

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7209729号
(P7209729)

(45)発行日 令和5年1月20日(2023.1.20)

(24)登録日 令和5年1月12日(2023.1.12)

(51)国際特許分類	F I
B 2 9 C 64/129 (2017.01)	B 2 9 C 64/129
A 6 1 C 5/70 (2017.01)	A 6 1 C 5/70
B 2 9 C 64/35 (2017.01)	B 2 9 C 64/35
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 80/00 (2015.01)	B 3 3 Y 80/00

請求項の数 6 (全21頁)

(21)出願番号	特願2020-545002(P2020-545002)	(73)特許権者	505005049 スリーエム イノベイティブ プロパティ ズ カンパニー アメリカ合衆国, ミネソタ州 55133 3-3427, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 33427, スリー エム センター
(86)(22)出願日	平成30年11月13日(2018.11.13)	(74)代理人	100130339 弁理士 藤井 憲
(65)公表番号	特表2021-504201(P2021-504201 A)	(74)代理人	100110803 弁理士 赤澤 太朗
(43)公表日	令和3年2月15日(2021.2.15)	(74)代理人	100135909 弁理士 野村 和歌子
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/058930	(74)代理人	100133042 弁理士 佃 誠玄
(87)国際公開番号	WO2019/102304		
(87)国際公開日	令和1年5月31日(2019.5.31)		
審査請求日	令和3年11月11日(2021.11.11)		
(31)優先権主張番号	17202706.2		
(32)優先日	平成29年11月21日(2017.11.21)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 物理的オブジェクトを作製する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

積層造形によって物理的オブジェクトを作製する方法であって、前記方法は、

(a) 光硬化性一次材料を供給するステップであって、前記光硬化性一次材料が、液体又はペースト状である、ステップと、

(b) 前記光硬化性一次材料の一部を、前記一部に光を照射して、連続的に硬化させることによって、前記オブジェクトを構築するステップと、

(c) 前記オブジェクトの少なくとも一部を流動性コーティングでコーティングするステップと、

(d) 前記コーティングされたオブジェクトに光を照射し、それによって、任意の光硬化性一次材料を後硬化させるステップと、

前記オブジェクトを運動させ、それによって質量慣性力を前記コーティング中に発生させることによって、前記オブジェクトから前記コーティングをクリーニングするステップと、

を含み、

前記オブジェクトから前記コーティングをクリーニングする前記ステップにおいて、前記オブジェクトを前記運動させることは、前記オブジェクトの回転である、方法。

【請求項2】

前記オブジェクトを運動させ、それによって質量慣性力を過剰材料中に発生させることによって、前記オブジェクトから前記過剰材料をクリーニングするステップを更に含み、

10

20

前記オブジェクトから過剰材料をクリーニングする前記ステップは、前記オブジェクトの前記少なくとも一部をコーティングでコーティングする前記ステップの前に実行され、前記過剰材料は、前記光硬化性一次材料によって形成される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記光硬化性一次材料に代えて、前記光硬化性一次材料とは異なる光硬化性二次材料、あるいは、前記光硬化性一次材料及び前記光硬化性二次材料が用いられる、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記オブジェクトから前記過剰材料をクリーニングするステップにおいて、前記オブジェクトを前記運動させることは、前記オブジェクトの回転である、請求項 2 又は 3 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記回転は、少なくとも第 1 の回転軸及び第 2 の回転軸を中心として行われ、前記第 1 の回転軸及び前記第 2 の回転軸は、異なる向きを有する、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記オブジェクトは、前記オブジェクトから歯科用修復材を提供するためのワークピースを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、積層造形によって物理的オブジェクトを作製する方法に関し、具体的には、光透過性コーティング、特に酸素保護材料でオブジェクトをコーティングすることと、任意の光硬化性材料を後硬化させるために、コーティングされたオブジェクトに光を照射することと、に関する。

【背景技術】

【0002】

種々の技術分野で、物理的オブジェクト又は機械的ワークピースがますます積層造形プロセスによって製造されるようになっている。

【0003】

30

このような積層造形プロセスは、典型的には、その形状を作り出すよう材料を連続的に付加することによって、オブジェクトをその所望の個々の形状に構築することを可能にする。オブジェクトが材料の除去によって大きめのプランクから機械加工される、いわゆるサブトラクティブなプロセスは、積層造形プロセスにますます取って代わられるようになっている。

【0004】

積層造形プロセスは、一方では迅速なプロトタイピングのために業界で広く用いられているが、最終製品の製造は、多くの領域においてなお困難である。特に、歯科用修復材を作製するためには、概して、人体での使用に適合性のある材料を使用することが必要である。更に、造形プロセスによって製造される歯科用修復材は、機械的安定性に対する要件、並びに例えば色の陰影及び色調に関する審美性についての期待を満足しなくてはならない。

40

【0005】

いくつかの積層造形プロセスは、ステレオリソグラフィに基づく。ステレオリソグラフィでは、一般的に、光硬化性樹脂又は光重合性樹脂を硬化させるために光を使用する。コンピュータ支援設計及び/又はコンピュータ支援製造 (computer aided design and/or computer aided manufacturing、C A D / C A M) に基づくデータが、光硬化性樹脂の層上に光パターンを投影するために使用される。感光性樹脂は、通常は光が照射されることによって硬化し、パターンにしたがって硬化した樹脂の層が形成される。連続的に層を重ねることにより、所望の 3 次元オブジェクトが作製される。そのため、パターンは、

50

3次元オブジェクトの所望の形状に従って制御される。

【0006】

通例、オブジェクトと光硬化性材料との境界においては、オブジェクトを構築した後に光硬化性材料の一部がオブジェクト上に存在する。光硬化性材料は、通例、例えば、光硬化性材料の粘度に依存して、様々な量でオブジェクト上に存在する。この過剰材料は、それがオブジェクトの実際の形状の上に追加的な構造を形成するため、並びに光硬化性材料は、多くの場合、粘着性を有し、望ましくないモノマーを含有し得、及び／又は（それゆえ）耐久性のある構造を形成し得ないため、概して望ましくない。したがって、現在、このような残留光硬化性材料は、多くの場合、オブジェクトに固体表面をもたらすために、ポストキュアされる。別のアプローチによれば、オブジェクトは、機械的に、又は化学溶液の助けを借りてクリーニングされ、任意選択的に、その後、ポストキュアされる。

10

【0007】

積層造形によって作製されるオブジェクト上の過剰材料を処理するための既存の手法は、有用な結果をもたらすが、精密かつ耐久性のある外面を有するオブジェクトを提供する方法が依然として必要とされている。

【発明の概要】

【0008】

本発明は、積層造形によって物理的オブジェクト（本明細書においては更に「オブジェクト」と呼ばれる）を作製する方法に関する。方法は、

20

（a）光硬化性一次材料を供給するステップであって、光硬化性一次材料が、液体又はペースト状である、ステップと、

（b）光硬化性一次材料の一部を、その一部に光を照射して、連続的に硬化させることによって、オブジェクトを構築するステップと、

（c）オブジェクトの少なくとも一部を光透過性流動性コーティングでコーティングするステップと、

（d）コーティングされたオブジェクトに光を照射し、それによって、任意の光硬化性一次材料を後硬化させるステップと、

を含む。

【0009】

一代替形態では、本発明は、積層造形によって物理的オブジェクト（本明細書においては更に「オブジェクト」と呼ばれる）を作製する方法に関する。方法は、

30

（a）光硬化性一次材料を供給するステップであって、光硬化性一次材料が、液体又はペースト状である、ステップと、

（b）光硬化性一次材料の一部を、その一部に光を照射して、連続的に硬化させることによって、オブジェクトを構築するステップと、

（c）光透過性流動性コーティングを収容するリザーバ内にオブジェクトを提供するステップと、

（d）リザーバ内のオブジェクトに光を照射し、それによって、任意の光硬化性材料を後硬化させるステップと、

を含む。

40

【0010】

以下の開示は、別途記載のない限り、本発明の両方の代替形態に適用される。

【0011】

本発明は、少なくともオブジェクトの外面に最小化された量の未硬化の材料を有する、積層造形によって構築されたオブジェクトを提供することを可能にするという点で有利である。本明細書で言及されるコーティングは、酸素保護材料であってもよい。したがって、用語「コーティング」は、用語「酸素保護材料」によって置き換えられてもよい。コーティング又は酸素保護材料は、未硬化の材料を密封又は封入し、それによって、未硬化の材料を酸素へのアクセスから保護する。したがって、光硬化性一次材料の任意の酸素阻害は、最小限に抑えられることができ、それにより、任意の未硬化の材料は、最大化された

