

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5931948号  
(P5931948)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.		F 1	
<b>B 2 9 C</b>	<b>67/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 9 C 67/00
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/105</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 F 3/105
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/16</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 2 F 3/16

請求項の数 15 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-55661 (P2014-55661)</p> <p>(22) 出願日 平成26年3月18日 (2014.3.18)</p> <p>(65) 公開番号 特開2015-178192 (P2015-178192A)</p> <p>(43) 公開日 平成27年10月8日 (2015.10.8)</p> <p>審査請求日 平成27年9月14日 (2015.9.14)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号</p> <p>(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所</p> <p>(72) 発明者 下山 禎朗 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内</p> <p>審査官 今井 拓也</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ノズル、積層造形装置、および積層造形物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エネルギー線が照射される出射部と、  
材料の粉体を吐出する材料供給口が設けられ、吐出された前記材料と前記エネルギー線とが交わる位置が変化可能となるように前記出射部に移動可能に支持された材料供給部と、  
を備えた、積層造形装置用のノズル。

【請求項 2】

前記材料供給部は、前記粉体を吐出する向きが変化可能に前記出射部に支持された、請求項 1 に記載のノズル。

【請求項 3】

前記材料供給部は、前記出射部にスライド可能に支持された、請求項 1 に記載のノズル。

【請求項 4】

前記材料供給部は、前記出射部に、前記エネルギー線の出射方向に沿ってスライド可能に支持された、請求項 3 に記載のノズル。

【請求項 5】

前記材料供給部は、前記出射部に着脱可能に設けられた、請求項 1 ~ 4 のうちいずれか一つに記載のノズル。

【請求項 6】

複数の前記材料供給部を備えた、請求項 1 ~ 5 のうちいずれか一つに記載のノズル。

## 【請求項 7】

エネルギー線を発生する光源と、  
前記エネルギー線が出射される出射部と、  
材料の粉体を吐出する材料供給口が設けられ、吐出された前記材料と前記エネルギー線と  
が交わる位置が変化可能となるように前記出射部に移動可能に支持された材料供給部と、  
造形位置と前記材料供給部との相対的な位置を変化させる第一の移動機構と、  
を備えた、積層造形装置。

## 【請求項 8】

前記材料供給部は、前記材料供給口から前記粉体を吐出する向きが変化可能に前記出射部に支持された請求項 7 に記載の積層造形装置。

10

## 【請求項 9】

前記材料供給部を移動させる第二の移動機構と、  
前記第二の移動機構を制御する制御部と、  
を備えた、請求項 8 に記載の積層造形装置。

## 【請求項 10】

前記第一の移動機構は、造形位置と前記材料供給部との距離を変化可能である、請求項 9 に記載の積層造形装置。

## 【請求項 11】

前記造形位置におけるエネルギー線の光径が変化する、請求項 10 に記載の積層造形装置。

20

## 【請求項 12】

前記制御部は、前記造形位置におけるエネルギー線の光径の変化に応じて前記粉体を吐出する向きが変化するよう、前記第二の移動機構を制御する、請求項 9 ~ 11 のうちいずれか一つに記載の積層造形装置。

## 【請求項 13】

前記材料供給部は、前記出射部にスライド可能に支持された、請求項 9 ~ 12 のうちいずれか一つに記載の積層造形装置。

## 【請求項 14】

前記材料供給部は、前記出射部に、前記エネルギー線の出射方向に沿ってスライド可能に支持された、請求項 13 に記載の積層造形装置。

30

## 【請求項 15】

請求項 7 ~ 14 のうちいずれか一つに記載の積層造形装置の前記材料供給部から第一の造形位置へ第一の角度で前記材料の粉体を吐出するとともに前記出射部から前記エネルギー線が前記第一の造形位置へ出射されて造形することと、

前記材料供給部から第二の造形位置へ第二の角度で前記材料の粉体を吐出するとともに前記出射部から前記エネルギー線が前記第二の造形位置へ出射されて造形することと、

を含む、積層造形物の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明の実施形態は、ノズル、積層造形装置、および積層造形物の製造方法に関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、積層造形物を形成する積層造形装置が知られている。積層造形装置は、ノズルから材料の粉体を供給するとともにレーザー光を出射することにより粉体を溶融させて材料の層を形成し、当該層を積み重ねることにより積層造形物を形成する。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献 1】特開 2009 - 1900 号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

この種の装置では、例えば、造形位置への材料の供給をより確実にあるいはより効率よく行うことができれば、有意義である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

実施形態の積層造形装置用のノズルは、出射部と、材料供給部と、を備える。出射部からは、エネルギー線が照射される。材料供給部には、材料の粉体を吐出する材料供給口が設けられる。材料供給部は、吐出された材料とエネルギー線とが交わる位置が変化可能となるように出射部に移動可能に支持される。

10

## 【図面の簡単な説明】

## 【0006】

【図1】図1は、第1実施形態の積層造形装置の概略構成の一例が示された図である。

【図2】図2は、第1実施形態のノズルの概略構成の一例が示された側面図である。

【図3】図3は、第1実施形態の積層造形装置による造形処理（製造方法）の手順の一例が示された説明図である。

【図4】図4は、第1実施形態のノズルの一例の模式的な断面図であって、材料の粉体が第一の向きで供給されている状態が示された図である。

【図5】図5は、第1実施形態のノズルの一例の模式的な断面図であって、材料の粉体が第二の向きで供給されている状態が示された図である。

20

【図6】図6は、変形例のノズルの一部の概略構成の一例が示された側面図である。

【図7】図7は、第2実施形態のノズルの概略構成の一例が示された側面図である。

【図8】図8は、第2実施形態の積層造形装置による造形処理（製造方法）の手順の一例が示されたフローチャートである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0007】

以下、本発明の例示的な実施形態および変形例が開示される。以下に示される実施形態および変形例の構成や制御（技術的特徴）、ならびに当該構成や制御によってもたらされる作用および結果（効果）は、一例である。

30

## 【0008】

また、以下に開示される実施形態や変形例には、同様の構成要素が含まれる。以下では、同様の構成要素には共通の符号が付与されるとともに、重複する説明が省略される。

## 【0009】

## &lt;第1実施形態&gt;

図1に示されるように、積層造形装置1は、処理槽11や、ステージ12、移動装置13、ノズル装置14、光学装置15、計測装置16、制御装置17等を備えている。

## 【0010】

積層造形装置1は、ステージ12上に配置された対象物110に、ノズル装置14で供給される材料121を層状に積み重ねることにより、所定の形状の積層造形物100を造形する。

