

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6751252号  
(P6751252)

(45) 発行日 令和2年9月2日(2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月18日(2020.8.18)

(51) Int.Cl.		F I
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/16</b>	<b>(2006.01)</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>67/00</b>	<b>(2017.01)</b>
<b>B 3 3 Y</b>	<b>10/00</b>	<b>(2015.01)</b>
<b>B 3 3 Y</b>	<b>30/00</b>	<b>(2015.01)</b>
<b>B 2 8 B</b>	<b>1/30</b>	<b>(2006.01)</b>

請求項の数 6 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-203487 (P2015-203487)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年10月15日(2015.10.15)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2017-75368 (P2017-75368A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成29年4月20日(2017.4.20)	(74) 代理人	100095452
審査請求日	平成30年10月11日(2018.10.11)		弁理士 石井 博樹
前置審査		(72) 発明者	岡本 英司
			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	石田 方哉
			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及び三次元造形物の製造装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

構成材料粒子を含む構成材料を連続体形状で吐出して構成層を形成する工程と、  
 支持部形成粒子を含む支持部形成用材料を連続体形状で吐出して、三次元造形物を生成する際に前記三次元造形物を支持する支持層を形成する工程と、  
 前記構成層を形成する工程、及び、前記支持層を形成する工程を繰り返す積層工程と、  
 前記積層工程の終了後に、積層した前記構成層及び前記支持層にエネルギーを付与するエネルギー付与工程と、を有し、  
 前記支持部形成粒子の融点は、前記構成材料粒子の融点よりも高く、  
 前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子の融点以上且つ前記支持部形成粒子の融点未満の温度で、積層した前記構成層及び前記支持層にエネルギーを付与し、  
前記積層工程は、前記エネルギー付与工程後において、前記構成層の厚みと前記構成層と対応する前記支持層の厚みとが揃うように調整され、  
前記エネルギー付与工程後において、前記構成層の空隙率は、前記構成層と対応する前記支持層の空隙率よりも小さくなるように調整されていることを特徴とする三次元造形物の製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載された三次元造形物の製造方法において、  
 前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子の温度が前記支持部形成粒子の焼結温度以上の温度となるように、エネルギーを付与することを特徴とす

る三次元造形物の製造方法。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 のいずれか 1 項に記載された三次元造形物の製造方法において、  
前記エネルギー付与工程は、前記積層工程の終了後に、積層した前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子に同一のエネルギーを付与することを特徴とする三次元造形物の製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載された三次元造形物の製造方法において、  
前記支持層の空隙率は、前記エネルギー付与工程後の方が前記エネルギー付与工程よりも小さくなることを特徴とする三次元造形物の製造方法。

10

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載された三次元造形物の製造方法において、  
前記構成材料粒子はアルミ、チタン、鉄、銅、マグネシウム、ステンレス鋼、マルエージング鋼の少なくともいずれか 1 つの成分を含む粒子であり、前記支持部形成粒子はシリカ、アルミナ、酸化チタン、酸化ジルコンの少なくともいずれか 1 つの成分を含む粒子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 6】

構成材料粒子を含み、構成層を形成するための構成材料を、連続体形状で吐出する吐出部と、

支持部形成粒子を含み、三次元造形物を生成する際に前記三次元造形物を支持する支持層を形成するための支持部形成用材料を、連続体形状で吐出する吐出部と、

20

前記構成層の形成と前記支持層の形成とを繰り返して積層させるよう制御する制御部と、

積層された前記構成層及び前記支持層にエネルギーを付与するエネルギー付与部と、を有し、

前記支持部形成粒子の融点は、前記構成材料粒子の融点よりも高く、

前記エネルギー付与部は、前記構成材料粒子の融点以上且つ前記支持部形成粒子の融点未満の温度で、積層した前記構成層及び前記支持層にエネルギーを付与するよう調整され

る

前記制御部は、

30

前記エネルギー付与部により前記エネルギーが付与された後において、前記構成層の厚みと前記構成層と対応する前記支持層の厚みとが揃い、前記構成層の空隙率が前記構成層と対応する前記支持層の空隙率よりも小さくなるように、積層させることを特徴とする三次元造形物の製造装置。

【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及び三次元造形物の製造装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、三次元造形物を製造する様々な方法が実施されている。このうち、流動性組成物を使用して三次元造形物を形成する方法が開示されている。

40

例えば、特許文献 1 には、流動性組成物としての金属ペーストを用いて層を形成し、三次元造形物の対応領域にレーザーを照射して焼結又は溶融しながら三次元造形物を製造する製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 184622 号公報

【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、三次元造形物の対応領域を焼結又は溶融しながら三次元造形物を製造する場合、焼結又は溶融する際の熱により、該三次元造形物の対応領域以外の部分も焼結又は溶融してしまい、三次元造形物を取り外す際の実作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きい場合があった。すなわち、三次元造形物を製造する従来の製造方法では、製造される三次元造形物の後処理工程を減らすことが十分にできていなかった。

**【0005】**

そこで、本発明の目的は、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことである。

10

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記課題を解決するための本発明の第1の態様の三次元造形物の製造方法は、三次元造形物の構成材料粒子を含む流動性組成物と、前記三次元造形物を形成する際に該三次元造形物を支持する支持部を形成する支持部形成粒子を含む流動性組成物と、を用いて層を形成する層形成工程と、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子にエネルギーを付与するエネルギー付与工程と、を有し、前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子の温度が前記構成材料粒子の融点以上且つ前記支持部形成粒子の融点未満の温度となるように、エネルギーを付与することを特徴とする。

**【0007】**

本態様によれば、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が構成材料粒子の融点以上且つ支持部形成粒子の融点未満の温度となるようにエネルギーを付与する。このため、三次元造形物の構成材料を溶融させつつ支持部の溶融を抑制することができる。このため、三次元造形物の対応領域以外の部分も溶融させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の実作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できる。したがって、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

20

**【0008】**

本発明の第2の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1の態様において、前記層形成工程は、前記構成材料粒子を含む流動性組成物及び前記支持部形成粒子を含む流動性組成物を液滴の状態に吐出して前記層を形成することを特徴とする。

30

**【0009】**

本態様によれば、構成材料粒子を含む流動性組成物及び支持部形成粒子を含む流動性組成物を液滴の状態に吐出して層を形成する。このため、層を形成することにより、簡単に、三次元造形物を形成できる。

**【0010】**

本発明の第3の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1又は第2の態様において、前記層形成工程を繰り返す積層工程を有することを特徴とする。

**【0011】**

本態様によれば、層形成工程を繰り返す積層工程を有する。このため、層形成工程を繰り返すことにより、簡単に、三次元造形物を形成できる。

40

**【0012】**

本発明の第4の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第3のいずれか1つの態様において、前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子の温度が前記支持部形成粒子の焼結温度以上の温度となるように、エネルギーを付与することを特徴とする。

**【0013】**

本態様によれば、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が支持部形成粒子の焼結温度以上の温度となるようにエネルギーを付与する。すなわち、構成材料粒子を溶融させ支持部形成粒子を焼結させる。溶融部分に対して焼結部分は簡単に分離できるため、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

50

## 【0014】

本発明の第5の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第4のいずれか1つの態様において、前記層形成工程は、前記エネルギー付与工程後において、前記構成材料粒子で構成された層の厚みと該層と対応する前記支持部形成粒子で構成された層の厚みとが揃うように調整されていることを特徴とする。

## 【0015】

本態様によれば、エネルギー付与工程後において、構成材料粒子で構成された層の厚みと該層と対応する支持部形成粒子で構成された層の厚みとが揃うように調整されている。このため、支持層と構成層との層厚が異なることに伴う層厚の調整などが不要になり、簡単に、高精度な三次元造形物を製造することができる。

10

## 【0016】

本発明の第6の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第5のいずれか1つの態様において、前記エネルギー付与工程は、前記層形成工程を1層分又は複数層分実行した後に、実行されることを特徴とする。

