

(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2014-201068

(P2014-201068A)

(43) 公開日 平成26年10月27日 (2014. 10. 27)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00	4 F 2 1 3
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	4 K 0 1 8
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-71149 (P2014-71149)	(71) 出願人	514080039 エスエルエム ソリューションズ ゲーエム ベーハー
(22) 出願日	平成26年3月31日 (2014. 3. 31)		
(31) 優先権主張番号	13162179.9		
(32) 優先日	平成25年4月3日 (2013. 4. 3)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		
		(74) 代理人	100102532 弁理士 好宮 幹夫
		(72) 発明者	アンドレアス ウィーズナー ドイツ連邦共和国、23556 リューベ ック、ロッゲンホルスター シュトラーセ 9 c、エスエルエム ソリューションズ ゲーエムベーハー内

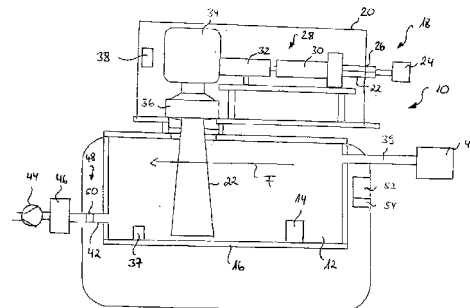
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元ワークピースの製造方法及び製造装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】電磁放射線又は粒子放射線で原材料粉末の層を照射することにより、高品質の三次元ワークピースの製造を可能にする方法の提供。

【解決手段】キャリア 16 と粉末塗布装置 14 とを収容したプロセスチャンバー 12 にガスを供給する工程と、前記粉末塗布装置によって前記キャリア上に原材料粉末の層を塗布する工程と、照射装置 18 によってキャリア 16 上に塗布された前記原材料粉末を選択的に照射する工程と、プロセスチャンバー 12 から微粒子の不純物を含むガスを排出する工程と、照射装置 18 の放射源 24 の放射ビーム 22 が、放射パターンに従ってキャリア 16 上に塗布された前記原材料粉末の層の上方に導かれるように制御ユニット 38 によって、照射装置 18 の作動を制御する工程とを含み、スキャンベクトルは、前記プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向 F に対して特定の角度で延びている三次元ワークピースの製造方法。



【選択図】 図 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

三次元ワークピースの製造方法であって、

キャリア (1 6) と粉末塗布装置 (1 4) とを収容したプロセスチャンバー (1 2) にガスを供給する工程と、

前記粉末塗布装置 (1 4) によって前記キャリア (1 6) 上に原材料粉末の層を塗布する工程と、

照射装置 (1 8) によって前記キャリア上に塗布された前記原材料粉末を電磁放射線または粒子放射線で選択的に照射する工程と、

前記プロセスチャンバー (1 2) から微粒子の不純物を含むガスを排出する工程と、

前記照射装置 (1 8) の少なくとも一つの放射源 (2 4) により放たれた放射ビーム (2 2) が、複数のスキャンベクトル (V , V' , V'') を含む放射パターン (5 6 , 5 6') に従って前記キャリア (1 6) 上に塗布された前記原材料粉末の層の上方に導かれるように制御ユニット (3 8) によって、前記照射装置 (1 8) の作動を制御する工程とを含み、

前記スキャンベクトル (V , V' , V'') は、前記放射パターン (5 6 , 5 6' , 5 6'') の少なくとも一区画において互いに実質的に平行に延びており、前記実質的に平行なスキャンベクトル (V , V' , V'') のうち少なくとも一つおきのスキャンベクトル (V , V' , V'') は前記プロセスチャンバー (1 2) を貫流するガス流の流れ方向 (F) に対して 0 度から 9 0 度の間または 2 7 0 度から 3 6 0 度の間の角度 (γ , γ' , γ'') で延びていることを特徴とする三次元ワークピースの製造方法。

【請求項 2】

前記放射パターン (5 6'') の少なくとも一区画において隣接したスキャンベクトル (V'') が同じ方向を向く、または、前記放射パターン (5 6 , 5 6') の少なくとも一区画において隣接したスキャンベクトル (V' , V'') 同士が逆方向を向くことを特徴とする請求項 1 に記載の三次元ワークピースの製造方法。

【請求項 3】

前記放射パターン (5 6 , 5 6' , 5 6'') は複数の並行な縞 (S , S' , S'') を含む縞パターンであり、該それぞれの縞 (S , S' , S'') は、互いに実質的に平行に延びている、特に、前記縞 (S , S' , S'') の長手方向の軸 (L , L' , L'') に実質的に直角に延びている複数のスキャンベクトル (V , V' , V'') によって定められることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の三次元ワークピースの製造方法。

【請求項 4】

前記縞パターンの前記縞 (S , S' , S'') の前記長手方向の軸 (L , L' , L'') に沿った前記放射ビーム (2 2) の進行方向 (A , A' , A'') が前記プロセスチャンバー (1 2) を貫流する前記ガス流の前記流れ方向 (F) に対して 0 度から 9 0 度の間または 2 7 0 度から 3 6 0 度の間の角度 (β , β' , β'') で延びるようにしながら、前記照射装置 (1 8) の前記少なくとも一つの放射源 (2 4) により放たれた前記放射ビーム (2 2) が前記キャリア (1 6) 上に塗布された前記原材料粉末の層の上方に導かれるように、前記制御ユニット (3 8) によって、前記照射装置 (1 8) の作動を制御することを特徴とする請求項 3 に記載の三次元ワークピースの製造方法。

