

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6775464号
(P6775464)

(45) 発行日 令和2年10月28日 (2020. 10. 28)

(24) 登録日 令和2年10月8日 (2020. 10. 8)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 9 C	64/205	(2017. 01)	B 2 9 C	64/205
B 2 9 C	64/236	(2017. 01)	B 2 9 C	64/236
B 2 9 C	64/241	(2017. 01)	B 2 9 C	64/241
B 2 9 C	64/118	(2017. 01)	B 2 9 C	64/118
B 3 3 Y	30/00	(2015. 01)	B 3 3 Y	30/00

請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2017-81696 (P2017-81696)
 (22) 出願日 平成29年4月18日 (2017. 4. 18)
 (65) 公開番号 特開2017-200763 (P2017-200763A)
 (43) 公開日 平成29年11月9日 (2017. 11. 9)
 審査請求日 令和2年4月15日 (2020. 4. 15)
 (31) 優先権主張番号 15/147, 259
 (32) 優先日 平成28年5月5日 (2016. 5. 5)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 596170170
 ゼロックス コーポレイション
 XEROX CORPORATION
 アメリカ合衆国 コネチカット州 068
 51-1056 ノーウォーク メリット
 7 201
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 デイヴィット・エイ・マンテル
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 146
 10 ロチェスター ヤーマス・ロード
 275

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元物体プリンタのための押出機アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

三次元物体印刷システムのための押出機アセンブリであって、

材料の連続的なフィラメントを押し出すことを可能にするための押し出しスロットを有し、前記押し出しスロットの長さが前記押し出しスロットの幅よりも長い、押出機本体と

、
 前記押し出しスロットの長さとは幅により形成される平面に対して平行で平らな面を有するシャッタ本体であって、前記シャッタ本体の前記面は、前記押し出しスロットの長さより長く前記押し出しスロットの幅より広い開口を有し、前記シャッタ本体の前記面の前記開口は、前記押し出しスロットの幾何学的中心を中心にして回転するように構成された、シャッタ本体と、

前記シャッタ本体へと動作可能に接続され、前記シャッタ本体を前記押し出しスロットの前記中心を中心にして、前記シャッタ本体の前記面の前記開口の前記長さが前記押し出しスロットの前記長さに平行な位置から、前記シャッタ本体の前記面の前記開口の前記長さが前記押し出しスロットの前記長さに直交し、前記押し出しスロットの第1の部分を開じ、前記押し出しスロットを通して押し出される前記フィラメントの形状およびサイズを変更する位置へ回転するように構成されたアクチュエータと

前記押出機へと動作可能に接続され、前記押出機本体を水平面内で平行移動させるとともに、回転軸を中心にして前記押出機本体を回転させるように構成された少なくとも1つのアクチュエータと

10

20

を備える押出機アセンブリ。

【請求項 2】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは、
前記押出機本体を回転させるように構成された第 1 のアクチュエータと、
前記押出機本体を平行移動させるように構成された第 2 のアクチュエータと
をさらに備える、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのアクチュエータは、前記押出機本体の回転および平行移動の両方を行うように構成されたただ 1 つのアクチュエータである、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

10

【請求項 4】

前記シャッタ本体を回転させるように構成された前記アクチュエータはさらに、前記押し出しスロットの前記幾何学的中心を中心にして、前記シャッタ本体を 360°回転させるように構成される、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

【請求項 5】

前記押出機本体へと動作可能に接続されるリザーバであって、製作材料の量を貯蔵し、前記貯蔵材料を前記押出機本体に送るように構成されたりザーバと
をさらに備える、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

【請求項 6】

前記押し出しスロットの長さは、約 0.75 mm ~ 約 6.4 mm の間であり、前記押し出しスロットの幅は、約 0.2 mm ~ 約 0.5 mm の間である、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

20

【請求項 7】

前記押出機本体の前記回転軸が、前記押し出しスロットの前記幾何学的中心を通過する、請求項 1 に記載の押出機アセンブリ。

【請求項 8】

三次元物体印刷システムのための押出機アセンブリであって、
材料の連続的なフィラメントを押し出すことを可能にするための押し出しスロットを有している押出機本体と、

前記押出機へと動作可能に接続され、前記押出機本体を水平面内で平行移動させるように構成された少なくとも 1 つの第 1 のアクチュエータと、

30

斜めの表面を有するくさび形のコレットと、

少なくとも 1 つのシャッタ本体であって、前記押し出しスロットの長さおよび幅により形成される面の前記押し出しスロットの幾何学的中心を通過して延びる軸に平行な鉛直軸に対して傾けられ、前記くさび形のコレットの斜めの表面に接触している、少なくとも 1 つのシャッタ本体と、

前記くさび形のコレットへと動作可能に接続された第 2 のアクチュエータであって、前記少なくとも 1 つのシャッタ本体が前記押し出しスロット横切って水平方向に移動し、前記押し出しスロットの第 1 の部分を閉じおよび開き、前記押し出しスロットを通過して押し出されるフィラメントの幅をそれぞれ小さくおよび大きくするように、前記くさび形のコレットを前記鉛直軸に対して平行の経路に沿って移動させ、前記少なくとも 1 つのシャッタ本体を前記くさび形のコレットの斜めの表面に沿って選択的に移動させるように構成された第 2 のアクチュエータと

