

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4545748号  
(P4545748)

(45) 発行日 平成22年9月15日(2010.9.15)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

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

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-520400 (P2006-520400)	(73) 特許権者	503003854
(86) (22) 出願日	平成16年7月15日(2004.7.15)		ヒューレット-パッカート デベロップメント カンパニー エル. ピー.
(65) 公表番号	特表2007-531641 (P2007-531641A)		アメリカ合衆国 テキサス州 77070
(43) 公表日	平成19年11月8日(2007.11.8)		ヒューストン コンパック センタ ド
(86) 国際出願番号	PCT/US2004/023108		ライブ ウェスト 11445
(87) 国際公開番号	W02005/009723	(74) 代理人	100075513
(87) 国際公開日	平成17年2月3日(2005.2.3)		弁理士 後藤 政喜
審査請求日	平成18年3月2日(2006.3.2)	(74) 代理人	100084537
(31) 優先権主張番号	10/620,860		弁理士 松田 嘉夫
(32) 優先日	平成15年7月15日(2003.7.15)	(74) 代理人	100078053
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 上野 英夫
		(74) 代理人	100120260
			弁理士 飯田 雅昭

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体自由形状製造を使用して物体を作成する方法およびシステム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

三次元物体の表面を画定する境界構造を選択的に付着させることと、  
流動可能なビルド材料が、前記境界構造に対して流動することによって前記物体の一部分を形成するように、前記境界構造内に前記流動可能なビルド材料を付着させることと、  
ローラによって前記ビルド材料を平坦化して同じ高さとする事と、を含むことを特徴とする固体自由形状製造によって三次元物体を作成する方法。

## 【請求項 2】

前記流動可能なビルド材料を凝固させることをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

印字ヘッドによって境界構造を選択的に付着させることと、  
前記印字ヘッドより精度の低い印字ヘッドあるいはシリンジ機構によって流動可能な物体ビルド材料を前記境界構造内に付着させることと、  
ローラによって前記ビルド材料を平坦化して同じ高さとする事と、を含むことを特徴とする固体自由形状製造により物体を作成する方法。

## 【請求項 4】

印字ヘッドによって第 1 の材料を選択的に付着させて外側境界構造を形成することと、  
前記印字ヘッドによって前記外部境界構造より小さい内部境界構造を選択的に付着させることと、

前記印字ヘッドより精度の低い印字ヘッドあるいはシリンジ機構によって前記外側境界構造に凝固可能なビルド材料を充填することと、

ローラによって前記ビルド材料を平坦化して同じ高さとする事と、を含むことを特徴とする固体自由形状製造によって多孔質物体を作成する方法。

【請求項 5】

製造格納器と、

前記製造格納器内に材料を分配する可動ステージと、

前記可動ステージに結合された材料ディスペンサと、

ローラと、を備え、

前記材料ディスペンサは、境界構造を選択的に付着させる印字ヘッドとして働き、前記材料ディスペンサは、前記境界構造内に流動可能な物体ビルド材料を供給する記印字ヘッドより精度の低い印字ヘッドとして働き、

前記ローラによって前記ビルド材料を平坦化して同じ高さとする事とを特徴とする固体自由形状製造装置。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

固体自由形状製造は、三次元物体を製造する方法である。固体自由形状製造を使用して製作できる代表的な物体には、例えば試作品部品、生産部品、ひな形、および作業用具がある。固体自由形状製造は、所望の物体を電子データによって描写され、基礎材料から自動的に作成する加法プロセスである。固体自由形状製造の1つの一般的な方法は、選択的付着である。

【0002】

代表的な選択的付着方法は、ボクセルとして知られる材料の個別の液滴を特定の位置に付着させる供給機構の使用を含む。選択的付着システムは、一般に、2つの異なる凝固可能な材料を混合する。第1の材料は、実際の所望の三次元物体を製造するために使用され、第2の材料は、第1の材料の支持構造を構築するために使用される犠牲材料である。

【0003】

選択的付着方法にはいくつかの種類がある。1つの種類は、塗布時に凝固する2つの材料（支持体用のものと所望の三次元物体用のもの）を付着させることを含む。この種類の選択的付着方法は、所望の三次元物体の一部に対応する各ボクセル位置に物体ビルド材料を供給することを必要とする。したがって、供給機構のノズルの詰まりまたは誤射があると物理的欠陥が生じる。

【0004】

選択的付着方法のもう1つの一般的な種類には、放射光（例えば、紫外線「UV」光）が当てられるまで両方が液体形態のままである少なくとも2つの材料（支持体と物体）を付着させることを含む。この第2の種類にもいくつかの問題点がある。第1に、液体が混ざろうとするときに支持材料とビルド材料の境界が適切に画定されない。この2つの材料の混合によって物体表面が粗くなる。第2に、支持材料は、通常、凝固し架橋し、それにより所望の物体を破損させずに所望の三次元物体から取り外すことが難しい。さらに、第1の種類と同じように、所望の物体の各ボクセル位置にビルド材料を供給しなければならず、製造プロセスの時間が長くなる。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0005】

固体自由形状製造によって物体を作成する方法は、物体の表面を画定する境界構造を選択的に付着させることと、境界構造内に流動可能なビルド材料を付着させることを含み、流動可能なビルド材料が、境界構造の方に流れることによって物体の一部を構成する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

10

20

30

40

50

添付図面は、本発明の様々な実施形態を示し、本明細書の一部である。示した実施形態は、本発明の単なる例であり、本発明の範囲を限定しない。

【0007】

図面の全体にわたって、同一の参照番号は、類似しているが同一とは限らない要素を示す。

【0008】

本明細書において、選択的境界付着による固体自由形状製造システムにより物体を作成する方法および装置を説明する。より具体的には、高精度プロセスを使用して境界構造を形成し同時に低精度プロセスを使用して流動可能なビルド材料を付着させる方法を示す。

【0009】

本明細書および添付の特許請求の範囲に使用されるとき、「高精度ディスペンサ」という用語は、高精度プロセスを実行するように構成された任意の供給装置として広義に理解されるべきである。代替として、「低精度ディスペンサ」という用語は、低精度プロセスに従って材料を射出するように構成され、状況により連続流を射出できる供給装置を指す。さらに、単一材料ディスペンサは、高精度ディスペンサと低精密ディスペンサの両方として選択的に動作するように構成されてもよい。「流れ」または「連続流」は、個別の液滴または泡によって定義されず、必ずしも完全に連続していない流体の流れを含むように広義に理解されるべきである。さらに、物体の「外側面」は、本明細書と添付の特許請求の範囲において、物体のすべての表面輪郭を含むと理解されるべきである。しかしながら、「外側面」は、代替として、上面と下面以外の物体のすべて面を含むことがある。「ボクセル」という用語は、 $x$ 、 $y$  および  $z$  座標の長さを有するアドレス指定可能な体積の体積ピクセルを示す。さらに、「疎」という用語は、広く間隔を置かれて分散されているか、密に詰め込まれていないように理解されるべきである。「硬化」という用語は、硬化する物体にある程度の耐化学薬品性を与えることができる凝固プロセスを指す。「凝固」という用語は、材料にある程度の構造強度または硬度を追加するが材料の状態を必ずしも永久的に硬化させない任意のプロセスと理解されるべきである。

【0010】

以下の説明において、説明の目的で、この固体自由形状製造方法の完全な理解を提供するために多数の特定の詳細を説明する。しかしながら、これらの特定の詳細なしに本方法を実施できることは当業者に明らかであろう。本明細書における「1つの実施形態」または「ある実施形態」の参照は、実施形態と関連して示される特定の機能、構造または特徴が少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。本明細書における様々な箇所に現れる「1つの実施形態において」という語句は、必ずしもすべて同じ実施形態を指していない。

【0011】

構造例

次に図1を参照すると、この自由形状製造方法を実施することができる固体自由形状製造システム(100)を示す。図1に示したように、固体自由形状製造システムは製造格納器(102)、可動ステージ(103)、およびいくつかの制御部と表示部を有する表示パネル(104)を含むことができる。

