

(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2019-39067  
(P2019-39067A)

(43) 公開日 平成31年3月14日(2019.3.14)

(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	4 K O 1 8
<b>B 2 2 F 3/105 (2006.01)</b>	B 2 2 F 3/105	
<b>B 3 3 Y 10/00 (2015.01)</b>	B 3 3 Y 10/00	
<b>B 3 3 Y 30/00 (2015.01)</b>	B 3 3 Y 30/00	
<b>F O 1 D 25/00 (2006.01)</b>	F O 1 D 25/00	X

審査請求 有 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-143046 (P2018-143046)  
 (22) 出願日 平成30年7月31日 (2018.7.31)  
 (31) 優先権主張番号 15/667, 304  
 (32) 優先日 平成29年8月2日 (2017.8.2)  
 (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、スケネクタデイ、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 トッド・ジェイ・ロックストロー  
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧タービンの連続的付加製造

(57) 【要約】

【課題】 金属粉末、被覆された金属粉末、および金属スラリにおいて良好に機能する付加製造のための装置および方法を提供する。

【解決手段】 付加製造によって物体を製造する方法が提供される。この方法は、形成材料の所与の層を有する造形プラットフォームを窓上に用意された粉末へと下降させることを含む。粉末が照射され、所与の層に対応する後続の層が形成される。次いで、この方法は、後続の層を凝固させ、造形プラットフォームおよび後続の層を上昇させて窓から離すことを含む。これらの段階が、所望の物体が形成されるまで繰り返される。

【選択図】 図 2

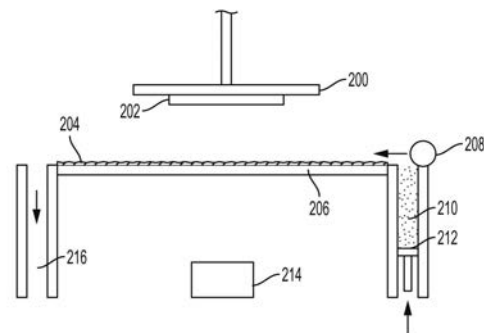


FIG. 2

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

付加製造によって物体（202）を製造する方法であって、

（a）形成材料の所与の層を有している造形プラットフォーム（114）を、窓（206）上にもたらされた粉末（204）へと下降させるステップと、

（b）前記粉末（204）を照射して、前記所与の層に対応する後続の層を形成するステップと、

（c）前記後続の層を固化させるステップと、

（d）前記造形プラットフォーム（114）および前記固化させた後続の層を、前記窓（206）から遠ざかるように上昇させるステップと、

（e）前記物体（202）が形成されるまでステップ（a）～（d）を繰り返すステップと

を含む方法。

## 【請求項 2】

前記照射は、デジタル光加工、レーザ、または電子ビーム照射である、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記粉末（204）は、前記窓（206）よりも低い融点を有する、請求項 1 または 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記粉末（204）は、前記窓（206）を通して照射されるが、前記窓（206）の上方に位置する前記造形プラットフォーム（114）に付着する、請求項 1 から 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記粉末（204）は、コバルトクロム合金、ステンレス鋼合金、アルミニウム合金、チタン合金、またはニッケル系超合金である、請求項 1 から 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記物体（202）は、タービンブレードまたはステータペーンである、請求項 1 から 5 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記物体（202）は、タービンブレードまたはステータペーンの先端部分である、請求項 1 から 6 に記載の方法。

## 【請求項 8】

物体（202）の付加製造のための装置であって、

粉末ディスペンサと、

窓（206）と、

その上で前記物体（202）が形成されるプラットフォーム（114）と、

前記窓（206）を覆って粉末の層をもたらすリコータ（208）と、

前記窓（206）の下方に配置された照射源（214）と

を備える装置。

## 【請求項 9】

前記照射源（214）は、レーザまたはデジタル光プロジェクタである、請求項 8 に記載の装置。

## 【請求項 10】

前記粉末（204）は、前記窓（206）を通して照射されるが、前記窓（206）の上方の前記造形プラットフォーム（114）に付着する、請求項 8 または 9 に記載の装置。