40

を備える押出機アセンブリ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書において開示されるシステムおよび方法は、三次元物体を製造するプリンタに関し、より詳しくは、そのようなプリンタのための押出機アセンブリに関する。

50

【背景技術】

【0002】

デジタル付加製造としても知られるデジタル三次元製造は、デジタルモデルから実質的に任意の形状の三次元の固形の物体を製作するプロセスである。三次元物体の印刷は、1つ以上の押出機または排出機アセンブリが材料の逐次の層をさまざまな形状にて基板上に形成する付加プロセスである。いくつかの従来からの三次元物体プリンタにおいては、層を形成すべく材料の液滴を排出する排出機のアレイよりはむしろ、層を形成すべく材料の連続的な流れを放つ押出機のアレイを備える点で、押出機が文書プリンタの印刷ヘッドに類似している。

【0003】

他の公知の三次元物体プリンタにおいては、押出機アセンブリが、印刷による物体を生成するための層を形成するために製作材料を押し出すように構成されたただ1つのノズルを備える。ノズルは、一般に、製作材料の連続的なフィラメントを放つ小さな円形の穴として構成される。フィラメントが、層ごとのやり方で配置され、三次元の部品を形成する。そのような押出機アセンブリにおいて、印刷による物体は、迅速かつ正確に形成されなければならない。ノズルの直径が、部品の最小解像度および物体の可能な形成速度の両方を決定する。例えば、ノズルの直径が大きいほど、物体をより迅速に形成することができるが、解像度が低くなる一方で、ノズルの直径が小さいほど、より小さな細部を形成することができるが、製品の製造により多くの時間が必要になる。このように、従来からの三次元物体プリンタにおいては、ノズルのサイズが、製作の速度と製作の解像度との間の妥協を呈する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、押出機アセンブリを備えるプリンタで三次元物体を形成するためのシステムおよび方法において、物体をさらに精緻にし、製造時間を短縮する改善が、有益であると考えられる。

【課題を解決するための手段】

【0005】

一実施形態においては、三次元物体のための押出機アセンブリが、より高い精密さでのより高速な三次元物体の印刷を可能にするために押し出しスロットを有する。印刷システムは、材料の連続的なフィラメントを押し出すことを可能にするための押し出しスロットを有している押出機本体と、押出機本体に動作可能に接続された少なくとも1つのアクチュエータとを備える。少なくとも1つのアクチュエータは、押出機本体を水平面内で平行移動させ、回転軸を中心にして押出機本体を回転させるように構成される。

【0006】

別の実施形態においては、三次元の製作物体を形成する方法が、より高い精密さでのより高速な三次元物体の印刷を可能にする。この方法は、押出機アセンブリの押出機本体の押し出しスロットを通して製作材料を押し出すステップと、製作材料を押し出しつつ、押出機本体を少なくとも1つのアクチュエータによって水平面内で平行移動させることで、製作材料の連続的なリボンを形成するステップと、製作材料を押し出しつつ、押出機本体を少なくとも1つのアクチュエータによって回転軸を中心にして回転させるステップとを含む。

【0007】

本開示によるさらに別の実施形態においては、三次元物体印刷システムのための押出機アセンブリが、押し出しスロットと、より良好な三次元物体の印刷精度およびより高速な製作時間のために押し出しスロットの押し出し面積の調節を可能にするシャッタ本体とを有する。印刷システムは、押出機本体と、少なくとも1つの第1のアクチュエータと、少なくとも1つのシャッタ本体と、第2のアクチュエータとを備える。押出機本体は、材料の連続的なフィラメントの押し出しを可能にするための押し出しスロットを有する。少な

10

20

30

40

50

くとも1つの第1のアクチュエータは、押出機へと動作可能に接続され、押出機本体を水平面内で平行移動させるように構成される。第2のアクチュエータは、少なくとも1つのシャッタ本体へと動作可能に接続され、押し出しスロットの第1の部分を閉じ、押し出しスロットを通して押し出されるフィラメントの幅を小さくするように、押し出しスロットを選択的に覆うように少なくとも1つのシャッタ本体を移動させるように構成される。

【0008】

押出機を有するプリンタおよび押出機を有するプリンタを動作させるための方法の上述の態様および他の特徴が、以下の説明において解説され、添付の図面との関連において理解される。

【図面の簡単な説明】

10

【0009】

【図1】図1は、押し出しスロットを備える押出機アセンブリを有している三次元物体プリンタの概略図である。

【図2】図2は、押し出しスロットの少なくとも一部分を閉じるように構成された直線的に移動するシャッタ本体を有している図1の3D物体プリンタのためのシャッタシステムの部分切断上面図を示している。

【図3】図3は、各々が押し出しスロットの一部分を閉じるように構成された2つの直線的に移動するシャッタ本体を有している図1の3D物体プリンタのためのシャッタシステムの部分切断上面図を示している。

