



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112368129 B

(45) 授权公告日 2022.10.14

(21) 申请号 201980044264.8
 (22) 申请日 2019.06.26
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 112368129 A
 (43) 申请公布日 2021.02.12
 (30) 优先权数据
 18180660.5 2018.06.29 EP
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2020.12.29
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/IB2019/055398 2019.06.26
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02020/003156 EN 2020.01.02
 (73) 专利权人 3M创新有限公司
 地址 美国明尼苏达州
 (72) 发明人 马尔特·科滕 焦阿基诺·拉亚
 亚德里恩·S·埃克特

赫尔玛·B·迈尔
 迪特马尔·布勒斯
 (74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
 责任公司 11219
 专利代理师 梁晓广 李金刚
 (51) Int.Cl.
 B29C 64/182 (2006.01)
 (56) 对比文件
 CN 106363906 A, 2017.02.01
 CN 107538737 A, 2018.01.05
 WO 2015152744 A1, 2015.10.08
 US 2018126668 A1, 2018.05.10
 CN 105196549 A, 2015.12.30
 CN 103978212 A, 2014.08.13
 DE 202011003443 U1, 2011.12.23
 US 2017165916 A1, 2017.06.15
 审查员 卜艳

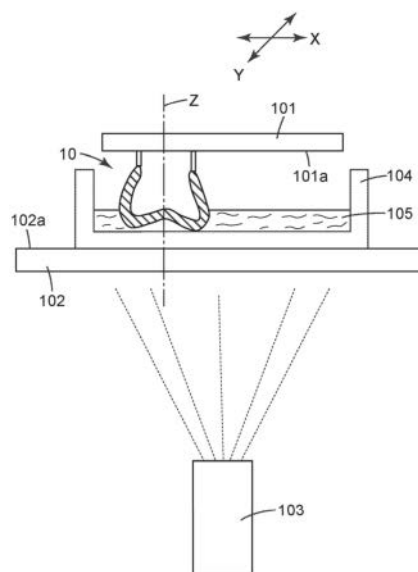
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

通过增材制造来时间偏移和时间重叠地构建物理工件的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种由可光硬化材料(105)在3D打印装置(100)上构建至少第一物理工件(10)和第二物理工件(20)的方法。所述方法具有以下步骤:向所述3D打印装置提供用于构建第一工件的第一数据集;基于所述第一数据集开始第一打印作业;在开始所述第一打印作业之后,向同一3D打印装置提供用于构建第二工件的第二数据集;以及在完成所述第一打印作业之前,基于所述第二数据集开始第二打印作业。



1. 一种由可光硬化材料在3D打印装置上构建至少第一物理工件和第二物理工件的方法,所述3D打印装置包括至少第一构建平台,所述方法包括以下步骤:

向所述3D打印装置提供用于构建第一工件的第一数据集;

基于所述第一数据集开始第一打印作业,其中所述第一打印作业包括在沿着构建轴线的维度上在所述第一构建平台上逐层打印所述第一工件;

在开始所述第一打印作业之后,向同一3D打印装置提供用于构建第二工件的第二数据集;以及

在完成所述第一打印作业之前,基于所述第二数据集开始第二打印作业,其中所述第二打印作业包括逐层打印所述第二工件;

其中所述第一打印作业进一步包括在所述第一工件的打印期间在横向于所述构建轴线的位置处逐层打印辅助基座,并且其中所述第二工件在所述辅助基座上打印,所述辅助基座具有预定的标准化形状。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述打印基于连续执行以下步骤:

提供可光硬化材料层;以及

使所述层的至少一部分暴露于适于使所述可光硬化材料硬化的光。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述第一工件和所述第二工件基于立体光照型技术或激光照射来打印。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中所述可光硬化材料的至少一个层用于硬化所述第一工件的一部分和所述第二工件的一部分。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一工件包括第一物体和至少第一支撑结构,并且所述第二工件包括第二物体和至少第二支撑结构,其中所述第一支撑结构和所述第二支撑结构在构建期间分别支撑所述第一物体和所述第二物体。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中所述第一物体和所述第二物体为牙科修复部件、正畸托槽或者用于牙科修复部件或正畸托槽的模芯。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述第一物体和所述第二物体具有不同的形状。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一工件的打印和所述辅助基座的打印在所述第一构建平台上执行。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中另一工件在第二构建平台上打印,其中所述第一构建平台和所述第二构建平台在所述第一打印作业的开始和打印所述另一工件的另一打印作业的开始之间相对于彼此移动,并且其中所述第一构建平台和所述第二构建平台在所述另一打印作业开始时一起移动。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述第一构建平台在所述第一打印作业的开始和所述另一打印作业的开始之间移动,并且其中所述第二构建平台在所述另一打印作业开始时联接到所述第一构建平台的移动。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中所述可光硬化材料为包含光引发剂的可光致聚合的树脂,并且其中所述硬化通过用光照射所述可光硬化材料来执行。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述可光硬化材料包含酰基氧化膦作为光引发剂。

13. 根据权利要求11所述的方法,其中所述可光硬化材料基于具有(甲基)丙烯酸酯部

分作为反应性基团的单体,并且其中所述可光硬化材料包含填料、染料和着色剂。

14. 一种3D打印装置,用于在沿着构建轴线的维度上由可光硬化材料构建物理主体,所述3D打印装置包括用于接收可光硬化材料的曝光板,以及用于通过所述曝光板投影光图案的光投影仪,其中所述3D打印装置具有用于以可释放方式保持所述物理主体的第一夹持器和第二夹持器,所述第一夹持器和所述第二夹持器能够在平行于所述构建轴线的维度上移动,并且其中所述3D打印装置被构造成使得所述第一夹持器和所述第二夹持器交替地将所述主体拉离所述曝光板以构建所述物理主体,所述3D打印装置被构造用于执行根据前述权利要求中任一项所述的方法。

通过增材制造来时间偏移和时间重叠地构建物理工件的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种由可光硬化材料在3D打印装置上构建至少第一物理工件和第二物理工件的方法。具体地,本发明涉及在用于打印第一工件的第一打印作业开始之后和结束之前开始用于打印第二工件的第二打印作业。

背景技术

[0002] 在多种技术领域,越来越多地通过增材制造工艺来制造物理对象或机械工件。

[0003] 此类增材制造工艺通常允许以物体的期望的单独形状来构建物体,这通过随后添加材料以形成该形状来实现。通过移除材料来从超大坯料中加工出对象的所谓的减成工艺越来越多地被增材制造工艺所取代。

[0004] 虽然增材制造工艺在快速成型的行业中被同时广泛使用,但是在许多领域中的最终产品的制造仍然具有挑战性。特别是对于制作牙科修复物,一般需要使用与用于人体相容的材料。另外,由构建过程制造的牙科修复物必须满足对机械稳定性的要求以及对美学的期望,例如涉及色差和半透明度。

