

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4527397号
(P4527397)

(45) 発行日 平成22年8月18日 (2010. 8. 18)

(24) 登録日 平成22年6月11日 (2010. 6. 11)

(51) Int. Cl. F I
B 2 9 C 67/00 (2006.01) B 2 9 C 67/00

請求項の数 12 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-532276 (P2003-532276) (86) (22) 出願日 平成14年9月19日 (2002. 9. 19) (65) 公表番号 特表2005-504653 (P2005-504653A) (43) 公表日 平成17年2月17日 (2005. 2. 17) (86) 国際出願番号 PCT/US2002/029706 (87) 国際公開番号 W02003/028984 (87) 国際公開日 平成15年4月10日 (2003. 4. 10) 審査請求日 平成17年7月15日 (2005. 7. 15) (31) 優先権主張番号 09/970, 956 (32) 優先日 平成13年10月3日 (2001. 10. 3) (33) 優先権主張国 米国 (US)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 597013711 スリーディー システムズ インコーポレ ーテッド アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 7 3 0 ロック ヒル スリー ディー システムズ サークル 3 3 3</p> <p>(74) 代理人 100073184 弁理士 柳田 征史</p> <p>(74) 代理人 100090468 弁理士 佐久間 剛</p> <p>(72) 発明者 ヴァーノン, デイヴィッド モンゴメリー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 1 3 5 1 キャニオン カントリー アペリ ア ロード 2 9 2 5 7</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体自由形状製作のための量子化供給装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体自由形状製作装置のための構築材料供給装置において、前記構築材料が非流動状態及び流動状態を有し、前記装置が前記構築材料を計量分配するための計量分配装置を有し、前記供給装置が、

前記非流動状態にある、単位量の前記構築材料を複数単位保持する手段、

非流動状態にある、単位量の支持材料を複数単位保持する手段、

前記非流動状態にある前記単位量の前記構築材料を前記計量分配装置上の少なくとも1つのホッパーに給送する手段、

前記非流動状態にある前記単位量の前記支持材料を前記計量分配装置上の少なくとも1つのホッパーに給送する手段、

前記構築材料および前記支持材料の前記ホッパーへの給送後に、前記構築材料および前記支持材料を前記非流動状態から前記流動状態に変化させる手段、

前記ホッパー内の前記流動状態にある前記構築材料を前記計量分配装置の受け器に移動させ、前記ホッパー内の前記流動状態にある前記支持材料を前記計量分配装置の受け器に移動させる手段、及び

前記受け器内の前記構築材料および前記支持材料を積層式に前記計量分配装置により計量分配する手段、

を備えることを特徴とする構築材料供給装置。

【請求項 2】

10

20

前記単位の前記構築材料の前記ホッパーへの前記給送を制御するために、前記受け器内に保持されている前記構築材料の減耗状態を検出する手段をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 3】

前記ホッパー内の前記構築材料を前記受け器に移動させるための前記手段が前記計量分配装置内の通路を含み、前記通路が前記受け器と前記ホッパーの間に通じていることを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 4】

前記計量分配装置が前記受け器と通じている吐出オリフィスを少なくとも 1 つ有し、前記吐出オリフィスが毛管引力を有し、前記通路が前記吐出オリフィスの前記毛管引力より強い実効毛管引力を有する毛管バルブを備え、前記計量分配装置の前記受け器が減圧下に維持されていることを特徴とする請求項 3 に記載の構築材料供給装置。

10

【請求項 5】

前記計量分配装置が複数の吐出オリフィスを有するインクジェットプリントヘッドを少なくとも 1 基備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 6】

前記計量分配装置が少なくとも 2 つのホッパーを備え、少なくとも 1 つのホッパーは 3 次元物体を形成するために計量分配されるべき前記構築材料を受け取るように適合されており、別の少なくとも 1 つのホッパーは前記 3 次元物体の支持体を形成するために計量分配されるべき支持材料を受け取るように適合されていることを特徴とする請求項 5 に記載の構築材料供給装置。

20

【請求項 7】

少なくとも 2 基の計量分配装置をさらに備え、少なくとも 1 基の計量分配装置は 3 次元物体を形成する前記構築材料を計量分配するための計量分配装置であり、別の少なくとも 1 基の計量分配装置は前記 3 次元物体のための支持体を形成するための支持材料の計量分配専用であることを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 8】

前記計量分配装置が複数のホッパーを備え、前記複数のホッパーのそれぞれは、一意的な視覚特性を有する相異なる構築材料のそれぞれに関係付けられ、前記一意的な視覚特性を示す前記それぞれの構築材料の給送を受けることを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

30

【請求項 9】

前記それぞれのホッパーに関係付けられる前記一意的な視覚特性が色であり、前記それぞれのホッパーに給送される前記相異なる構築材料のそれぞれに着色剤が添加されていることを特徴とする請求項 8 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 10】

前記着色剤が、青紫（シアン）、紫紅（マゼンタ）、黄（イエロー）及び黒からなる色群を呈することを特徴とする請求項 9 に記載の構築材料供給装置。

【請求項 11】

前記計量分配装置が、3 次元物体の任意の層の任意の座標に任意の着色剤を含む前記構築材料を選択的に計量分配できる、複数の吐出オリフィスを有することを特徴とする請求項 10 に記載の構築材料供給装置。

40

【請求項 12】

前記構築材料の前記単量を前記ホッパーに給送するための前記手段が前記材料を落とし込み装荷態様で給送する機械的割送り装置を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の構築材料供給装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は全般的には固体自由形状製作のための材料供給装置に関し、特に、3 次元物体

50

を構築するために固体自由形状製作装置に材料の単位分量を選択的に直接供給できる量子化供給装置に関する。本供給装置は量子化されているから、着色3次元物体を構築するため、または1つより多くの材料を計量分配するために、本装置を用いることができる。さらに、本供給装置は、特別な取扱手順をとらずに反応性材料を取り扱うことができる、気密封止された廃棄材料取出装置と一体化できる。

【背景技術】

【0002】

近年、模型、原型及び限定生産のための部品の高速製作のための新技術がいくつか開発されてきた。これらの新技術は一般に固体自由形状製作と言い表すことができ、本明細書では“SFF”と称される。いくつかのSFF技法には、ステレオリソグラフィ法、選択堆積模型形成法、積層物体製作法、選択位相領域堆積法、多重位相噴射固化法、弾道粒子製作法、熔融堆積模型形成法、粒子堆積法、レーザ焼結法等がある。SFFにおいては、複雑な部品が、一般には本質上減法的である従来の製作法とは逆に、加法的に模型形成材料からつくられる。例えば、従来の製作法では、材料が機械加工作業で取り除かれるか、ダイまたは金型でほぼ全体形状に成形されてからトリミングされる。これに対して加法的製作法は、複雑な部品を構築するため、構築材料を複数回に分けて、一般には一層ずつ、目標の場所に増加的に加える。

10

【0003】

SFF技術は一般に、部品のコンピュータグラフィック表示と、部品を連続層で作成するための構築材料供給法とを利用する。SFF技術は従来の通常の作製法に優る多くの利点を有する。例えば、SFF技術は原型部品を開発するための時間を劇的に短縮し、限られた数の部品を高速製作プロセスで迅速につくることができる。SFF技術では、従来の通常の製作法にともなう、特に注型作業のための金型を製作する場合の、複雑なツーリング及び機械加工の必要がなくなる。さらに、SFF技術は、特注物体をコンピュータグラフィックデータを処理することにより迅速につくることができるから、有利である。

20

【0004】

多種多様な構築材料が様々なSFF法に用いられる。これらの材料は一般に、粉体、液体、気体、ペースト、泡またはゲルの形態で与えられる。最近、より強い機械的特性を達成するため、SFFプロセスにおいて極めて粘度の高いペースト材料の利用することについて関心が高まっている。さらに、最近では、SFFプロセスで作られる3次元物体上の色のような、視覚的特徴の再現への関心が高まっている。これにより、構築材料のための特別な添加剤、および3次元物体を構築しているときにそのような視覚的特徴の生成を可能にするための新しい軽量分配装置を開発する必要性が生じている。

