(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2017-177510
(P2017-177510A)
(43)公開日　平成29年10月5日(2017.10.5)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
B29C 67/00	(2017.01)	B29C	67/00	4F213
B33Y 10/00	(2015.01)	B33Y	10/00	
B33Y 50/02	(2015.01)	B33Y	50/02	

審査請求 未請求　請求項の数 12　ＯＬ　（全 33 頁）

(21)出願番号　特願2016-67511(P2016-67511)
(22)出願日　平成28年3月30日(2016.3.30)

(71)出願人　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　100116665
弁理士　渡辺　和昭
(74)代理人　100164633
弁理士　西田　圭介
(74)代理人　100179475
弁理士　仲井　智至
(72)発明者　和田　啓志
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
(72)発明者　平井　利充
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】三次元造形物の製造方法、三次元造形物製造装置および三次元造形物

(57)【要約】
【課題】寸法精度に優れた三次元造形物を提供すること。
【解決手段】本発明の三次元造形物の製造方法は、実体部形成用組成物およびサポート部形成用組成物を用いて層の形成を繰り返し行うことにより、三次元造形物を製造する方法であって、前記サポート部形成用組成物を吐出して第１のパターンを形成する第１のパターン形成工程と、前記実体部形成用組成物を吐出して第２のパターンを形成する第２のパターン形成工程とを有し、前記第１のパターン形成工程では、第１の走査方向に沿って、前記サポート部形成用組成物を吐出して第１の線状部分を形成し、前記第２のパターン形成工程は、前記第１の走査方向と交差する第２の走査方向に沿って、前記実体部形成用組成物を吐出して第２の線状部分を形成し、当該第２の線状部分の端部を前記第１の線状部分の側面部に接触させることにより行う。
【選択図】なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
三次元造形物の実体部の形成に用いる実体部形成用組成物、および、前記実体部となるべき部位を支持するサポート部の形成に用いるサポート部形成用組成物を用いて層の形成を繰り返し行うことにより、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、
前記サポート部形成用組成物を吐出して第１のパターンを形成する第１のパターン形成工程と、
前記実体部形成用組成物を吐出して第２のパターンを形成する第２のパターン形成工程とを有し、
前記第１のパターン形成工程は、前記第１のパターンの少なくとも一部において、前記層の面内方向である第１の走査方向に沿って、前記サポート部形成用組成物を吐出して第１の線状部分を形成することにより行うものであり、
前記第２のパターン形成工程は、前記層の面内方向で、かつ、前記第１の走査方向と交差する第２の走査方向に沿って、前記実体部形成用組成物を吐出して第２の線状部分を形成し、当該第２の線状部分の端部を前記第１の線状部分の側面部に接触させることにより行うものであることを特徴とする三次元造形物の製造方法。
【請求項２】
前記第２のパターン形成工程において、前記第２の線状部分の側面部を、前記第１の線状部分の側面部に接触させる請求項１に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項３】
前記第１のパターンの形成を行っている前記層において、前記第１のパターンの形成が完了する前に、前記第２のパターン形成工程を開始する請求項１または２に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項４】
ｎを１以上の整数としたときに、第ｎ番目の前記層において前記第２のパターン形成工程を行いつつ、第ｎ＋１番目の前記層において、前記第１のパターン形成工程を行う請求項１ないし３のいずれか１項に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項５】
前記第２の線状部分の端部に接触する前記第１の線状部分の長さが、当該第１の線状部分に接触する前記第２のパターンの幅よりも大きいものである請求項１ないし４のいずれか１項に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項６】
前記実体部形成用組成物は、粒子を含むものであり、前記第１のパターン形成工程の後に、前記粒子同士を接合するための接合処理を施す接合工程を有している請求項１ないし５のいずれか１項に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項７】
前記接合処理は、前記層を複数備えた積層体に対して施すものである請求項６に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項８】
前記第１のパターン形成工程および前記第２のパターン形成工程を含む層形成工程と、前記接合工程とを含む一連の工程を繰り返し行う請求項６に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項９】
前記サポート部形成用組成物は、バインダーを含むものであり、
前記第２のパターン形成工程は、前記第１のパターン中に前記バインダーが含まれる状態で行うものである請求項６ないし８のいずれか１項に記載の三次元造形物の製造方法。
【請求項１０】
前記実体部形成用組成物および前記サポート部形成用組成物を、それぞれ、ディスペンサーを用いて吐出する請求項１ないし９のいずれか１項に記載の三次元造形物の製造方法。

【請求項１１】
層の形成を繰り返し行うことにより、三次元造形物を製造する三次元造形物製造装置であって、
三次元造形物の実体部となるべき部位を支持するサポート部の形成に用いるサポート部形成用組成物を吐出するサポート部形成用組成物吐出ノズルと、
前記実体部の形成に用いる実体部形成用組成物を吐出する実体部形成用組成物吐出ノズルと、
前記サポート部形成用組成物吐出ノズルおよび前記実体部形成用組成物吐出ノズルの駆動、前記サポート部形成用組成物吐出ノズルによる前記サポート部形成用組成物の吐出、ならびに、前記実体部形成用組成物吐出ノズルによる前記実体部形成用組成物の吐出を制御する制御手段とを備え、
前記制御手段は、前記サポート部形成用組成物吐出ノズルを前記層の面内方向である第１の走査方向に走査させるとともに、前記実体部形成用組成物吐出ノズルを前記層の面内方向で、かつ、前記第１の走査方向に交差する方向である第２の走査方向に走査させるように制御することができるものであることを特徴とする三次元造形物製造装置。
【請求項１２】
請求項１０に記載の三次元造形物製造装置を用いて製造されたものであることを特徴とする三次元造形物。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、三次元造形物の製造方法、三次元造形物製造装置および三次元造形物に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、例えば、三次元ＣＡＤソフト、三次元スキャナー等で生成した三次元物体のモデルデータを基にして、三次元造形物を形成する方法が知られている。
【０００３】
三次元造形物を形成する方法として、積層法（三次元造形法）が知られている。積層法では、一般的に、三次元物体のモデルデータを多数の二次元断面層データ（スライスデータ）に分割した後、各二次元断面層データに対応する断面部材を順次造形しつつ、断面部材を順次積層することによって三次元造形物を形成する。
【０００４】
積層法は、造形しようとする三次元造形物のモデルデータさえあれば、直ちに形成することが可能であり、造形に先立って金型を作成するなどの必要がないので、迅速にしかも安価に三次元造形物を形成することが可能である。また、薄い板状の断面部材を一層ずつ積層して形成するので、例えば内部構造を有する複雑な物体であっても、複数の部品に分けることなく一体の造形物として形成することが可能である。
【０００５】
このような積層法として、三次元造形物の実体部の形成に用いる組成物（実体部形成用組成物）とともに、三次元造形物の実体部となるべき部位を支持するサポート部（サポート材）形成用の組成物（サポート部形成用組成物）を用いて、三次元造形物を製造する技術が知られている（例えば、特許文献１参照）。
【０００６】
このような技術によれば、上層（第ｎ＋１層）に形成される実体部が、下層（第ｎ層）に形成される実体部と重なり合わない部位を有する場合であっても造形が可能であり、製造することのできる三次元造形物の形状の範囲を広げることができる。
【０００７】
しかしながら、上記のような技術では、三次元造形物の寸法精度を十分に優れたものとすることができないという問題があった。

【先行技術文献】
【特許文献】
【０００８】
【特許文献１】特開２０１２－９６４２９号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００９】
本発明の目的は、寸法精度に優れた三次元造形物を製造することができる三次元造形物の製造方法、三次元造形物製造装置を提供すること、また、寸法精度に優れた三次元造形物を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１０】
このような目的は、下記の本発明により達成される。
本発明の三次元造形物の製造方法は、三次元造形物の実体部の形成に用いる実体部形成用組成物、および、前記実体部となるべき部位を支持するサポート部の形成に用いるサポート部形成用組成物を用いて層の形成を繰り返し行うことにより、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、
前記サポート部形成用組成物を吐出して第１のパターンを形成する第１のパターン形成工程と、
前記実体部形成用組成物を吐出して第２のパターンを形成する第２のパターン形成工程とを有し、
前記第１のパターン形成工程は、前記第１のパターンの少なくとも一部において、前記層の面内方向である第１の走査方向に沿って、前記サポート部形成用組成物を吐出して第１の線状部分を形成することにより行うものであり、
前記第２のパターン形成工程は、前記層の面内方向で、かつ、前記第１の走査方向と交差する第２の走査方向に沿って、前記実体部形成用組成物を吐出して第２の線状部分を形成し、当該第２の線状部分の端部を前記第１の線状部分の側面部に接触させることにより行うものであることを特徴とする。
【００１１】
これにより、寸法精度に優れた三次元造形物を製造することができる三次元造形物の製造方法を提供することができる。
【００１２】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記第２のパターン形成工程において、前記第２の線状部分の側面部を、前記第１の線状部分の側面部に接触させることが好ましい。
【００１３】
これにより、最終的に得られる三次元造形物の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【００１４】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記第１のパターンの形成を行っている前記層において、前記第１のパターンの形成が完了する前に、前記第２のパターン形成工程を開始することが好ましい。
これにより、三次元造形物の生産性をより優れたものとすることができる。
【００１５】
本発明の三次元造形物の製造方法では、ｎを１以上の整数としたときに、第ｎ番目の前記層において前記第２のパターン形成工程を行いつつ、第ｎ＋１番目の前記層において、前記第１のパターン形成工程を行うことが好ましい。
これにより、三次元造形物の生産性をより優れたものとすることができる。
【００１６】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記第２の線状部分の端部に接触する前記第１の線状部分の長さが、当該第１の線状部分に接触する前記第２のパターンの幅よりも大き

