

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2021-503398

(P2021-503398A)

(43) 公表日 令和3年2月12日 (2021.2.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 64/165 (2017.01)	B 2 9 C 64/165	4 F 2 1 3
B 2 9 C 64/205 (2017.01)	B 2 9 C 64/205	4 K O 1 8
B 2 9 C 64/393 (2017.01)	B 2 9 C 64/393	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2020-544994 (P2020-544994)
 (86) (22) 出願日 平成30年11月16日 (2018.11.16)
 (85) 翻訳文提出日 令和2年5月14日 (2020.5.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2018/053338
 (87) 国際公開番号 W02019/097257
 (87) 国際公開日 令和1年5月23日 (2019.5.23)
 (31) 優先権主張番号 1719089.3
 (32) 優先日 平成29年11月17日 (2017.11.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国 (GB)

(71) 出願人 520167254
 ザール スリーディー リミテッド
 イギリス国 シービー4 オエックスアール
 ケンブリッジシャー ケンブリッジ
 ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6
 (74) 代理人 100116850
 弁理士 廣瀬 隆行
 (74) 代理人 100165847
 弁理士 関 大祐
 (72) 発明者 ジェレセン フレデリク
 イギリス国 シービー4 オエックスアール
 ケンブリッジシャー ケンブリッジ
 ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6
 ザール スリーディー リミテッド内
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元物体の製造のための方法および装置

(57) 【要約】

可融性粉末を焼結するための独立して動作可能な印刷スレッドと、焼結層上に可融性粉末層を積層するための独立して動作可能な粉末分配スレッドとを利用した、三次元物体の製造のための方法が開示されている。印刷スレッドおよび粉末分配スレッドは独立して動作可能であり、印刷条件および材料によって焼結と積層間の時間を変更することができ、結果として三次元物体の層間の結合が強化される。

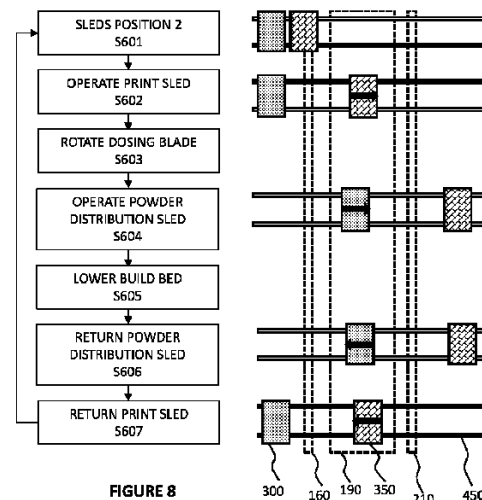


FIGURE 8

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

粉末から三次元物体を製造するための方法であって、前記方法が、

印刷スレッド上に設けられたプリントヘッドが、造形領域を横切って第一の方向に移動することで、前記造形領域に積層された粉末層上に吸収材を印刷する工程と、

第一の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動することによって、前記吸収材が印刷された前記粉末層を焼結する工程と、

分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動することで、前記造形領域に別の粉末層を積層する工程と、を含み、前記分配スレッドが前記印刷スレッドから独立して動作可能である、方法。

10

【請求項 2】

焼結中の前記造形領域の表面温度を検出する工程と、

前記検出された温度の結果として前記別の粉末層の積層を開始する工程と、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記粉末層の前記焼結が完了している間に別の粉末層の積層を開始する、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第一の放射線源が前記印刷スレッド上に設けられた、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動することによって、前記別の粉末層を予熱する工程をさらに含む、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記第二の放射線源が、前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動している時に、前記別の粉末層を積層するための前記分配スレッド上に設けられた分配装置に従う、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記別の粉末層を予熱する工程をさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記印刷スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記第一の放射線源の強度および / または波長を予熱強度および / または予熱波長に調整する工程と、

40

前記印刷スレッド上に設けられた前記第一の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記プリントヘッドのアラインメントを調整する工程と、

前記プリントヘッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記吸収材を前記別の粉末層に印刷する工程と、をさらに含む請求項 9 または 10 に記載の方法。

【請求項 12】

50

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動することによって、前記別の粉末層を前記造形領域に積層する前に、前記吸収材が印刷された前記粉末層を焼結する工程と、をさらに含む請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１３】

前記第二の放射線源が、前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動している時に、前記別の粉末層を積層するための前記分配スレッド上に設けられた前記分配装置を導く、請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記分配スレッドが、前記造形領域を横切って前記第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項１～４、１２、または１３のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項１５】

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記別の粉末層を予熱する工程をさらに含む、請求項１４に記載の方法。

【請求項１６】

前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記第二の放射線源の強度および／または波長を予熱強度および／または予熱波長に調整する工程をさらに含む、請求項１５に記載の方法。

20

【請求項１７】

前記印刷スレッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項１２～１６のいずれか一項に記載の方法。

【請求項１８】

前記第一の放射線源の前記強度および／または前記波長を前記予熱強度および／または前記波長に調整する工程と、

前記印刷スレッド上に設けられた前記第一の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む請求項１７に記載の方法。

30

【請求項１９】

前記プリントヘッドの前記アラインメントを調整する工程と、

前記プリントヘッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動して戻る時に、前記吸収材を前記別の粉末層に印刷する工程と、をさらに含む請求項１７または１８に記載の方法。

【請求項２０】

前記第一の放射線源が、前記印刷スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動する時に、前記印刷スレッド上の前記プリントヘッドに従う、請求項１～１９のいずれか一項に記載の方法。

【請求項２１】

前記粉末層を焼結するために前記第一の放射線源が前記第一の方向に移動することと、前記粉末材料に基づいて、前記別の粉末層を積層するために前記分配スレッドが前記第一の方向に移動することとの間の時間を調整する工程をさらに含む、請求項１～２０のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項２２】

粉末から三次元物体を製造するための方法であって、前記方法が、

印刷スレッド上に設けられたプリントヘッドが、造形領域を横切って第一の方向に移動することで、前記造形領域に積層された粉末層上に吸収材を印刷する工程と、

第一の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻ることによって、前記吸収材が印刷された前記粉末層を焼結する工程と、

分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動することで前記造形領

50

域に別の粉末層を積層する工程と、を含み、前記分配スレッドが前記印刷スレッドから独立して動作可能である、方法。

【請求項 2 3】

焼結中の前記造形領域の表面温度を検出する工程と、

前記検出された温度の結果として前記別の粉末層の積層を開始する工程と、をさらに含む、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記粉末層の前記焼結が完了している間に前記別の粉末層の積層を開始する、請求項 2 2 または 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記第一の放射線源が前記印刷スレッド上に設けられた、請求項 2 2 ~ 2 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動することによって、前記別の粉末層を予熱する工程をさらに含む、請求項 2 2 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記第二の放射線源が、前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動している時に、前記別の粉末層を積層するための前記分配スレッド上に設けられた分配装置に従う、請求項 2 6 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項 2 2 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動して戻ることによって、前記別の粉末層を予熱する工程をさらに含む、請求項 2 8 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動することによって、前記別の粉末層を前記造形領域に積層する前に前記吸収材が印刷された前記粉末層を焼結する工程をさらに含む、請求項 2 2 ~ 2 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記第二の放射線源が、前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第二の方向に移動している時に、前記別の粉末層を積層するための前記分配スレッド上に設けられた分配装置を導く、請求項 3 0 に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動して戻る工程をさらに含む、請求項 2 2 ~ 2 5、または 2 9 ~ 3 1 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記分配スレッドが前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動して戻る時に、前記第二の放射線源の強度および / または波長を予熱強度および / または波長に調整する工程と、

前記分配スレッド上に設けられた前記第二の放射線源が前記造形領域を横切って前記第一の方向に移動して戻る時に前記別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む、請求項 3 2 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記粉末層を焼結するために前記第一の放射線源が前記第二の方向に移動することと、粉末材料に基づいて、前記別の粉末層を積層するために前記分配スレッドが前記第二の方向に移動することとの間の時間を調整する工程をさらに含む、請求項 2 2 ~ 3 3 のいずれ

10

20

30

40

50

か一項に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記印刷スレッドおよび前記分配スレッドが同一のルール上に設けられた、請求項 1 ~ 3 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 6】

前記第一の放射線源および / または前記第二の放射線源が赤外線源を備える、請求項 1 ~ 3 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 3 7】

請求項 1 ~ 3 6 のいずれか一項に記載の方法を使用して粉末から三次元物体を製造するための装置。

【請求項 3 8】

請求項 3 7 の前記装置のコントローラによって実行される時に、前記装置に請求項 1 ~ 3 6 のいずれか一項に記載の方法の工程を実行させる命令を含む、コンピュータプログラムまたは一連の命令コード。

【請求項 3 9】

請求項 3 7 の前記装置のコントローラによって実行される時に、前記装置に請求項 1 ~ 3 6 のいずれか一項に記載の方法の工程を実行させる命令を含む、コンピュータ可読媒体。

【請求項 4 0】

粉末から三次元物体を製造するための装置のためのコントローラであって、前記コントローラが、

粉末層で覆われた造形領域を横切って移動するように印刷スレッドを制御し、

前記印刷スレッドが前記造形領域を横切って移動する間に前記粉末層上に吸収材を印刷するように 1 つ以上のプリントヘッドを制御し、

前記吸収材の印刷後に前記粉末層を照射するように放射線源を制御し、

前記印刷スレッドとは独立して前記造形領域を横切って移動するスプレッダー装置を備える積層スレッドを前記造形領域上に新しい粉末層を積層し、前記積層スレッドの移動が前記焼結層の温度を検知するセンサーからの温度データに応答して開始するように制御するために、データストアからの命令を受信するように構成された、コントローラ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本技術は、三次元物体の製造のための方法および装置に関する。より具体的には、本技術は、三次元物体の製造のための装置で使用するための方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

レーザー焼結法 (L S) および高速焼結法 (H S S) を使用した三次元物体の製造のための装置が知られている。 L S および H S S の装置の両方とも、粉末状材料の層を積層する。 L S 装置は、レーザーを使用して粉末状材料内で物体層の形状をトレースし、粉末状材料を焼結する。次いで粉末状材料の別の層が積層され、次の物体層の形状がレーザーによってトレースされ、結果、三次元物体が製造される。ところが、レーザーは新しい各粉末層が追加される時に物体の形状をトレースすることを必要とするため、 L S は比較的長い時間がかかる。

