

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6300929号
(P6300929)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 9 C 64/153 (2017.01)

B 2 9 C 64/153

B 2 9 C 64/236 (2017.01)

B 2 9 C 64/236

B 2 9 C 64/268 (2017.01)

B 2 9 C 64/268

B 2 9 C 64/295 (2017.01)

B 2 9 C 64/295

B 3 3 Y 30/00 (2015.01)

B 3 3 Y 30/00

請求項の数 9 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-535372 (P2016-535372)
 (86) (22) 出願日 平成26年8月22日(2014.8.22)
 (65) 公表番号 特表2016-534903 (P2016-534903A)
 (43) 公表日 平成28年11月10日(2016.11.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2014/002307
 (87) 国際公開番号 W02015/024671
 (87) 国際公開日 平成27年2月26日(2015.2.26)
 審査請求日 平成28年4月4日(2016.4.4)
 (31) 優先権主張番号 102013109162.8
 (32) 優先日 平成25年8月23日(2013.8.23)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 516050500
 エフイーテー アーゲー
 ドイツ連邦共和国 92331 ループブ
 ルク アイヒエンビュール 10
 (74) 代理人 110002169
 彩雲国際特許業務法人
 (72) 発明者 フーツ, カール
 ドイツ連邦共和国 92331 パルスベ
 ルク アイヒエンビュール 10
 審査官 今井 拓也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元物体を製造するための装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

層状に塗布された造形材料(4)を選択的に硬化させることによって三次元物体(3)を製造するための装置であって、

少なくとも1個の三次元物体(3)を層状に形成するための、x y 平面上に配置された造形台(2)と、

少なくとも部分的に造形台(2)を覆い熱エネルギー(11)を造形材料(4)に輸入するための加熱要素(6)と、

x 方向及び/又は y 方向において造形台(2)と加熱要素(6)との間の相対運動を発生するための駆動装置(15)と、

材料通路(18)を通して塗布される造形材料(4)の温度を調節するための追加的加熱装置及び/又は冷却装置(22)とを有し、

加熱要素(6)は少なくとも2個の同時に使用できる機能的開口(18、19)を備え、

少なくとも2個の機能的開口の一方は材料通路(18)として構成され、少なくとも2個の機能的開口の他方は放射通路(19)として構成され、

放射(8)が、機能的開口(19)の境界内で機能的開口(19)を通過する、装置(1)。

【請求項 2】

追加的加熱装置及び/又は冷却装置(22)は、熱エネルギーを供給するために構成さ

れた熱源（２５）を含む、請求項１に記載の装置（１）。

【請求項３】

少なくとも２個の機能的開口（１８、１９、２０）の一方が、同時に又は排他的に熱エネルギーを追加的に入力するための加熱開口（２０）として構成されている、請求項２に記載の装置（１）。

【請求項４】

追加的加熱装置及び／又は冷却装置（２２）は、熱エネルギーを吸収するために構成された冷却要素を含む、請求項１～３のいずれか１項に記載の装置（１）。

【請求項５】

少なくとも２個の機能的開口（１８、１９、２０）の一方が同時に又は排他的に熱エネルギーを吸収するための冷却開口（２０）として構成されている、請求項４に記載の装置（１）。

10

【請求項６】

追加的加熱装置及び／又は冷却装置（２２）、特にその熱源（２５）又は冷却要素は、材料通路（１８）として用いられる機能的開口のすぐ近傍に、特に前記機能的開口（１８）の縁部に配置されている、請求項１～５のいずれか１項に記載の装置（１）。

【請求項７】

追加的加熱装置及び／又は冷却装置（２２）は、温度調節された気体流を供給するために構成されている、請求項１～６のいずれか１項に記載の装置（１）。

【請求項８】

20

追加的加熱装置及び／又は冷却装置（２２）は、機能的開口（１８）及び／又は材料塗布の場所で温度調節された気体流を供給する、請求項７に記載の装置（１）。

【請求項９】

層状に塗布された造形材料（４）を選択的に硬化させることによって三次元物体（３）を製造するための方法であって、

×ｙ平面上に配置された造形台（２）上で少なくとも１個の三次元物体（３）を層状に形成し、

造形台（２）を少なくとも部分的に覆う加熱要素（６）により熱エネルギー（１１）を造形材料（４）に入力し、

駆動装置（１５）により×方向及び／又はｙ方向において造形台（２）と加熱要素（６）との間の相対運動を発生し、

30

加熱要素（６）は少なくとも２個の機能的開口（１８、１９、２０）を使用して造形材料（４）と放射（８）を同時に通過させ、ここで、放射（８）は、機能的開口（１９）の境界内で機能的開口（１９）を通過する様になっており、

追加的加熱装置及び／又は冷却装置（２２）により、材料通路（１８）を通して塗布される造形材料（４）を加熱又は冷却する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、層状に塗布された造形材料を選択的に硬化させることによって三次元物体を製造するための装置及び方法に関する。

40

【背景技術】

【０００２】

層状に塗布された造形材料を選択的に硬化させることによって三次元物体を製造するための装置及び方法は先行技術より多数知られている。ここに例を挙げるとレーザ焼結又は選択的マスク焼結である。そのような層形成法を実施するための設備は、ラピッドプロトタイプングシステムと呼ばれる。これらの層形成法は樹脂、プラスチック、金属又はセラミック等の硬化性材料から層状に造形された造形品を製造するために用いられ、例えば技術的プロトタイプを作製するために使用される。その際に付加的製造法を用いてＣＡＤデータから直接三次元物体を製造できる。