【図4】図4は、押し出しスロットの一部分を閉じるように構成された可撓な直線的に移動するシャッタ本体を備えるシャッタシステムを有している図1の3D物体プリンタのための押出機本体の側面部分断面図を示している。

20

【図5】図5は、押し出しスロットの一部分を閉じるべく枢支軸を中心にして回転することができるシャッタ本体を有している図1の3D物体プリンタのためのシャッタシステムについて、シャッタ本体が開位置にある状態の部分切断上面図を示している。

【図6】図6は、図5のシャッタシステムについて、シャッタ本体が閉位置にある状態の部分切断上面図を示している。

【図7】図7は、押し出しスロットの一部分を閉じるべくコレット部材によって各々が移動させられる2つのシャッタ本体を有している図1の3D物体プリンタのためのシャッタシステムの部分切断上面図を示している。

30

【図8】図8は、図7のシャッタシステムについて、シャッタ本体が押し出しスロットを遮っていない状態の側面部分断面図を示している。

【図9】図9は、図8のシャッタシステムについて、シャッタ本体の各々が押し出しスロットの一部分を遮っている状態の側面部分断面図を示している。

【図10】図10は、製作物体を製造すべく図1の3D物体プリンタを動作させる方法を示している。

【図11】図11は、図10の方法に従って図1の3D物体プリンタによって生成された第1の層の上面図を示している。

【図12】図12は、図11の第1の層および図10の方法に従って図1の3D物体プリンタによって生成された第2の層の上面図を示している。

40

【図13】図13は、曲線状の造作を形成するために平行移動および回転を同時に行う図1の押出機本体の一部分の概略の上面図を示している。

【図14】図14は、図1の押し出しスロットを用いた曲線状の造作の生成について、押し出し幅に対する半径の比に対する押し出し係数のグラフを示している。

【図15】図15は、スロットの長辺を移動方向に対して垂直にした状態で移動している図1の押出機本体の一部分の概略の上面図を示している。

【図16】図16は、スロットの長辺を移動方向に対して45度の角度にした状態で移動している図1の押出機本体の一部分の概略の上面図を示している。

【図17】図17は、スロットの長辺を移動方向に対して平行にした状態で移動している図1の押出機本体の一部分の概略の上面図を示している。

50

【図 18】図 18 は、押し出しスロットを備える押出機アセンブリを有するとともに、押出機本体を x、y、z、および回転方向の各々に移動させるように構成された別途のアクチュエータを備えている三次元物体プリンタの概略図である。

【図 19】図 19 は、押し出しスロットを備える第 1 の押出機本体と押し出しノズルを備える第 2 の押出機本体とを備える押出機アセンブリを有している三次元物体プリンタの概略図を示している。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本明細書に開示されるシステムおよび方法に関する環境ならびにそれらのシステムおよび方法に関する詳細の全体的な理解のために、図面が参照される。図面においては、類似の参照番号が、類似の要素を指し示すために全体を通して使用されている。

10

【0011】

図 1 が、三次元物体プリンタ 100 を示している。三次元物体プリンタ 100 は、アクチュエータアセンブリ 104、押出機アセンブリ 108、プラテン 112、およびコントローラ 116 を備えている。アクチュエータアセンブリ 104 は、少なくとも 1 つのアクチュエータ 120 と、支持フレーム（図示されていない）に取り付けられた 1 対のレール 124 とを備えている。レール 124 は、アクチュエータ 120 によって押出機アセンブリ 108 を x 軸 128、y 軸 132、および z 軸 136 に沿って平行移動させ、かつ押出機アセンブリ 108 を図示の実施形態においては z 軸 136 に平行である回転軸 140 を中心にして回転させることができるように、アクチュエータ 120 および押出機アセンブリ 108 を支持するように構成されている。

20

【0012】

図 1 の実施形態において、アクチュエータアセンブリ 104 は、押出機アセンブリ 108 を x 軸 128、y 軸 132、および z 軸 136 にて平行移動させるように構成されたただ 1 つのアクチュエータ 120 を備えており、アクチュエータ 120 は、回転軸 140 を中心にしてアクチュエータを回転させるように構成されている。別の実施形態において、アクチュエータアセンブリ 104 は、押出機アセンブリ 108 を x 軸 128、y 軸 132、および z 軸 136 にて移動させるように構成された第 1 のアクチュエータと、回転軸 140 を中心にして押出機アセンブリ 108 を回転させるように構成された第 2 のアクチュエータとを備える。図 18 に示されるさらに別の実施形態においては、アクチュエータアセンブリ 104 A が、押出機本体 160 を x 方向 128 に移動させるように構成された第 1 のアクチュエータ 120 X と、押出機本体 160 を y 方向 132 に移動させるように構成された第 2 のアクチュエータ 120 Y と、押出機本体 160 を z 方向 136 に移動させるように構成された第 3 のアクチュエータ 120 Z と、回転軸 140 を中心にして押出機本体 160 を回転させるように構成された第 4 のアクチュエータ 120 R とを備える。

