(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7593100号
(P7593100)

(45)発行日　令和6年12月3日(2024.12.3)

(24)登録日　令和6年11月25日(2024.11.25)

(51)国際特許分類		FI	
B29C	*64/393 (2017.01)*	B29C	64/393
B33Y	*50/02 (2015.01)*	B33Y	50/02
B29C	*64/106 (2017.01)*	B29C	64/106
B33Y	*10/00 (2015.01)*	B33Y	10/00
B29C	*64/209 (2017.01)*	B29C	64/209

請求項の数　5　（全20頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2020-214758(P2020-214758)
(22)出願日　令和2年12月24日(2020.12.24)
(65)公開番号　特開2022-100657(P2022-100657A)
(43)公開日　令和4年7月6日(2022.7.6)
審査請求日　令和5年11月21日(2023.11.21)

(73)特許権者　000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目１番６号
(74)代理人　100179475
弁理士　仲井 智至
(74)代理人　100216253
弁理士　松岡 宏紀
(74)代理人　100225901
弁理士　今村 真之
(72)発明者　▲角▼谷 彰彦
長野県諏訪市大和３丁目３番５号 セイコーエプソン株式会社内
審査官　岩▲崎▼ 則昌

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　三次元造形装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

三次元造形装置であって、

ステージと、

溶融した材料を前記ステージに向かって吐出する吐出部と、

前記ステージと前記吐出部との相対的な位置を変更する位置変更部と、

前記ステージに吐出された前記材料の温度を調整する温度調整部と、

前記ステージに吐出された前記材料の温度を計測する温度センサーと、

前記材料の温度と前記材料の粘度との関係を表す第１関係データが記憶された記憶部と、

前記吐出部と前記位置変更部と前記温度調整部とを制御することによって、前記ステージ上に第１造形物と第２造形物とを形成する制御部と、を備え、

前記制御部は、

前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第１造形物を造形する第１制御と、

前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１造形物の粘度が予め定められた粘度以下になるように、前記温度センサーによって前記第１造形物の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整する第２制御と、

前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物の最外殻を形成する第１部分を形成する第３制御と、

前記第２制御において調整された出力で前記温度調整部によって前記第１部分の温度を調整しつつ前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物のうちの前記第１部分に隣り合う部分である第２部分を形成する第４制御と、を実行する、
三次元造形装置。
【請求項２】
請求項１に記載の三次元造形装置であって、
前記温度調整部は、前記ステージを均一に加熱するヒーターによって構成されている、
三次元造形装置。
【請求項３】
請求項１または請求項２に記載の三次元造形装置であって、
前記温度調整部は、前記吐出部に固定されている、
三次元造形装置。
【請求項４】
請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の三次元造形装置であって、
前記温度調整部の外周縁は、前記吐出部から前記ステージに向かう方向に視たときに、前記ステージが前記吐出部に対して相対的に移動する領域の外側に配置される、
三次元造形装置。
【請求項５】
請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の三次元造形装置であって、
前記記憶部には、前記材料の温度と、前記材料によって形成された部分同士の間の剥離強度との関係を表す第２関係データが記憶されており、
前記制御部は、前記第２制御にて、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１造形物の粘度が予め定められた粘度以下になり、かつ、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第２関係データとに基づいて算出される前記剥離強度が予め定められた強度以上になるように、前記温度センサーによって前記第１造形物の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整する、
三次元造形装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本開示は、三次元造形装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
特許文献１には、溶融樹脂を押し出しながら多段に積層する装置が開示されている。この装置は、層間の溶着強度を高めるために、加熱ユニットによって加熱された前の段の層の上に吐出ユニットから溶融樹脂を押し出して層を形成する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開２００５－３３５３８０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
三次元造形物を寸法精度良く造形するためには層の厚みが薄いことが好ましい。層の厚みを薄くすると層の熱容量が小さくなるので、層が冷えて硬化しやすくなる。上記文献のように上下に隣り合う層のうちの上側の層を造形する際に下側の層を加熱したとしても、上側の層を造形している間に上側の層の一部が冷えて硬化する可能性がある。そのため、硬化した部分に隣接する部分を造形する際に、硬化した部分にノズルが接触して、三次元造形物の形状が崩れる可能性がある。

【課題を解決するための手段】
【０００５】
本開示の第１の形態によれば、三次元造形装置が提供される。この三次元造形装置は、ステージと、溶融した材料を前記ステージに向かって吐出する吐出部と、前記ステージと前記吐出部との相対的な位置を変更する位置変更部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を調整する温度調整部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を計測する温度センサーと、前記材料の温度と前記材料の粘度との関係を表す第１関係データが記憶された記憶部と、前記吐出部と前記位置変更部と前記温度調整部とを制御することによって、前記ステージ上に第１造形物と第２造形物とを形成する制御部と、を備える。前記制御部は、前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第１造形物を造形する第１制御と、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１造形物の粘度が予め定められた粘度以下になるように、前記温度センサーによって前記第１造形物の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整する第２制御と、前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物のうちの第１部分を形成する第３制御と、前記第２制御において調整された出力で前記温度調整部によって前記第１部分の温度を調整しつつ前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物のうちの前記第１部分に隣り合う部分である第２部分を形成する第４制御と、を実行する。
【図面の簡単な説明】
【０００６】
【図１】第１実施形態の三次元造形装置の概略構成を示す斜視図。
【図２】第１実施形態の三次元造形装置の概略構成を示す断面図。
【図３】フラットスクリューの構成を示す斜視図。
【図４】バレルの構成を示す上面図。
【図５】第１関係データの一例を示す説明図。
【図６】形状データの一例を示す説明図。
【図７】スライスデータの一例を示す説明図。
【図８】造形パスデータの一例を示す説明図。
【図９】第１実施形態の三次元造形処理の内容を示すフローチャート。
【図１０】第１造形物および第２造形物が形成される様子を模式的に示す説明図。
【図１１】図１０におけるＸＩ－ＸＩ線断面図。
【図１２】第２実施形態の第２関係データの一例を示す説明図。
【発明を実施するための形態】
【０００７】
Ａ．第１実施形態：
図１は、第１実施形態における三次元造形装置１００の概略構成を示す斜視図である。図２は、第１実施形態における三次元造形装置１００の概略構成を示す断面図である。図１および図２には、互いに直交するＸ，Ｙ，Ｚ方向を示す矢印が示されている。Ｘ方向およびＹ方向は、水平面に平行な方向であり、Ｚ方向は、重力方向とは反対の方向である。Ｘ，Ｙ，Ｚ方向を示す矢印は、他の図においても、図示の方向が図１や図２と対応するように適宜、図示してある。以下の説明において、向きを特定する場合には、矢印の指し示す方向である正の方向を「＋」、矢印の指し示す方向とは反対の方向である負の方向を「－」として、方向表記に正負の符合を併用する。
【０００８】
図１に示すように、本実施形態では、三次元造形装置１００は、造形部２００と、温度調整部２１０と、温度センサー２２０と、ステージ３００と、位置変更部４００と、制御部５００とを備えている。三次元造形装置１００は、制御部５００の制御下で、造形部２００に設けられたノズル６１からステージ３００に向かって造形材料を吐出しながら位置変更部４００によってノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させることによって、ステージ３００上に造形材料を積層して、三次元形状を有する第１造形物ＯＢ１

および第２造形物ＯＢ２を形成する。

【０００９】

図２に示すように、造形部２００は、材料ＭＲの供給源である材料供給部２０と、材料ＭＲを可塑化して造形材料にする可塑化部３０と、上述したノズル６１を有する吐出部６０とを備えている。「可塑化」とは、熱可塑性を有する材料に熱が加わり溶融することを意味する。「溶融」とは、熱可塑性を有する材料が融点以上の温度に加熱されて液状になることのみならず、熱可塑性を有する材料がガラス転移点以上の温度に加熱されることにより軟化し、流動性が発現することをも意味する。

【００１０】

材料供給部２０は、造形材料を生成するための材料ＭＲを可塑化部３０に供給する。本実施形態では、材料供給部２０は、材料ＭＲを収容するホッパーによって構成されている。材料供給部２０の下方には排出口が設けられており、この排出口は、供給路２２を介して可塑化部３０に接続されている。本実施形態では、材料ＭＲとして、ペレット状に形成されたＡＢＳ樹脂が用いられる。

