

(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2018-51964

(P2018-51964A)

(43) 公開日 平成30年4月5日(2018.4.5)

|                                |               |             |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                   | F I           | テーマコード (参考) |
| <b>B 2 9 C</b> 67/00 (2017.01) | B 2 9 C 67/00 | 4 F 2 1 3   |
| <b>B 3 3 Y</b> 10/00 (2015.01) | B 3 3 Y 10/00 | 4 K 0 1 8   |
| <b>B 3 3 Y</b> 30/00 (2015.01) | B 3 3 Y 30/00 |             |
| <b>B 2 2 F</b> 3/16 (2006.01)  | B 2 2 F 3/16  |             |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

|           |                              |          |                                |
|-----------|------------------------------|----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2016-191543 (P2016-191543) | (71) 出願人 | 000002369                      |
| (22) 出願日  | 平成28年9月29日 (2016.9.29)       |          | 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 | 100095452                      |
|           |                              |          | 弁理士 石井 博樹                      |
|           |                              | (72) 発明者 | ▲角▼谷 彰彦                        |
|           |                              |          | 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  |
|           |                              | Fターム(参考) | 4F213 AP14 WA25 WB01 WF01 WF46 |
|           |                              |          | WK05 WL02 WL15 WL32 WL85       |
|           |                              |          | WL87 WL92                      |
|           |                              |          | 4K018 AA03 AA06 AA07 AA10 AA13 |
|           |                              |          | AA14 AA24 AA33 BA02 BA03       |
|           |                              |          | BA04 BA07 BA08 BA13 BA17       |
|           |                              |          | BA20 CA08 CA09 CA33 EA51       |

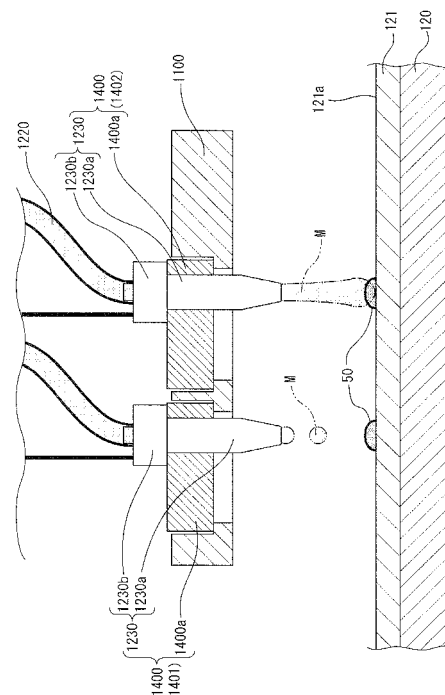
(54) 【発明の名称】 三次元造形物の製造装置及び三次元造形物の製造方法

## (57) 【要約】

【課題】三次元造形物を構成する流動性材料を積層することに伴い、該流動性材料の積層体が変形することを抑制する。

【解決手段】三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料Mを噴射する噴射部1230と、噴射部1230から噴射されて形成される流動性材料Mの層が積層されるステージ120と、ステージ120における流動性材料Mの重量を検出する検出部810と、ステージ120における流動性材料Mに含まれる溶剤を揮発させる乾燥部800と、検出部810の検出結果に基づいて溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断部400と、を備え、流動性材料Mの層の積層方向における所定の層毎に、溶剤が所定以上に揮発したと判断部400が判断したことによって、流動性材料Mの次の層を積層することを特徴とする三次元造形物の製造装置2000。

【選択図】図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料を噴射する噴射部と、前記噴射部から噴射されて形成される前記流動性材料の層が積層されるステージと、前記ステージにおける前記流動性材料の重量を検出する検出部と、前記ステージにおける前記流動性材料に含まれる前記溶剤を揮発させる乾燥部と、前記検出部の検出結果に基づいて前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断部と、を備え、

前記流動性材料の層の積層方向における所定の層毎に、前記溶剤が所定以上に揮発したと前記判断部が判断したことに伴って、前記流動性材料の次の層を積層することを特徴とする三次元造形物の製造装置。

10

**【請求項 2】**

請求項 1 に記載された三次元造形物の製造装置において、

前記溶剤の揮発率と前記流動性材料の粘度との対応パラメーターを格納する格納部を備え、

前記判断部は、前記対応パラメーターを用いて演算される前記流動性材料の所定の粘度に対応する揮発率に基づいて、前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断することを特徴とする三次元造形物の製造装置。

**【請求項 3】**

請求項 1 又は 2 に記載された三次元造形物の製造装置において、

前記乾燥部は、加熱部及び送風部の少なくとも 1 つを有することを特徴とする三次元造形物の製造装置。

20

**【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装置において、

前記乾燥部は、前記溶剤の揮発率に応じて出力変更可能であることを特徴とする三次元造形物の製造装置。

**【請求項 5】**

層を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、

三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料の層をステージに噴射する噴射工程を、前記流動性材料の層の積層方向における所定の層分実行し、

30

前記ステージにおける前記流動性材料の重量を検出する検出工程と、前記ステージにおける前記流動性材料に含まれる前記溶剤を揮発させる乾燥工程と、前記検出工程の検出結果に基づいて前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断工程と、を実行することで、

前記所定の層毎に、前記溶剤が所定以上に揮発したと判断されることに伴って、前記流動性材料の次の層を積層することを特徴と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】**

本発明は、三次元造形物の製造装置及び三次元造形物の製造方法に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

