

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-523177

(P2005-523177A)

(43) 公表日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int.Cl.⁷

B29C 67/00

F 1

B 2 9 C 67/00

テーマコード(参考)

4 F 2 1 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-585953 (P2003-585953)
 (86) (22) 出願日 平成15年4月4日 (2003.4.4)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年10月13日 (2004.10.13)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2003/010220
 (87) 國際公開番号 WO2003/089218
 (87) 國際公開日 平成15年10月30日 (2003.10.30)
 (31) 優先権主張番号 60/373,186
 (32) 優先日 平成14年4月17日 (2002.4.17)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

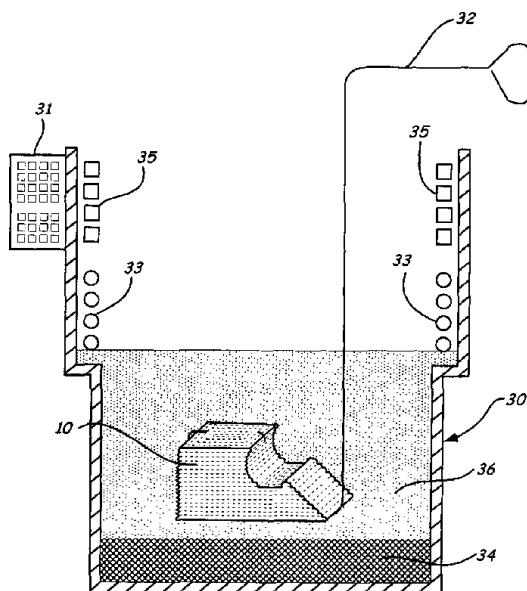
(71) 出願人 504382578
 ストラッタシス、 インコーポレイテッド
 アメリカ合衆国 ミネソタ 55344-
 2020, エデン プレイリー, マー-
 ティン ドライブ 14950
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (74) 代理人 100062409
 弁理士 安村 高明
 (74) 代理人 100113413
 弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】層状積層モデリングのための平滑化方法

(57) 【要約】

ポリマー材料または蠅材料から、層状製造迅速プロトタイピング技術を使用して構築された物体の表面を平滑化するための方法が、開示される。物体は、構築された後、気化器などで気化した溶媒に、物体表面をリフローイングするのに十分な露出時間にわたって晒される。溶媒は、その物質を過渡的に軟化させる能力に基づいて選択される。この溶媒は、物体を形成し、その後物体から蒸散する。物体は、溶媒から取り出されて乾燥され、平滑な完成部品が生産される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

3次元物体を作製するための方法であって、該方法は、以下：

層状製造迅速プロトタイピング技術を使用して、ポリマー・モデリング材料または蝋モデリング材料から物体を構築する工程；および

該モデリング材料を過渡的に軟化させる溶媒の蒸気に該物体を晒すことにより、物体表面を平滑化する工程、
を、包含する、方法。

【請求項 2】

前記層状製造技術が、溶着積層モデリングである、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 3】

前記モデリング材料が、熱可塑性樹脂である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記熱可塑性樹脂が、A B S、ポリカーボネート、ポリフェニルスルホン、ポリスルホン、
、ポリスチレン、ポリフェニレンエーテル、無定形ポリアミド、アクリル、ポリ(2-エチル-2-オキサゾリン)、およびこれらの混合物からなる群から選択される、少なくとも約 50 重量パーセントの無定形熱可塑性プラスチックを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記溶媒が、塩化メチレン、n-プロピルプロミド溶液、ペルクロロエチレン、トリクロロエチレンおよびヒドロフルオロカーボンの流体からなる群から選択される、請求項 4 に記載の方法。 20

【請求項 6】

前記モデリング材料が、熱可塑性プラスチック、ポリマー結合剤に分散する緑色金属、ポリマー結合剤に分散する緑色セラミック、および噴射蝋からなる群から選択される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記モデリング材料が、ガラス纖維入りナイロンである、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記物体が前記溶媒蒸気に晒される時間の長さを該溶媒蒸気の濃度の関数により選択する工程を、前記平滑化工程の前にさらに包含する、請求項 1 に記載の方法。 30

【請求項 9】

前記溶媒蒸気の濃度を低下させ、それにより前記選択された露出時間を延長させる工程をさらに包含する、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記物体表面の選択された部分を、該選択された部分の平滑化を阻害する物質でマスキングする工程を、前記物体表面を平滑化する工程より前にさらに包含する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記マスキング物質が、自動化プロセスを使用して適用される、請求項 10 に記載の方法。
。 40

