



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110116499 A

(43)申请公布日 2019.08.13

(21)申请号 201910077455.6

B28B 1/00(2006.01)

(22)申请日 2019.01.28

B33Y 10/00(2015.01)

(30)优先权数据

B33Y 30/00(2015.01)

102018201901.0 2018.02.07 DE

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道  
330号800室

(72)发明人 拉斐尔·科赫 拉尔斯·博格纳尔

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有  
限公司 11278

代理人 张涛

(51)Int.Cl.

B29C 64/153(2017.01)

B29C 64/268(2017.01)

B22F 3/105(2006.01)

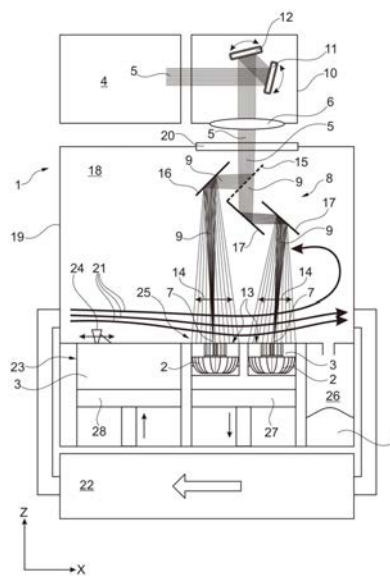
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

用于三维结构的增材制造的设备和方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于由材料(3)增材制造三维结构(2)的设备,该材料由于材料(3)的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化来固化,该设备具有用于产生激光束(5)的激光源(4)、用于聚焦激光束(5)以形成激光焦点(7)的聚焦光学单元(6)、和用于将激光束(5)分成至少两个部分激光束(9、33)的分束器光学单元(8、29)。激光源(4)、聚焦光学单元(6)和分束器光学单元(8、29)布置成使激光束(5)从激光源(4)开始,首先经过聚焦光学单元(6),然后通过分束器光学单元(8、29),并且最后部分激光束(9、33)分别引导向待固化的材料(3)上的不同位置。本发明进一步涉及一种用于由材料(3)增材制造三维结构(2)的方法,该材料由于材料(3)的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化来固化。



1. 一种用于由材料(3)增材制造三维结构(2)的设备,所述材料由于所述材料(3)的光诱导化学和/或物理过程而通过所述材料的位置选择性固化来固化,所述设备具有用于产生激光束(5)的激光源(4)、用于聚焦所述激光束(5)以形成激光焦点(7)的聚焦光学单元(6)、和用于将所述激光束(5)分成至少两个部分激光束(9、33)的分束器光学单元(8、29),

其特征在于:

所述激光源(4)、所述聚焦光学单元(6)和所述分束器光学单元(8、29)布置成所述激光束(5)从所述激光源(4)开始,首先经过所述聚焦光学单元(6),然后通过所述分束器光学单元(8、29)并且最后所述部分激光束(9、33)分别引导向待固化的所述材料(3)上的不同位置。

2. 根据权利要求1所述的设备,

其特征在于:

具有扫描仪光学单元(10),所述扫描仪光学单元用于对由所述激光源(4)产生的所述激光束(5)进行空间偏转,其中所述扫描仪光学单元(10)布置在所述激光束(5)的在所述激光源(4)和所述聚焦光学单元(6)之间的光路中。

3. 根据权利要求1或2所述的设备,

其特征在于:

所述分束器光学单元(8、29)具有至少一个部分透射光学元件(15、30),所述部分透射光学元件用于将所述激光束(5)分成至少两个所述部分激光束(9、33)。

4. 根据前述权利要求任一项所述的设备,

其特征在于:

所述分束器光学单元(8、29)具有至少一个光学偏转元件(16、17、31、32),所述光学偏转元件用于至少一个所述部分激光束(9、33)的至少一个方向上的变化。

5. 根据前述权利要求任一项所述的设备,

其特征在于:

所述至少一个光学偏转元件(16、17、31、32)布置和定向成使得由所述分束器光学单元(8、29)产生的所有部分激光束(9、33)从至少一个所述部分透射光学元件(15、30)开始行进相同的路径长度直至所述待固化的材料(3)上的入射点。

6. 一种特别是利用前述权利要求之一所述的设备由材料(3)增材制造三维结构(2)的方法,所述材料由于所述材料(3)的光诱导化学和/或物理过程而通过所述材料的位置选择性固化来固化,其中由激光源(4)所产生的激光束(5)照射所述材料(3),

其特征在于:

所述激光束(5)首先从所述激光源(4)引导到用于聚焦所述激光束(5)以形成激光焦点(7)的聚焦光学单元(6),然后被引导通过用于将所述激光束(5)分成至少两个部分激光束(9、33)的分束器光学单元(8、29),所述部分激光束最终分别引导向待固化的所述材料(3)上的不同位置。

7. 根据前述权利要求所述的方法,

其特征在于:

所述激光源(4)所产生的所述激光束(5)通过设置在所述激光束(5)的在所述激光源(4)和所述聚焦光学单元(6)之间的光路中的扫描仪光学单元(10)在空间上偏转。

8. 根据前述两个权利要求中任一项所述的方法，  
其特征在于：

已被引导到所述分束器光学单元 (8、29) 的所述激光束 (5) 使用至少一个部分透射光学元件 (15、30) 分成至少两个部分激光束 (9、33)。

9. 根据前述权利要求6至8任一项所述的方法，  
其特征在于：

至少一个由所述分束器光学单元 (8、29) 所产生的所述部分激光束 (9、30) 在入射到所述待固化的材料 (3) 上之前使用至少一个光学偏转元件 (16、17、31、32) 在其方向上偏转至少一次。

10. 根据前述权利要求任一项所述的方法，  
其特征在于：

所述至少一个部分激光束 (9、33) 在其方向上偏转至少一次，使得由所述分束器光学单元 (8、29) 所产生的所有部分激光束 (9、33) 从至少一个所述部分透射光学元件 (15、30) 开始行进相同的路径长度直至所述待固化的材料 (3) 上的入射点。

