

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7184713号
(P7184713)

(45)発行日 令和4年12月6日(2022.12.6)

(24)登録日 令和4年11月28日(2022.11.28)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 9 C	64/209 (2017.01)	B 2 9 C	64/209
B 2 9 C	64/153 (2017.01)	B 2 9 C	64/153
B 3 3 Y	10/00 (2015.01)	B 3 3 Y	10/00
B 3 3 Y	30/00 (2015.01)	B 3 3 Y	30/00
B 2 2 F	10/25 (2021.01)	B 2 2 F	10/25

請求項の数 10 (全21頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-141158(P2019-141158)
 (22)出願日 令和1年7月31日(2019.7.31)
 (65)公開番号 特開2021-24111(P2021-24111A)
 (43)公開日 令和3年2月22日(2021.2.22)
 審査請求日 令和4年5月13日(2022.5.13)
 (出願人による申告)平成29年度~平成30年度 経済産業省「次世代型産業用3Dプリンタの造形技術開発・実用化事業」助成事業、産業技術力強化法第17条の適用を受ける特許出願

(73)特許権者 514227988
 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構
 東京都千代田区鍛冶町1丁目10番4号丸石ビル5階
 (73)特許権者 000003458
 芝浦機械株式会社
 東京都千代田区内幸町2丁目2番2号
 (74)代理人 110002147弁理士法人酒井国際特許事務所
 (72)発明者 藤巻 晋平
 静岡県沼津市大岡2068の3 技術研究組合次世代3D積層造形技術総合開発機構 TRAFAM東芝機械沼津分室内
 (72)発明者 深瀬 泰志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ノズル及び積層造形装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の方向における端部を有し、エネルギー線を前記端部から出射させる第1の通路と、前記第1の通路を囲むとともに粉体及び流体を前記端部から吐出する第2の通路と、前記端部から前記第1の方向の反対の第2の方向に離間し、前記第2の通路に前記粉体及び前記流体を供給する拡散室と、前記拡散室に前記粉体及び前記流体を供給する供給路と、が設けられた、ノズル部材と、

前記ノズル部材に設けられ、前記端部に近いほど径が短い円錐状の第1の曲面を含む、第1の内面と、

前記ノズル部材に設けられ、間隔を介して前記第1の内面に向き、前記端部に近いほど径が短い円錐状の第2の曲面を含み、前記第1の曲面と前記第2の曲面との間に前記第2の通路を形成し、前記第1の内面との間に前記拡散室を形成する、第2の内面と、

を具備し、

前記拡散室における前記第1の内面と前記第2の内面との間の距離は、前記第2の通路における前記第1の曲面と前記第2の曲面との間の距離よりも長い、

ノズル。

【請求項2】

前記拡散室は、互いに離間するとともに前記第1の方向に延びる前記ノズル部材の中心軸の周方向に等間隔に配置された複数の空間を含み、

前記供給路は、前記複数の空間にそれぞれ連通する複数の供給孔を含む、

10

20

請求項 1 のノズル。

【請求項 3】

前記複数の供給孔は、前記周方向に等間隔に配置される、請求項 2 のノズル。

【請求項 4】

前記複数の空間の間に前記第 2 の通路の一部が位置する、請求項 2 又は請求項 3 のノズル。

【請求項 5】

前記ノズル部材は、前記複数の空間の間に位置し、前記第 1 の内面及び前記第 2 の内面のうち少なくとも一方に接続された複数の第 1 の仕切を有する、請求項 2 乃至請求項 4 のいずれか一つのノズル。

10

【請求項 6】

前記拡散室において、前記端部に近いほど前記第 1 の内面と前記第 2 の内面との間の距離が短い、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一つのノズル。

【請求項 7】

前記供給路は、前記第 2 の通路と平行な方向に前記粉体及び前記流体を前記拡散室に供給する、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つのノズル。

【請求項 8】

前記供給路は、前記第 1 の方向に延びる前記ノズル部材の中心軸に対して捩れの位置にある、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一つのノズル。

【請求項 9】

前記ノズル部材は、前記第 1 の内面及び前記第 2 の内面のうち少なくとも一方に接続され、前記端部から延び、前記第 1 の方向に延びる前記ノズル部材の中心軸の周方向に間隔を介して配置される、複数の第 2 の仕切を有する、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか一つのノズル。

20

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか一つのノズルと、
前記第 1 の通路に前記エネルギー線を供給する出射装置と、
前記供給路に前記粉体及び前記流体を供給する供給装置と、
を具備し、
前記ノズルは、前記端部から吐出された前記粉体を前記エネルギー線により溶融又は焼結させる、
積層造形装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、ノズル及び積層造形装置に関する。

【背景技術】

【0002】

ノズルから粉末状の材料を供給するとともに、レーザー光を照射することで当該材料を固化させ、固化した材料の層を形成する積層造形装置が知られる。固化した材料の層が積層されることで、立体形状の物体が積層造形される。

40

【0003】

ノズルは、鉛直下方に限らず、斜めや水平に向けられることがある。ノズルが吐出する材料が重力により偏ることを防ぐため、例えば、材料を吐出する多数の孔がノズルに設けられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2005 - 219060 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

粉末状の材料が多数の孔から吐出される場合、各孔の断面積が小さくなる。このため、ノズルの内部で材料が詰まる虞がある。

【0006】

本発明が解決する課題の一例は、粉体の詰まりを抑制可能なノズル及び積層造形装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

一つの実施形態に係るノズルは、ノズル部材と、第1の内面と、第2の内面と、を備える。前記ノズル部材は、第1の方向における端部を有し、エネルギー線を前記端部から射出させる第1の通路と、前記第1の通路を囲むとともに粉体及び流体を前記端部から吐出する第2の通路と、前記端部から前記第1の方向の反対の第2の方向に離間し、前記第2の通路に前記粉体及び前記流体を供給する拡散室と、前記拡散室に前記粉体及び前記流体を供給する供給路と、が設けられる。前記第1の内面は、前記ノズル部材に設けられ、前記端部に近いほど径が短い円錐状の第1の曲面を含む。前記第2の内面は、前記ノズル部材に設けられ、間隔を介して前記第1の内面に向き、前記端部に近いほど径が短い円錐状の第2の曲面を含み、前記第1の曲面と前記第2の曲面との間に前記第2の通路を形成し、前記第1の内面との間に前記拡散室を形成する。前記拡散室における前記第1の内面と前記第2の内面との間の距離は、前記第2の通路における前記第1の曲面と前記第2の曲面との間の距離よりも長い。

10

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、第1の実施形態に係る積層造形システムを模式的に示す例示的な斜視図である。

【図2】図2は、第1の実施形態の積層造形システムの一部及び物体を模式的に示す例示的な断面図である。

【図3】図3は、第1の実施形態のノズルヘッドを分解して模式的に示す例示的な斜視図である。

【図4】図4は、第1の実施形態のノズルヘッドを図2のF4 - F4線に沿って示す例示的な断面図である。

30

【図5】図5は、第1の実施形態のノズルヘッドと吐出される材料とを模式的に示す例示的な断面図である。

【図6】図6は、第2の実施形態に係るノズルヘッドを示す例示的な断面図である。

【図7】図7は、第2の実施形態のノズルヘッドの先端を示す例示的な底面図である。

【図8】図8は、第2の実施形態のノズルヘッドと吐出される材料とを模式的に示す例示的な断面図である。

【図9】図9は、第2の実施形態の変形例に係るノズルヘッドの先端を示す例示的な底面図である。

【図10】図10は、第3の実施形態に係るノズルヘッドと吐出される材料とを模式的に示す例示的な断面図である。

40

【図11】図11は、第4の実施形態に係るノズルヘッドを模式的に示す例示的な断面図である。

【図12】図12は、第4の実施形態のノズルヘッドの先端を示す例示的な底面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

(第1の実施形態)

以下に、第1の実施形態について、図1乃至図5を参照して説明する。なお、本明細書においては基本的に、鉛直上方を上方向、鉛直下方を下方向と定義する。また、本明細書において、実施形態に係る構成要素及び当該要素の説明が、複数の表現で記載されること

50

がある。構成要素及びその説明は、一例であり、本明細書の表現によって限定されない。構成要素は、本明細書におけるものとは異なる名称で特定され得る。また、構成要素は、本明細書の表現とは異なる表現によって説明され得る。

【0010】

図1は、第1の実施形態に係る積層造形システム1を模式的に示す例示的な斜視図である。積層造形システム1は、積層造形装置の一例である。積層造形システム1は、いわゆる指向性エネルギー堆積方式(Directed Energy Deposition:DED)又はレーザーメタルデポジション方式(Laser Metal Deposition:LMD)の三次元プリンタを含むシステムである。なお、積層造形システム1はこの例に限らない。