30

【0005】

出現したSFFのカテゴリーの1つは、本明細書では“SDM”と称される、選択堆積模型形成法である。SDMでは、構築材料を流動状態にある間に層状に物理的に堆積し、固化させて物体を形成する。あるタイプのSDM技術では、抵抗加熱されたノズルを通して模型形成材料が連続フィラメントとして押し出される。別のタイプのSDM技術では、部品を構築するために模型形成材料が個別の液滴で噴射されるかまたは滴下される。ある特別なSDM装置では、インクジェットプリンタに用いられているような噴射装置を通して送出される、低融点の熱可塑性材料が固体模型形成材料として用いられる。インクジェットプリンタヘッドを利用するタイプのSDMプロセスは、例えばメンヘネット(Menhen nett)他の特許文献1に説明されている。

40

【0006】

インクジェットプリントヘッドは2次元印刷での使用するように設計されているので、SFF法による3次元物体の構築にインクジェットプリントヘッドを使用するためには特別な改造を施さなければならない。これは一般に、上記の2つのプロセスの間に実質的な差があり、相異なる問題には相異なる解決策が必要となるためである。例えば、2次元印刷では印刷解像度が重視されて、比較的少量の液相溶液が噴射されて乾燥または固化される。2次元印刷では少量の材料しか噴射されないから、液相溶液用材料貯蔵槽をインクジ

50

ェットプリントヘッドに直接に内蔵でき、しかも、再充填または交換が必要となるまでに非常に多くのページを印刷できる能力を提供する。対照的に、S D Mでは、通常は熱可塑性材料またはワックス材料のような固体材料を、噴射するために流動可能な状態になるまで加熱し、次いで固化させる必要がある。さらにS D Mでは計量分配分解能が2次元印刷の場合ほど厳密ではない。これは一般に、目標の画素位置のそれぞれに対して、S D M法で噴射されるべき材料の量が2次元印刷法で噴射されるべき量よりかなり多いためである。例えば、2次元印刷では1ないし2個の液滴しか必要でないのに対し、S D Mでは特定の画素位置に6個の液滴を堆積することが必要となることもある。照準精度は同じであり得るが、計量分配された6個の液滴が隣接画素位置に向かって垂れ落ちるかまたは流れ落ちるため、S D M法で達成される実解像度は一般に2次元印刷より若干低い。

10

【0007】

別の差異は、S D Mではかなり多量の材料が噴射されるため、物体の形成速度が重要となることである。S D Mでは構築の高速化を優先させてきたため、初期のS D M法は、3次元物体形成の構築速度を最大化するために、インクジェットプリントヘッドの全ての吐出オリフィスを単一の構築材料の計量分配にあてていた。しかし、これでは物体の形成時にプリントヘッドから多数の色を選択的に計量分配できる能力が失われる。

【0008】

上述した差は重大であり、解決されるべき多くの問題を生じる。例えば、S D M法で堆積される材料は、体積及び重量のいずれにおいても相当な量であるため、貯蔵槽をインクジェットプリントヘッドに直接搭載して材料の全量を保持することは一般に実行不能であると考えられる。したがって、ほとんどのS D M装置では、プリントヘッドから離れた場所に、可撓性の導管コードを有する材料給送装置を介してインクジェットプリントヘッドと通じている、大きな貯蔵槽を備えるのが一般的である。しかし、構築材料が計量分配装置に向けて流れることができるように、材料の少なくともいくらかを流動可能にするかまたは流動可能にしておくためには、大貯蔵槽及び導管コードを加熱しなければならない。あいにくなことに、インクジェットプリントヘッドを用いるS D M法では、遠隔大貯蔵槽内の固化している材料を初めに加熱して流動状態にするに必要な時間長のため、インクジェットプリントヘッドによる2次元印刷より始動時間が長い。さらに、構築プロセス中に大量の材料を貯蔵槽及び送出装置内で流動状態に維持するには、相当量のエネルギーが必要である。これは、構築環境内でかなりの量の熱を発生するので望ましくない。

20

30

【0009】

S D M法では構築高速化を優先させていたため、これまでの方策ではインクジェットプリントヘッドの色計量分配能力が顧みられず、代わりに単一の大貯蔵槽から供給される単一の構築材料の計量分配に、プリントヘッドの計量分配オリフィスの全てがあてられていた。そのような従来技術の送出装置によれば、物体に多数の色をつけるために多数の材料を計量分配するためには多数の遠隔貯蔵槽及び送出装置が必要であろう。これはそのような装置の複雑さ及びコストを増大させ、一般には実用的でない。したがって、離れた場所で加熱される材料の貯蔵槽を利用する従来技術のS F F供給装置の限界を克服する必要がある。インクジェットプリントヘッドの色計量分配能力を利用できる、S F Fで用いられるプリントヘッドのための供給装置の開発も必要である。

40

【0010】

2次元印刷のため、プリントヘッドに相変化インクを送出するための方策が以前に提案されている。例えば、クローフォード(Crawford)等の特許文献2では、供給インク棒またはインクブロックを装填ピン内に縦積スタックにし、スタックの終端でインク棒を溶融プレートに押し付け、次いで液態の溶融インクをプリントヘッドに滴下する。ルイス(Lewis)の特許文献3及びデ・ヤング(De Young)の特許文献4では同様に、インクを溶融して溶融インクをプリントヘッドに送出するために、長い固体インクブロックをヒータープレートに押し付ける。また、特許文献5では、円柱形固体インク補給ペレットが、インクジェットプリントヘッドでの使用のための溶融の前に、細長いアレイに沿って前進する。クック(Cook)等の特許文献6では、相変化材料を保持するカートリッジを加熱して、

50

溶融材料をプリントヘッド用供給装置に流れ込ませる。マートナー（Martner）の特許文献7では、可撓性ホットメルトインクウェブをヒーターまでスプール上を前進させ、材料をヒーターで溶融してからインクジェットプリントヘッドに送出する。ミヤザワ（Miyazawa）等の特許文献8には、インクジェット供給装置の多くの実施形態が開示されている。一実施形態では、細長い固体インクアレイを前進させ、切欠きで切り離してから溶融させる。別の実施形態では、固体インク球の縦アレイを単縦列で保持し、選択的にプリントヘッド内に落下させる。しかし、上記の従来の方策は2次元印刷用の供給装置に向けられ、3次元物体の形成に必要なかなり大量の構築材料をどのように扱い、送出するかのような、SDM法で直面する問題を扱っていない。例えば、従来の縦積またはアレイ供給装置は、SDMに用いられた場合、必要な量の材料を保持するために極めて長くならなければならないか、あるいは構築プロセス中に定常的な手動再補給が必要になるであろう。これらの選択肢はいずれもSDMには望ましくない。

10

【0011】

SDM法に特有の別の問題は、形成される層が、一様な層を確立するため、構築プロセス中に整形されるかまたは平滑化されなければならないことである。層の規格化は通常、層に計量分配された材料の一部を除去する平坦化装置により達成される。そのような平坦化装置の1つがレイデン（Leyden）等の特許文献9に開示されている。しかし、平坦化装置は処理を要する廃棄材料を構築中に生じる。非反応性材料を用いて作業する際には、通常、このことは問題ではない。しかし、反応性材料が用いられる場合には問題になり得る。例えば、ほとんどの感光性ポリマーは反応性であり、人間の皮膚への過剰な接触により過敏反応の原因となることがある。したがって、感光性ポリマー材を利用するSFFプロセスのほとんど全てで、感光性ポリマー材との過剰な肉体的接触を最小限に抑えるかまたは排除するために、何らかの補助的な取扱手順が必要である。例えば、ステレオリソグラフィでは、作業者は一般に、液体樹脂を取り扱う際及び構築作業台から完成部品を取り出す際に手袋を着用する。しかし、通常は非反応性材料を取り扱うSDM作業者は、補助的な取扱手段があると不便であると考え、可能であれば、なくしたほうが好ましいと思うであろう。したがって、特別な取扱手順を実施する必要なしに反応性材料を取り扱うことができる、SDM用の材料供給及び廃棄装置を提供する必要がある。

20

【0012】

従来技術の上記及びその他の問題は、本発明にしたがって、SFF装置の計量分配装置に、装置が3次元物体を形成するとき、必要に応じて単位分量ずつ構築材料を供給することにより克服される。