50

【 0 0 0 3 】

そのような層形成法では物体の造形が層状に行われる、即ち造形材料の層が連続的に積み重なるように塗布される。次の層を塗布する前に、それぞれの層で製作しようとする物体に対応する箇所を選択的に硬化させる。この硬化は、例えば放射熱源を用いて、通常は粉末状である層原料を局所的に加熱することによって行われる。放射熱が適当なやり方で的確に所望の領域に入力されることにより、正確に規定された任意の性質の物体構造を形成できる。その際に層厚も調整可能である。そのような方法は特に、個々に形成された複数の薄い層を積み重ねることにより三次元体の製造に使用できる。

【 0 0 0 4 】

通常は硬化させる造形材料を、加工温度を下回る温度に予熱する。続いて追加的エネルギー入力を用いて加工温度を達成する。

10

【 0 0 0 5 】

例えばレーザ焼結プロセスでプラスチック材料を、焼結温度を下回る温度に予熱する。次にレーザによって入力されるエネルギーは、単に粉末粒子を熔融させるための差分の熱量を提供する。

【 0 0 0 6 】

予熱は多くの場合に造形台の加熱によって行われる。しかしながらそのような「下からの」予熱においては、造形品の高さが増すにつれて予熱の熱流は損失及び積層粉末の体積の増加により減少する。

【 0 0 0 7 】

20

他の方法も造形材料中に好ましくない不規則な温度分布を招く。これは特に予熱が「上からの」熱供給を通して行われる方法にも該当する。この場合は加熱可能な装置を一時的に造形層の上方に配置する。予熱すべき造形材料中に均一な温度分布を達成するために熱曲線の複雑な制御及び他の労力を要する方策が用いられる。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 8 】

本発明の課題は、製造プロセスを改善すること、特に熱入力を最適化することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

30

上記の課題は、請求項 1 に記載の装置若しくは請求項 9 に記載の方法によって解決される。本発明の有利な実施形態が従属請求項に記載されている。以下に装置との関連で説明する利点及び構成は本発明による方法にも準用され、その逆でもある。

【 0 0 1 0 】

本発明は、先行技術より公知の方式、即ち 1 回のサイクル内で材料を塗布した後で最初に予熱、続いて選択的硬化が行なわれ、それに続く新しいサイクルで新たに材料塗布を行うというサイクル化された製造をもはや踏襲しないことを提案する。それに代えて本発明は、造形材料の塗布、予熱及び造形材料の局所的加熱による選択的硬化が同時に行なわれ、しかも、これらが製造される同一の物体の異なる箇所で行われるか、又は造形台上で複数の物体が製造される場合は複数の物体で同時に行われる連続的な製造プロセスを提案する。

40

【 0 0 1 1 】

本発明による装置は、少なくとも 1 個の三次元物体を層状に形成するための、 x y 平面上に配置された造形台と、この造形台を少なくとも部分的に覆い熱エネルギーを造形材料に入力するための加熱要素と、 x 方向及び / 又は y 方向において造形台と加熱要素との間で相対運動を発生するための駆動装置を含む。加熱要素は同時に使用できる少なくとも 2 個の機能的開口を有しており、少なくとも 2 個の機能的開口の一方は材料通路として構成され、少なくとも 2 個の機能的開口の他方は放射通路として構成されている。本発明による装置は、材料通路を通して塗布された造形材料の温度を調節するための追加的加熱装置及び / 又は冷却装置を含む。

50

【 0 0 1 2 】

これに対応して本発明による方法は、 x y 平面上に配置された造形台上で少なくとも 1 個の三次元物体を層状に形成するステップと、造形台を少なくとも部分的に覆う加熱要素を用いて熱エネルギーを造形材料にするステップと、駆動装置により x 方向及び / 又は y 方向において造形台と加熱要素との間で相対運動を発生するステップと、少なくとも 2 個の機能的開口を使用して造形材料と放射エネルギーを同時に加熱要素に通過させるステップとを含む。本発明による方法は、材料通路を通して塗布された造形材料を追加的加熱装置及び / 又は冷却装置によって加熱又は冷却することを含む。

【 0 0 1 3 】

本発明の根本的な思想は、造形材料を予熱する働きをする加熱要素を使用し、加熱要素は材料通路及び放射通路として、従ってまた造形材料を塗布するための被覆開口及び造形材料を局所的に加熱するための露出開口として働く機能的開口を特徴とすることにある。そのような加熱要素を適当なやり方で造形台に対して相対的に動かせば、造形材料の塗布、予熱及び選択的硬化が同時に行なわれ、ひいては少なくとも 1 個の物体のサイクル化されない連続した製造が行われる。換言すれば、物体若しくは複数の物体の造形は連続的に行なわれ、造形速度は造形台と加熱要素との間の相対運動によって決まる。種々の製造プロセス段階にある物体領域の幾何学的配置、特にこれらの物体領域相互の間隔は、加熱要素内の機能的開口の配置、特にこれらの機能的開口の相互の間隔によって決定される。

【 0 0 1 4 】

例えば第 1 の物体領域では塗布直後の積層粉末である造形材料は加熱要素により予熱される間、運動方向で第 1 の物体領域の後方に配置された第 2 の物体領域では露出開口を通過する放射エネルギーによって層 n が硬化されている。同時に運動方向で第 2 の物体領域の後方に位置する第 3 の物体領域では、その直前に硬化した造形層 n の加熱要素による後加熱が行なわれる一方、第 3 の物体領域の後方に位置する第 4 の物体領域では、被覆開口を通過した次の層 $n + 1$ のための別の造形材料が既にある層の上に塗布される。この場合、これらの物体領域は 1 個の物体の領域であっても、造形台上に複数の物体が配置されている場合は異なる物体の領域であってもよい。

