

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7369726号  
(P7369726)

(45)発行日 令和5年10月26日(2023.10.26)

(24)登録日 令和5年10月18日(2023.10.18)

(51)国際特許分類	F I	
B 2 9 C 64/40 (2017.01)	B 2 9 C 64/40	
A 6 1 C 13/00 (2006.01)	A 6 1 C 13/00	A
B 2 9 C 64/124 (2017.01)	B 2 9 C 64/124	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	

請求項の数 7 (全14頁)

(21)出願番号	特願2020-569782(P2020-569782)	(73)特許権者	505005049
(86)(22)出願日	令和1年6月10日(2019.6.10)		スリーエム イノベイティブ プロパティ
(65)公表番号	特表2021-526989(P2021-526989		ズ カンパニー
	A)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3
(43)公表日	令和3年10月11日(2021.10.11)		3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト
(86)国際出願番号	PCT/IB2019/054831		オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリー
(87)国際公開番号	WO2019/239296		エム センター
(87)国際公開日	令和1年12月19日(2019.12.19)	(74)代理人	100130339
審査請求日	令和4年6月8日(2022.6.8)		弁理士 藤井 憲
(31)優先権主張番号	18177895.2	(74)代理人	100110803
(32)優先日	平成30年6月15日(2018.6.15)		弁理士 赤澤 太朗
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100135909
			弁理士 野村 和歌子
		(74)代理人	100133042
			弁理士 佃 誠玄

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 積層造形によって物理的オブジェクトをビルドアップする方法

(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ビルドアップする方法であって、  
 ビルド軸に沿って層毎に前記オブジェクト及び少なくとも1つの支持構造体をビルドアップする工程であって、前記支持構造体が、ビルドプラットフォームに対して前記オブジェクトを支持する、ビルドアップする工程と、  
 前記オブジェクト及び前記少なくとも1つの支持構造体をビルドアップする間に、それぞれが前記オブジェクト及び前記支持構造体の共通層である複数の層によって、前記支持構造体と前記オブジェクトとの間に接続部を提供する工程と、  
 前記支持構造体と前記オブジェクトとの間の前記接続部に、未硬化の光硬化性材料で充填された少なくとも1つのポイドを提供する工程と、  
 を含む、方法。

【請求項 2】

分離面が、前記支持構造体と前記オブジェクトとの間の移行部に隣接して画定され、前記分離面が、前記ビルド軸の次元における垂直サイズと、前記ビルド軸に垂直な次元における水平サイズとを有し、前記垂直サイズが前記水平サイズよりも大きい、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記支持構造体が、前記ビルド軸の横方向から前記オブジェクトに接続する、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記支持構造体が、断面が前記分離面を画定する狭窄部を形成する、請求項 2、又は、請求項 2 に従属する請求項 3 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記狭窄部が、所定の破断区域を形成する、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記支持構造体が、ベース構造体及び接続構造体を含み、前記接続構造体が前記ベース構造体と前記オブジェクトとを接続する、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記ベース構造体が、前記ビルド軸と平行又は略平行に延びており、前記接続構造体が、前記ビルド軸に垂直又は略垂直に延びている、請求項 6 に記載の方法。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、積層造形 (additive manufacturing) によって物理的オブジェクトをビルドアップする方法に関し、特に、支持構造体とオブジェクトとの間に複数の層によって接続部が形成され、それぞれがオブジェクト及び支持構造体の共通層である、方法に関する。

## 【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きている。

20

## 【0003】

このような積層造形プロセスは、通例、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ビルドアップすることを可能にする。大きめのブランクから材料を除去することによってオブジェクトが機械加工される、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きている。

## 【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、歯科用修復材を製作するためには、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。

30

## 【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、CAD/CAM) 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、通常は光で露光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、所望の三次元オブジェクトが作製される。そのため、パターンは、三次元オブジェクトの所望の外形に応じて制御される。

40

## 【0006】

層状に製造する方法では、典型的には、物理的オブジェクトがビルドアップされるビルドプラットフォーム上で各層を支持する必要がある。新たな層の場合、自然と、以前にビルドアップされた層が支持を提供することができる。しかしながら、新たな層が、以前にビルドアップされた層を越えて1つ以上の部分で延びる場合、そのような部分は、以前にビルドアップされた層によって支持され得ない。したがって、このような部分は、以前にビルドアップされた層から張り出している。オブジェクトがビルドアップされた後に取り外される支持構造体によって張り出し部分を支持することが一般的である。典型的には、

50

支持構造体はロッド状であり、オブジェクトをビルドアップするプロセスでビルドアップされる。したがって、層の張り出し部分は、支持構造体上に直接形成される。これは、張り出し部分の以前にビルドアップされた層が支持構造体の層であることを意味する。

【0007】

国際公開第2018/104885(A1)号(DWS)は、流体物質のための容器と、少なくとも1つの放射線源と、放射線を基準面に向けて方向付けるように構成された光学群と、光学群を制御するための制御部と、を備えるステレオリソグラフィマシンのについて記載している。

【0008】

米国特許第9,183,325(B2)号(Wightonら)は、オブジェクトのための支持構造体の生成方法を記載しており、支持構造体及びオブジェクトは1つ以上の積層造形技術を介して製造され、方法は、機械的支持体が提供されるオブジェクトの1つ以上の領域を特定することと、1つ以上の支持点を特定することと、オブジェクトのための支持構造体を生成することと、を含む。

10

【0009】

国際公開第2015/019070(A1)号(Renishaw)は、層毎にオブジェクトをビルドアップすることを含む積層造形方法について記載しており、ビルドアップ中にオブジェクトを支持するための複数の支持体が提供される。