【請求項 12】

前記自動化プロセスが、噴射プロセスである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記自動化プロセスが、溶着積層モデリングプロセスである、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、その外形に従って同定する工程をさらに包含する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、その曲率半径に従って同定する工程をさらに包含する、請求項 14 に記載の方法。 50

【請求項 1 6】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、保護されるべき表面エリアのデジタル表示を作製するソフトウェアアルゴリズムを使用して、同定する工程をさらに包含する、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記保護されるべき表面エリアを同定するデジタルデータが、.stl ファイル形式で保存される、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記物体表面の平滑化を望まない選択部分のデジタルマスクを、触覚型入力インターフェースを使用して作製する工程をさらに包含する、請求項 1 に記載の方法。 10

【請求項 1 9】

前記構築工程が、特定の物体特徴を逆歪みさせる工程を包含し、それにより該特徴が、前記平滑化工程後に所望の外形を得る、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 に記載の方法であって、該方法は、以下：

デジタル形式における初期物体表示を提供する工程であって、該初期物体表示が、表面外形を有する工程；および

該初期物体表示を修正し、該表面外形の特定の特徴を逆歪みさせ、改変物体表示を作製する工程、

を、包含する方法であって；

前記構築工程において構築された該物体が、該改変物体表示に従って規定される外形を有し；そして

前記平滑化工程後に到達した前記所望の外形が、該初期物体表示の外形とほぼ一致する

、

方法。

【請求項 2 1】

物体の表面の凹凸を、層状製造迅速プロトタイピング技術を用いて、モデリング材料から除去する方法であって、該方法は、該モデリング材料を過渡的に軟化させる溶媒の蒸気に該物体を晒すことにより、該物体の表面をリフローイングする工程を、包含する方法。

【請求項 2 2】

前記モデリング材料が、熱可塑性樹脂である、請求項 2 1 に記載の方法。 30

【請求項 2 3】

前記熱可塑性樹脂が、ABS、ポリカーボネート、ポリフェニルスルホン、ポリスルホン、ポリスチレン、ポリフェニレンエーテル、無定形ポリアミド、アクリル、ポリ(2-エチル-2-オキサゾリン)、およびこれらの混合物からなる群から選択される、少なくとも約 50 重量パーセントの無定形熱可塑性プラスチックを含む、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記溶媒が、塩化メチレン、n-プロピルブロミド溶液、ペルクロロエチレン、トリクロロエチレンおよびヒドロフルオロカーボンの流体からなる群から選択される、請求項 2 3 に記載の方法。 40

【請求項 2 5】

前記モデリング材料が、熱可塑性プラスチック、ポリマー結合剤に分散する緑色金属、ポリマー結合剤に分散する緑色セラミック、および噴射蠅からなる群から選択される、請求項 2 1 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記モデリング材料が、ガラス纖維入りナイロンである、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記物体表面の選択された部分を、該選択された部分の平滑化を阻害する物質でマスキングする工程を、前記表面をリフローイングする工程より前にさらに包含する、請求項 2 1 50

に記載の方法。

【請求項 28】

前記マスキング物質が、自動化プロセスを使用して適用される、請求項27に記載の方法。
。

【請求項 29】

前記自動化プロセスが、噴射プロセスである、請求項28に記載の方法。

【請求項 30】

前記自動化プロセスが、溶着積層モデリングプロセスである、請求項28に記載の方法。

【請求項 31】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、その外形に従って同定する工程をさ
らに包含する、請求項28に記載の方法。 10

【請求項 32】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、その曲率半径に従って同定する工程
をさらに包含する、請求項31に記載の方法。

【請求項 33】

前記物体表面のマスキングのための前記選択部分を、保護されるべき表面エリアのデジタル表示を作製するソフトウェアアルゴリズムを使用して、同定する工程をさらに包含する
、請求項28に記載の方法。

【請求項 34】

前記保護されるべき表面エリアを同定するデジタルデータが、.stlファイル形式で保
存される、請求項33に記載の方法。 20

【請求項 35】

前記物体表面の平滑化を望まない選択部分のデジタルマスクを、触覚型入力インターフェ
ースを使用して作製する工程をさらに包含する、請求項28に記載の方法。

【請求項 36】

3次元物体をマスクするための方法であって、該方法は、以下：

デジタル形式における初期物体表示を提供する工程であって、該初期物体表示が表面外
形を有する、工程；

該初期物体表示を改変し、該表面外形の特定の特徴を逆歪みを行い、改変物体表示を作製
する工程； 30

物体を、層状製造技術を使用して、該改変物体表示によって規定されるように、モデリ
ング材料から構築する工程；および

該物体の表面を蒸気平滑化して、完成物体を生産する工程であって、該完成物体が、該
最初の物体表示の外形とほぼ一致する表面外形を有する工程、
を、包含する方法。

【請求項 37】

前記表面外形の特徴を、逆歪みについて、その曲率半径に従って同定する工程をさらに含
む、請求項36に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、迅速プロトタイピングの分野に関し、特に、層状製造によって作製されたプロトタイプ物体における、表面の平滑性を達成する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