30

【特許文献1】米国特許第5555176号明細書

【特許文献2】米国特許第5861903号明細書

【特許文献3】米国特許第4593292号明細書

【特許文献4】米国特許第4609924号明細書

【特許文献5】米国特許第4636803号明細書

【特許文献6】米国特許第4631557号明細書

【特許文献7】米国特許第4682185号明細書

【特許文献8】米国特許第5341164号明細書

【特許文献9】米国特許第6270335号明細書

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明は、3次元物体の形成時に構築材料を必要に応じて単位分量ずつSFF装置の計量分配装置に供給することにより、SFFプロセスの広い適用範囲にわたり恩恵を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一態様は、上述した従来技術の欠点を克服する、SFF装置用の新規な構築材

50

料供給装置を提供することである。

【0015】

本発明の別の態様は、3次元物体の形成時にインクジェットプリントヘッドの多色計量分配能力を利用する、SFF装置用の新規な構築材料供給装置を提供することである。

【0016】

本発明の特徴の1つは、3次元物体を形成するために供給装置が構築材料を必要に応じて単位量ずつ計量分配装置に給送することである。

【0017】

本発明の別の特徴は、供給装置により給送される構築材料が計量分配装置の直近で加熱されて流動状態にされ、減圧下に維持されている計量分配室に毛管バルブを通して送られることである。

10

【0018】

本発明の利点は、SDM装置において、遠隔貯蔵槽内で大量の構築材料を高温に維持して流動状態に維持する必要がもはやないことである。

【0019】

本発明の別の利点は、材料に対して特別の取扱手順を実施する必要なしに、SDM装置で材料を使用できることである。

【0020】

本発明の更に別の利点は、SDM装置で発生する放射熱量が実質的に低減されることである。

20

【0021】

本発明の供給装置の更に別の利点は、色のような視覚的属性を有する3次元物体をSFF法で構築するために、インクジェットプリントヘッドを利用できることである。

【0022】

上記及びその他の態様、特徴及び利点は、必要に応じて単位量の構築材料を非流動状態で計量分配装置に給送する独特の構築材料供給装置を採用する本発明の方法及び装置にしたがって達成される。材料が計量分配装置に給送された後は、材料を非流動状態から流動状態に変化させ、次いで、3次元物体を積層式に形成するために選択的に計量分配することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0023】

本発明の方法及び装置の上記及びその他の態様、特徴及び利点は、本発明の以下の詳細な開示を、特に添付図面とともに考察すれば明らかになるであろう。

【0024】

理解を容易にするため、可能であれば、それぞれの図面に共通な同じ要素を指定するために同じ参照数字を使用した。

【0025】

本発明はSFFプロセスの広い適用範囲にわたり恩恵を供する。以降の説明は数多くのそのような用途の代表としてなされるが、それで全てではない。理解されるであろうように、本明細書に教示される基本的な装置及び方法は、多くの用途に容易に適合させることができる。本明細書及び本明細書に添付される特許請求事項は、開示される特定の実施例への言及の要請により課される文言上の限界があるように見えても、開示される本発明の範囲及び精神に調和する広さと一致させることを意図している。

40

【0026】

本発明はSFF法及びSFF法でつくられる物体の全てに適用できるが、ここでは流動状態で計量分配される構築材料を利用する固体堆積模型作成に関して本発明を説明する。しかし、本発明は広範な構築材料を利用するどのようなSFF法によっても実施可能であることを理解されたい。例えば、構築材料は、加熱されて流動状態になるが、固化すると、高粘度液体、半固体、ゲル、ペーストまたは固体を形成し得る、光硬化性の材料または焼結可能な材料とすることができる。さらに、構築材料は、望まれるならば、光硬化性液

50

体樹脂と、金属、セラミックまたは鉱物などの材料の粉末との混合物のような、複合成分混合物であってもよい。

【0027】

本明細書に用いられる、構築材料の“流動状態”という用語は、材料の移動または流動を生じさせる、材料の計量分配時にインクジェットプリントヘッドにより誘起されるような、計量分配装置により誘起される剪断応力に材料が抗することができない状態である。構築材料の流動状態は液態であることが好ましいが、構築材料の流動状態がチキソトロピー特性を示していてもよい。本明細書で用いられる“固化する”及び“固化可能”という用語は、材料が流動状態から非流動状態に遷移する、材料の相変化特性を指す。本明細書で用いられる、構築材料の“非流動状態”とは、材料が材料自体の重量の下で十分に自立して材料自体の形状を保持する状態である。固態、ゲル態、ペースト態またはチキソトロピー態で存在する構築材料は、本明細書での議論の目的のための、非流動状態の構築材料の例である。さらに、“硬化する”または“硬化性”という用語は、あらゆる重合反応を指す。重合反応は、放射線または熱にさらされることにより開始することが好ましい。最も好ましい重合反応には、紫外または赤外波長帯にある化学線にさらされることで開始する、モノマーまたはオリゴマーの架橋反応がある。さらに、“硬化状態”という用語は重合反応が実質的に完了している材料または材料の一部を指す。一般に、硬化する前は、材料は流動状態と非流動状態の間で容易に遷移できるが、硬化してしまえば、材料を遷移させて流動状態に戻し、装置により計量分配することができないことは当然である。さらに、“支持材料”という用語は3次元物体が形成されている間の3次元物体のための支持構造体の形成を目的として計量分配されるあらゆる材料を指し、“構築材料”という用語は3次元物体の形成を目的として計量分配されるあらゆる材料を指す。構築材料及び支持材料は同じ配合を有する同じ材料とすることができるが、本明細書の目的に対しては、使用目的によってのみ区別されるべきである。3次元物体を形成するために硬化性相変化材料計量分配するため及び3次元物体のための支持体を形成するために非硬化性相変化材料を計量分配するための好ましい方法は、名称を「硬化性相変化材料を用いる選択堆積模型作成(Selective Deposition Modeling with Curable Phase Change Materials)」とする、代理人整理番号USA.282の下で本件と同時に出願された米国特許出願の明細書に開示されている。上記明細書の全内容を本明細書に参照として含んだものとする。好ましい硬化性相変化材料及び非硬化性相変化支持材料は、名称を「紫外光硬化性ホットメルト組成(Ultra-Violet Light Curable Hot Melt Composition)」とする、事件整理番号USA.269の下で本件と同時に出願された米国特許出願の明細書に開示されている。上記明細書の全内容を本明細書に参照として含んだものとする。

【0028】

特に図1を参照すれば、本発明の構築材料供給装置を組込むようにできる従来技術のSDM装置が全体として参照数字11で示されている。全体として参照数字13で示される構築環境において3次元物体20を構築中のSDM装置11が示されている。物体は、通常のいずれかの作動手段17により垂直方向に精密に位置決めできる構築作業台15上に1層ずつの態様で構築される。物体は流動状態にある構築材料を計量分配することにより積層式に構築される。一般に、構築材料は通常は非流動状態にあり、材料の流動化温度以上に維持されると流動状態に変化する。構築環境13は、構築材料が計量分配されると3次元部品が固化するであろうように、構築材料の流動化温度より低い温度に維持される。構築作業台15の直上で構築作業台15に平行に軌道装置19が設けられ、計量分配装置14を載せたトロリー21がその上に乗る。

【0029】

3次元物体を構築するためには、通常、大量の材料がSDM装置により計量分配される必要があるから、計量分配装置を載せたトロリーには構築材料23が一般に遠隔貯蔵槽25から供給される。材料を計量分配するためには、貯蔵槽25内の材料を加熱して流動状態にするため及び構築材料の温度を材料の流動化温度より高い温度に維持するために、加熱手段を備える必要がある。また、構築材料の流動状態は液態であることが好ましい。材