従来から、流動性材料を噴射して三次元造形物を製造する三次元造形物の製造装置及び三次元造形物の製造方法が使用されている。

例えば、特許文献 1 には、流動性材料としてのペーストをノズルから吐出（噴射）して三次元造形物を製造する三次元造形物の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 - 279418 号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

流動性材料を噴射して三次元造形物を製造する場合、流動性材料を積層すると、上側に形成される流動性材料の層による重さで下側の層が横に広がり流動性材料の積層体が変形することにより三次元造形物の精度（品質）が下がる場合があった。しかしながら、近年、三次元造形物を製造する際に求められる精度（品質）は高くなっている。このため、特許文献1で開示されるような従来の三次元造形物の製造方法よりも高い精度で三次元造形物を製造することがユーザーから要求されている。

## 【0005】

そこで、本発明の目的は、三次元造形物を構成する流動性材料を積層することに伴い、該流動性材料の積層体の変形することを抑制することである。

## 【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装置は、三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料を噴射する噴射部と、前記噴射部から噴射されて形成される前記流動性材料の層が積層されるステージと、前記ステージにおける前記流動性材料の重量を検出する検出部と、前記ステージにおける前記流動性材料に含まれる前記溶剤を揮発させる乾燥部と、前記検出部の検出結果に基づいて前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断部と、を備え、前記流動性材料の層の積層方向における所定の層毎に、前記溶剤が所定以上に揮発したと前記判断部が判断したことに伴って、前記流動性材料の次の層を積層することを特徴とする。

## 【0007】

本態様によれば、ステージにおける流動性材料の重量を検出する検出部と、該検出部の検出結果に基づいて溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断部と、を備え、流動性材料の層の積層方向における所定の層毎に、溶剤が所定以上に揮発したと判断部が判断したことに伴って、流動性材料の次の層を積層する。このため、流動性材料の層を積層する際に、下側の層が乾燥していることで下側の層が横に広がることを抑制することができる。したがって、三次元造形物を構成する流動性材料を積層することに伴い、該流動性材料の積層体の変形することを抑制することができる。

なお、「所定の層毎」とは、1層毎だけでなく複数層毎も含む意味である。

## 【0008】

本発明の第2の態様の三次元造形物の製造装置は、前記第1の態様において、前記溶剤の揮発率と前記流動性材料の粘度との対応パラメータを格納する格納部を備え、前記判断部は、前記対応パラメータを用いて演算される前記流動性材料の所定の粘度に対応する揮発率に基づいて、前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断することを特徴とする。

## 【0009】

本態様によれば、対応パラメータを用いて演算される流動性材料の所定の粘度に対応する揮発率に基づいて、溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する。ここで、三次元造形物を製造する際に求められる精度（流動性材料の重さで下側の層が横に広がり流動性材料の積層体の変形することなど）は、流動性材料の粘度との相関性が高い。このため、特に効果的に、三次元造形物を構成する流動性材料を積層することに伴い、該流動性材料の積層体の変形することを抑制することができる。

## 【0010】

本発明の第3の態様の三次元造形物の製造装置は、前記第1又は第2の態様において、前記乾燥部は、加熱部及び送風部の少なくとも1つを有することを特徴とする。

## 【0011】

本態様によれば、乾燥部は加熱部及び送風部の少なくとも1つを有するので、乾燥部を簡単に構成することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

本発明の第 4 の態様の三次元造形物の製造装置は、前記第 1 から第 3 のいずれか 1 つの態様において、前記乾燥部は、前記溶剤の揮発率に応じて出力変更可能であることを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

本態様によれば、乾燥部は溶剤の揮発率に応じて出力変更可能であるので、揮発し易い又は揮発し難い溶剤を使用する場合や製造する三次元造形物の大きさなどに基づき、溶剤の揮発率が高い場合及び低い場合に応じて乾燥度合を調整することができる。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の第 5 の態様の三次元造形物の製造方法は、層を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、三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料の層をステージに噴射する噴射工程を、前記流動性材料の層の積層方向における所定の層分実行し、前記ステージにおける前記流動性材料の重量を検出する検出工程と、前記ステージにおける前記流動性材料に含まれる前記溶剤を揮発させる乾燥工程と、前記検出工程の検出結果に基づいて前記溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断工程と、を実行することで、前記所定の層毎に、前記溶剤が所定以上に揮発したと判断されることに伴って、前記流動性材料の次の層を積層することを特徴とする。

## 【 0 0 1 5 】

本態様によれば、流動性材料の層の積層方向における所定の層毎に、ステージにおける流動性材料の重量を検出し、その検出結果に基づいて溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する。そして、溶剤が所定以上に揮発したと判断部が判断したことに伴って、その上に新たに流動性材料の次の層を積層することができる。このため、流動性材料の層を積層する際に、下側の層が乾燥していることで下側の層が横に広がることを抑制することができる。したがって、三次元造形物を構成する流動性材料を積層することに伴い、該流動性材料の積層体の変形することを抑制することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 6 】

【 図 1 】 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。

【 図 2 】 図 1 に示す C 部の拡大図。

【 図 3 】 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。

【 図 4 】 図 3 に示す C' 部の拡大図。

【 図 5 】 本発明の一の実施形態に係るヘッドベースの概略透視図。

【 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三次元造形物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三次元造形物の形成形態との関係を概念的に説明する平面図。

