

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/065713 A1

(51) 国際特許分類:

B65G 27/04 (2006.01) *B29C 31/02* (2006.01)
B22F 3/105 (2006.01) *B29C 64/153* (2017.01)
B22F 3/16 (2006.01) *B29C 64/329* (2017.01)
B23K 26/21 (2014.01) *B33Y 30/00* (2015.01)
B23K 26/342 (2014.01) *B65G 65/40* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/035640

(22) 国際出願日: 2018年9月26日(26.09.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2017-191057 2017年9月29日(29.09.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 上野 和樹 (UENO, Kazuki); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 江上 達夫, 外 (EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: SUPPLY APPARATUS, PROCESSING SYSTEM, AND PROCESSING METHOD

(54) 発明の名称: 供給装置、加工システム、及び、加工方法

【図3】

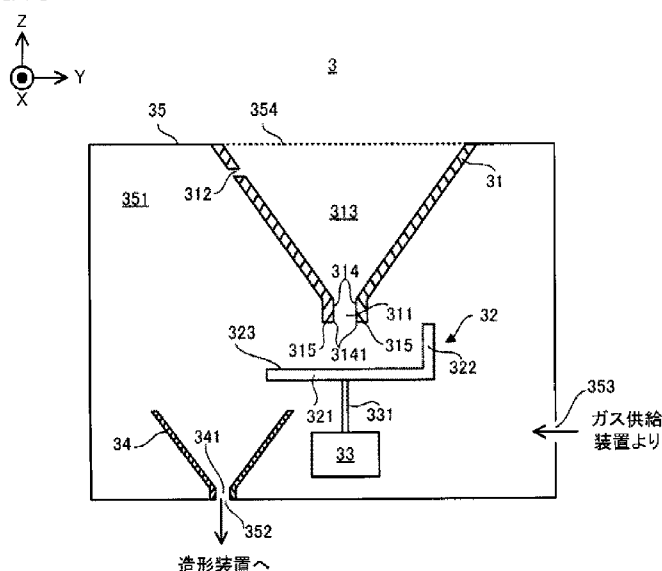


FIG. 3:
352 To shaping apparatus
353 From gas supply apparatus

(57) Abstract: This supply apparatus is provided with: a supply source including a supply port for supplying powder granular materials; a holding member spaced downward from the supply port and including a holding surface for holding the powder granular materials supplied from the supply port; and a first driving device 1 for moving the holding surface, wherein the holding surface is moved by the first driving device 1, and a portion of the powder granular materials held at the angle of repose on the holding surface are dropped from the holding surface.

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約：供給装置は、粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、供給口から下方に離れて位置し、供給口からの粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、保持面を動かす第1駆動装置とを備え、第1駆動装置で保持面を動かして、保持面上に安息角をなして保持された粉粒体の一部を保持面上から落下させる。

明 細 書

発明の名称： 供給装置、加工システム、及び、加工方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、粉粒体を供給する供給装置、並びに、このような供給装置から供給される粉粒体を用いて加工処理を行う加工システム及び加工方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 粉粒体を供給する供給装置の一例として、超音波モータの先端に取り付けられたパイプ中に粉体を供給し、超音波モータの楕円振動により粉体を一定方向に搬送する供給装置があげられる（特許文献1参照）。このような供給装置では、粉粒体を適切に搬送することが技術的課題となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第5, 917, 266号

発明の概要

[0004] 本発明の第1の態様によれば、粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、前記保持面を動かす駆動装置とを備え、前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面上に安息角をなして保持された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる供給装置が提供される。

[0005] 本発明の第2の態様によれば、粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を前記供給口と前記保持面との間に保持する保持面を備える保持部材と、前記保持面を動かす駆動装置とを備え、前記駆動装置で前記保持面を動かすことにより、前記保持面が保持する前記粉粒体の一部を前記保持面の端部から落下させ、前記供給口の縁から前記端部まで延ばした第1仮想面と水平面とがなす

角度は前記粉粒体の安息角以下である供給装置が提供される。

[0006] 本発明の第3の態様によれば、粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、前記保持面を動かす駆動装置とを備え、前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面と前記供給口との間に堆積された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる供給装置が提供される。

[0007] 本発明の第4の態様によれば、供給源から供給された粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、前記保持面を動かす駆動装置とを備え、前記駆動装置で前記保持面を振動させることにより、前記保持面上に安息角をなして保持された前記粉粒体の一部を前記保持面から落下させ、前記保持面の振動の振幅及び周波数の少なくとも一方を含む前記保持面の振動を制御して、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量を制御する供給装置が提供される。

[0008] 本発明の第5の態様によれば、粉粒体を保持する保持面を有する保持部材と、前記保持面から落下する前記粉粒体を受け取る面を含む搬送面を有する搬送部材とを備え、前記搬送面は、水平面に対して傾斜した傾斜面を含み、前記搬送部材は、前記粉粒体を前記傾斜面から供給することにより、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動よりも前記搬送面からの前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動を小さくする供給装置が提供される。

[0009] 本発明の第6の態様によれば、上述した本発明の第1の態様から第5の態様のいずれか一つによって提供される供給装置を備え、前記供給装置から供給される前記粉粒体を用いて加工処理を行う加工システムが提供される。

[0010] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本実施形態の造形システムの構造を示す断面図である。

[図2]図2 (a) から図2 (c) は、夫々、ワーク上のある領域において光を照射し且つ造形材料を供給した場合の様子を示す断面図である。

[図3]図3 は、本実施形態の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図4]図4 は、材料供給装置の一部を拡大して示す断面図及び平面図である。

[図5]図5 は、材料供給装置による造形材料の供給動作を示す断面図である。

[図6]図6 は、保持部材の振動の振幅と造形材料の供給量との間の関係を示すグラフである。

[図7]図7 は、造形ヘッドの移動速度と造形材料の供給量との関係を示すグラフである。

[図8]図8 は、第1 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図9]図9 は、第2 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図10]図1 0 は、第3 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図11]図1 1 は、第4 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図12]図1 2 は、第5 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図13]図1 3 は、第6 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図14]図1 4 は、第7 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

[図15]図1 5 は、第8 変形例の材料供給装置の構造を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照しながら、供給装置、加工システム及び加工方法の実施形態について説明する。以下では、レーザ肉盛溶接法 (LMD : Laser Metal Deposition) により、粉粒体の一具体例である造形材料Mを用いた付加加工を行うことで造形物を形成可能な造形システム1を用いて、供給装置、加工システム及び加工方法の実施形態を説明する。

[0013] また、以下の説明では、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸から定義されるXYZ直交座標系を用いて、造形システム1を構成する各種構成要素の位置関係について説明する。尚、以下の説明では、説明の便宜上、X軸方向及びY軸方向のそれぞれが水平方向（つまり、水平面内の所定方向）であり、Z軸方向が鉛直方向（つまり、水平面に直交する方向であり、実質的には上

下方向)であるものとする。また、X軸、Y軸及びZ軸周りの回転方向(言い換えれば、傾斜方向)を、それぞれ、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向と称する。

[0014] (1) 造形システム 1

(1-1) 造形システム 1 の全体構造

初めに、図 1 を参照しながら、本実施形態の造形システム 1 の全体構造について説明する。図 1 は、本実施形態の造形システム 1 の構造の一例を示す断面図である。

[0015] 造形システム 1 は、造形物(具体的には、3次元の物体)を形成可能である。造形システム 1 は、物体を形成するための基礎となるワークW上に、造形物を形成可能である。造形システム 1 は、ワークWに付加加工を行うことで、造形物を形成可能である。ワークWが後述するステージ 4 3 である場合には、造形システム 1 は、ステージ 4 3 上に、造形物を形成可能である。ワークWがステージ 4 3 によって保持されている既存の構造物である場合には、造形システム 1 は、既存の構造物上に、造形物を形成可能である。この場合、造形システム 1 は、既存の構造物と一体化された造形物を形成してもよい。既存の構造物と一体化された造形物を形成する動作は、既存の構造物に新たな構造物を付加する動作と等価である。或いは、造形システム 1 は、既存の構造物と分離可能な造形物を形成してもよい。尚、図 1 は、ワークWが、ステージ 4 3 によって保持されている既存の構造物である例を示している。また、以下でも、ワークWがステージ 4 3 によって保持されている既存の構造物である例を用いて説明を進める。

[0016] 上述したように、造形システム 1 は、レーザ肉盛溶接法により造形物を形成可能である。つまり、造形システム 1 は、積層造形技術を用いて物体を形成する 3D プリンタであるとも言える。尚、積層造形技術は、ラピッドプロトタイピング(Rapid Prototyping)、ラピッドマニュファクチャリング(Rapid Manufacturing)、又は、アディティブマニュファクチャリング(Additive Manufactu

r i n g)とも称される。

[0017] 造形物を形成するために、造形システム 1 は、図 1 に示すように、材料供給装置 3 と、造形装置 4 と、光源 5 と、ガス供給装置 6 と、制御装置 7 とを備える。材料供給装置 3 と、造形装置 4 と、光源 5 と、ガス供給装置 6 と、制御装置 7 とは、筐体 C 内に收容されている。図 1 に示す例では、造形装置 4 が、筐体 C の上部空間 U C に收容され、材料供給装置 3、光源 5、ガス供給装置 6 及び制御装置 7 が、上部空間 U C の下方に位置する筐体 C の下部空間 L C に收容される。但し、材料供給装置 3、造形装置 4、光源 5、ガス供給装置 6 及び制御装置 7 の夫々の筐体 C 内での配置位置が図 1 に示す配置位置に限定されることはない。

[0018] 材料供給装置 3 は、造形装置 4 に造形材料 M を供給する。材料供給装置 3 は、造形装置 4 が造形物を形成するために単位時間あたりに必要とする分量の造形材料 M が造形装置 4 に供給されるように、当該必要な分量に応じた所望の供給レートで造形材料 M を供給する。つまり、材料供給装置 3 は、単位時間当たりの造形材料 M の供給量が所望の供給レートに応じた供給量となるように、造形材料 M を供給する。尚、材料供給装置 3 の構造については、図 3 を参照しながら後に詳述するため、ここでの詳細な説明を省略する。

[0019] 造形材料 M は、所定強度以上の光 E L の照射によって熔融可能な材料である。このような造形材料 M として、例えば、金属性の材料及び樹脂性の材料の少なくとも一方が使用可能である。但し、造形材料 M として、金属性の材料及び樹脂性の材料とは異なるその他の材料が用いられてもよい。造形材料 M は、粉状の又は粒状の材料である。つまり、造形材料 M は、粉粒体である。

[0020] 造形装置 4 は、材料供給装置 3 から供給される造形材料 M を加工して造形物を形成する。造形材料 M を加工するために、造形装置 4 は、造形ヘッド 4 1 と、駆動系 4 2 と、ステージ 4 3 とを備える。更に、造形ヘッド 4 1 は、照射系 4 1 1 と、材料ノズル（つまり造形材料 M を供給する供給系） 4 1 2 とを備えている。造形ヘッド 4 1 と、駆動系 4 2 と、ステージ 4 3 とは、チ

ャンバ44内に收容されている。

[0021] 照射系411は、射出部411aから光ELを射出する。具体的には、照射系411は、光ELを発する光源5と、光ファイバ等の不図示の導光路を介して光学的に接続されている。照射系411は、導光路を介して光源5から伝搬してくる光ELを射出する。照射系411は、照射系411から下方（つまり、 $-Z$ 側）に向けて光ELを照射する。照射系411の下方には、ステージ43が配置されている。ステージ43にワークWが搭載されている場合には、照射系411は、ワークWに向けて光ELを照射する。つまり、照射系411は、ワークWに光ELを照射する。更に、照射系411の状態は、制御装置7の制御下で、光ELを照射する状態と、光ELを照射しない状態との間で切替可能である。

[0022] 材料ノズル412は、造形材料Mを供給する供給アウトレット412aを有する。材料ノズル412は、供給アウトレット412から造形材料Mを供給する。材料ノズル412は、造形材料Mの供給源である材料供給装置3と、不図示のパイプなどを介して物理的に接続されている。材料ノズル412は、パイプを介して材料供給装置3から所望の供給レートで供給される造形材料Mを供給する。尚、図1において材料ノズル412は、チューブ状に描かれているが、材料ノズル412の形状は、この形状に限定されない。材料ノズル412は、材料ノズル412から下方（つまり、 $-Z$ 側）に向けて造形材料Mを供給する。材料ノズル412の下方には、ステージ43が配置されている。ステージ43にワークWが搭載されている場合には、材料ノズル412は、ワークWに向けて造形材料Mを供給する。材料ノズル412は、照射系411が光ELを照射する領域（或いは、その近傍）に向けて造形材料Mを供給するように、照射系411に対して位置合わせされている。

[0023] 駆動系42は、造形ヘッド41を移動させる。駆動系42は、造形ヘッド41を、 X 軸、 Y 軸及び Z 軸の夫々に沿って移動させる。駆動系42は、 X 軸、 Y 軸及び Z 軸の夫々に加えて、 θX 方向、 θY 方向及び θZ 方向の少なくとも一つに沿って移動させてもよい。駆動系42は、例えば、モータ等を

含む。尚、光E Lを照射する領域と、造形材料Mが供給される領域とが別々に制御可能であってもよい。例えば、射出部4 1 1 aの位置、射出部4 1 1 aの向き、供給アウトレット4 1 2 aの位置、供給アウトレット4 1 2 aの向きの少なくとも一部が調整可能であってもよい。また照射系4 1 1の光学部材を動かして光E Lが照射される領域の位置を調整できるようにしてもよい。

[0024] ステージ4 3は、ワークWを保持可能である。更に、ステージ4 3は、保持したワークWをリリース可能である。上述した照射系4 1 1は、ステージ4 3がワークWを保持している期間の少なくとも一部において光E Lを照射する。更に、上述した材料ノズル4 1 2は、ステージ4 3がワークWを保持している期間の少なくとも一部において造形材料Mを供給する。尚、材料ノズル4 1 2が供給した造形材料Mの一部は、ワークWの表面からワークWの外部へと（例えば、ステージ4 3の周囲へと）散乱する又はこぼれ落ちる可能性がある。このため、造形システム1は、ステージ4 3の周囲に、散乱した又はこぼれ落ちた造形材料Mを回収する回収装置を備えていてもよい。

[0025] 光源5は、例えば、赤外光、可視光及び紫外光のうちの少なくとも一つを、光E Lとして照射する。但し、光E Lとして、その他の種類の光が用いられてもよい。光E Lは、レーザ光である。この場合、光源5は、レーザ光源（例えば、レーザダイオード（L D : L a s e r D i o d e）を含む。但し、光E Lはレーザ光でなくてもよいし、光源5は任意の光源（例えば、L E D（L i g h t E m i t t i n g D i o d e）、放電ランプ等）を含んでいてもよい。

[0026] ガス供給装置6は、不活性ガスの供給源である。不活性ガスの一例として、窒素ガス又はアルゴンガスがあげられる。ガス供給装置6は、造形装置4のチャンバ4 4内に不活性ガスを供給する。その結果、チャンバ4 4の内部空間は、不活性ガスによってパージされた空間となる。ガス供給装置6は更に、材料供給装置3に対しても不活性ガスを供給する。材料供給装置3に供給された不活性ガスは、後述するように、主として造形材料Mを圧送するた

めに用いられる。このため、ガス供給装置6は、材料供給装置3に対して、加圧された不活性ガスを供給する。なお、チャンバ44へのガス供給と材料供給装置3へのガス供給を、別々に制御できるようにしてもよい。例えば、チャンバ44への単位時間あたりのガス供給量と、材料供給装置3への単位時間あたりのガス供給量とが異なってもよい。例えば、チャンバ44と材料供給装置3の一方へのガス供給と停止した状態で、他方へのガス供給を行ってもよい。また、チャンバ44へ供給されるガスと材料供給装置3へ供給されるガスとで特性（例えば、温度など）が異なってもよい。チャンバ44へ供給されるガスと材料供給装置3へ供給されるガスとで、組成が異なってもよい。チャンバ44にガスを供給するガス供給装置と、材料供給装置3にガスを供給するガス供給装置が異なってもよい。

[0027] 制御装置7は、造形システム1の動作を制御する。制御装置7は、例えば、CPU (Central Processing Unit) や、メモリを含んでいてもよい。特に、本実施形態では、制御装置7は、照射系411による光ELの出射態様を制御する。出射態様は、限定されないが、光ELの強度、光ELの出射タイミングの少なくとも一方を含む。尚、出射態様は、光ELがパルス光である場合には、パルス光の発光時間及びパルス光の発光時間と消光時間との比（デューティ）の少なくとも一方を含んでいてもよい。更に、制御装置7は、駆動系42による造形ヘッド41の移動態様を制御する。移動態様は、限定されないが、移動量、移動速度、移動方向、及び移動タイミングの少なくとも一つを含む。更に、制御装置7は、材料供給装置3による造形材料Mの供給態様を制御する。供給態様は、限定されないが、供給レートを含む。

[0028] (1-2) 造形システム1による造形物の形成動作

続いて、造形システム1による造形物の形成動作について説明する。上述したように、造形システム1は、レーザ肉盛溶接法により造形物を形成する。このため、造形システム1は、レーザ肉盛溶接法に準拠した既存の形成動作を行うことで、造形物を形成してもよい。以下、レーザ肉盛溶接法による

造形物の形成動作の一例について簡単に説明する。

[0029] 造形システム1は、形成すべき造形物の3次元モデルデータ（例えば、CAD（Computer Aided Design）データ）等に基づいて、ワークW上に造形物を形成する。3次元モデルデータとして、CT（Computed Tomography）、MRI（Magnetic resonance imaging）の計測データを用いてもよい。造形システム1は、造形物を形成するために、例えば、Z軸方向に沿って並ぶ複数の層状の部分構造物（以下、“構造層”と称する）を順に形成していく。例えば、造形システム1は、造形物をZ軸方向に沿って輪切りにすることで得られる複数の構造層を1層ずつ順に形成していく。その結果、複数の構造層の集合体である造形物が形成される。以下、複数の構造層を1層ずつ順に形成していくことで造形物を形成する動作の流れについて説明する。

[0030] まず、各構造層を形成する動作について説明する。造形システム1は、制御装置7の制御下で、ワークW上の所望領域（具体的には、ある構造層を構成するための構造物を形成したい領域）に対して照射系411の射出部411aから光ELを照射する。本実施形態においては、光ELの集光位置がワークWの表面にほぼ一致している。その結果、図2（a）に示すように、照射系411の射出部411aから出射された光ELによってワークW上に溶融池（つまり、光ELによって溶融した金属のプール）MAが形成される。造形システム1は、制御装置7の制御下で、図2（b）に示すように、この溶融池MAに対して、材料ノズル412から造形材料Mを供給する。その結果、溶融池MAに供給された造形材料Mが溶融する。造形ヘッド41の移動に伴って溶融池MAに光ELが照射されなくなると、溶融池MAにおいて溶融した造形材料Mは、冷却されて再度固化（つまり、凝固）する。その結果、図2（c）に示すように、再固化した造形材料MがワークW上に堆積される。つまり、再固化した造形材料Mの堆積物による3次元の構造物が形成される。このような光の照射ELによる溶融池MAの形成、造形材料Mの供給、溶融及び再固化が、ワークWに対して造形ヘッド41をXY平面に沿って