【 0 0 1 5 】

予熱のための熱供給は「上から」行なわれ、それにより造形台を介する熱供給の問題点は生じない。同時に熱供給は好ましくは一時的にだけでなく、即ち先行技術におけるように加熱要素が造形層の上方に短時間あるときだけでなく、連続的に行われ、これは新規な連続的作業方式によって可能とされている。これにより熱入力の最適化が簡便に達成される。同時に製造プロセス全体が改善される。

【 0 0 1 6 】

更に本発明により均一な温度分布の必要性を免れることができる。製造プロセスの様々な箇所で進行状態は非常に異なるので、様々な箇所で温度が異なることが有利である。例えばある領域では造形材料を目前の局所的加熱に対して準備するためには予熱温度が有利である。これに対して隣接領域では後加熱温度があつてよく、これは既に硬化した層の特定の性状を達成するために、例えば歪みを防ぐために有利である。

【 0 0 1 7 】

加熱要素は連続的に利用できるので、そのような所定の不均一な温度分布を非常に容易に実現できる。本発明の有利な実施形態において、加熱要素は種々温度調節可能な複数の領域を有する。これは、例えば複数の互いに独立に駆動可能な加熱モジュールを用いて達成される。

【 0 0 1 8 】

本発明により、材料通路を通して塗布された造形材料の温度を調節するための追加的加熱装置及び / 又は冷却装置が設けられている。ここで「追加的」とは、加熱装置及び / 又は冷却装置が、造形材料を予熱するために用いられる加熱要素に加えて、及び造形材料を選択的に硬化させるために用いられる放射源に加えて設けられていることを意味する。

【 0 0 1 9 】

追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、材料通路を通して塗布される造形材料を加熱又は冷却する。これにより規定通りに温度調節された造形材料を塗布し、及び／又は既に塗布された造形材料を規定通りに温度調節することが可能である。

【0020】

追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、加熱専用若しくは冷却専用として構成されるか、又は選択的に加熱若しくは冷却を行うように構成できる。これに対応して追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、若干数の適当な加熱要素及び／又は冷却要素を含む。

【0021】

この場合、追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、一般に加熱要素の作用を助勢するために用いられる。従って追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、加熱要素と並んで、直接的又は間接的に、造形材料の種々温度調節された複数の領域、若しくは造形台上に配置された造形材料の内部の所定の温度分布を提供するために用いられる。

10

【0022】

本発明の1実施形態においては、そのような追加的加熱装置及び／又は冷却装置は、熱エネルギーを供給するための追加的熱源により、特に放射源の形式で構成される。その際に放射源は加熱要素の上方に配置されてよい。この場合に機能的開口の少なくとも一つは熱エネルギーを追加的に入力するための加熱開口として形成されていることが好ましい。ここで加熱開口は既に他の機能を実行する機能的開口であってよく、例えば既に露出開口として用いられている放射通路が同時に加熱開口として働くことができる。

20

【0023】

本発明の1実施形態においては、熱エネルギーを吸収するように構成された冷却要素、例えば電熱変換器が追加的冷却装置として使用される。冷却装置の配置は本発明の1実施形態においては、上述した加熱装置の配置に対応しており、機能的開口の一方は冷却開口として形成されているか、又は既に他の機能を実行する機能的開口が冷却開口として用いられる。

【0024】

しかしながら追加的加熱装置及び／又は冷却装置は造形材料の温度を直接的又は間接的に調節するように構成されており、この温度調節は、造形材料が加熱要素による意図された加熱を受ける前に行われることが好ましい。造形台と加熱要素は互いに相対的に動くので、換言すれば造形材料の追加的溫度調節は造形材料が加熱要素の下に隠れる前に行われることが好ましい。

30

【0025】

より正確に言えば、追加的溫度調節は塗布動作中に、従って造形材料が被覆開口を通過する間及び／又はその直後に行われる。言い換えれば、被覆開口を通過している造形材料、又は既に塗布されて被覆開口のすぐ下方若しくは被覆開口の近傍に位置している造形材料の追加的な加熱又は冷却が行われる。

【0026】

この目的のために、追加的加熱装置又は冷却装置は、被覆開口のすぐ近傍、例えば、材料通路として用いられる機能的開口の縁部に配置されている。従ってこれによりこの被覆開口は同時に加熱開口又は冷却開口として用いられる。

40

【0027】

この塗布中の造形材料の加熱又は冷却は、間接的に行われることが好ましい。換言すれば、造形材料に向かう方向の熱伝達若しくは造形材料から離れる方向の熱伝達は熱放射又は熱流動として行われる。

【0028】

特に有利なのは、熱流動を利用することである。追加的加熱装置又は冷却装置は本発明の特に好適な実施形態においては、適切に温度調節された気体流を用いて造形材料の温度調節を行うように構成されている。この場合には、追加的加熱装置又は冷却装置は、材料塗布の場所で、従って直接被覆開口か、若しくは被覆開口の近傍で加熱気体流又は冷却気体流を供給するために構成されている。これにより造形材料の温度調節は、造形材料が被