【００１１】

可塑化部３０は、材料供給部２０から供給路２２を介して供給された材料ＭＲを可塑化して造形材料にして、吐出部６０に供給する。可塑化部３０は、スクリューケース３１と、駆動モーター３２と、フラットスクリュー４０と、バレル５０と、可塑化ヒーター５８とを備えている。

【００１２】

スクリューケース３１は、フラットスクリュー４０を収容する筐体である。スクリューケース３１の下端部にはバレル５０が固定されており、スクリューケース３１とバレル５０とによって囲まれた空間にフラットスクリュー４０が収容されている。スクリューケース３１の上面には、駆動モーター３２が固定されている。

【００１３】

フラットスクリュー４０は、その中心軸ＲＸに沿った方向の高さが直径よりも小さい略円柱形状を有している。フラットスクリュー４０は、中心軸ＲＸがＺ方向に平行になるようにスクリューケース３１内に配置されている。フラットスクリュー４０は、バレル５０に対向する下端部に、溝部４５が形成された溝形成面４２を有している。フラットスクリュー４０には、溝形成面４２とは反対側の上端部に駆動モーター３２が接続されている。駆動モーター３２が発生させるトルクによって、フラットスクリュー４０は、スクリューケース３１内にて中心軸ＲＸを中心に回転する。駆動モーター３２は、制御部５００の制御下で駆動される。

【００１４】

図３は、本実施形態におけるフラットスクリュー４０の構成を示す斜視図である。図３には、技術の理解を容易にするために、図２とは上下逆向きにフラットスクリュー４０が表されている。図３には、フラットスクリュー４０の中心軸ＲＸの位置が一点鎖線で示されている。

【００１５】

フラットスクリュー４０の溝形成面４２のうちの中心軸ＲＸと交差する中央部４７は、溝部４５の一端が接続されている窪みとして構成されている。中央部４７は、図２に表されたバレル５０の連通孔５６に対向する。

【００１６】

溝部４５は、中央部４７から、フラットスクリュー４０の外周に向かって弧を描くように渦状に延びている。溝部４５は、インボリュート曲線状に構成されてもよいし、螺旋状に延びるように構成されてもよい。溝形成面４２には、溝部４５の側壁部を構成し、各溝部４５に沿って延びている凸条部４６が設けられている。溝部４５は、フラットスクリュー４０の側面４３に形成された材料導入口４４まで連続している。この材料導入口４４は、材料供給部２０の供給路２２を介して供給された材料ＭＲを受け入れる部分である。材料導入口４４から溝部４５内に導入された材料ＭＲは、フラットスクリュー４０の回転に

よって溝部４５内を中央部４７に向かって搬送される。

【００１７】

図３には、３つの溝部４５と、３つの凸条部４６とを有するフラットスクリュー４０が表されている。フラットスクリュー４０に設けられる溝部４５や凸条部４６の数は、３つには限定されない。フラットスクリュー４０には、１つの溝部４５のみが設けられてもよいし、２以上の複数の溝部４５が設けられてもよい。また、溝部４５の数に合わせて任意の数の凸条部４６が設けられてもよい。図３には、材料導入口４４が３箇所に形成されたフラットスクリュー４０が表されている。フラットスクリュー４０に設けられる材料導入口４４の位置は、３箇所に限定されない。フラットスクリュー４０には、材料導入口４４が１箇所にのみ設けられてもよいし、２箇所以上の複数の位置に設けられてもよい。

【００１８】

図４は、本実施形態におけるバレル５０の構成を示す上面図である。バレル５０は、フラットスクリュー４０の溝形成面４２に対向するスクリュー対向面５２を有している。スクリュー対向面５２の中央には、吐出部６０に連通する連通孔５６が設けられている。スクリュー対向面５２には、連通孔５６の周りに、複数の案内溝５４が形成されている。それぞれの案内溝５４の一端は、連通孔５６に接続されている。それぞれの案内溝５４は、連通孔５６からスクリュー対向面５２の外周に向かって渦状に延びている。それぞれの案内溝５４は、造形材料を連通孔５６に導く機能を有している。なお、案内溝５４の一端は連通孔５６に接続されていなくてもよい。また、スクリュー対向面５２には、案内溝５４が設けられていなくてもよい。

【００１９】

図２に示すように、バレル５０には、材料ＭＲを加熱するための可塑化ヒーター５８が埋め込まれている。本実施形態では、可塑化ヒーター５８は、電力の供給を受けて発熱する。可塑化ヒーター５８の温度は、制御部５００によって制御される。

【００２０】

溝部４５内を搬送される材料ＭＲは、フラットスクリュー４０の回転によるせん断と可塑化ヒーター５８からの熱によって可塑化されて、ペースト状の造形材料になる。造形材料は、連通孔５６から吐出部６０に供給される。

【００２１】

吐出部６０は、バレル５０の下方に設けられている。吐出部６０は、ノズル６１と、流路６５と、吐出量調整部７０とを備えている。ノズル６１は、－Ｚ方向側の端部に、先端面６３を有している。先端面６３が水平面に沿うように、ノズル６１が設けられている。先端面６３の中央には、ノズル孔６２が設けられている。ノズル孔６２は、流路６５を介して、バレル５０の連通孔５６に連通している。ノズル６１は、可塑化部３０から供給された造形材料を、ノズル孔６２から－Ｚ方向に向かって吐出する。先端面６３の形状、および、ノズル孔６２の開口形状は、円形形状である。ノズル孔６２の直径のことをノズル径と呼ぶ。なお、ノズル孔６２の開口形状は、円形ではなく、例えば、楕円形や、四角形等の多角形でもよいし、先端面６３の形状は、円形ではなく、例えば、楕円形や、四角形等の多角形でもよい。

【００２２】

吐出量調整部７０は、ノズル６１から吐出される造形材料の量を調節する。以下の説明では、ノズル６１から吐出される造形材料の量のことを吐出量と呼ぶ。本実施形態では、吐出量調整部７０は、軸状部材である駆動シャフト７２と、駆動シャフト７２の回転に応じて流路６５を開閉する弁体７３と、駆動シャフト７２を回転させるバルブ駆動部７４とを備えている。

【００２３】

駆動シャフト７２は、造形材料の流れ方向に交差するように流路６５の途中に取り付けられている。本実施形態では、駆動シャフト７２は、流路６５内の造形材料の流れ方向に対して垂直な向きであるＹ方向に平行になるように取り付けられている。駆動シャフト７２は、Ｙ方向に沿った中心軸を中心にして回転可能である。