[0005] 一些增材制造工艺基于立体光照型技术。立体光照型技术一般使用光来硬化可光硬化的或可光致聚合的树脂。基于计算机辅助设计和/或计算机辅助制造(CAD/CAM)的数据被用于在可光硬化树脂层上投影光图案。光敏树脂通常由于暴露于光而固化,使得形成根据图案的固化树脂层。期望的三维物体借助连续添加层创建。从而根据三维物体的期望外部形状来控制图案。

[0006] 通常,增材制造工艺和对应的装置基于分批操作。具体地,许多现有的增材制造工艺和装置未被构造用于以时间偏移和时间重叠的方式构建两个或更多个工件,而是要求在下一个工件可构建在同一装置上之前完成工件。

[0007] WO 2017/100538 A1(全球过滤系统公司(Global Filtration Systems))描述了用于由多种可固化材料制备多个3维物体的方法和设备。所述物体被设计成沿着构建轴线具有可变的可移除支撑高度,使得每个物体具有在第一材料和第二材料之间的界面,该界面距构建平台具有相同的高度。

[0008] US 2017/0071707 A1(Uckelmann等人)涉及一种装置,用于制造具有单个几何形状的多层产品,该装置包括基板、能够相对于基板移动的材料施加装置、以及用于将信号传输到材料施加装置的控制装置和/或用于传送基板的传送机装置。

[0009] 尽管用于构建物体的现有方法和装置提供了某些优点,但仍然需要通过增材制造最小化构建多个物体所需的时间。

发明内容

[0010] 本发明涉及一种由可光硬化材料在3D打印装置上构建至少第一物理工件和第二物理工件(进一步称为第一“工件”和第二“工件”)的方法。3D打印装置包括至少第一构建平台。

[0011] 该方法包括以下步骤：

[0012] -向3D打印装置提供用于构建第一工件的第一数据集；

[0013] -基于第一数据集开始第一打印作业，其中第一打印作业包括在沿着构建轴线的维度上在第一构建平台上逐层打印第一工件；

[0014] -在开始第一打印作业之后，向同一3D打印装置提供用于构建第二工件的第二数据集；以及

[0015] -在完成第一打印作业之前，基于第二数据集开始（在同一3D打印装置上）第二打印作业，其中第二打印作业还包括逐层打印第二工件。

[0016] 本发明的优点在于，允许在处于构建第一工件的过程中的3D打印装置上开始一个或多个另外的打印作业。因此，本发明允许在3D打印装置上开始一个或多个另外的打印作业，在该打印装置上开始第一打印作业但尚未完成。因此，本发明使得通常被设置用于分批处理的3D打印装置能够以准连续方式操作。因此，本发明是有利的，因为它有助于使3D打印装置的吞吐量最大化。

[0017] 更确切地说，本发明允许从一种材料中打印多个部件，并且在运行打印作业期间添加在打印作业开始时不可用的新数据集。该方法的优点在于，可将新的数据集无中断地添加到打印过程中。因此，与WO 2017/100538 A1相比，本发明集中于连续工艺而不是同时打印方法。

[0018] 本发明的方法可通过使用辅助基座作为另外的待打印物体的预留位置来支持。辅助基座或预留位置通常具有体积基元的形状（诸如立方体、长方体、圆柱体或其它）。辅助基座具有与实际构建平台和待打印物体的支撑结构的平坦界面。与辅助基座相比，支撑结构必须新的几何形状发生之后生成，并且因此支撑结构被定制用于待打印物体。因此，在实际支撑结构和相关的待打印物体可用之前打印辅助基座。

[0019] 另选地或除此之外，本发明的方法可通过使用第二构建平台或甚至另外的构建平台来支持，其中第一构建平台和第二构建平台以及任选的另外的构建平台在第一打印作业的开始和第二打印作业的开始之间相对于彼此移动，并且其中第一构建平台和第二构建平台以及任选的另外的构建平台在第二打印作业开始时一起移动。

[0020] 该方法可进一步包括以下步骤：

[0021] -在开始第二打印作业之后，向同一3D打印装置提供用于构建第三工件的第三数据集；以及

[0022] -在完成第一打印作业和/或第二打印作业之前，基于第三数据集开始第三打印作业，其中第三打印作业包括逐层打印第三工件。

[0023] 该方法可一般地包括以下步骤：

[0024] -在任何前述打印作业开始之后，向同一3D打印装置提供用于构建一个或多个另外的工件的一个或多个另外的数据集；以及

[0025] -在完成前述打印作业中的至少一个打印作业之前，基于所述一个或多个另外的数据集开始一个或多个另外的打印作业，其中所述一个或多个另外的打印作业各自包括逐层打印所述一个或多个另外的工件。

[0026] 在一个实施方案中，第一工件、第二工件和任何另外的工件表示一个上述工件的部分。在该实施方案中，构建上述工件可在整个上述工件被完全设计之前开始。当上述工件

的另外部分的另外数据集变得可用时,可连续完成上述工件。

[0027] 在一个实施方案中,第一数据集、第二数据集和任何另外的数据集可分别基于第一计算机模型、第二计算机模型和另外的计算机模型。第一计算机模型、第二计算机模型和另外的计算机模型优选地各自分别表示第一工件、第二工件和任何另外的工件的形状。第一数据集、第二数据集和任何另外的数据集可进一步包括关于用于逐层打印的层的厚度和形状的信息。

[0028] 优选地,开始第一打印作业的步骤在3D打印装置上不存在第二数据集或另外的数据集时执行。

[0029] 在一个实施方案中,打印基于连续执行以下步骤:

[0030] -提供可光硬化材料层;以及

[0031] -使所述层的至少一部分暴露于适于使所述可光硬化材料硬化的光。

[0032] 优选地,第一工件、第二工件和任何另外的工件由相同类型的可光硬化材料构建。另外,第一工件、第二工件和另外的工件的打印优选地使用存在于用于保持可光硬化材料的单个槽内的可光硬化材料来执行。

[0033] 用语“适于使可光硬化材料硬化的光”优选是指在450nm至495nm之间的波长内的光(蓝光)或在330nm和450nm之间、优选地383nm的波长内的光(UV光)。用于本发明的方法的光可根据用于打印第一工件、第二工件或任何另外的工件的可光硬化材料来选择。

[0034] 在一个实施方案中,基于立体光照型技术诸如Digital Light Processing™(DLP)来打印第一工件、第二工件和任何另外的工件。因此,所述方法可包括提供基于立体光照型技术(例如,DLP)的3D打印装置的步骤。3D打印装置(除了第一构建平台之外)优选地具有用于接收可光硬化材料的曝光板以及用于通过曝光板朝向第一构建平台投影光图案的光投影仪。曝光板和第一构建平台优选地能够以位置受控的方式相对于彼此移动。曝光板和第一构建平台相对于彼此的位置以及光图案优选地通过计算机基于待构建的工件的计算机模型来控制。曝光板可以是可提供一些可光硬化材料的槽的一部分。另外,除了曝光板之外,还可提供槽。另外,构建平台可由可互换地保持在3D打印装置中的料筒形成。料筒可包括用于储存可光硬化材料的贮存器。此类料筒的构建平台可以是穿孔的。可提供储存在料筒中的可光硬化材料以用于通过穿孔构建第一(或任何另外的)工件。此类料筒例如在WO 2018/026640 A2(3M公司)中有所描述。