いものであることが好ましい。
【００１７】
これにより、第１の線状部分の側面部に接触する第２の線状部分の端部の形状をより好適に制御することができる。したがって、三次元造形物全体としての寸法精度のさらなる向上を図ることができる。
【００１８】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記実体部形成用組成物は、粒子を含むものであり、前記第１のパターン形成工程の後に、前記粒子同士を接合するための接合処理を施す接合工程を有していることが好ましい。
これにより、三次元造形物の機械的強度等を特に優れたものとすることができる。
【００１９】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記接合処理は、前記層を複数備えた積層体に対して施すものであることが好ましい。
これにより、三次元造形物の生産性をより優れたものとすることができる。
【００２０】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記第１のパターン形成工程および前記第２のパターン形成工程を含む層形成工程と、前記接合工程とを含む一連の工程を繰り返し行うことが好ましい。
【００２１】
これにより、粒子同士の接合のためのエネルギーを効率よく粒子に与えることができ、三次元造形物の機械的強度をより確実に優れたものとすることができる。また、三次元造形物の信頼性をより優れたものとすることができる。
【００２２】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記サポート部形成用組成物は、バインダーを含むものであり、
前記第２のパターン形成工程は、前記第１のパターン中に前記バインダーが含まれる状態で行うものであることが好ましい。
【００２３】
これにより、実体部形成用組成物の構成成分が第１のパターン中に不本意に浸透してしまうことをより効果的に防止することができ、三次元造形物の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【００２４】
本発明の三次元造形物の製造方法では、前記実体部形成用組成物および前記サポート部形成用組成物を、それぞれ、ディスペンサーを用いて吐出することが好ましい。
【００２５】
これにより、最終的に得られる三次元造形物の寸法精度をより優れたものとすることができる。また、高粘度のサポート部形成用組成物、実体部形成用組成物を用いることで、厚みが比較的大きい層を容易に形成することができ、三次元造形物の生産性をより優れたものとすることができる。
【００２６】
本発明の三次元造形物製造装置は、層の形成を繰り返し行うことにより、三次元造形物を製造する三次元造形物製造装置であって、
三次元造形物の実体部となるべき部位を支持するサポート部の形成に用いるサポート部形成用組成物を吐出するサポート部形成用組成物吐出ノズルと、
前記実体部の形成に用いる実体部形成用組成物を吐出する実体部形成用組成物吐出ノズルと、
前記サポート部形成用組成物吐出ノズルおよび前記実体部形成用組成物吐出ノズルの駆動、前記サポート部形成用組成物吐出ノズルによる前記サポート部形成用組成物の吐出、ならびに、前記実体部形成用組成物吐出ノズルによる前記実体部形成用組成物の吐出を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段は、前記サポート部形成用組成物吐出ノズルを前記層の面内方向である第１の走査方向に走査させるとともに、前記実体部形成用組成物吐出ノズルを前記層の面内方向で、かつ、前記第１の走査方向に交差する方向である第２の走査方向に走査させるように制御することができるものであることを特徴とする。

【００２７】

これにより、寸法精度に優れた三次元造形物を製造することができる三次元造形物製造装置を提供することができる。

【００２８】

本発明の三次元造形物は、本発明の三次元造形物製造装置を用いて製造されたものであることを特徴とする。

これにより、寸法精度に優れた三次元造形物を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２９】

【図１】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図２】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第２のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図３】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図４】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第２のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図５】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程を模式的に示す縦断面図である。

【図６】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（脱脂工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図７】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（サポート部除去工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図８】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（接合工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図９】第１のパターンと第２のパターンとの位置関係の一例を説明するための模式的な平面図である。

【図１０】第１のパターンと第２のパターンとの位置関係の他の例を説明するための模式的な平面図である。

【図１１】第１のパターンと第２のパターンとの位置関係の他の例を説明するための模式的な平面図である。

【図１２】本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法を示すフローチャートである。

【図１３】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１４】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第２のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１５】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（接合工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１６】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１７】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第２のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１８】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（接合工程）を模式的に示す縦断面図である。

【図１９】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程を模式的に示す縦断面

図である。
【図２０】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（サポート部除去工程）を模式的に示す縦断面図である。
【図２１】本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法を示すフローチャートである。
【図２２】本発明の第３実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程および第２のパターン形成工程）を模式的に示す平面図である。
【図２３】本発明の第４実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第ｎ層に対する第２のパターン形成工程、および、第ｎ＋１層に対する第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。
【図２４】三次元造形物製造装置の好適な実施形態を模式的に示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００３０】
以下、添付する図面を参照しつつ、好適な実施形態について詳細な説明をする。
《三次元造形物の製造方法》
まず、本発明の三次元造形物の製造方法について説明する。
【００３１】
［第１実施形態］
図１～図８は、本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法の工程を模式的に示す縦断面図である。図９は、第１のパターンと第２のパターンとの位置関係の一例を説明するための模式的な平面図である。図１０、図１１は、第１のパターンと第２のパターンとの位置関係の他の例を説明するための模式的な平面図である。図１２は、本発明の第１実施形態の三次元造形物の製造方法を示すフローチャートである。
【００３２】
本実施形態の三次元造形物１０の製造方法は、三次元造形物１０の実体部２の形成に用いる実体部形成用組成物１Ｂ’、および、実体部２となるべき部位を支持するサポート部（支持部、サポート材）５の形成に用いるサポート部形成用組成物１Ａ’を用いて層１の形成を繰り返し行うことにより、三次元造形物１０を製造する方法である。
【００３３】
そして、サポート部形成用組成物１Ａ’を吐出して第１のパターン１Ａを形成する第１のパターン形成工程と、実体部形成用組成物１Ｂ’を吐出して第２のパターン１Ｂを形成する第２のパターン形成工程とを有している。
【００３４】
以下、各工程について詳細に説明する。
≪第１のパターン形成工程≫
【００３５】
第１のパターン形成工程では、サポート部形成用組成物１Ａ’を吐出し、線状部分（第１の線状部分）１１Ａを形成し、複数の線状部分１１Ａの集合体としての第１のパターン１Ａを形成する。そして、第１のパターン１Ａの少なくとも一部において、層１の面内方向である第１の走査方向Ｄ１（本実施形態では、図１、図３での紙面の法線方向、図９～図１１での上下方向）に沿って、サポート部形成用組成物１Ａ’を吐出して、第１の線状部分１１Ａを形成する。
【００３６】
このように、サポート部形成用組成物１Ａ’を吐出して第１のパターン１Ａを形成することより、微細な形状、複雑な形状を有するパターンであっても好適に形成することができる。
【００３７】
サポート部形成用組成物１Ａ’の吐出方法は、特に限定されず、例えば、インクジェット装置等を用いて行うこともできるが、ディスペンサーを用いて行うのが好ましい。
【００３８】

このように、ディスペンサーを用いてサポート部形成用組成物１Ａ’の吐出を行うことにより、高粘度のサポート部形成用組成物１Ａ’であっても好適に供給（吐出）することができ、サポート部形成用組成物１Ａ’が目的の部位に接触した後の当該サポート部形成用組成物１Ａ’のダレ等をより効果的に防止することができる。その結果、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。また、高粘度のサポート部形成用組成物１Ａ’を用いることにより、厚みが比較的大きい層１を容易に形成することができ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。吐出するサポート部形成用組成物の形態としては、連続体状で吐出することにより線状部分（第１の線状部分）１１Ａを形成しても良いし、複数の液滴として吐出して目的の部位に配置することにより線状部分（第１の線状部分）１１Ａを形成しても良い。

サポート部形成用組成物１Ａ’は、例えば、ペースト状のものであってもよい。

【００３９】

本工程におけるサポート部形成用組成物１Ａ’の粘度は、１００ｍＰａ・ｓ以上１０００００ｍＰａ・ｓ以下であるのが好ましく、５００ｍＰａ・ｓ以上１０００００ｍＰａ・ｓ以下であるのがより好ましく、１０００ｍＰａ・ｓ以上２００００ｍＰａ・ｓ以下であるのがさらに好ましい。

【００４０】

これにより、例えば、サポート部形成用組成物１Ａ’の吐出安定性をより優れたものとすることができるとともに、適度な厚みを有する層１の形成に好適であり、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。また、被着体に接触したサポート部形成用組成物１Ａ’が過剰に濡れ広がることがより効果的に防止され、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００４１】

なお、本明細書中において、粘度とは、特に条件の指定がない限り、せん断速度：１０［ｓ$^{-1}$］という条件で、レオメーターを用いて測定される値をいう。

【００４２】

本工程では、サポート部形成用組成物１Ａ’を、複数の液滴として吐出するのが好ましい。

【００４３】

これにより、例えば、微細な構造を有する三次元造形物１０の製造にもより好適に対応することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００４４】

本工程でサポート部形成用組成物１Ａ’を複数の液滴として吐出する場合、吐出される液滴の１滴あたりの体積は、１ｐＬ以上５００ｐＬ以下であるのが好ましく、２ｐＬ以上３００ｐＬ以下であるのがより好ましい。

【００４５】

これにより、例えば、微細な構造を有する三次元造形物１０の製造にもより好適に対応することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができるとともに、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【００４６】

三次元造形物１０の製造においては、サポート部形成用組成物１Ａ’として、複数種の組成物を用いてもよい。

なお、サポート部形成用組成物１Ａ’については、後に詳述する。

【００４７】

≪第２のパターン形成工程≫

第２のパターン形成工程では、実体部形成用組成物１Ｂ’を吐出し、第２のパターン１Ｂを形成する。特に、本実施形態では、第１のパターン１Ａで取り囲まれた領域に実体部形成用組成物１Ｂ’を吐出し、第２のパターン１Ｂの周囲全体が、第１のパターン１Ａと接触するようにする。

【００４８】

また、第２のパターン形成工程では、層１の面内方向で、かつ、第１の走査方向Ｄ１と交差する第２の走査方向Ｄ２（本実施形態では、図２、図４での左右方向、図９～図１１での左右方向）に沿って、実体部形成用組成物１Ｂ’を吐出し、線状部分（第２の線状部分）１１Ｂを形成し、複数の線状部分１１Ｂの集合体としての第２のパターン１Ｂを形成する。そして、第２の線状部分１１Ｂの端部１１１Ｂを、第１のパターン１Ａを構成する第１の線状部分１１Ａの側面部１１２Ａに接触させる。

これにより、以下のような効果が得られる。

【００４９】

すなわち、組成物を吐出してパターンを形成する場合、様々な形状に好適に対応することができるという利点がある一方で、線状のパターンの端部付近では、組成物が不本意に拡散してしまったり、吐出部からの液切れの問題等で過剰の組成物が存在しまったりすることにより、形状を十分に制御できないという問題があった。

【００５０】

これに対し、本実施形態では、先に形成された線状のパターン（サポート部形成用組成物１Ａ’により形成された線状部分１１Ａ）の中でも特に形状が安定している側面部１１２Ａに、実体部形成用組成物１Ｂ’による線状部分１１Ｂの端部１１１Ｂを接触させることにより、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成される第２のパターン１Ｂの不本意な変形（特に、線状部分１１Ｂの端部１１１Ｂ付近での変形）を効果的に防止することができる。その結果、最終的に得られる三次元造形物１０は寸法精度に優れたものとなる。

【００５１】

線状部分１１Ｂの一方の端部１１１Ｂのみで、線状部分１１Ａの側面部１１２Ａに接触していてもよいが、本実施形態では、両方の端部１１１Ｂで、線状部分１１Ａの側面部１１２Ａに接触している。

【００５２】

これにより、上記のような効果がより顕著に発揮され、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度は、より優れたものとなる。

【００５３】

また、第１の走査方向Ｄ１と第２の走査方向Ｄ２とは、交差するものであればよいが、第１の走査方向Ｄ１と第２の走査方向Ｄ２とのなす角は、４５°以上９０°以下であるのが好ましく、５５°以上９０°以下であるのがより好ましい。

【００５４】

これにより前述した効果がより顕著に発揮され、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００５５】

また、第２のパターン形成工程においては、第２のパターン１Ｂを構成する線状部分１１Ｂの側面部１１２Ｂを、第１のパターン１Ａを構成する線状部分１１Ａの側面部１１２Ａに接触させるようにして実体部形成用組成物１Ｂ’を付与するのが好ましい（図９、図１０、図１１参照）。