## 【0017】

本態様によれば、エネルギー付与工程は、層形成工程を1層分又は複数層分実行した後に、実行される。例えば、複数層分層形成工程を実行した後にエネルギー付与工程を実行することで、構成層形成工程の回数を減らすことができ、迅速に三次元造形物を製造することができる。また1層毎にエネルギー付与工程を実行することで、斜面部等で一方の材料が他方の材料を覆う配置となる場合であっても、各層では両材料が同一面上に露出しているため、各材料に対して適正にエネルギーを付与することが可能となる。

20

## 【0018】

本発明の第7の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第6のいずれか1つの態様において、前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子に同一のエネルギーを付与することを特徴とする。

## 【0019】

本態様によれば、構成材料粒子及び支持部形成粒子に同一のエネルギーを付与する。このため、簡単に、エネルギー付与工程を実行できる。

## 【0020】

本発明の第8の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第6のいずれか1つの態様において、前記エネルギー付与工程は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子に異なるエネルギーを付与することを特徴とする。

30

## 【0021】

本態様によれば、構成材料粒子及び支持部形成粒子に異なるエネルギーを付与する。このため、効果的に、三次元造形物の対応領域以外の部分も熔融または過度に焼結させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを、抑制できる。

## 【0022】

本発明の第9の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第8のいずれか1つの態様において、前記エネルギー付与工程後において、前記構成材料粒子で構成された層の空隙率が該層と対応する前記支持部形成粒子で構成された層の空隙率よりも小さくなるよう調整されていることを特徴とする。

40

## 【0023】

本態様によれば、エネルギー付与工程後において、構成材料粒子で構成された層の空隙率が該層と対応する支持部形成粒子で構成された層の空隙率よりも小さくなるよう調整されている。このため、支持部形成粒子で構成された層の空隙率が小さくなりすぎて三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを、抑制できる。

## 【0024】

本発明の第10の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第9のいずれか1つ

50

の態様において、前記支持部形成粒子で構成された層の空隙率は、前記エネルギー付与工程後の方が前記エネルギー付与工程前よりも小さくなるよう調整されていることを特徴とする。

【0025】

本態様によれば、支持部形成粒子で構成された層の空隙率は、エネルギー付与工程後の方がエネルギー付与工程前よりも小さくなるよう調整されている。このため、支持部の強度が向上し、三次元構造物を取り外す際の分離作業を行うまでの工程において、構造体の保持を確実に行うことが出来るという利点がある。

【0026】

本発明の第11の態様の三次元造形物の製造方法は、前記第1から第10のいずれか1つの態様において、前記構成材料粒子はアルミ、チタン、鉄、銅、マグネシウム、ステンレス鋼、マルエージング鋼の少なくともいずれか1つの成分を含む粒子であり、前記支持部形成粒子はシリカ、アルミナ、酸化チタン、酸化ジルコンの少なくともいずれか1つの成分を含む粒子であることを特徴とする。

【0027】

本態様によれば、エネルギー付与工程により、構成材料粒子を溶融し、支持部材形成粒子を低い焼結密度とするように容易にコントロールすることができ、三次元造形物の強度を確保しつつ、三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できる。

【0028】

本発明の第12の態様の三次元造形物の製造装置は、三次元造形物の構成材料粒子を含む流動性組成物を吐出する吐出部と、前記三次元造形物を形成する際に該三次元造形物を支持する支持部を形成する支持部形成粒子を含む流動性組成物を吐出する吐出部と、前記構成材料粒子を含む流動性組成物と前記支持部形成粒子を含む流動性組成物とを用いて層を形成するよう制御する制御部と、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子にエネルギーを付与するエネルギー付与部と、を有し、エネルギー付与部は、前記構成材料粒子及び前記支持部形成粒子の温度が前記構成材料粒子の融点以上且つ前記支持部形成粒子の融点未満の温度となるように、エネルギーを付与するよう調整されていることを特徴とする。

【0029】

本態様によれば、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が構成材料粒子の融点以上且つ支持部形成粒子の融点未満の温度となるようにエネルギーを付与する。このため、三次元造形物の構成材料を溶融させつつ支持部の溶融を抑制することができる。このため、三次元造形物の対応領域以外の部分も溶融させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できる。したがって、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】(a)は本発明の一の実施形態に係る三次元造形物の製造装置の構成を示す概略構成図、(b)は(a)に示すC部の拡大図。

【図2】(a)は本発明の一の実施形態に係る三次元造形物の製造装置の構成を示す概略構成図、(b)は(a)に示すC'部の拡大図。

【図3】本発明の一の実施形態に係るヘッドベースの図1(b)に示すD方向からの外観図。

【図4】図3に示すE-E'部の断面図。

【図5】本発明の一の実施形態に係るヘッドユニットの配置と、着弾部の形成形態と、の関係を概念的に説明する平面図。

【図6】本発明の一の実施形態に係るヘッドユニットの配置と、着弾部の形成形態と、の関係を概念的に説明する平面図。

【図7】本発明の一の実施形態に係るヘッドユニットの配置と、着弾部の形成形態と、の関係を概念的に説明する平面図。

10

20

30

40

50

【図 8】ヘッドベースに配置されるヘッドユニットの、その他の配置の例を示す模式図。

【図 9】本発明の一実施例に係る三次元造形物の製造過程を表す概略図。

【図 10】本発明の一実施例に係る三次元造形物の製造方法のフローチャート。

【図 11】本発明の一実施例に係る三次元造形物の製造過程を表す概略図。

【図 12】本発明の一実施例に係る三次元造形物の製造方法のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、図面を参照して、本発明に係る実施形態を説明する。

図 1 及び図 2 は本発明の一の実施形態に係る三次元造形物の製造装置の構成を示す概略構成図である。

ここで、本実施形態の三次元造形物の製造装置は、2種類の材料供給部（ヘッドベース）を備えているが、図 1 及び図 2 は、各々、一方の材料供給部のみを表した図であり、他方の材料供給部は省略して表している。また、図 1 の材料供給部は、三次元造形物の構成材料粒子を含む流動性組成物（構成材料）を供給する材料供給部である。そして、図 2 の材料供給部は、三次元造形物を形成する際に該三次元造形物を支持する支持部を形成する支持部形成粒子を含む流動性組成物（支持部形成用材料）を供給する材料供給部である。なお、本実施例の構成材料粒子を含む流動性組成物及び支持部形成粒子を含む流動性組成物は、何れも溶媒とバインダーとを含むものであるが、これらを含まないものを使用してもよい。

なお、本明細書における「三次元造形」とは、いわゆる立体造形物を形成することを示すものであって、例えば、平板状、いわゆる二次元形状の形状であっても厚みを有する形状を形成することも含まれる。また、「支持する」とは、下側から支持する場合の他、横側から支持する場合や、場合によっては上側から支持する場合も含む意味である。

【0032】

図 1 及び図 2 に示す三次元造形物の製造装置 2000（以下、形成装置 2000 という）は、基台 110 と、基台 110 に備える駆動手段としての駆動装置 111 によって、図示する X、Y、Z 方向の移動、あるいは Z 軸を中心とする回転方向に駆動可能に備えられたステージ 120 を備えている。

そして、図 1 で表されるように、一方の端部が基台 110 に固定され、他方の端部に構成材料を吐出する構成材料吐出部を備えるヘッドユニット 1400 を複数保持するヘッドベース 1100 が保持固定される、ヘッドベース支持部 130 を備えている。

また、図 2 で表されるように、一方の端部が基台 110 に固定され、他方の端部に支持部形成用材料を吐出する支持部形成用材料吐出部を備えるヘッドユニット 1400' を複数保持するヘッドベース 1100' が保持固定される、ヘッドベース支持部 130' を備えている。

ここで、ヘッドベース 1100 及びヘッドベース 1100' は、XY 平面において並列に設けられている。

なお、構成材料吐出部 1230 及び支持部形成用材料吐出部 1230' は、吐出される材料（構成材料及び支持部形成用材料）が異なること以外は同様の構成のものである。ただし、このような構成に限定されない。