【 図 8 】 本発明の一の実施形態に係るヘッドユニットの配置と三次元造形物の形成形態との関係を概念的に説明する平面図。

【 図 9 】 三次元造形物の形成形態を概念的に説明する概略図。

【 図 1 0 】 三次元造形物の形成形態を概念的に説明する概略図。

【 図 1 1 】 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 1 2 】 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 1 3 】 本発明の一の実施形態に係る三次元造形物の製造装置を用いて製造する三次元造形物の製造例を表す概略図。

【 図 1 4 】 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 1 5 】 従来の三次元造形物の製造装置を用いて製造する三次元造形物の製造例を表す概略図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 7 】

以下、図面を参照して、本発明に係る実施形態を説明する。

10

20

30

40

50

図 1 から図 4 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。このうち、図 2 は図 1 に示す C 部の拡大図、図 4 は図 3 に示す C' 部の拡大図である。

【0018】

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。このうち、図 1 及び図 2 は、一の材料供給部（構成材料（三次元造形物を構成する粉末状の粒子と溶媒とバインダーとを含む流動性材料）を供給する材料供給部）を表した図である。また、図 3 及び図 4 は、別の一の材料供給部（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流動性の支持部形成用材料を供給する材料供給部）を表した図である。

10

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さを有する形状を形成することにも含まれる。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。

また、本実施形態の三次元造形物の製造装置は、三次元造形物の構成材料を用いて該三次元造形物の構成層を形成する際に該構成層を支持するための支持層を形成可能な構成になっている。このため、積層方向（Z 方向）と交差する方向に凸状となった部分（所謂オーバーハング部）を変形させることなく形成可能な構成である。しかしながら、このような構成に限定されず、支持層を形成しない構成（すなわち支持層形成用材料を使用しない構成）であってもよい。

20

【0019】

図 1 から図 4 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 及び図 2 で表されるように、一方の端部が基台 110 に固定され、他方の端部に構成材料を吐出する構成材料吐出部 1230 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 3 及び図 4 で表されるように、一方の端部が基台 110 に固定され、他方の端部に三次元造形物を支持する支持層形成用材料を吐出する支持層形成用材料吐出部 1730 を備えるヘッドユニット 1900 を複数保持するヘッドベース 1600 が保持固定される、ヘッドベース支持部 730 と、を備えている。

30

ここで、ヘッドベース 1100 と、ヘッドベース 1600 とは、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 と支持層形成用材料吐出部 1730 と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。

【0020】

ステージ 120 上には脱着可能な造形ステージ 121 が置かれ、造形ステージ 121 の形成面 121a（図 5 参照）に、三次元造形物の積層体 500 が形成される過程での層 501、502 及び 503 が形成される。造形ステージ 121 の形成面 121a に形成された三次元造形物の積層体 500 は、形成装置 2000 での形成後、熱エネルギーなどのエネルギーを付与することにより、脱脂（構成材料に含まれる溶媒やバインダーの少なくとも一部を分解除去すること）や焼結が行われる。そして、この三次元造形物の積層体 500 の脱脂や焼結は、形成装置 2000 とは別に設けられる不図示の熱エネルギーを付与可能な恒温槽などに、造形ステージ 121 ごとセットして行われる。このため、造形ステージ 121 は高い耐熱性を有することが要求される。そこで、造形ステージ 121 として、例えばセラミック板を用いることで、高い耐熱性を得ることができ、更に焼結（あるいは溶融されてもよい）される三次元造形物の構成材料との反応性も低く、三次元造形物の積層体 500 の変質を防止することができる。なお、図 1 及び図 3 では、説明の便宜上、層

40

50

501、502及び503の3層を例示したが、所望の三次元造形物の積層体500の形状まで(図1及び図3中の層50nまで)積層される。

ここで、層501、502、503、・・・50nは、各々、支持層形成用材料吐出部1730から吐出される支持層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と、で構成される。

なお、基台110には、造形ステージ121の重量を測定可能な検出部810が設けられており、造形ステージ121に形成される積層体500の各層501、502、503、・・・50nの重量を層毎に測定可能な構成になっている。

#### 【0021】

また、本実施形態の形成装置2000は、脱脂や焼結とは別に、構成材料に含まれる溶媒の揮発を促進させる乾燥部としての赤外線ヒーター800を備えている。赤外線ヒーター800の制御については、後述する。ただし、乾燥部の構成に特に限定は無い。赤外線ヒーター800のように熱エネルギーを付与する構成のもののほか、ファンなどの送風部であってもよい。

#### 【0022】

また、図2は、図1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ー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。

#### 【0023】

また、図4は、図3に示すヘッドベース1600を示すC'部拡大概念図である。ここで、ヘッドベース1600はヘッドベース1100と同様の構成である。具体的には、図4に示すように、ヘッドベース1600は、複数のヘッドユニット1900が保持されている。ヘッドユニット1900は、支持層形成用材料供給装置1700に備える支持層形成用材料吐出部1730が保持治具1900aに保持されることで構成される。支持層形成用材料吐出部1730は、吐出ノズル1730aと、材料供給コントローラー1500によって吐出ノズル1730aから支持層形成用材料を吐出させる吐出駆動部1730bと、を備えている。

#### 【0024】

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の積層体500の構成材料が構成材料収容部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。