50

品質で後硬化されることができる。更に、本発明は、積層造形によって構築されたオブジェクトから、望ましくない付着性の未硬化の材料を、更に酸素保護材料を、広範にクリーニングすることを可能にする点で有利である。それによって、オブジェクトのクリーニングは非侵襲的であり、非接触式である。したがって、オブジェクトは、例えば、クリーニングツール又はクリーニング剤によって生じ得るもののような、構造的損傷又は機械的破損を防止される。更に、クリーニングが物理作用に基づくため、クリーニングは、概して、過剰材料又はコーティングの化学組成とは無関係である。具体的には、化学クリーニングのための溶剤又はクリーニング剤が必要ない（ただし、化学クリーニングステップを追加的に適用してもよい）。したがって、本発明は、異なる化学塩基に基づく種々の光硬化性一次及び二次材料、並びにコーティングと共に用いることができる。

10

【0012】

一実施形態では、コーティングは、50重量%～99重量%のグリセロールと、1重量%～49重量%のヒュームドシリカとを含む組成物で作製される。

【0013】

一実施形態では、方法は、オブジェクトを運動させ、それによって質量慣性力をコーティング中に発生させることによって、オブジェクトからコーティングをクリーニングするステップを更に含む。オブジェクトからコーティングをクリーニングするステップは、他の手段によって実行されてもよい。例えば、オブジェクトをクリーニング剤で洗浄し、それによってオブジェクトからコーティングを除去することによって、コーティングを除去することができる。

20

【0014】

更なる実施形態では、方法は、オブジェクトを運動させ、それによって質量慣性力を過剰材料中に発生させることによって、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップを含む。本明細書で言及される過剰材料は、光硬化性一次材料及び光硬化性二次材料のうちの少なくとも1つによって形成されてもよい。これは、過剰材料が、光硬化性一次材料、光硬化性二次材料によって、あるいは光硬化性一次材料及び光硬化性二次材料の組み合わせによって形成されてもよいことを意味する。

【0015】

オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップは、オブジェクトの少なくとも一部を光透過性コーティングでコーティングするステップの前に実行される。（代替形態では、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップは、リザーバ内にオブジェクトを提供するステップの前に実行される）。したがって、過剰材料の量は、低減又は最小化される。これは、オブジェクトを最大化された精度で提供するのに役立つ。更に、過剰材料は、光硬化性一次材料及び光硬化性二次材料のうちの少なくとも1つによって形成される。

30

【0016】

用語「光硬化性一次材料」は、好ましくは、オブジェクトを構築するために用いられる材料の種類の未硬化の材料を指す。更に、用語「光硬化性二次材料」は、オブジェクトが構築される材料とは異なる材料の未硬化の材料を指す。光硬化性二次材料は、構築されたオブジェクトに適用され、例えば仕上げのために、構築されたオブジェクトにコーティングすることができる。用語「硬化性（hardenable）」は、本明細書で使用するとき、「重合性（polymerizable）」を含むか、又はそれに対応し得る。

40

【0017】

光硬化性一次材料及び光硬化性二次材料、ひいては、同様に、過剰材料は、好ましくは、液体又はペースト状である。したがって、光硬化性一次及び二次材料並びに過剰材料は、流動性もまた有する。光硬化性一次及び二次材料は、粉末でなくてもよい。更に、コーティングは、好ましくは、液体又はペースト状又はゲルである。

【0018】

用語「質量慣性力」は、本明細書において言及するとき、単位質量当たりの力として規定することができ、したがって、単位m/s²で規定することができる。更に、質量慣性

50

力は、重力加速度の要素である G 力によって表すことができる。本明細書の目的で、重力加速度は 9.81 m/s^2 である。それゆえ、例えば、 9.81 m/s^2 の質量慣性力は 1 G と表すことができる。

【 0 0 1 9 】

過剰材料は、そのような過剰材料がオブジェクト上に残る限り、好ましくはオブジェクトの一部を形成する。これは、クリーニングすることによって過剰材料の一部がオブジェクトから除去されてもよいが、オブジェクト上の過剰材料の任意の残留部分は、オブジェクトの一部を形成することを意味する。

【 0 0 2 0 】

過剰材料は、物理的オブジェクトを作製するために用いられる特定の種類の積層造形プロセスから生じ得る。例えば、物理的オブジェクトを作製するために用いられる特定の種類の積層造形プロセスは、光硬化性一次材料がオブジェクトに付着するという結果を本質的に生じさせ得る。そのような付着した光硬化性一次材料は、例えば、オブジェクトの外面上に膜の形態で存在し得る。過剰材料は、1つの選択肢として、オブジェクト上に完全に残され、オブジェクトを構築した後に後硬化されてもよい。この場合、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップは行われない。過剰材料が後硬化される前に、物理的オブジェクト（過剰材料を含む）を真空に曝露してもよい。

10

【 0 0 2 1 】

別の選択肢として、過剰材料は、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップによって、少なくとも部分的に除去されてもよい。典型的には、クリーニングステップは、過剰材料の初期量の少なくとも約 95 % の過剰材料を除去することになるため、残りの過剰材料はまた、好ましくは後硬化される。

20

【 0 0 2 2 】

積層造形から得られた物理的オブジェクトを後処理する方法を更に開示する。後処理する方法は、積層造形によってオブジェクトを提供するステップと、物理的オブジェクトを真空に曝露するステップと、を含む。方法は、オブジェクトを運動させ、それによって質量慣性力を過剰材料中に発生させることによって、オブジェクトから（本明細書に記載されるように）過剰材料をクリーニングするステップを更に含んでもよい。物理的オブジェクトを真空に曝露するステップは、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップの前に実行されることが好ましい。更に、物理的オブジェクトを真空に曝露するステップは、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップの開始前又は開始時に終了することが好ましい。物理的オブジェクトを真空に曝露するステップは、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップと重なることができるが、好ましくは、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップの終了前に終了する。過剰材料の真空への曝露は、過剰材料内に最終的に閉じ込められた空気を過剰材料の外面に向かって移動させることが見出されている。更に、過剰材料に隣接して到達する任意の空気は、過剰材料の外面に不規則性を引き起こし得る（例えば、それ自体で及び／又は破裂後に）気泡を形成することがあることが見出されている。オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップにおいて、過剰材料のそのような外面は、そのような不規則性と共に除去されることが好ましい。したがって、本明細書に開示される後処理する方法によって、最大化された表面平滑度を有する物理的オブジェクトを提供することができる。

30

【 0 0 2 3 】

物理的オブジェクトを真空に曝露するために、物理的オブジェクトは、おそらく真空チャンバ内に提供することができる。例えば、遠心分離機は、真空の適用及び遠心分離をその間で物理的オブジェクトを取り扱うことなく連続的に実行することができる真空チャンバを有してもよい。上述したように、真空及び遠心分離の適用は、部分的に同時に実行されてもよいが、真空は、好ましくは、表面の不規則性の発生を回避するために、オブジェクトからコーティングをクリーニングするステップの終了に向かって、低減される、又は取り除かれるべきである。

40

【 0 0 2 4 】

50

真空の大きさは、絶対圧力に基づいて測定されてもよい。絶対圧力は、好ましくは100ミリバール未満、より好ましくは20ミリバール未満、最も好ましくは4ミリバール未満である。より低い絶対圧力は、典型的には、過剰材料のより良好な脱気を提供するが、より速い処理を達成し、かつ製造環境におけるスループットを最大化するために、より大きな絶対圧力（依然として許容可能な結果をもたらす）を選択することができる。

【0025】

本発明によれば、過剰材料及び／又はコーティングの少なくとも一部は、好ましくは、付着性の過剰材料及び／又はコーティングに作用する加速力又は質量慣性力の結果、オブジェクトから分離させられる。加速力又は質量慣性力は、オブジェクトを運動させること、例えば、回転させることによって誘起される。この点における表現「オブジェクトから分離させられる」は、付着した過剰材料又はコーティングの一部が、それぞれ過剰材料又はコーティングから分離することを包括する。したがって、オブジェクトからコーティング又は過剰材料をクリーニングするそれぞれのステップ中に、過剰材料の量は、好ましくは低減し、コーティングの量は、好ましくは低減する。上述したように、付着した光硬化性一次材料又は二次材料の非常に薄くかつ均一な膜又は粒子は、典型的には、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップの後に残る。しかしながら、そのような残りの膜は、好ましくはポストキュアされる。更に、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするステップの後に、非常に少量のコーティングが残る場合がある。しかしながら、コーティングを形成する材料は、好ましくは、オブジェクト上に留まることができるよう、又はオブジェクトに影響を及ぼさない溶剤によって溶解することができるよう、のいずれかで選択される。好ましい溶剤は、水である。

10

20

【0026】

積層造形は、概して、光硬化性一次材料の一部又は層を連続的に光硬化させることに基づき得る。積層造形（又は積層造形プロセス）は、ステレオリソグラフィ（Stereolithography、SLA）、マルチジェットモデリング（Multi Jet Modeling、MJM）、及びフィルム転写イメージング（Film Transfer Imaging、FTI）のうちの少なくとも1つを含み得る。これらの積層造形プロセスは全て、通例、オブジェクトを構築するための液体及び／又はペースト状の光硬化性材料を用いる。

