

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7516953号
(P7516953)

(45)発行日 令和6年7月17日(2024.7.17)

(24)登録日 令和6年7月8日(2024.7.8)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 9 C	64/321 (2017.01)	B 2 9 C	64/321
B 2 9 C	64/106 (2017.01)	B 2 9 C	64/106
B 2 9 C	64/343 (2017.01)	B 2 9 C	64/343
B 2 9 C	64/393 (2017.01)	B 2 9 C	64/393
B 2 9 C	64/209 (2017.01)	B 2 9 C	64/209
請求項の数 9 (全29頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-127035(P2020-127035)	(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
(22)出願日	令和2年7月28日(2020.7.28)	(74)代理人	110000028 弁理士法人明成国際特許事務所
(65)公開番号	特開2022-24436(P2022-24436A)	(72)発明者	姉川 賢太 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
(43)公開日	令和4年2月9日(2022.2.9)	(72)発明者	林 里緒奈 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
審査請求日	令和5年5月15日(2023.5.15)	審査官	高 橋 理絵
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 三次元造形装置および三次元造形物の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】
三次元造形装置であって、
スクリューを有し、前記スクリューの回転によって材料を可塑化して可塑化材料を生成する可塑化部と、
前記可塑化材料が堆積される堆積面を有するステージと、
前記ステージの前記堆積面に平行な第1軸に沿って並んで配置された複数のノズルを有し、前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑化材料を吐出する吐出部と、
前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の吐出量を調節する吐出量調節部と、
前記ステージの前記堆積面に平行で前記第1軸と交差する第2軸に沿って、前記吐出部を前記ステージに対して相対移動させる移動部と、
前記ステージの前記堆積面に堆積した前記可塑化材料によって形成される造形層を平坦化する平坦化部と、
制御部と、
を備え、
前記制御部は、
前記スクリューの回転速度を制御する第1制御と、前記吐出量調節部によって前記吐出量を制御する第2制御と、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を制御する第3制御とのうちの少なくともいずれか一つの制御を、前記複数のノズルからの前記可塑化材料の吐出状態に基づいて実行して、前記造形層を前記ステージ上に積層し、

10

20

前記移動部を制御して、前記平坦化部によって平坦化される前の前記造形層を前記ノズルの先端部で押圧する、

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、

前記吐出部は、前記可塑化部に連通する共通流路と、前記共通流路に連通する複数の分岐流路と、前記分岐流路と前記ノズルとを連通する複数の個別流路とを有し、

前記吐出量調節部は、前記複数のノズルのそれぞれに対応する前記個別流路に設けられた複数のバルブを有し、

前記制御部は、前記複数のバルブの開度を制御することによって、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の前記吐出量を調節する、三次元造形装置。

10

【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、

前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の吐出の停止と開始とを示す状態に基づいて実行し、

前記制御部は、前記複数のノズルのうち、前記可塑化材料の吐出を停止状態にするノズルの数を増加させる場合、

前記第 1 制御を実行する場合には、前記スクリュウの回転速度を減少させ、

前記第 2 制御を実行する場合には、前記吐出量が減少するように前記吐出量調節部を調整し、

20

前記第 3 制御を実行する場合には、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を増加させる、三次元造形装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の三次元造形装置であって、

前記吐出部は、前記複数のノズルのそれぞれに連通する複数の個別流路と、前記複数の個別流路のそれぞれの圧力を計測する複数の第 1 計測部とを有し、

前記複数の第 1 計測部は、前記複数の個別流路のうち、前記吐出量調節部よりも上流の位置に配置されており、

前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記複数の第 1 計測部によって計測される圧力を示す状態に基づいて実行し、

30

前記制御部は、前記第 1 計測部によって計測される圧力が増加した場合に、

前記第 1 制御を実行する場合には、前記スクリュウの回転速度を減少させ、

前記第 2 制御を実行する場合には、前記吐出量が減少するように前記吐出量調節部を調整し、

前記第 3 制御を実行する場合には、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を増加させる、三次元造形装置。

【請求項 5】

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、

前記複数のノズルのそれぞれから吐出された前記可塑化材料の前記吐出量または線幅を計測する第 2 計測部を備え、

40

前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記第 2 計測部によって計測される前記吐出量または前記線幅を示す状態に基づいて実行し、

前記制御部は、前記第 2 計測部によって計測される前記吐出量または前記線幅が増加した場合に、

前記第 1 制御を実行する場合には、前記スクリュウの回転速度を減少させ、

前記第 2 制御を実行する場合には、前記吐出量が減少するように前記吐出量調節部を調整し、

50

前記第 3 制御を実行する場合には、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を増加させる、三次元造形装置。

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の三次元造形装置であって、
前記堆積面に垂直な方向から見て前記複数のノズルを挟むように設けられ、前記ステージ上に積層された前記造形層を加熱する機能と前記ステージ上に積層された前記造形層を冷却する機能とを有する一対の加熱冷却部と、

前記堆積面に垂直な方向から見て前記複数のノズル及び前記一対の加熱冷却部を挟むように設けられ、前記ステージ上に積層された前記造形層の表面自由エネルギーを高める一対の表面活性化部と、

をさらに備え、

前記平坦化部は、前記堆積面に垂直な方向から見て前記複数のノズルと前記加熱冷却部との間に配置され、前記複数のノズルを挟むように一対で設けられている、三次元造形装置。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の三次元造形装置であって、
前記堆積面に垂直な方向から見て前記複数のノズルを挟むように設けられ、前記ステージ上に積層された前記造形層を加熱する機能と前記ステージ上に積層された前記造形層を冷却する機能とを有する一対の加熱冷却部をさらに備え、

前記平坦化部は、前記堆積面に垂直な方向から見て前記複数のノズルと前記加熱冷却部との間に配置され、前記複数のノズルを挟むように一対で設けられており、

前記制御部は、前記一対の加熱冷却部を制御して、前記造形層を形成する際の前記ステージに対する前記吐出部の前記第 2 軸に沿った移動方向において前記複数のノズルよりも前方に配置された前記加熱冷却部によって前記ステージ上に積層された前記造形層を加熱し、前記移動方向において前記複数のノズルよりも後方に配置された前記加熱冷却部によって前記ステージ上に積層された前記造形層を冷却する、三次元造形装置。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の三次元造形装置であって、
前記可塑化部、前記吐出部、および、前記吐出量調節部を各々備える第 1 造形部および第 2 造形部を有し、

前記第 1 造形部の前記複数のノズル、および、前記第 2 造形部の前記複数のノズルは、前記第 1 軸に沿って互いに隣り合って配置されており、

前記移動部は、前記第 1 造形部と前記第 2 造形部とを一体として前記ステージに対して相対移動させ、

前記制御部は、前記吐出状態としての、前記複数のノズルのうちの前記可塑化材料の吐出を停止状態にするノズルの数を、前記第 1 造形部および前記第 2 造形部において増加させる場合であって、前記第 2 造形部における前記停止状態にするノズルの数を前記第 1 造形部における前記停止状態にするノズルの数よりも少なくする場合、

前記第 2 造形部により前記堆積面に堆積する前記可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が、前記第 2 造形部における前記停止状態にするノズルの数の変更前後で同じになるように、前記第 1 造形部および前記第 2 造形部の前記ステージに対する相対速度を増加させるとともに、

前記第 1 造形部により前記堆積面に堆積する前記可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が、前記第 1 造形部における前記停止状態にするノズルの数の変更前後で同じになるように、前記第 1 造形部の前記スクリュウの回転速度を減少させる、三次元造形装置。

【請求項 9】

第 1 軸に沿って並んで配置された複数のノズルから前記第 1 軸に平行な堆積面に向かって可塑化材料を吐出させて、前記可塑化材料によって形成される造形層を前記堆積面上に積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、

スクリュウの回転によって材料を可塑化して前記可塑化材料を生成する第 1 工程と、

10

20

30

40

50

前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑性材料の吐出量を調節する第2工程と、
前記堆積面に平行で前記第1軸と交差する第2軸に沿って前記複数のノズルを前記堆積面に対して相対移動させつつ前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑性材料を吐出する第3工程と、
前記堆積面に堆積した前記可塑性材料によって形成される造形層を平坦化する第4工程と、

を備え、

前記第1工程における前記スクリーンの回転速度と、前記第2工程における前記吐出量と、前記第3工程における前記堆積面に対する前記複数のノズルの相対速度とのうちの少なくとも一つを、前記複数のノズルからの前記可塑性材料の吐出状態に基づいて調節して、前記造形層を前記堆積面上に積層し、

10

前記第3工程では、平坦化される前の前記造形層を前記ノズルの先端部で押圧する、三次元造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、三次元造形装置および三次元造形物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、予熱器で加熱されて熔融した熱可塑性の材料を、予め設定された形状データに従って走査する押出ノズルから基台上に押し出し、基台上で硬化した材料の上に熔融材料を積層して三次元造形物を作成する装置が開示されている。特許文献2には、加熱板にパルス電圧を印加することによって、加熱板を瞬間的に加熱して流路内の材料を熔融させるとともに流路の側壁を構成する薄板に熱歪みを生じさせ、熔融した材料を複数の吐出口から薄板の熱歪みを用いて間欠的に吐出する装置が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2006-192710号公報

【文献】国際公開第2016/185626号

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1のように、1つのノズルから材料を吐出する装置を用いて、一筆書きのようにして三次元造形物を造形する場合、造形時間が長くなる。そこで、特許文献2のように、複数のノズルから材料を吐出する装置を用いることによって造形時間を短期化できる。複数のノズルから材料を吐出する装置を用いて三次元造形物を造形する場合、三次元造形物の形状に応じて各ノズルからの材料の吐出の停止と開始とが切り替えられることが好ましい。しかしながら、例えば、1つの材料供給源から圧送された材料を複数のノズルから同時に吐出可能な装置では、複数のノズルのうちの吐出を停止するノズルの数を変更すると、吐出を停止しないノズルからの材料の吐出量変動して、三次元造形物を寸法精度良く造形できない可能性がある。

40

【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、スクリーンを有し、前記スクリーンの回転によって材料を可塑性して可塑性材料を生成する可塑性部と、前記可塑性材料が堆積される堆積面を有するステージと、前記ステージの前記堆積面に平行な第1軸に沿って並んで配置された複数のノズルを有し、前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑性材料を吐出する吐出部と、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑性材料の吐出量を調節する吐出量調節部と、前記ステージの前記

50

堆積面に平行で前記第 1 軸と交差する第 2 軸に沿って、前記吐出部を前記ステージに対して相対移動させる移動部と、制御部と、を備える。前記制御部は、前記スクリュウの回転速度を制御する第 1 制御と、前記吐出量調節部によって前記吐出量を制御する第 2 制御と、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を制御する第 3 制御とのうちの少なくともいずれか一つの制御を、前記複数のノズルからの前記可塑性材料の吐出状態に基づいて実行して、前記可塑性材料によって形成される造形層を前記ステージ上に積層する。

【0006】

本開示の第 2 の形態によれば、三次元造形物の製造方法が提供される。この三次元造形物の製造方法は、第 1 軸に沿って並んで配置された複数のノズルから前記第 1 軸に平行な堆積面に向かって可塑性材料を吐出させて、前記可塑性材料によって形成される造形層を前記堆積面上に積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、スクリュウの回転によって材料を可塑性して前記可塑性材料を生成する第 1 工程と、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑性材料の吐出量を調節する第 2 工程と、前記堆積面に平行で前記第 1 軸と交差する第 2 軸に沿って前記複数のノズルを前記堆積面に対して相対移動させつつ前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑性材料を吐出する第 3 工程と、を備える。前記第 1 工程における前記スクリュウの回転速度と、前記第 2 工程における前記吐出量と、前記第 3 工程における前記堆積面に対する前記複数のノズルの相対速度とのうちの少なくとも一つを、前記複数のノズルからの前記可塑性材料の吐出状態に基づいて調節して、前記可塑性材料によって形成される造形層を前記堆積面上に積層することを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】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 2】第 1 実施形態の造形部の概略構成を示す底面図。

【図 3】フラットスクリュウ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】吐出部および吐出量調節部の構成を示す上面図。