【0033】

ステージ 120 上には、三次元造形物 500 が形成される過程での層 501、502 及び 503 が形成される。また、ステージ 120 に対向する領域には、後述する制御ユニット 400 に接続された加熱部コントローラ 1710 によって熱エネルギーの照射のオン・オフが制御され、ステージ 120 全体の領域を加熱可能な加熱部 1700 が設けられている。

三次元造形物 500 の形成には、加熱部 1700 による熱エネルギーの照射（エネルギー付与）がなされるため、ステージ 120 の熱からの保護のため、耐熱性を有する試料プレート 121 を用いて、試料プレート 121 の上に三次元造形物 500 を形成してもよい。試料プレート 121 としては、例えばセラミック板を用いることで、高い耐熱性を得る

10

20

30

40

50

ことができ、更に溶融される三次元造形物の構成材料との反応性も低く、三次元造形物500の変質を防止することができる。なお、図1(a)及び図2(a)では、説明の便宜上、層501、502及び503の3層を例示したが、所望の三次元造形物500の形状まで(図1(a)及び図2(a)中の層50nまで)積層される。

ここで、層501、502、503、・・・50nは、各々、支持部形成用材料吐出部1230'から吐出される支持部形成用材料で形成される支持層300と、構成材料吐出部1230から吐出される構成材料で形成される構成層310(三次元造形物500の構成領域に対応する層)と、で構成される。また、構成材料吐出部1230から吐出された構成材料と、支持部形成用材料吐出部1230'から吐出された支持部形成用材料とで、1層分の層を形成した後、該層全体に加熱部1700から熱エネルギーを照射して、層毎に溶融させることができる。さらには、構成層310と支持層300とを複数層形成することで三次元造形物の形状を完成させて、これを形成装置2000とは別体で設けられた恒温槽(加熱部)において溶融させることも可能である。

10

#### 【0034】

また、図1(b)は、図1(a)に示すヘッドベース1100を示すC部拡大概念図である。図1(b)に示すように、ヘッドベース1100は、複数のヘッドユニット1400が保持されている。詳細は後述するが、1つのヘッドユニット1400は、構成材料供給装置1200に備える構成材料吐出部1230が保持治具1400aに保持されることで構成される。構成材料吐出部1230は、吐出ノズル1230aと、材料供給コントローラ1500によって吐出ノズル1230aから構成材料を吐出させる吐出駆動部1230bと、を備えている。

20

#### 【0035】

また、図2(b)は、図2(a)に示すヘッドベース1100'を示すC'部拡大概念図である。図2(b)に示すように、ヘッドベース1100'は、複数のヘッドユニット1400'が保持されている。ヘッドユニット1400'は、支持部形成用材料供給装置1200'に備える支持部形成用材料吐出部1230'が保持治具1400a'に保持されることで構成される。支持部形成用材料吐出部1230'は、吐出ノズル1230a'と、材料供給コントローラ1500によって吐出ノズル1230a'から支持部形成用材料を吐出させる吐出駆動部1230b'と、を備えている。

30

#### 【0036】

加熱部1700は、本実施形態では熱エネルギーとして電磁波を照射するエネルギー照射部により説明する。照射される熱エネルギーに電磁波を用いることにより、ターゲットとなる供給材料に効率よくエネルギーを照射することができ、品質の良い三次元造形物を形成することができる。また、例えば吐出される材料の種類に合わせて、照射エネルギー量(パワー、走査速度)を制御することが容易に行うことができ、所望の品質の三次元造形物を得ることができる。ただし、このような構成に限定されず、他の方法で加熱する構成としてもよい。また、電磁波により溶融されることに限るものではないことは言うまでもない。

#### 【0037】

図1で表されるように、構成材料吐出部1230は、ヘッドベース1100に保持されるヘッドユニット1400それぞれに対応させた構成材料を収容した構成材料供給ユニット1210と供給チューブ1220により接続されている。そして、所定の構成材料が構成材料供給ユニット1210から構成材料吐出部1230に供給される。構成材料供給ユニット1210には、本実施形態に係る形成装置2000によって造形される三次元造形物500の原料を含む材料(金属粒子(構成材料粒子)を含むペースト状の構成材料)が供給材料として構成材料収容部1210aに収容され、個々の構成材料収容部1210aは、供給チューブ1220によって、個々の構成材料吐出部1230に接続されている。このように、個々の構成材料収容部1210aを備えることにより、ヘッドベース1100から、複数の異なる種類の材料を供給することができる。

40

#### 【0038】

50

図2で表されるように、支持部形成用材料吐出部1230'は、ヘッドベース1100'に保持されるヘッドユニット1400'それぞれに対応させた支持部形成用材料を収容した支持部形成用材料供給ユニット1210'と供給チューブ1220'により接続されている。そして、所定の支持部形成用材料が支持部形成用材料供給ユニット1210'から支持部形成用材料吐出部1230'に供給される。支持部形成用材料供給ユニット1210'は、三次元造形物500を造形する際の支持部を構成する支持部形成用材料(セラミック粒子(支持部形成粒子)を含むペースト状の支持部形成用材料)が供給材料として支持部形成用材料収容部1210a'に収容され、個々の支持部形成用材料収容部1210a'は、供給チューブ1220'によって、個々の支持部形成用材料吐出部1230'に接続されている。このように、個々の支持部形成用材料収容部1210a'を備えることにより、ヘッドベース1100'から、複数の異なる種類の支持部形成用材料を供給することができる。

10

#### 【0039】

構成材料としては、例えばマグネシウム(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)の単体粉末、もしくはこれらの金属を1つ以上含む合金(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)などの混合粉末を、溶剤と、バインダーとを含むスラリー状(あるいはペースト状)の混合材料などにして用いることが可能である。

また、ポリアミド、ポリアセタール、ポリカーボネート、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を用いることが可能である。その他、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などのエンジニアリングプラスチックも用いることが可能である。

20

このように、構成材料に特に限定はなく、上記金属以外の金属やセラミックスや樹脂等も使用可能である。

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；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、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用いることができる。

30

バインダーとしては、例えば、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PLA(ポリ乳酸)、PA(ポリアミド)、PPS(ポリフェニレンサルファイド)或いはその他の熱可塑性樹脂である。

40

#### 【0040】

本実施形態においては、支持部形成用材料は、セラミックスを含有している。該支持部形成用材料としては、例えば金属酸化物、金属アルコキシド、金属などの混合粉末と、溶剤と、バインダーとを含むスラリー状(あるいはペースト状)の混合材料として用いることが可能である。

ただし、支持部形成用材料に特に限定はなく、上記の構成材料の例のような、セラミックス以外の金属や樹脂等も使用可能である。

#### 【0041】

50

形成装置 2000 には、図示しない、例えばパーソナルコンピューター等のデータ出力装置から出力される三次元造形物の造形用データに基づいて、上述したステージ 120、構成材料供給装置 1200 に備える構成材料吐出部 1230、加熱部 1700、並びに、支持部形成用材料供給装置 1200' に備える支持部形成用材料吐出部 1230' を制御する制御手段としての制御ユニット 400 を備えている。そして、制御ユニット 400 には、図示しないが、ステージ 120 及び構成材料吐出部 1230、並びに、ステージ 120 及び支持部形成用材料供給装置 1200' が連携して駆動及び動作するよう制御する制御部を備えている。

#### 【0042】

基台 110 に移動可能に備えられているステージ 120 は、制御ユニット 400 からの制御信号に基づき、ステージコントローラー 410 においてステージ 120 の移動開始と停止、移動方向、移動量、移動速度などを制御する信号が生成され、基台 110 に備える駆動装置 111 に送られ、図示する X, Y, Z 方向にステージ 120 が移動する。ヘッドユニット 1400 に備える構成材料吐出部 1230 では、制御ユニット 400 からの制御信号に基づき、材料供給コントローラー 1500 において構成材料吐出部 1230 に備える吐出駆動部 1230b における吐出ノズル 1230a からの材料吐出量などを制御する信号が生成され、生成された信号により吐出ノズル 1230a から所定量の構成材料が吐出される。