30

【0013】

再び図 1 を参照すると、押出機アセンブリ 108 は、押出機本体 160 と、製作材料を貯蔵するように構成されリザーバ 164 とを備える。押し出しスロット 168（図 1 の図では比例尺では示されていない）が、押出機本体 160 の下部に定められている。押し出しスロット 168 は、リザーバ 164 へと動作可能に接続され、リザーバ 164 から受け取った製作材料を押し出して、プラテン 112 上に製作物体 180 を形成するように構成されている。一実施形態において、押し出しスロット 168 の長さは、約 0.75 mm ~ 約 6.4 mm の間であり、押し出しスロットの幅は、約 0.2 mm ~ 約 0.5 mm の間である。別の特定の実施形態においては、押し出しスロット 168 の長さが、約 1.2 mm であり、押し出しスロットの幅が、約 0.3 mm である。いくつかの実施形態において、押し出しスロット 168 は、プラテン 112 の表面の平面に平行であるように構成され、軸 140 を中心とする回転は、スロットをプラテンの表面に対して平行な向きに維持する。いくつかの状況における回転は、押し出されるリボンの所望のサイズに基づき、押出機の移動方向に関連して調節される。

40

【0014】

50

いくつかの実施形態において、押出機本体 160 は、押し出しスロットまたはその一部分を閉じるためのシャッタシステムを備える。押出機本体 160 において使用するための種々のシャッタシステム 200、220、240、260、280 が、図 2 ~ 図 9 に示されている。図 2 が、平坦なシャッタ本体 204 を有しているシャッタシステム 200 を示している。平坦なシャッタ本体 204 は、スロットの一部分を閉じるべく、スロット 168 を横切って直線的に平坦なシャッタ本体 204 をスライドさせるように構成されたアクチュエータ 208 へと動作可能に接続されている。アクチュエータ 208 は、詳しくは後述されるように、押し出されるリボンの所望のサイズに基づいて平坦なシャッタ本体 204 の位置を設定すべくアクチュエータ 208 を動作させるように構成されたコントローラ 116 へと動作可能に接続されている。

10

【0015】

シャッタシステム 220 の別の実施形態が、図 3 に示されている。図 3 の実施形態は、シャッタシステム 220 が 2 つの平坦なシャッタ本体 224、228 を備え、その各々がアクチュエータ 232 へと動作可能に接続されている点を除き、図 2 の実施形態に類似している。アクチュエータ 232 は、各々の平坦なシャッタ本体 224、228 の位置を設定すべくアクチュエータ 232 を動作させるように構成されたコントローラ 116 へと動作可能に接続されている。一実施形態において、アクチュエータ 232 は、各々のシャッタ本体 224、228 をスロット 168 の各側においてスロット 168 の異なる部分を閉じるように互いに独立に移動させるように構成される。別の実施形態において、アクチュエータ 232 は、スロット 168 の各側においてスロット 168 の同じ部分を閉じるように、シャッタ本体と一緒に、しかしながら反対の方向に移動させるように構成される。

20

【0016】

図 4 が、図 1 の押出機本体 160 における使用のためのシャッタシステム 240 の別の実施形態を示している。シャッタシステム 240 は、アクチュエータ 248 へと動作可能に接続された可撓なシャッタ本体 244 を備える。可撓なシャッタ本体 244 は、押出機本体 160 の底壁および側壁におおむね従う。アクチュエータ 248 は、スロット 168 の一部分を覆うべくシャッタ本体 244 を押出機本体 160 の側壁および底壁に沿って移動させるようにアクチュエータ 248 を動作させるように構成されたコントローラ 116 に動作可能に接続される。

【0017】

30

図 4 に示される実施形態は、シャッタ本体 244 をスロットの片側に示している。しかしながら、いくつかの実施形態においては、シャッタシステム 240 が、図 3 の実施形態と同様のやり方でスロット 168 の反対側の一部分を閉じるためにスロット 168 の他方の側においてアクチュエータ 248 へと動作可能に接続された第 2 のシャッタ本体を備えることを、読み手は理解すべきである。

【0018】

図 5 および図 6 が、図 1 の押出機本体 160 における使用のための別のシャッタシステム 260 を示している。シャッタシステム 260 は、中央開口 268 を定めている円形のシャッタ本体 264 を備える。図示の実施形態において、中央開口 268 は、長円形であるが、例えば矩形、台形、または三角形などの他の所望の形状が、他の実施形態において使用可能である。シャッタ本体 264 は、シャッタ本体を回転させるように構成されたアクチュエータ 272 に動作可能に接続される。アクチュエータ 272 は、コントローラ 116 に動作可能に接続され、コントローラ 116 は、図 6 に示されるようにシャッタ本体 264 でスロット 168 の少なくとも一部分を遮るために、枢支軸 276 を中心にしてシャッタ本体 264 を回転させるべくアクチュエータ 272 を動作させるように構成される。

40

【0019】

図 7 ~ 図 9 が、図 1 の押出機本体 160 における使用のためのシャッタシステム 280 の別の実施形態を示している。シャッタシステム 280 は、2 つのシャッタ本体 282、284 と、2 つのくさび形のコレット部材 286、288 とを備える。各々のくさび形の

50

コレット部材は、アクチュエータ 292 に動作可能に接続される。図 8 および図 9 の縦断面図に見られるように、シャッタ本体 282、284 は、コレット部材 286、288 の斜めの表面に当接するピンである。