【0 0 0 3】

レーザーが粉末状材料の各層の物体の形状をトレースする必要のある L S とは対照的に、高速焼結法 (H S S) プロセスを使用することもできる。 H S S では、放射線吸収材料 (R A M) が各物体層の形状で粉末層の上に、一般にはプリントヘッドまたはプリントヘッドの列を 1 回通過する中で印刷される。それぞれの印刷層に、 R A M が塗布された粉末のみが融合されるように、造形領域全体に放射線源 (例えば、赤外線) を照射する。これにより、造形時間が実質的に減少する。

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

本発明の態様を添付の独立請求項に記載し、特定の実施形態の詳細を添付の従属請求項に記載している。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 5 】

以降、以下に示す添付の図面を参照して実施形態を説明する。

【 図 1 】 図 1 は、三次元物体の製造のための装置を概略的に図示する。

【 図 2 】 図 2 は、装置の構成要素の切断図を概略的に図示する。

【 図 3 】 図 3 は、装置の構成要素の別の切断図を概略的に図示する。

【 図 4 】 図 4 は、装置の構成要素の別の切断図を概略的に図示する。

10

【 図 5 】 図 5 は、攪拌器の実施形態を概略的に図示する。

【 図 6 A 】 図 6 A は、粉末分配スレッドおよび印刷スレッドの配置を概略的に図示する。

【 図 6 B 】 図 6 B は、粉末分配スレッドおよび印刷スレッドの配置を概略的に図示する。

【 図 6 C 】 図 6 C は、粉末分配スレッドおよび印刷スレッドの配置を概略的に図示する。

【 図 6 D 】 図 6 D は、粉末分配スレッドおよび印刷スレッドの配置を概略的に図示する。

【 図 7 】 図 7 は、三次元物体の製造のための装置の操作方法のプロセスフローを図示する。

【 図 8 】 図 8 は、三次元物体の製造のための装置の操作方法の別のプロセスフローを図示する。

【 図 9 】 図 9 は、三次元物体の製造のための装置の操作方法の別のプロセスフローを図示する。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 6 】

以下の開示は、粉末から三次元物体を製造するための方法を説明する。方法は、印刷スレッド上に設けられたプリントヘッドが造形領域を横切って第一の方向に移動することによって造形領域に積層された粉末層上に吸収材を印刷する工程と、第一の放射線源が造形領域を横切って第一の方向に移動することによって吸収材が印刷された粉末層を焼結する工程と、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動することによって造形領域に別の粉末層を積層する工程とを含み、分配スレッドは印刷スレッドから独立して動作可能である。

30

【 0 0 0 7 】

以下の開示は、粉末から三次元物体を製造するための方法をさらに説明する。方法は、印刷スレッド上に設けられたプリントヘッドが造形領域を横切って第一の方向に移動することによって造形領域に積層された粉末層上に吸収材を印刷する工程と、第一の放射線源が造形領域を横切って、第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻ることによって吸収材が印刷された粉末層を焼結する工程と、分配スレッドが造形領域を横切って第二の方向に移動することによって造形領域に別の粉末層を積層する工程とを含み、分配スレッドは印刷スレッドから独立して動作可能である。

【 0 0 0 8 】

以下の開示は、本明細書に記載の方法を用いて粉末から三次元物体を製造するための装置をさらに説明する。

40

【 0 0 0 9 】

以下の開示は、粉末から三次元物体を製造するための装置用のコントローラをさらに説明する。コントローラは、粉末層で覆われた造形領域を横切って移動するように印刷スレッドを制御し、印刷スレッドが造形領域を横切って移動する間に粉末層上に吸収材を印刷するように1つ以上のプリントヘッドを制御し、吸収材の印刷後に粉末層を照射するように放射線源を制御し、積層スレッドの移動が焼結層の温度を検知するセンサーからの温度データに応答して開始するように、印刷スレッドとは独立して造形領域を横切って移動するスプレッダー装置を備える積層スレッドを造形領域上に新しい粉末層を積層するように制御するために、データストアからの命令を受信するように構成される。

50

【 0 0 1 0 】

以下の開示は、このようなコントローラによって実行される時に、本装置に粉末から三次元物体を製造するための方法を実行させる命令を含む、コンピュータプログラムまたは一連の命令コードをさらに説明する。また、このような命令を含むコンピュータ可読媒体が設けられている。

【 0 0 1 1 】

ここで実施形態を詳細に参照していくが、その例は添付の図面に図示されている。以下の詳細な説明では、関連する教示内容を完全に理解できるよう、例として多数の具体的な詳細が記載されている。しかし、当業者であればこれらの具体的な詳細がなくとも本教示を実施しうることが明らかであろう。

10

【 0 0 1 2 】

図 1 は、高速焼結法 (H S S) を使用する三次元物体の製造のための装置 1 を概略的に図示している。装置 1 は、造形粉末から三次元物体を製造する。造形粉末は、P A 1 1、P A 1 2、P A 6、ポリプロピレン (P P)、ポリウレタン、またはその他のポリマーなどの熱可塑性高分子材料であってもよく、またはこれを含んでいてもよい。装置の放射線源によって達成可能な焼結温度、また金属粉末またはセラミック粉末が特定の波長を吸収しないかどうかによって、一部の金属またはセラミックもまた、装置に対応可能である。

【 0 0 1 3 】

装置 1 は、造形粉末を貯蔵するための保持タンク 4 1 0 を備える。造形粉末は、必要に応じて保持タンク 4 1 0 内に積層される。1つの実施形態によると、新しい「未使用」粉末は保持タンク 4 1 0 内に積層される。新しい粉末は、以前に装置 1 で使用されていない粉末と考えられる。後で詳細に論じるように、別の実施形態によると、装置 1 のサイクル中に焼結されない過剰な粉末は、保持タンク 4 1 0 に戻され、かつ未使用粉末と混合されてもよい。装置 1 のサイクルは、粉末状材料の層が造形領域に積層された時に開始されると考えられる。次いで、放射線吸収材料 (R A M) が粉末状材料の層に印刷され、造形領域全体が放射線源に露出されて粉末を焼結する。焼結後、造形領域が下降され、これがサイクルの終了と見なされる。粉末状材料の別の層が造形領域内に積層された時、装置の次のサイクルが開始したと考えられる。

20

【 0 0 1 4 】

装置 1 はまた、レール 4 5 0 上のベアリング 4 8 0 上に配置された粉末分配スレッド 3 0 0 と印刷スレッド 3 5 0 を備える。レール 4 5 0 は、装置 1 の作業表面 1 7 0 の上にスレッド 3 0 0、3 5 0 を吊るす。作業表面 1 7 0 は、造形チャンバー 2 0 0 の上部に設けられた造形領域 1 9 0 を含む。セラミックランプなどのオーバーヘッドヒーター 4 6 0 が造形領域 1 9 0 の上に設けられていてもよく、戻りスロット 2 1 0 は、例えば図 1 に図示したように、造形領域 1 9 0 の一方の側に提供されてもよい。

30

【 0 0 1 5 】

当技術分野で公知のように、造形粉末は圧縮される可能性があり、結果として保持タンク 4 1 0 からの粉末の流れを阻害する。これを防止するために、粉末が自由に流動し続けるように、保持タンク 4 1 0 に攪拌装置 4 2 0 を備えていてもよい。1つの実施形態によると、保持タンク 4 1 0 への導入後、粉末は連続的に攪拌されうる。別の実施形態によると、保持タンク 4 1 0 への導入後、粉末は定期的に攪拌されうる。

40

【 0 0 1 6 】

図 2 は、装置 1 の構成要素の切断図を概略的に図示する。粉末は入口 4 2 6 を通って保持タンク 4 1 0 に入り、出口 4 2 8 から保持タンク 4 1 0 を出る。保持タンク 4 1 0 を出る時、出口 4 2 8 を経由して、粉末は供給管 4 3 0 内に移動する。出口 4 2 8 は、保持タンク 4 1 0 の底部に位置してもよく、または保持タンク 4 1 0 の壁上に位置してもよい。図 3 は、保持タンク 4 1 0 の床の上の、保持タンク 4 1 0 の壁上に位置する出口 4 2 8 を図示する。この場所では、出口 4 2 8 の下の粉末が使用されるように、タンク 4 1 0 内で攪拌装置 4 2 0 を使用することが必要となる場合がある。

【 0 0 1 7 】

50

粉末は出口 4 2 8 を通って供給管 4 3 0 へと流動する。供給管 4 3 0 は、供給管 4 3 0 内に配置された攪拌器を備えてもよく、これは粉末の供給管 4 3 0 に沿った送達管 4 4 0 への重力のみによる自由な流動を補助する。攪拌器を、図 5 を参照しながら以下でより詳細に説明する。その後、粉末は入口 1 0 0 で送達管 4 4 0 に入る。

【 0 0 1 8 】

送達管 4 4 0 は、送達管 4 4 0 内に配置された送達機構を備え、粉末の送達管 4 4 0 に沿った入口 1 0 1 と粉末貯蔵部 1 1 5 への移動を補助する。1 つの実施形態によると、送達機構は送達管 4 4 0 内に設けられたオーガスクリュー 4 4 5 を備え、少なくとも送達管 4 4 0 の長さの大部分以内で延びる。オーガスクリューの直径は、オーガスクリュー 4 4 5 が送達管 4 4 0 内で回転できるように、送達管 4 4 0 の内径よりわずかに小さい。当技術分野で公知なように、オーガスクリュー 4 4 5 はらせん状ブレードを備え、送達管 4 4 0 内で回転させられた時に粉末を回転軸の方向に沿って運搬する。オーガスクリュー 4 4 5 は、回転軸に沿って粉末に力を与えることによって、入口 1 0 0 から送達管 4 4 0 に沿って粉末貯蔵部 1 1 5 の入口 1 0 1 に向かって粉末を運搬するように配置されうる。1 つの実施形態によると、送達管 4 4 0 は、送達管 4 4 0 が重力方向に対して上向きに角度を付けられるように、垂直方向に対してある角度で配置されうる。

10

【 0 0 1 9 】

1 つの実施形態によると、図 3 に図示するように、供給管 4 3 0 は、送達管 4 4 0 とオーガスクリュー 4 4 5 の長さに沿った途中に位置する入口 1 0 0 で送達管 4 4 0 に連結される。例えば、供給管 4 3 0 は、粉末送達の方角に対して、下流端により近い場所で送達管 4 4 0 に連結されうる。保持タンク 4 1 0、供給管 4 3 0 および送達管 4 4 0 の上述の配置により、保持タンク 4 1 0 を装置 1 の作業台レベル（作業表面 1 7 0）の下に収容することができ、作業表面 1 7 0 に達するために粉末を運搬する必要のある垂直高さを最小化し、供給管 4 3 0 の送達管 4 4 0 への接続点 1 0 0 の下に空間を設け、ここでその他の管が送達管 4 4 0 に連結されうる。

