

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4348040号
(P4348040)

(45) 発行日 平成21年10月21日(2009.10.21)

(24) 登録日 平成21年7月24日(2009.7.24)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 9 C 67/00 (2006.01)

B 2 9 C 67/00

B 2 2 C 7/00 (2006.01)

B 2 2 C 7/00 1 1 2 B

B 2 2 C 7/00 1 1 3

請求項の数 23 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2001-529924 (P2001-529924)
 (86) (22) 出願日 平成12年10月9日(2000.10.9)
 (65) 公表番号 特表2003-511272 (P2003-511272A)
 (43) 公表日 平成15年3月25日(2003.3.25)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2000/009892
 (87) 国際公開番号 W02001/026885
 (87) 国際公開日 平成13年4月19日(2001.4.19)
 審査請求日 平成16年11月9日(2004.11.9)
 (31) 優先権主張番号 199 48 591.7
 (32) 優先日 平成11年10月8日(1999.10.8)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 502124709
 ゲネリス ゲーエムベーハー
 ドイツ国 8 6 1 6 7 アウグスブルク
 アム ミトラレーレン モース 1 5
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (72) 発明者 エデラー、 インゴ
 ドイツ国 8 6 9 2 6 プフロイムドルフ
 グライフェンベルガー シュトラッセ
 6
 (72) 発明者 ヘヒスマン、 ライナー
 ドイツ国 8 6 6 8 2 ゲンデルキンゲン
 シュロスシュトラッセ 1 6

審査官 川端 康之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 迅速プロトタイプ製造方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

構造体製造のための、構築材料の層を複数回順次に付着させる製造プロセスによる迅速プロトタイプ製造方法であり、後の構築材料の各層を構築材料の隣接先行層の頂表面上に付着し、構築材料は所定の密度を有するとともに、各層に対し液滴の形態でプロセス領域の選択されたサブ領域中へ選択的に付着させて付着中に固化を開始させ、その後、液体状態を有する支持流体を、選択されたそのサブ領域に隣接した前記プロセス領域の残余サブ領域に充填し、ここで支持流体は、構築材料の密度に少なくとも等しい密度を持つよう選択され、および製造プロセスの全体にわたりその液体状態を保つよう選択され、および、その後に続く層の構築材料をそこに付着させる前に構築材料の頂表面が支持流体で濡らされないように、次の各先行層の残余サブ領域は実質的に前記各隣接先行層の構築材料の頂表面まで支持流体が充填される迅速プロトタイプ製造方法。

【請求項 2】

構造体製造のための、構築材料の層を複数回順次に付着させる製造プロセスによる迅速プロトタイプ製造方法であり、後の構築材料の各層を構築材料の隣接先行層の頂表面に付着し、構築材料は所定密度を有すると共にプロセス領域の選択サブ領域中へ液滴の形態で各層につき選択付着させて付着に際し固化を開始させ、その後に液体状態を有する支持流体を選択サブ領域に隣接する前記プロセス領域の残余サブ領域に充填する、構築材料の密度に少なくとも等しい密度を有する支持流体が選択されると共に製造プロセスの全体にわたりその液体状態を維持するよう選択し、隣接各先行層の残余サブ領域には前記各隣接先

行層の構築材料の頂表面まで実質的に支持流体を充填した後、次の層の構築材料をそこに付着し、構築材料を支持液に含有される化学反応剤との反応により固化する液体樹脂材料より選択することを特徴とする、迅速プロトタイプ製造方法。

【請求項 3】

支持流体を残余サブ領域に流入させることにより、隣接先行層の残余サブ領域に支持流体が充填される、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

支持流体を隣接先行層の残余サブ領域に、隣接先行層が貯槽中へ下降することによる液体レベルを有する支持流体の貯槽から流入させる、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

液体レベルを貯槽のオーバーフローにより一定に維持する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

層のための構築材料の付着が、後に続く層の一部分を支持する支持構造体を形成することを含む、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

隣接した後の構築材料の層の支持用のプラットフォーム上に、一定間隔で支持構造体を形成するように、構築材料の最下層をプラットフォームに付着させることにより製造プロセスを開始する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記後に続く層の一部分が、前記後に続く層の上の層から吊り下げられることを意図した吊り下げ部分の先端である、請求項 6 または 7 に記載の方法。

【請求項 9】

構築材料の後に続く層は、隣接先行層の構築材料の頂表面の一部から隣接先行層の残余サブ領域の部分にわたって延びる構築材料の拡張部分を含むことを意図し、さらに拡張部分は、前記頂表面の部分からの構築材料の付着で開始して、隣接先行層の残余サブ領域に充填された支持流体上への、意図する拡張部分に沿った構築材料の付着の進行により形成する、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 10】

構築材料の後に続く層は、隣接先行層の構築材料の頂表面の一部から隣接先行層の残余サブ領域の部分にわたって延びる構築材料の拡張部分を含むことを意図し、および構築材料の拡張部分は、隣接先行層の残余サブ領域に充填された支持流体への構築材料の付着で開始し、前記頂表面の部分へ向かっての意図する拡張部分に沿った構築材料の付着の進行により形成する、請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の方法。