相対的に移動させながら繰り返される。この際、光E Lは、ワークW上において構造物を形成したい領域に対して選択的に照射される一方で、ワークW上において構造物を形成したくない領域に対して選択的に照射されない。その結果、ワークW上に、凝固した造形材料Mの集合体に相当する構造層が形成される。

[0031] 造形システム1は、このような構造層を形成するための動作を、制御装置7の制御下で、3次元モデルデータ（特に、1層目の構造層#1に対応する3次元モデルデータ）に基づいて行う。その結果、ワークW上には、1層目の構造層#1が形成される。その後、造形システム1は、2層目の構造層#2をワークW上に形成する。構造層#2を形成するために、制御装置7は、まず、造形ヘッド41がZ軸方向に沿って移動するように駆動系42を制御する。具体的には、制御装置7は、駆動系42を制御して、光E Lが照射される領域及び造形材料Mが供給される領域が1層目の構造層#1の表面に設定されるように、+Z軸側に向かって造形ヘッド41を移動させる。これにより、光E Lの集光位置が構造層#1の表面にほぼ一致する。その後、造形システム1は、制御装置7の制御下で、1層目の構造層#1を形成する動作と同様の動作で、2層目の構造層#2に対応する3次元モデルデータに基づいて、1層目の構造層#1上に2層目の構造層#2を形成する。以降、同様の動作が、ワークW上に形成すべき造形物を構成する全ての構造層が形成されるまで繰り返される。その結果、複数の構造層の集合体によって、造形物が形成される。なお、ある一つの構造層の形成中に、光E Lの集光位置が下の構造層（あるいはワークWの表面）とほぼ一致するように、造形ヘッド41のZ軸方向に位置を変化させてもよい。また、光E Lの集光位置は、例えば造形ヘッド41を動かさずに、照射系411の光学部材などの移動により変化させてもよい。

[0032] (2) 材料供給装置3

(2-1) 材料供給装置3の構造

続いて、図3及び図4を参照しながら、材料供給装置3の構造について説

明する。図３は、材料供給装置３の構造を示す断面図である。図４は、材料供給装置３の一部を拡大して示す断面図及び平面図である。

[0033] 図３に示すように、材料供給装置３は、ホッパ３１と、保持部材３２と、振動装置３３と、材料送出部材３４とを備えている。ホッパ３１と、保持部材３２と、振動装置３３と、材料送出部材３４とは、筐体３５の内部空間３５１に收容されている。なお、振動装置３３の少なくとも一部は、筐体３５の外部に配置されてもよい。

[0034] ホッパ３１は、造形材料Ｍを貯蔵するための装置である。ホッパ３１は、漏斗状の形状（つまり、逆円錐状の形状）を有している。漏斗状の形状を有する隔壁によって囲まれた空間が、造形材料Ｍを貯蔵するための貯蔵空間３１３に相当する。但し、ホッパ３１は、その他の形状を有していてもよい。なお、ホッパ３１の形状は、その他の形状（例えば、逆四角錐状の形状）であってもよい。

[0035] ホッパ３１の下端（つまり、貯蔵空間３１３の下方）には、供給口３１１が形成されている。供給口３１１は、ホッパ３１の底部の隔壁をＺ軸方向に沿って貫通する開口（つまり、貫通孔）である。供給口３１１は、ホッパ３１の下部内面３１４によって規定されている（つまり、囲まれている）。供給口３１１の断面（具体的には、ＸＹ平面に沿った断面）の形状は、円形であるが、その他の形状であってもよい。その他の形状は長丸形、楕円形及び矩形の少なくとも一方を含む。供給口３１１は、ホッパ３１からホッパ３１の下方に（つまり、－Ｚ側に）造形材料Ｍを供給するための開口である。つまり、ホッパ３１が貯蔵している造形材料Ｍは、供給口３１１を介してホッパ３１の外部へと供給される（言い換えれば、排出されるないしは落とされる）。

[0036] ホッパ３１の上部には、通気孔３１２が形成されている。通気孔３１２は、ホッパ３１の貯蔵空間３１３（特に、貯蔵空間３１３に貯蔵されている造形材料Ｍの上部の空間）と筐体３５の内部空間３５１（特に、ホッパ３１から造形材料Ｍが排出される空間）とを連結するようにホッパ３１の隔壁を貫

通する開口（つまり、貫通孔）である。通気孔 3 1 2 が形成されることで、貯蔵空間 3 1 3 に造形材料 M が貯蔵されている場合であっても、貯蔵空間 3 1 3 の圧力と内部空間 3 5 1 の圧力との不均衡が防止され、ホッパ 3 1 から造形材料 M がスムーズに供給される。その結果、貯蔵空間 3 1 3 の圧力と内部空間 3 5 1 の圧力との不均衡に起因してホッパ 3 1 から造形材料 M が突発的に供給してしまうことはない。また、貯蔵空間 3 1 3 の圧力と内部空間 3 5 1 の圧力との不均衡に起因してホッパ 3 1 から造形材料 M がスムーズに供給しない（或いは、ホッパ 3 1 から排出された造形材料 M が、供給口 3 1 1 を介してホッパ 3 1 の貯蔵空間 3 1 3 に逆流してしまう）ことはない。尚、通気孔 3 1 2 を形成する代わりに貯蔵空間 3 1 3 の圧力と内部空間 3 5 1 の圧力との不均衡を解消するようにホッパ 3 1 の貯蔵空間 3 1 3 と筐体 3 5 の内部空間 3 5 1 とをパイプ等で連結してもよい。また、たとえば貯蔵空間 3 1 3 と内部空間 3 5 1 との圧力差が小さい場合には、貯蔵空間 3 1 3 と内部空間 3 5 1 とが通気孔 3 1 2 などを介して接続されていなくてもよい。

[0037] 保持部材 3 2 は、ホッパ 3 1 の供給口 3 1 1 からホッパ 3 1 の外部に供給される造形材料 M を保持する。保持部材 3 2 は、ホッパ 3 1 の下方に配置される。保持部材 3 2 は、供給口 3 1 1 の下方に配置される。保持部材 3 2 は、保持部材 3 2 の一部が供給口 3 1 1 の直下に位置するように配置される。つまり、保持部材 3 2 は、保持部材 3 2 の一部が Z 軸方向に沿って供給口 3 1 1 に対向するように配置される。

[0038] 保持部材 3 2 は、底部材 3 2 1 と、側壁部材 3 2 2 とを備えている。

[0039] 底部材 3 2 1 は、ホッパ 3 1 の下方に配置される。底部材 3 2 1 は、供給口 3 1 1 の下方に配置される。底部材 3 2 1 は、底部材 3 2 1 の一部が供給口 3 1 1 の直下に位置するように配置される。つまり、底部材 3 2 1 は、底部材 3 2 1 の一部が Z 軸方向に沿って供給口 3 1 1 に対向するように配置される。

[0040] 底部材 3 2 1 の上面（つまり、+ Z 側の面）は、供給口 3 1 1 から供給された造形材料 M を保持するための保持面 3 2 3 となる。このため、保持面 3

23は、ホッパ31の下方に配置される。保持面323は、供給口311の下方に配置される。保持面323は、保持面323の一部が供給口311の直下に位置するように配置される。つまり、保持面323は、保持面323の一部がZ軸方向に沿って供給口311に対向するように配置される。

[0041] 保持面323は、XY平面に沿った（或いは、XY平面に平行な）面であり、水平面である。保持面323は、供給口311からZ軸方向に沿って離れた位置に配置される。保持面323は、供給口311を規定するホッパ31の下部内面314の下端部3141と接触することはない。保持面323は、ホッパ31の下面315と接触することはない。保持面323は、供給口311をふさぐことはない。尚、ホッパ31の下面315はXY平面に沿った面（或いは、水平面）と平行でもよいし、平行でなくてもよい。

[0042] 保持面323の大きさは、以下に説明する第1条件、第2条件及び第3条件を満たす大きさとなる。

[0043] 第1条件は、保持面323の大きさが、供給口311の断面よりも大きくなるという条件である。ここで、供給口311の断面は、保持面323と平行な面における断面とすることができる。つまり、第1条件は、図4に示すように、保持面323の面積 S_2 が、供給口311の断面積 S_1 よりも大きくなるという条件である。

[0044] 第2条件は、図4に示すように、供給口311を規定するホッパ31の下部内面314の下端部3141から下方に向かうにつれて外側に広がり、且つ、保持面323（或いは、保持面323を拡大した仮想的な面）となす角度が造形材料Mの安息角 θ_r となる面である仮想面VS2により記述される。第2条件は、保持面323の大きさが、仮想面VS2と保持面323（或いは、保持面323を拡大した仮想的な面）との交差部3230によって外縁（つまり、円周）が規定され且つ保持面323と同じ高さにある円形の領域3231の大きさ以上になるという条件である。つまり、第2条件は、保持面323が領域3231を包含し得る（つまり、保持面323上に領域3231を設定可能である）程度に保持面323が大きいという条件である。

つまり、仮想面VS2は、下端部3141から保持面323に延びており、且つ、保持面323となす角度が造形材料Mの安息角 θ_r となるように保持面323に対して傾斜している面である。この場合、領域3231は、実質的には、供給口311の直下に位置する保持面323上の基準点3233（図4参照）から外側に広がり且つ供給口311の断面よりも大きい円形の領域であると言える。また、安息角 θ_r は、保持部材32が静止している状況下で保持面323上に堆積している造形材料Mの山の安定を保つことが可能な（つまり、造形材料Mの山の自発的な崩壊を招かない）当該山の斜面の最大角である。従って、第2条件は、実質的には、保持部材32が静止している状況下で保持面323上に堆積している造形材料Mの山の安息角 θ_r を維持可能な（つまり、造形材料Mの山の斜面の角度を安息角 θ_r 以下にすることが可能な）程度に保持面323が大きくなるという条件であるとも言える。通常、安息角 θ_r は45度以下となるので、円形の領域3231の半径は供給口311と保持面323との間の距離より大きくなる。尚、領域3231は、円形の領域でなくてもよい。領域3231が円形の領域でない場合には、当該領域に内接する円又は外接する円を領域3231と見なしてもよい。

[0045] 第3条件は、領域3231に加えて、領域3231の外側に広がる領域3232（図4参照）を保持面323が備えることができる程度に保持面323が大きいう条件である。つまり、第3条件は、領域3231の外側に領域3232を設定可能な程度に保持面323が大きいう条件である。保持面323が領域3232を備えている場合には、図4から明らかなように、ホッパ31の下端部（つまり、供給口311の縁）3141から保持面323の外縁3234（つまり、領域3232の外縁であり、保持面323の端部である）に延びる面である仮想面VS1が保持面323となす角度 θ_1 は、安息角 θ_r 以下になる。そこで、保持面323は、仮想面VS1と供給口311との間に造形材料Mを保持することができる。尚、保持面323が供給口311の断面よりも大きい第1条件が満たされているため、仮想面

V S 1 は、保持面 3 2 3 に対して傾斜した面となる。更に、保持面 3 2 3 が領域 3 2 3 2 を備えている場合には、仮想面 V S 2 は、保持面 3 2 3 に交差する面となる。

[0046] 側壁部材 3 2 2 は、底部材 3 2 1 から + Z 側に突き出る部材（言い換えれば、部分）である。図 3 及び図 4 に示す例では、側壁部材 3 2 2 は、保持面 3 2 3 の外縁 3 2 3 4（或いは、その近傍）に形成されている。側壁部材 3 2 2 は、保持面 3 2 3（つまり、底部材 3 2 1）から保持面 3 2 3 の外部の意図せぬ領域へと造形材料 M がこぼれ落ちる（つまり、落下する、以下同じ）ことを防止するためのストッパとして機能する。逆に言えば、側壁部材 3 2 2 は、保持面 3 2 3（つまり、底部材 3 2 1）から保持面 3 2 3 の外部の意図した領域へと造形材料 M がこぼれ落ちるように保持面 3 2 3 上の造形材料 M をガイドするガイド部材として機能する。造形材料 M がこぼれ落ちる領域として意図された領域は、保持面 3 2 3 から見て材料送出部材 3 4 が位置する領域である。後述するように、保持面 3 2 3 が保持する造形材料 M は、保持面 3 2 3 からこぼれ落ちて材料送出部材 3 4 に搬出される。このため、側壁部材 3 2 2 は、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に造形材料 M が搬出される一方で、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 が位置していない部分に造形材料 M がこぼれ落ちないように、底部材 3 2 1 上の適切な位置に形成される。具体的には、側壁部材 3 2 2 は、造形材料 M がこぼれ落ちるべきでない保持面 3 2 3 上の領域（特に、外縁 3 2 3 4 又はその近傍の領域）に形成される。一方で、側壁部材 3 2 2 は、造形材料 M がこぼれ落ちるべき保持面 3 2 3 上の領域（特に、外縁 3 2 3 4 又はその近傍の領域）に形成されない。尚、側壁部材 3 2 2 を、保持面 3 2 3 の外縁 3 2 3 4 のうち、+ X 側の部分及び - X 側の部分に設けても良い。また、側壁部材 3 2 2 の少なくとも一部は、保持面 3 2 3 上の領域 3 2 3 1 内に設けられてもよい。

[0047] 図 3 に戻って、振動装置 3 3 は、制御装置 7 の制御下で、保持部材 3 2 を振動させる。具体的には、振動装置 3 3 は、振動伝達部材 3 3 1 を介して保持部材 3 2（図 3 に示す例では、その底部材 3 2 1）に連結されている。振

動装置 33 は、振動伝達部材 331 を介して振動を保持部材 32 に伝達する。その結果、保持部材 32 が振動する。振動装置 33 は、X 軸方向に沿って保持部材 32 を振動させてもよいし、Y 軸方向に沿って保持部材 32 を振動させてもよいし、Z 軸方向に沿って保持部材 32 を振動させてもよいし、X 軸、Y 軸、Z 軸の少なくとも一つに交差する方向に振動させてもよい。振動装置 33 は、限定されないが、超音波モータ又は電磁モータ、積層圧電素子を用いたアクチュエータを含む。振動装置 33 の種類によっては、振動伝達部材 331 を介さずに、電磁気力等の遠隔力又は共鳴などを用いて間接的に保持部材 32 を振動させてもよい。振動装置 33 による振動は周期的な振動に限られず、非周期的な振動であってもよい。

[0048] 振動装置 33 は、制御装置 7 の制御下で、保持部材 32 を振動させることで、保持面 323 が保持している造形材料 M の一部を、保持面 323 の外縁 3234 を介して保持面 323 の外部へと落下させる。つまり、振動装置 33 は、保持部材 32 を振動させることで、保持面 323 が保持している（つまり、保持面 323 上に堆積している）造形材料 M の一部を、保持面 323 から保持面 323 を伝って保持面 323 の外部（具体的には、材料送出部材 34）へと搬出させる。つまり、振動装置 33 は、制御装置 7 の制御下で、保持面 323 が保持している造形材料 M の一部が、保持面 323 から、保持面 323 を伝って保持面 323 の外部（具体的には、材料送出部材 34）へと搬出されるように、保持部材 32 を振動させる。

[0049] 上述したように、保持面 323 とホッパ 31 の供給口 311 とは、離れている（つまり、接触していない）。つまり、保持部材 32 とホッパ 31 とは離れている（つまり、接触していない）。このため、振動装置 33 がホッパ 31 を振動させることはない。

[0050] 材料送出部材 34 は、保持面 323 から搬出された（つまり、落下した、以下同じ）造形材料 M を受け取る。材料送出部材 34 は、保持面 323 から搬出された造形材料 M を受け取るために、保持面 323 から搬出された造形材料 M を受け取ることが可能な位置に配置される。図 3 に示す例では、材料

送出部材 3 4 は、保持面 3 2 3 の下方及び斜め下方の少なくとも一方に位置している。この場合、造形材料 M は、保持面 3 2 3 からこぼれ落ちる（つまり、落下する）ように保持面 3 2 3 の外部へと搬出され、材料送出部材 3 4 は、保持面 3 2 3 からの造形材料 M の落下経路に配置される。

[0051] 材料送出部材 3 4 は、保持面 3 2 3 から搬出された造形材料 M を適切に受け取るために、漏斗状の形状（例えば、逆円錐状の形状）を有している。材料送出部材 3 4 は、漏斗状の形状を有する隔壁によって、保持面 3 2 3 から搬出された造形材料 M を収集するように受け取る。但し、材料送出部材 3 4 は、その他の形状（例えば、逆四角錐状の形状）を有していてもよい。

[0052] 材料送出部材 3 4 は、更に、保持面 3 2 3 から受け取った造形材料 M を、材料供給装置 3 の外部へと（つまり、造形装置 4 へと）送り出す。造形材料 M を造形装置 4 へと送り出すために、材料送出部材 3 4 の下端には、送出口 3 4 1 が形成されている。送出口 3 4 1 は、材料送出部材 3 4 の底部の隔壁を Z 軸方向に沿って貫通する開口（つまり、貫通孔）である。送出口 3 4 1 の断面（具体的には、X Y 平面に沿った断面）の形状は、円形であるが、その他の形状であってもよい。その他の形状は長円形、楕円形及び矩形の少なくとも一方を含む。

[0053] 筐体 3 5 には、送出口 3 5 2 が形成されている。送出口 3 5 2 は、材料送出部材 3 4 の送出口 3 4 1 に連通している。送出口 3 5 2 には、造形装置 4 につながる上述した不図示のパイプが接続されている。従って、材料送出部材 3 4 が送り出した造形材料 M は、送出口 3 4 1 及び 3 5 2 並びに不図示のパイプを介して、造形装置 4 へと送り出される。

[0054] 筐体 3 5 には更に、流入口 3 5 3 が形成されている。流入口（給気口）3 5 3 は、上述したガス供給装置 6 に接続されている。従って、筐体 3 5 の内部空間 3 5 1 には、流入口 3 5 3 を介して、上述したガス供給装置 6 から、加圧された不活性ガスが供給される。

[0055] 筐体 3 5 には更に、材料補充口 3 5 4 が形成されている。材料補充口 3 5 4 は、ホッパ 3 1 に造形材料 M を補充するための開口である。材料補充口 3

54は、通常は（具体的には、ホッパ31に造形材料Mを補充していない期間中は）、不図示の蓋によって密閉されている。このため、内部空間351の状態は、通常は、加圧された状態のまま維持される。この材料補充口354の蓋は、ホッパ31に造形材料Mを補充する期間中に開けられる。