【0027】

ステレオリソグラフィ（SLA）は、通例、光硬化性一次材料の選択部分を光によって露光して、光硬化性一次材料の一部、特に、層を硬化させることに基づく。ステレオリソグラフィは、通例、光硬化性一次材料の一部を選択的に硬化させるための位置決め可能なレーザ光ビームを用いる。更に、又は代替的に、プロジェクタが、光硬化性一次材料の一部を選択的に硬化させるための光源として用いられ得る。1つのプロジェクタベースの積層造形プロセスは、概して、デジタルライトプロセッシング（商標）（Digital Light Processing、DLP）と呼ばれる。ステレオリソグラフィ及びプロジェクタベースの積層造形プロセス（DLP及び他のものを含む）は、本明細書において「ステレオリソグラフィ」と呼ばれる。ただし、積層造形の技術分野においては、これらのプロセスは、代替を構成すると理解することができる。

30

【0028】

一実施形態では、本発明の方法は、積層造形によって物理的オブジェクトを作製するためのシステム上で実行される。したがって、本発明は、追加的に、本明細書において開示されるとおりの本発明の方法を実行するように構成されたシステムに関し得る。具体的には、システムは、発明の方法の少なくともステップ（a）及び（b）を実行するように構成された積層造形のためのデバイスを備え得る。更に、システムは、本発明の方法の少なくともステップ（c）及び（d）を実行するように構成された後処理デバイスを備え得る。積層造形のためのデバイス及び後処理デバイスは、互いに独立して動作するように構成することができる（例えば、2つの別個のデバイスの形態のシステムを形成し得る）、又は組み合わせて動作し得る（例えば、組み合わせて1つのデバイス又はシステムを形成し得る）。

40

50

【0029】

好ましくは、システムは、光硬化性一次材料を受け入れるための槽と、オブジェクトを担持するためのビルドキャリヤとを有する。ビルドキャリヤはビルド面を形成する。ビルド面は、好ましくは、槽の支持面と平行である。槽は、好ましくは、透明であるか、又は少なくとも透明な底壁を有する。底壁が、好ましくは、支持面を形成する。ビルド面及び支持面は互いに対向している。更に、ビルド面は、好ましくは、重力中心の方に面しており、それに対して、支持面は反対方向に面している。支持面は、ある量の光硬化性一次材料を（このような材料が存在する場合に）支持する。それに応じて、槽は、光硬化性一次材料を槽内に保持するための周囲の側壁を有することができる。槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、互いに対し移動可能である。槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、コンピュータ数値制御（Computer Numerical Control、CNC）によって互いに対し位置決めることができる。より具体的には、槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、支持面及びビルド面と垂直な方向に移動可能であり、互いに対し位置決め可能である。この方向は、本明細書において、更に、「ビルド方向」と呼ばれる。ビルド方向は、オブジェクトが連続的に構築される方向に更に対応する。

10

【0030】

システムは、概して、上述されたプロセスのうちの任意のものに基づき得る。特定の実施形態では、システムは、光源、特に、イメージプロジェクタがビルドキャリヤの反対側において槽の下に配置される、DLPに基づく。このようなシステムでは、オブジェクトは、積層造形の間に、重力中心から遠ざかるように移動させられる。更に、プロジェクタは、重力中心から遠ざかる方向に光を投影する。イメージプロジェクタは、特に、支持面を通してキャリヤに向けて画像の形態の光を投影するように構成されている。光は、好ましくは、光硬化性一次材料中に含まれる光開始剤に応じて選択される。例えば、イルガキュア（登録商標）TPOのようなアシルホスフィンオキシドベースの光開始剤が光硬化性一次中に含まれる場合には、イメージプロジェクタは、好ましくは、340nm～430nmの波長のUV光を少なくとも放射する。イルガキュア（登録商標）TPOは、通例、約381nmの吸収極大を有する、350nm～420nmの吸収スペクトルを有する。しかし、イメージプロジェクタは、更なる波長の光を放射するように構成してもよい。例えば、イメージプロジェクタは、少なくとも450nm～495nmの波長内の青色光及び/又は380nm～750nmの波長範囲の白色光を放射するように適合してもよい。

20

【0031】

代替的なシステムはまた、光硬化性一次材料を受け入れるための槽と、オブジェクトを担持するためのビルドキャリヤとを有する。ビルドキャリヤは、好ましくは重力中心から遠ざかる方に面したビルド面を形成する。支持面は、ある量の光硬化性一次材料を（このような材料が存在する場合に）支持する。槽は、光硬化性一次材料を槽内に保持するための周囲の側壁を有する。槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、互いに対し移動可能である。槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、コンピュータ数値制御（CNC）によって互いに対し位置決めすることができる。より具体的には、槽及びビルドキャリヤは、好ましくは、ビルド面と垂直な方向に移動可能であり、互いに対し位置決め可能である。システムは、槽の上方に配置されたレーザ光源を有し得る。このようなシステムでは、オブジェクトは、積層造形の間に、重力中心に向けて移動される。更に、レーザ光源は、重力中心に向かう方向に光を投影する。この場合も先と同様に、光は、好ましくは、上述したように、光硬化性一次材料中に含まれる光開始剤に応じて選択される。

30

【0032】

一実施形態では、オブジェクトを構築するステップ（b）は、光硬化性一次材料からの層を供給するステップを含み得る。好ましくは、光硬化性一次材料からの層は、ビルド面と支持面との間に形成される。光硬化性一次材料の層が（本発明の方法のステップ（b）において定義されるように、以前に硬化された場合には、光硬化性一次材料の層は、硬化した層と支持面との間に形成される。層を形成するために、光硬化性一次材料を槽に供給することができ、ビルドキャリヤ及び槽は、既定の位置に向けて配置することができる。

40

50

好ましくは層は、ビルド方向に沿った層厚を有する。ビルド面と支持面との間の距離は層厚に対応するか、又は層厚を形成する。オブジェクトの1つ以上の層が構築されると、層厚は、それぞれの硬化した層と支持面との間の距離に対応する。ビルド面の最も近くに位置する硬化した層は、最下層の硬化した層と呼ばれる。最下層の硬化した層は、支持面に面する表面を有する。したがって、オブジェクトが少なくとも部分的に構築された場合には、光硬化性一次材料からの層は、最下層の硬化した層の表面と支持面との間に形成される。

【0033】

更なる実施形態では、本方法は、光硬化性一次材料の層の体積要素を硬化させるステップを含む。体積要素の厚さが層厚に対応する。具体的には、光硬化性一次材料からの層は、イメージプロジェクタから放射された光に露光することができる。硬化した体積要素の形状は、通例、イメージプロジェクタによって光硬化性一次材料からの層に向けて投影された画像に対応する。例えば、イメージプロジェクタによって投影されたリング状の画像は、通例、層厚に対応する厚さを有する硬化した一次材料のリングを作り出す。体積要素は、ビルド方向の周りの周囲面を形成する。この体積要素は、必然的に光硬化性一次材料と接触している。例えば、リング状の体積要素が画像投影によって作り出される場合には、このようなリング状の体積要素は、（画像の外側にあり、それゆえ、光に露光されなかった）光硬化性一次材料と接触した概ね円筒形の周囲面を形成する。

10

【0034】

更なる実施形態では、本方法は、体積要素をビルド方向に（厚さの方向に）移動させるステップを含む。具体的には、ステレオリソグラフィを用いて、体積要素は、更なる光硬化性一次材料が体積要素の上に流れることを可能にするよう、降下させることができ、又は（代替的に）体積要素は、更なる光硬化性一次材料が体積要素の下に流れることを可能にするよう、（具体的には、体積要素と支持面との間で）上昇させることができる。それゆえ、光硬化性一次材料の更なる層が作り出される。

20

【0035】

本方法は、更なる体積要素を硬化させるステップを更に含み得る。更なる体積要素は、光硬化性一次材料の更なる層内で硬化される。

【0036】

光硬化性一次材料の層の体積要素を硬化させるステップと、
体積要素をビルド方向に移動させるステップと、更なる体積要素を硬化させるステップとは、好ましくは、オブジェクトが構築されるまで繰り返される。

30

【0037】

一実施形態では、光硬化性二次材料は、光硬化性一次材料とは異なる。例えば、光硬化性二次材料は、光硬化性一次材料が基づく化学組成とは異なる化学組成に基づき得る。具体的には、光硬化性二次材料は、光硬化性一次材料の色及び／又は色調とは異なる色及び／又は色調を有し得る。

【0038】

一実施形態では、光硬化性一次材料は、光重合性樹脂である。更に、光硬化性二次材料は、光重合性樹脂であり得る。硬化は、好ましくは、光硬化性一次材料及び／又は光硬化性二次材料に光を照射して実行される。光は、本明細書において指定されるとおりのUV光、青色光又は白色光であるか、又はそれを含み得る。

40

【0039】

一実施形態では、光硬化性一次材料及び光硬化性二次材料はそれぞれ、アシルホスフィンオキシド、特に、イルガキュア（登録商標）TPOを光開始剤として含む調合物に基づく。光硬化性一次材料及び第2の材料は、（メタ）アクリレート部分を反応基として有するモノマーに更に基づいてもよく、充填剤、染料、及び着色剤を含有し得る。