#### 【0025】

図3で表されるように、支持層形成用材料吐出部1730は、ヘッドベース1600に保持されるヘッドユニット1900それぞれに対応させた支持層形成用材料を収容した支持層形成用材料供給ユニット1710と供給チューブ1720により接続されている。そして、所定の支持層形成用材料が支持層形成用材料供給ユニット1710から支持層形成用材料吐出部1730に供給される。支持層形成用材料供給ユニット1710には、三次元造形物の積層体500を造形する際の支持層を構成する支持層形成用材料が支持層形成用材料収容部1710aに収容され、個々の支持層形成用材料収容部1710aは、供給チューブ1720によって、個々の支持層形成用材料吐出部1730に接続されている。

このように、個々の支持層形成用材料収容部 1710a を備えることにより、ヘッドベース 1600 から、複数の異なる種類の支持層形成用材料を供給することができる。

#### 【0026】

構成材料及び支持層形成用材料としては、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 つ以上含む合金粉末 (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)、もしくはこれらから選択される単体粉末、または合金粉末を組み合わせた混合粉末を、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。

10

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。

このように、構成材料及び支持層形成用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。また、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を好ましく使用可能である。

#### 【0027】

20

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 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、 $\gamma$  - 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 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) 或いはその他の熱可塑性樹脂である。また、紫外線の照射により重合する紫外線硬化樹脂をバインダーに用いてもよい。

#### 【0028】

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、並びに、支持層形成用材料供給装置 1700 に備える支持層形成用材料吐出部 1730 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 は、ステージ 120 及び構成材料吐出部 1230 が連携して駆動及び動作するように制御し、ステージ 120 及び支持層形成用材料吐出部 1730 が連携して駆動及び動作するように制御する。

40

#### 【0029】

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

50

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。

同様に、ヘッドユニット 1900 に備える支持層形成用材料吐出部 1730 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 において支持層形成用材料吐出部 1730 に備える吐出駆動部 1730b における吐出ノズル 1730a 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 1730a から所定量の支持層形成用材料が吐出される。

#### 【0030】

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 1900 は、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 1900 についての詳細な構成の説明は省略する。

図 5 及び図 6 ~ 図 8 は、ヘッドベース 1100 に複数保持されるヘッドユニット 1400 及び構成材料吐出部 1230 の保持形態の一例を示し、このうち図 5 は、図 2 に示す矢印 D 方向からのヘッドベース 1100 の外観図である。

#### 【0031】

図 5 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。また、図 6 ~ 図 8 で表されるように、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、第 2 列目のヘッドユニット 1402、第 3 列目のヘッドユニット 1403、そして第 4 列目のヘッドユニット 1404 の、4 ユニットが千鳥状（互い違い）に配置されたヘッドユニット 1400 を備えている。そして、図 6 で表されるように、ステージ 120 をヘッドベース 1100 に対して X 方向に移動させながら各ヘッドユニット 1400 から構成材料を吐出させて構成層構成部 50（構成層構成部 50a、50b、50c 及び 50d）が形成される。構成層構成部 50 の形成手順については後述する。

なお、図示しないが、それぞれのヘッドユニット 1401 ~ 1404 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 で繋がれる構成となっている。

#### 【0032】

図 5 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 上に載置された造形ステージ 121 の形成面 121a に向けて三次元造形物の構成材料である流動性材料 M が吐出される。ヘッドユニット 1401 では、流動性材料 M が液滴状で吐出される吐出形態を例示し、ヘッドユニット 1402 では、流動性材料 M が連続体状で供給される吐出形態を例示している。流動性材料 M の吐出形態は、液滴状であっても連続体状であっても、どちらでもよいが、本実施形態では流動性材料 M は液滴状で吐出される形態により説明する。

なお、構成材料吐出部 1230 及び支持層形成用材料吐出部 1730 はこのような構成に限定されず、エクストルーダーなど更に異なる方式の材料供給部であってもよい。

#### 【0033】

吐出ノズル 1230a から液滴状に吐出された流動性材料 M は、略重力方向に飛翔し、造形ステージ 121 上に着弾する。ステージ 120 は移動し、着弾した流動性材料 M により構成層構成部 50 が形成される。この構成層構成部 50 の集合体が、造形ステージ 121 の形成面 121a 上に形成される三次元造形物の積層体 500 の構成層 310（図 1 参照）として形成される。

#### 【0034】

次に、構成層構成部 50 の形成手順について、図 6 ~ 図 8、図 9 及び図 10 を用いて説明する。

図 6 ~ 図 8 は、本実施形態のヘッドユニット 1400 の配置と、構成層構成部 50 の形成形態と、の関係を概念的に説明する平面図である。そして、図 9 及び図 10 は、構成層

10

20

30

40

50

構成部 50 の形成形態を概念的に表す側面図である。

【0035】

まず、ステージ 120 が + X 方向に移動すると、複数の吐出ノズル 1230a から流動性材料 M が液滴状に吐出され、造形ステージ 121 の形成面 121a の所定の位置に流動性材料 M が配置され、構成層構成部 50 が形成される。

より具体的には、まず、図 9 で表されるように、ステージ 120 を + X 方向に移動させながら、複数の吐出ノズル 1230a から造形ステージ 121 の形成面 121a の所定の位置に一定の間隔で流動性材料 M を配置させる。

【0036】

次に、図 10 で表されるように、ステージ 120 を図 1 に示す - X 方向に移動させながら、一定の間隔で配置された流動性材料 M の間を埋めるように新たに流動性材料 M を配置させる。

ただし、ステージ 120 を + X 方向に移動させながら、複数の吐出ノズル 1230a から造形ステージ 121 の所定の位置に流動性材料 M が重なるように（間隔を空けないように）配置させる構成（ステージ 120 の X 方向における往復移動で構成層構成部 50 を形成する構成ではなく、ステージ 120 の X 方向における片側の移動のみで構成層構成部 50 を形成する構成）としても良い。