## 【請求項 11】

前記粉末（204）は、前記窓（206）よりも低い融点を有する、請求項 8 から 10 に記載の装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 2】

前記粉末(204)は、コバルトクロム合金、ステンレス鋼合金、アルミニウム合金、チタン合金、またはニッケル系超合金である、請求項8から11に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本開示は、広くには、金属部品の付加製造のための付加製造装置および方法に関する。より具体的には、本開示は、付加的に製造される物体を半透明(translucent)な表面上の金属粉末へと繰り返し下降させ、この金属を半透明な表面を通過する光投影および/または集束エネルギービームを用いて物体の層へと溶融または固化させるための装置および方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

付加製造プロセスは、一般に、引き算的(subtractive)な製造方法とは対照的に、1つ以上の材料を積み重ねることによって正味またはほぼ正味の形状(near net shape: NNS)の物体を形成することを含む。「付加製造」は工業規格の用語(ASTM F2792)であるが、付加製造は、自由形状製作(freeform fabrication)、3D印刷、ラピッドプロトタイピング/ツーリング(rapid prototyping/tooling)、など、種々の名称で知られる種々の製造および原型製作の技術を包含する。付加製造技術は、幅広くさまざまな材料から複雑な部品を製作することができる。一般に、独立した物体を、コンピュータ支援設計(CAD)モデルから製作することができる。特定の種類の付加製造プロセスは、例えば電子ビームまたはレーザービーム等の電磁放射線などのエネルギービームを使用して、粉末材料を焼結または溶融させ、粉末材料の粒子が結合してなる中実な三次元の物体を生み出す。例えばエンジニアリングプラスチック、熱可塑性エラストマ、金属、およびセラミックスなど、種々の材料系が使用されている。レーザー焼結または溶融が、機能し得る原型およびツールの迅速な製作のための優れた付加製造プロセスである。用途として、複雑な被加工物(work piece)の直接製造、インベストメント鑄造(investment casting)用の原型、射出成形およびダイカスト用の金型、ならびに砂型鑄造用の型および中子が挙げられる。設計サイクルにおけるコンセプトの伝達および試験を強化するための試作物の製造が、付加製造プロセスの他の一般的な用途である。

20

30

## 【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が、レーザービームを用いた微粉末の焼結または溶融によって三次元(3D)物体を生成することを指して用いられる一般的な業界用語である。例えば、米国特許第4,863,538号および米国特許第5,460,758号が、従来からのレーザー焼結技術を記載している。より正確には、焼結が、粉末材料の融点よりも低い温度で粉末の粒子を融着させる(塊にする)ことを必要とする一方で、溶融は、粉末の粒子を完全に融解させて中実かつ均質な塊を形成することを必要とする。レーザー焼結またはレーザー溶融に関する物理的なプロセスは、粉末材料へと熱を伝えることで粉末材料を焼結または融解させることを含む。レーザー焼結および溶融プロセスは、幅広い範囲の粉末材料に適用可能であるが、例えば焼結または溶融速度などの製造経路の科学的小および技術的側面、ならびに層製造プロセスの最中の微細構造の発達への処理パラメータの影響は、充分には理解されていない。この製造方法は、熱、質量、および運動量の移動、ならびに化学反応の多数の態様を伴い、これらがプロセスをきわめて複雑にしている。

40

## 【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)のための典型的な従来からのシステム100の断面図を示す図である。装置100は、例えばレーザービームを発生させるレーザーであってよく、あるいは通電時に電子を放射するフィラメントであってよいソース120によって生成されるエネルギービーム136を使用し