【００５６】

このように、線状部分１１Ａの側面部１１２Ａも、第２のパターン１Ｂのうち比較的高い精度で形成されている線状部分１１Ｂの側面部１１２Ｂと接触させることにより、第２のパターン１Ｂをより高い精度で形成することができ、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００５７】

図９に示す構成では、第２のパターン１Ｂを構成する線状部分１１Ｂの側面部１１２Ｂに接触する第１のパターン１Ａの線状部分１１Ａの長さが、当該線状部分（第２の線状部分）１１Ａに接触する線状部分（第２の線状部分）１１Ｂの長さよりも長いものである。

【００５８】

これにより、側面部１１２Ａに接触する側面部１１２Ｂの形状をより好適に制御することができる。そして、任意の層１中に含まれる第２のパターン１Ｂ全体の縁部に占める側

面部１１２Ｂに対応する部分の割合は、一般に大きいものである。したがって、このような部位の形状を好適に制御することにより、三次元造形物１０全体としての寸法精度を向上させる上で有利である。

【００５９】

また、図１０に示す構成では、第２のパターン１Ｂを構成する線状部分１１Ｂの端部１１１Ｂに接触する第１のパターン１Ａの線状部分１１Ａの長さＬが、当該線状部分１１Ａに接触する第２のパターン１Ｂの幅Ｗ（線状部分１１Ｂの長手方向に直交する方向の幅）よりも大きいものである。

【００６０】

これにより、側面部１１２Ａに接触する端部１１１Ｂの形状をより好適に制御することができる。そして、前述したように、線状部分１１Ｂ（線状パターン）の端部１１１Ｂ付近での形状の制御は、三次元造形物１０全体の寸法精度に大きな影響を与えるものであるため、上記のような構成により、三次元造形物１０全体としての寸法精度のさらなる向上を図ることができる。

【００６１】

また、図１１に示す構成では、第１のパターン１Ａを構成する走査方向の異なる２種類の線状部分１１Ａの接触部が、第２のパターン１Ｂの角部の二等分線Ｂ上に位置するように、パターン形成されている。

【００６２】

これにより、層１内での膜厚の均一性をより高いものとすることができる。その結果、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００６３】

実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出方法は、特に限定されず、例えば、インクジェット装置等を用いて行うこともできるが、ディスペンサーを用いて行うのが好ましい。

【００６４】

このように、ディスペンサーを用いて実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出を行うことにより、高粘度の実体部形成用組成物１Ｂ’であっても好適に供給（吐出）することができ、実体部形成用組成物１Ｂ’が目的の部位に接触した後の当該実体部形成用組成物１Ｂ’のダレ等をより効果的に防止することができる。その結果、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。また、高粘度の実体部形成用組成物１Ｂ’を用いることにより、厚みが比較的大きい層１を容易に形成することができ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。吐出する実体部形成用組成物１Ｂ’の形態としては、連続体状で吐出しても良いし、複数の液滴として吐出して目的の部位に配置することにより形成しても良い。

【００６５】

実体部形成用組成物１Ｂ’は、三次元造形物１０の実体部２の形成に用いることができるものであれば、いかなるものであってもよいが、複数個の粒子を含むものであるのが好ましい。

【００６６】

これにより、三次元造形物１０の構成材料の選択の幅を広いものとすることができ、所望の物性、質感等を有する三次元造形物１０を好適に得ることができる。例えば、溶媒に溶解した材料を用いて三次元造形物を製造する場合、使用することのできる材料に制限があるが、粒子を含む実体部形成用組成物１Ｂ’を用いることによりこのような制限を解消することができる。

【００６７】

また、実体部形成用組成物１Ｂ’は、粒子に加え、さらに、層１（第２のパターン１Ｂ）中において粒子同士を仮結合する機能を有するバインダーを含むものであってもよい。

【００６８】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成された第２のパターン１Ｂの不本意な変形をより効果的に防止することができる。その結果、三次元造形物１０の寸法精度

をより優れたものとすることができる。また、三次元造形物１０中における空隙率（空孔率）、三次元造形物１０の密度等の調整を好適に行うことができる。

【００６９】

以下、実体部形成用組成物１Ｂ’が複数個の粒子と、バインダーとを含むものである場合について中心的に説明する。

【００７０】

サポート部形成用組成物１Ａ’がバインダーを含むものである場合、第２のパターン形成工程は、第１のパターン１Ａ中にバインダーが含まれる状態で行うものであるのが好ましい。

【００７１】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’の構成成分が第１のパターン１Ａ中に不本意に浸透してしまうことをより効果的に防止することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００７２】

実体部形成用組成物１Ｂ’は、例えば、ペースト状のものであってもよい。

本工程における実体部形成用組成物１Ｂ’の粘度は、１００ｍＰａ・ｓ以上１０００００ｍＰａ・ｓ以下であるのが好ましく、５００ｍＰａ・ｓ以上１０００００ｍＰａ・ｓ以下であるのがより好ましく、１０００ｍＰａ・ｓ以上２００００ｍＰａ・ｓ以下であるのがさらに好ましい。

【００７３】

これにより、例えば、実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出安定性をより優れたものとすることができるとともに、適度な厚みを有する層１の形成に好適であり、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。また、被着体に接触した実体部形成用組成物１Ｂ’が過剰に濡れ広がることがより効果的に防止され、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００７４】

本工程では、実体部形成用組成物１Ｂ’を、複数の液滴として吐出するのが好ましい。

これにより、例えば、微細な構造を有する三次元造形物１０の製造にもより好適に対応することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００７５】

本工程で実体部形成用組成物１Ｂ’を複数の液滴として吐出する場合、吐出される液滴の１滴あたりの体積は、１ｐＬ以上５００ｐＬ以下であるのが好ましく、２ｐＬ以上３００ｐＬ以下であるのがより好ましい。

【００７６】

これにより、例えば、微細な構造を有する三次元造形物１０の製造にもより好適に対応することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができるとともに、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【００７７】

三次元造形物１０の製造においては、実体部形成用組成物１Ｂ’として、複数種の組成物を用いてもよい。

【００７８】

これにより、例えば、三次元造形物１０の各部位に求められる特性に応じて、材料を組み合わせることができ、三次元造形物１０全体としての特性（外観、機能性（例えば、弾性、靱性、耐熱性、耐腐食性等）等を含む）をより優れたものとすることができる。

なお、実体部形成用組成物１Ｂ’については、後に詳述する。

【００７９】

上記のような第１のパターン形成工程、第２のパターン形成工程を行うことにより、第１のパターン１Ａ、第２のパターン１Ｂを有する層１が形成される。言い換えると、層形成工程は、第１のパターン形成工程および第２のパターン形成工程を含むものである。

【００８０】

サポート部形成用組成物１Ａ’、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成される各層１の厚みは、特に限定されないが、１０μｍ以上５００μｍ以下であるのが好ましく、２０μｍ以上２５０μｍ以下であるのがより好ましい。

【００８１】

これにより、三次元造形物１０の生産性を優れたものとしつつ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【００８２】

三次元造形物１０の製造においては、所定回数だけ層形成工程を行い、複数の層１が積層された積層体５０を得る。

【００８３】

すなわち、すでに形成された層１上に新たな層１を形成すべきか否かを判断し、形成すべき層１がある場合には新たな層１を形成し、形成すべき層１がない場合には積層体５０に対して後に詳述する工程を行う。

【００８４】

≪脱脂工程≫

本実施形態では、上記のようにして層形成工程（第１のパターン形成工程、第２のパターン形成工程）を繰り返し行うことにより得られた積層体５０に対して、脱脂処理を施す脱脂工程を有している。これにより、脱脂体７０が得られる。このような脱脂体７０を得ることにより、後の焼結工程（接合工程）をより好適に行うことができる。

【００８５】

なお、本明細書において、脱脂体とは、所定の形状に成形された成形体（積層体５０）に対し、バインダーを除去するための処理（脱脂処理）を施すことにより得られた物のことをいう。脱脂処理では、成形体（積層体５０）中に含まれるバインダーのうちの少なくとも一部を除去すればよく、脱脂体には、バインダーの一部が残存していてもよい。

【００８６】

脱脂処理は、積層体５０中に含まれるバインダーを除去する方法であればいかなる方法で行ってもよいが、酸素、硝酸ガス等の酸化性雰囲気の他、非酸化性雰囲気中、例えば真空または減圧状態下（例えば1.33×10^{-4}Ｐａ以上１３．３Ｐａ以下）、または、窒素ガス、アルゴンガス等のガス中で、熱処理を行うことによりなされる。

【００８７】

また、脱脂工程（熱処理）における処理温度は、特に限定されないが、１００℃以上７５０℃以下であるのが好ましく、１５０℃以上７００℃以下であるのがより好ましい。

【００８８】

これにより、脱脂工程における積層体５０、脱脂体７０の不本意な変形をより確実に防止することができ、脱脂処理をより効率よく進行させることができる。その結果、より優れた寸法精度の三次元造形物１０をより優れた生産性で製造することができる。

【００８９】

また、脱脂工程（熱処理）における処理時間（熱処理時間）は、０．５時間以上２０時間以下であるのが好ましく、１時間以上１０時間以下であるのがより好ましい。

【００９０】

これにより、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。また、脱脂体７０におけるバインダーの残存率を十分に低いものとすることができ、最終的に得られる三次元造形物１０の信頼性をより優れたものとすることができる。

【００９１】

また、このような熱処理による脱脂は、種々の目的（例えば、脱脂時間の短縮等の目的）で、複数の工程（段階）に分けて行ってもよい。この場合、例えば、前半を低温で、後半を高温で脱脂するような方法や、低温と高温を繰り返し行う方法等が挙げられる。