[0056] なお、材料補充口354は、造形材料Mの補充以外の目的（たとえば、筐体35内に配置された部品の交換、メンテナンスなど）のために使用してもよい。

[0057] （2-2）材料供給装置3による造形材料Mの供給動作

続いて、図5（更には、必要に応じて上述した図4）を参照しながら、材料供給装置3による造形材料Mの供給動作について説明する。

[0058] まず、上述したように、保持面323は、XY平面に沿った面であり、且つ、供給口311（言い換えれば、ホッパ31の下面315）からZ軸方向に沿って離れるように供給口311の下方に配置される。このため、図5に示すように、供給口311から供給された（つまり、落下した）造形材料Mは、保持面323上に堆積される。保持面323は、供給口311から供給された造形材料Mが保持面323上で堆積するように、造形材料Mを保持する。保持面323は、供給口311と保持面323との間（つまり、ホッパ31の下面315と保持面323との間）に造形材料Mを保持するように、造形材料Mを保持する。このとき、保持面323は、供給口311と保持面323との間の距離Dに応じた分量の造形材料Mを保持する。具体的には、保持面323は、供給口311と保持面323との間の距離Dが大きくなるほど、多くの分量の造形材料Mを保持する。つまり、保持面323が保持する造形材料Mの分量は、供給口311と保持面323との間の距離Dが大きくなるほど多くなる。

[0059] 更に、上述したように、保持面323の大きさは、保持面323が供給口311の断面よりも大きくなるという第1条件を満たす大きさとなっている。このため、図5に示すように、供給口311から供給された造形材料Mは、供給口311から下方に向かうにつれて外側に広がる造形材料Mの山を形

成するように、保持面 3 2 3 上に堆積される。保持面 3 2 3 は、供給口 3 1 1 の直下に位置する保持面 3 2 3 上の基準点 3 2 3 3（図 4 参照）に近づくほどより多くの造形材料 M を保持する。保持面 3 2 3 は、供給口 3 1 1 と保持面 3 2 3 と仮想面 V S 1（図 4 参照）との間に造形材料 M を保持して造形材料 M の山を形成するように、造形材料 M を保持する。

[0060] 更に、上述したように、保持面 3 2 3 の大きさは、保持面 3 2 3 上に円形の領域 3 2 3 1 を設定可能な程度に（つまり、保持部材 3 2 が静止している状況下で保持面 3 2 3 上に堆積される造形材料 M の山の安息角 θ_r を維持可能な程度に）保持面 3 2 3 が大きくなるという第 2 条件を満たす大きさとなっている。このため、図 5 に示すように、保持面 3 2 3 は、供給口 3 1 1 から供給された造形材料 M の山が、その斜面と保持面 3 2 3 とがなす角度が安息角 θ_r を超えない状態で保持面 3 2 3 上に形成されるように、造形材料 M を保持することができる。つまり、保持面 3 2 3 は、保持部材 3 2 が静止している（つまり、振動装置 3 3 が保持部材 3 2 を振動させていない）状況下で造形材料 M の山が自発的に崩れないように、造形材料 M を保持することができる。

[0061] 更に、上述したように、保持面 3 2 3 の大きさは、領域 3 2 3 1 に加えて、領域 3 2 3 1 の外側に広がる領域 3 2 3 2 を保持面 3 2 3 が備えることができる程度に保持面 3 2 3 が大きくなるという第 3 条件を満たしている。このため、保持面 3 2 3 は、領域 3 2 3 1 のみならず、領域 3 2 3 2 をも用いて、造形材料 M を保持することができる。このため、保持面 3 2 3 は、保持面 3 2 3 上で造形材料 M が形成している山を、その斜面と保持面 3 2 3 とがなす角度が安息角 θ_r 以下になる状態で保持可能となる。その結果、保持面 3 2 3 は、供給口 3 1 1 から供給された造形材料 M の山がより一層自発的に崩れにくくなるように、造形材料 M を保持することができる。

[0062] このように、ホッパ 3 1 からホッパ 3 1 の外部に供給された造形材料 M は、一旦保持面 3 2 3 によって安定的に保持される。保持面 3 2 3 上に堆積した造形材料 M は供給口 3 1 1 と接触しており、保持部材 3 2 が静止している

状況下では、堆積した造形材料Mは供給口 3 1 1 を塞いでそれ以上の造形材料Mが保持面 3 2 3 に供給されることを抑制している。この状態において、保持部材 3 2 は、振動装置 3 3 によって振動させられる。静止していた保持部材 3 2 が振動し始めると、保持面 3 2 3 が安定的に保持していた造形材料Mの山から、当該山を構成する造形材料Mの一部が徐々に崩れ始める。或いは、静止していた保持部材 3 2 が振動し始めると、保持面 3 2 3 が安定的に保持していた造形材料Mの山から、当該山を構成する造形材料Mの一部が徐々に分離し始める。

[0063] 更に、保持部材 3 2 が継続的に且つ同じように振動し続けると、保持面 3 2 3 が安定的に保持していた造形材料Mの山から、当該山を構成する造形材料Mの一部が、単位時間毎に一定量ずつ徐々に崩れ続ける。保持部材 3 2 が継続的に且つ同じように振動し続けると、保持面 3 2 3 が安定的に保持していた造形材料Mの山から、当該山を構成する造形材料Mの一部が、単位時間毎に一定量ずつ徐々に分離し続ける（つまり、せん断され続ける）。山から崩れ落ちた又は分離した造形材料Mは、保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部（つまり、材料送出部材 3 4）へとこぼれ落ちる。その結果、保持面 3 2 3 からは、単位時間毎に一定量の造形材料Mが材料搬出装置 3 4 へと搬出される。

[0064] 振動装置 3 3 による保持部材 3 2 の振動が停止すると、保持面 3 2 3 上に堆積された造形材料Mは崩れることを止め、保持面 3 2 3 から造形材料Mがこぼれ落ちなくなる。つまり、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 への造形材料Mの搬出が停止される。その結果、材料供給装置 3 から造形装置 4 への造形材料Mの供給も停止される。従って、振動装置 3 3 は、制御装置 7 の制御下で、造形装置 4 へ造形材料Mを供給しなくてもよいタイミング（例えば、材料ノズル 4 1 2 が造形材料Mを供給しなくてもよいタイミング）で、保持部材 3 2 の振動を停止する。

[0065] 単位時間あたりに保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部へと搬出される造形材料Mの分量（つまり、単位時間当たりの造形材料Mの搬出量）は、保持

部材 3 2 の振動の状態が制御可能である。このため、振動装置 3 3 は、制御装置 7 の制御下で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へ搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の振動の状態を設定する。更に、振動装置 3 3 は、制御装置 7 の制御下で、造形装置 4 が造形物を形成している間（より具体的には、材料ノズル 4 1 2 が造形材料 M を供給し続けている間）は、設定した振動の状態が保持部材 3 2 が振動し続けるように、保持部材 3 2 を振動させる。その結果、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと、造形装置 4 が造形物を形成するために単位時間あたりに必要とされる一定量の造形材料 M が搬出される。

[0066] 振動の状態は、例えば、振動の振幅（つまり、強度）を含んでいてもよい。例えば、振動の振幅が大きくなるほど、保持面 3 2 3 が大きく振動することになる。このため、振動の振幅が大きくなるほど、保持面 3 2 3 が保持していた造形材料 M の山から単位時間あたりに崩れ落ちる又は分離する造形材料 M の分量が多くなる。つまり、振動の振幅が大きくなるほど、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部へと搬出される造形材料 M の分量が多くなる。単位時間あたりに保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部へと搬出される造形材料 M の分量が多くなるほど、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量（つまり、供給量）が多くなる。従って、図 6 に示すように、振動の振幅が大きくなるほど、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の供給量が多くなる。制御装置 7 は、このような保持部材 3 2 の振動の振幅と造形材料 M の供給量との間の関係を考慮した上で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の振動の振幅を設定する。例えば、図 6 に示すように、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと分量 M 1 の造形材料 M を供給することが要求されている場合には、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の振動の振幅

をA1に設定する。同様に、例えば、図6に示すように、単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4へと分量M2（但し、 $M2 < M1$ ）の造形材料Mを供給することが要求されている場合には、制御装置7は、保持部材32の振動の振幅をA2（但し、 $A2 < A1$ ）に設定する。

[0067] 但し、保持部材32の振動の振幅が大きくなりすぎると、保持面323が保持していた造形材料Mの山が一気に崩れてしまう可能性がある。このため、制御装置7は、保持面323が保持していた造形材料Mの山が徐々に崩れる（つまり、一気に崩れない）という制約を満たすように、振動の振幅を設定してもよい。

[0068] 振動の状態は、例えば、振動の周波数を含んでいてもよい。例えば、振動の周波数が大きくなるほど、保持面323が高速に振動することになる。このため、振動の周波数が大きくなるほど、保持面323が保持していた造形材料Mの山から単位時間あたりに崩れ落ちる又は分離する造形材料Mの分量が多くなる。つまり、振動の周波数が大きくなるほど、単位時間あたりに保持面323から保持面323の外部へと搬出される造形材料Mの分量が多くなる。従って、振動の振幅と同様に、振動の周波数が大きくなるほど、単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4へと供給される造形材料Mの分量（つまり、供給量）が多くなる。制御装置7は、このような保持部材32の振動の周波数と造形材料Mの供給量との間の関係を考慮した上で、単位時間あたりに保持面323から材料送出部材34へと搬出される造形材料Mの分量が、造形物の形成に必要な造形材料Mの供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材32の振動の周波数を設定してもよい。

[0069] 但し、保持部材32の振動の周波数が高くなりすぎると、保持面323が保持していた造形材料Mの山が一気に崩れてしまう可能性がある。このため、制御装置7は、保持面323が保持していた造形材料Mの山が徐々に崩れる（つまり、一気に崩れない）という制約を満たすように、振動の周波数を設定してもよい。

[0070] 更に、保持部材34の振動の状態が同じであっても、単位時間あたりに保

持面 3 2 3 から搬出される第 1 の状態の造形材料 M の分量と、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬出される第 2 の状態（但し、第 2 の状態は、第 1 の状態とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。つまり、ある状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 1 の状態の造形材料 M の分量と、同じ状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される異なる第 2 の状態の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。具体的には、例えば、ある状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 1 の種類の造形材料 M の分量と、同じ状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 2 の種類（但し、第 2 の種類は、第 1 の種類とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。例えば、ある状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 1 の粒径の造形材料 M の分量と、同じ状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 2 の粒径（但し、第 2 の粒径は、第 1 の粒径とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。例えば、ある状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 1 の形状（特に、外形）の造形材料 M の分量と、同じ状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される第 2 の形状（但し、第 2 の形状は、第 1 の形状とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。例えば、ある状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される、表面の摩擦係数が第 1 値となる造形材料 M の分量と、同じ状態で振動する保持面 3 2 3 から単位時間あたりに搬出される、表面の摩擦係数が第 2 値（但し、第 2 値は、第 1 値とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。従って、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の振動の状態と造形材料 M の供給量との間の関係に加えて又は代えて、造形材料 M の状態と造形材料 M の供給量との間の関係を考慮した上で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の振動の状態を設定してもよい。ここで、造

形材料Mの状態は、造形材料Mの種類、造形材料Mの大きさ（粒径）、造形材料Mの形状、造形材料Mの表面の摩擦係数のうち少なくとも1つを含んでいてもよい。

[0071] 保持面323から材料送出部材34へと造形材料Mが搬出されると、保持面323が保持する造形材料Mの分量が減る。一方で、保持面323がホッパ31の供給口311の下方に位置しているがゆえに、保持面323が保持する造形材料Mの分量が減ると、造形材料M自身の重量によって、供給口311を介してホッパ31から保持面323へと新たな造形材料Mが供給される。つまり、保持面323には、保持面323から材料送出部材34へと搬出された造形材料Mの分量に等しい分量の造形材料Mが、新たにホッパ31から供給される。従って、保持面323は、実質的には概ね同じ分量の造形材料Mを保持することになる。つまり、保持面323は、保持面323からの造形材料Mの搬出に関わらず、ホッパ31の下面315と保持面323との間の距離Dに応じた分量の造形材料Mを保持することになる。

[0072] 保持面323から搬出された造形材料Mは、保持面323から材料送出部材34へと落下していく。その結果、材料送出部材34は、保持面323から搬出された造形材料Mを受け取る。材料送出部材34が受け取った造形材料Mは、材料供給装置3の外部へと（つまり、造形装置4へと）送り出される。ここで、上述したように、材料送出部材34が収容されている筐体35の内部空間351には、流入口353を介してガス供給装置6から加圧された不活性ガスが供給される。材料送出部材34は、加圧された不活性ガスによる圧送で、造形材料Mを造形装置4へと送り出す。つまり、材料送出部材34が受け取った造形材料Mは、内部空間351に供給された不活性ガスの圧力によって送出口341及び352を介してパイプ内を押し出されるように送り出される。パイプを介して送り出された造形材料Mは、材料ノズル412から供給される。

[0073] 材料送出部材34が圧送で造形材料Mを送り出しているがゆえに、単位時間あたりに材料送出部材34が送り出す造形材料Mの分量は、単位時間あた

りに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量に依存する。このため、材料送出部材 3 4 は、単位時間あたりに一定量の造形材料 M を造形装置 4 に送り出すことができる。その結果、材料供給装置 3 は、単位時間あたりに一定量の造形材料 M を造形装置 4 に供給することができる。つまり、材料供給装置 3 は、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた一定の所望供給量となるように、造形装置 4 に造形材料 M を供給することができる。

[0074] このように、本実施形態の材料供給装置 3 は、ホッパ 3 1 の下方に配置した保持部材 3 2 で、ホッパ 3 1 から供給される造形材料 M を一定量保持した上で、保持部材 3 2 の振動によって単位時間あたりに一定量の造形材料 M を保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出している。このため、材料供給装置 3 は、造形装置 4 が造形物を形成するために単位時間あたりに必要とされる一定量の造形材料 M を造形装置 4 に安定的に供給することができる。つまり、材料供給装置 3 は、所望の供給レートを維持したまま造形材料 M を供給することができる。

[0075] 尚、上述した説明では、造形装置 4 が造形物を形成している間は、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が一定になっている。つまり、造形装置 4 が造形物を形成している間は、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量が一定になっている。しかしながら、材料供給装置 3 は、制御装置 7 の制御下で、造形装置 4 が造形物を形成している間に、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量を変更してもよい。具体的には、上述したように、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量は、保持部材 3 2 3 の振動の状態に依存する。従って、制御装置 7 は、造形装置 4 が造形物を形成している間に、保持部材 3 2 の振動の状態を変更するように振動装置 3 3 を制御してもよい。その結果、振動の状態の変更に伴い、単位時間あたりに保持

面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が変更される。つまり、振動の状態の変更に伴い、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと搬出される造形材料 M の分量が変更される。

[0076] 単位時間あたりに材料供給装置 3 から供給される造形材料 M の分量を変更する場面の一例として、駆動系 4 2 による造形ヘッド 4 1 の移動速度が変化する場面があげられる。この場合、制御装置 7 は、造形ヘッド 4 1 の移動速度に基づいて（つまり、造形ヘッド 4 1 の移動速度に関する情報）に基づいて、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと搬出される造形材料 M の分量を変更する。具体的には、ワーク W 上のある単位領域（或いは、ワーク W 上に形成済みの構造層上のある単位領域、以下同じ）に向けて材料ノズル 4 1 2 が造形材料 M を供給する時間は、造形ヘッド 4 1 の移動速度が速くなるほど短くなる。従って、造形ヘッド 4 1 の移動速度が速くなるほど、単位領域に供給される造形材料 M の分量が少なくなる。その結果、造形ヘッド 4 1 の移動速度が変化すると、ワーク W 上のある一の単位領域に供給される造形材料 M の分量と、ワーク W 上の他の単位領域に供給される造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。この場合、形成される造形物の精度に影響が出る可能性がある。そこで、制御装置 7 は、ワーク W 上の複数の単位領域の夫々に供給される造形材料 M の分量が同じになるように、造形ヘッド 4 1 の移動速度に基づいて、単位時間あたりに材料供給装置 3 から供給される造形材料 M の分量を変更してもよい。具体的には、制御装置 7 は、図 7 に示すように、造形ヘッド 4 1 の移動速度が速くなるほど単位時間あたりに材料供給装置 3 から供給される造形材料 M の分量（つまり、単位時間当たりの造形材料 M の供給量）が多くなるように、単位時間当たりの造形材料 M の供給量を変更してもよい。

[0077] 尚、上述した場面に限らず、制御装置 7 は、造形ヘッド 4 1 の移動速度に関する情報及び光 E L の照射に関する情報の少なくとも一方に基づいて、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと搬出される造形材料 M の分量を変更してもよい。尚、光 E L の照射に関する情報のその他の一例とし

ては、光E Lの強度、光E Lの照射位置又は光E Lの照射タイミング等があげられる。例えば、制御装置7は、光E Lの強度の変化に合わせて単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4へと搬出される造形材料Mの分量を変更してもよい。例えば、制御装置7は、光E Lの照射タイミングの変化に合わせて単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4へと搬出される造形材料Mの分量を変更してもよい。

[0078] また、上述した説明では、造形ヘッド41の移動速度が速くなるほど単位時間あたりに材料供給装置3から供給される造形材料Mの分量が多くなるように、制御装置7の制御下で保持面323の振動の状態を変更した。しかしながら、振動装置33が保持面323を振動できる振幅又は周波数の上限から、材料供給装置3が造形装置4に供給できる単位時間当たりの造形材料Mの供給量を逆算し、当該供給量に基づき造形装置4における造形ヘッド41の移動速度の上限を定めてもよい。

[0079] (3) 変形例

続いて、造形システム1の変形例について説明する。

[0080] (3-1) 第1変形例

第1変形例の造形システム1aは、上述した造形システム1と比較して、材料供給装置3に代えて材料供給装置3aを備えているという点で異なる。造形システム1aのその他の構成は、造形システム1のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図8を参照しながら、第1変形例の材料供給装置3aについて説明する。

[0081] 図8に示すように、材料供給装置3aは、上述した材料供給装置3と比較して、搬送部材36aを筐体35の内部空間351に更に備えているという点で異なる。材料供給装置3aのその他の構成は、材料供給装置3のその他の構成と同じであってもよい。

[0082] 搬送部材36aは、保持面323から搬出された造形材料Mを受け取る。更に、搬送部材36aは、保持面323から受け取った造形材料Mを、材料送出部材34へと搬出する。従って、第1変形例では、造形材料Mは、ホッ

パ31から、保持部材32、搬送部材36a及び材料送出部材34をこの順に介して材料供給装置3の外部（つまり、造形装置4）へと供給される。

[0083] 搬送部材36aは、保持面323から搬出された（つまり、こぼれ落ちた）造形材料Mを受け取るために、保持面323から搬出された造形材料Mを受け取ることが可能な位置に配置される。図8に示す例では、搬送部材36aは、保持面323の下方及び斜め下方の少なくとも一方に位置している。この場合、造形材料Mは、保持面323からこぼれ落ちる（つまり、落下する）ように保持面323の外部へと搬出され、搬送部材36aは、保持面323からの造形材料Mの落下経路に配置される。