10

同様に、ヘッドユニット 1400' に備える支持部形成用材料吐出部 1230' では、制御ユニット 400 からの制御信号に基づき、材料供給コントローラー 1500 において支持部形成用材料吐出部 1230' に備える吐出駆動部 1230b' における吐出ノズル 1230a' からの材料吐出量などを制御する信号が生成され、生成された信号により吐出ノズル 1230a' から所定量の支持部形成用材料が吐出される。

20

#### 【0043】

また、加熱部 1700 は、制御ユニット 400 から制御信号が加熱部コントローラー 1710 に送られ、加熱部コントローラー 1710 から、加熱部 1700 に電磁波を照射させる出力信号が送られる。

#### 【0044】

次に、ヘッドユニット 1400 についてさらに詳細に説明する。なお、ヘッドユニット 1400' は、構成材料吐出部 1230 の代わりに支持部形成用材料吐出部 1230' が同様の配置で構成されており、ヘッドユニット 1400 と同様の構成である。このため、ヘッドユニット 1400' についての詳細な構成の説明は省略する。

30

図 3 及び図 4 は、ヘッドベース 1100 に複数保持されるヘッドユニット 1400 及びヘッドユニット 1400' に保持される構成材料吐出部 1230 の保持形態の一例を示し、図 3 は図 1 (b) に示す矢印 D 方向からのヘッドベース 1100 の外観図、図 4 は図 3 に示す E - E' 部の概略断面図である。

#### 【0045】

図 3 に示すように、ヘッドベース 1100 に複数のヘッドユニット 1400 が、図示しない固定手段によって保持されている。本実施形態に係る形成装置 2000 のヘッドベース 1100 では、図下方より第 1 列目のヘッドユニット 1401 及び 1402、第 2 列目のヘッドユニット 1403 及び 1404、第 3 列目のヘッドユニット 1405 及び 1406、そして第 4 列目のヘッドユニット 1407 及び 1408 の、8 ユニットのヘッドユニット 1400 を備えている。そして、図示しないが、それぞれのヘッドユニット 1401 ~ 1408 に備える構成材料吐出部 1230 は、吐出駆動部 1230b を介して構成材料供給ユニット 1210 に供給チューブ 1220 で繋がれ、保持治具 1400a に保持される構成となっている。

40

#### 【0046】

図 4 に示すように、構成材料吐出部 1230 は吐出ノズル 1230a から、ステージ 120 上に載置された試料プレート 121 上に向けて三次元造形物の構成材料である材料 M が吐出される。ヘッドユニット 1401 では、材料 M が液滴状で吐出される吐出形態を例

50

示し、ヘッドユニット1402では、材料Mが連続体状で供給される吐出形態を例示している。本実施形態の形成装置2000における材料Mの吐出形態は液滴状である。しかしながら、吐出ノズル1230aが連続体状で構成材料を供給可能なものも使用可能である。

【0047】

吐出ノズル1230aから液滴状に吐出された材料Mは、略重力方向に飛翔し、試料プレート121上に着弾する。そして、着弾した材料Mは着弾部50を形成する。この着弾部50の集合体が、試料プレート121上に形成される三次元造形物500の構成層310(図1参照)として形成される。

【0048】

図5、図6及び図7は、ヘッドユニット1400の配置と、着弾部50の形成形態との関係を概念的に説明する平面図(図1に示すD方向矢視)である。まず、図5(a)に示すように試料プレート121上の造形起点q1において、ヘッドユニット1401及び1402の吐出ノズル1230aから材料Mが吐出され、試料プレート121に着弾した材料Mにより、着弾部50a及び50bが形成される。なお、説明の便宜上、平面図であるが着弾部50にはハッチングを施し、試料プレート121の上面に形成される1層目の層501の構成層310を例示して説明する。

【0049】

まず、図5(a)に示すように試料プレート121上の層501の構成層310の造形起点q1において、図示下方の第1列目のヘッドユニット1401及び1402に備える構成材料吐出部1230から、材料Mが吐出される。吐出された材料Mにより、着弾部50a及び50bが形成される。

【0050】

ヘッドユニット1401及び1402の構成材料吐出部1230からの材料Mの吐出を継続しながら、試料プレート121を、ヘッドベース1100に対して相対的にY(+ )方向の、図5(b)に示す造形起点q1が2列目のヘッドユニット1403及び1404に対応する位置まで、移動させる。これによって、着弾部50a及び50bは、造形起点q1から試料プレート121の相対移動後の位置q2まで幅tを保持して延設される。さらに、造形起点q1に対応した2列目のヘッドユニット1403及び1404から材料Mが吐出され、着弾部50c及び50dが形成され始める。

【0051】

図5(b)に示すように着弾部50c及び50dが形成され始め、ヘッドユニット1403及び1404の構成材料吐出部1230からの材料Mの吐出を継続しながら、試料プレート121を、ヘッドベース1100に対して相対的にY(+ )方向の、図5(c)に示す造形起点q1が3列目のヘッドユニット1405及び1406に対応する位置まで、移動させる。これによって、着弾部50c及び50dは、造形起点q1から試料プレート121の移動後の位置q2まで幅tを保持して延設される。同時に、着弾部50a及び50bは、造形起点q1から試料プレート121の相対移動後の位置q3まで幅tを保持して延設される。造形起点q1に対応した3列目のヘッドユニット1405及び1406から材料Mが吐出され、着弾部50e及び50fが形成され始める。

【0052】

図5(c)に示すように着弾部50e及び50fが形成され始め、ヘッドユニット1405及び1406の構成材料吐出部1230からの材料Mの吐出を継続しながら、試料プレート121を、ヘッドベース1100に対して相対的にY(+ )方向の、図6(d)に示す造形起点q1が4列目のヘッドユニット1407及び1408に対応する位置まで、移動させる。これによって、着弾部50e及び50fは、造形起点q1から試料プレート121の移動後の位置q2まで幅tを保持して延設される。同時に、着弾部50a及び50bは造形起点q1から試料プレート121の相対移動後の位置q4まで、着弾部50c及び50dは造形起点q1から試料プレート121の相対移動後の位置q3まで、幅tを保持して延設される。造形起点q1に対応した4列目のヘッドユニット1407及び14

10

20

30

40

50

08から材料Mが吐出され、着弾部50g及び50hが形成され始める。

【0053】

位置q5を造形終了位置とした場合(以下、位置q5を造形終点q5という)、図6(e)に示すように、試料プレート121を相対的にヘッドユニット1401及び1402が造形終点q5に到達するまで移動させることで、着弾部50g及び50hは延設される。そして、造形終点q5に到達したヘッドユニット1401及び1402では、ヘッドユニット1401及び1402の構成材料吐出部1230からの材料Mの吐出が停止される。さらに、相対的に試料プレート121をY(+)方向に移動させながら、ヘッドユニット1403、1404、1405、1406、1407及び1408が造形終点q5に到達するまで構成材料吐出部1230から材料Mが吐出される。すると、図7に示すように、着弾部50a、50b、50c、50d、50e、50f、50g及び50hは、幅tを保持して造形起点q1から造形終点q5まで形成される。このようにして、造形起点q1から造形終点q5まで試料プレート121を移動させながら、ヘッドユニット1401、1402、1403、1404、1405、1406、1407及び1408から順次、材料Mの吐出供給をさせることで、幅T、長さJの、本実施形態の例示では略矩形の着弾部50を形成することができる。そして、着弾部50の集合体として第1層目の層501の構成層310を成形、構成することができる。

10

【0054】

上述したように、本実施形態に係る形成装置2000は、試料プレート121を備えるステージ120の移動に同期させ、ヘッドユニット1401、1402、1403、1404、1405、1406、1407及び1408に備える構成材料吐出部1230からの材料Mの吐出供給を選択的に行うことで、試料プレート121上に所望の形状の構成層310を形成することができる。また、上述したように、ステージ120の移動は、本例ではY軸方向に沿った一方向へ移動させるだけで、図7に示す幅T×長さJの領域内で所望の形状の着弾部50、そして着弾部50の集合体としての構成層310を得ることができる。