10

20

30

40

50

料の流動状態への変化は、貯蔵槽 25 上へのヒーター 49 の設置及び貯蔵槽 25 を計量分配装置 21 に接続している導管コード 51 上へのヒーター（図示せず）の設置により、初めに達成されて維持される。計量分配装置 21 には、構築材料を計量分配するための吐出オリフィス 27 が少なくとも 1 つ配置される。往復手段が、電動機のような通常の駆動手段 29 により水平経路に沿って軌道装置上 19 を往復駆動される計量分配装置 21 のために備えられる。一般に、計量分配装置 21 を載せたトロリーは、吐出オリフィス 27 から完全な一層分の材料を計量分配するのに何往復もする。図 1 では、トロリーが左から右への経路をとり始めたばかりの、計量分配された材料層 31 の一部が示される。落下中の計量分配された液滴 33 が示されているが、吐出オリフィス 27 と構築材料層 31 との間隔は図示を容易にするために、はなはだしく誇張されている。図 1 にはまた、必要に応じて、引き続いて層を整形するために用いられる平坦化装置 39 も示されている。そのような整形は一般に、構築プロセス中に生じる液滴体積変動や熱歪等の累積効果を除去するために必要である。整形後、参照数字 41 で示されるような、平滑で様な層が達成される。平坦化装置 39 で除去された余分な材料 43 は廃棄材料導管コード 47 を通して廃棄材料ピン 45 に送られる。廃棄材料 43 は、一般に、材料の性質及び装置の動作特性に応じて廃棄または再生利用され得る。

【0030】

遠隔コンピュータ 35 が CAD データファイルを取り込み、一般に STL ファイルと称される物体の 3 次元座標データを生成する。使用者が物体を構築しようとするときには、プリントジョブとして SDM 装置 11 に送られる STL ファイルをプリントクライアントソフトウェアによって処理する遠隔コンピュータにおいてプリントコマンドが実行される。プリントジョブは処理されて、磁気ディスク、磁気テープ、超小型電子メモリ等によるなど、いずれか所望の通常データ転送媒体により SDM 装置に送られる。データ転送経路及び SDM 装置の制御は参照数字 37 が付された破線として表されている。データは、構築されるべき 3 次元物体の各層毎に規定されるパターンが形成されるように処理される。コンピュータコントローラ（図示せず）は、3 次元物体を形成するために装置を動作させるための適切な制御コマンドを生成するために、規定されたパターンデータを利用する。

【0031】

ここで、本発明によれば、図 1 に示される従来技術の固体堆積模型形成装置 11 とともに、全体として参照数字 10 で図 2 に示される新しい構築材料供給装置 10 を用いることもできる。新構築材料供給装置 10 では、従来技術の装置の、貯蔵槽 25 と導管コード 51 と貯蔵槽に取り付けられたヒーター素子 49 とが不要となっている点で有利である。本発明の装置による構築材料を計量分配する新しい方法は、複数の単位量構築材料を非流動状態で保持するための待機ステーションを少なくとも 1 つ提供する工程を含む。次いで、複数の単位量の構築材料がランダムな順序で待機ステーションに装填される。次いで、一単位量の構築材料が計量分配装置上の少なくとも 1 つのホッパーに給送される。次いで、この一単位量の構築材料は非流動状態から流動状態に変化させられる。流動状態にある構築材料は、次に計量分配装置の受け器に移され、最後に、流動状態で積層式に計量分配され、3 次元物体の複数の層を形成する。必要であれば、ある層に計量分配された後に構築材料を非流動状態に戻すための環境を提供するための付加工程を実施することができる。

【0032】

一実施形態において、単位量の非流動状態の構築材料は計量分配装置上に配置されたホッパーに落下込み装荷式に給送される。ホッパーは構築材料の流動状態への変化を誘起するヒーターを備えている。ホッパーは通路を介して受け器に通じ、流動状態の材料は流動状態にある材料を保持する受け器の容積内に通路を通して送出される。次いで、計量分配装置の吐出オリフィスを通して材料が計量分配される。一実施形態において、通路は、流動状態の構築材料を受け器に引き込ませる吐出オリフィスの毛管引力より強い実効毛管引力を有する毛管バルブを備える。受け器は、構築材料の吐出オリフィスからの漏出を防止するため、及びホッパーから受け器への新しい構築材料の引込みを補助するためにも、減

10

20

30

40

50

圧下に維持される。別の実施形態において、少なくとも1つのホッパー及び少なくとも1つの受け器がそれぞれの計量分配装置に設けられている。

【0033】

計量分配装置はインクジェットプリントヘッドであることが好ましいが、望ましければ、その他の計量分配装置を用いることができる。一実施形態において、3次元物体を形成するために計量分配されるべき構築材料を受け取るためのホッパーが少なくとも1つ計量分配装置に設けられ、物体のための支持構造体を形成するための支持材料を受け取るためのホッパーが少なくとも1つ計量分配装置に備えられる。別の実施形態において、1基のインクジェットプリントヘッドが3次元物体を形成するために構築材料を計量分配し、別の1基のインクジェットプリントヘッドが物体のための支持体を形成するために支持材料を計量分配する。

10

【0034】

また別の実施形態において、それぞれのホッパーは一意的な視覚特性を伴い、付属する視覚特性を示す単位量の構築材料が適切なホッパーに給送される。青緑（シアン）、紫紅（マゼンタ）、黄（イエロー）及び黒の色のための、染料または顔料のような着色剤が、構築材料の単位量に与えられることが好ましい。SFF装置による着色3次元物体の形成を可能にするために、様々に着色された構築材料が特定のホッパーに選択的に給送される。これは、計量分配装置が任意の着色剤を含む構築材料を3次元物体の任意の層の任意の座標に選択的に計量分配できるように、与えられたホッパーに付帯する受け器のそれぞれと連通する複数の吐出オリフィスを備えることにより達成される。

20

【0035】

あるいは、相異なる構築材料配合に関する相異なる機械的特性がホッパーに随伴することができ、よって、任意のSFF法による非等質3次元物体の形成が、単位量構築材料供給装置により可能になるであろう。

【0036】

好ましい実施形態において、供給装置は廃棄材料取出装置と統合され、構築材料の複数の単位量がコンテナに与えられる。コンテナは廃棄材料受け器を備え、層の整形時に生じる廃棄材料が廃棄材料受け器内に堆積する。供給装置は、一方が物体を形成するための構築材料であり、他方が構築プロセス中に物体を支持するための支持材料である、2つの個別材料を取り扱うことが好ましい。コンテナ内の材料の実質的に全てが計量分配されてしまうと、廃棄材料を収容している廃棄材料受け器が気密封止され、コンテナが排出される。コンテナは廃棄材料のためのいかなる特別な取扱手順も必要とせずに取り扱うことができる点で有利である。これにより、例えば、廃棄材料を取り出し、望ましければ、コンテナを再生することができる施設への引渡しにより、廃棄物処理が安全化される。あるいは、廃棄材料が化学線に反応する材料であれば、望ましければ、廃棄材料受け器内でそのような輻射線にさらすことにより廃棄材料を硬化させることができる。

30

【0037】

ここで図2を改めて参照すれば、構築材料供給装置10は一般に、計量分配装置14及び、全体として参照数字34で示される構築材料給送手段を備える。本実施形態において、構築材料給送手段は、より一般的には、必要に応じて単位量の非流動構築材料を計量分配装置14に給送できる、機械的割送り装置として言い表すことができる。単位量の構築材料は参照数字18で示され、本実施形態においては、平均球径がほぼ1インチ（約25.4mm）の球形である。しかし、単位量の構築材料の形状は、立方体、円錐体、円柱体等とすることができる。単位量の構築材料を、例えば製薬業界で錠剤及び丸剤に対して共通に用いられている形状のような、任意の共通で画一的な形状に形成することもできる。単位量の構築材料は、ペレットの形状をとることもでき、あるいは顆粒にすることもできる。あるいは、望ましければ、一様ではないかまたはランダムな形状とすることもできる。

40

【0038】

単位量の構築材料は、計量分配装置に給送されるまでは、全体として参照数字12で示

50

される材料待機ステーションに保持される。待機ステーションは、参照数字36で示される少なくとも1つの保持ピンの装備により確立される。それぞれの保持ピンには、例えば、同じ着色剤、同じ材料配合等を含んでいるような、全てが共通の特徴を有する構築材料だけが複数の単位量入ることが好ましい。重要なことは、ほとんどのSDM法では2次元印刷法で計量分配される材料の量に比較して絶対的に大量の材料をプリントヘッドから計量分配しなければならないから、単位量構築材料が多量に待機ステーションに入ることである。したがって、待機ステーション36はかなり大きく、図2に示されるように、単位量構築材料18は待機ステーション内にランダムに配置される。本構成においては、待機ステーション内への単位量構築材料18のランダム配置により、縦積態様の材料のスタックに比較して、装置内でかなりの大きさの空間が不要になる。