プロトタイプ物体の產生および試験は、広範な範囲の産業における新しい製品、新しい機械
および新しいプロセスの開発において、一般に使用される工程である。3次元プロトタイプを形成するための種々の層状製造方法が公知であり、これらは、プロトタイプ物体を、外形的コンピューター・モデルから、コンピューターの制御の下に、安価かつ迅速に產生する。これらの迅速プロトタイピング方法は、一般に、所望の物体（コンピューター利 50

用設計（C A D）のデジタル表示を、水平の層にスライス（すなわち、分割）し、次いで、材料の繰り返しの適用により、多重層の物体を構築する。例示的な迅速プロトタイピング技術としては、層状積層モデリングプロセス、選択的レーザー焼結プロセスおよびステレオリソグラフィープロセスが挙げられる。

【0003】

層状積層モデリングの1つの例は、Stratasys（登録商標）FDM（登録商標）モーデリングマシンによって行われる、溶着積層（fused deposition）モデリング技術である。溶着積層モデリングは、押し出しヘッドから、凝固可能なモデル材料を所定のパターンで、各物体層の特定の形状に対応するデザインデータに基づき、層に層を重ねて押し出すことにより、3次元物体を構築する。3次元物体を作製するための押し出しに基づく装置の例は、以下に記載される：米国特許第5,121,329号（Crump）、米国特許第5,340,433号（Crump）、米国特許第5,738,817号（Danforthら）、米国特許第5,764,521号（Batchelderら）および米国特許第6,022,207号（Dahlinら）（これらは全て、本発明の譲受人である、Stratasys, Inc.に譲渡される）。

【0004】

現行技術のStratasys（登録商標）FDM（登録商標）モーデリングマシンにおいて、モーデリング材料は、米国特許第5,121,329号に開示されるように、代表的に、供給側リールに巻かれた可撓性フィラメントとしてマシンに充填される。凝固における適切な結合で前の層に接着し、かつ、可撓性フィラメントとして供給され得る、凝固可能材料が、モーデリング材料として使用される。モーター駆動供給ローラーは、押し出しヘッドによって運ばれたフィラメントの束を、液化器へと進める。フィラメントは、液化器の内部で流動可能温度まで熱される。流動可能モーデリング材料は、液化器の端のノズルから出され、液化器から基底部へと積層する。ノズルから押し出された材料の流速は、フィラメントが押し出しヘッドへ進められる速度の関数である。コントローラーは、水平のx、y平面における押し出しヘッドの移動をコントロールし、垂直のz-方角への基底部の移動をコントロールし、そして供給ローラーがフィラメントを進める速度をコントロールする。これらの処理変数を同期させてコントロールすることにより、モーデリング材料は、「ビーズ」形状で、C A Dモデルから規定されたツールパスに沿って、層状に重なって置かれる。押し出される材料は、前に堆積していた材料に融合し、凝固して、C A Dモデルに似た3次元物体を形成する。

【0005】

現行技術の層状製造技術から產生された物体の表面は、その層状形成に起因して、粗い（すなわち、すじ状に凸凹している（striated））。曲面表面および角のある表面は、一般に、層状化によって生じる「階段状」の外観（その断面形態は、直角のふちの輪郭を有する）を有する。この階段状効果は、層の厚みが増すにつれ、より顕著になる。この階段形状は、物体の強度には影響を及ぼさないが、美観を損なう。

【0006】

層状製造技術により形成された物体の表面の凸凹はまた、構築プロセスにおけるエラーからも生じる。例えば、現行技術の溶着積層モーデリングシステムにおいて、エラーは、一貫性のない押し出し流速に一部起因して起こり得る。エラーは、ツールパスの開始点および終点、例えば「継ぎ目」（すなわち、閉環状ツールパスの開始点および終点）において、特に起こる。これらのエラーは、生じるモデルの形状における、所望でない不均一性をもたらす。

【0007】

3次元物体の迅速プロトタイピングは、プロトタイプ部品の产生を含むだけでなく、型の产生をも含み得る。迅速プロトタイピングを使用して作製された型の代表的な使用としては、米国特許第5,189,781号に記載のような注入モーデリングツール挿入物の作製のために使用された型の形成、ならびに米国特許第5,824,250号および米国特許第5,976,457号に記載のような焼結の前の緑色陶器のための一時的な型の形成