20

【 0 0 2 0 】

保持タンク 4 1 0 が加熱されない時、供給管 4 3 0 は、供給管 4 3 0 と送達管 4 4 0 の間の断熱材を介して送達管 4 4 0 から熱分離されうる。

【 0 0 2 1 】

図 3 に図示したように、送達管 4 4 0 は入口 1 0 1 で実質的に水平の粉末貯蔵部 1 1 5 に連結され、粉末貯蔵部は、例えば全体的に細長いスロットの形状を取ってもよい。オーガスクリュー 4 4 5 は、粉末を送達管 4 4 0 に沿って、入口 1 0 1 を介して貯蔵部 1 1 5 内に運搬する。入口 1 0 1 は供給点として作用し、粉末を貯蔵部 1 1 5 へと供給する。図 3 は、貯蔵部 1 1 5 の一方端に接続された送達管 4 4 0 を図示するが、送達管 4 4 0 は、貯蔵部 1 1 5 に沿った任意の場所、例えば貯蔵部 1 1 5 の一方端で、または一方端の近くで、または貯蔵部 1 1 5 の長さに沿って約半分の中間地点で連結されうる。別の実施形態によると、粉末が複数の入口 1 0 1 から貯蔵部 1 1 5 内に運搬されるように、2 つ以上の送達管 4 4 0 および入口 1 0 1 が備えられていてもよい。

30

【 0 0 2 2 】

攪拌器 1 1 0 は、粉末貯蔵部 1 1 5 内に設けられていてもよい。粉末貯蔵部 1 1 5 内での攪拌器 1 1 0 の動作により、粉末が自由に流動する状態またはほぼ自由に流動する状態が保たれ、粉末が凝集するのを防止し、重力によって攪拌器の長さに沿って広がるのが可能となる。図 5 は、例示的な攪拌器 1 1 0 を図示する。攪拌器 1 1 0 は、粉末貯蔵部 1 1 5 の長さに及ぶことができ、貯蔵部 1 1 5 の壁に接触することなく貯蔵部 1 1 5 内で回転できるようなサイズであってもよい。

40

【 0 0 2 3 】

図 2 ~ 4 に図示したように、貯蔵部 1 1 5 は、貯蔵部 1 1 5 内で粉末が特定の量に達する時に粉末が出口 1 0 2 を通って流動し、送達管 4 4 0 に再導入されるように、出口 1 0 2 を備える。その結果、未使用の粉末は送達管 4 4 0 内に再循環される。出口 1 0 2 からの粉末は再循環管 1 5 0 に沿って移動する。再循環管 1 5 0 は、粉末が入り重力によって

50

再循環管に沿って移動するように配置されてもよい。

【0024】

図4に図示した実施形態によると、再循環管150は、再循環された未使用だが加熱された粉末が入口103で送達管440に入り、オーガスクリーパー445によって送達管440に沿って運搬されるように、供給管430の上流にある地点で送達管440に連結される。供給管430からの未使用粉末は、オーガスクリーパー445が供給管430からより多くの粉末を受け取る能力を有する時に、送達管440内の再循環粉末と混合されてもよい。

【0025】

1つの実施形態によると、図2に図示したように、再循環管150は、例えば、図5を参照して上述されたように、重力による循環管150に沿った自由な流動を確保するために、再循環管150の全長または一部にわたり配置された、攪拌器110を備えてもよい。

10

【0026】

図2～4に戻り、作業表面170への粉末の送達を説明する。装置は、貯蔵部115の上部またはその付近に設けられた用量ブレード160を備える。用量ブレード160は、回転軸Cの周りを回転することができ、回転軸Cは貯蔵部115の長さ方向に沿って、中央に突出するピボットシャフト165を通して延びる軸である。用量ブレード160は、攪拌器110の上に設けられる。

【0027】

用量ブレード160が180度回転する時、貯蔵部115の上部近くに蓄積した粉末が作業表面170上に押し出され、貯蔵部115の上面の長さに沿って作業表面170上に粉末の山を形成する。

20

【0028】

次いで、粉末は、下記にさらに詳細に説明される粉末分配スレッド300上に配置されたローラー320によって作業表面170全体に広げられる。ローラー320は、作業表面170全体に粉末を押し広げ、薄い粉末層で造形領域190を覆う。粉末層の厚さは、前の粉末層の上面に対して造形チャンバー200の床205が下降された距離によって決定される。

【0029】

製造される三次元物体500は、造形チャンバー200の造形領域190内に造形される。薄い粉末層は、造形チャンバー200の床205全体に広げられる。下記で詳細に論じるように、粉末は印刷され焼結され、その後、造形チャンバー200の床205が造形チャンバー200内で下降し、次の粉末層が印刷された粉末層上に広げられる。各工程において造形チャンバー200の床205が造形チャンバー200内で各工程の層の厚さ分下降するにつれ、粉末層が、連続的な分配/印刷/焼結の工程によって造形される。

30

【0030】

ローラー320の移動終了時点で造形領域190を覆うために使用されなかった過剰な粉末は、さらなる使用のために回収される。図2および4は、造形領域190の用量ブレード160側とは反対の側にある作業表面170に設けられた戻りスロット210を図示する。戻りスロット210は、ローラー320によって戻りスロット210内に押し入れられる過剰な粉末を受け取るように配置される。1つの実施形態によると、フィルターまたはメッシュが戻りスロット210内に設けられ、望ましくない物体が装置1に入るのを防止する。望ましくない物体の例は、集塊、焼結/印刷からの破損部分、または類似の望ましくない物体である。

40

【0031】

装置1は、造形領域190に粉末層を積層するために作業表面上の用量ブレードによって積層される粉末量を測定しない。代わりに、用量ブレードは各層の積層工程においてほぼ同じ量を供給するが、これは新しい粉末層に必要とされるよりも多い粉末であり、また必要でない過剰な粉末は戻りスロット210に押し入れられる。作業表面に過剰な粉末を

50

供給することによって、造形領域にわたる粉末の均一な分配が達成されうる。

【0032】

戻りスロット210は戻り管220に継合されている。戻り管220は、2つの管、すなわち上部戻り管220Aおよび下部戻り管220Bを含みうる。戻りスロット210は、粉末が自由に流動する状態を維持するように攪拌器110を備えていてもよい。過剰な粉末は戻り管220に沿って移動する。戻り管220は、過剰な粉末が重力によって戻り管に沿って移動するように配置されてもよい。

【0033】

戻り管220（下部戻り管220B）は、過剰な粉末が入口104において送達管440に入り、オーガスクリーパー445によって送達管440に沿って運搬されるように、図4に図示したように、供給管430の上流にある地点において送達管440に連結される。供給管430からの未使用粉末は、オーガスクリーパー445が供給管430からより多くの粉末を受け取る能力を有する時に、送達管440内の過剰な粉末と混合されてもよい。過剰な粉末は貯蔵部115に再び戻る。したがって、未使用の過剰な粉末は、戻り管220を介して送達管440に再循環される。1つの実施形態によると、管220に沿った粉末の自由な流動を確実にするために、攪拌器110が戻り管220の長さの全てまたは一部に設けられてもよい。

【0034】

図2に図示したように、戻り管220は、過剰な粉末および再循環粉末が混ぜ合わされて同じ入口から送達管440に入るように、再循環管150に連結されうる。送達管440への入口点を最小限にするために、戻り管220と再循環管150を連結することが有益でありうる。さらに、送達管440に入る前に過剰な粉末と再循環粉末を混ぜ合わせることによって、送達管440に再導入される際に過剰な粉末と再循環粉末に同一の優先順位が与えられる。

【0035】

別の方法として、戻り管220は、供給管430からの入口100の上流にある、また例えば再循環管150の入口103の上流にある入口104で、送達管440に連結されてもよい。これは、再循環管150からの粉末よりも戻り管220からの粉末の使用を優先し、再循環管150からの粉末の使用を優先する。この配置を図4に図示する。

【0036】

当然ながら、供給管430、再循環管150および戻り管220への言及は、円筒形の断面を有するものに限定するものではない。代わりに、管は、例えば、半円形、楕円形または長方形の断面などの任意の好適な断面を持ちうる。さらに、粉末貯蔵部115、供給管430、再循環管150および戻り管220はすべて、粉末の流路と見なされてもよい。さらに、粉末貯蔵部115、供給管430、再循環管150および/または戻り管220は、これらの粉末流路に沿って移動する時に粉末が自由に流動する状態を維持できるように、攪拌器を備えてもよい。

【0037】

ここで粉末分配スレッド300および印刷スレッド350の動作を参照すると、図1は、装置1の作業表面170の上に設けられた、2つの独立して動作可能なスレッド300、350を図示する。図6A～6Dは、予熱源310およびローラー320を備える粉末分配スレッド300ならびに赤外線ランプなどの焼結源360およびプリントヘッド370を備える印刷スレッド350の4つの異なるレイアウトを図示する。別の実施形態によると、粉末分配スレッド300は、予熱源310を含まなくてもよい。代わりに、または追加的に、粉末を予熱するために、オーバーヘッドの放射線源が造形領域190の上に設けられていてもよい。

【0038】

図6A～6Dに図示した粉末分配スレッド300および印刷スレッド350の4つの異なるレイアウトについて、図1に図示したように、造形領域の一方の側にある貯蔵部から造形領域の反対側にある戻りスロットへの配置方向を基準にして説明する。

【 0 0 3 9 】

図 6 A は、図 1 の配置方向で、予熱源 3 1 0、続いてローラー 3 2 0 を有する粉末分配スレッド 3 0 0 と、その後の焼結源 3 6 0、続いて 1 つ以上のプリントヘッド 3 7 0 を有する印刷スレッド 3 5 0 を図示する。

【 0 0 4 0 】

図 6 B は、図 1 の配置方向で、ローラー 3 2 0、続いて予熱源 3 1 0 を有する粉末分配スレッド 3 0 0 と、その後の 1 つ以上のプリントヘッド 3 7 0、続いて焼結源 3 6 0 を有する印刷スレッド 3 5 0 を図示する。

【 0 0 4 1 】

図 6 C は、図 1 の配置方向で、予熱源 3 1 0、続いてローラー 3 2 0 を有する粉末分配スレッド 3 0 0 と、その後の 1 つ以上のプリントヘッド 3 7 0、続いて焼結源 3 6 0 を有する印刷スレッド 3 5 0 を図示する。

