

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6338422号
(P6338422)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int.Cl.

F 1

B22F 3/105 (2006.01)

B22F 3/105

B22F 3/16 (2006.01)

B22F 3/16

B29C 67/00 (2017.01)

B29C 67/00

請求項の数 5 (全 24 頁)

(21) 出願番号

特願2014-74057 (P2014-74057)

(22) 出願日

平成26年3月31日 (2014.3.31)

(65) 公開番号

特開2015-196856 (P2015-196856A)

(43) 公開日

平成27年11月9日 (2015.11.9)

審査請求日

平成28年12月2日 (2016.12.2)

(73) 特許権者 000006208

三菱重工業株式会社

東京都港区港南二丁目16番5号

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

(74) 代理人 100118762

弁理士 高村 順

(72) 発明者 吉村 仁

東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 米田 健志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】三次元積層装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基台部に成形層を積層させて三次元形状物を形成する三次元積層装置であつて、粉末材料を供給する粉末供給部と、

前記粉末材料に光ビームを照射し、前記光ビームが照射された前記粉末材料の少なくとも一部を焼結又は溶融固化させて前記成形層を形成する光照射部と、

外部から密封され、前記粉末供給部、前記光照射部及び前記基台部を収納する三次元積層室と、

前記三次元積層室内の気体を排出する気体排出部と、

前記三次元積層室内に所定の気体を導入する気体導入部と、を有し、

10

前記気体排出部が前記三次元積層室内の気体を排出して、前記気体導入部が前記所定の気体を導入することにより、前記三次元積層室内を所定の気体雰囲気にし、

前記粉末供給部は、先端の開口部から前記基台部に向かって前記粉末材料を噴射し、

前記光照射部は、先端の開口部から、前記粉末供給部から前記基台部に向けて移動する前記粉末材料に光ビームを照射し、前記粉末材料を溶融させて、溶融した前記粉末材料を前記基台部上で固化させて、

前記三次元積層室は、前記粉末供給部の開口部と前記光照射部の開口部とを収納し、

さらに、前記粉末供給部及び前記光照射部に取付けられて、前記粉末供給部及び前記光照射部の開口部から前記基台部の前記成形層が形成される部分までを覆うカバー部と、

排出管を介して前記カバー部に接続されて、前記カバー部内の気体を前記三次元積層室

20

の外部に排出するカバー部気体排出部と、

導入管を介して前記カバー部に接続されて、前記三次元積層室の外部から前記カバー部内に所定の気体を導入するカバー部気体導入部と、

を有し、

前記カバー部気体排出部が前記カバー部内の気体を排出して前記カバー部気体導入部が前記所定の気体を導入することにより、前記カバー部は、前記基台部周囲を前記所定の気体雰囲気にし、

前記カバー部は、前記粉末供給部及び前記光照射部と一体に動くものである、三次元積層装置。

【請求項 2】

10

前記粉末供給部と前記光照射部とは、前記粉末供給部が前記光照射部の外周に同心円状に配置され、前記光照射部の前記光ビームが通過する経路を囲う内管と、前記内管を覆い前記内管との間に前記粉末材料の流れる粉末流路を形成する外管とを有し、かつ一方向に移動可能な積層部を形成し、

前記積層部に取付けられて、前記積層部の移動に伴い前記三次元積層室を外部から密封しながら前記一方向に沿って伸縮する伸縮部を有する、請求項 1 に記載の三次元積層装置。

【請求項 3】

前記積層部は、一軸方向にのみ移動可能である、請求項 2 に記載の三次元積層装置。

【請求項 4】

20

前記三次元積層室と前記三次元積層室の外部とを接続して、前記三次元積層室及び三次元積層室の外部から密封される予備室を有し、

前記基台部は、前記予備室を介して前記三次元積層室外部から前記三次元積層室内に移動されることにより、前記三次元積層室内に収納される、

請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の三次元積層装置。

【請求項 5】

前記光照射部は、前記基台部と前記粉末供給部との間の空間において前記粉末材料に前記光ビームを照射し、前記光ビームが照射された前記粉末材料の少なくとも一部を前記空間で溶融させて液滴状の溶融体を形成し、前記空間から前記基台部に落下した前記溶融体を固化させて、前記成形層を形成する、請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の三次元積層装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、積層により三次元形状物を製造する三次元積層装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

三次元形状物を製造する技術として、金属粉末材料に光ビームを照射することによって三次元形状物を製造する積層造形技術が知られている。例えば、特許文献 1 には、金属粉末材料で形成された粉末層に光ビームを照射して焼結層を形成し、それを繰り返すことによって複数の焼結層が一体として積層された三次元形状造形物を製造する方法が記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006 - 124732 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、三次元形状物を製造する際に、例えば金属粉末材料に酸化等の変質が生じる

50

場合がある。金属粉末材料が変質した場合、三次元形状物の品質が低下する可能性がある。

【0005】

本発明は、三次元形状物の品質低下を抑制する三次元積層装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の三次元積層装置は、基台部に成形層を積層させて三次元形状物を形成する三次元積層装置であって、粉末材料を供給する粉末供給部と、前記粉末材料に光ビームを照射し、前記光ビームが照射された前記粉末材料の少なくとも一部を焼結又は溶融固化させて前記成形層を形成する光照射部と、外部から密封され、前記粉末供給部、前記光照射部及び前記基台部を収納する三次元積層室と、前記三次元積層室内の気体を排出する気体排出部と、前記三次元積層室内に所定の気体を導入する気体導入部と、を有し、前記気体排出部が前記三次元積層室内の気体を排出して、前記気体導入部が前記所定の気体を導入することにより、前記三次元積層室内を所定の気体雰囲気にする。

【0007】

この三次元積層装置は、密封された所定の気体雰囲気下で成形層を形成する。従って、この三次元積層装置は、粉末材料の変質を抑制し、三次元形状物の品質低下を抑制することができる。

【0008】

前記三次元積層装置において、前記粉末供給部は、先端の開口部から前記基台部に向かって前記粉末材料を噴射し、前記光照射部は、先端の開口部から、前記粉末供給部から前記基台部に向けて移動する前記粉末材料に光ビームを照射し、前記粉末材料を溶融させて、溶融した前記粉末材料を前記基台部上で固化させて、前記三次元積層室は、前記粉末供給部の開口部と前記光照射部の開口部とを収納することが好ましい。この三次元積層装置は、所定の気体雰囲気下で成形層を形成するため、三次元形状物の品質低下を抑制することができる。

【0009】

前記三次元積層装置において、前記粉末供給部と前記光照射部とは、前記粉末供給部が前記光照射部の外周に同心円状に配置され、前記光照射部の前記光ビームが通過する経路を囲う内管と、前記内管を覆い前記内管との間に前記粉末材料の流れる粉末流路を形成する外管とを有し、かつ一方向に移動可能な積層部を形成し、前記積層部に取付けられて、前記積層部の移動に伴い前記三次元積層室を外部から密封しながら前記一方向に沿って伸縮する伸縮部を有することが好ましい。この三次元積層装置は、伸縮部を有することにより、粉末供給部が移動する場合であっても、好適に三次元積層室内を密封することができる。

【0010】

前記三次元積層装置において、前記積層部は、一軸方向にのみ移動可能であることが好ましい。これにより、三次元積層装置は、三次元積層室内を密封する伸縮部を、一軸方向に伸縮可能に配置することができ、伸縮部に係る負荷を少なくしつつ移動に追従して伸縮させることができ、より好適に三次元積層室内を密封することができる。これにより、積層部を多軸方向に移動させる構造にする場合に比べ、装置構成を小さくすることができ、かつ、密閉性をより維持しやすくなることができる。

【0011】

前記三次元積層装置は、前記粉末供給部及び前記光照射部に取付けられて前記基台部の前記成形層が形成される部分を覆うカバー部と、前記カバー部内の気体を排出するカバー部気体排出部と、前記カバー部内に所定の気体を導入するカバー部気体導入部と、を有し、前記カバー部気体排出部が前記カバー部内の気体を排出して前記カバー部気体導入部が前記所定の気体を導入することにより、前記カバー部は、前記基台部周囲を前記所定の気

10

20

30

40

50

体雰囲気にすることが好ましい。この三次元積層装置は、カバー部により、成形層の周囲を所定の気体雰囲気下にする。従って、この三次元積層装置は、三次元形状物の品質低下をより好適に抑制することができる。

【0012】

前記三次元積層装置は、前記三次元積層室と前記三次元積層室の外部とを接続して、前記三次元積層室及び三次元積層室の外部から密封される予備室を有し、前記基台部は、前記予備室を介して前記三次元積層室外部から前記三次元積層室内に移動されることにより、前記三次元積層室内に収納されることが好ましい。この三次元積層装置は、予備室を有するため、基台部を三次元積層室に出し入れした際にも、三次元積層室の気体の排出と導入とを、好適に行うことができる。

10

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、三次元形状物の品質低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、実施形態1の三次元積層装置を示す模式図である。

【図2】図2は、積層ヘッド収納室の図1におけるA-A断面における要部断面図である。

【図3】図3は、積層ヘッド収納室を図2における方向Lから見た場合の図面である。

20

【図4】図4は、積層ヘッドのノズルの一例を示す断面図である。

【図5】図5は、制御装置の構成を示す模式図である。

【図6A】図6Aは、粉末導入部の一例を示す模式図である。

【図6B】図6Bは、粉末導入部の一例を示す模式図である。

【図7】図7は、粉末回収部の一例を示す模式図である。

【図8】図8は、実施形態1に係る三次元積層装置による三次元形状物の製造方法を示す模式図である。

【図9】図9は、実施形態1に係る三次元積層装置による三次元形状物の製造工程を示すフローチャートである。

【図10】図10は、実施形態2に係るカバー部の一例を示す断面図である。

30

【図11】図11は、実施形態2に係るカバー部により粉末の周囲の気体雰囲気を調整する工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施例を組み合わせて構成するものも含むものである。