10

20

30

40

50

が挙げられる。

【0008】

現行技術は、層状製造により形成された物体を、手作業的に削るか、機械作業的に削るか、または摩擦することにより、過剰な材料を除去することを、教示する。布、紙やすりまたは溶液性の研磨剤で磨くことが、物体を平滑化する（すなわち磨く）現行の方法である。例えば、Hullらの米国特許第5,059,359号「Methods and Apparatus for Producing Three-dimensional Objects by Stereolithography」は、「紙やすりで磨くことにより平滑化して正しい大きさの部分を生産することについて完璧である」のようなプロトタイプを記載する。付加的なプロセス技術から作製される、手作業で仕上げるモデルの必要性は、米国特許第6,021,358号（平滑なモデルに到達するために、削減モデリング技術を利用する）にもまた記載される。層状製造プロトタイプ物体の产生後の、便利でかつ比較的高価でない方法の、迅速なプロトタイピングシステムの必要が、存在する。

10

【0009】

プラスチックの製造において使用される、以前に開発された技術は、プラスチック表面のリフローイング（reflowing）による平滑化のための化学物質の蒸気または液体を含み、これは、溶媒研磨と呼ばれる。溶媒研磨は、物品の適用または物品の製造において、平滑レベルおよび／もしくは高度光沢コーティング、または過度の処理をする必要のない表面を開発するため、プラスチック産業において、20年以上前に開発された。例えば、米国特許第3,437,727号は、電話をリサイクルする方法として、化学物質の蒸気を使用して電話会社に返却された電話を再仕上げする方法を開示する。

20

【0010】

物品の溶媒研磨について2つの標準的な方法が存在する。第1は、プラスチック物品の全体を、液体プラスチック溶媒の液槽に、一定時間（溶媒および関連するプラスチックの型に基づく）浸すことである。この方法は、溶媒をプラスチックの外層に浸透させ、それによって溶媒をリフローイングさせる。リフローイングは、プラスチック物品の外層を平滑にし、そして／または輝かせる。

20

【0011】

溶媒研磨の第2の方法は、プラスチック物品を蒸気溶媒へ晒すことである。米国特許第4,260,873号で示される携帯型気化器が、プラスチック物品を晒すために使用され得る。あるいは、米国特許第3,737,499号におけるように、物体は、蒸気溶媒で満たしたチャンバーの中に置かれ得る。気化チャンバーの利点は、その溶媒が含まれておりそしてリサイクルされ得ることにより、環境汚染の可能性を最小限にすることである。

30

【0012】

基質の表面を溶かすかあるいは可塑化するための熱い溶媒蒸気の使用は、回路ボード製造区域において、プリント基質の転写を容易にするために使用されている（例えば、米国特許第4,976,813号）。別の例は、米国特許第4,594,311号において開示され、ここで、溶媒蒸気は、プラスチック基質材料の非画像化エリア（プリントされたパターンをさらに増強し、かつパターンを表面により強力に固定するために、プリント回路ボードを保持する）を処理するために使用される。米国特許第5,045,141号において、基質（代表的には回路ボード）は、プリントされた回路の基質への転写を容易にするために、処理され得る。

40

【0013】

液体または蒸気を使用した溶媒研磨はまた、製造プロセスにおいて（特に塗装の前に）、脱脂工程または洗浄工程として、使用される。

【0014】

便利でかつ比較的高価でない、表面仕上げ技術のための迅速なプロトタイピングの必要にもかかわらず、本出願人は、層状製造迅速プロトタイピング技術（layered m

50

manufacturing rapid prototyping) によって形成された物体の平滑化のために溶媒研磨技術を使用するための先行技術において、なんら教示または示唆を見出さない。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0015】

(発明の簡単な説明)

本発明は、ポリマー材料または蠅材料から、層状製造迅速プロトタイピング技術を使用して構築された物体の表面を平滑化するための方法である。物体が構築された後、この物体は、物体表面のリフローイングに充分な露出時間、気化した溶媒に晒される。溶媒は、その物質を過渡的に軟化させる能力に基づいて選択される。この溶媒は、物体を形成し、その後物体から蒸散する。物体は、溶媒を除去されて乾燥され、滑らかな完成部品を產生する。必要に応じて、物体表面の一部は、物体を溶媒に晒す前にマスクされ得、それにより、物体の正確な詳細を保存し得る。あるいは、物体表面の一部は、物体を溶媒に晒す前にあらかじめ歪められ、それにより、上述の表面部分は、蒸気平滑化後に所望の外形 (geometry) を得る。