10

【0011】

図1に示されるように、本明細書において、X軸、Y軸及びZ軸が定義される。X軸とY軸とZ軸とは、互いに直交する。Z軸は、例えば鉛直方向に延びる。X軸及びY軸は、例えば水平方向に延びる。なお、積層造形システム1は、Z軸が鉛直方向と斜めに交差するように配置されても良い。

【0012】

図2は、第1の実施形態の積層造形システム1の一部及び物体3を模式的に示す例示的な断面図である。積層造形システム1は、例えば、粉末状の材料Mを層状に積み重ねることにより、所定の形状の物体3を積層造形(付加製造)する。材料Mは、粉体の一例である。

20

【0013】

図1に示すように、積層造形システム1は、テーブル11と、造形部12と、制御部14と、複数の信号線16とを有する。テーブル11、造形部12、及び制御部14は、例えば、積層造形システム1の筐体の内部、又は造形のための部屋の内部に配置される。

【0014】

テーブル11は、支持面11aを有する。支持面11aは、略平坦に形成され、+Z方向(Z軸の矢印が示す方向、上方向)に向く。支持面11aは、積層造形された物体3や、物体3の仕掛品や、材料Mを積層させるためのベースを支持する。以下の説明において、物体3は、積層造形が完了した物体3、物体3の仕掛品、及びベースを含む。テーブル11は、当該テーブル11の少なくとも一部が回転することにより、支持面11aに支持された物体3をZ軸に平行な回転中心まわりに回転させることが可能である。

30

【0015】

テーブル11は、物体3をX方向、Y方向、及びZ方向に移動させても良い。また、テーブル11は物体3を、Y軸に平行な回転中心や、X軸に平行な回転中心まわりにさらに回転させても良い。

【0016】

造形部12は、材料Mを供給し、支持面11a、又は支持面11aに支持されたベースの上に積み重ねる。材料Mは、例えば、チタンのような金属の粉末である。なお、材料Mはこれに限られず、他の金属、合成樹脂、及びセラミックスのような他の材料であっても良い。積層造形システム1は、複数種類の材料Mにより、物体3を積層造形しても良い。

40

【0017】

造形部12は、ノズル21と、供給装置22と、移動装置23とを有する。ノズル21は、テーブル11の支持面11a、又は支持面11aの上の物体3に材料Mを吐出する。また、図2に示すように、エネルギー線Eが、ノズル21から、吐出された材料Mや支持面11aの上の物体3に照射される。エネルギー線Eは、例えば、レーザー光である。

【0018】

エネルギー線Eとしてのレーザー光が、材料Mの供給と並行してノズル21から照射される。ノズル21から、レーザー光に限らず、他のエネルギー線Eが照射されても良い。エネルギー線Eは、レーザー光のように材料Mを溶融又は焼結できるものであれば良く、例えば、電子ビームや、マイクロ波乃至紫外線領域の電磁波であっても良い。

50

【 0 0 1 9 】

造形部 1 2 は、ベースや吐出された材料 M をエネルギー線 E により加熱し、溶融領域（ビード）3 a を形成する。ノズル 2 1 は、溶融領域 3 a において、材料 M にエネルギー線 E を照射して溶融又は焼結させ、材料 M を集合させる。このように、溶融領域 3 a は、供給された材料 M のみならず、エネルギー線 E を照射されたベースや物体 3 の一部を含み得る。また、溶融領域 3 a は、完全に溶融した材料 M のみならず、部分的に溶融した材料 M 同士が結合したものであっても良い。

【 0 0 2 0 】

溶融領域 3 a が固化することで、ベースや物体 3 の上に、層状又は薄膜状等の材料 M の集合としての層 3 b が形成される。なお、材料 M は、材料 M 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（層）となっても良い。

10

【 0 0 2 1 】

造形部 1 2 は、ノズル 2 1 から、材料 M の集合にエネルギー線 E を照射することで、アニール処理を行っても良い。材料 M の集合は、エネルギー線 E により再溶融又は再焼結され、固化することにより層 3 b になる。

【 0 0 2 2 】

造形部 1 2 は、層 3 b を反復的に積み重ねることにより、物体 3 を積層造形する。このように、造形部 1 2 のノズル 2 1 は、エネルギー線 E を照射して材料 M を溶融又は焼結させて層 3 b を造形し、層 3 b の造形を繰り返し行うことで、支持面 1 1 a に支持された物体 3 を積層造形する。

20

【 0 0 2 3 】

ノズル 2 1 は、ノズルヘッド 3 1 を有する。ノズルヘッド 3 1 は、ノズル部材の一例である。ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a は、間隔を介して物体 3 に向く。先端 3 1 a は、端部の一例である。

【 0 0 2 4 】

ノズルヘッド 3 1 に、出射路 3 2 及び吐出路 3 3 が設けられる。出射路 3 2 は、第 1 の通路の一例である。吐出路 3 3 は、第 2 の通路の一例である。出射路 3 2 及び吐出路 3 3 は、例えば、先端 3 1 a に開口する。

【 0 0 2 5 】

出射路 3 2 は、略円形の断面を有する孔である。エネルギー線 E が、出射路 3 2 を通り、ノズルヘッド 3 1 の外部に出射される。言い換えると、出射路 3 2 は、エネルギー線 E を先端 3 1 a から出射させる。

30

【 0 0 2 6 】

吐出路 3 3 は、出射路 3 2 を囲む略円環状の断面を有する孔である。材料 M 及びキャリアガス G が、吐出路 3 3 を通り、ノズルヘッド 3 1 の外部に吐出される。言い換えると、吐出路 3 3 は、材料 M 及びキャリアガス G を先端 3 1 a から吐出する。キャリアガス G は、流体の一例であり、例えば、窒素やアルゴンのような不活性ガスである。キャリアガス G は、他の流体であっても良い。

【 0 0 2 7 】

ノズル 2 1 は、シールドガスを吐出する通路をさらに有しても良い。当該通路は、吐出路 3 3 を囲み、先端 3 1 a 又はノズルヘッド 3 1 の他の部分からシールドガスを吐出する。シールドガスは、例えば、窒素やアルゴンのような不活性ガスである。

40

【 0 0 2 8 】

図 1 に示すように、供給装置 2 2 は、出射装置 4 1 と、材料供給装置 4 2 とを有する。出射装置 4 1 は、例えば、光学装置であり、光源及び光学系を有する。光源は、発振素子を有し、発振素子の発振によりエネルギー線 E としてのレーザー光を出射する。光源は、出射されるエネルギー線 E の出力（パワー）を変更可能である。

【 0 0 2 9 】

光源は、出射されたエネルギー線 E を光学系に入射させる。エネルギー線 E は、光学系を経てノズル 2 1 に入る。光学系は、エネルギー線 E の照射径を変更可能である。出射装

50

置 4 1 は、ノズル 2 1 の出射路 3 2 にエネルギー線 E を供給し、出射路 3 2 からエネルギー線 E を出射させる。なお、出射装置 4 1 は、レーザー光を出射可能な光学装置に限らず、他のエネルギー線 E を発生させる装置であっても良い。

【 0 0 3 0 】

ノズル 2 1 は、エネルギー線 E の照射によって、吐出された材料 M を加熱することにより、材料 M の層 3 b を形成するとともにアニール処理を行うことができる。また、ノズル 2 1 は、物体 3 の不要な部位をエネルギー線 E の照射によって除去することができる。

【 0 0 3 1 】

材料供給装置 4 2 は、材料供給部 4 2 a と、材料タンク 4 2 b と、ガスタンク 4 2 c とを有する。材料タンク 4 2 b は、材料 M を収容する。材料供給装置 4 2 は、互いに異なる種類の材料 M を収容する複数の材料タンク 4 2 b を有しても良い。ガスタンク 4 2 c は、キャリアガス G を収容する。

10

【 0 0 3 2 】

材料供給部 4 2 a は、材料タンク 4 2 b の材料 M を、ガスタンク 4 2 c のキャリアガス G により、供給管 2 1 a を介してノズル 2 1 へ供給する。これにより、ノズル 2 1 は、吐出路 3 3 から材料 M 及びキャリアガス G を吐出する。材料供給部 4 2 a は、単位時間あたりにノズル 2 1 から吐出される材料 M の量と、吐出される材料 M の速度と、を変更可能である。

【 0 0 3 3 】

材料供給部 4 2 a は、例えば、ガスタンク 4 2 c のキャリアガス G を供給管 2 1 a へ流す圧縮機と、キャリアガス G の流れに材料タンク 4 2 b の材料 M を供給する装置と、を有する。なお、材料供給部 4 2 a は、他の手段により材料 M をノズル 2 1 へ供給しても良い。

20

【 0 0 3 4 】

供給管 2 1 a は、ノズル 2 1 と、出射装置 4 1 及び材料供給装置 4 2 と、を接続する。供給管 2 1 a は、材料 M 及びキャリアガス G が通る管と、エネルギー線 E が通るケーブルと、を包含している。