【0010】

オブジェクトをビルドアップする既存の手法は、特定の利点を提供するが、オブジェクトをビルドアップする間の支持構造体の使用に起因する悪影響を最小限に抑える方法が依然として必要とされている。

20

【発明の概要】

【0011】

本発明は、積層造形によって物理的オブジェクトをビルドアップする方法に関する。方法は、

ビルド軸に沿って層毎にオブジェクト及び少なくとも1つの支持構造体をビルドアップする工程であって、支持構造体が、ビルドプラットフォームに対して直接的又は間接的に前記オブジェクトを支持する、ビルドアップする工程と、オブジェクト及び少なくとも1つの支持構造体をビルドアップする間に、

30

それぞれがオブジェクト及び支持構造体の共通層である複数の層によって、支持構造体とオブジェクトとの間に接続部を提供する工程と、を含む。

【0012】

本発明によれば、支持構造体は、1つ以上の共通層によって生成されるオブジェクトに直接接続される。これは、破断する所定の面が、オブジェクトの底部からオブジェクトの別の領域へ、例えば、典型的にはさほど敏感ではない歯科用コーピングの内側へと移動するために有利である。

【0013】

これは、例えば、支持構造体全体が、実際のワークピースのビルドアップが開始される前にビルドアップされ、ワークピース表面に垂直方向に接続される、米国特許第9,183,325(B2)号(Wightonら)に記載されるプロセスとは全く異なる。

40

【0014】

一実施形態によれば、オブジェクト及び少なくとも1つの支持構造体をビルドアップする間、支持構造体のみがビルドアップされ、支持構造体は、それぞれがオブジェクト及び支持構造体の共通層である複数の層によって、支持構造体とオブジェクトとの間に接続部を有する。すなわち、本実施形態によれば、支持構造体は、オブジェクトのビルドアップが開始される前にはビルドアップされない。

【0015】

好ましくは、オブジェクトに接続する支持構造体の各層は、オブジェクト及び支持構造

50

体の共通層を形成する。

【0016】

本発明は、積層造形によって製造されるオブジェクトに支持構造体を位置決めする際の柔軟性を最大化するという点で有利であり得る。具体的には、本発明は、支持構造体のビルド軸の横方向からの接続を可能にする。更に、本発明は、支持構造体が製造中にオブジェクトを適切に支持するように構成されているが、オブジェクトを仕上げた後にオブジェクトから支持構造体を取り外すのを容易にするという点で有利である。歯科用修復材の積層造形、特に、(クラウン又は部分クラウンのような) 歯科用コーピングの積層造形において、本発明により、支持構造体の残留物が歯科修復物の表面(例えば、破断面(fracture surface))に影響を及ぼすことなく、支持構造体の使用を可能とすること更に判明した。

10

【0017】

「積層造形」という用語は、具体的には、物理的オブジェクトが層で(又は層状に)ビルドアップされるプロセスを指す。典型的には、層は、ビルド軸に特定の厚さを有する。ビルド軸は、典型的には、層が互いに積み重ねられる次元に延びている。ビルド軸に垂直な次元では、各層は、典型的には、オブジェクトの三次元形状全体から得られる形状を有する。典型的には、層は、オブジェクトの三次元コンピュータモデルを多数の仮想層に仮想的にスライスすることから得られる。次いで、仮想層は、厚さ及び形状において仮想層に対応する物理層をビルドアップするために使用される。有用な積層造形プロセスとしては、例えば、Digital Light Processing(デジタルライトプロセッシング、DLP)又はステレオリソグラフィが含まれる。更に、本明細書の目的上、「積層造形」という用語は、「3D印刷」を意味すると理解される。

20

【0018】

一実施形態では、本方法は、ビルド軸に沿って層毎にオブジェクト及び複数の支持構造体をビルドアップする工程と、オブジェクト及び支持構造体をビルドアップする間に、それぞれがオブジェクト及び支持構造体の共通層である複数の層によって、各支持構造体とオブジェクトとの間に接続部を提供する工程と、を含む。

【0019】

各支持構造体は、好ましくは、ビルドプラットフォームに対して直接的又は間接的にオブジェクトを支持する。支持構造体がビルドプラットフォームに対して間接的にオブジェクトを支持する場合、ベースプレートはビルドプラットフォーム上に直接配置されてもよく、支持構造体はベースプレートからオブジェクトまで延びてもよい。支持構造体がビルドプラットフォームに対して直接的にオブジェクトを支持する場合、支持構造体は、ビルドプラットフォームからオブジェクトまで延びてもよい。

30

【0020】

オブジェクトは、典型的には、支持構造体のみによって支持され、ビルドプラットフォームに追加で接続されない。

【0021】

一実施形態では、分離面は、支持構造体とオブジェクトとの間の移行部に隣接して画定される。分離面は、仮想的であり、移行部の平面構造によって画定される。移行部の構造は、例えば、支持構造体とオブジェクトとの間の狭窄部によって形成されてもよい。狭窄部は、矩形形状、多角形状、楕円形状、又は任意の他の円周形状を有する平面状経路に沿って延びてもよい。したがって、分離面は、矩形、多角形、楕円形、又は他の適切な輪郭若しくは形状を有してもよい。分離面は、好ましくは、ビルド軸の次元における垂直サイズと、ビルド軸に垂直な次元における水平サイズとを有する。垂直サイズは、好ましくは、水平サイズよりも大きい。