【００２４】
弁体７３は、流路６５内において回転する部材である。本実施形態では、弁体７３は、駆動シャフト７２の流路６５内に配置されている部位を板状に加工することによって形成されている。弁体７３を、その板面に垂直な方向から見たときの形状は、弁体７３が配置されている部位における流路６５の開口形状とほぼ一致する。
【００２５】
バルブ駆動部７４は、制御部５００の制御下で駆動シャフト７２を回転させる。バルブ駆動部７４は、例えば、ステッピングモーターによって構成される。駆動シャフト７２の回転によって弁体７３が流路６５内において回転する。
【００２６】
流路６５における造形材料の流れ方向に対して弁体７３の板面が垂直に保持された場合、流路６５からノズル６１への造形材料の供給が遮断されるので、ノズル６１からの造形材料の吐出が停止される。バルブ駆動部７４によって駆動シャフト７２が回転されて、流路６５における造形材料の流れ方向に対して弁体７３の板面が鋭角に保持されると、流路６５からノズル６１への造形材料の供給が開始されて、弁体７３の回転角度に応じた吐出量で、造形材料がノズル６１から吐出される。図２に表されているように、流路６５における造形材料の流れ方向に対して弁体７３の板面が平行に保持された場合、流路６５が最も開かれた状態になる。この状態では、吐出量が最大となる。このように、吐出量調整部７０は、造形材料の吐出のオンとオフとを切り替えるとともに、吐出量の調節を実現できる。
【００２７】
ステージ３００は、ノズル６１の先端面６３に対向する造形面３０１を有している。造形面３０１上に第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２が形成される。本実施形態では、造形面３０１は、水平面に平行になるように設けられている。ステージ３００は、位置変更部４００によって支持されている。
【００２８】
ステージ３００には、ステージヒーター３１０が設けられている。本実施形態では、ステージヒーター３１０は、ステージ３００に埋め込まれており、制御部５００の制御下で、ステージ３００の造形面３０１を加熱する。
【００２９】
位置変更部４００は、ノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させる。本実施形態では、位置変更部４００は、ステージ３００をＸ方向およびＹ方向に移動させることによって、Ｘ方向およびＹ方向におけるノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させ、造形部２００をＺ方向に沿って移動させることによって、Ｚ方向におけるノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させる。本実施形態では、位置変更部４００は、ステージ３００をＸ方向に沿って移動させる第１電動アクチュエーター４１０と、ステージ３００と第１電動アクチュエーター４１０とをＹ方向に沿って移動させる第２電動アクチュエーター４２０と、造形部２００をＺ方向に沿って移動させる第３電動アクチュエーター４３０とによって構成されている。各電動アクチュエーター４１０～４３０は、制御部５００の制御下で駆動される。
【００３０】
位置変更部４００は、ステージ３００をＺ方向に移動させ、造形部２００をＸ方向およびＹ方向に沿って移動させることによって、ノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させるように構成されてもよい。位置変更部４００は、造形部２００を移動させずにステージ３００をＸ方向、Ｙ方向およびＺ方向に移動させることによって、ノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させるように構成されてもよいし、ステージ３００を移動させずに造形部２００をＸ方向、Ｙ方向およびＺ方向に移動させることによって、ノズル６１とステージ３００との相対的な位置を変化させるように構成されてもよい。
【００３１】

温度調整部２１０は、ノズル６１の外周に配置されている。本実施形態では、温度調整部２１０は、支持部２０５を介して、造形部２００に固定されている。支持部２０５は、矩形板状の外形形状を有している。支持部２０５の中央には、ノズル６１が挿通される貫通孔が設けられている。温度調整部２１０は、ステージ３００の造形面３０１に対して平行に配置されている。位置変更部４００が造形部２００とステージ３００との相対的な位置を変化させることによって、造形部２００に固定された温度調整部２１０とステージ３００との相対的な位置が変化する。温度調整部２１０の面積は、ステージ３００の造形面３０１の面積よりも広い。温度調整部２１０の外周縁は、ノズル６１からステージ３００に向かう－Ｚ方向に視たときに、ノズル６１に対してステージ３００が移動する領域の外側に配置されている。つまり、位置変更部４００によって温度調整部２１０とステージ３００との相対的な位置がどのように変化させられても、ステージ３００は、温度調整部２１０の外周縁よりも内側に配置されている。

【００３２】

温度調整部２１０は、制御部５００の制御下で、ステージ３００上に積層された造形材料の温度を調整する。本実施形態では、温度調整部２１０は、ステージ３００の造形面３０１の全域を均一に加熱可能に構成されている。温度調整部２１０は、例えば、ハロゲンヒーターによって構成される。温度調整部２１０は、ニクロム線ヒーター、または、カーボンヒーターによって構成されてもよいし、熱風を送出するヒーターによって構成されてもよい。

【００３３】

温度センサー２２０は、支持部２０５の外周端部に固定されている。温度センサー２２０は、ステージ３００上に積層された造形材料の温度を計測する。本実施形態では、温度センサー２２０は、非接触式の赤外線温度計である。温度センサー２２０によって計測された温度は、制御部５００に送信される。

【００３４】

制御部５００は、１つまたは複数のプロセッサーと、主記憶装置と、外部との信号の入出力を行う入出力インターフェースとを備えるコンピューターによって構成されている。なお、制御部５００は、コンピューターではなく、複数の回路の組み合わせによって構成されてもよい。

【００３５】

制御部５００は、三次元造形処理を実行する造形実行部５１０と、各種データを記憶する記憶部５２０とを有している。造形実行部５１０は、主記憶装置上に読み込んだプログラムや命令をプロセッサーが実行することによって、後述する三次元造形処理を実行する。造形実行部５１０は、三次元造形装置１００に接続されたコンピューターやＵＳＢメモリーなどの記憶媒体から取得される造形データを用いて、三次元造形処理を実行する。

【００３６】

記憶部５２０には、第１関係データが記憶されている。第１関係データには、材料ＭＲの温度と材料ＭＲの粘度との関係が表されている。第１関係データは、予め行われる試験によって作成できる。本実施形態では、第１関係データは、関数で表されている。第１関係データは、関数ではなく、マップで表されてもよい。

【００３７】

図５は、第１関係データの一例を示す説明図である。図５には、材料ＭＲの温度と材料ＭＲの粘度との関係を示すグラフが表されている。横軸は、温度を表しており、縦軸は、粘度を表している。縦軸は、対数目盛で表されている。一般に、材料ＭＲの温度が高いほど材料ＭＲの粘度は低くなる。図５には、ＡＢＳ樹脂、ポリプロピレン樹脂（ＰＰ）、および、カーボンナノチューブを添加されたポリカーボネート樹脂（ＰＣ－ＣＮＴ）の温度と粘度との関係が表されている。

【００３８】

図６は、形状データＤＴ１の一例を示す説明図である。図７は、スライスデータＤＴ２の一例を示す説明図である。図８は、造形パスデータＤＴ３の一例を示す説明図である。

三次元造形処理に用いられる造形データは、例えば、三次元造形装置１００に接続されたコンピューターにインストールされたスライサーソフトに、形状データＤＴ１を読み込ませることによって作成される。形状データＤＴ１とは、３次元ＣＡＤデータや３次元ＣＧデータのことを意味する。

【００３９】

図６に示す形状データＤＴ１には、第１造形物ＯＢ１の形状と第２造形物ＯＢ２の形状とが表されている。第１造形物ＯＢ１は、温度調整部２１０の出力を調整するために用いられる。第２造形物ＯＢ２は、製品形状に応じた形状を有する。この例では、第１造形物ＯＢ１は、直方体状の外形形状を有している。第２造形物ＯＢ２は、底面部ＢＰと側面部ＳＰとを有する箱状の外形形状を有している。なお、第１造形物ＯＢ１の形状と第２造形物ＯＢ２の形状とが別個の形状データに表されてもよい。

【００４０】

図７に示すように、スライサーソフトは、形状データＤＴ１を読み込んでスライスデータＤＴ２を生成する。ステージ３００上における第１造形物ＯＢ１の向きや配置、および、ステージ３００上における第２造形物ＯＢ２の向きや配置が決定され、積層ピッチが決定された後、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２が積層ピッチに応じて複数の層に分割されたスライスデータＤＴ２が生成される。積層ピッチとは、１層分の厚みのことを意味する。各層のことをステージ３００に近い方から順に、第１層ＬＹ１、第２層ＬＹ２、第３層ＬＹ３と呼ぶ。

【００４１】

図８に示すように、スライサーソフトは、スライスデータＤＴ２を用いて造形パスデータＤＴ３を生成する。造形パスデータＤＴ３には、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の各層を形成するためのノズル６１の移動経路である造形パスＺＰが表される。図８には、一例として、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２を形成するための１層分の造形パスＺＰが一点鎖線で表されている。この例では、造形パスＺＰは、直線状の複数の造形パス要素ＰＥ１～ＰＥ２０によって構成されている。造形パス要素ＰＥ１～ＰＥ８に沿ってノズル６１から造形材料が吐出されることによって、一筆書きのようにして第１造形物ＯＢ１の層が形成され、造形パス要素ＰＥ９～ＰＥ２０に沿ってノズル６１から造形材料が吐出されることによって、一筆書きのようにして第２造形物ＯＢ２の層が形成される。

【００４２】

造形データには、造形パスＺＰの他に、造形パスＺＰに沿って層を形成する際の吐出量の目標値や、可塑化ヒーター５８の出力の目標値や、温度調整部２１０の出力の目標値や、ステージヒーター３１０の出力の目標値、ステージ３００上に積層された造形材料の粘度の目標値などが表される。温度調整部２１０の出力の目標値とは、例えば、温度調整部２１０が発生させる熱エネルギーの目標値、温度調整部２１０の温度の目標値、または、温度調整部２１０に供給される電流値の目標値のことを意味する。