[0084] 搬送部材36aは、上面（つまり、+Z側を向いた面）361aで造形材料Mを受け取る。つまり、造形材料Mは、保持面323から上面361aにこぼれ落ちる。上面361aは、水平面であるXY平面に対して傾斜した（つまり、XY平面に交差する）面である。上面361aは、保持面323に対して傾斜した面である。上面361aが傾斜しているため、上面361aが受け取った造形材料Mは、上面361aを転がり落ちていく。上面361aの下方及び斜め下方の少なくとも一方には、材料送出部材34が配置されている。つまり、上面361aから造形材料Mが転がり落ちる経路上には、材料送出部材34が配置されている。このため、材料送出部材34は、上面361aを転がり落ちてくる造形材料Mを受け取る。つまり、第1変形例では、搬送部材36aは、上面361aの傾斜により造形材料Mを落下させることで、保持面323から上面361aで受け取った造形材料Mを、上面361aから上面361aの外部（つまり、搬送部材36aの外部であって、材料送出部材34）へと搬出する。

[0085] このような材料供給装置3aは、上述した材料供給装置3が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。更に、第1変形例では、保持面323から搬送部材36aに搬出された造形材料Mは、搬送部材36aの上面361aの傾斜によって上面361aを転がり落ちていく。この際、造形材料Mには、上面361aからの摩擦力が作用する。このため、造形材料Mは

、上面 3 6 1 a を概ね一定の速度で安定的に転がり落ちる。その結果、仮に単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M の分量が変動していたとしても、当該変動は、搬送部材 3 6 a で造形材料 M が上面 3 6 1 から受ける摩擦力によって緩和、抑制又は相殺される。つまり、搬送部材 3 6 a は、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M の分量の変動（言い換えれば、脈動）よりも、単位時間あたりに上面 3 6 1 a から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量の変動を小さくすることができる。言い換えれば、搬送部材 3 6 a は、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M の分量の変動を緩和（或いは、抑制又は相殺）するように、造形材料 M を搬出することができる。その結果、材料供給装置 3 a は、単位時間あたりに材料供給装置 3 a から造形装置 4 に供給される造形材料 M の分量の変動を緩和することができる。従って、材料供給装置 3 は、所望の供給レートをより適切に維持したまま造形材料 M を供給することができる。

[0086] 但し、X Y 平面に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度（つまり、水平面又は保持面 3 2 3 に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度）が大きくなりすぎると、保持面 3 2 2 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M が一気に転げ落ちてしまう可能性がある。この場合、造形材料 M に作用する力としては、上面 3 6 1 a からの摩擦力よりも重力がより大きく作用する可能性がある。その結果、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M の分量の変動を緩和する効果が薄れてしまう可能性がある。従って、X Y 平面に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度は、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M の分量の変動を緩和する効果を発揮できる程度の適切な角度に設定されてもよい。このような角度の一例として、30 度以下の角度（特に、20 度以下の角度）があげられる。

[0087] 一方で、X Y 平面に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度が小さくなりすぎると、保持面 3 2 2 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M が、上面 3 6 1 a 上で停滞（言い換えれば、滞留）してしまう可能性がある。つまり、造形

材料Mが上面361aを転がり落ちにくくなる可能性がある。その結果、材料供給装置3が、所望の供給レートをより適切に維持したまま造形材料Mを供給することができなくなる可能性がある。従って、XY平面に対する上面361aの傾斜角度は、保持面322から搬送部材36aに搬出される造形材料Mが上面361aを適切に転げ落ちることが可能となるような適切な角度に設定されてもよい。このような角度の一例として、5度以上の角度（特に、15度以上の角度）があげられる。上面361aの表面は造形材料Mが適切に転げ落ちることができるよう、造形材料Mとの摩擦係数を調整する表面加工が施されていてもよい。当該表面加工には造形材料Mと上面361aの表面との摩擦係数を変更する処理が少なくとも含まれる。

[0088] 尚、搬送部材36aの上面361の一部は、XY平面に沿った面（つまり、水平面）であってもよい。上面361aの少なくとも一部は、曲面であってもよい。搬送部材36aは、保持面323から搬出される造形材料Mを受け取り且つ受け取った造形材料Mを材料送出部材34に搬出できる限りは、どのような位置に配置されていてもよい。

[0089] 材料供給装置36aは、複数の搬送部材36aを備えていてもよい。この場合、造形材料Mは、ホッパ31から、保持部材32、搬送部材36a及び材料送出部材34をこの順に介して材料供給装置3の外部（つまり、造形装置4）へと供給される。複数の搬送部材36aは、保持面323に対して第1の傾斜角で傾斜している第1の搬送部材36aと、保持面323に対して第1の傾斜角とは異なる第2の傾斜角で傾斜している第2の搬送部材36aとを含んでいてもよい。複数の搬送部材36aは、保持面323に対して同じ傾斜角で傾斜している少なくとも2つの搬送部材36aを含んでいてもよい。

[0090] （3－2）第2変形例

第2変形例の造形システム1bは、上述した造形システム1と比較して、材料供給装置3に代えて材料供給装置3bを備えているという点で異なる。造形システム1bのその他の構成は、造形システム1のその他の構成と同じ

であってもよい。従って、以下では、図 9 を参照しながら、第 2 変形例の材料供給装置 3 b について説明する。

[0091] 図 9 に示すように、材料供給装置 3 b は、上述した材料供給装置 3 a と比較して、振動装置 3 3 が搬送部材 3 6 a を振動させるという点で異なる。材料供給装置 3 b のその他の構成は、材料供給装置 3 a のその他の構成と同じであってもよい。振動装置 3 3 は、振動伝達部材 3 3 2 b を介して搬送部材 3 2 に連結されている。振動装置 3 3 は、振動伝達部材 3 3 2 b を介して振動を搬送部材 3 6 a に伝達する。その結果、搬送部材 3 6 a が振動する。振動装置 3 3 は、X 軸方向に沿って搬送部材 3 6 a を振動させてもよいし、Y 軸方向に沿って搬送部材 3 6 a を振動させてもよいし、Z 軸方向に沿って搬送部材 3 6 a を振動させてもよい。

[0092] このような材料供給装置 3 b であっても、上述した材料供給装置 3 a が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。加えて、第 2 変形例では、搬送部材 3 6 a が振動するため、搬送部材 3 6 a が振動しない場合と比較して、保持面 3 2 2 から搬送部材 3 6 a に搬出される造形材料 M が、上面 3 6 1 a 上で停滞してしまう可能性が小さくなる。つまり、第 2 変形例では、搬送部材 3 6 a は、造形材料 M が上面 3 6 1 a を適切に転げ落ちるように造形材料 M を搬出することができる。

[0093] 尚、図 9 に示す例では、保持部材 3 2 を振動させる振動装置 3 3 が搬送部材 3 6 a を振動させている。しかしながら、材料供給装置 3 b は、保持部材 3 2 を振動させる振動装置 3 3 に加えて、搬送部材 3 6 a を振動させる振動装置 3 3 b を別個独立に備えていてもよい。

[0094] (3-3) 第 3 変形例

第 3 変形例の造形システム 1 c は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 c を備えているという点で異なる。造形システム 1 c のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 10 を参照しながら、第 3 変形例の材料供給装置 3 c について説明する。

[0095] 図 10 に示すように、材料供給装置 3 c は、上述した材料供給装置 3 b と比較して、保持部材 3 2 と搬送部材 3 6 a とが一体化されているという点で異なる。材料供給装置 3 b のその他の構成は、材料供給装置 3 b のその他の構成と同じであってもよい。このような材料供給装置 3 c であっても、上述した材料供給装置 3 b が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0096] (3-4) 第 4 変形例

第 4 変形例の造形システム 1 d は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 d を備えているという点で異なる。造形システム 1 d のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 11 を参照しながら、第 4 変形例の材料供給装置 3 d について説明する。

[0097] 図 11 に示すように、材料供給装置 3 d は、上述した材料供給装置 3 と比較して、距離調整装置 3 7 d を備えているという点で異なる。材料供給装置 3 d のその他の構成は、材料供給装置 3 のその他の構成と同じであってもよい。

[0098] 距離調整装置 3 7 d は、制御装置 7 の制御下で、ホッパ 3 1 の供給口 3 1 1 と保持部材 3 2 の保持面 3 2 3 との間の距離 D を調整可能である。つまり、距離調整装置 3 7 d は、制御装置 7 の制御下で、ホッパ 3 1 の下面 3 1 5 と保持面 3 2 3 との間の距離（つまり、ホッパ 3 1 の下端部 3 1 4 1 と保持面 3 2 3 との間の距離）D を調整可能である。

[0099] 距離調整装置 3 7 d は、制御装置 7 の制御下で、ホッパ 3 1 に対して保持部材 3 2 を相対的に移動させることで距離 D を調整する。例えば、距離調整装置 3 7 d は、保持部材 3 2 を Z 軸に沿って移動させることで、距離 D を調整してもよい。この場合、保持部材 3 2 が +Z 側に移動すると、距離 D が小さくなる。一方で、保持部材 3 2 が -Z 側に移動すると、距離 D が大きくなる。或いは、距離調整装置 3 7 d は、保持部材 3 2 を Z 軸に沿って移動させることに加えて又は代えて、ホッパ 3 1 を Z 軸に沿って移動させることで、

距離Dを調整してもよい。この場合、ホッパ31が+Z側に移動すると、距離Dが大きくなる。一方で、ホッパ31が-Z側に移動すると、距離Dが小さくなる。距離調整装置37dは、保持部材32及びホッパ31の少なくとも一方を移動させるために、例えば、アクチュエータ等を備えていてもよい。距離調整装置37dは、距離Dを調整するため、距離Dを計測する計測装置を備えていてもよい。距離Dを計測する計測装置は、例えば、限定されないが、光学センサ、静電センサ又は磁気センサが挙げられる。

[0100] 上述したように、保持面323は、供給口311と保持面323との間の距離Dに応じた分量の造形材料Mを保持する。つまり、保持面323が保持する造形材料Mの分量は、供給口311と保持面323との間の距離Dが大きくなるほど多くなる。従って、制御装置7は、距離Dを調整するように距離調整装置37dを制御することで、保持部材32が保持する造形材料Mの分量を調整してもよい。

[0101] 保持部材32の振動の状態が一定である場合には、保持部材32が保持する造形材料Mの分量が一定になれば、単位時間あたりに保持面323から材料送出部材34に搬出される造形材料Mの分量が一定になる。一方で、保持部材32の振動の状態が変わる場合には、保持部材32が保持する造形材料Mの分量が振動の状態に応じて変われば、単位時間あたりに保持面323から材料送出部材34に搬出される造形材料Mの分量が一定になり得る。このため、制御装置7は、保持部材32の振動の状態に基づいて、単位時間あたりに保持面323から材料送出部材34へと搬出される造形材料Mの分量が、造形物の形成に必要な造形材料Mの供給レートに応じた所望搬出量となるように、距離Dを設定してもよい。このとき、制御装置7は、保持部材32の振動の状態（例えば、振幅又は周波数）を設定する場合と同様に、距離Dと造形材料Mの供給量（つまり、単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4へと供給される造形材料Mの分量）との間の関係及び造形材料Mの状態と造形材料Mの供給量との間の関係の少なくとも一方を考慮した上で、距離Dを設定してもよい。更に、制御装置7は、設定した距離Dだけ供給口3

1 1 と保持面 3 2 3 とが Z 軸に沿って離れるように、距離調整装置 3 7 d を制御してもよい。

[0102] 或いは、保持部材 3 2 が保持する造形材料 M の分量が変わると、保持部材 3 2 の振動によって単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量もまた変わり得る。このため、制御装置 7 は、造形装置 4 が造形物を形成している間に、距離 D を調整する（つまり、変更する）ことで、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量を変更してもよい。その結果、距離 D の変更に伴い、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと搬出される造形材料 M の分量が変更される。尚、単位時間あたりに材料供給装置 3 から供給される造形材料 M の分量を変更する場面の一例は既に上述したとおりである。

[0103] このような材料供給装置 3 d であっても、上述した材料供給装置 3 が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。更には、材料供給装置 3 d は、距離 D を調整することで、造形材料 M をより適切に造形装置 4 に供給することができる。

[0104] （3－5）第 5 変形例

第 5 変形例の造形システム 1 e は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 e を備えているという点で異なる。造形システム 1 e のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 1 2 を参照しながら、第 5 変形例の材料供給装置 3 e について説明する。

[0105] 図 1 2 に示すように、材料供給装置 3 e は、上述した材料供給装置 3 a と比較して、角度調整装置 3 8 e を備えているという点で異なる。材料供給装置 3 e のその他の構成は、材料供給装置 3 a のその他の構成と同じであってもよい。

[0106] 角度調整装置 3 8 e は、制御装置 7 の制御下で、XY 平面に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度（つまり、水平面又は保持面 3 2 3 に対する上面 3 6 1 a の傾斜角度） θ を調整可能である。角度調整装置 3 8 e は、制御装置 7 の制

御下で、保持部材 3 2 に対して搬送部材 3 6 a を移動させることで傾斜角度 θ を調整する。例えば、角度調整装置 3 8 e は、X Y 平面に沿った回転軸（例えば、X 軸に沿った回転軸）周りに搬送部材 3 6 a を回転させることで、傾斜角度 θ を調整してもよい。例えば、角度調整装置 3 8 e は、 θ X 方向及び θ Y 方向の少なくとも一方に沿って搬送部材 3 6 a を移動させることで、傾斜角度 θ を調整してもよい。角度調整装置 3 7 d は、搬送部材 3 6 a を移動させるために、例えば、アクチュエータ等を備えていてもよい。角度調整装置 3 7 d は、傾斜角度 θ を調整するため、傾斜角度 θ を計測する計測装置を備えていてもよい。傾斜角度 θ を計測する計測装置は例えば、傾斜センサ又はロータリーポテンショメータが挙げられる。

[0107] 保持部材 3 2 の振動の状態が一定である場合には、搬送部材 3 6 a の傾斜角度 θ が一定になれば、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a を介して材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量が一定になる。一方で、保持部材 3 2 の振動の状態が変わる場合には、搬送部材 3 6 a の傾斜角度 θ が振動の状態に応じて変われば、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a を介して材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量が一定になり得る。このため、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の振動の状態に基づいて、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a を介して材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、傾斜角度 θ を設定してもよい。このとき、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の振動の状態（例えば、振幅又は周波数）を設定する場合と同様に、傾斜角度 θ と造形材料 M の供給量（つまり、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量）との間の関係及び造形材料 M の状態と造形材料 M の供給量との間の関係の少なくとも一方を考慮した上で、傾斜角度 θ を設定してもよい。更に、制御装置 7 は、設定した傾斜角度 θ で上面 3 6 1 a が X Y 平面に対して傾斜するように、角度調整装置 3 8 e を制御してもよい。

[0108] 或いは、傾斜角度 θ が変わると、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送

部材 3 6 a を介して材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量もまた変わり得る。このため、制御装置 7 は、造形装置 4 が造形物を形成している間に、傾斜角度 θ を調整する（つまり、変更する）ことで、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬送部材 3 6 a を介して材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量を変更してもよい。その結果、傾斜角度 θ の変更に伴い、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと搬出される造形材料 M の分量が変更される。尚、単位時間あたりに材料供給装置 3 から供給される造形材料 M の分量を変更する場面の一例は上述したとおりである。

[0109] このような材料供給装置 3 e であっても、上述した材料供給装置 3 a が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。更には、材料供給装置 3 e は、傾斜角度 θ を調整することで、造形材料 M をより適切に造形装置 4 に供給することができる。

[0110] （3－6）第 6 変形例

第 6 変形例の造形システム 1 f は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 f を備えているという点で異なる。造形システム 1 f のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 1 3 を参照しながら、第 6 変形例の材料供給装置 3 f について説明する。

[0111] 図 1 3 に示すように、材料供給装置 3 f は、上述した材料供給装置 3 と比較して、振動装置 3 3 に代えて、回転装置 3 9 f を備えているという点で異なる。材料供給装置 3 f のその他の構成は、材料供給装置 3 のその他の構成と同じであってもよい。なお、回転装置 3 9 f の少なくとも一部は、筐体 3 5 の外部に配置されてもよい。

[0112] 回転装置 3 9 f は、制御装置 7 の制御下で、保持面 3 2 3 に交差する（例えば、直交する）回転軸周りに保持部材 3 2 を回転させる。具体的には、回転装置 3 9 f は、連結部材 3 9 1 f を介して保持部材 3 2（図 1 3 に示す例では、その底部材 3 2 1）に連結されている。回転装置 3 9 f は、連結部材 3 9 1 f を回転させることで、保持部材 3 2 を回転させる。

- [0113] 回転装置 39 f は、制御装置 7 の制御下で、保持部材 32 を回転させることで、保持面 323 が保持している造形材料 M の一部を、保持面 323 から保持面 323 の外部（具体的には、材料送出部材 34）へと搬出させる。つまり、回転装置 39 f は、制御装置 7 の制御下で、保持面 323 が保持している造形材料 M の一部が、保持面 323 から、保持面 323 の外部（具体的には、材料送出部材 34）へと搬出されるように、保持部材 32 を回転させる。
- [0114] 上述したように、保持面 323 とホッパ 31 の供給口 311 とは、離れている（つまり、接触していない）。つまり、保持部材 32 とホッパ 31 とは離れている（つまり、接触していない）。このため、回転装置 39 f がホッパ 31 を回転させることはない。
- [0115] 静止していた保持部材 32 が回転し始めると、保持面 323 が安定的に保持していた造形材料 M の山から、当該山を構成する造形材料 M の一部が徐々に崩れ始める。或いは、静止していた保持部材 32 が回転し始めると、保持面 323 が安定的に保持していた造形材料 M の山から、当該山を構成する造形材料 M の一部が徐々に分離し始める。更に、保持部材 32 が継続的に且つ同じように回転し続けると、保持面 323 が安定的に保持していた造形材料 M の山から、当該山を構成する造形材料 M の一部が、単位時間毎に一定量ずつ徐々に崩れ続ける。保持部材 32 が継続的に且つ同じように回転し続けると、保持面 323 が安定的に保持していた造形材料 M の山から、当該山を構成する造形材料 M の一部が、単位時間毎に一定量ずつ徐々に分離し続ける。山から崩れ落ちた又は分離した造形材料 M は、保持面 323 から保持面 323 の外部（つまり、材料送出部材 34）へとこぼれ落ちる（つまり、搬出される）。その結果、保持面 323 からは、単位時間毎に一定量の造形材料 M が材料搬出装置 34 へと搬出される。
- [0116] 単位時間あたりに保持面 323 から保持面 323 の外部へと搬出される造形材料 M の分量（つまり、単位時間当たりの造形材料 M の搬出量）は、保持部材 32 の回転の状態で制御可能である。このため、回転装置 39 f は、制