10

【0039】

計量分配装置14上に配されたホッパー16に単位量構築材料を給送する計量分配アクチュエータが参照数字38A~38Dで示されている。材料待機ステーション12のそれぞれにホッパー16が1つずつ対応し、計量分配装置14のそれぞれに少なくとも1つのホッパー16が対応していることが好ましい。ホッパー内の構築材料が減耗すると、ホッパー16に構築材料の単位量18を1つ給送するために、コンピュータ制御装置(図示せず)が適切な計量分配アクチュエータ(38A~38D)を起動する。ホッパー16の材料減耗状態を検出するセンサ(図示せず)がホッパーに備えられることが好ましい。減耗状態を受けて、コンピュータ制御装置は、減耗状態にあるホッパーに対応する計量分配アクチュエータに信号を送る。この信号により計量分配アクチュエータが始動して、ホッパ

20

【0040】

本発明は、未使用の単位量構築材料18が非流動状態で必要に応じて計量分配装置14に給送される点に独自性がある。構築材料をSFF装置の計量分配装置に給送するための上記の単位量化するかわち量子化手法により、従来技術のSFF装置に優る重要な利点が生まれる。利点の1つは、従来技術の加熱を要する貯蔵槽及び導管コード給送装置が完全に不要になることである。さらに重要なことには、本装置は、任意の種類数の構築材料の同時計量分配に容易に適合させることができる。例えば、染料または顔料のような着色剤を単位量構築材料18にあらかじめ混合しておき、次いで、着色3次元物体を構築するために、染料または顔料のような着色剤があらかじめ混合された単位量構築材料18を計量分配装置14上のそれぞれのホッパーに給送することができる。

30

【0041】

単位量構築材料18がホッパー16に給送されてしまうと、構築材料供給装置の次の工程は、構築材料の非流動状態を流動状態に変えることである。材料温度を高めて非流動状態から流動状態に変えるために、計量分配装置及びホッパーへのヒーター素子(図示せず)を装備するなどして、加熱手段を計量分配装置に備えることが好ましい。状態変化が図2に参照数字18B, 18C及び18Dで示され、次第に非流動状態から流動状態へと変化している構築材料が示されている。図3には、構築材料の単位量18の、参照数字32

40

【0042】

ここで図3を参照すれば、計量分配装置14の簡略な断面図が示されている。計量分配装置14には、通路すなわち毛管バルブ24を介してホッパー16に通じている受け器22が設けられている。受け器には、参照数字30で指定されている、流動状態にある、あ

50

量の構築材料が入っている。通路は、吐出オリフィス27の毛管引力より強い実効毛管引力を有する毛管バルブであることが好ましい。一般に、ほとんどのインクジェットプリントヘッドの毛管引力は約3～9インチ水柱(約 $7.47 \times 10^2 \sim 2.24 \times 10^3$ Pa)の範囲にある。したがって、毛管バルブ24のためには、約9インチ水柱(約 2.24×10^3 Pa)より強い実効毛管引力を有する多孔質材料を選択することが望ましい。約25～60インチ水柱(約 $6.22 \times 10^3 \sim 1.49 \times 10^4$ Pa)の範囲の実効毛管引力を有する金属メッシュフィルタを用いると、満足できる結果が得られる。受け器22は減圧下にあるので、流動可能構築材料32は毛管バルブすなわち通路24を通して受け器22に引き込まれる。受け器22内にある量の材料が真空配管接続28を介して減圧下におかれることが図3に示されている。あるいは、望ましければ、全体封止されたメンブ
10
ラン等を受け器に設け、メンブランの内側に偏力印加バネを備えることにより減圧状態を確立することもできる。一般に、減圧は、インクジェットプリントヘッドが用いられていないときの、貯蔵槽すなわち受け器22内の流動可能構築材料30の吐出オリフィス27を通る漏出を防止するために必要である。図3に示される毛管バルブは、インクジェットカートリッジへの水性インク溶液の再充填に関連して毛管バルブが用いられている、フォン(Fong)等の米国特許第5280300号に開示されているような毛管バルブと概念的に同様である。

【0043】

センサ(図示せず)によって、受け器22内の流動可能構築材料30の上面レベル40
20
を監視することが好ましい。材料が吐出オリフィス27から計量分配されるにつれて、受け器内の流動可能構築材料30の量が減少し始め、センサにより検出される減耗状態になる。次いで、センサがコンピュータコントローラに信号を提供し、続いてコンピュータコントローラが適切な計量分配アクチュエータ(38A～38D)に信号を送り、補給のために非流動状態の単位量構築材料18をホッパー16内に給送させる。次いで、この未使用材料が、例えば熱の印加により、流動状態に変化し、受け器22に引き込まれて、計量分配待ち流動可能構築材料30を補充する。したがって、(1つまたはそれより多くの)センサ、(1つまたはそれより多くの)計量分配アクチュエータ及びコンピュータ制御装置は、所要に応じて、ホッパーに単位量構築材料を給送するために有効に機能する。

【0044】

流動不能な単位量構築材料が選択的に、直接に、計量分配装置に給送されることが本発
30
明の独特な特徴であることが理解されるべきである。流動不能構築材料の単位量を計量分配装置に給送することにより、多くの利点が達成される。例えば、もはや、導管コードを介して計量分配装置に給送される流動可能材料の大形加熱遠隔容器を備える必要はない。これにより、従来、材料を流動状態に維持するために与えられていたかなりの量の熱が不要になる。しかし、本発明には他にも独特の利点がある。様々なホッパーに単位量材料が選択的に給送されるから、相異なる材料を選択的に計量分配するか、または望ましければ、単一の構築材料であるが相異なる、顔料または染料のような添加剤を含む、構築材料を選択的に計量分配するように、装置を容易に適合させることができる。

【0045】

例えば、一実施形態において、1つのホッパーを3次元物体20を構築するために排他
40
的に計量分配される構築材料の送出専用とすることができ、他のホッパーは3次元物体のための支持構造体を形成するために排他的に計量分配されるべき支持材料の送出専用とすることができる。あるいは、1つより多くの計量分配装置14、すなわちインクジェットプリントヘッドを備え、必要に応じて、1つを3次元物体20を形成するための構築材料の排他的計量分配専用とすることができ、他の1つを3次元物体のための支持構造体を形成するための支持材料の排他的計量分配専用とすることができる。

【0046】

別の実施形態において、計量分配装置14は、それぞれのホッパーに一意的な視覚特性
50
を伴う、複数のホッパー16を有することができる。ホッパーに随伴する一意的な視覚特性は、色、濃淡、テクスチャー、蛍光または半透明性を示すことができる。例えば、色が

ホッパーに随伴する一意的な視覚特性であれば、着色剤があらかじめ含められた構築材料の錠剤またはペレットが、その色を備えるホッパーに排他的に給送されることになる。したがって、インクジェットプリントヘッドによる着色3次元物体の構築を可能にするために、特定の着色剤を含む単位量構築材料の選択的なホッパーへの給送ができると考えられる。一実施形態において、青紫（シアン）、紫紅（マゼンタ）、黄（イエロー）及び黒のそれぞれの色を示す着色剤を単位量構築材料に与えて、青紫（シアン）、紫紅（マゼンタ）、黄（イエロー）及び黒のそれぞれの色が随伴するホッパーに選択的に給送することができる。次いで、ホッパーは、3次元物体の任意の層の任意の座標への、相異なる色をもつ構築材料の選択的な計量分配を可能にする受け器と通じることができる。計量分配装置が3次元物体の任意の座標に任意の着色剤を含む構築材料を選択的に計量分配できるように、それぞれのホッパーに付帯するそれぞれの受け器と通じる、複数の吐出オリフィスが備えられることが好ましい。すなわち、本発明の独特な計量分配装置を利用することにより、SDMで3次元着色構築が達成できると考えられる。