50

覆開口を通過する間及び／又はその直後に、即ち既に塗布された造形材料において行うことができる。

【0029】

そのような造形材料を通して若しくは造形材料に沿って進む気体流により、造形材料の加熱又は冷却を行うことができるだけではない。

【0030】

その上、気体流を適当な方式で使用すれば、造形材料の硬化中に、従って例えば溶解中に発生する粒子、例えば煙や蒸気が、硬化させる造形材料に沈殿し、又は周面を汚染しないようにすることができる。それに代えてこれらの粒子は気体流によりの確に排出される。更にこれらの粒子を取り除くことにより、使用する放射源、例えばレーザ及び使用される光学系の汚染が回避され、不都合のない運転に寄与する。

10

【0031】

気体流が冷却に使用されると、造形プロセスは非常に高い温度、特に溶解温度で実施できる。造形材料を気体流で冷却することにより、通常ならば使用される造形材料が損傷してしまう温度で造形プロセスを実施できる。

【0032】

気体流の媒質として、空気を使用できる。しかしながら、使用される造形プロセスに適した保護ガスを使用することが好ましい。

【0033】

追加的加熱装置又は冷却装置は、加熱要素及び／又は冷却要素の他に、好ましくは加熱要素及び／又は冷却要素と協働して気体流を発生するための手段及び／又は気体流を適当な流動経路に沿って案内するための手段も有する。気体流を発生するための手段は、有利には加熱要素と造形層との間に配置された吸引装置を含むことが好ましい。

20

【0034】

造形材料を不都合に損なうことを避けるために、特に渦流又は同種のものを回避するために、気体流の供給は一樣な速度で行うのが有利である。

【0035】

本発明の好適な実施例においては、追加的加熱装置又は冷却装置は、加熱要素及び／又は冷却要素、並びに温度調節された気体流を供給するための手段も有しており、そのため種々の伝達方法、即ち伝導、放射及び流動の利点を互いに組み合わせると有利である。

30

【0036】

加熱要素が実質的にプレート状に形成された本発明の実施形態は、熱エネルギーを造形材料に伝達するために格別有利であることが分かった。プレート状の加熱要素は、同時に機能的開口の非常に容易な構成を可能にする。この場合、加熱要素と造形台はできるだけ広い面積で、好ましくは完全に重なり合うように、若しくは製造プロセス中にできるだけ大きい面積で、好ましくは互いに完全に重ね合わせられることが有利である。

【0037】

本発明の好適な実施形態において、加熱要素は造形台の上方に配置されている。変形例において加熱要素は最上部の造形層から離れている。この場合、加熱は熱放射によって行われる。代替的な変形例において加熱要素は最上部の造形層に接している。この場合、加熱は熱伝導によって行われる。

40

【0038】

造形台が運転状態で閉じたプロセスチャンバの内部にあるとき、加熱要素はプロセスチャンバの境界壁として用いられる。換言すればこの場合にはプロセスチャンバは加熱要素によって閉じられる。このとき加熱要素はプロセスチャンバの一部である。

【0039】

被覆開口は、常に材料貫通孔という意味での実際の開口である。これに対し露出開口のためには加熱要素は必ずしも貫通している必要はない。露出開口は、加熱要素の基体内の、放射の透過に適した適当な材料の領域として形成されることもできる。

【0040】

50

本発明の好適な実施形態においては、露出開口を通して放射エネルギーが入力されるが、この開口が完全に照明されることはない。その代わりにこの開口の下方に配置された造形材料の目標領域が当該開口の境界内で照射される。その際に放射は1以上の放射源から出ることができる。例えば造形材料を局所的に加熱するために、機能的開口によって提供された窓の内部の1以上のレーザビームが、機能的開口の内部における直線的な往復運動を行うことができ、或いは1以上のレーザビームが窓の内部で、それぞれ形成しようとする構造に応じて非直線的な軌道曲線上を規定通りに誘導される。放射の誘導は適当な制御を用いて行なわれる。事前に加工温度を下回る温度に予熱された造形材料が、局所的に更に加熱される。この追加的エネルギー入力を用いて、加工温度が達成される。

【0041】

10

本発明の単純な変形例においては、機能的開口の配置と大きさは不変である。この場合は互いに平行に位置する帯状の機能的開口を使用することが有利であることが分かった。その際に機能的開口は、加熱要素において相対運動の方向に対して垂直に、例えばx方向又はy方向に対して垂直に配置されていることが有利である。代替として、機能的開口が斜めに、即ち運動方向に対して所定の角度で配置されていることが可能である。本発明においては、機能的開口の形状と配置と大きさをプロセスの特殊性に適合できる点が有利である。帯状又はスリット状の機能的開口の代わりに、例えば穴状の機能的開口又は他の任意の形状の機能的開口を全ての機能又は個々の機能のために設けることもできる。

【0042】

20

本発明の代替変形例においては、機能的開口の形状、配置及び/又は大きさは可変である。例えば露出開口の大きさを可変に構成することが有利であり、特にこの機能的開口をオリフィスとして、即ち入力される放射の断面積を制限するために用いる場合はそうである。同様に被覆開口の大きさを可変に構成することが有利であり、特にこの開口が直接塗布場所若しくは単位時間当りに塗布される造形材料の体積を規定する場合はそうである。機能的開口の変更は、特に運転時間中も、従って製造プロセスの進行中にも行うことができる。このために場合によっては追加の適当な駆動・制御装置が設けられている。

【0043】

本発明により造形材料への熱入力が改善されるだけではない。その上に機能的開口の配置と大きさ、加熱要素と造形台との間の相対運動、及び造形材料を局所的に硬化させるための放射の供給及び/又は誘導を適当に調和させることにより、製造プロセスを格別効率的に実施できる。