40

## 【0011】

対象物110は、ノズル装置14によって材料121が供給される対象であって、ベース110aおよび層110bを含む。複数の層110bがベース110aの上面に積層される。材料121は、粉末状の金属材料や樹脂材料等である。造形には、一つ以上の材料121が用いられうる。

## 【0012】

処理槽11には、主室21と副室22とが設けられている。副室22は、主室21と隣接して設けられている。主室21と副室22との間には扉部23が設けられている。扉部23が開かれた場合、主室21と副室22とが連通され、扉部23が閉じられた場合、主

50

室 2 1 が気密状態になる。

【 0 0 1 3 】

主室 2 1 には、給気口 2 1 a および排気口 2 1 b が設けられている。給気装置（図示されず）の動作により、主室 2 1 内に給気口 2 1 a を介して窒素やアルゴン等の不活性ガスが供給される。排気装置（図示されず）の動作により、主室 2 1 から排気口 2 1 b を介して主室 2 1 内のガスが排出される。

【 0 0 1 4 】

また、主室 2 1 内には、移送装置（図示されず）が設けられている。また、主室 2 1 から副室 2 2 にかけて、搬送装置 2 4 が設けられている。移送装置は、主室 2 1 で処理された積層造形物 1 0 0 を、搬送装置 2 4 に渡す。搬送装置 2 4 は、移送装置から渡された積層造形物 1 0 0 を副室 2 2 内に搬送する。すなわち、副室 2 2 には、主室 2 1 で処理された積層造形物 1 0 0 が収容される。積層造形物 1 0 0 が副室 2 2 に収容された後、扉部 2 3 が閉じられ、副室 2 2 と主室 2 1 とが隔絶される。

【 0 0 1 5 】

主室 2 1 内には、ステージ 1 2 や、移動装置 1 3、ノズル装置 1 4 の一部、計測装置 1 6 等が設けられている。

【 0 0 1 6 】

ステージ 1 2 は、対象物 1 1 0 を支持する。移動装置 1 3（第一の移動機構）は、ステージ 1 2 を、互いに直交する 3 軸方向に移動することができる。

【 0 0 1 7 】

ノズル装置 1 4 は、ステージ 1 2 上に位置された対象物 1 1 0 に材料 1 2 1 を供給する。また、ノズル装置 1 4 のノズル 3 3 は、ステージ 1 2 上に位置された対象物 1 1 0 にレーザー光 2 0 0 を照射する。ノズル装置 1 4 は、複数の材料 1 2 1 を並行して供給することができるし、複数の材料 1 2 1 のうち一つを選択的に供給することができる。また、ノズル 3 3 は、材料 1 2 1 の供給と並行してレーザー光 2 0 0 を照射する。レーザー光 2 0 0 は、エネルギー線の一例である。なお、レーザー光以外のエネルギー線を用いてもよい。エネルギー線は、レーザー光のように材料を熔融できるものであればよく、電子ビームや、マイクロ波から紫外線領域の電磁波などであってもよい。

【 0 0 1 8 】

ノズル装置 1 4 は、供給装置 3 1 や、供給装置 3 1 A、ノズル 3 3、供給管 3 4 等を有している。材料 1 2 1 は、供給装置 3 1 から供給管 3 4 を経てノズル 3 3 へ送られる。また、気体は、供給装置 3 1 A から、供給管 3 4 A を経てノズル 3 3 へ送られる。

【 0 0 1 9 】

供給装置 3 1 は、タンク 3 1 a と、供給部 3 1 b と、を含む。タンク 3 1 a には、材料 1 2 1 が収容される。供給部 3 1 b は、タンク 3 1 a の材料 1 2 1 を所定量供給する。供給装置 3 1 は、粉状の材料 1 2 1 が含まれたキャリアガス（気体）を供給する。キャリアガスは、例えば、窒素やアルゴン等の不活性ガスである。また、供給装置 3 1 A は、供給部 3 1 b を含む。供給装置 3 1 A は、供給装置 3 1 が供給するのと同種のガス（気体）を供給する。

【 0 0 2 0 】

図 2 にも示されるように、ノズル 3 3 は、出射部 3 3 0 と、一つ以上（例えば二つ）の材料供給部 3 3 1 と、を有する。以下では、説明の便宜上、互いに直交する X 方向、Y 方向、および Z 方向が規定される。X 方向は、図 2 では左右方向であり、Y 方向は、図 2 は紙面と垂直な方向であり、Z 方向は、図 2 では上下方向である。ステージ 1 2、積層造形物 1 0 0、対象物 1 1 0、ベース 1 1 0 a、および層 1 1 0 b の上面は、X 方向と Y 方向との平面に略沿って広がる。積層造形装置 1 では、ノズル 3 3 およびステージ 1 2 のうち少なくとも一方が X 方向および Y 方向に移動することによりノズル 3 3 とステージ 1 2 とが相対的に移動し、X 方向および Y 方向の平面に沿って材料 1 2 1 の層 1 1 0 b が形成される。そして、材料 1 2 1 の層 1 1 0 b が順次 Z 方向に積層されることで、立体的な積層造形物 1 0 0 が形成される。X 方向および Y 方向は、水平方向や横方向等と称されうる。

10

20

30

40

50

Z方向は、鉛直方向や、垂直方向、高さ方向、厚さ方向、縦方向等と称されうる。

【0021】

出射部330は、ケーブル210を介して光学系42に接続されている。出射部330からは、造形位置に向けて、レーザー光200が出射される。また、材料供給部331のそれぞれには、供給装置31から供給管34を介して材料121の粉体が供給されるとともに、供給装置31Aから給気管34Aを介して気体が供給される。材料供給部331からは、造形位置に向けて材料が供給されるとともに、材料とは別に気体が供給される。材料とは別に供給される気体はシールドガスとして機能する。