10

【0047】

あるいは、相異なる構築材料配合の相異なる機械的特性をそれぞれのホッパーに随伴させることができよう。例えば、相異なる機械的特性を有する構築材料を3次元物体の任意の層の任意の座標に選択的に計量分配することができよう。このことは、例えば、一部がセラミックで、一部が金属の物体のような、等質ではない複合3次元物体の作成に望ましいであろう。

【0048】

20

図1に示される計量分配装置は水平面内を往復運動するが、構築作業台は静止したままである。しかし、構築材料を計量分配しているときに、計量分配装置と構築作業台を相対的に移動させるために、別の移動手段を用いることもできる。例えば、望ましければ、図7に示されるように、計量分配装置を静止させておき、構築作業台に往復運動させることができよう。さらに、望ましければ、計量分配装置及び構築作業台のいずれにも往復運動させることができる。さらに、2基またはそれより多くの計量分配装置が用いられる場合に、望ましければ、それぞれの計量分配装置を水平面内で相異なる方向に往復運動するように構成することができる。あるいは、移動手段は往復運動に依存する必要はない。例えば、望ましければ、静止している計量分配装置に隣接する軸の周りを構築作業台が、または静止している構築作業台に隣接する軸の周りを計量分配装置が、連続回転することができよう。

30

【0049】

図4を参照すれば、構築材料供給装置10の好ましい実施形態が示される。本実施形態において、待機ステーション12は複数のコンテナ42を保持するためのマガジンを形成する。コンテナは、初めは非流動状態にある構築材料の単位量を保持する。コンテナ42は、未使用の材料が入っていて、初めに作業員によりマガジンに手動装填されるカートリッジである。ただし、望ましければ、装填プロセスは自動化することができよう。本実施形態において、カートリッジは縦積態様で積み重ねられる。それぞれのカートリッジにかなり大量の構築材料を収めることにより、マガジン長を最小化して許容できる大きさにし、カートリッジの縦積みを実行可能にすることができる。カートリッジへのかなり大量の構築材料の収容は、それぞれのカートリッジ内の材料が、プリントヘッドへの供給のために、プリントヘッドに全てが一度に送出される代わりに、必要に応じて、徐々に押し出されるから、可能である。ホッパーは、カートリッジを受け取り、次いでカートリッジを回転させて、押出バー46がカートリッジに力を加えてカートリッジから構築材料を取り出す位置につける、機械的割送り装置44を備える。材料はカートリッジの末端にある（図5に参照数字70で示される）オリフィス及びフィルタ48を通して取り出される。押出バー46は供給モーター52によりシャフト54に沿って軸方向に押される。押出バー46が力を加えて構築材料を押し出すと、材料はフィルタ48を通して計量分配装置14に送出される。

40

【0050】

50

押出バーで加えられる、材料を押し出すための大きさの力が、かなりの大きさの剪断応力をカートリッジ内の材料にかけることは当然である。この力はかなり大きいから、カートリッジから押し出されるために材料が流動状態にある必要はない。構築材料及び計量分配装置の仕様に依存して、フィルタを省略することができる。しかし、計量分配装置としてインクジェットプリントヘッドが用いられる場合は、構築材料をプリントヘッドに送出する前に、材料を5 μ mフィルタに通すことがおそらく望ましいであろう。あるいは、材料をカートリッジに装填する前に材料をフィルタに通している場合は、SDM装置からフィルタを省略することができる。本実施形態において、カートリッジ内の単位量構築材料は、構築材料が非流動状態にあるまま、待機ステーション12に給送される。参照数字50で指定されるヒーター素子が、待機ステーション12、割送り装置44、フィルタ48及び計量分配装置14に配置される。ヒーター素子50は、構築材料を流動状態に変化させ、構築材料が給送装置を通過してプリントヘッドに移動する間、構築材料を流動状態に維持するための、熱を提供する。構築材料は、割送り装置44に給送される前にカートリッジ内で非流動状態から流動状態に変化することが好ましいが、これは必須ではない。

【0051】

図4の実施形態では廃棄材料取出手段の構築材料供給装置10との統合が独特である。平坦化中に生じる(図7に参照数字58, 92及び43で示される)廃棄材料は、廃棄材料導管コード56を通して戻され、コンテナ42に備えられた廃棄材料受け器60に送られる。廃棄材料取出手段は、未硬化光重合ポリマー材のような反応性廃棄材料を扱うことができ、それぞれのカートリッジを排出する前にそれぞれのカートリッジ内に廃棄材料を気密封入できる点で独特である。封止され、排出されたコンテナ66は、オフィス環境で人間が直接取り扱うことができ、よって廃棄材料のための特別な取扱手順が不要になる。

【0052】

図7を詳しく参照すれば、好ましい固体自由形状製作装置が全体として参照数字86で示されている。図示される装置86は、簡略に描かれた図4の材料供給及び廃棄装置10を備えている。図1に示される従来技術の装置とは対照的に、計量分配トロリーの代わりに、構築作業台15が通常の駆動手段29により往復駆動される。物体20のそれぞれの層の厚さを制御するため、計量分配トロリー21は作動手段17により垂直方向に精密に移動させられる。作動手段17はサーボモーターで駆動される精密親ねじリニアアクチュエータを備えることが好ましい。好ましい実施形態において、リニアアクチュエータ17の両端は、構築環境13の両端で、構築作業台の往復運動方向に交差する方向にある。しかし、図7では図示を容易にするため、リニアアクチュエータが構築作業台15の往復方向に合せられているような見かけを与える2次元面内の態様で、リニアアクチュエータ17が示されている。リニアアクチュエータ17を往復運動方向に合せることはできるが、装置内空間の最適化使用のためには交差方向に配置することが好ましい。

【0053】

全体として参照数字13で示される構築環境内に、一体形成支持体53とともに形成されている3次元物体が参照数字20で示されている。物体20及び支持体53はいずれも、構築作業台15から取り外し可能でありながら、構築作業台15の往復中の加速及び減速効果に耐えられるように十分に固定された態様で、構築作業台上に載っている。これを達成するためには、構築プロセスの最後に取り外せるように支持材料が設計されているから、構築材料を計量分配する前に少なくとも一層の支持材料の完全層を構築作業台に計量分配することが望ましい。本実施形態においては、参照数字23Aで指定される材料が、3次元物体20を形成するために装置10により計量分配され、参照数字23Bで指定される材料が支持体53を形成するために計量分配される。全体として42A及び42Bで指定されるコンテナがそれぞれ、上記2つの材料23A及び23Bの単位量を保持する。導管コード51A及び51Bがそれぞれ、好ましい実施形態では複数の計量分配オリフィスを有するインクジェットプリントヘッドである、計量分配装置27に材料を送出する。

【0054】

材料23A及び23Bは加熱されて液態になる相変化材料であり、材料が計量分配装置

10

20

30

40

50

27に送出されている間、材料を流動状態に維持するために、ヒーター（図示せず）が導管コード51A及び51Bに設けられることが、好ましい。本実施形態では、形成されている任意の層の任意の場所にそれぞれの材料を積層式に選択的に計量分配できるように複数の計量分配オリフィスからそれぞれの材料を計量分配するように、インクジェットプリントヘッドが構成される。計量分配装置27に材料23Aまたは23Bの補充が必要になると、押出バー46A及び46Bをそれぞれはたらかせて、コンテナ42A及び42Bから導管コード51A及び51Bを通して計量分配装置14の吐出オリフィス27に材料を押し出す。

【0055】

図7に示される実施形態における計量分配トリロー21は、計量分配された層を規格化するために層から過剰な材料を除去する被加熱平坦化装置39を備える。被加熱平坦化装置は非流動状態にある材料に接触するが、平坦化装置は加熱されているので、局所的に材料の内のいくらかを流動状態に変える。表面張力により、過剰な流動可能材料が平坦化装置の表面に付着し、平坦化装置の回転につれて、材料が平坦化装置39に接触しているスカイバー90まで運び上げられる。スカイバー90は材料を平坦化装置39の表面から分離し、トリロー21上に配置された、全体として参照数字94で指定される廃棄材料貯蔵槽内に流動可能材料を導く。廃棄材料貯蔵槽94にあるヒーター96及びサーミスタ98が、貯蔵槽内の廃棄材料が流動状態のままに十分なレベルに、廃棄材料貯蔵槽の温度を維持するように動作する。