【請求項 5】

互いに対して回転した複数の放射パターン (5 6 , 5 6' , 5 6'') に従って、前記照射装置 (1 8) の前記少なくとも一つの放射源 (2 4) により放たれた前記放射ビーム (2 2) が前記キャリア (1 6) 上に塗布された原材料粉末の後続の層の上方に導かれるように、前記制御ユニット (3 8) によって、前記照射装置 (1 8) の作動を制御することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の三次元ワークピースの製造方法。

【請求項 6】

前記プロセスチャンバー (1 2) を貫流する前記ガス流の実際の流速を検出する工程と

、
前記検出された実際の流速と所定の流速とを比較する工程と、

前記検出された実際の流速が前記所定の流速に収束するように、前記検出された実際の流速と前記所定の流速との比較結果に依存して、前記プロセスチャンバー（１２）から微粒子の不純物を含むガスを排出するために作動する運搬装置（４４）を制御する工程とをさらに含むことを特徴とする請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の三次元ワークピースの製造方法。

【請求項７】

前記プロセスチャンバー（１２）を貫流する前記ガス流の前記実際の流速を、前記プロセスチャンバー（１２）から微粒子の不純物を含むガスを排出する際に通る排出ライン（４２）に配置されたガス流速センサーを含む検出装置（４８）によって、測定することを特徴とする請求項６に記載の三次元ワークピースの製造方法。

10

【請求項８】

三次元ワークピースの製造装置（１０）であって、

キャリア（１６）と該キャリア（１６）上に原材料粉末を塗布するための粉末塗布装置（１４）とを収容したプロセスチャンバー（１２）と、

該プロセスチャンバー（１２）にガスを供給するガス供給ライン（３９）と、

前記キャリア（１６）上に塗布された前記原材料粉末を電磁放射線または粒子放射線で選択的に照射する照射装置（１８）と、

前記プロセスチャンバー（１２）から微粒子の不純物を含むガスを排出する排出ライン（４２）と、

20

前記照射装置（１８）の少なくとも一つの放射源（２４）により放たれた放射ビーム（２２）が、複数のスキャンベクトル（ V 、 V' 、 V'' ）を含む放射パターン（５６、５６'、５６''）に従って前記キャリア（１６）上に塗布された前記原材料粉末の層の上方に導かれるように、前記照射装置（１８）の作動を制御することに適合した制御ユニット（３８）とを含み、

前記スキャンベクトル（ V 、 V' 、 V'' ）は、前記放射パターン（５６、５６'、５６''）の少なくとも一区画において互いに実質的に平行に延びており、前記実質的に平行なスキャンベクトル（ V 、 V' 、 V'' ）のうち少なくとも一つおきのスキャンベクトル（ V 、 V' 、 V'' ）は前記プロセスチャンバー（１２）を貫流するガス流の流れ方向（ F ）に対して０度から９０度の間または２７０度から３６０度の間の角度（ γ 、 γ' 、 γ'' ）で延びているものであることを特徴とする三次元ワークピースの製造装置。

30

【請求項９】

前記放射パターン（５６''）の少なくとも一区画において隣接したスキャンベクトル（ V'' ）が同じ方向を向く、または、前記放射パターン（５６、５６'）の少なくとも一区画において隣接したスキャンベクトル（ V 、 V' ）同士が逆方向を向くことを特徴とする請求項８に記載の三次元ワークピースの製造装置。

【請求項１０】

前記放射パターン（５６、５６'、５６''）は複数の並行な縞（ S 、 S' 、 S'' ）を含む縞パターンであり、該それぞれの縞（ S 、 S' 、 S'' ）は、互いに実質的に平行に延びている、特に、前記縞（ S 、 S' 、 S'' ）の長手方向の軸（ L 、 L' 、 L'' ）に実質的に直角に延びている複数のスキャンベクトル（ V 、 V' 、 V'' ）によって定められることを特徴とする請求項８または請求項９に記載の三次元ワークピースの製造装置。

40

【請求項１１】

前記制御ユニット（３８）は、前記縞パターンの前記縞（ S 、 S' 、 S'' ）の前記長手方向の軸（ L 、 L' 、 L'' ）に沿った前記放射ビーム（２２）の進行方向（ A 、 A' 、 A'' ）が前記プロセスチャンバー（１２）を貫流する前記ガス流の前記流れ方向（ F ）に対して０度から９０度の間または２７０度から３６０度の間の角度（ β 、 β' 、 β'' ）で延びている状態で、前記照射装置（１８）の前記少なくとも一つの放射源（２４）により放たれた前記放射ビーム（２２）が前記キャリア（１６）上に塗布された前記原材料粉末の