【0022】

また、材料供給部331は、出射部330に、それぞれ、回転中心Ax回りに回動可能に支持されている。材料供給部331が回動することにより、材料121の粉体が供給される向き(角度、方向)が変化する。回転中心Axの軸方向は、例えば、レーザー光200の出射方向と直交する面に沿う方向に設定され、材料供給部331が回動することにより、材料121の粉体の供給方向(開口部333(図4参照)の軸方向、開口方向、Z方向)が、レーザー光200の光路と交わった状態で当該光路に沿って変化するように、設定される。材料供給部331の回動角度は、手動で設定されるように構成されてもよいし、自動的(電氣的に)に変化するように構成されてもよい。なお、材料121の粉体が供給される向きの変化に関する材料供給部331の可動支持の態様は、本実施形態の構造には限定されず、例えば、材料供給部331は出射部330にスライド可能、すなわち移動可能に、支持されてもよい。一例としては、材料供給部331は、レーザー光200の出射方向(図2の上下方向)に沿って移動可能に支持されてもよい。出射部330は、支持部の一例である。

【0023】

移動装置71は、ノズル33の位置を変化させることができる。移動装置71により、ノズル33の位置が、レーザー光200の出射方向に沿って変化することで、ノズル33と造形位置との距離が変化する。移動装置71は、信号線220を介して制御装置17に接続されている。移動装置71は、ノズル33を図2の上下方向に動かすことができる。移動装置71は、例えば、リニアアクチュエータや、モータ、リンク機構等を有して構成されうる。

【0024】

また、図1に示されるように、光学装置15は、光源41と、光学系42と、を備えている。光源41は、発振素子(図示されず)を有し、発振素子の発振によりレーザー光200を出射する。光源41は、出射するレーザー光のパワー密度を変更することができる。

【0025】

光源41は、ケーブル210を介して光学系42に接続されている。光源41から出射されたレーザー光200は、光学系42を経てノズル33に入る。ノズル33は、レーザー光200を、対象物110や、対象物110に向けて噴射された材料121に照射する。

【0026】

光学系42は、具体的には、第1レンズ51や、第2レンズ52、第3レンズ53、第4レンズ54、ガルバノスキャナ55等を、備えている。第1レンズ51、第2レンズ52、第3レンズ53、および第4レンズ54は、固定されている。なお、光学系42は、第1レンズ51、第2レンズ52、第3レンズ53、および第4レンズ54を、2軸方向、具体的には光路に対して交叉する方向(例えば、直交方向)に移動可能な調整装置を備えてもよい。

【0027】

第1レンズ51は、ケーブル210を介して入射されたレーザー光200を平行光に変換する。変換されたレーザー光200は、ガルバノスキャナ55に入射する。

【0028】

第2レンズ52は、ガルバノスキャナ55から出射されたレーザー光200を収束する。第2レンズ52で収束されたレーザー光200は、ケーブル210を経てノズル33に至る

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

第 3 レンズ 5 3 は、ガルバノスキャナ 5 5 から出射されたレーザ光 2 0 0 を収束する。第 3 レンズ 5 3 で収束されたレーザ光 2 0 0 は、対象物 1 1 0 上に照射される。

## 【 0 0 3 0 】

第 4 レンズ 5 4 は、ガルバノスキャナ 5 5 から出射されたレーザ光 2 0 0 を収束する。第 4 レンズ 5 4 で収束されたレーザ光 2 0 0 は、対象物 1 1 0 上に照射される。

## 【 0 0 3 1 】

ガルバノスキャナ 5 5 は、第 1 レンズ 5 1 で変換された平行光を、第 2 レンズ 5 2、第 3 レンズ 5 3、および第 4 レンズ 5 4 のそれぞれに入る光に分ける。ガルバノスキャナ 5 5 は、第 1 ガルバノミラー 5 7 と、第 2 ガルバノミラー 5 8 と、第 3 ガルバノミラー 5 9 と、を備えている。各ガルバノミラー 5 7、5 8、5 9 は、光に分けるとともに、傾斜角度（出射角度）を変化することができる。

10

## 【 0 0 3 2 】

第 1 ガルバノミラー 5 7 は、第 1 レンズ 5 1 を通過したレーザ光 2 0 0 の一部を通過させ、通過したレーザ光 2 0 0 を第 2 ガルバノミラー 5 8 に出射する。また、第 1 ガルバノミラー 5 7 は、レーザ光 2 0 0 の他部を反射させ、反射したレーザ光 2 0 0 を第 4 レンズ 5 4 に出射する。第 1 ガルバノミラー 5 7 は、その傾斜角度によって、第 4 レンズ 5 4 を通過したレーザ光 2 0 0 の照射位置を変化させる。

## 【 0 0 3 3 】

第 2 ガルバノミラー 5 8 は、第 1 ガルバノミラー 5 7 を通過したレーザ光 2 0 0 の一部を通過させ、通過したレーザ光 2 0 0 を第 3 ガルバノミラー 5 9 に出射する。また、第 2 ガルバノミラー 5 8 は、レーザ光 2 0 0 の他部を反射させ、反射したレーザ光 2 0 0 を第 3 レンズ 5 3 に出射する。第 2 ガルバノミラー 5 8 は、その傾斜角度によって、第 3 レンズ 5 3 を通過したレーザ光 2 0 0 の照射位置を変化させる。

20

## 【 0 0 3 4 】

第 3 ガルバノミラー 5 9 は、第 2 ガルバノミラー 5 8 を通過したレーザ光 2 0 0 の一部を第 2 レンズ 5 2 に出射する。

## 【 0 0 3 5 】

光学系 4 2 では、第 1 ガルバノミラー 5 7、第 2 ガルバノミラー 5 8、および第 3 レンズ 5 3 によって、溶融装置 4 5 が構成されている。溶融装置 4 5 は、レーザ光 2 0 0 の照射によって、ノズル 3 3 から対象物 1 1 0 に供給された材料 1 2 1（1 2 3）を加熱することにより、層 1 1 0 b を形成するとともにアニール処理を行う。

30

## 【 0 0 3 6 】

また、光学系 4 2 では、材料 1 2 1 の除去装置 4 6 が構成されている。除去装置 4 6 は、ベース 1 1 0 a 上または層 1 1 0 b に形成された不要な部位をレーザ光 2 0 0 の照射によって除去する。除去装置 4 6 は、具体的には、ノズル 3 3 による材料 1 2 1 の供給時における材料 1 2 1 の飛散によって発生する不要部位や、層 1 1 0 b の形成時に発生する不要部位等の、積層造形物 1 0 0 の所定の形状とは異なる部位を除去する。除去装置 4 6 は、当該不要部位を除去するのに足りるパワー密度を有するレーザ光 2 0 0 を出射する。