【0037】

上記のように構成層構成部 50 を形成することによって、図 6 で表されるような、各ヘッドユニット 1401、1402、1403 及び 1404 の X 方向における 1 ライン分（Y 方向における 1 ライン目）の構成層構成部 50（構成層構成部 50a、50b、50c 及び 50d）が形成される。

【0038】

次に、各ヘッドユニット 1401、1402、1403 及び 1404 の Y 方向における 2 ライン目の構成層構成部 50'（構成層構成部 50a'、50b'、50c' 及び 50d'）を形成するため、- Y 方向にヘッドベース 1100 を移動させる。移動量は、ノズル間のピッチを P とすると、 $P/n$ （n は自然数）ピッチ分だけ - Y 方向に移動させる。本実施例では n を 3 として説明する。

図 9 及び図 10 で表されるような、上記と同様な動作を行うことで、図 7 で表されるような、Y 方向における 2 ライン目の構成層構成部 50'（構成層構成部 50a'、50b'、50c' 及び 50d'）が形成される。

【0039】

次に、各ヘッドユニット 1401、1402、1403 及び 1404 の Y 方向における 3 ライン目の構成層構成部 50''（構成層構成部 50a''、50b''、50c'' 及び 50d''）を形成するため、- Y 方向にヘッドベース 1100 を移動させる。移動量は、 $P/3$  ピッチ分だけ - Y 方向に移動させる。

そして、図 9 及び図 10 で表されるような、上記と同様な動作を行うことで、図 8 で表されるような、Y 方向における 3 ライン目の構成層構成部 50''（構成層構成部 50a''、50b''、50c'' 及び 50d''）が形成され、積層方向における 1 層分の構成層 310 を得ることができる。

【0040】

また、構成材料吐出部 1230 から吐出される流動性材料 M を、ヘッドユニット 1401、1402、1403、1404 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。

【0041】

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、支持層形成用材料吐出部 1730 から支持層形成用材料を吐出させて、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、5

10

20

30

40

50

0 3、・・・5 0 nを形成する際にも、同様に、構成層 3 1 0 及び支持層 3 0 0 を形成することができる。

【0 0 4 2】

上述の本実施形態に係る形成装置 2 0 0 0 が備えるヘッドユニット 1 4 0 0 及び 1 9 0 0 の数及び配列は、上述した数及び配列に限定されない。図 1 1 及び図 1 2 に、その例として、ヘッドベース 1 1 0 0 に配置されるヘッドユニット 1 4 0 0 の、その他の配置の例を模式的に示す。

【0 0 4 3】

図 1 1 は、ヘッドベース 1 1 0 0 にヘッドユニット 1 4 0 0 を X 軸方向に複数、並列させた形態を示す。図 1 2 は、ヘッドベース 1 1 0 0 にヘッドユニット 1 4 0 0 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。

10

【0 0 4 4】

次に、上述の本実施形態に係る形成装置 2 0 0 0 を用いて実行する構成層構成部 5 0 の形成手順の例について詳細に説明する。

図 1 3 は、本実施形態に係る三次元造形物の製造装置（形成装置 2 0 0 0）を用いて、幅 L 1 の複数の三次元造形物の積層体 5 0 0 を製造する際の製造例を表す概略図である。

一方、図 1 5 は、従来の三次元造形物の製造装置を用いて製造する三次元造形物の製造例を表す概略図であり、図 1 3 で表される幅 L 1 の複数の三次元造形物の積層体 5 0 0 と同様の三次元造形物の積層体 5 0 0 を製造しようとした状態を表している。

20

なお、図 1 3 及び図 1 5 は、支持層形成用材料吐出部 1 7 3 0 から支持層形成用材料を吐出させることなく構成材料吐出部 1 2 3 0 から構成材料のみを吐出させて三次元造形物の積層体 5 0 0 を製造する際の製造例である。

【0 0 4 5】

本実施形態に係る形成装置 2 0 0 0 は、図 1 ~ 図 4 で表されるような構造をしている。

詳細には、本実施形態の形成装置 2 0 0 0 は、三次元造形物の構成材料となる粒子と溶剤とを含む流動性材料 M を噴射する噴射部としての構成材料吐出部 1 2 3 0 と、構成材料吐出部 1 2 3 0 から噴射されて形成される流動性材料 M の層（層 5 0 1、5 0 2、5 0 3、・・・5 0 n）が積層されるステージ 1 2 0（造形ステージ 1 2 1）と、ステージ 1 2 0 における流動性材料 M の重量を検出する検出部 8 1 0 と、ステージ 1 2 0 における流動性材料 M に含まれる溶剤を揮発させる赤外線ヒーター 8 0 0 と、を備えている。

30

ここで、制御ユニット 4 0 0 は、判断部として、検出部 8 1 0 の検出結果に基づいて溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断することができる。そして、詳細は図 1 4 を用いて後述するが、制御ユニット 4 0 0 が、流動性材料 M の層の積層方向（Z 方向）における所定の層毎（例えば 1 層毎）に溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断し、溶剤が所定以上に揮発したと判断したことに伴って、流動性材料 M の次の層を積層する（積層方向における次の層を形成する）ことができる。なお、「所定の層毎」とは、1 層毎だけでなく複数層毎も含む意味である。