【 0 0 4 2 】

図 6 D は、配置方向で、ローラー 3 2 0、続いて予熱源 3 1 0 を有する粉末分配スレッド 3 0 0 と、その後の焼結源 3 6 0、続いて 1 つ以上のプリントヘッド 3 7 0 を有する印刷スレッド 3 5 0 を図示する。

【 0 0 4 3 】

下記に説明する通り、図 6 A ~ 6 D に図示したスレッドの配置のそれぞれは、製造工程において異なる順序を必要とし、各配置に独自の利点がある。

【 0 0 4 4 】

予熱源 3 1 0 および焼結源 3 6 0 は、モジュラー源または全幅の単一バルブの形態のハロゲンランプを含みうる赤外線源、赤外線 (I R) 発光ダイオード (L E D) のアレイ、セラミックランプ、アルゴンランプ、またはその他の任意の好適な赤外線放射体である。

【 0 0 4 5 】

R A M を積層するために使用される 1 つ以上のプリントヘッド 3 7 0 は、X a a r 1 0 0 3 プリントヘッドなどの、H S S 装置での使用に適した標準的なドロップオンデマンド・プリントヘッドであってもよい。例えば、X a a r 1 0 0 3 プリントヘッドは、さまざまな液体中に懸濁されたまたは可溶な R A M を積層することができ、また非常に効果的なインク再循環技術により、H S S プリンターの高温で厳しいかつ粒子の環境に十分に耐えることができる。

【 0 0 4 6 】

図 1 に戻ると、スレッド 3 0 0、3 5 0 は、同じ駆動ベルトまたは異なる駆動ベルトを利用しうる各スレッド 3 0 0、3 5 0 上に設けられたモーターを介して装置 1 の作業表面を横切って移動しうるが、当技術分野で公知のスレッドを移動させるその他の方法を利用してもよい。1 つの実施形態によると、2 つのスレッド 3 0 0、3 5 0 は、同一のレール上で移動可能である。別の実施形態によると、2 つのスレッド 3 0 0、3 5 0 は、別個のレール上で移動可能である。一般的に、コンパクトな装置を可能にするために、レールのセットが互いに平行に配置される。

【 0 0 4 7 】

作業表面 1 7 0 上に粉末の山を堆積するための用量ブレード 1 6 0 の回転後、粉末分配スレッド 3 0 0 は、装置の作業表面 1 7 0 を横切って移動する。ローラー 3 2 0 は、粉末層が広がり造形領域 1 9 0 を覆うように、作業表面 1 7 0 全体に粉末を押し広げ、過剰な粉末は戻りスロット 2 1 0 に押し入れられる。粉末分配スレッド 3 0 0 が予熱源 3 1 0 をも備える時、粉末層は、ローラー 3 2 0 によって造形領域 1 9 0 にわたり広げられる際に予熱ランプ 3 1 0 によって加熱されうる。ところが、粉末分配スレッド 3 0 0 が予熱源 3 1 0 を備えていない時、オーバーヘッド熱源が造形領域 1 9 0 の上に設けられていてもよい。

【 0 0 4 8 】

その後、プリントヘッド 3 7 0 によって造形される最終物体の各層のパターンを画定する画像データに従って、放射線吸収材料 (R A M) などの吸収材が造形領域 1 9 0 内の粉

10

20

30

40

50

末層上に印刷されるように、印刷スレッド 350 は装置の作業表面 170 を横切って移動する。造形領域 190 における粉末層の印刷された部分は次に、焼結ランプ 360 が造形領域 190 全体を横切って移動する中で焼結され、吸収材を受けた粉末のみが融合するために十分に加熱されるという効果が得られる。

【0049】

造形チャンバー 200 の床 205 は造形チャンバー 200 内で下降し、次の粉末層が、ローラー 320 によって作業表面 170 全体に広げられ、プロセスが再び開始する。

【0050】

造形チャンバー床 205 は、造形層の厚さ分下降し、これは 0.1 mm の範囲でありうる。

【0051】

造形領域 190 へのアクセスを簡単にするために、レール 450 は互いに垂直にオフセットされうる。例えば、機械の後面のレールが作業表面 170 の高さよりも上にあり、レールの維持または清掃のためにアクセスできる一方で、前面のレールは、造形チャンバー 200 に簡単にアクセスできるように作業表面 170 のレベルよりも下にあってよい。

【0052】

造形領域 190 に対するスレッド 300、350 の位置は、各スレッド 300、350 上に備えられた位置センサーによって監視されうる。位置センサーは、機械の固定した部分に目盛りが取り付けられた磁気センサー、回転エンコーダ、機械の固定した部分に目盛りが取り付けられた光学センサー、レーザー位置決めなどでありうる。

【0053】

1 つの実施形態によると、特定の一連の工程の結果として 2 つの連続的な印刷パスが可能な場合、第一の印刷パスは、例えば各ノズルの必要な濃度の部分のみを印刷することによって、印刷するパターンの 50 % を堆積しうる。第二のパスの前に、プリントヘッド 370 が取り付けられた印刷スレッド 350 の一部は、造形領域の平面に平行な平面に沿ったレールに沿って、スレッドの移動方向と直角をなす方向に移動してもよい。第二のパス中、残りの印刷濃度がそれぞれの場所で、しかしながら同じ位置の異なるノズルによって印刷される。こうした 2 パス印刷プロセスにより、ノズルの性能の非均一性のバランスを取ることができ、より高品質の焼結物体を提供する。

【0054】

この直角をなす移動を達成するために、印刷スレッド 350 の一部は、例えばモーターとスレッド 300 上の直立セクションを押すカムによって移動されうる。また、例えば、プリントヘッド 370 のノズルが動作不能である時に、プリントヘッド 370 を垂直方向に動かすことが有利でありえ、それによって三次元物体の異なる層の印刷間で欠陥のあるノズルを印刷方向を横切って移動させる。これによって、完成した印刷済みの三次元物体全体にわたり欠陥のあるノズルの位置が連続的に外れることを防止する。プリントヘッド 370 の直角をなす動作は、数ミリメートルの範囲、またはノズル数個文の隔離距離のみの範囲であるうる。このような動作が垂直である必要はなく、造形表面の平面と平行な平面で別の方向に沿って、印刷方向と交差する方向でもよいことが明らかであろう。

【0055】

当技術分野で公知のように、高速焼結法を用いる機械は、特に造形領域 190 の近傍で高温で動作する。例えば、造形領域の近傍の温度は約 1850 °C でありうる。結果として、プリントヘッド 370 などの温度に敏感な機械要素を熱から遮蔽する必要がある。こうした遮蔽を提供するために、プリントヘッドの周りに断熱ハウジングを設けていてもよい。

【0056】

オーバーヘッドヒーター 460 を造形領域の上に設けて、造形領域 190 の表面に均一な温度を提供していてもよい。オーバーヘッドヒーター 460 は、セラミック IR ランプなど任意の固定赤外線源、またはその他の任意の好適な放射線源であってもよい。

【0057】

造形領域 190 の温度を制御するために、熱フィードバックが提供されてもよい。例えば、造形領域 190 の表面温度は、IR カメラなどの温度センサーで測定されうる。さらに、造形領域 190 の温度を、以下のうちの 1 つ以上またはそれらの組み合わせを変更することによって調節してもよい。

- ・造形チャンバーの壁および/または床の加熱：例えば、熱フویلにより造形チャンバーの床 205 および壁を加熱することで、造形床 205 の温度は粉末の積層の前に上昇し、それによって必要な融合温度までの差が減少する；

- ・保持タンク内での造形粉末の加熱：供給される粉末の温度を制御することによって、必要な融合温度までの温度上昇が減少する；

- ・スレッド 300、350 の速度の変更：粉末分配スレッド 300 および/または印刷スレッド 350 がより速く移動する時、造形領域 190 はより短時間予熱源 310 および/または焼結源 360 に露出され、したがって造形の温度が減少する。反対に、粉末分配スレッド 300 および/または印刷スレッド 350 がより遅く移動する時、造形領域 190 はより長時間にわたり予熱源 310 および/または焼結源 360 に露出され、したがって造形の温度が上昇する；

- ・熱源の放射強度の変更：予熱源 310 および/または焼結源 360 の強度が低下する時、造形領域の温度は低下する；反対に、予熱源 310 および/または焼結源 360 の強度が増加する時、造形領域の温度は上昇する；

- ・焼結源 360 の放射波長の変更：焼結源 360 の波長がプリントヘッド 370 によって印刷される放射線吸収材料のピーク吸収に最も近い時、温度の上昇がより速くなる；反対に、焼結源 360 の波長がプリントヘッド 370 によって印刷される放射線吸収材料のピーク吸収からより遠ざかる時、温度の上昇がより遅くなる。

【0058】

1 つの実施形態によると、ベアリングは、それぞれのスレッド 300、350 の一方の側に設けられていてもよく、ベアリングは、スレッド 300、350 の移動方向に直交して移動可能であり、これによりスレッド 300、350 は温度変化に伴い拡張または収縮できる。

【0059】

図 7 および 8 は、三次元物体の製造のための装置 1 の操作方法を図示する。均一な造形領域温度を達成するには、造形を開始する前に、造形領域 190 の表面全体にわたる温度分布の不均一さの影響を軽減するために、造形チャンバー床上に何層かの粉末のバッファ層を積層することが有益であることが知られている。これは、造形チャンバー床 205 の基部の加熱に加えて行うことができる。図 7 は、多数の粉末のバッファ層を積層させるために使用される一連の準備工程を、各工程での各スレッドの位置と併せて図示している。

【0060】

一連の工程前に工程 S501 で、スレッド 300、350 はスレッド位置 1 にあり、用量ブレードが粉末分配スレッド 300 と造形領域 190 の間に位置付けられるように、粉末分配スレッド 300 は用量ブレード 160 の後ろに配置されており、戻りスロット 210 が印刷スレッド 350 と造形領域 190 の間に位置付けられるように、印刷スレッド 350 は造形領域 190 の粉末分配スレッド 300 側とは反対の側に配置される。

【0061】

工程 S502 において、用量ブレード 160 が回転し、その長さに沿って粉末貯蔵部 115 から作業表面 170 に新しい粉末をもたらす。工程 S503 において、粉末分配スレッド 300 が動作し、用量ブレード 160 を横切って移動し、造形領域 190 全体に粉末を押し広げ、次に過剰な粉末を戻りスロット 210 に押し入れる。次に、工程 S504 において、造形チャンバーの床 205 は所定量だけ下降する。工程 S505 において、粉末分配スレッドはスレッド位置 1 に戻る。予熱ランプは、スレッドが造形領域 190 上をいずれかの方向に移動する間粉末を予熱するために、動作していてもよい。