40

## 【 0 0 3 7 】

計測装置 1 6 は、固化した層 1 1 0 b の形状および造形された積層造形物 1 0 0 の形状を計測する。計測装置 1 6 は、計測した形状の情報を制御装置 1 7 に送信する。計測装置 1 6 は、例えば、カメラ 6 1 と、画像処理装置 6 2 と、を備えている。画像処理装置 6 2 は、カメラ 6 1 で計測した情報に基づいて画像処理を行う。なお、計測装置 1 6 は、例えば、干渉方式や光切断方式等によって、層 1 1 0 b および積層造形物 1 0 0 の形状を計測する。

## 【 0 0 3 8 】

移動装置 7 1（第一の移動機構）は、ノズル 3 3 を互いに直交する 3 軸方向に移動することができる。

50

## 【0039】

制御装置17は、移動装置13、搬送装置24、供給装置31、供給装置31A、光源41、ガルバノスキャナ55、画像処理装置62、および移動装置71（図2参照）に、信号線220を介して電氣的に接続されている。

## 【0040】

制御装置17は、移動装置13を制御することで、ステージ12を3軸方向に移動させる。制御装置17は、搬送装置24を制御することで、造形した積層造形物100を副室22に搬送する。制御装置17は、供給装置31を制御することで、材料121の供給の有無ならびに供給量を調整する。制御装置17は、光源41を制御することで、光源41から出射されるレーザー光200のパワー密度を調整する。制御装置17は、ガルバノスキャナ55を制御することで、第1ガルバノミラー57、第2ガルバノミラー58、および第3ガルバノミラー59の傾斜角度を調整する。また、制御装置17は、移動装置71を制御することで、ノズル33の位置を制御する。

10

## 【0041】

制御装置17は、記憶部17aを備えている。記憶部17aには、造形する積層造形物100の形状（参照形状）を示すデータ等が記憶されている。また、記憶部17aには、3次元の処理位置（各点）毎のノズル33とステージ12との高さを示すデータ等が記憶されている。

## 【0042】

制御装置17は、ノズル33から複数の異なる材料121を選択的に供給し、複数の材料121の比率を調整（変更）する機能を備えることができる。例えば、制御装置17は、記憶部17aに記憶された各材料121の比率を示すデータに基づいて、当該比率で材料121の層110bが形成されるよう、供給装置31等を制御する。この機能により、積層造形物100の位置（場所）によって複数の材料121の比率が変化（漸減または漸増）する傾斜材料（傾斜機能材料）を造形することができる。具体的には、例えば、層110bの形成に際し、制御装置17が、積層造形物100の3次元座標の各位置に対応して設定された（記憶された）材料121の比率となるように、供給装置31を制御することにより、積層造形物100を、材料121の比率が3次元の任意の方向に変化する傾斜材料（傾斜機能材料）として造形することが可能である。単位長さあたりの材料121の比率の変化量（変化率）も、種々に設定することが可能である。

20

30

## 【0043】

制御装置17は、材料121の形状を判断する機能を備えている。例えば、制御装置17は、計測装置16で取得された層110bまたは積層造形物100の形状と、記憶部17aに記憶された参照形状と比較することで、所定の形状でない部位が形成されているか否かを判断する。

## 【0044】

また、制御装置17は、材料121の形状の判断により所定の形状でない部位と判断された不要な部位を除去することで、材料121を所定の形状にトリミングする機能を備えている。例えば、制御装置17は、まず、所定の形状とは異なる部位に材料121が飛散して付着している場合に、第1ガルバノミラー57を介して第4レンズ54から出射されたレーザー光200が材料121を蒸発可能なパワー密度となるように光源41を制御する。次いで、制御装置17は、第1ガルバノミラー57を制御して、レーザー光200を、当該部位に照射して材料121を蒸発させる。

40

## 【0045】

次に、図3を参照し、積層造形装置1による積層造形物100の製造方法について説明する。図3に示されるように、まずは、材料121の供給およびレーザー光200の照射が行われる。制御装置17は、材料121がノズル33から所定の範囲に供給されるよう供給装置31、31A等を制御するとともに、供給された材料121がレーザー光200によって熔融するよう、光源41やガルバノスキャナ55等を制御する。これにより、図3に示されるように、ベース110a上の層110bを形成する範囲に、熔融した材料123

50

が所定の量だけ供給される。材料 1 2 3 は、ベース 1 1 0 a や層 1 1 0 b に噴射されると、変形して層状または薄膜状等の材料 1 2 3 の集合となる。あるいは、材料 1 2 3 は、材料 1 2 1 を運ぶガス（気体）によって冷却されるか若しくは材料 1 2 1 の集合への伝熱によって冷却されることにより、粒状で積層され、粒状の集合となる。

【 0 0 4 6 】

次に、積層造形装置 1 では、アニール処理が行われる。制御装置 1 7 は、ベース 1 1 0 a 上の材料 1 2 3 の集合にレーザー光 2 0 0 が照射されるよう、光源 4 1 や熔融装置 4 5 等を制御する。これにより、材料 1 2 3 の集合が再熔融されて層 1 1 0 b になる。

【 0 0 4 7 】

次に、積層造形装置 1 では、形状計測が行われる。制御装置 1 7 は、アニール処理が行われたベース 1 1 0 a 上の材料 1 2 3 を計測するよう、計測装置 1 6 を制御する。制御装置 1 7 は、計測装置 1 6 で取得された層 1 1 0 b または積層造形物 1 0 0 の形状と、記憶部 1 7 a に記憶された参照形状と比較する。

10

【 0 0 4 8 】

次に、積層造形装置 1 では、トリミングが行われる。制御装置 1 7 は、形状計測ならびに参照形状との比較により、例えば、ベース 1 1 0 a 上の材料 1 2 3 が所定の形状とは異なる位置に付着していたことが判明した場合には、不要な材料 1 2 3 が蒸発するよう、光源 4 1 や除去装置 4 6 等を制御する。一方、制御装置 1 7 は、形状計測ならびに参照形状との比較により、層 1 1 0 b が所定の形状であったことが判明した場合には、トリミングを行わない。

20

【 0 0 4 9 】

上述した層 1 1 0 b の形成が終了すると、積層造形装置 1 は、当該層 1 1 0 b の上に、新たな層 1 1 0 b を形成する。積層造形装置 1 は、層 1 1 0 b を反復的に積み重ねることにより、積層造形物 1 0 0 を造形する。