【００４３】

図９は、本実施形態における三次元造形処理の内容を示すフローチャートである。この処理は、所定の開始命令が供給された場合に、造形実行部５１０によって開始される。開始命令は、例えば、三次元造形装置１００に設けられた開始ボタンが押された場合に造形実行部５１０に供給される。

【００４４】

まず、ステップＳ１１０にて、造形実行部５１０は、造形材料の生成を開始する。造形実行部５１０は、フラットスクリュー４０の回転、および、可塑化ヒーター５８の温度を制御することによって、材料を可塑化させて造形材料を生成する。造形材料は、この処理が行われる間、生成され続ける。

【００４５】

次に、ステップＳ１２０にて、造形実行部５１０は、温度調整部２１０およびステージヒーター３１０の出力をオンにする。造形実行部５１０は、造形データに表された出力で

、温度調整部２１０およびステージヒーター３１０の運転を開始させる。本実施形態では、温度調整部２１０およびステージヒーター３１０の出力は、この処理が行われる間、オンにされている。

【００４６】

ステップＳ１３０にて、造形実行部５１０は、ノズル６１から造形材料を吐出させることによって、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層を形成する。ｎは自然数である。造形実行部５１０は、造形データに表された造形パスに沿ってノズル６１をステージ３００に対して移動させながらノズル６１から造形材料を吐出させることによって、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層を形成する。本実施形態では、ノズル６１から摂氏２５０度の温度で造形材料が吐出される。後述するように、ステップＳ１３０の処理は、複数回実行される。１回目のステップＳ１３０では、造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１の第１層ＬＹ１を形成し、２回目のステップＳ１３０では、造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１の第２層ＬＹ２を形成する。なお、ステップＳ１３０によって実行される制御のことを第１制御と呼ぶことがある。

【００４７】

ステップＳ１４０にて、造形実行部５１０は、温度センサー２２０によって第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度を計測する。本実施形態では、造形実行部５１０は、位置変更部４００を制御することによって第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度を計測可能な位置に温度センサー２２０を移動させた後、温度センサー２２０によって第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度を計測する。

【００４８】

ステップＳ１５０にて、造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であるか否かを判定する。本実施形態では、造形実行部５１０は、温度センサー２２０によって計測された第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度と第１関係データとに基づいて算出される粘度が造形データに表された造形材料の粘度の目標値以下である場合に、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断する。この粘度の目標値は、第ｎ層が自重で所定量以上潰れる値に設定される。本実施形態では、粘度の目標値は、１０００００Ｐａ・ｓｅｃである。そのため、調整後の出力で温度調整部２１０が第ｎ層を加熱することによって、第ｎ層の温度は、摂氏１３０度以上に保たれる。

【００４９】

ステップＳ１５０にて第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断されなかった場合、造形実行部５１０は、ステップＳ１５５にて、温度調整部２１０の出力を上昇させる。その後、造形実行部５１０は、ステップＳ１４０に処理を戻して、温度センサー２２０によって第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度を計測し、ステップＳ１５０にて第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定値以下であるか否かを判定する。造形実行部５１０は、ステップＳ１５０にて第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断されるまで、ステップＳ１５５、ステップＳ１４０、および、ステップＳ１５０の処理を繰り返す。つまり、本実施形態では、造形実行部５１０は、温度センサー２２０によって計測される第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度と第１関係データとに基づいて算出される第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が予め定められた粘度以下になるように、温度センサー２２０によって第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度を計測しつつ温度調整部２１０の出力を調整する。造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断されたときの、温度調整部２１０の出力を記憶部５２０に記憶する。なお、ステップＳ１５５、ステップＳ１４０、および、ステップＳ１５０によって実行される制御のことを第２制御と呼ぶことがある。

【００５０】

ステップＳ１５０にて第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断された場合、ステップＳ１６０にて、造形実行部５１０は、ノズル６１から造形材料を吐出させることによって、第２造形物ＯＢ２の第ｎ層のうち、既に形成された第ｎ層の部分に隣り合わない部分を形成する。本実施形態においては、第１部分は、第２造形物の最外殻

を形成する部分であってもよい。なお、第１部分は、第２造形物のうち、最初に形成される造形パスを含む部分であればよい。図８に示した例では、造形パス要素ＰＥ９～ＰＥ１２に沿って形成される部分が第１部分である。造形実行部５１０は、造形データに表された造形パスに沿ってノズル６１をステージ３００に対して移動させながらノズル６１から造形材料を吐出させることによって第１部分を形成する。本実施形態では、第１部分を形成する際、造形実行部５１０は、記憶部５２０に記憶された出力の目標値に従って温度調整部２１０を運転する。なお、第１部分を形成する際には、造形実行部５１０は、温度調整部２１０の出力を一時的にオフにしてもよい。ステップＳ１６０によって実行される制御のことを第３制御と呼ぶことがある。

【００５１】

ステップＳ１７０にて、造形実行部５１０は、記憶部５２０に記憶された出力の目標値に従って温度調整部２１０を運転することによって、第２造形物ＯＢ２の第ｎ層のうちの既に形成された部分を加熱しつつ、ノズル６１から造形材料を吐出することによって、第２造形物ＯＢ２の第ｎ層のうち、既に形成された部分に隣り合う部分を形成する。第２造形物ＯＢ２の第ｎ層のうち、既に形成された部分に隣り合う部分のことを第２部分と呼ぶ。図８に示した例では、造形パス要素ＰＥ１３～ＰＥ２０に沿って形成される部分が第２部分である。造形実行部５１０は、造形データに表された造形パスに沿ってノズル６１をステージ３００に対して移動させながらノズル６１から造形材料を吐出させることによって第２部分を形成する。なお、ステップＳ１７０によって実行される制御のことを第４制御と呼ぶことがある。

【００５２】

ステップＳ１８０にて、造形実行部５１０は、全ての層の形成が終了したか否かを判定する。造形実行部５１０は、造形データを参照することによって、全ての層の形成が終了したか否かを判断できる。ステップＳ１８０にて全ての層の形成が終了したと判断されなかった場合、造形実行部５１０は、位置変更部４００を制御することによって、第ｎ層の厚み分、ノズル６１とステージ３００との間隔を広げた後、ステップＳ１３０に処理を戻して、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の第ｎ＋１層を形成する。造形実行部５１０は、例えば、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の第１層ＬＹ１を形成した後には第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の第２層ＬＹ２を形成し、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の第２層ＬＹ２を形成した後には第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の第３層ＬＹ３を形成する。造形実行部５１０は、ステップＳ１８０にて全ての層の形成が終了したと判断されるまでステップＳ１３０からステップＳ１８０までの処理を繰り返すことによって、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の全ての層を形成する。ステップＳ１８０にて全ての層の形成が終了したと判断された場合、造形実行部５１０は、この処理を終了する。

【００５３】

図１０は、上述した三次元造形処理によって第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２が形成される様子を模式的に示す説明図である。図１１は、図１０におけるＸＩ－ＸＩ線断面図である。図９に示した三次元造形処理のステップＳ１３０、ステップＳ１６０、および、ステップＳ１７０において、造形実行部５１０は、図１０に示すように、ステージ３００とノズル６１との相対的な位置を変化させながら、ノズル６１から造形材料ＭＭを吐出させる。この際、造形実行部５１０は、ステージ３００の造形面３０１とノズル６１の先端面６３との間隔を一定に保ったまま、ステージ３００とノズル６１との相対的な位置を変化させる。ノズル６１から吐出された造形材料ＭＭは、ノズル６１の移動経路に沿って、線状の形態でステージ３００上に堆積する。ステージ３００上に堆積した造形材料ＭＭは、自重によって潰れた後、冷えて硬化する。

【００５４】

造形実行部５１０は、図９に示したステップＳ１３０からステップＳ１８０までの処理を繰り返すことによって、造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２の層ＭＬを形成し、ステージ３００に対するノズル６１の位置を＋Ｚ方向に移動させ、