【0062】

このプロセスを、必要な数のバッファ層が積層されるまで S501 ~ S505 まで繰り返す。

10

20

30

40

50

返してもよい。バッファ層の数は、工程 S 5 0 6 によって監視されてもよい。必要な数のバッファ層が積層されていない場合は、工程 S 5 0 1 ~ S 5 0 5 のプロセスが繰り返される。必要な数のバッファ層が積層されると、S 5 0 5 の後、印刷スレッド 3 5 0 を造形領域の用量ブレード側に戻す工程 S 5 0 7 を開始してもよい。

【 0 0 6 3 】

バッファ層は、造形層と厚さが同じであっても同じでなくてもよい。バッファ層が造形層と同じ厚さではない場合は、最終のバッファ層の 1 層以上が造形層の厚さで積層されて最初の造形層を提供する。例えば造形層の厚さは 0.1 mm であってもよい。工程 S 5 0 4 において造形チャンバーの床 2 0 5 を 0.1 mm 下降させることで、この厚さを達成することができる。1 つの実施形態によると、工程 S 5 0 4 で造形チャンバーの床 2 0 5 を 0.5 mm 下降させて余分なクリアランスを提供し、その後、粉末分配スレッド 3 0 0 がスレッド位置 1 に戻った後に 0.4 mm 上昇させることで、層厚さ 0.1 mm を達成してもよい。

10

【 0 0 6 4 】

多数の粉末のバッファ層を積層するために使用される、図 7 に図示したプロセスの代替として、下記に説明するように図 8 に図示したプロセスを使用して、多数の粉末のバッファ層を積層することが可能である。ただしプリントヘッド 3 7 0 から印刷はしない。このプロセスの利点は、スレッド 3 0 0、3 5 0 から供給されるエネルギーが、バッファ層および印刷層の両方に対して同じことである。図 8 に図示したプロセスを使用してバッファ層が積層される時、焼結源 3 6 0 は粉末を照射するが、R A M が印刷されていないため焼結はない。

20

【 0 0 6 5 】

バッファ層を積層させる操作は、図 6 A ~ 6 D に図示した 4 つのスレッドのレイアウトのそれぞれと同様である。しかしながら、前述の通り、4 つの異なるスレッドのレイアウトには、印刷中と焼結中に異なるプロセス工程が必要となる。これらについて、図 8 に詳述される高レベルのプロセス工程と関連して説明する。

【 0 0 6 6 】

図 8 を参照しながら、図 6 A に図示したスレッドのレイアウトを用いて、印刷と焼結のプロセスを説明する。

【 0 0 6 7 】

スレッド 3 0 0、3 5 0 は、工程 S 6 0 1 においてスレッド位置 2 で開始し、用量ブレードがスレッド 3 0 0、3 5 0 と造形領域 1 9 0 の間に位置付けられるように、粉末分配スレッド 3 0 0 と印刷スレッド 3 5 0 の両方が用量ブレード 1 6 0 の後ろに配置される。バッファ層が積層され、最初の粉末造形層がバッファ層プロセスの最終層として積層されている。

30

【 0 0 6 8 】

工程 S 6 0 2 において、印刷スレッド 3 5 0 が動作する。印刷スレッド 3 5 0 は、造形領域 1 9 0 を横切って造形領域の用量ブレード側から造形領域の反対側へ、印刷スレッドの前進行程を移動する。印刷スレッド 3 5 0 が造形領域 1 9 0 を横切って移動する中、プリントヘッド 3 7 0 は画像データに従って造形領域 1 9 0 に積層された粉末層上に吸収材を印刷する。同時に、印刷スレッド 3 5 0 上の (工程 S 6 0 2 中の移動方向に対して) プリントヘッド 3 7 0 の後ろに取り付けられた焼結源 3 6 0 は印刷領域を焼結する。工程 S 6 0 2 中に印刷スレッド 3 5 0 が用量ブレード 1 6 0 から離れると、または好ましくは印刷スレッド 3 5 0 が作業表面の反対の端に達した後、工程 S 6 0 3 において、用量ブレード 1 6 0 が回転し、新しい粉末の山が、分配のために用量ブレードの全長に沿って作業表面レベル 1 7 0 にもたらされる。

40

【 0 0 6 9 】

次に、工程 S 6 0 4 において、粉末分配スレッド 3 0 0 が動作する。粉末分配スレッド 3 0 0 は、造形領域 1 9 0 を横切って作業表面の用量ブレード側から造形領域の反対側へ、粉末分配スレッドの前進行程を移動する。粉末分配スレッド 3 0 0 は用量ブレード 1 6

50

0の上を通過し、ローラー320は粉末の山を作業表面170に押し広げ、過剰な粉末を戻りスロット210に押し入れる前に、粉末層を造形領域190に積層する。粉末分配スレッド300上の(工程S604中の移動方向に対して)ローラー320の後ろに取り付けられた予熱源310は、新たに積層された粉末層を任意選択的に予熱する。

【0070】

工程S605において、造形チャンバー床205は、造形層の厚さ分下降する。工程S606において、粉末分配スレッド300は作業表面の用量ブレード側に、粉末分配スレッドの後進行程を戻す。その後、RAMが新しい粉末層に印刷される前に、造形チャンバー床が上昇される。それは、粉末表面に対して積層される次の層の厚さよりも少しだけ短いレベルにまで上昇されうる。

【0071】

予熱源310は、造形領域の表面を所定の温度に保つのを助けるために任意選択的に利用されうる。最後に、工程S607において、印刷スレッド350は作業表面の用量ブレード側に、印刷スレッドの後進行程を戻す。任意選択的に、印刷スレッドの後進行程中、焼結源360が、造形領域の表面を所定の温度に保つのを助けるための予熱源として使用されてもよい。

【0072】

焼結源360によって放出される放射の強度および/または波長は、この機能のために調節可能であってもよい。任意選択的に、印刷スレッド350が造形領域190を横切って移動する際、吸収材が印刷スレッド350の後進行程で印刷されてもよい。これにより、2層の吸収材が各粉末層上に印刷されることが可能となり、これはプリントヘッドのノズルに欠陥がある、またはノズルが不均一な時に有利である。プリントヘッドのノズルは、印刷方向から横断方向に変更してもよく、完成した部分にわたる位置のずれを回避するために別の吸収材の層を印刷し、吸収材の両層が組み合わされて上述の粉末層に必要な合計吸収材の層になる。

【0073】

図9を参照しながら、図6Bに図示したスレッドのレイアウトを用いて、印刷と焼結のプロセスについて説明する。

【0074】

工程S701において、スレッド300、350はスレッド位置1で開始し、用量ブレードが粉末分配スレッド300と造形領域190の間に位置付けられるように、粉末分配スレッド300は用量ブレード160の後ろに配置されており、戻りスロット210が印刷スレッド350と造形領域の間に位置付けられるように、印刷スレッド350は造形領域190の粉末分配スレッド300側とは反対の側に配置され、すなわち、2つのスレッドは造形領域190の反対の端から開始する。これは、バッファ層を積層させる工程の最後に工程S507を実行しないことで達成される(すなわち、印刷スレッド350は用量ブレード側に戻らない)。図6Bの配置では、2つのスレッド300、350上に設けられた放射線源310、360は、用量ブレード側から戻りスロット側への方向に、それぞれローラー320/プリントヘッド370の前に配置される。

【0075】

工程S702において、用量ブレード160が回転し、新しい粉末の山が、分配のために用量ブレードの全長に沿って作業表面レベル170にもたらされる。

【0076】

次に、工程S703において、粉末分配スレッド300が動作する。粉末分配スレッド300は、造形領域190を横切って作業表面の用量ブレード側から作業表面の反対側に、粉末分配スレッドの前進行程を移動する。粉末分配スレッド300は用量ブレード160の上を通過し、ローラー320は、粉末の山を作業表面170に押し広げ、過剰な粉末を戻りスロット210に押し入れる前に、薄い粉末層を造形領域190に積層させる。粉末分配スレッド300上のローラー320の前方に取り付けられた予熱源310は、この工程中につけられなくてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 7 】

工程 S 7 0 4 において、造形チャンバー床 2 0 5 は、造形層の厚さ分下降し、これは 0 . 1 mm の範囲でありうる。

【 0 0 7 8 】

次に、工程 S 7 0 5 において、粉末分配スレッド 3 0 0 は作業表面の用量ブレード側に、粉末分配スレッドの後進行程を戻す。予熱源 3 1 0 は、任意選択的に新しい粉末層を予熱するために、粉末分配スレッドが戻る間つけられていてもよい。工程 S 7 0 6 において、印刷スレッド 3 5 0 は、造形領域 1 9 0 を横切って作業表面の用量ブレード側に戻る。この印刷スレッド 3 5 0 の後進行程中、印刷スレッド 3 5 0 が造形領域 1 9 0 を横切って移動する際、プリントヘッド 3 7 0 は画像データに従って造形領域 1 9 0 に積層された粉末層上に吸収材を印刷する。

10

【 0 0 7 9 】

同時に、図 6 B に図示した印刷スレッド 3 5 0 上の (工程 S 7 0 6 中の移動方向に対し) プリントヘッド 3 7 0 の後ろに取り付けられた焼結源 3 6 0 は、印刷領域を焼結する。スレッドはスレッド位置 2 にある。

【 0 0 8 0 】

印刷スレッド 3 5 0 は次に、工程 S 7 0 7 において再び動作し、造形領域の用量ブレード側とは反対の側に、印刷スレッド 3 5 0 の前進行程を戻す。任意選択的に、印刷スレッド 3 5 0 上の焼結源 3 6 0 は、工程 S 7 0 7 の間につけられてもよく、印刷された粉末の焼結源への二回目の露出を可能にし、これにより R A M が印刷された粉末がより高温に達しうる。

20

【 0 0 8 1 】

図 9 を参照しながら、図 6 C に図示したスレッドのレイアウトを用いて、印刷および焼結のプロセスについて説明する。

【 0 0 8 2 】

工程 S 7 0 1 において、スレッド 3 0 0 、 3 5 0 はスレッド位置 1 で開始し、用量ブレードが粉末分配スレッド 3 0 0 と造形領域 1 9 0 の間に位置付けられるように、粉末分配スレッド 3 0 0 は用量ブレード 1 6 0 の後ろに配置されており、戻りスロット 2 1 0 が印刷スレッド 3 5 0 と造形領域の間に位置付けられるように、印刷スレッド 3 5 0 は造形領域 1 9 0 の粉末分配スレッド 3 0 0 側とは反対の側に配置され、すなわち、2つのスレッドは造形領域 1 9 0 の反対の端から開始する。これは、バッファ層を積層させる工程の最後に工程 S 5 0 7 を完了しないことによって達成される (すなわち、印刷スレッド 3 5 0 は用量ブレード側に戻らない) 。