【0016】

図1は、実施形態1の三次元積層装置1を示す模式図である。ここで、実施形態1では、水平面内の一方向をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれと直交する方向（すなわち鉛直方向）をZ軸方向とする。

40

【0017】

図1に示す三次元積層装置1は、基台部100に三次元形状物を製造する装置である。基台部100は、三次元形状物が形成される土台となる部材であり、三次元積層装置1で所定の位置に搬送され、表面に三次元形成物が形成される。実施形態1の基台部100は、板状の部材である。なお、基台部100は、これに限定されない。基台部100は、三次元形状物の土台となる部材を用いてもよいし、三次元形状物を附加する部材を用いてもよい。所定の位置に三次元形成物が形成されることで、部品、製品となる部材を基台部100として用いてもよい。

【0018】

50

三次元積層装置 1 は、三次元積層室 2 と、予備室 3 と、積層ヘッド収納室 4 と、機械加工部収納室 5 と、ベッド 10 と、テーブル部 11 と、積層部としての積層ヘッド 12 と、機械加工部 13 と、ベローズ 18 と、ベローズ 19 と、制御装置 20 と、形状計測部 30 と、加熱ヘッド 31 と、機械加工部計測部 32 と、工具交換部 33 と、ノズル交換部 34 と、粉末導入部 35 と、基台移動部 36 と、気体排出部 37 と、気体導入部 38 と、粉末回収部 39 と、を有する。

【 0 0 1 9 】

三次元積層室 2 は、接続された配管等の設計された連通部分以外が外部から密封されている筐体（チャンバー）である。なお、設計された連通部分は、密閉状態と開放状態を切り換えるバルブ等が設けられており、必要に応じて、三次元積層室 2 を密閉状態とすることが可能である。¹⁰ 三次元積層室 2 は、ベッド 10 と、テーブル部 11 と、積層ヘッド 12 の一部と、機械加工部 13 の一部と、加熱ヘッド 31 の一部と、機械加工部計測部 32 と、工具交換部 33 と、ノズル交換部 34 とが内部に配置されている。

【 0 0 2 0 】

予備室 3 は、三次元積層室 2 に隣接して設けられている。予備室 3 は、接続された配管等の設計された連通部分以外が外部及び三次元積層室 2 から密封されている。予備室 3 は、外部と三次元積層室 2 とを接続する減圧室となっている。予備室 3 内には、基台移動部 36 が設けられている。ここで、予備室 3 は、三次元積層室 2 との接続部に例えば気密性を有する扉 6 が設けられている。また、予備室 3 は、気密性を有する扉 7 により外部と接続されている。また、予備室 3 には、予備室 3 から空気等の気体を排出する予備室気体排出部 25 が設けられている。予備室 3 は、扉 7 を開くことで、外部から必要な部材を内部に搬入することができる。また、予備室 3 は、扉 6 を開くことで、三次元積層室 2 との間で部材の搬入、搬出を行うことができる。すなわち、予備室 3 は、扉 7 を閉じることにより、外部から隔離されて、外部から密封される。また、予備室 3 は、扉 6 が閉じられることにより、三次元積層室から隔離される。²⁰

【 0 0 2 1 】

積層ヘッド収納室 4 は、三次元積層室 2 の Z 軸方向上側の面に設けられている。積層ヘッド収納室 4 は、Z 軸スライド部 4a で三次元積層室 2 に対して Z 軸方向（矢印 102 の方向）に移動可能な状態で支持されている。図 2 は、積層ヘッド収納室 4 の図 1 における A - A 断面における要部断面図である。図 3 は、積層ヘッド収納室 4 を図 2 における方向 L から見た場合の図面である。図 2 に示すように、積層ヘッド収納室 4 は、Z 軸方向下側の面 41 において、三次元積層室 2 の Z 軸方向上側の面 42 の開口部 43 と、開口部 43 の外周に沿って設けられた伸縮部としてのベローズ 18 により接続されている。³⁰

【 0 0 2 2 】

図 2 及び図 3 に示すように、積層ヘッド収納室 4 は、面 41 のベローズ 18 よりも放射方向内側に、開口部 44, 45 を有する。積層ヘッド収納室 4 は、積層ヘッド 12 と、形状計測部 30 と、加熱ヘッド 31 と、を支持している。積層ヘッド収納室 4 は、積層ヘッド 12 のノズル 23 を含む一部を、開口部 44 を介して三次元積層室 2 に向けて突出させている。また、積層ヘッド収納室 4 は、加熱ヘッド 31 の先端部 24 を含む一部を、開口部 45 を介して三次元積層室 2 に向けて突出させている。開口部 44 と積層ヘッド 12 とは固定されており、開口部 44 と積層ヘッド 12 とは、三次元積層室 2 を密封する状態で互いに接続されている。開口部 45 と加熱ヘッド 31 とは固定されており、開口部 45 と積層ヘッド 12 とは、三次元積層室 2 を密封する状態で互いに接続されている。⁴⁰

【 0 0 2 3 】

次に、ベローズ 18 について説明する。ベローズ 18 は、ベローズ部 51 と、ガイド部 53 とを有する。ベローズ部 51 は、三次元積層室 2 の面 42 の開口部 43 の外周に沿って設けられ、三次元積層室 2 の面 42 から積層ヘッド収納室 4 の面 41 まで、Z 軸方向に沿って延在する。ベローズ部 51 は、放射方向外側へ向かう山部 55 と放射方向内側へ向かう谷部 56 とを Z 軸方向に沿って交互に繰り返している形状となっている。従って、ベローズ部 51 は、Z 軸方向に沿って伸縮可能である。⁵⁰

【0024】

ガイド部53は、ベローズ部51の外周に沿って設けられている。ガイド部53は、ベローズ部51を保護する機能を有する。ガイド部53は、サブガイド部53a, 53b, 53cを有する。サブガイド部53aは、積層ヘッド収納室4の面41からZ軸方向下方に向かって延在し、Z軸方向下方の先端の可動部58aにおいて、ベローズ部51の山部55aに取付けられている。サブガイド部53bは、Z軸方向上部の端部における可動部59bにおいてサブガイド部53aの可動部58aに取付けられ、Z軸方向下部に向かって延在する。サブガイド部53bは、Z軸方向下部の端部における可動部58bにおいて、ベローズ部51の山部55bに取付けられている。なお、山部55bは、山部55aよりもZ軸方向下部に位置する。サブガイド部53cは、Z軸方向上方の端部における可動部59cにおいてサブガイド部53bの可動部58bに取付けられ、Z軸方向下部の端部において三次元積層室2の面42に取付けられる。

【0025】

サブガイド部53a, 53b, 53cの可動部58a, 58b, 59b, 59cは、それぞれ変形可能である。従って、サブガイド部53a, 53b, 53cは、ベローズ部51の伸縮に伴って伸縮する。なお、ガイド部53は、ベローズ部51の外周に設けられ、ベローズ部51の伸縮に伴って伸縮するものであれば、この構造に限られない。また、例えばベローズ部51を保護する必要がない場合、ベローズ18は、ガイド部53を有さなくてよい。

【0026】

上述のように、積層ヘッド収納室4の開口部44, 45と積層ヘッド12とは、互いに密封されている。また、ベローズ18は、ベローズ部51が三次元積層室2の面42の開口部43の外周に沿って設けられている。従って、ベローズ部51の内周と積層ヘッド収納室4の面41とで囲まれた空間50は、三次元積層室2の開口部43により三次元積層室2と繋がり、三次元積層室2とともに密閉されている。

【0027】

積層ヘッド収納室4は、Z軸スライド部4aでZ軸方向に移動することで、保持している積層ヘッド12と、形状計測部30と、加熱ヘッド31とをZ軸方向に移動させる。また、積層ヘッド収納室4は、ベローズ18を介して三次元積層室2と接続していることで、Z軸方向の移動に伴い、ベローズ18をZ軸方向に伸縮させる。この際、ベローズ18は、三次元積層室2を密封しながら、Z軸方向に伸縮する。なお、積層ヘッド収納室4は、積層ヘッド12と、形状計測部30と、加熱ヘッド31とを、X軸方向及びY軸方向に移動させてもよい。

【0028】

なお、ベローズ部51は、Z軸方向に沿って伸縮可能であり、三次元積層室2内を密封可能なものであれば、実施形態1で説明した形状に限られない。例えば、ベローズ部51は、径の異なる複数の筒状部材を軸方向に連結したものであって、径の大きい筒状部材内に、それよりも径が小さい他の筒状部材を収納するものであってもよいし、例えば筒状の弾性部材であってもよい。

【0029】

機械加工部収納室5は、三次元積層室2のZ軸方向上側の面に設けられている。また、機械加工部収納室5は、積層ヘッド収納室4に隣接して配置されている。機械加工部収納室5は、Z軸スライド部5aで三次元積層室2に対してZ軸方向(矢印104の方向)に移動可能な状態で支持されている。機械加工部収納室5は、Z軸方向下側の面がベローズ19により三次元積層室2と繋がっている。ベローズ19は、機械加工部収納室5のZ軸方向下側の面と三次元積層室2と繋げ、機械加工部収納室5のZ軸方向下側の面を三次元積層室2の一部とする。また、三次元積層室2は、ベローズ19で囲われた領域に開口が形成されている。機械加工部収納室5のZ軸方向下側の面とベローズ19とで囲まれた空間は、三次元積層室2と繋がり、三次元積層室2とともに密閉されている。機械加工部収納室5は、機械加工部13を支持している。また、機械加工部収納室5は、機械加工部1