【 0 0 5 0 】

ここで、図 4 , 5 が参照され、本実施形態の例示的なノズル 3 3 の詳細な構成および機能が説明される。ノズル 3 3 は、出射部 3 3 0 と、一つ以上（例えば二つ）の材料供給部 3 3 1 と、を有する。出射部 3 3 0 は、細長い形状を有し、例えば、窒化ホウ素（セラミック材料）等、耐熱性の高い材料で構成される。出射部 3 3 0 の長手方向（軸方向）は、例えば、Z 方向に沿う。出射部 3 3 0 の短手方向（幅方向）は、例えば、X 方向および Y 方向に沿う。出射部 3 3 0 は、例えば、円柱状の外観を呈している。また、出射部 3 3 0 のレーザー光 2 0 0 の出射方向の端部には、出射方向に向かうにつれて細くなる先細り部分が設けられている。出射部 3 3 0 は、外面（面）としての、下面 3 3 0 a や、側面 3 3 0 b 等を有する。下面 3 3 0 a は、出射部 3 3 0 の長手方向の端部（下端）に位置され、端面とも称されうる。下面 3 3 0 a は、ステージ 1 2 や、積層造形物 1 0 0、対象物 1 1 0 等と面する。下面 3 3 0 a は、平面状に形成されている。側面 3 3 0 b は、出射部 3 3 0 の短手方向の端部に位置され、周面とも称され得る。側面 3 3 0 b は、円柱面状に形成されている。

30

【 0 0 5 1 】

出射部 3 3 0 の下面 3 3 0 a の中央部には、開口部 3 3 2 が開口されている。開口部 3 3 2 は、出射部 3 3 0 の長手方向に沿って延びている。開口部 3 3 2 の、短手方向に沿う断面、すなわち長手方向と直交する断面は、円形である。開口部 3 3 2 の直径は、先端側に向けて徐々に小さくなるよう形成されてもよい。開口部 3 3 2 には、ケーブル 2 1 0（図 1 参照）等を介してレーザー光 2 0 0 が導入される。開口部 3 3 2 は、レーザー光 2 0 0 の通路であり、出射口の一例である。

40

【 0 0 5 2 】

材料供給部 3 3 1 は、細長い形状を有し、例えば金属材料で構成される。材料供給部 3 3 1 の長手方向（軸方向）は、例えば、XY 平面ならびに Z 方向と交差した方向（斜め方向）に沿っている。材料供給部 3 3 1 は、先細り部分を有した円柱状の外観を呈している。材料供給部 3 3 1 は、外面（面）としての、下面 3 3 1 a や、側面 3 3 1 b 等を有する

50



。下面331aは、材料供給部331の長手方向の端部（下端）に位置され、端面とも称されうる。下面331aは、ステージ12や、積層造形物100、対象物110等と面する。下面331aは、平面状に形成されている。側面331bは、材料供給部331の短手方向の端部に位置され、周面とも称され得る。側面331bは、円柱面状に形成されている。

#### 【0053】

材料供給部331の下面331aには、開口部333, 334が開口されている。開口部333, 334は、それぞれ、材料供給部331の長手方向に沿って互いに平行に延びている。開口部333は開口部334よりも出射部330の中心側（中心軸側）に位置されている。開口部333, 334の、短手方向に沿う断面、すなわち長手方向と直交する断面は、円形である。

10

#### 【0054】

開口部333には、供給管34（図1参照）等を介して、供給装置31が接続されている。開口部333は、処理領域（造形位置Ps）に供給される材料121の粉体の通路である。また、開口部334は、供給管34A（図1参照）等を介して、供給装置31Aが接続されている。開口部334は、処理領域に供給される気体の通路である。開口部334から供給される気体は、例えば、シールドガスとして用いられる。なお、開口部334の、短手方向に沿う断面は、開口部333を開口部332とは反対側から囲う形状（例えば円弧状や、C字状等）であってもよい。

#### 【0055】

20

図4, 5に示されるように、出射部330から対象物110に向けて照射されるレーザー光200（光路）は、対象物110に向けて集束されている。このため、ノズル33と対象物110との距離（Z方向の距離）、すなわちノズル33のZ方向の位置を変化させることで、造形位置Ps（照射位置）でのレーザー光200の光径D1, D2を変化させることができる。レーザー光200の光径は、最も集光された状態で最も小さく、この状態からは、ノズル33と対象物110との距離が大きくなるほど大きくなるとともに、ノズル33と対象物110との距離が小さくなるほど大きくなる。図4には、ノズル33が位置P1に位置された状態が示され、図5には、ノズル33が位置P1よりも対象物110の表面から離れた位置P2に位置された状態が示されている。すなわち、ノズル33が位置P2（図5）に位置された状態での出射部330の下面330aと造形位置Ps（対象物110の表面）との間の距離H2は、位置P1（図4）に位置された状態での距離H1より大きい（ $H2 > H1$ ）。この場合に、ノズル33が位置P1（図4）に位置された状態でのレーザー光200の造形位置Psでの光径D1は、ノズル33が位置P2（図5）に位置された状態でのレーザー光200の造形位置Psでの光径D2よりも小さい（ $D1 < D2$ ）。造形位置Psでのレーザー光200の光径が小さいほど、より精度の高いより緻密な造形が可能となり、光径が大きいほど、より迅速な造形が可能となる。よって、本実施形態の積層造形装置1は、ノズル33の位置を変化させることにより、例えば、より精度の高い造形が必要な部位（造形位置Ps）については、図4に示されるように、より小さい光径D1で造形処理を実行し、より迅速な造形が必要な部位（造形位置Ps）については、図5に示されるように、より大きい光径D2で造形処理を実行することができる。これにより、造形処理の精度の向上と造形処理の迅速化とが両立されやすい。

30

40

#### 【0056】

また、本実施形態のように、出射部330の周囲に材料供給部331が配置されたノズル33では、図4, 5に示されるように、材料供給部331からの材料121の粉体は、レーザー光200の光路に向けて斜めに供給される。ここで、仮に、材料供給部331の出射部330に対する姿勢（角度）が固定（一定）であったとすると、材料供給部331から供給される材料121の粉体の向き（方向）は不変であるため、材料121の粉体の供給位置の、出射部330の下面330aからの距離は、変化しない。よって、上述したように、例えばレーザー光200の光径を変えるために、ノズル33と対象物110との距離を変化させると、材料121の粉体を造形位置Psに供給するのが難しくなる。具体的に