【図 6】図 5 における VI - VI 線断面図。

【図 7】三次元造形処理の内容を示すフローチャート。

【図 8】堆積量変動抑制処理の内容を示すフローチャート。

【図 9】奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す側面図。

【図 10】奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す第 1 の底面図。

【図 11】奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す第 2 の底面図。

【図 12】偶数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す側面図。

【図 13】第 2 実施形態の三次元造形装置の第 1 計測部の概略構成を示す説明図。

【図 14】第 3 実施形態の三次元造形装置の第 2 計測部の概略構成を示す説明図。

【図 15】第 4 実施形態の三次元造形装置の造形部の概略構成を示す底面図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

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 の概略構成を示す断面図である。図 2 は、本実施形態における造形部 200 の概略構成を示す底面図である。図 1 および図 2 には、互いに直交する 3 つの座標軸である X, Y, Z 軸を表す矢印が示されている。X 軸および Y 軸は水平面に平行な座標軸であり、Z 軸は水平面に垂直な座標軸である。X, Y, Z 軸を表す矢印は、他の図においても、矢印の指し示す方向が図 1 や図 2 と対応するように適宜、図示してある。なお、Y 軸のことを第 1 軸と呼び、X 軸のことを第 2 軸と呼び、Z 軸のことを第 3 軸と呼ぶことがある。

【0009】

以下の説明において、X 軸を表す矢印の指し示す方向のことを + X 方向と呼び、Y 軸を表す矢印の指し示す方向のことを + Y 方向と呼び、Z 軸を表す矢印の指し示す方向のこと

10

20

30

40

50

を + Z 方向と呼ぶ。+ X 方向とは反対方向のことを - X 方向と呼び、+ Y 方向とは反対方向のことを - Y 方向と呼び、+ Z 方向とは反対方向のことを - Z 方向と呼ぶ。- Z 方向は、重力方向に沿った方向である。+ X 方向と - X 方向とを特に区別せずに説明する場合には単に X 方向と呼び、+ Y 方向と - Y 方向とを特に区別せずに説明する場合には単に Y 方向と呼び、+ Z 方向と - Z 方向とを特に区別せずに説明する場合には単に Z 方向と呼ぶ。

【 0 0 1 0 】

図 1 に示すように、三次元造形装置 1 0 0 は、造形部 2 0 0 と、ステージ 3 0 0 と、移動部 4 0 0 と、制御部 5 0 0 とを備えている。造形部 2 0 0 は、可塑性材料を吐出する吐出部 6 0 を有している。ステージ 3 0 0 は、吐出部 6 0 から吐出された可塑性材料が堆積される堆積面 3 1 0 を有している。三次元造形装置 1 0 0 は、移動部 4 0 0 を用いて吐出部 6 0 とステージ 3 0 0 とを相対移動させつつ吐出部 6 0 からステージ 3 0 0 の堆積面 3 1 0 に向かって可塑性材料を吐出することによって、可塑性材料によって形成される造形層を堆積面 3 1 0 上に積層して、造形層の積層体である三次元造形物を造形する。

10

【 0 0 1 1 】

本実施形態では、造形部 2 0 0 は、材料供給部 2 0 と、可塑性部 3 0 と、吐出部 6 0 と、吐出量調節部 7 0 と、第 1 表面活性化部 2 1 0 A と、第 2 表面活性化部 2 1 0 B と、第 1 加熱冷却部 2 2 0 A と、第 2 加熱冷却部 2 2 0 B と、第 1 平坦化部 2 3 0 A と、第 2 平坦化部 2 3 0 B とを備えている。

【 0 0 1 2 】

20

材料供給部 2 0 は、材料 M R を可塑性部 3 0 に供給する。材料 M R として、例えば、A B S 樹脂などの熱可塑性樹脂を用いることができる。本実施形態では、ペレット状に形成された A B S 樹脂が材料 M R として用いられる。材料供給部 2 0 は、材料 M R 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 2 0 の下方には、材料供給部 2 0 と可塑性部 3 0 との間を接続する供給路 2 2 が設けられている。材料供給部 2 0 に収容された材料 M R は、供給路 2 2 を介して、可塑性部 3 0 に供給される。

【 0 0 1 3 】

可塑性部 3 0 は、材料供給部 2 0 から供給された材料 M R を可塑性して可塑性材料を生成して、可塑性材料を吐出部 6 0 に供給する。「可塑性」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。

30

【 0 0 1 4 】

可塑性部 3 0 は、スクリーケース 3 1 と、駆動モーター 3 2 と、フラットスクリー 4 0 と、バレル 5 0 と、ヒーター 5 8 とを備えている。スクリーケース 3 1 は、フラットスクリー 4 0 を収容する筐体である。スクリーケース 3 1 の下端部にはバレル 5 0 が固定されており、スクリーケース 3 1 とバレル 5 0 とによって囲まれた空間にフラットスクリー 4 0 が収容されている。

【 0 0 1 5 】

フラットスクリー 4 0 は、その中心軸 R X 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。フラットスクリー 4 0 は、中心軸 R X が Z 方向に平行になるようにスクリーケース 3 1 内に配置されている。フラットスクリー 4 0 の上面 4 1 側は制御部 5 0 0 の制御下で駆動される駆動モーター 3 2 に接続されており、駆動モーター 3 2 が発生させるトルクによって、フラットスクリー 4 0 は、スクリーケース 3 1 内において中心軸 R X を中心にして回転する。フラットスクリー 4 0 は、上面 4 1 とは反対側に、溝部 4 5 が形成された溝形成面 4 2 を有している。バレル 5 0 は、フラットスクリー 4 0 の溝形成面 4 2 に対向するスクリー対向面 5 2 を有している。スクリー対向面 5 2 の中央には、吐出部 6 0 に連通する連通孔 5 6 が設けられている。

40

【 0 0 1 6 】

図 3 は、フラットスクリー 4 0 の構成を示す斜視図である。図 3 には、技術の理解を

50

容易にするために、図 1 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 R X の位置が一点鎖線で示されている。フラットスクリュー 40 の溝形成面 42 の中央部 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 1 に示したバレル 50 の連通孔 56 に対向している。中央部 47 は、中心軸 R X と交差する。本実施形態では、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、インポ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。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 M R 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 M R 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。

【 0 0 1 7 】

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つ以上の複数の溝部 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。

【 0 0 1 8 】

図 4 は、バレル 50 の構成を示す上面図である。上述したとおり、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 が設けられている。それぞれの案内溝 54 は、一端が連通孔 56 に接続され、連通孔 56 からスクリュー対向面 52 の外周に向かって弧を描くように渦状に延びている。それぞれの案内溝 54 は、可塑化材料を連通孔 56 に導く機能を有している。なお、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。

【 0 0 1 9 】

図 1 に示すように、バレル 50 の下端部には、材料 M R を加熱するためのヒーター 58 が固定されている。本実施形態では、ヒーター 58 は、リング状の外形形状を有しており、連通孔 56 を囲むように配置されている。ヒーター 58 の温度は、制御部 500 によって制御される。溝部 45 内を搬送される材料 M R は、フラットスクリュー 40 の回転によるせん断とヒーター 58 からの熱によって可塑化されて、ペースト状の可塑化材料になる。可塑化材料は、フラットスクリュー 40 の回転によって連通孔 56 から吐出部 60 に圧送される。

【 0 0 2 0 】

図 2 に示すように、本実施形態では、吐出部 60 は、4つのノズル 68 A ~ 68 D を有している。吐出部 60 は、バレル 50 の下端部に固定された第 1 流路部材 61 と、第 1 流路部材 61 の下端部に固定された第 2 流路部材 62 とによって構成されている。各ノズル 68 A ~ 68 D は、第 2 流路部材 62 下端部に、Y 方向に沿って並んで配置されている。吐出部 60 は、各ノズル 68 A ~ 68 D からステージ 300 に向かって、連続した線状の形態で可塑化材料を吐出する。以下の説明では、各ノズル 68 A ~ 68 D のことを、- Y 方向側から順に、第 1 ノズル 68 A、第 2 ノズル 68 B、第 3 ノズル 68 C、第 4 ノズル 68 D と呼ぶことがある。各ノズル 68 A ~ 68 D の符号の末尾に付された「A」~「D」の文字は、各ノズル 68 A ~ 68 D を区別するために付された文字である。以下の説明において、各ノズル 68 A ~ 68 D を特に区別せずに説明する場合には、符号の末尾に「A」~「D」の文字を付さずに説明する。なお、吐出部 60 に設けられるノズル 68 の数

10

20

30

40

50

は、４つに限られず、２つまたは３つでもよいし、５つ以上でもよい。

【００２１】

各ノズル６８Ａ～６８Ｄの－Ｚ方向側の先端部には、可塑化材料を吐出するための吐出口６９Ａ～６９Ｄが設けられている。本実施形態では、各吐出口６９Ａ～６９Ｄの開口形状は、Ｙ方向に沿った長手方向を有する長方形である。各吐出口６９Ａ～６９Ｄの大きさは同じである。なお、各吐出口６９Ａ～６９Ｄの開口形状は、長方形に限られず、例えば、正方形でもよいし、四角形以外の多角形でもよいし、円形でもよい。

【００２２】

本実施形態では、吐出部６０には、各ノズル６８Ａ～６８Ｄが千鳥状に配置されている。より具体的には、吐出部６０は、第１ノズル６８Ａと第３ノズル６８Ｃとによって構成された第１ノズル列と、第２ノズル６８Ｂと第４ノズル６８Ｄとによって構成された第２ノズル列とを有している。第１ノズル列を構成する第１ノズル６８Ａと第３ノズル６８Ｃとは、Ｙ方向に平行な直線上に並んで配置されている。第２ノズル列は、Ｘ方向において第１ノズル列との間に間隔を空けて、第１ノズル列に対して－Ｘ方向側に配置されている。第２ノズル列を構成する第２ノズル６８Ｂと第４ノズル６８Ｄとは、Ｙ方向に平行な直線上に並んで配置されている。第１ノズル列を構成する各ノズル６８Ａ、６８ＣのＹ方向における位置は、第２ノズル列を構成する各ノズル６８Ｂ、６８ＤのＹ方向における位置とは異なる。第２ノズル６８Ｂは、Ｙ方向において、第１ノズル６８Ａと第３ノズル６８Ｃとの間に配置されており、第３ノズル６８Ｃは、Ｙ方向において、第２ノズル６８Ｂと第４ノズル６８Ｄとの間に配置されている。なお、各ノズル６８Ａ～６８Ｄは、千鳥状に配置されずに、一直線上に並んで配置されてもよい。

【００２３】

本実施形態では、第１ノズル６８Ａの吐出口６９Ａの＋Ｙ方向側の周縁部と、第２ノズル６８Ｂの吐出口６９Ｂの－Ｙ方向側の周縁部とが、Ｙ方向において同じ位置になるように第１ノズル６８Ａと第２ノズル６８Ｂとが配置されている。第２ノズル６８Ｂの吐出口６９Ｂの＋Ｙ方向側の周縁部と、第３ノズル６８Ｃの吐出口６９Ｃの－Ｙ方向側の周縁部とが、Ｙ方向において同じ位置になるように第２ノズル６８Ｂと第３ノズル６８Ｃとが配置されている。第３ノズル６８Ｃの吐出口６９Ｃの＋Ｙ方向側の周縁部と、第４ノズル６８Ｄの吐出口６９Ｄの－Ｙ方向側の周縁部とが、Ｙ方向において同じ位置になるように第３ノズル６８Ｃと第４ノズル６８Ｄとが配置されている。つまり、本実施形態では、＋Ｘ方向あるいは－Ｘ方向に視たときに、隣り合うノズル６８の吐出口６９同士が互いに接するように各ノズル６８Ａ～６８Ｄが配置されている。