40

【0022】

一実施形態では、支持構造体は、ビルド軸の横方向からオブジェクトに接続する。つまり、支持構造体が、ビルド軸に対して垂直である、又は別様に傾斜する方向で対面するオブジェクトの表面においてオブジェクトに接続されることを意味する。

50

## 【 0 0 2 3 】

一実施形態では、支持構造体は、狭窄部を形成する。狭窄部の断面は、分離面を画定する。好ましくは、狭窄部は、支持構造体の最小断面を形成する。したがって、狭窄部は、好ましくは、所定の破断区域を形成する。

## 【 0 0 2 4 】

一実施形態では、支持構造体は、ベース構造体及び接続構造体を含む。接続構造体は、ベース構造体とオブジェクトとを接続する。好ましくは、狭窄部は、接続構造体によって形成される。

## 【 0 0 2 5 】

一実施形態では、ベース構造体は、ビルド軸と平行に又は略平行に延びている。更に、接続構造体は、好ましくは、ビルド軸に垂直に又は略垂直に延びている。

10

## 【 0 0 2 6 】

一実施形態では、オブジェクト及び支持構造体（又は複数の支持構造体）をビルドアップする工程は、

光硬化性材料の層を提供する工程と、

層の少なくとも一部分を、光硬化性材料を硬化させるのに適した光で露光する工程と、を順次実行することに基づく。

## 【 0 0 2 7 】

「光硬化性材料を硬化させるのに適した光」という表現は、好ましくは、450 nm ~ 495 nmの波長内の光（青色光）、又は330 nm ~ 450 nm、好ましくは383 nmの波長内の光（紫外光）を指す。本発明の方法に使用される光は、オブジェクトをビルドアップするために使用される光硬化性材料に応じて選択することができる。

20

## 【 0 0 2 8 】

一実施形態では、オブジェクト及び支持構造体をビルドアップする工程は、ステレオリソグラフィ（例えば、Digital Light Processing<sup>TM</sup>（DLP））又は槽重合に基づく。従って、本方法は、DLPに基づくデバイスを提供する工程を含み得る。デバイスは、光硬化性材料を受容するための光透過性（好ましくは透明な）露光プレートと、オブジェクト及び支持構造体がビルドアップされるビルドプラットフォームと、露光プレートを通じて光パターンをビルドプラットフォームに向けて投射するための光プロジェクタと、を有してもよい。露光プレート及びビルドプラットフォームは、好ましくは、位置制御された方法で互いに対して移動可能である。露光プレート及びビルドプラットフォームの互いに対する位置、並びに光パターンは、好ましくは、オブジェクトのコンピュータモデルに基づいて、コンピュータによって制御される。露光プレートは、いくらかの光硬化性材料が提供され得る槽の一部であってもよい。更に、槽が、露光プレートに加えて提供されてもよい。

30

## 【 0 0 2 9 】

好適な実施形態では、オブジェクトは歯科修復材、特に歯科用コーピングである。歯科用コーピングは、好ましくは、咬合側端部及び辺縁側端部を有する。好ましくは、キャビティは、辺縁側端部から歯科用コーピング内へ延びる。キャビティは、歯科用コーピングの内面を形成する（又は内面によって範囲を定められる）。歯科用コーピングは、好ましくは、更に外面を有する。外面は、好ましくは、天然歯の形状に似た形状である。典型的には、歯科用コーピングの外面は、歯科用コーピングが患者の口内に設置されたときに可視な表面である。

40

## 【 0 0 3 0 】

一実施形態では、支持構造体は、キャビティの外側からキャビティ内へ延びて、内面で歯科用コーピングに接続する。好ましくは、歯科用コーピングのビルドアップ中、辺縁側端部はビルドプラットフォームに面し、咬合側端部は露光プレートに面している。好ましくは、支持構造体は、キャビティの外側からキャビティ内へ延びて、内面でのみ歯科用コーピングに接続する。すなわち、支持構造体は、歯科用コーピングと外面では接続しない。

## 【 0 0 3 1 】

50

このアプローチに従うことによって、支持構造体を取り除かれるとき、残根への固定後も可視のままである歯科用修復材又はコーピングの外表面が、損傷を受けるリスクが低減される。

#### 【0032】

一実施形態では、本方法は、支持構造体とオブジェクトとの間の接続部に、光硬化性材料で充填されたボイドを提供する工程を含む。このようなボイドは、硬化性材料の層を提供し、（未硬化の）硬化性材料の一部を包囲する外周部分を有する層を硬化させることによって作製され得る。好ましくは、外周部分は、硬化性材料の包囲部分が狭いために、硬化性材料が毛管作用によって外周部分の内側に保持されるように成形される。特に、硬化層を露光プレート又は槽から持ち上げる際、硬化性材料が、毛管作用によって包囲部分内に保持される。そのように形成され、充填された包囲部分は、硬化性材料で充填されたボイドが形成され得るように、2つの硬化材料層の間に封入されてもよい。

10

#### 【0033】

一実施形態では、本方法は、支持構造体とオブジェクトとの間の接続部に、光硬化性材料で充填された複数のボイドを提供する工程を含む。複数のボイドは、所定の破断区域にわたって配置されてもよい。例えば、オブジェクトと支持構造体との接続部の各共通層は、一列に配置され、光硬化性材料で充填された複数のボイドを含んでもよい。オブジェクトと支持構造体との接続部の隣接共通層は、一列に配置されるが、前の層のボイドに対してオフセットされた、光硬化性材料で充填された複数の更なるボイドを含んでもよい。したがって、支持構造体とオブジェクトとの間の移行部には、例えば格子縞パターンで配置された光硬化性材料で充填された少なくとも1つ又は複数のボイドを備えることができる。

