

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6698623号
(P6698623)

(45) 発行日 令和2年5月27日 (2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月1日 (2020.5.1)

(51) Int. Cl.

F I

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

B 2 9 C 64/153 (2017.01)

B 2 9 C 64/153

B 2 9 C 64/386 (2017.01)

B 2 9 C 64/386

B 3 3 Y 30/00 (2015.01)

B 3 3 Y 30/00

請求項の数 29 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-500447 (P2017-500447)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月18日 (2015.3.18)
 (65) 公表番号 特表2017-511430 (P2017-511430A)
 (43) 公表日 平成29年4月20日 (2017.4.20)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2015/050791
 (87) 国際公開番号 W02015/140547
 (87) 国際公開日 平成27年9月24日 (2015.9.24)
 審査請求日 平成30年2月1日 (2018.2.1)
 (31) 優先権主張番号 1404854.0
 (32) 優先日 平成26年3月18日 (2014.3.18)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 英国 (GB)

(73) 特許権者 391002306
 レニショウ パブリック リミテッド カ
 ンパニー
 RENISHAW PUBLIC LIM
 ITED COMPANY
 イギリス ジーエル12 8ジェイアール
 グロスタシャー ワットン-アンダー-
 エッジ ニュー ミルズ (番地なし)
 (74) 代理人 110001243
 特許業務法人 谷・阿部特許事務所

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 選択的凝固装置および方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構築チャンバと、

該構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、

粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために前記構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、

前記粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、

前記エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナと、

該スキャナを制御するためのプロセッサと

を備えた選択的凝固装置であって、

前記プロセッサは、前記ワイパが前記粉末ベッドにわたって移動しているとき前記ワイパの両側で粉末材料を固めるように前記エネルギービームを前記粉末ベッドにわたってスキャンするように、および、前記粉末ベッドにわたる前記ワイパの2回以上の行程中に前記粉末層の少なくとも1つにわたって前記エネルギービームをスキャンするように、前記スキャナを制御するように構成され、

前記2回以上の行程は、前記ワイパが粉末層を形成する行程と、1または複数の後続の行程とを含むことを特徴とする選択的凝固装置。

【請求項 2】

前記1または複数の後続の行程は、前記ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含むこ

とを特徴とする請求項 1 に記載の選択的凝固装置。

【請求項 3】

前記 1 または複数の後続の行程は、前記ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含むことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の選択的凝固装置。

【請求項 4】

前記ワイパで前記粉末層を形成している間、前記ワイパが第 1 の領域から離れつつあるとき、前記粉末層上の前記第 1 の領域が前記エネルギービームによって固められるように、および、前記後続の行程中、前記ワイパが第 2 の領域に向かって移動しているとき、前記粉末層上の前記第 2 の領域が前記エネルギービームによって固められるように、前記プロセッサは、前記スキャナが前記粉末ベッドにわたって前記エネルギービームをスキャンするべく制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の選択的凝固装置。

10

【請求項 5】

前記プロセッサは、前記スキャナが前記エネルギービームの焦点を変更し、前記粉末ベッドの表面のレベルの変化に合わせて調整するべく前記スキャナを制御するように構成されることで、事前設定のプロファイルを有するエネルギースポットが前記粉末ベッドの表面上で維持されることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の選択的凝固装置。

【請求項 6】

前記プロセッサは、前記ワイパが前記粉末ベッドにわたって移動するときエネルギースポットが前記ワイパの一方の側から他方に移動されるにつれて、前記エネルギービームの焦点が変更され、前記粉末ベッドのレベルの変化が補償されるように、前記スキャナを制御することを特徴とする請求項 5 に記載の選択的凝固装置。

20

【請求項 7】

前記プロセッサは、前記エネルギービームの焦点が変更され、前記ワイパの行きの行程と戻り行程との間で前記粉末ベッドの上部表面のレベルの変化が補償されるように、前記スキャナを制御することを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の選択的凝固装置。

【請求項 8】

前記エネルギービームはレーザビームを含み、前記スキャナは、前記レーザビームの焦点を変更するための可動の光学系を備えることを特徴とする請求項 5 ないし請求項 7 のいずれかに記載の選択的凝固装置。

30

【請求項 9】

前記スキャナは、前記粉末ベッドにわたってレーザスポットをスキャンするためのチルト光学系を備え、前記プロセッサは、前記チルト光学系の単一の部分が前記表面のレベルに応じて前記粉末ベッドの表面上の異なる位置をスキャンすることを自動的に補償するように、前記チルト光学系を制御するように構成されることを特徴とする請求項 8 に記載の選択的凝固装置。

【請求項 10】

前記ワイパが前記粉末ベッドにわたって移動するとき前記ワイパの位置を測定するための位置測定デバイスをさらに備え、前記プロセッサは、前記位置測定デバイスから信号を受信し、前記位置測定デバイスからの前記信号に基づいて前記スキャナを制御するように構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の選択的凝固装置。

40

【請求項 11】

エネルギービームを使用して粉末層が 1 層ずつ凝固され、物体を形成する、選択的凝固によって物体を形成するための方法であって、反復的に、粉末ベッドの粉末層を形成するようにワイパで構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるステップと、前記粉末ベッドにわたる前記ワイパの移動中、前記ワイパの両側で粉末材料が凝固するように、および、前記粉末ベッドにわたる前記ワイパの 2 回以上の行程中に前記粉末層の少なくとも 1 つにわたってエネルギービームがスキャンされるように、前記粉末ベッドにわたってエネルギービームをスキャンするステップと、を含み、前記 2 回以上の行程は、前記ワイパが粉末

50

層を形成する行程と、１または複数の後続の行程とを含むことを特徴とする方法。

【請求項１２】

前記１または複数の後続の行程は、前記ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含むことを特徴とする請求項１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記１または複数の後続の行程は、前記ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含むことを特徴とする請求項１１または１２に記載の方法。

【請求項１４】

前記ワイパで前記粉末層を形成している間、前記粉末層上の第１の領域は、前記ワイパが前記第１の領域から離れつつあるときに前記エネルギービームによって固められ、前記後続の行程中、前記粉末層上の第２の領域は、前記ワイパが前記第２の領域に向かって移動しているときに前記エネルギービームによって固められることを特徴とする請求項１１ないし１３のいずれかに記載の方法。

10

【請求項１５】

前記エネルギービームの焦点を変更し、前記粉末ベッドの表面のレベルの変化に合わせて調整することで、事前設定のプロファイルを有するエネルギースポットが前記粉末ベッドの表面上で維持されるようにするステップを含むことを特徴とする請求項１１ないし１４のいずれかに記載の方法。

【請求項１６】

前記ワイパで粉末を広げている間、エネルギースポットが前記ワイパの一方の側から他方に移動されるにつれて、前記エネルギービームの焦点を変更するステップを含むことを特徴とする請求項１５に記載の方法。

20

【請求項１７】

前記エネルギービームの焦点を変更し、前記ワイパの行きの行程と戻り行程との間で前記粉末ベッドの上部表面のレベルの変化が補償されるようにするステップを含むことを特徴とする請求項１５または１６に記載の方法。

【請求項１８】

構築チャンバと、該構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために前記構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、前記粉末材料を固めるためのエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、前記エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナとを備えた選択的凝固装置を制御するためにプロセッサによって実行される命令が記憶されたデータキャリアであって、前記命令は、前記プロセッサによって実行されたとき、前記プロセッサが請求項１１ないし請求項１７のいずれかに記載の方法を実施するものであることを特徴とするデータキャリア。

30

【請求項１９】

構築チャンバと、該構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために前記構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、前記粉末材料を固めるためのエネルギービームを生成するためのエネルギーユニットと、前記ワイパが前記粉末ベッドにわたって移動しているとき、前記ワイパの両側で前記粉末材料を固めるように前記エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナと、を備えた選択的凝固装置を制御するための命令を生成する方法であって、

40

i) 物体を１層ずつ構築する際に粉末材料を凝固するときとるべき前記エネルギービームのためのスキャン経路を定義する幾何学データを受け取るステップと、

ii) 前記ワイパの各行程中、前記ワイパの両側で前記エネルギービームによってスキャンされることになるスキャン経路またはスキャン経路の一部を識別するステップであって、前記粉末ベッドにわたる前記ワイパの第１の行程中にスキャンされることになる前記粉末層のためのスキャン経路またはスキャン経路の一部の第１のセット、および、前記粉末ベッドにわたる前記ワイパの第２の行程中にスキャンされることになる前記粉末層のためのスキャン経路またはスキャン経路の一部の第２のセットを識別するステップと、を含み