10

20

30

40

50

3の工具22を含む一部がZ軸方向下側の面から三次元積層室2に向けて突出している。なお、ベローズ19の構造は、ベローズ18の構造と同じであるため、説明を省略する。

【0030】

機械加工部収納室5は、Z軸スライド部5aでZ軸方向に移動することで、保持している機械加工部13をZ軸方向に移動させる。また、機械加工部収納室5は、ベローズ19を介して三次元積層室2と接続していることで、Z軸方向の移動に伴い、ベローズ19をZ軸方向に伸縮させる。この際、ベローズ19は、三次元積層室2を密封しながら、Z軸方向に伸縮する。なお、機械加工部収納室5は、機械加工部13をX軸方向及びY軸方向に移動させてよい。

【0031】

ベッド10は、三次元積層室2内のZ軸方向の底部に設けられている。ベッド10は、テーブル部11を支持している。ベッド10は、各種配線や配管や駆動機構が配置されている。

【0032】

テーブル部11は、ベッド10の上面に配置され、基台部100を支持する。テーブル部11は、Y軸スライド部15と、X軸スライド部16と、回転テーブル部17と、を有する。テーブル部11は、基台部100を取り付けて基台部100をベッド10上で移動させる。

【0033】

Y軸スライド部15は、ベッド10に対してX軸スライド部16をY軸方向（矢印106の方向）に沿って移動させる。X軸スライド部16は、Y軸スライド部15の稼働部となる部材に固定されており、Y軸スライド部15に対して回転テーブル部17をX軸方向（矢印108の方向）に沿って移動させる。回転テーブル部17は、X軸スライド部16の稼働部となる部材に固定されており、基台部100を支持している。回転テーブル部17は、例えば傾斜円テーブルであり、固定台17aと、回転テーブル17bと、傾斜テーブル17cと、回転テーブル17dと、を有する。固定台17aは、X軸スライド部16の稼働部となる部材に固定されている。回転テーブル17bは、固定台17aに支持されており、Z軸方向と平行な回転軸110を回転軸として回転する。傾斜テーブル17cは、回転テーブル17bに支持されており、回転テーブル17bの支持されている面に直交する回転軸112を軸として回動される。回転テーブル17dは、傾斜テーブル17cに支持されており、傾斜テーブル17cの支持されている面に直交する回転軸114を軸として回転される。回転テーブル17dは、基台部100を固定している。このように、回転テーブル部17は、回転軸110、112、114を軸として各部を回転させることで、基台部100を直交する3軸周りに回転させることができる。テーブル部11は、回転テーブル部17に固定されている基台部100を、基台部100は、Y軸スライド部15及びX軸スライド部16により、Y軸方向及びX軸方向に移動させる。また、テーブル部11は、回転テーブル部17により回転軸110、112、114を軸として各部を回転させることで、基台部100を直交する3軸周りに回転させる。テーブル部11は、さらにZ軸方向に沿って基台部100を移動させてよい。

【0034】

積層ヘッド12は、基台部100に向けて粉末材料を噴射し、さらに噴射した粉末材料にレーザ光を照射することにより粉末を溶融させて、溶融した粉末を基台部100上で固化させて成形層を形成する。積層ヘッド12に導入される粉末は、三次元形状物の原料となる材料の粉末である。実施形態1において、粉末は、例えば鉄、銅、アルミニウム又はチタン等の金属材料などを用いることができる。なお、粉末としては、セラミック等の金属材料以外の材料を用いてもよい。積層ヘッド12は、ベッド10のZ軸方向の上側の面に対面する位置に設けられており、テーブル部11と対面している。積層ヘッド12は、Z軸方向の下部にノズル23が設置されている。積層ヘッド12は、本体66にノズル23が装着されている。

【0035】

10

20

30

40

50

図4は、積層ヘッド12のノズル23の一例を示す断面図である。図4に示すように、ノズル23は、外管61と、外管61の内部に挿入された内管62とを有する二重管である。外管61は、管状の部材であり、先端(Z軸方向下側)に向かって径が小さくなっている。内管62は、外管61の内部に挿入されている。内管62も、管状の部材であり、先端(Z軸方向下側)に向かって径が小さくなる形状である。外管61は、その内周と内管62の外周との間ににおいて、粉末材料(粉末)Pの通過する粉末流路63を構成する。内管62は、その内周面側にレーザ光の通過するレーザ経路64を構成する。ここで、ノズル23が装着されている本体66は、ノズル23と同様に二重管であり、粉末流路63とレーザ経路64も同様に形成されている。積層ヘッド12は、レーザ経路64の周囲を囲うように粉末流路63が配置されている。実施形態1では、粉末流路63が、粉末を噴射する粉末噴射部となる。積層ヘッド12は、粉末導入部35から導入された粉末Pが粉末流路63を流れ、外管61と内管62との間の先端の開口部である粉末噴射口部65aから噴射される。

【0036】

また、実施形態1においては、レーザ経路64が光照射部となる。積層ヘッド12は、レーザ経路64に、光源67と光ファイバ68と集光部69とを有する。光源67は、レーザ光を出力する。光ファイバ68は、光源67から出力されたレーザをレーザ経路64に案内する。集光部69は、レーザ経路64に配置され、光ファイバ68から出力されたレーザの光路に配置されている。集光部69は、光ファイバ68から出力されたレーザ光Lを集光する。集光部69で集光されたレーザ光Lは、内管62の先端の開口部であるレーザ照射口部65bから出力される。積層ヘッド12は、集光部69を本体66に配置したが、集光部69の一部または全部をノズル23に配置してもよい。ノズル23に集光部69の一部または全部を配置した場合、ノズル23を交換することで、焦点位置を異なる位置とすることができます。

【0037】

積層ヘッド12は、粉末流路63から粉末Pを噴射し、レーザ経路64からレーザ光Lを出力する。積層ヘッド12から噴射された粉末Pは、積層ヘッド12から出力されたレーザ光Lが照射される領域に侵入し、レーザ光Lによって加熱される。レーザ光Lが照射された粉末Pは溶融した後、基台部100上に到達する。溶融した状態で基台部100上に到達した粉末Pは、冷却されて固化する。これにより、基台部100上に成形層を形成する。

【0038】

ここで、実施形態1の積層ヘッド12は、光源67から出力されたレーザ光Lを光ファイバ68で案内した光ファイバはなくてもよい。また、集光部69は、本体66に設けてもノズル23に設けても、両方に設けてもよい。実施形態1の積層ヘッド12は、効果的に加工ができるため、粉末Pを噴射する粉末流路63と、レーザ光Lを照射するレーザ経路64とを同軸に設けたがこれに限定されない。積層ヘッド12は、粉末Pを噴射する機構とレーザ光Lを照射する機構とを別体としてもよい。実施形態1の積層ヘッド12は、粉体材料にレーザ光Lを照射したが、粉体材料を溶解または焼結させることができればよく、レーザ光以外の光ビームを照射してもよい。

【0039】

機械加工部13は、例えば成形層等を機械加工する。図1に示すように、機械加工部13は、ベッド10のZ軸方向の上側の面に対面する位置に設けられており、テーブル部11と対面している。機械加工部13は、Z軸方向の下部側の端部に工具22が装着されている。なお、機械加工部13は、ベッド10よりもZ軸方向上側で、テーブル部11による基台部100の移動可能範囲に設けられていればよく、配置位置は実施形態1の位置に限られない。

【0040】

図5は、制御装置20の構成を示す模式図である。制御装置20は、三次元積層装置1の各部と電気的に接続されており、三次元積層装置1の各部の動作を制御する。制御装置

10

20

30

40

50

20は、三次元積層室2や予備室3の外部に設置されている。制御装置20は、図5に示すように、入力部71と、制御部72と、記憶部73と、出力部74と、通信部75と、を有する。入力部71と、制御部72と、記憶部73と、出力部74と、通信部75と、の各部は電気的に接続されている。

【0041】

入力部71は、例えば操作パネルである。作業者は、入力部71に情報や指令等を入力する。制御部72は、例えばCPU(Central Processing Unit)及びメモリである。制御部72は、三次元積層装置1の各部に、三次元積層装置1の各部の動作を制御する指令を出力する。また、制御部72には、三次元積層装置1の各部からの情報等が入力される。記憶部73は、例えば、例えばRAM(Random Access Memory)又はROM(Read Only Memory)等の記憶装置である。記憶部73には、制御部72で実行されることで各部の動作を制御する三次元積層装置1の運転プログラムや、三次元積層装置1の情報、又は三次元形状物の設計情報等が記憶される。出力部74は、例えばディスプレイである。出力部74は、例えば三次元積層装置1の各部からの情報等を表示する。通信部75は、例えばインターネット又はLAN(Local Area Network)等のような通信回線と通信して、通信回線との間で情報をやり取りする。なお、制御装置20は、少なくとも制御部72及び記憶部73を有していればよい。制御装置20は、制御部72及び記憶部73を有していれば、三次元積層装置1の各部に指令を出力することができる。

【0042】

形状計測部30は、積層ヘッド収納室4に固定されている。形状計測部30は、積層ヘッド12に隣接して配置されている。形状計測部30は、基台部100上に形成された成形層の表面形状を計測する。形状計測部30は、例えば3Dスキャナや相対距離を計測する装置を用いることができる。形状計測部30は、例えば基台部100上の成形層の表面にレーザ光をスキャニング(走査)させ、その反射光から成形層の表面の位置情報を算出することにより、成形層の表面形状を計測する。また、実施形態1において、形状計測部30は、積層ヘッド収納室4に取付けられているが、基台部100上に形成された成形層の表面形状を計測できればよく、別の位置に取り付けられてもよい。