これまでに形成された層ＭＬの上に、さらに層ＭＬを積み重ねることによって第１造形物ＯＢ１および第２造形物ＯＢ２を形成していく。

【００５５】

図１１に示すように、層ＭＬとステージ３００の造形面３０１との間の距離が遠くなるほど、ステージヒーター３１０からの熱が層ＭＬに伝わりにくくなる。そのため、温度調整部２１０の出力を変更しない場合には、ノズル６１から吐出された造形材料ＭＭが冷えて造形材料ＭＭの粘度が上昇しやすくなる。造形材料ＭＭの粘度が上昇すると、造形材料ＭＭが潰れにくくなる。三次元造形装置１００を構成する各部材の組付精度などにより、ノズル６１の先端面６３とステージ３００の造形面３０１とを完全な平行に保つことは困難である。そのため、造形材料ＭＭが潰れにくくなると、層ＭＬの形成中に、ノズル６１が層ＭＬに接触する可能性がある。

【００５６】

本実施形態では、造形実行部５１０は、ステップＳ１４０からステップＳ１５５までの処理が実行されることによって、造形材料ＭＭの粘度が１０００００Ｐａ・ｓｅｃ以下になるように、温度調整部２１０の出力が調整される。既に形成された第１部分Ｐ１に隣り合う第２部分Ｐ２の形成に先立って、出力を調整された温度調整部２１０によって第１部分Ｐ１が加熱される。温度調整部２１０からの加熱によって、第１部分Ｐ１の温度は、造形材料ＭＭの粘度が１０００００Ｐａ・ｓｅｃ以下になる摂氏１３０度以上に保たれる。造形材料ＭＭの粘度が１０００００Ｐａ・ｓｅｃ以下である場合には、造形材料ＭＭが自重で潰れやすい。そのため、Ｚ方向におけるノズル６１と第１部分Ｐ１との間隔Ｇが確保される。

【００５７】

以上で説明した本実施形態における三次元造形装置１００によれば、造形実行部５１０は、第２造形物ＯＢ２の層ＭＬのうちの第２部分Ｐ２の形成に先立って、出力を調整された温度調整部２１０を用いて第２造形物ＯＢ２の層ＭＬのうちの第１部分Ｐ１の温度を調整することによって、第１部分Ｐ１の粘度を低くして第１部分Ｐ１を自重で潰れさせ、ノズル６１と第１部分Ｐ１との間隔Ｇを広げることができる。そのため、第２部分Ｐ２を形成する際にノズル６１が第１部分Ｐ１に接触することに起因して第２造形物ＯＢ２の形状が崩れることを抑制できる。さらに、本実施形態では、非接触式の温度センサー２２０によって計測された第１部分Ｐ１の温度を用いて温度調整部２１０の出力を調整するので、第１部分Ｐ１の温度を計測する際に三次元造形物の形状が崩れることを抑制できる。

【００５８】

また、本実施形態では、温度調整部２１０は、ステージ３００の造形面３０１を均一に加熱するヒーターによって構成されているので、造形面３０１上に形成される第２造形物ＯＢ２のうちの第１部分Ｐ１を温度調整部２１０によって均一に加熱することができる。特に、本実施形態では、第２造形物ＯＢ２の第１部分Ｐ１にレーザーを点状に照射して第１部分Ｐ１を加熱する形態に比べて、第１部分Ｐ１の広範囲を均等に加熱できる。また、レーザーを照射して第１部分Ｐ１を点状に加熱する形態に比べて、簡易な制御で、狙いの位置を加熱することができる。

【００５９】

また、本実施形態では、温度調整部２１０が造形部２００に固定されているので、ノズル６１と温度調整部２１０の相対位置を変化させずに、ノズル６１と温度調整部２１０とを移動させることができる。そのため、温度調整部２１０によってノズル６１の移動が阻害されることを抑制できる。

【００６０】

また、本実施形態では、温度調整部２１０の外周縁は、ノズル６１からステージ３００に向かう－Ｚ方向に視たときに、ノズル６１に対してステージ３００が移動する領域の外側に配置されている。そのため、ノズル６１に対するステージ３００の相対位置が位置変更部４００によっていずれの位置に変更されても、温度調整部２１０の外周縁よりも内側にステージ３００が配置されるので、ステージ３００上に形成される第２造形物ＯＢ２の

うちの第１部分Ｐ１の温度を温度調整部２１０によって調整しやすくできる。
【００６１】
Ｂ．第２実施形態：
図１２は、第２関係データの一例を示す説明図である。第２実施形態では、制御部５００が、第１関係データおよび第２関係データを用いて、温度調整部２１０の出力を調整することが第１実施形態とは異なる。その他の構成については、特に説明しない限り、第１実施形態と同じである。
【００６２】
本実施形態では、記憶部５２０には、第１関係データと第２関係データとが記憶されている。第２関係データには、材料の温度と剥離強度との関係が表されている。第２関係データは、予め行われる試験によって作成できる。本実施形態では、第２関係データは、関数で表されている。第２関係データは、関数ではなく、マップで表されてもよい。
【００６３】
図１２には、材料の温度と剥離強度との関係を示すグラフが表されている。図１２において、横軸は、温度を表しており、縦軸は、剥離強度を表している。一般に、温度が高いほど、剥離強度は高くなる。図１２には、一例として、ＡＢＳ樹脂の剥離強度が表されている。
【００６４】
本実施形態では、造形実行部５１０は、図９に示した三次元造形処理と同様の三次元造形処理を実行する。ただし、本実施形態の三次元造形処理では、図９に示したステップＳ１５０において、造形実行部５１０は、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であり、かつ、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の剥離強度が所定の強度以上であるという条件を満足するか否かを判定する。本実施形態では、造形実行部５１０は、温度センサー２２０によって計測された第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度と第１関係データとに基づいて算出される粘度が造形データに表された造形材料の粘度の目標値以下である場合に、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の粘度が所定の粘度以下であると判断する。造形実行部５１０は、温度センサー２２０によって計測された第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の温度と第２関係データとに基づいて算出される剥離強度が造形データに表された造形材料の剥離強度の目標値以上である場合に、第１造形物ＯＢ１の第ｎ層の剥離強度が所定の強度以上あると判断する。
【００６５】
以上で説明した本実施形態における三次元造形装置１００によれば、造形実行部５１０は、三次元造形処理において、温度センサー２２０によって計測された温度と第１関係データとに基づいて粘度を算出し、温度センサー２２０によって計測された温度と第２関係データとに基づいて剥離強度を算出し、粘度が所定値以下であり、かつ、剥離強度が所定値以上であるという条件を満足するように、温度調整部２１０の出力を調整する。そのため、第２造形物ＯＢ２の強度を高めることができる。なお、本実施形態において、造形実行部５１０は、図１２に示した三次元造形処理と同様の三次元造形処理を実行してもよい。この場合、図１２に示したステップＳ２５０において、造形実行部５１０は、造形物ＯＢの第ｎ層のうちの第１部分の粘度が所定の粘度以下であり、かつ、造形物ＯＢの第ｎ層のうちの第１部分の剥離強度が所定の強度以上であるという条件を満足するか否かを判定する。この処理により、造形物ＯＢの強度を高めることができる。
【００６６】
Ｃ．他の実施形態：
（Ｃ１）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、ステージ３００には、ステージヒーター３１０が設けられている。これに対して、ステージ３００に、ステージヒーター３１０が設けられていなくてもよい。
【００６７】
（Ｃ２）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、温度調整部２１０は、ステージ３００の造形面３０１の全域を均一に加熱可能に構成されている。つまり、温度調整部

２１０は、造形面３０１上に形成された造形材料の層の全域を均一に加熱可能に構成されている。これに対して、温度調整部２１０は、造形面３０１の全域、つまり、造形面３０１に形成された造形材料の層を均一に加熱可能に構成されていなくてもよい。この場合、温度調整部２１０は、例えば、レーザーを照射して造形材料の層を局所的に加熱するように構成されてもよい。