【0012】

図1に示した製造格納器(102)は、基板上の所望の三次元物体を收容しその構築を容易にするように構成されている。製造格納器(102)は、また、前述のビルド材料を收容し支持するように構成された格納構造を收容することができる。格納構造は、製造格納器(102)内で所望の三次元物体の前に形成されてもよく同時に形成されてもよい。図1に示した固体自由形状製造システム(100)は、単一の独立自己完結型自由形状製造システムとして示されているが、この自由形状製造方法は、構造や構成に関係なく任意の自由形状製造システムに組み込むことができる。

【0013】

図1に示した可動ステージ(103)は、高精度ディスペンサおよび/または低精度デ

10

20

30

40

50

イスペンサとして動作するように構成されたディスペンサを含む可動材料ディスペンサである。可動ステージのディスペンサ（図示せず）は、限定ではなく1つまたは複数の印字ヘッドまたはシリンジを含むことができる。可動ステージ（103）は、計算処理装置（図2の110）によって制御することができ、例えばシャフトシステム、ベルトシステム、チェーンシステムなどによって制御可能に移動することができる。可動ステージ（103）が動作するとき、表示パネル（104）は、動作状態をユーザに知らせ、またユーザにユーザインタフェースを提供することができる。

#### 【0014】

図2は、固体自由形状製造システムの構成要素間と所望の三次元物体との関連を示す。図2に示したように、固体自由形状製造システムは、計算処理装置（110）、サーボ機構（115）、および他の構成要素の中でも特にローラ（120）と、高精度ディスペンサまたは低精度ディスペンサとして選択的に動作することができる印字ヘッドのようなくつかの材料ディスペンサ（105）とを含む可動ステージ（103）を含むことができる。図2に示したように、計算処理装置（110）は、次に可動ステージ（103）に結合されたサーボ機構（115）に通信可能に結合されてもよい。計算処理装置（110）は、所望の三次元物体とその必要な構造支持体の一部分を表す座標をサーボ機構（115）の適切なサーボコマンドに変換するように構成された任意の装置でよい。サーボ機構（115）は、次に、計算処理装置（110）によって発行されたコマンドに応じて、ビルドおよび/または構造材料を付着させてセグメントを形成できるように可動ステージを位置決めすることができる。可動ステージ（103）の構成要素は、製造格納器（102）内で、計算処理装置（110）によって指定されたx、yおよびz座標にビルドおよび/または構造材料を付着させることができるように位置決めされる。さらに、ビルドおよび/または構造材料の付着を位置決めするために製造格納器（102）が移動可能でもよい。

#### 【0015】

図2に示した材料ディスペンサ（105）は、複数のオリフィス（ビルド材料を供給する少なくとも1つのオリフィスと、支持材料を供給する別のオリフィス）を含む単一印字ヘッド、あるいは同じまたは異なるタイプの複数の材料ディスペンサ（ビルド材料を供給する少なくとも1つのディスペンサと、支持材料を供給する別のディスペンサ）でもよい。材料ディスペンサは、高精度な方法により格納構造（113）の境界（109）を形成するときを選択的境界付着を行い、低精度供給方法により物体ビルド材料（107）と非境界構造材料を供給するように構成されてもよい。選択的付着という用語は、本明細書および添付の特許請求の範囲において、材料ディスペンサ（105）が、材料ディスペンサ（105）とターゲット領域間の距離を最小にし、材料滴下率と頻度を低くし、キャリアッジ速度を低くし、高分解能データセットを受け取り、あるいはこれらの任意の適切な組み合わせを含むがこれらに限定されない高精度供給方法を使用して物体形成境界（109）を作成する構造材料を選択的に付着させる方法として理解されるべきである。物体形成境界（109）だけが物体ビルド材料と接触するので、隣接した物体形成境界（109）だけを高精度供給方法によって形成するだけでよい。残りの支持材料ならびに物体ビルド材料（107）は、一般に、さらに高速の低精度な方法によって供給することができる。材料ディスペンサ（105）によって示される精度レベルは、材料ディスペンサ（105）とターゲット領域間の距離、材料ディスペンサ（105）によって使用される材料滴下率、頻度、実施される発射方法、フィードバック機構の特性、キャリアッジ速度、データセットの分解能などを含むがこれらに限定されない、いくつかの要因に依存する。さらに、低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサは、流体をターゲット領域内に間違っ

#### 【0016】

図2に示したローラ（120）は、材料を供給した後で材料を同じ高さ、すなわち平坦化するように構成されることがある。平坦化は、本明細書および添付の特許請求の範囲において、余分な材料を除去し、付着させた材料を固化し、かつ/または材料の表面仕上げ

10

20

30

40

50

を改善する付着材料に実行することができる任意の操作を意味するように広義に理解されるべきである。本方法によれば、平坦化は、格納構造を供給した後かつ/または格納構造(113)内に一定量の物体ビルド材料を供給した後で行われてもよい。ローラ(120)は、印字ヘッド(105)の後に続いて、供給された物体ビルド材料(107)を平坦化し、ビルド材料の厚さをほぼ均一にすることができる。この平坦化は、図2に示したようにローラ(120)、ドクタブレード(図示せず)を含む装置、あるいは空隙から余分な材料を除去しそれにより欠陥が最少となる正確な充填を行うように構成された他の装置によって実行することができる。さらに、物体ビルド材料(107)が、格納構造(113)の物体画定境界(109)まで自然に移動して広がるようにされてもよい。物体ビルド材料(107)の自然な移動と広がり、物体ビルド材料(107)上の重力、物体ビルド材料の粘性、物体ビルド材料の表面張力、物体ビルド材料の表面エネルギー、および物体ビルド材料の濡れ性を含むがこれらに限定されない多くの因子によって制御することができる。

10

#### 【0017】

図2に示した格納構造(113)の物体画定境界(109)は、可動ステージ(103)上に配置された高精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ(105)によって構成されてもよい。高精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ(105)は、可動キャリアアセンブリに組み込まれた1つまたは複数の印字ヘッドを含むことができるがこれに限定されない。図2に示した格納構造(113)は、指定位置に支持材料ボクセルを高精度に選択的に付着させることによって形成されてもよい。ボクセルは、複数のボクセルの垂直スタックで積み重ねられてもよく、所望の三次元物体の一部分の外側面を画定するように連続的に配置されてもよい。格納構造(113)は、高精度ディスペンサとして動作し、同時にポリマー、ろう、または他の類似の溶融可能な材料あるいはこれらの適切な組み合わせを含むがこれらに限定されない物体ビルド材料の表面を画定する材料ディスペンサから放出することができる任意の材料から構成することができる。

20

#### 【0018】

格納構造(113)内に形成される所望の三次元物体は、図2に示したような物体ビルド材料(107)から作成することができる。物体ビルド材料は、格納構造(113)内に形成することができ、また1つまたは複数の材料ディスペンサ(105)によって供給された後で格納構造(113)の形状になることができる、ポリマーとろうを含むがこれらに限定されない任意の凝固可能な材料でよい。所望の三次元物体の各セグメントを作成するために、低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ(105)の1つから大量の物体ビルド材料(107)を提供することができる。低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ(105)には、インクジェット印字ヘッド、圧電印字ヘッド、サーマルインクジェット印字ヘッド、連続ジェット印字ヘッド、パルブジェット印字ヘッド、シリンジ機構、または計算処理装置(110)からの要求に応じて指定量のビルド材料(107)を供給することができる他のディスペンサがある。従来の選択的付着固体自由形状製造システムは、所望の三次元物体の各位置に物体ビルド材料(107)のボクセルを供給しなければならないが、このシステムと方法を使用すると、一定量のビルド材料(107)を一括の液体形態で処理することができる。次に、液体ビルド材料を流動させて格納構造(113)に充填することができる。物体ビルド材料(107)が格納構造(113)の内部に塗布される限り、本明細書に示した原理による物体ビルド材料の放出位置は複数あってもよく1つだけでもよい。