50

、前記第 1 の行程は、前記ワイパが前記粉末層を形成する行程であることを特徴とする方法。

【請求項 2 0】

前記第 2 の行程は、前記ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含むことを特徴とする請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 2 の行程は、前記ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含むことを特徴とする請求項 1 9 または 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記スキャン経路またはスキャン経路の一部の第 1 のセットは、前記第 1 の行程中、前記ワイパが第 1 の領域から離れつつあるとき、前記粉末層上の前記第 1 の領域を固めるためのものであり、前記スキャン経路またはスキャン経路の一部の第 2 のセットは、前記第 2 の行程中、前記ワイパが第 2 の領域に向かって移動しているとき、前記粉末層上の前記第 2 の領域を固めるためのものであることを特徴とする請求項 1 9 ないし 2 1 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 3】

前記ワイパの各行程中、前記ワイパの両側で前記エネルギービームによってスキャンされることになる前記スキャン経路またはスキャン経路の一部は、各行程中の予想される前記ワイパの移動に基づいて識別されることを特徴とする請求項 1 9 ないし 2 2 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 4】

前記スキャン経路は、粉末層のエリアを凝固させるためのスキャン経路パターンを含み、該スキャン経路パターンは、前記エリアを、スキャンされることになる別個の領域に分割し、前記方法は、前記ワイパの 1 以上の行程中、各領域で前記ワイパのどちらの側がスキャンされるかを識別するステップを含むことを特徴とする請求項 1 9 ないし 2 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 5】

前記ワイパの移動に基づいて前記領域がスキャンされる順序をスケジューリングするステップを含むことを特徴とする請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記エリアは、内側部分と、前記エリアの縁部に配置され、前記内側部分を囲む周囲とを備え、

前記エリアの内側部分は、平行のスキャン経路の設定されたパターンを使用して形成され、前記エリアの周囲は、前記エリアの縁部の形状に従う 1 または複数の境界スキャン経路を使用して形成され、前記方法は、前記境界スキャン経路の全体が 1 つの連続的なスキャンで完了され得るように、前記ワイパの行程中、前記境界スキャン経路または各境界スキャン経路に沿って前記エネルギービームをいつスキャンするかを識別するステップを含むことを特徴とする請求項 1 9 ないし請求項 2 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 7】

前記ワイパの移動に基づいてスキャン経路を決定するステップを含むことを特徴とする請求項 1 9 ないし請求項 2 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 8】

前記ワイパの各行程中、前記ワイパの両側で前記エネルギービームによってスキャンされることになる前記スキャン経路またはスキャン経路の一部を識別するステップは、前記ワイパの、スキャンが行われるべきでない片側または両側の安全ゾーンを考慮することを特徴とする請求項 1 9 ないし請求項 2 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 9】

プロセッサによって実行されたとき、前記プロセッサが請求項 1 9 ないし請求項 2 8 のいずれかに記載の方法を実施する命令が記憶されたデータキャリア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粉末層が1層ずつ凝固され、物体を形成する選択的凝固装置および方法に関する。本発明は、それだけには限らないが、選択的レーザ溶融（SLM）および選択的レーザ焼結（SLS）装置など選択的レーザ凝固装置に特に適用される。

【背景技術】

【0002】

選択的レーザ溶融（SLM）および選択的レーザ焼結（SLS）装置は、レーザビームなど高エネルギービームを使用して、金属粉末材料など材料の1層ずつの凝固を通じて物体を作り出す。粉末層は、構築チャンバ内で、粉末ベッドに隣接して多量の粉末を堆積し、その大量の粉末をワイパで粉末ベッド（の1つの側から別の側）にわたって広げ、層を形成することによって、粉末ベッドにわたって形成される。次いで、構築される物体の断面に対応する粉末層の一部分にわたってレーザビームがスキャンされる。レーザビームは、粉末を溶融または焼結し、凝固された層を形成する。層が選択的に凝固された後で、新たに凝固される層の厚さだけ粉末ベッドが下降され、粉末のさらなる層が表面にわたって広げられ、必要に応じて凝固される。そのようなデバイスの例が、特許文献1に開示されている。

10

【0003】

そのような装置に伴う問題は、物体を構築するために長い時間、しばしば数日がかかり、非常に大きな物体については1週間を超える可能性があることである。

20

【0004】

ステレオリソグラフィではワイパをも使用し、レーザビームでの後続の硬化に適した光硬化性液体樹脂の平坦な表面の形成を加速する。ワイパの変位およびレーザビームの制御は、ビームがワイパに従い、ワイパ直後の領域内で樹脂層に当たるように、同時に実施され得る。そのような構成の例が、特許文献2、特許文献3、および特許文献4に開示されている。

【0005】

3D SystemsのSmart SweepTM法は、リコータブレードが樹脂バットの長さ全体を移動せず、部品が構築されているバットの一部にわたって掃引するだけであるさらなる改善をもたらす。

30

【0006】

特許文献5は、材料付着デバイスが円形の構築プラットフォームの最大半径方向延長にわたって半径方向に延び、構築プラットフォームが（連続的または段階的に）回転および下降され、構築プラットフォーム周りでワイパを移動し、材料層を形成する、3次元物体を製造するためのデバイスを開示している。一実施形態では、4つの材料付着デバイスが提供され、材料は、材料付着デバイス間に位置する4つの凝固領域内で凝固される。

【0007】

特許文献6は、層または粉末を付着するための10のコーティングデバイスを備える、3次元物体を作り出すためのレーザ焼結デバイスを開示している。各コーティングデバイスは、レーザに関連付けられ得る。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第6042774号明細書

【特許文献2】米国特許第5582876号明細書

【特許文献3】米国特許第5780070号明細書

【特許文献4】米国特許第5204823号明細書

【特許文献5】米国特許第8172563号明細書

【特許文献6】独国特許出願公開102007040755号公報

【特許文献7】国際公開第2010/007396号パンフレット

50

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の第1の形態によれば、構築チャンバと、構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナと、スキャナを制御するためのプロセッサとを備え、プロセッサは、ワイパが粉末ベッドにわたって移動しているときエネルギービームを粉末ベッドにわたってスキャンし、ワイパの両側で粉末材料を固めるようにスキャナを制御するように構成される、選択的凝固装置が提供される。

10

【0010】

プロセッサは、粉末ベッドにわたるワイパの2回以上の行程中に粉末層の少なくとも1つにわたってエネルギービームをスキャンするようにスキャナを制御するように構成されてもよい。2回以上の行程は、ワイパが粉末層を形成する行程と、1または複数の後続の行程とを含んでもよい。1または複数の後続の行程は、ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含んでもよい。それに加えて、または代替として、1または複数の後続の行程は、ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含んでもよい。ワイパで粉末層を形成している間、ワイパが第1の領域から離れつつあるとき、粉末層上の第1の領域がエネルギービームによって固められてもよく、後続の行程中、ワイパが第2の領域に向かって移動しているとき、粉末層上の第2の領域がエネルギービームによって固められてもよい。

20

【0011】

このようにして、粉末は、ワイパが粉末ベッドにわたって移動している時間中に粉末が固められるので、物体がより迅速に形成され得る。したがって、ワイパが層を形成するのを終えた後で粉末をエネルギービームで固めることに比べて構築時間を短縮することが可能となり得る。さらに、固められる粉末ベッドのエリアは、ワイパの場所によって制限されない。なぜなら、ワイパの両側に位置する粉末がワイパ行程中に固められ得るからである。特に、2回以上の行程中に少なくとも1つの粉末層にわたってエネルギービームをスキャンすることにより、ワイパの最初の行程中かつさらなる行程の前に粉末層のスキャン全体を完了することに比べて構築時間が削減され得る。これは、単にワイパの後でエネルギービームをスキャンすることよりもスキャン方針の最適化を可能にし得る。特に、形成される物体の断面は、粉末ベッドの総断面に対して小さなエリアをカバーする傾向があり、したがって、エネルギービームスポットは、粉末ベッドの小さなエリア内で局所化されて大部分の時間を費やすことになる。エネルギービームにワイパの両側をスキャンさせることにより、エネルギービームは、ワイパの移動中、これらの小さなエリア内で粉末を固めることができる。

30

【0012】

プロセッサは、事前設定のプロファイルを有するエネルギースポットが粉末ベッドの表面上で維持されるように、エネルギービームの焦点を変更し、粉末ベッドの(上部)表面のレベルの変化に合わせて調整するようにスキャナを制御するように構成されてもよい。

