物体が高いアスペクト比を有するので、リコーティング工程中に物体が破損又は変形するおそれがある。特に、リコーターアームは矢印204の方向に移動する。リコーターが粉末ベッド内の粉末の最上層を均一化/平坦化するように物体を横切って通過する際に、リコーターアームが物体に対して転倒力又は変形力を与える場合がある。このように、薄い壁、高いアスペクト比、及び開放端を有する中空の物体は、支持構造体と物体との間の連続的な粉末層を伴って物体を取り囲む支持構造体により特に利益を受ける。したがって、図2及び図3に示すように、支持構造体200は、物体210と支持構造体200との間の粉末で満たされた空間216を伴って物体210を取り囲む。溶融/焼結処理中には、熱も用いられるが、それは物体に熱的に応力を加えるおそれがある。物体と支持構造との間の連続的な粉末層を伴って物体を取り囲む支持構造体は、物体の熱環境を制御し、熱応力による歪みを防止する。物体の熱環境の制御はまた、結晶粒構造、表面仕上げ、及び熱応力に直接関係する内部応力の制御を可能にする。

40

【0019】

図2に示すように、支持構造体200は、物体210の長さ/高さ寸法を完全に取り囲むことができる。しかし、図2でも分かるように、支持構造体200は、物体210の端面を覆う必要はない。物体210の下端面は図2では見えないが、支持構造体200によって覆われなくてもよい。

50

【0020】

図3で最もよく分かるように、支持構造体200は、物体210に一体に連結された1以上の連結リブ214をさらに含むことができる。連結リブ以外にも、上述したように、支持構造体200と物体210との間に空間206があってもよい。図3に示す例示的な態様では、4つの連結リブ214が物体210の表面に連結されて示されている。4つを示しているが、4未満、例えば1、2、3、或いは4以上、例えば5、6、7、8などを使用してもよい。さらに、物体210の長さ/高さに沿って付加的な連結リブが含まれてもよい。例えば、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどの、物体210の長さ/高さに沿って増分的な距離に、別の連結リブ又は連結リブのセットを物体210に連結することができる。例えば、4つの連結リブが、所与の高さで物体210の円周に沿って含まれる場合には、4つの(又は4つよりも多いか少ない)連結リブの別のセットが、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどに含まれてもよい。

10

【0021】

別の態様では、支持構造体200は、連結リブを含まなくてもよい。

【0022】

リブの有無にかかわらず、上述したように、空間206は、物体と支持構造体との間の連続的な粉末厚さを提供するように粉末を含むことができる。粉末の存在は、支持構造体の内面が物体と接触せずに物体を支持する機構を支持構造体に提供する。空間206の大きさは、物体の相対的な寸法に応じて変えることができる。例えば、取り外し可能な支持体の内面から物体の外側までの距離(A)と物体の外側の厚さ/幅(B)との比(A:B)は、約1:1~約1:6、約1:2~約1:5、又は約1:3~約1:4であってもよい。別の例では、比A:Bは約1:3であってもよい。換言すれば、物体210の幅/厚さに対する空間206の幅/厚さの比は、上に列挙した範囲とすることができる。粉末の連続的な厚さは、10mmを超えない最大厚さを有することができる。例えば、例示的な態様では、粉末の連続的な厚さは、0.1mm~10mm、0.5~5mm、又は0.5~1mmであってもよい。

20

【0023】

図4は、別の例示的な物体410及び例示的な支持構造体400の平面図であり、支持構造体400は、外側及び内側の長方形/正方形の断面を有し、物体410は、外側及び内側の長方形/正方形の断面を有する。支持構造体400は、物体410の長さ/高さ寸法を完全に取り囲むことができる。しかし、支持構造体400は、物体410の端面を覆う必要はない。物体410の下端面は、支持構造体400によって覆われなくてもよい。