30

【0044】

この目的のために、層造形プロセスを用いて製造しようとする物体を記述するためのデータモデルを使用して製造プロセスの集中制御が用いられる。その際に制御は種々の製造段階において同時に複数の箇所で進行する、即ち進行状態が非常に異なる製造プロセスの全ての関連する動作を包含する。換言すれば、制御は常に製造プロセスの実際の進行状況に対応して行われ、このために適当なセンサ、特に温度センサのセンサデータが使用される。制御は特に加熱要素の加熱の制御、ここでは場合により個々の温度範囲の定義された制御を含む。制御は、加熱要素と造形台の間の相対運動のための駆動装置の制御も、造形材料を供給及び/又は塗布するための供給装置及び/又は塗布装置の制御、並びに造形材料を局所的に加熱するために誘導される放射源の制御、場合によっては追加的加熱装置及び/又は冷却装置の制御、更に場合によっては配置及び/又は大きさを変えられる機能的開口の制御も含む。

40

【0045】

この場合、層形成設備の制御若しくは本発明による方法の実施との関連において必要な全ての演算は、これらの演算を実施するように構成されている1以上のデータ処理ユニットによって実行される。これらのデータ処理ユニットの各々は、好ましくは幾つかの機能モジュールを有しており、各機能モジュールは記載された方法に従い特定の1機能又は若干数の特定の機能を実施するために構成されている。これらの機能モジュールはハードウェアモジュールであってもよく、ソフトウェアモジュールであってもよい。換言すれば、

50

本発明はデータ処理ユニットに関して言えば、コンピュータハードウェアの形式かコンピュータソフトウェアの形式、又はハードウェアとソフトウェアの組合せによって実現できる。本発明がソフトウェアの形式で、従ってコンピュータプログラム製品として実現されている限り、コンピュータプログラムがプロセッサを有するコンピュータ上で実行される場合、記載された全ての機能はコンピュータプログラム命令によって実現される。この場合、コンピュータプログラム命令は公知の通りに任意のプログラム言語で実現されており、コンピュータに任意の形式で、例えばコンピュータネットを介して伝送されるデータパケットの形式で、又はディスクット、CD-ROM若しくは他のデータ媒体に保存されたコンピュータプログラム製品の形式で提供できる。

【0046】

以下に本発明の実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】著しく簡略化して断面図で示したプロセスチャンバを有する本発明による装置の模式図である。

【図2】造形台上に配置された加熱要素を平面図で示した模式図である。

【図3】造形しようとする物体の層の種々の製造段階における簡略化した断面図である。

【図4】追加的加熱装置及び/又は冷却装置を有する本発明による装置の詳細図である。

【図5】別の追加的加熱装置及び/又は冷却装置を有する本発明による装置の詳細図である。

【発明を実施するための形態】

【0048】

全ての図は本発明を縮尺通りではなく、単に概略的に本質的な構成部分のみを示す。同じ参照符号は、同じ又は同等の機能を有する要素に対応している。

【0049】

層状に塗布された造形材料を選択的に硬化させることによって少なくとも1個の三次元物体を製造するための装置として、例示的にレーザ焼結のための装置1について図1と図2に基づき説明する。しかしながら、本発明はこの特定の方法に制限されるものではない。本発明は他の付加的製造法、例えばレーザ溶融、マスク焼結、ドロップ・オン・パウダー/ドロップ・オン・ベッド、ステレオリソグラフィー及び同種のものにも応用可能である。

【0050】

本発明の説明では直交座標系(x、y、z)を用いる。

【0051】

レーザ焼結のための装置1はxy平面に配置された造形台2を含んでおり、その上で三次元物体3が公知の方式で層状に形成される。造形材料4は適当なプラスチック粉末である。層nを製造した後で新しい層n+1を製造するために、造形台2を既に形成されて硬化した層と共に特定の距離だけ下方に動かす。このために駆動装置5が用いられて、造形台3と後でより詳しく説明する加熱要素6との間にz方向、即ち造形平面に対して垂直な方向の相対運動を発生する。駆動装置5は、例えば電動モータである。

【0052】

層nの硬化と後続の層n+1のための新しい造形材料4の塗布との間で、過剰な造形材料4を造形台2から除去するようにされてもよい。この場合にはこれに適した装置(図示せず)が、例えばドクターブレード又は同種の形式で設けられており、有利には加熱要素6と接続されており、又は加熱要素6と協働する。

【0053】

装置1は、造形材料4を選択的に硬化させる目的で局所的に加熱するための放射エネルギーを供給する少なくとも1個の放射源7を含む。少なくとも1個の放射源7は、例えばレーザビーム8を誘導放出するレーザである。

【0054】

10

20

30

40

50

装置 1 は更に、造形台 2 若しくは既にある造形層の上に造形材料 4 を供給する及び / 又は塗布する少なくとも 1 個の供給装置及び / 又は塗布装置 9 を含む。供給装置及び / 又は塗布装置 9 は、例えば積層粉末を塗布するための装置である。供給装置及び / 又は塗布装置 9 は、材料塗布を制御する対応の制御装置 10 と接続されている。

【 0 0 5 5 】

装置 1 は更に、製造プロセス中に造形台 2 を連続的に少なくとも部分的に覆い熱エネルギーを造形材料 4 に入力するための上述した加熱要素 6 を含む。加熱要素 6 は実質的にプレート状に形成されている。加熱要素 6 は造形台 2 の上方に配置されており、最上部の造形層から離れている。その間隔は通常は $100\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ である。造形材料 4 の加熱は、図 1 及び図 3 に略示されているように加熱要素 6 から放出される熱放射 11 によって行なわれる。