40

【0013】

粉末層を広げている間、ワイパの両側で粉末ベッドの表面のレベル(高さ)は異なることになる。したがって、一実施形態では、ワイパによって粉末を広げている間、プロセッサは、ワイパが粉末ベッドにわたって移動するときエネルギースポットがワイパの一方の側から他方に移動されるにつれて、エネルギービームの焦点を変更し、粉末ベッドのレベルの変化を補償するようにスキャナを制御してもよい。

【0014】

ワイパが1方向だけで粉末ベッドにわたって粉末を広げる場合、構築プラットフォームは、その戻り(広げない)行程でワイパのクリアランスをもたらしようとして下降されてもよい。したがって、プロセッサは、エネルギービームの焦点を変更し、ワイパの行きの行程と

50

戻り行程との間で粉末ベッドの上部表面のレベルの変化を補償するようにスキャナを制御してもよい。

【0015】

プロセッサは、構築プラットフォームの下降など移動中に、粉末ベッドにわたってエネルギービームをスキャンするようにスキャナを制御するように構成されてもよい。プロセッサは、構築プラットフォームの下降中、粉末ベッドの表面に対するエネルギービームの角度が事前設定の角度より大きいまま維持されるように粉末ベッドにわたってエネルギービームをスキャンするようにスキャナを制御するように構成されてもよく、事前設定の角度は、構築プラットフォームが下降中でないときエネルギービームが粉末ベッドの表面に対してなすことができる角度より大きい。このようにして、構築プラットフォームの下降中、粉末

10

【0016】

構築プラットフォームは、不定の厚さの層を提供するためにワイパで粉末ベッドにわたって粉末を広げている間、下降または上昇され得る。ワイパと共にレーザビームをスキャンすること、ワイパで層を広げること、および構築プラットフォームを下降または上昇させることの3つすべてが同時に行われてもよい。構築プラットフォームの下降は、構築全体を通じて連続的に行われてもよい。これは、構築プラットフォームが下降されている間、粉末を広げる際の遅延が回避され得るので、構築の速さを増大し得る。

20

【0017】

エネルギービームは、電子ビームまたはレーザビームであってよい。

【0018】

スキャナは、レーザビームの焦点を変更するための可動の光学系を備えてもよい。

【0019】

スキャナは、粉末ベッドにわたってレーザスポットをスキャンするためのチルト光学系を備えてもよく、プロセッサは、光学系の単一の部分が表面のレベルに応じて粉末ベッドの表面上の異なるスポットをスキャンするということを自動的に補償するようにチルト光学系を制御するように構成される。粉末ベッドを下降することにより、スキャナからの粉末

30

【0020】

この装置は、位置エンコーダなど、ワイパが粉末ベッドにわたって移動するときワイパの位置を測定するための位置測定デバイスを備えてもよく、プロセッサは、位置測定デバイスから信号を受信し、位置測定デバイスからの信号に基づいてスキャナを制御するように構成されてもよい。たとえば、プロセッサは、位置測定デバイスからの信号に基づいて

40

【0021】

ワイパは、構築中、粉末ベッドの表面に対して直交する方向（通常、垂直方向）に移動されることが可能であってもよい。ワイパは、平坦でない粉末層を形成するために層を広げている間、粉末ベッドの表面に対して直交して移動されることが可能であってもよい。代替として、またはそれに加えて、ワイパは、たとえば粉末の山を通り越すために、および/または粉末ベッドの上で後続のパスのためにワイパを再配置するために、粉末ベッドの側部で粉末ベッドの表面に対して直交して移動されることが可能であってもよい。

50

【 0 0 2 2 】

代替として、またはそれに加えて、プロセッサは、ワイパが粉末ベッドにわたって移動するとき構築プラットフォームが垂直に移動するように構築プラットフォームの垂直移動を制御するように構成されてもよい。ワイパは、たとえば所望の（均一な）厚さの粉末層を維持するために、構築プラットフォームの移動と同期して垂直に移動されてもよい。あるいは、構築プラットフォームおよびワイパの垂直移動は、不均一な粉末層が形成されるようなものであってもよい。ワイパの垂直高さを構築プラットフォームの移動と動的に調整することは、ワイパが静止している各行程の終了時の時間を削減する、さらには解消することができる。従来のシステムでは、ワイパは、次の粉末を広げる行程を開始する前に、構築プラットフォームの高さが調整されるのを、また、構築プラットフォームが落ち着くのを待たなければならない。

10

【 0 0 2 3 】

この装置は、複数のレーザビームを生成するためのレーザユニットと、各レーザビームを粉末ベッドにわたって独立してスキャンさせることができるように各レーザビームのための専用のスキャナとを備えてもよい。これらのスキャナは、粉末ベッドがレーザビームによってワイパの両側で同時にスキャンされ得るように構成されてもよい。プロセッサは、ワイパが粉末ベッドにわたって移動しているとき、粉末ベッドにわたって複数のレーザビームのうちの対応するレーザビームをスキャンし、ワイパの両側で粉末材料を固めるように各スキャナを制御するように構成されてもよい。

20

【 0 0 2 4 】

プロセッサは、物体を１層ずつ構築する際に粉末材料を凝固するときとるべきそのエネルギービームまたは各エネルギービームのためのスキャン経路を定義する幾何学データに基づいてワイパの移動を制御するように構成されてもよい。たとえば、プロセッサは、各層を形成する際に、ワイパの速さおよび／または垂直高さを変えることができてもよい。

【 0 0 2 5 】

本発明の第２の形態によれば、エネルギービームを使用して粉末層が１層ずつ凝固され、物体を形成する、選択的凝固によって物体を形成するための方法であって、反復的に、粉末ベッドの粉末層を形成するようにワイパで構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるステップと、粉末ベッドにわたるワイパの移動中、ワイパの両側で粉末材料を固めるように粉末ベッドにわたってエネルギービームをスキャンするステップとを含む方法が提供される。

30

【 0 0 2 6 】

この方法は、粉末ベッドにわたるワイパの２回以上の行程中に粉末層の少なくとも１つにわたってエネルギービームをスキャンするステップを含んでもよい。２回以上の行程は、ワイパが粉末層を形成する行程と、１または複数の後続の行程とを含んでもよい。１または複数の後続の行程は、ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含んでもよい。それに加えて、または代替として、１または複数の後続の行程は、ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含んでもよい。ワイパで粉末層を形成している間、ワイパが第１の領域から離れたとき、粉末層上の第１の領域がエネルギービームによって固められてもよく、後続の行程中、ワイパが第２の領域に向かって移動しているとき、粉末層上の第２の領域がエネルギービームによって固められてもよい。

40

【 0 0 2 7 】

この方法は、事前設定のプロファイルを有するエネルギースポットが粉末ベッドの表面上で維持されるように、エネルギービームの焦点を変更し、粉末ベッドの（上部）表面のレベルの変化に合わせて調整するステップを含んでもよい。この方法は、ワイパによって粉末を広げている間、エネルギービームのスポットがワイパの一方の側から他方に移動されるにつれて、エネルギービームの焦点を変更するステップを含んでもよい。この方法は、エネルギービームの焦点を変更し、ワイパの行きの行程と戻り行程との間で粉末ベッドの上部表面のレベルの変化を補償するステップを含んでもよい。

【 0 0 2 8 】

50

本発明の第3の形態によれば、命令が記憶されたデータキャリアであって、命令は、選択的凝固装置を制御するためにプロセッサによって実行するためのものであり、選択的凝固装置は、構築チャンバと、構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナとを備え、命令は、プロセッサによって実行されたとき、本発明の第2の形態の方法を実施するようにプロセッサにスキャナを制御させる、データキャリアが提供される。

【0029】

本発明の第4の形態によれば、選択的凝固装置を制御するための命令を生成する方法であって、選択的凝固装置は、構築チャンバと、構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギーユニットと、ワイパが粉末ベッドにわたって移動しているとき、ワイパの両側で粉末材料を固めるようにエネルギービームを各粉末層ベッド上に導き集束するためのスキャナとを備え、

i) 物体を1層ずつ構築する際に粉末材料を凝固するときとるべきエネルギービームのためのスキャン経路を定義する幾何学データを受け取るステップと、

ii) ワイパの各行程中、ワイパの両側でエネルギービームによってスキャンされることになるスキャン経路またはスキャン経路の一部を識別するステップと、を含む方法が提供される。

