



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104416907 B

(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201410418445.1

(22)申请日 2014.08.22

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104416907 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(30)优先权数据

102013109162.8 2013.08.23 DE

(73)专利权人 FIT股份公司

地址 德国卢普堡

(72)发明人 C·弗鲁特

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 邓斐

(51)Int.Cl.

B29C 67/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102421586 A,2012.04.18,

EP 0950502 A2,1999.10.20,

WO 96/29192 A1,1996.09.26,

CN 1741895 A,2006.03.01,

JP 特表2008-510633 A,2008.04.10,

审查员 王燕翔

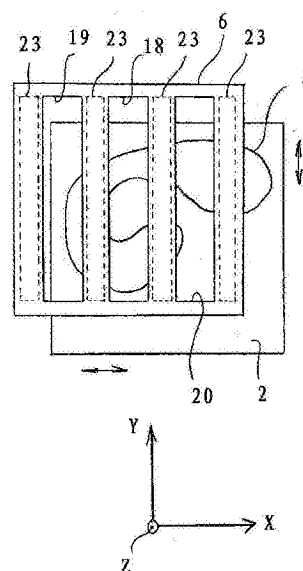
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

用于制造三维物体的设备

(57)摘要

本发明涉及一种用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料(4)来制造三维物体(3)的设备和方法。为了改进制造工艺、尤其是优化热输入,提出对具有至少两个功能开口的加热元件(6)的应用,其中,所述至少两个功能开口中的一个功能开口用作材料穿通口(18),并且所述至少两个功能开口中的另一个功能开口用作辐射穿通口(19)。



1. 一种用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料(4)来制造三维物体的设备(1), 该设备具有:

- 设置在x-y平面中的构造平台(2), 在所述构造平台上逐层地生成至少一个三维物体(3),

- 至少部分遮盖所述构造平台(2)的加热元件(6), 用于将热能(11)输入到所述构造材料(4)中,

- 驱动装置(15), 用于产生在所述构造平台(2)与所述加热元件(6)之间的沿x方向和/或y方向的相对运动,

其中, 所述加热元件(6)具有能同时应用的至少两个功能开口,

其中, 所述至少两个功能开口中的一个功能开口构造为材料穿通口(18), 并且所述至少两个功能开口中的另一个功能开口构造为辐射穿通口(19)。

2. 如权利要求1所述的设备(1), 其中, 所述加热元件(6)持续地至少部分地遮盖所述构造平台(2)。

3. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述加热元件(6)和所述构造平台(2)能够完全地相互遮盖。

4. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述加热元件(6)基本上板状地构造。

5. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述加热元件(6)设置在构造平台(2)之上, 并且在此所述加热元件与最高的构造层间隔开或者接触最高的构造层。

6. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述构造平台(2)位于在运行状态下关闭的工艺室(12)内部, 并且所述加热元件(6)用作所述工艺室(12)的分界壁。

7. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述加热元件(6)具有能进行不同调温的区域。

8. 如权利要求1或2所述的设备(1), 其中, 所述功能开口的形状是可改变的。

9. 如权利要求1或2所述的设备(1), 所述设备具有附加的热源(25), 所述附加的热源构造为用于提供热能, 其中, 所述至少两个功能开口中的一个功能开口同时构成为用于附加地输入热能的加热开口(20)或仅构成为用于附加地输入热能的加热开口。

10. 一种用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料(4)来制造三维物体(3)的方法, 其中,

- 在设置在x-y平面中的构造平台(2)上逐层生成至少一个三维物体(3),

- 至少部分地遮盖所述构造平台(2)的加热元件(6)将热能(11)输入到所述构造材料(4)中,

- 驱动装置(15)产生在所述构造平台(2)与所述加热元件(6)之间的沿x和/或y方向的相对运动,

其中, 所述加热元件(6)通过利用至少两个功能开口来使构造材料(4)和辐射能量(8)同时穿过。

用于制造三维物体的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料来制造三维物体的一种设备以及一种方法。

背景技术

[0002] 从现有技术中已知大量用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料来制造三维物体的设备和方法。在此例如可提到激光烧结或选择性掩膜烧结。实施这样的层构造法的设施也称为快速原型系统。这种层构造法用于制造由可硬化的材料如树脂、塑料、金属或陶瓷构成的逐层构造的构件，并且例如用于制造技术原型。在此，可以借助叠层制造方法直接由CAD数据制造三维物体。