【0043】

加熱ヘッド31は、基台部100上の成形層又は溶融した粉末P等を加熱する。加熱ヘッド31は、積層ヘッド収納室4に固定されている。加熱ヘッド31は、積層ヘッド12に隣接して配置されている。加熱ヘッド31は、例えば、レーザ光、赤外光や電磁波を照射し、成形層又は溶融した粉末Pを加熱する。加熱ヘッド31で成形層又は溶融した粉末Pを加熱することで、成形層又は溶融した粉末Pの温度を制御することができる。これにより、成形層又は溶融した粉末Pの急激な温度低下を抑制したり、粉末Pが溶融しやすい雰囲気(高い温度環境)を形成したりすることができる。なお、加熱ヘッド31は、例えば成形層表面の温度を計測する温度センサをさらに設け、温度センサの計測結果に基づいて、加熱を制御してもよい。

【0044】

機械加工部計測部32は、機械加工部13の工具22の先端の位置を計測する。機械加工部計測部32は、撮像によって機械加工部13の工具22の先端の位置を計測する。従って、機械加工部計測部32は、機械加工部13を作動させながら工具22の先端の位置を計測することができる。ただし、機械加工部計測部32は、撮像によるものに限られず、例えばレーザ光によって機械加工部13の工具22の先端位置を計測するものであってもよい。

【0045】

工具交換部33は、三次元積層室2の内部に配置されている。工具交換部33は、機械加工部13に装着される工具22を交換する。工具交換部33は、工具22を保持していない部分を機械加工部13と対面する位置に移動させる。その後、工具交換部33は、機械加工部13と対面する位置に工具22を把持していない部分に移動させる。その後、機械加工部13に装着されている工具22を取り外す処理を実行する。その後、機械加工部

10

20

30

40

50

13に装着する別の工具22を把持している部分を機械加工部13に対面する位置に移動させ、機械加工部13に別の工具22を取り付ける。このように、工具交換部33は、機械加工部13の工具22を着脱することにより、機械加工部13の工具22を交換することができる。なお、工具交換部33は、機械加工部13の工具22を交換することができれば、この構成に限られない。

【0046】

ノズル交換部34は、三次元積層室2の内部に配置されている。ノズル交換部34は、積層ヘッド12に装着されるノズル23を交換する。ノズル交換部34は、工具交換部33と同様の構造を用いることができる。

【0047】

粉末導入部35は、積層ヘッド12に三次元形状物の原料となる粉末材料を積層ヘッド12に導入する。図6A及び図6Bは、それぞれ粉末導入部の一例を示す模式図である。図6Aに示すように、実施形態1において、粉末はカートリッジ83に封入された状態で管理される。すなわち、粉末は、例えば材料の種類毎にカートリッジ83内に封入されて出荷される。カートリッジ83には材料表示部84が設けられる。材料表示部84は、例えば材料の種類などの粉末の情報を示す表示である。材料表示部84は、目視で確認できる情報に限定されず、ICチップ、二次元コード又はマーク等、読み取り器で読み取ることで情報を取得できる表示であってもよい。材料表示部84は、粉末の材料の種類を示すことができれば、これらに限られない。材料表示部84は、粉末の材料の種類以外にも、例えば粉末の粒度、重量、純度又は酸化物被膜等の、三次元形状物製造の上で必要な粉末の情報を示すことができる。また、材料表示部84は、粉末が正規品であるか否かを示す情報を含んでいてもよい。

10

【0048】

粉末導入部35は、粉末収納部81及び粉末識別部82を有する。粉末収納部81は、例えば箱状の部材であり、内部にカートリッジ83を収納する。粉末収納部81は、粉末を搬出するための搬送空気供給部や、粉末を積層ヘッド12に搬送する搬送経路が接続されている。粉末収納部81は、カートリッジ83が収納された場合、カートリッジ83に貯留されている粉末を積層ヘッド12に導入する。粉末識別部82は、粉末収納部81にカートリッジ83が収納されたことを検出したら、カートリッジ83の材料表示部84を読み取り、カートリッジ83に貯留されている粉末の情報を読み取る。粉末導入部35は、粉末識別部82で粉末の情報を取得することで、積層ヘッド12に既知の粉末を供給することができる。

20

【0049】

ここで、粉末導入部35は、カートリッジ83内に封入された状態で管理されていない粉末を積層ヘッド12に供給するようにしてもよい。図6Bは、粉末がカートリッジに封入されない場合の粉末導入部35Aを示している。粉末導入部35Aは、粉末収納部81Aと、粉末識別部82Aと、粉末収納部81Aと粉末識別部82Aとを繋げる粉末案内管89とを有する。粉末収納部81Aは、例えば箱状の部材であり、内部に粉末Pを収納する。粉末識別部82Aは、粉末案内管89を介して供給された粉末を分析し、粉末の材料の種類、粒度、重量、純度又は酸化物被膜等の、三次元形状物製造の上で必要な粉末の情報を計測する。粉末識別部82Aとしては、分光分析により粉末の材料を識別する分光分析装置、粒度分析により粉末の粒度を計測する粒度分析装置、粉末の重量を計測する重量計等を用いることができる。粉末識別部82Aは、例えば計測した粉末の材料の種類、粒度及び重量等から、粉末の純度を計測する。また、粉末識別部82Aは、例えば導電率により、粉末の酸化物被膜を計測する。粉末導入部35Aも、粉末識別部82Aで粉末の情報を取得することで、積層ヘッド12に既知の粉末を供給することができる。

30

【0050】

基台移動部36は、予備室3に配置されている。基台移動部36は、基台部100aを予備室3内から三次元積層室2内に移動させ、三次元積層室2内の基台部100を予備室3内に移動させる。基台移動部36は、外部から予備室3内に搬入された基台部100a

40

50

が取付けられる。基台移動部 3 6 は、取付けられた基台部 1 0 0 a を予備室 3 から三次元積層室 2 内に搬入する。より詳しくは、基台移動部 3 6 は、基台移動部 3 6 に取付けられた基台部 1 0 0 a を、三次元積層室 2 内に移動させて、回転テーブル部 1 7 に取付ける。基台移動部 3 6 は、例えばロボットアームや直交軸搬送装置により、基台部 1 0 0 を移動させる。

【 0 0 5 1 】

気体排出部 3 7 は、例えば真空ポンプであり、三次元積層室 2 内の空気を排出する。気体導入部 3 8 は、三次元積層室 2 内に所定成分のガス、例えばアルゴン、窒素等の不活性ガスを導入する。三次元積層装置 1 は、気体排出部 3 7 により三次元積層室 2 の空気を排出し、気体導入部 3 8 により三次元積層室 2 に所定成分の気体、例えばアルゴン、窒素等の不活性ガスを導入する。これにより、三次元積層装置 1 は、三次元積層室 2 内を所望するガス雰囲気にすることができる。ここで、実施形態 1 において、気体導入部 3 8 は、気体排出部 3 7 よりも Z 軸方向下方に設けられる。三次元積層装置 1 は、気体導入部 3 8 を気体排出部 3 7 よりも Z 軸方向下方に設けることで、空気中の酸素等の気体よりも比重が高いアルゴン等を導入するガスとして用いた場合、三次元積層室 2 内に好適にアルゴンガスを満たすことができる。なお、導入するガスを空気よりも軽いガスとする場合、配管の配置を逆にすればよい。また、気体排出部 3 7 は、三次元積層室 2 内の空気以外の気体を排出してもよい。

【 0 0 5 2 】

粉末回収部 3 9 は、積層ヘッド 1 2 の粉末噴射口部 6 5 a から噴射された粉末 P であって、成形層を形成しなかった粉末 P を回収する。粉末回収部 3 9 は、三次元積層室 2 内の気体を吸引して、気体に含まれる粉末 P を回収する。積層ヘッド 1 2 から噴射された粉末 P は、レーザ光 L により溶融固化して、成形層を形成する。しかし、粉末 P の一部は、例えばレーザ光 L が照射されないことで、そのまま三次元積層室 2 内に残る場合がある。また、機械加工部 1 3 により切削されて成形層から排出された切粉が三次元積層室 2 に残る。粉末回収部 3 9 は、三次元積層室 2 に残った粉末 P や切粉を回収する。粉末回収部 3 9 は、ブラシ等機械的に粉末を回収する機構を備えていてもよい。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、粉末回収部 3 9 の一例を示す模式図である。図 7 に示すように、粉末回収部 3 9 は、導入部 8 5 と、サイクロン部 8 6 と、気体排出部 8 7 と、粉末排出部 8 8 とを有する。導入部 8 5 は、例えば管状の部材であり、一方の端部が例えば三次元積層室 2 内に接続されている。サイクロン部 8 6 は、例えば中空の円錐台形状の部材であり、例えば鉛直方向下方に向かって径が小さくなる。導入部 8 5 の他方の端部は、サイクロン部 8 6 の外周の接線方向に沿って、サイクロン部 8 6 に接続されている。気体排出部 8 7 は、管状の部材であり、一方の端部がサイクロン部 8 6 の鉛直方向上方の端部に接続されている。粉末排出部 8 8 は、管状の部材であり、一方の端部がサイクロン部 8 6 の鉛直方向下方の端部に接続されている。

【 0 0 5 4 】

気体排出部 8 7 の他方の端部には、例えば気体を吸引するポンプが接続されている。従って、気体排出部 8 7 は、サイクロン部 8 6 から気体を吸引して、サイクロン部 8 6 を負圧にする。サイクロン部 8 6 は負圧になるため、導入部 8 5 は、三次元積層室 2 から気体を吸引する。導入部 8 5 は、三次元積層室 2 内の気体と共に、成形層を形成しなかった粉末 P を吸引する。導入部 8 5 は、サイクロン部 8 6 の外周の接線方向に沿って、サイクロン部 8 6 に接続されている。従って、導入部 8 5 に吸引された気体及び粉末 P は、サイクロン部 8 6 の内周に沿って旋回する。粉末 P は、気体よりも比重が高いため、サイクロン部 8 6 の内周の放射方向外側に遠心分離される。粉末 P は、自重により延伸方向下方の粉末排出部 8 8 に向かい、粉末排出部 8 8 から排出される。また、気体は気体排出部 8 7 により排出される。