【００６８】

（Ｃ３）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、温度調整部２１０は、造形部２００に固定されている。これに対して、温度調整部２１０は、造形部２００に固定されていなくてもよい。この場合、温度調整部２１０は、例えば、Ｘ，Ｙ，Ｚの３方向に移動可能に支持されて、造形部２００とは別個に移動されてもよい。

【００６９】

（Ｃ４）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、温度調整部２１０の外周縁は、ノズル６１からステージ３００に向かう－Ｚ方向に視たときに、ノズル６１に対してステージ３００が移動する領域の外側に配置されている。これに対して、温度調整部２１０の外周縁は、ノズル６１からステージ３００に向かう－Ｚ方向に視たときに、ノズル６１に対してステージ３００が移動する領域の外側に配置されていなくてもよい。例えば、ノズル６１に対してステージ３００が移動することによって、－Ｚ方向に視たときに、ステージ３００の一部または全部が温度調整部２１０の外周縁よりも外側に位置してもよい。

【００７０】

（Ｃ５）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、可塑化部３０は、フラットスクリュー４０を備えており、フラットスクリュー４０の回転によって材料ＭＲを可塑化している。これに対して、可塑化部３０は、フラットスクリュー４０ではなく、例えば、側面部分に螺旋溝を有するインラインスクリューを備え、インラインスクリューの回転によって材料ＭＲを可塑化してもよい。フラットスクリュー４０やインラインスクリューを用いずに、材料フィラメントをヒーターによる加熱によって可塑化してもよい。

【００７１】

（Ｃ６）上述した各実施形態の三次元造形装置１００では、ペレット状のＡＢＳ樹脂が材料ＭＲとして用いられたが、造形部２００において用いられる材料ＭＲとしては、例えば、熱可塑性を有する材料や、金属材料、セラミック材料等の種々の材料を主材料として三次元造形物を形成する材料を採用することもできる。ここで、「主材料」とは、三次元造形物の形状を形作っている中心となる材料を意味し、三次元造形物において５０重量％以上の含有率を占める材料を意味する。上述した造形材料には、それらの主材料を単体で溶融したものや、主材料とともに含有される一部の成分が溶融してペースト状にされたものが含まれる。

【００７２】

主材料として熱可塑性を有する材料を用いる場合には、可塑化部３０において、当該材料が可塑化することによって造形材料が生成される。「可塑化」とは、熱可塑性を有する材料に熱が加わり溶融することを意味する。また、「溶融」とは、熱可塑性を有する材料がガラス転移点以上の温度に加熱されることにより軟化し、流動性が発現することをも意味する。

【００７３】

熱可塑性を有する材料としては、例えば、下記のいずれか一つまたは２以上を組み合わせた熱可塑性樹脂材料を用いることができる。＜熱可塑性樹脂材料の例＞ポリプロピレン樹脂（ＰＰ）、ポリエチレン樹脂（ＰＥ）、ポリアセタール樹脂（ＰＯＭ）、ポリ塩化ビニル樹脂（ＰＶＣ）、ポリアミド樹脂（ＰＡ）、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂（ＡＢＳ）、ポリ乳酸樹脂（ＰＬＡ）、ポリフェニレンサルファイド樹脂（ＰＰＳ）、ポリカーボネート（ＰＣ）、変性ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンテレフタレートなどの汎用エンジニアリングプラスチック、ポリサルフォン、ポリエーテルサルフォン、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン（ＰＥＥ

Ｋ）などのエンジニアリングプラスチック。
【００７４】
熱可塑性を有する材料には、顔料や、金属、セラミック、その他に、ワックス、難燃剤、酸化防止剤、熱安定剤などの添加剤等が混入されていてもよい。熱可塑性を有する材料は、可塑化部３０において、フラットスクリュー４０の回転と可塑化ヒーター５８の加熱によって可塑化されて溶融した状態に転化される。また、そのように生成された造形材料は、ノズル６１から吐出された後、温度の低下によって硬化する。
【００７５】
熱可塑性を有する材料は、そのガラス転移点以上に加熱されて完全に溶融した状態でノズル６１から吐出されることが望ましい。尚、「完全に溶融した状態」とは、未溶融の熱可塑性を有する材料が存在しない状態を意味し、例えばペレット状の熱可塑性樹脂を材料に用いた場合、ペレット状の固形物が残存しない状態のことを意味する。
【００７６】
造形部２００では、上述した熱可塑性を有する材料の代わりに、例えば、以下の金属材料が主材料として用いられてもよい。この場合には、下記の金属材料を粉末状にした粉末材料に、造形材料の生成の際に溶融する成分が混合されて、可塑化部３０に投入されることが望ましい。＜金属材料の例＞マグネシウム（Ｍｇ）、鉄（Ｆｅ）、コバルト（Ｃｏ）やクロム（Ｃｒ）、アルミニウム（Ａｌ）、チタン（Ｔｉ）、銅（Ｃｕ）、ニッケル（Ｎｉ）の単一の金属、もしくはこれらの金属を１つ以上含む合金。＜合金の例＞マルエージング鋼、ステンレス、コバルトクロムモリブデン、チタニウム合金、ニッケル合金、アルミニウム合金、コバルト合金、コバルトクロム合金。
【００７７】
造形部２００においては、上記の金属材料の代わりに、セラミック材料を主材料として用いることが可能である。セラミック材料としては、例えば、二酸化ケイ素、二酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化ジルコニウムなどの酸化物セラミックスや、窒化アルミニウムなどの非酸化物セラミックスなどが使用可能である。主材料として、上述したような金属材料やセラミック材料を用いる場合には、ステージ３００に配置された造形材料は、例えばレーザーの照射や温風などによる焼結によって硬化されてもよい。
【００７８】
材料供給部２０に投入される金属材料やセラミック材料の粉末材料は、単一の金属の粉末や合金の粉末、セラミック材料の粉末を、複数種類、混合した混合材料であってもよい。
【００７９】
材料供給部２０に投入される金属材料やセラミック材料の粉末材料には、例えば、以下のような溶剤を添加することもできる。溶剤は、下記の中から選択される１種または２種以上を組み合わせて用いることができる。＜溶剤の例＞水；エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル等の（ポリ）アルキレングリコールモノアルキルエーテル類；酢酸エチル、酢酸ｎ－プロピル、酢酸ｉｓｏ－プロピル、酢酸ｎ－ブチル、酢酸ｉｓｏ－ブチル等の酢酸エステル類；ベンゼン、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類；メチルエチルケトン、アセトン、メチルイソブチルケトン、エチル－ｎ－ブチルケトン、ジイソプロピルケトン、アセチルアセトン等のケトン類；エタノール、プロパノール、ブタノール等のアルコール類；テトラアルキルアンモニウムアセテート類；ジメチルスルホキシド、ジエチルスルホキシド等のスルホキシド系溶剤；ピリジン、γ－ピコリン、２，６－ルチジン等のピリジン系溶剤；テトラアルキルアンモニウムアセテート（例えば、テトラブチルアンモニウムアセテート等）；ブチルカルビトールアセテート等のイオン液体等。
【００８０】
その他に、材料供給部２０に投入される金属材料やセラミック材料の粉末材料には、例えば、以下のようなバインダーを添加することもできる。＜バインダーの例＞アクリル樹脂、エポキシ樹脂、シリコーン樹脂、セルロース系樹脂或いはその他の合成樹脂又はＰＬ

Ａ（ポリ乳酸）、ＰＡ（ポリアミド）、ＰＰＳ（ポリフェニレンサルファイド）、ＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）或いはその他の熱可塑性樹脂。

【００８１】

Ｅ．他の形態：

本開示は、上述した実施形態に限られるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において種々の形態で実現することができる。例えば、本開示は、以下の形態によっても実現可能である。以下に記載した各形態中の技術的特徴に対応する上記実施形態中の技術的特徴は、本開示の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、本開示の効果の一部又は全部を達成するために、適宜、差し替えや、組み合わせを行うことが可能である。また、その技術的特徴が本明細書中に必須なものとして説明されていなければ、適宜、削除することが可能である。