【００９２】

≪サポート部除去工程≫

そして、脱脂工程を行った後に、サポート部５を除去する。これにより、脱脂体７０が

取り出される。
【００９３】
本工程の具体的な方法としては、例えば、刷毛等でサポート部５を払い除ける方法、サポート部５を吸引により除去する方法、空気等の気体を吹き付ける方法、水等の液体を付与する方法（例えば、液体中に前記のようにして得られたサポート部５と脂体７０との複合物を浸漬する方法、液体を吹き付ける方法等）、超音波振動等の振動を付与する方法等が挙げられる。また、これらから選択される２種以上の方法を組み合わせて行うことができる。
【００９４】
また、サポート部５は、例えば、サポート部５の少なくとも一部を溶解する液体を用いることにより除去されるものであってもよいし、化学反応により分解されることにより除去されるものであってもよい。
【００９５】
≪焼結工程（接合工程）≫
本実施形態では、脂工程で得られた脂体中に含まれる粒子を接合するための接合処理を施す接合工程としての焼結工程を有している。言い換えると、本実施形態では、実体部形成用組成物１Ｂ’は、粒子を含むものであり、第１のパターン形成工程の後に、粒子同士を接合するための接合処理を施す接合工程を有している。
【００９６】
これにより、脂体７０中に含まれる粒子同士が接合（焼結）されて接合部（実体部）２が形成され、焼結体としての三次元造形物１０が得られる。
【００９７】
このように接合部２が形成されることにより、三次元造形物１０は、粒子が強固に接合して構成されたものとなり、三次元造形物１０の機械的強度等を特に優れたものとすることができる。
【００９８】
特に、本実施形態では、接合処理は、層１を複数備えた積層体（脂体７０）に対して施すものである。
これにより、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。
【００９９】
焼結工程は、加熱処理により行う。
焼結工程での加熱は、脂体７０を構成する粒子の構成材料の融点以上の温度で行うのが好ましい。
これにより、粒子の接合をより効率よく行うことができる。
【０１００】
焼結工程での加熱処理は、通常、脂工程での加熱処理よりも高い温度で行う。
粒子の構成材料の融点をＴｍ［℃］としたとき、焼結工程での加熱温度は、（Ｔｍ＋１）℃以上（Ｔｍ＋８０）℃以下であるのが好ましく、（Ｔｍ＋５）℃以上（Ｔｍ＋６０）℃以下であるのがより好ましい。
【０１０１】
これにより、より短時間の加熱処理でより効率よく粒子の接合を行うことができるとともに、焼結工程における脂体７０の不本意な変形をより効果的に防止することができ、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０１０２】
なお、粒子が複数の成分を含むものである場合には、前記融点としては、最も含有率の高い成分の融点を採用することができる。
【０１０３】
焼結工程での加熱時間は、特に限定されないが、３０秒以上６０分以下であるのが好ましく、１分以上３０分以下であるのがより好ましい。
【０１０４】

これにより、粒子同士の接合を十分に進行させつつ本工程における不本意な変形をより効果的に防止することができ、三次元造形物１０の機械的強度、寸法精度をより高いレベルで両立することができるとともに、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【０１０５】

また、焼結処理時の雰囲気は、特に限定されないが、非酸化性雰囲気、例えば真空または減圧状態下（例えば１．３３×１０$^{-4}$Ｐａ以上１３３Ｐａ以下）、または、窒素ガス、アルゴンガス等の不活性ガスとすることができる。

【０１０６】

また、焼結工程は、２段階またはそれ以上に分けて行ってもよい。これにより、焼結の効率が向上し、より短い処理時間で焼結（焼成）を行うことができる。

【０１０７】

また、焼結工程は、前述の脱脂工程と連続して行ってもよい。

これにより、脱脂工程は、焼結前工程を兼ねることができ、脱脂体７０に予熱を与えて、脱脂体７０をより確実に焼結させることができる。

【０１０８】

また、このような焼結工程は、種々の目的（例えば、焼成時間の短縮等の目的）で、複数の工程（段階）に分けて行ってもよい。この場合、例えば、前半を低温で、後半を高温で焼成するような方法や、低温と高温を繰り返し行う方法等が挙げられる。

【０１０９】

前述したような本発明の製造方法によれば、寸法精度に優れた三次元造形物を効率よく製造することができる。

【０１１０】

前述したような三次元造形物の製造方法をフローチャートにまとめると、図１２のようになる。

【０１１１】

［第２実施形態］

次に、第２実施形態の三次元造形物の製造方法について説明する。

【０１１２】

図１３～図２０は、本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法の工程を模式的に示す縦断面図である。また、図２１は、本発明の第２実施形態の三次元造形物の製造方法を示すフローチャートである。以下の説明では、前述した実施形態との相違点について中心的に説明し、同様の事項についての説明は省略する。

【０１１３】

本実施形態の三次元造形物１０の製造方法では、接合処理を各層１ごとに行う。すなわち、第１のパターン形成工程および第２のパターン形成工程を含む層形成工程と、接合工程とを含む一連の工程を繰り返し行う。

【０１１４】

これにより、各層１ごとに接合部２を形成することができ、粒子同士の接合のためのエネルギーを効率よく粒子に与えることができる。その結果、三次元造形物１０の機械的強度をより確実に優れたものとすることができる。また、層１中にバインダー等が不本意に残存することをより確実に防止することができ、三次元造形物１０の信頼性をより優れたものとすることができる。また、本実施形態では、各層１ごとに接合処理を行うため、積層体に対する脱脂工程、焼結工程を省略することができる。

【０１１５】

各層１に対する接合処理は、粒子を接合することができればいかなる方法で行ってもよいが、図示の構成では、レーザー光Ｅの照射により行うのが好ましい。

【０１１６】

これにより、所望の部位に高い選択性で粒子の接合に用いるエネルギーを付与することができ、エネルギー効率や三次元造形物１０の生産性の観点から有利である。また、所望

の部位に高い選択性でエネルギーを付与することにより、好ましくない部位の不本意な変形をより効果的に防止することができ、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより高いものとすることができる。

【０１１７】

また、レーザー光Ｅの照射により形成される接合部２は、一般に、粒子同士が強固に接合したものとなる。また、本工程で、レーザー光Ｅが照射されるパターン（特に、第２のパターン１Ｂ）よりも下側に、接合部２が形成された層１を有する場合には、一般に、当該下側の層１の接合部２と、新たに形成される接合部２とが、強固に接合したものとなる。このようなことから、最終的に得られる三次元造形物１０の機械的強度をより優れたものとすることができる。

【０１１８】

また、レーザー光Ｅを照射することにより、粒子の接合を行うとともに、粒子以外の不要な成分を効率よく除去することができる。例えば、バインダー、溶剤等を除去することができ、これらの成分が形成される接合部（実体部）２中に残存することを効果的に防止することができる。

【０１１９】

接合の形態は、粒子の構成材料等により異なるが、例えば、融着、焼結、溶融固化等が挙げられる。

【０１２０】

接合工程で用いることのできるレーザーとしては、例えば、ルビーレーザー、ＹＡＧレーザー、Ｎｄ：ＹＡＧレーザー、チタンサファイアレーザー、半導体レーザー等の固体レーザー；色素レーザー等の液体レーザー；中性原子レーザー（ヘリウムネオンレーザー等）、イオンレーザー（アルゴンイオンレーザー等）、分子レーザー（炭酸ガスレーザー、窒素レーザー等）、エキシマレーザー、金属蒸気レーザー（ヘリウムカドミニウムレーザー等）等のガスレーザー；自由電子レーザー；酸素－ヨウ素化学レーザー、フッ化水素レーザー等の化学レーザー；ファイバーレーザー等が挙げられる。

【０１２１】

接合工程で照射されるレーザー光Ｅのビーム径は、０．５μｍ以上１００μｍ以下であるのが好ましく、１μｍ以上１５μｍ以下であるのがより好ましい。

【０１２２】

これにより、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとしつつ、接合部２をより効率よく形成することができ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【０１２３】

レーザーの出力は、特に限定されないが、５０Ｗ以上１００Ｗ以下であるのが好ましい。

これにより、装置の大型化を防止しつつ、効率よく接合部２を形成することができる。

【０１２４】

また、サポート部形成用組成物１Ａ’が粒子を含むものである場合、本工程において、当該粒子の接合も行ってもよい。

【０１２５】

サポート部形成用組成物１Ａ’を構成する粒子の接合は、例えば、実体部形成用組成物１Ｂ’を構成する粒子の接合の方法、条件として説明したのと同様の方法、条件（例えば、レーザー光Ｅの照射条件等）により行うことができる。

【０１２６】

接合工程においてサポート部形成用組成物１Ａ’を構成する粒子の接合を行う場合、当該粒子の接合は、実体部形成用組成物１Ｂ’を構成する粒子の接合と、サポート部形成用組成物１Ａ’を構成する粒子の接合とは、同一の条件で行うものであってもよいし、異なる条件で行うものであってもよい。

【０１２７】

接合工程においてサポート部形成用組成物１Ａ’を構成する粒子の接合を行う場合、当該粒子の接合は、当該粒子同士の接合強度（例えば、焼結度）が、実体部形成用組成物１Ｂ’を構成する粒子同士の接合強度（例えば、焼結度）よりも小さくなるように行うものであってもよい。

【０１２８】

これにより、サポート部５としての機能を効果的に発揮させつつ、後述するサポート部除去工程でのサポート部５の除去をより容易に行うことができる。

【０１２９】

前述したような三次元造形物の製造方法をフローチャートにまとめると、図２１のようになる。

【０１３０】

［第３実施形態］

次に、第３実施形態の三次元造形物の製造方法について説明する。

【０１３１】

図２２は、本発明の第３実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第１のパターン形成工程および第２のパターン形成工程）を模式的に示す平面図である。以下の説明では、前述した実施形態との相違点について中心的に説明し、同様の事項についての説明は省略する。

【０１３２】

本実施形態の三次元造形物１０の製造方法では、第１のパターンの形成を行っている層１において、第１のパターンの形成が完了する前に、第２のパターン形成工程を開始する。

【０１３３】

このように、第１のパターンと第２のパターン形成工程とは、同時進行的に行ってもよい。

これにより、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【０１３４】

なお、図２２中、矢印は、サポート部形成用組成物１Ａ’および実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出を行う際の走査方向を示す。

【０１３５】

［第４実施形態］

次に、第４実施形態の三次元造形物の製造方法について説明する。

【０１３６】

図２３は、本発明の第４実施形態の三次元造形物の製造方法の工程（第ｎ層に対する第２のパターン形成工程、および、第ｎ＋１層に対する第１のパターン形成工程）を模式的に示す縦断面図である。以下の説明では、前述した実施形態との相違点について中心的に説明し、同様の事項についての説明は省略する。

【０１３７】

本実施形態の三次元造形物１０の製造方法では、ｎを１以上の整数としたときに、第ｎ番目の層１（第ｎ層）において第２のパターン形成工程を行いつつ、第ｎ＋１番目の層１（第ｎ＋１層）において、第１のパターン形成工程を行う。