【0030】

スキャン経路を識別するステップは、粉末ベッドにわたるワイパの第1の行程中にスキャンされることになる粉末層のためのスキャン経路またはスキャン経路の一部の第1のセットと、粉末にわたるワイパの第2の行程中にスキャンされることになる粉末層のためのスキャン経路またはスキャン経路の一部の第2のセットとを識別するステップを含んでもよい。第1の行程は、ワイパが粉末層を形成する行程であってもよい。第2の行程は、ワイパが後続の粉末層を形成する行程を含んでもよい。それに加えて、または代替として、第2の行程は、ワイパが粉末層を形成しない戻り行程を含んでもよい。スキャン経路またはスキャン経路の一部の第1のセットは、第1の行程中、ワイパが第1の領域から離れつつあるとき、粉末層上の第1の領域を固めるためのものであってもよく、スキャン経路またはスキャン経路の一部の第2のセットは、第2の行程中、ワイパが第2の領域に向かって移動しているとき、粉末層上の第2の領域を固めるためのものであってもよい。

【0031】

ワイパの各行程中、ワイパの両側でエネルギービームによってスキャンされることになるスキャン経路またはスキャン経路の一部は、各行程中の予想されるワイパ移動に基づいて識別されてもよい。代替として、またはそれに加えて、ワイパ速さまたは行程間の時間は、スキャン経路またはスキャン経路の一部をスキャンするために必要とされる予想される時間に基づいて決定されてもよい。

【0032】

凝固されることになる粉末層のエリアが、スキャンされることになる別個の領域に分割される設定されたパターンで、スキャン経路を設計することが知られている。たとえば、チェッカボードパターンまたはストライプパターンが使用されてもよく、凝固されることになるエリアが、平行の辺を有する複数の領域に分割され、各領域は、平行の辺に対して横断方向に形成された複数の平行のスキャン線によって形成される。チェッカボードパターンまたはストライプパターンは、凝固されることになるエリアの大部分の領域について実質的に同じ速さでその領域にわたってメルトフロントが確実に前進される助けとなり得る。本発明の方法は、ワイパの各行程中、ワイパの両側でエネルギービームによってスキャンされることになる領域を識別するステップを含んでもよい。この方法は、ワイパの移動に基づいて領域がスキャンされる順序をスケジューリングするステップを含んでもよい。

たとえば、スケジューリングは、各ワイパ行程中、エネルギービームが材料を凝固する時間を最大限にする目的で選択されてもよい。そのような目的は、エネルギービームのスポットの方向がワイパの一方の側にあることからワイパの他方の側に切り替えられる回数を制限することによって達成されうる。なぜなら、エネルギービームは、スキャナがエネルギービームをワイパ上に導くことになる時間中、オフにされなければならないからである。スポットがワイパの一方の側からワイパの他方の側に切り替わる回数は、単一の切替えに制限されてもよい。

【0033】

「ハルおよびコア(hull and core)」方針を使用してエリアをスキャンすることが知られており、エリアのコアは、ラスタスキャン(蛇行とも呼ばれることがある)、チェッカボードパターンまたはストライプパターンなど、平行のスキャン経路の設定されたパターンを使用して形成され、エリアのハル(周囲)は、エリアの縁部の形状に従う1または複数の境界スキャン経路を使用して形成される。この方法は、境界スキャン経路全体が1つの連続的なスキャンで完了され得るように、ワイパの行程中、その境界スキャン経路または各境界スキャン経路に沿ってエネルギービームをいつスキャンするか識別するステップを含んでもよい。エネルギービームでスキャンすることは、エネルギービームのスポットをスキャン経路に沿って一定に移動すること、またはスキャン経路に沿って離隔された点をスポットで照明することを含んでもよいことを理解されたい。本明細書で使用する連続的なスキャンは、どちらのタイプのスキャンをも含み得る。エネルギービームのスポットをスキャン経路に沿って一定に移動する場合、連続的なスキャンは、エネルギービームのスポットの一定の移動が中断されないスキャンである。スキャン経路に沿って離隔された点を照明する場合、連続的なスキャンは、設定された距離だけ離れた隣接する点が中断なしに設定された露出時間(および露出間の一定時間(ユーザ定義であっても、スキャナの物理的制限によって定義されてもよい))で漸次照明されるスキャンである。

【0034】

この方法は、ワイパ移動に基づいてスキャン経路を決定するステップを含んでもよい。たとえば、スキャン経路の縁部/端部が、スキャン経路がスキャンされている時間の間にワイパの予想される位置に基づいて選択されてもよい。

【0035】

ワイパの各行程中、ワイパの両側でエネルギービームによってスキャンされることになるスキャン経路またはスキャン経路の一部を識別するステップは、スキャンが行われるべきでないワイパの片側または両側の安全ゾーンを考慮してもよい。安全ゾーンは、行程中のワイパの決定された位置における潜在的な誤差、スキャンのタイミングにおける潜在的な誤差、および粉末層を形成するためにワイパによって押される粉末の盛土の予想される幅のうちの少なくとも1または複数に基づいて決定されてもよい。

【0036】

本発明の第5の形態によれば、命令が記憶されたデータキャリアが提供され、命令は、プロセッサによって実行されたとき、本発明の第4の形態の方法をプロセッサに実施させる。

【0037】

本発明の第6の形態によれば、構築チャンバと、構築チャンバ内で下降可能な構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、ワイパの位置を測定するための位置測定デバイスと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、ビームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナと、スキャナおよび/またはエネルギービームユニットを制御するためのプロセッサとを備え、プロセッサは、位置測定デバイスからの信号に基づいてスキャナおよび/またはエネルギービームユニットを制御するように構成される、選択的凝固装置が提供される。

【0038】

本発明の第7の形態によれば、構築チャンバと、構築チャンバ内で下降可能な構築プラ

ットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナとを備え、ワイパは、粉末ベッドの表面に対して直交する方向に移動するように構成される、選択的凝固装置が提供される。

【0039】

ワイパは、平坦でない粉末層を形成するように表面に対して直交する方向に移動するように構成されてもよい。

【0040】

ワイパは、ワイパによって押された粉末材料を通り越すようにワイパが粉末ベッドの端部を越えて移動した後で表面に対して直交する方向に移動し、粉末ベッドにわたって逆方向に粉末材料をワイパによって押すことができるようにワイパを再配置するように構成されてもよい。

【0041】

本発明の上記の形態のデータキャリアは、非一時的データキャリア、たとえばフロッピーディスク、CD ROM、DVD ROM/RAM(-R/-RWおよび+R/+RWを含む)、HD DVD、Blu Ray(TM)ディスク、メモリ(Memory Stick(TM))、SDカード、コンパクトフラッシュカードなど)、ディスクドライブ、(ハードディスクドライブなど)、テープ、任意の磁気/光学ストレージ、あるいは、ワイヤもしくは光ファイバ上の信号またはワイヤレス信号、たとえば有線またはワイヤレスネットワークの上で送られる信号(インターネットダウンロード、FTP転送など)など一時的データキャリアなど、機械に命令を提供するための好適な媒体であってもよい。

【0042】

本発明の第7の形態によれば、構築チャンバと、構築チャンバ内で可動の構築プラットフォームと、粉末ベッドの連続する粉末層を形成するために構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるためのワイパと、粉末材料を固めるためにエネルギービームを生成するためのエネルギービームユニットと、エネルギービームを各粉末層上に導き集束するためのスキャナとを備え、ワイパは、構築プラットフォームの移動中に粉末材料を広げるように構成される、選択的凝固装置が提供される。

【0043】

ワイパは、構築プラットフォームの下降または上昇中に粉末材料を広げてよい。このようにして、様々な厚さの層を形成することができる。

【0044】

本発明の第8の形態によれば、エネルギービームを使用して粉末層が1層ずつ凝固され、物体を形成する、選択的凝固によって物体を形成するための方法であって、反復的に、粉末ベッドの粉末層を形成するようにワイパで構築プラットフォームにわたって粉末材料を広げるステップと、粉末ベッドにわたるワイパの移動中、構築プラットフォームを移動するステップとを含む方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明の一実施形態による選択的レーザ凝固装置の図である。

【図2】別の側からの選択的レーザ凝固装置の図である。

【図3】レーザビームがワイパの一方の側で粉末ベッドの上でスキャンされ、一方、ワイパが行きの行程で粉末を広げる、動作中の装置の図である。

【図4】レーザビームが(図3に示されているものに対して)ワイパの他方の側で粉末ベッドの上でスキャンされ、一方、ワイパが行きの行程で粉末を広げる、動作中の装置の図である。