【請求項 11】

後に続く層は残余サブ領域の陥凹部分を包囲する包囲壁部を含むことを意図し、包囲壁部は構築材料の付着により形成されると共に、開口部により支持流体を陥凹部分に流入させる、請求項 2 ～ 10 のいずれかに記載の方法。

【請求項 12】

先行層の頂表面を、支持流体が先行層の残余サブ領域に充填される前に、水平面で広がるよう平準化させる、請求項 1 ～ 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

支持流体が $150 \sim 400 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲の粘度を有する、請求項 1 ～ 12 のいずれかに記載の方法。

【請求項 14】

支持流体が、この支持流体の表面張力を減少させる添加物を含む、請求項 1 ～ 13 のいずれかに記載の方法。

【請求項 15】

支持流体の密度が構築材料の密度よりも高い、請求項 1 ～ 14 のいずれかに記載の方法。

【請求項 16】

支持流体の密度が、構築材料の密度と比較して1.01～2倍高い、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

支持流体の密度が、構築材料の密度と比較して1.05～1.5倍高い、請求項15に記載の方法。

【請求項18】

支持流体がグリセリン溶液である、請求項1～17のいずれかに記載の方法。

【請求項19】

グリセリン溶液が、85重量%の量のグリセリン、および添加物としてプロピレングリコール-1, 2-プロパンジオールまたはポリソルベート20を含有する水溶液である、請求項18に記載の方法。

10

【請求項20】

構築材料が、130℃以下の温度の熔融状態にて20 mPa・s以下の粘度を有する、ワックス材料もしくは熱可塑性材料から選択される可融性材料である、請求項1に記載の方法、または請求項2に従属しない請求項3～19のいずれかに記載の方法。

【請求項21】

構築材料が、付着に際し構築材料をとりまく化学反応雰囲気に含まれる化学反応剤との反応により固化する液体樹脂材料より選択される、請求項1～19のいずれかに記載の方法。

【請求項22】

20

構築材料が熱硬化性樹脂材料より選択され、付着に際し熱硬化によりその固化を開始させるために構築材料が加熱される、請求項1に記載の方法、または請求項2に従属しない請求項3～19のいずれかに記載の方法。

【請求項23】

上方向に開口する支持液容器(5)と支持液容器(5)内にて段階的に垂直運動するよう駆動される基部(1)と、付着された構築材料とは独立して支持液の液体レベルを一定に維持する手段と、容器を横断して水平移動可能な構築材料の各層の頂表面を平準化するための平準化用具と、容器を横断して水平移動可能なプログラム制御された構築材料の施工のためのドロップオンデマンド施用装置(2)とを備える、請求項1～22のいずれかに記載の方法を実施するための迅速プロトタイプ製造装置。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、沈着技術(迅速プロトタイプ製造方法)による構造体、特に鋳型もしくは注型コアの製造方法、並びにこの方法を実施するのに適する迅速プロトタイプ製造装置に関するものである。

【0002】

迅速プロトタイプ製造方法を用いれば、CADプログラムにより発生した構造体の幾何学的データに直接基づく構造体を単一の製造技術を用いて製造することができる。すなわち、製造プロセスにつき特定の装着されない箇所にて使用するのに適すると共に、特異的に熟練していない人によっても操作に適する迅速プロトタイプ製造装置を構築しうると考えられる。たとえば、それぞれ私的個人および家庭作業所につき装置を提供しうると考えられる。これにつき1つの前提は、一方では簡単な設計を有する極めて多数の安価な装置を提供することができ、他方では不正確な取扱いの場合にも安全上の危険性を伴わない技術を使用することである。

40

【0003】

迅速プロトタイプ製造方法には2種の異なる群の方法が存在し、たとえば全表面に沈着される材料が選択的に結合されるもの(選択的結合)および材料が発射時点から選択的に沈着されると共に結合されるもの(選択的施用)である。

【0004】

ステレオリトグラフィーおよび選択的レーザー焼結(SLS)が選択的結合方法(すなわ

50

ち第1群の方法)の例である。ステレオリトグラフィーにおいては、液体フォトリソ樹脂の層を沈着させると共に回転式レーザー光線によりエネルギーを選択供給することにより選択硬化させる(たとえばEP-0 171 069号、参照)。SLS法(WO 88/02677号)においては、焼結材料の層を施すと共に選択的に部分溶融させ、次いで回転式レーザー光線によりエネルギーを選択供給して互いに結合させる。上記プロセスのそれぞれを層毎に反復して三次元構造体を形成させる。後に続く各先行各層の固化および未固化部分により支持する。

【0005】

しかしながら、ステレオリトグラフィーおよびSLS法の両者は家庭作業所に使用するには適していない。使用されるレーザー技術は一方では高価過ぎ、他方では熟練していない作業者が使用するには危険過ぎる。さらに、ステレオリトグラフィーに使用されるポリマー樹脂は環境に対するその重大な作用に鑑み家庭作業所での使用には適さない。