30

40

#### 【0019】

図3は、この自由形状製造方法を実施するために使用することができる追加の例示的な構成を示す。図3に示した構成は、計算処理装置(110)、サーボ機構(115)、ならびに図2に示した構成と類似の材料ディスペンサ(105)とローラ(120)を含む可動ステージ(103)を示す。しかしながら、図3は、一定量の物体ビルド材料(107)の供給を監視し制御するように構成されたフィードバック装置(111)と、各セグメントを付着した後で供給した材料に放射線を当てるように構成された放射線アプリケー

50

タ(130)も備える。フィードバック装置(111)には、光センサ、フローメータ、あるいは高精度ディスペンサまたは低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ(105)によって供給される物体ビルド材料(107)の量を監視し制御するために使用することができる他の装置があるがこれらに限定されない。さらに、放射線アプケータ(130)は、付着材料を凝固または硬化するのに十分な紫外線(UV)や他の放射線を当てるように構成された任意の装置でよい。図3に示したように、放射線アプケータ(130)は、可動ステージ(103)に走査ユニットとして結合されてもよい。代替として、放射線アプケータ(130)は、ビルド材料のセグメントを付着させた後で付着材料のすべてまたは選択部分を投光照明にさらすように構成された個別の露光装置または走査ユニットでもよい。

10

#### 【0020】

図2に再び戻ると、固体自由形状製造システム(図1の100)の可動ステージ(103)は、格納構造(113)および/または物体材料(107)を付着させるために、サーマルおよび/または圧電インクジェットを含む連続型またはドロップオンデマンド型の液体放出装置などのインクジェット技術を含むことができる。さらに、可動ステージは、所望の三次元物体を形成または着色するように構成された追加の構成要素を含むことができる。可動ステージ(103)が、連続型またはドロップオンデマンド型のインクジェット技術を含む場合、可動ステージは、製作している物体または支持構造に色または質感を加えるために透明または有色材料を選択的パターンで放出するように構成された印字ヘッドなどの1つまたは複数の材料ディスペンサ(105)を含むことができる。

20

#### 【0021】

前述のように、材料ディスペンサ(105)は、格納構造(113)の物体画定境界(109)を形成するとき、選択的境界付着を行う高精度印字ヘッドとして選択的に機能するように構成されてもよい。しかしながら、材料ディスペンサ(105)が、一時的にコストの高い高精密度ディスペンサとして連続的に機能しなくてもよく、材料ディスペンサ(105)は、選択的付着格納構造(113)用のビルド材料(107)または非境界支持材料を供給するとき低精度ディスペンサとして選択的に動作することもできる。ビルド材料(107)を付着させるとき、材料ディスペンサ(105)は、選択的付着格納構造(113)の境界内にまとまった量の物体ビルド材料(107)を射出することができる。したがって、本明細書に示した原理により作成された三次元物体は、所望の三次元物体の各ボクセルで高精度な方法による材料射出を必要とする以前の固体自由形状製造システムよりも迅速かつ安価に作成することができる。

30

#### 【0022】

##### 実施例と操作

図4は、1つの例示的な実施形態によるこの固体自由形状製造方法を示すフローチャートである。図4に示したように、この方法は、最初に、格納構造を付着させ凝固させることができる(ステップ400)。格納構造の一部を付着させ、任意に平坦化した後で(ステップ405)、固体自由形状製造システム(図1の100)は、低精度ディスペンサとして動作しているディスペンサを使用して、格納構造によって形成された格納周囲凹部内にビルド材料を供給することができる(ステップ410)。次に、ビルド材料を凝固させることができる(ステップ420)。任意選択のビルド材料の平坦化は、ビルド材料の凝固(ステップ420)の前(ステップ415)に行われてもよく後(ステップ430)に行われてもよい。所望の三次元物体を作成するプロセスがまだ完了していない場合(ステップ440のNO)、固体自由形状製造システム(図1の100)は、ステップ400に戻り、格納構造を再び付着させ凝固させる。しかしながら、所望の三次元物体を作成するプロセスが完了した場合(ステップ440のYES)、固体自由形状製造システム(図1の100)は、さらに、ビルド材料を成長させ(ステップ450)、格納材料を除去する(ステップ460)。次に、以上の各ステップについて、図5~図7を参照して詳細に説明する。

40

#### 【0023】

50

図4に示したように、この方法は、最初に、格納構造を付着させ凝固させる（ステップ400）。格納構造（図2の113）は、溶融したろう、ポリマー、または定義された位置に容易に噴射される任意の他の化合物を含むがこれらに限定されない材料ディスペンサによって付着される材料から形成することができる。格納構造材料を指定位置に付着させた後で、格納材料は、冷却あるいは格納材料中にある化学薬剤によって活性化される迅速な化学的硬化プロセスにより凝固することができる。

#### 【0024】

格納構造（図2の113）の物体形成境界（図2の109）は、所望の三次元物体の壁、下部、および/または上部（縦方向の入れ子が必要な場合）を構成する表面をいくつか形成する。格納材料は、所望の三次元物体のセグメントの外側面を画定するようにつなげることができるいくつかの境界構造を形成する互いに垂直方向に積み重ねられたいくつかのボクセルとして連続的に配置または付着されてもよい。さらに、格納構造は、1つまたは複数のセグメントの厚さでもよい。格納構造（図2の113）の物体形成境界（図2の109）だけが、格納構造の所望の三次元物体の表面に影響を及ぼすので、高精度ディスペンサとして動作している材料ディスペンサを使用する選択的境界付着によって格納構造の一部を形成するだけでよい。物体形成境界（図2の109）を形成した後で、格納構造（図2の113）の残りの部分を、低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサ（105）の1つによって形成することができる。図4に示したように、任意選択の平坦化プロセスによって、格納構造（図2の113）内にある欠陥や空隙を格納構造から除去することができる（ステップ405）。

#### 【0025】

図5Aは、1つの例示的な実施形態による格納構造（113）を示す。図5Aに示したように、所望の三次元物体の表面を画定する連続的な物体形成境界（109）を有する格納構造（113）を形成することができる。図5Aに示したように、境界の内壁（109）は、ビルド材料と相互作用して所望の三次元物体の表面仕上げを形成するため実質的に連続的である。さらに、格納構造（113）の内壁（109）は、所望の三次元物体を形成するビルド材料を受け支持するように構成された格納周辺凹部（500）を画定する。

#### 【0026】

図5Bは、この固体自由形状製造方法によって格納構造（113）を形成するために使用される構造材料をどのように削減できるかを示す。図5Bに示したように、選択的境界付着により連続的な物体形成境界（109）を形成した後で、低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサによって構造的な支持体を疎な配列構造で付着させることができる。連続物体形成境界（109）は、ビルド材料を付着させることによって所望の三次元物体の表面を画定するために必要である。しかしながら、連続物体形成境界（109）は、構造強度が失われるほど薄く形成されてもよい。材料使用量を減少させながら連続物体形成境界（109）の構造強度を高めるために、疎な配列構造が付着されることがある。図5Bに示したように、連続物体形成境界（109）の外側の疎な配列構造は、疎に配置された構造材料領域（510）によって画定されたいくつかのポイド（520）を含むことがある。疎な配列構造は、構造材料、ビルド材料、または物体形成境界（109）の構造的な支持を加えるために低精度ディスペンサが供給することができる他の望ましい材料で作成することができる。疎な配列構造が所望の三次元物体の外側面を形成するビルド材料と接触しないので、連続物体形成境界（109）が完成した後で疎な配列構造の組み込みが可能である。この疎な配列構造は、構造的に存在可能な格納構造（113）を形成するのに必要な構造材料の量とコストを削減するだけでなく、構造材料を削減することによって、作製後に所望の三次元物体から構造材料を除去するために必要な処理時間も短縮する。さらに、疎に配置された材料領域は、ボクセル配置が連続物体形成境界（109）の外側ほど重要でないため、低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサを使用して付着されてもよい。