50

、粉末材料（図示せず）の焼結または溶融によって例えば部品122などの物体を層ごとのやり方で作り上げる。エネルギービームによって溶融させられるべき粉末は、リザーバ126によって供給され、粉末をレベル118に維持し、粉末レベル118を超える過剰な粉末材料を廃棄物容器128へと取り除くように、方向134に移動するリコータアーム116を使用して粉末床112上に均一に広げられる。エネルギービーム136は、ガルボスキャナ132などの照射放出物案内装置の制御のもとで、形成される物体の断面層を焼結し、あるいは溶融させる。ガルボスキャナ132は、例えば、複数の可動ミラーまたは走査レンズを含むことができる。レーザの走査の速度が、レーザパワーが特定のスポットにどれだけ長く印加されるかを左右する重要な制御可能プロセスパラメータである。典型的なレーザ走査速度は、毎秒10～100ミリメートル程度である。造形プラットフォーム114を下降させ、粉末の別の層を粉末床および形成中の物体を覆って広げ、次いでレーザ120による粉末の連続的な溶融/焼結を行う。粉末層は、典型的には、例えば、10～100ミクロンである。このプロセスが、部品122が溶融/焼結させられた粉末材料から完全に形成されるまで繰り返される。

10

20

30

40

50

#### 【0005】

レーザ120を、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することができる。コンピュータシステムは、各層の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120を制御することができる。部品122の製造が完了した後に、さまざまな後処理手順を部品122に適用することができる。後処理手順として、例えばブローまたは真空引きによる過剰な粉末の除去が挙げられる。他の後処理手順として、応力解放処理が挙げられる。さらに、部品122を仕上げるために、熱的および化学的な後処理手順を使用することができる。

#### 【0006】

形成材料が載せられた半透明な窓を通して材料を照射することによる付加製造は、典型的には、例えば放射源がレーザである場合の拘束ステレオリソグラフィ（*constrained stereolithography*）および放射源がデジタル光プロジェクタである場合のデジタル光加工（*DLP*）などのプロセスと称される。これらのプロセスは、照射された材料が窓に対して形成され、したがって多くの場合に特定の支持構造の必要性がなくなる点で、従来からの粉末床プロセスに優る利点を有する。しかしながら、拘束ステレオリソグラフィおよびDLPは、多くの場合に限定的であり、金属粉末、被覆された金属粉末、および金属スラリでは上手く機能しない。

#### 【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2016/0346835号明細書

#### 【発明の概要】

#### 【0008】

以下で、1つ以上の態様の基本的な理解をもたらすために、そのような態様の簡単な概要を提示する。この概要は、考えられるすべての態様の広範な概要ではなく、すべての態様の不可欠または重要な要素を特定しようとするものでも、いずれかの態様またはすべての態様の技術的範囲を境界付けしようとするものでもない。この概要の目的は、後に提示されるより詳細な説明の前置きとして、1つ以上の態様のいくつかの概念を簡略化した形で提示することにある。

#### 【0009】

本発明の上記および/または態様を、付加製造によって物体を製造する方法によって達成することができる。一態様において、この方法は、（a）形成材料の所与の層を有している造形プラットフォームを、窓上にもたらされた粉末へと下降させるステップと、（b）前記粉末を照射して、前記所与の層に対応する後続の層を形成するステップと、（c）前記後続の層を固化させるステップと、（d）前記造形プラットフォームおよび前記固化させた後続の層を、前記窓から遠ざかるように上昇させるステップと、（e）前記物体が

形成されるまでステップ(a)～(d)を繰り返すステップとを含む。

【0010】

本発明の上記および/または態様を、物体の付加製造のための装置によって達成することができる。一態様において、装置は、粉末ディスペンサと、窓と、プラットフォームとを含み、プラットフォーム上で物体が形成される。さらに、装置は、窓を覆って粉末の層をもたらすリコータと、窓の下方に配置された照射源とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】付加製造のための従来からの装置の図である。

【図2】本発明の一実施形態による付加製造のための装置を示している。

10

【図3】本発明の一実施形態による付加製造のための装置を示している。

【図4】本発明の一実施形態による付加製造のための装置を示している。

【図5】本発明の一実施形態による付加製造のための装置を示している。

【図6】本発明の一実施形態による付加製造プロセスの図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

添付の図面に関連して以下で述べられる詳細な説明は、種々の構成の説明として意図されており、本明細書に記載の考え方を実施することができる構成だけを表そうとしたものではない。詳細な説明は、さまざまな考え方の完全な理解をもたらす目的で、具体的な詳細を含んでいる。しかしながら、これらの考え方を、これらの具体的な詳細によらずに実施してもよいことを、当業者であれば理解できるであろう。