10

【0006】

選択的結合の異なる手法はレーザー技術およびフォトリソを必要としない。EP-0 431 924 B1号の方法によれば、特定材料の層を沈着させる。結合材料の選択的沈着により、特定材料の層は選択領域にて互いに結合され、すなわち予め先のプロセスサイクルにて直接的に作成された層に結合させる。このプロセスを数回反復する。最後の工程にて、結合材料により濡らされずに保たれ(従って結合されない)微粒子材料を除去する。結合材料は、印刷技術にて知られたドロップオンデマンド(drop-on-demand)のプリントヘッドにより低コストで沈着させることができる。

20

【0007】

しかしながら、この方法では生成した表面の達成する精度は低い。何故なら、沈着した結合材料が未制御で微粒子材料に部分的に展延するからである。さらに、微粒子材料の各層を沈着させるには極めて複雑な装置が必要とされる。すなわちこの技術は家庭作業所で使用するための装置には適さない。

【0008】

選択的沈着の方法(すなわち第2群の迅速プロトタイプ製造方法)がWO 95/05943号から公知である。構築材料をドロップオンデマンド・プリントヘッドによりプロセス領域の選択サブ領域に選択的に沈着させる。残余のサブ領域には、同じくドロップオンデマンド・プリントヘッドにより支持材料として溶融ワックスを充填する。後に続く各層を隣接先行層に、その固化を生ぜしめた後にのみ沈着させる。このプロセスを、構造体が完結するまで層毎に反復する。

30

【0009】

しかしながら、ワックスまたは樹脂材料など同様な支持材料は、材料特異性の表面張力に基づき、極めて小寸法の液滴でのみドロップオンデマンド・プリントヘッドにより施すことができる。従って層毎の支持構造体の大きい容積を充填するワックス液滴の沈着は極めて複雑であると共に、大型モデルにつき数日間という製造時間をもたらさう。

【0010】

これら長い製造時間を回避するには、ドロップオンデマンド技術によりワックスを表面上へ滴下しても支持材料がもはや形成されず、微粒子材料または充填材料をドクターナイフなどにより展延させて形成される。

40

【0011】

本発明の目的は、一方ではコストおよび複雑性に関し並びに他方では安全性の面に関し家庭作業所でも使用するのに適する迅速プロトタイプ製造方法および迅速プロトタイプ製造装置を提供することにある。

【0012】

製造プロセスに際し幾つかの層の支持された突出および片持ち部分を、これら突出もしくは片持ち部分を形成するための後に続く層の構築部分を沈着させうる支持表面を与えるべく、隣接先行層に支持材料を設ける要求が存在する。本発明は、この目的につき固化支持材料を使用する必要があるという知見に基づく。驚いたことに、本発明の迅速プロトタイ

50

ブ製造方法のための支持材料として液体でさえ、これら液体が沈着構築材料の密度に等しい或いは若干高い密度を持てば効果的かつ好適であることが突き止められた。

【0013】

本発明は、構築材料の各層を複数回順次に沈着させる製造プロセスにより構造体を製造するための迅速プロトタイプ製造方法に向けられる。後に続く構築材料の各層は隣接先行層の構築材料の頂表面に沈着される。構築材料は所定密度を有すると共にプロセス領域の選択サブ領域に液滴の形態で液体状態にて各層に選択的に沈着され、沈着に際し固化を開始させる。沈着の後、液体状態を有する支持流体をプロセス領域の選択サブ領域に隣接する残余サブ領域に充填させる。

【0014】

本発明の第一の側面において、支持流体は固化した際の構築材料の密度に少なくとも等しい密度を有するよう選択されると共に、生産プロセス全体にわたりその液体状態を保つよう選択され、次の各先行層の残余サブ領域には支持流体を実質的に前記次の各先行層の構築材料の頂表面まで埋めて、構築材料の頂表面が支持流体で濡らされないようにした後、層の構築材料を沈着させる。

【0015】

頂表面を濡らすことなく次の各先行層の残余サブ領域を充填するという前提を行うことが提案され、これは構築材料の後の層の間に存在すれば分離物質として効果的である支持液が使用されることにより後の層が互いに接着するのを防止するからである。

【0016】

しかしながら幾つかの例において、支持液が沈着構築材料の固化および後の各層の相互接着を支援するよう選択すれば、支持液により濡らされた頂表面を有することも有利である。

【0017】

従って本発明の第二の側面においては、構築材料の密度に少なくとも等しい密度を有するよう支持流体を選択すると共に製造プロセス全体にわたり液体状態を保つよう選択され、次の各先行層の残余サブ領域には前記次の各先行層の構築材料の実質的に頂表面まで支持流体で埋めて頂表面が支持流体で濡らされるようにした後、後に続く層の構築材料をそこに沈着させ、構築材料は支持液に含有される化学反応剤との反応により固化する液体樹脂材料より選択される。