20

【0055】

また、構成材料吐出部1230から吐出される材料Mを、ヘッドユニット1401、1402、1403、1404、1405、1406、1407及び1408のいずれか1ユニット、あるいは2ユニット以上からその他ヘッドユニットと異なる構成材料を吐出供給することもできる。従って、本実施形態に係る形成装置2000を用いることによって、異種材料から形成される三次元造形物を得ることができる。

30

【0056】

なお、第1層目の層501において、上述したように構成層310を形成する前或いは後に、支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出させて、上記と同様の方法で、支持層300を形成することができる。そして、層501に積層させて層502、503、・・・50nを形成する際にも、同様に、構成層310及び支持層300を形成することができる。

【0057】

上述の本実施形態に係る形成装置2000が備えるヘッドユニット1400及び1400'の数及び配列は、上述した数及び配列に限定されない。図8に、その例として、ヘッドベース1100に配置されるヘッドユニット1400の、その他の配置の例を模式的に示す。

40

【0058】

図8(a)は、ヘッドベース1100にヘッドユニット1400をX軸方向に複数、並列させた形態を示す。図8(b)は、ヘッドベース1100にヘッドユニット1400を格子状に配列させた形態を示す。なお、いずれも配列されるヘッドユニットの数は、図示の例に限定されない。

【0059】

次に、上述の本実施形態に係る形成装置2000を用いて行う三次元造形物の製造方法

50

の一実施例について説明する。

図9は、形成装置2000を用いて行う三次元造形物の製造過程の一例を表す概略図である。なお、本例は、形成装置2000が備える加熱部1700を用いて、構成材料吐出部1230及び支持部形成用材料吐出部1230'から構成材料及び支持部形成用材料を吐出させて1層分の層を形成する毎に、該層を加熱して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法の例である。また、本実施例の三次元造形物の製造方法では、溶融された状態の三次元造形物を製造する。

なお、図9には、支持層300及び構成層310の厚みが分かりやすいように、Z方向に複数の補助線が引いてある。

#### 【0060】

最初に、図9(a)で表されるように、構成材料吐出部1230から構成材料を吐出させ、支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出させて、第1層目の層501において、構成層310及び支持層300を形成する。ここで、支持層300は、該層における三次元造形物の形成領域(構成層310に対応する領域)以外の領域に形成される。

次に、図9(b)で表されるように、第1層目の層501を加熱部1700により加熱し、該層の構成層310を溶融させるとともに支持層300を焼結する。なお、本実施例における加熱部1700の加熱温度は、構成材料に含有される金属粒子(構成材料粒子)が溶融する温度(融点以上)であり、かつ、支持部形成用材料に含有されるセラミックス粒子(支持部形成粒子)が焼結する温度(融点未満)に設定してある。

#### 【0061】

以下、図9(a)で表される動作と図9(b)で表される動作とを繰り返し、三次元造形物を完成させる。

具体的には、図9(c)で表されるように、構成材料吐出部1230から構成材料を吐出させ、支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出させて、第2層目の層502において、構成層310及び支持層300を形成する。そして、図9(d)で表されるように、第2層目の層501を加熱部1700により加熱する。

さらに、図9(e)で表されるように第3層目の層502において構成層310及び支持層300を形成し、図9(f)で表されるように第3層目の層501を加熱部1700により加熱し、図9(g)で表されるように第4層目の層502において構成層310及び支持層300を形成し、図9(h)で表されるように第4層目の層501を加熱部1700により加熱して三次元造形物(溶融された状態の構成層310)を完成させる。

#### 【0062】

次に、図9で表される三次元造形物の製造方法の一実施例についてフローチャートを用いて説明する。

ここで、図10は、本実施例に係る三次元造形物の製造方法のフローチャートである。

#### 【0063】

図10で表されるように、本実施例の三次元造形物の製造方法においては、最初にステップS110で、三次元造形物のデータを取得する。詳細には、例えばパーソナルコンピュータにおいて実行されているアプリケーションプログラム等から、三次元造形物の形状を表すデータを取得する。

#### 【0064】

次に、ステップS120で、層毎のデータを作成する。詳細には、三次元造形物の形状を表すデータにおいて、Z方向の造形解像度に従ってスライスし、断面毎にビットマップデータ(断面データ)を生成する。

この際、生成されるビットマップデータは、三次元造形物の形成領域と三次元造形物の非形成領域とで区別されたデータになっている。

#### 【0065】

次に、ステップS130で、三次元造形物の形成領域を形成するデータに基づいて構成材料吐出部1230から構成材料を吐出(供給)させ、構成層310を形成する。

10

20

30

40

50

## 【0066】

次に、ステップS140で、三次元造形物の非形成領域を形成するデータに基づいて支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出（供給）させ、ステップS130で構成される構成層310と同じ層に対応する支持層300を形成する。

なお、ステップS130とステップS140の順番は、逆でもよく、また、同時でもよい。

## 【0067】

次に、ステップS150で、ステップS130で構成される構成層310及びステップS140で構成される支持層300に対応する層に対して、加熱部1700から電磁波を照射（熱エネルギーを付与）させ、該層における構成層310を熔融するとともに支持層300を焼結する。

なお、本ステップでは、構成層310を熔融させ支持層300を焼結させたが、支持層300を焼結させなくてもよい。

## 【0068】

そして、ステップS160により、ステップS120において生成された各層に対応するビットマップデータに基づく三次元造形物の造形が終了するまで、ステップS130からステップS160までが繰り返される。

## 【0069】

そして、三次元造形物の造形が終了すると、ステップS170で、三次元造形物の現像（三次元造形物の形成領域である構成層310に対応する部分から三次元造形物の非形成領域である支持層300に対応する部分を取り除くこと、すなわち、三次元造形物をクリーニングすること）を行い、本実施例の三次元造形物の製造方法を終了する。

## 【0070】

次に、上述の本実施形態に係る形成装置2000を用いて行う三次元造形物の製造方法の別の一実施例について説明する。

図11は、形成装置2000を用いて行う三次元造形物の製造過程の一例を表す概略図である。なお、本例は、形成装置2000が備える加熱部1700を用いず、形成装置2000とは別体で設けられた不図示の恒温槽（加熱部）において、構成材料吐出部1230及び支持部形成用材料吐出部1230'から構成材料及び支持部形成用材料を吐出させて三次元造形物の形状の形成が終了してから、該三次元造形物の形成物を加熱して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造方法の例である。また、本実施例の三次元造形物の製造方法では、熔融された状態の三次元造形物を製造する。

なお、図11には、支持層300及び構成層310の厚みが分かりやすいように、Z方向に複数の補助線が引いてある。

## 【0071】

最初に、図11(a)で表されるように、構成材料吐出部1230から構成材料を吐出させ、支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出させて、第1層目の層501において、構成層310及び支持層300を形成する。ここで、支持層300は、該層における三次元造形物の形成領域（構成層310に対応する領域）以外の領域に形成される。

次に、図11(b)で表されるように、構成材料吐出部1230から構成材料を吐出させ、支持部形成用材料吐出部1230'から支持部形成用材料を吐出させて、第2層目の層502において、構成層310及び支持層300を形成する。

そして、図11(c)及び図11(d)で表されるように、図11(a)及び図11(b)で表される動作を繰り返し、三次元造形物の形状を完成させる。

そして、図11(e)で表されるように、該三次元造形物の形成物を不図示の恒温槽において加熱し、該三次元造形物の形成物の構成層310を熔融させるとともに支持層300を焼結させて、三次元造形物（熔融された状態の構成層310）を完成させる。なお、本実施例における該恒温槽における加熱温度は、構成材料に含有される金属粒子（構成材料粒子）が熔融する温度（融点以上）であり、かつ、支持部形成用材料に含有されるセラ