【 0 0 3 5 】

移動装置 2 3 は、ノズル 2 1 を移動及び回転させる。例えば、移動装置 2 3 は、ノズル 2 1 を、X 方向、Y 方向、及び Z 方向に平行移動させるとともに、X 軸に平行な回転中心まわりに回転させることが可能である。

30

【 0 0 3 6 】

移動装置 2 3 は、ノズル 2 1 を支持面 1 1 a に対して相対的に移動させ、ノズル 2 1 の向きを変化させることが可能である。移動装置 2 3 は、支持面 1 1 a に対するノズル 2 1 の移動速度を変更可能である。なお、テーブル 1 1 が移動及び回転することで、ノズル 2 1 が支持面 1 1 a に対して相対的に移動し、支持面 1 1 a に対するノズル 2 1 の向きが変化しても良い。

【 0 0 3 7 】

制御部 1 4 は、テーブル 1 1 及び造形部 1 2 に、信号線 1 6 を介して電氣的に接続される。制御部 1 4 は、例えば、造形部 1 2 と一体的に設けられた制御部であっても良いし、造形部 1 2 とは別に設けられたコンピュータであっても良い。

40

【 0 0 3 8 】

制御部 1 4 は、例えば、CPU (Central Processing Unit) 1 4 a のような制御装置と、ROM (Read Only Memory) 1 4 b と、RAM (Random Access Memory) 1 4 c と、外部記憶装置 1 4 d と、出力装置 1 4 e と、入力装置 1 4 f とを有し、通常のコンピュータを利用したハードウェア構成となっている。CPU 1 4 a、ROM 1 4 b、RAM 1 4 c、外部記憶装置 1 4 d、出力装置 1 4 e、及び入力装置 1 4 f は、バスにより、又はインターフェースを介して、互いに接続されている。

【 0 0 3 9 】

CPU 1 4 a が ROM 1 4 b 又は外部記憶装置 1 4 d に組み込まれた NC プログラムの

50

ようなプログラムを実行することで、制御部 1 4 は、積層造形システム 1 の各部を制御する。例えば、制御部 1 4 は、テーブル 1 1 と、造形部 1 2 のノズル 2 1、移動装置 2 3、出射装置 4 1、及び材料供給装置 4 2 とを制御する。

【 0 0 4 0 】

ROM 1 4 b は、プログラム及びプログラムの実行に必要なデータを格納している。RAM 1 4 c は、プログラムの実行時に作業領域として機能する。外部記憶装置 1 4 d は、例えば、HDD (Hard Disk Drive) や SSD (Solid State Drive) のような、データを記憶、変更、削除可能な装置である。出力装置 1 4 e は、例えば、ディスプレイやスピーカである。入力装置 1 4 f は、例えば、キーボードやマウスである。

10

【 0 0 4 1 】

以下、ノズル 2 1 について詳しく説明する。図 2 に示すように、ノズルヘッド 3 1 は、中心軸 A x を有する。本実施形態における中心軸 A x は、出射路 3 2 及び吐出路 3 3 の仮想的な中心軸である。すなわち、出射路 3 2 及び吐出路 3 3 は、中心軸 A x 上又は中心軸 A x のまわりに同軸上に配置される。

【 0 0 4 2 】

中心軸 A x は、出射路 3 2 及び吐出路 3 3 の回転対称な部分の仮想的な中心軸である。このため、出射路 3 2 及び吐出路 3 3 に、突起や窪みのような非対称な部分が設けられたとしても、中心軸 A x は出射路 3 2 及び吐出路 3 3 の回転対称な部分の中心軸のままである。

20

【 0 0 4 3 】

以下、中心軸 A x に沿う一つの方向を + A 方向、+ A 方向の反対方向を - A 方向と定義する。+ A 方向は、第 1 の方向の一例である。- A 方向は、第 2 の方向の一例である。また、以下、中心軸 A x と直交する方向を径方向、中心軸 A x まわりに回転する方向を周方向と定義する。別の表現によれば、中心軸 A x は、+ A 方向及び / 又は - A 方向に延びている。

【 0 0 4 4 】

ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a は、+ A 方向に向く。先端 3 1 a は、+ A 方向におけるノズルヘッド 3 1 の端部である。上述のように、ノズル 2 1 の向きは、移動装置 2 3 によって変化させられる。このため、+ A 方向及び - A 方向は、X 軸、Y 軸、及び Z 軸に対して変化し得る。図 2 の例では、先端 3 1 a が下に向き、+ A 方向が - Z 方向 (Z 軸の矢印の反対方向、下方向) と一致している。移動装置 2 3 により、先端 3 1 a は、+ Z 方向、X 方向、Y 方向、又は他の方向に向くことができる。

30

【 0 0 4 5 】

ノズルヘッド 3 1 は、第 1 の筒壁 5 1 と、第 2 の筒壁 5 2 と、基部 5 3 とを有する。第 1 の筒壁 5 1、第 2 の筒壁 5 2、及び基部 5 3 は、一体に作られても良いし、個別に作られても良い。第 1 の筒壁 5 1、第 2 の筒壁 5 2、及び基部 5 3 は、例えば、金属によって作られるが、樹脂又はセラミックのような他の材料によって作られても良い。

【 0 0 4 6 】

第 1 の筒壁 5 1 は、中心軸 A x に沿って延びる略円筒状に形成される。第 1 の筒壁 5 1 は、基端 6 1 と、先端 6 2 と、内面 6 3 と、第 1 の形成面 6 4 とを有する。第 1 の形成面 6 4 は、第 1 の内面の一例である。

40

【 0 0 4 7 】

基端 6 1 は、- A 方向における第 1 の筒壁 5 1 の端である。基端 6 1 は、例えば、- A 方向に向く略平坦な略円環状の面である。先端 6 2 は、+ A 方向における第 1 の筒壁 5 1 の端である。先端 6 2 は、例えば、+ A 方向に向く略平坦な略円環状の面である。先端 6 2 は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a の一部を形成する。なお、先端 6 2 は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a とは異なっても良い。

【 0 0 4 8 】

内面 6 3 は、中心軸 A x に向く略円錐状の曲面である。なお、本実施形態において、円

50

錐状の曲面とは、中心軸に沿う一方向に向かって径が減少する円筒状の面であり、円錐の側面のような最小の径が0となる曲面と、円錐台の側面のような最小の径が0より大きい曲面と、を含む。内面63は、径方向の内側における基端61の縁と先端62の縁との間で延びる。内面63は、出射路32の一部を形成する。別の表現によれば、出射路32の一部は、内面63の内側に形成される。

【0049】

本実施形態において、内面63は、先端62（先端31a）に近いほど径が短い円錐状の曲面である。すなわち、径方向の内側における基端61の縁の径は、径方向の内側における先端62の縁の径よりも大きい。内面63の径は、この例に限らず、例えば、一定であっても良いし、先端62に近いほど長くても良い。

10

【0050】

第1の形成面64は、略円筒状の第1の筒壁51の外面であり、内面63の反対側に位置する。第1の形成面64は、径方向の外側における基端61の縁と先端62の縁との間で延びる。第1の形成面64は、円錐面64aと、複数の凹面64bとを含む。円錐面64aと凹面64bとは、互いに接続され、連続している。なお、円錐面64aと凹面64bとの間に他の部分が設けられても良い。

【0051】

円錐面64aは、先端62（先端31a）に近いほど径が短い円錐状の曲面である。円錐面64aは、径方向の外側における基端61の縁と先端62（先端31a）の縁との間で延びる。径方向の外側における基端61の縁の径は、径方向の外側における先端62の縁の径よりも大きい。なお、円錐面64aは、先端62（先端31a）から延びて基端61から離間していても良い。

20

【0052】

凹面64bは、例えば、径方向の外側に向く略平坦な面である。凹面64bは、径方向の外側に突出する曲面であっても良いし、径方向の内側に窪む曲面であっても良い。凹面64bが径方向の外側に突出する場合、凹面64bの曲率半径は、円錐面64aの径よりも長い。すなわち、凹面64bは、円錐面64aから径方向の内側に窪んでいる。凹面64bは、この例に限られない。

【0053】

図3は、第1の実施形態のノズルヘッド31を分解して模式的に示す例示的な斜視図である。図3に示すように、複数の凹面64bはそれぞれ、径方向の外側における基端61の縁から延び、先端62（先端31a）から-A方向に離間している。複数の凹面64bは、互いに離間するとともに、周方向に略等間隔に並べられる。なお、凹面64bは、この例に限られない。

30

【0054】

第2の筒壁52は、中心軸Axに沿って延びる略円筒状に形成される。第2の筒壁52は、基端71と、先端72と、第2の形成面73と、外面74とを有する。第2の筒壁52の第2の形成面73は、第2の内面及び第2の曲面の一例である。