[0003] 在这样的层构造法中，物体的构造逐层地进行，即，将构造材料的层相继地上下重叠地涂覆。在施加每个下一层之前将相应于待制造的物体的部位在相应的层中选择性地硬化。所述硬化例如通过借助辐射源局部加热大多数为粉末状的层原料。通过以适宜的方式将辐射有针对性地置入所期望的区域，能够产生精确限定的、任意类型的物体结构。在此也设定层厚度。这样的方法尤其能够用于制造三维本体，其方式为：依次生成多个薄的、单独构成的层。

[0004] 典型地将待硬化的构造材料预热到低于加工温度的温度。随后借助于附加的能量输入来达到加工温度。

[0005] 例如，在激光烧结工艺中将塑料材料预热到低于烧结温度的温度。然后，通过激光引入的能量仅有助于热差量以用于熔融粉末微粒。

[0006] 在许多情况下，预热经由对构造平台进行加热来完成。然而，随着构件高度的提升，在这样的“从下方”预热时，预热的热流由于损失和粉末散装物的增加的体积而减少。

[0007] 其它方法也导致在构造材料中不期望的不均匀的温度分布。这尤其也涉及预热经由“从上方”输送热量的方法。在此，将可暂时供热的装置置放在构造层之上。通过复杂地控制加热曲线和其它耗费的措施来试图实现在待预热的构造材料中的均匀的温度分布。

发明内容

[0008] 本发明的目的是，改进制造工艺、尤其是优化热输入。

[0009] 所述目的通过用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料来制造三维物体的设备得以实现，该设备具有：设置在x-y平面中的构造平台，在所述构造平台上逐层地生成至少一个三维物体，至少部分遮盖所述构造平台的加热元件，用于将热能输入到所述构造材料中，驱动装置，用于产生在所述构造平台与所述加热元件之间的沿x方向和/或y方向的相对运动，其中，所述加热元件具有能同时应用的至少两个功能开口，其中，所述至少两个功能开口中的一个功能开口构造为材料穿通口，并且所述至少两个功能开口中的另一个功能开口构造为辐射穿通口。所述目的还通过一种用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料来制造三维物体的方法得以实现，其中，在设置在x-y平面中的构造平台上逐层生成至少一个三

维物体,至少部分地遮盖所述构造平台的加热元件将热能输入到所述构造材料中,驱动装置产生在所述构造平台与所述加热元件之间的沿x和/或y方向的相对运动,其中,所述加热元件通过利用至少两个功能开口来使构造材料和辐射能量同时穿过。在下文中结合设备所阐述的优点和构造方案按照意义也适用于根据本发明的方法,并且反之亦然。

[0010] 本发明提出:不再继续进行从现有技术中已知的节拍生产的方法,在该方法中,在随后的新的节拍中重新进行材料涂覆之前,在一个节拍内在材料涂覆后首先进行预热,并且随后进行选择硬化。代替此的是,本发明提出一种连续制造工艺,在该连续制造工艺中,施加构造材料、预热和通过局部加热构造材料来选择性硬化同时进行,更确切地说,对同一个待制造的物体的不同部位进行制造或者只要在构造平台上制造多个物体,也在多个物体上进行制造。

[0011] 根据本发明的设备包括:设置在x-y平面中的构造平台,在所述构造平台上逐层生成至少一个三维物体;至少部分遮盖所述构造平台的加热元件,用于将热能输入到构造材料中;以及用于产生所述构造平台与加热元件之间的沿x方向和/或y方向的相对运动的驱动装置。加热元件具有可同时应用的至少两个功能开口,其中,所述至少两个功能开口中的一个功能开口构造成材料穿通口,并且所述至少两个功能开口中的另一个功能开口构造成辐射穿通口。

[0012] 相应地,根据本发明的方法包括下述步骤:在设置在x-y平面中的构造平台中逐层地生成至少一个三维物体;借助至少部分地遮盖构造平台的加热元件将热能输入到构造材料中;借助驱动装置来产生构造平台与加热元件之间的沿x方向和/或y方向的相对运动;以及通过利用至少两个功能开口来使构造材料和通过加热元件产生的辐射能同时穿过。

[0013] 本发明的基础思想在于:使用用于预热构造材料的加热元件,所述加热元件的特征在于功能开口,所述功能开口用作材料穿通口和辐射穿通口,因此也用作用于施加构造材料的覆层开口并且用作用于局部加热构造材料的照射开口。如果这样的加热元件以适宜的方式相对构造平台运动,那么能够进行同时施加构造材料、预热和选择性硬化,并且由此实现至少一个物体的非节拍的、不中断的制造。换言之,一个或者多个物体的构造连续地进行,其中,构造速度通过构造平台与加热元件之间的相对运动来确定。处于不同的制造工艺阶段中的物体区域的几何设置结构、尤其是所述物体区域相互间的间距通过功能开口在加热元件中的设置结构来确定、尤其是通过所述功能开口相互间的间距来确定。