【００２４】

図５は、吐出部６０および吐出量調節部７０の構成を示す上面図である。図６は、図５におけるⅥ－Ⅵ線断面図である。図５に示すように、吐出部６０は、１つの共通流路６３と、２つの分岐流路６４Ａ、６４Ｂと、４つの個別流路６５Ａ～６５Ｄとを有している。各個別流路６５Ａ～６５Ｄは、各ノズル６８Ａ～６８Ｄに対して１つずつ設けられている。共通流路６３の上流側の端部は、バレル５０の連通孔５６に連通している。共通流路６３の下流側の端部は、第１分岐流路６４Ａと第２分岐流路６４Ｂとに連通している。第１分岐流路６４Ａの下流側の端部は、第１個別流路６５Ａと第２個別流路６５Ｂとに連通している。第２分岐流路６４Ｂの下流側の端部は、第３個別流路６５Ｃと第４個別流路６５Ｄとに連通している。図６に示すように、第１個別流路６５Ａは、第１ノズル６８Ａの吐出口６９Ａに連通しており、第２個別流路６５Ｂは、第２ノズル６８Ｂの吐出口６９Ｂに連通している。第３個別流路６５Ｃは、第３ノズル６８Ｃの吐出口６９Ｃに連通しており、第４個別流路６５Ｄは、第４ノズル６８Ｄの吐出口６９Ｄに連通している。

【００２５】

共通流路６３は、第１流路部材６１にＺ方向に沿って設けられた貫通孔によって構成されている。各分岐流路６４Ａ、６４Ｂは、第１流路部材６１の底面に水平方向に設けられた溝によって構成されている。各個別流路６５Ａ～６５Ｄは、第２流路部材６２の上面に水平方向に沿って設けられた溝と、第２流路部材６２にＺ方向に沿って設けられた貫通孔

10

20

30

40

50

によって構成されている。共通流路 6 3 の下流側の端部から第 1 ノズル 6 8 A の吐出口 6 9 A までの流路の長さ、共通流路 6 3 の下流側の端部から第 2 ノズル 6 8 B の吐出口 6 9 B までの流路の長さ、共通流路 6 3 の下流側の端部から第 3 ノズル 6 8 C の吐出口 6 9 C までの流路の長さ、共通流路 6 3 の下流側の端部から第 4 ノズル 6 8 D の吐出口 6 9 D までの流路の長さとは、それぞれ同じである。そのため、共通流路 6 3 の下流側の端部から各吐出口 6 9 A ~ 6 9 D に可塑化材料が流れる際の圧力損失を均等に行うことができる。

【0026】

図 5 に示すように、吐出量調節部 7 0 は、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D から吐出される可塑化材料の量を個別に調節する。各ノズル 6 8 から吐出される可塑化材料の量のことを吐出量と呼ぶ。本実施形態では、吐出量調節部 7 0 は、各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D に対して 1 つずつ設けられたバルブ 7 1 A ~ 7 1 D によって構成されている。各バルブ 7 1 A ~ 7 1 D は、弁部 7 5 A ~ 7 5 D と弁駆動部 7 6 A ~ 7 6 D とを有している。

10

【0027】

本実施形態では、各弁部 7 5 A ~ 7 5 D は、X 方向に沿った中心軸を有する円柱状の外形状を有している。吐出部 6 0 の第 2 流路部材 6 2 には、各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D に対して 1 つずつ、X 方向に沿った中心軸を有する円筒状のシリンダー部 6 6 A ~ 6 6 D が設けられており、各弁部 7 5 A ~ 7 5 D は、各シリンダー部 6 6 A ~ 6 6 D 内に配置されている。

【0028】

20

本実施形態では、各弁駆動部 7 6 A ~ 7 6 D は、制御部 5 0 0 の制御下で、各弁部 7 5 A ~ 7 5 D を X 方向に沿って並進移動させて、各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D を個別に開閉する。例えば、弁駆動部 7 6 A は、弁部 7 5 A を図 5 に示した位置から + X 方向に向かって移動させて弁部 7 5 A によって第 1 個別流路 6 5 A を閉塞させ、弁部 7 5 A を図 5 に示した位置に戻して第 1 個別流路 6 5 A を開放する。各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D が個別に開閉されることによって、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D からの可塑化材料の吐出のオンオフの状態が個別に切り替えられる。各弁駆動部 7 6 A ~ 7 6 D は、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D からの可塑化材料の吐出のオンオフの状態を切り替えるだけでなく、各弁部 7 5 A ~ 7 5 D の位置を調節することによって各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D の流路断面積を調節して、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D からの可塑化材料の吐出量を調節可能に構成されてもよい。以下の説明では、ノズル 6 8 から可塑化材料が吐出されている状態、換言すれば、ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出が停止されていない状態のことを吐出オン状態と呼び、ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出が停止されている状態のことを吐出オフ状態と呼ぶ。本実施形態では、各弁駆動部 7 6 A ~ 7 6 D は、コンプレッサーから供給される圧縮空気を用いて各弁部 7 5 A ~ 7 5 D を駆動させる空気式である。なお、各弁駆動部 7 6 A ~ 7 6 D は、空気式に限られず、ソレノイドの発生させる電磁力を用いて各弁部 7 5 A ~ 7 5 D を駆動させるソレノイド式でもよいし、モーターの発生させる回転力を用いて各弁部 7 5 A ~ 7 5 D を駆動させる電気式でもよい。各バルブ 7 1 A ~ 7 1 D は、各弁部 7 5 A ~ 7 5 D の並進動作ではなく回転動作によって各個別流路 6 5 A ~ 6 5 D を個別に開閉してもよい。この場合、各バルブ 7 1 A ~ 7 1 D は、例えば、バタフライバルブによって構成されてもよい。

30

40

【0029】

図 1 および図 2 に示すように、第 1 表面活性化部 2 1 0 A は、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D に対して + X 方向側、かつ、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D に対して + Z 方向側に配置されている。スクリーケース 3 1 の + X 方向側の側面には、第 1 支持部 3 5 が固定されており、表面活性化部 2 1 0 は、第 1 支持部 3 5 に固定されている。第 2 表面活性化部 2 1 0 B は、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D に対して - X 方向側、かつ、各ノズル 6 8 A ~ 6 8 D に対して + Z 方向側に配置されている。スクリーケース 3 1 の - X 方向側の側面には、第 2 支持部 3 6 が固定されており、第 2 表面活性化部 2 1 0 B は、第 2 支持部 3 6 に固定されている。各表面活性化部 2 1 0 A , 2 1 0 B は、ステージ 3 0 0 上に形成された造形層の表面を化学的に活性化させる。本実施形態では、各表面活性化部 2 1 0 A , 2 1 0 B は、大気

50

圧プラズマ装置によって構成されている。各表面活性化部 210A, 210B は、制御部 500 の制御下で、ステージ 300 上に形成された造形層にプラズマを照射することによって、造形層の表面を化学的に活性化させて、造形層の表面自由エネルギー、換言すれば、造形層の濡れ性を高める。なお、各表面活性化部 210A, 210B は、造形層にプラズマを照射するのではなく、造形層にイオンビームあるいは紫外線を照射して、造形層の表面を化学的に活性化させてもよい。

【0030】

第1加熱冷却部 220A は、X 方向における各ノズル 68A ~ 68D と第1表面活性化部 210A との間、かつ、各ノズル 68A ~ 68D に対して + Z 方向側に配置されている。第1加熱冷却部 220A は、第1支持部 35 に固定されている。第2加熱冷却部 220B は、X 方向における各ノズル 68A ~ 68D と第2表面活性化部 210B との間、かつ、各ノズル 68A ~ 68D に対して + Z 方向側に配置されている。第2加熱冷却部 220B は、第2支持部 36 に固定されている。各加熱冷却部 220A, 220B は、ステージ 300 上に形成された造形層の上面を加熱する機能と、ステージ 300 上に形成された造形層を冷却する機能との両方を有している。本実施形態では、各加熱冷却部 220A, 220B は、内蔵されたヒーターによって昇温された熱風を送出する機能と、冷風を送出する機能との両方を有する送風機によって構成されている。熱風とは、材料 MR のガラス転移点以上の温度の空気あるいは不活性ガスの流れのことを意味する。冷風とは、材料 MR のガラス転移点よりも低い温度の空気あるいは不活性ガスの流れのことを意味する。冷風の温度は、三次元造形装置 100 の設置場所の室温以下であることが好ましい。各加熱冷却部 220A, 220B は、制御部 500 の制御下で、ステージ 300 上に形成された造形層に向かって熱風を吹き付けることによって、造形層の上面をガラス転移点以上の温度に加熱する。さらに、各加熱冷却部 220A, 220B は、制御部 500 の制御下で、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑化材料によって形成された硬化前の造形層に向かって冷風を吹き付けることによって、造形層を冷却して硬化を促進させる。なお、第1加熱冷却部 220A は、第1表面活性化部 210A に対して + X 方向側に配置されてもよい。第2加熱冷却部 220B は、第2表面活性化部 210B に対して - X 方向側に配置されてもよい。

【0031】

第1平坦化部 230A は、X 方向における各ノズル 68A ~ 68D と第1加熱冷却部 220A との間に配置されている。第1平坦化部 230A は、スクリーケース 31 の下端部に固定されている。第2平坦化部 230B は、X 方向における各ノズル 68A ~ 68D と第2加熱冷却部 220B との間に配置されている。第2平坦化部 230B は、スクリーケース 31 の下端部に固定されている。本実施形態では、各平坦化部 230A, 230B は、ローラー 231 と、ローラー 231 を支持するローラー支持部 232 とを備えている。ローラー 231 は、回転軸が Y 方向に平行になるように配置されている。ローラー支持部 232 は、制御部 500 の制御下でローラー 231 を昇降させる機能を有しており、Z 方向におけるステージ 300 とローラー 231 との距離を変更可能に構成されている。各平坦化部 230A, 230B は、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑化材料によって形成された硬化前の造形層をローラー 231 によって押圧して平坦化する。

【0032】

図 1 に示すように、ステージ 300 は、吐出部 60 に対して - Z 方向側に配置されている。上述したとおり、ステージ 300 は、各ノズル 68A ~ 68D に対向し、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑化材料が堆積される堆積面 310 を有している。本実施形態では、堆積面 310 は、水平面に平行に設けられている。ステージ 300 は、移動部 400 によって支持されている。

【0033】

移動部 400 は、吐出部 60 と堆積面 310 との相対的な位置を変化させる。本実施形態では、移動部 400 は、ステージ 300 を移動させることによって、吐出部 60 と堆積面 310 との相対的な位置を変化させる。本実施形態における移動部 400 は、3 つのモ

10

20

30

40

50

ーターが発生させる動力によって、ステージ 300 を X, Y, Z 方向の 3 軸方向に移動させる 3 軸ポジショナーによって構成されている。各モーターは、制御部 500 の制御下で駆動される。なお、移動部 400 は、ステージ 300 を移動させずに造形部 200 を移動させることによって、吐出部 60 と堆積面 310 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。移動部 400 は、造形部 200 とステージ 300 との両方を移動させることによって、吐出部 60 と堆積面 310 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。移動部 400 は、吐出部 60 と堆積面 310 との Y 方向における相対的な位置を変化させる機能を有していなくてもよい。

【0034】

制御部 500 は、1 つまたは複数のプロセッサと、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。本実施形態では、制御部 500 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が実行することによって、種々の機能を発揮する。例えば、制御部 500 は、後述する三次元造形処理を実行することによって、ステージ 300 上に三次元造形物を造形する。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】

図 7 は、三次元造形物を造形するための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、三次元造形装置 100 に設けられた操作パネルや、三次元造形装置 100 に接続されたコンピューターに対して、所定の開始操作がユーザーによって行われた場合に、制御部 500 によって実行される。

【0036】

まず、ステップ S110 にて、制御部 500 は、三次元造形物を造形するための造形データを取得する。造形データとは、フラットスクリー 40 の回転速度の目標値や、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度の目標値や、吐出部 60 に設けられた各ノズル 68 から吐出される可塑性材料の吐出量の目標値や、各ノズル 68 から吐出された可塑性材料をステージ 300 上に堆積させる目標位置等に関する情報が表されたデータである。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を読み込ませることによって作成される。形状データとは、三次元 CAD ソフトや三次元 CG ソフト等を用いて作成された三次元造形物の目標形状を表すデータである。形状データには、STL 形式や AMF 形式等のデータを用いることができる。スライサーソフトは、三次元造形物の目標形状を所定の厚みの造形層に分割して、造形層ごとの造形データを作成する。造形データは、G コードや M コード等によって表される。制御部 500 は、三次元造形装置 100 に接続されたコンピューターや、USB メモリー等の記録媒体から造形データを取得する。