30

【0024】

図4で最もよく分かるように、支持構造体400は、物体410に一体に連結された1以上の連結リブ414をさらに含むことができる。連結リブ以外にも、支持構造体400と物体410との間に空間406があってもよい。図4に示す例示的な態様では、4つの連結リブ414が物体410の表面に連結されて示されている。4つを示しているが、4未満、例えば1、2、3、或いは4以上、例えば5、6、7、8などを使用してもよい。さらに、物体410の長さ/高さに沿って付加的な連結リブが含まれてもよい。例えば、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどの、物体410の長さ/高さに沿って増分的な距離に、別の連結リブ又は連結リブのセットを物体410に連結することができる。例えば、4つの連結リブが、所与の高さで物体410の円周に沿って含まれる場合には、4つの(又は4つよりも多いか少ない)連結リブの別のセットが、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどに含まれてもよい。

40

【0025】

別の態様では、支持構造体400は、連結リブを含まなくてもよい。

【0026】

リブの有無にかかわらず、上述したように、空間406は、物体と支持構造体との間の

50

連続的な粉末厚さを提供するように粉末を含むことができる。粉末の存在は、支持構造体の内面が物体と接触せずに物体を支持する機構を支持構造体に提供する。空間406の大きさは、物体の相対的な寸法に応じて変えることができる。例えば、取り外し可能な支持体の内面から物体の外面までの距離(A)と物体の外側の厚さ/幅(B)との比(A:B)は、約1:1~約1:6、約1:2~約1:5、又は約1:3~約1:4であってもよい。別の例では、比A:Bは約1:3であってもよい。換言すれば、物体410の幅/厚さに対する空間406の幅/厚さの比は、上に列挙した範囲とすることができる。粉末の連続的な厚さは、10mmを超えない最大厚さを有することができる。例えば、例示的な態様では、粉末の連続的な厚さは、0.1mm~10mm、0.5~5mm、又は0.5~1mmであってもよい。

10

【0027】

図5は、別の例示的な物体510及び例示的な支持構造体500の平面図であり、支持構造体500は、外側及び内側の円形の断面を有し、物体510は、外側及び内側の円形の断面を有する。支持構造体500は、物体510の長さ/高さ寸法を完全に取り囲むことができる。しかし、支持構造体500は、物体510の端面を覆う必要はない。物体510の下端面は、支持構造体500によって覆われなくてもよい。

【0028】

図5で最もよく分かるように、支持構造体500は、物体510に一体に連結された1以上の連結リブ514をさらに含むことができる。連結リブ以外にも、支持構造体500と物体510との間に空間506があってもよい。図5に示す例示的な態様では、4つの連結リブ514が物体510の表面に連結されて示されている。4つを示しているが、4未満、例えば1、2、3、或いは4以上、例えば5、6、7、8などを使用してもよい。さらに、物体510の長さ/高さに沿って付加的な連結リブが含まれてもよい。例えば、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどの、物体510の長さ/高さに沿って増分的な距離に、別の連結リブ又は連結リブのセットを物体510に連結することができる。例えば、4つの連結リブが、所与の高さで物体510の円周に沿って含まれる場合には、4つの(又は4つよりも多いか少ない)連結リブの別のセットが、長さ/高さの1/16、1/8、1/6、1/5、1/4、又は1/3ごとなどに含まれてもよい。

20

【0029】

別の態様では、支持構造体500は、連結リブを含まなくてもよい。

30

【0030】

リブの有無にかかわらず、上述したように、空間506は、物体と支持構造体との間の連続的な粉末厚さを提供するように粉末を含むことができる。粉末の存在は、支持構造体の内面が物体と接触せずに物体を支持する機構を支持構造体に提供する。空間506の大きさは、物体の相対的な寸法に応じて変えることができる。例えば、取り外し可能な支持体の内面から物体の外面までの距離(A)と物体の外側の厚さ/幅(B)との比(A:B)は、約1:1~約1:6、約1:2~約1:5、又は約1:3~約1:4であってもよい。別の例では、比A:Bは約1:3であってもよい。換言すれば、物体510の幅/厚さに対する空間506の幅/厚さの比は、上に列挙した範囲とすることができる。粉末の連続的な厚さは、10mmを超えない最大厚さを有することができる。例えば、例示的な態様では、粉末の連続的な厚さは、0.1mm~10mm、0.5~5mm、又は0.5~1mmであってもよい。