#### 【0027】

格納構造（113）が、ビルド材料を支持するのに十分に供給されかつ/または凝固し

10

20

30

40

50

た後で、この固体自由形状製造システム（図1の100）は、図6（A）に示したような格納構造（113）の連続物体形成境界（図6（A）の109）によって形成された格納周辺凹部（図6（A）の500）内にビルド材料（図6（A）の107）を供給することができる。ビルド材料（107）は、インクジェット印字ヘッド、圧電印字ヘッド、サーマルインクジェット印字ヘッド、連続ジェット印字ヘッド、パルブジェット印字ヘッド、またはシリンジ機構を含むがこれらに限定されない低精度ディスペンサとして動作する任意の数の材料ディスペンサによって供給することができる。図6（A）は、格納構造（113）の連続物体形成境界（109）によって作成された格納周辺凹部（500）内に所定量のビルド材料（107）を供給するシリンジ（600）を示す。ビルド材料（107）を格納構造（113）内に付着させた後で、液体ビルド材料は、粘性、表面張力、重力、および濡れが制御された或る時間の後で（矢印で表した）、図6（B）に示したような格納構造（113）の連続物体形成境界（109）に対して安定することができる。

10

**【0028】**

図7（A）は、複数の材料ディスペンサ（700）を使用して、格納構造（113）の連続物体形成境界（109）によって作成された格納周辺凹部（500）内に所定量のビルド材料（107）を供給する方法を示す。図7（A）と図7（B）に示したように、インクジェット印字ヘッドなどの材料ディスペンサ（700）は、時間の経過により（矢印）格納構造（113）の連続物体形成境界（109）に対して安定することができる複数組のビルド材料（107）を供給することができる。複数のビルド材料ディスペンサ（700）を使用すると、ビルド材料（507）が格納周辺凹部（500）全体にわたって広がり充填する時間を短縮することができる。正確な充填が必要な場合は、図3に示したようなスキージまたはローラ形機構を利用して、液体形態のまま格納周辺凹部（500）に付着することがある余分なビルド材料（107）を除去することができる（図4のステップ415）。ビルド材料（107）と格納構造（113）を両方ともステップ415によって同時に平面化できることに注意されたい。さらに、材料ディスペンサ（700）によって供給されるビルド材料（107）の量を、光センサや他のフィードバック装置（図3の111）を使用して監視し正確に制御することができる。接触時にビルド材料の凝固が必要ないので、使用するディスペンサのタイプに関係なく、固体自由形状製造を実行するのに必要なコストと時間をこの方法により削減することができる。より正確に言うと、高精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサを使って連続物体形成境界（109）を形成することによって、ビルド材料を低精度ディスペンサで供給し、凝固する前に安定させることができる。また、流動することができるので、多くの固体自由形状製造システムに一般的なビルド材料の構造的空隙および欠陥をなくすことができる。

20

30

**【0029】**

欠陥の可能性を少なくするために十分にビルド材料を付着させた後（ステップ415）で、固体自由形状製造システム（図1の100）は、ビルド材料（図7（B）の107）を凝固させることができる。閉じ込められた液体ビルド材料（図7（B）の107）は、電磁放射、熱の印加による部分的硬化、または付着させられたときにビルド材料中にある化学薬剤によって活性化された化学的硬化を含むがこれらに限定されない任意の適切な手段を使用して凝固させることができる（ステップ420）。液体ビルド材料（図7（B）の107）の凝固は、格納周辺凹部内に一定量の液体ビルド材料を付着させた直後に行われてもよく、ビルド材料の複数のセグメントが形成されたときに行われてもよい。ビルド材料は、部分的な硬化により凝固されてもよく、その結果、ビルド材料の部分的に硬化したセグメントが、次に、付着されたビルド材料を支持する。付着時に各セグメントを完全に硬化させずに付着材料を部分的に硬化させることによって、中間の凝固時間は全体の処理時間と共に短縮される。ビルド材料（図7（B）の107）が凝固した場合も、必要に応じてビルド材料を平坦化することができる（ステップ430）。このプロセスのこの時点の平坦化は、格納構造（図7（A）の113）の高さまたは厚さを超えるビルド材料を除去することによって格納周辺凹部（図7（A）の500）に正確かつ確実に充填するのに役立つ。さらに、ビルド材料の部分的凝固の後の平坦化によって、ビルド材料内の泡な

40

50



どのいくつかの欠陥をなくすることができる。

【0030】

ビルド材料を平坦化した後で(ステップ430)、計算処理装置(図2の110)は、所望の三次元物体の作成が完了したかどうかを判定する(ステップ440)。計算処理装置(図2の110)が、所望の三次元物体の作成が完了しておらず、また所望の三次元物体を完成するためにさらに格納構造とビルド材料を形成しなければならないと判定した場合(ステップ440のNO)、計算処理装置は、ステップ400で固体自由形状製造システム(図1の100)を再び始動させる。しかしながら、計算処理装置が、三次元物体の作成が完了したと判定した場合(ステップ440のYES)、固体自由形状製造システム(図1の100)は、さらに、ビルド材料を成長させる(ステップ450)。前述のように、次の量のビルド材料を支持するために作成プロセス中にビルド材料を十分に凝固させるだけでよいので、材料供給完了時にビルド材料(図7(B)の107)のさらなる成長を必要とすることがある。ビルド材料(ステップ450)のさらなる成長は、電磁放射線、UV放射線、熱、または付着されたときにビルド材料中にある化学薬剤によって活性化される化学物質を含むがこれらに限定されない任意の数の硬化手段によって行われてもよい。

10

【0031】

硬化後に、格納材料を所望の三次元物体から取り除くことができる(ステップ460)。格納材料を取り除くために使用されるプロセスは、使用される材料によって変更することができる。格納材料とビルド材料が両方もろろからなる場合、ビルドろろは、格納ろろよりも高い融点を有することができる。この例示的な実施形態によれば、格納材料と所望の三次元物体の両方の複合構造は、格納材料ろろの融点よりも高いがビルド材料ろろの融点よりも低い温度に加熱された溶液中に浸されてもよい。溶液からの熱によって、格納材料ろろが所望の三次元物体から溶け出すことができる。同様に、ビルド材料が放射線の露光によって硬化する硬化可能な材料であり、格納材料がろろの場合、格納ろろは、動作温度を格納材料の融点とビルド材料の融点との間に維持する必要なしに、加熱されビルド材料から融けて流出する。

20

【0032】

代替として、ビルド材料と格納材料を、溶剤の反応と逆の脆弱性を示すように選択することができる。例えば、ビルド材料が無極性材料の場合に格納材料は極性材料でよい。この例示的な実施形態において、最終的な複合構造をビルド材料だけを残す極性溶媒に浸して極性格納材料を溶かしてもよい。

30

【0033】

さらに他の実施形態において、所定の波長の放射線を受けたときにビルド材料は硬化してよいが、格納材料は硬化しない。それぞれの量のビルド材料が付着された後、次のビルド材料を付着させる前に放射線にさらされてもよい。硬化した材料が、硬化していない状態の同一材料とある程度の相互作用を示す限り、最終的な複合構造は、異なる硬さ特性を有することになる。次に、適切な物理的または化学的手段によって2つの構成要素を分離することができる。

【0034】

さらにもう1つの実施形態において、2つの材料は、互いにそれらの不混和性により選択されてもよい。完成した三次元物体は、位相幾何学的に逆の部分を含まない限り、固着していないので周囲支持材料から手で分離することができる。

40

【0035】

以上の方法は、高精度ディスペンサまたは低精度ディスペンサとして選択的に動作することができる単一材料ディスペンサの状況で説明したが、本方法は、任意の数の材料ディスペンサを有する固体自由形状製造装置で実施することができ、少なくとも1つのディスペンサは低精度ディスペンサとして動作することができ、少なくとも1つのディスペンサは高精度ディスペンサとして動作することができる。