御装置 7 の制御下で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へ搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の回転の状態を設定する。更に、回転装置 3 9 f は、制御装置 7 の制御下で、造形装置 4 が造形物を形成している間（より具体的には、材料ノズル 4 1 2 が造形材料 M を供給し続けている間）は、設定した回転の状態で保持部材 3 2 が回転し続けるように、保持部材 3 2 を回転させる。その結果、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと、造形装置 4 が造形物を形成するために単位時間あたりに必要とされる一定量の造形材料 M が搬出される。

[0117] 回転の状態は、例えば、回転の速度を含んでもよい。例えば、回転の速度が速くなるほど、保持面 3 2 3 が保持していた造形材料 M の山から単位時間あたりに崩れ落ちる又は分離する造形材料 M の分量が多くなる。このため、回転の速度が速くなるほど、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部へと搬出される造形材料 M の分量が多くなる。つまり、回転の速度が速くなるほど、単位時間あたりに材料供給装置 3 から造形装置 4 へと供給される造形材料 M の分量（つまり、供給量）が多くなる。制御装置 7 は、このような保持部材 3 2 の回転の速度と造形材料 M の供給量との間の関係を考慮した上で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の回転の速度を設定する。

[0118] 但し、保持部材 3 2 の回転の速度が速くなりすぎると、保持面 3 2 3 が保持していた造形材料 M の山が一気に崩れてしまう可能性がある。このため、制御装置 7 は、保持面 3 2 3 が保持していた造形材料 M の山が徐々に崩れる（つまり、一気に崩れない）という制約を満たすように、回転の速度を設定してもよい。

[0119] 更に、保持部材 3 4 の回転の速度が同じであっても、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から搬出される第 1 の状態の造形材料 M の分量と、単位時間あた

りに保持面 3 2 3 から搬出される第 2 の状態（但し、第 2 の状態は、第 1 の状態とは異なる）の造形材料 M の分量とが同じにならない可能性がある。従って、第 6 変形例においても、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の回転の状態と造形材料 M の供給量との間の関係に加えて又は代えて、造形材料 M の状態と造形材料 M の供給量との間の関係を考慮した上で、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと搬出される造形材料 M の分量が、造形物の形成に必要な造形材料 M の供給レートに応じた所望搬出量となるように、保持部材 3 2 の回転の状態を設定してもよい。

[0120] 保持面 3 2 3 から搬出された造形材料 M は、保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 へと落下していく。但し、保持面 3 2 3 が回転しているがゆえに、保持面 3 2 3 から常に同じ方向に造形材料 M が落下するとは限らない。例えば、図 1 3 に示すように、保持面 3 2 3 の回転に合わせて、保持面 3 2 3 から放射状に、四方八方に又は 3 6 0 度あらゆる方向へと造形材料 M が落下する可能性がある。このため、第 6 変形例では、材料送出部材 3 4 は、保持面 3 2 3 から放射状に、四方八方に又は 3 6 0 度あらゆる方向へと落下する造形材料 M を受け取ることができるように、適切なサイズを有し且つ適切な位置に配置される。尚、保持面 3 2 3 から放射状に、四方八方に又は 3 6 0 度あらゆる方向へと落下する造形材料 M を材料送出部材 3 4 が受け取ることができる場合には、保持部材 3 2 は、保持面 3 2 3 上の造形材料 M をガイドするガイド部材として機能する側壁部材 3 2 2 を備えていなくてもよい。

[0121] このような材料供給装置 3 f であっても、上述した材料供給装置 3 が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0122] 尚、材料供給装置 3 f は、回転装置 3 9 f に代えて、保持面 3 2 3 が保持している造形材料 M の一部が保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部（具体的には、材料送出部材 3 4）へと搬出されるように保持部材 3 2 を動かすことが可能な任意の駆動装置を備えていてもよい。更に、この場合には、制御装置 7 は、保持部材 3 2 の動きの状態を制御して、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から保持面 3 2 3 の外部へと搬出される造形材料 M の分量を制御しても

よい。この場合であっても、材料供給装置 3 f は、上述した材料供給装置 3 が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0123] また、材料供給装置 3 f は、回転装置 3 9 f に加えて、上述した振動装置 3 3 を備えていてもよい。或いは、回転装置 3 9 f は、上述した振動装置 3 3 と同様に、保持部材 3 3 を振動させることが可能であってもよい。この場合、保持部材 3 2 は、振動すると同時に回転してもよい。

[0124] (3-7) 第7変形例

第7変形例の造形システム 1 g は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 g を備えているという点で異なる。造形システム 1 g のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 1 4 を参照しながら、第7変形例の材料供給装置 3 g について説明する。

[0125] 図 1 4 に示すように、材料供給装置 3 g は、上述した材料供給装置 3 f と比較して、搬送部材 3 6 a を備えているという点で異なる。材料供給装置 3 g のその他の構成は、材料供給装置 3 f のその他の構成と同じであってもよい。尚、搬送部材 3 6 a は、第1変形例等において既に説明済みであるため、その詳細な説明は省略する。但し、第7変形例では、搬送部材 3 6 a は、保持面 3 2 3 から放射状に、四方八方に又は 3 6 0 度あらゆる方向へと落下する造形材料 M を受け取ることができるように、適切なサイズを有し且つ適切な位置に配置される。

[0126] このような材料供給装置 3 g であっても、上述した材料供給装置 3 a 及び 3 f の夫々が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0127] (3-8) 第8変形例

第8変形例の造形システム 1 h は、上述した造形システム 1 と比較して、材料供給装置 3 に代えて材料供給装置 3 h を備えているという点で異なる。造形システム 1 h のその他の構成は、造形システム 1 のその他の構成と同じであってもよい。従って、以下では、図 1 5 を参照しながら、第8変形例の材料供給装置 3 h について説明する。

[0128] 図15に示すように、材料供給装置3hは、上述した材料供給装置3と比較して、底部材321がZ軸方向に沿って供給口311に対向していなくてもよいという点で異なる。材料供給装置3hは、上述した材料供給装置3と比較して、保持面323がZ軸方向に沿って供給口311に対向していなくてもよいという点で異なる。但し、保持面323が供給口311に対向していない場合には、供給口311から供給された（つまり、落下した）造形材料Mは、そのままでは、保持面323上に供給されない。このため、材料供給装置3hは、供給口311から供給された造形材料Mを保持面323に導くガイド部材30hを備えている。材料供給装置3hのその他の構成は、材料供給装置3のその他の構成と同じであってもよい。

[0129] ガイド部材30hは、上面301hを備えている。上面301hの一部は、Z軸方向に沿って供給口311に対向する。上面301hの端部302hは、保持面323の上方に配置される。上面301hは、供給口311から保持面323に向かって下がるように、水平面に対して傾斜している。その結果、供給口311から供給された造形材料Mは、上面301hに落下し、その後、上面301hをすべり落ちていき、その後、上面301hの端部302hから保持面323に落下する。この場合であっても、上面301hの端部302hが保持面323の上方に位置しているがゆえに、上面301hから落下した造形材料Mは、端部302hから下方に向かうにつれて外側に広がる造形材料Mの山を形成するように、保持面323上に堆積される。その結果、保持面323は、上面301hから落下した造形材料Mの山が、その斜面（具体的には、供給口311の下端部3141から保持面323に至る斜面）と保持面323とがなす角度が安息角 θ_r を超えない状態で保持面323上に形成されるように、造形材料Mを保持することができる。つまり、保持面323は、保持部材32が静止している状況下で造形材料Mの山が自発的に崩れないように、造形材料Mを保持することができる。更には、保持部材32が静止している状況下で造形材料Mの山が自発的に崩れないがゆえに、保持部材32が静止している状況下では、上面301h及び保持面3

23上に堆積した造形材料Mは供給口311を塞いでそれ以上の造形材料Mが上面301hに供給される（更には、上面301hを介して保持面323に供給される）ことを抑制できる。一方で、保持部材32が振動すると、上述した材料供給装置3と同様に、保持面323が安定的に保持していた造形材料Mの山から、当該山を構成する造形材料Mの一部が材料搬出装置34へと落下する。その結果、保持面323からは、単位時間毎に一定量の造形材料Mが材料搬出装置34へと搬出される。

[0130] このような第8変形例の材料供給装置3hであっても、上述した材料供給装置3が享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。更に、材料供給装置3hでは、上述した材料供給装置3と比較して、保持部材32が必ずしも供給口311に対向していなくてもよい。保持部材32の配置の自由度が増加する。

[0131] 尚、図16に示したガイド部材30hの構造や形状や配置はあくまで一例であって、任意の構造及び形状を有するガイド部材30hが任意の位置に配置されていてもよい。この場合であっても、ガイド部材30hが供給口311から供給された造形材料Mを保持面323に導くことができる限りは、上述した効果が享受可能である。

[0132] （3-9）その他の変形例

上述した説明では、保持面323の大きさは、領域3231に加えて領域3231の外側に広がる領域3232を保持面323が備えることができる程度に保持面323が大きくなるという第3条件を満たしている。しかしながら、保持面323の大きさは、第3条件を満たしていなくてもよい。つまり、保持面323は、領域3231の外側に広がる領域3232を備えていなくてもよい。この場合であっても、保持面323上に領域3231が規定可能である限りは、保持面323は、保持面323上で造形材料Mが形成している山を、当該山の斜面が保持面323となす角度が安息角 θ_r になる状態で保持可能となる。従って、保持面323は、供給口311から供給された造形材料Mが保持面323上で形成する造形材料Mの山が自発的に崩れな

いように、造形材料Mを保持することができる。

[0133] 上述した説明では、保持部材32は、側壁部材322を備えている。しかしながら、保持部材32は、側壁部材322を備えていなくてもよい。但し、この場合には、保持面323の振動に合わせて、保持面323から放射状に、四方八方に又は360度あらゆる方向へと造形材料Mが落下する可能性がある。このため、この場合には、材料送出部材34は、保持面323から放射状に、四方八方に又は360度あらゆる方向へと落下する造形材料Mを受け取ることができるように、適切なサイズを有し且つ適切な位置に配置される。

[0134] なお、上述の説明において、保持部材32（あるいは底部材321）は、ホッパ31から供給される造形材料Mを受け取るので、材料受け部材と呼んでもよい。また、保持面323を材料受け面と呼んでもよい。

[0135] なお上述の説明において、保持面323はXY平面と平行な面であるが、曲面であってよいし、凹凸が存在してもよい。

[0136] 上述した説明では、造形装置4は、造形ヘッド41を移動させる駆動系42を備えている。しかしながら、造形装置4は、駆動系42に加えて又は代えて、ステージ43を移動させる駆動系を備えていてもよい。ステージ43がX軸方向、Y軸方向、Z軸方向、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向の少なくとも一つの方法に移動可能であってもよい。この場合、制御装置7は、ワークW上の複数の単位領域の夫々に供給される造形材料Mの分量が同じになるように、ステージ43の移動速度に基づいて、単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4に供給される造形材料Mの分量を変更してもよい。具体的には、制御装置7は、ステージ43の移動速度が速くなるほど単位時間あたりに材料供給装置3から造形装置4に供給される造形材料Mの分量（つまり、単位時間当たりの造形材料Mの供給量）が多くなるように、単位時間当たりの造形材料Mの供給量を変更してもよい。

[0137] 上述した説明では、材料送出部材34が圧送で造形材料Mを送り出すことにより、単位時間あたりに材料送出部材34が送り出す造形材料Mの分量を

、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量に依存させている。しかしながら、材料供給装置 3 を造形装置 4 の上方に配置し、材料送出部材 3 4 が重力で造形材料 M を送り出すことによって、単位時間あたりに材料送出部材 3 4 が送り出す造形材料 M の分量を、単位時間あたりに保持面 3 2 3 から材料送出部材 3 4 に搬出される造形材料 M の分量に依存させてもよい。

[0138] 上述した説明では、造形装置 4 は、造形材料 M に光 E L を照射することで、造形材料 M を溶融させている。しかしながら、造形装置 4 は、任意のエネルギービームを造形材料 M に照射することで、造形材料 M を溶融させてもよい。この場合、造形装置 4 は、照射系 4 1 1 に加えて又は代えて、任意のエネルギービームを照射可能なビーム照射装置を備えていてもよい。任意のエネルギービームは、限定されないが、電子ビーム、イオンビーム等の荷電粒子ビーム又は電磁波を含む。

[0139] 上述した説明では、造形システム 1 は、レーザ肉盛溶接法により造形物を形成可能である。しかしながら、造形システム 1 は、粉状の又は粒状の造形材料 M から造形物を形成可能なその他の方式により造形材料 M から造形物を形成してもよい。その他の方式として、例えば、粉末焼結積層造形法 (S L S : S e l e c t i v e L a s e r S i n t e r i n g) 等の粉末床溶融結合法 (P o w d e r B e d F u s i o n) 、結合材噴射法 (B i n d e r J e t t i n g) 又は、レーザメタルフュージョン法 (L M F : L a s e r M e t a l F u s i o n) があげられる。この場合であっても、粉状の又は粒状の造形材料 M を供給するために、上述した材料供給装置 3 が用いられてもよい。

[0140] 上述した説明では、造形材料 M から造形物を形成可能な造形システム 1 が材料供給装置 3 を備えている。しかしながら、任意の粉粒体を用いた加工処理可能な加工システムが、造形材料 M に代えて当該任意の粉粒体を供給する材料供給装置 3 を備えていてもよい。このような加工システムの一例として、粒状又は粉状の原料から医薬品を製造する薬品製造システムがあげられる

。この場合、材料供給装置 3 は、粒状又は粉状の原料を供給する。或いは、このような加工システムの一例として、粒状又は粉状の原料から食品を製造する食品製造システムがあげられる。この場合、材料供給装置 3 は、粒状又は粉状の原料を供給する。或いは、このような加工システムの一例として、ペットボトル又はガラス容器を細かく砕くことで得られる再生ペレットからペットボトル又はガラス容器（或いは、その他の各種製品）を製造するリサイクル製造システムがあげられる。この場合、材料供給装置 3 は、再生ペレットを供給する。或いは、このような加工システムの一例として、微小な部品から電子製品を製造する電子製品製造システムがあげられる。この場合、材料供給装置 3 は、微小な部品を供給する。

[0141] 上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0142] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う供給装置、加工システム及び加工方法もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0143]
- 1 造形システム
 - 3 材料供給装置
 - 3 1 ホッパ
 - 3 2 保持部材
 - 3 2 3 保持面
 - 3 3 振動装置
 - 3 4 材料送出部材
 - 3 5 筐体

3 6 a 搬送部材

3 6 1 a 上面

3 7 d 距離調整装置

3 8 e 角度調整装置

3 9 f 回転装置

W ワーク

M 造形材料

請求の範囲

- [請求項1] 粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、
前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、
前記保持面を動かす駆動装置と、
を備え、
前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面上に安息角をなして保持された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる供給装置。
- [請求項2] 前記駆動装置で前記保持面を動かすことにより、前記保持面が保持する前記粉粒体の一部を前記保持面の端部から落下させ、
前記供給口の縁から前記端部まで延ばした仮想面と水平面とがなす角度は前記粉粒体の安息角以下である請求項1に記載の供給装置。
- [請求項3] 粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、
前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を前記供給口と前記保持面との間に保持する保持面を備える保持部材と、
前記保持面を動かす駆動装置と
を備え、
前記駆動装置で前記保持面を動かすことにより、前記保持面が保持する前記粉粒体の一部を前記保持面の端部から落下させ、
前記供給口の縁から前記端部まで延ばした仮想面と水平面とがなす角度は前記粉粒体の安息角以下である供給装置。
- [請求項4] 前記保持面は、前記供給口からの前記粉粒体を、前記供給口の縁から前記端部まで延ばした仮想面と前記供給口との間に保持する
請求項2又は3に記載の供給装置。
- [請求項5] 前記保持部材は、前記粉粒体の一部が落下しない端部の少なくとも一部に側壁を有する

請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項6] 前記供給源が前記粉粒体を供給することによって前記粉粒体は前記保持面上に安息角をなして保持されることができる

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項7] 前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面と前記供給口との間に堆積された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項8] 粉粒体を供給する供給口を備える供給源と、
前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と、

前記保持面を動かす駆動装置と

を備え、

前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面と前記供給口との間に堆積された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる供給装置。

[請求項9] 前記粉粒体は前記供給口から広がるように前記保持面上で堆積する
請求項 7 又は 8 に記載の供給装置。

[請求項10] 前記保持面の大きさは、前記保持面の静止時に前記供給口と前記保持面との間に堆積される前記粉粒体の安息角を維持できる大きさである

請求項 7 から 9 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項11] 前記保持面上に堆積した前記粉粒体は前記供給口と接触する

請求項 7 から 10 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項12] 前記駆動装置が前記保持面を動かさないとき、前記供給口と接触するように前記保持面に堆積した前記粉粒体は、前記供給口からの前記粉粒体の供給を抑制する

請求項 7 から 11 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項13] 前記供給源が粉粒体を供給することによって、前記保持面上に所定

量の前記粉粒体が保持される

請求項 7 から 12 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項14] 前記保持面は、前記供給口の直下に位置する前記保持面上の基準点から外側に広がる、前記供給口と前記保持面との間の距離よりも半径が大きい円形の第 1 領域を含む

請求項 1 から 13 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項15] 前記供給口から前記第 1 領域の外縁に延びる仮想面は、前記保持面に対して傾斜している

請求項 14 に記載の供給装置。

[請求項16] 前記供給口から前記第 1 領域の外縁に延びる仮想面は、前記保持面に交差する

請求項 14 又は 15 に記載の供給装置。

[請求項17] 前記供給口から前記第 1 領域の外縁に延びる仮想面と前記保持面とがなす角度は、前記粉粒体の安息角である

請求項 15 又は 16 に記載の供給装置。

[請求項18] 前記保持面は、前記第 1 領域の外側に広がる第 2 領域を含む

請求項 14 から 17 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項19] 前記保持面は、前記供給口の直下に位置する前記保持面上の基準点に近づくほど多くの前記粉粒体を保持する

請求項 1 から 18 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項20] 前記駆動装置は、前記供給口を動かさない

請求項 1 から 19 に記載の供給装置。

[請求項21] 前記駆動装置が前記保持面を動かして前記保持面から落下させる前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量は、前記供給口から前記保持面に供給される前記粉粒体の単位時間当たりの供給量に等しい

請求項 1 から 20 に記載の供給装置。

[請求項22] 前記供給口と前記保持面との間には、前記保持面の静止時に前記粉粒体の安息角を維持できる量の前記粉粒体が堆積する

請求項 2 1 に記載の供給装置。

[請求項23] 前記保持面は、水平面を含む

請求項 1 から 2 2 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項24] 前記駆動装置による前記保持面の動きを停止することにより、前記保持面上からの前記粉粒体の落下を停止する

請求項 1 から 2 3 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項25] 前記供給口と前記保持面との間の距離を調整する距離調整装置を更に備え、