20

#### 【0034】

したがって、支持構造体とオブジェクトとの間の移行部は、破断抵抗を制御され得る。例えば、ボイドが増えるほど、硬化材料の断面が低減されるため、破断抵抗が低下する。したがって、支持構造体の破断が促進される。更に、支持構造体をオブジェクトから切り離した後、ボイドが開放され、光硬化性材料が放出される。放出された光硬化性材料は、破断面上に分配されて、硬化後に破断面の光沢を出すために使用され得ることが判明している。

#### 【0035】

本発明は更に、複数の積み重ねられた結合層から作製される物理的オブジェクトに関する。特に、物理的オブジェクトは、積層造形によって作製されてもよい。ビルド軸は、層が積み重ねられる次元に画定されている。オブジェクトは、複数の層にわたって延びる1つ以上の破断面を呈する。具体的には、破断面は、複数の層のそれぞれにわたって全体に延びている。破断面は、物理的オブジェクトから破断される支持構造体から生じる。更に、オブジェクトがビルドアップされる間、ビルドプラットフォームに対してオブジェクトを支持するよう支持構造体を使用された。

30

#### 【0036】

一実施形態において、物理的オブジェクトは、歯科用修復材、特に、歯科用コーピングの形態である。歯科用コーピングは、咬合側端部及び辺縁側端部を有する。更に、キャビティは、辺縁側端部からコーピング内へ延びる。キャビティは、コーピングの内面を形成する（又は内面によって範囲を定められる）。破断面は、内面内に形成される。

40

#### 【0037】

更なる実施形態では、物理的オブジェクトは、本発明の方法によって得られるか、又は得ることができる。したがって、本発明の方法の文脈で説明される構造体は、物理的オブジェクトの構造体を形成することができる。更に、本発明の方法から得られる構造体は、物理的オブジェクトの構造体を形成することができる。

#### 【0038】

更に、1つ以上の支持構造体のコンピュータ支援位置決めのためのソフトウェアツール及び方法が開示される。ソフトウェアツールは、好ましくは、1つ以上の支持構造体のコンピュータ支援位置決めのための方法を実行するように構成される。本方法は、破断抵抗

50

を測定する工程を含み得る。破断抵抗は、好ましくは、オブジェクトへの移行部における接続構造体の強度である。破断抵抗は、例えば、支持構造体が作製されている光硬化材料に基づく接続構造体の狭窄部の断面から計算することができる。

【0039】

本方法は、オブジェクト上のいわゆる保護面を識別する工程を更に含んでもよい。この点では、保護面は、支持構造体を含まない表面とする。保護面は、例えば、マウスポインタを介してCADシステム上で選択及び決定され得る。例えば、ユーザは、CADシステムがスプラインによって接続するいくつかの点を画定することによって、領域を識別することができる。本方法は、CADシステムによって表示される任意の選択された保護面を強調表示する工程を含んでもよい。

10

【0040】

更に、本方法は、オブジェクト上に支持構造体を自動的に配置する工程を含んでもよい。例えば、いくつかの支持構造体は、所定の距離をおいて互いに分散されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明による方法を実行するデバイスの断面図である。

【図2】本発明の一実施形態による支持構造体のコンピュータモデルの斜視図である。

【図3】本発明の一実施形態による支持構造体の一部分のコンピュータモデルの斜視図である。

【図4】本発明の一実施形態による方法によって得られる歯科用コーピングの断面図である。

20

【図5】本発明の一実施形態による方法によって得られる支持構造体を含む歯科用コーピングの形態の物理的オブジェクトの斜視図である。

【図6】本発明の一実施形態による方法によって得られる歯科用コーピングの形態の物理的オブジェクトの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0042】

図1は、積層造形によって物理的オブジェクト10をビルドアップするための例示的なデバイス100を示す。デバイス100は、本発明の方法を実行するために使用することができる。図示されるデバイス100は、いわゆるDigital Light Processing (DLP) 技術に基づく。この技術は、光硬化性材料105を提供することができる背面照明可能な露光プレート102と、光硬化性材料105に入り込み(plunge into)、露光プレート102に対して移動可能なビルドプラットフォーム101と、を使用する。本発明の方法は、DLPを使用するデバイスに限定されず、適宜、他の積層造形デバイスと共に同様に使用されてもよい。特に、他のステレオリソグラフィデバイスを本発明とともに使用することができる。

30

【0043】

図示されるデバイス100は、光硬化材料の層内に物理的オブジェクト10をビルドアップするように構成されている。露光プレート102とビルドプラットフォーム101との間に間隙が提供され、液体硬化性材料がその間隙を埋めるように供給されて、各層が生成される。この間隙内の光硬化性材料105の部分は、続けて、これらの部分を光で露光することによって硬化される。間隙内の光硬化性材料は、具体的には二次元光パターンによって照らされて、光にさらされた光硬化性材料の部分が組み合わされて、そのパターンにしたがって成形された硬化した材料の層を形成する。

40

【0044】

光パターンを作り出すために、デバイス100は、この例ではデジタル光プロジェクトを含む光源103を有する。更に、露光プレート102は、光源から放出された光が露光プレート102を透過して硬化性材料に到達するように、透明である。露光プレート102は、略平坦な露光面102aを呈する。露光面102aは上方に向けられ、これは重心から離れる方を向くことを意味する。