【図5】レーザビームがワイパの戻り行程で粉末ベッドの上でスキャンされる、動作中の装置の図である。

【図6】粉末層内の凝固されることになるエリアのためのスキャン経路の図であり、エリ

10

20

30

40

50

アのコアが、スキャン経路のチェッカボードパターンを使用して形成されることになる。

【図7】凝固されることになるエリアの領域を、ワイパの行きの行程および戻り行程中にスキャンされることになる順序に区分けするための方法の図である。

【図8】凝固されることになるエリアの領域を、ワイパの行きの行程および戻り行程中にスキャンされることになる順序に区分けするための方法の図である。

【図9】粉末層内の凝固されることになるエリアのためのスキャン経路の図であり、エリアのコアが、スキャン経路のストライプパターンを使用して形成されることを示している。

【図10】粉末層内の凝固されることになるエリアのためのスキャン経路の図であり、エリアのコアが、スキャン経路のラスタスキャンを使用して形成されることを示している。

【図11】ワイパが両方向で粉末を広げることができる装置の図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

図1から図5を参照すると、本発明の一実施形態によるレーザ凝固装置は、構築チャンバ117および粉末が堆積され得る表面を画定する仕切り115、116を有する主チャンバ101を備える。粉末104を選択的レーザ溶融することによって構築される物体103を支持するために、構築プラットフォーム102が提供される。プラットフォーム102は、物体103の連続する層が形成されるにつれて、構築チャンバ117内で下降させることができる。使用可能な構築体積は、構築プラットフォーム102を構築チャンバ117内で下降させることができる範囲によって定義される。

【0047】

物体103が分配装置108および細長いワイパ109によって構築されるにつれて粉末の層104が形成される。たとえば、分配装置108は、特許文献7に記載の装置であってもよい。ワイパ109は、構築プラットフォーム102にわたって直線方向に移動し、行きの行程で粉末を広げる間の移動の方向が、矢印Wによって示されている。

【0048】

位置測定デバイス、この実施形態では位置エンコーダ140は、ワイパ109の位置を測定し、測定された位置を示す信号をコンピュータ130のプロセッサ131に送る。位置測定デバイスは、図2では見やすくするためにボックスとして概略的に示されているが、典型的には、ワイパ109の移動をガイドするトラック（図示せず）に固定されたスケールと、スケール上のスケール刻印を検出するためにワイパ109と共に移動するように取り付けられた読取りヘッドとを備えることになる。検出されたスケール刻印から、ワイパの位置を決定することができる。

【0049】

レーザモジュール105が、粉末104を溶融するためのレーザを生成し、レーザは、コンピュータ130の制御下で光学スキャナ106によって必要に応じて導かれる。レーザは、窓107を介してチャンバ101に入る。

【0050】

光学スキャナ106は、操向光学系、この実施形態では、レーザビームを粉末ベッド104上の所望の場所に導くための2つの可動ミラー106a、106bと、集束光学系、この実施形態では、レーザビームの焦点距離を調整するための1対の可動レンズ106c、106dとを備える。モータ（図示せず）が、ミラー106a、106bおよびレンズ106cの移動を駆動し、これらのモータは、プロセッサ131によって制御される。

【0051】

コンピュータ130は、プロセッサユニット131と、メモリ132と、ディスプレイ133と、キーボード、タッチスクリーンなどユーザ入力デバイス134と、光学モジュール106およびレーザモジュール105などレーザ溶融ユニットのモジュールに対するデータ接続と、位置測定デバイス140と、外部データ接続135とを備える。メモリ132上に、次に述べる方法を実施する処理ユニットに命令するコンピュータプログラムが記憶される。

【 0 0 5 2 】

プロセッサは、外部接続 1 3 5 を介して、各粉末層内で粉末のエリアを凝固する際にとるべきスキャン経路について記述する幾何学データを受け取る。部品を構築するために、プロセッサは、スキャナ 1 0 6 を制御し、幾何学データに定義されているスキャン経路に従ってレーザビームを導く。この実施形態では、スキャン経路に沿ってスキャンを実施するために、レーザ 1 0 5 とスキャナ 1 0 6 は、スキャン経路に沿った一連の離散的な点をレーザビームに露出するように同期される。各スキャン経路について、点の距離、点の露出時間、およびスポットサイズが定義される。代替実施形態では、スポットは、スキャン経路に沿って連続的にスキャンされてもよい。そのような実施形態では、点の距離および露出時間を定義するのではなく、レーザスポットの速度が各スキャン経路について指定されてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

使用時には、幾何学データがプロセッサ 1 3 1 によって受け取られる。プロセッサ 1 3 1 は、幾何学データ内に定義されているスキャン経路を解析し、ワイパ 1 0 9 の一方の側でどのスキャン経路またはスキャン経路のどの部分をスキャンすべきか、およびワイパ 1 0 9 の他方の側でどのスキャン経路またはスキャン経路のどの部分をスキャンすべきか決定する。ワイパが 1 方向だけで粉末を広げるこの実施形態では、プロセッサ 1 3 1 は、（粉末がワイパ 1 0 9 によって広げられる）ワイパ 1 0 9 の行きの行程でどのスキャン経路またはスキャン経路のどの部分がレーザビームによってスキャンされることになるか、および（粉末がワイパ 1 0 9 によって広げられない）ワイパ 1 0 9 の戻り行程でどのスキャン経路またはスキャン経路のどの部分がレーザビームによってスキャンされることになるかを決定してよい。

20

【 0 0 5 4 】

プロセッサ 1 3 1 が各粉末層についてスキャンスケジュールを決定した後で、プロセッサ 1 3 1 は、スキャナ 1 0 6 を制御し、スキャン経路およびスキャンスケジュールに従って各粉末層をスキャンする。図 3 は、ワイパ 1 0 9 が行きの行程で粉末ベッド 1 0 4 にわたって粉末層 1 0 4 a を広げるところを示す。レーザビームは、最初にワイパ 1 0 9 の前方でスキャンし、前に形成された粉末層のエリアを凝固し、次の粉末層によって覆われる前にこの粉末層において実施されることになる凝固を完了する。ワイパ 1 0 9 の行きの行程でワイパの前方の粉末を凝固するために、スキャナ 1 0 6 は、ワイパ 1 0 9 の前方の粉末ベッドの上面と一致する下側平面 P L 上で所望のレーザスポットサイズを維持するようにレーザビームを集束する。スキャンのスケジュールリングは、スキャンがワイパ 1 0 9 周りの禁止ゾーン 1 5 0 の外側で行われるようにプロセッサ 1 3 1 によって選択される。スキャンを禁止ゾーン 1 5 0 の外側に維持することにより、ワイパ 1 0 9 はレーザビームによって生成される熔融プールに近接するにもかかわらず損傷せず、ワイパ 1 0 9 によって粉末ベッド 1 0 4 にわたって押される粉末盛土 1 0 4 b がレーザビームによって熔融されないことが確実化される。

30

【 0 0 5 5 】

ワイパ 1 0 9 の行きの行程中、レーザビームは、ワイパの前方でのスキャンからワイパ 1 0 9 の後方でのスキャンに移動される。スキャナ 1 0 6 がレーザスポットを禁止ゾーン 1 5 0 内に導くことになる期間中、レーザは、プロセッサ 1 3 1 によってオフにされる。レーザがオンに戻されたとき、スキャナは、ワイパ 1 0 9 の後方にある粉末ベッド 1 0 4 の高い方の表面に対応する上側平面 P u 上で所望のレーザスポットサイズを維持するようにレーザビームを集束する。これは図 4 に示されている。スキャナ 1 0 6 は、この構成のためにスケジュールリングされたスキャン経路に沿ってレーザビームを導く。

40

【 0 0 5 6 】

粉末ベッドのスキャンは、ワイパ 1 0 9 が粉末ベッド 1 0 4 を越えた位置に移動された後で続行されてもよい。たとえば、粉末層内の所望のエリアを凝固するために必要とされる時間は、行きの行程および戻り行程でワイパが粉末ベッドを通り越すのにかかる時間より長いことがある。したがって、スキャンは、ワイパ 1 0 9 が粉末ベッド 1 0 4 の側部で

50

休止されているとき（行きの行程と戻り行程の間で、または粉末が分配ユニット１０８によって分配されているとき）行われてもよい。これは、粉末ベッド１０４の有意な部分の上に延びるスキャン経路をスキャンするとき有用となり得る。