【0020】

アクチュエータ 292 は、コレット部材 286、288 を上下に移動させるようにアクチュエータ 292 を動作させるコントローラ 116 に動作可能に接続される。コレット部材 286、288 の上下移動により、コレット部材 286、288 の斜めの表面が対応するシャッタ本体 282、284 と相互作用し、シャッタ本体 282、284 を水平方向に移動させる。したがって、図 9 に示されるように、コレット部材 286、288 が上方に移動するとき、シャッタ本体 282、284 が互いに向かって移動し、スロット 168 の一部分を閉じる。図示の実施形態において、アクチュエータ 292 は、両方のコレット部材 286、288 へと動作可能に接続される。しかしながら、別の実施形態においては、アクチュエータ 292 が、コレット部材 286、288 のうちの一方にだけ接続され、コレット部材 286、288 が、一緒に上下方向に移動するように互いに接続される。

【0021】

図 10 が、製作物体 180 を形成すべく製作材料を押し出すように三次元物体プリンタ 100 を動作させるために使用される一プロセス 400 を示している。このプロセスが何らかのタスクまたは機能を実行するという言明は、コントローラまたは汎用のプロセッサが、タスクまたは機能を実行すべくデータを操作し、システムの 1 つ以上の構成要素を動作させるように、コントローラまたはプロセッサへと動作可能に接続された非一時的なコンピュータにとって読み取り可能な記憶媒体に保存されたプログラムされたインストラクションを実行することを指す。上述の三次元物体プリンタ 100 のコントローラ 116 を、プロセス 400 を実行するコントローラまたはプロセッサをもたらすための構成要素およびプログラムされたインストラクションを備えて構成することができる。あるいは、コントローラを、本明細書に記載の 1 つ以上のタスクまたは機能を形成するように各々が構成された 2 つ以上のプロセッサならびに関連の回路および構成要素で実現することができる。

【0022】

図 10 ~ 図 12 を参照すると、プロセス 400 は、第 1 の層 440 (図 11) のためにスロットの幅を移動方向に整列させるべく押出機本体 160 を回転させるようにアクチュエータ 120 をコントローラ 116 によって動作させることで始まる (ブロック 404)。例えば、図 11 に示される実施形態において、第 1 の方向は、y 方向である。いくつかの実施形態において、コントローラ 116 は、製作物体のデジタルモデルに基づいて所望の移動方向を決定する。次いで、コントローラ 116 は、第 1 の層 440 を形成すべく製作材料の帯 442、444、446、448、450 を押し出すために、スロット 168 から材料を押し出しつつ、押出機本体 160 を移動方向に平行移動させるようにアクチュエータ 120 を動作させる (ブロック 408)。或る特定の実施形態においては、アクチュエータ 120 が、押し出しプロセスの最中に約 5000 mm/分 ~ 8000 mm/分の間の速度で押出機本体 160 を移動させる。別の特定の実施形態においては、アクチュエータが、押し出しプロセスの最中に約 6000 mm/分の速度で押出機本体 160 を移動させる。

【0023】

三次元物体プリンタのいくつかの実施形態において、コントローラ 116 は、帯 442 ~ 450 の間の付着を改善し、したがって層の構造的な強度を改善するために、最初に中央の帯 442 を形成し、次いで隣の帯 444、446 を形成し、最後に外側の帯 448、450 を形成することによって帯 442 ~ 450 を生成するようにアクチュエータ 120 および押出機アセンブリ 108 を動作させるように構成される。他の実施形態においては、層 442 ~ 450 が、層の形成速度を高めるために、左側から右側または右側から左側へと形成される。いくつかの実施形態において、帯 442 ~ 450 は、互いに異なる幅を有する。例えば、外側の帯 448、450 が、内側の帯 442、444、446 の半分の

10

20

30

40

50

幅を有することができる。

【 0 0 2 4 】

ひとたび第 1 の層 4 4 0 ができあがると、コントローラ 1 1 6 は、押出機本体 1 6 0 を回転させて第 2 の方向に整列させるようにアクチュエータ 1 2 0 を動作させる（ブロック 4 1 2）。図示の実施形態において、第 2 の方向は、第 1 の方向に直交する x 方向に合わせられる。しかしながら、第 1 および第 2 の方向の間の角度が、製作物体の特性に応じた他の所望の角度であってよいことを、読み手は理解すべきである。次いで、コントローラ 1 1 6 は、第 2 の層を形成する製作材料の帯 4 6 2、4 6 4、4 6 6、4 6 8、4 7 0 を押し出すために、スロット 1 6 8 から材料を押し出しつつ押出機本体 1 6 0 を平行移動させるようにアクチュエータ 1 2 0 を動作させる（ブロック 4 1 6）。