【0055】

基端71は、-A方向における第2の筒壁52の端である。基端71は、例えば、-A方向に向く略平坦な略円環状の面である。先端72は、+A方向における第2の筒壁52の端である。先端72は、例えば、+A方向に向く略平坦な略円環状の面である。先端72は、第1の筒壁51の先端62と共に、ノズルヘッド31の先端31aの一部を形成する。なお、先端72は、ノズルヘッド31の先端31aとは異なっても良い。

40

【0056】

第2の形成面73は、略円筒状の第2の筒壁52の内面であり、中心軸Axに向く略円錐状の曲面である。第2の形成面73は、径方向の内側における基端71の縁と先端72の縁との間で延びる。第2の形成面73は、先端72（先端31a）に近いほど径が短い円錐状の曲面である。すなわち、径方向の内側における基端71の縁の径は、径方向の内側における先端72の縁の径よりも大きい。第2の形成面73は、先端72（先端31a

50

)に近いほど径が短い円錐状の曲面と、他の面とを含んでも良い。

【0057】

外面74は、第2の形成面73の反対側に位置する略円錐状の曲面である。外面74は、径方向の外側における基端71の縁と先端72の縁との間で延びる。外面74は、先端72(先端31a)に近いほど径が短い円錐状の曲面である。すなわち、径方向の外側における基端71の縁の径は、径方向の外側における先端72の縁の径よりも大きい。外面74の径は、この例に限らず、例えば、一定であっても良いし、先端72に近いほど増加しても良い。

【0058】

第2の形成面73は、間隔を介して第1の筒壁51の第1の形成面64に向く。すなわち、第2の形成面73は、間隔を介して円錐面64aに向くとともに、間隔を介して四つの凹面64bに向く。

10

【0059】

ノズルヘッド31に設けられた第2の形成面73と円錐面64aとの間に、吐出路33が形成される。このため、吐出路33は、周方向に延び、略円環状である中心軸Axと直交する断面を有する。

【0060】

円錐面64aと、第2の形成面73との間の距離(間隔)は、略一定である。なお、円錐面64aと第2の形成面73との間の距離は、例えば、先端31aに近いほど短くても良い。

20

【0061】

ノズルヘッド31に設けられた第2の形成面73と凹面64bとの間に、拡散室81が形成される。拡散室81は、複数の拡散空間85を含む。拡散空間85は、空間の一例である。

【0062】

本実施形態では、第2の形成面73と、四つの凹面64bとによって、四つの拡散空間85が形成される。なお、拡散空間85の数は、この例に限られず、三つ、六つ、八つ、又は他の数であっても良い。また、ノズルヘッド31に一つの拡散空間85(拡散室81)のみが設けられても良い。四つの拡散空間85は、互いに離間するとともに、周方向に略等間隔に配置される。

30

【0063】

凹面64bと第2の形成面73とによって形成される拡散空間85(拡散室81)は、ノズルヘッド31の先端31aから-A方向に離間している。円錐面64aと凹面64bとが連続するため、拡散空間85と吐出路33とは、互いに連通する。このため、拡散空間85と先端31aとの間に、吐出路33が介在している。

【0064】

周方向において、複数の拡散空間85の間に、吐出路33が位置する。別の表現によれば、隣接する二つの拡散空間85は、互いに吐出路33を介して接続されている。なお、二つの拡散空間85の間に、壁や突起が介在しても良い。

【0065】

図4は、第1の実施形態のノズルヘッド31を図2のF4-F4線に沿って示す例示的な断面図である。図4に示すように、拡散空間85における第1の形成面64(凹面64b)と第2の形成面73との間の距離Leは、吐出路33における第1の形成面64(円錐面64a)と第2の形成面73との間の距離Lpよりも長い。

40

【0066】

距離Le, Lpは、例えば、径方向の距離である。なお、距離Leは、凹面64b上の一点と、当該一点に最も近い第2の形成面73上の一点との間の距離であっても良い。また、距離Lpは、円錐面64a上の一点と、当該一点に最も近い第2の形成面73上の一点との間の距離であっても良い。

【0067】

50

本実施形態において、拡散空間 8 5 と吐出路 3 3 とが接続される部分において、距離 L_e と距離 L_p とは略等しい。しかし、少なくとも、拡散空間 8 5 における凹面 6 4 b と第 2 の形成面 7 3 との間の最大の距離 L_e が、吐出路 3 3 における円錐面 6 4 a と第 2 の形成面 7 3 との間の最大の距離 L_p よりも長い。また、拡散空間 8 5 と吐出路 3 3 とが接続される部分から離間した位置における拡散空間 8 5 の凹面 6 4 b と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_e が、吐出路 3 3 における円錐面 6 4 a と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_p よりも長い。なお、本実施形態では、距離 L_p は略一定である。

【 0 0 6 8 】

図 2 に示すように、拡散空間 8 5 (拡散室 8 1) において、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a に近いほど、周方向における略同一位置における凹面 6 4 b と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_e が短い。別の表現によれば、中心軸 A_x と直交する拡散空間 8 5 の断面積は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a に近いほど小さい。なお、拡散空間 8 5 (拡散室 8 1) は、この例に限られない。

10

【 0 0 6 9 】

基部 5 3 は、第 1 の筒壁 5 1 及び第 2 の筒壁 5 2 に接続される。基部 5 3 は、中心軸 A_x に沿って延びる略円筒状に形成される。なお、基部 5 3 は、他の形状に形成されても良い。基部 5 3 は、接続面 9 1 と、内面 9 2 とを有する。

【 0 0 7 0 】

接続面 9 1 は、+ A 方向に向く、円環状の略平坦な面である。なお、接続面 9 1 は、他の形状を有しても良い。接続面 9 1 は、第 1 の筒壁 5 1 の基端 6 1 及び第 2 の筒壁 5 2 の基端 7 1 に接続されている。このため、接続面 9 1 は、吐出路 3 3 と拡散室 8 1 の拡散空間 8 5 との底面を形成する。

20

【 0 0 7 1 】

内面 9 2 は、中心軸 A_x に向く略円筒状の曲面である。内面 9 2 は、径方向の内側における接続面 9 1 の縁から - A 方向に延びる。内面 9 2 は、- A 方向における第 1 の筒壁 5 1 の内面 6 3 と連続する。内面 9 2 は、出射路 3 2 の一部を形成する。別の表現によれば、出射路 3 2 の一部は、内面 9 2 の内側に形成される。

【 0 0 7 2 】

基部 5 3 に、供給路 9 3 が設けられる。供給路 9 3 は、複数の供給孔 9 5 を含む。本実施形態では、基部 5 3 に四つの供給孔 9 5 が設けられる。すなわち、供給孔 9 5 の数は、拡散空間 8 5 の数と等しい。なお、供給孔 9 5 の数は、拡散空間 8 5 の数と異なっても良い。

30

【 0 0 7 3 】

供給孔 9 5 は、接続面 9 1 に開口する。四つの供給孔 9 5 は、周方向に等間隔に配置され、四つの拡散空間 8 5 にそれぞれ連通する。供給孔 9 5 は、周方向における拡散空間 8 5 の略中央に連通する。なお、供給孔 9 5 は、この例に限らず、周方向における拡散空間 8 5 の端に連通しても良い。また、本実施形態において、供給孔 9 5 は、中心軸 A_x と平行に延びている。なお、供給孔 9 5 は、他の方向に延びても良い。

【 0 0 7 4 】

供給孔 9 5 (供給路 9 3) は、図 1 の供給管 2 1 a を介して、拡散空間 8 5 (拡散室 8 1) と材料供給装置 4 2 とを接続する。材料供給装置 4 2 は、供給管 2 1 a を介して、供給孔 9 5 に材料 M 及びキャリアガス G を供給する。これにより、供給孔 9 5 は、拡散空間 8 5 に材料 M 及びキャリアガス G を供給する。

40

【 0 0 7 5 】

四つの拡散空間 8 5 と材料供給装置 4 2 との間の流路の長さは、互いに略等しい。このため、四つの供給孔 9 5 から、四つの拡散室 8 1 に、略均等に材料 M 及びキャリアガス G が供給される。

【 0 0 7 6 】

図 5 は、第 1 の実施形態のノズルヘッド 3 1 と吐出される材料 M とを模式的に示す例示的な断面図である。図 5 において、三つの供給孔 9 5 が示されるように基部 5 3 の断面が

50

示される。また、図 5 において、第 1 の筒壁 5 1 は、断面図ではなく、側面図として示される。

【 0 0 7 7 】

中心軸 A x と直交する拡散空間 8 5 の断面は、供給孔 9 5 の断面よりも大きい。このため、供給孔 9 5 から拡散空間 8 5 に供給された材料 M 及びキャリアガス G は、拡散空間 8 5 において拡散する。

【 0 0 7 8 】

上述のように、吐出路 3 3 において流体に作用する抵抗は、拡散空間 8 5 において流体に作用する抵抗よりも大きい。このため、材料 M 及びキャリアガス G は、吐出路 3 3 に移動する前に、拡散空間 8 5 で拡散する。