【0040】

一実施形態では、過剰材料の少なくとも一部を除去するために加えられる質量慣性力は、少なくとも100GのG力に対応する。100Gの質量慣性力は、中高粘性光硬化性材

50

料を除去するのに好適であることが証明されている。当業者は、質量慣性力が、より低い粘性の材料に対しては、より低く、より高い粘性の材料に対しては、より高くなり得ることを認識するであろう。質量慣性力は、通例、回転速度を調整することによって調整することができる。例えば、半径は、通例、オブジェクトのサイズ及び後処理デバイスの構成によって決定され、これにより、質量慣性力は、オブジェクトが運動させられる回転速度によって調整することができる。好ましくは、オブジェクトからの過剰材料のクリーニングは、オブジェクト（過剰材料を含む）が空気（特に、周囲空気）によって包囲された状態で実行される。これは、過剰材料が空気（特に、周囲空気）と直接接触していることを意味する。

【 0 0 4 1 】

オブジェクトからのコーティングのクリーニングは、過剰材料のクリーニングに関して本明細書に開示されるものと同一の方法ステップに従って実行することができる。最終的に、回転速度は、オブジェクトからの過剰材料のクリーニングに対して、オブジェクトからのコーティングのクリーニングにおいて低減されてもよい。

【 0 0 4 2 】

一実施形態では、オブジェクトからコーティング又は過剰材料をクリーニングするステップにおいて、オブジェクトを運動させることは、オブジェクトの回転である。したがって、質量慣性力は、遠心力によって発生することができる。過剰材料又はコーティングの粒子に対する遠心力は、回転速度及びその粒子が回転軸から位置する半径に依存する。したがって、（典型的には、歯科用修復材の場合のように）不均一な外部形状を有するオブジェクト上の過剰材料又はコーティングは、異なる遠心力にさらされる。しかし、少なくとも、オブジェクトの回転の回転軸からオフセットして位置するオブジェクトの外面部分の大部分については、特定の最小回転速度において満足なクリーニング効果に到達することができることが見出された。更に、回転軸のより近くに（又は軸内に）位置するオブジェクトのそれらの外面部分については、オブジェクトからコーティングを又は過剰材料をクリーニングするステップは、オブジェクトを異なる更なる回転軸の周りに回転させることによって実行できることが見出された。

【 0 0 4 3 】

したがって、回転は、好ましくは、少なくとも第1の回転軸及び第2の回転軸の周りに実行される。第1の回転軸及び第2の回転軸は、異なる向きを有する。それゆえ、積層造形によって構築されたオブジェクトの外面から過剰材料及びコーティングを効果的にクリーニングすることができる。オブジェクトの回転は、複数の回転軸、又は1、2若しくは3次元で連続的に傾斜することができる回転軸を中心に行実行することができる。回転軸が1、2若しくは3次元で連続的に傾斜することができる実施形態は、ジンバル又はカルダン懸架装置によって達成することができる。

【 0 0 4 4 】

回転は、第1及び/又は第2の回転軸周りの回転のために異なる2つの向きでオブジェクトを受け入れることができるモータ駆動式シャフトを備えるデバイスによって実行されてもよい。そのようなデバイスでは、第1及び第2の回転軸は、典型的には、オブジェクトを通って延びる。あるいは、回転は、遠心分離機によって行われてもよく、遠心分離機内で、オブジェクトは遠心分離機のロータに保持されてもよい。回転軸に対するオブジェクトの異なる向きは、遠心分離機の異なる回転速度によって調整することができる。これは、遠心分離機が典型的には、オブジェクトを受け入れるための1つ以上のホルダを備え、ホルダは、遠心分離機の回転速度に応じて回転軸から半径方向外向きに枢動するためロータに吊り下げられるためである。そのようなデバイスでは、第1及び第2の回転軸は、典型的には、オブジェクトの外側に延びる。

【 0 0 4 5 】

一実施形態では、オブジェクトは、オブジェクトから歯科用修復材を提供するためのワークピースを含む。好ましくは、オブジェクトは、歯科用修復材を含む。特に、ワークピースは、好ましくは歯科用修復材を形成する。したがって、ワークピースは、オブジェク

10

20

30

40

50

トが構築され、クリーニングされた後に、オブジェクトの任意の更なる構造が除去された、歯科用修復材に対応し得る。それゆえ、ワークピースは歯の形状を含み得る。例えば、ワークピースは、歯科用クラウン、歯科用ブリッジ、又は歯科用インレーであり得る。オブジェクトは、更に、好ましくは、固定部分を含む。固定部分は、好ましくは、ワークピース又は歯科用修復材の部分を形成しない。むしろ、固定部分は、オブジェクトから過剰材料及び/又はコーティングをクリーニングするために、オブジェクトを後処理デバイス内に保持するように構成することができる。オブジェクトは、ワークピース及び固定部を互いに接続する1つ以上の支持構造体を更に含み得る。支持構造体もまた、好ましくは、ワークピース又は歯科用修復材の部分を形成しない。したがって、歯科用修復材を得るために、本方法は、支持構造体をワークピース又は歯科用修復材から除去するステップを含み得る。

10

【0046】

オブジェクトは、支持構造体を介して1つの共通固定部に配置された2つ以上のワークピースを更に含み得る。これは、いくつかの歯科用修復材を同時に構築し、1つのオブジェクトであるが、数個の歯科用修復材に対して一度に、オブジェクトからコーティング又は過剰材料をクリーニングするステップを実行することを可能にする。

【0047】

更なる態様では、本発明は、少なくとも光硬化した材料から作製されたオブジェクトに関する。オブジェクトは、好ましくは、50重量%～99重量%のグリセロールと、1重量%～49重量%のヒュームドシリカとを含む組成物で作製された光透過性コーティングを含む。好適な組成物は、Dentsply Sirona Inc. から AirBlock (商標)、Kuraray America Inc. から Oxyguard II、又は Ivoclar Vivadent から Liquid Strip (登録商標) の名称で入手可能である。

20

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】本発明と共に使用することができる積層造形のためのデバイスの概略図である。

【図2】本発明の方法を用いて作製することができるオブジェクトの斜視図である。

【図3】図2に示されるオブジェクトの異なる斜視図である。

【図4】本発明の一実施形態による遠心分離機上に取り付けられたオブジェクトの部分断面図である。

30

【図5】本発明の一実施形態による遠心分離機上の上面図である。

【図6】本発明と共に使用することができるトレーアセンブリの斜視図である。

【図7】図6に示されるトレーアセンブリの斜視断面図である。

【図8】本発明と共に使用することができるトレーの部分斜視図である。

【図9】トレーが使用されている遠心分離機の動作時における図8のトレーの部分斜視図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0049】

図1は、本発明の方法による、積層造形によって物理的オブジェクト100を作製するためのデバイス1を示す。本例では、デバイス1は、歯科用修復材を構築するために用いられる。したがって、本例における物理的オブジェクト100は、歯科用修復材である。歯科用修復材は、例えば、歯科用クラウン、歯科用ブリッジ、歯科用インレー、又は1本以上の交換歯を含む。

【0050】

デバイス1は、光硬化性一次材料が供給される槽3を備える。光硬化性一次材料を供給するために、デバイス1は、光硬化性一次材料を貯蔵するための1つ以上のタンク(図示せず)と、光硬化性一次材料の分量を槽3内に分注するための手段とを有してもよい。光硬化性一次材料は、所望に応じて、異なる歯色で選択的に供給してもよい。本例では、光硬化性一次材料は、光硬化性樹脂(歯科材料の実践分野において一般的に光重合性樹脂と

50

も呼ばれる)である。光硬化性一次材料は、液体又はペースト状の(およびそれゆえ、流動性の)粘稠性を有する。槽3は光透過性ベース2を有する。本例では、槽3全体が透明な材料で作製されている。槽3のための適切な材料としては、例えば、シリカガラス又はポリカーボネートが挙げられる。必要に応じ、他の材料を用いることもできる。

【0051】

槽3は、一般的にカップ形状である。特に、槽3は、底壁3aと側壁3bとを有し、底壁3aの反対側に開口が形成されている。この実施例における槽3は、概ね円形(円形の側壁を有している)であるが、他の形状であってもよい。

【0052】

デバイス1は、概して、ステレオリソグラフィによってオブジェクト100を構築するように構成されている。これは、光硬化性一次材料の一部、特に、層を連続的に硬化させることによって、物理的オブジェクトが構築されることを意味する。したがって、構築された各層は、硬化した一次材料からなる。硬化した一次材料は固体である(かつ、流動性を有しない)。層が互いの上に「積層される」又は設けられる方向は本明細書において「ビルド方向」と呼ばれ、図において「B」と示される。残りの2つの方向における形状は、硬化した一次材料の層の各々の形状によって制御される。