【0036】

50

### 代替実施形態

図8に示した1つの代替の実施形態によれば、所望の三次元物体内に空隙または多孔質網を作成することが望ましいかまたはコスト効果が高い場合がある。空隙(820)は、重量または組立てコストを減少させ、あるいは他の問題に対処するために望ましい場合がある。所望の三次元物体内に空隙を作成するために、この例示的な方法によれば、物体ビルド材料(図9の107)を供給する前に連続物体形成境界(109)内により小さい中空の格納構造(800)を作成することによって、所望の三次元物体内に1つまたは複数の空隙(820)を構築する。図8に示したように、主な格納構造(113)の連続物体形成境界(109)と類似の固体外側壁を有するより小さい中空の格納構造(800)が形成される。この例示的な実施形態によれば、より小さい中空の格納構造(800)は、

10

#### 【0037】

図9は、主格納構造(113)とより小さい中空の格納構造(800)とを含む格納構造の断面図である。図9に示したように、空隙(820)が形成されるとき、ビルド材料(107)を供給する前により小さい中空の格納構造(800)を形成することが望ましい。格納構造(113)によって形成された格納周辺凹部(500)内でビルド材料(107)が流動するとき、より小さい中空の格納構造(800)は、ビルド材料(107)が所望の空隙(820)に入るのを妨げる。

#### 【0038】

20

図10に示したように、空隙(820)を所望の三次元物体内に形成した後で、次の構造材料を、空隙(820)の縁にある液滴が空隙の縁より部分的にはみ出し、空隙を徐々に塞ぐように付着してもよい。次のビルド材料(107)が、格納構造(113)によって形成された格納周辺凹部(図8の500)内に付着されたとき、構造材料は、形成された空隙(820)にビルド材料が入るのを妨げる。所望の三次元物体内に空隙を形成するこの機能は、より少ない材料で作製することによってコスト削減を可能にするだけでなく、ハニカム形空隙などのいくつかの構造空隙を作成することを可能にする。

#### 【0039】

図11は、この固体自由形状製造方法のさらに他の実施形態を示す。図11に示した例示的な実施形態によれば、固体自由形状製造方法は、最初に、格納構造の形成(ステップ1100)と物体ビルド材料の供給(ステップ1110)を同時に行うことができる。この方法により、高精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサによって格納構造(113)の連続物体形成境界(図8の109)を形成することができ、同時に低精度ディスペンサとして動作する材料ディスペンサがビルド材料を供給する。バルクの物体ビルド材料(107)がある程度低い粘性および/または高い表面張力を有する場合は、格納構造(図8の113)によって画定された格納周辺凹部(図8の500)の全体に広がり充填するのに多少時間がかかる場合がある。この例示的な実施形態によれば、格納構造(図8の113)と物体ビルド材料(図9の107)は、物体ビルド材料(107)が結合するまでに格納構造が十分に凝固される限り同時に供給されてもよい。格納構造と物体ビルド材料を供給した後で、ビルド材料は、さらなるビルド操作を支援するために十分に凝固されてもよい(ステップ420)。ビルド材料は、また、任意の過剰なビルド材料を除去するために平坦化される(ステップ430)。ビルド材料を凝固させ平坦化した後で、計算処理装置は、構造操作が完了したかどうかを判定することができる(ステップ440)。実行するさらに他のビルド操作がある場合(ステップ440のNO)、固体自由形状製造装置(図1の100)は、再び格納構造とビルド材料を供給し始める。しかしながら、計算処理装置が、構造操作が完了したと判定した場合は、固体自由形状製造機器(図1の100)が格納材料を除去し(ステップ1120)、さらにビルド材料を成長させる(ステップ1130)ことができる。図11に示したように、格納材料を除去するために使用されるプロセスが、所望の三次元物体を破損させることなく格納材料を除去するのに十分に適切な場合、格納材料の除去は、所望の三次元物体の最終的な硬化と成長の前に行われ

30

40

50

てもよい。

【0040】

結論として、この自由形状製造システムおよび方法は、複数の高精度ディスペンサの必要性を低くすることによって固体自由形状製造コストを有効に削減する。より具体的には、このシステムおよび方法は、高精度ディスペンサとして動作することができる材料ディスペンサを使用して格納構造の境界領域を選択的に付着させ、同時に低精度ディスペンサとして動作する同じ材料ディスペンサを使用して残りの格納構造を付着させかつビルド材料を付着させることができる。また、このシステムおよび方法は、低精度ディスペンサによって付着される疎構造配列構成を可能にし所望の三次元物体を作成するために必要な支持材料の量を減少させることによって、作成される物体のコストを削減する。また、疎構造配列を形成することによって、材料の量の削減による構造材料を除去する難しさが低下する。さらに、このシステムおよび方法によって、次の凝固プロセスの前にビルド材料が流動可能な液体状態のままであることができるようにすることによって部分欠陥が減少する。

10

【0041】

以上の説明は、単に本発明の例示的な実施形態を示し説明するために示された。この説明は、網羅的なものではなく、あるいは本発明を開示した厳密な形態に限定するものではない。以上の教示を鑑みて多くの変更と変形が可能である。本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によって定義される。

【図面の簡単な説明】

20

【0042】

【図1】本システムおよび方法の例示的な実施形態を実施するために使用することができる固体自由形状製造システムの斜視図である。

【図2】1つの例示的な実施形態による固体自由形状製造システムの構成要素を示す概略図である。

【図3】さらに他の例示的な実施形態による固体自由形状製造システムの構成要素を示す概略図である。

【図4】1つの例示的な実施形態による固体自由形状製造により所望の三次元物体を形成する方法を示すフローチャートである。

【図5A】例示的な実施形態による代替の格納構造と物体ビルド材料を示す、図1の固体自由形状製造システムのビルド格納器の平面図である。

30

【図5B】例示的な実施形態による代替の格納構造と物体ビルド材料を示す、図1の固体自由形状製造システムのビルド格納器の上面図である。

【図6】(A)1つの例示的な実施形態による格納構造内の物体ビルド材料の塗布を示す図1の固体自由形状製造システムのビルド格納器の側面図である。(B)時間が経過した後の図6(A)のビルド格納器の側面図である。

【図7】(A)もう1つの例示的な実施形態による格納構造内の複数位置の物体ビルド材料の塗布を示す固体自由形状製造システムのもう1つのビルド格納器の側面図である。(B)時間が経過した後の図7(A)のビルド格納器の側面図である。

【図8】1つの例示的な実施形態による格納構造材料に物体ビルド材料が散在された状態の格納(ビルド)材料を示す図1の固体自由形状製造システムのビルド格納器の平面図である。