【0037】

次に、ステップ S120 にて、制御部 500 は、造形データに従って可塑性部 30 を制御して、可塑性材料の生成を開始する。制御部 500 は、フラットスクリー 40 の回転速度、および、バレル 50 に設けられたヒーター 58 の温度を制御することによって、材料を可塑性させて可塑性材料を生成する。可塑性材料は、三次元造形処理が行われる間、生成され続ける。

【0038】

次に、ステップ S130 にて、制御部 500 は、三次元造形装置 100 の動作モードを切り替える。本実施形態では、三次元造形装置 100 は、往路モードと復路モードとを有しており、制御部 500 は、奇数番目に形成される造形層である奇数層を形成する際には動作モードを往路モードに切り替え、偶数番目に形成される造形層である偶数層を形成する際には動作モードを復路モードに切り替える。往路モードでは、第 1 表面活性化部 210 A からのプラズマの照射がオンにされ、第 2 表面活性化部 210 B からのプラズマの照射がオフにされ、第 1 加熱冷却部 220 A から熱風が送出され、第 2 加熱冷却部 220 B から冷風が送出され、第 1 平坦化部による造形層の平坦化がオフにされ、第 2 平坦化部に

10

20

30

40

50

よる造形層の平坦化がオンにされる。一方、復路モードでは、第１表面活性化部２１０Ａからのプラズマの照射がオフにされ、第２表面活性化部２１０Ｂからのプラズマの照射がオンにされ、第１加熱冷却部２２０Ａから冷風が送出され、第２加熱冷却部２２０Ｂから熱風が送出され、第１平坦化部による造形層の平坦化がオンにされ、第２平坦化部による造形層の平坦化がオフにされる。

【００３９】

ステップＳ１４０にて、制御部５００は、フラットスクリー４０の回転速度を制御する第１制御と、吐出量調節部７０によって各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出量を制御する第２制御と、ステージ３００に対する吐出部６０の相対速度を制御する第３制御とを同時並列的に実行して、造形層を形成する。つまり、ステップＳ１４０にて、制御部５００は、第１制御によってフラットスクリー４０の回転を用いて材料を可塑化して可塑化材料を生成する第１工程と、第２制御によって各ノズル６８Ａ～６８Ｄへの可塑化材料の供給量、換言すれば、各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出量を調節する第２工程と、第３制御部によってステージ３００に対して造形部２００を相対移動させつつ、各ノズル６８Ａ～６８Ｄからステージ３００に向かって可塑化材料を吐出する第３工程とを繰り返すことによって、造形層を形成する。往路モードでは、制御部５００は、ステージ３００に対して造形部２００が＋Ｘ方向に移動するように第３制御を実行する。一方、復路モードでは、制御部５００は、ステージ３００に対して造形部２００が－Ｘ方向に移動するように第３制御を実行する。本実施形態では、往路モードおよび復路モードにおいて、制御部５００は、堆積量変動抑制処理を実行しながら、造形層を形成する。堆積量変動抑制処理の内容や、造形層が形成される様子については後述する。

【００４０】

その後、ステップＳ１５０にて、制御部５００は、全ての造形層の形成が終了したか否かを判定する。制御部５００は、造形データを用いて、全ての造形層の形成が終了したことを判断できる。ステップＳ１５０で全ての造形層の形成が終了したと判断されなかった場合、制御部５００は、ステップＳ１６０にて、移動部４００を制御することによって、造形層の厚み分、ステージ３００を下降させ、その後、ステップＳ１３０に処理を戻す。ステップＳ１５０で全ての造形層の形成が終了したと判断されるまで、制御部５００は、ステップＳ１６０の処理とステップＳ１３０からステップＳ１５０までの処理とを繰り返して、ステージ３００上に造形層を積層する。ステップＳ１５０で全ての造形層の形成が終了したと判断された場合、制御部５００は、この処理を終了する。

【００４１】

図８は、堆積量変動抑制処理の内容を示すフローチャートである。この処理は、図７に示したステップＳ１４０の処理が開始される際に、制御部５００によって開始される。まず、ステップＳ２１０にて、制御部５００は、各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出状態を取得する。吐出状態とは、各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出のオンオフの状態の他に、各ノズル６８Ａ～６８Ｄから吐出される可塑化材料の圧力の状態や、各ノズル６８Ａ～６８Ｄから吐出される可塑化材料の吐出量の状態や、各ノズル６８Ａ～６８Ｄから吐出される可塑化材料の線幅の状態をも含む意味である。本実施形態では、制御部５００は、吐出状態として、各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出のオンオフの状態を取得する。より具体的には、制御部５００は、４つのノズル６８Ａ～６８Ｄのうちの吐出量調節部７０によって吐出オン状態にされているノズル６８の数を取得する。例えば、制御部５００は、吐出量調節部７０のバルブ７１に対して開弁動作を実行させた場合には、当該バルブ７１が開弁状態であること、つまり、当該バルブ７１に対応するノズル６８が吐出オン状態であることを記憶部に記憶し、吐出量調節部７０のバルブ７１に対して閉弁動作を実行させた場合には、当該バルブ７１が閉弁状態であること、つまり、当該バルブ７１に対応するノズル６８が吐出オフ状態であることを記憶部に記憶する。制御部５００は、記憶部に記憶された各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出のオンオフの状態を読み込むことによって、吐出オン状態にされているノズル６８の数を取得できる。各弁部７５Ａ～７５Ｄの位置を検出するエンコーダーが各バルブ７１Ａ

～ 7 1 D に設けられ、制御部 5 0 0 は、各エンコーダーからの情報を用いて吐出オン状態にされているノズル 6 8 の数を取得してもよい。以下の説明では、吐出オン状態にされているノズル 6 8 のことを吐出オンノズルと呼び、吐出オフ状態にされているノズル 6 8 のことを吐出オフノズルと呼ぶ。

【 0 0 4 2 】

ステップ S 2 2 0 にて、制御部 5 0 0 は、各ノズル 6 8 A ～ 6 8 D からの可塑性材料の吐出のオンオフの状態に基づいて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度と、フラットスクリー 4 0 の回転速度とを制御する。この際に、制御部 5 0 0 は、ステージ 3 0 0 上の単位面積当たりの可塑性材料の堆積量が吐出オンノズルの数の変更前後で同じになるように、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度とフラットスクリー 4 0 の回転速度とを調節する。本実施形態では、制御部 5 0 0 は、吐出オンノズルの数とステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度とフラットスクリー 4 0 の回転速度との関係が表されたマップを用いて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度とフラットスクリー 4 0 の回転速度とを調節する。このマップは、予め行われる試験によって作成されて、制御部 5 0 0 の記憶部に記憶されている。このマップは、三次元造形物の造形に用いられる材料 M R の種類ごとに作成されることが好ましい。なお、制御部 5 0 0 は、吐出オンノズルの数とステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度とフラットスクリー 4 0 の回転速度との関係が表された関数を用いて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度とフラットスクリー 4 0 の回転速度とを調節してもよい。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 2 3 0 にて、制御部 5 0 0 は、造形層の形成が終了したか否かを判定する。ステップ S 2 3 0 で造形層の形成が終了したと判断されるまで、制御部 5 0 0 は、ステップ S 2 1 0 からステップ S 2 3 0 までの処理を繰り返す。ステップ S 2 3 0 で造形層の形成が終了したと判断された場合、制御部 5 0 0 は、この処理を終了する。その後、造形層の上にさらに造形層を形成する場合、制御部 5 0 0 は、この処理を再び開始する。

【 0 0 4 4 】

図 9 は、本実施形態の三次元造形装置 1 0 0 によって奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す側面図である。図 1 0 は、本実施形態の三次元造形装置 1 0 0 によって奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す第 1 の底面図である。図 1 1 は、本実施形態の三次元造形装置 1 0 0 によって奇数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す第 2 の底面図である。図 9 に示すように、本実施形態では、制御部 5 0 0 は、 n が 1 以上の奇数である場合、 n 番目に形成される造形層である第 n 層 L_n を形成する際には、移動部 4 0 0 を制御することによってステージ 3 0 0 に対して造形部 2 0 0 を + X 方向に向かって相対移動させる。第 n 層 L_n の形成が開始される前には、造形部 2 0 0 は、ステージ 3 0 0 の - X 方向側の端部よりも - X 方向側に配置されている。第 n 層 L_n の形成に先立って、三次元造形装置 1 0 0 は、往路モードに切り替えられている。つまり、第 1 表面活性化部 2 1 0 A からのプラズマの照射がオンにされており、第 2 表面活性化部 2 1 0 B からのプラズマの照射がオフにされており、第 1 加熱冷却部 2 2 0 A から熱風が送出されており、第 2 加熱冷却部 2 2 0 B から冷風が送出されており、第 1 平坦化部 2 3 0 A による造形層の平坦化がオフにされており、第 2 平坦化部 2 3 0 B による造形層の平坦化がオンにされている。

【 0 0 4 5 】

ステージ 3 0 0 に対して造形部 2 0 0 が + X 方向に向かって相対移動することによって、造形部 2 0 0 に設けられた第 1 表面活性化部 2 1 0 A と第 1 加熱冷却部 2 2 0 A と第 1 平坦化部 2 3 0 A と吐出部 6 0 と第 2 平坦化部 2 3 0 B と第 2 加熱冷却部 2 2 0 B と第 2 表面活性化部 2 1 0 B とがこの順に第 $n - 1$ 層 $L_{n - 1}$ 上を通過する。なお、第 1 層 L_1 を形成する際には、これらが上述した順にステージ 3 0 0 上を通過する。

【 0 0 4 6 】

第 $n - 1$ 層 $L_{n - 1}$ 上を通過する第 1 表面活性化部 2 1 0 A からプラズマ P L が照射されることによって、第 $n - 1$ 層 $L_{n - 1}$ の上面は、化学的に活性化される。第 $n - 1$ 層 $L_{n - 1}$

10

20

30

40

50

L_1 上を通過する第1加熱冷却部220Aから熱風HAが吹き付けられることによって、第 $n-1$ 層 L_{n-1} の上面は、ガラス転移点以上の温度に加熱される。なお、第1層 L_1 を形成する際には、第1表面活性化部210AからのプラズマPLの照射、および、第1加熱冷却部220Aからの熱風HAの送出がオフにされてもよい。

【0047】

第 $n-1$ 層 L_{n-1} 上を通過する吐出部60の各ノズル68から連続した線状の形態で可塑化材料が吐出される。この際、制御部500は、吐出量調節部70を制御することによって、三次元造形物の目標形状に応じて各ノズル68からの可塑化材料の吐出の開始と停止とを個別に切り替える。各ノズル68から吐出された可塑化材料が第 $n-1$ 層 L_{n-1} 上に堆積することによって第 n 層 L_n が形成される。可塑化材料の堆積に先立って第 $n-1$ 層 L_{n-1} の上面が化学的に活性化されているので、第 n 層 L_n と第 $n-1$ 層 L_{n-1} との密着性が高められる。さらに、可塑化材料の堆積に先立って第 $n-1$ 層 L_{n-1} の上面がガラス転移点以上の温度に加熱されているので、第 n 層 L_n と第 $n-1$ 層 L_{n-1} との密着性がさらに高められる。なお、第1層 L_1 を形成する際には、各ノズル68から吐出された可塑化材料がステージ300上に堆積することによって第1層 L_1 が形成される。