【0056】

廃棄材料貯蔵槽は、廃棄材料受け器60A及び60Bに廃棄材料を送出するための被加熱廃棄材料導管コード56に接続される。廃棄材料は重力により廃棄材料受け器60A及び60Bまで流れ下ることができる。それぞれの廃棄材料受け器に分岐接続されている1本の導管コード56しか示されていないが、廃棄物貯蔵槽94と廃棄材料受け器60A及び60Bのそれぞれとの間に個別の廃棄材料導管コード56を備えることが好ましい。

【0057】

廃棄材料受け器60A及び60Bのそれぞれに対して、廃棄材料受け器への廃棄材料の送出を調節するためのソレノイドバルブ100A及び100Bが付帯している。バルブ100A及び100Bは閉じられたままであり、押出バー46A及び46Bが補充材料を取り出すためにははたらかされるときにだけ開かれることが好ましい。例えば、押出バー46Aだけがはたらかされる場合には、バルブ100Aだけが開かれて廃棄材料43を廃棄材料受け器60Aに送出することが可能になる。バルブの上記フィードバック制御によって、廃棄材料の廃棄材料受け器への送出レートをコンテナから計量分配装置への材料供給レートに釣り合わせることで、それぞれの廃棄材料受け器への過剰な廃棄材料の送出が防止される。したがって、廃棄材料受け器への廃棄材料の送出は、供給装置の構築材料及び支持材料の供給レートと釣り合っている。

【0058】

図7の実施形態では、廃棄材料の廃棄材料貯蔵槽94からの溢出を防止するための補助検出装置が廃棄装置に設けられている。本装置は、廃棄材料貯蔵槽94に設けられ、貯蔵槽内の廃棄材料の過剰レベルを検出する光センサ102を含む。廃棄材料貯蔵槽94内の廃棄材料のレベルが設定レベルをこえると、センサ102により検出される。続いて、センサ102はコンピュータコントローラに装置停止信号を送る。これにより、供給及び廃棄装置の不調時に装置内部のコンポーネントが廃棄材料で浸されてしまうことが防止される。また、不調を正すために装置を修理することができ、よって装置の過剰な損傷を防止することができる。

【0059】

図7に示される好ましい実施形態において、構築材料23Aは化学線にさらされることで硬化する相変化材料である。硬化性相変化材料23Aが計量分配されて層にされた後に、材料23Aは流動状態から非流動状態に変わる。平坦化装置39が層上を通過することで層が規格化された後、層は光源88により化学線にさらされる。化学線はスペクトルの

10

20

30

40

50

紫外帯または赤外帯にあることが好ましい。しかし、層が光源 88 にさらされる前に平坦化が行われることが重要である。これは、好ましい平坦化装置は、材料 23A が初めに硬化してしまうと起こり得ない、層の材料が非流動状態から流動状態に変化できる場合にしか、層を規格化できないからである。

【0060】

硬化性構築材料 23A とともに、非硬化性相変化材料が支持材料 23B に用いられる。支持材料は硬化し得ないから、例えば、溶剤に溶かすことにより、物体及び構築作業台から除去することができる。あるいは、望ましければ、支持材料は、熱を加えて材料を流動状態に戻すことによって、除去することができる。

【0061】

本実施形態において、廃棄材料は平坦化中に蓄積されるのでいずれの材料も含む。廃棄材料受け器内に反応性材料がないように材料 23A を硬化させるために廃棄材料受け器内の廃棄材料を光にさらすため、第 2 の光源 70 が備えられることが好ましい。

【0062】

供給及び廃棄装置に用いるためのコンテナ 42 の好ましい実施形態が図 5 及び 6 に示される。コンテナ 42 のそれぞれはシリンジ部 62 及びプランジャー部 64 からなる。シリンジ部は、材料を計量分配するための小開口 70 を一端に有する円筒を形成する。コンテナをホッパーに装填するためのキーとしてはたらくフランジ 72 が小開口とは反対側の端に設けられる。プランジャー部 64 はシリンジ部 62 の円筒内の材料を押しピストン端 74 を備える。プランジャー部 64 は、図 4 に示されるように、コンテナが割送り装置 44 により装填されて所定の位置に保持されている時にプランジャー部をシリンジ部に押し込む押しバー 46 がはたらきかける封止端 76 も有する。プランジャー部 64 がシリンジ部 62 に押し込まれるにつれてシリンジ部内の材料が小開口 70 を通して押し出される。

【0063】

構築材料が装荷されるコンテナは全て、構築材料を計量分配するマガジンだけに受け入れられる、同じフランジ形状を有することが好ましい。支持材料が装荷されるコンテナは全て、支持材料を計量分配するマガジンだけに受け入れられる別のフランジ形状を有する。

【0064】

小開口 70 内にある最後の材料を押し出す突端 82 がピストン端 74 に設けられる。本コンテナでは、給送された廃棄材料を受け入れるためにプランジャー部 64 に設けられた廃棄材料受け器 60 が独特である。図 6 に示されるように、プランジャー部 64 のそれぞれに、対称な 2 つの廃棄材料受け器 64 が背中合わせで存在することが好ましい。対称な廃棄材料受け器は、共通の底 80 及び 2 つの概ね平行な側壁 78 によって画定される。側壁の長さは側壁間隔より短く、よって、図 4 に示されるように、マガジン 16 は、側壁 78 が水平位置になっているコンテナだけが挿入され得る大きさのキー溝 84 を有することができる。割送り装置 44 がコンテナを回転させて側壁が垂直になる適切な位置につけてからコンテナに押し出しバー 46 がはたらきかけるように、側壁はマガジン内で水平位置になっていなければならない。コンテナはプランジャー部の共通底 80 に関して対称であるから、コンテナがマガジンに正しく挿入されないことは起こり得ない。

【0065】

図 4 を改めて参照すれば、プランジャーをシリンジ部に押し込み、よってコンテナから構築材料を取り出すために、押し出しバーがプランジャー部 64 にはたらきかける。これがおこると、廃棄材料 43 がプランジャー部 64 の廃棄材料受け器 60 内に堆積する。実質的に全ての材料が計量分配装置 14 に送出されてしまうと、廃棄材料は安全処分のためにコンテナ内に封入されることが好ましい。これは、図 5 に示される封止端 76 が円筒シリンジ部 62 に嵌合して実質的な気密嵌合が得られたときに達成される。実質的に全ての材料が計量分配装置に送出され、プランジャーが封止されてしまうと、次いで割送り装置ドラムが回転して、封止されたカートリッジを排出し、参照数字 66 で示されるように、廃棄材料引出すなわちピン 68 に入れる。封止されたカートリッジ 66 が排出されると、次

10

20

30

40

50

いで、割送り装置が待機ステーションから新しいコンテナを装填することにより排出されたカートリッジと交換する。

【 0 0 6 6 】

図 4 に示される実施形態は既存の供給装置に優る多くの利点を有する。例えば、いずれの材料もカートリッジに送られ、気密封止されてから、排出されるので、特別の取扱手順を必要とせずに反応性材料をオフィス環境において S F F 装置で用いることができる。さらに、構築材料が U V 硬化性材料であれば、廃棄材料が廃棄材料受け器 6 0 に送出された後に廃棄材料を化学線にさらすことにより廃棄材料を硬化させるために、参照数字 7 0 で示される硬化用 U V フラッシュランプを用いることができる。これにより、排出されたカートリッジの取扱いを誤り、思いがけなくも、廃棄材料との直接接触がおり得る点まで

10

【 0 0 6 7 】

図 7 に示される S F F 装置には、図示を容易にするため 1 基だけが図 4 に参照数字 1 0 で示されている、供給装置が 2 基備えられることが好ましい。一方の供給装置は構築材料 2 3 A を給送し、他方の供給装置は支持材料 2 3 B を給送する。図 6 に示される好ましいコンテナとともに論じたように、支持材料カートリッジは、構築材料マガジンには挿入できないような形状につくられる。同様に、構築材料カートリッジは、支持材料マガジンには挿入できないような形状につくられる。カートリッジ及びマガジンにそのような専用のキーをつけることにより、間違っ装置内で材料が混合される可能性が排除される。好ましい実施形態において、廃棄材料は、支持材料カートリッジ及び構築材料カートリッジの