20

【0013】

本発明は、付加製造に関し、層ごとのやり方での金属粉末の付加技術を利用するが、これに限定されるものではない。一態様においては、粉末金属を溶融させて各々の部分層を形成することができる。本発明が、溶融粉末に限定されず、ポリマー被覆金属粉末および金属粉末含有スラリーにも適用可能であることを、当業者であれば理解できるであろう。

【0014】

本発明は、遊離粉末または粉末スラリーから部品を連続的に得ることができる装置であって、部品が完成して粉末源から分離するまで、粉末/スラリーの下方から2D断面を照射し、2D断面を連続的に融合させる装置を提供する。

30

【0015】

図2～図5が、本発明の典型的な実施形態による付加製造のための装置を示している。図2において、装置は、水平に向けられ、物体202を形成するために垂直方向に下降および上昇させられるように構成された造形プレート200を含む。造形プレート200を、形成される物体202に付着し得る耐熱性材料で製造することができる。例えば、造形プレート200を下降させて、形成される物体202を金属粉末204の中に位置させることができる。

【0016】

さらに、この装置は、半透明な窓206を覆って金属粉末204の層をもたらすための粉末リコータ機構208を含む。粉末204を、粉末供給器212によってリザーバ210から供給することができる。粉末204の層は、形成される部品の次の粉末層に応じて、薄くても、厚くてもよい。一般に、層の厚さを、形成プロセスの全体を通して一定に保つことができる。リコータ機構208は、物体202が粉末204から持ち上げられるたびに、水平方向に移動して、窓206を覆う粉末204の均一な層を広げる。リコータ機構208は、窓206を覆う粉末204の制御をもたらすためのリコータブレード(図示せず)を含むことができ、例えば粉末を窓206へと落下させることができるホッパとして構成されてもよい。

40

【0017】

窓206は、物体202を形成するための領域の長さおよび幅を定めることができる。窓206のサイズは、形成される部品のサイズに応じてさまざまであってよい。窓206

50

を、エネルギー源から窓206へと放射されるエネルギーに耐えることができる材料で製作することができる。また、熔融金属粉末204が付着し得ない材料で製作することができる。窓206の典型的な材料として、例えば石英およびガラスなど、高熱に耐えることができる半透明な材料を挙げることができる。金属粉末204の融点は、半透明な窓206の融点よりも低くてよい。しかしながら、高融点金属の場合、本発明の一実施形態は、金属粉末204をレーザまたは他の光源に暴露されたときに融合する放射線硬化性ポリマーでコーティングすることで、有効に作用することができる。その後、物体202をさらに熱処理することで、ポリマーを追い出し、さらには/あるいは金属粉末204を融合させ、固体の物体とすることができる。

#### 【0018】

装置は、図2～図5に示されるように、半透明な窓206の下方に配置されたエネルギー源214を含むことができる。エネルギー源214は、例えば、半透明な窓206を通して光を投げ、窓206の上方に配置された金属粉末204を熔融または融合させることができるレーザまたはレーザガルボあるいはデジタル光プロジェクタであってよい。例えば、エネルギー源214がデジタル光プロジェクタである場合、エネルギー源214は、窓206を通して光の2Dパターンを投じることが可能であってよい。

#### 【0019】

図2に示されるように、造形プレート200を、形成中の物体202の最後の層が金属粉末204に接触するように下降させることができる。エネルギー源214から放射されたレーザビームまたは光パターン218が、金属粉末204の選択された2D領域を熔融または融合させる(図3を参照)。融合した層は、再び固化するときに、図4に示されるように物体202の次の層220を形成する。図5において、造形プレート200を上昇させ、半透明な窓206を覆って粉末204の新たな層をもたらし、物体202の形成を続けることができる。このプロセスを、所望の金属部品が形成されるまで繰り返すことができる。上述したように、粉末の新たな層は、形成中の部品に応じて、薄くても、厚くてもよいが、層の厚さは、通常はプロセスの全体を通して一貫している。未使用の粉末を、図2に示されるように、回収および再使用のために容器216に集めることができる。