[0035] 在另一个实施方案中,基于激光照射来打印第一工件、第二工件和任何另外的工件。技术人员将认识到用于照射可光硬化材料的部分的另外的技术。

[0036] 在一个实施方案中,可光硬化材料的至少一个层用于硬化第一工件的一部分和第二工件的一部分。这意味着作为第一工件和第二工件两者的层的至少一个层可同时硬化。

[0037] 在一个实施方案中,第一工件包括第一物体和至少第一支撑结构。另外,第二工件优选地包括第二物体和至少第二支撑结构。此外,任何另外的工件优选地包括另外的物体和至少另外的支撑结构。在构建期间,第一支撑结构、第二支撑结构和任何另外的支撑结构优选地分别支撑第一物体、第二物体和任何另外的物体。第一物体、第二物体和任何另外的物体各自优选地为牙科修复部件、正畸托槽或者用于牙科修复部件或正畸托槽的模芯。优选地,第一物体、第二物体和任何另外的物体各自具有不同的形状。具体地,第一物体、第二物体和任何另外的物体可具有相对于患者的特定牙齿定制的形状。

[0038] 在一个实施方案中,第一打印作业进一步包括在第一工件的打印期间在横向于构建轴线的位置处逐层打印辅助基座。该辅助基座可与第一工件间隔开。另外,辅助基座可以均匀的横截面在平行于构建轴线的维度上构建。辅助基座可通过在垂直于该维度的平面中层叠具有相同横截面的多个层来构建。例如,辅助基座可具有矩形或圆形横截面,并且可相应地分别形成立方体或圆柱体。以均匀的横截面延伸的任何其它形状是可能的。辅助基座的体积通常大于支撑结构的体积。优选地,第二工件打印在辅助基座上。因此,辅助基座形成打印辅助平台,工件可随时在该打印辅助平台上构建。从而,辅助基座使得能够在第一工件仍处于构建过程中的同时开始构建第二工件。

[0039] 第一打印作业可进一步包括在第一工件的打印期间在横向于构建轴线的位置处逐层打印两个或更多个辅助基座。因此,另外的工件可各自打印在所述辅助基座中的一个辅助基座上。从而,辅助基座使得能够在任何其它工件仍处于构建过程中的同时开始构建另外的工件。

[0040] 在一个优选的实施方案中,第一工件的打印和辅助基座的打印在第一构建平台上执行。例如,3D打印装置可具有单个构建平台,并且本发明的方法使得两个或更多个工件能够在时间上彼此偏移并且彼此时间重叠地构建。为了打印第一工件的第一层,第一构建平台优选地被定位成使得其切入存在于槽中的可光硬化材料中。为了打印第二工件的第一层,第一构建平台优选地被定位在存在于槽中的可光硬化材料之外。然而,所述辅助基座中的一个或多个辅助基座优选地被定位成使得它们中的每一个均切入存在于槽中的可光硬化材料中。

[0041] 在一个实施方案中,所述方法包括在完成第一打印作业时或在完成仍然运行的最后一个打印作业时暂停一个或多个辅助基座的打印的步骤。这防止不必要的仅辅助基座的构建,并且有助于使可光硬化材料的消耗最小化。

[0042] 在另一个实施方案中,第二工件打印在第二构建平台上。在该实施方案中,3D打印装置具有第一构建平台和第二构建平台(以及任选地另外的构建平台)。第一构建平台和第二构建平台在第一打印作业的开始和第二打印作业的开始之间相对于彼此移动。具体地,第一构建平台优选地在构建第一工件期间(逐步)移动,并且只要不向3D打印装置提供第二数据集,第二构建平台就不移动。第一构建平台和第二构建平台优选地从第二打印作业开始时一起移动。具体地,第一构建平台和第二构建平台优选地在构建第一工件和第二工件期间(逐步)移动。优选地,第一构建平台在第一打印作业的开始和第二打印作业的开始之间移动。另外,在第二打印作业开始时,第二构建平台联接到第一构建平台的移动。例如,第二构建平台可在构建第二工件期间被第一构建平台拖动。在该实施方案中,为了打印第一工件的第一层,第一构建平台优选地被定位成使得其切入存在于槽中的可光硬化材料中,并且为了打印第二工件的第一层,第二构建平台也优选地被定位成使得其切入存在于槽中的可光硬化材料中。在该实施方案中,可优选地不需要辅助基座。

[0043] 在一个实施方案中,可光硬化材料为包含光引发剂的可光致聚合的树脂。硬化优选地通过用光照射可光硬化材料来执行。可光硬化材料优选地包含酰基氧化膦(或另一种氧化膦)作为光引发剂。可光硬化材料基于具有(甲基)丙烯酸酯部分作为反应性基团的单体。另外,可光硬化材料优选地包含填料、染料和着色剂。

[0044] 所述方法可进一步包括提供表现出不同颜色和/或半透明度的两种或更多种可光

硬化材料的步骤。这使得能够以不均匀的颜色构建工件。例如,在使用本发明的方法构建牙科修复部件的情况下,可打印牙科修复部件以表现出类似于天然牙齿的外观的牙齿颜色层次。

[0045] 在另一个方面,本发明涉及一种3D打印装置,用于由可光硬化材料构建物理主体。物理主体在沿着构建轴线的维度上构建。3D打印装置包括用于接收可光硬化材料的曝光板,以及用于通过曝光板投影光图案的光投影仪。3D打印装置具有用于以可释放方式保持物理主体的第一夹持器和第二夹持器。第一夹持器和第二夹持器能够在平行于构建轴线的维度上移动。3D打印装置被构造成使得第一夹持器和第二夹持器交替地将主体拉离曝光板以构建物理主体。3D打印装置优选地被构造用于执行本文所述的方法。

[0046] 优选地,曝光板具有可接收可光硬化材料的曝光表面。曝光表面优选地面向与自然重力相反的方向。优选地,光投影仪被布置在曝光板下方(在进一步朝向地球中心的方向上)。曝光板可以由用于容纳可光硬化材料的槽形成。另外,槽可以与曝光板结合使用。

[0047] 3D打印装置被构造用于逐层构建主体。这些层沿着构建轴线堆叠或构建到彼此之上。每个层通过硬化可光硬化材料的一部分(或多个部分)来形成,同样如本发明的方法所公开。

[0048] 在一个实施方案中,第一夹持器和第二夹持器各自具有用于夹紧或释放主体的夹持机构。另外,第一夹持器和第二夹持器各自能够在横向于构建轴线的维度上移动。因此,第一夹持器和第二夹持器中的每一者可横向于构建轴线朝向主体移动以夹紧主体,或者横向于构建轴线远离主体移动以释放主体。