【 0 0 5 5 】

粉末回収部 3 9 は、このようにして成形層を形成しなかった粉末 P を回収する。また、

10

20

30

40

50

実施形態 1 における粉末回収部 3 9 は、粉末 P を比重毎に分けて回収してもよい。例えば比重が低い粉末は、自重が小さいため、粉末排出部 8 8 に向かわずに、気体排出部 8 7 に吸引される。従って、粉末回収部 3 9 は、比重毎に粉末 P を分別して回収することができる。なお、粉末回収部 3 9 は、成形層を形成しなかった粉末 P を回収することができれば、このような構成に限られない。

【 0 0 5 6 】

次に、三次元積層装置 1 による三次元形状物の製造方法について説明する。図 8 は、実施形態 1 に係る三次元積層装置 1 による三次元形状物の製造方法を示す模式図である。また、図 8 に示す製造方法は、制御装置 2 0 が各部の動作を制御することで実行することができる。実施形態 1 においては、台座 9 1 上に三次元形状物を製造する場合として説明する。
10 台座 9 1 は、例えば金属製の板状部材であるが、上部に三次元形状物が製造されるものであれば、形状及び材料は任意である。台座 9 1 は、基台部 1 0 0 上に取付けられる。基台部 1 0 0 は、台座 9 1 と共に、テーブル部 1 1 の回転テーブル部 1 7 に固定される。なお、台座 9 1 を基台部 1 0 0 とすることもできる。

【 0 0 5 7 】

制御装置 2 0 は、ステップ S 1 に示すように、テーブル部 1 1 により、基台部 1 0 0 上の台座 9 1 が積層ヘッド 1 2 の Z 軸方向下方に配置されるように、基台部 1 0 0 を移動させる。

【 0 0 5 8 】

次に、制御装置 2 0 は、ステップ S 2 に示すように、粉末導入部 3 5 から積層ヘッド 1 2 に粉末を導入し、積層ヘッド 1 2 から気体と共に粉末 P を噴射しつつ、レーザ光 L を照射する。粉末 P は、所定の収束径をもって、基台部 1 0 0 上の台座 9 1 に向かって噴射される。レーザ光 L は、積層ヘッド 1 2 と台座 9 1 との間において、所定のスポット径をもって粉末 P に照射される。ここで、粉末 P の収束径の Z 軸方向での位置に対するレーザ光 L のスポット径の Z 軸方向での位置および粉末 P の収束径の Z 軸方向での位置におけるスポット径は、例えば集光部 4 9 の位置を動かすことにより制御することができる。
20

【 0 0 5 9 】

制御装置 2 0 は、積層ヘッド 1 2 によりレーザ光 L を照射しつつ粉末 P を噴射することで、ステップ S 3 に示すように、粉末 P がレーザ光 L の照射により溶融する。溶融した粉末 P は、溶融体 A として、基台部 1 0 0 上の台座 9 1 に向かって Z 軸方向下方へ落下する。
30

【 0 0 6 0 】

Z 軸方向下方へ落下した溶融体 A は、基台部 1 0 0 上の台座 9 1 の所定の位置に到達する。台座 9 1 上の溶融体 A は、台座 9 1 上の所定の位置で、例えば放冷されることにより冷却される。冷却された溶融体 A は、ステップ S 4 に示すように、台座 9 1 上で固化体 B として固化される。

【 0 0 6 1 】

制御装置 2 0 は、テーブル部 1 1 で基台部 1 0 0 上を所定の位置に移動させつつ、ステップ S 2 からステップ S 4 に示す手順で積層ヘッド 1 2 により固化体 B を基台部 1 0 0 上に形成する。これらの手順を繰り返すことにより、ステップ S 5 に示すように、固化体 B は、台座 9 1 上で所定の形状を有する成形層 9 2 を形成する。
40

【 0 0 6 2 】

制御装置 2 0 は、ステップ S 6 に示すように、台座 9 1 に形成された成形層 9 2 が機械加工部 1 3 の Z 軸方向下方に配置されるように、テーブル部 1 1 により基台部 1 0 0 の台座 9 1 を移動させる。さらに、制御装置 2 0 は、機械加工部 1 3 により、成形層 9 2 を機械加工する。制御装置 2 0 は、機械加工部 1 3 による機械加工を実施するか否かを選択し、不要な場合は実行しなくてもよい。従って、ステップ S 6 に示す機械加工は、制御装置 2 0 の指令によっては、実施されない場合がある。

【 0 0 6 3 】

次に、制御装置 2 0 は、ステップ S 7 に示すように、台座 9 1 に形成された成形層 9 2
50

が積層ヘッド 12 の Z 軸方向下方に配置されるように、テーブル部 11 により基台部 100 の台座 91 を移動させる。そして、ステップ S2 からステップ S6 に示す手順を繰り返し、成形層 92 の上に成形層 93 が順次積層され、三次元形状物が製造される。

【0064】

以上を纏めると、実施形態 1 に係る三次元積層装置 1 は、次のように三次元形状物を製造する。積層ヘッド 12 の粉末噴射部 63 は、粉末 P を基台部 100 上の台座 91 に向かって噴射する。また、積層ヘッド 12 の粉末流路 63 は、積層ヘッド 12 と台座 91 との間ににおいて、粉末 P にレーザ光 L を照射する。レーザ光 L が照射された粉末 P は、溶融され、基台部 100 上の台座 91 上で固化されて、成形層 92 を形成する。三次元積層装置 1 は、成形層 92 上に順次成形層 93 を積層し、機械加工部 13 により成形層 92, 93 に適宜機械加工を加えて、三次元形状物を製造する。10

【0065】

実施形態 1 において、三次元形状物は、台座 91 上に製造されたが、三次元形状物は、台座 91 上に製造されなくてもよい。三次元形状物は、例えば基台部 100 上に直接製造されてもよい。また、三次元積層装置 1 は、既存の造形物上に成形層を積層することにより、いわゆる肉盛り溶接を行ってもよい。

【0066】

次に、実施形態 1 に係る三次元積層装置 1 による三次元形状物の製造の詳細な工程について説明する。図 9 は、実施形態 1 に係る三次元積層装置 1 による三次元形状物の製造工程を示すフローチャートである。制御装置 20 は、例えば記憶部 73 内に記憶された三次元形状物の設計情報を読み出す。20

【0067】

次に、制御装置 20 は、気体排出部 37 により三次元積層室 2 内の空気を排出する（ステップ S11）。ここで、三次元積層室 2 は、扉 6 が閉じてあり、予備室 3 と分離されている。また、三次元積層室 2 は、他の外気と連通している部分も閉じられ、密封されている。制御装置 20 は、例えば、気体排出部 37 により空気を排出することで、三次元積層室 2 内の酸素濃度が 100 ppm 以下、好ましくは 10 ppm 以下とする。制御装置 20 は、三次元積層室 2 内の酸素濃度が 100 ppm 以下とすることで、不活性状態とすることができます、10 ppm 以下とすることで、より確実に不活性状態とすることができます。30

【0068】

次に、台座 91 を有する基台部 100 を予備室 3 内の基台移動部 36 に取付ける（ステップ S12）。なお、三次元積層装置 1 は、ステップ S12 の処理を、ステップ S11 の処理よりも先に行ってもよい。

【0069】

制御装置 20 は、予備室 3 内の基台移動部 36 が取付けられたら、予備室 3 の扉 7 を閉じ、予備室気体排出部 25 により、予備室 3 内の空気を排出する（ステップ S13）。制御装置 20 は、予備室気体排出部 25 で空気を排出することで、予備室 3 内の酸素濃度を低下させる。予備室 3 内の酸素濃度は、例えば三次元積層室 2 内と同じ酸素濃度になることが好ましい。

【0070】

制御装置 20 は、予備室 3 の空気の排出が完了したら、三次元積層室 2 の扉 6 を開き、基台移動部 36 により三次元積層室 2 内の回転テーブル部 17 に基台部 100 を取付ける（ステップ S14）。基台部 100 は、回転テーブル部 17 に固定される。制御装置 20 は、基台部 100 を回転テーブル部 17 に取り付けたら、基台移動部 36 を予備室 3 内に戻し、扉 6 を閉じる。40

【0071】

制御装置 20 が、基台部 100 を回転テーブル部 17 にセットしたら、気体導入部 38 により三次元積層室 2 内にガスを導入する（ステップ S15）。制御装置 20 は、気体導入部 38 により、三次元積層室 2 内を、導入したガス雰囲気にする。実施形態 1 において、気体導入部 38 が導入するガスは、窒素若しくはアルゴン等の不活性ガスである。気体50

導入部 3 8 は、三次元積層室 2 内の残留酸素濃度が 100 ppm 以下となるように、不活性ガスを導入する。

【 0 0 7 2 】

また、三次元積層装置 1 は、粉末材料の種類によっては、ステップ S 1 1 , ステップ S 1 3 , ステップ S 1 5 を省略してもよい。例えば粉末材料の酸化によても三次元形状物の品質等が問題にならない場合は、これらのステップを省略し、三次元積層室 2 及び予備室 3 を大気雰囲気にしてよい。また、ステップ S 1 3 及びステップ S 1 5 は、ステップ S 1 6 以降においても継続して行われていてよい。すなわち、気体排出部 3 7 は、三次元形状物を製造している間、三次元積層室 2 から空気を適宜排出してもよい。また気体導入部 3 8 は、三次元形状物を製造している間、三次元積層室 2 内に適宜不活性ガスを導入してもよい。10