10

20

30

40

50

ミックス粒子（支持部形成粒子）が焼結する温度（融点未満）に設定してある。

【0072】

次に、図11で表される三次元造形物の製造方法の一実施例についてフローチャートを用いて説明する。

ここで、図12は、本実施例に係る三次元造形物の製造方法のフローチャートである。

なお、図12のステップS110からステップS140までとステップS170は、図9のステップS110からステップS140までとステップS170と同様であるので説明は省略する。

【0073】

図12で表されるように、本実施例の三次元造形物の製造方法においては、ステップS140の終了後、ステップS160に進む。

そして、ステップS160により、ステップS120において生成された各層に対応するビットマップデータに基づく三次元造形物の形成物の造形が終了するまで、ステップS130からステップS160までが繰り返され、三次元造形物の形成物の造形が終了すると、ステップS165に進む。

ステップS165では、ステップS130からステップS160までが繰り返されて形成された三次元造形物の形成体を、不図示の恒温槽において、構成層310を溶融するとともに支持層300を焼結する。なお、本ステップでは、構成層310を溶融させ支持層300を焼結させたが、支持層300を焼結させなくてもよい。そして、本ステップの終了後、ステップS170を実行し、本実施例の三次元造形物の製造方法を終了する。

【0074】

上記の2例で表されるように、本実施例の三次元造形物の製造方法は、三次元造形物の構成材料粒子を含む流動性組成物（構成材料）と、三次元造形物を形成する際に該三次元造形物を支持する支持部を形成する支持部形成粒子を含む流動性組成物（支持部形成用材料）と、を用いて層を形成する層形成工程（ステップS130及びステップS140）を有する。そして、構成材料粒子及び支持部形成粒子にエネルギーを付与するエネルギー付与工程（ステップS150及びステップS165）を有する。また、エネルギー付与工程では、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が構成材料粒子の融点以上且つ支持部形成粒子の融点未満の温度となるように、エネルギーを付与する。

このため、三次元造形物の構成材料を溶融させつつ支持部の溶融を抑制することができ、三次元造形物の対応領域以外の部分も溶融させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できる。したがって、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

【0075】

別の表現をすると、本実施例の三次元造形物の製造装置（形成装置2000）は、三次元造形物の構成材料粒子を含む流動性組成物（構成材料）を吐出する吐出部（構成材料吐出部1230）と、三次元造形物を形成する際に該三次元造形物を支持する支持部を形成する支持部形成粒子を含む流動性組成物（支持部形成用材料）を吐出する吐出部（支持部形成用材料吐出部1230'）と、構成材料粒子を含む流動性組成物と支持部形成粒子を含む流動性組成物とを用いて層を形成するよう制御する制御部（制御ユニット400）と、構成材料粒子及び支持部形成粒子にエネルギーを付与するエネルギー付与部（加熱部1700）と、を有している。そして、エネルギー付与部は、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が構成材料粒子の融点以上且つ支持部形成粒子の融点未満の温度となるように、エネルギーを付与するよう調整されている。

このため、三次元造形物の構成材料を溶融させつつ支持部の溶融を抑制することができ、三次元造形物の対応領域以外の部分も溶融させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できる。したがって、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

【0076】

10

20

30

40

50

また、本実施例の三次元造形物の製造方法における層形成工程（ステップS 130及びステップS 140）は、構成材料粒子を含む流動性組成物及び支持部形成粒子を含む流動性組成物を液滴の状態で吐出して層を形成する。このため、層を形成するという簡単な方法により、三次元造形物を形成できる。

【0077】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法では、層形成工程（ステップS 130及びステップS 140）を繰り返す積層工程（ステップS 130からステップS 160）を有する。このため、層形成工程を繰り返すことにより、簡単に、三次元造形物を形成できる。

【0078】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法におけるエネルギー付与工程（ステップS 150及びステップS 165）は、構成材料粒子及び支持部形成粒子の温度が支持部形成粒子の焼結温度以上の温度となるように、エネルギーを付与する。すなわち、構成材料粒子を溶融させ支持部形成粒子を焼結させる。溶融部分に対して焼結部分は簡単に分離できるため、三次元造形物を形成した後の後処理工程を減らすことができる。

【0079】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法における層形成工程（ステップS 130及びステップS 140）は、エネルギー付与工程（ステップS 150及びステップS 165）後において、構成材料粒子で構成された層の厚みと該層と対応する支持部形成粒子で構成された層の厚みとが揃うように調整されている。詳細には、溶融されることによる構成層の厚み変化（減少度合い）と焼結されることによる支持層の厚み変化（減少度合い）が予め計算されており、両者の変化の違いを計算して各々の層厚（液滴の吐出量）が調整されている。このため、支持層と構成層との層厚が異なることに伴う層厚の調整などが不要になり、簡単に、高精度な三次元造形物を製造することができる。

【0080】

また、図10で表される本実施例の三次元造形物の製造方法におけるエネルギー付与工程（ステップS 150）は、1層分の積層工程（ステップS 130からステップS 160）の終了毎に実行される。そして、図12で表される本実施例の三次元造形物の製造方法におけるエネルギー付与工程（ステップS 165）は、積層工程（ステップS 130からステップS 160）が全て終了した後に実行される。別の表現をすると、本実施例の三次元造形物の製造方法におけるエネルギー付与工程は、層形成工程（ステップS 130及びステップS 140）を1層分又は複数層分実行した後に、実行される。例えば、複数層分層形成工程を実行した後にエネルギー付与工程を実行することで、構成層形成工程の回数を減らすことができ、迅速に三次元造形物を製造することができる。また1層毎にエネルギー付与工程を実行することで、斜面部等で一方の材料が他方の材料を覆う配置となる場合であっても、各層では両材料が同一面上に露出しているため、各材料に対して適正にエネルギーを付与することが可能となる。

【0081】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法におけるエネルギー付与工程（ステップS 150及びステップS 165）は、構成材料粒子及び支持部形成粒子に同一のエネルギーを付与する（ステップS 150では構成材料粒子及び支持部形成粒子の両方に加熱部170から電磁波を照射し、ステップS 165では構成材料粒子及び支持部形成粒子を不図示の恒温槽で一括して加熱する）。このため、簡単に、エネルギー付与工程を実行できる。

【0082】

ただし、エネルギー付与工程において、構成材料粒子及び支持部形成粒子に異なるエネルギーを付与してもよい。異なるエネルギーを付与することで、効果的に、三次元造形物の対応領域以外の部分も溶融させてしまうことで三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できるためである。

【0083】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法では、エネルギー付与工程（ステップS 150及びステップS 165）後において、構成材料粒子で構成された層の空隙率が該層と対

10

20

30

40

50

応する支持部形成粒子で構成された層の空隙率よりも小さくなるよう調整されている。このため、支持部形成粒子で構成された層の空隙率が小さくなりすぎて三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを、抑制できる。

【 0 0 8 4 】

また、本実施例の三次元造形物の製造方法では、支持部形成粒子で構成された層の空隙率は、エネルギー付与工程（ステップ S 1 5 0 及びステップ S 1 6 5 ）後の方がエネルギー付与工程前よりも小さくなるよう調整されている。このため、支持部の強度が向上し、三次元構造物を取り外す際の分離作業を行うまでの工程において、構造体の保持を確実に行うことが出来るという利点がある。

10

【 0 0 8 5 】

また、構成材料粒子はアルミ、チタン、鉄、銅、マグネシウム、ステンレス鋼、マルエージング鋼の少なくともいずれか 1 つの成分を含む粒子であり、支持部形成粒子はシリカ、アルミナ、酸化チタン、酸化ジルコンの少なくともいずれか 1 つの成分を含む粒子であることが好ましい。エネルギー付与工程により、構成材料粒子を熔融し、支持部材形成粒子を低い焼結密度とするように容易にコントロールすることができ、三次元造形物の強度を確保しつつ、三次元造形物を取り外す際の分離作業や取り外した後の成形作業などの負荷が大きくなるということを抑制できるからである。

【 0 0 8 6 】

本発明は、上述の実施例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構成で実現することができる。例えば、発明の概要の欄に記載した各形態中の技術的特徴に対応する実施例中の技術的特徴は、上述の課題の一部又は全部を解決するために、あるいは、上述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。