40

【0031】

物体210/310/410/510から支持構造体200/300/400/500を取り除くことが必要になった時は、連結リブが存在する場合には、オペレータが力を加えて支持構造体を取り外すことができる。支持構造体は、ねじり、破断、切断、研削、やすり掛け、又は研磨などの機械的処理によって除去することができる。さらに、熱的及び化学的後処理手順を、物体を仕上げるために使用することができる。連結部材が存在せず、代わりに製造中の物体と支持構造体との間に粉末が配置されている場合には、例えば圧

50

縮空気を用いてブローイングにより粉末を単純に除去することができる。物体 210/310/410/510 から支持構造体 200/300/400/500 を取り除くことは、粉末ベッドから物体が除去されるとすぐに、又はその間に行うことができる。或いは、支持構造体は、後処理工程のいずれかの後に除去されてもよい。例えば、物体 210/310/410/510 及び支持構造体 200/300/400/500 は、ポストアニール処理及び/又は化学的処理を行うことができ、その後が続いて物体 210/310/410/510 及び/又は造形プレートから除去することができる。

【0032】

支持構造体及び物体のいくつかの例が提示されているが、本開示に従って他の物体を構築することができることは明らかである。例えば、高いアスペクト比及び薄い壁を有する任意の物体を、1以上の開示された支持構造体によって支持することができる。一態様では、開示された支持構造体は、航空機の部品を製造するのに使用される。例えば、米国特許第9188341号に開示されているものと同様の燃料ノズルを、本明細書に開示された支持構造体を用いて製造することができる。

10

【0033】

一態様では、上記の複数の支持体は、物体の製造を支持し、物体の移動を防止し、及び/又は物体の熱特性を制御するために組合せて用いてもよい。すなわち、積層造形法を用いて物体を製造することは、足場、固定用支持体、分離型支持体、横方向支持体、コンフォーマル支持体、連結支持体、キー溝支持体、破断可能な支持体、先端支持体、又は粉末除去ポートのうちの1以上の使用を含むことができる。以下の特許出願は、これらの支持体及びそれらの使用の方法の開示を含む。

20

【0034】

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00008の名称「METHOD AND CONFORMAL SUPPORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00009の名称「METHOD AND CONNECTING SUPPORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00011の名称「METHODS AND KEYWAY SUPPORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、

30

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00012の名称「METHODS AND BREAKABLE SUPPORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00014の名称「METHODS AND LEADING EDGE SUPPORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、及び、

2016年2月11日出願の米国特許出願番号[]、代理人整理番号037216.00015の名称「METHOD AND SUPPORTS WITH POWDER REMOVAL PORTS FOR ADDITIVE MANUFACTURING」、

40

これらの出願の各々の開示内容は、他の物体を製造するために、本明細書に開示された支持構造体と併せて使用することができる追加の支持構造体をそれらが開示する程度に、全体として本明細書に組み込まれる。

【0035】

さらに、足場は、物体に垂直方向の支持を提供するための、物体の下に構築された支持体を含んでいる。足場は、例えば、八二カムパターンの相互連結された支持体で形成することができる。一態様では、足場は、中実であるか、或いは中実部分を含むことができる。足場は、様々な場所で物体に接触して、足場上に構築される物体に耐荷重支持を提供する。支持構造体と物体との接触はまた、物体の横方向の移動を防止する。

