

(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 1
B29C 64/205 (2017.01)	B29C 64/205
B29C 64/236 (2017.01)	B29C 64/236
B29C 64/241 (2017.01)	B29C 64/241
B29C 64/118 (2017.01)	B29C 64/118
B33Y 30/00 (2015.01)	B33Y 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)	(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
(22) 出願日	平成29年4月18日(2017.4.18)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人 YKI 国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2017-200763 (P2017-200763A)	(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
(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			

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も長く前記押し出しスロットの幅よりも広い開口を有し、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、

前記押し出しスロットの長さと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の部分を閉じ、前記押し出しスロットを通っ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な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リザーバと

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と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っ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前記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っ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前記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】

10

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。

20

【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】**

30

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っ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。

40

【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

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っ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用う図 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104A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120X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120Y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120Z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120R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たリザーバ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0.75mm～約6.4mmの間であり、押し出しスロットの幅は、約0.2mm～約0.5mm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1.2mmであり、押し出しスロットの幅が、約0.3mm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、シャッタ本体を一緒に、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。

30

【0017】

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。

10

【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声明は、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。

20

【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5000mm／分～8000mm／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6000mm／分の速度で押出機本体160を移動させる。

30

【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

40

50

幅を有することができる。

【0024】

ひとたび第1の層440ができると、コントローラ116は、押出機本体160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120を動作させる（ブロック412）。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116は、第2の層を形成する製作材料の帯462、464、466、468、470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416）。

10

【0025】

印刷すべきさらなる層が残っている場合、コントローラ116は、押出機本体160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120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116は、ブロック400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120を動作させることができる。図11および12は、異なる層440、460のそれぞれの帯442～450、462～470を明瞭に示すために、帯442～450、462～470を互いに離れているものとして示しているが、帯442～450、462～470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

【0026】

典型的には、製作物体は、図11および図12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408および416）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。

【0027】

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116は、押出機本体160を同時に回転および平行移動させる（図13）ように、アクチュエータ120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160およびスロット168が回転および平行移動するとき、スロット168の外縁が、曲線の外縁を定める一方で、スロット168の内縁が、曲線の内縁を形成する。押し出しスロット168の外縁は、押し出しスロット168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168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、 $2\pi r$ の直線距離を移動する。したがって、押し出しのレートは、 $r^2 / (2\pi r)$ 、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168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（ $2\pi r R$ ）を経路長（ $2\pi R$ ）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14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

【0028】

いくつかの実施形態において、特定の細部は、図14～図16に示されるように、押出機本体160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480を小さくするようにアクチュエータ120をコントロ

40

50

ーラ 116 によって動作させることによって形成される。例えば、図 16 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 480 は、押出機本体 160 が 45 度回転させられるときにわずかに小さくなる。図 17 に示されるように、押出機本体 160 が、スロット 168 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 480 は、スロット 168 の最小の寸法へと小さくなる。

【0029】

上述のシャッタシステム 200、220、240、260、280 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 216 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 208、232、248、272、292 を動作させるように構成される。コントローラ 216 は、シャッタ部材がスロット 168 の一部を覆い、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 208、232、248、272、292 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 216 は、押出機本体 160 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 168 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 120 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 216 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 120 およびシャッタのアクチュエータ 208、232、248、272、292 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 116 は、スロット 168 の全体を覆うことによって、押出機本体 160 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 208、232、248、272、292 を動作させるように構成される。

【0030】

三次元物体印刷システム 100 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 168 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 168 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 200、220、240、260、280 および押出機本体 160 の回転は、三次元物体印刷システム 100 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。

【0031】

図 19 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 600 の別の実施形態を示している。簡単のために、図 19 の三次元物体プリンタ 600 と図 1 の三次元物体プリンタ 100 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 600 においては、押出機アセンブリ 608 が、上述の押出機本体 160 に加えて、第 2 の押出機本体 672 を備える。第 2 の押出機本体 672 は、リザーバ 164 へと動作可能に接続され、第 1 の押出機本体 160 と同じ製作材料をリザーバ 164 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 160 の押し出しスロット 168 よりも小さい直径を有する押し出しノズル 676 を定めている。