40

このため、本実施形態の形成装置 2 0 0 0 は、図 1 3 において所望の幅である幅 L 1 の複数の三次元造形物の積層体 5 0 0 が形成されていることで示されるように、流動性材料 M の層を積層する際に、下側の層が乾燥していることで下側の層が横に広がることを抑制することができる。したがって、本実施形態の形成装置 2 0 0 0 は、三次元造形物を構成する流動性材料 M を積層することに伴い、該流動性材料 M の積層体 5 0 0 が変形することを抑制することができる構成になっている。

【0 0 4 6】

一方、従来の三次元造形物の製造装置は、溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断することなく流動性材料 M の層を積層する。このため、所望の幅である幅 L 1 の複数の三次元造形物の積層体 5 0 0 を形成しようとしても、図 1 5 で表されるように、最上部の層以外

50

の層においては、流動性材料Mの層を積層する際に上側に形成される層の重さにより下側の層が横に広がり、所望の幅である幅L1より広い幅L2となる。したがって、三次元造形物を構成する流動性材料Mを積層することに伴い、該流動性材料Mの積層体500が変形してしまう。

#### 【0047】

また、本実施形態の形成装置2000は、図1及び図3で表されるように、制御ユニット400にROM、HDD及びEEPROMなどの少なくとも1つからなる情報の格納部820を備えている。そして、格納部820は、該情報のうちの1つとして、流動性材料Mに含まれる溶剤の揮発率と流動性材料Mの粘度との対応パラメータを格納している。そして、制御ユニット400は、該対応パラメータを用いて演算される流動性材料Mの所定の粘度に対応する揮発率に基づいて、溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断できる。

10

ここで、三次元造形物を製造する際に求められる精度（流動性材料Mの重さで下側の層が横に広がり流動性材料Mの積層体500が変形することなど）は、流動性材料Mの粘度との相関性が高い。このため、本実施形態の形成装置2000は、特に効果的に、三次元造形物を構成する流動性材料Mを積層することに伴い、該流動性材料Mの積層体500が変形することを抑制することができる構成になっている。

ただし、このような構成に限定されず、溶剤の揮発率と流動性材料の粘度との対応パラメータを使用する代わりに、溶剤の揮発率と単位体積あたりの粒子密度や、溶剤の揮発率と積層の体積、溶剤の揮発率と画像の色調との相関関係などを使用してもよい。

20

#### 【0048】

また、上記のように、本実施形態の形成装置2000は、乾燥部として赤外線ヒーター800を備えている。そして、このように乾燥部を加熱部とすることや乾燥部を送風部とすることで、言い換えると、乾燥部が加熱部及び送風部の少なくとも1つを有することで、乾燥部を簡単に構成することができる。

#### 【0049】

ここで、本実施形態における赤外線ヒーター800は、制御ユニット400の制御により、流動性材料Mに含まれる溶剤の揮発率に応じて出力変更可能である。このため、揮発し易い又は揮発し難い溶剤を使用する場合や製造する三次元造形物の大きさなどに基づき、溶剤の揮発率が高い（揮発速度が速い）場合及び低い（揮発速度が遅い）場合に応じて乾燥度合を調整することができる。

30

ここで、乾燥度合の調整は、赤外線ヒーター800の出力値（パワー）を調整することのほか、乾燥時間（出力時間）を調整すること、赤外線ヒーター800と流動性材料Mの積層体500との距離を調整すること、複数の乾燥部（赤外線ヒーター800）のうちから出力する乾燥部の数を調整すること、などにより実行可能である。

#### 【0050】

次に、上記形成装置2000を用いて行う三次元造形物の製造方法の一例についてフローチャートを用いて説明する。

ここで、図14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り、複数の層を積層方向（Z方向）に積層して三次元造形物の積層体500を形成するうちの所定層分（例えば1層分）に対応するフローチャートである。このため、三次元造形物の積層体500を完成させるために、必要に応じて、図14で表されるフローを繰り返す。

40

#### 【0051】

図14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、三次元造形物のデータを取得し本実施例の三次元造形物の製造方法を開始すると、最初にステップS110の検出工程で、検出部810によりステージ120の重量を検出する。本ステップは、ステージ120（造形ステージ121）上に流動性材料Mの層が形成されていない状態の重量検出に相当する。

#### 【0052】

次に、ステップS120の噴射工程で、ステージ120を移動させながら構成材料吐出

50

部 1 2 3 0 から（場合によっては支持層形成用材料吐出部 1 7 3 0 から）流動性材料 M を吐出させ、所定層分（例えば層 5 0 1 の 1 層分）に対応して該所定層分の三次元造形物の積層体 5 0 0 を形成する。

【 0 0 5 3 】

次に、ステップ S 1 3 0 の検出工程で、検出部 8 1 0 によりステージ 1 2 0 の重量を検出する。本ステップは、ステージ 1 2 0（造形ステージ 1 2 1）上に所定層分の流動性材料 M の層が形成された直後の状態の重量検出に相当する。

なお、本ステップの重量の検出結果とステップ S 1 1 0 の重量の検出結果とを比較することで、構成材料吐出部 1 2 3 0 から所定の吐出量で流動性材料 M が吐出されたか否かを判断可能である。構成材料吐出部 1 2 3 0 から所定の吐出量で流動性材料 M が吐出されていないと判断できる場合には、本実施例の三次元造形物の製造方法を終了させてもよい。