10

【 0 0 7 9 】

材料 M 及びキャリアガス G は、拡散空間 8 5 で大よそ均一に分散した状態で、吐出路 3 3 に流入する。言い換えると、拡散空間 8 5 (拡散室 8 1) は、吐出路 3 3 に材料 M 及びキャリアガス G を供給する。

【 0 0 8 0 】

中心軸 A x と直交する拡散空間 8 5 の断面は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a に近いほど小さい。また、凹面 6 4 b と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L e の変化は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a に近いほど緩やかである。このため、拡散空間 8 5 と吐出路 3 3 との間における抵抗の差が、先端 3 1 a に近いほど小さくなる。これにより、拡散空間 8 5 から吐出路 3 3 に供給される材料 M 及びキャリアガス G のうち、先端 3 1 a へ向かうものの割合が多くなる。

20

【 0 0 8 1 】

吐出路 3 3 に供給された材料 M 及びキャリアガス G は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a から、例えば物体 3 のビード 3 a に向かって吐出される。ノズル 2 1 が斜め方向や水平方向に向く場合、重力が材料 M を下方向に移動させようとする。しかし、材料 M 及びキャリアガス G は、周方向に略均等に配置された拡散空間 8 5 から、吐出路 3 3 へ供給される。このため、ノズル 2 1 が斜め方向や水平方向に向いた場合であっても、周方向において、材料 M 及びキャリアガス G は大よそ均一に分布する。

【 0 0 8 2 】

ノズル 2 1 は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a から吐出された材料 M を、エネルギー線 E により溶解又は焼結させる。周方向における材料 M の分布が大よそ均一であるため、ノズル 2 1 の向きの変化により物体 3 における材料 M の密度が変化することが抑制される。

30

【 0 0 8 3 】

材料 M 及びキャリアガス G は、拡散空間 8 5 (拡散室 8 1) で拡散された後に、吐出路 3 3 に供給される。このため、材料 M の偏在による材料 M の詰まりの発生が抑制される。また、吐出路 3 3 は、円形や矩形の孔ではなく、円錐状の円錐面 6 4 a と第 2 の形成面 7 3 との間でスリット状に形成される。すなわち、拡散空間 8 5 から吐出路 3 3 への入口としての、拡散空間 8 5 と吐出路 3 3 との接続部分が、線状に延びている。このため、材料 M の集中による材料 M の詰まりの発生が抑制される。

【 0 0 8 4 】

以上のように、ノズル 2 1 は、ノズル 2 1 の向きの変化による材料 M の分布の変化を抑制できるとともに、ノズル 2 1 における材料 M の詰まりの発生を抑制できる。積層造形システム 1 は、当該ノズル 2 1 を使用することで、単位時間あたりに吐出する材料 M の量を多くすることができ、ひいては物体 3 の造形に係る時間を短くすることができる。

40

【 0 0 8 5 】

以上説明された第 1 の実施形態に係る積層造形システム 1 において、ノズル 2 1 に設けられる第 1 の形成面 6 4 は、円錐状の円錐面 6 4 a を含む。ノズル 2 1 に設けられる第 2 の形成面 7 3 は、間隔を介して第 1 の形成面 6 4 に向くとともに、円錐状の曲面を含む。材料 M 及びキャリアガス G を先端 3 1 a から吐出する吐出路 3 3 が、円錐面 6 4 a と第 2 の形成面 7 3 との間に形成される。吐出路 3 3 に材料 M 及びキャリアガス G を供給する拡

50

散室 8 1 が、第 1 の形成面 6 4 と第 2 の形成面 7 3 との間に形成される。拡散室 8 1 における第 1 の形成面 6 4 と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_e は、吐出路 3 3 における円錐面 6 4 a と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_p よりも長い。このため、拡散室 8 1 における抵抗は、吐出路 3 3 における抵抗よりも低い。拡散室 8 1 に供給された材料 M 及びキャリアガス G は、抵抗の差により、拡散室 8 1 で拡散された後に吐出路 3 3 に供給される。また、吐出路 3 3 は、円錐状の円錐面 6 4 a 及び第 2 の形成面 7 3 の間に設けられるため、ノズル 2 1 の中心軸 A x の周方向に延びるスリット状に形成される。従って、拡散室 8 1 から吐出路 3 3 に供給される材料 M 及びキャリアガス G の分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズル 2 1 の向きの変化により吐出される材料 M 及びキャリアガス G の分布（供給密度）が変化することが抑制される。さらに、ノズルヘッド 3 1 の内部で材料 M が詰まることが抑制される。材料 M の詰まりが抑制されることで、ノズル 2 1 が長時間に亘って安定して吐出可能な材料 M の量が増大し、ノズル 2 1 による積層造形の造形速度が速くなる。さらに、吐出路 3 3 の断面積が拡散室 8 1 の断面積よりも小さくなるため、吐出される材料 M 及びキャリアガス G の速度が、拡散室 8 1 における材料 M 及びキャリアガス G の速度よりも速くなる。このため、ノズル 2 1 の向きの変化により吐出される材料 M 及びキャリアガス G の分布が変化することが抑制されるとともに、吐出された材料 M が収束しやすくなる。

10

【 0 0 8 6 】

拡散室 8 1 は、互いに離間するとともに中心軸 A x の周方向に等間隔に配置された複数の拡散空間 8 5 を含む。供給路 9 3 は、複数の拡散空間 8 5 にそれぞれ連通する複数の供給孔 9 5 を含む。これにより、それぞれの拡散空間 8 5 において材料 M 及びキャリアガス G が拡散される。従って、ノズル 2 1 の向きにより拡散室 8 1 の内部で材料 M 及びキャリアガス G の分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズル 2 1 の向きの変化により吐出される材料 M 及びキャリアガス G の分布が変化することが抑制される。

20

【 0 0 8 7 】

複数の供給孔 9 5 は、周方向に等間隔に配置される。これにより、複数の拡散空間 8 5 において材料 M 及びキャリアガス G の分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズル 2 1 の向きの変化により吐出される材料 M 及びキャリアガス G の分布が変化することが抑制される。

【 0 0 8 8 】

複数の拡散空間 8 5 の間に、吐出路 3 3 の一部が位置する。これにより、材料 M 及びキャリアガス G が通行可能な拡散室 8 1 と吐出路 3 3 との接続部分が大きくなる。従って、ノズルヘッド 3 1 の内部で材料 M が詰まることが抑制される。

30

【 0 0 8 9 】

拡散室 8 1 において、先端 3 1 a に近いほど第 1 の形成面 6 4 と第 2 の形成面 7 3 との間の距離 L_e が短い。このため、拡散室 8 1 の断面積が先端 3 1 a に近いほど小さく、拡散室 8 1 と吐出路 3 3 との間における抵抗の差が先端 3 1 a に近いほど小さい。従って、拡散室 8 1 から吐出路 3 3 に供給される材料 M 及びキャリアガス G のうち、先端 3 1 a へ向かうものの割合が多くなり、先端 3 1 a から吐出される材料 M 及びキャリアガス G の速度が低下することが抑制される。吐出される材料 M 及びキャリアガス G の速度が増加することで、吐出された材料 M が収束しやすくなる。

40

【 0 0 9 0 】

(第 2 の実施形態)

以下に、第 2 の実施形態について、図 6 乃至図 9 を参照して説明する。なお、以下の複数の実施形態の説明において、既に説明された構成要素と同様の機能を持つ構成要素は、当該既述の構成要素と同じ符号が付され、さらに説明が省略される場合がある。また、同じ符号が付された複数の構成要素は、全ての機能及び性質が共通するとは限らず、各実施形態に応じた異なる機能及び性質を有していても良い。

【 0 0 9 1 】

図 6 は、第 2 の実施形態に係るノズルヘッド 3 1 を示す例示的な断面図である。図 7 は

50

、第2の実施形態のノズルヘッド31の先端31aを示す例示的な底面図である。図6及び図7に示すように、第2の実施形態の第1の筒壁51は、複数の第1の突出部101を有する。第1の突出部101は、第1の仕切の一例である。第1の突出部101は、円錐面64aから径方向に突出する。言い換えると、第1の突出部101は、円錐面64aに接続されている。

【0092】

第1の突出部101は、+A方向における円錐面64aの端と、-A方向における円錐面64aの端との間で延びる。本実施形態では、周方向における第1の突出部101の幅は略一定である。また、本実施形態では、第1の突出部101は直線状に延びる。しかし、第1の突出部101は、この例に限らず、例えば螺旋状に延びても良い。

10

【0093】

本実施形態では、第1の筒壁51は、周方向に略等間隔に配置された四つの第1の突出部101を有する。すなわち、第1の突出部101の数は、拡散空間85の数と等しい。なお、第1の突出部101の数と拡散空間85の数とが異なっても良い。