10

【 0 0 2 5 】

印刷すべきさらなる層が残っている場合、コントローラ 1 1 6 は、押出機本体 1 6 0 を回転させて第 3 の方向に整列させるようにアクチュエータ 1 2 0 を動作させ、第 3 の方向にさらなる層を形成することができ、あるいはコントローラ 1 1 6 は、ブロック 4 0 0 の処理を繰り返して第 1 および第 2 の方向に追加の層を生成するように、アクチュエータ 1 2 0 を動作させることができる。図 1 1 および 1 2 は、異なる層 4 4 0、4 6 0 のそれぞれの帯 4 4 2 ~ 4 5 0、4 6 2 ~ 4 7 0 を明瞭に示すために、帯 4 4 2 ~ 4 5 0、4 6 2 ~ 4 7 0 を互いに離れているものとして示しているが、帯 4 4 2 ~ 4 5 0、4 6 2 ~ 4 7 0 は、典型的には、材料の連続的な層を形成するように互いに隣接して形成されることを、読み手は理解すべきである。

20

【 0 0 2 6 】

典型的には、製作物体は、図 1 1 および図 1 2 に示される単純な矩形の層ではなく、不規則な層で形成される。これらの不規則な層は、典型的には、上述の帯では形成することができない造作を含む。したがって、細部の形成が、帯においては形成することができない細部を必要とする。細部の形成は、典型的には、層の大部分を形成（ブロック 4 0 8 および 4 1 6）する帯の押し出しの直前または直後に実行され、あるいはいくつかの場合には、最中に実行される。

【 0 0 2 7 】

帯では形成することができない細部の一例は、曲線状の形状である。曲線状の細部を形成するために、コントローラ 1 1 6 は、押出機本体 1 6 0 を同時に回転および平行移動させる（図 1 3）ように、アクチュエータ 1 2 0 を動作させるように構成され、あるいは平行移動および回転の別々のアクチュエータを有する実施形態においては、平行移動および回転の両方のアクチュエータを動作させるように構成される。押出機本体 1 6 0 およびスロット 1 6 8 が回転および平行移動するとき、スロット 1 6 8 の外縁が、曲線の外縁を定める一方で、スロット 1 6 8 の内縁が、曲線の内縁を形成する。押し出しスロット 1 6 8 の外縁は、押し出しスロット 1 6 8 の内縁よりも長い距離を移動するため、内縁および外縁の移動距離の違いを補償するために、押し出しを調節する必要がある。特には、曲線の半径がスロット 1 6 8 の幅と比べて比較的小さい場合、押し出される製作材料の量を、調節しなければならない。例として、スロットの幅に等しい半径（ r ）を有する小さな円の押し出しは、 r^2 に等しい面積を押し出す一方で、外縁は、 $2r$ の直線距離を移動する。したがって、押し出しのレートは、 $r^2 / (2r)$ 、すなわち $r / 2$ に比例しなければならない。他方で、きわめて大きい半径（ R ）の円においては、押し出しスロット 1 6 8 の内縁および外縁の移動距離の間の相違が、最小限であり、押し出しレートは、印刷される面積（ $2rR$ ）を経路長（ $2R$ ）で割ったもの（ r 、すなわちこの例ではスロット幅に等しい）に比例する。図 1 4 が、押し出しの幅またはスロット幅に対する半径の比に対してプロットした押し出し係数の曲線を示している。

30

40

【 0 0 2 8 】

いくつかの実施形態において、特定の細部は、図 1 4 ~ 図 1 6 に示されるように、押出機本体 1 6 0 を回転させて移動方向に対して斜めにすることで移動方向における押し出されるフィラメントの有効幅 4 8 0 を小さくするようにアクチュエータ 1 2 0 をコントロ

50

ーラ 1 1 6 によって動作させることによって形成される。例えば、図 1 6 に示されるように、押し出されるリボンについて、移動方向に対して垂直な幅 4 8 0 は、押出機本体 1 6 0 が 4 5 度回転させられるときにわずかに小さくなる。図 1 7 に示されるように、押出機本体 1 6 0 が、スロット 1 6 8 の長さが移動方向に平行となるように回転させられる場合、押し出し幅 4 8 0 は、スロット 1 6 8 の最小の寸法へと小さくなる。

【 0 0 2 9 】

上述のシャッタシステム 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0、2 8 0 を有する三次元物体印刷システムの実施形態において、コントローラ 2 1 6 は、特定の細部を形成するためにリボンの幅を小さくすべくアクチュエータ 2 0 8、2 3 2、2 4 8、2 7 2、2 9 2 を動作させるように構成される。コントローラ 2 1 6 は、シャッタ部材がスロット 1 6 8 の一部分を覆い、押し出される製作材料のリボンまたはフィラメントの幅を小さくするように、アクチュエータ 2 0 8、2 3 2、2 4 8、2 7 2、2 9 2 を関連の 1 つ以上のシャッタ部材を移動させるように動作させる。小さくされた押し出し幅において、コントローラ 2 1 6 は、押出機本体 1 6 0 の平行移動、回転、あるいは平行移動および回転の両方を行い、スロット 1 6 8 のサイズよりも小さい製作物体の細部を形成するように、アクチュエータ 1 2 0 を動作させる。いくつかの実施形態において、コントローラ 2 1 6 は、例えば三角形または台形の細部など、細部を形成するために、平行移動 / 回転のアクチュエータ 1 2 0 およびシャッタのアクチュエータ 2 0 8、2 3 2、2 4 8、2 7 2、2 9 2 の両方を同時に動作させる。さらなる実施形態において、コントローラ 1 1 6 は、スロット 1 6 8 の全体を覆うことによって、押出機本体 1 6 0 が移動しているときに押し出しを停止させ、望ましくない押し出し（「浸出（weeping）」として知られる）を減らすように、該当のアクチュエータ 2 0 8、2 3 2、2 4 8、2 7 2、2 9 2 を動作させるように構成される。