【００５７】

ワイパ１０９の移動は、層および／またはスキャン経路内で凝固されることになるエリアのサイズに基づいてプロセッサ１３１によって動的に制御されてもよい。たとえば、行程間でワイパ１０９が静止している時間が変えられても、ワイパ１０９の速さが粉末ベッドの上で移動するにつれて変えられてもよい。

【００５８】

戻り行程の前に、構築プラットフォーム１０２は下降され、粉末ベッド１０４の上部とワイパ１０９の間にクリアランスをもたらす。典型的には、構築プラットフォーム１０２は、ワイパ１０９によって広げられることになる次の粉末層の厚さに等しい距離だけ下降される。

【００５９】

図５は、方向Ｒで移動する戻り行程でのワイパ１０９を示す。スキャナ１０６は、プロセッサ１３１によって制御され、この時点でスキャンされるようにスケジューリングされたスキャン経路に沿ってワイパ１０９の前方および後方でレーザビームをスキャンする。戻り行程中、スキャナは、構築プラットフォーム１０２の下降を考慮するために、下側平面ＰＬ上で所望のレーザスポットサイズを維持するようにレーザビームを集束する。行きの行程の場合と同様に、レーザビームがワイパ１０９の前方でのスキャンからワイパ１０

【００６０】

スキャン経路のスキャンがどのようにスケジューリングされ得るかの一例が、図６から図８に示されている。図６は、粉末層内のエリアを凝固するためのスキャン経路を示す。エリアのコア２０１が１つの構築スタイル／パラメータを使用してスキャンされ、ハルが異なる構築スタイル／パラメータを使用して形成される「ハルおよびコア」方針が使用される。

【００６１】

図６では、チェッカボードパターンのスキャン経路がコアを形成するために使用され、コア２０１のエリアは、複数の方形領域２０３に分割され、各方形領域２０３は、複数の平行のスキャン経路２０４を備える（図６では、平行のスキャン経路２０４は、見やすくするために方形領域２０３のいくつかについてののみ示されている）。各方形領域２０３について、平行のスキャン経路２０４は、隣接する方形領域２０３のスキャン経路２０４に対して直交してスキャンされる。等しい長さの平行のスキャン経路２０４は、実質的に同じ特性の凝固された材料がエリアのコア２０１にわたって得られるように、レーザで経路２０４をスキャンすることによって生成されるメルトフロントが各方形領域２０３について実質的に同じ速さで確実に前進するようにする助けとなる。平行のスキャン経路２０４が隣接する方形領域２０３について形成される角度を回転することは、コア２０１にわたって弱い線（成層）の形成を回避する助けとなる。図６では、チェッカボードパターンは、ワイパ方向と平行であるものとして示されている。しかし、他の方向のチェッカボードパターンが使用されてもよく、チェッカボードパターンの方向は、層間で変えられてもよいことを理解されたい。

【００６２】

ハルは、この実施形態では、２つの境界スキャン経路２０５、２０６によって形成される。しかし、１または複数の境界スキャン経路が使用されてもよい。

【００６３】

コアスキャン経路について指定されるレーザスポットサイズ、点の距離、点の露出時間、およびレーザパワーなどパラメータは、境界スキャン経路２０５、２０６について指定されるパラメータに対して異なってもよい。

【0064】

図7を参照すると、プロセッサ131は、構築スタイル（異なる構築パラメータを必要とするスキャン）に基づいてスキャン経路を区分けする。典型的には、チェッカボードスキャンに比べて、異なる構築パラメータがハルおよびコア方針における境界スキャンについて使用される。したがって、図6に示されているスキャン経路については、2つの構築スタイルがあり、それらにスキャン経路が区分けされる。次いで、スキャン経路204、205、206は、スキャン順で配置されることになる領域を形成するようにグループ化される。スキャン経路204、205、206が共に領域にグループ化される範囲は、スキャン経路の性質によって決まることになる。図6では、チェッカボードの各方形203が、順序付けられることになる領域として識別され、別々の各境界スキャン205、206が、順序付けられることになる領域として識別される。領域にグループ化されるいくつかのスキャン経路は、スキャン経路の順序付けのための分解能に対して処理の速さのバランスをとることによって決まることになる。図6では、チェッカボードパターンの方角203は、粉末ベッド104に対して非常に大きいものとして示されているが、典型的には、方形はより小さいものになる。より小さい方形の場合、複数の方形のスキャン経路が、所望のバランスを達成するように区分けされることになる領域に共にグループ化されてもよい。

10

【0065】

粉末ベッドは、概念上3つ以上の区間、この実施形態では区間A、B、Cに分割される。次いで、プロセッサ131は、特定のタイプのスキャン経路の各領域203、205、206が区間A、B、Cまたは区間A、B、Cの組合せ内に入るかどうか決定する。図6では、区間A、B、またはC内にそれぞれ完全に入る領域203a、203b、203cと、2つの区間A、Bまたは区間B、Cにまたがる領域203d、203eとがある。両境界スキャン経路205、206は、3つの区間A、B、Cすべてにまたがる。

20

【0066】

次いで、これらの領域は、各領域が入る区間A、B、Cに基づいてスキャン順に区分けされる。図8は、ワイパ109がベッドにわたって往復移動するにつれて粉末ベッド104の異なる区間がスキャンに使用可能になる順序を概略的に示し、時間の方向が矢印Tによって示されている。このタイムラインは、これらの領域のスキャンを順序付けるために区間A、B、Cの使用可能性がどのように進行するかを示すためのものであり、必ずしも区間A、B、Cの各セットがスキャンに使用可能である時間を表していない。一実施形態では、区間A、B、Cの特定のセット内に入る領域をスキャンするために十分な時間が確実に使用可能にされるように、プロセッサ131がワイパ109の速さを動的に変えることが可能となり得る。「行き」とラベル付けされた括弧でまとめられた期間は、ワイパ109が行きの行程で粉末ベッド104にわたって移動する期間を表し、「戻り」とラベル付けされた括弧でまとめられた期間は、ワイパ109が戻り行程で粉末ベッド104にわたって移動する期間を表す。各行きの行程では、粉末材料は、前の行きの行程で広げられた下側の層、および現在の行きの行程で広げられる層と共に凝固される。点線は、これらの層間でのスキャンの移行を表す。行きの行程と戻り行程の間の期間Eは、ワイパ109が粉末ベッド104の側部に位置する時間を表し、この時間中、粉末ベッド104全体がスキャンに使用可能である。戻り行程と行きの行程の間の期間Dは、ワイパ109が粉末ベッド104の他の側部に位置する時間を表し、この時間中、次の層を広げるために粉末が投入され、やはり粉末ベッド104全体がスキャンに使用可能である。

30

40

【0067】

層の領域がスキャンされる順序を決定するために、各領域のスキャンは、その領域が入る区間または区間A、B、Cの組合せがスキャンに使用可能である期間に割り振られる。これらの期間は、矢印 S_1 、次いで S_2 によって示されている順序で埋められる。したがって、区間A内に入る第1の領域203は、第1の期間に、その期間が満杯になる、または割り振られるべき区間A内に入る領域がそれ以上なくなるまで割り振られることになり、次いで、区間A、Bまたは区間AかつB内に入る領域が第2の期間に割り振られることに

50

なり、次いで区間C内に入る領域が第10の期間に割り振られることになる。割り振りは、すべての領域がスキャンのための期間に割り振られるまで矢印 S_2 の方向で続行され、割り振りのための最後の期間は、第3の期間である。第3（および/または、おそらくは第8）の期間は、層のスキャンを完了するためにそのような遅延が必要とされる場合、ワイパ移動の遅延をスケジューリングすることによって伸長されてもよい。2つ以上の区間A、B、Cがスキャンに使用可能である期間に領域を割り振ることに優先順位が与えられてもよい。たとえば、区間にまたがる領域は、そのような期間に割り振るために、1つの区間内に完全に入る領域より優先されてもよい。たとえば、図6では、境界スキャン205、206を第3および/または第8の期間に割り振ることは、これらの期間に領域204を割り振ることより優先されてもよい。

10

【0068】

第8の期間中、構築プラットフォームは下降される。この実施形態では、第8の期間に割り振られるスキャンは、構築プラットフォーム102の下降中にも続行される。構築プラットフォーム102の下降中にスキャンされることになる割り振られた領域は、粉末ベッド104の他の領域をスキャンするときレーザビームが表面に対してなす角度より大きい事前設定の角度を超えて、粉末ベッド104の表面に対してある角度でレーザビームによりスキャンされ得る領域であってもよい。事前設定の角度は、ユーザによって設定されてもよい。