50

## 【 0 0 4 5 】

光源 1 0 3 は、露光プレート 1 0 2 の下に配置される。具体的には、ビルドプラットフォーム 1 0 1 から見て、デジタル光プロジェクタは、露光プレート 1 0 2 を通してビルドプラットフォーム 1 0 1 に向けて光を投射するために露光プレート 1 0 2 の背後に配置される。デジタル光プロジェクタは、二次元パターンで光を投射するように構成されている。光パターンは、例えば格子縞模様のような規則的パターンで配列された多数の画素のマトリクスに基づることができる。デジタル光プロジェクタは、パターンの各画素が照らされ得る又は暗いままにされ得るように構成される。露光面 1 0 2 a に隣接する光パターンの解像度は、オブジェクトが露光面 1 0 2 a に平行な次元でビルドアップされ得る精度を決定する。これらの次元は、互いに垂直に配置され、露光面 1 0 2 a に平行に配置された第 1 の水平次元 X 及び第 2 の水平次元 Y に対応する。(図面では、第 2 の水平次元 Y は、単に例示のために斜視図で示されているが、第 2 の水平次元 Y は実際には、図の平面に対して垂直に配置されている)。光パターンの制御は、いわゆるデジタルマイクロミラーデバイス (Digital Micro-mirror Device、DMD) によって提供されてもよい。DMD は、光ビームから露光プレートに向けて光を偏向させて明るい画素を生成する、又は露光プレートから離れるように光を偏向させて暗い画素を生成するように配向され得る、多数の個別に回転可能な小型ミラーを備える。当業者であれば、光投射のための他の技術を認識するであろう。例えば、プロジェクタは、LCD (液晶ディスプレイ) 投射技術に基づいてもよい。光パターンは、更に、可動光ビーム、例えばレーザービームに基づいてもよい。この技術では、パターンは画素のマトリクスに基づいてもよく、又は基づかなくてもよい。

10

20

## 【 0 0 4 6 】

光投射に使用される光ビームは、光硬化性材料を硬化させるために必要な又は好適な波長範囲の光を含み、本実施例では、約 3 6 5 n m ~ 約 4 7 0 n m の波長範囲又は好適な紫外波長範囲内の光を含む。

## 【 0 0 4 7 】

硬化後、更なる光硬化性材料が流れる新たな間隙を形成するように、硬化した材料の層を露光プレート 1 0 2 から離れるように移動させる (引き離す)、といった具合である。

## 【 0 0 4 8 】

本実施例では、硬化性材料 1 0 5 は、槽 1 0 4 内に提供される。槽 1 0 4 は、光源から放出された光が槽 1 0 4 を通って露光プレート 1 0 2 を透過し、最終的に硬化性材料 1 0 5 に到達するように透明である。当業者であれば、槽 1 0 4 は任意選択的であるが、例えば、露光プレート 1 0 2 を合間に洗浄する必要なく、様々な材料からいくつかのオブジェクトをビルドアップするために有益であることを認識するであろう。

30

## 【 0 0 4 9 】

物理的オブジェクト 1 0 は、多数の層を順に提供する (又は「積み重ねる」) ことによってビルドアップされる。層が積み重ねられる次元は、「ビルド軸」(図において「Z」と称される) と称される。本実施例のビルド軸 Z は更に、第 1 及び第 2 の水平次元 X、Y に対して垂直な垂直次元に対応する。ビルドプラットフォーム 1 0 1 は、ビルド軸 Z に沿って露光プレート 1 0 2 に対して移動可能である。ビルドプラットフォーム 1 0 1 は、露光面 1 0 2 a に面するビルド面 1 0 1 a を有する。デバイス 1 0 0 は、ビルド面 1 0 1 a 及び露光面 1 0 2 a がコンピュータ制御によって互いに対して位置決めされ得るように構成される。具体的には、ビルド面 1 0 1 a と露光面 1 0 2 a との間の互いに対する距離は、コンピュータによって制御され得る。ビルドプラットフォーム 1 0 1 (ビルド面 1 0 1 a を有する) は、例えばモータ駆動式直線ガイドによって垂直に移動可能である。ビルドプラットフォーム 1 0 1 は、例えば Digital Light Projection™ (DLP) 技術などのステレオリソグラフィに基づく市販の 3 D プリンタに搭載されてもよい。

40

## 【 0 0 5 0 】

層は、典型的には、同じ又は所定の均一な厚さ (すなわち、Z 次元) を有するが、異なる光パターンに基づいて、厚さに対して横方向の次元 (すなわち、第 1 の水平次元 X 及び

50

第2の水平次元Y)で個別に二次元で成形することができる。しかしながら、厚さの異なる多数の層を提供することによって、オブジェクトをビルドアップすることが可能である。したがって、この技術を用いて、多種多様な異なる形状の三次元オブジェクトをビルドアップすることができる。

【0051】

ビルド軸Zに沿ったオブジェクト10の精度は、一般に、ビルド面101aと露光面102aとが互いに対して位置決めされ得る精度によって決定される。

【0052】

方法の1つの工程では、オブジェクト10は、ビルド軸Zに沿って層毎にビルドアップされる。積層造形を介したオブジェクトの層状ビルドアップの場合、1つ以上の支持構造体が必要である又は推奨されることが多い。これらの支持構造体は、典型的には、オブジェクトのいわゆる「張り出し」層のための支持を提供し、これは、ビルド軸Zの横方向次元において、オブジェクトの層が1つ以上の以前にビルドアップされた層から張り出していることを意味する。