【００８２】

（１）本開示の第１の形態によれば、三次元造形装置が提供される。この三次元造形装置は、ステージと、溶融した材料を前記ステージに向かって吐出する吐出部と、前記ステージと前記吐出部との相対的な位置を変更する位置変更部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を調整する温度調整部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を計測する温度センサーと、前記材料の温度と前記材料の粘度との関係を表す第１関係データが記憶された記憶部と、前記吐出部と前記位置変更部と前記温度調整部とを制御することによって、前記ステージ上に第１造形物と第２造形物とを形成する制御部と、を備える。前記制御部は、前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第１造形物を造形する第１制御と、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１造形物の粘度が予め定められた粘度以下になるように、前記温度センサーによって前記第１造形物の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整する第２制御と、前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物のうちの第１部分を形成する第３制御と、前記第２制御において調整された出力で前記温度調整部によって前記第１部分の温度を調整しつつ前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記第２造形物のうちの前記第１部分に隣り合う部分である第２部分を形成する第４制御と、を実行する。　この形態の三次元造形装置によれば、第２造形物の第２部分の形成に先立って、第２制御によって出力を調整された温度調整部を用いて第２造形物の第１部分の温度を調整することによって、第１部分の粘度を低くして第１部分を自重で潰れさせ、吐出部と第１部分との間隔を広げることができる。そのため、第２部分を形成する際に吐出部が第１部分に接触することに起因して第２造形物の形状が崩れることを抑制できる。

【００８３】

（２）上記形態の三次元造形装置において、前記温度調整部は、前記ステージを均一に加熱するヒーターによって構成されてもよい。　この形態の三次元造形装置によれば、ステージ上に形成される第２造形物のうちの第１部分を温度調整部によって均一に加熱することができる。

【００８４】

（３）上記形態の三次元造形装置において、前記温度調整部は、前記吐出部に固定されてもよい。　この形態の三次元造形装置によれば、温度調整部が吐出部に固定されているので、位置変更部によって、吐出部とともに温度調整部を移動させることができる。

【００８５】

（４）上記形態の三次元造形装置において、前記温度調整部の外周縁は、前記吐出部から前記ステージに向かう方向に視たときに、前記ステージが前記吐出部に対して相対的に移動する領域の外側に配置されてもよい。　この形態の三次元造形装置によれば、吐出部に対するステージの相対位置が位置変更部によっていずれの位置に変更されても、温度調整部の外周縁よりも内側にステージが配置されるので、ステージ上に形成される第２造形物のうちの第１部分の温度を温度調整部によって調整しやすくできる。

【００８６】

（５）上記形態の三次元造形装置において、前記記憶部には、前記材料の温度と、前記材料によって形成された部分同士の間の剥離強度との関係を表す第２関係データが記憶されており、前記制御部は、前記第２制御にて、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１造形物の粘度が予め定められた粘度以下になり、かつ、前記温度センサーによって計測される前記第１造形物の温度と前記第２関係データとに基づいて算出される前記剥離強度が予め定められた強度以上になるように、前記温度センサーによって前記第１造形物の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整してもよい。　この形態の三次元造形装置によれば、第２造形物を構成する第１部分と第２部分との剥離強度を高めることによって、第２造形物の強度を高めることができる。

【００８７】

（６）本開示の第２の形態によれば、三次元造形装置される。この三次元造形装置は、ステージと、溶融した材料を前記ステージに向かって吐出する吐出部と、前記ステージと前記吐出部との相対的な位置を変更する位置変更部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を調整する温度調整部と、前記ステージに吐出された前記材料の温度を計測する温度センサーと、前記材料の温度と前記材料の粘度との関係を表す第１関係データが記憶された記憶部と、前記吐出部と前記位置変更部と前記温度調整部とを制御することによって、前記ステージ上に造形物を形成する制御部と、を備える。前記制御部は、前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記造形物のうちの第１部分を形成する第１制御と、前記温度センサーによって計測される前記第１部分の温度と前記第１関係データとに基づいて算出される前記第１部分の粘度が予め定められた粘度以下になるように、前記温度センサーによって前記第１部分の温度を計測しつつ前記温度調整部の出力を調整する第２制御と、前記第２制御において調整された出力で前記温度調整部によって前記第１部分の温度を調整しつつ前記吐出部から前記材料を吐出することによって、前記造形物のうちの前記第１部分に隣り合う部分である第２部分を形成する第３制御と、を実行する。　この形態の三次元造形装置によれば、造形物の第２部分の形成に先立って、第２制御によって出力を調整された温度調整部を用いて造形物の第１部分の温度を調整することによって、第１部分の粘度を低くして第１部分を自重で潰れさせ、吐出部と第１部分との間隔を広げることができる。そのため、第２部分を形成する際に吐出部が第１部分に接触することに起因して造形物の形状が崩れることを抑制できる。

【００８８】

本開示は、三次元造形装置以外の種々の形態で実現することも可能である。例えば、三次元造形物の製造方法等の形態で実現することができる。

【符号の説明】

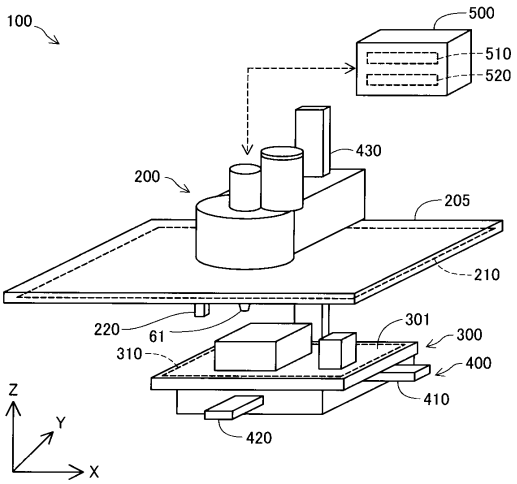
【００８９】

２０…材料供給部、２２…供給路、３０…可塑化部、３１…スクリューケース、３２…駆動モーター、４０…フラットスクリュー、４２…溝形成面、４３…側面、４４…材料導入口、４５…溝部、４６…凸条部、４７…中央部、５０…バレル、５２…スクリュー対向面、５４…案内溝、５６…連通孔、５８…可塑化ヒーター、６０…吐出部、６１…ノズル、６２…ノズル孔、６３…先端面、６５…流路、７０…吐出量調整部、７２…駆動シャフト、７３…弁体、７４…バルブ駆動部、１００…三次元造形装置、２００…造形部、２０５…支持部、２１０…温度調整部、２２０…温度センサー、３００…ステージ、３０１…造形面、３１０…ステージヒーター、４００…位置変更部、４１０…第１電動アクチュエーター、４２０…第２電動アクチュエーター、４３０…第３電動アクチュエーター、５００…制御部、５１０…造形実行部、５２０…記憶部