50

【0036】

固定用支持体は、比較的薄い平坦な物体、又は物体の少なくとも第1の部分（例えば第1の層）が構築処理中に移動するのを防止する。比較的薄い物体は、反りや剥離が発生しやすい。例えば、薄い物体は、放熱によって冷却されると反りが生じる場合がある。別の例として、リコータによって物体に横方向の力が加えられることがあり、場合によっては、物体の縁部を持ち上げる。一態様では、固定用支持体は、物体をアンカー表面に固定するために、物体の下に構築される。例えば、固定用支持体は、プラットフォームなどのアンカー表面から物体まで垂直に延在することができる。固定用支持体は、物体の下の各層内の特定の位置で粉末を溶融させることにより構築される。固定用支持体は、プラットフォーム及び物体（例えば、物体の縁部）の両方に連結され、物体が反り又は剥離するのを防止する。固定用支持体は、ポスト処理手順において物体から除去することができる。

10

【0037】

分離型支持構造体は、支持構造体と物体との間の接触面積を減少させる。例えば、分離型支持構造体は、各々が空間で分離された、分離部分を含むことができる。空間は、分離型支持構造体の全体サイズ、及び分離型支持構造体を製造する際に消費される粉末の量を低減することができる。さらに、その部分の1以上は、物体との接触面積が低減され得る。例えば、支持構造体の一部は、後処理中に物体からより容易に除去される尖った接触面を有してもよい。例えば、尖った接触面を有する部分は、尖った接触面において物体から分離する。尖った接触面は、耐荷重支持を提供し、反り又は剥離を防止するために物体を固定する機能を提供する。

20

【0038】

横方向支持構造体は、垂直な物体を支持するために使用される。物体は、相対的に高い高さ対幅のアスペクト比（例えば、1超）を有することができる。すなわち、物体の高さは、その幅より何倍も大きい。横方向支持構造体は、物体の側面に配置される。例えば、物体及び横方向支持構造体は、物体の一部及び横方向支持構造体の一部を含む各層のスキヤパターンにより、同一層内に構築される。横方向支持構造体は、物体から分離され（例えば、各層の未溶融粉末の一部によって）、或いは分離型支持構造体によって連結されている。したがって、横方向支持構造体は、後処理中に物体から容易に除去することができる。一態様では、横方向支持構造体は、追加の粉末を適用する際にリコータによって加えられる力に対する支持を提供する。一般に、リコータによって加えられる力は、リコータが粉末の追加層を平らにする際のリコータの移動方向である。したがって、横方向支持構造体は、物体からリコータの移動方向に構築される。さらに、横方向支持構造体は、上部よりも底部の方を広くすることができる。より広い底部は、リコータによって生成される任意の力に抵抗するように、横方向支持構造体に安定性を提供する。

30

【0039】

さらにまた、物体を製造する方法は、上述した複数の支持体の部分を形成するために、連続して、並行して、又は交互に粉末を溶融させるステップを含むことができる。加えて、複数の支持体を用いて製造された物体について、後処理手順は、支持体の各々を除去するステップを含むことができる。一態様では、支持構造体は、本明細書に記載の種々のタイプの複数の支持体を含むことができる。複数の支持体は、直接に又は物体を介して互いに連結されてもよい。特定の物体のための支持体の選択は、本明細書で説明した要因（例えば、形状、アスペクト比、配向、熱的性質など）に基づることができる。

40

【0040】

この明細書は、本発明を開示するために実施例を用いており、好ましい実施例を含んでいる。また、いかなる当業者も本発明を実施することができるように実施例を用いており、任意のデバイス又はシステムを製造し使用し、任意の組み込まれた方法を実行することを含んでいる。本発明の特許され得る範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者が想到する他の実施例を含むことができる。このような他の実施例が請求項の字義通りの文言と異なる構造要素を有する場合、又は、それらが請求項の字義通りの文言と実質的な差異がない等価な構造要素を含む場合には、このような他の実施例は特許請求の範囲

50

内であることを意図している。記載した様々な実施形態、並びにこのような各態様の他の公知の均等物は、本出願の原理に従ってさらなる実施形態及び技術を構築するように、当業者によって混合し適合することができる。