20

【 0 0 6 8 】

別の実施形態において、材料を送出するためのコンテナは、カートリッジの代わりに、柔軟なチューブまたは袋からなることができる。さらに、材料を押し出すために押し出しバーを用いる代わりに、一对のローラーを用いてチューブまたは袋の一端で材料を絞り出すことができよう。蠕動ポンプの動作態様と同様の態様で、材料を押し出すためにローラーが前進していくとともに、廃棄材料をチューブまたは袋の逆端でチューブまたは袋に送り込んで戻すこともできよう。チューブまたは袋の材料を化学線に透明とすることができ、

30

【 0 0 6 9 】

説明した好ましい実施形態には、添付される特許請求事項の精神及び範囲を逸脱することなく改変及び変更がなされ得る。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

【 図 1 】 従来技術の固体堆積模型製作装置の簡略な側面図である

【 図 2 】 図 1 の固体堆積模型製作装置とともに用いるための本発明の供給装置の一実施形態の簡略な側面図である

40

【 図 3 】 インクジェットプリントヘッドに取り付けられて示される本発明の供給装置の一部の簡略な側面図である

【 図 4 】 本発明の供給装置の別の実施形態の簡略な斜視図である

【 図 5 】 図 4 に示される実施形態に用いるための、単分量構築材料を保持するためのコンテナの簡略な斜視図である

【 図 6 】 図 5 に示されるコンテナに付帯する廃棄材料受け器の断面図である

【 図 7 】 本発明の好ましい実施形態の略図である

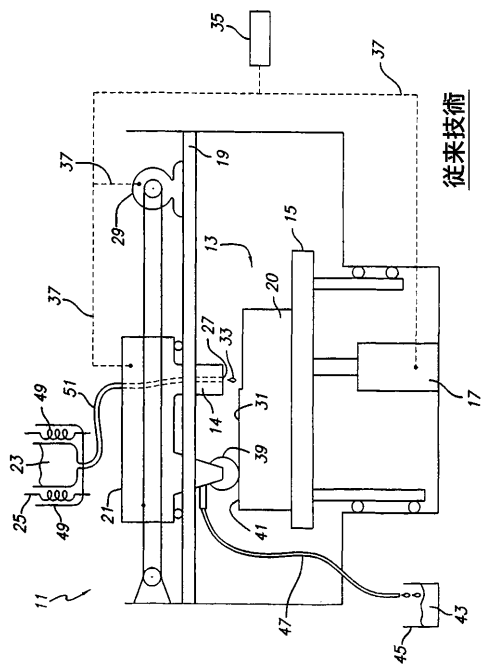
【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

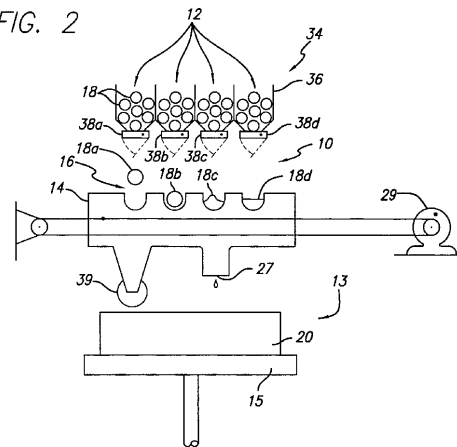
50

- 1 0 構築材料供給装置
- 1 2 待機ステーション
- 1 4 計量分配装置
- 1 5 構築作業台
- 1 6 マガジン
- 1 8 単体量構築材料
- 2 0 3次元物体
- 4 2 コンテナ
- 4 3 廃棄材料
- 4 4 割送り装置
- 8 6 固体自由形状製作装置

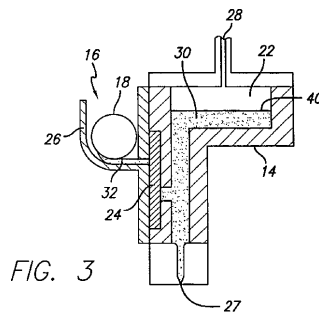
【図1】



【図2】
FIG. 2



【図3】



【 図 4 】

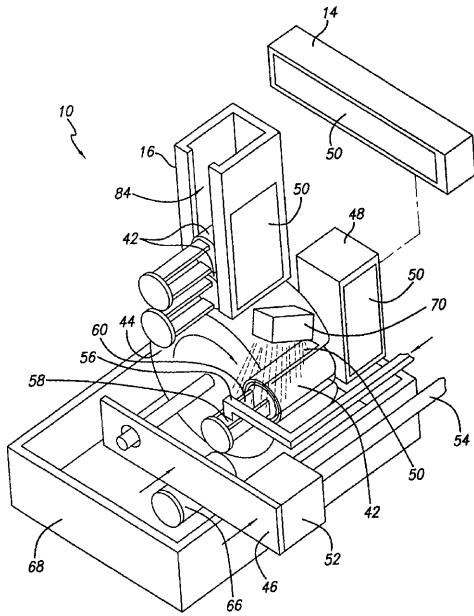


FIG. 4

【 図 5 】

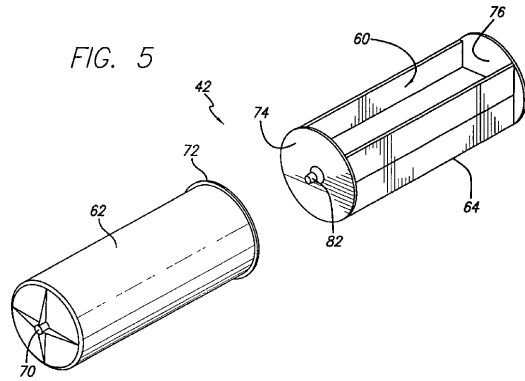


FIG. 5

【 図 6 】

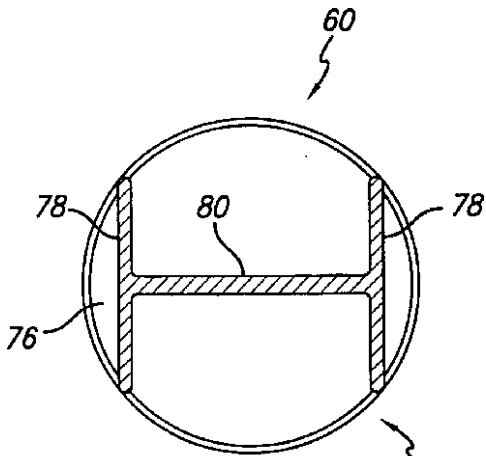


FIG. 6

【 図 7 】

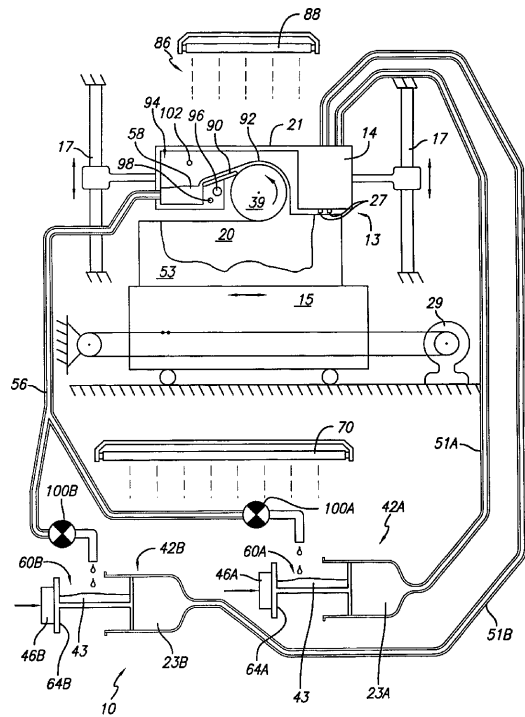


FIG. 7

フロントページの続き

(72)発明者 フォング, ジョン ジョディー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91302 カラバサス ガリリー ストリート 2245
2

(72)発明者 ビショップ, レイモンド ジェイ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 91380-0401 サンタ クラリタ ピーオー ボッ
クス 800401

審査官 川端 康之

(56)参考文献 特開2001-047518(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 67/00