【0069】

領域203、205、206がいくつかの期間に割り振られた後で、構築中にスキャナ106を駆動するために、この情報を命令に組み込むことができる。

20

【0070】

図6に関連して述べたスキャン経路は、例示のためのものにすぎず、多数の他のスキャン経路設計、およびスキャンされることになる領域をスケジューリングするための方法が可能である。たとえば、図9では、凝固されることになるエリアは、方形領域ではなく平行のストライプ領域303に分割され、各ストライプ領域303の平行のスキャン経路303は、ストライプの長手方向に対して横断方向に延びる。ストライプ領域303の方向に応じて、ストライプ領域303は、3つの区間A、B、Cすべての中に延びてもよい。粉末ベッド104のすべての区間がスキャンに使用可能である第3の期間および第8の期間にすべてのスキャンが割り振られることを回避するために、ストライプ領域303は、より少ない数の区間A、B、C内に入るより小さいサブ領域に分割され、その結果、これらのより小さいサブ領域のスキャンが他の期間にわたって広げられ得るようにしてもよい。各ストライプ領域303は、ストライプ領域303のスキャン経路304を分割することを回避する1または複数の線に沿って分割されてもよい。たとえば、ストライプ領域304は、スキャン経路304と平行な点線307、308に沿ってより小さい領域に分割されてもよい。これは、メルトフロントの前進が、サブ領域のそれぞれについて、より大きなストライプ領域303の場合にそうであったはずのものと実質的に同じであることを確実化する助けとなり得る。次いで、これらのサブ領域のスキャンは、図7および図8を参照して述べたアルゴリズムを使用してスケジューリングされる。

30

【0071】

図10は、コアのスキャン経路が、コアの幅全体にわたって延びるラスタスキャン403を形成する一実施形態を示す。図8に示されている実施形態の場合と同様に、すべての区間A、B、Cがスキャンに使用可能である期間にラスタスキャン全体が割り振られることを回避するために、ラスタスキャン403は、他の期間中にスキャンされ得るサブ領域に分割される。ラスタスキャン403の場合、ラスタスキャンの任意の1つのスキャン経路404の分割が許容され得る。なぜなら、チェッカボードパターンおよびストライプパターンとは異なり、ラスタスキャン403の場合、各スキャン経路404の一定の長さを維持しようと試みないからである。したがって、ラスタスキャン403は、区間A、B、Cの境界線に沿ってサブ領域に分割されてもよい。次いで、これらのサブ領域のスキャンが、図7および図8を参照して述べたアルゴリズムを使用してスケジューリングされる。

40

50

【0072】

凝固されることになるエリアが区間 A、B、C のすべてではなくいくつかに入らない場合、スケジューリングのためにストライプパターンまたはラスタスキャンを分割することが必要でないことがあることを理解されたい。

【0073】

図 11 は、本発明の別の実施形態によるワイパユニットを示す。この実施形態では、ワイパ構成 509 は、粉末を粉末ベッド 504 にわたって両移動方向で広げるように構成される。ワイパユニット 509 は、固定された距離だけ離れて取り付けられた 2 つのワイパ 509 a、509 b を備える。粉末は、ワイパ 509 a とワイパ 509 b の間の間隙内に分配され、ワイパ 509 a は、ワイパユニット 509 が粉末ベッド 504 にわたって左から右に移動するにつれて粉末を層に広げ、ワイパ 509 b は、ワイパユニット 509 が粉末ベッド 504 にわたって右から左に移動するにつれて粉末を層に広げる。粉末ベッドにわたる両移動方向について、ワイパユニット 509 の前方とワイパユニット 509 の後方でレーザが粉末ベッド 504 にわたってスキャンされる。図 1 から図 6 に示されている実施形態で前述したように、ワイパユニット 509 の前方でスキャンするとき、スキャナ 106 は、ワイパ 509 の前方にある粉末ベッド 504 の下側平面に対応する下側平面 P_L 上で所望のレーザスポットサイズを維持するようにレーザビームを集束し、ワイパユニット 509 の後方でスキャンするとき、スキャナ 106 は、ワイパ 509 の後方にある粉末ベッド 504 の高い方の平面に対応する上側平面 P_u 上で所望のレーザスポットサイズを維持するようにレーザビームを集束する。

【0074】

代替実施形態（図示せず）では、装置は、複数のレーザビーム（別々のレーザによって、または 1 または複数のレーザビームを分割することによって生成される）を備えてもよく、各レーザビームは、粉末ベッドがワイパの両側で同時にスキャンされ得るように別々のスキャン光学系によって粉末ベッドに導かれる。

【0075】

さらに、ワイパは、ワイパが構築プラットフォームの他の側部で上昇されている状態に構築プラットフォームの 1 つの側部だけから粉末を投入することができるように構築中に垂直に移動され、また、ワイパが粉末のさらなる層を広げるために他の方向で多量の粉末を押し戻すことができるように、層を広げた後に残る多量の粉末の上を移動されるように構成されてもよい。さらに、ワイパは、平坦でない層を形成するために、層を広げている間、垂直に移動されてもよい。たとえば、より高いレーザパワーを使用し、平坦でない層のより深い粉末領域内の粉末を凝固してもよく、粉末のより厚い領域が形成されるか否かは、物体の幾何形状および物体のための必要とされる公差に基づいてもよい。

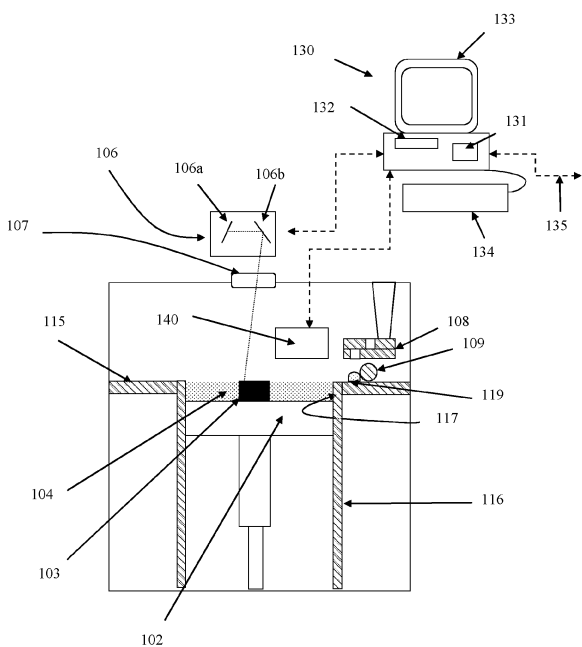
【0076】

本明細書で定義されている本発明の範囲から逸脱することなしに、上記の実施形態に対して改変および修正を加えることができることを理解されたい。たとえば、粉末ベッドは、ワイパの行きの行程および戻り行程のうちの 1 つだけでスキャンされてもよい。スキャナは、たとえば f θ レンズを使用して、下側平面 P_L 内でスキャナの焦点を維持するだけであるように構成されてもよく、スキャナは、この平面内に表面を有する粉末ベッドの一部を（行きの行程でワイパの前方で、および戻り行程でワイパの前方および後方でなど）スキャンするようにレーザビームを導く。

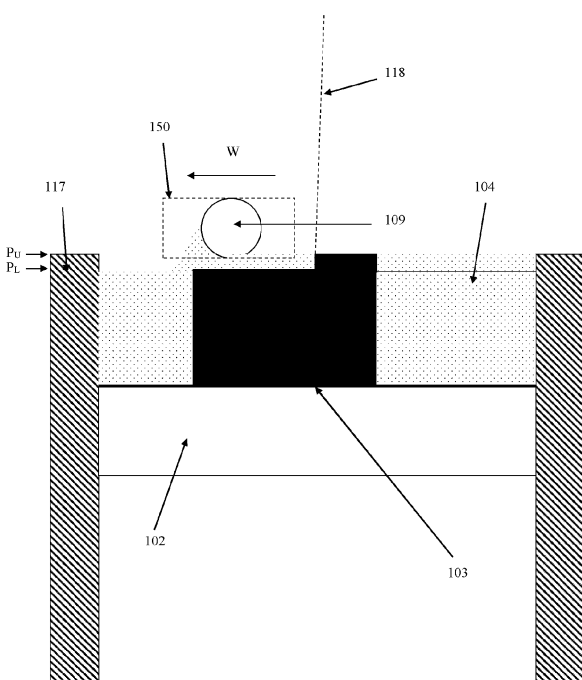
【0077】

構築プラットフォームは、不定の厚さの層を提供するためにワイパで粉末ベッドにわたって粉末を広げている間、下降または上昇され得る。ワイパと共にレーザビームをスキャンすること、ワイパで層を広げること、および構築プラットフォームを下降または上昇させることの 3 つすべてが同時に行われてもよい。構築プラットフォームの下降は、構築全体を通じて連続的に行われてもよい。これは、構築プラットフォームが下降されている間、粉末を広げる際の遅延が回避され得るので、構築の速さを増大し得る。