50

層の上方に導かれるように、前記照射装置（１８）の作動を制御することに適合したものであることを特徴とする請求項１０に記載の三次元ワークピースの製造装置。

【請求項１２】

前記制御ユニット（３８）は、互いに対して回転した複数の放射パターン（５６，５６'，５６''）に従って、前記照射装置（１８）の前記少なくとも一つの放射源（２４）により放たれた前記放射ビーム（２２）が前記キャリア（１６）上に塗布された原材料粉末の後続の層の上方に導かれるように、前記照射装置（１８）の作動を制御することに適合したものであることを特徴とする請求項８から請求項１１のいずれか一項に記載の三次元ワークピースの製造装置。

【請求項１３】

前記プロセスチャンバー（１２）を貫流する前記ガス流の実際の流速を検出する検出装置（４８）と、

前記検出された実際の流速と所定の流速とを比較する比較装置（５４）と、

前記検出された実際の流速が前記所定の流速に収束するように、前記検出された実際の流速と前記所定の流速との比較結果に依存して、前記プロセスチャンバー（１２）から微粒子の不純物を含むガスを排出するために作動可能な運搬装置（４４）を制御することに適合した制御ユニット（５２）とをさらに含むことを特徴とする請求項８から請求項１２のいずれか一項に記載の三次元ワークピースの製造装置。

【請求項１４】

前記検出装置（４８）は、前記プロセスチャンバー（１２）から微粒子の不純物を含むガスを排出する際に通る前記排出ライン（４２）に配置されるガス流速センサー（５０）を含むものであることを特徴とする請求項１３に記載の三次元ワークピースの製造装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電磁放射線又は粒子放射線で原材料粉末の層を照射することにより、三次元ワークピースを製造する方法と装置とに関する。

【背景技術】

【０００２】

レーザー選択溶融又はレーザー選択焼結は、累積的に階層化する方法であり、粉末の、特に、金属及び／又はセラミックの原材料を複雑な形状の三次元ワークピースに加工することができる。そのために、原材料粉末の層をキャリア上へ塗布し、製造されるワークピースの所望の形状に依存する位置選択的方法でレーザー放射させる。粉末の層を貫通するレーザー放射によって、原材料粉末粒子を加熱し、その結果溶融又は焼結が生じる。その後、ワークピースが所望の形状及びサイズを有するまで、原材料粉末の複数の層が、レーザー処理がすでに行われたキャリア上の層に、連続的に塗布される。レーザー選択溶融又はレーザー選択焼結は、特に、ＣＡＤデータに基づいて、試作品、工具、交換部品又は医療人工器官、例えば歯科又は整形外科用の人工器官などの製造のために使用され得る。

【０００３】

レーザー選択溶融により粉末の原材料から成形体を製造する装置が、例えば、ＥＰ １ ７９３ ９７９ Ａ１に記載されている。この従来技術の装置は、製造される成形体の複数のキャリアを収容するプロセスチャンバーを備える。粉末の層の準備システムは、レーザー光線によって照射されるキャリア上の原材料粉末を塗布するために、キャリアを横切る前後運動の可能な粉末収容ホルダを備える。プロセスチャンバーは、プロセスチャンバー内に保護ガス雰囲気確立するために、保護ガスをプロセスチャンバーに供給することができる供給ラインを備える保護ガス回路に接続されている。保護ガス回路には、例えば、残留する原材料粉末粒子及び溶接煙粒子等の微粒子の不純物を含む防護ガスを、プロセスチャンバーから排出することが可能な排出ラインをさらに備える。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、電磁放射線又は粒子放射線で原材料粉末の層を照射することにより、高品質の三次元ワークピースの特に効果的な製造を可能にする方法及び装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この目的は、請求項 1 に記載の方法及び請求項 8 に記載の装置によって達成される。

【0006】

三次元ワークピースを製造する方法において、ガスは、キャリア及び粉末塗布装置を収容するプロセスチャンバーに供給される。制御された雰囲気、特に、プロセスチャンバー内の不活性雰囲気を維持できるようにするために、プロセスチャンバーは、周囲雰囲気、すなわちプロセスチャンバーを囲んでいる環境に対して、封止可能としてもよい。プロセスチャンバー内の雰囲気を制御することにより、電磁放射線又は粒子放射線で原材料粉末を照射する時に、好ましくない化学反応、特に、酸化反応の発生を防止することができる。プロセスチャンバーに供給されるガスは、好ましくは、例えばアルゴン、窒素等の不活性ガスであるが、プロセスチャンバーに空気を供給することも考えられる。ガスは、適切な運搬装置、例えばポンプによって、プロセスチャンバーに供給してもよい。

【0007】

プロセスチャンバーに配置されるキャリアは、強固に固定されたキャリアとすることができ、しかしながら、好ましくは、キャリアは、原材料粉末から層状に造形されるとき、ワークピースの構造上の高さの増加に伴って、キャリアが垂直方向に下方に移動することができるようにするため、垂直方向に位置を変えることができるように設計される。原材料粉末は、金属粉末、特に金属合金粉末であることが好ましいが、セラミック粉末又は異なる材料を含有する粉末でもよい。粉末は、いかなる適切な粒径又は粒径分布を有していてもよいが、 $100\mu\text{m}$ より小さい粒径の粉末を加工することが好ましい。