30

【 0 0 8 3 】

工程 S 7 0 2 において、用量ブレード 1 6 0 が回転し、新しい粉末の山が、分配のために用量ブレードの全長に沿って作業表面レベル 1 7 0 にもたらされる。

【 0 0 8 4 】

次に、工程 S 7 0 3 において、粉末分配スレッド 3 0 0 が動作する。粉末分配スレッド 3 0 0 は、造形領域 1 9 0 を横切って、作業表面の用量ブレード側から造形領域 1 9 0 を横切って作業表面の反対側に移動する。粉末分配スレッド 3 0 0 は用量ブレード 1 6 0 の上を通過し、ローラー 3 2 0 は、粉末の山を作業表面 1 7 0 に押し広げ、過剰な粉末を戻りスロット 2 1 0 に押し入れる前に、薄い粉末層を造形領域 1 9 0 に積層させる。工程 S 7 0 3 の移動方向で、ローラー 3 2 0 の直ぐ後ろに粉末積層スレッド 3 0 0 上に取り付けられた予熱源 3 1 0 は、任意選択的に新しく積層された粉末を予熱してもよい。

40

【 0 0 8 5 】

工程 S 7 0 4 において、造形チャンバー床 2 0 5 は、造形層の厚さ分下降し、これは 0 . 1 mm の範囲でありうる。

【 0 0 8 6 】

次に、工程 S 7 0 5 において、粉末分配スレッド 3 0 0 は作業表面の用量ブレード側に戻る。予熱源 3 1 0 は、任意選択的に新しい粉末層を予熱するために、粉末分配スレッド

50

300が戻る間つけられていてもよい。

【0087】

工程S706において、印刷スレッド350は、造形領域190を横切って作業表面の用量ブレード側に戻る。この後進行程中、印刷スレッド350が造形領域190を横切って移動する際、プリントヘッド370は画像データに従って造形領域190に積層された粉末層上に吸収材を印刷する。同時に、工程S706の移動方向でプリントヘッド370の直ぐ後ろに取り付けられた焼結源360は、新たに印刷された粉末を焼結する。

【0088】

スレッド300、350はスレッド位置2にある。

【0089】

印刷スレッド350は次に、工程S707において再び動作し、用量ブレードの反対側にある造形領域側に印刷スレッド350を戻す。任意選択的に、印刷スレッド350上の焼結源360は、工程S707の間につけられてもよく、印刷された粉末の焼結源への二回目の露出を可能にし、より一層のエネルギーが印刷された粉末に与えられ、印刷された粉末がより高温に達するのを助けうる。

【0090】

図8を参照しながら、図6Dに図示したスレッドのレイアウトを用いて、印刷と焼結のプロセスについて説明する。

【0091】

スレッド300、350は、工程S601においてスレッド位置2で開始し、粉末分配スレッド300と印刷スレッド350の両方が、造形領域190の用量ブレード側にある。バッファ層が積層され、最初の粉末造形層がバッファ層プロセスの最終層として積層されている。

【0092】

工程S602において、印刷スレッド350が動作する。印刷スレッド350は、造形領域190を横切って作業表面の用量ブレード側から作業表面の反対の端に、印刷スレッドの前進行程を移動する。印刷スレッド350が造形領域190を横切って移動する中、プリントヘッド370は画像データに従って造形領域190に積層された粉末層上に吸収材を印刷する。

【0093】

同時に、工程S602の移動方向でプリントヘッド370の直ぐ後ろに取り付けられた焼結源360は、印刷領域を焼結する。印刷スレッド350は、作業表面の反対の端に達する。工程S602中に印刷スレッド350が用量ブレード160から離れると、または印刷スレッド350が作業表面の反対の端に達した後、工程S603において、用量ブレード160が回転し、新しい粉末の山が、分配のために用量ブレードの全長に沿って作業表面レベル170にもたらされる。

【0094】

次に、工程S604において、粉末分配スレッド300が動作する。粉末分配スレッド300は、造形領域を横切って、作業表面の用量ブレード側から作業表面の反対側に、粉末分配スレッドの前進行程を移動する。粉末分配スレッド300は用量ブレードの上を通過し、ローラー320は、粉末の山を造形領域190に押し広げ、過剰な粉末を戻りスロット210に押し入れる前に、粉末層を造形領域190に積層させる。図6Dの配置では、粉末分配スレッド300の予熱源320はローラーに先行し、粉末分配スレッドの前進行程中に印刷された粉末を焼結源に二回目に露出させるように、工程S604で任意選択的に焼結源として使用されてもよい。

【0095】

図6Aから図6Dのレイアウトは、粉末層が印刷スレッド350によって焼結されることと粉末分配スレッド300によって焼結層上に新しい粉末層が積層されることとの間の経過時間が正確に制御できるようになるため、有利である。印刷スレッド350および粉末分配スレッド300は独立して動作可能であるため、焼結工程と積層工程との間の経過

10

20

30

40

50

時間を、環境条件、特定の高分子材料に必要とされる焼結層の温度、異なる部品のサイズに必要とされる時間（焼結された材料の面積が大きい場合は冷却により長い時間がかかるため）などの印刷条件によって、変更することができる。対して、焼結源 3 6 0 とローラー 3 2 0 が同一のスレッド上に設けられた時、焼結と積層との間の時間を変更することはできない。

【 0 0 9 6 】

さらに、前の層が焼結後にまだわずかに溶解している間に新しい粉末層が積層されるのが理想的である。焼結と新しい粉末層の積層との間の時間は、層間の接着にとって、また結果として最終的な印刷部品の機械的強度に重要である。

【 0 0 9 7 】

用量ブレード 1 6 0 を開始することにより、印刷スレッド 3 5 0 が用量ブレード 1 6 0 から離れると、印刷スレッド 3 5 0 が作業表面の反対の端に達する前に、大幅な冷却が生じる前に新しい粉末を新たに焼結された層上に積層することができ、結果として焼結粉末と新しい粉末の間の結合が強化される。

【 0 0 9 8 】

工程 S 6 0 5 において、造形チャンパー床 2 0 5 は、造形層の厚さ分下降し、これは 0 . 1 mm の範囲でありうる。

【 0 0 9 9 】

工程 S 6 0 6 において、粉末分配スレッド 3 0 0 は造形領域 1 9 0 をわたって作業表面の用量ブレード側に、粉末分配スレッドの後進行程を戻す。予熱源 3 1 0 は、任意選択的に新しい粉末層を予熱するために、粉末分配スレッドの後進行程中につけられていてもよい。

【 0 1 0 0 】

最後に、工程 S 6 0 7 において、印刷スレッド 3 5 0 は作業表面の用量ブレード側に、印刷スレッドの前進行程を戻す。任意選択的に、焼結源 3 6 0 は、造形領域の表面を所定の温度に保つのを助けるための追加的な予熱源として使用されてもよい。焼結源 3 6 0 によって放出される放射の強度および / または波長は、この機能を実行するために調節可能であってもよい。任意選択的に、印刷スレッド 3 5 0 が造形領域 1 9 0 を横切って移動する際、吸収材が印刷スレッド 3 5 0 の後進行程で印刷されてもよい。これにより、2 層の吸収材が各粉末層上に印刷されることが可能となり、これはプリントヘッドのノズルに欠陥がある、またはプリントヘッドの不均一性により印刷間のバランスを取る必要がある時に有利である。プリントヘッドのノズルは、印刷方向から横断方向に変更してもよく、完成した部品にわたる位置のずれを回避するために別の吸収材の層を印刷してもよい。

【 0 1 0 1 】

上記の方法は、戻りスロットの存在によらないことが理解されるであろう。

【 0 1 0 2 】

積層スレッドのスプレッダー装置の例として説明されたローラーは、逆回転するローラーであってもよい。

【 0 1 0 3 】

説明したすべての印刷および焼結プロセスについて、ローラーが用量ブレード側に戻される前に、造形領域を積層の高さから下降させることが有益となりうる。これは、後進行程で粉末が圧縮されるのを防止する。その後、印刷スレッドが通過して粉末を印刷、焼結する前に、再び造形領域を積層の高さに上昇させてもよい。造形領域は 0 . 数 mm、例えば 0 . 2 mm または 0 . 4 mm 下降させてもよく、積層の高さまで、または多少少ない高さに再び戻し、造形領域を積層の高さよりもわずかに短い高さに戻す。このようにして、例えば、造形領域が作業表面に比べて一層の厚さだけ下降した高さを選択することによって、次の粉末積層の工程に対する高さの準備が整う。こうしたプロセスは、粉末分配スレッドの戻り移動によって粉末が圧縮されるのを防止しうる。

【 0 1 0 4 】

床の移動の代わりに、粉末分配スレッドが新たに積層された粉末層を通過する時に、粉

10

20

30

40

50

未分配スレッドまたは粉末分配スレッド内のローラーがわずかに上昇されるように、粉末分配スレッドまたは粉末分配スレッド内のローラーを取り付けてもよい。

【0105】

前述したように、新しい粉末層の焼結と積層との間の時間は、層間の接着にとって、また結果として最終的な印刷部品の機械的強度に重要である。また前述したように、熱フィードバックが、造形領域190の温度を測定するIRカメラなどの温度センサー530から提供されてもよい。こうしたセンサー530は、例えば、焼結工程と積層工程との間の造形領域の温度を監視するために使用されうる。これは、例えば、図8の工程S602の後に工程S604をいつ開始するなど、焼結工程後に次の粉末積層工程をいつ開始するかを定義するのに特に有利でありうる。これは、エラストマーなどの一部の高分子は他のもの（例えば、ナイロン）よりも焼結後の粘性が高くなり、次の粉末層が良好に接着できる十分に高い温度である一方で、次の積層工程を行いうるにはより低い温度である必要がある。特定の粉末材料およびプロセスについて平均的な一定の経過時間の間隔を定義し、焼結工程の完了からの一定の時間間隔の終了時点で積層工程を開始することは可能であるが、確定した温度に達するための最適な経過時間は、例えば、層あたりの印刷される吸収材の量、または周囲温度の変化の結果、変動しうる。したがって、焼結層の実際の温度を監視し、目標温度に達したら直ぐに積層を開始することが有益である。