10

【0053】

硬化した一次材料の個々の層の形状は、光硬化性一次材料の層の選択部分の露光によって決定される。これは、本例ではイメージプロジェクタである、光源5によって実行される。イメージプロジェクタは、コンピュータによって、所望の厚さの層に仮想的にスライスされた3次元仮想オブジェクトに基づいて制御される(具体的には、画像を提供される)。イメージプロジェクタは、デジタルライトプロセッシング(商標)に基づいてもよい。デジタルライトプロセッシング(DLP)は、半導体チップ上にマトリックス状に配置されたマイクロミラーを使用する。このような半導体チップは、デジタルマイクロミラーデバイス(Digital Micromirror Devices、DMD)として知られている。典型的なDMDのミラーは、約5μm以下のサイズを有している。ミラーのそれぞれは、半導体の制御によって、2つの位置の間を移動可能である。一方の位置では、光出力を通してミラー上に向けられた光を反射するようにミラーが配置され、他方の位置では、ミラー上に向けられた光がプロジェクタを出ないようにミラーが配置される。各ミラーは、通常は投影画像中の1つのピクセルを表しており、そのため、ミラーの数は、通常は投影画像の解像度に対応している。当業者であれば、他のプロジェクタ技術又はレーザビームを、本発明のデバイスにおいて同様に使用することができることを認識するだろう。

20

【0054】

光源5は、デバイス1の光透過性領域7の下に配置されている。光透過性領域7は、概ね水平に(重力の方向と垂直に)配置されており、光源5は、光透過性領域7が重力中心の方に面するその側に配置されている。本例では、光透過性領域7は、デバイスのハウジング6内に設けられている。槽3は、光透過性ベース2が光透過領域7上にあるように取り外し可能に配置されている。したがって、光源5によって放射され、ハウジング6の光透過領域7を透過された光は、槽3の光透過性ベース2も透過される。更に、槽3がデバイス1内に取り外し可能に配置されるため、槽3は、別の槽、例えば、異なる色の光硬化性一次材料と共に使用するための槽と交換することができる。

30

【0055】

光透過領域7と光透過性ベース2とは、透明でくもっていないことが好ましい。それゆえ、光透過性ベースに投影された画像の画像鮮銳度を最大化することができる。これはまた、オブジェクトを最高の精度で構築するための基礎となる。別の例では、光透過性領域及び光透過性ベースは、一体に組み合わせられてもよいことに留意されたい。

40

【0056】

デバイス1は、ビルドキャリヤ4を備えている。ビルドキャリヤ4は、光源5と反対の光透過性領域7のその側に配置されている。ビルドキャリヤ4は、デバイスによって構築されるオブジェクトを保持するように構成されている。ビルドキャリヤ4は、コンピュー

50

タ制御によって光透過性ベース 2 (及び光透過性領域 7) に対して位置決めすることができる。具体的には、ビルドキャリヤ 4 は、少なくともビルド方向 B に移動可能である。別の実施例では、ビルドキャリヤは、ビルド方向に垂直な 1 つ又は 2 つの方向に移動可能であってもよい。

【 0 0 5 7 】

オブジェクト 100 は、デバイス 1 内で、ビルド方向 B に構築される。特に、造形プロセスは、最初に作製されたオブジェクトの部分又は層に対して下方に (重力方向に) 実行される。これは、オブジェクト 100 が構築されるにつれて、デバイス 1 がオブジェクト 100 を上方に (重力中心から離れて、及び光透過性領域 7 から離れて) 連続的に引き上げるため、達成される。

10

【 0 0 5 8 】

ビルドキャリヤ 4 は、支持体 8 を介してリニアドライブ 9 に接続されている。本例のリニアドライブ 9 は、支持体 8 に機械的に結合されたスピンドル (図示せず) を有し、支持体 8 はビルド方向 B 内の 2 つの方向に移動可能である。リニアドライブ 9 は、モータ 10 と、位置測定デバイスとを更に有している。そのため、支持体 8 及び取り付けられたビルドキャリヤ 4 は、コンピュータ数値制御 (CNC) を介したデバイス 1 の制御によって精密に位置決めすることができる。当業者は、別の例では、支持体自体をビルドキャリヤとして構成することができることを認識するであろう。更に、当業者は、ビルドキャリヤは他の手段によってリニアドライブと接続することができることを認識するであろう。加えて、スピンドルドライブ以外のドライブが可能である。

20

【 0 0 5 9 】

図示された段階において、オブジェクト 100 (本例では、歯科用クラウンを含む) はすでにデバイス 1 内で部分的に構築されている。一般的に、オブジェクト 100 は、ビルドキャリヤ 4 と光透過性ベース 2 との間の領域において構築される。特に、オブジェクト 100 は、オブジェクト 100 の第 1 の端部 101 で支持構造体 103 を介してビルドキャリヤ 4 によって担持されている。図示された段階において、ビルドキャリヤ 4 は、オブジェクト 100 の反対側の第 2 の端部 102 と光透過性ベース 2 との間に空間 12 が形成されるように配置されている。空間 12 は、ビルド方向 B に所定の厚さを有する。更に、光硬化性一次材料 11 は、槽 3 内に供給される。光硬化性一次材料 11 の量は、所定の充填高さの光硬化性一次材料からの浴が形成されるように選択される。光硬化性一次材料 11 の充填高さは、空間 12 の厚さに対応している、又はそれよりも高い。したがって、空間 12 は、光硬化性一次材料 11 によって完全に充填されている。この段階で、イメージプロジェクト 5 を使用して、光透過性ベース 2 を介して空間 12 内へと光を放射することができる。光は、光透過性ベース 2 に対して平行な平面内において、2 次元パターンの形態で放射されることが好ましい。したがって、光硬化性一次材料 11 は、光パターンのパターンに応じて局所的に照射される。特に、パターンの光ピクセルはいずれも、光ピクセルの光に露光された光硬化性一次材料 11 のこののような部分を硬化させる。光硬化性一次材料 11 は、典型的には、ある程度光を透過するため、光は、空間 12 内の光硬化性一次材料 11 を完全に通過する。したがって、光硬化性一次材料の硬化によって、硬化した一次材料の一部 (特に層) が作り出される。硬化したこれらの一次材料の一部は、すでに構築された所までのオブジェクト 100 と接続し、より補完されたオブジェクトの部分になる。この段階から、補完されたオブジェクトを光透過性ベース 2 から後退させることができ、これにより、未硬化の光硬化性一次材料によって充填された新たな空間を作り出す。

30

未硬化の光硬化性一次材料は、オブジェクトを更に補完するために更なる光パターンの照射を受けることができ、これが、オブジェクトが層ごとに完全に構築されるまで、同じように続く。ビルドキャリヤ 4 は、光透過性領域 7 に面し、オブジェクト 100 が付着する保持面を有する。保持面は、硬化した一次材料の保持をもたらす。硬化した一次材料を保持する力は、光透過性ベース 2 上の硬化した一次材料を保持する力よりも優っている。そのため、オブジェクトを光透過性ベースから引き離す際に、オブジェクトは光透過性ベースから離されるが、ビルドキャリヤには保持されたままで残る。当業者であれば、ビルド

40

50

キャリヤ 4 及び光透過性ベース 2 の材料の選択、ビルドキャリヤ 4 及び光透過性ベース 2 の表面粗さの構成、保持エレメントの配置、又はこれらの組み合わせを含む、ビルドキャリヤにおける硬化した一次材料のより良好な付着力を制御するいくつかの技術的可能性を認識するであろう。光透過性ベース 2 は、任意選択的に、例えばポリテトラフルオロエチレンのような非粘着性コーティングで被覆される。それゆえ、硬化した一次材料は、光透過性ベースから離れ、その一方で、硬化した部分は互いに付着する。したがって、後退の間ににおける、構築されたオブジェクトのいかなる分裂をも防止することができる。

【 0 0 6 0 】

オブジェクトの後退の間に、槽内の光硬化性一次材料は、物理学の性質によって出現する空間に吸い込まれる（又は、周囲の圧力によって押し込まれる）。充填高さが空間の厚さよりも下がる（それによってオブジェクト中にボイドが生じる可能性がある）ことを防止するために、オブジェクトの後退の前、及び／又は後退と同時に、光硬化性一次材料が槽内に更に供給される。

10

【 0 0 6 1 】

オブジェクト 100 を構築した後に、オブジェクトに付着した過剰な（液体又はペースト状の）光硬化性一次材料が、望ましくは、除去される。オブジェクトが連続的に引き出された光硬化性一次材料は、典型的には、完全に流れ落ちないため、過剰な光硬化性一次材料がオブジェクトに付着し得る。そのような付着した過剰な光硬化性一次材料は、任意のクリーニングステップを省くために、硬化されてもよいが（ポストキュアされてもよいが）、付着した光硬化性一次材料は、均一な層を形成しない場合があることが見出されている。したがって、付着した過剰な光硬化性一次材料は、オブジェクトの形状の精度に悪影響を及ぼし得る。