[0014] 例如可以在第一物体区域中将呈新鲜施加的粉末散装物形式的构造材料通过加热元件来预热,而在沿运动方向设置在第一物体区域之后的第二物体区域中借助穿过照射开口的辐射能恰恰对层n进行硬化。在沿运动方向位于第二物体区域之后的第三物体区域中通过加热元件对在那里短时间之前被硬化的构造层n进行再加热,而在位于第三物体区域之后的第四物体区域中为下一层n+1将引导穿过照射开口的另外的构造材料施加到已经存在的层n上。在此,当多个物体设置在构造平台上时,物体区域可以是一个物体的区域,但也可以是不同物体的区域。

[0015] 用于预热热输送“从上方”进行,因此在构造平台上方输送热量的缺点不出现。同时,热输送优选不仅暂时地、意即不仅在加热元件如现有技术中那样在短时间内处在构造层之上时进行,而是能够通过新型的连续工作方式持续地进行。因此以简单方式实现热输入的优化。同时整体上改进制造工艺。

[0016] 此外,本发明能够实现的是:消除均匀的温度分布的必要性。因为在不同的部位上制造方法不同程度地进行,所以在不同的部位上的不同温度可以是有利的。因此例如在一个区域中为了为构造材料准备即将来邻的局部加热,一个预热温度是有利的;而在相邻的区域中可以存在再加热温度,如其对实现已经硬化的层的确定特性是有利的那样,例如为了防止变形。

[0017] 因为加热元件持续地可用,所以能够以特别简单的方式实现这样限定的不均匀的温度分布。在本发明的一种有利的实施方式中,加热元件具有多个可不同调温的区域。这例如借助于多个能够相互无关地运行的加热模块实现。

[0018] 也可以设置有用于提供热能的附加的热源、尤其是呈设置在加热元件上的辐射源的形式。在这种情况下,功能开口中的至少一个功能开口构造为用于附加的热能输入的加热开口。在此,加热开口可以是已经施加另一功能的功能开口;已经用作为照射开口的辐射穿透口例如可以同时用作加热开口。

[0019] 本发明的一种实施方式被证实为特别有利于将加热能量传递到构造材料上,其中加热元件基本上板状地构造。加热元件的板形形状同时能够实现功能开口的特别简单的实施形式。有利的是:加热元件和构造平台在此设计为,使得所述加热元件和构造平台能够尽可能大面积地、优选完全地相互遮盖或者在制造工艺期间尽可能大面积地、优选完全地相互遮盖。

[0020] 在本发明的一种优选的实施方式中,加热元件设置在构造平台上。在一种变型方案中,加热元件在此与相应最高的构造层间隔开。通过热辐射进行加热。在一种备选的变型方案中,加热元件接触最高的构造层。然后通过热传导进行加热。

[0021] 如果构造平台位于在运行状态下关闭的工艺室内,那么加热元件可以用作为工艺室的分界壁。换句话说,在这种情况下,工艺室通过加热元件封闭。加热元件则是工艺室的一部分。

[0022] 覆层开口始终是就材料缺口而言的实际开口。而对于照射开口,加热元件不必强制性地断裂。照射开口也可以设计为在加热元件的基体中适当材料的区域,其适于辐射穿透。

[0023] 在本发明的一种优选的实施方式中,辐射能量的引入通过照射开口进行,而所述开口不被完全照亮。代替于此,在该开口的边界内部进行对设置在该开口之下的构造材料的有针对性的照射。在此,辐射可以源自一个或多个辐射源。为了对构造材料进行局部加热,一个或多个激光射束例如可以在通过功能开口提供的窗口内部进行线性的往复运动,或者一个或多个激光射束相应地根据待生成的结构以限定为非线性的轨迹的方式在窗口内部引导。辐射的引导借助于适宜的控制装置进行。之前被预热到低于加工温度的温度的构造材料局部被继续加热。借助于所述附加的能量输入达到加工温度。

[0024] 在本发明的一种简单的变型方案中,功能开口的设置结构和大小是不可改变的。因此被证实为有利的是:使用条形的功能开口,所述功能开口彼此平行。在此,功能开口有利地垂直于相对运动的方向,例如垂直于加热元件设置在其中的x方向或y方向。备选地可能的是:功能开口倾斜地,意即相对运动方向呈一定角度地设置。在本发明中有利的是:功能开口的形状、设置结构和大小能够适配于方法的特点。因此,代替条状的或缝状的功能开口,为所有的或单独的功能例如也可以设有孔状的功能开口或任意其它形状的功能开口。