【0048】

フラットスクリー40を定速で回転させている状態で、吐出量調節部70によって4つのノズル68A~68Dのうちの吐出オンノズルの数が変更された場合、1つの吐出オンノズルからの可塑化材料の吐出量は変化する。より具体的には、吐出オンノズル数が減少した場合、1つの吐出オンノズルからの可塑化材料の吐出量は増加し、吐出オンノズル数が増加した場合、1つの吐出オンノズルからの可塑化材料の吐出量は減少する。本実施形態では、制御部500は、堆積量変動抑制処理を実行することによって、1つの吐出オンノズルから吐出されて第 $n-1$ 層 L_{n-1} 上あるいはステージ300上に堆積する可塑化材料についての、第 $n-1$ 層 L_{n-1} 上あるいはステージ300上の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で同じになるように、ステージ300に対する造形部200の相対速度と、フラットスクリー40の回転速度とを制御する。例えば、図10に示すように、吐出オンノズル数が4つの場合、制御部500は、ステージ300に対する造形部200の相対速度が速度 v_1 になるように移動部400を制御し、図11に示すように、吐出オンノズル数が4つから2つに変更されることによって吐出オンノズルからの可塑化材料の吐出量が2倍になる場合には、制御部500は、ステージ300に対する造形部200の相対速度が速度 v_1 よりも2倍速い速度 v_2 になるように移動部400を制御する。ステージ300に対する造形部200の相対速度を増加させることができない場合には、制御部500は、フラットスクリー40の回転速度を減少させる。

【0049】

図9に示すように、第 $n-1$ 層 L_{n-1} 上に形成された硬化前の第 n 層 L_n は、第2平坦化部230Bのローラー231によって押圧されて平坦化される。第 n 層 L_n が平坦化されることによって、第 n 層 L_n とステージ300との密着性が高められるとともに、第 n 層 L_n と第 $n-1$ 層 L_{n-1} との間に意図せず空隙が形成されることが抑制される。さらに、第 n 層 L_n が平坦化されることによって、第 n 層 L_n のZ方向における厚みは減少し、図10に示すように、第 n 層 L_n のうちの各ノズル68から吐出された可塑化材料によって形成された各部分のY方向における線幅は増加する。そのため、第 n 層 L_n のうちのY方向において隣り合うノズル68から吐出された可塑化材料によって形成された部分同士の密着性が高められるとともに、当該部分同士の間に意図せず空隙が形成されることが抑制される。例えば、第 n 層 L_n のうちの第1ノズル68Aから吐出された可塑化材料によって形成された部分と第2ノズル68Bから吐出された可塑化材料によって形成された部分との密着性が高められるとともに、当該部分同士の間に意図せず空隙が形成されることが抑制される。なお、第1層 L_1 を形成する際には、制御部500は、各ノズル68の先端部とステージ300とを近接させた状態で、ステージ300に対して造形部200を+X方向に向かって相対移動させることによって、第2平坦化部230Bによって平坦化される前の第1層 L_1 を各ノズル68の先端部で押圧してもよい。この場合、第1層 L_1 と

ステージ 300 との密着性が高まるので、第 2 平坦化部 230B によって平坦化される前に第 1 層 L_1 がステージ 300 から剥がれることを抑制できる。

【0050】

第 2 平坦化部 230B によって平坦化された第 n 層 L_n は、第 2 加熱冷却部 220B から送出された冷風 C_A によって冷却されて硬化を促進される。第 n 層 L_n が冷却されることによって、第 n 層 L_n が硬化するまでの待ち時間が短期化される。第 n 層 L_n の形成が終了した後、制御部 500 は、移動部 400 を制御することによって、ステージ 300 に対して造形部 200 を第 n 層 L_n の厚み分 + Z 方向に向かって相対移動させる。

【0051】

図 12 は、本実施形態の三次元造形装置 100 によって偶数番目の造形層が形成される様子を模式的に示す側面図である。制御部 500 は、 n が 1 以上の奇数である場合、 $n + 1$ 番目に形成される造形層、つまり、偶数番目に形成される造形層である第 $n + 1$ 層 L_{n+1} を形成する際には、移動部 400 を制御することによってステージ 300 に対して造形部 200 を $-X$ 方向に向かって相対移動させる。第 $n + 1$ 層 L_{n+1} の形成に先立って、三次元造形装置 100 は、往路モードから復路モードに切り替えられている。つまり、第 1 表面活性化部 210A からのプラズマの照射がオフにされており、第 2 表面活性化部 210B からのプラズマの照射がオンにされており、第 1 加熱冷却部 220A から冷風が送出されており、第 2 加熱冷却部 220B から熱風が送出されており、第 1 平坦化部 230A による造形層の平坦化がオンにされており、第 2 平坦化部 230B による造形層の平坦化がオフにされている。

【0052】

ステージ 300 に対して造形部 200 が $-X$ 方向に向かって相対移動することによって、造形部 200 に設けられた第 2 表面活性化部 210B と第 2 加熱冷却部 220B と第 2 平坦化部 230B と吐出部 60 と第 1 平坦化部 230A と第 1 加熱冷却部 220A と第 1 表面活性化部 210A とがこの順に第 n 層 L_n 上を通過する。第 n 層 L_n 上を通過する第 2 表面活性化部 210B からプラズマ PL が照射されることによって、第 n 層 L_n の上面は、化学的に活性化される。第 n 層 L_n 上を通過する第 2 加熱冷却部 220B から熱風 HA が吹き付けられることによって、第 n 層 L_n の上面は、ガラス転移点以上の温度に加熱される。第 n 層 L_n 上を通過する吐出部 60 の各ノズル 68 から可塑化材料が吐出されることによって、第 n 層 L_n 上に第 $n + 1$ 層 L_{n+1} が形成される。第 $n + 1$ 層 L_{n+1} が形成される際、制御部 500 によって堆積量変動抑制処理が実行される。第 n 層 L_n 上に形成された硬化前の第 $n + 1$ 層 L_{n+1} は、第 1 平坦化部 230A のローラー 231 によって押圧されて平坦化される。第 1 平坦化部 230A によって平坦化された第 $n + 1$ 層 L_{n+1} は、第 1 加熱冷却部 220A から送出された冷風 C_A によって冷却されて硬化を促進される。

【0053】

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、制御部 500 は、ステージ 300 上あるいは既に形成された造形層である既設層上に造形層を形成する際に、堆積量変動抑制処理を実行することによって、各ノズル 68 からの可塑化材料の吐出状態に基づいて、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度とを制御するので、吐出オンノズルから吐出されてステージ 300 上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。そのため、三次元造形物を寸法精度良く造形することができる。

【0054】

また、本実施形態では、制御部 500 は、堆積量変動抑制処理において、各ノズル 68 からの可塑化材料の吐出状態として、各ノズル 68 からの可塑化材料の吐出のオンオフの状態に基づいて、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度とを制御する。そのため、簡易な制御で、上述した堆積量の変動を抑制できる。

【0055】

10

20

30

40

50

また、本実施形態では、制御部 500 は、堆積量変動抑制処理において、吐出オフ状態にされるノズル 68 の数を増加させる際に、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させ、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させることができない場合には、フラットスクリー 40 の回転速度を減少させる。そのため、上出した堆積量の変動を確実に抑制できる。

【0056】

また、本実施形態では、可塑化部 30 は、回転軸に沿った Z 方向において小型なフラットスクリー 40 の回転を用いて、溝部 45 に供給された材料を可塑化して可塑化材料を生成する。そのため、可塑化部 30 を Z 方向において小型化できる。

【0057】

また、本実施形態では、吐出量調節部 70 は、各ノズル 68A ~ 68D に連通する各個別流路 65A ~ 65D を開閉するバルブ 71A ~ 71D によって構成されている。そのため、簡易な構成で、各ノズル 68A ~ 68D からの可塑化材料の吐出のオンオフを切り替えることができる。

【0058】

B. 第 2 実施形態：

図 13 は、第 2 実施形態における三次元造形装置 100b の吐出部 60b の概略構成を示す断面図である。第 2 実施形態では、吐出部 60b 内に 4 つの個別流路 65A ~ 65D のそれぞれに第 1 計測部 90 が配置されており、制御部 500 は、堆積量変動抑制処理において、各第 1 計測部 90 を用いて各ノズル 68A ~ 68D からの可塑化材料の吐出状態

【0059】

各第 1 計測部 90 は、各個別流路 65A ~ 65D 内の圧力を検出する圧力センサーである。各第 1 計測部 90 は、各個別流路 65A ~ 65D のうちの吐出量調節部 70 よりも上流部分に配置されている。図 13 には、第 2 個別流路 65B に配置された第 1 計測部 90 と、第 4 個別流路 65D に配置された第 1 計測部 90 とが表されている。図示は省略するが、第 1 個別流路 65A と第 3 個別流路 65C とにも第 1 計測部 90 が配置されている。なお、各第 1 計測部 90 は、各個別流路 65 のうちの吐出量調節部 70 よりも下流部分に配置されてもよい。

【0060】

本実施形態では、図 8 に示した堆積量変動抑制処理のステップ S210 にて、制御部 500 は、吐出状態として、各ノズル 68A ~ 68D から吐出される可塑化材料の圧力の状態を取得する。より具体的には、制御部 500 は、各第 1 計測部 90 によって計測される圧力値を取得する。例えば、吐出オンノズルの数が減少した場合、吐出オンノズルに連通する個別流路 65 内に配置された第 1 計測部 90 によって計測される圧力値は増加し、吐出オンノズルの数が増加した場合、吐出オンノズルに連通する個別流路 65 内に配置された第 1 計測部 90 によって計測される圧力値は減少する。

【0061】

ステップ S220 にて、制御部 500 は、各第 1 計測部 90 によって計測された圧力値に基づいて、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度とを制御する。本実施形態では、制御部 500 は、第 1 計測部 90 によって計測される圧力値と、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度との関係が表されたマップまたは関数を用いて、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度とを制御する。このマップや関数は、予め行われる試験によって作成される。第 1 計測部 90 によって計測される圧力値が増加した場合、制御部 500 は、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させる。ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させることができない場合には、制御部 500 は、フラットスクリー 40 の回転速度を減少させる。一方、第 1 計測部 90 によって計測される圧力値が減少した場合、制御部 500 は、

ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を減少させる。ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を減少させることができない場合には、制御部 500 は、フラットスクリー 40 の回転速度を増加させる。

【0062】

以上で説明した本実施形態における三次元造形装置 100b によれば、制御部 500 は、堆積量変動抑制処理において、吐出状態として、各ノズル 68A ~ 68D に連通する各個別流路 65A ~ 65D 内に配置された各第 1 計測部 90 によって検出される圧力の状態を用いる。そのため、各個別流路 65A ~ 65D 内の圧力変動によって吐出オンノズルからの吐出量が増加した場合であっても、吐出オンノズルから吐出されてステージ 300 上あるいは既設層上に堆積する可塑性材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。特に、本実施形態では、各第 1 計測部 90 は、各個別流路 65A ~ 65D のうちの吐出量調節部 70 よりも上流部分に配置されている。そのため、各第 1 計測部 90 によって各個別流路 65A ~ 65D 内の圧力を精度良く計測できる。

10

【0063】

C. 第 3 実施形態：

図 14 は、第 3 実施形態における三次元造形装置 100c の概略構成を示す断面図である。第 3 実施形態における三次元造形装置 100c は、第 2 計測部 95 を備えており、制御部 500 は、堆積量変動抑制処理において、第 2 計測部 95 を用いて吐出状態を取得することが第 1 実施形態と異なる。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。

20

【0064】

本実施形態では、第 2 計測部 95 は、各ノズル 68A ~ 68D に対して +X 方向側と、各ノズル 68A ~ 68D に対して -X 方向側とに配置されており、吐出部 60 の下端部に固定されている。第 2 計測部 95 は、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑性材料の吐出量または線幅を計測する。第 2 計測部 95 は、各ノズル 68A ~ 68D から吐出されてステージ 300 上あるいは既設層上に堆積する前の可塑性材料の吐出量または線幅を計測してもよいし、各ノズル 68A ~ 68D から吐出されてステージ 300 上あるいは既設層上に堆積した後の可塑性材料の吐出量または線幅を計測してもよい。本実施形態では、第 2 計測部 95 は、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑性材料を撮像するカメラによって構成されている。なお、第 2 計測部 95 は、レーザー発振部とレーザー受光部を備え、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑性材料に向けてレーザーを照射し、照射したレーザーを受光することによって、可塑性材料の吐出量や線幅を計測してもよい。