10

【0053】

典型的には、ビルドアップされた層は、同じサイズ及び形状の後続の層、又はサイズ及び形状がビルド層の輪郭内に適合する層を支持することができる。しかしながら、ビルドアップ層の輪郭を越えて(実際のバルコニーのように)横方向に延びる後続層の一部分は、その部分がビルドアップ層に張り出す範囲に応じて、その部分を変形させ得る力に曝される。このような力は、特に典型的には、通常、ビルド軸の次元に作用する重力から生じる。更に、このような力は、新たな層のための新たな間隙を作り出すためにビルドプラットフォーム101を再度位置決めする間に、露光プレート102からビルドアップ層を引き離すことによって生じ得る。したがって、張り出し層の範囲は限定され、張り出し層の範囲が大きくなると、典型的には支持構造体を必要とする。したがって、本方法の工程では、オブジェクト10及び少なくとも1つの支持構造体20は、ビルド軸Aに沿って層毎にビルドアップされる。本実施例では、2つの支持構造体20が示されている。実際には、2つより多い支持構造体がオブジェクト10と共にビルドアップされてもよい。

20

【0054】

支持構造体20は、ビルドプラットフォーム101上のオブジェクトを支持する。支持構造体20がビルドプラットフォーム101上のオブジェクト10を直接支持することが示されているが、別の実施例では、ベースプレート(図示せず)がビルドプラットフォーム上に直接配置されてもよく、支持構造体はベースプレートとオブジェクトとの間に延びていてもよい。

30

【0055】

各支持構造体20は、ビルド軸Zの横方向からオブジェクト10に接続する。これは、それぞれがオブジェクト10及び支持構造体20の共通層である複数の層を提供することで達成される。つまり、オブジェクト10と支持構造体20との間の接続部は、オブジェクト10と支持構造体20の共通層のみによって形成されることを意味する。

【0056】

図2は、支持構造体20の仮想表現をより詳細に示す。仮想支持構造体20は、ベース構造体21と、接続構造体22と、ドッキング構造体23と、を有する。ドッキング構造体23は任意選択的であり、ビルドアップされるオブジェクトの仮想モデルと仮想的にマージするために提供される。したがって、マージ後、ドッキング構造体は、物理的支持構造体20がドッキング構造体を有さないように、オブジェクトの一部を形成する。支持構造体20の仮想表現は、CAD(Computer Aided Design: コンピュータ支援設計)システム上に記憶されてもよく、複数の支持構造体を有するオブジェクトの仮想モデルを提供するために複数回複製されてもよい。支持構造体20の仮想表現は、仮想表現の形態で、複数の異なる形状の支持構造体を保持するデータベースに更に記憶されてもよい。支持構造体を含むオブジェクトの設計中、各ベース構造体21は、所望の長さに適合されてもよい。したがって、支持構造体20の仮想表現は、それに応じて仮想的に短縮され得る標準化

40

50

長尺 (standardized overlength) を呈するベース構造体 2 1 を有してもよい。更に、オブジェクト及び支持構造体の設計中、各支持構造体 2 0 のドッキング構造体 2 3 は、オブジェクトにマージされ、したがってオブジェクトの一部を形成する。したがって、支持構造体 2 0 の仮想表現は、仮想オブジェクトにマージする標準化されたサイズ及び形状を呈するドッキング構造体 2 3 を有する。したがって、物理的支持構造体 2 0 は、ベース構造体 2 1 の自由端部分が修正された (短縮された) 標準化仮想表現に基づくものであり、ドッキング構造体 2 3 は、オブジェクトにマージされる。

【 0 0 5 7 】

しかしながら、物理的支持構造体 2 0 (例えば、図 1 に示される) は、接続構造体 2 2、及び接続構造体 2 2 に隣接するベース構造体 2 1 の少なくとも一部分に対する支持構造体 2 0 の仮想表現に対応する。接続構造体 2 2 は、ベース構造体 2 1 からドッキング構造体 2 3 に向かってテーパ状になっている。したがって、接続構造体 2 2 は、接続構造体 2 2 とオブジェクトとの間の移行部において最小の断面を有する。最小断面は、所定の破断区域 A (図 3 に示す) を形成し、ここで、支持構造体 2 0 は、破断された場合に好ましくはオブジェクト 1 0 から分離する。

10

【 0 0 5 8 】

ドッキング構造体 2 3 は、接続構造体 2 2 に直接隣接する平面を有するため、物理的オブジェクトは、物理的接続構造体 2 2 に直接隣接する領域で平面を引き継ぐ。接続構造体 2 2 とオブジェクトとの間の平面的な境界面により、接続構造体 2 2 の最小断面は、支持構造体 2 0 及びオブジェクトを好みに応じて分離する分離面を画定する。分離面 (最小断面) は、ビルド軸 Z の次元における垂直サイズと、ビルド軸 Z に垂直な次元におけるより小さな水平サイズとを有する。このため、ビルド軸 Z に沿った次元で支持構造体 2 0 の強固な支持が提供される。これは、オブジェクトのビルドアップ中、任意の力が主にビルド軸 Z に沿って生じ、より大きな垂直サイズによる分離面が、それらの力に耐えるように構成されるからである。一方、分離面の水平サイズが小さいほど、水平次元に沿って支持構造体を容易に破断させることができる。