【0008】

原材料粉末の層は、粉末塗布装置によりキャリア上に塗布される。その後、キャリア上に塗布された原材料粉末は、照射装置により、電磁放射線又は粒子放射線によって選択的に照射される。特に、キャリア上に塗布された原材料粉末は、製造されるワークピースの所望の形状に依存する位置選択的方法で、電磁放射線又は粒子放射線を受けてもよい。照射装置は、好ましくは、原材料粉末粒子の位置選択溶解を引き起こす放射線を原材料粉末上へ照射するのに適している。照射装置は、少なくとも一つの放射源、特に、レーザー源と、この放射源によって放たれる放射ビームを導く及び／又は処理するための少なくとも一つの光学ユニットとを備えていてもよい。光学ユニットは、対物レンズ、特に $f - \theta$ レンズ、スキャナユニットなどの光学素子を備えていてもよく、スキャナユニットは、好ましくは回折光学素子及び屈折鏡を備える。

【0009】

キャリア上に塗布された原材料粉末が、電磁放射線又は粒子放射線によって選択的に照射される間、例えば、原材料粉末粒子又は溶接煙粒子等の微粒子の不純物を含むガスはプロセスチャンバーから排出される。この微粒子の不純物を含むガスは、適切な運搬装置、例えばポンプにより、プロセスチャンバーから排出されることができる。放射線エネルギーの過剰な吸収、及び／又は、照射装置の放射源から放たれる放射ビームの遮蔽を回避するために、微粒子の不純物はプロセスチャンバーから除去される。

【0010】

照射装置の少なくとも一つの放射源により放たれる放射ビームが、放射パターンに従って粉末塗布装置によりキャリア上に塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、制御ユニットを用いて、照射装置の動作が制御される。放射パターンは、複数のスキャンベクトルを含み、このスキャンベクトルは、放射パターンの少なくとも一区画において、互いに実質的に平行に延びる。放射パターンは複数の区画を備えていてもよく、各区画で

10

20

30

40

50

、スキャンベクトルは互いに実質的に平行に延びるが、放射パターンの隣接する区画のスキャンベクトルに対して傾斜していてもよい。スキャンベクトルは、直線又は曲線をたどることができる。実質的に平行なスキャンベクトルのうち少なくとも一つおきのスキャンベクトルは、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して、0度から90度の間、又は、270度から360度の間の角度で延びる。

【0011】

プロセスチャンバーを貫流するガス流は、プロセスチャンバーにガスを供給することによって誘発されてもよいし、及び/又はプロセスチャンバーから排出される微粒子の不純物を含むガスにより生じさせてもよい。いずれの場合も、プロセスチャンバーを貫流するガス流は、例えば、原材料粉末粒子又は溶接煙粒子等の微粒子の不純物を運ぶ。プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に依存して、放射パターン内でスキャンベクトルの方向を定めることにより、照射装置の放射源から放たれる放射ビームの放射エネルギーの吸収及び/又は遮蔽を減らすことができる。特に、本発明による方法では、平行に延び、及び/又はプロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向と同じ方向を向くスキャンベクトルを省くことにより、放射源によって放たれる放射ビームの放射エネルギーの吸収及び/又は遮蔽を著しく減らすことができる。

10

【0012】

少なくとも放射パターンの一区画において、隣接するスキャンベクトルは、同じ方向を向いていてもよい。隣接するスキャンベクトルが同じ方向を向く放射パターンにおいて、スキャンベクトルは、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して、約0度の角度で延びていてもよく、これにより放射源により放たれる照射ビームの放射エネルギーの吸収及び/又は遮蔽を最小化することができる。

20

【0013】

あるいは、又は、それに加えて、放射パターンの少なくとも一区画で、隣接するスキャンベクトルはそれぞれ反対方向に向かっていてもよく、放射源により放たれる放射ビームを、照射を受ける粉末面を横断して往復するように導くことができる。隣接するスキャンベクトルが同じ方向を向く放射パターンにおいて、スキャンベクトルは、30度から60度の間、120度から150度の間、210度から240度の間、又は、300度から330度の間の角度で延びることができる。特に、スキャンベクトルは、40度から50度の間、130度から140度の間、220度から230度の間、又は、310度から320度の間の角度で延びてもよい。好ましくは、スキャンベクトルは、約45度、約135度、約225度、又は約315度の角度で伸びる。

30

【0014】

基本的に、放射パターンは、いかなる適切な放射パターンでもあってもよく、例えばチェス盤のパターン又は任意に形作られた区画からなるパターンでもよいが、放射パターンは、複数の平行な縞からなる縞パターンであることが好ましい。縞パターンのそれぞれの縞は、互いに実質的に平行に延びる複数のスキャンベクトルによって定義されることができる。縞パターンの縞を定義するスキャンベクトルは、縞の長手方向の軸に対して平行又は傾斜するように延びていてもよいが、縞パターンの縞を定義するスキャンベクトルは、縞の長手方向の軸に実質的に垂直に延びることも考えられる。