10

【 0 0 5 6 】

造形台 2 は、図 1 では略示されているに過ぎないが運転状態では閉じられたプロセスチャンバ 12 の内部にある。ここでは加熱要素 6 はプロセスチャンバ 12 の境界壁として用いられる。より正確に言えば、加熱要素 6 はプロセスチャンバ 12 の上部カバー 13 の一部として構成されている。

【 0 0 5 7 】

装置 1 は更に x 方向及び / 又は y 方向、即ち層方向で造形台 2 と加熱要素 6 との間の相対運動を発生するための駆動装置 15 を含む。駆動装置 15 は、例えば電動モータである。両駆動装置 5、15 は対応する駆動制御装置 16、17 と接続されている。

20

【 0 0 5 8 】

ここで説明する実施例において、駆動装置 15 は造形台 2 を固定した加熱要素 6 に対して相対的に動かす。主運動方向は x 方向である。極めて単純な場合には造形台 2 の運動はこの主運動方向に限られる。製造プロセスにとって必要であるか又は有利な場合は、x 方向の運動に造形台 2 の y 方向の運動を重ねることができる。

【 0 0 5 9 】

加熱要素 6 は、同時に使用できる少なくとも 2 個の、図 1 に示す例では 3 個の互いに離れている機能的開口 18、19、20 を有する。機能的開口 18、19、20 はスリット状若しくは帯状の長方形をしており、互いに平行に、且つ主運動方向、ここでは x 方向に対して垂直に位置している。一方の機能的開口は材料通路 18 として、他方の機能的開口は放射通路 19 として構成されている。物体 3 を形成する間、造形材料 4 も、ここではレーザービーム 8 の形式の放射エネルギーも、同時に機能的開口 18、19 を通過する。

30

【 0 0 6 0 】

言い換えれば、一方の機能的開口は造形材料 4 を造形台 2 又は既にある造形層に塗布するための被覆開口 18 として形成されており、他方の機能的開口は造形材料 4 を硬化させるために少なくとも 1 個の放射源 7 の放射エネルギーを塗布された造形材料 4 に同時に入力するための露出開口 19 として形成されている。

【 0 0 6 1 】

レーザービーム 8 が露出開口 19 を通って所定の軌道上を誘導されることにより、造形材料 4 を局所的に加熱するための放射エネルギーの入力が行なわれる。レーザービーム 8 の誘導は適当な駆動・制御装置 21 を用いて行なわれる。

40

【 0 0 6 2 】

加熱要素 6 は、機能的開口 18、19、20 の間若しくは、それらの横に配置されている複数の互いに独立に制御可能な加熱モジュール 23 を有する。加熱要素 6 の全ての加熱モジュール 23 は加熱制御装置 24 と接続されている。加熱モジュール 23 の動作原理は、例えば電気誘導の原理に基づいている。加熱モジュールの他の適当な作動方式も同様に可能である。

【 0 0 6 3 】

装置 1 は、図 1 に示す例では、加熱要素 6 の上方に配置された熱エネルギーを供給するための追加的加熱装置 22 (放射源 25 の形式) も含む。この追加的放射源 25 は、例え

50

ば赤外線 26 を放出する赤外放射器である。この放射源 25 に対しても同様に適当な制御装置 27 が設けられている。この追加的放射源 25 には加熱開口として用いられる固有の機能的開口 20 が割り当てられている。

【0064】

集中制御装置 28 が製造プロセスの進行を制御する。このために制御装置 28 は、全ての関連する部分制御装置 10、16、17、21、24、27 を包含する。

【0065】

以下に図 3 に基づいて製造の種々の段階について説明する。この場合、図 1 及び図 2 に示された加熱要素 6 とは異なり、3 個の機能的開口、即ち 2 個の被覆開口 18、18' 及び被覆開口 18、18' の間に配置された露出開口 19 を有する加熱要素 6' が用いられる。

10

【0066】

図 3 a では、造形台 2 は駆動装置 15 に駆動されて加熱要素 6 の第 1 の被覆開口 18 の下を通して x 方向に動く。層 n 用の造形材料 4 が造形台 2 に塗布される。

【0067】

図 3 b では、造形台 2 は x 方向に更に動く。直前に塗布された造形材料 4 は、加熱要素 6 の基体内で第 1 の被覆開口 18 と露出開口 19 との間に配置された加熱モジュール 23 によって焼結温度を下回る温度に予熱される。同時に直前に予熱された隣接の物体領域では、レーザビーム 8 を用いて露出開口 19 を通して追加的熱エネルギーの入力が行なわれ、それにより粉末粒子が熔融する。

20

【0068】

図 3 c では、造形台 2 は x 方向に更に動く。造形台 2 が第 2 の被覆開口 18' に到達する前に、造形台 2 は駆動装置 5 によって駆動されて z 方向で必要な距離だけ下方に動く。第 2 の被覆開口 18' により後続の層 n+1 のための造形材料 4 が塗布される。その直前に、この物体領域は露出開口 19 と第 2 の被覆開口 18' との間に配置された別の加熱モジュール 23' によって新たに加熱されている。

【0069】

図 3 d では、造形台 2 はその転向点に到達している。層 n と層 n+1 が形成されている。造形台 2 上に露出開口 19 は配置されていないので、この時点ではレーザ照射はもはや行なわれない。造形材料 4 の塗布も、両被覆開口 18、18' の少なくとも一方が造形台 2 に配置されている間だけ行なわれる。