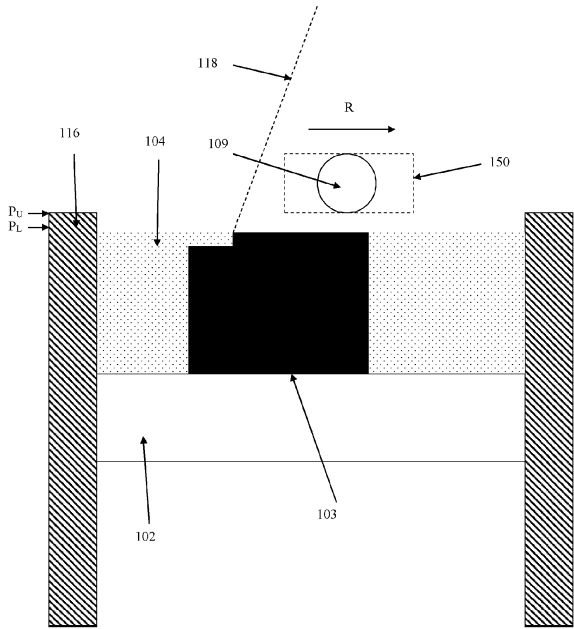
【圖 2】



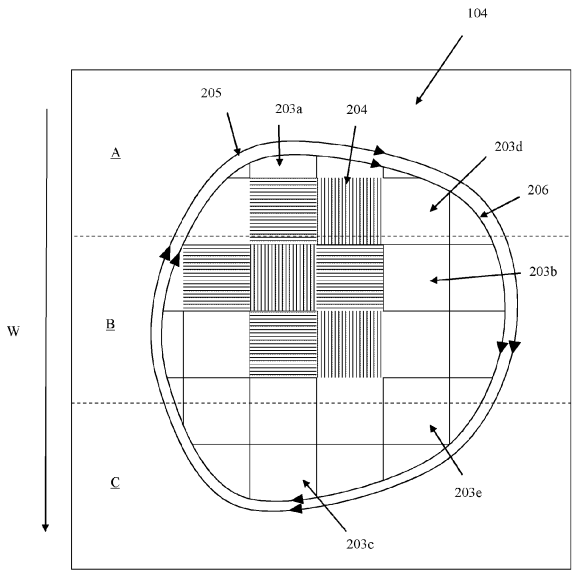
【圖 4】



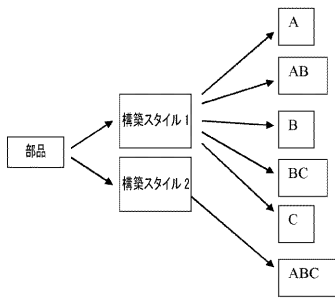
【図 5】



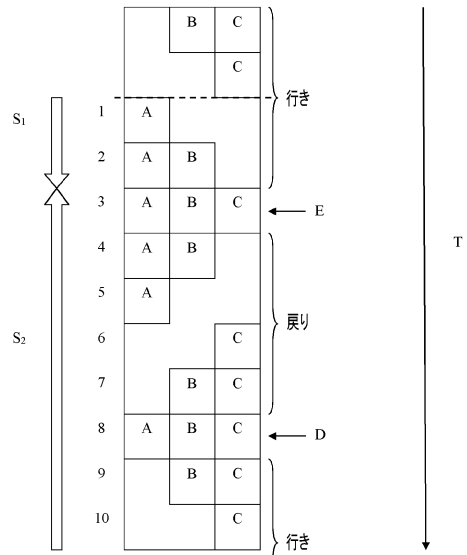
【図 6】



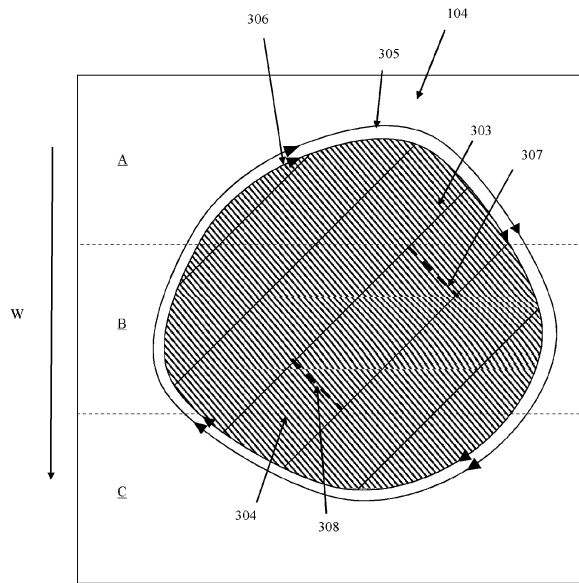
【図 7】



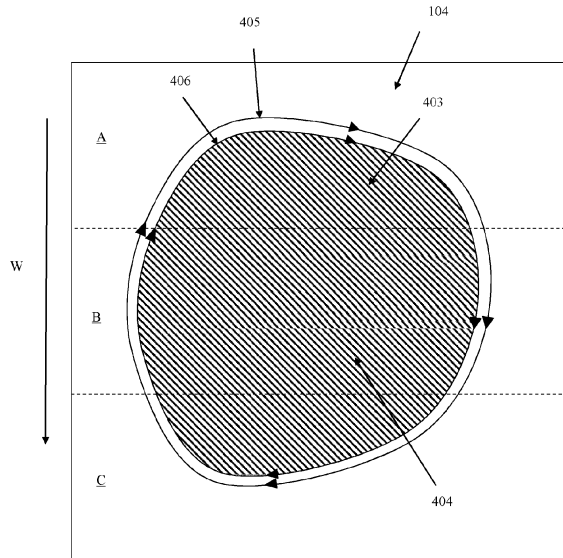
【図 8】



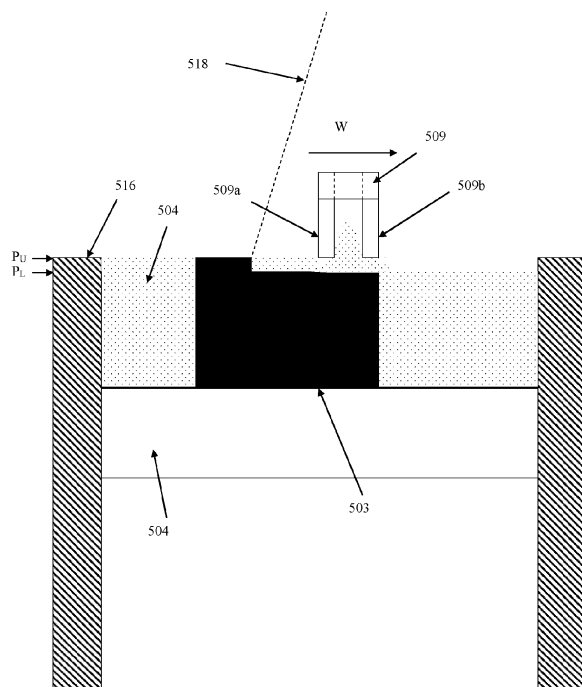
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 10/00 (2015.01) B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 50/02 (2015.01) B 3 3 Y 50/02

(72)発明者 セリ ブラウン
イギリス ジーエル12 8ジェイアール グロスターシャー ワットン - アンダー - エッジ ニ
ュー ミルズ(番地なし) レニショウ パブリック リミテッド カンパニー内
(72)発明者 ジェフリー マクファーランド
イギリス ジーエル12 8ジェイアール グロスターシャー ワットン - アンダー - エッジ ニ
ュー ミルズ(番地なし) レニショウ パブリック リミテッド カンパニー内

審査官 田口 裕健

(56)参考文献 独国特許出願公開第102007040755(DE,A1)
特開2003-245981(JP,A)
特許第3060179(JP,B2)
特開2009-007605(JP,A)

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