20

【 0 0 5 9 】

図 3 は、接続構造体 2 2 とオブジェクト (図示せず) との間の最小断面によって画定される所定の破断区域 A を有する支持構造体 2 0 を示す。オブジェクトをビルドアップする間、露光プレート上に生成された各硬化層は、新たな層を作り出すための新しい間隙を形成するために露光プレートから引き離されなければならない。硬化層を引き離すために必要とされる力 (引き離し力) は、基本的には、オブジェクトと支持構造体の重量、硬化層と露光プレートとの間の接着力、及び流体力学 (具体的には、未硬化の光硬化性材料を間隙内に流し込むために加えられる力) に依存する。材料収縮によって光硬化性材料を硬化させる間に、更なる力を加えることができる。これらの力は、典型的には、使用される光硬化性材料及びオブジェクト及び支持構造体のサイズ及び形状に基づいて決定することができ、それにより、引き離し力も決定することができる。特に、使用される同じ硬化性材料及び同じデバイスの場合、典型的には、引き離し力は、光硬化性材料の層の対応部分を硬化させるために使用される光パターンの画素数に比例する (又はほぼ比例する)。したがって、ビルド軸 Z における所定の破断区域 A の垂直サイズは、オブジェクト及び支持構造体をビルドアップする間に生じる最大引き離し力に基づいて設計することができる。

30

40

【 0 0 6 0 】

オブジェクトからの支持構造体の容易な破断を可能にするために、所定の破断区域 A は、ビルド軸 Z に垂直な次元の方が小さい。本実施例では、所定の破断区域 A のサイズは、第 1 の次元 X の方が小さく示されている。所定の破断区域 A の形状及びサイズにより、支持構造体は、オブジェクト及び支持構造体を互いに対して押したり引いたりして最大引き離し力を超えることによって、支持構造体を取り外すことができることが判明した。例えば、いったんオブジェクト及び支持構造体がビルドアップされると、オブジェクトは、支持構造体が破断してオブジェクトから離れるように、支持構造体上に押されてもよい。各所定の破断区域 A は最も弱い領域を形成するため、支持構造体は、所定の破断区域 A にお

50

いてオブジェクトから再現可能に破断される。

【0061】

図4は、歯科用コーピング30、特に歯科用クラウンの形態のオブジェクト10を示す。歯科用コーピング30は、咬合側端部31及び辺縁側端部32を有する。咬合側端部31は、コーピングが患者の口に設置されるとき、反対側の歯に面している。更に、辺縁側端部32は、コーピングが患者の口に設置されたときに、歯科用コーピング30によって修復された残根に面する。歯科用コーピングは、辺縁側端部32から歯科用コーピング30内へ延びるキャビティ33を有する。キャビティ33は、歯科用コーピング30の内面34を形成する。歯科用コーピングの外面35は、天然歯の形状に似た形状である。特に、積層造形によって歯科用コーピング30をビルドアップする間に、外面35を上げることが望ましい。本発明の方法は、支持構造体が、図5に示されるように、歯科用コーピング30のキャビティ33内に配置され得るため、歯科用コーピングの製造に特に有利である。

10

【0062】

図5は、歯科用コーピング30の内面34のみに接続された支持構造体20を有する歯科用コーピング30を示す。したがって、外面35は、支持構造体20への任意の接続によって影響を受けない。したがって、支持構造体の破断から生じる任意の破断面は、内面34内にのみ存在し得る。内面34と外面35との間の境界は、辺縁側端部32において歯科用コーピング30によって形成される頂点36である。典型的には、外面35は、患者の口腔内に歯科用コーピングを装着した後に視認可能であるが、内面34は視認不能である。したがって、破断面もまた、患者の口内に歯科用コーピングを装着した後に隠れる。図6に示されるように、(仮想支持構造体のドッキング構造から生じる)任意の残留ドッキング部分23'を使用して、内面34内に突出保持構造を提供できることが更に判明している。

20

【0063】

図6から明らかなように、残留ドッキング部分23'は、外面35に更に延びていない。残留ドッキング部分23'は、内面34から(部分的に)突出し、したがって咬合側端部31と辺縁側端部32との間の次元に対してアンダーカットを形成する。したがって、残留ドッキング部分23'は、残根上に歯科用コーピング30を保持するための保持構造(例えば、セメンティング)を形成する。更に、支持構造体を破断させることにより得られる破断面37は、残根上での歯科用コーピング30の追加の保持を提供する。これは、破断面が、典型的には、歯科用コーピング30の内面よりも高い表面粗度を有するからである。