【0016】

(発明の詳細)

本発明の方法は、ポリマー材料または蠅材料から、層状製造迅速プロトタイピング技術を使用して構築された物体に関して使用され得る。例示的な層状製造技術は、米国特許第 5,121,329 号において開示されるタイプであり、この技術においては、押し出しヘッドが、所定の形の層に鋳型材料の「道」を積層し、そして材料は、固形モデルを形成する温度において粒状に凝固する。

【0017】

図 1 は、層状製造迅速プロトタイピング技術によって形成される、例示的な物体 10 を示す。物体 10 は、角のある表面 12、曲面表面 14、2 つの水平表面 16、および 3 つの垂直表面 18 を有する。別の実施形態において、物体は、プロトタイププラスチック注入成型部分を作製する際に使用される、鋳型ツールであり得る（例えば、「Layered Deposition Bridge Tooling」と題された国際出願番号 PCT/US03/____ (S. Crump and J. Hanson, 本明細書の出願までには出願され、本出願と同じ譲受人に譲渡される) に記載される）。物体 10 は、ポリマー材料または蠅材料から作製され、これらの材料はまた、フィルターおよび他の添加物ならびに分散型微粒子材料を含む。無定形熱可塑性プラスチックが、本発明における使用のために特に適している：例えば、ABS、ポリカーボネート、ポリフェニルスルホン、ポリスルホン、ポリスチレン、ポリフェニレンエーテル、無定形ポリアミド、アクリル、ポリ(2-エチル-2-オキサゾリン)、およびこれらの混合物。本発明はまた、他のポリマー材料および蠅材料（ガラス纖維入りナイロン、噴射蠅、焼結熱プラスチック粉末、およびポリマー結合剤に分散する緑色金属またはポリマー結合剤に分散する緑色セラミックを含む）と共に、有利に使用され得る。

【0018】

図 1 に示されるように、物体 10 は「未加工」であり、すなわち、プロセス後の平滑化を受けていない。本発明に従う蒸気平滑化の前は、表面 12 および表面 14 は、階段状効果を示す。表面 16 および表面 18 は、すじ状の凹凸および粗さを示す。

【0019】

物体 10 の表面を平滑化するために、物体 10 は、気化器 30 の中に置かれ、ここで、物体 10 は溶媒 34 の蒸気に晒される。これは、図 3 に図解される。適切な気化器は、Detrex Corp. (Southfield, Michigan) からのモデル VS-2000 のタイプであるが、当業者は、本発明を実行するために、多くの代替の気化器が使用され得ることを理解する。気化器 30 は、気化器の操作を制御するためのコントロールパネル 31、ならびに第 1 冷却コイルおよび第 2 冷却コイル（それぞれ 33 および 3

10

20

30

40

50

5)を有することが示される。

【0020】

溶媒34は、物体10を形成するモデリング材料と共に得るように選択される。適切な溶媒は、モデリング材料と反応し、物体表面において、材料を軟化させ、流動させる。この溶媒はまた、物体表面から蒸散し、物体をインタクトかつ傷のないままに残し得るべきである。広範な範囲の無定形熱可塑性プラスチック樹脂の使用のために好ましい溶媒は、塩化メチレンである。他の適切な溶媒（例えば、n-プロピルプロミド溶液（例えば、Abzol（登録商標））、ペルクロロエチレン、トリクロロエチレン、ヒドロフルオロカーボン液（Vertral（登録商標）の名で市販される））は、当業者に理解される。

10

【0021】

図3において図解されるように、気化器30は、溶媒34を蒸気ゾーン36へと煮沸し、冷却コイル33および35で封じ込める。物体10は、蒸気ゾーン36内に吊るされ、物体の周りに適合するように曲げられたワイヤー串32によって保持される。代替の保持手段（例えば、籠形状、網形状またはメッシュ形状）もまた、使用される。物体10は気化した溶媒34に晒され、気化した溶媒34を物体10の表面12、表面14、表面16および表面18に浸透させる。溶媒34の浸透は、物体表面でモデリング材料を軟化させ、従って、表面材料は、流動し得る。材料のリフローイングは、物体表面を平滑化する。