【符号の説明】

【 0 0 4 1 】

1 0 0	装置、従来システム	
1 1 4	造形プレート	
1 1 6	リコータアーム	
1 1 8	粉末レベル	
1 2 0	レーザー	10
1 2 2	部品	
1 2 6	リザーバ	
1 2 8	廃棄物容器	
1 3 2	ガルボスキャナ	
1 3 6	エネルギービーム	
2 0 0	支持構造体	
2 0 2	円筒状の内側形状	
2 0 4	矢印	
2 0 6	空間	
2 1 0	物体	20
2 1 4	連結リブ	
2 1 6	空間	
3 1 0	物体	
4 0 0	支持構造体	
4 0 6	空間	
4 1 0	物体	
5 0 0	支持構造体	
5 0 6	空間	
5 1 0	物体	
5 1 4	連結リブ	30

【図 1】

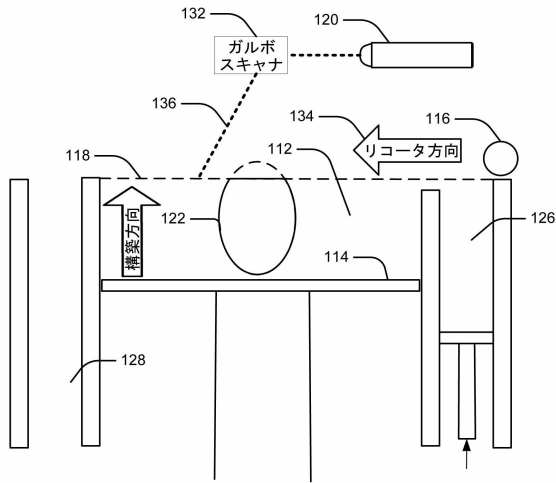


FIG. 1

【図 2】

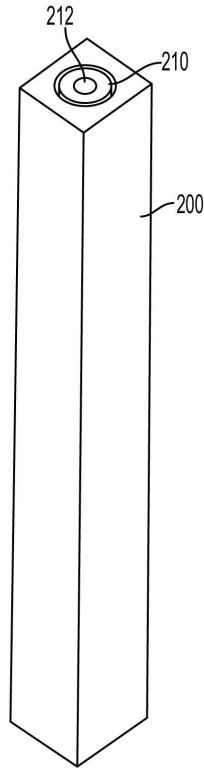


FIG. 2

【図 3】

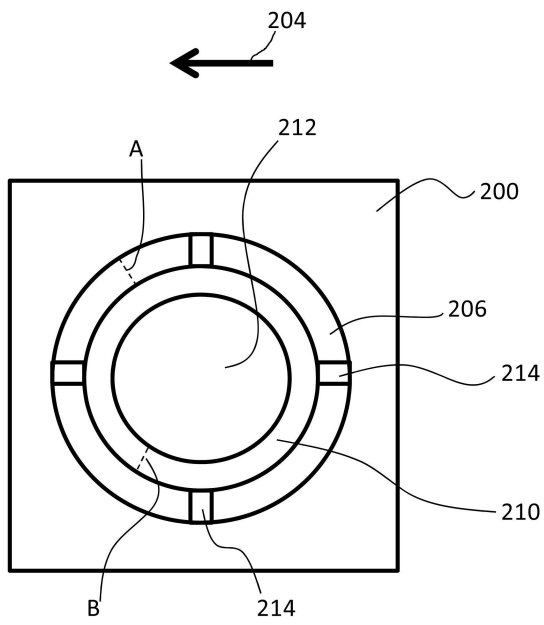


FIG. 3

【図 4】

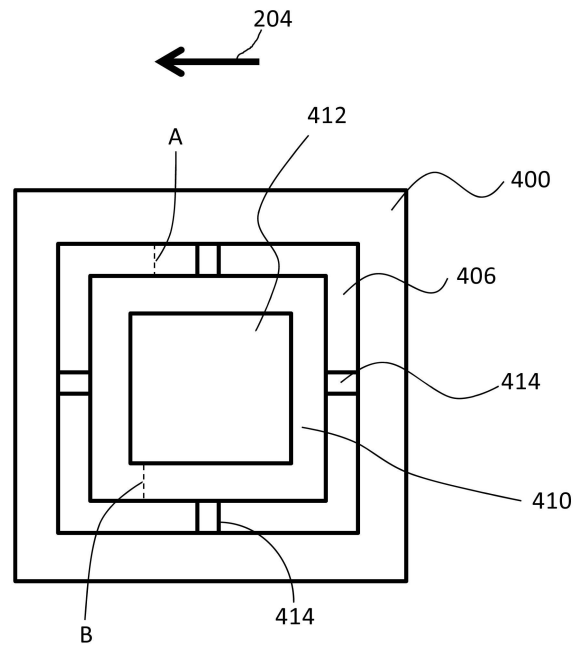


FIG. 4

【 5 】

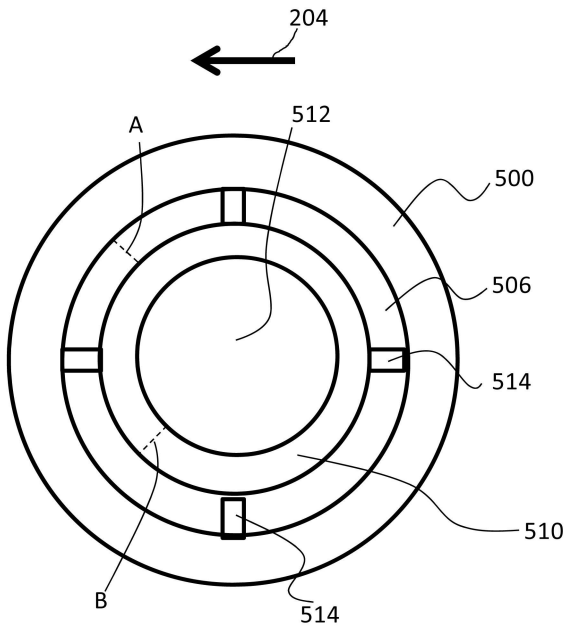


FIG. 5

フロントページの続き

- (51)Int.Cl. F I
B 2 8 B 1/30 (2006.01) B 2 8 B 1/30
- (72)発明者 エリーザー・マニユエル・アルカンタラ・マルテ