【0018】

構築材料を支持流体に含有される化学反応剤との反応により固化する液体樹脂材料より選択すれば、化学反応は遅くとも各層の沈着構築材料が支持液と横方向に接触する際に、支持液がこの層の残余サブ領域に充填される時点で開始する。この場合、先行層の頂表面がさらに支持液により構築材料の沈着前に濡らされることは重要でなく、従ってこの方法は後に続く層の構築材料の沈着前に頂表面を支持液で濡らすことなく本発明の第一の側面により行うことができる。しかしながら、頂表面を濡らすことは、さらに先行層の頂表面と後に続く層の底部表面との間の隣接層における構築材料の架橋を促進し、従って本発明の第二の側面により作業すると共に先行層の残余サブ領域を充填して、実際に頂表面の濡らすことを達成するという追加利点をも有しうる。頂表面を濡らすことはさらに、支持液と構築材料との間の移行部にて表面張力作用を補うべく残余サブ領域を充填した後、支持液の液体表面とできるだけ同一面に揃えて、選択サブ領域における構築材料の頂表面を得るのに好適である。

【0019】

本発明の両面において、先行層の頂表面および支持液の液体レベルをできるだけ互いに同一面に揃えさせることが望ましい。残余サブ領域における支持液へ構築材料の液滴を沈着させる際液滴は支持液中へ小程度まで浸入することにより、先行層の構築材料および先行層の残余サブ領域における支持液に沈着した後に続く層の構築材料を頂表面にて僅かに重なり合わせる。これは、隣接層の間の一種の圧痕をもたらし、これはこの方法にて製造される構造体の安定性につき好適である。

10

20

30

40

50

【0020】

後の層のこれら僅かの重なり合いは、ドロップオンデマンド施用装置のプログラム制御を計算して考慮することができ、構造体の最上層の各計算により補うことができる。

【0021】

選択的施用の方法が本発明により使用されるので、たとえば選択移動レーザーのような装置、およびたとえば安全性の理由から家庭作業所で使用するには適さないフォトポリマーのような材料を用いる必要がない。

【0022】

固体材料もしくはバルク材料の代わりに液体を支持材料として使用するので、支持材料を取扱うのに必要とされる装置の複雑性も顕著に減少する。これは、簡単な設計かつ家庭作業所に適するよう安価である装置を使用することを可能にする。

10

【0023】

さらに支持材料として液体を使用することにより、支持材料からの構造体の分離も相当に単純化される。

【0024】

後に続く層を沈着させる前、隣接先行層の残余サブ領域には支持液を充填する。これは施用装置により上方から、たとえば支持液が残余サブ領域中へ流入する施用パイプにより行うことができる。好ましくは、製造プロセスは構造体がプラットフォーム上に形成される容器を使用して行われる。支持液は容器中へ、容器内の支持流体の液体レベルが先行層の頂表面のレベルまで上昇するよう供給することができる。他の場合、容器は支持液の貯槽を内蔵することもでき、先行層を貯槽まで下降させることにより支持液を残余サブ領域中へその液体レベルが実質的に先行層の頂表面と同一面に揃うまで流入させる。先行層を下降させる代わりに、容器を先行層に対し相対的に上昇させることもできる。先行層を支持液により完全に浸漬させると共に先行層をその後に層の頂表面および支持液の表面が実質的に互いに同一面に揃うまで上昇させ、その後に層の上側を拭い或いは平準化装置により掻き取ることもできる。これは先行層における構築材料の頂表面を再び後に続く層の沈着前に濡れなくすることさえできるが、頂表面は事前に支持液中へ浸漬される。過剰の支持液を拭い取ることにより、支持液の貯槽における液体レベルを一定に維持することができる。好適であると思われる他の例においては、貯槽の液体レベルを容器の各オーバーフローナイフにより一定に維持する。

20

30

【0025】

支持材料として支持液を使用する場合、これは構造体の選択的かつ高精度の形成を最終的に可能にする構造体の個々の層を形成する際に選択される特定順序である。この構築材料を沈着させる各工程においては、構築材料を既に沈着されると共に先行層の少なくとも部分固化した構築材料に沈着させ、或いは構築材料を現在の沈着サイクルにて既に沈着した構築材料に横方向に沈着するような順序で沈着させ、従って構築材料は現在の層の既に沈着した構築材料に横方向に沈着する。

【0026】

液体支持材料とは別に何ら支持構造体をさらに設けないことも可能である。しかしながら、追加支持構造体を設けることもでき、これらは構造部品の製造の際およびそれと一緒に構築材料から製造される。構造体を形成させる製造プロセスが完了した後、構築材料のこれら支持構造体を除去する。この種類の支持構造体は特に層における長いオーバーハング部分が一時的に追加支持構造体により一時的に支持される箇所にて、構造部分の安定性を増大させることができる。従って本発明の好適具体例において層のための構築材料の沈着は後に続く層の一部分を支持する支持構造体の形成を含む。

40

【0027】

特に基部上に直接製造される構造部分の第1層は、単に個々の間隙を介したピン形状の支持構造体よりなるよう製造して、後に続く次の層を支持することができる。かくして全表面層を基部上に直接形成させることが回避され、さもなければ構造体を基部から分離する際に困難をもたらしうる。