[0049] 在构建主体期间,第一夹持器和第二夹持器通常如下移动。当硬化材料的连续层被添加到主体时,第一夹持器可以夹紧主体并且(以逐步的方式)将主体拉离曝光板。一旦第一夹持器达到其可在平行于构建轴线的维度上移动的最大范围,第二夹持器就在第一夹持器的位置和曝光板之间的位置处夹紧主体。随后,当硬化材料的连续层被添加到主体时,第一夹持器释放主体并且第二夹持器将主体拉离曝光板。一旦第二夹持器达到其可在平行于构建轴线的维度上移动的最大范围,第一夹持器就在第二夹持器的位置和曝光板之间的位置处夹紧主体,以此类推。该过程可以无限的方式进行。

[0050] 为了初始开始该过程,可将(松散的)构建平台布置在曝光板上。一旦该过程开始,就可通过由可硬化材料构建平台来添加另外的构建平台。所构建的构建平台可形成辅助支架的一部分,在该辅助支架处可根据本发明的方法构建第一工件、第二工件或另外的工件。

附图说明

[0051] 图1是用于执行根据本发明的方法的装置的剖视图。

[0052] 图2是用于执行根据本发明的方法的另选的装置的剖视图。

[0053] 图3至图5是示出本发明的方法的实施方案的剖视图。

[0054] 图6至图8是示出本发明的方法的另一个实施方案的剖视图。

具体实施方式

[0055] 图1示出了用于通过增材制造来构建工件10的示例性3D打印装置100。装置100可用于执行本发明的方法。所示的装置100基于所谓的数字光处理(DLP)技术。该技术使用可

提供可光硬化材料105的可背照式透光性曝光板102,以及切入可光硬化材料105中并且能够相对于曝光板102移动的构建平台101。本发明的方法不限于使用DLP的装置,而是可以视情况同样与基于可光硬化材料的其它增材制造装置一起使用。具体地,其它立体光照装置可以与本发明一起使用。

[0056] 所示的装置100被构造用于以光硬化材料的层构建工件10。在曝光板102和构建平台101之间提供间隙,并且提供液体可硬化材料以填充该间隙,从而生成每个层。该间隙内的可光硬化材料105的部分随后通过使这些部分暴露于光来硬化。间隙内的可光硬化材料具体地由二维光图案照射,使得被组合暴露于光的可光硬化材料的那些部分形成根据该图案成形的硬化材料层。

[0057] 为了形成光图案,装置100具有光源103,该光源在该示例中包括数字光投影仪。另外,曝光板102是透明的,使得从光源发射的光穿过曝光板102并到达可硬化材料。曝光板102表现出基本上平坦的曝光表面102a。曝光表面102a向上取向,意味着面向与自然重力相反的方向(远离地球中心)。

[0058] 光源103被布置在曝光板102下方。具体地,从构建平台101看到,数字光投影仪被布置在曝光板102后面,用于将光通过曝光板102朝向构建平台101投影。数字光投影仪被构造用于以二维图案投影光。光图案可基于以规则图案(例如像棋盘)布置的多个像素的矩阵。数字光投影仪被构造使得图案的每个像素可被照亮或保持暗的。邻近曝光表面102a的光图案的分辨率决定工件可在平行于曝光表面102a的维度上构建的精度。这些维度对应于彼此垂直布置且平行于曝光表面102a的第一水平维度X和第二水平维度Y。(在图中,第二水平维度Y在透视图中的仅为了进行示意性的说明而示出,但第二水平维度Y实际上垂直于图的平面布置。)光图案的控制可由所谓的数字微镜装置(DMD)提供。DMD包括多个可单独地旋转的小反射镜,这些小反射镜可被取向用于使来自光束的光朝向曝光板偏转以生成亮像素,或远离曝光板偏转以生成暗像素。技术人员将认识到用于光投影的其它技术。例如,投影仪可基于液晶显示器(LCD)投影技术。光图案可进一步基于可移动光束,例如激光束。在该技术中,图案可或不基于像素的矩阵。

[0059] 用于光投影的光束包括在硬化可光硬化材料所需或适合的波长范围内,在示例中约330nm至约450nm的波长范围内、具体地383nm的UV光。

[0060] 硬化之后,硬化材料层远离曝光板102移动(拉动),以便形成另外的可光硬化材料流动的间隙,以此类推。

[0061] 在该示例中,可硬化材料105设置在槽104中。槽104是透明的,使得从光源发射的光穿过曝光板102,穿过槽104并且最终到达可硬化材料105。技术人员将认识到,槽104是任选的,但有利的是例如由不同材料构建若干工件,而不需要在中间清洁曝光板102。

[0062] 工件10通过依次提供(或“堆叠”)多个层来构建。层沿其堆叠的维度被称为“构建轴线”(在图中被称为“Z”)。在示例中,构建轴线Z进一步对应于垂直于第一水平维度X和第二水平维度Y的垂直维度。构建平台101能够沿着构建轴线Z相对于曝光板102移动。构建平台101具有面向曝光表面102a的构建表面101a。装置100被构造使得构建表面101a和曝光表面102a可通过计算机控制而相对于彼此定位。具体地,构建表面101a和曝光表面102a之间相对于彼此的距离可由计算机控制。构建平台101(具有构建表面101a)能够例如使用电机驱动的线性引导件竖直地移动。构建平台101可例如安装在基于数字光投影(DLP)技术的

可商购获得的3D打印机。

[0063] 层通常具有相同或预定的均匀厚度(即,在Z维度上),但可基于不同的光图案在横向于厚度(即,在第一水平维度X和第二水平维度Y上)的维度上单独地二维成形。然而,可以通过提供具有不同厚度的多个层来构建工件。因此,各种不同形状的三维工件可用此技术构建。

[0064] 工件10沿着构建轴线Z的精度一般由构建表面101a和曝光表面102a可相对于彼此定位的精确度来确定。

[0065] 图2示出了装置200,该装置与图1所示的装置相同,不同的是装置200具有第一构建平台201-1和第二构建平台201-2,而不是一个构建平台。第一构建平台201-1和第二构建平台201-2分别具有第一构建表面201a-1和第二构建表面201a-2。装置200进一步具有带有曝光表面202a的曝光板202、包括数字光投影仪的光源203、可提供可光硬化材料的槽204。装置200可视情况具有另外的构建平台。第一构建平台和第二构建平台201-1/2能够彼此独立地移动。具体地,第二构建平台201-2可与第一构建平台201-1分离或与第一构建平台201-1联接。如果第二构建平台201-2与第一构建平台201-1分离,则第二构建平台201-2不移动,但第一构建平台201-1可移动。如果第二构建平台201-2与第一构建平台201-1联接,则第二构建平台201-2随着第一构建平台201-1的任何移动而移动。