前記距離調整装置により前記距離を調整して、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量を制御する

請求項 1 から 2 4 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項26] 前記駆動装置による前記保持面の動きを制御して、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量を制御する

請求項 1 から 2 5 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項27] 前記駆動装置は、前記保持面に交差する回転軸周りに前記保持面を回転させ、

前記動きの制御は、前記保持面の回転の制御を含む

請求項 2 6 に記載の供給装置。

[請求項28] 前記回転の制御は、前記保持面の回転速度の制御を含む

請求項 2 7 に記載の供給装置。

[請求項29] 前記駆動装置は、前記保持面を振動させ、

前記動きの制御は、前記保持面の振動の制御を含む

請求項 2 6 から 2 8 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項30] 前記振動の制御は、前記振動の振幅及び周波数の少なくとも一方の制御を含む

請求項 2 9 に記載の供給装置。

[請求項31] 供給源から供給された粉粒体を保持する保持面を備える保持部材と

、

前記保持面を動かす駆動装置と
を備え、

前記駆動装置で前記保持面を振動させることにより、前記保持面上に安息角をなして保持された前記粉粒体の一部を前記保持面から落下させ、

前記保持面の振動の振幅及び周波数の少なくとも一方を含む前記保持面の振動を制御して、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量を制御する
供給装置。

[請求項32] 前記供給源が前記粉粒体を供給することによって前記粉粒体は前記保持面上に安息角をなして保持されることができる
請求項 3 1 に記載の供給装置。

[請求項33] 前記駆動装置で前記保持面を振動させることにより、前記保持面上から前記粉粒体を落下させる
請求項 1 から 3 2 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項34] 前記駆動装置による前記保持面の振動の振幅及び周波数の少なくとも一方は可変である
請求項 3 3 に記載の供給装置。

[請求項35] 前記駆動装置で前記保持面に交差する回転軸周りに前記保持面を回転させることにより、前記保持面上から前記粉粒体を落下させる
請求項 1 から 3 4 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項36] 前記駆動装置による前記保持面の回転速度は可変である
請求項 3 5 に記載の供給装置。

[請求項37] 前記粉粒体に関する情報に基づいて前記駆動装置による前記保持面の動きを制御する
請求項 1 から 3 6 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項38] 前記粉粒体に関する情報は、前記粉粒体の種類、前記粉粒体の粒径、前記粉粒体の表面の摩擦係数、及び、前記粉粒体の形状の少なくとも

も一つを含む

請求項 37 に記載の供給装置。

[請求項39] 前記供給装置の外部に供給した前記粉粒体を用いて行われる加工処理に関する情報に基づいて、前記駆動装置による前記保持面の動きを制御する

請求項 1 から 38 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項40] 前記供給口と前記保持面との間の距離を調整する距離調整装置を更に備える

請求項 1 から 39 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項41] 前記粉粒体に関する情報に基づいて前記距離調整装置により前記供給口と前記保持面との間の距離を調整する

請求項 40 に記載の供給装置。

[請求項42] 前記粉粒体に関する情報は、前記粉粒体の種類、前記粉粒体の粒径、前記粉粒体の表面の摩擦係数、及び、前記粉粒体の形状の少なくとも一つを含む

請求項 41 に記載の供給装置。

[請求項43] 前記供給装置の外部に供給した前記粉粒体を用いて行われる加工処理に関する情報に基づいて、前記距離調整装置により前記供給口と前記保持面との間の距離を調整する

請求項 40 から 42 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項44] 前記保持面から落下する前記粉粒体を受け取る面を含む搬送面を有する搬送部材を更に備え、

前記搬送面は、水平面に対して傾斜した傾斜面を含み、

前記搬送部材は、前記粉粒体を前記傾斜面から材料送出部材へ供給することにより、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動よりも前記搬送面からの前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動を小さくする

請求項 1 から 43 のいずれか一項に記載の供給装置。

- [請求項45] 前記駆動装置は第1の駆動装置であり、
前記搬送面を動かす第2駆動装置を備える
請求項44に記載の供給装置。
- [請求項46] 前記第2駆動装置は、前記搬送面を振動させる
請求項45に記載の供給装置。
- [請求項47] 粉粒体を保持する保持面を有する保持部材と、
前記保持面から落下する前記粉粒体を受け取る面を含む搬送面を有する搬送部材と
を備え、
前記搬送面は、水平面に対して傾斜した傾斜面を含み、
前記搬送部材は、前記粉粒体を前記傾斜面から供給することにより、
前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動よりも前記搬送面からの前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動を小さくする
供給装置。
- [請求項48] 前記供給源が前記粉粒体を供給することによって、前記保持面上に
所定量の前記粉粒体が保持される
請求項47に記載の供給装置。
- [請求項49] 前記保持面及び前記搬送面の少なくとも一方を動かす駆動装置を更に備える
請求項47又は48に記載の供給装置。
- [請求項50] 前記傾斜面の傾斜角度を調整する角度調整装置を更に備える
請求項44から49のいずれか一項に記載の供給装置。
- [請求項51] 前記角度調整装置により前記傾斜角度を調整して、前記搬送面からの前記粉粒体の単位
時間当たりの搬出量を制御する
請求項50に記載の供給装置。
- [請求項52] 前記粉粒体に関する情報に基づいて前記傾斜角度を調整する

請求項 5 0 又は 5 1 に記載の供給装置。

[請求項53] 前記粉粒体に関する情報は、前記粉粒体の種類、前記粉粒体の粒径、前記粉粒体の表面の摩擦係数、及び、前記粉粒体の形状の少なくとも一つを含む

請求項 5 2 に記載の供給装置。

[請求項54] 前記搬送面を介して前記供給装置の外部に供給した前記粉粒体を用いて行われる加工処理に関する情報に基づいて、前記角度調整装置により前記傾斜角度を調整する

請求項 5 0 から 5 3 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項55] 前記供給源及び前記保持部材を内部空間に収容する収容装置を更に備える

請求項 1 から 5 4 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項56] 前記供給源、前記保持部材、及び前記搬送面を内部空間に収容する収容装置を更に備える

請求項 4 4 から 5 4 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項57] 前記内部空間を加圧する加圧装置を更に備える

請求項 5 5 又は 5 6 に記載の供給装置。

[請求項58] 前記加圧装置は、前記内部空間に気体を供給して前記内部空間を加圧する

請求項 5 7 に記載の供給装置。

[請求項59] 前記気体は不活性ガスである

請求項 5 8 に記載の供給装置。

[請求項60] 前記保持面から落下する前記粉粒体を、前記内部空間の加圧により装置外部に送り出す

請求項 5 7 から 5 9 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項61] 前記内部空間に収容され、前記保持面から落下する前記粉粒体を受け取る面を含む搬送面を有する搬送部材を更に備え、

前記搬送面から供給される前記粉粒体を、前記内部空間の加圧によ

り装置外部に送り出す

請求項 5 7 から 5 9 のいずれか一項に記載の供給装置。

[請求項62] 前記粉粒体を供給する供給系と、エネルギービームを照射する照射系と、前記供給系及び前記照射系の少なくとも一方と対象物とを相対的に移動する駆動系とを備え、前記供給系からの前記粉粒体の供給と並行して、前記照射系からのエネルギービームの照射を行い前記対象物に付加加工を行う加工システムに対して、前記装置外部に供給された前記粉粒体が供給され、

前記粉粒体を用いて行われる加工処理に関する情報は、前記相対的な移動に関する情報及び前記エネルギービームの照射に関する情報の少なくとも一方を含む

請求項 3 9、4 3 又は 5 4 に記載の供給装置。

[請求項63] 前記相対的な移動の速度が大きくなるほど、前記装置外部に供給される前記粉粒体の前記単位時間当たりの供給量を多くする

請求項 6 2 に記載の供給装置。

[請求項64] 請求項 1 から 6 3 のいずれか一項に記載の供給装置を備え、
前記供給装置から供給される前記粉粒体を用いて加工処理を行う加工システム。

[請求項65] 前記粉粒体を用いて行われる加工処理は、前記粉粒体を用いて対象物に付加加工を行う処理を含む

請求項 6 4 に記載の加工システム。

[請求項66] 前記加工システムは、粉末焼結積層造形法により付加加工を行う 3 D プリンタである

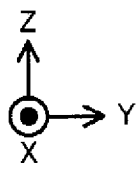
請求項 6 4 又は 6 5 に記載の加工システム。

[請求項67] 前記加工システムは、前記対象物上に形成された溶融池に前記粉粒体を供給して溶融するレーザメタルデポジション方式により付加加工を行う 3 D プリンタである

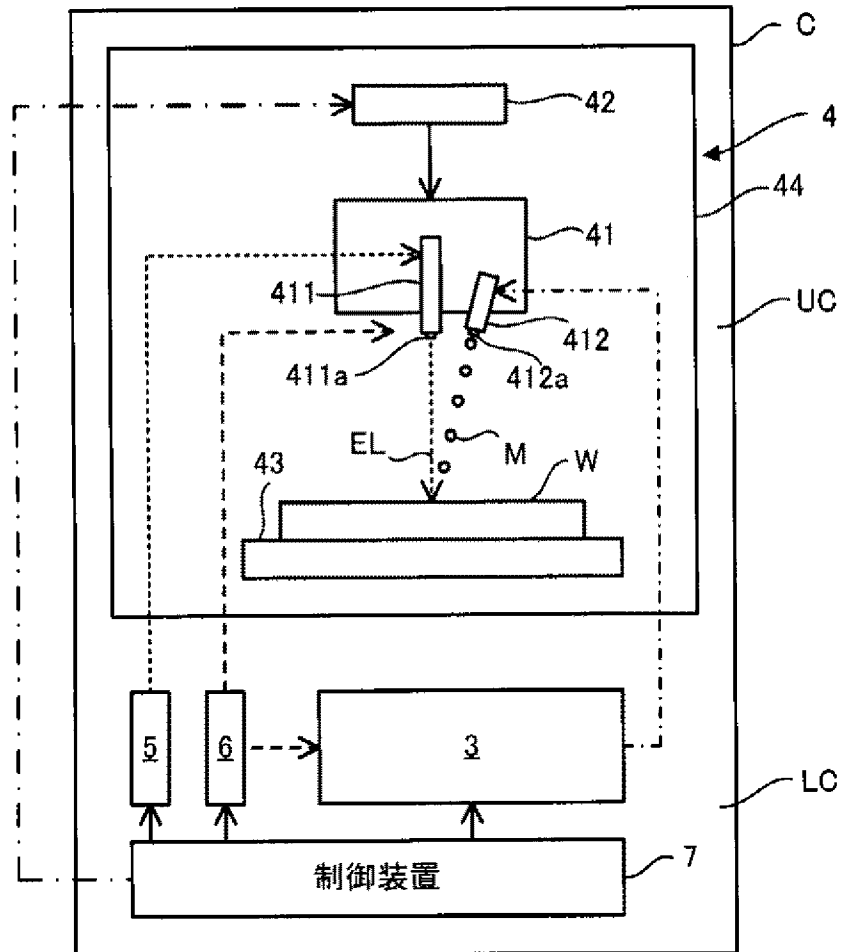
請求項 6 4 から 6 6 のいずれか一項に記載の加工システム。

- [請求項68] 前記供給装置からの前記粉粒体を供給する供給系と、
エネルギービームの照射を行う照射系と、
前記供給系及び前記照射系の少なくとも一方と前記対象物とを相対的に移動する駆動系と
を備える請求項64から67のいずれか一項に記載の加工システム。
。
- [請求項69] 前記加工処理に関する情報に基づいて前記供給装置からの前記粉粒体の単位時間当たりの供給量を制御する
請求項68に記載の加工システム。
- [請求項70] 前記加工処理に関する情報は、前記相対的な移動に関する情報及び前記照射系による前記エネルギービームの照射に関する情報の少なくとも一方を含む
請求項69に記載の加工システム。
- [請求項71] 前記相対的な移動に関する情報は、前記相対的な移動の速度を含む
請求項70に記載の加工システム。
- [請求項72] 前記相対的な移動の速度が大きくなるほど、前記単位時間当たりの供給量を多くする
請求項71に記載の加工システム。
- [請求項73] 前記照射に関する情報は、前記エネルギービームの強度を含む
請求項70から72のいずれか一項に記載の加工システム。
- [請求項74] 請求項1から63のいずれか一項に記載の供給装置から供給される前記粉粒体を用いて加工処理を行う加工方法。
- [請求項75] 前記粉粒体を用いて行われる加工処理は、前記粉粒体を用いて対象物に付加加工を行う処理を含む
請求項74に記載の加工方法。

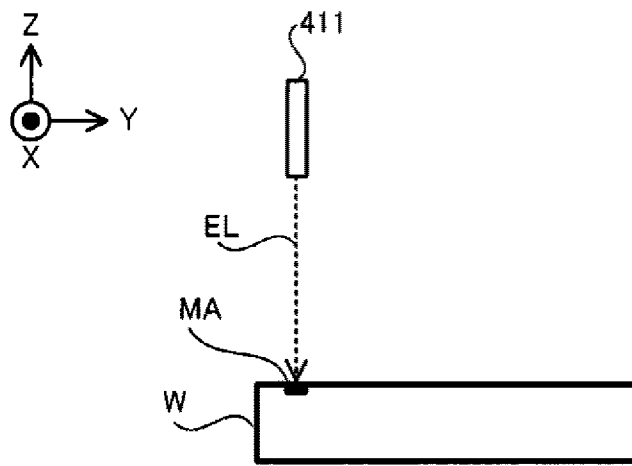
[図1]



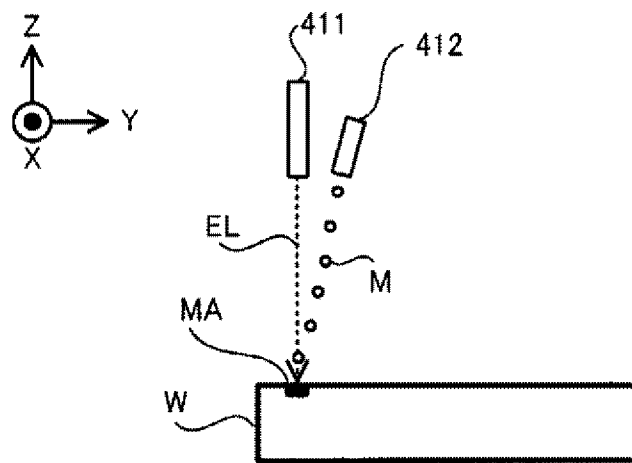
1



[図2]



(a)

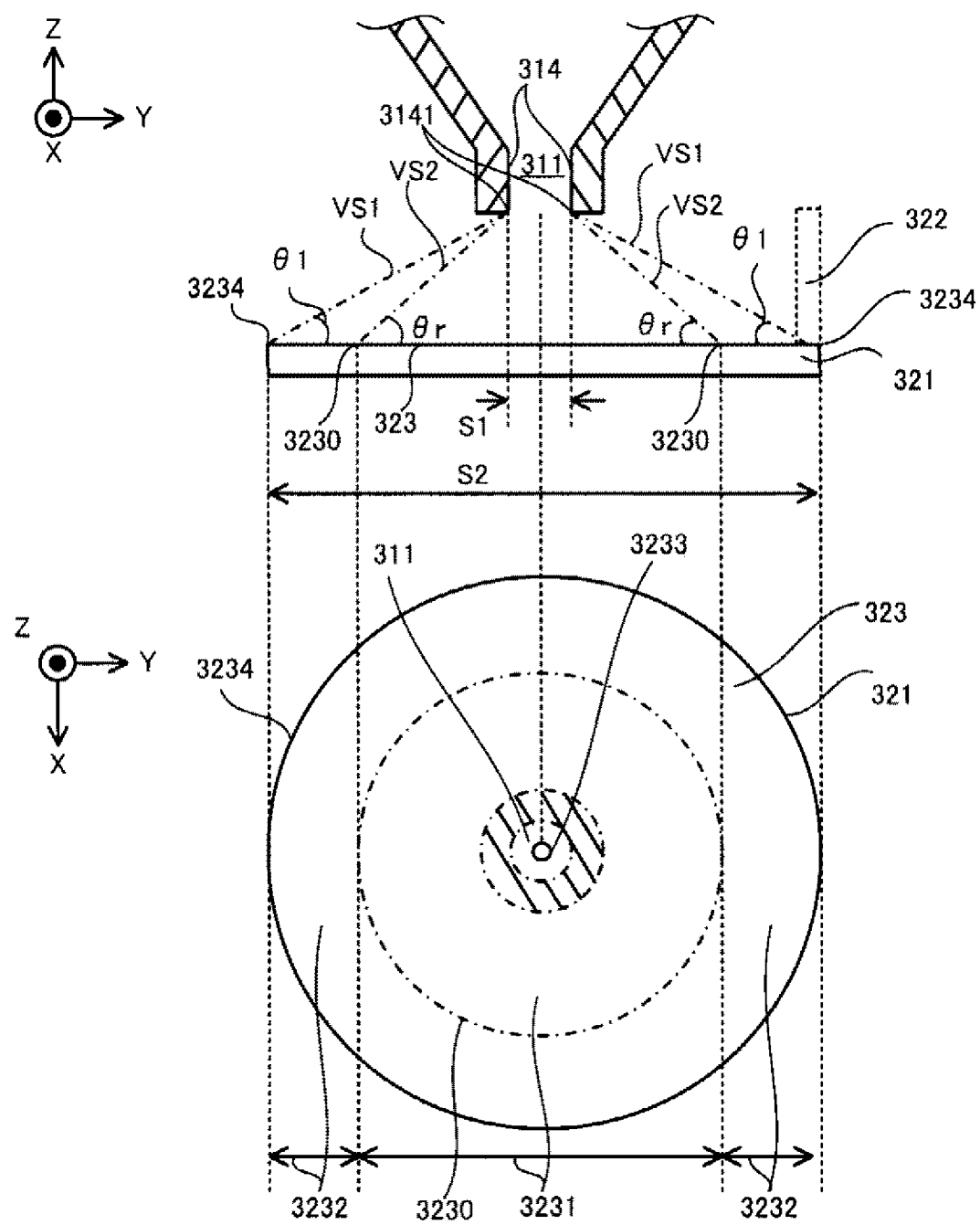


(b)