20

【 0 0 6 2 】

オブジェクト 100 から過剰材料をクリーニングした後、オブジェクト 100 は、デバイス 1 から取り出され、本例ではグリセロール系ゲルである、光透過性コーティングによってコーティングされる。本例におけるコーティングは、ある量グリセロール系ゲルを保持するリザーバにオブジェクト 100 を浸漬することによって行われる。他のコーティング方法が可能である。例えば、コーティングは、オブジェクトの上に噴霧する又は注ぐことができる。コーティングされたオブジェクト 100 は、任意の光硬化性一次材料及び／又は二次材料を硬化させるために光によって照射される。続いて、以下に更に詳細に記載されるように、コーティングは、再度除去される。

30

【 0 0 6 3 】

図 2 及び図 3 は、図 2 において説明されるとおりのデバイス内で構築されるオブジェクト 100 を示す。オブジェクト 100 は、支持構造体 103 を介して固定部分 105 に接続されたワークピース 104（本例では、歯科用クラウン）を含む。ワークピース 104、支持構造体 103、及び固定部分 105 は、光硬化した一次材料から構築される。固定部分 105 は、任意のいわゆる後処理ステップにおけるオブジェクト 100 の取り扱い及び再現可能な位置決めを可能にする。しかし、固定部分 105 及び支持構造体 103 は、いわゆる消失部分、つまり、製造のためにのみ使用され、後にワークピース 104 から除去される部分を形成する。後処理ステップは、例えば、クリーニング、ポストキュア、切断、研磨、及び／又は支持構造体 103 のワークピース 104（歯科用クラウン）からの除去を含み得る。本例では、固定部分 105 は、所定の角度位置におけるオブジェクト 100 の再現可能な位置決めを可能にする平坦部 105a を有する。更に、第 1 の空洞 105b 及び第 2 の空洞 105c が固定部分 105 内に設けられている。第 1 の空洞 105b 及び第 2 の空洞 105c（図 3 参照）は、以下においてより詳細に更に説明されるように、オブジェクト 100 をモータ駆動式スピンドル上に装着することを可能にする。当業者は、後処理デバイス内におけるオブジェクトの位置決めを可能にする他の構造を提供することができるであろう。例としては、必要に応じて、ねじ、蟻継ぎ構造、差し込みロックの一部、及び他の構造が挙げられる。クリーニング（及び任意選択的に、更に仕上げ）した後、任意の支持構造体 103 は、ワークピース又は歯科用修復材を得るために、例えば

40

50

、オブジェクト 100 から切断することによって、除去される。

【0064】

図 4 は、遠心分離機 200 上に取り付けられたオブジェクト 100 を示す。図示の段階では、オブジェクト 100 は、異なる 2 つの状態にあってもよい。(i) オブジェクト 100 は、構築され、過剰材料からまだクリーニングされていないてもよい。この場合、遠心分離機 200 は、オブジェクトから過剰材料をクリーニングするために使用されることが好ましい。(ii) オブジェクト 100 は、既に過剰材料をクリーニングされ、後硬化され、コーティングによって被覆されていてもよい。この場合、遠心分離機 200 は、オブジェクトからコーティングをクリーニングするために使用されることが好ましい。遠心分離機 200 は、モータ駆動式スピンドル 201 を有する。具体的には、オブジェクト 100 は、本例では圧力嵌めによって、固定部分 105 をスピンドル 201 に取り付けて受け入れられる。スピンドル 201 に対するオブジェクト 100 の運動を防止するための耐ねじり構造が、圧力嵌めの代わりに、又はそれに加えて設けられてもよい。更に、遠心分離機 200 は、スピンドル 201 を駆動するためのモータユニット 202 を有する。モータユニット 202 は、電源に接続されているか、又は接続可能である電気モータ(図示せず)を有する。モータの回転速度を調整し、それゆえ、スピンドル 201 の回転速度を調整するための制御ユニット 203 が、遠心分離機 200 の一部として、又は外部ユニット(図示せず)として提供される。

10

【0065】

本例では、オブジェクト 100 は、第 1 の回転軸 R1 の周りでの回転のためにスピンドル 201 上に取り付けられる。第 1 の回転軸 R1 は、オブジェクト 100 を貫いて延びる。本例では、第 1 の回転軸 R1 は、オブジェクトの対称軸に近似する。用語「近似する」は、歯科用修復材部分が、通例、厳密に対称ではない天然の歯の構造を複製するという事実に応じている。更に、第 1 の回転軸 R1 は、ビルド方向(図 1 における B)と平行である。

20

【0066】

オブジェクト 100 は、回転軸 R1 に対して傾斜した第 2 の回転軸 R2 の周りに回転するようスピンドル 201 上に取り付けるように(図 2 及び図 3 における示される第 2 の空洞 105b によって)更に準備されている。本例における、第 1 の軸 R1 と第 2 の軸 R2 との間の傾斜角は 50 度である。必要に応じて、他の傾斜角も可能である。更に、第 2 の回転軸 R2 もまた、オブジェクト 100 を貫いて延びる。したがって、オブジェクト 100 は、第 1 の軸 R1 及び第 2 の回転軸 R2 の周りを続けて回転させることができる。状態(i)におけるオブジェクト 100 の回転は、オブジェクト 100 に付着した過剰な液体又はペースト状材料をオブジェクトから分離させる。あるいは、状態(ii)におけるオブジェクト 100 の回転は、コーティングをオブジェクトから分離させる。それゆえ、オブジェクト 100 を過剰な光硬化性一次材料から、並びにコーティングから物理的にクリーニングすることができる事が見出されている。クリーニング効果は、典型的には、過剰材料及びコーティングの 100% をオブジェクトから除去することにはならないが、過剰材料の約 80% ~ 95% を除去することができ、かつコーティングの 95% より多くを除去することができる事が見出されている。残留過剰材料は、後硬化させることができ、したがって、オブジェクトの品質に影響を与えない。コーティングの残留部分は、例えば、水で洗い流すことによって、容易に除去することができる。

30

【0067】

クリーニング効果は、質量慣性力、具体的には、過剰材料又はコーティングに作用する遠心力によって生じる。第 1 の回転軸 R1 及び / 又は第 2 の回転軸 R2 上に位置する任意の過剰材料又はコーティングは、理論的に、このような遠心力によって影響を受け得ない。更に、第 1 の回転軸 R1 及び第 2 の回転軸 R2 のうちの、いずれかの近くに位置する任意の過剰材料又はコーティングにかかる遠心力は、第 1 の回転軸 R1 及び / 又は第 2 の回転軸 R2 からより遠くに位置する過剰材料又はコーティングにかかる遠心力よりも小さい。しかし、オブジェクトを少なくとも 2 つの回転軸(例えば R1、R2)の周りに回転さ

40

50

せることによって、変化する遠心力から生じるクリーニング効果へのいかなる影響も最小限に抑えることができる事が見出された。

【0068】

第1の空洞105b及び第2の空洞105cは、好ましくは、第1の空洞105b及び第2の空洞105cの各々の、それぞれ、第1の回転軸R1及び第2の回転軸R2の周りでのオブジェクトの回転が釣合うよう、オブジェクト100に対して位置決めされ、配向される。好ましくは、第1の回転軸R1及び第2の回転軸R2は、第1の空洞105b及び第2の空洞105cの中心軸をそれぞれ形成する。釣合った回転のための第1の空洞105b及び第2の空洞105cの位置及び向きは、オブジェクトの設計の間にコンピュータ支援によって決定することができる。更に、固定部分に、オブジェクトを回転のために釣合わせるための追加の構造体及び/又はボイドが設けられてもよい。

10

【0069】

1つの一方で、回転速度は、過剰材料又はコーティングの物性（特に、レオロジー挙動）に従って選択される。その一方で、回転速度は、オブジェクトのサイズに従って選択される。本例では、オブジェクト100は、第1の回転軸R1を中心として約10mmの最大直径を有する。およそ6500回転/分の回転速度（空气中で回転）は、オブジェクトの釣合っていない何らかの質量から発生する力に起因する機械的損傷をオブジェクトに生じさせることなく、過剰材料に対する良好なクリーニング効果をもたらした。オブジェクトは、ワークピース104の形状のゆえに本質的に存在する釣合っていない質量が、固定部分105の形状によってもたらされるカウンタバランサによって補償される様態で構築されてもよいことに留意されたい。オブジェクト100からコーティングをクリーニングするために、同じ速度を適用することができる。

20

【0070】

本例におけるオブジェクト100から過剰材料をクリーニングするためのG力は、5m (オブジェクトの10mmの直径を2で除算したもの)の距離(又は半径)における任意の点又は区域に対して、236Gであった。G力が依然として100Gを上回る2.5mmの回転軸からの距離又は半径を有するオブジェクトの区域においては、依然として、優れたクリーニング効果があった。