40

【0015】

本発明の三次元ワークピースを製造する方法の好ましい実施形態において、縞パターンの縞の長手方向の軸に沿った放射ビームの進行方向が0度から90度の間又は270度から360度の間の角度で延びるようにしながら、照射装置の少なくとも一つの放射源により放たれた放射ビームがキャリア上に塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、制御ユニットにより、照射装置の作動が制御される。プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に依存して、縞パターンの縞の長手方向の軸に沿う放射ビームの進行方向を定めることにより、照射装置の放射源から放たれる放射ビームの放射エネルギーの吸収及び/又は遮蔽をさらに減らすことができる。

【0016】

50

隣接するスキャンベクトルが同じ方向を向く放射パターンにおいて、縞パターンの縞の長手方向の軸に沿った放射ビームの進行方向は、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して約90度の角度で延びてもよい。隣接するスキャンベクトルが反対方向を向く放射パターンにおいて、特に縞パターンの縞の長手方向の軸に沿った放射ビームの進行方向は、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して130度から140度の間、又は、220度から230度の間の角度で伸びてもよい。隣接するスキャンベクトルが反対方向を向く放射パターンにおいて、縞パターンの縞の長手方向の軸に沿った放射ビームの進行方向は、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して約135度又は約225度の角度で延びることが好ましい。

【0017】

互いに対して回転した複数の放射パターンに従って、照射装置の少なくとも一つの放射源により放たれる放射ビームが、キャリア上に塗布された原材料粉末の後続の層の上方に導かれるように、制御ユニットより、照射装置の作動を制御することができる。原材料粉末の後続の層を照射する際に、放射パターンを回転させることにより、製造されたワークピースの過剰な収縮や残留応力を最小化することができる。プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して、スキャンベクトルの方向が上記の通りに保たれる場合、基本的に、回転パターンは、いかなる適切な角度で回転してもよい。

【0018】

本発明の三次元ワークピースを製造する方法において、プロセスチャンバーを貫流するガス流の実際の流速を検出することができる。検出された実際の流速は、所定の流速と比較することができる。最終的に、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出するように作動する運搬装置は、検出された実際の流速が所定の流速に収束するように、検出された実際の流速と所定の流速との比較結果に依存して制御されることができる。この運搬装置はポンプとすることができる。この運搬装置は、照射装置の動作を制御するための制御ユニットとは別に構成されるさらに別の制御ユニットにより制御されることができ、あるいは、照射装置の動作を制御するための制御ユニットと一体に形成されてもよい。上記所定の流速は、この別の制御ユニットのメモリに保存されていてもよいし、必要に応じてさらに別の制御ユニットで決定されてもよいし、又は、オペレータによって選択されてもよい。

【0019】

プロセスチャンバーを貫流するガス流の所定の流速に依存した運搬装置の動作を制御することにより、ガス流の流速を、特に信頼性が高い方法で制御できる。具体的には、運搬装置の動作及びそれによるガス流の流速を、プロセスチャンバーから排出されたガス流から微粒子の不純物を濾過するフィルタ装置の作動状態から独立して制御することができる。更に、微粒子の不純物を含むガスがプロセスチャンバーから排出される際に通る排出ラインの中での目詰まりは、運搬装置の制御及び動作に影響を及ぼさないで、プロセスチャンバーから排出されるガス流の流速にも一切影響を及ぼさない。

【0020】

上述のプロセスチャンバーを貫流するガス流の所定の流速に従って運搬装置の作動が制御されるような三次元ワークピースを製造する方法は、照射装置の上述の制御とは独立して、権利主張される。具体的には、上述のように、キャリアと粉末塗布装置とを収容するプロセスチャンバーにガスを供給し、粉末塗布装置によってキャリア上に原材料粉末の層を塗布し、照射装置によってキャリア上に塗布された原材料粉末を電磁放射線又は粒子放射線で選択的に照射し、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出し、プロセスチャンバーを貫流するガス流の所定の流速に依存して運搬装置の作動を制御するような三次元ワークピースを製造する方法が、権利主張される。

【0021】

プロセスチャンバーを貫流するガス流の実際の流速は、検出装置によって測定できる。検出装置は、プロセスチャンバーから排出される微粒子の不純物を含むガスが排出する際に通る排出ラインに配置されるガス流速センサーを備えていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

三次元ワークピースの製造装置は、キャリアとキャリア上に原材料粉末を塗布するための粉末塗布装置とを収容したプロセスチャンバーと、プロセスチャンバーにガスを供給するガス供給ラインと、キャリア上に塗布された原材料粉末を電磁放射線又は粒子放射線で選択的に照射する照射装置と、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出する排出ラインと、照射装置の放射源により放たれた放射ビームが放射パターンに従ってキャリア上に塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、照射装置の作動を制御することに適合した制御ユニットとを備える。放射パターンは複数のスキャンベクトルを含み、そのスキャンベクトルは放射パターンの少なくとも一区画において、互いに実質的に平行に延び、その実質的に平行なスキャンベクトルのうち少なくとも一つおきのスキャンベクトルは、プロセスチャンバーを貫流するガス流の流れ方向に対して0度から90度の間又は270度から360度の間の角度で延びる。