## 用于三维结构的增材制造的设备和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求1的前序部分的用于三维结构的增材制造的设备，以及一种根据权利要求6的前序部分的三维结构的增材制造方法。

### 背景技术

[0002] 现今存在各种设备和方法，其基于构造数据（例如CAD数据）的三维结构（例如模型、图案），由无定形或形状中性的材料，如粉末（可能添加的粘合剂）或液体（也包括暂时熔化的固体）制造原型、工具、最终产品等。这些方法也在例如“快速原型制造（Rapid Prototyping）”，“快速制造（Rapid Manufacturing）”或“快速工具制造（Rapid Tooling）”集体术语下是已知的。在这方面，主要成形步骤通常在相应的制造设备中进行，其中起始材料从一开始就以液体形式存在或在此期间液化并在预期位置固化。在这种情况下，一种已知的方法是所谓的熔合丝制造（FFF, Fused filament fabrication），其中工件由热塑性材料以层构成。例如以粉末或线料的形式供应的塑料材料熔化并通过印刷头以熔融形式施加，该印刷头连续地施加待生产的结构的单独的、通常水平的层。

[0003] 还已知的设备和方法是其中粉状材料（例如塑料材料）分层施加并通过局部施加或印刷的粘合剂选择性固化的设备和方法。在其它方法中，诸如选择性激光烧结（SLS, Selective laser sintering）中，例如使用刮刀将粉末分层施加到基盘上。通过合适的聚焦辐射（例如聚焦激光束）选择性地加热粉末，从而烧结。在构建层之后，稍微降低基盘并施加新的层。这里可以使用塑料材料、陶瓷或金属作为粉末。在生产过程之后必须除去未烧结的粉末。在类似的方法中，选择性激光熔化（SLM, Selective laser melting）通过激光辐射引入粉末中的能量很高，使得粉末局部熔化并固化成连续的固体。该方法特别用于金属粉末的情况。

[0004] 上面引用的方法通常也称为生成或增材制造方法。

[0005] US 2013/0056910 A1公开了一种用于由待固化的含有机聚硅氧烷的液体材料生成三维结构的设备和方法，其中该设备包括位置固定的激光源、至少一个位置固定的偏转镜和聚焦光学单元。由激光源产生的激光束被引导到偏转镜上，从而偏离其初始方向并随后被引导到聚焦光学单元，该聚焦光学单元将激光束聚焦在待固化材料中的可预定位置，以便在该位置固化上述材料，并以这种方式分层构建所需的三维结构。为了提高制造效率和缩短生产时间，设备包括两个串联布置的偏转镜，其中，从激光源开始，首先被激光束照射的偏转镜是部分透射镜（也称为分束镜），其将初始激光束分成两部分激光束，其中偏转（反射）的第一部分激光束被引导到分配给它的第一聚焦光学单元，并且第二部分激光束穿过部分透射的偏转镜被引导到第二偏转镜上，第二偏转镜同样通过偏转将其引导到分配给第二部分激光束的第二聚焦光学单元上。使用分配给它们的两部分激光束和聚焦光学单元，可以在一个工作过程中同时产生两个相同的三维结构。

[0006] US 2017/0113303 A1同样公开了一种用于由待固化的粉状材料生成三维结构的设备，其中由激光源所产生的激光束最初被分束器光学单元分成多个部分激光束，每个所

述部分光束分别被引导到单独的聚焦光学单元,并且随后将多个部分激光束引导到单个检流计扫描仪,其最终将部分激光束引导到粉状材料中的不同位置,以在相应的照射位置将其熔化。以这种方式,可以同时构建多个相同的三维结构。

[0007] 分别在CN 103949638 A和CN 103071797 A中公开了用于选择性激光熔化的其它设备,其中由激光源所产生的激光束被分成多个部分激光束,随后在每种情况下引导到分开的扫描仪光学单元,以便将部分激光束引导到待固化的材料中的不同位置。

[0008] US 2016/0303806 A1还提到了一种用于由待固化的材料生成三维结构的设备,其中,多个激光束在每种情况下被引导到专用扫描仪光学单元,该扫描仪光学单元用于将相应的激光束定位在材料中,该材料将被固化以便以这种方式使用多个激光束同时产生三维结构。

[0009] 此外,WO 2016/184888 A1描述了多个并行操作的设备,其用于由待固化的材料生成三维结构,其中多个设备仅由一个激光源供应,其中由激光源所产生的激光束使用分束器光学单元分成多个部分激光束,该多个部分激光束分别被引导到相应的制造设备。

[0010] 第8届光子技术国际会议LANE 2014的已发表的由Andreas Wiesner和Dieter Schwarze撰写的科学论文“多激光选择性激光熔化 (Multi-Laser Selective Laser Melting)”同样描述了一种用于由待固化的材料生成三维结构的设备,其中,为了提高生产率提出了多个激光源,这些激光源具有多个扫描仪光学单元,每个扫描仪光学单元分别分配并且同时并行操作。

[0011] 鉴于所示的现有技术,由于材料的光诱导化学和/或物理过程的位置选择性固化,由待固化的材料增材制造三维结构仍然存在改进的空间。

## 发明内容

[0012] 因此,本发明的目的是提供一种用于三维结构的增材制造的设备和方法,该设备和方法节省时间和成本有效地用于三维结构的制造,并因此提高所述制造的生产效率。此外,本发明的目的同样在于减少用于执行制造方法的这种制造设备本身的设备和生产成本的费用。

[0013] 所述目的通过具有权利要求1的特征的设备和具有权利要求6的特征的方法实现。在各个从属权利要求中公开了本发明的进一步特别有利的改进。

[0014] 需要指出的是,在以下描述中单独指定的特征可以以任何期望的技术上有意义的方式彼此组合,并且公开了本发明的其它实施例。该描述进一步表征和指定了本发明,特别是结合附图。