30

40

50

【図面】

【図 1】

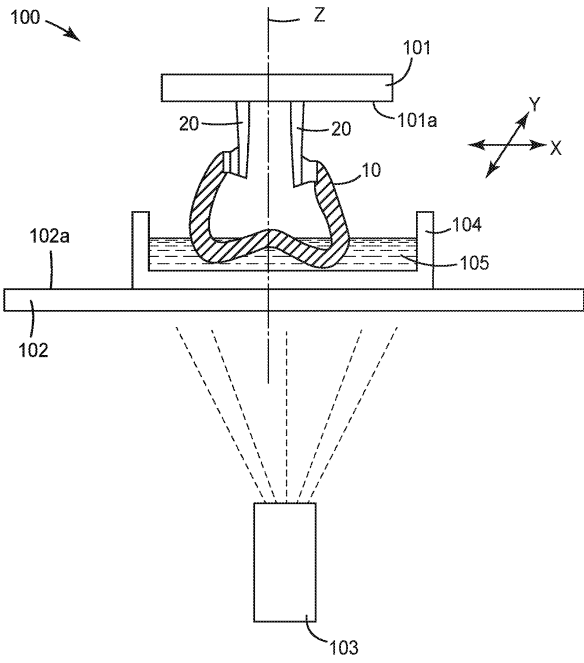


FIG. 1

【図 2】

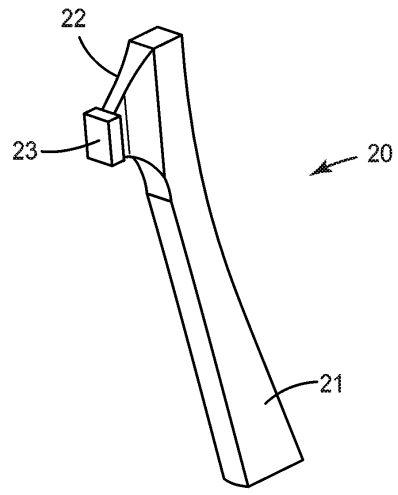


FIG. 2

【図 3】

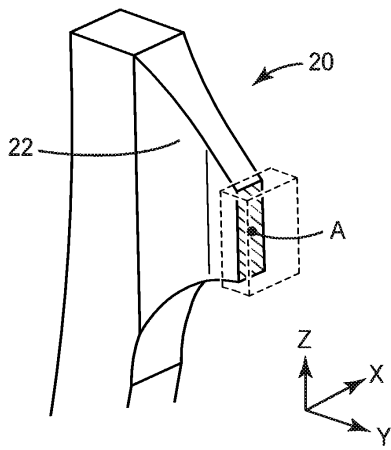


FIG. 3

【図 4】

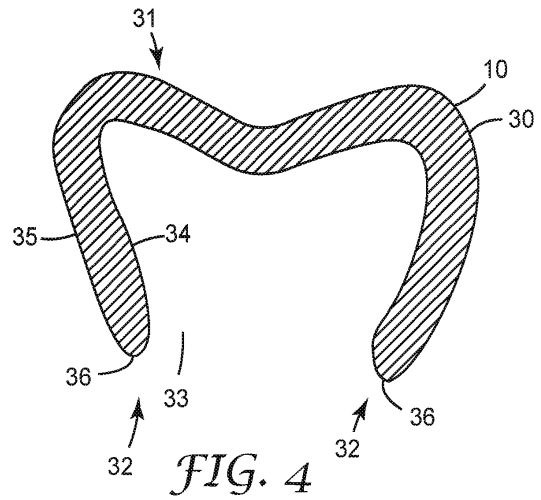


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

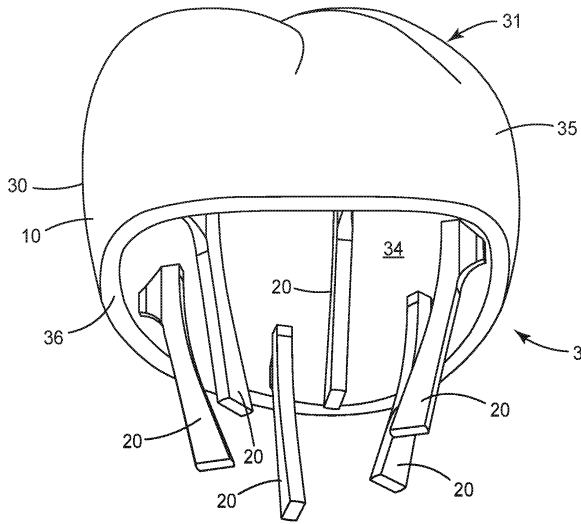


FIG. 5

【 図 6 】

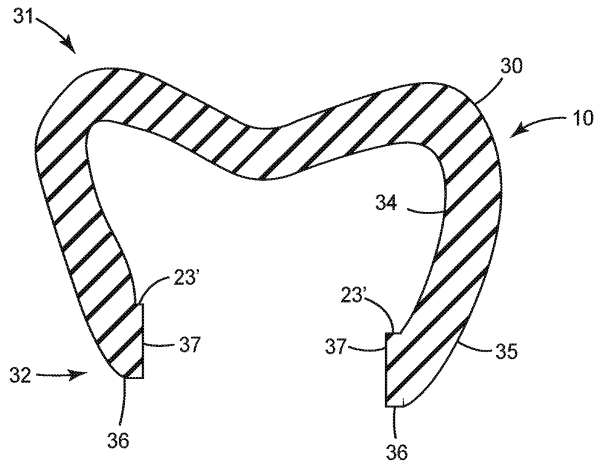


FIG. 6

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 コルテン, マルテ  
ドイツ, ゼーフェルト 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (番地なし)
- (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 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (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 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (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 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (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 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (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 8 2 2 2 9, エーエスペーエー ブラッツ (番地なし)
- 審査官 小山 祐樹
- (56)参考文献 特開平5 - 3 0 1 2 9 3 ( J P , A )  
特開2 0 0 9 - 1 9 0 2 9 1 ( J P , A )  
特開2 0 1 7 - 1 6 5 0 9 5 ( J P , A )  
特表2 0 1 6 - 5 3 3 9 0 3 ( J P , A )  
特表2 0 2 0 - 5 0 4 0 3 2 ( J P , A )  
特表2 0 1 6 - 5 3 9 7 0 6 ( J P , A )  
米国特許出願公開第2 0 1 4 / 0 3 0 0 0 1 7 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B名)  
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0  
B 2 2 F 1 / 0 0 - 1 2 / 9 0  
B 2 8 B 1 / 3 0  
B 3 3 Y 1 0 / 0 0 - 9 9 / 0 0  
A 6 1 C 1 / 0 0 - 1 3 / 3 8  
A 6 1 C 1 9 / 0 0 - 1 9 / 1 0  
A 6 1 G 1 5 / 1 4 - 1 5 / 1 8