#### 【0020】

物体202を形成するための金属粉末材料は、例えば、ステンレス鋼合金、アルミニウム合金、チタン合金、ニッケル系超合金、およびコバルト系超合金であってよい。金属粉末204が利用される場合、エネルギー源214は、半透明な窓206を損傷させることなく粉末204を熔融させることができなければならない。低融点粉末または可融性合金が、使用にさらに適することができる。例えば250未満の融点を有する既知の共晶および非共晶合金を含むことができる。

#### 【0021】

図6が、本発明の一実施形態による付加製造プロセスの図である。第1のステップは、例えば、被加工物/物体202を造形プレート200に固定し、被加工物202を金属粉末204の層へと下降させることを含むことができる。ステップ2において、金属粉末204を、金属粉末204に接触する窓206を通して照射することができる。これにより、金属粉末204を被加工物202へと熔融させて、新たな層220を形成することができる。次に、ステップ3において、新たな層220を有する被加工物202を、金属粉末204から上昇させることができる。ステップ4において、金属粉末204の新たな層を、窓206を横切って広げることができる。このプロセスを、所望の部分が完全に形成されるまで繰り返すことができる。

#### 【0022】

この典型的な実施形態による上述の製造方法を、高圧タービンブレードの先端部分を修理するために使用することができる。金属粉末付加技術を使用してタービンブレードの先端を修理するための方法は、2017年2月22日に出願されたGarayらの「Method of Repairing a Turbine Component using Ultra-Thin Plate」という名称の米国特許出願第15/439,

10

20

30

40

50

643号に開示されている。しかしながら、これらの方法は、タービンブレードを図1の装置と同様の従来からの粉末床製造装置に配置することを必要とする。このような手法の欠点は、修理または形成すべき部位の周囲に粉末床を生成しなければならない点にある。

#### 【0023】

本発明の典型的な実施形態による方法は、修理すべき先端部分だけを金属粉末に接触させるように、タービンブレードを造形プラットフォームに取り付け、窓に向かって下降させればよいため、先端の修理にとくに有利である。したがって、不要な粉末の使用を、なくすることができる。本技術を使用し、例えば、損傷したタービンブレードの先端を研磨して平坦な表面とし、平坦な表面が窓の方を向くように造形プレートに取り付け、この部分的なタービンブレードを窓の上方の金属粉末へと下降させ、形成を行うことができる。さらに、これらの典型的な実施形態によれば、上述のプロセスを使用して、まったく新しいタービンブレードまたはステータベーンあるいは他の所望の金属物体を生成することができる。

10

#### 【0024】

本明細書においては、本発明を好ましい実施形態を含めて開示するとともに、あらゆる装置またはシステムの製作および使用ならびにあらゆる関連の方法の実行を含む本発明の実施を当業者にとって可能にするために、いくつかの実施例を使用している。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義され、当業者であれば想到できる他の実施例を含むことができる。そのような他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言から相違しない構造要素を有しており、あるいは特許請求の範囲の文言から実質的に相違しない同等な構造要素を含むならば、特許請求の範囲の技術的範囲に包含される。当業者であれば、上述の種々の実施形態からの態様ならびに各々のそのような態様についての他の公知の同等物を混ぜ合わせて適合させることで、本出願の原理に従ったさらなる実施形態および技術を構築することが可能である。