[0015] 还应该注意的,在下面使用并且位于两个特征之间以便链接它们的连接“和/或”应该总是被解释为意味着它可能在根据本发明的主题的第一个改进中,仅针对第一个特征,在第二改进中,仅存在第二特征,并且在第三改进中,存在第一和第二特征。

[0016] 本发明提供了用于三维结构的增材制造的设备和方法。该设备和方法可以分配到快速原型制造或快速制造领域。然而,如下面将阐明的,它们不仅适用于制造原型或单个模型,而且特别适用于有效的系列制造。

[0017] 根据本发明,一种用于由材料增材制造三维结构的设备,该材料由于材料的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化而固化,该设备具有用于产生激光束的至

少一个激光源、用于聚焦激光束以形成激光焦点的聚焦光学单元、以及用于将激光束分成至少两个部分激光束的分束器光学单元。

[0018] 例如,可以使用金属粉末作为待固化的材料,其中,用于对三维结构进行增材成形的初始无定形金属粉末的固化可以通过区域光诱导熔化和随后熔融材料的固化来实现。这里表示的金属粉末是包含至少一种金属的任何粉状或颗粒状材料。或者它可以是合金或不同金属颗粒的混合物。粉末还可含有类金属或非金属,例如作为合金的一部分。合适的金属尤其是铝、钛和铁。在这种情况下,使用根据本发明的设备以这种方式执行的增材制造方法可以称为“选择性激光熔化”(SLM, Selective laser melting)。

[0019] 应该理解,即使下面的文字主要提到使用含金属材料粉末的选择性激光熔化,本发明也不限于使用含金属材料的粉末,但非常通常地适用于无定形的(例如粉状或液体)或形状中性的(例如带状或线状)塑料或陶瓷材料。用于通过光诱导化学和/或物理过程固化的材料以层构建三维结构的增材制造工艺本身是公知的,因此这里省略了对这方面的详细描述。

[0020] 唯一值得注意的是,激光束或部分激光束作用于作为目标制造的一部分通常根据特定图案以位置选择性方式固化的材料,也就是说,照射已经预定的表面(也称为建筑表面)。在这种情况下,所述表面例如由使用聚焦光学单元窄聚焦的(部分)激光束扫描,也就是说,激光焦点由聚焦光学单元设定,使得它为了材料的位置选择性固化基本上位于建筑表面中。可以想到各种扫描图案,例如,可以首先沿着表面的轮廓行进然后穿过其内部,或者反之亦然。应当理解,可以根据要产生的三维结构的指定数据(例如CAD/CAM数据, Computer aided design/Computer aided manufacturing)来控制激光束的空间和时间辐射图案。这里照射的表面对应于三维结构的(通常是平面的)横截面。

[0021] 根据本发明,设备的激光源、聚焦光学单元和分束器光学单元被布置成使得从激光源开始的激光束首先穿过聚焦光学单元,然后通过分束器光学单元,并且由分束器光学单元产生的部分激光束最终被引导到待固化的材料上的不同位置。因此,根据本发明的设备允许用单个激光源同时制造多个三维结构,其中一个结构均使用一个部分激光束制造。特别是当使用昂贵的激光源(例如光纤激光器)时,与具有多个激光源的设备相比,这种设备的生产成本可以显著降低。此外,根据本发明的设备允许显著提高生产率,因为现在可以仅根据所产生的部分激光束的数量并行地制造多个三维结构。这进一步导致三维结构的生产的单价显著降低。

[0022] 由于聚焦光学单元布置在激光束的光路中,从激光源开始,在分束器光学单元的上游,因此,只需要一个聚焦光学单元就可以在激光束中、或者在激光束通过分束器光学单元之后在多个部分激光束中形成激光焦点,因此可以简化根据本发明的设备的结构,并且可以进一步降低其生产成本。

[0023] 分束器光学单元优选地适于和配置成使得它产生分别具有相同功率的部分激光束。在将激光源产生的激光束分成两个部分激光束的一个例子中,两个部分激光束相应地优选地具有原始整个激光束的50%的功率,并且相应地在将其分成四个部分激光束的例子中,它们各有25%的功率。

[0024] 应该理解的是,激光源的初始功率应该适当地适应于用于制造三维结构的各个部分激光束的所需或必要的功率。例如,如果每个部分激光束的功率为400W,并且分束器光学

单元将激光源产生的激光束分成两个部分激光束,相应地应提供初始功率为800W的激光源。

[0025] 用于产生各个三维结构的筑建表面中的各层所需的扫描图案的部分激光束的空间定向有利地在根据本发明的设备中通过对由激光源产生的激光束进行空间定向来实现。这原则上可以通过移动激光源本身来实现。

[0026] 然而,根据本发明的特别有利的改进方案提供了一种扫描仪光学单元,该扫描仪光学单元用于对由激光源所产生的激光束进行空间偏转,其中扫描仪光学单元设置在激光束的在激光束和聚焦光学单元之间的光路中。也就是说,由激光源产生的激光束首先通过扫描仪光学单元,然后被引导到聚焦光学单元,最后被引导到分束器光学单元。在这里执行激光束的空间偏转,使得在筑建表面中实现三维结构的当前正在生产的层的待固化材料的所需位置选择性固化。因此,激光源本身可以以位置固定的方式布置。根据扫描仪光学单元对激光束的空间定向,所有部分激光束的定向由于根据本发明的设备的激光源、聚焦光学单元和分束器光学单元的布置自动地实现,这显著地简化了设备的结构并显著减少了对其控制的费用,因为只有激光源产生的激光束通过单个扫描仪光学单元进行操作。

[0027] 扫描仪光学单元优选地具有至少一个可移动的、特别是可倾斜的光学元件,例如以光学棱镜或镜子的形式。为了能够扫描表面,特别是已经提到的待制造的三维结构的筑建表面,扫描仪光学单元优选具有至少两个可移动/可倾斜的光学元件(例如棱镜和/或镜子),其结果是激光束在第一空间x方向和第二空间y方向上都是可偏转的。