【０１３８】

このように、本発明では、異なる層において、複数の処理を同時進行的に行ってもよい。

これにより、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。

【０１３９】

《三次元造形物製造装置》

次に、前述した本発明の三次元造形物の製造方法を好適に実行することができる三次元造形物製造装置について説明する。

図２４は、三次元造形物製造装置の好適な実施形態を模式的に示す断面図である。

【０１４０】
三次元造形物製造装置Ｍ１００は、層１の形成を繰り返し行うことにより、三次元造形物１０を製造するのに用いられるものであって、制御部（制御手段）Ｍ１と、三次元造形物１０の実体部２となるべき部位を支持するサポート部５の形成に用いるサポート部形成用組成物１Ａ’を吐出するサポート部形成用組成物吐出ノズル（第１のノズル）Ｍ２と、三次元造形物１０の実体部２の形成に用いる実体部形成用組成物１Ｂ’を吐出する実体部形成用組成物吐出ノズル（第２のノズル）Ｍ３とを備えている。
制御部Ｍ１は、コンピューターＭ１１と、駆動制御部Ｍ１２とを有している。
【０１４１】
コンピューターＭ１１は、内部にＣＰＵやメモリ等を備えて構成される一般的な卓上型コンピューター等である。コンピューターＭ１１は、三次元造形物１０の形状をモデルデータとしてデータ化し、それを平行な幾層もの薄い断面体にスライスして得られる断面データ（スライスデータ）を駆動制御部Ｍ１２に対して出力する。
【０１４２】
制御部Ｍ１が有する駆動制御部Ｍ１２は、サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２、実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３、層形成部Ｍ４等をそれぞれに駆動する制御手段として機能する。具体的には、例えば、サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２および実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３の駆動、サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２によるサポート部形成用組成物１Ａ’の吐出、実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３による実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出、ステージ（昇降ステージ）Ｍ４１の下降量等を制御する。
【０１４３】
また、制御部Ｍ１は、サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２を層１の面内方向である第１の走査方向Ｄ１に走査させるとともに、実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３を層１の面内方向で、かつ、第１の走査方向Ｄ１に交差する方向である第２の走査方向Ｄ２に走査させるように制御することができるものである。
【０１４４】
これにより、前述したような本発明の製造方法を好適に実行することができ、寸法精度に優れた三次元造形物１０を製造することができる。
【０１４５】
層形成部Ｍ４は、サポート部形成用組成物１Ａ’および実体部形成用組成物１Ｂ’が供給され、サポート部形成用組成物１Ａ’および実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成された層１を支持するステージ（昇降ステージ）Ｍ４１と、昇降ステージＭ４１を取り囲む枠体Ｍ４５とを有している。
【０１４６】
昇降ステージＭ４１は、先に形成された層１の上に、新たな層１を形成するのに際して、駆動制御部Ｍ１２からの指令により所定量だけ順次下降する。
【０１４７】
ステージＭ４１は、表面（より詳しくは、サポート部形成用組成物１Ａ’および実体部形成用組成物１Ｂ’が付与される部位）が平坦なものである。これにより、厚みの均一性の高い層１を容易かつ確実に形成することができる。
【０１４８】
ステージＭ４１は、高強度の材料で構成されたものであるのが好ましい。ステージＭ４１の構成材料としては、例えば、ステンレス鋼等の各種金属材料等が挙げられる。
【０１４９】
また、ステージＭ４１の表面には、表面処理が施されていてもよい。これにより、例えば、サポート部形成用組成物１Ａ’の構成材料や、実体部形成用組成物１Ｂ’の構成材料がステージＭ４１に強固に付着してしまうことをより効果的に防止したり、ステージＭ４１の耐久性を特に優れたものとし、三次元造形物１０のより長期間にわたる安定的な生産を図ったりすることができる。ステージＭ４１の表面の表面処理に用いられる材料としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂等が挙げられる。

【０１５０】
サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２は、駆動制御部Ｍ１２からの指令により移動し、サポート部形成用組成物１Ａ’をステージＭ４１上の所望の部位に所定のパターンで吐出するように構成されている。
【０１５１】
サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２としては、例えば、インクジェットヘッドノズル、各種ディスペンサーノズル等が挙げられるが、ディスペンサーノズルであるのが好ましい。
【０１５２】
これにより、例えば、インクジェット法等で組成物を吐出する場合に比べて、三次元造形物１０の生産性を特に優れたものとすることができる。また、比較的高い粘度の組成物であっても好適に吐出することができ、材料選択の幅が広がる。
【０１５３】
サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２の吐出部の大きさ（ノズル径）は、特に限定されないが、１０μｍ以上１００μｍ以下であるのが好ましい。
【０１５４】
これにより、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。
【０１５５】
サポート部形成用組成物吐出ノズルＭ２は、サポート部形成用組成物１Ａ’を液滴として吐出するものであるのが好ましい。これにより、微細なパターンでサポート部形成用組成物１Ａ’を付与することができ、微細な構造を有する三次元造形物１０であっても、特に高い寸法精度、特に高い生産性で製造することができる。
【０１５６】
実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３は、駆動制御部Ｍ１２からの指令により移動し、実体部形成用組成物１Ｂ’をステージＭ４１上の所望の部位に所定のパターンで吐出するように構成されている。
【０１５７】
実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３としては、例えば、インクジェットヘッドノズル、各種ディスペンサーノズル等が挙げられるが、ディスペンサーノズルであるのが好ましい。
【０１５８】
これにより、例えば、インクジェット法等で組成物を吐出する場合に比べて、三次元造形物１０の生産性を特に優れたものとすることができる。また、比較的高い粘度の組成物であっても好適に吐出することができ、材料選択の幅が広がる。
【０１５９】
実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３の吐出部の大きさ（ノズル径）は、特に限定されないが、１０μｍ以上１００μｍ以下であるのが好ましい。
【０１６０】
これにより、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。
【０１６１】
実体部形成用組成物吐出ノズルＭ３は、実体部形成用組成物１Ｂ’を液滴として吐出するものであるのが好ましい。これにより、微細なパターンで実体部形成用組成物１Ｂ’を付与することができ、微細な構造を有する三次元造形物１０であっても、特に高い寸法精度、特に高い生産性で製造することができる。
【０１６２】
上記のような構成により、複数の層１を積層して、積層体５０を得ることができる。
得られた積層体５０に対して、脱脂処理、接合処理（焼結処理）を施すことにより、三次元造形物１０を得ることができる。

【０１６３】
また、本実施形態の三次元造形物製造装置Ｍ１００は、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成された第２のパターン１Ｂ上に粒子を接合するためのエネルギー線を照射（走査）する接合エネルギー付与手段（レーザー光照射手段）Ｍ６を備えている。
【０１６４】
これにより、層１の形成等と、接合処理とを同一の装置で行うことができ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。特に、前述した第２実施形態の製造方法のように、接合処理を各層１ごとに行う場合に、三次元造形物１０の生産性をさらに優れたものとすることができる。
【０１６５】
なお、前述したような脱脂処理、接合処理（焼結処理）は、三次元造形物製造装置Ｍ１００とは異なる装置等を用いて行ってもよい。また、三次元造形物製造装置Ｍ１００が、図示しない脱脂処理を行う脱脂手段を備えるものである場合には、当該処理を三次元造形物製造装置Ｍ１００により行ってもよい。また、三次元造形物製造装置Ｍ１００が、積層体（脱脂体７０）に対して接合処理（焼結処理）を施す焼結手段（接合手段）を備えるものである場合には、当該処理を三次元造形物製造装置Ｍ１００により行ってもよい。
【０１６６】
《サポート部形成用組成物》
次に、三次元造形物１０の製造に用いるサポート部形成用組成物１Ａ’について説明する。
【０１６７】
サポート部形成用組成物１Ａ’は、サポート部５の形成（第１のパターン１Ａの形成）に用いることのできるものであれば、その構成成分等は特に限定されないが、複数個の粒子を含むものが好ましく、複数個の粒子に加え、バインダーを含むものであるのがより好ましい。
【０１６８】
以下の説明では、サポート部形成用組成物１Ａ’が粒子およびバインダーを含むものである場合について、代表的に説明する。
【０１６９】
（粒子）
サポート部形成用組成物１Ａ’が、粒子を含むものであることにより、形成すべきサポート部５（第１のパターン１Ａ）が微細な形状を有するもの等である場合であっても、サポート部５を高い寸法精度で、効率よく形成することができる。また、サポート部５を構成する複数の粒子の隙間から、溶剤やバインダー（分解物を含む）を効率よく除去することができ、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとすることができる。また、脱脂体７０に不本意に溶剤、バインダー等が残存することをより効果的に防止することができ、最終的に得られる三次元造形物１０の信頼性をより優れたものとすることができる。
【０１７０】
サポート部形成用組成物１Ａ’に含まれる粒子の構成材料としては、例えば、金属材料、金属化合物（セラミックス等）、樹脂材料、顔料等が挙げられる。
【０１７１】
ただし、サポート部形成用組成物１Ａ’を構成する粒子は、実体部形成用組成物１Ｂ’を構成する粒子よりも高融点の材料で構成されたものであるのが好ましい。
【０１７２】
粒子の形状は、特に限定されず、球状、紡錘形状、針状、筒状、鱗片状等、いかなる形状であってもよく、また、不定形のものであってもよいが、球状をなすものであるのが好ましい。
【０１７３】
粒子の平均粒径は、特に限定されないが、０．１μｍ以上２０μｍ以下であるのが好ましく、０．２μｍ以上１０μｍ以下であるのがより好ましい。

【０１７４】
これにより、サポート部形成用組成物１Ａ’の流動性をより好適なものとすることができ、第１のパターン形成工程をより円滑に行うことができる。また、サポート部５（第１のパターン１Ａ）を構成する複数の粒子の隙間から、溶剤やバインダー（分解物を含む）をより効率よく除去することができ、三次元造形物１０の生産性をさらに優れたものとすることができる。また、脱脂体７０に不本意に溶剤、バインダー等が残存することをより効果的に防止することができ、最終的に得られる三次元造形物１０の信頼性をより優れたものとすることができる。また、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０１７５】
なお、本発明において、平均粒径とは、体積基準の平均粒径を言い、例えば、サンプルをメタノールに添加し、超音波分散器で３分間分散した分散液をコールターカウンター法粒度分布測定器（ＣＯＵＬＴＥＲ　ＥＬＥＣＴＲＯＮＩＣＳ　ＩＮＳ製ＴＡ－ＩＩ型）にて、５０μｍのアパチャーを用いて測定することにより求めることができる。
【０１７６】
粒子のＤｍａｘは、０．２μｍ以上２５μｍ以下であるのが好ましく、０．４μｍ以上１５μｍ以下であるのがより好ましい。
【０１７７】
これにより、サポート部形成用組成物１Ａ’の流動性をより好適なものとすることができ、サポート部形成用組成物１Ａ’の供給をより円滑に行うことができる。また、サポート部５（第１のパターン１Ａ）を構成する複数の粒子の隙間から、溶剤やバインダー（分解物を含む）をより効率よく除去することができ、三次元造形物１０の生産性をさらに優れたものとすることができる。また、脱脂体７０に不本意に溶剤、バインダー等が残存することをより効果的に防止することができ、最終的に得られる三次元造形物１０の信頼性をより優れたものとすることができる。また、三次元造形物１０の寸法精度をさらに優れたものとすることができる。
【０１７８】
サポート部形成用組成物１Ａ’中における粒子の含有率は、３０質量％以上９９質量％以下であるのが好ましく、３５質量％以上９８質量％以下であるのがより好ましい。
【０１７９】
これにより、サポート部形成用組成物１Ａ’の取扱いのし易さをより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の製造過程において除去される成分の量をより少ないものとすることができ、三次元造形物１０の生産性、生産コスト、省資源の観点等から特に有利である。また、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０１８０】
なお、粒子は、三次元造形物１０の製造過程（例えば、接合工程等）において、化学反応（例えば、酸化反応等）をする材料で構成されたものであり、サポート部形成用組成物１Ａ’中に含まれる粒子の組成と、最終的な三次元造形物１０の構成材料とで、組成が異なっていてもよい。
また、サポート部形成用組成物１Ａ’は、２種以上の粒子を含むものであってもよい。
【０１８１】
（バインダー）
バインダーは、層１（第１のパターン１Ａ）中において粒子同士を仮結合する機能を有するものである。
【０１８２】
このようなバインダーを含むことにより、例えば、サポート部形成用組成物１Ａ’を用いて形成された第１のパターン１Ａの不本意な変形をより効果的に防止することができる。その結果、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０１８３】