50

は、ノズル 3 3 を図 4 , 5 の上方へ移動させると材料 1 2 1 の粉体の供給位置も上方へ移動することになる。この点、本実施形態の材料供給部 3 3 1 は、材料 1 2 1 の粉体が供給される向き（方向）を変更できるように、構成されている。図 4 , 5 に示されるように、ノズル 3 3 が位置 P 1（図 4）に位置された状態での出射部 3 3 0 と材料供給部 3 3 1 との角度  $\theta_1$  は、ノズル 3 3 が位置 P 2（図 5）に位置された状態での角度  $\theta_2$  よりも大きい。このように、ノズル 3 3 の位置に応じて材料供給部 3 3 1 の角度  $\theta_1$  ,  $\theta_2$ （姿勢）が適宜に設定されることにより、開口部 3 3 3 から材料 1 2 1 の粉体が供給される向きが造形位置 P s からずれるのを抑制できることが、理解できよう。なお、材料 1 2 1 の粉体の供給中は、出射部 3 3 0 に対する材料供給部 3 3 1 の姿勢（角度）は、例えば、固定される。材料供給部 3 3 1 の姿勢は、固定具（結合具、例えばねじ、図示されず）を用いて、固定することができる。この場合、固定具による固定を解除あるいは緩和することにより材料供給部 3 3 1 の姿勢を変更（調整）できる状態となるよう、構成することができる。

10

#### 【 0 0 5 7 】

以上のように、本実施形態では、材料供給部 3 3 1 を回動（移動）させることにより、材料供給部 3 3 1 から材料 1 2 1 の粉体が供給される向きを変化させることができる。よって、例えば、材料 1 2 1 の粉体が、より確実にあるいはより効率よく供給されやすい。また、本実施形態によれば、例えば、従来装置で用いられていた複数のノズルに替えて一つのノズル 3 3 を用いることができる。よって、材料 1 2 1 の粉体の供給効率が増大したり、積層造形装置 1 がより小型に構成されたりといった、利点が得られる。

20

#### 【 0 0 5 8 】

また、ノズル 3 3 は、材料 1 2 1 の粉体が供給される向きを変更可能な複数の材料供給部 3 3 1 を有する。よって、一つの材料供給部 3 3 1 から材料 1 2 1 の粉体が供給される場合に比べて、例えば、材料 1 2 1 の粉体をより迅速に供給できたり、材料 1 2 1 の粉体のむら（ばらつき）が減ったりといった、利点が得られる。

#### 【 0 0 5 9 】

また、積層造形装置 1 では、材料供給部 3 3 1 から図 4 の造形位置 P s（第一の造形位置）へ第一の向きで材料 1 2 1 の粉体が供給されるとともに出射部 3 3 0 からレーザー光 2 0 0 が出射されることにより、当該造形位置 P s（第一の造形位置）での造形が行われ、材料供給部 3 3 1 から図 5 の造形位置 P s（第二の造形位置）へ第二の向きで材料 1 2 1 の粉体が供給されるとともに出射部 3 3 0 からレーザー光 2 0 0 が出射されることにより、当該造形位置 P s（第二の造形位置）での造形が行われる。よって、例えば、造形位置 P s に応じて、材料 1 2 1 の粉体がより確実にあるいはより効率よく供給されうる。

30

#### 【 0 0 6 0 】

##### < 第 1 実施形態の変形例 >

図 6 に示される本変形例のノズル 3 3 A は、上記実施形態と同様の構成を備えている。よって、本変形例でも、上記実施形態と同様の構成に基づく同様の結果（効果）が得られる。なお、図 6 には、一つの材料供給部 3 3 1 のみが示されているが、本変形例のノズル 3 3 A は、複数の材料供給部 3 3 1 を有することができる。ただし、本変形例では、材料供給部 3 3 1 は、出射部 3 3 0（支持部）に着脱可能に支持されている。具体的には、材料供給部 3 3 1 の側面 3 3 1 b の先端部分には、テーパ面 3 3 1 c が形成されている。また、出射部 3 3 0 には、材料供給部 3 3 1 を着脱可能に支持するホルダ 3 3 5 が設けられている。ホルダ 3 3 5 は、アーム部 3 3 5 a と、可動部 3 3 5 b と、を有する。アーム部 3 3 5 a は、出射部 3 3 0 から突出している。アーム部 3 3 5 a は、出射部 3 3 0 に固定されている。可動部 3 3 5 b は、アーム部 3 3 5 a に、回動中心 A x 回りに回動可能に支持されている。回動中心 A x の軸方向は、例えば、レーザー光 2 0 0 の出射方向と直交する面に沿う方向に設定され、可動部 3 3 5 b とともに当該可動部 3 3 5 b に装着された材料供給部 3 3 1 が回動することにより、材料 1 2 1 の粉体の供給方向（開口部 3 3 3 の軸方向、開口方向、Z 方向）が、レーザー光 2 0 0 の光路と交わった状態で当該光路に沿って変化するよう、設定される。可動部 3 3 5 b は、材料 1 2 1 の粉体の供給中は、例えば、設

40

50

定された姿勢（角度）で出射部 330 に固定される。可動部 335 b は、環状（リング状）に形成され、環内にすり鉢状の支持面 335 c（内面）を有している。支持面 335 c は、材料供給部 331 に設けられたテーパ面 331 c と対応した形状（曲率半径、傾斜等）を有している。材料供給部 331 は、図 6 の上側から、支持面 335 c がテーパ面 331 c と接触する位置まで、図 6 の下側に向けて可動部 335 b に挿入され、この位置で、固定具（結合具、例えばねじ、図示されず）によって、可動部 335 b と固定（結合）される。固定具による固定を解除することにより、材料供給部 331 を可動部 335 b から取り外すことができる。なお、固定具を固定することにより、アーム部 335 a と可動部 335 b との角度も固定されるように構成されてもよい。このように、材料供給部 331 を出射部 330（支持部）に着脱可能に構成することにより、例えば、材料供給部 331 をより容易に交換することができる。よって、例えば、材料供給部 331 をより容易にメンテナンスできたり、材料供給部 331 を別の材料 121 の粉体を供給する材料供給部 331 により容易に交換できたり、といった、種々の効果が得られる。ホルダ 335 は、支持部の一例である。なお、着脱可能とする構成は、上記変形例には限定されない。