[0028] 尽管通过扫描仪光学单元激光束的空间偏转,为了始终将激光焦点基本上精确且恒定地保持在三维结构的筑建表面中(也就是说,关于第三空间z方向),聚焦光学单元优选地实施为所指的并且通常称为 $f-\theta$ 光学单元或 $f-\theta$ 透镜。后者(即 $f-\theta$ 透镜)专门针对激光源和由此产生的激光束的特定波长进行调谐。聚焦光学单元可以以位置固定的方式布置在根据本发明的设备中。

[0029] 本发明的另一个有利的改进方案提供,分束器光学单元具有至少一个部分透射光学元件,例如以分光器棱镜或分裂镜的形式,该光学元件用于将激光束分成至少两个部分激光束。以这种方式,可以以简单的结构和成本效益的方式实现本发明意义上的激光束的分束,因为部分透射光学元件在透射另一部分时部分地反射入射激光束。

[0030] 此外,根据本发明的另一个优选的改进的分束器光学单元可以具有至少一个光学偏转元件,例如以位置固定的光学棱镜或位置固定的偏转镜的形式,该光学偏转元件用于至少一个部分激光束的至少一个方向上的变化。至少一个光学偏转元件相对于激光束的光路布置在部分透射光学元件的下游。以这种方式,在由至少一个部分透射光学元件分束之后的部分激光束的光束路径可以相对于彼此定向(例如,相对于它们彼此的空间距离)使得用于制造三维结构的每个部分激光束所需的制造宽度不重叠,而三维结构仍然可以有利地紧凑地布置,以便形成根据本发明的特别节省空间的设备。

[0031] 根据本发明的又一有利改进,至少一个光学偏转元件被布置和定向成使得由分束器光学单元产生的所有部分激光束从部分透射光学元件开始行进相同的路径长度直至待固化的材料上的入射点,也就是说,直至三维结构的待固化的各层的筑建表面。由于通过部分透射光学元件分裂入射在分束器光学单元中的激光束可以导致分裂的部分激光束的不同路径长度从部分透射光学元件开始直至待固化的材料的固化位置,也就是说,在三维结

构的每种情况下将要产生的层的筑建表面,并且因此在一个或多个部分激光束的激光焦点从筑建表面移位,可以使用附加提供的光学偏转元件或偏转元件来确保所有部分激光束的相同路径长度,从而确保每个部分激光束在待生产的三维结构的筑建表面内的每个激光焦点的精确位置。重要的是,以这种方式,提高了待制造的三维结构的质量。

[0032] 根据本发明的另一方面公开的是一种由材料增材制造三维结构的方法,该材料由于材料的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化而固化,其中,由激光源所产生的激光束照射材料,激光束从激光源开始被引导,首先到用于聚焦激光束以形成激光焦点的聚焦光学单元,然后通过用于将激光束分成至少两个部分激光束的分束器光学单元,部分激光束最终在每种情况下指向待固化的材料上的不同位置。

[0033] 关于方法相关术语的规定以及方法特征的效果和优点,参考对于根据本发明的设备的相应规定、效果和优点的上述解释。除非明确排除,否则本文件中关于根据本发明的设备的公开也旨在相应地适用于根据本发明的方法的规定。除非同样明确地排除在外,本文件中关于根据本发明的方法的公开同样旨在相应地适用于根据本发明的设备的规定。就此而言,对本文已公开的根据本发明的设备的类似特征、效果和优点,以及本文已公开的根据本发明的方法的重复解释为了更紧凑的描述而在此省略。

[0034] 本发明的一个有利的改进方案提供,激光束通过设置在激光束的在激光光束和聚焦光学单元之间的光路中的扫描仪光学单元在空间上被偏转。

[0035] 此外,根据本发明的另一有利改进,已经被引导到分束器光学单元的激光束通过至少一个部分透射光学元件分成至少两个部分激光束。

[0036] 本发明的另一个有利的改进方案提供,对于至少一个由分束器光学单元产生的部分激光束在其入射到待固化的材料上之前使用至少一个光学偏转元件在其方向上偏转至少一次。

[0037] 在本发明的又一有利改进中,优选地是如果至少一个部分激光束在其方向上偏转至少一次,使得由分束器光学单元所产生的所有部分激光束从至少一个部分透射光学元件开始行进相同的路径长度,直至待固化的材料上的入射点。

## 附图说明

[0038] 本发明的进一步的特征和优点从以下对本发明的示例性实施例的描述中得出,这些描述不应被理解为是限制性的,并且将参考附图在下文中更详细地解释。在图中:

[0039] 图1示意性地示出了根据本发明的设备的示例性实施例的横向剖视图;

[0040] 图2示意性地示出了图1的设备的一部分的侧视图;

[0041] 图3示意性地示出了图2中的部件的等距视图;

[0042] 图4示意性地示出了根据本发明的设备的另一示例性实施例的一部分的等距视图;和

[0043] 图5示意性地示出了根据本发明的设备的又一示例性实施例的一部分的等距视图。

## 具体实施方式

[0044] 在不同的图中,相同功能的部分总是具有相同的附图标记,因此所述部分通常也



仅描述一次。

[0045] 图1示意性地示出了根据本发明的设备1的示例性实施例的横向剖视图。设备1用于由材料3增材制造三维结构2(在此处显示的示例中为第一和第二单独但相同的结构2),材料3由于材料3的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化而固化。在图1所示的示例性实施例中待固化的材料3是含金属的材料粉末。

[0046] 如图1中进一步所示,设备1具有用于产生激光束5(特别是基本上非聚焦的激光束5)的激光源4(例如光纤激光器)、用于聚焦激光束5以形成激光焦点7的聚焦光学单元6(例如f- $\theta$ 光学单元)、和用于将激光束5分成至少两个部分激光束9的分束器光学单元8。在此,激光源4、聚焦光学单元6和分束器光学单元8布置在设备1中,使得激光束5从激光源4开始,首先通过聚焦光学单元6,然后通过分束器光学单元8,最后将部分激光束9分别引导到待固化的材料3上的不同位置。