【図面】

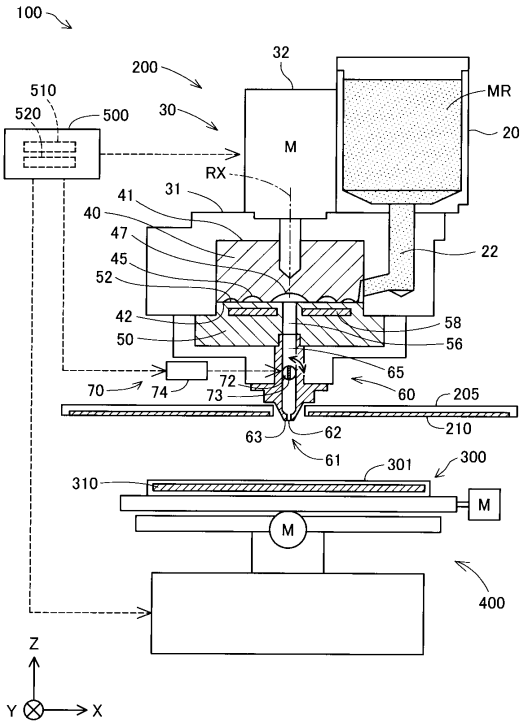
【図１】

Fig.1



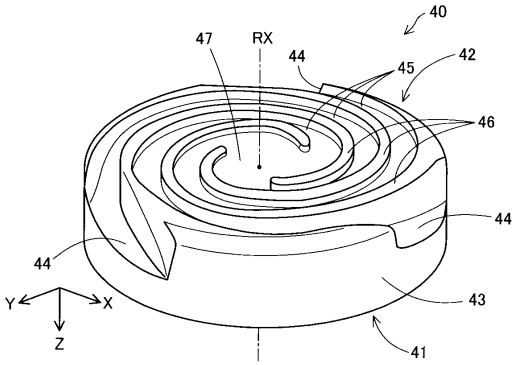
【図２】

Fig.2



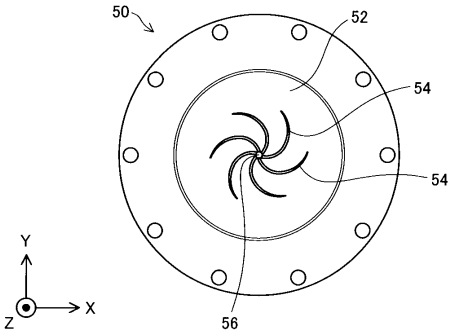
【図３】

Fig.3



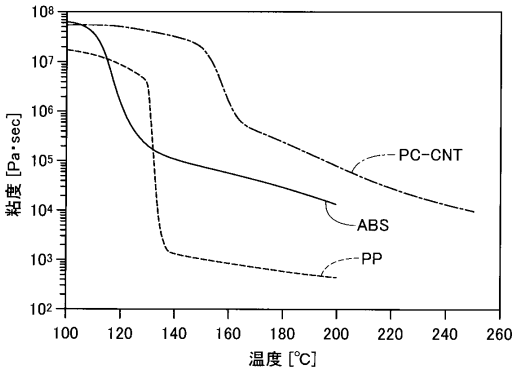
【図４】

Fig.4



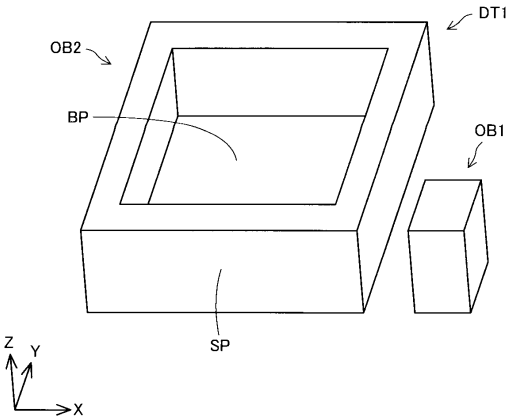
【図５】

Fig.5



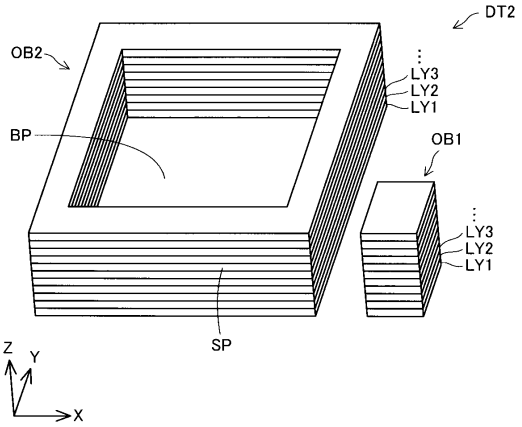
【図６】

Fig.6



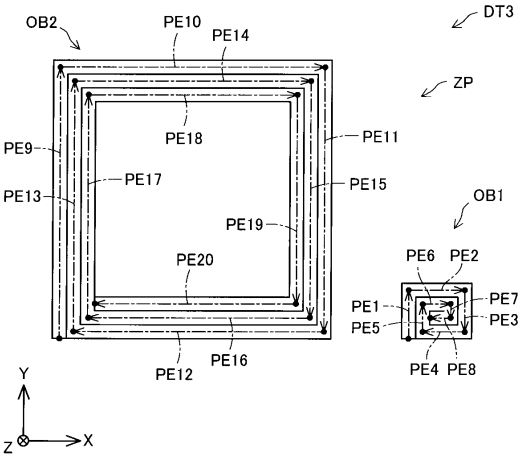
【図７】

Fig.7



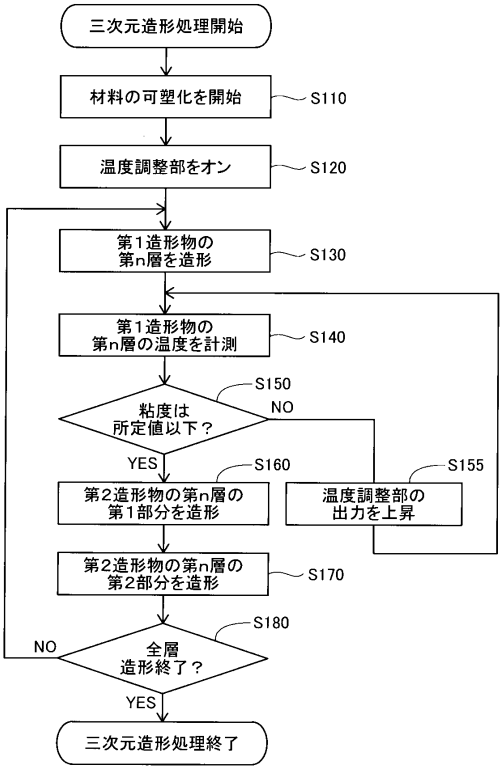
【図８】

Fig.8



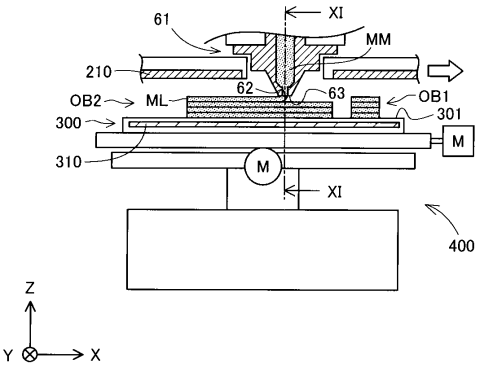
【図９】

Fig.9



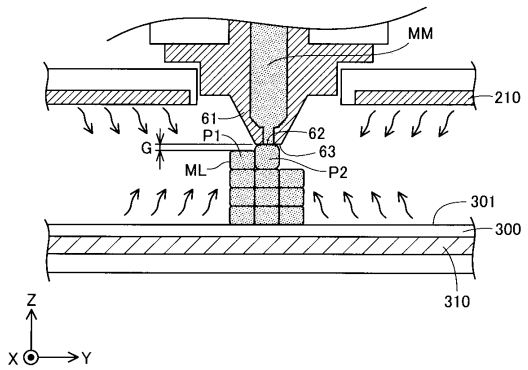
【図１０】

Fig.10



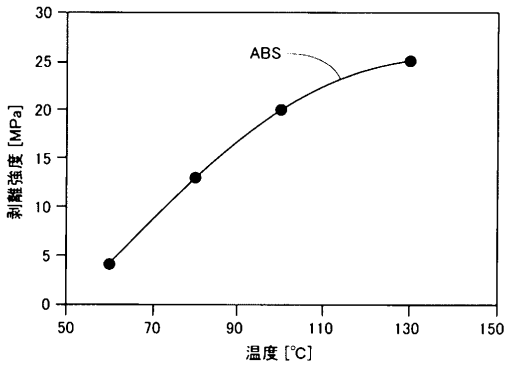
【図１１】

Fig.11



【図１２】

Fig.12



フロントページの続き

(51)国際特許分類		FI	
B33Y	*30/00 (2015.01)*	B33Y	30/00
B22F	*3/16 (2006.01)*	B22F	3/16
B22F	*3/105(2006.01)*	B22F	3/105
B28B	*1/30 (2006.01)*	B28B	1/30

(56)参考文献 特開２０１８－０８６８２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－１３１７００（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)

Ｂ２９Ｃ ６４／３９３
Ｂ３３Ｙ ５０／０２
Ｂ２９Ｃ ６４／１０６
Ｂ３３Ｙ １０／００
Ｂ２９Ｃ ６４／２０９
Ｂ３３Ｙ ３０／００
Ｂ２２Ｆ ３／１６
Ｂ２２Ｆ ３／１０５
Ｂ２８Ｂ １／３０