【 0 0 7 3 】

制御装置 2 0 は、三次元積層室 2 への不活性ガスの導入が完了したら、基台部 1 0 0 上の台座 9 1 について機械加工を行うかを判断する（ステップ S 1 6）。例えば、制御装置 2 0 は、形状計測部 3 0 に台座 9 1 の表面形状を計測させる。制御装置 2 0 は、形状計測部 3 0 の計測結果に基づき、台座 9 1 について機械加工を行うかを判断する。制御装置 2 0 は、例えば、台座 9 1 の表面粗さが所定の値より大きかった場合、台座 9 1 の機械加工を行うと判断する。ただし、制御装置 2 0 による台座 9 1 の機械加工の要否判断は、これに限られず、形状計測部 3 0 の計測結果によらなくてもよい。制御装置 2 0 は、例えば、記憶部 7 3 内に台座 9 1 の情報を記憶させておき、台座 9 1 の情報と三次元形状物の設計情報とから、台座 9 1 の加工要否を判断してもよい。また、制御装置 2 0 は、常に台座 9 1 を加工する設定としてもよい。20

【 0 0 7 4 】

制御装置 2 0 は、台座 9 1 の機械加工が必要であると判断した場合（ステップ S 1 6 で Yes）、機械加工部 1 3 により、所定の条件で台座 9 1 の機械加工を行う（ステップ S 1 7）。制御装置 2 0 は、例えば形状計測部 3 0 による台座 9 1 の形状計測結果、又は台座 9 1 の情報と三次元形状物の設計情報と等に基づき、台座 9 1 の機械加工の条件を決定する。

【 0 0 7 5 】

制御装置 2 0 は、台座 9 1 の加工が必要でないと判断した場合（ステップ S 1 6 で No）、または、所定の条件で台座 9 1 の機械加工を行った場合、例えば記憶部 7 3 から読み出した三次元形状物の設計情報に基づき、成形層の形成条件を決定する（ステップ S 1 8）。成形層の形成条件とは、例えば、成形層の各層の形状、粉末 P の種類、粉末 P の噴射速度、粉末 P の噴射圧力、レーザ光 L の照射条件、粉末 P の収束径とレーザ光 L のスポット径と成形層表面との位置関係、気中で溶融した粉末 P の寸法、温度、形成中の成形層表面に形成される溶融プールの寸法、冷却速度、又はテーブル部 1 1 による基台部 1 0 0 の移動速度等、成形層を形成する上で必要な条件である。30

【 0 0 7 6 】

制御装置 2 0 は、成形層の形成条件を決定したら、積層ヘッド 1 2 により、粉末 P を基台部 1 0 0 上の台座 9 1 に向かって噴射し、レーザ光 L の照射を開始する（ステップ S 1 9）。制御装置 2 0 は、粉末 P を噴射しつつ、レーザ光 L を照射することで、レーザ光 L により粉末 P を溶融し、溶融した粉末 P を固化することができ、台座 9 1 上に固化体 B が形成する。40

【 0 0 7 7 】

制御装置 2 0 は、粉末 P を噴射しつつ、レーザ光 L を照射し、テーブル部 1 1 により基台部 1 0 0 を移動させることで、台座 9 1 上に成形層 9 2 を形成する（ステップ S 2 0）。制御装置 2 0 は、加熱ヘッド 3 1 により、成形層 9 2 を加熱したり、固化体 B が付着する前の部分を加熱したりしてもよい。

【 0 0 7 8 】

制御装置 2 0 は、成形層 9 2 を形成したら、成形層 9 2 に機械加工が必要かを判断する50

(ステップS21)。制御装置20は、例えば形状計測部30に、成形層92の表面形状を計測させる。制御装置20は、形状計測部30の計測結果に基づき、成形層92の機械加工の要否を判断する。例えば、制御装置20は、成形層92の表面粗さが所定の値よりも大きかった場合、成形層92の機械加工を行うと判断する。ただし、成形層92の機械加工の要否判断の基準は、これに限られない。制御装置20は、例えば三次元形状物の設計情報と成形層の形成条件とから、成形層92の機械加工の要否を判断してもよい。例えば、制御装置20は、成形層の形成条件から算出された成形層92の表面粗さが三次元形状物の設計情報に基づく必要な表面粗さよりも大きい場合、成形層92に機械加工が必要であると判断するようにしてもよい。

【0079】

10

制御装置20は、成形層92の機械加工が必要ではないと判断した場合(ステップS21でNo)、ステップS24に進む。制御装置20は、成形層92の機械加工が必要である(ステップS21でYes)と判断した場合、成形層92の機械加工の加工条件を決定する(ステップS22)。例えば、制御装置20は、形状計測部30の計測結果、又は三次元形状物の設計情報と成形層の形成条件と等に基づき、加工条件を決定する。制御装置20は、成形層加工条件を決定したら、機械加工部13により、決定した加工条件に基いて成形層92を機械加工する(ステップS23)。

【0080】

制御装置20は、成形層92の機械加工を行った場合、または、成形層92の機械加工が必要ではないと判断した場合、成形層92の上に更に成形層93を積層する必要があるかを判断する(ステップS24)。制御装置20は、例えば記憶部73から読み出した三次元形状物の設計情報に基づき、成形層92の上に更に成形層93を積層する必要があるかを判断する。

20

【0081】

制御装置20は、成形層93の積層が必要であると判断した場合(ステップS24でYes)、ステップS18に戻って、成形層92上に成形層93を積層する。制御装置20は、成形層93の積層が不要である(ステップS24でNo)と判断した場合、三次元形状物の製造が完了となる。

【0082】

30

三次元積層室2内において例えば酸素又は窒素等の気体濃度が高い場合、粉末Pは、例えば酸化又は窒化等の変質を生じる可能性がある。しかし、実施形態1においては、気体排出部37は、三次元積層室2内の空気を排出し、気体導入部38は、三次元積層室2内に不活性ガスを導入する。従って、実施形態1に係る三次元積層装置1は、粉末Pの変質を抑制し、三次元形状物の品質の低下を抑制することができる。さらに、気体導入部38は、任意の気体を導入することができる。従って、実施形態1に係る三次元積層装置1は、例えば粉末の種類に応じて、最適な気体雰囲気下で、三次元形状物を製造することができる。

【0083】

40

また、実施形態1に係る三次元積層装置1は、積層ヘッド12により成形層を形成する。従って、実施形態1においては、積層ヘッド12の粉末噴射口部65a及びレーザ照射口部65bを含むノズル23を三次元積層室2内に配置している。ここで、積層ヘッド12はZ軸方向に可動する機械である。実施形態1に係る三次元積層装置1は、積層ヘッド12の移動に伴い伸縮しつつ、三次元積層室2内を密封するベローズ18を有する。従って、三次元積層装置1は、三次元積層室2内に積層ヘッド12等の可動する機械を収納する場合においても、三次元積層室2内の気密低下を抑制し、三次元形状物の品質の低下を抑制することができる。さらに、三次元積層装置10は、本実施形態のように、積層ヘッド12を一軸方向にのみ移動する機構とすることで、ベローズ18を一軸方向に伸縮可能に配置すればよくなる。これにより、ベローズ18に係る負荷を少なくしつつ移動に追従して伸縮させることができ、より好適に三次元積層室2内を密封することができる。これにより、積層ヘッド12を多軸方向に移動させる構造にする場合に比べ、装置構成を小さ

50

くすることができ、かつ、密閉性をより維持しやすくすることができる。さらに、ベローズ18は、積層ヘッド12のノズル23のみを三次元積層室2内に配置することができる。従って、三次元積層装置1は、積層ヘッド12の全てを三次元積層室2内に配置させるよりも、三次元積層室2の容積を小さくすることができる。そのため、三次元積層装置1は、三次元積層室2内の気体の排出と所定の気体の導入を容易に行うことができる。また、ベローズ19と機械加工部13との関係も同様である。

【0084】

さらに、三次元積層装置1は、予備室3を有する。予備室3は、三次元積層室2と外部とが直接接続されることを抑制する。従って、予備室3は、例えば三次元積層室2内に基台部100を出し入れする際に、外部から三次元積層室2内に空気が流入したり、三次元積層室2内の不活性ガスが外部に流出したりすることを抑制することができる。そのため、三次元積層装置1は、三次元積層室2内の気体を排出したり、三次元積層室2内に所定の気体を導入したりする時間を短縮することができる。また、基台移動部36は、三次元積層室2の内部に基台部100を移動させる。三次元積層室2は、内部の空気が排出されている場合がある。基台移動部36は、例えば作業者が三次元積層室2の内部に入らなくても、三次元積層室2の内部に基台部100を移動させることができる。

10

【0085】

(実施形態2)

次に、本発明の実施形態2について、図面を参照に説明する。実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、積層ヘッド12にカバー部120を有する点で、実施形態1に係る三次元積層装置1と異なる。実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、他の点において実施形態1に係る三次元積層装置1と同じ構成であるため、重複する部分の説明を省略する。

20

【0086】

図10は、実施形態2に係るカバー部120の一例を示す断面図である。カバー部120は、内部に空間121を形成する箱状の部材である。カバー部120は、基台部100の三次元形状物が製造される箇所を覆う。カバー部120は、カバー部120に接続されるカバー部気体排出部122及びカバー部気体導入部124により、積層ヘッド12から噴射される粉末Pの周囲の気体雰囲気を調整する。

【0087】

図10に示すように、カバー部120は、取付部132と、壁部134と、気体排出用開口部136と、気体導入用開口部138と、開口部140とを有する。

30

【0088】

取付部132は、積層ヘッド12が取り付けられる板状の部材であり、開口部133を有する。壁部134は、取付部132の周方向に沿って設けられる。壁部134は、取付部132の外周から、取付部132の面と交差する方向に向かって端部135まで延在する。壁部134は、端部135の内周において、開口部140を形成する。取付部132と壁部134とに囲まれる部分は、空間121を形成する。