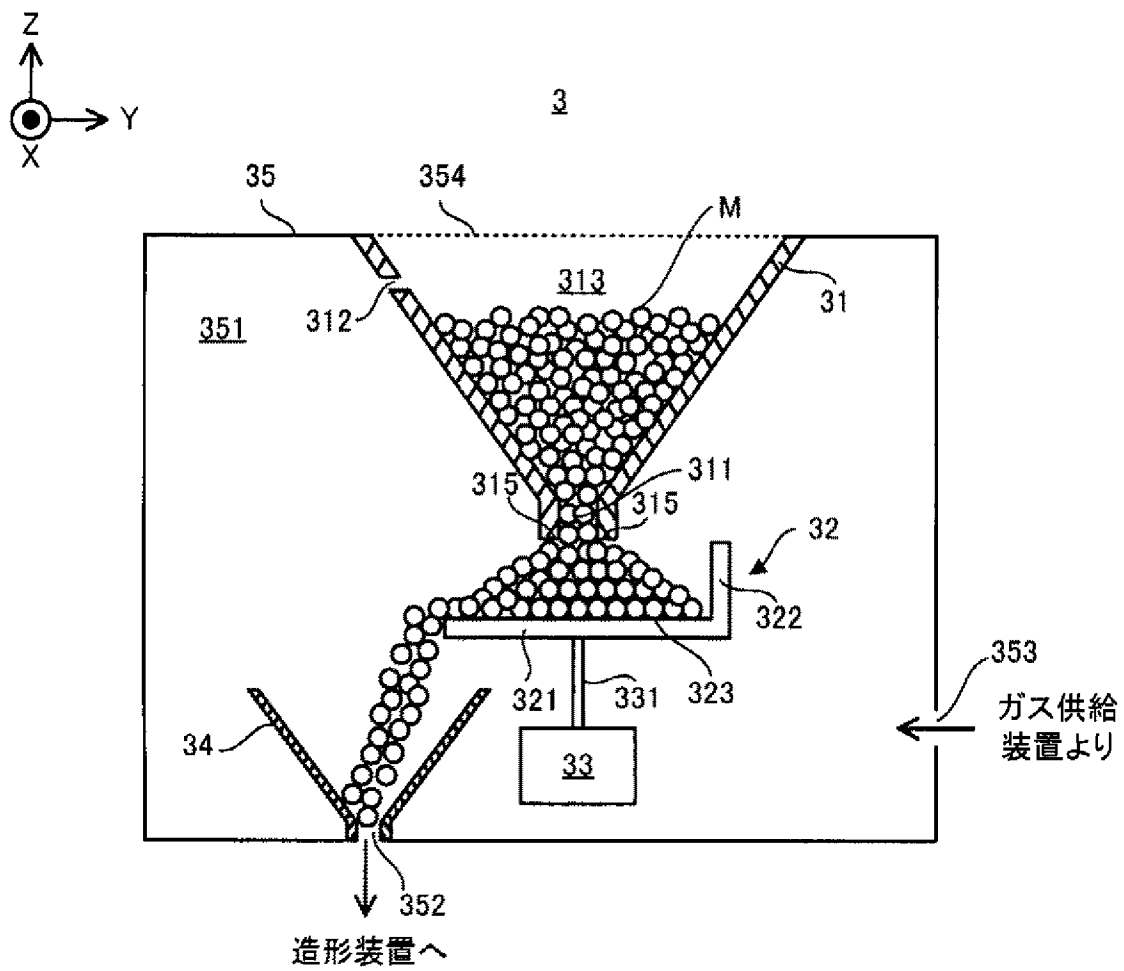


(c)

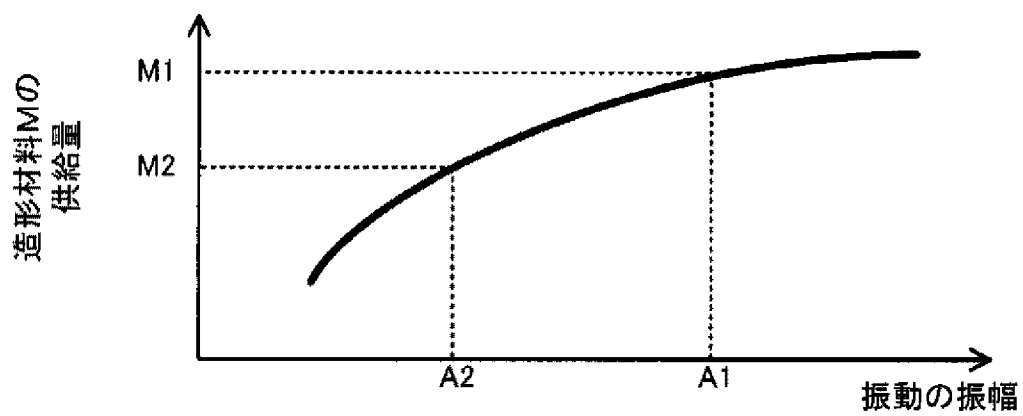
[図4]



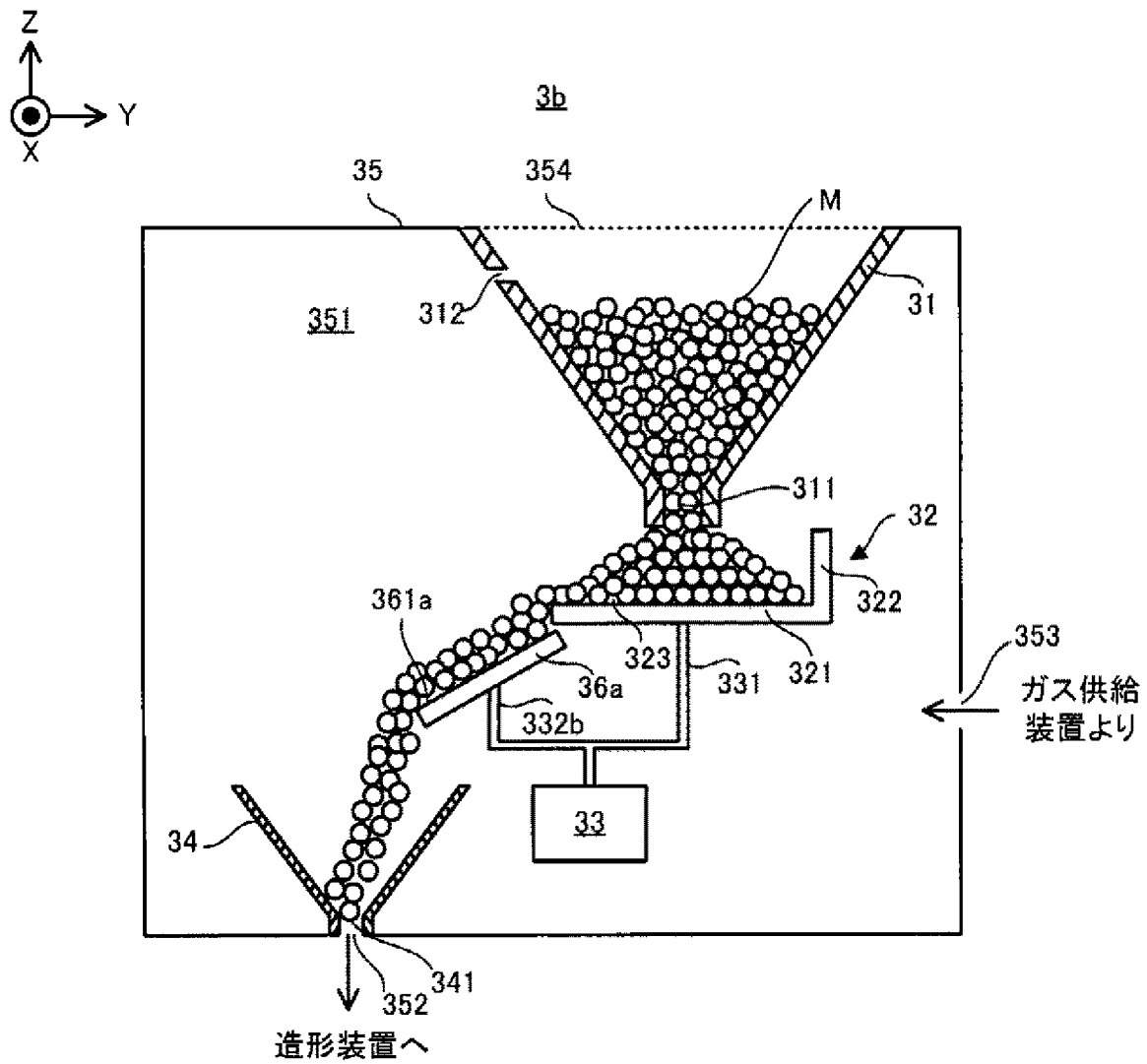
[図5]



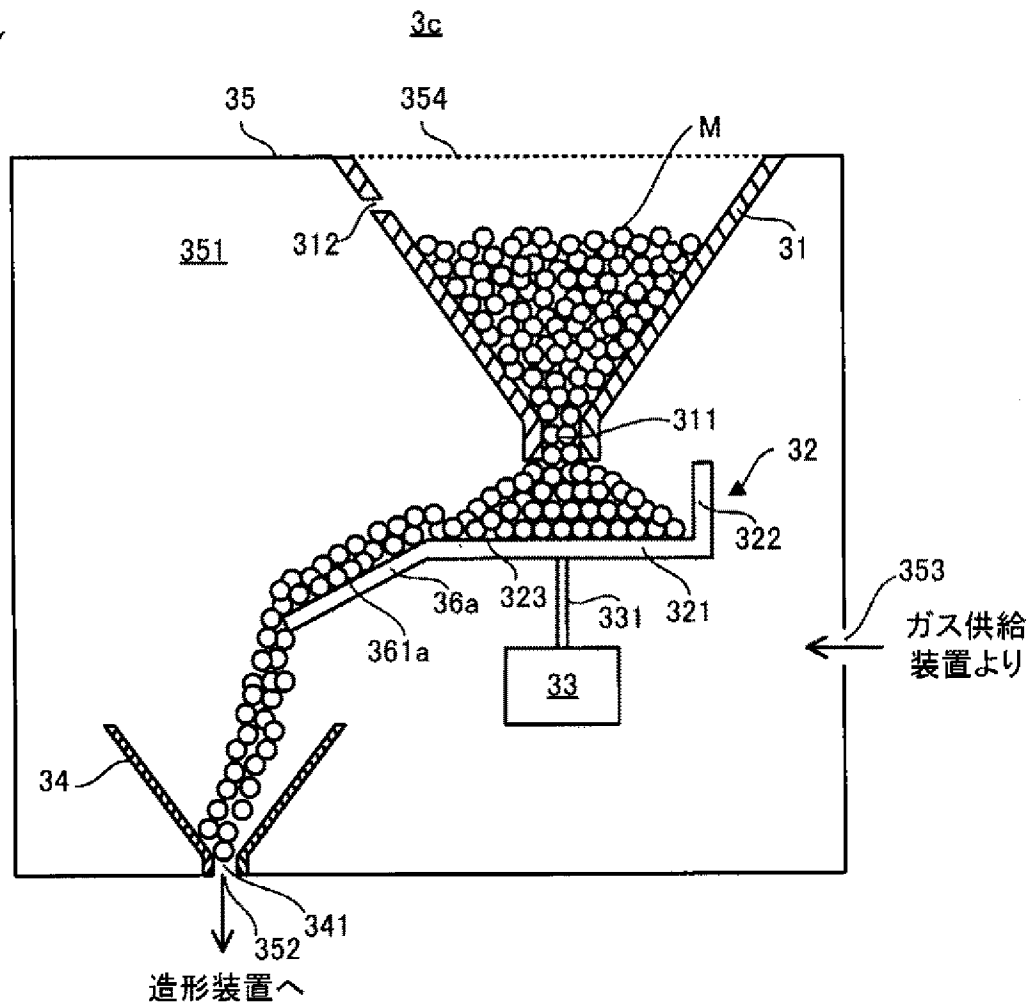
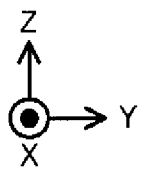
[図6]



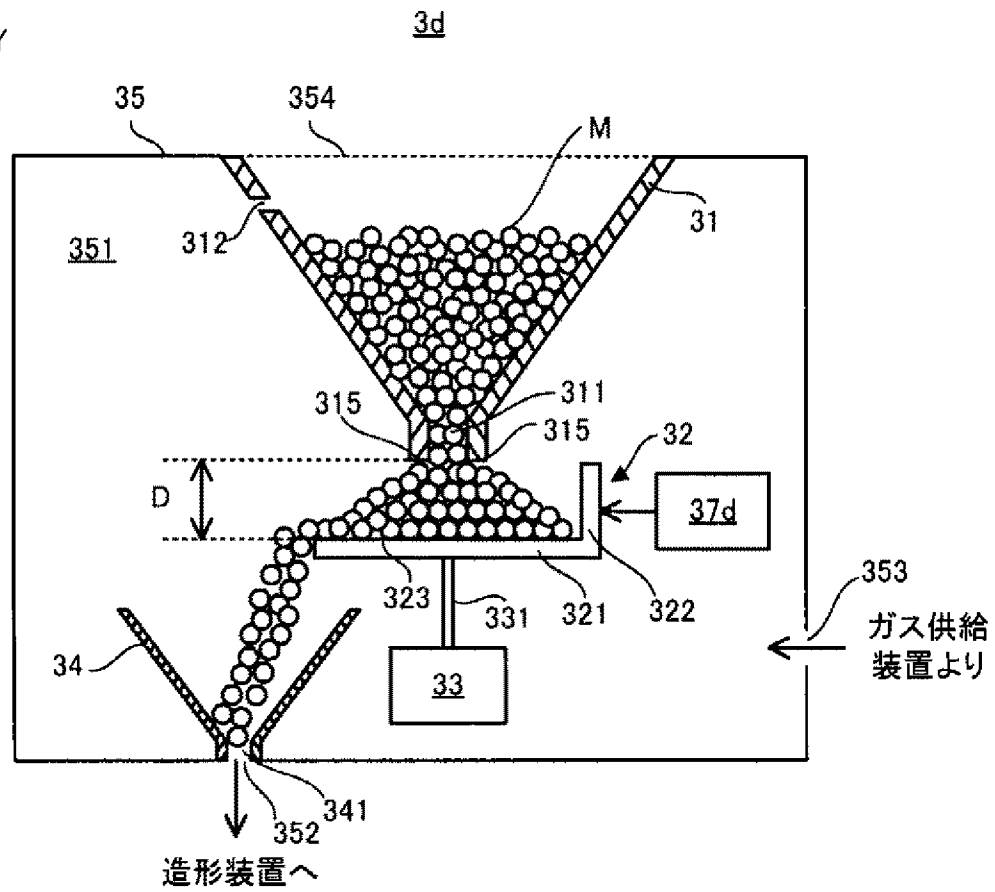
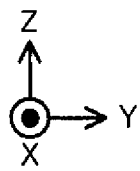
[図9]



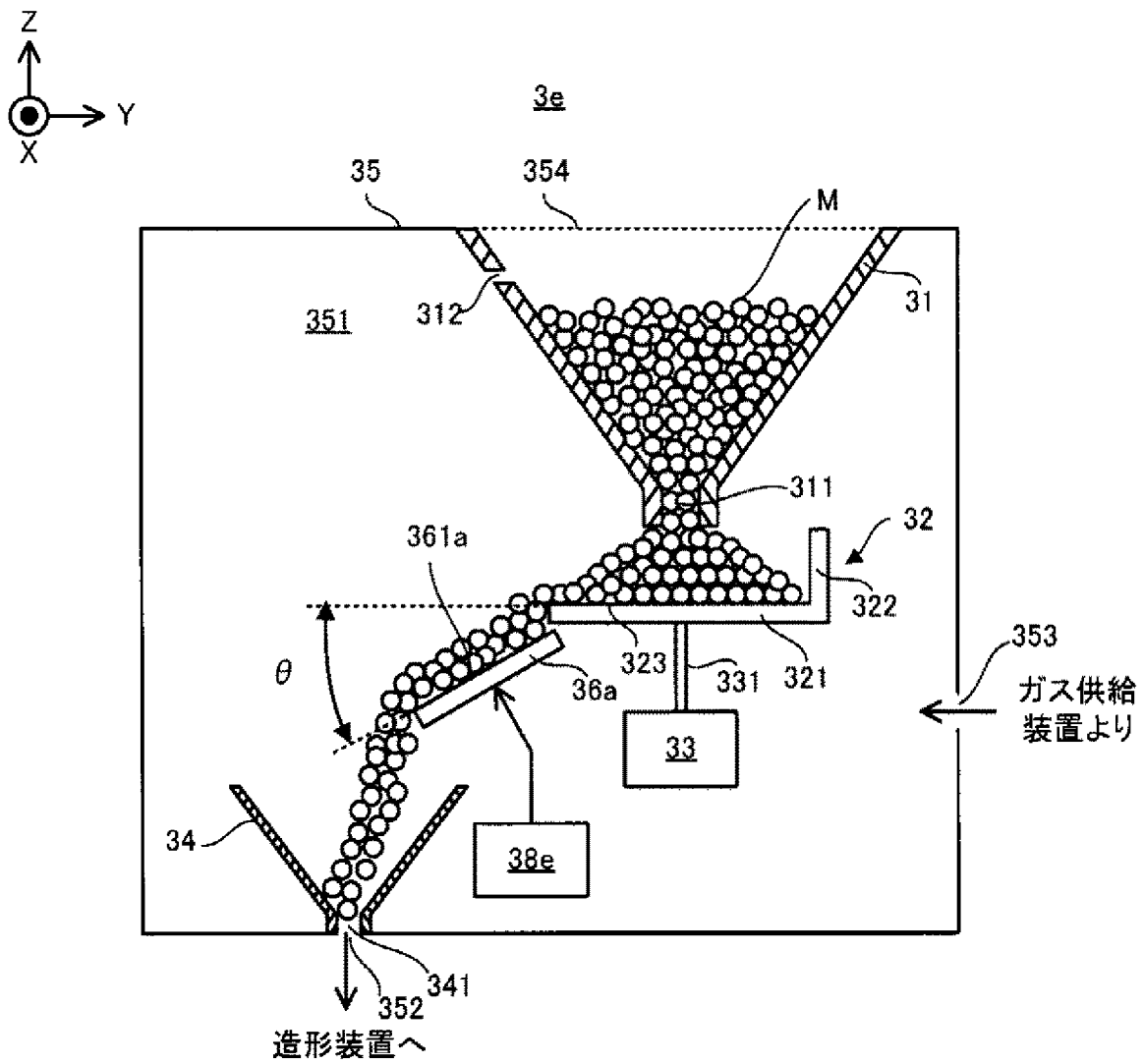
[図10]