バインダーとしては、脱脂工程に供される前のサポート部形成用組成物１Ａ’（すなわち、第１のパターン１Ａ）中において粒子を仮固定する機能を有するものであればよく、例えば、熱可塑性樹脂、硬化性樹脂等の各種樹脂材料等を用いることができる。

【０１８４】

硬化性樹脂を含む場合、サポート部形成用組成物１Ａ’の吐出後であって接合工程よりも前のタイミングで、当該硬化性樹脂の硬化反応を行ってもよい。

【０１８５】

これにより、サポート部形成用組成物１Ａ’を用いて形成されたパターンの不本意な変形をさらに効果的に防止することができ、三次元造形物１０の寸法精度をさらに優れたものとすることができる。

【０１８６】

硬化性樹脂の硬化反応を進行させる硬化処理は、例えば、加熱や紫外線等のエネルギー線の照射により行うことができる。

【０１８７】

硬化性樹脂としては、例えば、各種熱硬化性樹脂、光硬化性樹脂等を好適に用いることができる。

【０１８８】

硬化性樹脂（重合性化合物）としては、例えば、各種モノマー、各種オリゴマー（ダイマー、トリマー等を含む）、プレポリマー等を用いることができるが、サポート部形成用組成物１Ａ’は、硬化性樹脂（重合性化合物）として、少なくともモノマー成分を含むものであるのが好ましい。モノマーは、オリゴマー成分等に比べて、一般に、低粘度の成分であるため、硬化性樹脂（重合性化合物）の吐出安定性をより優れたものとする上で有利である。

【０１８９】

硬化性樹脂（重合性化合物）としては、エネルギー線の照射により、重合開始剤から生じるラジカル種またはカチオン種等により、付加重合または開環重合が開始され、重合体を生じるものが好ましく使用される。付加重合の重合様式として、ラジカル、カチオン、アニオン、メタセシス、配位重合が挙げられる。また、開環重合の重合様式として、カチオン、アニオン、ラジカル、メタセシス、配位重合が挙げられる。

【０１９０】

サポート部形成用組成物１Ａ’は、硬化性樹脂（重合性化合物）として、モノマー以外に、オリゴマー（ダイマー、トリマー等を含む）、プレポリマー等を含むものであってもよい。

【０１９１】

サポート部形成用組成物１Ａ’中において、バインダーは、いかなる形態で含まれるものであってもよいが、液状（例えば、溶融状態、溶解状態等）をなすものであるのが好ましい。すなわち、分散媒の構成成分として含まれているのが好ましい。

【０１９２】

これにより、バインダーは、粒子を分散する分散媒として機能することができ、サポート部形成用組成物１Ａ’の吐出性をより優れたものとすることができる。

【０１９３】

サポート部形成用組成物１Ａ’中におけるバインダーの含有率は、０．１質量％以上４８質量％以下であるのが好ましく、０．５質量％以上２０質量％以下であるのがより好ましい。

【０１９４】

これにより、第１のパターン形成工程でのサポート部形成用組成物１Ａ’の流動性をより適切なものとしつつ、バインダーによる粒子の仮固定の機能がより効果的に発揮される。また、接合工程でのバインダーの除去をより確実に行うことができる。このようなことから、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとしつつ、製造される三次元造形物１０の寸法精度、信頼性をより優れたものとすることができる。

【０１９５】
（溶剤）
サポート部形成用組成物１Ａ’は、溶剤を含むものであってもよい。
【０１９６】
溶剤を含むことにより、サポート部形成用組成物１Ａ’中において粒子を好適に分散させることができ、ディスペンサー等によるサポート部形成用組成物１Ａ’の吐出を安定的に行うことができる。
【０１９７】
溶剤は、サポート部形成用組成物１Ａ’中において粒子を分散させる機能（分散媒としての機能）を有するものであれば、特に限定されないが、揮発性のものであるのが好ましい。
【０１９８】
揮発性の溶剤は、三次元造形物１０の製造過程において効率よく除去することができるため、最終的に得られる三次元造形物１０中に、不本意に残存することによる弊害の発生を効果的に防止することができる。
【０１９９】
溶剤としては、例えば、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；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、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）等のイオン液体等が挙げられ、これらから選択される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。
【０２００】
サポート部形成用組成物１Ａ’が金属材料で構成された粒子を含むものである場合、溶剤としては、非プロトン性溶剤を用いるのが好ましい。これにより、粒子の構成材料の不本意な酸化反応等を効果的に防止することができる。
【０２０１】
サポート部形成用組成物１Ａ’中における溶剤の含有量は、０．５質量％以上６８質量％以下であるのが好ましく、２５質量％以上６０質量％以下であるのがより好ましい。
【０２０２】
これにより、サポート部形成用組成物１Ａ’の取扱いのし易さをより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の製造過程において除去される成分の量をより少ないものとすることができ、三次元造形物１０の生産性、生産コスト、省資源の観点等から特に有利である。また、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０２０３】
なお、溶剤としては、例えば、重合性のモノマー等のように、重合反応により固化し、揮発性を有さないものを用いてもよい。
【０２０４】
（その他の成分）
また、サポート部形成用組成物１Ａ’は、前述した以外の成分を含むものであってもよい。このような成分としては、例えば、重合開始剤；分散剤；界面活性剤；増粘剤；凝集防止剤；消泡剤；スリップ剤（レベリング剤）；染料；重合禁止剤；重合促進剤；浸透促進剤；湿潤剤（保湿剤）；定着剤；防黴剤；防腐剤；酸化防止剤；紫外線吸収剤；キレー

ト剤；ｐＨ調整剤等が挙げられる。
【０２０５】
《実体部形成用組成物》
次に、三次元造形物１０の製造に用いる実体部形成用組成物１Ｂ’について説明する。
【０２０６】
実体部形成用組成物１Ｂ’は、実体部２の形成（第２のパターン１Ｂの形成）に用いることのできるものであれば、その構成成分等は特に限定されないが、複数個の粒子を含むものが好ましく、複数個の粒子に加え、バインダーを含むものであるのがより好ましい。
【０２０７】
以下の説明では、実体部形成用組成物１Ｂ’が粒子およびバインダーを含むものである場合について、代表的に説明する。
【０２０８】
（粒子）
実体部形成用組成物１Ｂ’が、粒子を含むものであることにより、三次元造形物１０の構成材料の選択の幅を広いものとすることができ、所望の物性、質感等を有する三次元造形物１０を好適に得ることができる。例えば、溶媒に溶解した材料を用いて三次元造形物を製造する場合、使用することのできる材料に制限があるが、粒子を含む実体部形成用組成物１Ｂ’を用いることによりこのような制限を解消することができる。
【０２０９】
実体部形成用組成物１Ｂ’に含まれる粒子の構成材料としては、例えば、金属材料、金属化合物（セラミックス等）、樹脂材料、顔料等が挙げられる。
【０２１０】
実体部形成用組成物１Ｂ’は、金属材料、セラミックス材料のうち少なくとも一方を含む材料で構成された粒子を含むものであるのが好ましい。
【０２１１】
これにより、例えば、三次元造形物１０の質感（高級感）、機械的強度、耐久性等をより優れたものとすることができる。
【０２１２】
特に、粒子が金属材料を含む材料で構成されたものであると、三次元造形物１０の高級感、重量感、機械的強度、靱性等を特に優れたものとすることができる。また、粒子の接合のためのエネルギーを付与した後の放熱が効率よく進行するため、三次元造形物１０の生産性を特に優れたものとすることができる。
【０２１３】
粒子を構成する金属材料としては、例えば、マグネシウム、鉄、銅、コバルト、チタン、クロム、ニッケルやこれらのうち少なくとも１種を含む合金（例えば、マルエージング鋼、ステンレス鋼、コバルトクロムモリブデン、チタニウム合金、ニッケル基調合金、アルミニウム合金等）等が挙げられる。
【０２１４】
粒子を構成する金属化合物としては、例えば、シリカ、アルミナ、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコン、酸化錫、酸化マグネシウム、チタン酸カリウム等の各種金属酸化物；水酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、水酸化カルシウム等の各種金属水酸化物；窒化珪素、窒化チタン、窒化アルミニウム等の各種金属窒化物；炭化珪素、炭化チタン等の各種金属炭化物；硫化亜鉛等の各種金属硫化物；炭酸カルシウム、炭酸マグネシウム等の各種金属の炭酸塩；硫酸カルシウム、硫酸マグネシウム等の各種金属の硫酸塩；ケイ酸カルシウム、ケイ酸マグネシウム等の各種金属のケイ酸塩；リン酸カルシウム等の各種金属のリン酸塩；ホウ酸アルミニウム、ホウ酸マグネシウム等の各種金属のホウ酸塩や、これらの複合化物等が挙げられる。
【０２１５】
粒子を構成する樹脂材料としては、例えば、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、ポリプロピレン、ポリスチレン、シンジオタクチック・ポリスチレン

、ポリアセタール、変性ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネート、アクリロニトリル－ブタジエン－スチレン共重合体（ＡＢＳ樹脂）、ポリエーテルニトリル、ポリアミド（ナイロン等）、ポリアリレート、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、液晶ポリマー、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリフェニレンサルファイド、フッ素樹脂等が挙げられる。

【０２１６】

粒子の形状は、特に限定されず、球状、紡錘形状、針状、筒状、鱗片状等、いかなる形状であってもよく、また、不定形のものであってもよいが、球状をなすものであるのが好ましい。

【０２１７】

粒子の平均粒径は、特に限定されないが、０．１μｍ以上２０μｍ以下であるのが好ましく、０．２μｍ以上１０μｍ以下であるのがより好ましい。

【０２１８】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’の流動性をより好適なものとすることができ、第２のパターン形成工程をより円滑に行うことができるとともに、接合工程での粒子の接合をより好適に行うことができる。また、例えば、層１中に含まれる溶剤やバインダー等の除去等を効率よく除去することができ、不本意に粒子以外の構成材料が最終的な三次元造形物１０中に残存することをより効果的に防止することができる。このようなことから、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとしつつ、製造される三次元造形物１０の信頼性、機械的強度をより優れたものとすることができ、製造される三次元造形物１０における不本意な凹凸の発生等をより効果的に防止し、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【０２１９】

粒子のＤｍａｘは、０．２μｍ以上２５μｍ以下であるのが好ましく、０．４μｍ以上１５μｍ以下であるのがより好ましい。

【０２２０】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’の流動性をより好適なものとすることができ、第２のパターン形成工程をより円滑に行うことができるとともに、接合工程での粒子の接合をより好適に行うことができる。その結果、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとしつつ、製造される三次元造形物１０の機械的強度をより優れたものとすることができ、製造される三次元造形物１０における不本意な凹凸の発生等をより効果的に防止し、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【０２２１】