10

【 0 0 2 3 】

放射パターンの少なくとも一区画において隣接したスキャンベクトルは、同じ方向及び/又は逆方向を向いてもよい。

【 0 0 2 4 】

放射パターンは複数の並行な縞を含む縞パターンとすることができ、それぞれの縞は、互いに実質的に平行に延びている複数のスキャンベクトルにより、定められることができる。さらに、縞パターンの縞を定めるスキャンベクトルは、縞の長手方向の軸に実質的に直角に延びることができる。

20

【 0 0 2 5 】

制御ユニットは、縞パターンの縞の長手方向の軸に沿った放射ビームの進行方向が0度から90度の間又は270度から360度の間の角度で延びている状態で、照射装置の少なくとも一つの放射源により放たれた放射ビームがキャリア上に塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、照射装置の作動を制御するよう適合させることができる。

【 0 0 2 6 】

制御ユニットは、互いに対して回転した複数の放射パターンに従って、照射装置の少なくとも一つの放射源により放たれた放射ビームがキャリア上に塗布された原材料粉末の後続の層の上方に導かれるように、照射装置の作動を制御することに適合したものとすることができる。

30

【 0 0 2 7 】

上記の製造装置は、プロセスチャンバーを貫流するガス流の実際の流速を検出する検出装置と、検出された実際の流速と所定の流速とを比較する比較装置と、検出された実際の流速が所定の流速に収束するように、検出された実際の流速と所定の流速との比較結果に依存して、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出するために作動可能な運搬装置を制御することに適合した制御ユニットとをさらに備えてもよい。この制御ユニットは、照射装置の動作を制御するための制御ユニットとは別に構成されてもよく、あるいは、照射装置の動作を制御するための制御ユニットと一体に形成されてもよい。

【 0 0 2 8 】

上記のように、プロセスチャンバーを貫流するガス流の所定の流速に依存して運搬装置の作動が制御される三次元ワークピースを製造する装置は、上記の装置とは独立して、権利主張され、上記のように照射装置を制御することができる。具体的には、キャリア及びキャリア上に原材料粉末を塗布するための粉末塗布装置を収容するプロセスチャンバーと、プロセスチャンバーにガスを供給するガス供給ラインと、キャリア上に塗布された原材料粉末を電磁放射線又は粒子放射線で選択的に照射する照射装置と、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出する排出ラインと、プロセスチャンバーを貫流するガス流の実際の流速を検出する検出装置と、検出された実際の流速と所定の流速とを比較する比較装置と、検出された実際の流速が所定の流速に収束するように、検出された実際の流速と所定の流速との比較結果に依存して、プロセスチャンバーから微粒子の不純物を含むガスを排出するために作動可能な運搬装置を制御することに適合した制御ユニットと

40

50

を含む三次元ワークピースを製造する装置が権利主張される。

【 0 0 2 9 】

検出装置は、プロセスチャンバーから排出される微粒子の不純物を含むガスが排出される際に通る排出ラインに配置されるガス流速センサーを備えてもよい。

【 0 0 3 0 】

以下に、本発明の好ましい実施形態を、添付の模式図を参照して詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】三次元ワークピースを製造する装置を示す図である。

【図 2】図 1 に示す装置において使用される照射装置の放射源により放たれる放射ビームが原材料粉末の層の上方に導かれるようにする放射パターンの一例を示す概略図である。

10

【図 3】図 1 に示す装置において使用される照射装置の放射源により放たれる放射ビームが原材料粉末の層の上方に導かれるようにする放射パターンの別の一例を示す概略図である。

【図 4】図 1 に示す装置において使用される照射装置の放射源により放たれる放射ビームが原材料粉末の層の上方に導かれるようにする放射パターンの別の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 2 】

図 1 は、レーザー選択溶融 (S L M、登録商標) により三次元ワークピースを製造する装置 1 0 を示す。装置 1 0 は、プロセスチャンバー 1 2 を備える。プロセスチャンバー 1 2 に配置される粉末塗布装置 1 4 は、キャリア 1 6 上へ原材料粉末を塗布する役割を果たす。キャリア 1 6 は、垂直方向で位置を変更することができるように設計されているので、キャリア 1 6 上へ原材料粉末から層状に造形される際、ワークピースの構造上の高さの増加に伴って、キャリア 1 6 を垂直方向に下方に移動することができる。

20

【 0 0 3 3 】

装置 1 0 はさらに、キャリア 1 6 上へ塗布される原材料粉末を選択的にレーザー放射で照射する照射装置 1 8 を備える。照射装置 1 8 により、キャリア 1 8 上に塗布された原材料粉末には、製造されるワークピースの所望の形状に依存した位置選択的方法でレーザー放射を行うことができる。照射装置 1 8 は、気密シール可能なハウジング 2 0 を備えている。放射源 2 4 によって提供される、特にレーザービームのような放射ビーム 2 2 が、開口部 2 6 を経てハウジング 2 0 に導かれる。特に、この放射源 2 4 は、例えば約 1 0 7 0 から 1 0 8 0 n m の波長でレーザー光を発する、ダイオード励起イッテルビウムファイバレーザーを含むレーザー源とすることができる。