【0032】

第 2 の押出機本体 672 は、押し出しスロット 168 を通って製作材料を押し出すことによって製作物体 180 上に大きな物体を生成するように第 1 の押出機本体 160 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。コントローラ 116 は、製作物体 180 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 676 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 672 を動作させるように構成される。結果として、3D 物体プリンタ 600 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 180 上に小さな細部を生成する能力を依然として有する。

10

20

30

40

50

【図1】

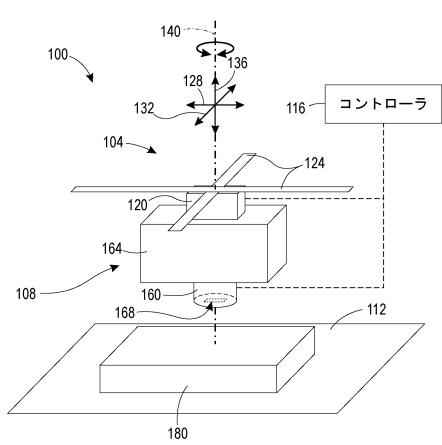


図1

【図2】

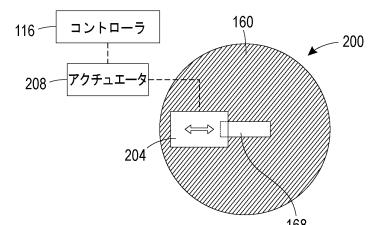


図2

【図3】

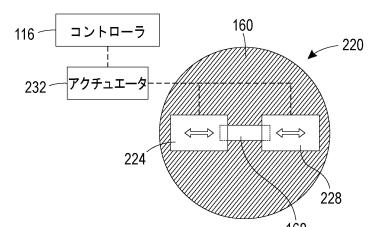


図3

【図4】

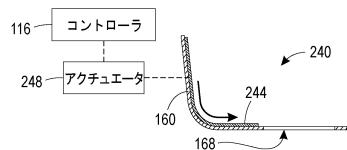


図4

【図5】

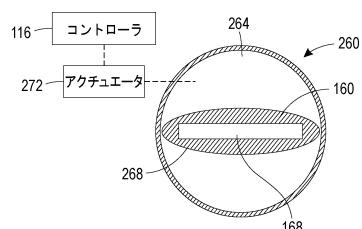


図5

【図6】

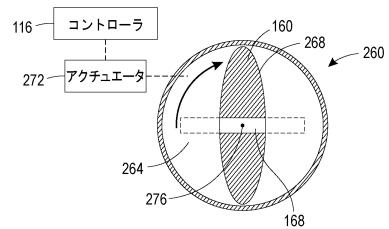


図6

【図7】

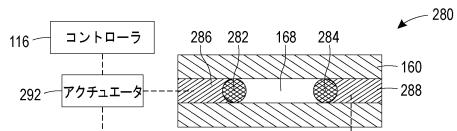


図7

【図8】

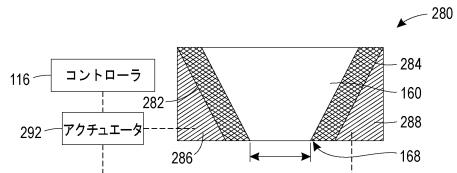


図8

【図9】

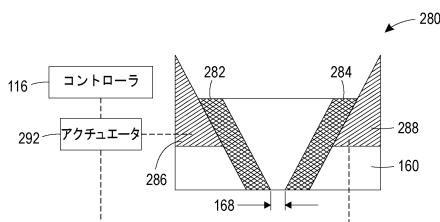


図9

【図11】

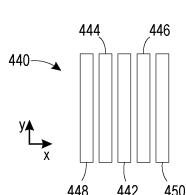