【0071】

オブジェクト100は、回収容器210内で回転させられる。これは、オブジェクトから出てくる任意の過剰材料又はコーティングを回収するためのものである(及び過剰材料又はコーティングが周囲の区域を汚染するのを回避するためのものである)。本例における回収容器210は空気を包含する(空である)。別の例では、任意の過剰材料又はコーティングをオブジェクトから除去するための溶剤を回収容器内に用意してもよい。しかし、このようなクリーニングは、概して、質量慣性力によって生じることはなく、したがって、本発明の方法ステップに追加して実行することができる。

30

【0072】

第1の回転軸R1及び第2の回転軸R2の位置及び向きは別様に選択することができることに留意されたい。

【0073】

図5は、例示的な代替遠心分離機300を示す。図示の例のような遠心分離機又は同様のものは、例えば、化学又は生化学実験室用に市場で入手可能である。遠心分離機300は、各々、1つ以上のサンプルをスピン(又は遠心力の作用)のために収容するための4つのホルダ302を有するロータ301を有する。ロータ301はモータパワーによって、調整可能な速度で回転軸Rの周りに回転可能である。

40

【0074】

本例では、ホルダ302の各々において、図6及び図7においてより詳細に説明されるように、(従来技術の部分でない)トレーアセンブリ310が配置される。

【0075】

図6及び図7は、トレーアセンブリ310が受け入れられるホルダ302を示す。ホル

50

ダ302は、上端部319及び下端部318を有する。更に、各ホルダ302は、上端部と下端部との間のホルダ302の次元に長手方向軸Aを有する。ホルダ302は、ロータ(図5における301)において回転可能に懸架される(本図には示されていない)。ホルダ302は、回転軸(図5におけるR)の径方向における回転のために、ホルダ302の上端部の近傍でロータにおいて懸架される。それゆえ、遠心分離機300の動作時、ホルダ302は、遠心分離機のロータの回転によって生じる遠心力の結果、それらの下端部318が径方向外側に向かって傾く。傾きは、チェアロプレーンの椅子の径方向運動のように想像することができる。ロータの回転速度が0である場合には、ホルダ302は、それらの長手方向軸Aが鉛直に(本質的に、重力に即して)向けられている。ロータの回転速度が高いほど、ホルダ302は、長手方向軸Aが回転軸の半径方向に近づくよう、大きく傾斜する。本例におけるホルダ302はカップ状であり、上端部319において開口312を形成する(図7参照)。更に、ホルダ302は下端部318上で閉じている。それゆえ遠心力を受けたオブジェクトから離脱した物質をいずれもホルダ内に捕獲することができ、遠心分離機の汚染を防止することができる。しかし、当業者は、ホルダは、用いられる遠心分離機の種類に依存して異なる形状を有し得ることを理解するであろう。

【0076】

トレーアセンブリ310は、ホルダ302の開口312内に、又はその上に受け入れられる。本例では、トレーアセンブリ310は、トレー313及び回収容器315を備える。回収容器315はカップ状であり、トレー313が受け入れられるソケット317を形成する。したがって、遠心力を受け、トレー313内に受け入れられたオブジェクトから分離した過剰な光硬化性一次材料又はコーティングは、回収容器315内に捕獲される。これは、トレーアセンブリ310全体(任意の遠心力を受けるオブジェクト及び除去された光硬化性一次材料又はコーティングを含む)を、遠心分離機にかけるべき新しいトレーと交換することを可能にする。その結果、ホルダを清潔に保つことができ、これにより、トレーアセンブリが交換可能であり、ホルダをクリーニングするための保守中断が存在しないおかげで、大量生産が可能になる。

【0077】

好ましくはないが、別の例では、同様のトレーがホルダ302内に直接受け入れられてもよいことに留意されたい。

【0078】

トレー313は複数のレセプタクル314を有する。本例におけるレセプタクル314の各々は貫通孔を形成する。レセプタクル314は、図8に示されるように、構築されたオブジェクト100を内部に受け入れ、保持することができるよう形状及びサイズが設定される。

【0079】

本例では、トレー313内の貫通孔は、段320が、オブジェクト100を保持するリテナを提供する、段付きの構成を有し、オブジェクト100が貫通孔を通り抜けるのを防止する。段320は、レセプタクル314の貫通孔の第1の部分314aと第2の部分314bとの間の移行部によって形成される。第1の部分314aは、第2の部分314bの断面よりも断面が広い。本例では、第1の部分314a及び第2の部分314bは円筒形であり、第1の部分314aの第1の断面は、第2の部分314bの第2の断面よりも大きな直径を有する。オブジェクト100は、図2及び図3において言及されたオブジェクトに対応し、したがって、支持構造体103を介して固定部分105に接続されたワーカピース104を含む。オブジェクト100は、ワーカピース104を下向きにして(重力中心に向けて)、レセプタクル314内に配置される。固定部分105は、ワーカピース104よりもサイズが大きく、第1の部分314aに嵌合するような寸法にされている。したがって、固定部分105は、レセプタクルの第1の部分314a内に配置され、オブジェクト100の残部は、レセプタクルの第2の部分314b内に(又はそれを通つて)突出する。

【0080】

10

20

30

40

50

一例（図示せず）では、1つの固定部分が複数の（究極的には異なる）ワークピースを担持し得る。本例では、トレーは、（1つのワークピースのみを有するオブジェクトを受け入れるためのレセプタクルと比べて）1つ以上のより大きなレセプタクルを有し得る。

【0081】

図9では、遠心力を作用させている最中における、ホルダの、ウンド（und）それゆえ、トレー313の運動Mが示されている。遠心分離機のロータの回転の結果、トレー313は遠心力ゆえに傾斜する。ロータの回転速度、及びトレーを含むホルダの重さに依存して、遠心力及び重さの結果もたらされた力Fにより、トレーの傾斜が定まる。ワークピースの傾斜の調整によって、（図に示すアンダーカット106のような）アンダーカットを形成するワークピースからの過剰材料又はコーティングの除去を容易にすることができる、遠心分離機の回転速度によってワークピースの傾斜を調整することができることが見出された。更に、トレー及びオブジェクトを含むホルダの重さはオブジェクトの設計の間に前もって決定することができるため、遠心力を作用させる前に（例えば、オブジェクトの設計の間に）、（同様にワークピースのアンダーカットに対応する）所望の回転速度を事前に決定することができることが見出された。

【0082】

この点において、オブジェクト内のいかなる空洞も、遠心分離機内のオブジェクトに作用する生じた力に対する空洞の向きに応じてアンダーカットを形成し得ることに留意されたい。したがって、オブジェクトは、異なるアンダーカットから過剰材料又はコーティングを除去するために異なる速度で連続的に遠心分離することができる。したがって、特定のオブジェクトが装填されたトレーには、回転速度又は速度群に関するデータが記憶されたデータキャリヤ、例えば、印刷ラベル又はRFIDタグを設けることができる。遠心分離機は、データキャリヤから読み取られたデータに従って遠心力を作用させるプログラムを自動的に実行するためのデータキャリヤのための読み取りデバイスを有し得る。

10

20

30

40

50

【図面】

【図1】

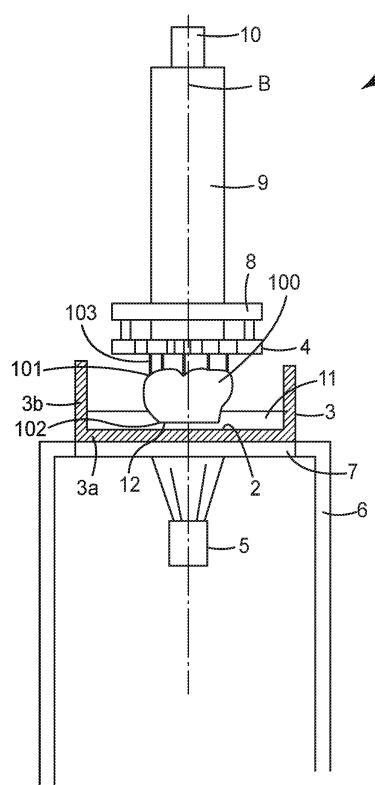
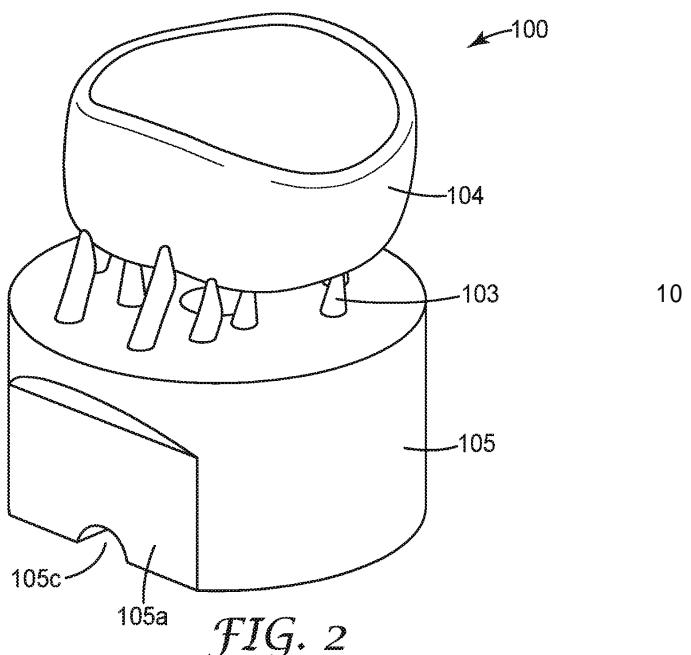
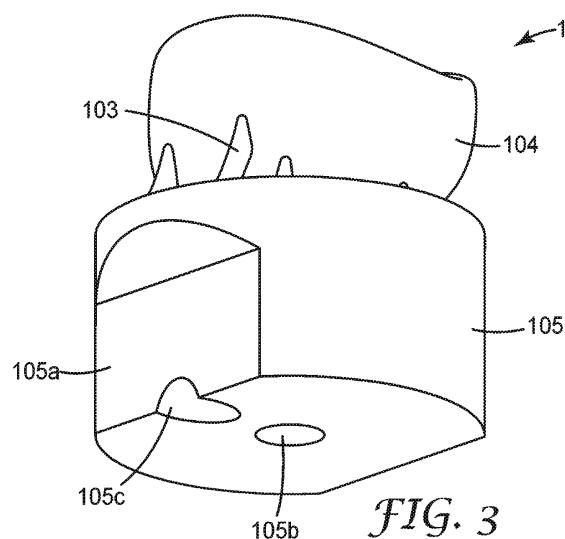