【0094】

周方向において、第1の突出部101は、隣り合う二つの凹面64bの間に位置する。このため、周方向において、第1の突出部101は、隣り合う二つの拡散空間85の間に位置する。

【0095】

第2の実施形態の第2の筒壁52は、複数の第2の突出部102を有する。第2の突出部102は、第1の仕切の一例である。第2の突出部102は、第2の形成面73から径方向に突出する。言い換えると、第2の突出部102は、第2の形成面73に接続されている。

20

【0096】

第2の突出部102は、+A方向における第2の形成面73の端と、-A方向における第2の形成面73の端との間で延びる。本実施形態では、周方向における第2の突出部102の幅は略一定である。また、本実施形態では、第2の突出部102は直線状に延びる。しかし、第2の突出部102は、この例に限らず、例えば螺旋状に延びても良い。

【0097】

本実施形態では、第2の筒壁52は、周方向に略等間隔に配置された四つの第2の突出部102を有する。すなわち、第2の突出部102の数は、拡散空間85の数と等しい。なお、第2の突出部102の数と拡散空間85の数とが異なっても良い。

30

【0098】

周方向において、第2の突出部102は、隣り合う二つの拡散空間85の間に位置する。また、周方向において、四つの第1の突出部101と四つの第2の突出部102とは、略同一位置に配置される。

【0099】

第1の突出部101と第2の突出部102とは、互いに接触する。第1の突出部101及び第2の突出部102は、吐出路33を、四つの分割吐出路105に区切る。なお、第1の突出部101と第2の突出部102とは、互いに離間しても良い。

40

【0100】

分割吐出路105はそれぞれ、対応する拡散空間85に連通している。このため、拡散空間85は、対応する分割吐出路105に材料M及びキャリアガスGを供給する。分割吐出路105はそれぞれ、材料M及びキャリアガスGをノズルヘッド31の先端31aから吐出する。

【0101】

図8は、第2の実施形態のノズルヘッド31と吐出される材料Mとを模式的に示す例示的な断面図である。図8に示すように、第2の実施形態において、供給孔95（供給路93）は、吐出路33と略平行な方向に、材料M及びキャリアガスGを拡散空間85（拡散室81）に供給する。このため、供給孔95は、ノズルヘッド31の先端31aに向かう

50

方向に、材料M及びキャリアガスGを供給する。

【0102】

別の表現によれば、供給孔95は、吐出路33が延びる方向に、材料M及びキャリアガスGを拡散空間85に供給する。さらに、別の表現によれば、供給孔95は、先端31aに近づくほど中心軸Axに近づくように、材料M及びキャリアガスGを拡散空間85に供給する。

【0103】

以上説明された第2の実施形態の積層造形システム1において、複数の第1の突出部101及び第2の突出部102は、複数の拡散空間85の間に位置し、円錐面64a及び第2の形成面73に接続される。これにより、一つの拡散空間85から吐出路33に供給された材料M及びキャリアガスGが周方向において不均一になるように移動することが抑制される。従って、ノズル21の向きにより拡散室81の内部で材料M及びキャリアガスGの分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズル21の向きの変化により吐出される材料M及びキャリアガスGの分布が変化することが抑制される。

10

【0104】

供給路93は、吐出路33と平行な方向に材料M及びキャリアガスGを拡散室81に供給する。これにより、拡散室81から吐出路33に供給される材料M及びキャリアガスGのうち、先端31aへ向かうものの割合が多くなり、先端31aから吐出される材料M及びキャリアガスGの速度が低下することが抑制される。吐出される材料M及びキャリアガスGの速度が増加することで、吐出された材料Mが収束しやすくなる。

20

【0105】

図9は、第2の実施形態の変形例に係るノズルヘッド31の先端31aを示す例示的な底面図である。図9に示すように、第2の実施形態の第1の変形例において、周方向における第1の突出部101及び第2の突出部102の幅は、ノズルヘッド31の先端31aに近いほど短くなる。このように、第1の突出部101及び第2の突出部102の幅は、一定でなくても良い。

【0106】

さらに、第2の実施形態では、ノズルヘッド31が第1の突出部101及び第2の突出部102の両方を有している。しかし、ノズルヘッド31は、第1の突出部101及び第2の突出部102のうちいずれか一方を有しても良い。

30

【0107】

ノズルヘッド31が第1の突出部101を有する場合、第1の突出部101は、第2の形成面73に接触する。第1の突出部101は、吐出路33を、四つの分割吐出路105に区切る。なお、第1の突出部101は、第2の形成面73から離間しても良い。この場合、第1の突出部101と第2の形成面73との間の距離は、円錐面64aと第2の形成面73との間の距離Lpよりも短い。

【0108】

ノズルヘッド31が第2の突出部102を有する場合、第2の突出部102は、円錐面64aに接触する。第2の突出部102は、吐出路33を、四つの分割吐出路105に区切る。なお、第2の突出部102は、円錐面64aから離間しても良い。この場合、第2の突出部102と円錐面64aとの間の距離は、円錐面64aと第2の形成面73との間の距離Lpよりも短い。

40

【0109】

(第3の実施形態)

以下に、第3の実施形態について、図10を参照して説明する。図10は、第3の実施形態に係るノズルヘッド31と吐出される材料Mとを模式的に示す例示的な断面図である。図10に示すように、第3の実施形態のノズルヘッド31は、供給孔95の向きを除けば第2の実施形態のノズルヘッド31と同一である。

【0110】

第3の実施形態において、供給孔95(供給路93)は、ノズルヘッド31の中心軸A

50

x に対して捩れの位置にある。このため、供給孔 9 5 は、中心軸 A x と平行ではなく、且つ中心軸 A x と交差もしない方向に、材料 M 及びキャリアガス G を供給する。

【 0 1 1 1 】

供給孔 9 5 は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a に向かう方向とは異なる方向に、材料 M 及びキャリアガス G を供給する。このため、供給孔 9 5 から供給された材料 M 及びキャリアガス G が、+ A 方向における拡散空間 8 5 の端部に集中することが抑制される。材料 M 及びキャリアガス G は、拡散空間 8 5 においてより均一に分散することができる。

【 0 1 1 2 】

以上説明された第 3 の実施形態の積層造形システム 1 において、供給路 9 3 は、+ A 方向に延びるノズルヘッド 3 1 の中心軸 A x に対して捩れの位置にある。これにより、拡散室 8 1 に供給された材料 M 及びキャリアガス G の速度のうち、先端 3 1 a へ向かう速度成分が低減される。従って、拡散室 8 1 に供給された材料 M 及びキャリアガス G が拡散室 8 1 でより均一に拡散し、ひいてはノズル 2 1 の向きの変化により吐出される材料 M 及びキャリアガス G の分布が変化することが抑制される。

10

【 0 1 1 3 】

(第 4 の実施形態)

以下に、第 4 の実施形態について、図 1 1 及び図 1 2 を参照して説明する。図 1 1 は、第 4 の実施形態に係るノズルヘッド 3 1 を模式的に示す例示的な断面図である。図 1 1 に示すように、第 4 の実施形態の第 1 の筒壁 5 1 は、第 1 の仕切 1 1 1 と、第 2 の仕切 1 1 2 とを有する。

20

【 0 1 1 4 】

第 1 の仕切 1 1 1 は、円錐面 6 4 a から径方向に突出する。言い換えると、第 1 の仕切 1 1 1 は、円錐面 6 4 a に接続されている。第 1 の仕切 1 1 1 は、- A 方向における円錐面 6 4 a の端から延びる。さらに、第 1 の仕切 1 1 1 は、ノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a から - A 方向に離間している。

【 0 1 1 5 】

本実施形態では、周方向における第 1 の仕切 1 1 1 の幅と、径方向における第 1 の仕切 1 1 1 の長さは、先端 3 1 a に近いほど短い。また、本実施形態では、第 1 の仕切 1 1 1 は直線状に延びる。しかし、第 1 の仕切 1 1 1 は、この例に限らず、例えば螺旋状に延びても良い。

30

【 0 1 1 6 】

本実施形態では、第 1 の筒壁 5 1 は、周方向に略等間隔に配置された四つの第 1 の仕切 1 1 1 を有する。すなわち、第 1 の仕切 1 1 1 の数は、拡散空間 8 5 の数と等しい。なお、第 1 の仕切 1 1 1 の数と拡散空間 8 5 の数とが異なっても良い。

【 0 1 1 7 】

周方向において、第 1 の仕切 1 1 1 は、隣り合う二つの凹面 6 4 b の間に位置する。このため、周方向において、第 1 の仕切 1 1 1 は、隣り合う二つの拡散空間 8 5 の間に位置する。四つの第 1 の仕切 1 1 1 は、吐出路 3 3 を、四つの分割吐出路 1 1 5 に区切る。