[0047] 激光束5或各个部分激光束9的激光焦点7的位置可以例如使用聚焦光学单元6设定为距离所述聚焦光学单元6大约70cm的路径长度。然而,也可能是不同的距离。

[0048] 图1所示的设备1还具有用于在空间上偏转激光束5的扫描仪光学单元10,其中扫描仪光学单元10布置在激光束5的在激光源4和聚焦光学单元6之间的光路中。如图1所示,扫描仪光学单元10具有两个镜子11和12,它们可绕不同的空间轴线倾斜,例如绕空间x轴线和空间y轴线,该空间y轴线垂直于空间x轴线和空间z轴线布置(例如在图3中示出)。以这种方式,激光束5在第一空间x方向和第二空间y方向上都是可偏转的,其结果是,可以在图1所示的设备1的空间x方向和空间y方向上对三维结构2的筑建表面13进行二维扫描。各个部分激光束9在空间x方向上的扫描宽度14同样在图1中示出。

[0049] 图1还示出了分束器光学单元8包括部分透射光学元件15,例如位置固定的分裂镜或位置固定的分光器棱镜,该部分透射光学元件用于将激光束5分成两个部分激光束9。此外,分束器光学单元8总共具有三个另外的光学偏转元件16和17,例如,以位置固定的偏转镜或位置固定的光学棱镜的形式,该光学偏转元件用于各个部分激光束9的至少一个方向上的变化。可以看出,偏转镜16使部分激光束9偏转(图1中的左侧),该部分激光束9已经被部分透射光学元件15在待制造的三维第一结构2的筑建表面13的方向上反射。两个偏转镜17引导部分激光束9(图1右侧),该部分激光束9已经由部分透射光学元件15透射到三维第二结构2,该三维第二结构2将通过所述部分激光束9制造。偏转镜16和17用于将各个部分激光束9定向到待生产的结构2的相应筑建表面13上,并且用于两个部分激光束9相对于彼此的特定间隔布置,使得待生产的两个单独的结构2的筑建表面13不重叠。此外,两个偏转镜17同样用于使图1右侧的部分激光束9的路径长度适应图1左侧的部分激光束9的路径长度,其结果是,两个部分激光束9从部分透射光学元件15开始行进完全相同的路径长度,直至待固化的材料3上的入射点。这确保了由聚焦光学单元6设定的两个部分激光束9的激光焦点7精确地位于结构2的筑建表面13中,使得待固化的材料3(这里是含金属的粉末)可以以位置选择性的方式熔化并随后固化,从而以这种方式,通过相应的部分激光束9产生将同时制造的两个三维结构2的层。

[0050] 在图1所示的设备1中,制造多个三维结构2的制造空间18通过相应的壳体19与环境基本上气密地密封。激光源4、扫描仪光学单元10和聚焦光学单元6布置在所述制造空间18的外部,而分束器光学单元8布置在其内部。但是,这种安排并非绝对必要。

[0051] 如图1所示,被扫描仪光学单元10偏转并由聚焦光学单元6聚焦的激光束5在通过聚焦光学单元6后,通过相应设计的光学窗口20辐射,该光学窗口允许激光束5基本上没有阻碍或没有改变地进入制造空间18,在那里它入射在分束器光学单元8上。

[0052] 图1所示设备中的制造空间18的气密密封用于提供空间18,在制造三维结构2期间,与常规空气相比,在惰性气体气氛或富含惰性气体21的气氛中具有显著更低的氧含量,因此可以防止金属粉末3的氧化或甚至燃烧或爆炸。使用泵和惰性气体过滤器22使设备1中的惰性气体21连续地循环通过制造空间18。总之,利用这些措施可以改善设备1的操作可靠性和制造结构2的质量。

[0053] 图1还示出了粉状材料3从保留区域23分层转移到制造区域25中,在该制造区域中三维结构2以已知的方式在筑建表面13中以层的形式使用例如刮刀24或刀片等构建,并且在制造区域25中是平滑的。过量的材料3在此可以被接收在捕获区域26中并保持到以后被使用。

[0054] 在构建了图1所示的两个三维结构2的层之后,其上构建有结构2的基盘27基本上随着先前制造的层的厚度而降低,如图1所示。层厚度可以例如在 $10\mu\text{m}$ 和 $500\mu\text{m}$ 之间。然而,也可以想到不同的层厚度。为了从保留区域23再补给另外的材料3,保留区域23的底盘28可以相应地升高,如图1所示,以使用刮刀24在三维结构2的筑建表面13中布置新材料3,以便构建下一层。

[0055] 图2示出了图1的设备1的一部分的侧视图。图2的图示特别包括聚焦光学单元6、包括部分透射光学元件15和偏转镜16、17的分束器光学单元8、以及制造区域25,在该制造区域中两个三维结构2分别通过两个部分激光束9在筑建表面13中以层的形式形成。

[0056] 图3示出了图2中的部件的等距视图。

[0057] 图4示出了根据本发明的设备的另一示例性实施例的一部分的等距视图(未在图4中更详细地示出)。图4中所示的设备的一部分与图1中的设备1的在图3中所示的部分的区别基本上仅在于,除了部分透射光学元件15和偏转镜16以及两个偏转镜17之外,图4中的分束器光学单元29还具有两个另外的部分透射光学元件30(例如每个以位置固定的分光器棱镜或位置固定的分裂镜的形式)和另外的光学偏转元件31、32(例如在每种情况下以位置固定的光学棱镜或位置固定的偏转镜的形式),其结果是两个部分激光束9分别分成两个另外的部分激光束33,也就是说,总共四个部分激光束33,然后通过相同的路径长度被引导到待制造的三维结构2。

[0058] 通过图4中所示的分束器光学单元29的改进,可以同时制造总共四个三维结构2。从图4中可以看出,它们线性布置成一行(线型 $4\times 1$ 布置)。