30

【 0 0 3 4 】

照射装置 1 8 は、放射ビーム 2 2 を導いて処理するための光学ユニット 2 8 を有し、この光学ユニット 2 8 は、放射ビーム 2 2 を拡散するためのビーム拡散器 3 0 と、放射ビーム 2 2 を焦点位置に焦点を合わせるための焦点レンズ 3 2 と、スキャナユニット 3 4 と、対物レンズ 3 6 等の光学素子を備えている。スキャナユニット 3 4 及び対物レンズ 3 6 は、検流計スキャナ及び f - θ 対物レンズの形で例示される。スキャナユニット 3 4 により、光路の方向と光路の方向に対して垂直な面との両方で、放射ビーム 2 2 の焦点の位置を変化させ、適合させることができる。照射装置 1 8 の作動は、制御ユニット 3 8 によって制御される。

40

【 0 0 3 5 】

プロセスチャンバー 1 2 は、周囲雰囲気に対して、すなわちプロセスチャンバー 1 2 を囲む環境に対して封止可能である。プロセスチャンバー 1 2 は、ガス供給源 4 0 により供給されるガスがプロセスチャンバー 1 2 に供給される際に通るガス供給ライン 3 9 に接続している。ガス供給源 4 0 からプロセスチャンバー 1 2 に供給されるガスは、例えば、アルゴン又は窒素等の不活性ガスとすることができる。排出ライン 4 2 は、累積的に階層化する方法により、上記原材料粉末でできるワークピースを製造するためにキャリア 1 6 上

50

に塗布される原材料粉末を電磁放射線又は粒子放射線で照射している間に、プロセスチャンパー 12 からの、例えば原材料粉末粒子又は溶接煙粒子等の微粒子の不純物を含むガスを排出する役割を果たす。微粒子の不純物を含むガスは、例えばポンプ等の運搬装置 44 により、プロセスチャンパー 12 から排出される。運搬装置 44 の上流の排出ライン 42 に配置されるフィルタ 46 は、プロセスチャンパー 12 から放出されたガス流から微粒子の不純物を濾過する役割を果たす。フィルタ 46 を通過した後、ガス流は、ガス供給ライン 39 を介してプロセスチャンパー 12 に再循環されてもよい。

【0036】

ガス供給ライン 39 を介してガス供給源 40 からプロセスチャンパー 12 までガスを供給することにより、かつ、排出ライン 42 を介してプロセスチャンパー 12 から微粒子の不純物を含むガスを排出することにより、プロセスチャンパーを通るガス流が誘発される。具体的には、矢印 F により示される流れ方向で流れるガス流が、プロセスチャンパー 12 の中で発生する。このガス流により、例えば、原材料粉末粒子、煤煙又は溶接煙粒子等の微粒子の不純物が運ばれる。

【0037】

プロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の実際の流速は、検出装置 48 によって検出される。検出装置 48 は、プロセスチャンパー 12 から排出された微粒子の不純物を含むガスが排出される際に通る排出ライン 42 に配置されるガス流速センサー 50 を備える。検出装置 48 は、プロセスチャンパー 12 内に配置されることができる、図 1 に図示されていないガス流速センサーを更に備えてもよい。更なる制御ユニット 52 は、図 1 に示す装置 10 において、照射装置 18 の作動を制御するための制御装置 38 と別に形成されているが、制御ユニット 38 と一体に形成されてもよく、プロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の検出された実際の流速に依存して運搬装置 44 の作動を制御する役割を果たす。具体的には、更なる制御ユニット 52 の比較装置 54 は、検出された実際の流速を所定の流速と比較する役割を果たす。その後、更なる制御ユニット 52 は、検出された実際の流速が所定の流速に収束するように、検出された実際の流速と所定の流速との比較結果に依存して、運搬装置 44 を制御する。

【0038】

図 2 から図 4 までのいずれかに図示されるように、照射装置 18 の放射源 24 により放たれる放射ビーム 22 が、放射パターン 56、56'、56'' に従って粉末塗布装置 14 によってキャリア 16 上に塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、照射装置 18 の動作が制御ユニット 38 により制御される。図 2 に示す放射パターン 56 は、複数の平行な縞 S を含む縞パターンである。縞パターンのそれぞれの縞 S は、互いに実質的に平行に延び、縞 S の長手方向の軸 L に対して実質的に垂直に延びる複数のスキャンベクトル V によって定義される。縞パターンのそれぞれの縞 S の範囲内で、隣接するスキャンベクトル V 同士は、反対方向を向く。図 2 から明らかなように、プロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して約 31.5 度及び約 13.5 度の角度 γ でスキャンベクトル V が延びるように、放射パターン 56 のスキャンベクトル V は、プロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して向きが決まる。

【0039】

さらに、縞パターンの縞 S の長手方向の軸 L に沿った放射ビーム 22 の進行方向 A がプロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して約 45 度の角度 β で延びるようにしながら、照射装置 18 の放射源 24 によって放たれる放射ビーム 22 が、キャリア 16 上へ塗布された原材料粉末の層の上方に導かれるように、照射装置 18 の作動は、制御ユニット 38 によって制御される。プロセスチャンパー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に依存して放射パターン 56 のスキャンベクトル V 及び縞パターンの縞 S の長手方向の軸 L に沿った放射ビーム 22 の進行方向 A の方位を決めることにより、放射エネルギーの吸収及び / 又は照射装置 18 の放射源 24 によって放たれる放射ビーム 22 の遮蔽を減らすことができる。