[0066] 图3、图4和图5示出了本发明的优选方法,其中使用了根据图1的装置100。图3示出了处于由可光硬化材料进行构建(例如,打印)的过程中的第一工件10。第一工件10保持在构建平台101上。第一工件10的打印作为第一打印作业执行,该第一打印作业基于在第一打印作业开始之前或同时提供给3D打印装置的第一数据集。第一打印作业包括在沿着构建轴线Z的维度上在第一构建平台上逐层打印工件10。此外,第一打印作业包括逐层打印(在示例中,三个)辅助基座11、12、13。辅助基座11、12、13在横向于构建轴线Z的位置处打印。如图所示,工件10和辅助基座11、12、13彼此横向间隔开。辅助基座11、12、13具有预定的标准化形状,例如圆柱形状。辅助基座11优选地以均匀的横截面递增地构建,直到向3D打印装置100提供第二打印作业。如图4所示。在开始打印第一工件10之后但第一工件10的打印尚未完成时,基于辅助结构11上的第二数据集开始打印第二工件20。这是能够实现的,因为辅助结构11、12、13平行于第一工件10打印,并且因此在该阶段可用于在辅助结构上打印另一个工件而不中断或结束第一打印作业。第二打印作业包括在同一3D打印装置100上打印第二工件,同时第一工件的打印仍在进行。

[0067] 图5示出了完成时的第一工件10和第二工件20以及第三工件30和第四工件40。在第一工件10、第二工件20、第三工件30和/或第四工件40中的至少一个工件的打印仍在进行时,开始打印第二工件20、第三工件30和第四工件40中的每个工件。

[0068] 图6、图7和图8示出了本发明的方法,其中第一工件10、第二工件20和另外的工件30以连续过程构建。第一工件10、第二工件20和另外的工件30具体地与辅助支架14一起构建,第一工件10、第二工件20和另外的工件30通过该辅助支架悬挂。第一工件10、第二工件20和另外的工件30可具有相同或不同的形状。在该示例中,第一工件10、第二工件20和另外的工件30包括不同的牙科修复物。在该示例中,多个构建平台101由辅助支架14提供。这意味着构建平台不作为3D打印装置的一部分提供,而是由可光硬化材料构建。

[0069] 图6示出了在初始阶段之后不久的连续过程。在该阶段,初始构建平台301以丢失

组件的形式提供,例如以由热塑性材料或任何其它适当材料制成的(优选地一次性)圆盘的形式提供。初始构建平台301最初直接放置在曝光表面102a上并且用于构建辅助支架14的支撑柱14a。支撑柱14a用于在构建辅助支架14的另外部分以及第一工件10和第二工件20期间沿着构建轴线Z拉动辅助支架14。为了构建支撑柱14a的初始部分,初始构建平台301具有柱301a,该柱可由3D打印装置夹紧以用于沿着构建轴线Z拉动初始构建平台301。

[0070] 在图6所示的阶段,第一夹持器302在支撑支架处夹紧并保持辅助支架14。为了构建支撑支架14的另一部分和另外的工件,第一夹持器302可以沿着构建轴线Z拉动支撑支架。因此,第一夹持器能够在构建轴线Z的维度上在行进范围内移动。一旦第一夹持器302到达行进范围的端部,第二夹持器303就在相对于第一夹持器302的位置进一步朝向曝光表面102a偏移的位置处夹紧支撑柱14,如图7所示。在第二夹持器303在支撑柱14a处夹紧并保持辅助支架14之后,第一夹持器302释放辅助支架14。如图7中的箭头所示,第二夹持器可用于沿着构建轴线Z将辅助支架拉离曝光表面102a,以构建辅助支架的另外部分和另外的工件。另外,第一夹持器302可朝向曝光表面102a移动。第一夹持器302和第二夹持器303的所得位置示于图8中。在该阶段,第二夹持器303已到达行进范围的端部。作为接下来的步骤之一,第一夹持器302夹紧支撑支架14的支撑柱14a,之后第二夹持器303释放支撑支架14的支撑柱14a。由此,该过程如图6等所述继续进行。

[0071] 第一工件10的打印作为第一打印作业执行,该第一打印作业基于在第一打印作业开始之前或同时提供给3D打印装置的第一数据集。第一打印作业包括在沿着构建轴线Z的维度上在辅助支架14的构建平台101上逐层打印工件10。第二工件20基于第二数据集开始打印,该第二数据集仅在第一工件10的打印开始之后但第一工件10的打印尚未完成时提供。基于仅在任何工件的打印开始之后提供的另外的数据集,开始打印另外的工件30,以此类推。构建平台101可以相对于辅助支架14提供适当支撑的几何形状构建。例如,构建平台101可在背离光图案的侧面上具有锥形表面。因此,构建平台101可通过在横向于构建轴线Z的维度上逐渐增大构建平台的尺寸来构建。

[0072] 根据方法的该实施方案,悬挂有工件的辅助支架14可在曝光表面102a上无限地构建或“生长”。可通过切割与曝光表面102a相对定位的辅助支架14的端部部分来从3D打印装置移除(或“收获”)任何工件。该过程可通过连续“生长和收获”辅助支架14和工件来执行。