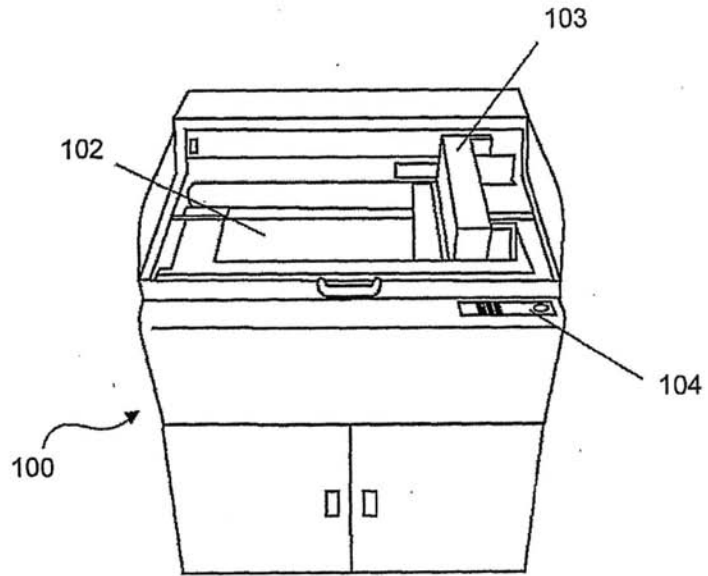
40

【図9】1つの例示的な実施形態により空隙が中に形成された格納構造と物体ビルド材料を示す固体自由形状製造システムのビルド格納器側面図である。

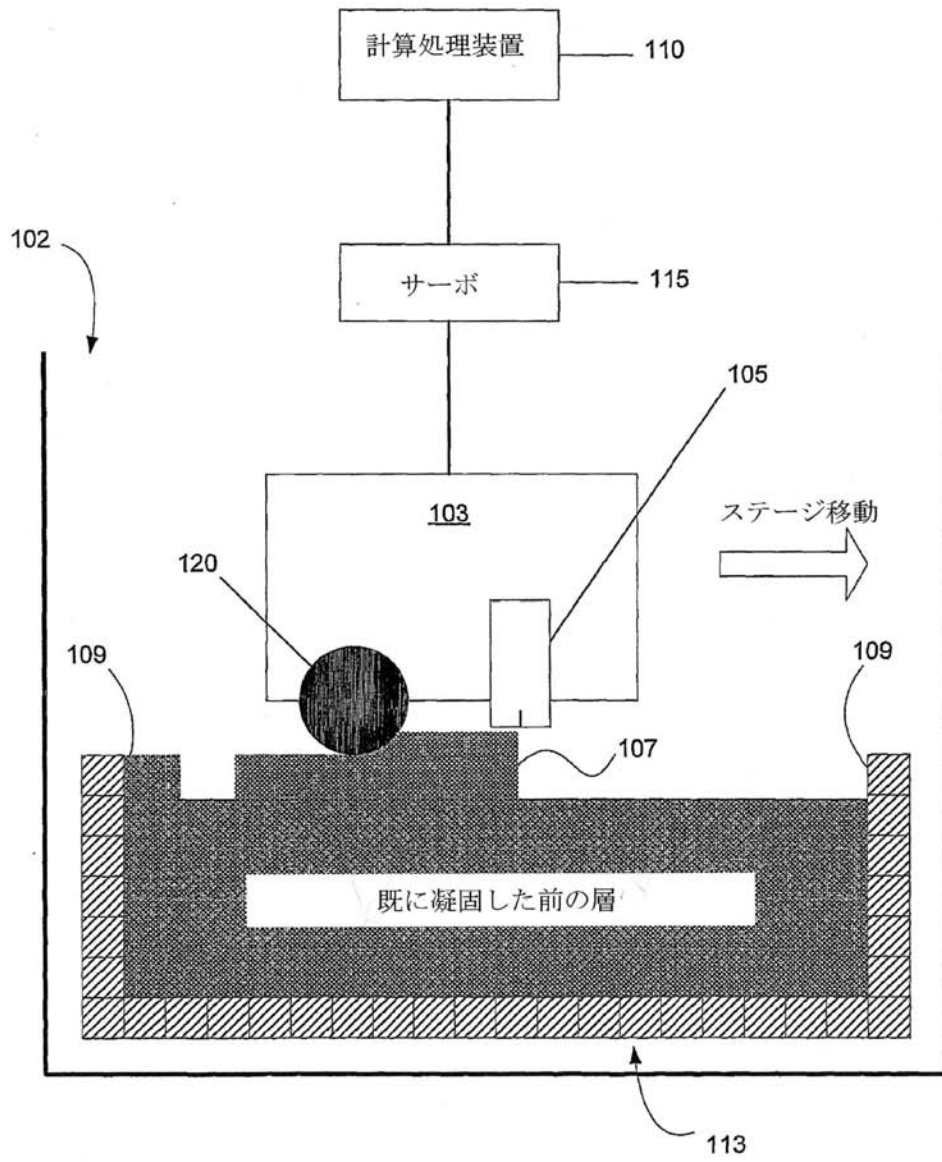
【図10】1つの例示的な実施形態により空隙が相互接続された格納構造と物体ビルド材料を示す固体自由形状製造システムのビルド格納器の側面図である。