【 0 0 3 0 】

三次元物体印刷システム 1 0 0 の実施形態によって可能にされるこれらの技術は、スロット 1 6 8 を移動方向に向け、製作材料の広幅リボンを押し出すことによって、製作物体の層を迅速に形成することを可能にする。さらに、z 方向において隣接する層を、互いに斜めの移動方向にて形成することで、製作物体の全体としての構造的な強度を高めることができる。さらに、スロット 1 6 8 による押し出しは、従来からのノズルよりも迅速な製作物体の形成を可能にする一方で、シャッタシステム 2 0 0、2 2 0、2 4 0、2 6 0、2 8 0 および押出機本体 1 6 0 の回転は、三次元物体印刷システム 1 0 0 がスロット式の押出機を有する公知の三次元物体プリンタでは生み出すことができない曲線および小さな細部を形成することを可能にする。

【 0 0 3 1 】

図 1 9 が、上述の図 1 の実施形態に類似した三次元物体プリンタ 6 0 0 の別の実施形態を示している。簡単のために、図 1 9 の三次元物体プリンタ 6 0 0 と図 1 の三次元物体プリンタ 1 0 0 との間の違いだけが、本明細書において説明される。三次元物体プリンタ 6 0 0 においては、押出機アセンブリ 6 0 8 が、上述の押出機本体 1 6 0 に加えて、第 2 の押出機本体 6 7 2 を備える。第 2 の押出機本体 6 7 2 は、リザーバ 1 6 4 へと動作可能に接続され、第 1 の押出機本体 1 6 0 と同じ製作材料をリザーバ 1 6 4 から受け取るように構成される。第 2 の押出機本体は、押出機本体 1 6 0 の押し出しスロット 1 6 8 よりも小さい直径を有する押し出しノズル 6 7 6 を定めている。

【 0 0 3 2 】

第 2 の押出機本体 6 7 2 は、押し出しスロット 1 6 8 を通って製作材料を押し出すことによって製作物体 1 8 0 上に大きな物体を生成するように第 1 の押出機本体 1 6 0 を動作させるように構成されたコントローラ 1 1 6 に動作可能に接続される。コントローラ 1 1 6 は、製作物体 1 8 0 上に細部およびより小さな物体を生成するために、ノズル 6 7 6 を通って小さなフィラメントを押し出すように第 2 の押出機本体 6 7 2 を動作させるように構成される。結果として、3 D 物体プリンタ 6 0 0 は、より大きな物体を迅速に生み出すことができるが、製作物体 1 8 0 上に小さな細部を生成する能力を依然として有する。