【 0 1 1 8 】

図 1 2 は、第 4 の実施形態のノズルヘッド 3 1 の先端 3 1 a を示す例示的な底面図である。図 1 2 に示すように、第 2 の仕切 1 1 2 は、円錐面 6 4 a から径方向に突出する。言い換えると、第 2 の仕切 1 1 2 は、円錐面 6 4 a に接続されている。

40

【 0 1 1 9 】

図 1 1 に示すように、第 2 の仕切 1 1 2 は、+ A 方向における円錐面 6 4 a の端から延びる。さらに、第 2 の仕切 1 1 2 は、- A 方向における円錐面 6 4 a の端から + A 方向に離間している。本実施形態では、周方向における第 2 の仕切 1 1 2 の幅は略一定である。また、本実施形態では、第 2 の仕切 1 1 2 は直線状に延びる。しかし、第 2 の仕切 1 1 2 は、この例に限らず、例えば螺旋状に延びても良い。

【 0 1 2 0 】

本実施形態では、第 1 の筒壁 5 1 は、周方向に間隔を介して略等間隔に配置された四つ

50

の第2の仕切112を有する。すなわち、第2の仕切112の数は、拡散空間85の数と等しい。なお、第2の仕切112の数と拡散空間85の数とが異なっても良い。

【0121】

周方向において、第2の仕切112は、隣り合う二つの第1の仕切111の間に位置する。例えば、第2の仕切112は、凹面64bと+A方向に隣接する。なお、第2の仕切112の位置は、この例に限られない。

【0122】

第4の実施形態の第2の筒壁52は、複数の第3の仕切113を有する。第3の仕切113は、第2の仕切の一例である。第3の仕切113は、第2の形成面73から径方向に突出する。言い換えると、第3の仕切113は、第2の形成面73に接続されている。第3の仕切113は、+A方向における第2の形成面73の端から延びる。さらに、第3の仕切113は、-A方向における第2の形成面73の端から+A方向に離間している。本実施形態では、周方向における第3の仕切113の幅は略一定である。また、本実施形態では、第3の仕切113は直線状に延びる。しかし、第3の仕切113は、この例に限らず、例えば螺旋状に延びても良い。

10

【0123】

本実施形態では、第2の筒壁52は、周方向に間隔を介して略等間隔に配置された四つの第3の仕切113を有する。すなわち、第3の仕切113の数は、拡散空間85の数と等しい。なお、第3の仕切113の数と拡散空間85の数とが異なっても良い。

【0124】

周方向において、第3の仕切113は、隣り合う二つの第1の仕切111の間に位置する。例えば、第2の仕切112は、拡散空間85と+A方向に隣接する。また、周方向において、四つの第2の仕切112と四つの第3の仕切113とは、略同一位置に配置される。なお、第3の仕切113の位置は、この例に限られない。

20

【0125】

第2の仕切112と第3の仕切113とは、互いに接触する。第2の仕切112及び第3の仕切113は、吐出路33を、四つの分割吐出路116に区切る。なお、第2の仕切112と第3の仕切113とは、互いに離間しても良い。

【0126】

第1の仕切111によって形成される分割吐出路115と、第2の仕切112及び第3の仕切113によって形成される分割吐出路116とは、重複しても良い。すなわち、吐出路33の一部が、第1の仕切111、第2の仕切112、及び第3の仕切113によって、八つの分割吐出路に区切られても良い。

30

【0127】

以上説明された第4の実施形態の積層造形システム1において、複数の第2の仕切112及び第3の仕切113は、円錐面64a及び第2の形成面73に接続され、先端31aから延び、中心軸Axの周方向に間隔を介して配置される。従って、ノズル21の向きにより吐出路33の内部で材料M及びキャリアガスGの分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズル21の向きの変化により吐出される材料M及びキャリアガスGの分布が変化することが抑制される。

40

【0128】

第4の実施形態では、ノズルヘッド31が第2の仕切112及び第3の仕切113の両方を有している。しかし、ノズルヘッド31は、第2の仕切112及び第3の仕切113のうちいずれか一方を有しても良い。

【0129】

ノズルヘッド31が第2の仕切112を有する場合、第2の仕切112は、第2の形成面73に接触する。第2の仕切112は、吐出路33を、四つの分割吐出路116に区切る。なお、第2の仕切112は、第2の形成面73から離間しても良い。この場合、第2の仕切112と第2の形成面73との間の距離は、円錐面64aと第2の形成面73との間の距離Lpよりも短い。

50

【0130】

ノズルヘッド31が第3の仕切113を有する場合、第3の仕切113は、円錐面64aに接触する。第3の仕切113は、吐出路33を、四つの分割吐出路116に区切る。なお、第3の仕切113は、円錐面64aから離間しても良い。この場合、第3の仕切113と円錐面64aとの間の距離は、円錐面64aと第2の形成面73との間の距離Lpよりも短い。

【0131】

以上説明された少なくとも一つの実施形態によれば、ノズルに設けられる第1の内面は、円錐状の第1の曲面を含む。ノズルに設けられる第2の内面は、間隔を介して第1の内面に向くとともに、円錐状の第2の曲面を含む。粉体及び流体を端部から吐出する第2の通路が、第1の曲面と第2の曲面との間に形成される。第2の通路に粉体及び流体を供給する拡散室が、第1の内面と第2の内面との間に形成される。拡散室における第1の内面と第2の内面との間の距離は、第2の通路における第1の曲面と第2の曲面との間の距離よりも長い。このため、拡散室における抵抗は、第2の通路における抵抗よりも低い。拡散室に供給された粉体及び流体は、抵抗の差により、拡散室で拡散された後に第2の通路に供給される。また、第2の通路は、円錐状の第1の曲面及び第2の曲面の間に設けられるため、ノズルの中心軸の周方向に延びるスリット状に形成される。従って、拡散室から第2の通路に供給される粉体及び流体の分布が不均一になることが抑制され、ひいてはノズルの向きの変化により吐出される粉体及び流体の分布が変化することが抑制される。さらに、ノズル部材の内部で粉体が詰まることが抑制される。

【0132】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、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、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。

【符号の説明】

【0133】

1...積層造形システム、21...ノズル、22...供給装置、31...ノズルヘッド、31a...先端、32...出射路、33...吐出路、41...出射装置、42...材料供給装置、64...第1の形成面、64a...円錐面、73...第2の形成面、81...拡散室、85...拡散空間、93...供給路、95...供給孔、101...第1の突出部、102...第2の突出部、111...第1の仕切、112...第2の仕切、113...第3の仕切、M...材料、E...エネルギー線、G...キャリアガス、Ax...中心軸、Le, Lp...距離。