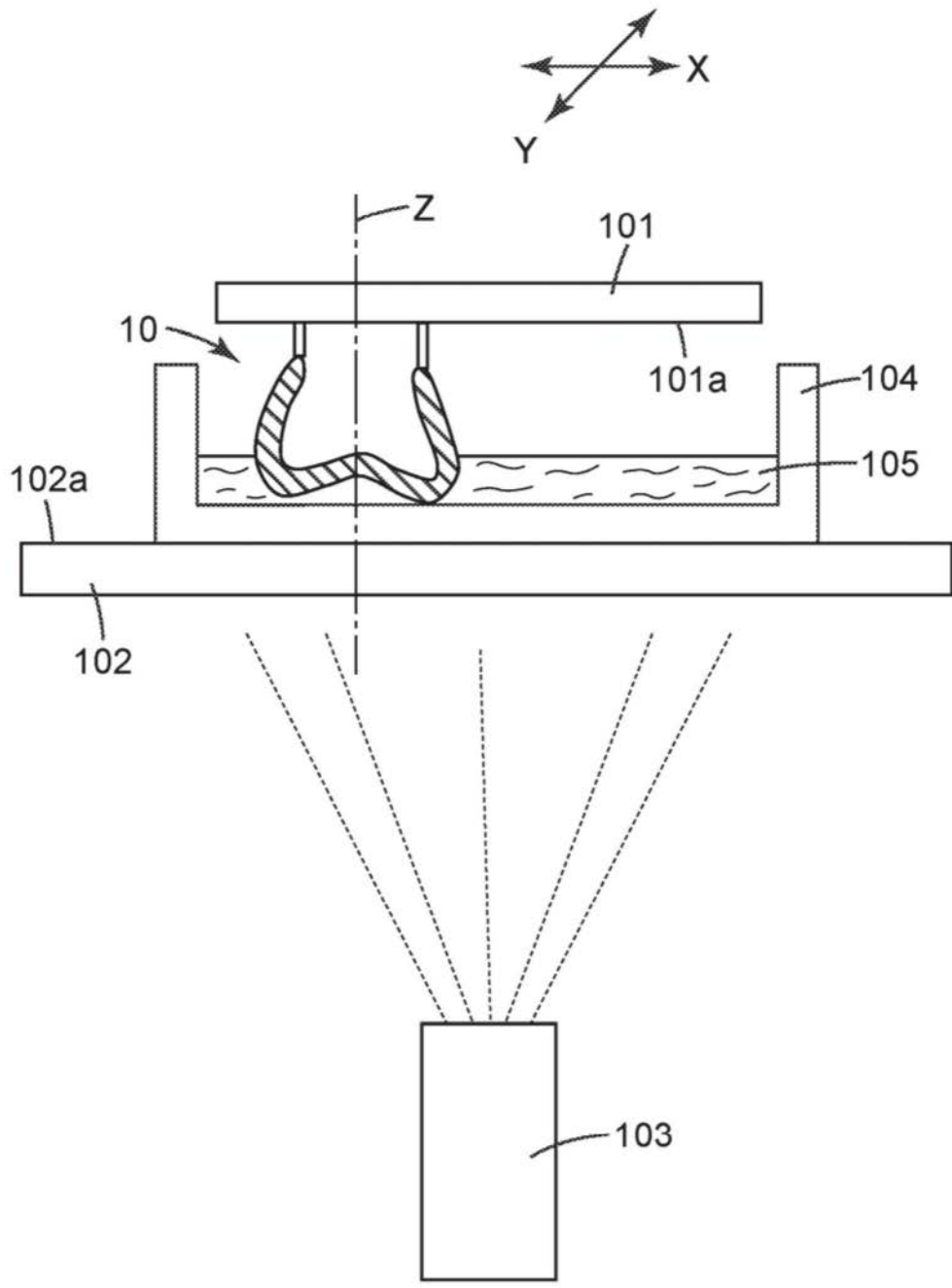


图1

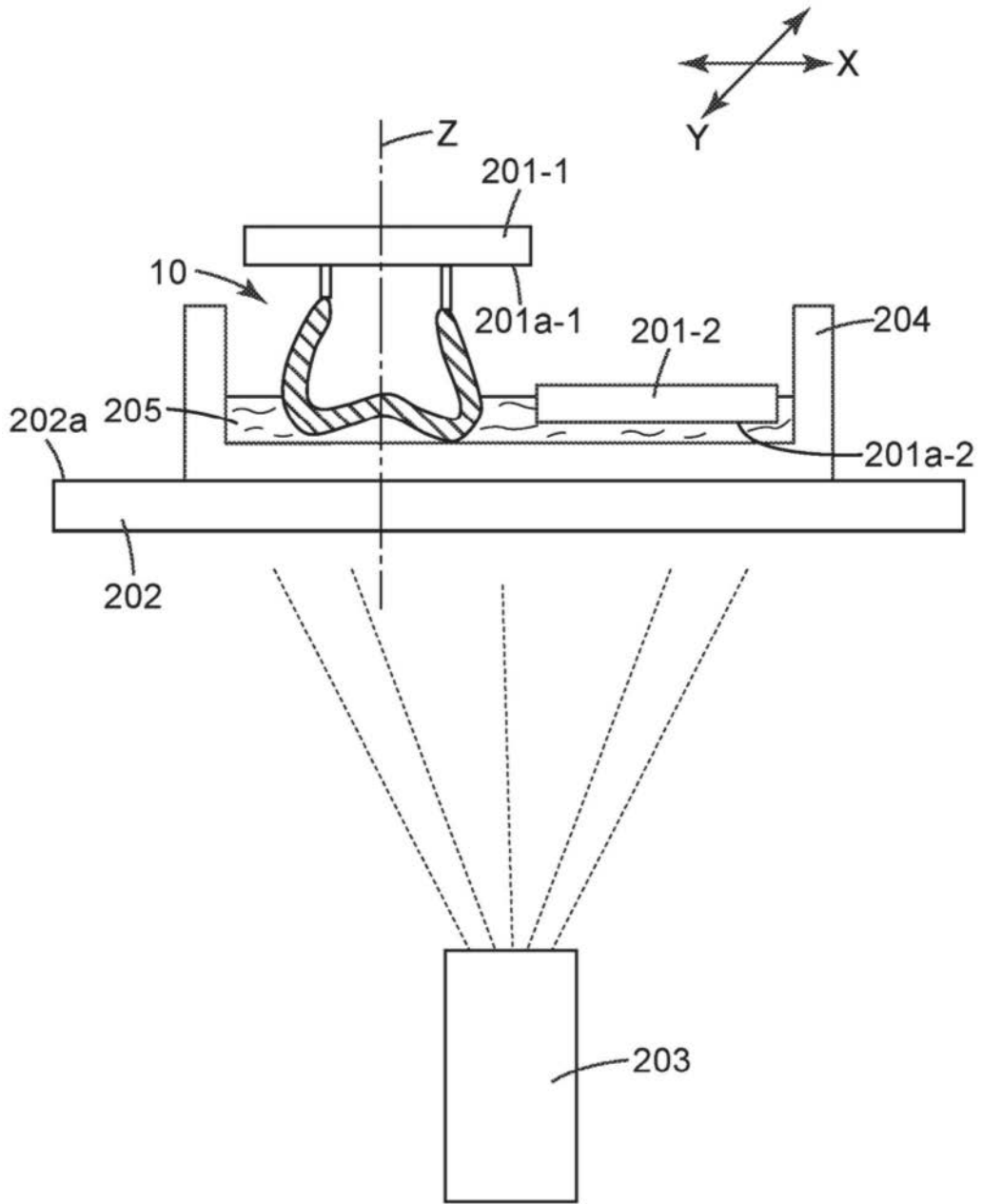


图2

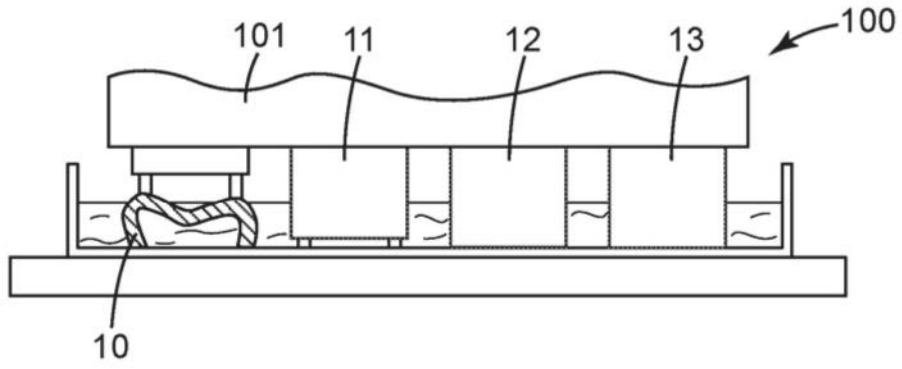