10

【0106】

一連の積層と印刷の例を制御するコントローラ550について説明する。コントローラ550は、計算装置、マイクロプロセッサ、特定用途向けの集積回路、またはプリンターの様々な構成要素の諸機能を制御するための他の適切な装置であってもよい。

20

【0107】

コントローラ550は、構築される三次元物体を定義するスライスに関する印刷データ、ならびに例えば、各バッファ層および物体層の工程の積層される造形層の数と厚さに関する情報を供給するデータストア510と通信する。

【0108】

コントローラ550は、データストア510から受信した命令を実行して、印刷スレッドを印刷スレッド位置2（造形領域の用量側にある）から造形領域の反対側に移動させ、その後、用量ブレードを回転させて、粉末の山を作業表面上に積層させてもよい。次に、コントローラ550は、所定の時間間隔の終了後、粉末積層スレッド300を動作して印刷スレッド350に従い、粉末の山を造形領域上に押し出し、過剰な粉末を戻りスロットに押し入れるさらなる命令を実行してもよい。同時に、コントローラ550は、積層スレッド300上に取り付けられた放射線源をつけて、粉末が積層されている際に粉末層を予熱する命令を任意選択的に実行してもよい。次に、コントローラ550は、まず積層スレッド300、それから印刷スレッド350を印刷スレッド位置2に戻す命令を実行してもよい。

30

【0109】

コントローラ550は、データストア510からの命令を受信してこの一連の工程を繰り返し、例えば、造形前に多数のバッファ層を積層してもよい。

【0110】

コントローラ550は、印刷スレッドをスレッド位置2から新たに積層された粉末層を横切って移動させ、粉末層上への特定の造形層に関してデータストアから受信したデータに基づいたパターンを印刷するようプリントヘッドに指図する命令をさらに受信してもよい。画像データは、CADモデルのスライスに含まれる製品部品の定義など、製造される三次元物体の断面を定義してもよい。さらに、コントローラ550は、粉末を焼結するために印刷スレッド上のプリントヘッドの後ろに取り付けられた焼結ランプを制御する命令を受信しうる。命令は、特定の波長および/または強度で特定の期間にわたりランプの電源が入るようにコントローラが使用しうる、例えばランプの放射波長および/または強度などの設定値を含みうる。

40

【0111】

50

同時に、コントローラ 550 は、所定の時間間隔の終了後、または例えば、温度センサー 530 から追加的なトリガ信号を受信した後に、新たに焼結された層を横切って粉末積層スレッドを移動させる命令を受信してもよい。センサー 530 によって監視される造形ベッドの温度がコントローラ 550 に連続的に供給されてもよく、使用された特定の粉末材料に基づく所定のトリガ温度がコントローラ 550 に供給されると、コントローラ 550 は、積層スレッド 300 を開始させ、新たに焼結された層を横切って移動するようしてもよい。

【0112】

温度センサー 530 からコントローラ 550 へのこのフィードバック制御により、新しい粉末層が新たに焼結された層上に積層されるべき最適な層温度の層あたりの制御が可能となる。

10

【0113】

コントローラ 550 は、さらなる有利な工程を制御してもよく、例えば、コントローラ 550 は、積層スレッド床が工程 S606 のスレッド位置 2 に戻る前に造形床を下降させる命令を受信してもよい。コントローラ 550 は、印刷および焼結工程 S602 に向けて準備するため、造形床を印刷および焼結のための高さにその後上昇させることを制御してもよい。このような高さは、以前の高さよりも若干低くてもよく、例えば、次に積層される粉末層の厚さ分だけ下降させてもよく、それにより、次の粉末積層工程、例えば工程 S604 の前に、造形床を再び下降させる必要がない。

20

【0114】

コントローラ 550 は、データストア 510 から受信した命令を実行して、追加の粉末層を三次元物体の形成の一部として形成するべきかどうかを判定してもよい。追加の層を形成するべきという判定に応答して、コントローラ 550 は、説明したさらなる積層、印刷、焼結の一連の工程を継続する命令を受信する。

【0115】

したがって、本開示は、このようなコントローラ 550 によって実行される時に、装置 1 に粉末から三次元物体を製造するための本明細書に記載の方法を実行する命令を含む、コンピュータプログラムまたは一連の命令コードを提供する。

【0116】

このようなコントローラ 550 によって実行される時に、装置 1 に粉末から三次元物体を製造するための本明細書に記載の方法を実行する命令を含むコンピュータ可読媒体が、さらに提供される。

30

【0117】

上記の任意のスレッドのレイアウトオプションのいずれでも、プリントヘッド洗浄ステーションが設けられてもよい。プリントヘッド洗浄ステーションは、用量ブレードに対して作業台の反対の端に位置付けられてもよい。印刷スレッド 350 が行程の最後に到達すると、プリントヘッド 370 は次の行程前に洗浄されうる。プリントヘッド 370 は、各行程後、一定の数の行程後、またはプリントヘッドのノズルモニタリングシステムに応答して洗浄されてもよい。

40

【0118】

上述の分配スレッドのいずれについても、粉末を造形領域全体に粉末を押し広げる装置はローラーに限定されず、例えば、ブレード端部と造形領域の間に粉末層の厚さなどの所定の隔たりを残すように、分配スレッドに取り付けられるブレードなどのその他の周知のスプレッダー装置の形態を取ってもよい。

【0119】

本技術の範囲を逸脱しない範囲において多くの改善および変更を前述の例示的な実施形態に行なうことができることは当業者には明らかである。

【0120】

粉末から三次元物体を製造するための方法が、本明細書に記載されている。

【0121】

50

1つの実施形態によると、方法は、焼結中の造形領域の表面の温度を検出する工程と、検出された温度の結果として別の粉末層の積層を開始する工程と、をさらに含む。

【0122】

別の実施形態によると、粉末層の焼結が完了している間に別の粉末層の積層を開始する。

【0123】

別の実施形態によると、第一の放射線源が印刷スレッド上に設けられる。

【0124】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第一の方向に移動することによって別の粉末層を予熱する工程をさらに含む。

【0125】

別の実施形態によると、第二の放射線源は、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動している時に、別の粉末層を積層するための分配スレッド上に設けられた分配装置に従う。

【0126】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが、造形領域を横切って、第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【0127】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に別の粉末層を予熱する工程をさらに含む。

【0128】

別の実施形態によると、方法は、印刷スレッドが造形領域を横切って第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【0129】

別の実施形態によると、方法は、第一の放射線源の強度および/または波長を予熱強度および/または予熱波長に調整する工程と、印刷スレッド上に設けられた第一の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に、別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む。

【0130】

別の実施形態によると、方法は、プリントヘッドのアライメントを調整する工程と、プリントヘッドが造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に吸収材を別の粉末層に印刷する工程と、をさらに含む。

【0131】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第一の方向に移動することによって、別の粉末層を造形領域に積層する前に、吸収材が印刷された粉末層を焼結する工程をさらに含む。

【0132】

別の実施形態によると、第二の放射線源は、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動している時に、別の粉末層を積層するための分配スレッド上に設けられた分配装置を導く。

【0133】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが造形領域を横切って、第一の方向とは反対の第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【0134】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に、別の粉末層を予熱する工程をさらに含む。

【0135】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に、第二の放射線源の強度および/または波長を予熱強度および/または予熱

10

20

30

40

50

波長に調整する工程をさらに含む。

【0136】

別の実施形態によると、方法は、印刷スレッドが造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【0137】

別の実施形態によると、方法は、第一の放射線源の強度および/または波長を予熱強度および/または波長に調整する工程と、印刷スレッド上に設けられた第一の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む。

【0138】

別の実施形態によると、方法は、プリントヘッドのアライメントを調整する工程と、プリントヘッドが造形領域を横切って第二の方向に移動して戻る時に吸収材を別の粉末層に印刷する工程と、をさらに含む。

【0139】

別の実施形態によると、第一の放射線源は、印刷スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動する時、印刷スレッド上のプリントヘッドに従う。

【0140】

別の実施形態によると、方法は、粉末層を焼結するために第一の放射線源が第一の方向に移動することと、粉末の材料に基づいて、別の粉末層を積層するために分配スレッドが第一の方向に移動することとの間の時間を調整する工程をさらに含む。

【0141】

別の実施形態によると、方法は、焼結中の造形領域の表面温度を検出し、検出された温度の結果として別の粉末層の積層を開始する工程をさらに含む。

【0142】

別の実施形態によると、粉末層の焼結が完了している間に別の粉末層の積層を開始する。

【0143】

別の実施形態によると、第一の放射線源が印刷スレッド上に設けられる。

【0144】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動することによって別の粉末層を予熱する工程をさらに含む。

【0145】

別の実施形態によると、第二の放射線源は、分配スレッドが造形領域を横切って第二の方向に移動している時に、別の粉末層を積層するための分配スレッド上に設けられた分配装置に従う。

【0146】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【0147】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第一の方向に移動して戻ることで別の粉末層を予熱する工程をさらに含む。

【0148】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第二の方向に移動することによって、別の粉末層を造形領域に積層する前に吸収材が印刷された粉末層を焼結する工程をさらに含む。

【0149】

別の実施形態によると、第二の放射線源は、分配スレッドが造形領域を横切って第二の方向に移動している時に、別の粉末層を積層するための分配スレッド上に設けられた分配装置を導く。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 0 】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動して戻る工程をさらに含む。

【 0 1 5 1 】

別の実施形態によると、方法は、分配スレッドが造形領域を横切って第一の方向に移動して戻っている時に、第二の放射線源の強度および／または波長を予熱強度および／または波長に調整する工程と、分配スレッド上に設けられた第二の放射線源が造形領域を横切って第一の方向に移動して戻る時に別の粉末層を予熱する工程と、をさらに含む。

【 0 1 5 2 】

別の実施形態によると、方法は、粉末層を焼結するために第一の放射線源が第二の方向に移動することと、粉末材料に基づいて、別の粉末層を積層するために分配スレッドが第二の方向に移動することとの間の時間を調整する工程をさらに含む。