10

20

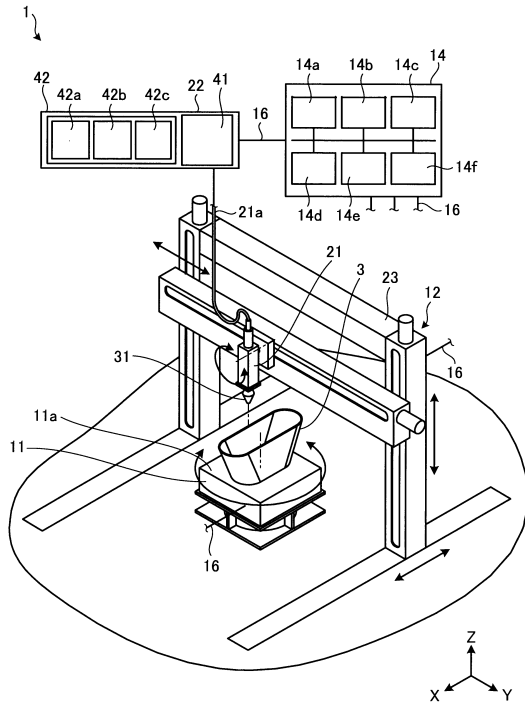
30

40

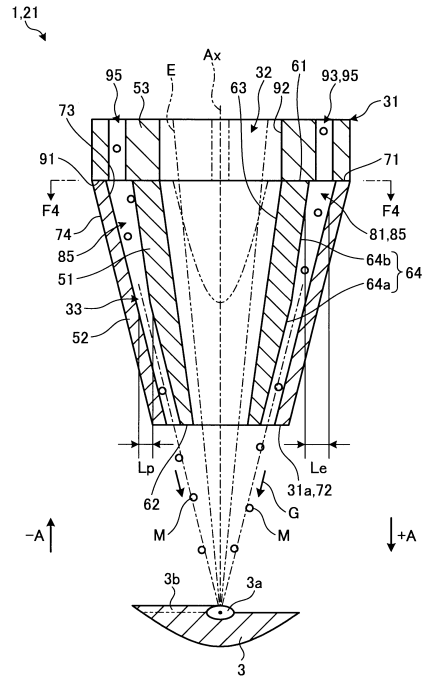
50

【図面】

【図 1】



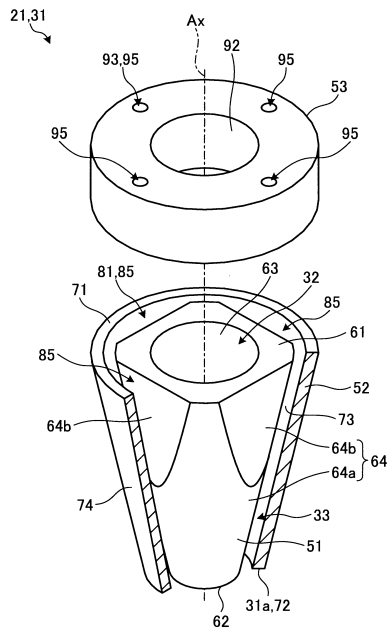
【図 2】



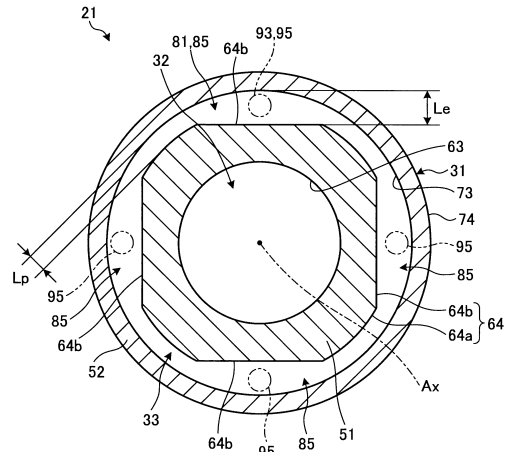
10

20

【図 3】



【図 4】

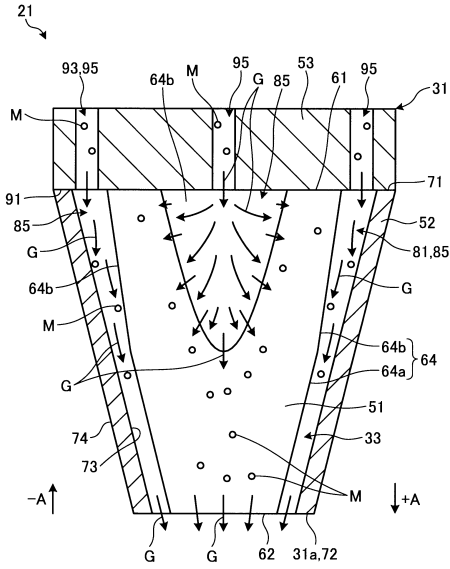


30

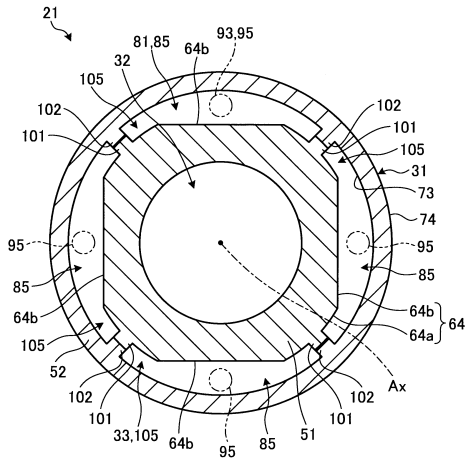
40

50

【 図 5 】



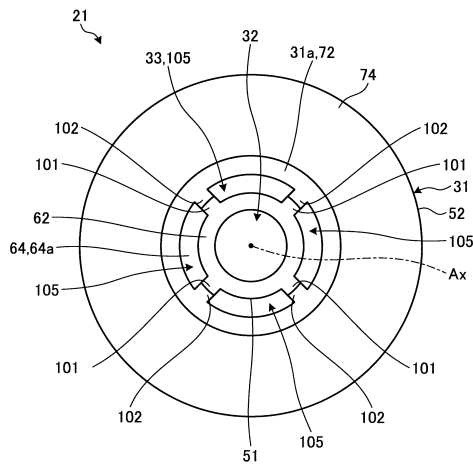
【 図 6 】



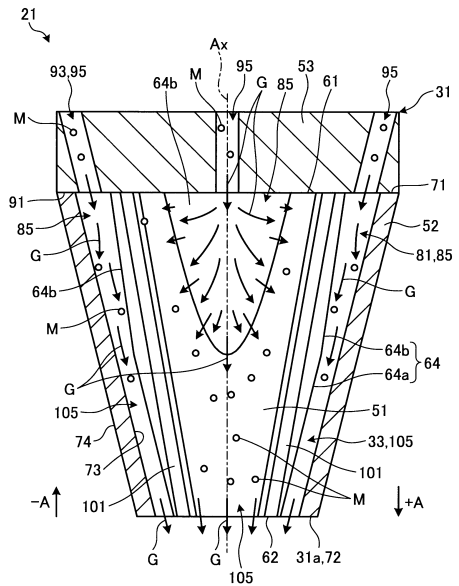
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

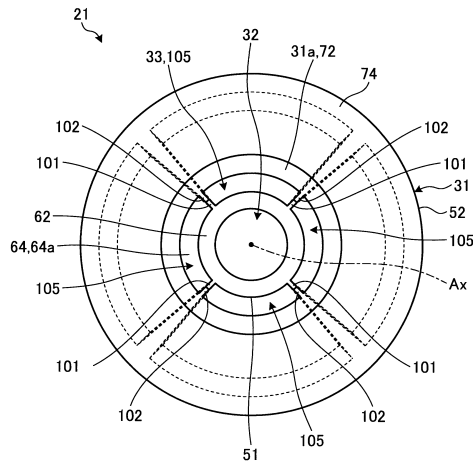


30

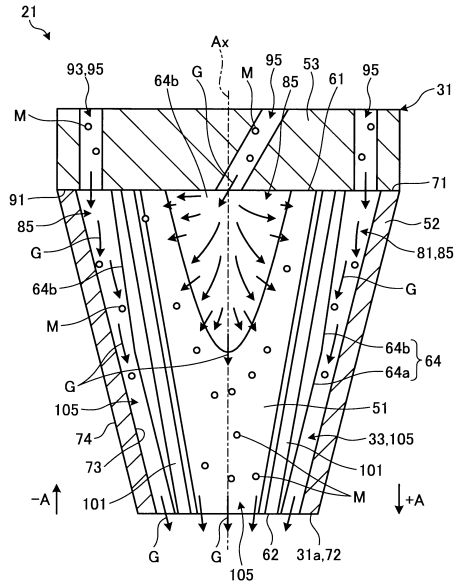
40

50

【 9 】



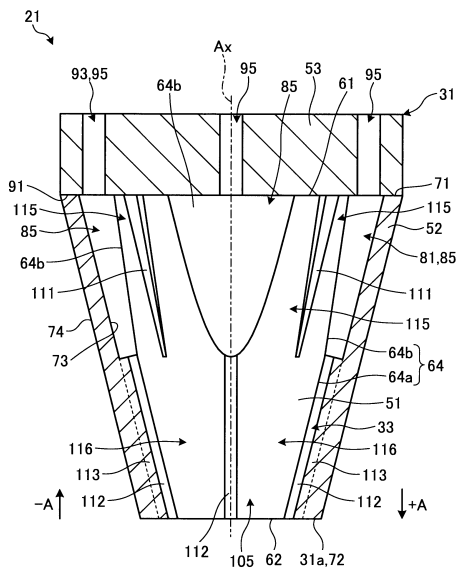
【 1 0 】



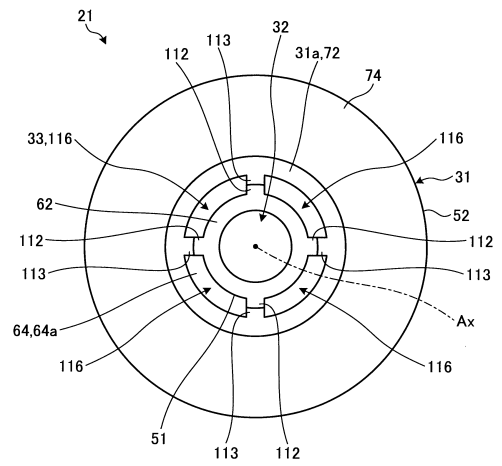
10

20

【 1 1 】



【 1 2 】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

B 2 2 F 12/53 (2021.01)

F I

B 2 2 F 12/53

静岡県沼津市大岡 2 0 6 8 の 3 技術研究組合次世代 3 D 積層造形技術総合開発機構 T R A F A M
東芝機械沼津分室内

審査官 高 村 憲司

(56)参考文献

特開 2 0 1 5 - 1 9 6 2 4 9 (J P , A)

特表平 1 0 - 5 0 1 4 6 3 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 6 / 1 5 1 7 8 1 (W O , A 1)

特開 2 0 1 7 - 0 1 9 0 1 8 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 6 / 1 5 1 7 1 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0

B 2 2 F 1 0 / 0 0 - 1 2 / 9 0

B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0