20

#### [実施態様1]

付加製造によって物体(202)を製造する方法であって、

(a) 形成材料の所与の層を有している造形プラットフォーム(114)を、窓(206)上にもたらされた粉末(204)へと下降させるステップと、

(b) 前記粉末(204)を照射して、前記所与の層に対応する後続の層を形成するステップと、

30

(c) 前記後続の層を固化させるステップと、

(d) 前記造形プラットフォーム(114)および前記固化させた後続の層を、前記窓(206)から遠ざかるように上昇させるステップと、

(e) 前記物体(202)が形成されるまでステップ(a)~(d)を繰り返すステップと

を含む方法。

#### [実施態様2]

前記照射は、デジタル光加工、レーザ、または電子ビーム照射である、実施態様1に記載の方法。

#### [実施態様3]

前記粉末(204)は、前記窓(206)よりも低い融点を有する、実施態様1に記載の方法。

40

#### [実施態様4]

前記粉末(204)は、前記窓(206)を通して照射されるが、前記窓(206)の上方に位置する前記造形プラットフォーム(114)に付着する、実施態様1に記載の方法。

#### [実施態様5]

前記粉末(204)は、コバルトクロム合金、ステンレス鋼合金、アルミニウム合金、チタン合金、またはニッケル系超合金である、実施態様1に記載の方法。

#### [実施態様6]

50

前記物体（２０２）は、タービンブレードまたはステータベーンである、実施態様１に記載の方法。

[実施態様７]

前記物体（２０２）は、タービンブレードまたはステータベーンの先端部分である、実施態様１に記載の方法。

[実施態様８]

物体（２０２）の付加製造のための装置であって、

粉末ディスペンサと、

窓（２０６）と、

その上で前記物体（２０２）が形成されるプラットフォーム（１１４）と、

前記窓（２０６）を覆って粉末の層をもたらすリコータ（２０８）と、

前記窓（２０６）の下方に配置された照射源（２１４）と

を備える装置。

10

[実施態様９]

前記照射源（２１４）は、レーザまたはデジタル光プロジェクタである、実施態様８に記載の装置。

[実施態様１０]

前記粉末（２０４）は、前記窓（２０６）を通して照射されるが、前記窓（２０６）の上方の前記造形プレート（２００）に付着する、実施態様８に記載の装置。

[実施態様１１]

前記粉末（２０４）は、前記窓（２０６）よりも低い融点を有する、実施態様８に記載の装置。

20

[実施態様１２]