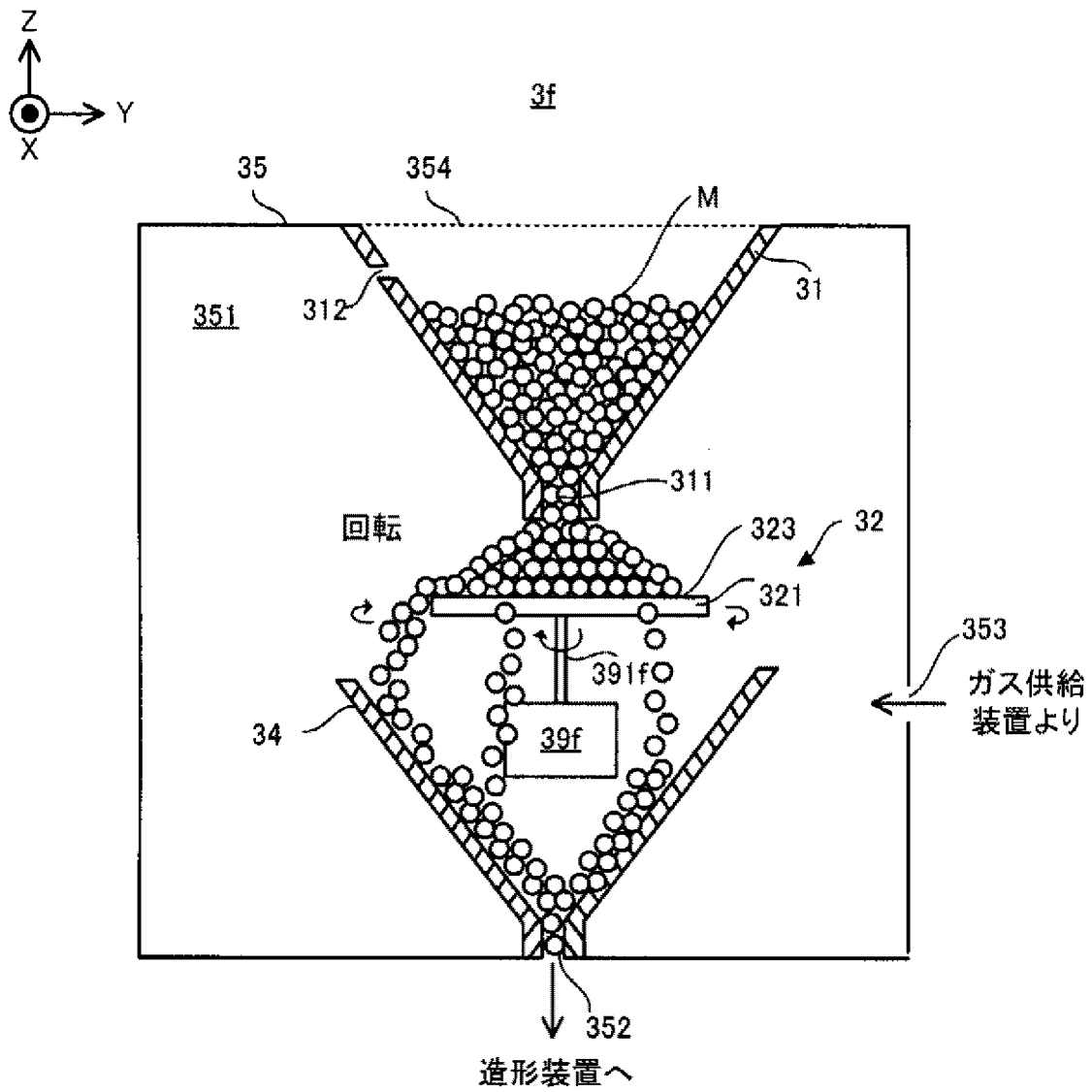
[図11]



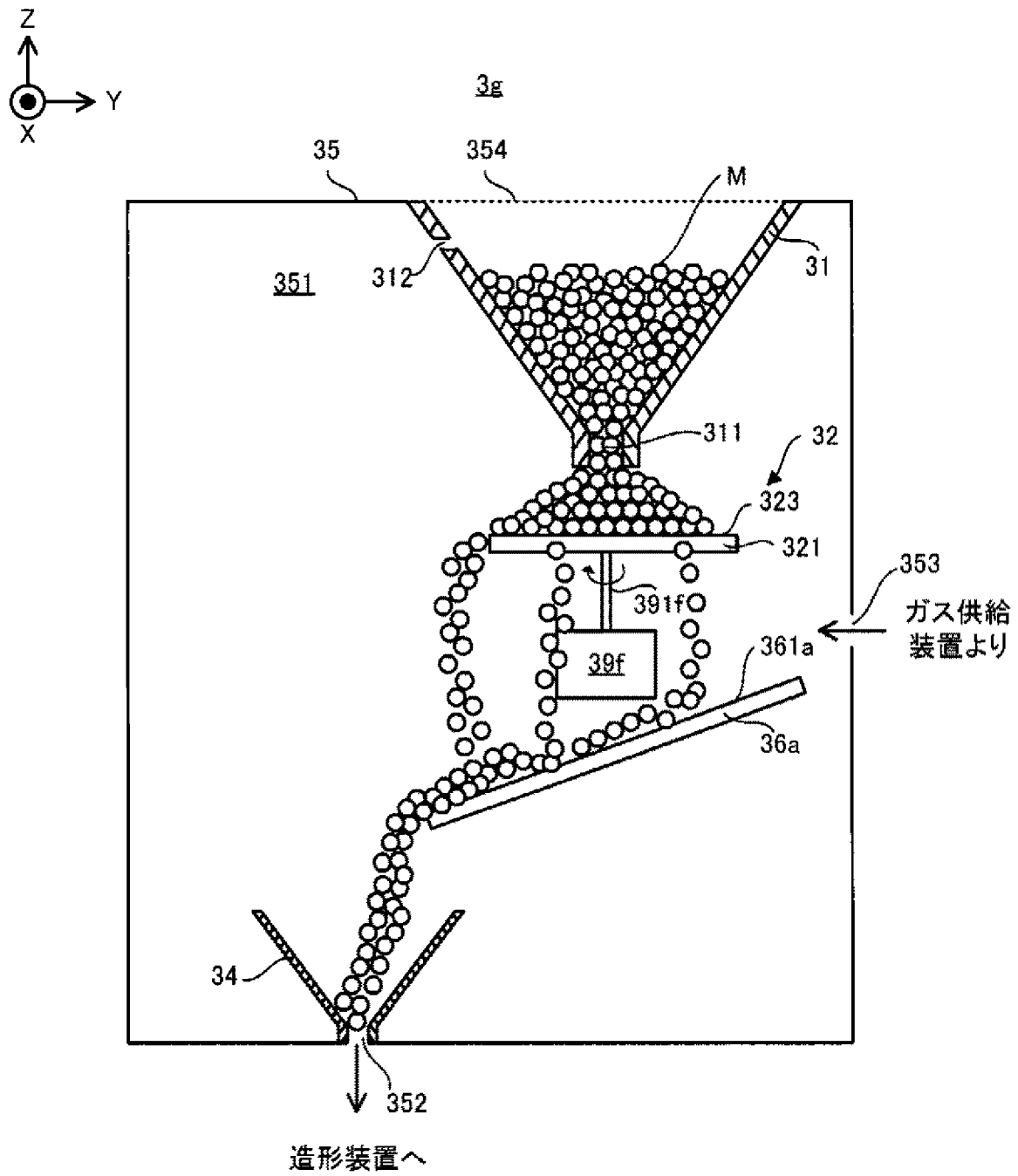
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035640

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B65G27/04 (2006.01) i, B22F3/105 (2006.01) i, B22F3/16 (2006.01) i,
B23K26/21 (2014.01) i, B23K26/342 (2014.01) i, B29C31/02 (2006.01) i,
B29C64/153 (2017.01) i, B29C64/329 (2017.01) i, B33Y30/00 (2015.01) i,
B65G65/40 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. B65G27/04, B22F3/105, B22F3/16, B23K26/21, B23K26/342, B29C31/02,
B29C64/153, B29C64/329, B33Y30/00, B65G65/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2017/061339 A1 (KAO CORP.) 13 April 2017, paragraphs [0037]-[0050], [0061]-[0064], [0068]-	1-24, 26, 29-34, 37-39
Y	[0069], fig. 1-5 & CN 108137243 A, paragraphs [0065]-[0082], [0097]-[0100], [0104]-[0105], fig. 1-5 & TW 201726515 A	25, 27-28, 35-36, 40-46
X	JP 2011-219157 A (FURUKAWA MFG. CO., LTD.) 04	1
Y	November 2011, paragraphs [0026]-[0042], fig. 1-4 (Family: none)	25, 27-28, 35-36, 40-43

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.	☐ See patent family annex.
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 12 December 2018 (12.12.2018)	Date of mailing of the international search report 25 December 2018 (25.12.2018)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035640

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 5310031 B2 (IHI CORP.) 09 October 2013, paragraphs [0033]-[0040], fig. 1-4 (Family: none)	44-46
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 198027/1987 (Laid-open No. 103632/1989) (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 13 July 1989, specification, page 6, line 14 to page 10, line 17, fig. 1-2 (Family: none)	1
X	JP 2003-237886 A (IWATANI CORPORATION) 27 August 2003, paragraphs [0013]-[0020], fig. 2 (Family: none)	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035640

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-46

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035640

<Continuation of Box No. III>

Document 1: WO 2017/061339 A1 (KAO CORP.) 13 April 2017, paragraphs [0037]-[0050], [0061]-[0064], [0068]-[0069], fig. 1-5

(Invention 1) Claims 1-46

Document 1 discloses

a supply apparatus provided with:

a supply source (a hopper 2) including a supply port (an exit port 23) for supplying powder granular materials (powder granular materials P); a holding member (a reception means 30) spaced downward from the supply port and including a holding surface (the top surface 30a) for holding the powder granular materials supplied from the supply port; and a driving device (a vibration generating means 31, a transporting roll 32, a driving roll 33) for moving the holding surface, wherein

the holding surface is moved in the driving device, and a portion of the powder granular materials held at the angle of repose on the holding surface are dropped from the holding surface.

Accordingly, the invention in claim 1 lacks novelty in light of document 1.

The dependent claims are examined below.

Regarding claim 2, the invention disclosed in document 1 can be considered to indicate that "a portion of the powder granular materials held by the holding surface are dropped from an end section of the holding surface by moving the holding surface in the driving device, and the angle formed by a horizontal plane and an imaginary plane extending from an edge of the supply port to the end section is no greater than the angle of repose of the powder granular materials", and thus the invention in claim 2 lacks novelty in light of document 1.

Regarding claim 4, the invention disclosed in document 1 can be considered to indicate that "the holding surface holds the powder granular materials, supplied from the supply port, between the supply port and an imaginary plane that extends from an edge of the supply port to the end section", and thus the invention in claim 4 lacks novelty in light of document 1.

Claim 5 has the special technical feature (hereinafter, referred to as "STF".) in which "the holding member has a side wall in at least a portion of an end section from which a portion of the powder granular materials are not dropped", and thus the invention in the claims which have been examined with respect to whether or not a STF is present, i.e., the invention in claims 1, 2, 4, and 5 is classified as invention 1.

Also, as an invention substantially identical or equivalent to the invention examined above or to an invention dependent on the invention in claim 1, the invention in claim 3 and 6-46 is inventively associated with the invention in claim 1, and is thus classified as invention 1.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/035640

(Invention 2) Claims 47-54

The invention in claims 47-54 cannot be considered to have technical features identical or corresponding to those of claim 1 classified as invention 1. The invention in claims 47-54 is not dependent on claim 1. The feature, added to these claims, in which "the transporting surface includes an inclined surface inclined with respect to a horizontal plane, and by supplying the powder granular materials from the inclined surface, the transporting member ensures that the variation in the discharge amount per unit time of the powder granular materials from the transporting surface is less than a change in the discharge amount per unit time of the powder granular materials that drop from the holding surface" has little technical relevance to the STF of the invention in claims 1.

Also, the invention in claims 47-54 is not substantially identical or equivalent to invention 1.

Therefore, the invention in claims 47-54 cannot be classified as invention 1.

Also, the invention in claims 47-54 has the special technical features of the inclined surface and the discharge amount per unit time, and is thus classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 55-61

The invention in claims 55-61 cannot be considered to have technical features identical or corresponding to those of invention 1. The feature regarding an accommodation device added to these claims has little technical relevance to the STF of the invention in claim 1.

Also, the invention in claims 55-61 is not substantially identical or equivalent to invention 1.

Therefore, the invention in claims 55-61 cannot be classified as invention 1.

Also, the invention in claims 55-61 has the technical feature of the accommodation device, and is thus classified as invention 3.

(Invention 4) Claims 62-63

The invention in claims 62-63 cannot be considered to have technical features identical or corresponding to those of invention 1. The feature regarding the irradiation of an energy beam added to these claims has little technical relevance to the STF of the invention in claim 1.

Also, the invention in claims 62-63 is not substantially identical or equivalent to invention 1.

Therefore, the invention in claims 62-63 cannot be classified as invention 1.

Also, the invention in claims 62-63 has the special technical feature of the irradiation of the energy beam, and is thus classified as invention 4.

(Invention 5) Claims 64-75

The invention in claims 64-75 cannot be considered to have technical features identical or corresponding to those of invention 1. The invention in claims 64-75 is dependent on claim 1, but the feature regarding a processing treatment added to these claims has little technical relevance to the STF of the invention in claim 1.

Also, the invention in claims 64-75 is not substantially identical or equivalent to invention 1.

Therefore, the invention in claims 64-75 cannot be classified as invention 1.

Also, the invention in claims 64-75 has the technical feature of the processing treatment, and is thus classified as invention 5.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B65G27/04(2006.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B23K26/21(2014.01)i, B23K26/342(2014.01)i, B29C31/02(2006.01)i, B29C64/153(2017.01)i, B29C64/329(2017.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B65G65/40(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B65G27/04, B22F3/105, B22F3/16, B23K26/21, B23K26/342, B29C31/02, B29C64/153, B29C64/329, B33Y30/00, B65G65/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2017/061339 A1（花王株式会社）2017.04.13, 段落 [0037]-[0050], [0061]-[0064], [0068]-[0069], 図 1-5 & CN	1-24, 26, 29-34, 37-39
Y	108137243 A, 段落[0065]-[0082], [0097]-[0100], [0104]-[0105], 図 1-5 & TW 201726515 A	25, 27-28, 35-36, 40-46
X	JP 2011-219157 A（株式会社古川製作所）2011.11.04, 段落	1
Y	[0026]-[0042], 図 1-4（ファミリーなし）	25, 27-28, 35-36, 40-43

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.12.2018

国際調査報告の発送日

25.12.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

土田 嘉一

3 F

9825

電話番号 03-3581-1101 内線 3351

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 5310031 B2 (株式会社 I H I) 2013. 10. 09, 段落[0033]-[0040], 図 1-4 (ファミリーなし)	44-46
X	日本国実用新案登録出願62-198027号(日本国実用新案登録出願公開 1-103632 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (川崎重工業株式会社) 1989. 07. 13, 明細書第 6 ペ ージ第 14 行-第 10 ページ第 17 行, 図 1-2 (ファミリーなし)	1
X	JP 2003-237886 A (岩谷産業株式会社) 2003. 08. 27, 段落 [0013]-[0020], 図 2 (ファミリーなし)	1

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

請求項 1-46

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

文献 1 : WO 2017/061339 A1 (花王株式会社) 2017. 04. 13,
段落[0037]-[0050], [0061]-[0064], [0068]-[0069], 図 1-5

(発明 1) 請求項 1 - 4 6

文献 1 には、
粉粒体 (粉粒体 P) を供給する供給口 (排出口 2 3) を備える供給源 (ホッパー 2) と、
前記供給口から下方に離れて位置し、前記供給口からの前記粉粒体を保持する保持面 (上面 3 0 a) を備える保持部材 (受取手段 3 0) と、
前記保持面を動かす駆動装置 (振動発生手段 3 1、搬送ロール 3 2、駆動ロール 3 3) と、
を備え、
前記駆動装置で前記保持面を動かして、前記保持面上に安息角をなして保持された前記粉粒体の一部を前記保持面上から落下させる
供給装置、
が記載されている。

そうすると、請求項 1 に係る発明は、文献 1 により新規性が欠如している。

さらに、従属請求項について検討する。

請求項 2 について、文献 1 に記載された発明は、「前記駆動装置で前記保持面を動かすことにより、前記保持面が保持する前記粉粒体の一部を前記保持面の端部から落下させ、前記供給口の縁から前記端部まで延ばした仮想面と水平面とがなす角度は前記粉粒体の安息角以下である」といえるから、請求項 2 に係る発明は、文献 1 により新規性が欠如している。

請求項 4 について、文献 1 に記載された発明は、「前記保持面は、前記供給口からの前記粉粒体を、前記供給口の縁から前記端部まで延ばした仮想面と前記供給口との間に保持する」といえるから、請求項 4 に係る発明は、文献 1 により新規性が欠如している。

請求項 5 は、「前記保持部材は、前記粉粒体の一部が落下しない端部の少なくとも一部に側壁を有する」という特別な技術的特徴 (以下、「S T F」という。) を有しているから、これまでに S T F の有無を判断した請求項に係る発明、すなわち、請求項 1、2、4、5 に係る発明を発明 1 に区分する。

また、請求項 3、6 - 4 6 に係る発明は、上記において審査対象とした発明と実質同一又はそれに準ずる発明、もしくは、請求項 1 に係る発明に従属する発明であって、請求項 1 に係る発明に対して発明の連関を有しているので、発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 4 7 - 5 4

請求項 4 7 - 5 4 に係る発明は、発明 1 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。請求項 4 7 - 5 4 に係る発明は、請求項 1 に従属しておらず、これら請求項において追加された「前記搬送面は、水平面に対して傾斜した傾斜面を含み、前記搬送部材は、前記粉粒体を前記傾斜面から供給することにより、前記保持面から落下する前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動よりも前記搬送面からの前記粉粒体の単位時間当たりの搬出量の変動を小さくする」という事項は、請求項 1 に係る発明の S T F と、技術的関連性が低い。

さらに、請求項 4 7 - 5 4 に係る発明は、発明 1 に対して実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 4 7 - 5 4 に係る発明は、発明 1 に区分できない。

そして、請求項 4 7 - 5 4 に係る発明は、傾斜面、単位時間当たりの搬出量に関する技術的特徴を有しているので、発明 2 に区分する。

(発明 3) 請求項 55-61

請求項 55-61 に係る発明は、発明 1 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。これら請求項において追加された収容装置に関する事項は、請求項 1 に係る発明の S T F と、技術的関連性が低い。

さらに、請求項 55-61 に係る発明は、発明 1 に対して実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 55-61 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 55-61 に係る発明は、収容装置に関する技術的特徴を有しているので、発明 3 に区分する。

(発明 4) 請求項 62-63

請求項 62-63 に係る発明は、発明 1 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。これら請求項において追加されたエネルギービームの照射に関する事項は、請求項 1 に係る発明の S T F と、技術的関連性が低い。

さらに、請求項 62-63 に係る発明は、発明 1 に対して実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 62-63 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 62-63 に係る発明は、エネルギービームの照射に関する技術的特徴を有しているので、発明 4 に区分する。

(発明 5) 請求項 64-75

請求項 64-75 に係る発明は、発明 1 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。請求項 64-75 に係る発明は、請求項 1 に従属しているものの、これら請求項において追加された加工処理に関する事項は、請求項 1 に係る発明の S T F と、技術的関連性が低い。

さらに、請求項 64-75 に係る発明は、発明 1 に対して実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項 64-75 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 64-75 に係る発明は、加工処理に関する技術的特徴を有しているので、発明 5 に区分する。