20

【0022】

物体10は、所望の表面仕上げが得られるまで、溶媒34の蒸気に晒され続ける。露出時間は、溶媒およびモデリング材料のタイプ、物体特徴の滑らかさ、および溶媒蒸気の濃度に基づいて選択される。露出時間は、物体上で凝結する溶媒蒸気を観察することによって測定され得るか、または式に従って前もって選択され得る。凝結は、物体表面の温度が、溶媒の沸点温度に達した時に止まる。これは、溶媒浸透が起こった指標である。塩化メチレンを溶媒34として使用し、無定形熱可塑性モデリング材料を、短い時間（代表的には、約0.1秒～5分間の露出時間）で軟化させそしてリフローイングさせる。物体の平滑化が、短い露光時間で起こると予測される場合、溶媒蒸気の濃度を減少させることが望ましいことがあり、この場合、従って、露出時間は延長され得る。より長い露出時間は、作業者により長時間の平滑化プロセスの観察を許容し、そして物体を溶媒蒸気から取り除く際のエラーの余地をより大きく許容する。

30

【0023】

露光時間が経過したら、物体10は蒸気ゾーン36から取り出され、そして乾かされる。好ましい実施形態において、物体10は、蒸気ゾーン36から取り出し後、数秒～数分で乾燥し、溶媒34は、物体10から蒸散する。その後、物体10は、粘着質でなく、柔らかいかまたは濡れているように扱われる。溶媒露出時間が長いか、または溶媒が高濃度である幾つかの場合において、物体10をオープン内で乾かし、残留溶媒があれば除去することが望ましいことがある。オープン乾燥は、溶媒の沸点温度より高い温度でなされるべきである。

40

【0024】

蒸気平滑化プロセスの後、表面12、表面14、表面16および表面18の階段状態は、有意に減少しているか、または消滅しているかのどちらかである。本発明の方法を用いて生じた物体の平滑化の程度は、露出時間、溶媒、モデリング材料、および物体の最初の状態に依存する。図2は、蒸気平滑化によって達成された物体10の、階段状態または粗さの有意な減少を図解する。

【0025】

必要に応じて、物体の選択された特徴（例えば、0.25インチより小さな特徴、薄い壁、凸面の端および凹面の端）は、上記の選択された部分の平滑化を阻害する物質でマスクされ得るか、または上記の選択された特徴の溶媒上記への露出が、妨害され得る。例えば、物体10の角をマスクし、角が丸くなるのを防ぐことが望ましい場合がある。同様に

50

、物体の凹表面は、マスクされて、周囲の材料の流れ込みを防ぎ得る。基質をマスクする適切な溶媒としては、ゴム、蠍、ペースト、接着剤またはマスキングテープなどの、プリントされた回路ボード製造において使用されるものが挙げられ、これらは、手動または自動で適用され得る。マスキングはまた、特徴をガスで取り囲むことによっても、達成され得る。

【0026】

マスキング基質の自動化適用は、例えば、当該分野で公知のように、層状積層プロセスにおける選択された物体特徴上へのマスキング材料の噴射によってなされ得る。マスキング基質はまた、溶着積層モデリングプロセス (Stratasys (登録商標) FDM (登録商標) モデリングマシンによって行われる) を使用した、マスキング材料の積層方法によって適用され得る。10

【0027】

自動化マスキング技術が使用される場合、マスクされるべき特徴は、保護されるべき表面エリアのデジタル表示を作製するソフトウェアアルゴリズムを使用して同定され得る。保護されるエリアは、CADシステム（グラフィックピクセルシステムまたはボクセル（Voxel）システム）を使用した.stlファイル外形などの物体のデジタル表示において同定され得る。あるいは、マスクされるべき表面エリアは、使用者によって、FreeFormTMシステム (Sensible Technologies, Inc. から入手可能) などの触覚型入力インターフェース (haptic input interface) を介して、同定され得る。触覚型入力システムは、平滑化を所望されないエリアのデジタルマスクを作製する。20

【0028】

マスキング技術の代替として、物体表面の外形は、蒸気平滑化に先んじてあらかじめ歪ませ得る。逆歪み (pre-distortion) は、ソフトウェアアルゴリズムを用いて物体のデジタル表示（例えば、.stlファイルとしての物体のCADモデルまたは物体のスライスされた表示）を修正することによって、達成される。逆歪みソフトウェアアルゴリズムを使用して、特徴の詳細は修正され得、それによって角および縁が過剰構築され、かつポケット部が削減構築され、その結果、蒸気平滑化後に、このような特徴は、およそ所望の外形を得る。より具体的には、代表的な逆歪みアルゴリズムは：（1）スライスの高さ（すなわち、層の厚み）より小さい曲率半径を有する外形的特徴を同定し；（2）正の曲率半径を有する特徴（例えば、角または縁）を同定するために、アルゴリズムは、このような特徴に置ける最初の物体表示を書き上げ；そして（3）負の曲率半径を有する外形的特徴（例えば、ポケットまたは平面の接合部）を同定するため、アルゴリズムは、このような特徴の近くにおいて物体を抉り抜く。従って、逆歪みソフトウェアアルゴリズムは、修正された物体表示を作製し、従って、同定された外形的特徴は、さらなる材料の積層または最終平滑化物体において最終的に所望されるより少ない材料の積層のどちらかによって、歪められる。同様のアルゴリズムが、マスキングのための特徴を同定するために使用され得る。30