前記粉末（２０４）は、コバルトクロム合金、ステンレス鋼合金、アルミニウム合金、チタン合金、またはニッケル系超合金である、実施態様８に記載の装置。

【符号の説明】

【００２５】

１００ 直接金属レーザ焼結または直接金属レーザ溶融のためのシステム、装置

１１２ 粉末床

１１４ 造形プラットフォーム

30

１１６ リコータアーム

１１８ 粉末レベル

１２０ ソース、レーザ

１２２ 部品

１２６ リザーバ

１２８ 廃棄物容器

１３２ ガルボスキャナ

１３４ 方向

１３６ エネルギービーム

２００ 造形プレート

40

２０２ 形成される物体、被加工物

２０４ 金属粉末、溶融金属粉末

２０６ 半透明な窓

２０８ リコータ機構、粉末リコータ機構

２１０ リザーバ

２１２ 粉末供給器

２１４ エネルギー源

２１６ 容器

２１８ レーザビームまたは光パターン

２２０ 新たな層

50



【 図 1 】

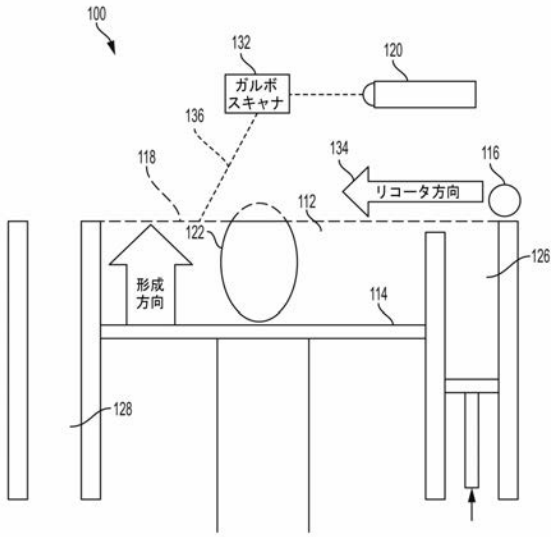


FIG. 1

【 図 2 】

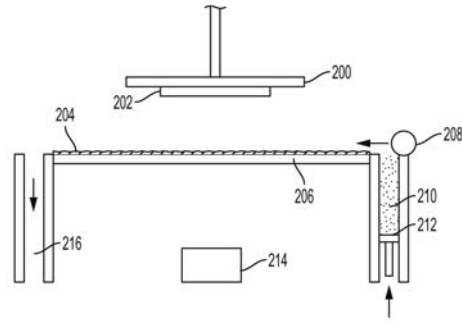


FIG. 2

【 図 3 】

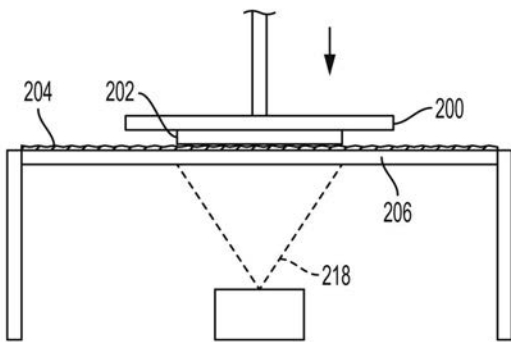


FIG. 3

【 図 4 】

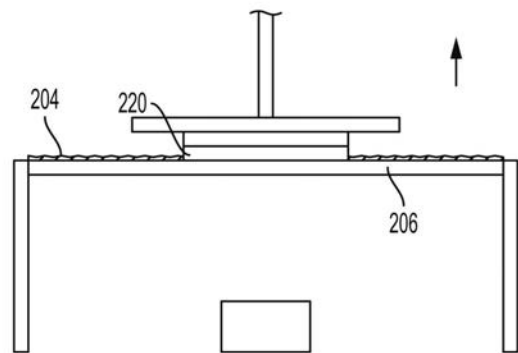


FIG. 4

【 図 5 】

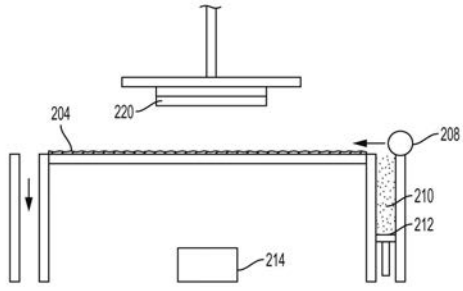


FIG. 5

【 図 6 】

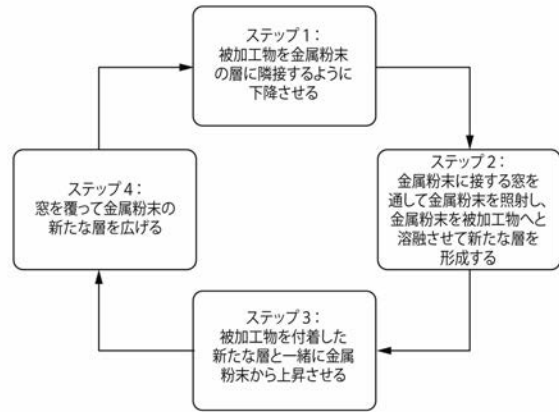


FIG. 6

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
<b>F 0 2 C 7/00 (2006.01)</b>	F 0 1 D 25/00	L
	F 0 2 C 7/00	C
	F 0 2 C 7/00	D

(72)発明者 ウィリアム・トーマス・カーター

アメリカ合衆国、ニューヨーク州・1 2 3 0 9、ニスカユナ、リサーチ・サークル、1

Fターム(参考) 4K018 AA06 AA09 AA10 AA15 AA33 BA17 BA20 CA44 EA51 EA60  
KA12

【外国語明細書】

2019039067000001.pdf