【0089】

気体排出用開口部136は、壁部134に設けられ、空間121とカバー部120の外部とを導通させる。気体導入用開口部138は、壁部134に設けられ、空間121とカバー部120の外部とを導通させる。気体排出用開口部136は、気体導入用開口部138よりも取付部132側に設けられている。ただし、気体排出用開口部136と気体導入用開口部138とは、空間121とカバー部120の外部とを導通させるものであれば、これらの位置に限られない。気体排出用開口部136は、気体導入用開口部138よりも開口部140側に設けられてもよい。また、気体排出用開口部136と気体導入用開口部138とは、例えば取付部132に設けられてもよい。

40

【0090】

気体排出用開口部136は、排出管142を介して、カバー部気体排出部122と接続されている。カバー部気体排出部122は、例えば真空ポンプである。カバー部気体排出部122は、制御装置20によって制御され、カバー部120の空間121内の空気を排

50

出する。カバー部気体排出部 122 は、制御装置 20 によって制御される。カバー部気体排出部 122 は、三次元積層室 2 の外部に設けられているが、例えば三次元積層室 2 内に設けられてもよい。また、カバー部気体排出部 122 は、カバー部 120 の空間 121 内の空気以外の気体を排出してもよい。

【0091】

気体導入用開口部 138 は、導入管 144 を介して、カバー部気体導入部 124 と接続されている。カバー部気体導入部 124 は、制御装置 20 によって制御され、カバー部 120 の空間 121 内に所定成分の気体、例えばアルゴン、窒素等の不活性ガスを導入する。実施形態 2 においては、カバー部気体導入部 124 は、三次元積層室 2 内に導入される気体と同じ気体が導入される。カバー部気体導入部 124 は、三次元積層室 2 の外部に設けられているが、例えば三次元積層室 2 内に設けられてもよい。なお、カバー部 120 の空間 121 内には、三次元積層室 2 内に導入される気体と異なる気体が導入されてもよい。

10

【0092】

カバー部 120 は、積層ヘッド 12 に取付けられる。より詳しくは、カバー部 120 は、取付部 132 の開口部 133 を介して、空間 121 に積層ヘッド 12 のノズル 23 を収納するように、積層ヘッド 12 に取付けられる。積層ヘッド 12 と取付部 132 の開口部 133 とは、互いに密封されている。カバー部 120 は、積層ヘッド 12 に取付けされることにより、Z 軸方向下部に向かって、開口部 140 を開口させる。次に、カバー部 120 により粉末 P の周囲の気体雰囲気を調整する方法について説明する。

20

【0093】

図 11 は、実施形態 2 に係るカバー部 120 により粉末 P の周囲の気体雰囲気を調整する工程を示すフローチャートである。制御装置 20 は、三次元積層室 2 内の空気を排出し、三次元積層室 2 内に不活性ガスを導入する。次に、制御装置 20 は、テーブル部 11 により、カバー部 120 が基台部 100 上の台座 91 を覆うように、基台部 100 を移動させる（ステップ S31）。カバー部 120 の端部 135 は、基台部 100 の Z 軸方向上方に位置する。カバー部 120 は、積層ヘッド 12 とともに移動するため、制御装置 20 は、カバー部 120 の端部 135 と基台部 100 とを互いに接触せずに、空間 137 を形成させている。なお、カバー部 120 は、基台部 100 の三次元形状物が製造される箇所を覆えば、台座 91 の全体を覆わなくてもよい。例えば、カバー部 120 は、台座 91 の Z 軸方向上方の面のみを覆ってもよい。なお、ステップ S31 において、制御装置 20 は、カバー部 120 が基台部 100 上の台座 91 を覆うように、積層ヘッド 12 を Z 軸方向に移動させてもよい。

30

【0094】

制御装置 20 が、カバー部 120 が台座 91 を覆うように基台部 100 を移動させたら、制御装置 20 は、カバー部気体排出部 122 によりカバー部 120 内の空間 121 内の空気を排出する（ステップ S32）。制御装置 20 は、例えば、カバー部気体排出部 122 によりにより空気を排出することで、カバー部 120 内の酸素濃度が 100 ppm 以下、好ましくは 10 ppm 以下とする。制御装置 20 は、カバー部 120 内の酸素濃度を 100 ppm 以下とすることで、不活性状態とすることができる、10 ppm 以下とすることで、より確実に不活性状態とすることができます。

40

【0095】

制御装置 20 がカバー部 120 の空間 121 内の空気を排出させたら、制御装置 20 は、カバー部気体導入部 124 により、カバー部 120 内の空間 121 内に不活性ガスを導入する（ステップ S33）。制御装置 20 は、カバー部気体導入部 124 により、カバー部 120 内の空間 121 内を、導入した不活性ガス雰囲気にする。実施形態 2 において、カバー部気体導入部 124 が導入するガスは、気体導入部 38 により三次元積層室 2 内に導入されるガスと同じ窒素もしくはアルゴン等の不活性ガスである。気体導入部 38 は、三次元積層室 2 内の残留酸素濃度が 100 ppm 以下となるように、不活性ガスを導入する。

50

【0096】

制御装置20がカバー部120の空間121内に不活性ガスを導入したら、制御装置20は、積層ヘッド12により、三次元形状物を製造する（ステップS34）。すなわち、制御装置20は、制御装置20がカバー部120の空間121内に不活性ガスを導入した後に、三次元形状物の製造を開始する。台座91が空間121内に収納されているため、成形層92は、不活性ガス雰囲気下の空間121内で形成される。三次元形状物の製造が完了すれば、この工程は終了する。なお、ステップS32及びステップS33は、ステップS34においても継続して行われる。すなわち、制御装置20は、三次元形状物を製造している間、カバー部気体排出部122によりカバー部120内の空間121内の空気を排出し続ける。また、制御装置20は、三次元形状物を製造している間、カバー部120内の空間121内に適宜不活性ガスを導入し続ける。ただし、制御装置20は、例えば空間121内の酸素濃度及び不活性ガス濃度に応じて、空間121内の空気を適宜排出させ、空間121内に不活性ガスを適宜導入してもよい。10

【0097】

このように、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、カバー部120を有する。カバー部120は、台座91を覆い、台座91が収納される空間121内の空気を排出し、空間121内に不活性ガスを導入する。すなわち、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、三次元積層室2内を不活性ガス雰囲気下にした上で、さらに、成形層92が形成される箇所から、空気を排出して不活性ガスを導入する。従って、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、成形層92の周囲をより好適に不活性ガス雰囲気下にすることができる。そのため、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、粉末Pの変質を抑制し、三次元形状物の品質の低下を抑制することができる。さらに、カバー部気体導入部124は、任意の気体を導入することができる。従って、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、例えば粉末の種類に応じて、最適な気体雰囲気下で、三次元形状物を製造することができる。20

【0098】

また、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、三次元形状物を製造している間、カバー部120内の空気を排出し、不活性ガスを導入させる。従って、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、カバー部120の端部135と基台部100との間に空間137が形成されていても、カバー部120内を好適に不活性ガス雰囲気下にすることができる。

【0099】

また、気体導入用開口部138は、気体排出用開口部136よりもZ軸方向下方に設けられる。三次元積層装置1Aは、気体導入用開口部138を気体排出用開口部136よりもZ軸方向下方に設けることで、空気中の酸素等の気体よりも比重が高いアルゴン等を導入するガスとして用いた場合、カバー部120内に好適にアルゴンガスを満たすことができる。なお、導入するガスを空気よりも軽いガスとする場合、気体導入用開口部138と気体排出用開口部136との配置を逆にすればよい。30

【0100】

カバー部120内に空気中の酸素等の気体よりも比重が高いアルゴンガスなどを導入する場合、気体導入用開口部138は台座91よりZ軸方向上方に形成されていることが望ましい。空気中の酸素等の気体よりも比重が高いアルゴンガスは、Z軸方向下方に移動しやすい。気体導入用開口部138が台座91よりZ軸方向上方に設けられていることにより、実施形態2に係る三次元積層装置1Aは、導入したアルゴンガスを成形層92の周囲により好適に移動させることができる。なお、導入するガスを空気よりも軽いガスとする場合、気体導入用開口部138は台座91よりZ軸方向下方に形成されていることが望ましい。40

【0101】

以上、本発明の実施形態を説明したが、これらの実施形態の内容によりこれらの実施形態が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、前述した実施形態等の要旨を逸脱50

しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。さらに、前述した実施形態等の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。例えば、本実施形態に係る三次元積層装置1は、積層ヘッド12により粉末Pを噴射して、粉末Pにレーザ光Lを照射する構成に限られない。三次元積層装置1は、粉末Pを供給して粉末Pにレーザ光Lを照射することにより成形層を形成し、成形層に適宜機械加工を加えることができればよい。例えば、三次元積層装置1は、粉末供給部により粉末層を形成し、粉末層の一部にレーザ光Lを照射して粉末を焼結させることにより、成形層を形成するものであってもよい。また、例えば、三次元積層装置は、制御装置20をインターネット等の通信回線を通じて外部の機器と接続され、外部の機器から入力される指示に基づいて加工条件、例えば成形層の形成条件を変更、設定してもよい。つまり、三次元積層装置は、通信回線を用いて通信し、外部の機器から加工条件を変更できるようにしてもよい。