【 0 1 5 3 】

別の実施形態によると、印刷スレッドと分配スレッドが同一のレール上に提供される。

【 0 1 5 4 】

別の実施形態によると、第一の放射線源および／または第二の放射線源は赤外線源を備える。

10

【 図 1 】

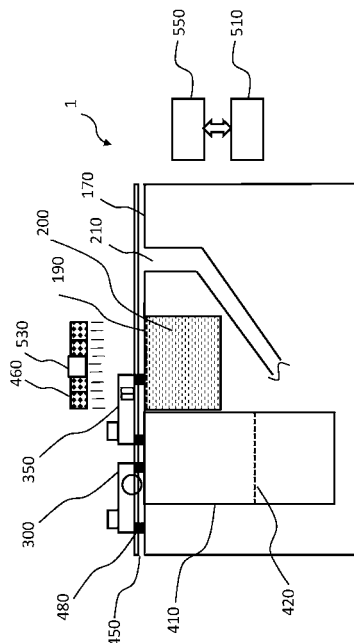


FIGURE 1

【 図 2 】

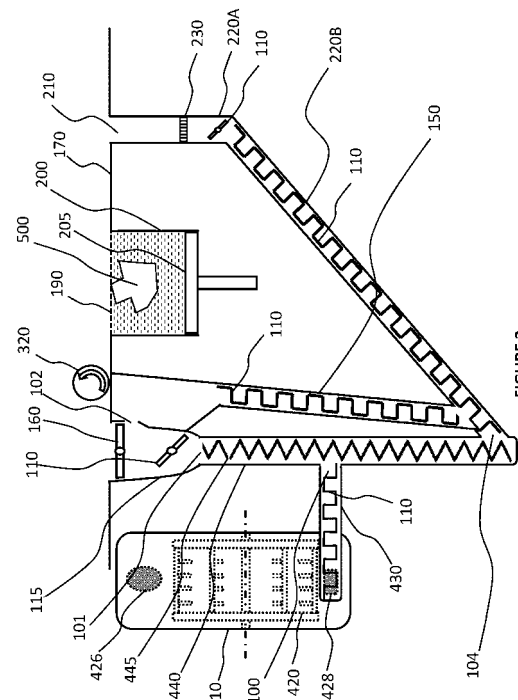


FIGURE 2

【図 3】

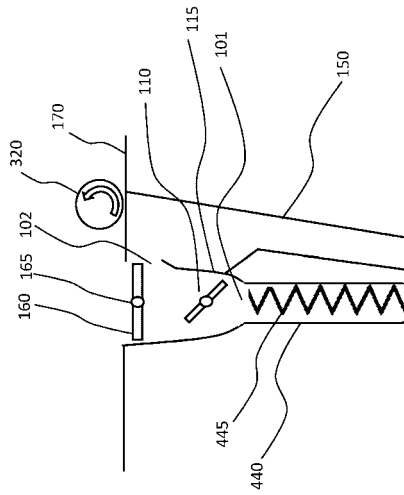


FIGURE 3

【図 4】

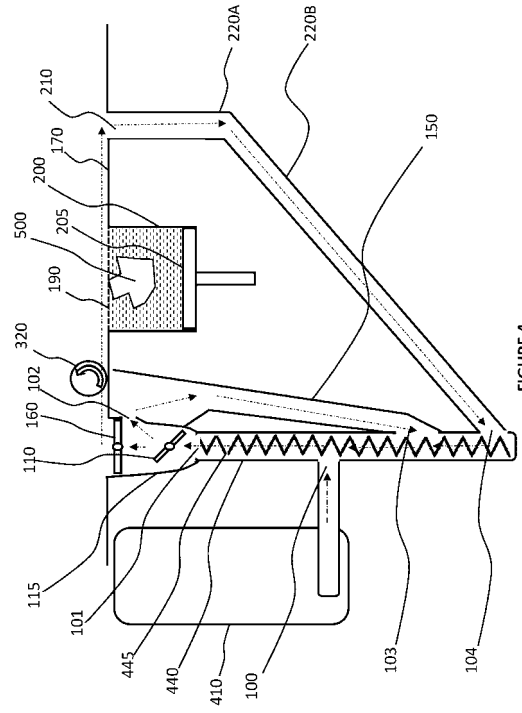


FIGURE 4

【図 5】

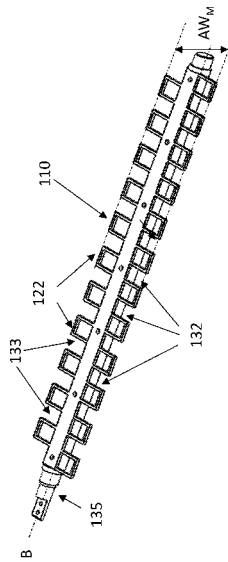


FIGURE 5

【図 6 A】

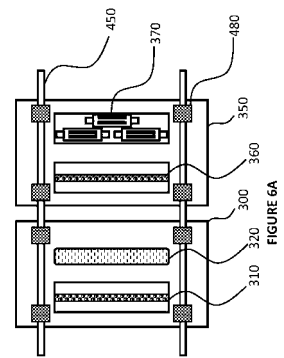


FIGURE 6A

【図 6 B】

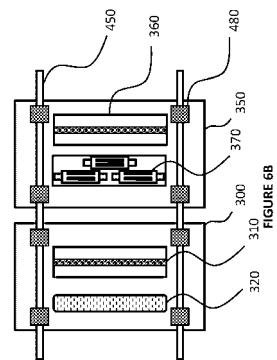
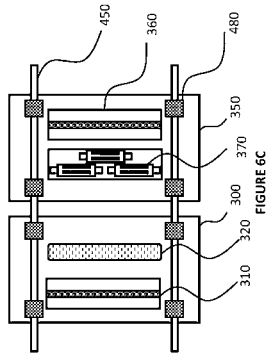
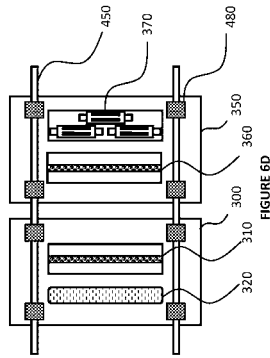


FIGURE 6B

【図 6 C】



【図 6 D】



【図 8】

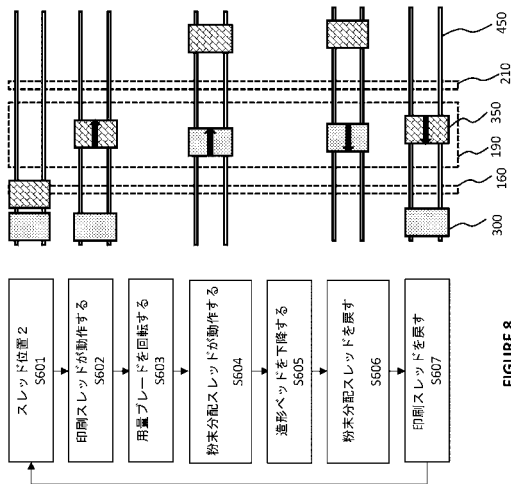


FIGURE 8

【図 7】

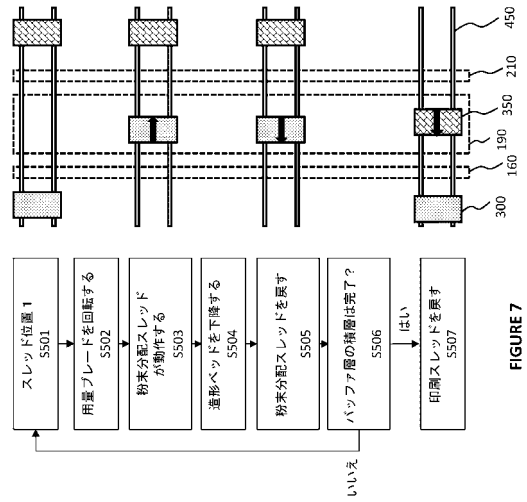


FIGURE 7

【図 9】

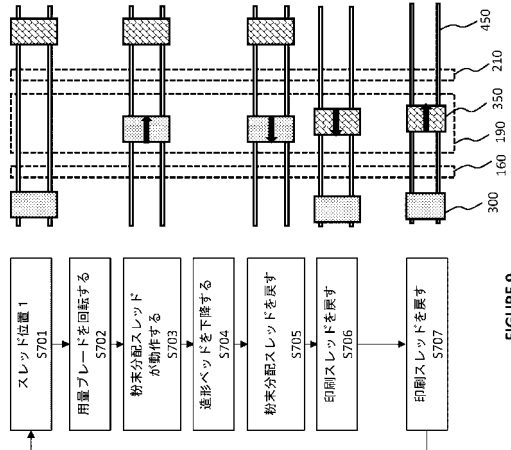


FIGURE 9

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2018/053338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B33Y10/00 B29C35/02 B33Y30/00 B29C64/165 B29C64/236
B29C64/295

ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPO

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B33Y B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/023281 A1 (HEWLETT-PACKARD DEV COMPANY L P [US]) 9 February 2017 (2017-02-09) abstract paragraph [0010] - paragraph [0021] paragraph [0028] - paragraph [0030] paragraph [0034] paragraph [0045] paragraph [0051] - paragraph [0052] paragraph [0056] - paragraph [0072] claims 1,3,4,10,11 figures 1-5	1-40
A	WO 2017/153463 A1 (DIGITAL METAL AB [SE]) 14 September 2017 (2017-09-14) claims 11,13,14,17 figure 1 ----- -/--	1-40

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier application or patent but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 January 2019

Date of mailing of the international search report

12/02/2019

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lozza, Monica

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/GB2018/053338

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2015 219866 A1 (EOS GMBH ELECTRO OPTICAL SYSTEMS [DE]) 13 April 2017 (2017-04-13) paragraph [0063] figures 2,4 -----	1-40

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/GB2018/053338

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2017023281 A1	09-02-2017	NONE	
WO 2017153463 A1	14-09-2017	CN 108778685 A	09-11-2018
		EP 3426470 A1	16-01-2019
		GB 2548340 A	20-09-2017
		KR 20180121580 A	07-11-2018
		WO 2017153463 A1	14-09-2017
DE 102015219866 A1	13-04-2017	CN 108463329 A	28-08-2018
		DE 102015219866 A1	13-04-2017
		EP 3362259 A1	22-08-2018
		US 2018304527 A1	25-10-2018
		WO 2017063886 A1	20-04-2017

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
B 3 3 Y 50/02 (2015.01)	B 3 3 Y 50/02	
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	

(81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

- (72)発明者 ハートマン アンダース
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内
- (72)発明者 ラング トルベン
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内
- (72)発明者 エリス アダム
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内
- (72)発明者 ノーブル クリストファー
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内
- (72)発明者 ケイリー マイケル
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内
- (72)発明者 モース アンドリュー
イギリス国 シービー 4 0 エックスアール ケンブリッジシャー ケンブリッジ ミルトンロード サイエンスパーク 3 1 6 ザール スリーディー リミテッド内

F ターム(参考) 4F213 AC04 AP05 AR11 AR20 WA25 WB01 WE02 WE06 WE25 WF01
WF23 WL02 WL12 WL32 WL74 WL85
4K018 CA44 EA51 EA60