30

【0070】

図 3 e では、造形台 2 は第 1 の運動と反対に x 方向に動いて加熱要素 6 の下を通る。第 3 の加熱モジュール 23' を用いた予熱と同様に、第 2 の被覆開口 18' を用いて次の層 n+2 に対する新しい材料塗布が既に行われている。その前に造形台 2 は駆動装置 5 に駆動されて新たに z 方向で必要な距離だけ下方に動く。形成しようとする構造を硬化させるために露出開口 19 を通してレーザビーム 8 による局所的な照射が行なわれる。第 1 の加熱モジュール 23 は後加熱に用いられる。造形台 2 が更に動くとともに第 1 の被覆開口 18 を通して層 n+3 に対する材料塗布が行なわれる。

【0071】

40

図 4 は、被覆開口 18 を通って落下する造形材料の温度を調節するための追加的加熱装置 22 を有する本発明の実施例を示す。加熱要素として、図 1 に示す例におけるように、被覆開口 18 の縁部に配置され制御装置 27 によって制御可能な熱放射器 25 が用いられる。加熱装置 22 に代えて冷却装置、或いは加熱装置及び / 又は冷却装置の組み合わせが設けられている場合は、冷却要素 (図示せず) が加熱要素 25 の位置を占める。

【0072】

図 5 に示す本発明の実施例においては、材料塗布の場所で、即ちここでは被覆開口 18 の領域で、温度調節された気体流 29 を供給するための追加的加熱装置及び / 又は冷却装置 22 が設けられている。この場合には被覆開口 18 の領域において、造形台 2 の一方の側には加熱要素又は冷却要素 (図示せず) と接続されたファン 31 が、及び / 又は造形台

50

2の他方の側には吸引装置32が、温度調節された気体流29が被覆開口を通して落下する造形材料4を加熱又は冷却するように配置されている。

【0073】

別の実施例(図示せず)では追加的加熱装置及び/又は冷却装置22は、造形材料が溶融する際のプロセス温度を制御するために、温度調節された気体流29が専ら又は追加的に露出開口19の領域及び/又は露出開口19の近傍の領域で供給されるように構成されている。その際に被覆開口18の領域に気体流を送る加熱装置及び/又は冷却装置22は、気体流29が物体3若しくは造形台2の隣接領域も通過するように構成されてよい。しかし複数の追加的加熱装置又は冷却装置22を使用することもできる。

【0074】

総括すれば、本発明は層状に塗布された造形材料4を選択的に硬化させることによって三次元物体3を製造するための装置1に関し、当該装置は少なくとも1個の三次元物体3を層状に形成するための、 x y 平面上に配置された造形台2と、造形台2を少なくとも部分的に覆い熱エネルギー11を造形材料4に入力するための加熱要素6と、 x 方向及び/又は y 方向において造形台2と加熱要素6との間の相対運動を発生するための駆動装置15とを有しており、加熱要素6は同時に使用できる少なくとも2個の機能的開口18、19を備え、少なくとも2個の機能的開口の一方は材料通路18として構成され、少なくとも2個の機能的開口の他方は放射通路19として構成されている。この装置1は、本発明により材料通路18を通して塗布された造形材料4の温度を調節するための追加的加熱装置及び/又は冷却装置を含む。

【0075】

追加的加熱装置及び/又は冷却装置22は熱エネルギーを供給するために構成された熱源25を含むことが有利であり、少なくとも2個の機能的開口18, 19, 20の一方が同時に又は排他的に熱エネルギーを追加的に入力するための加熱開口20として構成されているのが好ましい。追加的加熱装置及び/又は冷却装置22は熱エネルギーを吸収するために構成された冷却要素を含むことが有利であり、少なくとも2個の機能的開口18, 19, 20の一方が同時に又は排他的に熱エネルギーを吸収するための冷却開口20として構成されているのが好ましい。追加的加熱装置及び/又は冷却装置22、特にその熱源25又は冷却要素は、材料通路として用いられる機能的開口18のすぐ近傍に、特にこの機能的開口18の縁部に配置されていることが有利である。追加的加熱装置及び/又は冷却装置22は、温度調節された気体流を供給するために構成されていることが有利である。追加的加熱装置及び/又は冷却装置22は、温度調節された気体流を機能的開口18及び/又は材料塗布の場所で供給することが有利である。

【0076】

加熱要素6は造形台2を少なくとも部分的に連続的に覆うことが有利である。加熱要素6と造形台2は互いに完全に重ね合わせられることが有利である。加熱要素6は実質的にプレート状に形成されていることが有利である。加熱要素6は造形台2の上方に配置されて、最上部の造形層から離れているか、又は最上部の造形層に接することが有利である。造形台2は運転状態で閉じたプロセスチャンバ12の内部にあり、加熱要素6はプロセスチャンバ12の境界壁として用いられることが有利である。加熱要素6は種々異なって温度調節可能な範囲を有することが有利である。機能的開口18、19、20の形状、配置及び/又は大きさが可変であることが有利である。

【0077】

本発明は更に、層状に塗布された造形材料4を選択的に硬化させることによって三次元物体3を製造するための方法に関し、 x y 平面上に配置された造形台2上で少なくとも1個の三次元物体3を層状に形成し、造形台2を少なくとも部分的に覆う加熱要素6が熱エネルギー11を造形材料4に入力し、その際に駆動装置15が x 方向及び/又は y 方向において造形台2と加熱要素6との間の相対運動を発生し、加熱要素6は少なくとも2個の機能的開口18、19、20を使用して造形材料4と放射エネルギー8を同時に通過させる。この方法は、材料通路18を通して塗布される造形材料4を追加的加熱装置及び/又