実体部形成用組成物１Ｂ’中における粒子の含有率は、３０質量％以上９９質量％以下であるのが好ましく、３５質量％以上９８質量％以下であるのがより好ましい。

【０２２２】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’の取扱いのし易さをより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の製造過程において除去される成分の量をより少ないものとすることができ、三次元造形物１０の生産性、生産コスト、省資源の観点等から特に有利である。また、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。

【０２２３】

なお、粒子は、三次元造形物１０の製造過程（例えば、接合工程等）において、化学反応（例えば、酸化反応等）をする材料で構成されたものであり、実体部形成用組成物１Ｂ’中に含まれる粒子の組成と、最終的な三次元造形物１０の構成材料とで、組成が異なっていてもよい。

【０２２４】

また、実体部形成用組成物１Ｂ’は、２種以上の粒子を含むものであってもよい。

【０２２５】

（バインダー）

バインダーは、層１（第２のパターン１Ｂ）中において粒子同士を仮結合する機能を有するものである。

【０２２６】

このようなバインダーを含むことにより、例えば、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成された第２のパターン１Ｂの不本意な変形をより効果的に防止することができる。その結果、三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。また、三次元造形物１０中における空隙率（空孔率）、三次元造形物１０の密度等の調整を好適に行うことができる。

【０２２７】

バインダーとしては、脱脂工程に供される前の実体部形成用組成物１Ｂ’（すなわち、第２のパターン１Ｂ）中において粒子を仮固定する機能を有するものであればよく、例えば、熱可塑性樹脂、硬化性樹脂等の各種樹脂材料等を用いることができる。

【０２２８】

硬化性樹脂を含む場合、実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出後であって接合工程よりも前のタイミングで、当該硬化性樹脂の硬化反応を行ってもよい。

【０２２９】

これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’を用いて形成されたパターンの不本意な変形をさらに効果的に防止することができ、三次元造形物１０の寸法精度をさらに優れたものとすることができる。

【０２３０】

硬化性樹脂の硬化反応を進行させる硬化処理は、例えば、加熱や紫外線等のエネルギー線の照射により行うことができる。

【０２３１】

実体部形成用組成物１Ｂ’が硬化性樹脂を含むものである場合、当該硬化性樹脂としては、例えば、サポート部形成用組成物１Ａ’の構成成分として説明したものと同様のもの等を用いることができる。

【０２３２】

なお、実体部形成用組成物１Ｂ’中に含まれる硬化性樹脂と、サポート部形成用組成物１Ａ’中に含まれる硬化性樹脂とは、同一の条件（例えば、同一の組成等）のものであってもよいし、異なる条件のものであってもよい。

【０２３３】

実体部形成用組成物１Ｂ’中において、バインダーは、いかなる形態で含まれるものであってもよいが、液状（例えば、溶融状態、溶解状態等）をなすものであるのが好ましい。すなわち、分散媒の構成成分として含まれているのが好ましい。

【０２３４】

これにより、バインダーは、粒子を分散する分散媒として機能することができ、実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出性をより優れたものとすることができる。

【０２３５】

実体部形成用組成物１Ｂ’中におけるバインダーの含有率は、０．１質量％以上４８質量％以下であるのが好ましく、０．５質量％以上１０質量％以下であるのがより好ましい。

【０２３６】

これにより、第２のパターン形成工程での実体部形成用組成物１Ｂ’の流動性をより適切なものとしつつ、バインダーによる粒子の仮固定の機能がより効果的に発揮される。また、接合工程でのバインダーの除去をより確実に行うことができる。このようなことから、三次元造形物１０の生産性をより優れたものとしつつ、製造される三次元造形物１０の寸法精度、信頼性をより優れたものとすることができる。

【０２３７】

（溶剤）

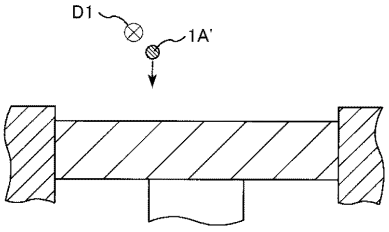
実体部形成用組成物１Ｂ’は、溶剤を含むものであってもよい。

【０２３８】
溶剤を含むことにより、実体部形成用組成物１Ｂ’中において粒子を好適に分散させることができ、ディスペンサー等による実体部形成用組成物１Ｂ’の吐出を安定的に行うことができる。
【０２３９】
実体部形成用組成物１Ｂ’中に含まれる溶剤としては、例えば、サポート部形成用組成物１Ａ’の構成材料として説明したものと同様のものが挙げられる。これにより、前述したのと同様の効果が得られる。
【０２４０】
なお、実体部形成用組成物１Ｂ’中に含まれる溶剤の組成は、サポート部形成用組成物１Ａ’中に含まれる溶剤の組成と同一であってもよいし、異なるものであってもよい。
【０２４１】
実体部形成用組成物１Ｂ’中における溶剤の含有量は、０．５質量％以上６８質量％以下であるのが好ましく、１質量％以上６０質量％以下であるのがより好ましい。
【０２４２】
これにより、実体部形成用組成物１Ｂ’の取扱いのし易さをより優れたものとしつつ、三次元造形物１０の製造過程において除去される成分の量をより少ないものとすることができ、三次元造形物１０の生産性、生産コスト、省資源の観点等から特に有利である。また、最終的に得られる三次元造形物１０の寸法精度をより優れたものとすることができる。
【０２４３】
（その他の成分）
また、実体部形成用組成物１Ｂ’は、前述した以外の成分を含むものであってもよい。このような成分としては、例えば、重合開始剤；分散剤；界面活性剤；増粘剤；凝集防止剤；消泡剤；スリップ剤（レベリング剤）；染料；重合禁止剤；重合促進剤；浸透促進剤；湿潤剤（保湿剤）；定着剤；防黴剤；防腐剤；酸化防止剤；紫外線吸収剤；キレート剤；ｐＨ調整剤等が挙げられる。
【０２４４】
《三次元造形物》
本発明の三次元造形物は、前述したような本発明の三次元造形物製造装置を用いて製造することができる。
これにより、寸法精度に優れた三次元造形物を提供することができる。
【０２４５】
三次元造形物の用途は、特に限定されないが、例えば、人形、フィギュア等の鑑賞物・展示物；インプラント等の医療機器等が挙げられる。
【０２４６】
また、三次元造形物は、プロトタイプ、量産品、オーダーメード品のいずれに適用されるものであってもよい。
【０２４７】
以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。
【０２４８】
例えば、前述した実施形態では、第１のパターンを構成する線状部分、および、第２のパターンを構成する線状部分を、いずれも、直線状のものとして形成する場合について代表的に説明したが、第１のパターンを構成する線状部分、第２のパターンを構成する線状部分のうち少なくとも一方は、例えば、屈曲線状に設けられたものであってもよいし、湾曲線状に設けられたものであってもよいし、これらを組み合わせたものであってもよい。
【０２４９】
また、本発明の三次元造形物製造装置では、各部の構成は、同様の機能を発揮する任意の構成のものに置換することができ、また、任意の構成を付加することもできる。

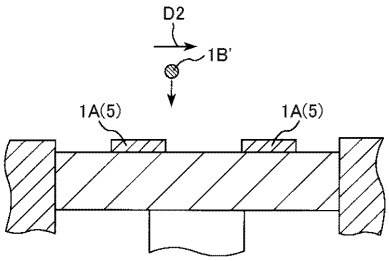
【０２５０】
例えば、本発明の三次元造形物製造装置は、図示しない減圧手段を備えていてもよい。これにより、例えば、吐出された組成物（サポート部形成用組成物、実体部形成用組成物）から溶剤を効率よく除去することができ、三次元造形物の生産性を特に優れたものとすることができる。
【０２５１】
また、三次元造形物製造装置は、吐出された組成物（サポート部形成用組成物、実体部形成用組成物）から溶剤を除去するための加熱手段を備えていてもよい。これにより、三次元造形物の生産性を特に優れたものとすることができる。
【０２５２】
また、前述した実施形態では、ステージの表面に直接層を形成する場合について代表的に説明したが、例えば、ステージ上に造形プレートを配置し、当該造形プレート上に層を積層して三次元造形物を製造してもよい。
【０２５３】
また、本発明の三次元造形物の製造方法は、前述したような三次元造形物製造装置を用いて実行するものに限定されない。
【０２５４】
また、前述した実施形態では、全ての層の形成に第１のパターンおよび第２のパターンを形成する場合について代表的に説明したが、積層体を構成する複数の層のうち少なくとも一部の層に、第１のパターンと第２のパターンとを形成すればよく、積層体は、例えば、第１のパターンを有さない層や、第２のパターンを有さない層を備えるものであってもよい。
【０２５５】
また、前述した実施形態では、全ての層に実体部に対応する部位が形成される場合について代表的に説明したが、実体部に対応する部位が形成されない層を有していてもよい。例えば、ステージとの接触面（ステージの直上）に、実体部に対応する部位が形成されない層（例えば、サポート部のみで構成された層）を形成し、当該層を犠牲層として機能させてもよい。
【０２５６】
また、本発明の三次元造形物の製造方法においては、工程・処理の順番は、前述したものに限定されず、その少なくとも一部を入れ替えて行ってもよい。例えば、前述した第１実施形態では、積層体を得たのちに、脱脂工程、サポート部除去工程、焼結工程をこの順に行う場合について代表的に説明したが、これらの順番を入れ替えて行ってもよい。より具体的には、脱脂工程、焼結工程、サポート部除去工程の順で行ってもよいし、サポート部除去工程、脱脂工程、焼結工程の順で行ってもよい。
【０２５７】
また、例えば、バインダーを含まない組成物を用いる場合には、脱脂工程を省略することができる。また、バインダーを含む組成物を用いる場合であっても、接合工程において、粒子の接合とともに、バインダーの除去を行ってもよく、このような場合、脱脂工程を省略することができる。
【０２５８】
また、前述した実施形態では、接合工程において、実体部形成用組成物中に含まれる粒子の接合を行い、サポート部形成用組成物中に含まれる粒子の接合を行わない場合について中心的に説明したが、接合工程では、実体部形成用組成物中に含まれる粒子の接合とともに、サポート部形成用組成物中に含まれる粒子の接合を行ってもよい。
【０２５９】
また、前述した実施形態では、実体部形成用組成物およびサポート部形成用組成物が、それぞれ、粒子およびバインダーを含むものである場合について中心的に説明したが、実体部形成用組成物およびサポート部形成用組成物のうち少なくとも一方は、粒子やバインダーを含まないものであってもよい。