【0029】

逆歪みアルゴリズムに従い、特徴は、スライスの高さ未満（例えば、スライスの半分の高さ）で構築されるべきである。溶着積層モデリングによって作製される代表的部分の表面の粗さは、スライスの高さの約0.3倍である。正の特徴の逆歪みにおいて加えられたさらなる材料は、およそ表面の粗さの厚みであり得、従って、リフローイング材料が押し流された時、残った固形材料が、所望の最終物体外形を帯びる。負の半径領域については、逆歪みアルゴリズムによって、周囲の材料からの流れ込みが除去した材料を埋めるため、充分な材料が除去される必要がある。40

【0030】

物体外形の逆歪みは、図4aおよび図4bならびに図5aおよび図5bにおいて図解される。図4aおよび図4bは、逆歪みを受けていない物体40の一部の断面図を、物体40（すなわち、未改变物体表示）の所望の最終物体外形を図解する輪郭42の上に重ねて50

示す。図 4 b に示すように、蒸気平滑化は、凸角 4 4 の丸くして所望の輪郭 4 2 から遠ざけ、かつ、縁 4 6 を、所望の輪郭 4 2 を越えて丸まらせる。図 5 a および図 5 b は、物体 4 0 と同じ所望の最終外形を有する物体 4 0' を図解する。物体 4 0 と違い、物体 4 0' は、本発明の逆歪みアルゴリズムに従って、あらかじめ歪められている。図 5 a に図解されるように、物体 4 0 のあらかじめ歪められた表面外形は、角 4 4 および凸縁 4 6 において、所望の輪郭 4 2 を越えて広がる。蒸気平滑化後、図 5 b に図解されるように、あらかじめ歪められた物体 4 0 の角 4 4 および縁 4 6 は、物体 4 0 の角 4 4 および縁 4 6 を平滑化するより近似して、所望の輪郭 4 2 を追跡する。

【0031】

本発明は、好ましい実施形態に関して記載されているが、当業者は、本発明の精神および範囲から逸脱することなく、形態および詳細における改変をなし得ることを、理解する。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図 1】図 1 は、層状製造迅速プロトタイピング技術によって形成された未加工の物体の、拡大斜視図である。

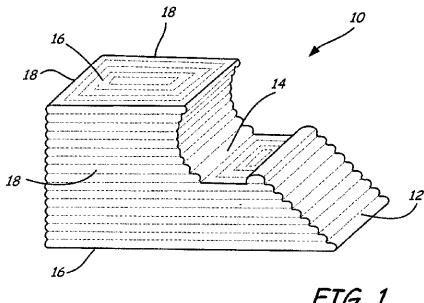
【図 2】図 2 は、図 1 に示した物体の、蒸気平滑化後の拡大斜視図である。

【図 3】図 3 は、本発明に従い、物体を蒸気平滑化するプロセスを例示する図である。

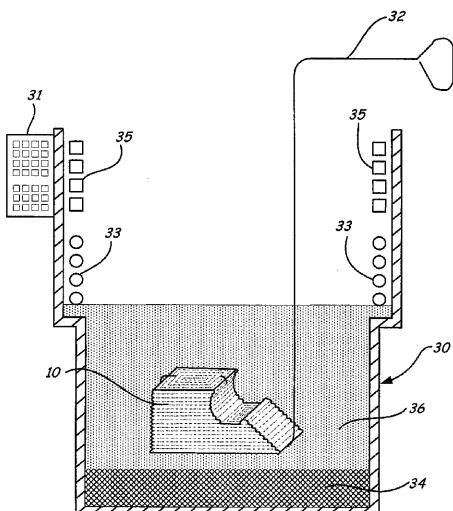
【図 4】図 4 a は、溶着積層モデリングによって形成された未加工の物体の一部の詳細な断面図である。図 4 b は、蒸気平滑化後の図 4 a の物体の断面図を示す。

【図 5】図 4 a において示される物体部分の詳細な断面図であり、この物体外形は、蒸気平滑化前に逆歪みを受けている。図 5 b は、蒸気平滑化後の図 5 a の物体の断面図を示す。