は冷却装置によって加熱又は冷却することを含む。

【 0 0 7 8 】

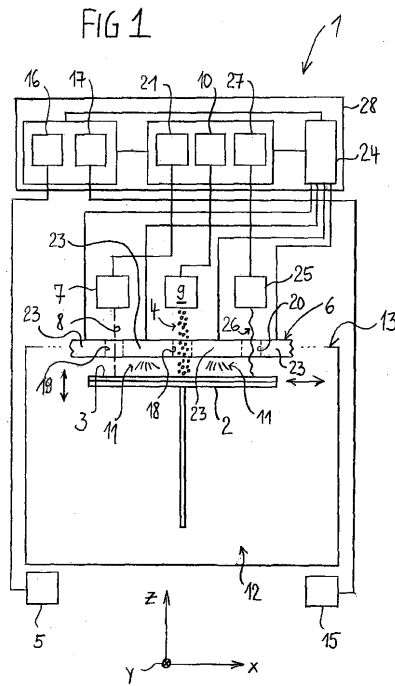
上記の説明、以下の請求項及び図面に示された全ての特徴は単独でも、互いに任意に組み合わせても発明にとって本質的であり得る。

【 符号の説明 】

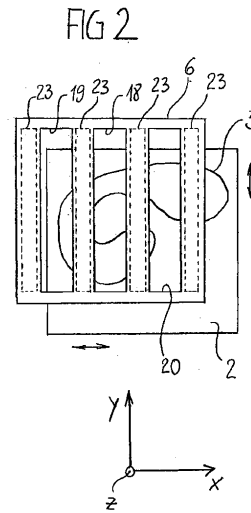
【 0 0 7 9 】

1	レーザ焼結装置	
2	造形台	
3	物体	
4	造形材料	10
5	駆動装置 (z)	
6	加熱要素	
7	<u>放射源</u> 、レーザ	
8	レーザビーム	
9	供給装置 / 塗布装置	
1 0	材料塗布制御装置	
1 1	熱放射	
1 2	プロセスチャンバ	
1 3	カバー	
1 4	(なし)	20
1 5	駆動装置 (x / y)	
1 6	駆動制御装置 (z)	
1 7	駆動制御装置 (x / y)	
1 8	機能的開口、材料通路、被覆開口	
1 9	機能的開口、 <u>放射</u> 通路、露出開口	
2 0	機能的開口、加熱開口又は冷却開口	
2 1	レーザの駆動・制御装置	
2 2	加熱装置及び / 又は冷却装置	
2 3	加熱モジュール	
2 4	加熱制御装置	30
2 5	<u>放射源</u> 、赤外線放射器	
2 6	赤外線	
2 7	追加的加熱制御装置	
2 8	集中制御装置	
2 9	気体流	
3 0	(なし)	
3 1	ファン	
3 2	吸引装置	

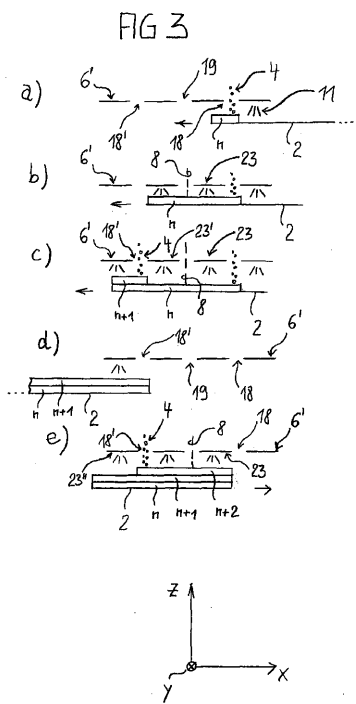
【 図 1 】



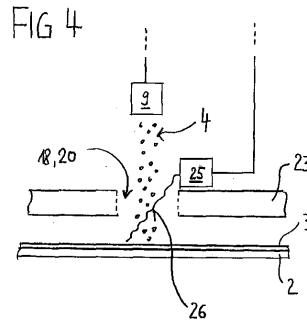
【 図 2 】



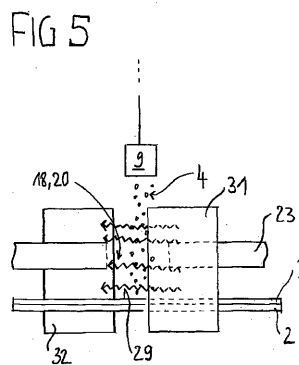
【圖 3】



【圖 4】



【 図 5 】



 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 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F 3/16
B 2 2 F	3/105	(2006.01)	B 2 2 F 3/105

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 4 0 2 2 2 (J P , A)
 特表 2 0 0 8 - 5 4 0 1 7 3 (J P , A)
 特表平 1 1 - 5 0 8 3 2 2 (J P , A)
 米国特許第 0 5 1 5 5 3 2 1 (U S , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

B 2 9 C	6 4 / 1 5 3
B 2 9 C	6 4 / 2 3 6
B 2 9 C	6 4 / 2 6 8
B 2 9 C	6 4 / 2 9 5
B 2 2 F	3 / 1 6
B 2 2 F	3 / 1 0 5
B 3 3 Y	1 0 / 0 0
B 3 3 Y	3 0 / 0 0