30

【0065】

本実施形態では、図 8 に示した堆積量変動抑制処理のステップ S210 にて、制御部 500 は、吐出状態として、各ノズル 68A ~ 68D から吐出された可塑性材料の吐出量の状態または線幅の状態を取得する。より具体的には、制御部 500 は、第 2 計測部 95 によって計測された吐出量または線幅に関する情報を取得する。

【0066】

ステップ S220 にて、制御部 500 は、第 2 計測部 95 によって計測された吐出量または線幅に基づいて、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度と、フラットスクリー 40 の回転速度とを制御する。例えば、第 2 計測部 95 によって計測された吐出量または線幅が増加した場合、制御部 500 は、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させる。ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を増加させることができない場合には、制御部 500 は、フラットスクリー 40 の回転速度を減少させる。第 2 計測部 95 によって計測された吐出量または線幅が減少した場合、制御部 500 は、ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を減少させる。ステージ 300 に対する造形部 200 の相対速度を減少させることができない場合には、制御部 500 は、フラットスクリー 40 の回転速度を増加させる。

40

【0067】

以上で説明した本実施形態における三次元造形装置 100c によれば、制御部 500 は

50

、堆積量変動抑制処理において、吐出状態として、第２計測部９５によって計測された各ノズル６８Ａ～６８Ｄからの可塑化材料の吐出量または線幅の状態を用いるので、吐出オンノズルから吐出された可塑化材料の吐出量または線幅が変動した場合であっても、吐出オンノズルから吐出されてステージ３００上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。

【００６８】

D．第４実施形態：

図１５は、第４実施形態における三次元造形装置１００ｄの２つの造形部２００Ａ，２００Ｂの概略構成を示す底面図である。第４実施形態における三次元造形装置１００ｄには、２つの造形部２００Ａ，２００Ｂが設けられていること、および、吐出量変動抑制処理の内容が第１実施形態と異なる。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。

【００６９】

２つの造形部２００Ａ，２００Ｂは、Ｙ方向に沿って並んで配置されている。以下の説明では、－Ｙ方向側に配置された造形部２００Ａのことを第１造形部２００Ａと呼び、＋Ｙ方向側に配置された造形部２００Ｂのことを第２造形部２００Ｂと呼ぶ。第１造形部２００Ａは、材料供給部２０と、可塑化部３０と、吐出部６０ｄと、吐出量調節部７０ｄとを備えている。材料供給部２０の構成、および、可塑化部３０の構成は、第１実施形態と同じである。本実施形態では、吐出部６０ｄは、Ｙ方向に沿って並んで配置された８つのノズル６８を有している。吐出量調節部７０ｄは、８つのバルブ７１によって構成されている。第２造形部２００Ｂの構成は、第１造形部２００Ａの構成と同じである。

【００７０】

本実施形態では、第１表面活性化部２１０Ｃと、第２表面活性化部２１０Ｄと、第１加熱冷却部２２０Ｃと、第２加熱冷却部２２０Ｄと、第１平坦化部２３０Ｃと、第２平坦化部２３０Ｄとが１つずつ設けられている。各表面活性化部２１０Ｃ，２１０Ｄは、第１実施形態の各表面活性化部２１０Ａ，２１０ＢよりもＹ方向に長尺に構成されている。各加熱冷却部２２０Ｃ，２２０Ｄは、第１実施形態の各加熱冷却部２２０Ａ，２２０ＢよりもＹ方向に長尺に構成されている。各平坦化部２３０Ｃ，２３０Ｄは、第１実施形態の各平坦化部２３０Ａ，２３０ＢよりもＹ方向に長尺に構成されている。第１表面活性化部２１０Ｃおよび第１加熱冷却部２２０Ｃは、第１造形部２００Ａの第１支持部３５と第２造形部２００Ｂの第１支持部３５とに固定されている。第２表面活性化部２１０Ｄおよび第２加熱冷却部２２０Ｄは、第１造形部２００Ａの第２支持部３６と第２造形部２００Ｂの第２支持部３６とに固定されている。第１平坦化部２３０Ｃおよび第２平坦化部２３０Ｄは、第１造形部２００Ａのスクリーケース３１の下端部と第２造形部２００Ｂのスクリーケース３１の下端部とに固定されている。

【００７１】

移動部４００は、ステージ３００に対して第１造形部２００Ａおよび第２造形部２００Ｂを相対移動させる。本実施形態では、移動部４００は、ステージ３００に対して第１造形部２００Ａと第２造形部２００Ｂとを一体として相対移動させる。つまり、移動部４００は、第１造形部２００Ａに対して第２造形部２００Ｂを相対移動させない。

【００７２】

本実施形態では、図８に示した堆積量変動抑制処理のステップＳ２１０にて、制御部５００は、第１造形部２００Ａの８つのノズル６８のうちの吐出オンノズルの割合を取得し、第２造形部２００Ｂの８つのノズル６８のうちの吐出オンノズルの割合を取得する。ステップＳ２２０にて、制御部５００は、第１造形部２００Ａの吐出オンノズルの割合と第２造形部２００Ｂの吐出オンノズルの割合とが異なる場合には、第１造形部２００Ａと第２造形部２００Ｂのうちの吐出オンノズルの割合が多い方の吐出オンノズルから吐出されてステージ３００上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で同じになるようにステージ３００に対する第１造形部２００Ａおよび第２造形部２００Ｂの相対速度を調節するとともに、第１造形部２００Ａと第

10

20

30

40

50

2 造形部 2 0 0 B のうちの吐出オンノズルの割合が少ない方の吐出オンノズルから吐出されてステージ 3 0 0 上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で同じになるように第 1 造形部 2 0 0 A と第 2 造形部 2 0 0 B のうちの吐出オンノズルの割合が少ない方のフラットスクリー 4 0 の回転速度を調節する。例えば、第 1 造形部 2 0 0 A の吐出オンノズル数が 8 つから 6 つに変更されるとともに第 2 造形部 2 0 0 B の吐出オンノズル数が 8 つから 7 つに変更された場合、制御部 5 0 0 は、第 1 造形部 2 0 0 A と第 2 造形部 2 0 0 B のうちの吐出オンノズルの割合が多い第 2 造形部 2 0 0 B の吐出オンノズルから吐出されてステージ 3 0 0 上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で同じになるようにステージ 3 0 0 に対する第 1 造形部 2 0 0 A および第 2 造形部 2 0 0 B の相対速度を増加させるとともに、吐出オンノズルの割合が少ない第 1 造形部 2 0 0 A の吐出オンノズルから吐出されてステージ 3 0 0 上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で同じになるように第 1 造形部 2 0 0 A のフラットスクリー 4 0 の回転速度を減少させる。

10

【 0 0 7 3 】

以上で説明した本実施形態における三次元造形装置 1 0 0 d によれば、ステージ 3 0 0 に対して 2 つの造形部 2 0 0 A , 2 0 0 B が一体として相対移動する形態において、各造形部 2 0 0 A , 2 0 0 B の吐出オンノズル数の変更によって、第 1 造形部 2 0 0 A の吐出オンノズルの割合と第 2 造形部 2 0 0 B の吐出オンノズルの割合とが異なる状態になった場合であっても、各造形部 2 0 0 A , 2 0 0 B の吐出オンノズルから吐出されてステージ 3 0 0 上あるいは既設層上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量が吐出オンノズル数の変更前後で変動することを抑制できる。

20

【 0 0 7 4 】

E . 他の実施形態 :

(E 1) 上述した各実施形態の三次元造形装置 1 0 0 ~ 1 0 0 d では、制御部 5 0 0 は、図 8 に示した堆積量変動抑制処理において、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出状態に基づいて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度と、フラットスクリー 4 0 の回転速度とを調節している。これに対して、制御部 5 0 0 は、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出状態に基づいて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度と、フラットスクリー 4 0 の回転速度と、吐出量調節部 7 0 による吐出量の調節度合いとを調節してもよい。この場合、吐出量調節部 7 0 の各バルブ 7 1 は、各ノズル 6 8 からの可塑化材料のオンオフを切り替えるだけでなく、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出量を調節可能に構成されることが好ましい。

30

【 0 0 7 5 】

(E 2) 図 8 に示した堆積量変動抑制処理において、制御部 5 0 0 は、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度と、フラットスクリー 4 0 の回転速度とを調節せずに、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出状態に応じて、吐出量調節部 7 0 による吐出量の調節度合いを調節してもよい。

【 0 0 7 6 】

(E 3) 図 8 に示した堆積量変動抑制処理において、制御部 5 0 0 は、フラットスクリー 4 0 の回転速度を調節せずに、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出状態に応じて、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度と、吐出量調節部 7 0 による吐出量の調節度合いとを調節してもよい。

40

【 0 0 7 7 】

(E 4) 図 8 に示した堆積量変動抑制処理において、制御部 5 0 0 は、ステージ 3 0 0 に対する造形部 2 0 0 の相対速度を調節せずに、各ノズル 6 8 からの可塑化材料の吐出状態に応じて、フラットスクリー 4 0 の回転速度と、吐出量調節部 7 0 による調節度合いとを調節してもよい。

【 0 0 7 8 】

(E 5) 図 8 に示した堆積量変動抑制処理において、制御部 5 0 0 は、フラットスクリー

50

ー４０の回転速度を調節せずに、各ノズル６８からの可塑化材料の吐出状態に応じて、ステージ３００に対する造形部２００の相対速度を調節してもよい。

【００７９】

（Ｅ６）図８に示した堆積量変動抑制処理において、制御部５００は、ステージ３００に対する造形部２００の相対速度を調節せずに、各ノズル６８からの可塑化材料の吐出状態に応じて、フラットスクリー４０の回転速度を調節してもよい。

【００８０】

（Ｅ７）上述した各実施形態の三次元造形装置１００～１００ｄでは、可塑化部３０は、フラットスクリー４０とパレル５０とを備え、フラットスクリー４０とパレル５０との相対的な回転を用いて材料を可塑化させて可塑化材料を生成している。これに対して、可塑化部３０は、フラットスクリー４０ではなく、長尺な円柱状の外形形状を有しており、円柱の側面部分に螺旋溝が形成されたスクリーと、スクリーを囲む円筒状のパレルとを備え、スクリーとパレルとの相対的な回転を用いて材料を可塑化させて可塑化材料を生成してもよい。また、可塑化部３０は、フラットスクリー４０や上述したスクリーを備えていなくてもよい。この場合、例えば、ＦＤＭ（Ｆused Ｄeposit ion Modeling）方式の三次元造形装置のように、材料のフィラメントをヒーターで加熱することによって可塑化させて可塑化材料を生成するように構成されてもよい。

【００８１】

（Ｅ８）上述した各実施形態の三次元造形装置１００～１００ｄでは、制御部５００は、ステージ３００に対して造形部２００を＋Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させて三次元造形物の奇数層を形成し、ステージ３００に対して造形部２００を－Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させて偶数層を形成している。これに対して、制御部５００は、ステージ３００に対して造形部２００を＋Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させて奇数層を形成し、奇数層を形成する前の位置にステージ３００に対する造形部２００の位置を戻した後、ステージ３００に対して造形部２００を＋Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させて偶数層を形成してもよい。また、制御部５００は、例えば、ステージ３００に対して造形部２００を＋Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させた後、ステージ３００に対して造形部２００を＋Ｙ方向あるいは－Ｙ方向に移動させ、さらに、ステージ３００に対して造形部２００を－Ｘ方向に相対移動させつつ各ノズル６８から可塑化材料を吐出させることによって造形層を形成してもよい。

【００８２】

（Ｅ９）上述した各実施形態の三次元造形装置１００～１００ｄでは、第１表面活性化部２１０Ａと、第２表面活性化部２１０Ｂと、第１加熱冷却部２２０Ａと、第２加熱冷却部２２０Ｂと、第１平坦化部２３０Ａと、第２平坦化部２３０Ｂとを備えている。これに対して、三次元造形装置１００～１００ｄは、第１表面活性化部２１０Ａと、第２表面活性化部２１０Ｂと、第１加熱冷却部２２０Ａと、第２加熱冷却部２２０Ｂと、第１平坦化部２３０Ａと、第２平坦化部２３０Ｂとを備えていなくてもよい。