【図11】代替の実施形態による固体自由形状製造方法を示すフローチャートである。

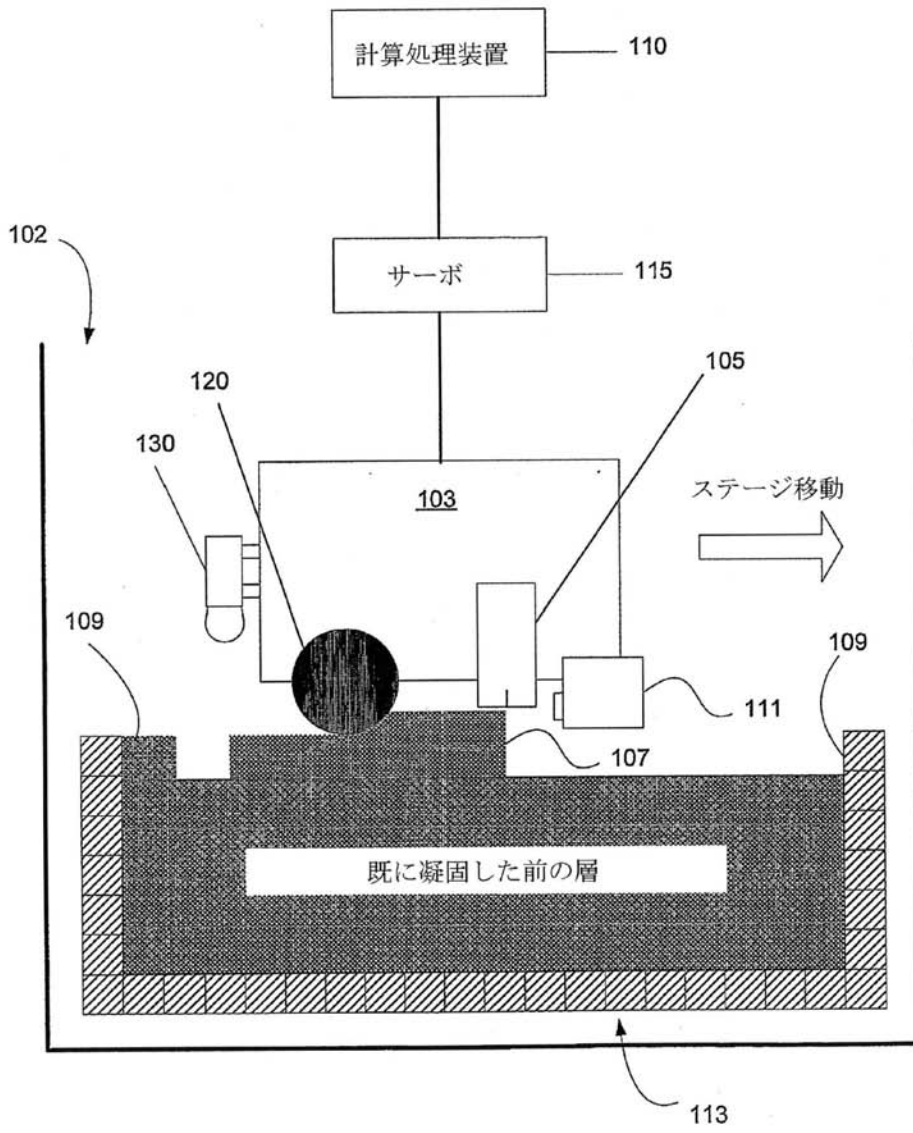
【図1】



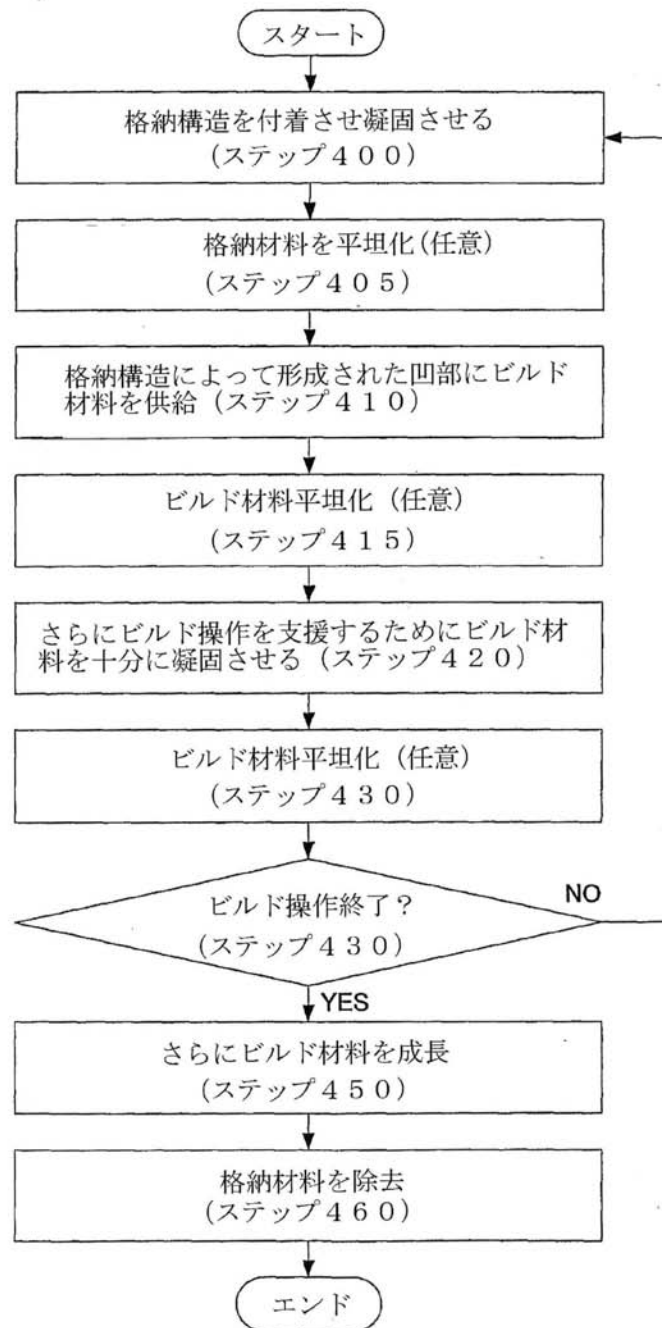
【図2】



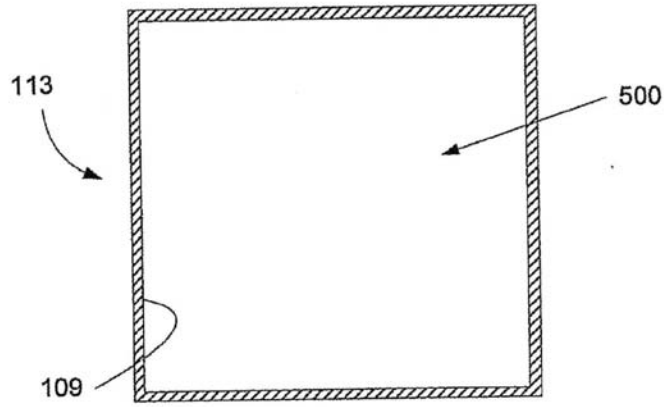
【図3】



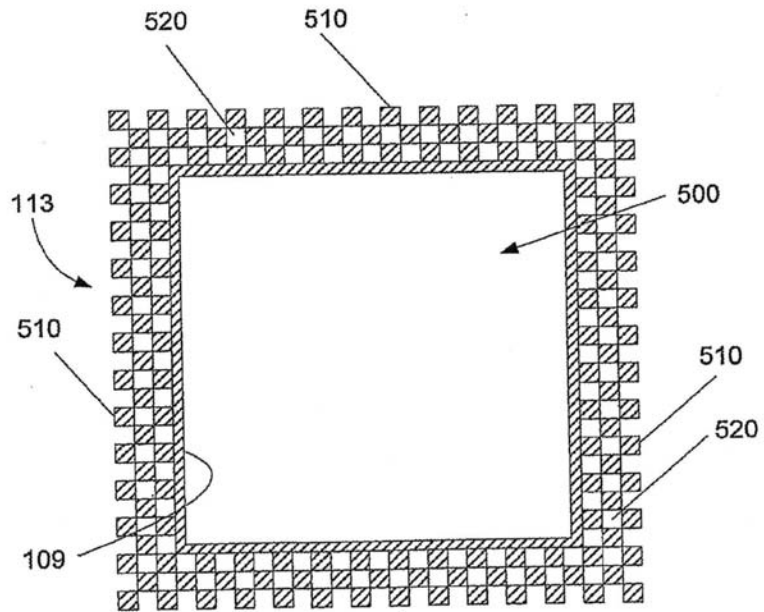
【図4】



【図 5 A】

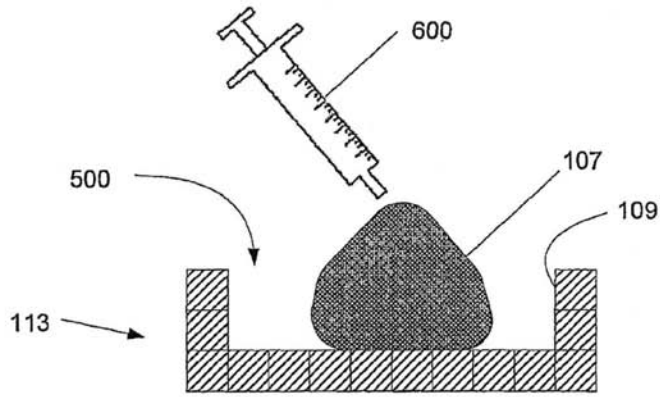


【図 5 B】

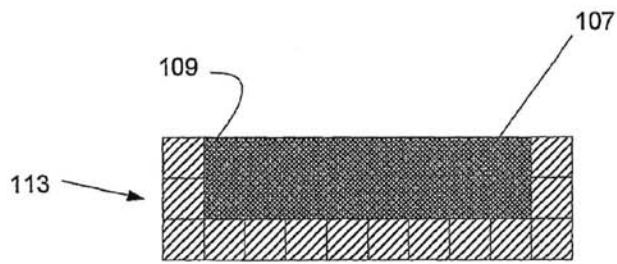




【 図 6 】

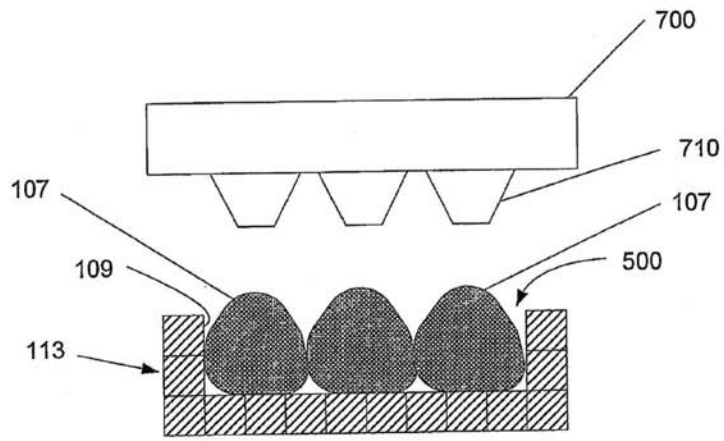


(A)

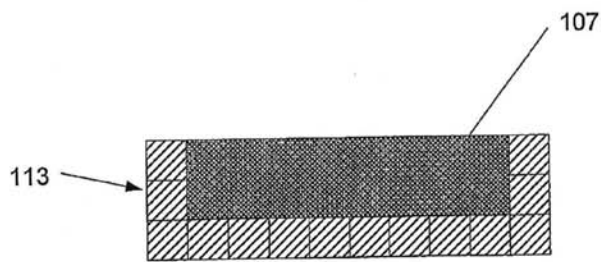


(B)