20

【 符号の説明 】

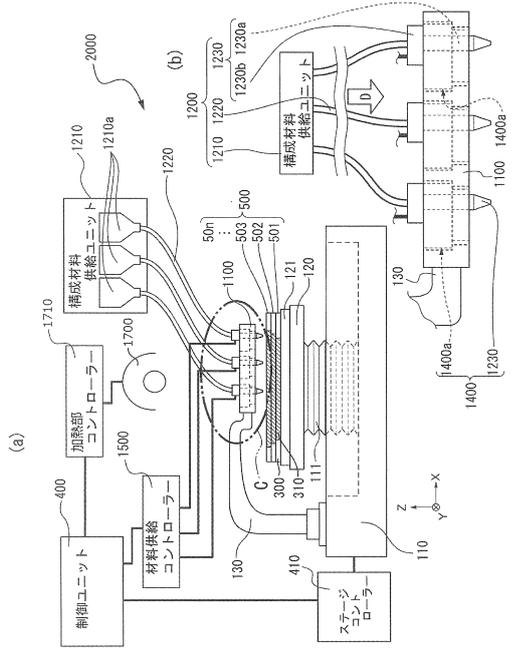
【 0 0 8 7 】

5 0、5 0 a、5 0 b、5 0 c、5 0 d、5 0 e、5 0 f、5 0 g 及び 5 0 h 着弾部、  
 1 1 0 基台、1 1 1 駆動装置、1 2 0 ステージ（支持体）、  
 1 2 1 試料プレート、1 3 0、1 3 0' ヘッドベース支持部、  
 3 0 0 支持層（支持部）、3 1 0 構成層、4 0 0 制御ユニット（制御部）、  
 4 1 0 ステージコントローラー、4 3 0 レーザーコントローラー、  
 5 0 0 三次元造形物、5 0 1、5 0 2 及び 5 0 3 層、  
 1 1 0 0、1 1 0 0' ヘッドベース、  
 1 2 0 0 構成材料供給装置、1 2 0 0' 支持部形成用材料供給装置、  
 1 2 1 0 構成材料供給ユニット、1 2 1 0' 支持部形成用材料供給ユニット、  
 1 2 1 0 a 構成材料収容部、1 2 1 0 a' 支持部形成用材料収容部、  
 1 2 2 0、1 2 2 0' 供給チューブ、  
 1 2 3 0 構成材料吐出部、1 2 3 0' 支持部形成用材料吐出部、  
 1 2 3 0 a、1 2 3 0 a' 吐出ノズル、1 2 3 0 b、1 2 3 0 b' 吐出駆動部、  
 1 4 0 0、1 4 0 0' ヘッドユニット、  
 1 4 0 1、1 4 0 2、1 4 0 3、1 4 0 4、1 4 0 5、1 4 0 6、1 4 0 7 及び 1 4 0  
 8 ヘッドユニット、  
 1 4 0 0 a、1 4 0 0 a' 保持治具、1 5 0 0 材料供給コントローラー、  
 1 6 0 0、1 6 0 0' ヘッドベース、1 7 0 0 加熱部（エネルギー付与部）、  
 1 7 1 0 加熱部コントローラー、2 0 0 0 形成装置（三次元造形物の製造装置）、  
 L レーザー、M 材料（構成材料）