[0059] 图5示出了根据本发明的设备的另一示例性实施例的一部分的等距视图(未更详细地示出)。可以看出,并且如图4中已经示出的,四个三维结构2能够通过该设备同时制造,其中,图5中的结构2布置成矩阵型 $2\times 2$ 布置,与图4中的结构2相比,该布置更紧凑。所述布置可以例如由图4的分束器光学单元29通过以结构简单的方式布置两个部分透射光学元件30使得它们围绕它们的垂直或空间z轴线旋转 $90^\circ$ 来获得,其中在部分透射光学元件30上反射的部分激光束33所入射的相应光学偏转元件31,同样相应地布置成绕空间z轴线枢转 $90^\circ$ 。在部分透射光学元件30上透射的部分激光束33所入射的各个光学偏转元件32同样可以布置成绕其垂直或空间z轴线旋转 $90^\circ$ (但这里与部分透射元件30的方向相反),并且位于

其下游的光学偏转元件32同样相应地布置成绕空间z轴线枢转90°。其结果是,总体上,获得了图5所示的结构2的紧凑矩阵型2×2布置。

[0060] 上述根据本发明的设备和根据本发明的方法用于由材料增材制造三维结构,该材料由于材料的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化而固化,并不限于本文公开的实施方案,但是在每种情况下还包括具有相同效果的其它实施例,其可以从本文所述的设备或方法的特征的技术上有意义的进一步组合中获得。

[0061] 在优选的改进中,根据本发明的设备和根据本发明的方法,用于由材料增材制造三维结构,该材料由于材料的光诱导化学和/或物理过程而通过其位置选择性固化而固化。

[0062] 附图标记列表:

- [0063] 1 设备
- [0064] 2 三维结构
- [0065] 3 待固化的材料
- [0066] 4 激光源
- [0067] 5 激光束
- [0068] 6 聚焦光学单元
- [0069] 7 激光焦点
- [0070] 8 分束器光学单元
- [0071] 9 部分激光束
- [0072] 10 扫描仪光学单元
- [0073] 11 第一可倾斜的镜子
- [0074] 12 第二可倾斜的镜子
- [0075] 13 筑建表面
- [0076] 14 扫描宽度
- [0077] 15 部分透射光学元件
- [0078] 16 光学偏转元件
- [0079] 17 光学偏转元件
- [0080] 18 制造空间
- [0081] 19 壳体
- [0082] 20 光学窗口
- [0083] 21 惰性气体
- [0084] 22 泵和惰性气体过滤器
- [0085] 23 保留区域
- [0086] 24 刮刀
- [0087] 25 制造区域
- [0088] 26 捕获区域
- [0089] 27 基盘
- [0090] 28 底盘
- [0091] 29 分束器光学单元
- [0092] 30 部分透射光学元件

- 
- [0093] 31 光学偏转元件
  - [0094] 32 光学偏转元件
  - [0095] 33 部分激光束
  - [0096] X 第一空间方向/空间轴线
  - [0097] Y 第二空间方向/空间轴线
  - [0098] Z 第三空间方向/空间轴线