【図7】

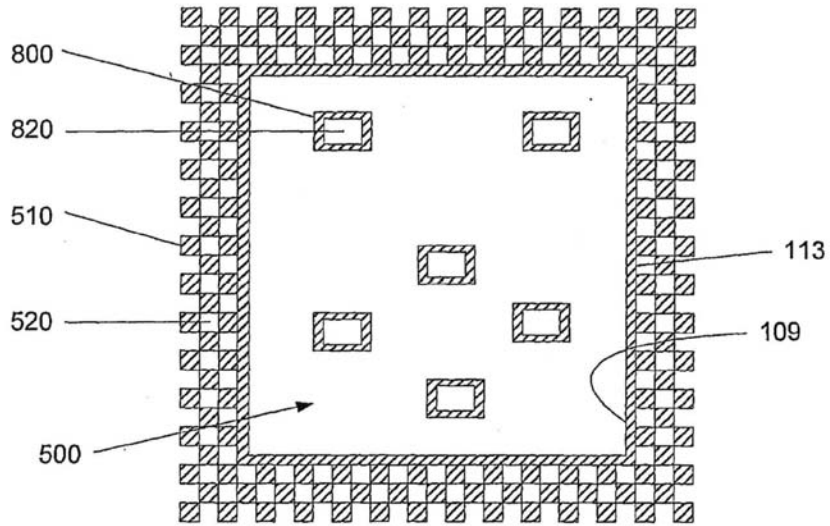


(A)

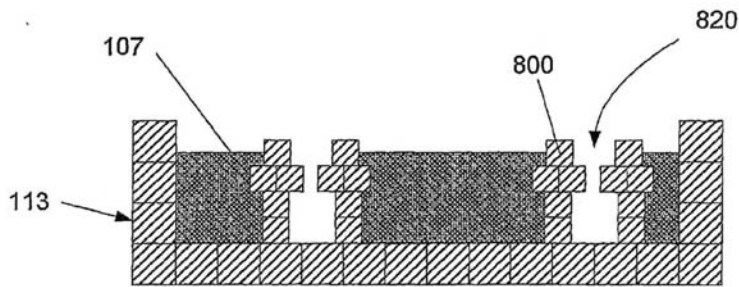


(B)

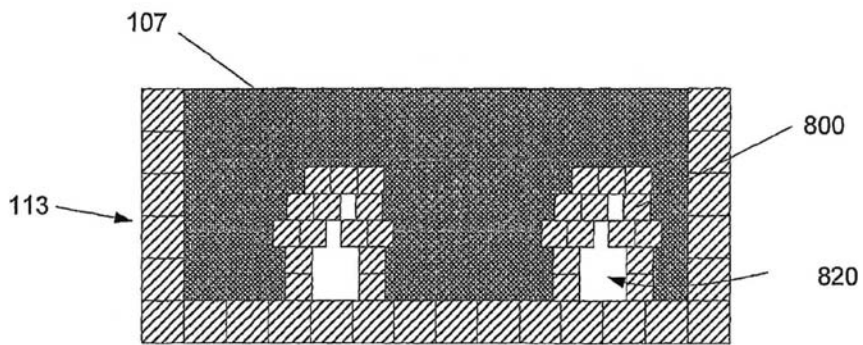
【 図 8 】



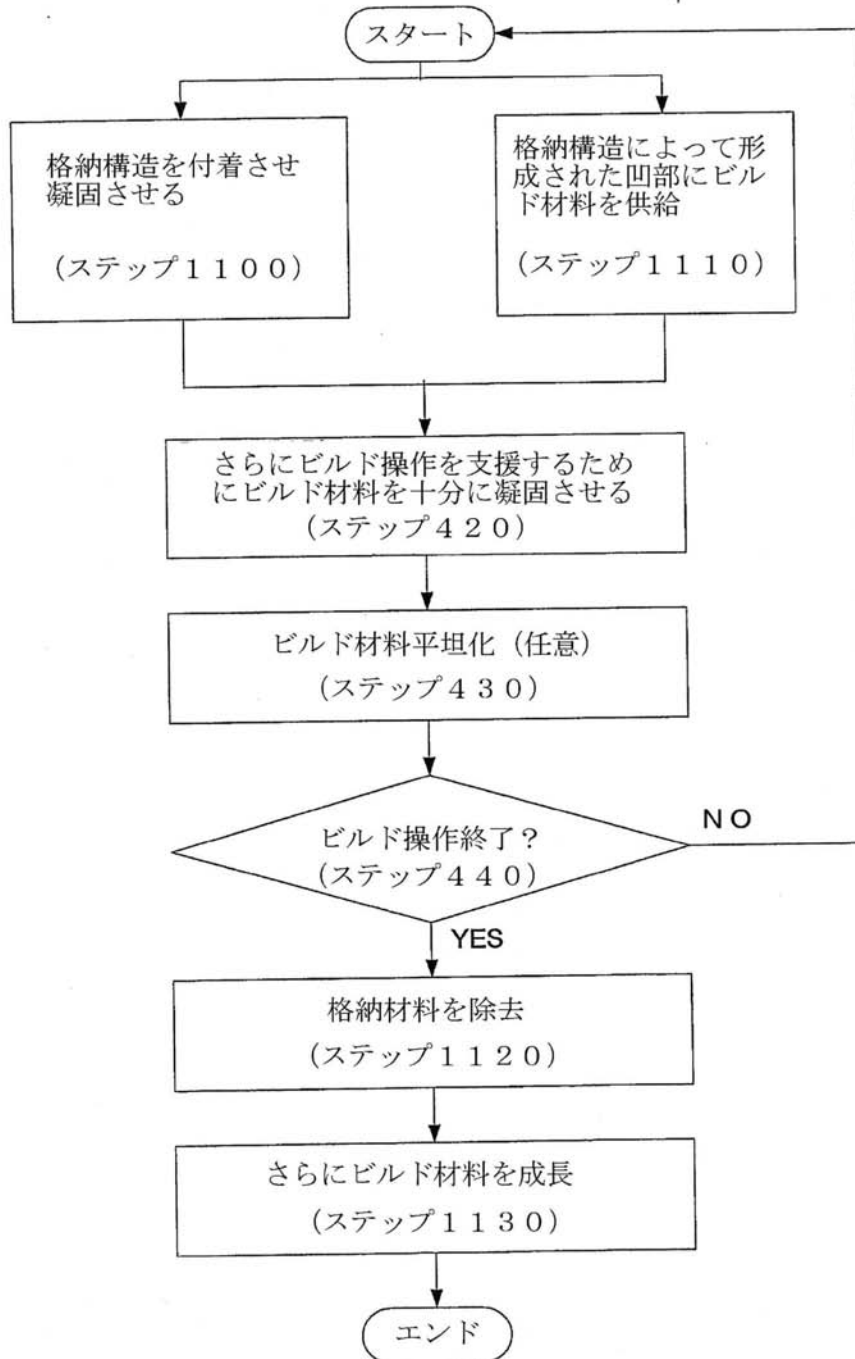
【 図 9 】



【 図 10 】



【図11】



## フロントページの続き

- (72)発明者 クルズ - ユリーベ トニー  
アメリカ合衆国 オレゴン 97330 コーヴァリス ノースウェスト マリゴールド プレー  
ス 2766
- (72)発明者 コリンズ デヴィッド シー .  
アメリカ合衆国 オレゴン 97370 フィロマス キャンベラ 581
- (72)発明者 ニールセン ジェフェリー アレン  
アメリカ合衆国 オレゴン 97330 コーヴァリス ノースウェスト キャロウェイ ドライ  
ヴ 789

審査官 谷口 耕之助

- (56)参考文献 国際公開第03/016031(WO, A1)  
特開平06-143438(JP, A)  
独国特許出願公開第19903436(DE, A1)  
米国特許出願公開第2002/0094401(US, A1)  
特開平09-286058(JP, A)  
特開平02-095830(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B29C 67/00