10

#### 【0061】

##### <第2実施形態>

本変形例のノズル 33 B は、上記実施形態や変形例と同様の構成を備えている。よって、本実施形態でも、上記実施形態や変形例と同様の構成に基づく同様の結果（効果）が得られる。ただし、図 7 に示されるように、本実施形態のノズル 33 B は、材料供給部 331 の姿勢を変化させる移動装置 81 を備えている。移動装置 81 は、信号線 220 を介して制御装置 17（図 1 参照）に電気的に接続されている。移動装置 81 は、例えば、リニアアクチュエータや、モータ、リンク機構等を有して構成されうる。制御装置 17 は、材料供給部 331 が所期の姿勢となるよう、移動装置 81 を制御する。なお、制御装置 17 は、造形処理中には材料供給部 331 の姿勢が変化しないよう（維持されるよう）、制御装置 17 を制御することができる。制御装置 17 の記憶部 17 a（図 1）には、移動装置 81 の姿勢の制御に用いられる情報（データ）が記憶されている。移動装置 81 は、第二の移動装置の一例である。

20

#### 【0062】

ここで、図 8 が参照されながら、ノズル 33 B における材料供給部 331 の姿勢の調整手順（変更手順）が説明される。まず、制御装置 17 は、ノズル 33 B による造形位置 P s（図 4 参照）の位置情報を取得する（S10）。位置情報は、例えば、造形位置 P s の 3 次元の位置座標に対応する情報であってもよいし、層 110 b 毎の情報であってもよいし、層 110 b 内の領域毎の情報であってもよい。次に、制御装置 17 は、造形位置 P s に対応した、ノズル 33 B の高さおよび材料供給部 331 の角度の情報を取得する（S11）。S11 で用いられる高さおよび角度の情報は、位置情報と対応づけて、記憶部 17 a に記憶されている。高さの情報は、例えば、移動装置 71 の制御量であることができ、角度の情報は、例えば、移動装置 81 の制御量であることができる。なお、高さの情報や角度の情報は、高さや角度そのものを示すデータであってもよいし、高さや角度に対応したパラメータの情報であってもよい。次に、制御装置 17 は、S11 で取得した高さの情報および角度の情報に基づいて、移動装置 71, 81 を制御する（S12）。これにより、ノズル 33 B、すなわち、出射部 330 および材料供給部 331 が、造形位置 P s に対応した所期の位置および姿勢（角度）となる。すなわち、図 4, 5 に示されるように、各造形位置 P s において、当該造形位置 P s に対応した光径 D1, D2 でレーザ光 200 が照射されるとともに、造形位置 P s に対応した向きで材料 121 の粉体が供給される状態が、得られる。なお、光径 D1, D2 は、位置情報に対応づけて設定されうる。次に、制御装置 17 は、所期の位置ならびに姿勢となったノズル 33 B によって、造形位置 P s に対して造形処理を実行する（S13）。積層造形装置 1 は、このような処理を実行することで、層 110 b（図 4, 5 参照）を形成する。

30

40

#### 【0063】

このように、制御装置 17（制御部）は、造形位置 P s とノズル 33 B（材料供給部 3

50

31)との距離の変化に応じて、材料供給部331から材料121の粉体が供給される向きが変化するように、移動装置81(第二の移動機構)を制御する。よって、例えば、材料121の粉体が、造形位置Psに、より確実にあるいはより効率よく供給されうる。

【0064】

また、積層造形装置1では、造形位置Psとノズル33B(材料供給部331)との距離の変化に応じて、造形位置Psにおけるレーザ光200の光径が変化する。よって、比較的容易にレーザ光200の光径が変更されやすい。よって、造形の精度や効率が高まりやすい。そして、当該光径を変化させる機能を有した場合にあっても、造形位置Psに、より確実にあるいはより効率よく、材料121の粉体が供給されうる。

【0065】

また、積層造形装置1では、レーザ光200の光径の変化に応じて、材料供給部331から材料121の粉体が供給される向きが変化する。よって、光径の変化に対応して材料121の粉体がより確実にあるいはより効率よく供給される状態が、得られやすい。なお、レーザ光200の光径の変化は、ノズル33Bの移動によらずとも実現されうる。すなわち、ノズル33Bの移動を伴わずにレーザ光200の光径が変化する場合にも、当該造形位置Psに対して、より確実にあるいはより効率よく、材料121の粉体が供給されうる。

【0066】

以上、本発明の実施形態および変形例を例示したが、上記実施形態および変形例は一例であって、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態および変形例は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、組み合わせ、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。本発明は、上記の実施形態および変形例に開示される構成や制御(技術的特徴)以外によっても実現可能である。また、本発明によれば、技術的特徴によって得られる種々の結果(効果、派生的な効果も含む)のうち少なくとも一つを得ることができる。例えば、材料供給部の姿勢や位置が変わらずに、材料供給部の内部やキャリアガス等の変化によって材料の粉体が供給される向きが変わる構成であってもよい。

【0067】

また、例えば、積層造形装置は、複数の材料供給部のそれぞれから異なる材料の粉体が供給されるよう構成あるいは使用されてもよいし、その場合、各材料供給部から供給される材料の粉体の量や比率が可変制御されてもよい。例えば、積層造形装置は、複数の材料供給部のそれぞれが、3次元での造形位置に応じて変化する供給量で材料の粉体を供給することにより、材料の比率が2次元のあるいは3次元的に徐々に変化する傾斜材料(傾斜機能材料)が造形されるよう、構成されうる。また、各材料供給部による材料の供給位置(材料供給部の方向、姿勢、角度、位置等)は、材料の種類や流量(供給量、吐出量)に応じてそれぞれ異なるように制御されてもよい。

【符号の説明】

【0068】

1...積層造形装置、13...移動装置(第一の移動機構)、17...制御装置(制御部)、33, 33A, 33B...ノズル、41...光源、71...移動装置(第一の移動機構)、81...移動装置(第二の移動機構)、100...積層造形物、110...対象物、200...レーザ光(エネルギー線)、330...出射部(支持部)、331...材料供給部、333...開口部(材料供給口)、335...ホルダ(支持部)、D1, D2...光径、Ps...造形位置。