【００８３】

（Ｅ１０）上述した各実施形態の三次元造形装置１００～１００ｄ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造形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。上述した可塑化材料には、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。

【００８４】

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可塑化材料が生成される。「可塑化」とは、熱可塑性を有す

10

20

30

40

50

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。

【 0 0 8 5 】

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 (P P)、ポリエチレン樹脂 (P E)、ポリアセタール樹脂 (P O M)、ポリ塩化ビニル樹脂 (P V C)、ポリアミド樹脂 (P A)、アクリロニトリル・ブタジエン・スチレン樹脂 (A B S)、ポリ乳酸樹脂 (P L A)、ポリフェニレンサルファイド樹脂 (P P S)、ポリカーボネート (P C)、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 (P E E K) などのエンジニアリングプラスチック。

10

【 0 0 8 6 】

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 3 0 において、フラットスクリー 4 0 の回転とヒーター 5 8 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可塑化材料は、ノズル 6 8 から吐出された後、温度の低下によって硬化する。

20

【 0 0 8 7 】

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 6 8 から吐出されることが望ましい。なお、「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。

【 0 0 8 8 】

造形部 2 0 0 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、可塑化材料の生成の際に溶融する成分が混合されて、可塑化部 3 0 に投入されることが望ましい。

30

< 金属材料の例 >

マグネシウム (M g)、鉄 (F e)、コバルト (C o) やクロム (C r)、アルミニウム (A l)、チタン (T i)、銅 (C u)、ニッケル (N i) 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。

【 0 0 8 9 】

造形部 2 0 0 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 3 0 0 に配置された可塑化材料は、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。

40

【 0 0 9 0 】

材料供給部 2 0 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。また、金属材料やセラミック材料の粉末材料は、例えば、上で例示したような熱可塑性樹脂、あるいは、それ以外の熱可塑性樹脂によってコーティングされていてもよい。この

50

場合には、可塑化部 30 において、その熱可塑性樹脂が溶融して流動性が発現されるものとしてもよい。

【0091】

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る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 i s o - プロピル、酢酸 n - ブチル、酢酸 i s o - 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。

【0092】

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 P L A（ポリ乳酸）、P A（ポリアミド）、P P S（ポリフェニレンサルファイド）、P E E K（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。

【0093】

F. 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。

【0094】

（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、スクリューを有し、前記スクリューの回転によって材料を可塑化して可塑化材料を生成する可塑化部と、前記可塑化材料が堆積される堆積面を有するステージと、前記ステージの前記堆積面に平行な第 1 軸に沿って並んで配置された複数のノズルを有し、前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑化材料を吐出する吐出部と、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の吐出量を調節する吐出量調節部と、前記ステージの前記堆積面に平行で前記第 1 軸と交差する第 2 軸に沿って、前記吐出部を前記ステージに対して相対移動させる移動部と、制御部と、を備える。前記制御部は、前記スクリューの回転速度を制御する第 1 制御と、前記吐出量調節部によって前記吐出量を制御する第 2 制御と、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を制御する第 3 制御とのうちの少なくともいずれか一つの制御を、前記複数のノズルからの前記可塑化材料の吐出状態に基づいて実行して、前記可塑化材料によって形成される造形層を前記ステージ上に積層する。

この形態の三次元造形装置によれば、制御部は、各ノズルからの可塑化材料の吐出状態に基づいて、スクリューの回転速度と、吐出量調節部によって調節される吐出量と、ステージに対する吐出部の相対速度とのうちの少なくとも一つを制御するので、各ノズルから

吐出されてステージ上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。そのため、三次元造形物を寸法精度良く造形することができる。

【 0 0 9 5 】

(2) 上記形態の三次元造形装置において、前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の吐出の停止と開始とを示す状態に基づいて実行してもよい。

この形態の三次元造形装置によれば、簡易な制御で、各ノズルから吐出されてステージ上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。

【 0 0 9 6 】

(3) 上記形態の三次元造形装置において、前記制御部は、前記複数のノズルのうち、前記可塑化材料の吐出を停止状態にするノズルの数を増加させる際に、前記第 1 制御を実行する場合には、前記スクリュウの回転速度を減少させ、前記第 2 制御を実行する場合には、前記吐出量調節部によって前記吐出量を減少させ、前記第 3 制御を実行する場合には、前記ステージに対する前記吐出部の相対速度を増加させてもよい。

この形態の三次元造形装置によれば、可塑化材料の吐出を停止状態にされるノズルの数を増加させる際に、制御部は、スクリュウの回転速度の減少と、吐出量調節部による吐出量の減少と、ステージに対する吐出部の相対速度の増加とのうちの少なくとも一つを実行するので、各ノズルから吐出されてステージ上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を確実に抑制できる。

【 0 0 9 7 】

(4) 上記形態の三次元造形装置において、前記吐出部は、前記複数のノズルのそれぞれに連通する複数の個別流路と、前記複数の個別流路のそれぞれの圧力を計測する複数の第 1 計測部とを有し、前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記複数の第 1 計測部によって計測される圧力を示す状態に基づいて実行してもよい。

この形態の三次元造形装置によれば、各個別流路内の圧力変動によって各ノズルからの吐出量の変動した場合であっても、制御部は、各第 1 計測部によって計測される各個別流路内の圧力に基づいて、スクリュウの回転速度と、吐出量調節部によって調節される吐出量と、ステージに対する吐出部の相対速度とのうちの少なくとも一つを調整できるので、各ノズルから吐出されてステージ上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。

【 0 0 9 8 】

(5) 上記形態の三次元造形装置において、前記複数の第 1 計測部は、前記複数の個別流路のうち、前記吐出量調節部よりも上流の位置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、各第 1 計測部によって各個別流路内の圧力を精度良く計測できる。

【 0 0 9 9 】

(6) 上記形態の三次元造形装置は、前記複数のノズルのそれぞれから吐出された前記可塑化材料の前記吐出量または線幅を計測する第 2 計測部を備え、前記制御部は、前記第 1 制御と前記第 2 制御と前記第 3 制御とのうちの少なくとも一つの制御を、前記吐出状態としての、前記第 2 計測部によって計測される前記吐出量または前記線幅を示す状態に基づいて実行してもよい。

この形態の三次元造形装置によれば、各ノズルから吐出される可塑化材料の吐出量または線幅が変動した場合であっても、制御部は、第 2 計測部によって計測される吐出量または線幅の状態に基づいて、スクリュウの回転速度と、吐出量調節部によって調節される吐出量と、ステージに対する吐出部の相対速度とのうちの少なくとも一つを調整できるので、各ノズルから吐出されてステージ上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。

【 0 1 0 0 】

(7) 上記形態の三次元造形装置において、前記可塑化部は、前記スクリューとして、溝部が設けられた溝形成面を有するフラットスクリューを有し、前記溝形成面に対向し、前記複数のノズルに連通する連通孔を有するバレルを有し、前記フラットスクリューの回転によって、前記溝部に供給された前記材料を可塑化して前記可塑化材料を生成し、前記可塑化材料を前記連通孔から前記複数のノズルに供給してもよい。

この形態の三次元造形装置によれば、フラットスクリューの回転によって、溝部に供給された材料を可塑化して可塑化材料を生成できるので、フラットスクリューの回転軸に沿った方向において、可塑化部を小型化できる。

【 0 1 0 1 】

(8) 上記形態の三次元造形装置において、前記吐出量調節部は、前記複数のノズルのそれぞれに対応する複数のバルブを有し、前記制御部は、前記複数のバルブの開度を制御することによって、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の前記吐出量を調節してもよい。

10

この形態の三次元造形装置によれば、簡易な構成で、各ノズルからの可塑化材料の吐出量を調節できる。

【 0 1 0 2 】

(9) 本開示の第 2 の形態によれば、三次元造形物の製造方法が提供される。この三次元造形物の製造方法は、第 1 軸に沿って並んで配置された複数のノズルから前記第 1 軸に平行な堆積面に向かって可塑化材料を吐出させて、前記可塑化材料によって形成される造形層を前記堆積面上に積層することにより三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法であって、スクリューの回転によって材料を可塑化して前記可塑化材料を生成する第 1 工程と、前記複数のノズルのそれぞれからの前記可塑化材料の吐出量を調節する第 2 工程と、前記堆積面に平行で前記第 1 軸と交差する第 2 軸に沿って前記複数のノズルを前記堆積面に対して相対移動させつつ前記複数のノズルから前記堆積面に向かって前記可塑化材料を吐出する第 3 工程と、を備える。前記第 1 工程における前記スクリューの回転速度と、前記第 2 工程における前記吐出量と、前記第 3 工程における前記堆積面に対する前記複数のノズルの相対速度とのうちの少なくとも一つを、前記複数のノズルからの前記可塑化材料の吐出状態に基づいて調節して、前記可塑化材料によって形成される造形層を前記堆積面上に積層することを特徴とする。

20

この形態の三次元造形物の製造方法によれば、各ノズルからの可塑化材料の吐出状態に基づいて、スクリューの回転速度と、吐出量調節部によって調節される吐出量と、堆積面に対する吐出部の相対速度とのうちの少なくとも一つを調節するので、各ノズルから吐出されて堆積面上に堆積する可塑化材料の単位面積当たりの堆積量の変動を抑制できる。そのため、三次元造形物を寸法精度良く造形することができる。

30

【 0 1 0 3 】

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、三次元造形装置の制御方法、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 】

【 0 1 0 4 】

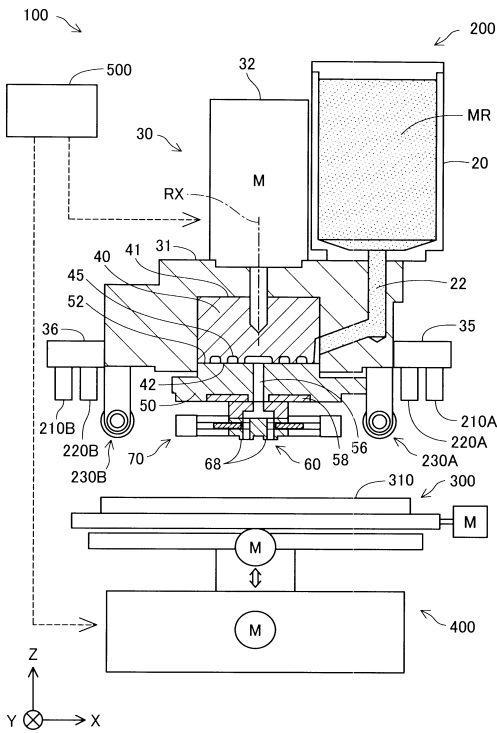
2 0 ... 材料供給部、 3 0 ... 可塑化部、 4 0 ... フラットスクリュー、 5 0 ... バレル、 5 6 ... 連通孔、 5 8 ... ヒーター、 6 0 ... 吐出部、 6 1 ... 第 1 流路部材、 6 2 ... 第 2 流路部材、 6 3 ... 共通流路、 6 4 ... 分岐流路、 6 5 ... 個別流路、 6 6 ... シリンダー部、 6 8 ... ノズル、 6 9 ... 吐出口、 7 0 ... 吐出量調節部、 7 1 ... バルブ、 7 5 ... 弁部、 7 6 ... 弁駆動部、 9 0 ... 第 1 計測部、 9 5 ... 第 2 計測部、 1 0 0 ... 三次元造形装置、 2 0 0 ... 造形部、 2 1 0 ... 表面活性化部、 2 2 0 ... 加熱冷却部、 2 3 0 ... 平坦化部、 2 3 1 ... ローラー、 2 3 2 ... ローラー支持部、 3 0 0 ... ステージ、 3 1 0 ... 堆積面、 4 0 0 ... 移動部、 5 0 0 ... 制御部