50

【0028】

後に続く層の選択サブ領域が隣接先行層の頂表面に接続されずに、先行層の残余サブ領域における支持液にアイランドとして沈着すべき場合は、支持構造体の形成を用いて支持液における前記「スイミング」部分のドリフトを回避すると共に、層を支持液中へ下降させて層の残余サブ領域を充填する際にこの部分のスイミングを回避することもできる。後に続く層におけるこの種の部分は、前記後に続く層の上方で層から吊り下げさせることを意図した吊り下げ部分の先端とすることができる。

【0029】

構築材料の後に続く層が隣接先行層における構築材料の頂表面の一部分から隣接先行層の残余サブ領域の部分にわたり延びる構築材料の拡張部分を含むことを意図する場合、拡張部分は頂表面の前記部分からの構築材料の沈着と共に出発して、意図した存在部分から隣接先行層の残余サブ領域中へ充填される支持流体への意図する拡張部分に沿った構築材料の沈着と共に進行させて形成することができる。代案として構築材料の拡張部分は、隣接先行層の残余サブ領域中へ充填された支持流体への構築材料の沈着から出発すると共に頂表面の前記部分の方向への意図した拡張部分に沿った構築材料の沈着で進行させることにより形成される。この代案は、支持液に沈着される構築材料のこれら部分の固化に際し収縮が少なくとも部分的に局部的収縮となって、全層の歪みをもたらさないのが好適である。

10

【0030】

同じ収縮メカニズムは、一般に構築材料の後に続く滴下が沈着に際し次の先行滴下に直ちに結びつかず単一の滴下がまず最初に「アイランド」として沈着して、これらの間の中間部を埋めることにより後に続く段階で互いに接続されるよう構築材料の層が形成されなければ用いることもできる。

20

【0031】

構築材料の壁部により包囲される層の陥凹部分には、上方からのその適用により支持液で充填することができ、或いはその外部の残余サブ領域を充填すれば、包囲壁部にわたる支持液のオーバーフローにより充填することもできる。しかしながら、好ましくは包囲壁部は各沈着プログラムにより制御される構築材料の沈着により形成され、開口部が支持液を陥凹部分に流入させうる。

【0032】

後に続く層を先行層の構築材料の頂表面に沈着させる前に、先行層の頂表面を連続かつ整列した水平面となるよう平準化することが好ましい。頂表面を平準化することにより、不規則性を補うと共に頂表面のレベルを各層の所望高さに応じて修正することができる。平準化は、構築材料が熱にかけられると溶融および流出する種類のものであれば平準化用ブレードおよび／または熱照射によってさえ行うことができる。

30

【0033】

支持液の密度は、構築材料の密度と比較して少なくとも等しい。しかしながら、支持液は構築材料よりも高い密度を有することが好ましい。広範囲の粘性のうち、種々の粘性を支持液につき用いることができる。しかしながら、好ましくは支持液は $150 \sim 400 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の粘性範囲の粘度を有する。このようにして、支持液は一方では構築材料に対し十分な支持を与えるが、他方では合理的時間内に流動することにより所望形状に達するのに十分な柔軟性を有する。さらに構築材料の液滴は支持液への滴下に際し運動エネルギーに基づいて支持液中へ沈降せず、支持液における沈着液滴のドリフトに合理的程度まで抗する。

40

【0034】

本発明によれば特に支持液貯槽を用いる方法において、支持液は構築材料の密度よりも極く僅か高い密度、好ましくは $1.01 \sim 2$ 倍高い、さらに好ましくは $1.05 \sim 1.5$ 倍高い密度を有することが好ましい。このようにして、一方では支持液に沈着した構築材料をこれにより支持するが、他方では容器における支持液に浸漬された構造体は何ら実質的浮力を受けず、構造体に対し作用する顕著な力を生ぜしめて構造体に対し損傷を生ぜしめ

50

ることがないよう達成される。

【0035】

好ましくは支持液としてはグリセリン溶液が使用されるが、他の液体組成物も使用しうることが当業者には了解されよう。さらに、支持液はその表面張力を減少させる添加剤を含有することもできる。これは、支持液の液体レベルを各層の頂表面とできるだけ整列させるのに好適である。グリセリン溶液を使用する場合、水溶液は、グリセリンを添加剤として85重量%およびプロピレングリコール-1, 2-プロパンジオールもしくはポリソルベートを含有するよう選択することができる。

【0036】

本発明によれば、ドロップーオンーデマンド技術による選択的施用に適する構築材料を構築材料として使用すべきである。適する構築材料はたとえばワックス材料もしくは熱可塑性材料のような可融性材料であって、130℃以下の温度の溶融状態にて20 mPa・s以下の粘度を有し、この状態でドロップーオンーデマンド技術により沈着させるべく使用することができる。これら可融性構築材料の固化は冷却により達せられる。他の場合、沈着に際し構築材料を包囲する化学反応雰囲気中含有される化学反応剤との反応により固化する液体油脂材料より構築材料を選択し、および／または上記のように支持液自身に含有させる。構築材料は、適する液体状態で滴下されると共に熱（輻射熱）にかけて熱硬化により固化する熱硬化性樹脂材料より選択することもできる。