图3

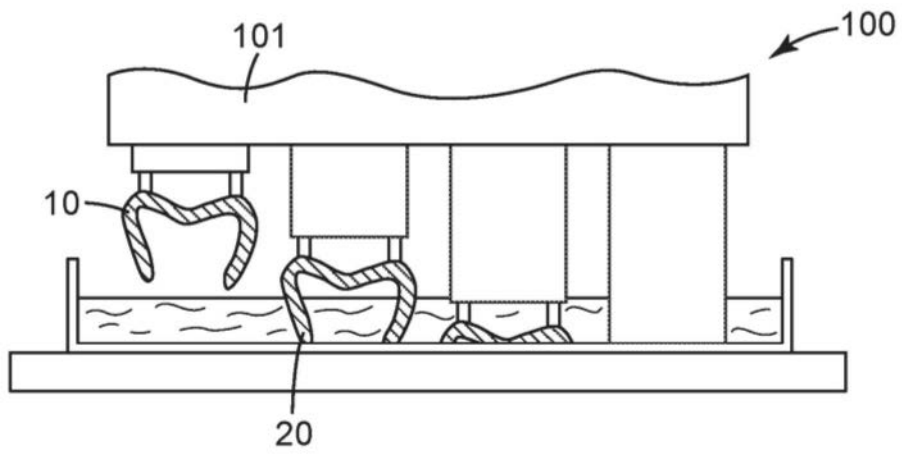


图4

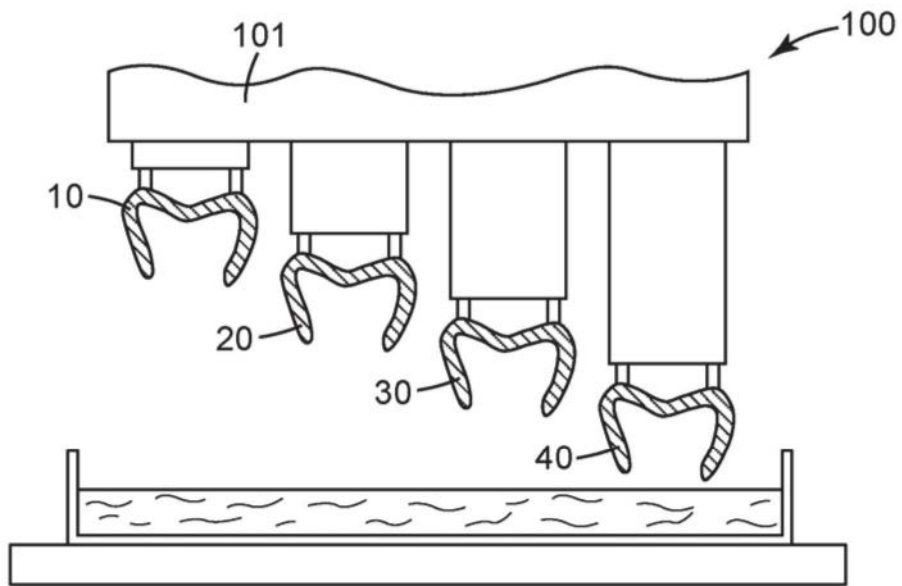


图5