40

【図面】

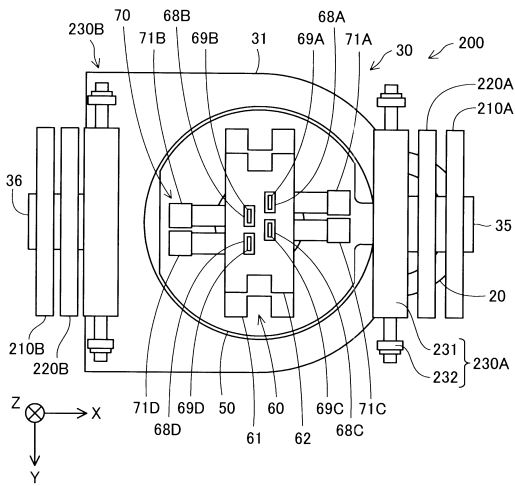
【図 1】

Fig.1



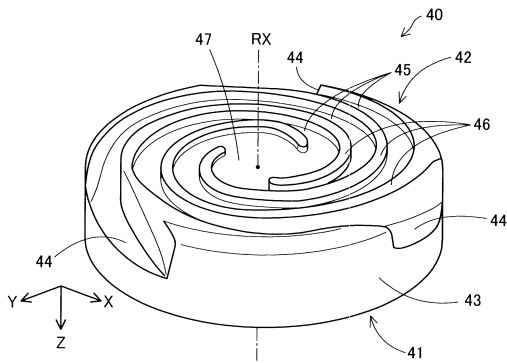
【図 2】

Fig.2



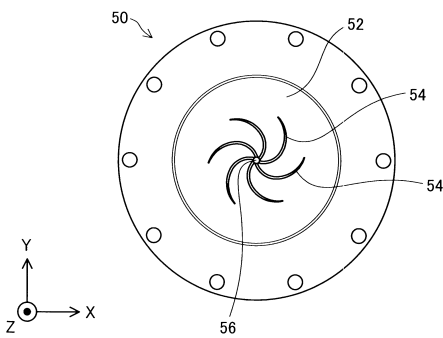
【図 3】

Fig.3



【図 4】

Fig.4



10

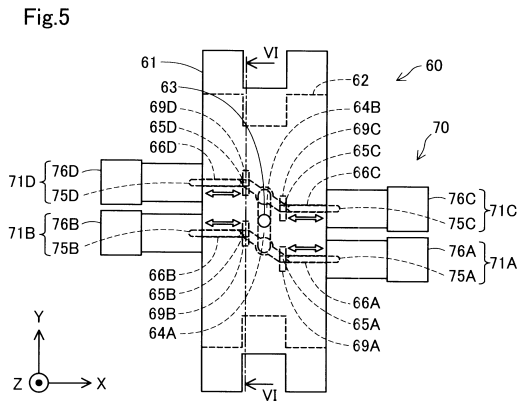
20

30

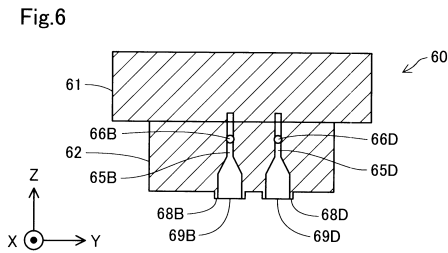
40

50

【図 5】

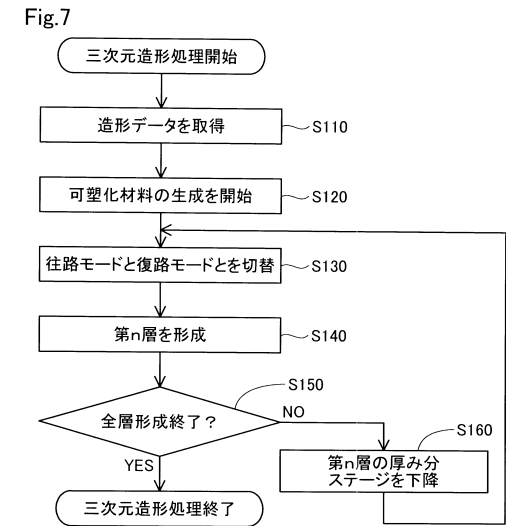


【図 6】

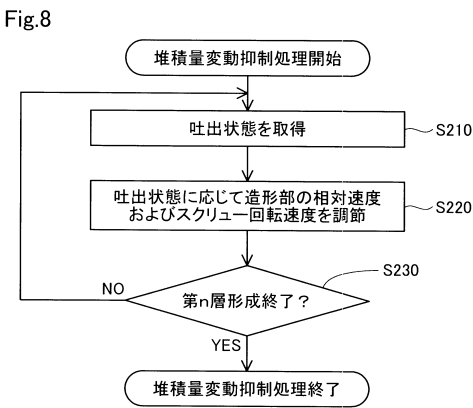


10

【図 7】



【図 8】



20

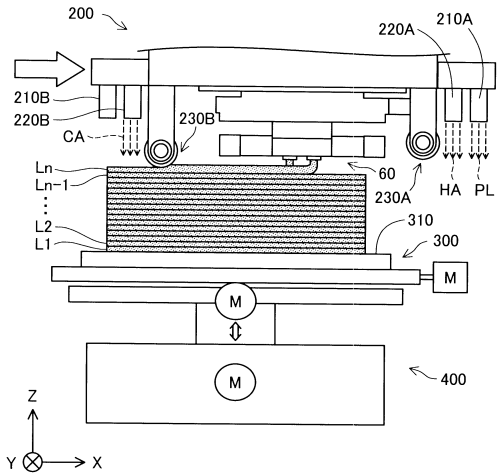
30

40

50

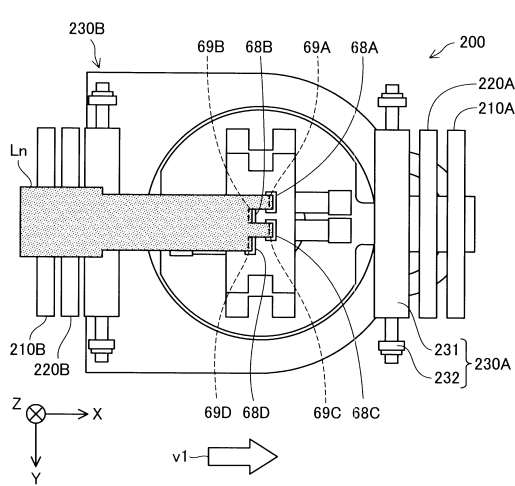
【図 9】

Fig.9



【図 10】

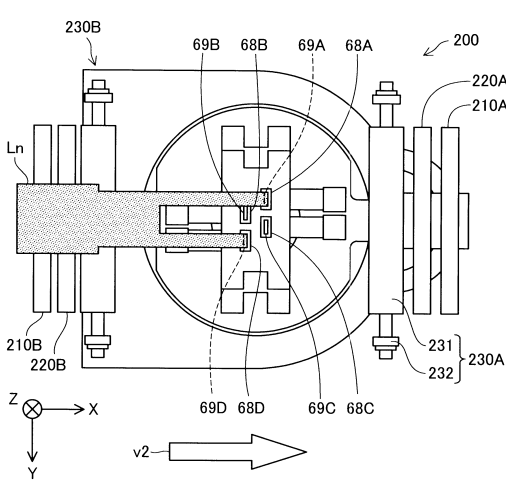
Fig.10



10

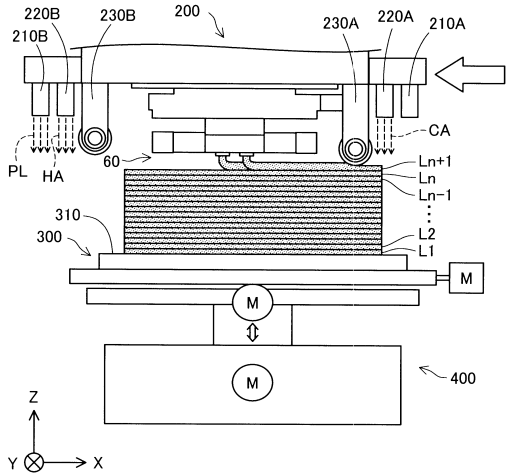
【図 11】

Fig.11



【図 12】

Fig.12



20

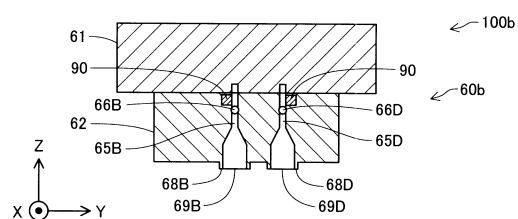
30

40

50

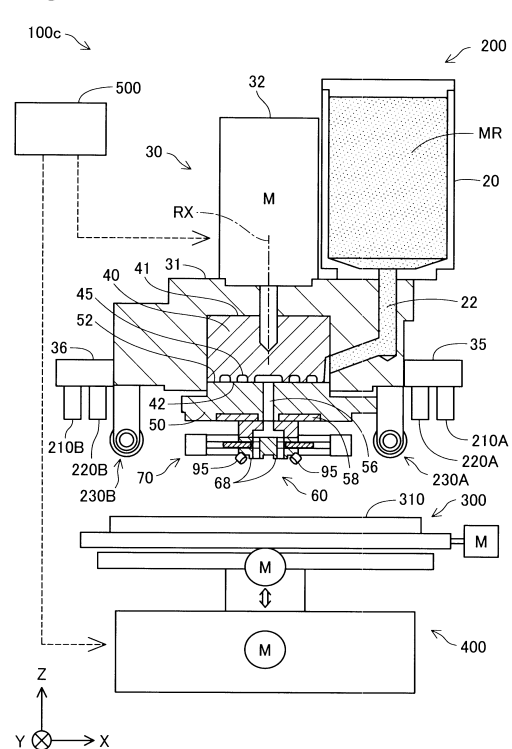
【 図 1 3 】

Fig.13



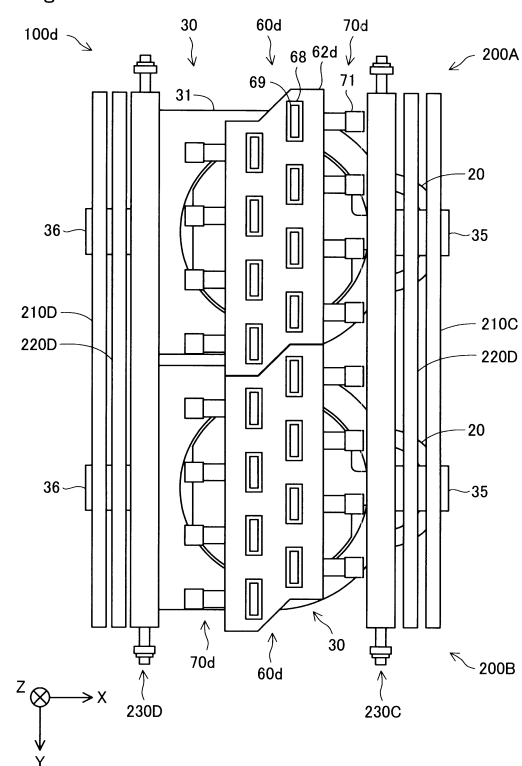
【圖 14】

Fig.14



【 图 1 5 】

Fig.15



フロントページの続き

(51)国際特許分類		F I	
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
B 3 3 Y	50/02 (2015.01)	B 3 3 Y	50/02
B 2 2 F	10/38 (2021.01)	B 2 2 F	10/38
B 2 8 B	1/30 (2006.01)	B 2 8 B	1/30
B 2 2 F	12/53 (2021.01)	B 2 2 F	12/53
B 2 2 F	12/60 (2021.01)	B 2 2 F	12/60
(56)参考文献		国際公開第 2 0 1 8 / 2 1 0 1 8 3 (W O , A 1)	
		特開 2 0 2 0 - 0 0 6 6 4 7 (J P , A)	
		特開 2 0 2 0 - 0 4 9 6 9 2 (J P , A)	
		特開 2 0 2 0 - 1 0 0 0 5 8 (J P , A)	
		特開 2 0 1 8 - 1 8 7 7 7 7 (J P , A)	
(58)調査した分野		(Int.Cl. , D B 名)	
		B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0	
		B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0	
		B 2 2 F 1 0 / 0 0 - 1 2 / 9 0	
		B 2 8 B 1 / 3 0	