【０２６０】
例えば、これらの組成物のうちの少なくとも一方は、溶融状態の固定分を含むものや、溶解状態の固形分を含むものであってもよい。また、これらの組成物のうちの少なくとも一方は、硬化反応により硬化する液状成分（例えば、モノマー等の高分子材料の前駆体等）を含むものであってもよい。
【０２６１】
実体部形成用組成物およびサポート部形成用組成物のうち少なくとも一方が、上記のような材料で構成されたものである場合、接合工程や脱脂工程を省略することができる。
【０２６２】
また、本発明の製造方法においては、必要に応じて、前処理工程、中間処理工程、後処理工程を行ってもよい。
【０２６３】
前処理工程としては、例えば、ステージの清掃工程等が挙げられる。
後処理工程としては、例えば、洗浄工程、バリ取り等を行う形状調整工程、着色工程、被覆層形成工程、粒子の接合強度を向上させるための熱処理工程等が挙げられる。
【符号の説明】
【０２６４】
１０…三次元造形物、５０…積層体、７０…脱脂体、１…層、１Ａ’…サポート部形成用組成物、１Ｂ’…実体部形成用組成物、１Ａ…第１のパターン、１１Ａ…線状部分（第１の線状部分）、１１２Ａ…側面部、１Ｂ…第２のパターン、１１Ｂ…線状部分（第２の線状部分）、１１１Ｂ…端部、１１２Ｂ…側面部、２…接合部（実体部）、５…サポート部（支持部、サポート材）、Ｍ１００…三次元造形物製造装置、Ｍ１…制御部（制御手段）、Ｍ１１…コンピューター、Ｍ１２…駆動制御部、Ｍ２…サポート部形成用組成物吐出ノズル（第１のノズル）、Ｍ３…実体部形成用組成物吐出ノズル（第２のノズル）、Ｍ４…層形成部、Ｍ４１…ステージ（昇降ステージ、支持体）、Ｍ４５…枠体、Ｍ６…接合エネルギー付与手段（レーザー光照射手段）、Ｄ１…第１の走査方向、Ｄ２…第２の走査方向、Ｌ…長さ、Ｗ…幅、Ｂ…二等分線、Ｅ…レーザー光

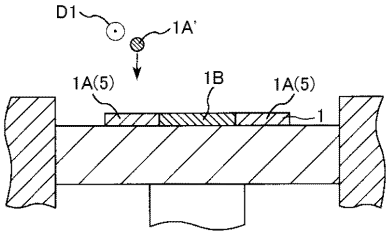
【図１】



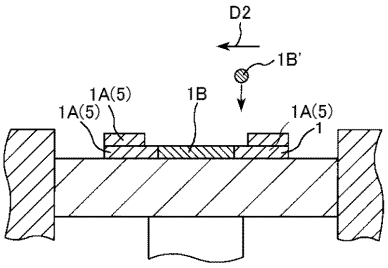
【図２】



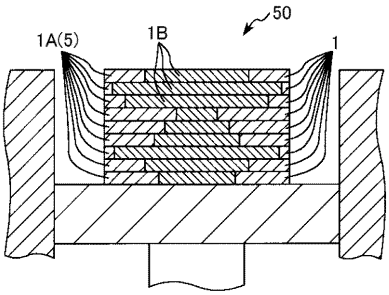
【図３】



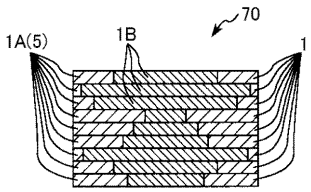
【図４】



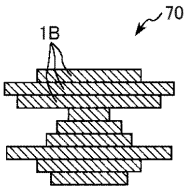
【図５】



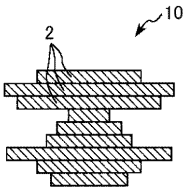
【図６】



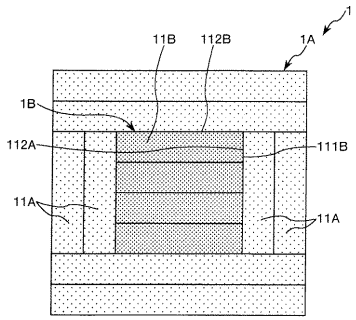
【図７】



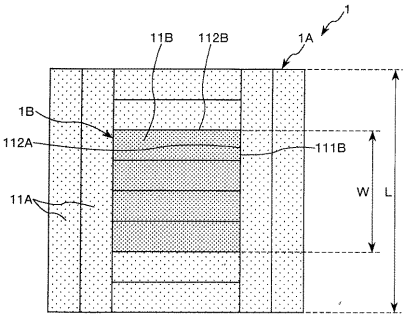
【図８】



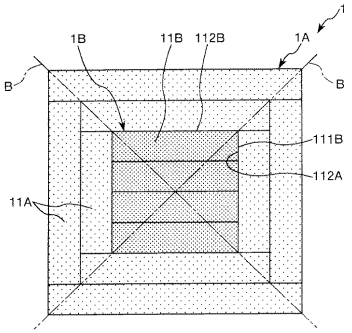
【図９】



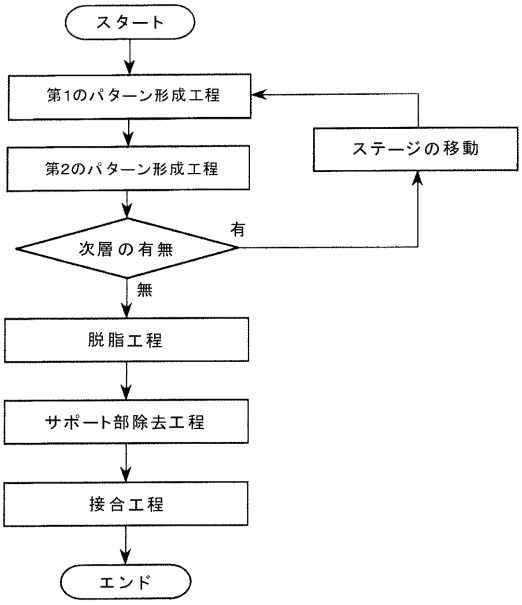
【図１０】



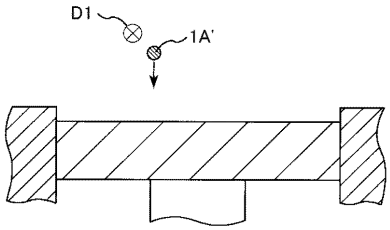
【図１１】



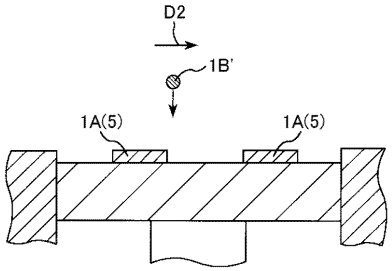
【図１２】



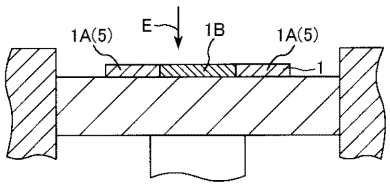
【図１３】



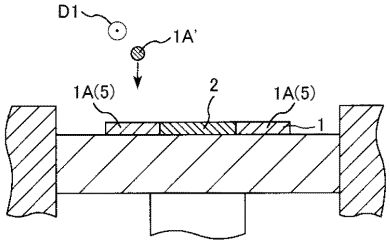
【図１４】



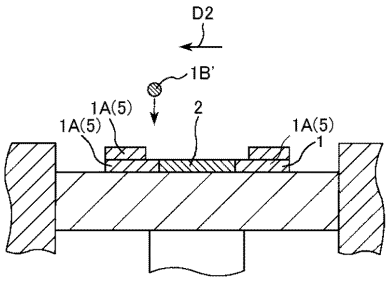
【図１５】



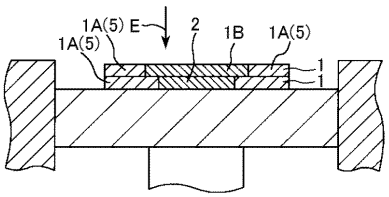
【図１６】



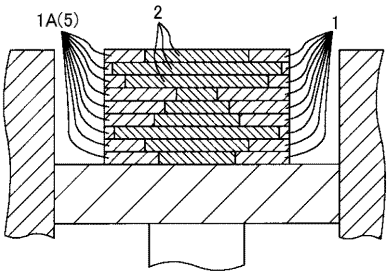
【図１７】



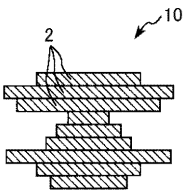
【図１８】



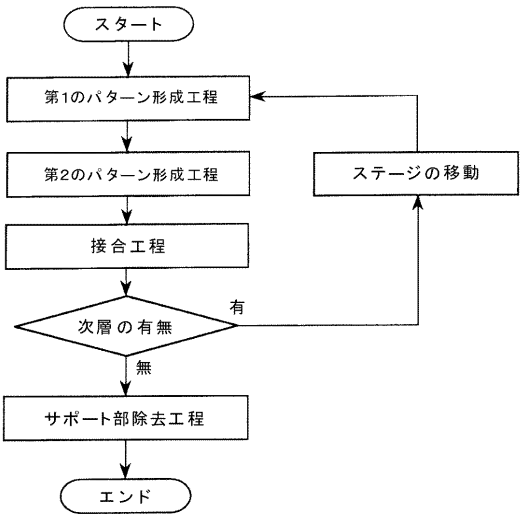
【図１９】



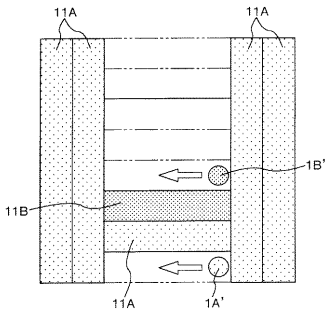
【図２０】



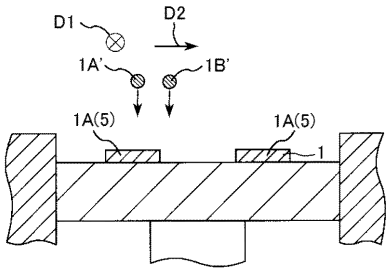
【図２１】



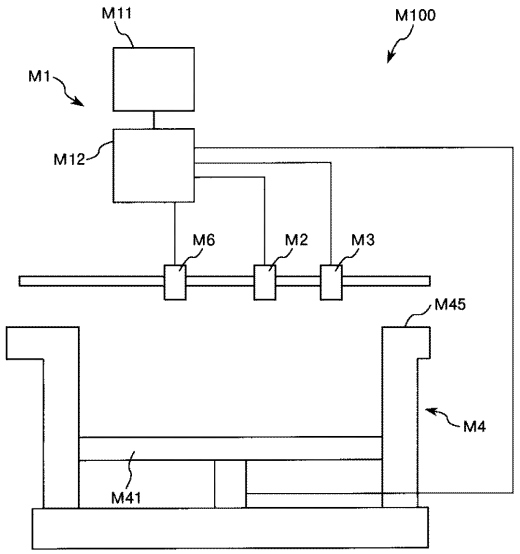
【図２２】


11A
11A
1B'
11B
11A
1A'

【図２３】


D1
D2
1A'
1B'
1A(5)
1A(5)
1

【図２４】


M11
M100
M1
M12
M6
M2
M3
M45
M4
M41

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 4F213 WA25 WL02 WL15 WL22 WL65 WL74 WL85 WL87