10

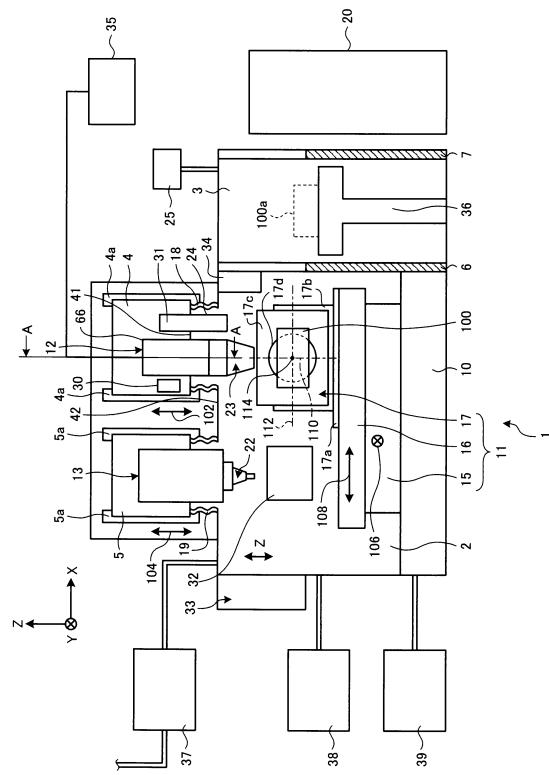
【符号の説明】

【0102】

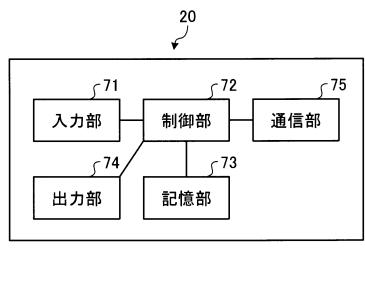
| | | |
|----------------|----------|----|
| 1 | 三次元積層装置 | |
| 2 | 三次元積層室 | |
| 3 | 予備室 | |
| 4 | 積層ヘッド収納室 | |
| 4 a、5 a | Z軸スライド部 | 20 |
| 5 | 機械加工部収納室 | |
| 6、7 | 扉 | |
| 10 | ベッド | |
| 11 | テーブル部 | |
| 12 | 積層ヘッド | |
| 13 | 機械加工部 | |
| 15 | Y軸スライド部 | |
| 16 | X軸スライド部 | |
| 17 | 回転テーブル部 | |
| 18、19 | ベローズ | |
| 20 | 制御装置 | 30 |
| 22 | 工具 | |
| 23 | ノズル | |
| 25 | 予備室気体排出部 | |
| 30 | 形状計測部 | |
| 31 | 加熱ヘッド | |
| 32 | 機械加工部計測部 | |
| 33 | 工具交換部 | |
| 34 | ノズル交換部 | |
| 35、35 A | 粉末導入部 | |
| 36 | 基台移動部 | 40 |
| 37 | 気体排出部 | |
| 38 | 気体導入部 | |
| 39 | 粉末回収部 | |
| 41、42 | 面 | |
| 43、44、45 | 開口部 | |
| 50 | 空間 | |
| 51 | ベローズ部 | |
| 53 | ガイド部 | |
| 53 a、53 b、53 c | サブガイド部 | |
| 55 | 山部 | 50 |

| | | |
|-------------------------------|-----------|----|
| 5 6 | 谷部 | |
| 5 8 a , 5 8 b , 5 9 b , 5 9 c | 可動部 | |
| 6 1 | 外管 | |
| 6 2 | 内管 | |
| 6 3 | 粉末流路 | |
| 6 4 | レーザ経路 | |
| 6 5 a | 粉末噴射口部 | |
| 6 5 b | レーザ照射口部 | |
| 6 6 | 本体 | 10 |
| 6 7 | 光源 | |
| 6 8 | 光ファイバ | |
| 6 9 | 集光部 | |
| 7 1 | 入力部 | |
| 7 2 | 制御部 | |
| 7 3 | 記憶部 | |
| 7 4 | 出力部 | |
| 7 5 | 通信部 | |
| 8 0 | 空間 | |
| 8 1 、 8 1 A | 粉末収納部 | |
| 8 2 、 8 2 A | 粉末識別部 | 20 |
| 8 3 | カートリッジ | |
| 8 4 | 材料表示部 | |
| 8 5 | 導入部 | |
| 8 6 | サイクロン部 | |
| 8 7 | 気体排出部 | |
| 8 8 | 粉末排出部 | |
| 9 1 | 台座 | |
| 9 2 、 9 3 | 成形層 | |
| 1 0 0 | 基台部 | |
| 1 0 2 、 1 0 4 、 1 0 6 、 1 0 8 | 矢印 | 30 |
| 1 2 0 | カバー部 | |
| 1 2 1 | 空間 | |
| 1 2 2 | カバー部気体排出部 | |
| 1 2 4 | カバー部気体導入部 | |
| 1 3 2 | 取付部 | |
| 1 3 3 | 開口部 | |
| 1 3 4 | 壁部 | |
| 1 3 5 | 端部 | |
| 1 3 6 | 気体排出用開口部 | |
| 1 3 7 | 空間 | 40 |
| 1 3 8 | 気体導入用開口部 | |
| 1 4 0 | 開口部 | |
| A | 溶融体 | |
| B | 固化体 | |
| L | レーザ光 | |
| P | 粉末 | |

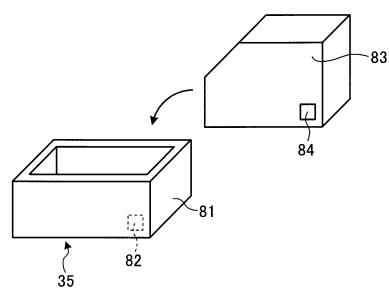
【図1】



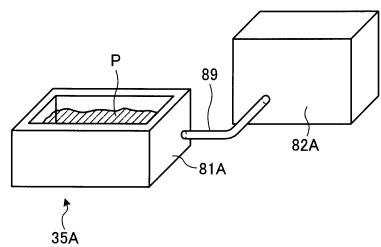
【図5】



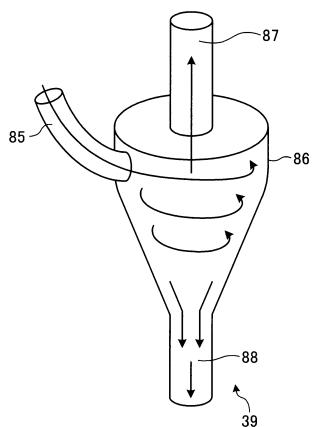
【図6 A】



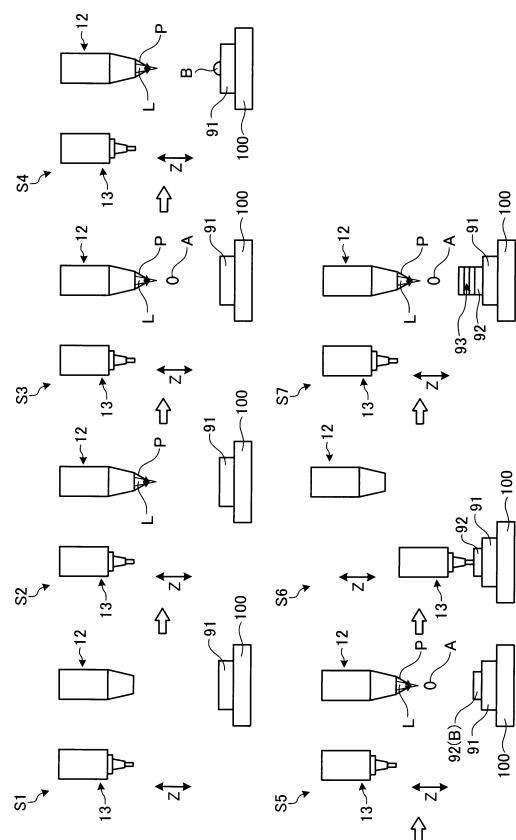
【図6 B】



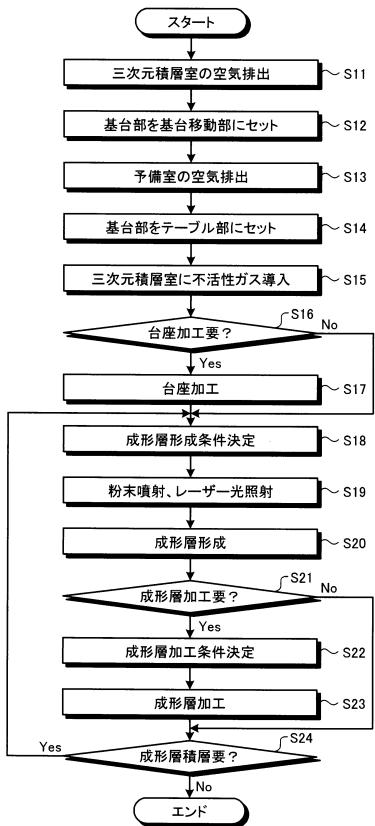
【図7】



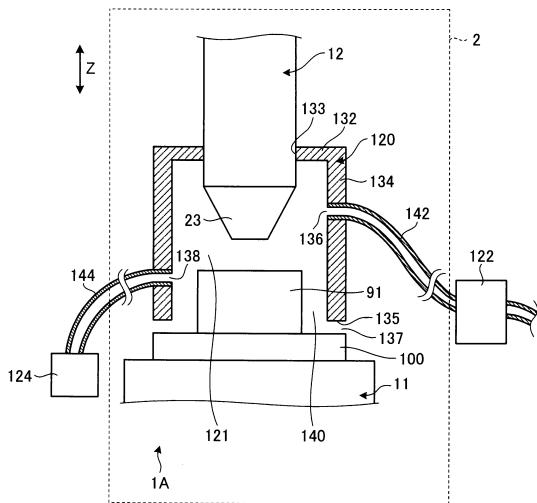
【図8】



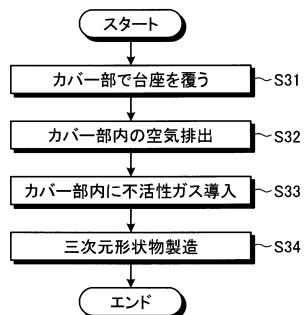
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-124732(JP,A)
特開2011-127192(JP,A)
特開2005-105414(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0042050(US,A1)
特開2010-265530(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B22F 3/105