【0037】

さらに、好ましくは加熱された平準化装置を使用する。これは支持液が平準化装置に沈着する傾向を減少させる。すなわち、沈着した支持液の一層平滑な表面を達成することができる。

【0038】

本発明によれば、選択的施用は製造すべき構造体の各層における幾何学的断面に対応したサブ領域での施用として理解される。ワックスを沈着させる移動式投入装置の制御は、たとえばCADファイルの形態で与えられる構造体の幾何学的データに基づいて行われる。

【0039】

好ましくは、構造体の各層は0.05～1mmの厚さを有するよう製造される。この範囲内の層厚さを選択することにより、製造精度と達成しうる製造速度との間に最適妥協が達成される。さらに0.05mm未満の厚さを有する各層に支持液を沈着させれば、平準化装置の配置および支持液の諸性質に関する要件が表面張力の作用に基づき増大してコストを増大させる。

【0040】

好ましくは構造体の各層の厚さは、製造すべき各層の複雑性および／または幾何学の変化程度に応じて層毎に変化する。たとえば幾つかの後に続く層の形状が同一であれば、層厚さの増大は精度の損失なしに製造時間を短縮する。

【0041】

装置に関し本発明は、頂部で開口する支持液容器と、支持液容器内で段階的に垂直移動するよう駆動される基部と、各層の所望厚さに応じてプログラムされる各工程と、沈着構築材料の量とは独立して液体レベルを一定に維持する手段と、容器を横切って水平面にて移動しうるプログラム制御のドロップーオンーデマンド施用装置と容器を横切って水平移動しうる平準化用具とを備えた迅速プロトタイプ製造装置を提供することに上記問題を解決する。

【0042】

本発明による迅速プロトタイプ製造装置の変種は、特定の支持液施用装置を含まない。この場合、構造体への支持液の施用および事前サイクルに際し製造された層における陥凹の充填は、構造体が支持液容器に含有される支持液によって完全に覆われるまで支持液の貯槽に基部もしくはプラットフォームを下降させ、その後これを再び上昇させて行われる。

【0043】

本発明による迅速プロトタイプ製造装置の他の変種は代案として或いは付加的に支持液施用装置を備え、これにより支持液を沈着させて部分の全表面を覆うことができる。

【0044】

支持液施用装置は、二次元にて移動しうる個々のノズルまたは二次元ノズル配列となるよう形成することができる。他の場合、支持液施用装置はノズルのラインを含む水平移動自在な棒を備え、この棒中へ平準化装置を一体化させる。

【0045】

好ましくは支持液施用装置はレベル認識システム（すなわち感知メカニズム）を備え、これにより最後のサイクルに際し製造された層の残余サブ領域における支持液表面の現在のレベルを検出することができる。適する制御装置により、支持液施用装置はその方法で決定された数値に基づき制御することができる。

10

【0046】

本発明による装置の全ゆる変種につきも平準化装置を加熱自在にすることが好ましい。これは支持液が平準化装置に沈着する傾向を減少させる。すなわち支持液沈着の一層平滑な表面を達成することができる。

【0047】

本発明によれば、支持液の表面を平滑にしながら最後のサイクルに際し製造される層の表面における凹凸部が同時に機械的に除去される（すなわち、いわゆるZ-修正が行われる）よう平準化装置を形成することができる。この目的で、平準化装置はたとえば鋭利な刃となるよう形成することができる。これは、一層高度の構造体の精度が達成されるという利点を有する。

20

【0048】

しかしながら、平準化装置は最後のサイクルに際し製造された層の表面における凹凸部が除去されないが支持液の表面を平準化手段により拭って平滑化させる際に耐えられるよう形成することもできる。これは、たとえばゴム縁部を備える平準化装置（ワイパ）を用いて達成することができる。この種の具体例を用いて、構造体の個々の層における高さの不規則性を平準化させることも事実である。しかしながら、不規則性は多数の層を製造する際に統計的に平準化されるので、構造体における精度の劣化はしばしば許容範囲を越えない。材料が機械的に除去されないので、構造体は平準化装置により損傷されないよう防止される。本発明により使用される構築材料に関し、この危険性は特に高い。

30

【0049】

本発明によればドロップオンデマンド施用装置として、任意適する装置を作用させることができる。好ましくは、圧電システムを用いるプリントヘッドが用いられる。多数のノズルを備える装置も使用することができる。特に圧電式ハドル技術を用いるプリントヘッドが好適である。圧電パドル技術は圧電式屈曲コンバータの使用として理解すべきであり、これはその一端部で固定されると共にその他の突出端部に隣接してノズル開口部を位置せしめ、この開口部を介し圧電式屈曲コンバータは流体をパドル移動により放出する。