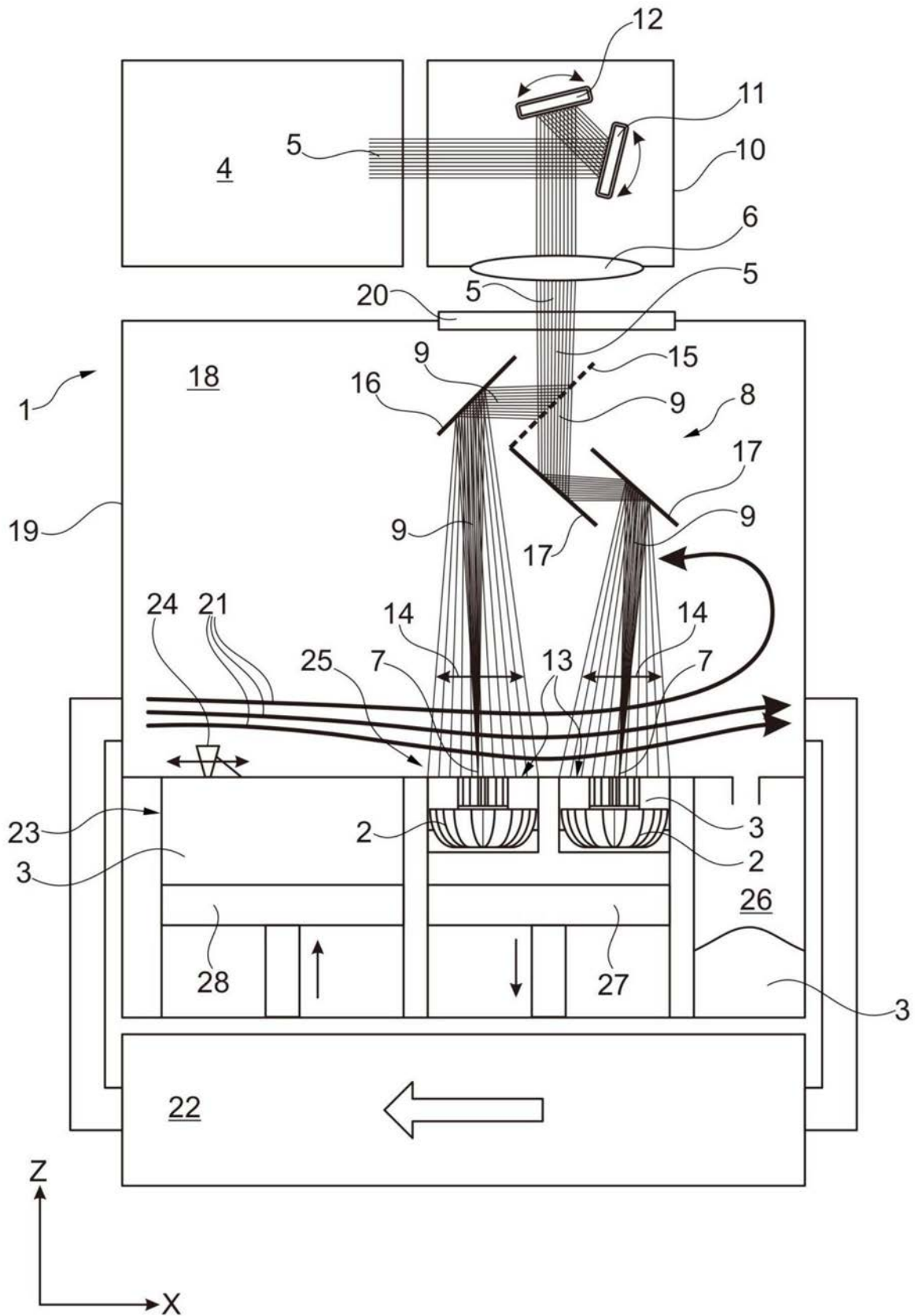


图1

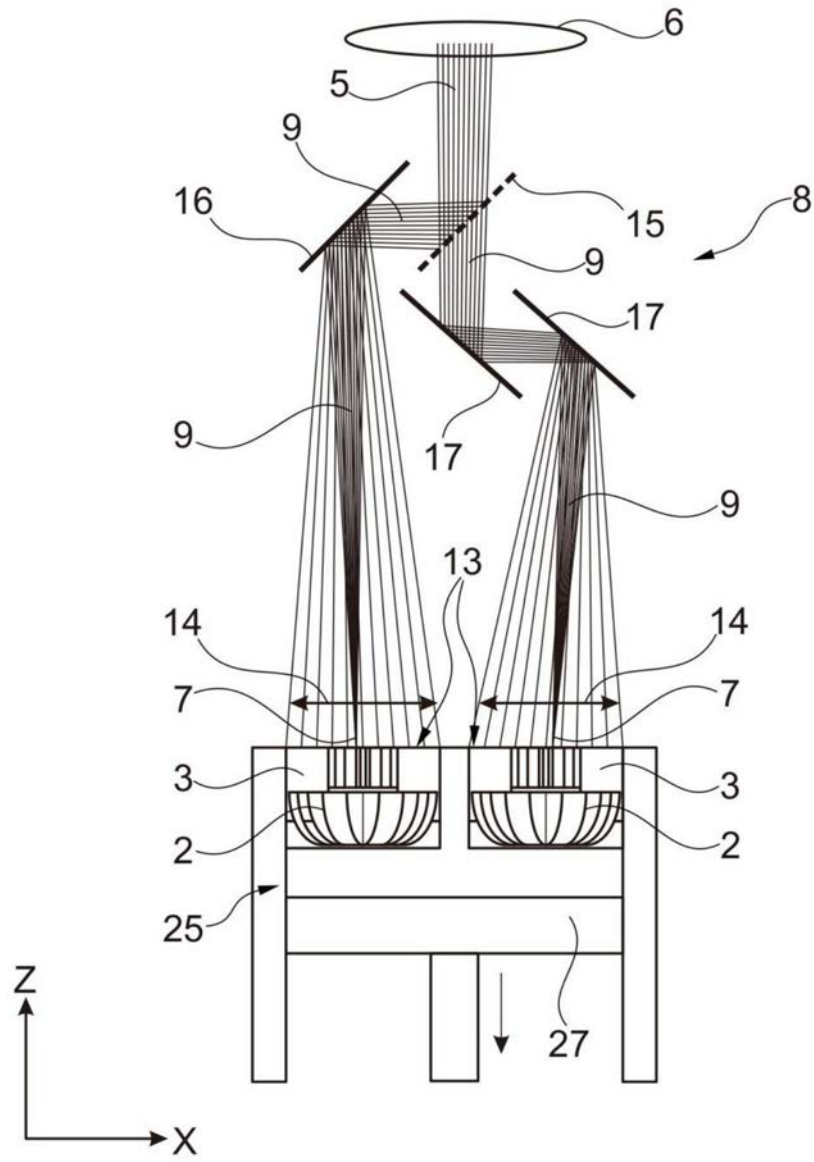


图2

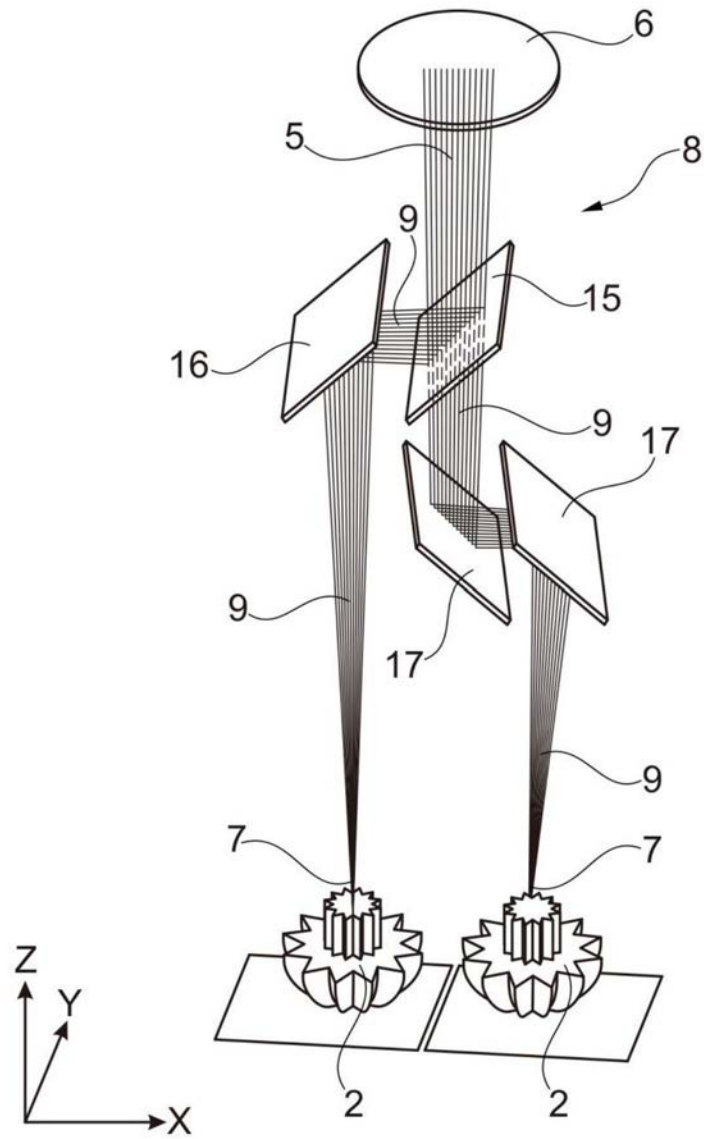