【図 1】

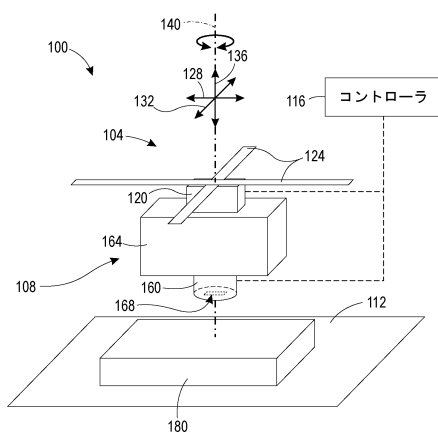


図 1

【図 2】

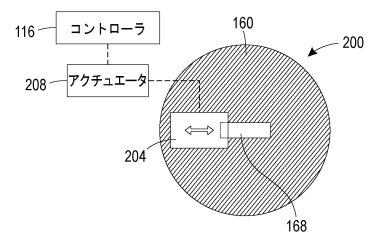


図 2

【図 3】

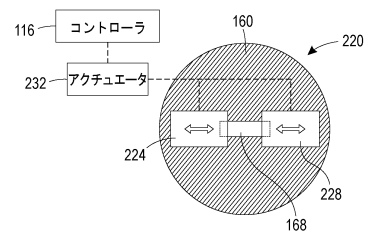


図 3

【図 4】

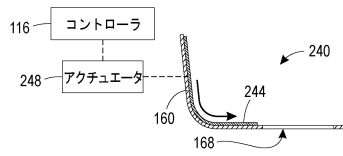


図 4

【図 5】

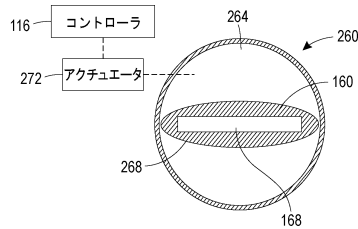


図 5

【図 6】

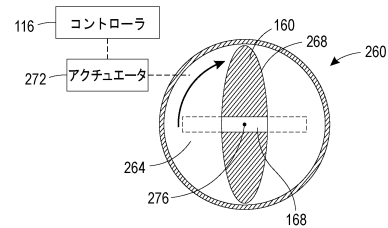


図 6

【図 7】

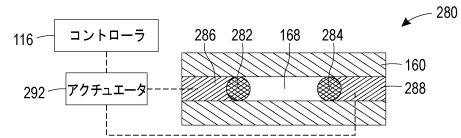


図 7

【図 8】

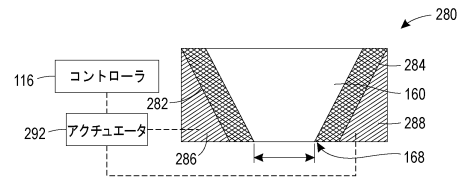


図 8

【図 9】

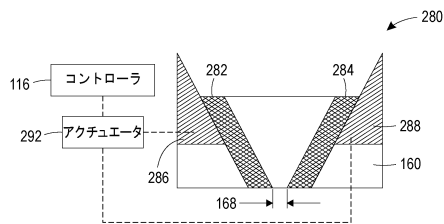


図 9

【図 11】

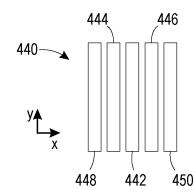


図 11

【図 10】

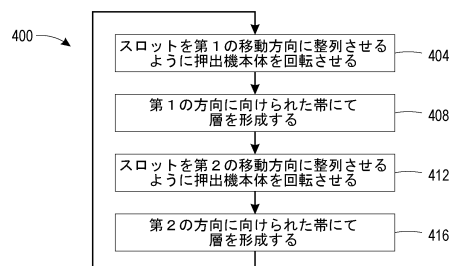


図 10

【図 12】

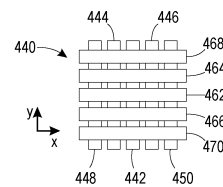


図 12

【図 13】

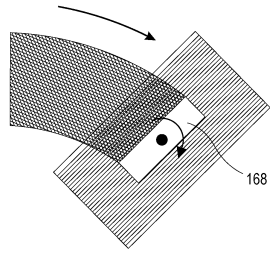


図 13

【図 14】

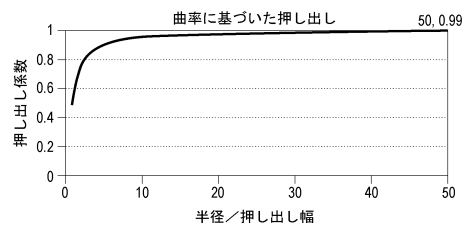


図 14

【図 15】

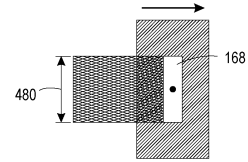


図 15

【図 16】

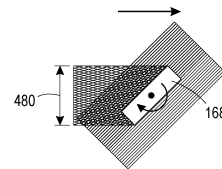


図 16

【図 17】

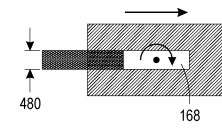


図 17

【図 18】

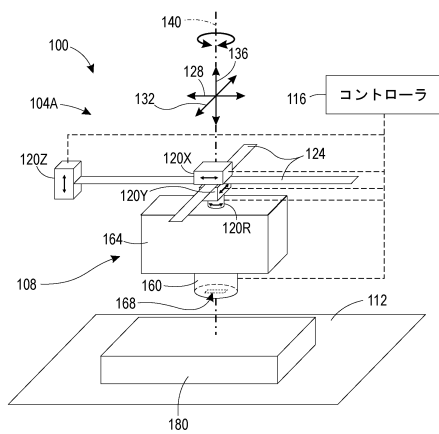


図 18

【図 19】

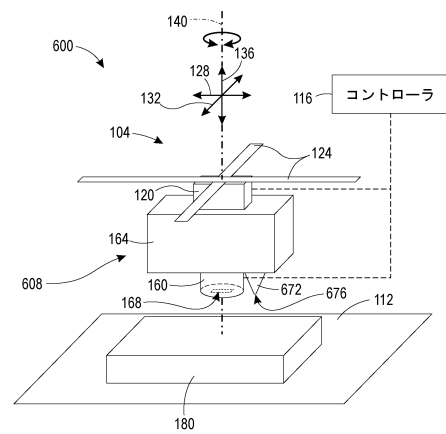


図 19

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 0 5 B 1/12 (2006.01) B 0 5 B 1/12

(72)発明者 ピーター・ジェイ・ニストロム
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 8 0 ウェブスター グレンウッド・ドライブ 6 2
(72)発明者 クリストファー・ジー・リン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 4 5 9 0 ウルコット ライムキルン・ロード 5 8 0 9

審査官 高 橋 理絵

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 6 8 1 3 5 (J P , A)
特開 2 0 1 6 - 2 1 5 5 8 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 3 5 8 1 1 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 0 5 1 7 8 (J P , A)

(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 0 5 B 1 / 0 0 - 3 / 1 8
B 0 8 B 7 / 0 0 - 9 / 0 8