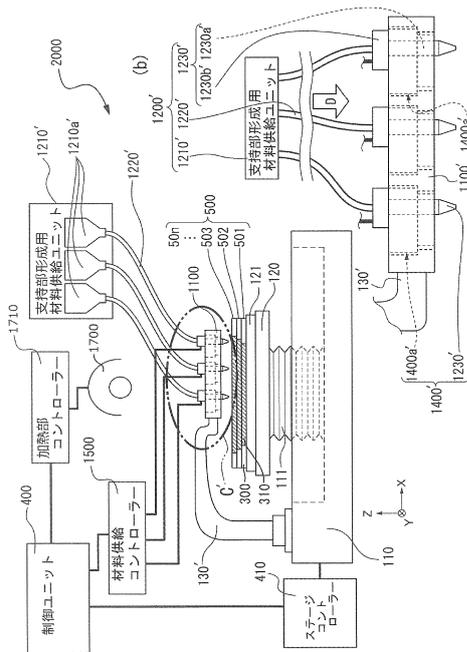
30

40

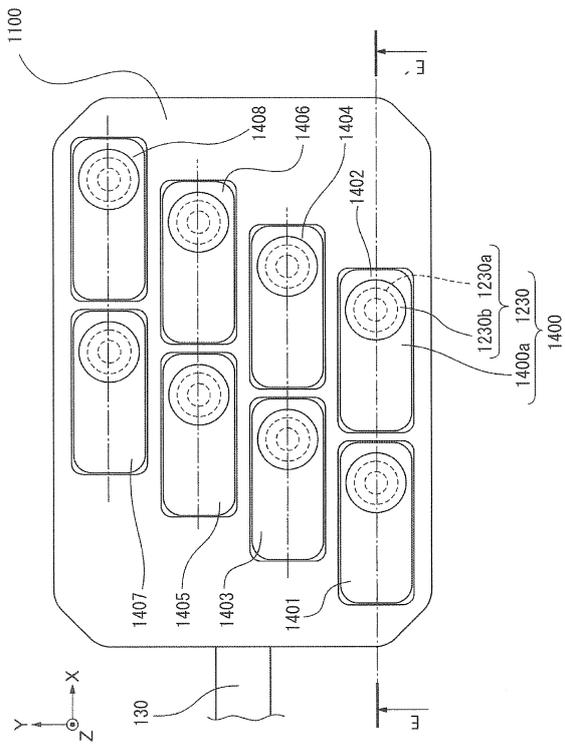
【 図 1 】



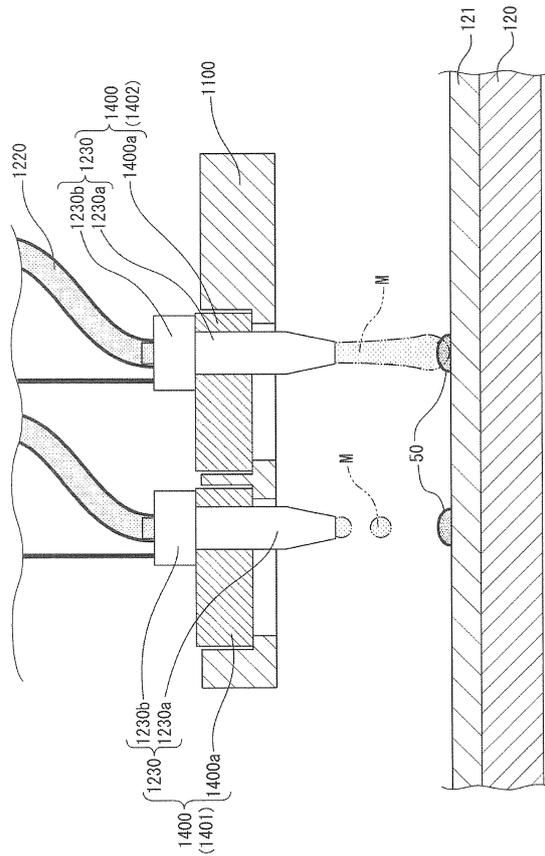
【 図 2 】



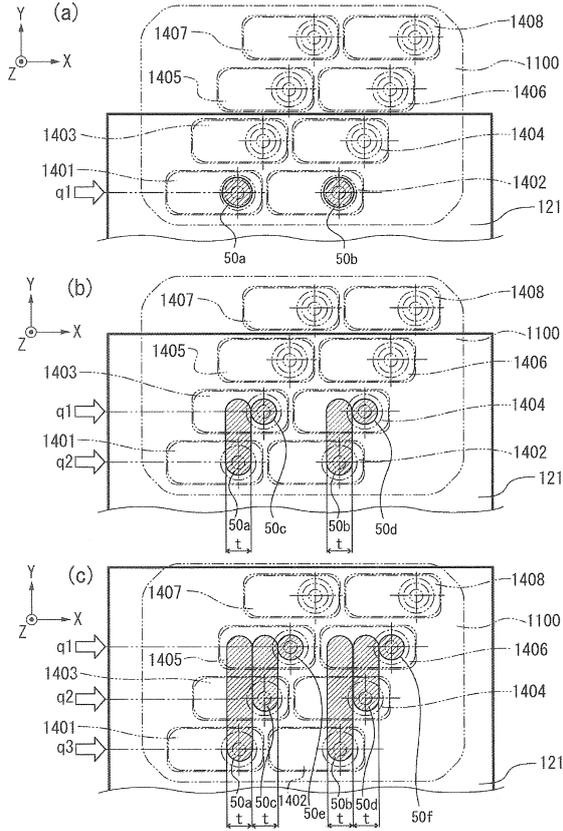
【 図 3 】



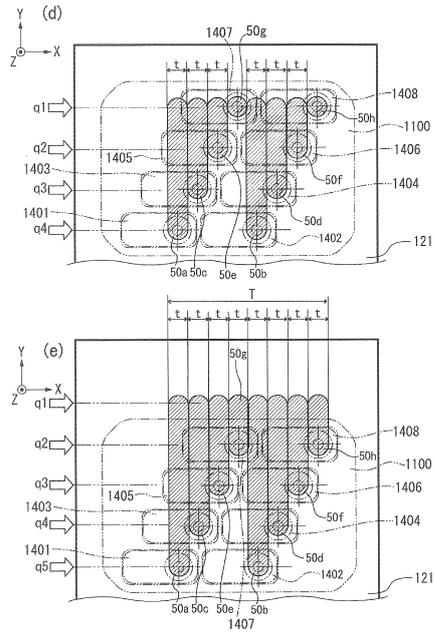
【 図 4 】



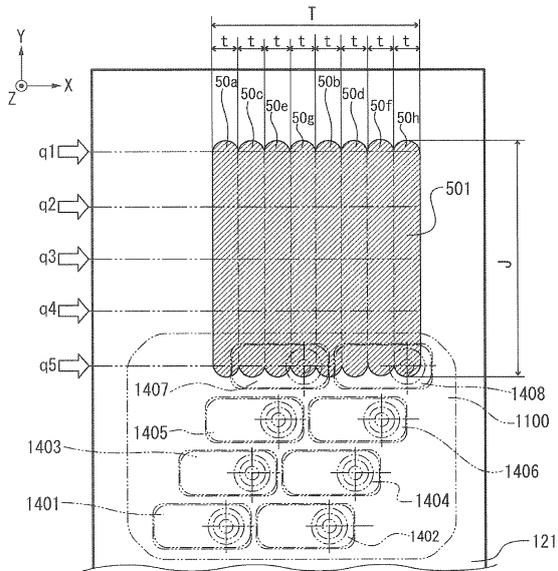
【 図 5 】



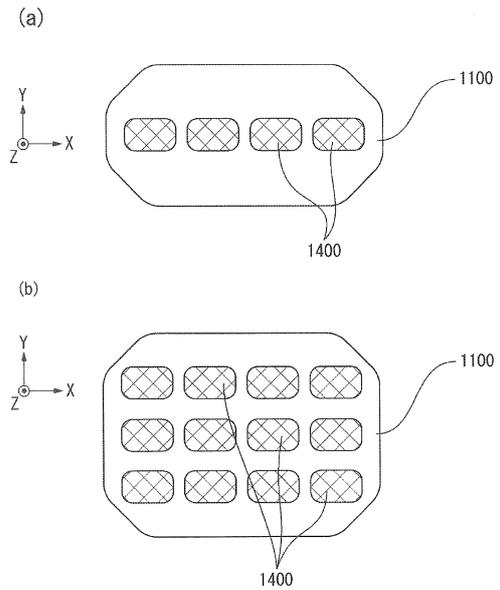
【 図 6 】



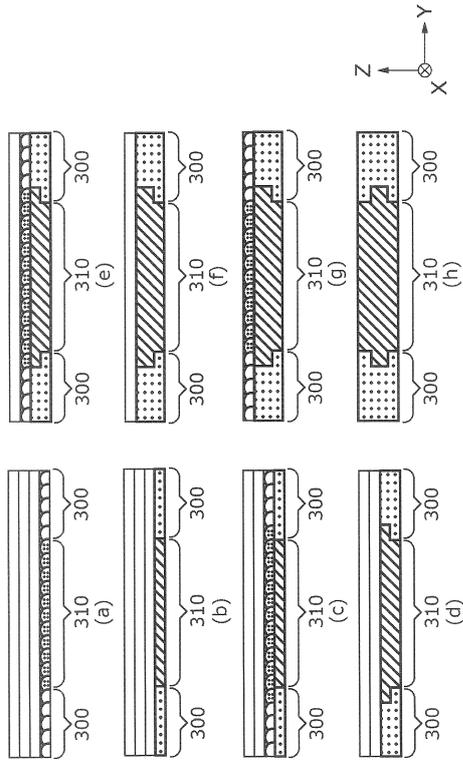
【 図 7 】



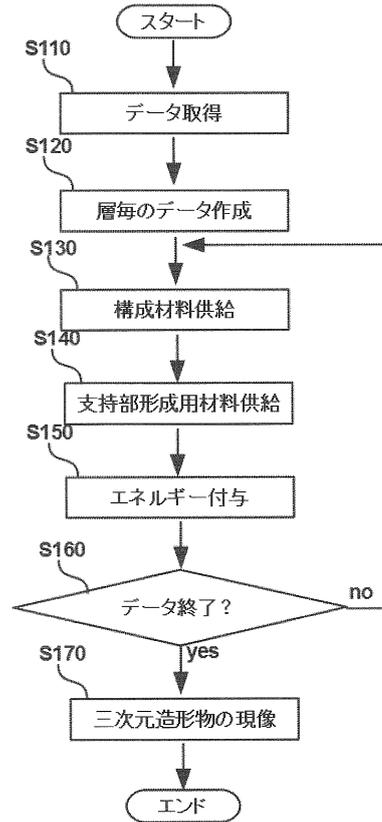
【 図 8 】



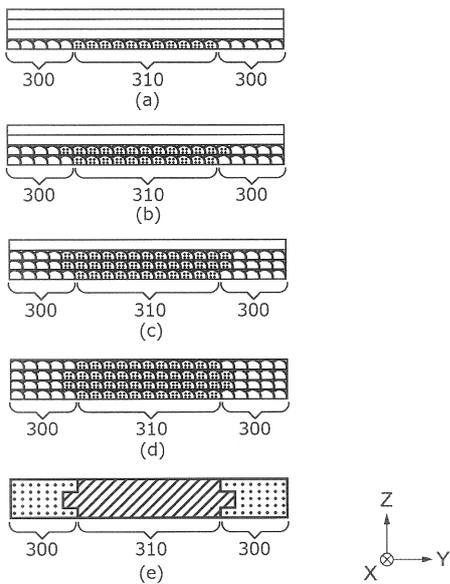
【図9】



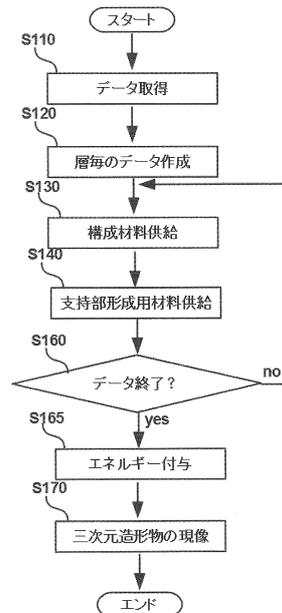
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
B 2 2 F 3/105 (2006.01) B 2 2 F 3/105

審査官 米田 健志

(56)参考文献 国際公開第2015/141032(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 2 2 F 1 / 0 0 ~ 8 / 0 0