図11

【図10】

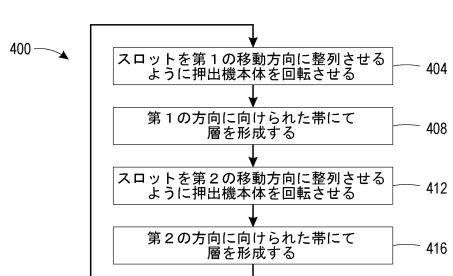


図10

【図12】

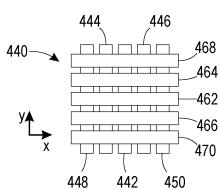


図12

【図13】

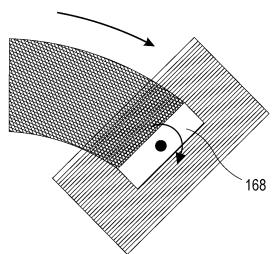


図13

【図14】

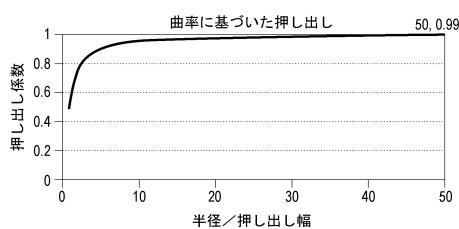


図14

【図15】

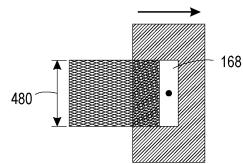


図15

【図16】

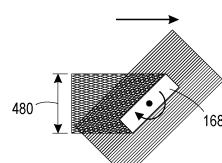


図16

【図17】

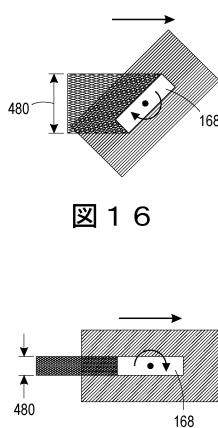


図17

【図18】

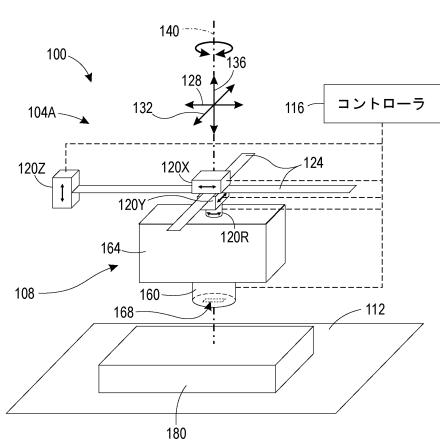


図18

【図19】

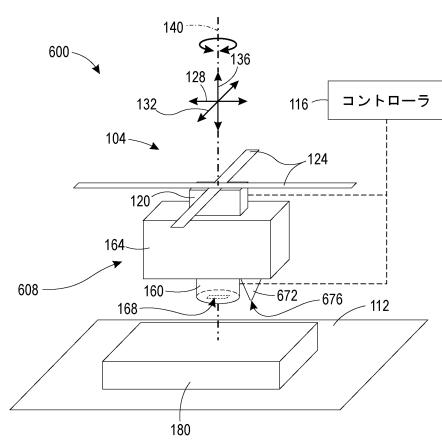


図19

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 05 B 1/12 (2006.01) B 05 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 14580 ウェブスター グレンウッド・ドライブ 62

(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 14590 ウルコット ライムキルン・ロード 5809

審査官 高 橋 理絵

(56)参考文献 特開2015-168135 (JP, A)
特開2016-215581 (JP, A)
特開2017-035811 (JP, A)
特開2017-105178 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 29 C 64/00 - 64/40
B 05 B 1/00 - 3/18
B 08 B 7/00 - 9/08