FIG. 1

【図2】



【図3】



【図4】

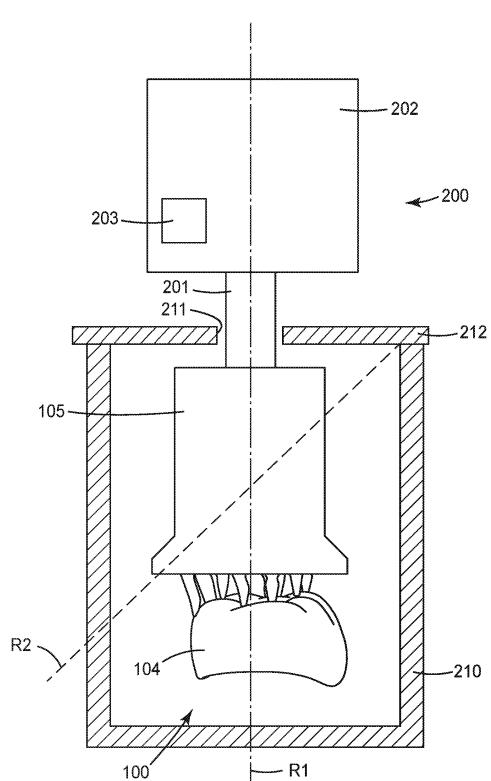


FIG. 4

【図 5】

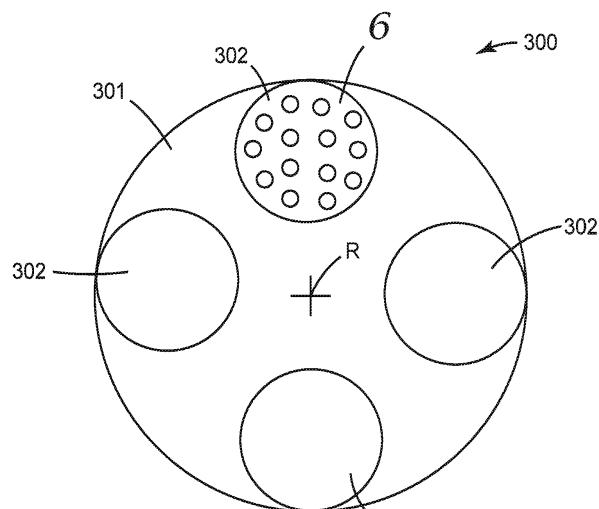


FIG. 5

【図 6】

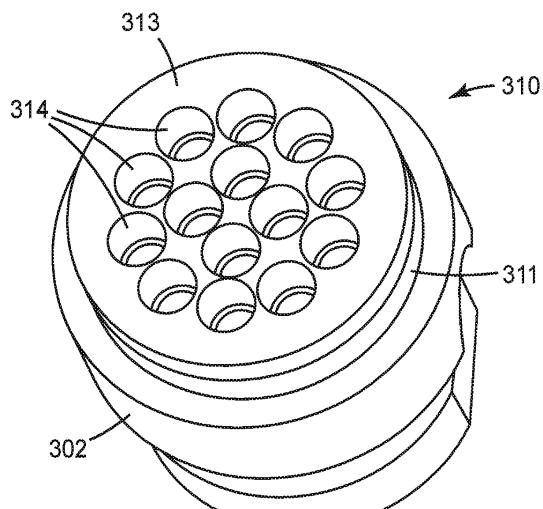


FIG. 6

【図 7】

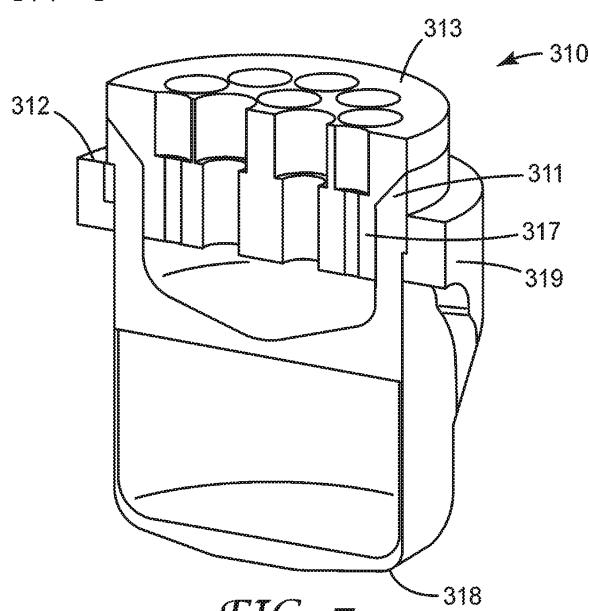


FIG. 7

【図 8】

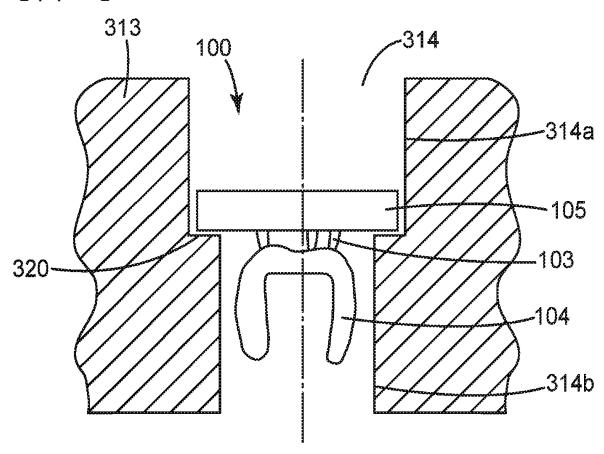


FIG. 8

【図9】

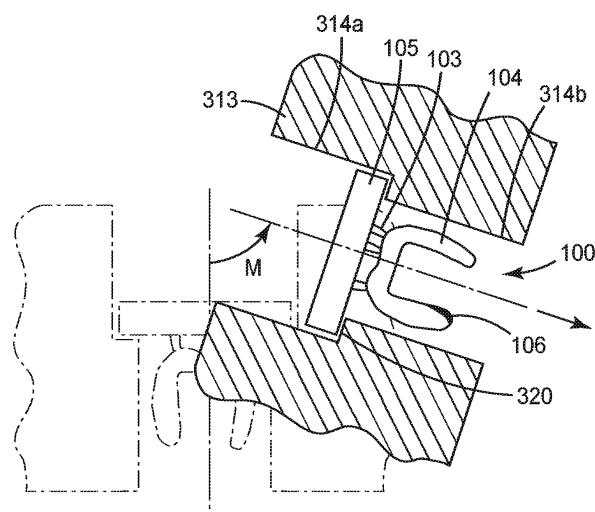


FIG. 9

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(74)代理人 100171701
弁理士 浅村 敬一

(72)発明者 キルヒナー, バスティアン ピー .
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

(72)発明者 ライア, ジョアッキーノ
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

(72)発明者 フリードリッヒ, アニア
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

(72)発明者 オベルペルティンガー, ダニエル デー .
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

(72)発明者 コルテン, マルテ
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

(72)発明者 ヘルマン, アンドレアス
ドイツ, ゼーフェルト 82229, エーエスペーエー プラツ (番地なし)

審査官 坂本 薫昭

(56)参考文献 特開昭62-000005 (JP, A)
特開平06-315986 (JP, A)
特開平07-060843 (JP, A)
特表2011-520655 (JP, A)
特表2016-505525 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
A61C 5/70
B29C 64/10, 64/129, 64/20, 64/241,
64/30, 64/35, 64/40
B33Y 10/00, 30/00, 50/00, 70/00, 80/00