アメリカ合衆国、オハイオ州・45215、シンシナティ、ヌノイマン・ウェイ、1番
- (72)発明者 ザッカリー・デイヴィッド・フィールドマン
アメリカ合衆国、オハイオ州・45011、ハミルトン、モルハウザー、5223番
- (72)発明者 トーマス・シネット
アメリカ合衆国、オハイオ州・45150、ミルフォード、チェスナット・ビュー・レーン、5688番
- (72)発明者 ダニエル・ジョージャー
アメリカ合衆国、オハイオ州・45241、シンシナティ、トラムウェイ・ドライブ、11988番
- (72)発明者 ニール・ダンハム
アメリカ合衆国、オハイオ州・45011、ハミルトン、メルローズ・プレイス、6795番
- (72)発明者 マイク・ミラー
アメリカ合衆国、オハイオ州・45211、シンシナティ、ロズウェル・アベニュー、3973番

審査官 菅原 愛

- (56)参考文献 国際公開第2014/208743(WO, A1)
国際公開第2015/042089(WO, A1)
特開2004-358968(JP, A)
特開2015-107653(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
 - B 2 9 C 6 7 / 0 0 - 6 7 / 0 8
 - B 2 9 C 6 7 / 2 4 - 6 9 / 0 2
 - B 2 9 C 7 3 / 0 0 - 7 3 / 3 4
 - B 2 9 D 1 / 0 0 - 2 9 / 1 0
 - B 2 9 D 3 3 / 0 0
 - B 2 9 D 9 9 / 0 0
 - B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0