【0050】

本発明による方法および装置は家庭作業所にて使用するのに特に適している。しかしながら、本発明による方法および装置の使用は家庭作業所のみに限定されない。

40

【0051】

本発明の実施例を図面を参照して以下説明する。

【0052】

本発明の実施例による迅速プロトタイプ製造装置の設計は図3から明らかである。この装置は、頂部にて開口すると共に配置とされると支持液で充填される。基部1の上方にはドロップオンデマンド施用装置が設けられこれは水平面にて移動自在である。さらに、平準化装置4をも設け、これは基部上方にて水平方向に移動自在である。

【0053】

図3による迅速プロトタイプ製造装置の基本的機能は図1a～1gから明らかである。これは本発明による方法の実施例に対応する。以下、図1a～1gから明瞭な個々の工程に

50

つき説明する。

【0054】

図1 aから明らかなように基部1は支持液容器5に含有された支持液から最初に突出し、支持液はその後に使用される構築材料よりも若干高い密度を有する。ドロップオンデマンド施用装置2を移動させると共に構築材料を選択的に沈着させることにより、構造体の第1層を基部1上に形成させる。ここで構造体のこの第1層は固体の間隙を介した支持構造ピンのみで構成される。

【0055】

図1 bから明らかなように、構造体の第1層が設けられる基部1は、構造体の層が支持液により完全に覆われるまで支持液の浴中へ下降される。

10

【0056】

その後、基部1を構造体の層の上側まで上昇させると共に、支持液の表面を図1 cから明らかなように整列させる。次いで構造体の層の上側を加熱平準化装置4により拭って、構造体の層および支持液の各上側から平滑表面を形成させる。このようにして構造体の層における陥凹は支持液により完全に埋められる。

【0057】

図1 dから明らかなように、次いで構造体の更なる層が整列表面にて製造され、これはドロップオンデマンド施用装置2を水平面で移動させると共に構築材料を選択的に沈着させることにより上記のように形成される。かくしてもはや固体支持構造体は形成されず、実際の構造体の構造がプロセス領域の選択サブ領域に形成される。構造体の層を形成させる構築材料の適用は次の工程を含む：第1工程にて構築材料を事前の層の表面におけるサブ領域に沈着させ、このサブ領域は構築材料の固体構造体により形成される。沈着した構築材料を事前の層の構築材料に結合させ、従って支持液に浮遊しえない。次いで構築材料を事前の層における表面の残余サブ領域に沈着させ、この残余サブ領域は支持液により形成される。しかしながら、更なる構築材料のみが残余サブ領域に沈着され、これは構築材料が現在の層に既に事前に沈着されているようなサブ領域に直接隣接する。支持液と接触する前記更なる構築材料は次いで同時に既に沈着された構築材料と接触して、そこに結合される。かくして支持液の移動に基づく更なる構築材料の浮遊除去が防止される。このようにして更なる構築材料は、構造体の層が完結するまで既に沈着した層の部分に横方向に沈着する。

20

30

【0058】

図1 b～1 dから明らかな各工程を、構造体の全層が完結するまで反復する（図1 eに示す）。

【0059】

図1 fから明らかなように、完成構造体を含む基部を支持液を含有する支持液容器5から移動させて、支持液を構造部分に滴下させることができる。

【0060】

図1 gから明らかなように、構造体に設けられた固体支持構造体を次いで機械的に除去して所望生産物を仕上げる。

40

【0061】

図1 a～1 gに示した製造サイクルは、基部1が各工程におけるリセプタクル5内の支持液の貯槽中へ下降させるよう行うこともでき、構築材料の頂表面が支持液に濡らされずに後続く層が沈着するようにする。構築材料の層における陥凹には、この陥凹を包囲する壁部における各開口部をプログラム制御形成させることにより支持液で充填し、従って支持液は層を支持液中へ浸漬させる際に陥凹中へオーバーフローすることができる。

【0062】

本発明の更なる実施例による迅速プロトタイプ製造装置の設計は図4から明らかである。この装置は頂部で開口すると共に支持液で充填される支持液容器5を備え、この容器5においては垂直移動自在な基部1が配置される。基部1の上方にはドロップオンデマンド施用装置2を設け、水平面で移動自在にする。支持液施用装置3は水平棒31を備え、

50

これは基部 1 の上方で水平移動自在であるノズル 3 2 のラインを備える。加熱自在な平準化装置 4 を棒 3 1 に一体化させる。

【0063】

図 4 による迅速プロトタイプ製造装置の基本的機能は図 2 a ~ 2 g から明らかである。これは本発明による方法の実施例に対応する。以下、図 2 a ~ 2 g から明らかな本発明による方法の個々の工程を説明する：

【0064】

図 2 a から明らかなように、基部 1 が先ず最初に支持液容器 5 に含有された支持液から突出し、支持液はその後に使用される構築材料よりも若干高い密度を有する。ドロップーオンーデマンド施用装置 2 を移動させると共に構築材料を選択的に沈着させることにより、構造体の第 1 層が基部 1 上に形成される。ここで、構造体のこの第 1 層は固体支持構造体のみで構成される。

10

【0065】

図 2 b から明らかなように構造体の第 1 層を含む基部 1 を、含有される支持液の表面および構造体の上側が単一平面を形成するまで、支持液容器 5 中へ下降させる。