10

【 0 0 5 4 】

次に、ステップ S 1 4 0 の乾燥工程で、赤外線ヒーター 8 0 0 によりステージ 1 2 0 上に形成された所定層分の流動性材料 M を所定の乾燥条件で乾燥させる。なお、該乾燥工程は、流動性材料 M に含まれる溶剤の揮発率（揮発速度）に応じて制御ユニット 4 0 0 の制御により自動で出力変更させながら変えてもよいし、ユーザーが指定した出力条件で実行してもよい。

【 0 0 5 5 】

次に、ステップ S 1 5 0 の検出工程で、検出部 8 1 0 によりステージ 1 2 0 の重量を検出する。本ステップは、ステージ 1 2 0（造形ステージ 1 2 1）上に形成された所定層分の流動性材料 M の乾燥率を演算するための重量検出に相当する。

20

【 0 0 5 6 】

次に、ステップ S 1 6 0 の演算工程で、ステップ S 1 3 0 の重量の検出結果からステップ S 1 5 0 の重量の検出結果を減じることで、流動性材料 M の乾燥率を演算する。

【 0 0 5 7 】

そして、ステップ S 1 7 0 の判断工程で、流動性材料 M に含まれる溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する。

ここで、所定以上に揮発したと判断した場合は、本実施例の三次元造形物の製造方法のフローを終了する（必要に応じて、所定層分の次の層に対応して図 1 4 のフローを繰り返す）。

30

一方、所定以上に揮発していないと判断した場合は、ステップ S 1 4 0 の乾燥工程に戻り、さらに流動性材料 M に含まれる溶剤を揮発させる。

なお、所定以上に揮発したか否かの判断基準は、例えば、流動性材料 M に含まれる溶剤の揮発率と流動性材料 M の粘度との対応パラメーター（所定の粘度に対応する所定の揮発率になったか否か）に基づいて設定できる。

【 0 0 5 8 】

上記のように、本実施例の三次元造形物の製造方法は、層を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る。

そして、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となる粒子と溶剤とを含む流動性材料 M の層をステージ 1 2 0 に噴射する噴射工程（ステップ S 1 2 0）を、流動性材料 M の層の積層方向における所定の層分（例えば 1 層分）実行し、ステージ 1 2 0 における流動性材料 M の重量を検出する検出工程（ステップ S 1 3 0 及び S 1 5 0）と、ステージ 1 2 0 における流動性材料 M に含まれる溶剤を揮発させる乾燥工程（ステップ S 1 4 0）と、検出工程の検出結果に基づいて溶剤が所定以上に揮発したか否かを判断する判断工程（ステップ S 1 6 0 及び S 1 7 0）と、を実行することで、所定の層毎に、溶剤が所定以上に揮発したと判断されることに伴って、流動性材料 M の次の層を積層する（必要に応じて図 1 4 のフローを繰り返す）。

40

このため、本実施例の三次元造形物の製造方法は、流動性材料 M の層を積層する際に、下側の層が乾燥していることで下側の層が横に広がることを抑制することができる。したがって、本実施例の三次元造形物の製造方法は、三次元造形物を構成する流動性材料 M を

50

積層することに伴い、該流動性材料の積層体が変形することを抑制することができる。

【 0 0 5 9 】

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。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

5 0、5 0 a、5 0 b、5 0 c、5 0 d ... 構成層構成部、1 1 0 ... 基台、  
 1 1 1 ... 駆動装置、1 2 0 ... ステージ、1 2 1 ... 造形ステージ、1 2 1 a ... 形成面、  
 1 3 0 ... ヘッドベース支持部、3 0 0 ... 支持層、3 1 0 ... 構成層、  
 4 0 0 ... 制御ユニット（判断部）、4 1 0 ... ステージコントローラー、  
 5 0 0 ... 三次元造形物の積層体、5 0 1、5 0 2 及び 5 0 3 ... 層、6 0 0 ... 有機膜、  
 6 5 0 ... 恒温槽、7 3 0 ... ヘッドベース支持部、8 0 0 ... 赤外線ヒーター（乾燥部）、  
 8 1 0 ... 検出部、8 2 0 ... 格納部、1 1 0 0 ... ヘッドベース、  
 1 2 0 0 ... 構成材料供給装置、1 2 1 0 ... 構成材料供給ユニット、  
 1 2 1 0 a ... 構成材料収容部、1 2 2 0 ... 供給チューブ、  
 1 2 3 0 ... 構成材料吐出部（噴射部）、1 2 3 0 a ... 吐出ノズル、  
 1 2 3 0 b ... 吐出駆動部、1 4 0 0 ... ヘッドユニット、1 4 0 0 a ... 保持治具、  
 1 4 0 1、1 4 0 2、1 4 0 3、1 4 0 4 ... ヘッドユニット、  
 1 5 0 0 ... 材料供給コントローラー、1 6 0 0 ... ヘッドベース、  
 1 7 0 0 ... 支持層形成用材料供給装置、1 7 1 0 ... 支持層形成用材料供給ユニット、  
 1 7 1 0 a ... 支持層形成用材料収容部、1 7 2 0 ... 供給チューブ、  
 1 7 3 0 ... 支持層形成用材料吐出部、1 7 3 0 a ... 吐出ノズル、  
 1 7 3 0 b ... 吐出駆動部、1 9 0 0 ... ヘッドユニット、1 9 0 0 a ... 保持治具、  
 2 0 0 0 ... 形成装置（三次元造形物の製造装置）、M ... 流動性材料（構成材料）