【図 1】



【図 3】



【図 2】

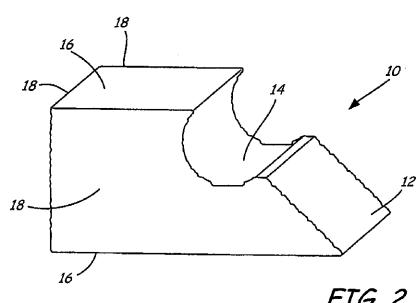


FIG. 3

FIG. 2

【図 4 A】

【図 4 B】

FIG. 4A

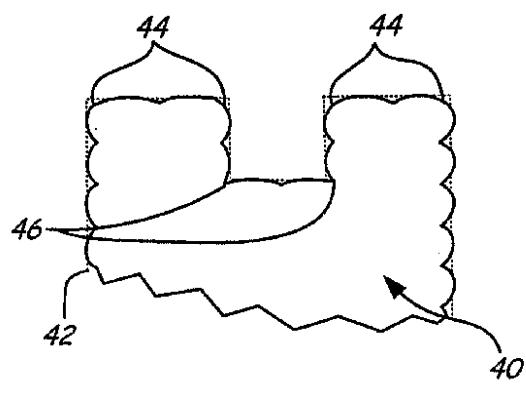
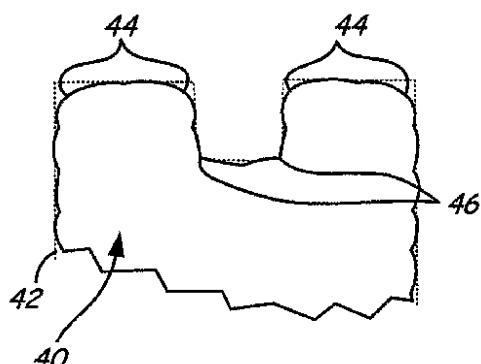


FIG. 4B



【図 5 A】

【図 5 B】

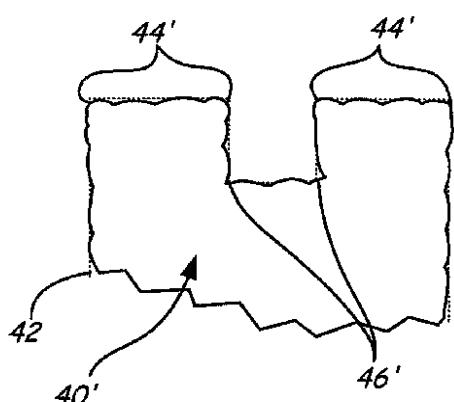
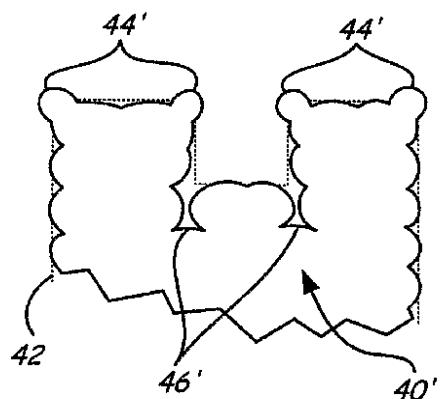
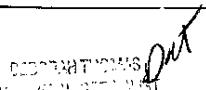


FIG. 5A

FIG. 5B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US03/10220
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : B29C 41/02, 71/00, 71/02; G06F 17/50, 19/00 US CL : 264/232, 234, 308; 700/119 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 264/232, 234, 308; 700/119		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5,143,663 A (LEYDEN et al) 01 September 1992 (01.09.1992), column 10, line 40 to column 11, line 44.	1, 3-6, 21-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 29 May 2003 (29.05.2003)	Date of mailing of the international search report 19 JUN 2003	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703)305-3230	Authorized officer Leo B. Tentoni Telephone No. (703) 308-0661 	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA, GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ, EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,M W,MX,MZ,NI,NO,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ブリードマン , ジュニア ウィリアム アール .

アメリカ合衆国 ミネソタ 55344-2020 , エデン プレイリー , マーティン ドラ
イブ 14950 , ストラッタシス , インコーポレイテッド気付

(72)発明者 スミス , デイビッド トーマス

アメリカ合衆国 ミネソタ 55344-2020 , エデン プレイリー , マーティン ドラ
イブ 14950 , ストラッタシス , インコーポレイテッド気付

F ターム(参考) 4F213 AA13 AA21 AA28 AA29 AA32 AA34 AB25 AR13 WA25 WA54
WA74 WA85 WB01 WL02 WL15 WL55 WL93