图3

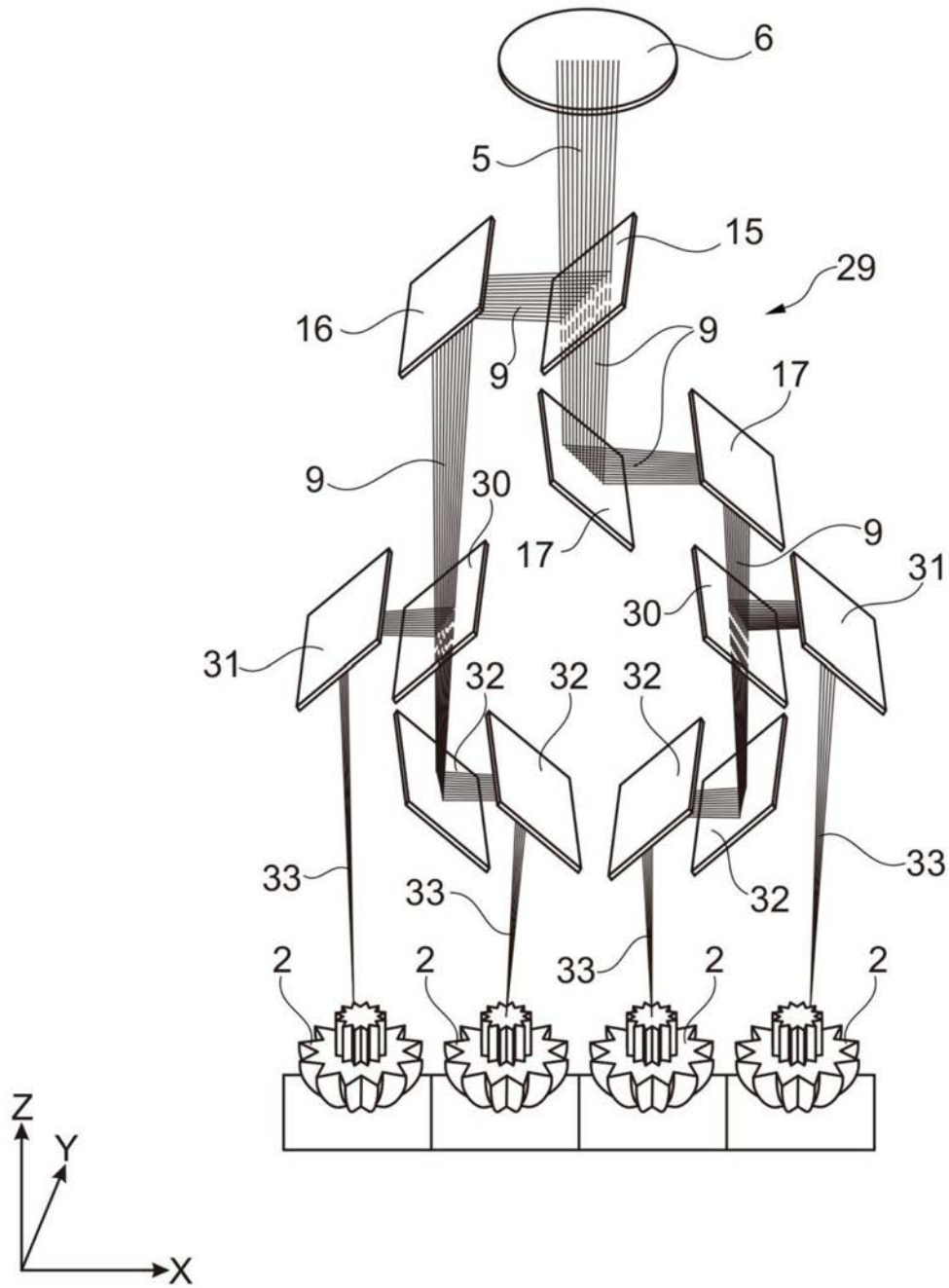


图4



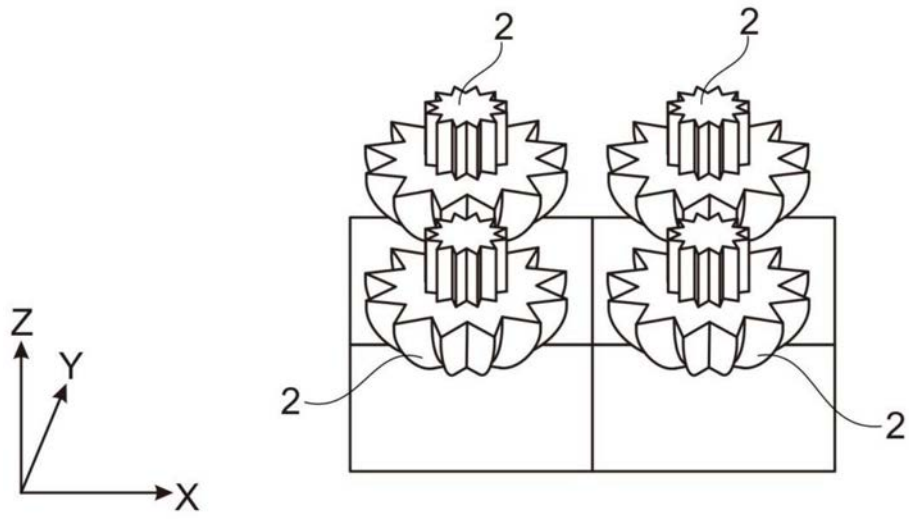


图5