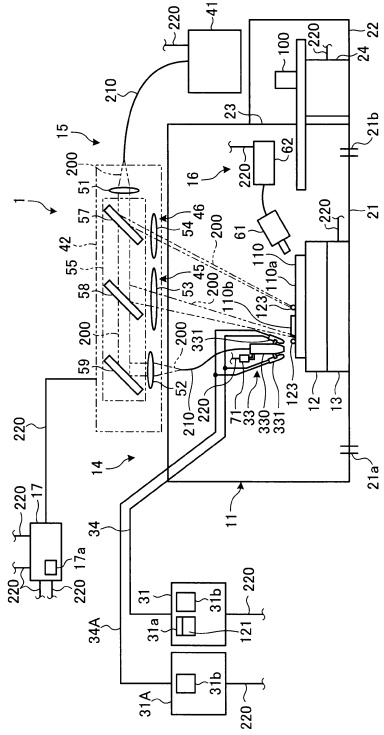
10

20

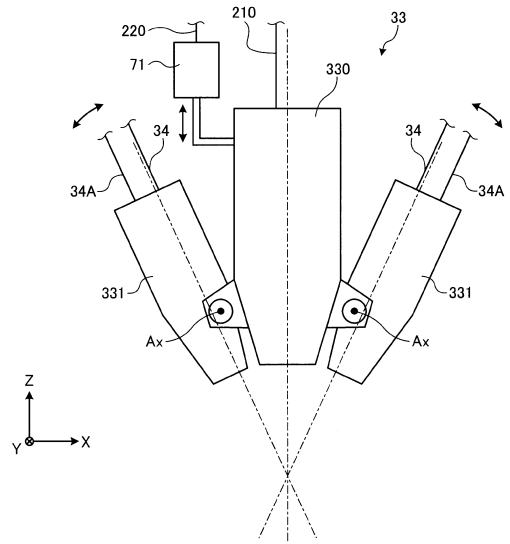
30

40

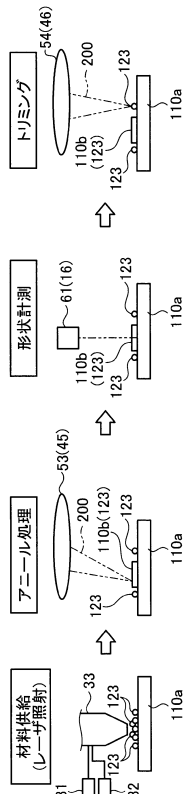
【図1】



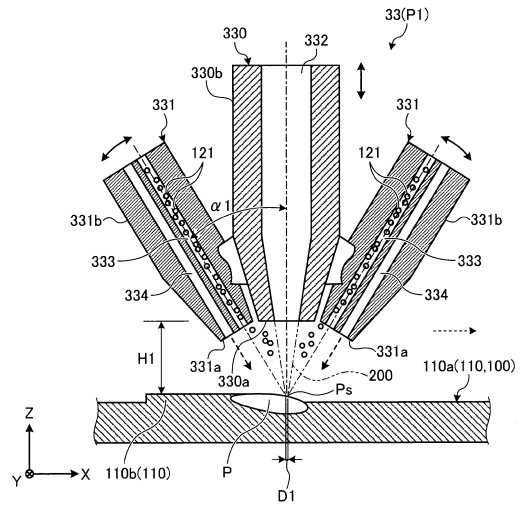
【図2】



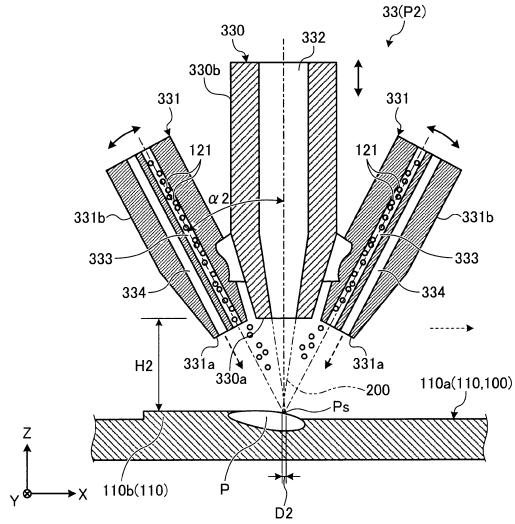
【図3】



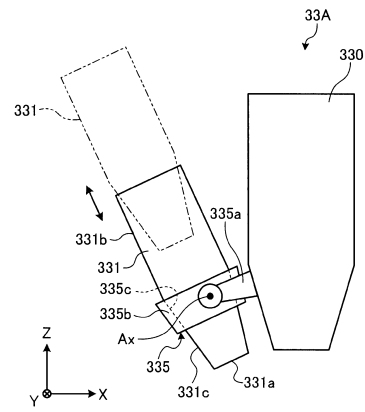
【図4】



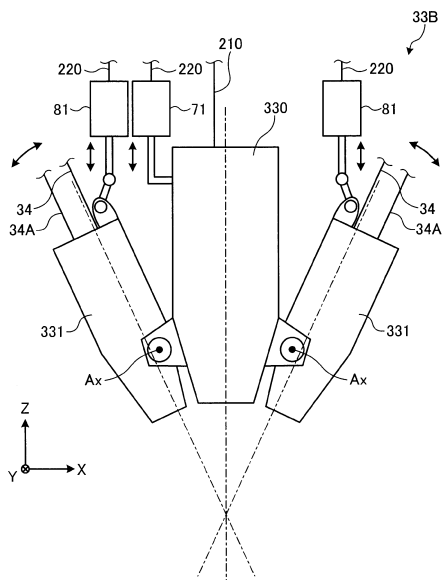
【図5】



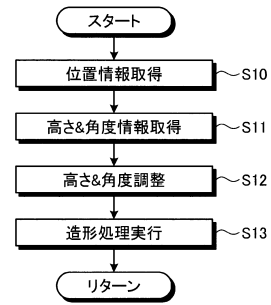
【図6】



【図7】



【図8】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-176880(JP,A)  
特開2005-105414(JP,A)  
特開2002-018967(JP,A)  
特開2014-125643(JP,A)  
特開2010-172817(JP,A)  
特開2013-000708(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 67/00  
B22F 3/105  
B22F 3/16