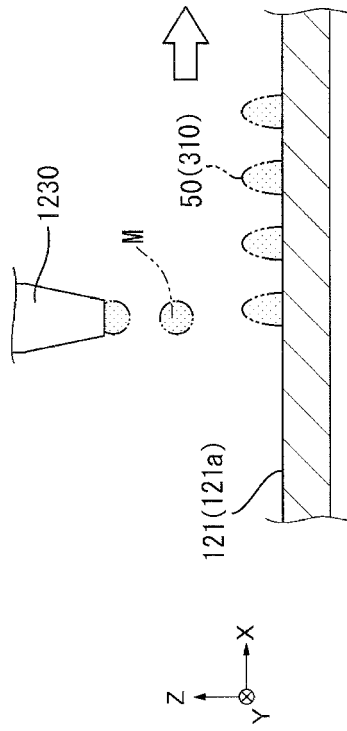
10

20

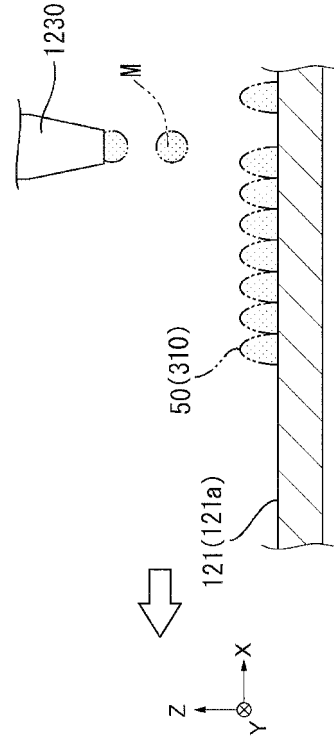




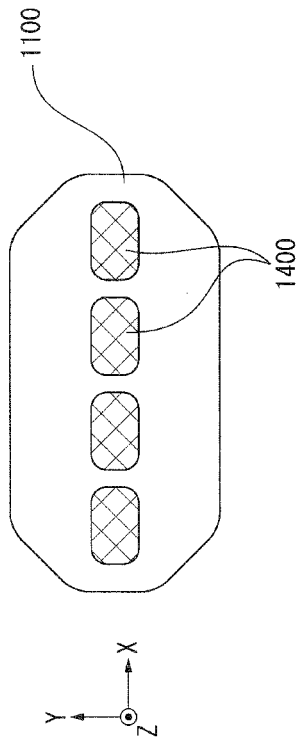
【図 9】



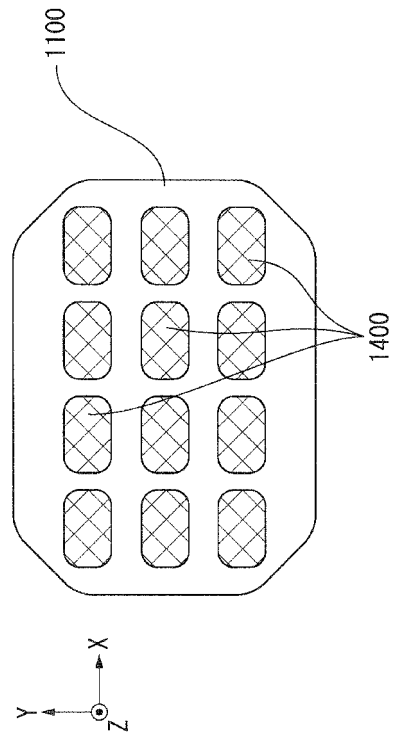
【図 10】



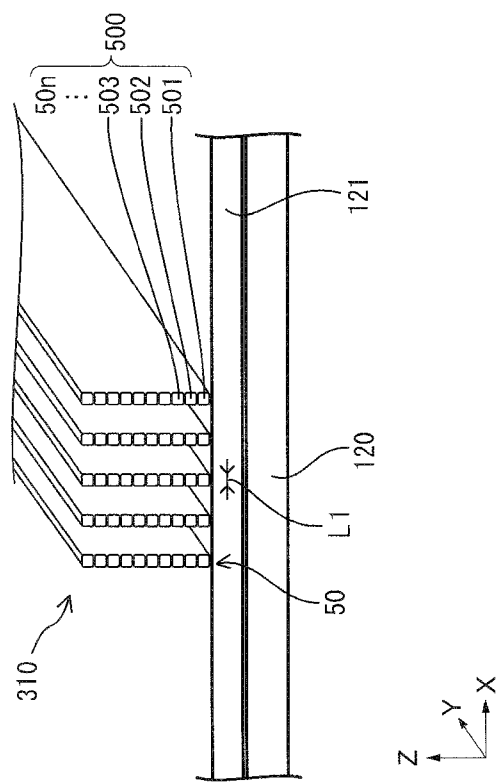
【図 11】



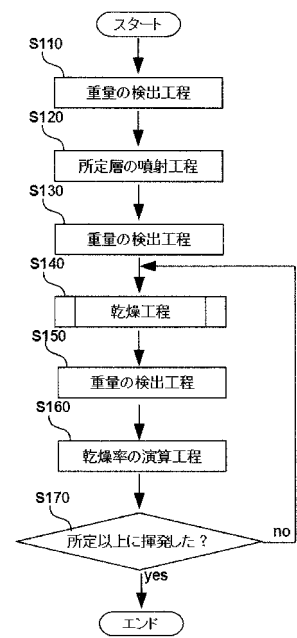
【図 12】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】