【0066】

次いで図 2 c から明らかなようにノズル 3 2 のラインを含む棒 3 1 を基部 1 の上方で移動させ、同時に支持液を構造部分に沈着させる。同時に、棒 3 1 に一体化された平準化装置 4 を構造部分の層の上側を横切って引き下ろされ、支持液が層における陥凹に圧入されるようにし、これら陥凹は支持液により完全に充填されると共に平滑表面が構造体の層の上側および支持液の表面から形成される。

20

【0067】

図 2 d ~ 2 g から明らかな工程は図 1 d ~ 1 g に関連して上記した各工程に対応する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 a ~ 1 g は本発明による方法の好適実施例における個々の工程を図示する。

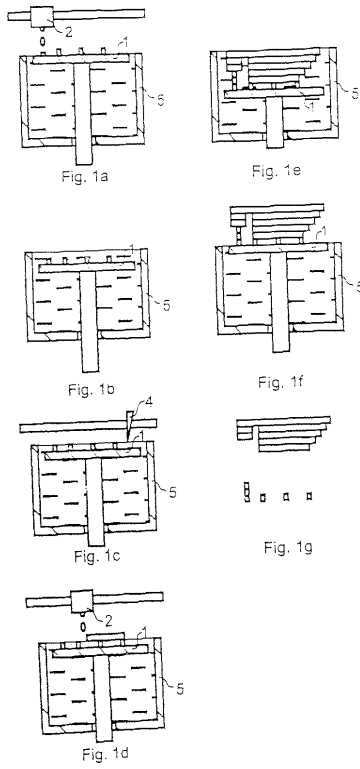
【図 2】 図 2 a ~ 2 g は本発明による方法の他の好適実施例における個々の工程を図示しする。

【図 3】 図 3 は、図 1 a ~ 1 g による方法を実施するのに適する本発明による装置の実施例の略図である。

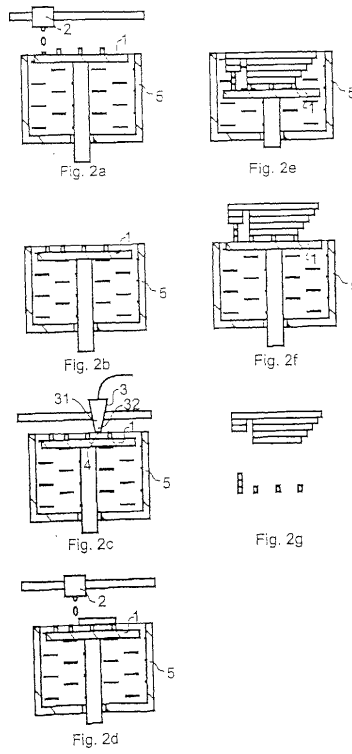
30

【図 4】 図 4 は、図 2 a ~ 2 g によるプロセスを実施するのに適する本発明による装置の他の実施例の略図である。

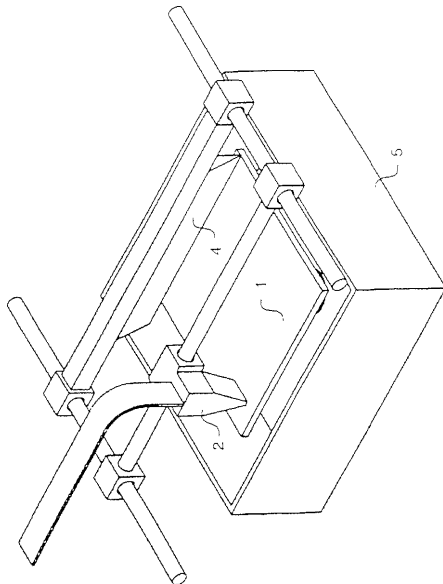
【図 1】



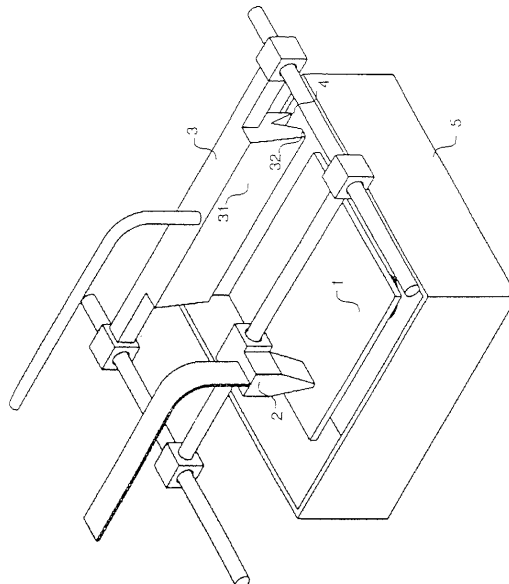
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許第5 2 1 6 6 1 6 (US, A)
国際公開第9 7 / 3 2 6 7 1 (WO, A 1)
国際公開第9 5 / 0 5 9 4 3 (WO, A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 67/00