【0040】

最後に、互いに対して回転した複数の放射パターンに従って、照射装置 18 の放射源 24 により放たれる放射ビーム 22 がキャリア 16 上へ塗布された原材料粉末の後続の層の上方に導かれるように、照射装置 18 の作動は、制御ユニット 38 によって制御される。具体的には、図 2 に図示する放射パターン 56 は、原材料粉末の第 1 の層を照射するために用いられ、約 90 度で回転して図 3 に図示する放射パターン 56' を形成する。原材料粉末の（既に照射された）第 1 の層上に塗布された原材料粉末の第 2 の層を照射する際、照射装置 18 の放射源 24 によって放たれた放射ビーム 22 は、放射パターン 56' に従って導かれる。

【0041】

放射パターン 56 の様に、放射パターン 56' も複数の平行した縞 S' を含む縞パターンであり、それぞれの縞 S' は、互いに実質的に平行に、かつ、縞 S' の長手方向の軸 L' に実質的に垂直に延びる複数のスキャンベクトル V' によって定義される。それぞれの縞 S' の範囲内で、隣接する複数のスキャンベクトル V' 同士は反対方向を向く。プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して約 45 度及び約 225 度の角度 γ' でスキャンベクトル V' が延びるように、放射パターン 56' のスキャンベクトル V' は、プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して向きが決まる。

10

【0042】

縞パターンの縞 S' の長手方向の軸 L' に沿った放射ビーム 22 の進行方向 A' は、プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して、約 315 度の角度 β' で延びる。原材料粉末の後続の層を照射する際に放射パターン 56、56' を互いに回転させることで、製造されたワークピースにおける過剰な収縮及び残留応力を最小化できる。

20

【0043】

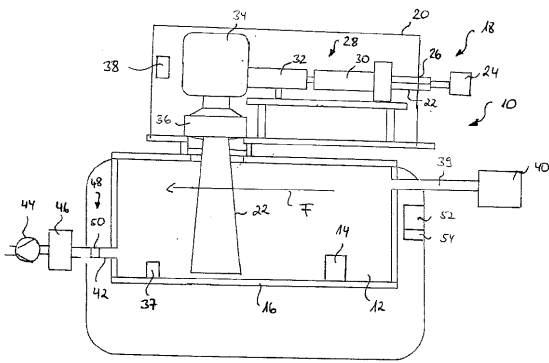
更に例示する放射パターン 56'' を図 4 に図示する。放射パターン 56、56' の様に、放射パターン 56'' も複数の平行した縞 S'' を含む縞パターンであり、それぞれの縞 S'' は、互いに実質的に平行に、かつ、縞 S'' の長手方向の軸 L'' に実質的に垂直に延びる複数のスキャンベクトル V'' によって定義される。それぞれの縞 S'' において、隣接する複数のスキャンベクトル V'' は同じ方向を向く。プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して約 0 度の角度 γ'' でスキャンベクトル V'' が延びるように、放射パターン 56'' のスキャンベクトル V'' は、プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して向きが決まる。

30

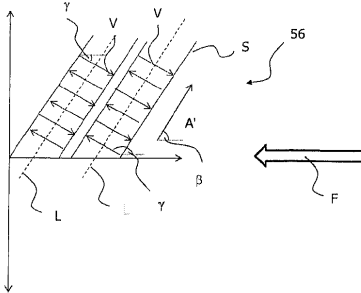
【0044】

縞パターンの縞 S'' の長手方向の軸 L'' に沿った放射ビーム 22 の進行方向 A'' は、プロセスチャンバー 12 を貫流するガス流の流れ方向 F に対して約 90 度の角度 β'' で延びる。

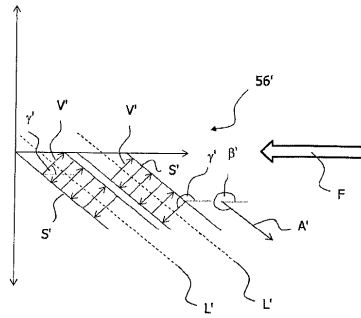
【図 1】



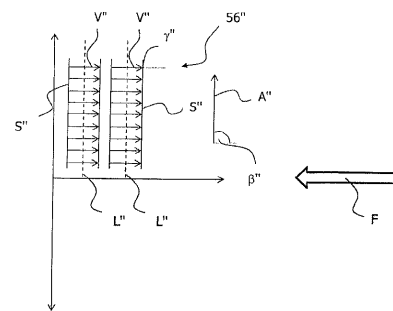
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ディーター シュヴァルツェ

ドイツ連邦共和国、2 3 5 5 6 リューベック、ロッゲンホルスター シュトラッセ 9 c、エス
エルエム ソリューションズ ゲーエムベーハー内

Fターム(参考) 4F213 AC04 AP13 WA22 WA25 WA89 WB01 WL26 WL34 WL43 WL55
WL67 WL74 WL76 WL85 WL87 WL92
4K018 CA44 DA33 EA51 EA60 KA14