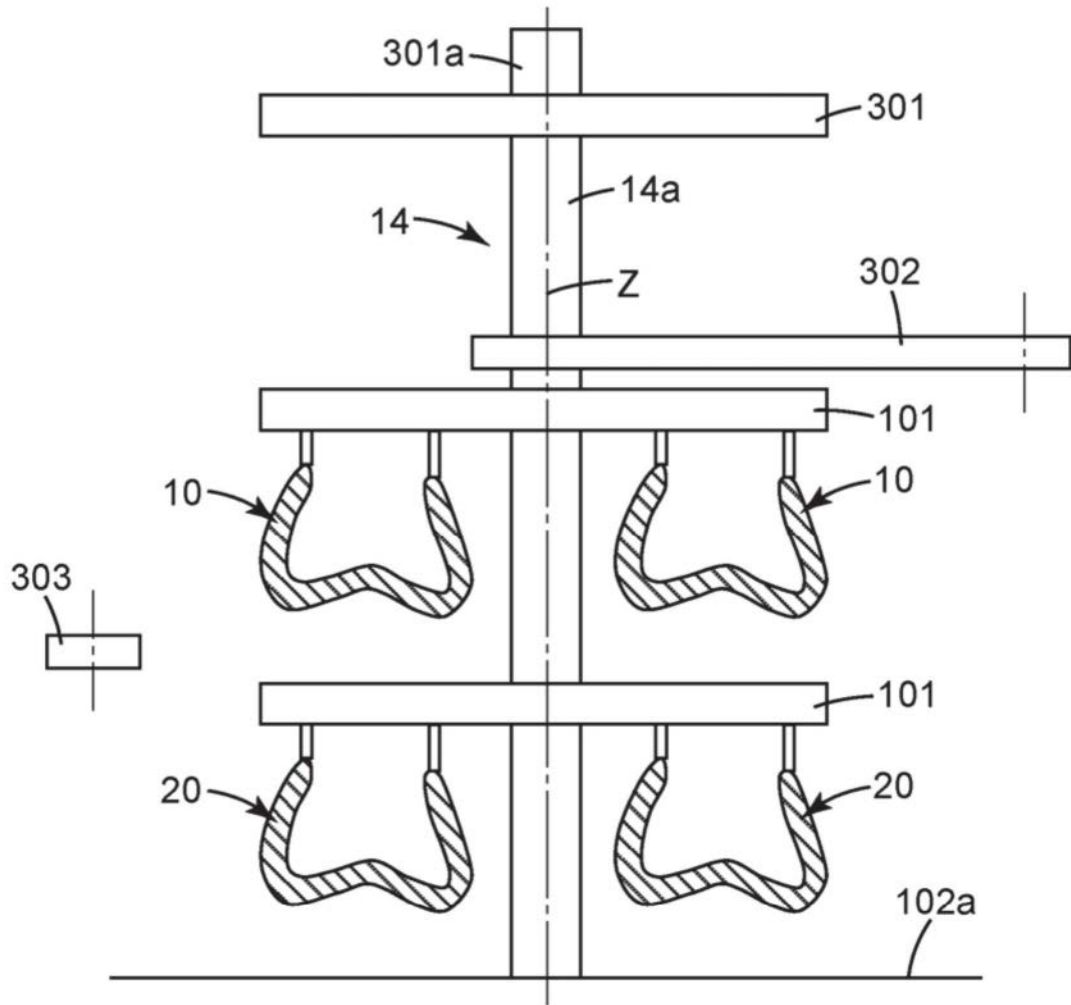


图6

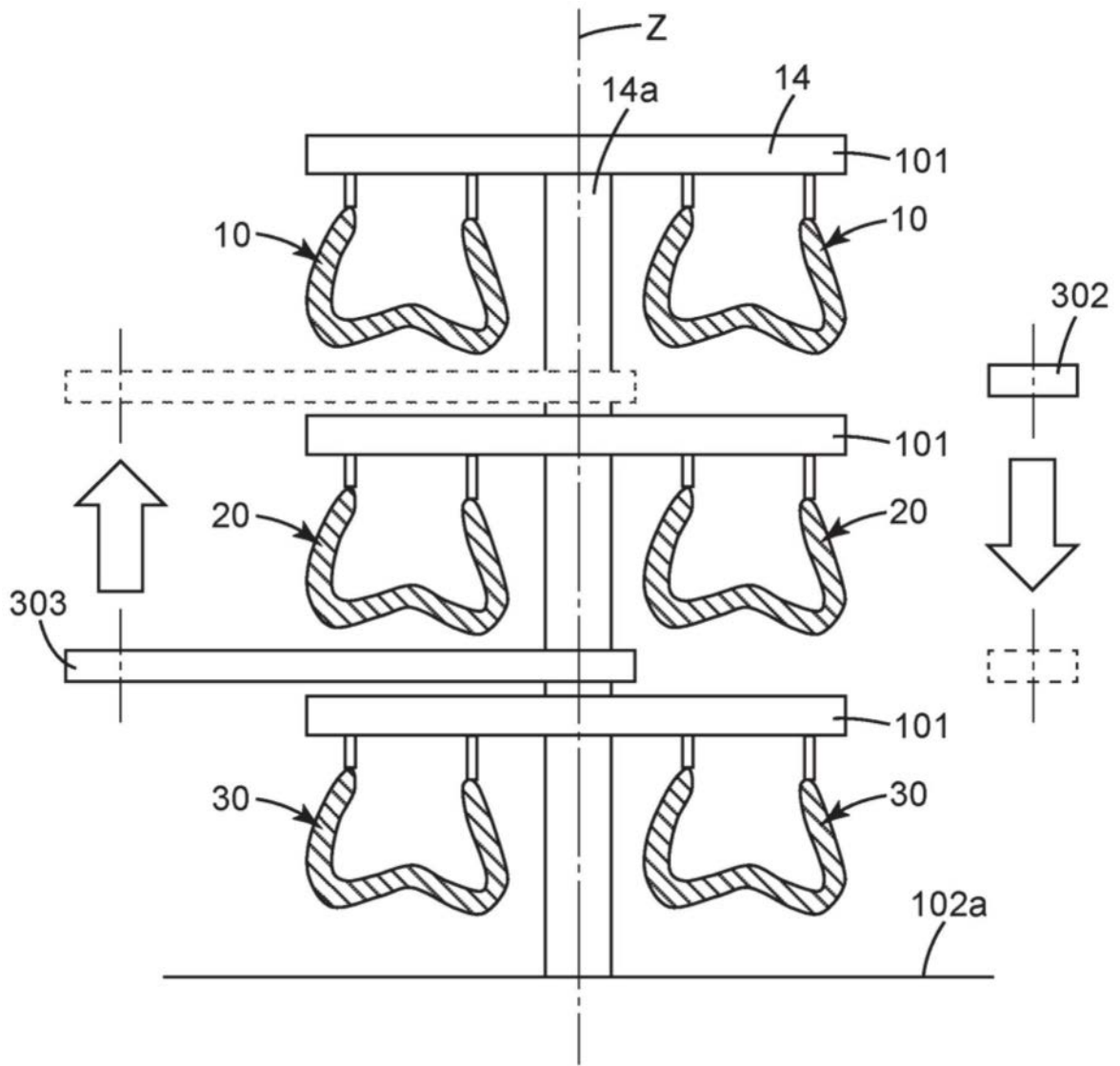


图7

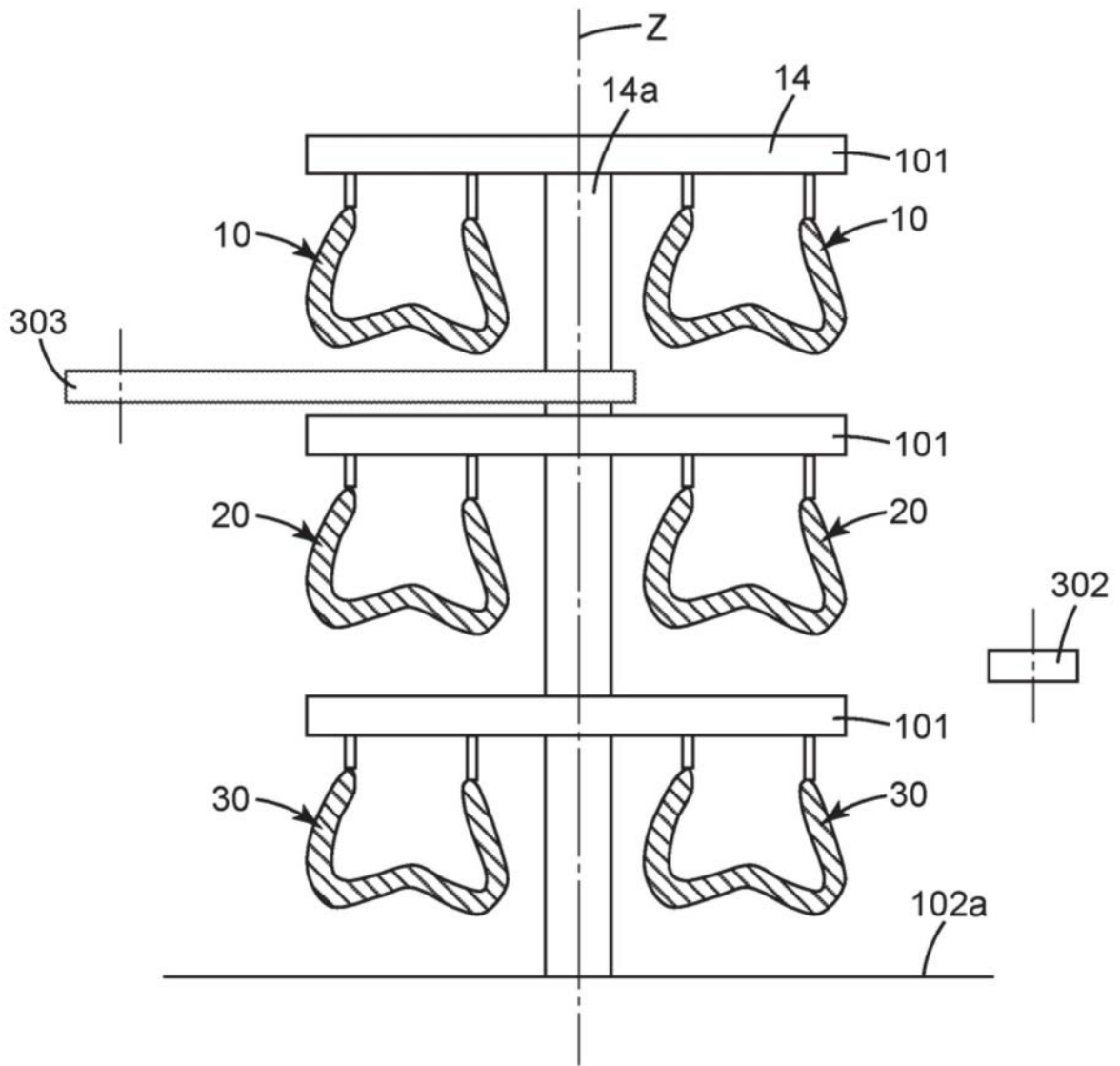


图8