[0025] 在一种备选的变型方案中,功能开口的形状、设置结构和/或大小是可改变的。例如会是有利的是:尤其当功能开口用作遮光板、意即用于限制引入的辐射的横截面时,照射开口的大小设计为可改变的。同样会是有利的是:尤其当覆层开口的形状和/或大小直接确定每时间单位施加的构造材料的体积或者涂覆位置时,所述覆层开口的大小设计为可改变的。功能开口的改变尤其也可以在运行时间期间、即在正在进行的制造工艺中进行。然后,为此在必要时设有附加的适宜的驱动和控制装置。

[0026] 借助本发明不仅改进到构造材料中的热输入。此外通过功能开口的大小和设置结构的适宜的相互作用和在加热元件与构造平台之间的相对运动以及提供和/或引导辐射以局部硬化构造材料,还能够特别有效地实施制造工艺。

[0027] 对此使用在使用用于描述需借助层构造法制造的物体的数据模型的情况下的制造工艺的中央控制装置。在此,控制包括同时在多个部位在不同的制造过程中进行的、意即不同程度继续的制造工艺的所有相关的过程。换言之,控制始终相应于制造工艺的实际进展,其中,为此采用适当传感器、尤其是温度传感器的传感器数据。控制装置尤其包括对加热元件的加热的控制,在此在必要时限定地控制各个温度范围。控制还包括对用于加热元件与构造平台之间的相对运动的驱动装置的控制和对用于供应和/或施加构造材料的供应和/或施加装置的控制以及对用于局部加热构造材料的被引导的辐射源的控制和必要时对用于对构造材料进行调温的附加的辐射源的控制,还有必要时对在设置结构和大小方面可改变的功能开口的控制。

[0028] 在此,所有结合对层构造设施的控制或者对根据本发明的方法的实施所需要的计算运算通过一个或多个数据处理单元执行,所述数据处理单元构造为用于实施所述运算。每个所述数据处理单元优选具有一些功能模块,其中,每个功能模块构造为用于根据已述的方法实施一个确定的功能或一些确定的功能。功能模块可以是硬件模块或软件模块。换言之,本发明只要涉及数据处理单元,就以计算机硬件的形式或以计算机软件的形式或以硬件和软件的组合来实现。只要本发明以软件的形式、即作为计算机程序产品来实现,那么当计算机程序在具有处理器的计算机上执行时,那么所描述的全部功能通过计算机程序指令实现。在此,计算机程序指令以本身已知的方式以任意的程序语言实现并且能够以任意的形式提供给计算机、例如以数据包的形式提供,所述数据包经由计算机网络传输,或以存储在磁盘、CD-ROM或其它数据载体上的计算机程序产品的方式提供。

附图说明

[0029] 下面借助于附图来详细阐述本发明的实施例。附图中:

[0030] 图1示出根据本发明的设备的示意图,该设备具有以剖面示出的极度简化的工艺室;

[0031] 图2示出设置在构造平台上方的加热元件的示意性俯视图;

[0032] 图3示出待构造的物体的层在不同制造阶段中的简化的剖视图。

具体实施方式

[0033] 所有附图不按比例地示出本发明,在此仅示意地示出并且仅示出其重要的组成部分。在此,相同的附图标记对应于具有相同功能的或类似功能的元件。

[0034] 根据图1和2示例性地将用于激光烧结的设备1作为用于通过选择性硬化逐层施加的构造材料来制造至少一个三维物体的设备来描述。然而,本发明不限于这种特殊的方法。本发明也可应用于其它的叠层制造方法,例如激光熔融、掩膜烧结、压粉(Drop-on-Powder)/压层(Dorp-on-Bed)、立体光刻技术活类似方法。

[0035] 在本发明的说明书中采用正交坐标系统(x、y、z)。

[0036] 用于激光烧结的设备1包括设置在x-y平面中的构造平台2,在所述构造平台上以已知的方式逐层生成三维物体3。构造材料4为适宜的塑料粉末。在制造层n后,为了制造新的层n+1,构造平台以已经制成的且已硬化的层向下移动确定的路径长度。为此,驱动装置5用于产生在构造平台3与稍后更详细描述加热元件6之间的沿z方向、意即垂直于建造平面的相对运动。驱动装置5例如为电动马达。

[0037] 在层n的硬化与为下一层n+1施加新的构造材料4之间可以设置:将多余的构造材料4从构造平台2移除。在这种情况下设有对此适宜的装置(未示出),例如刮料刀或类似物形式的装置,其有利地与加热元件6连接或与所述加热元件共同作用。

[0038] 设备1包括至少一个辐射源7,提供辐射能量用于局部加热构造材料4,以便选择性地硬化所述构造材料。所述至少一个辐射源7例如为激光器,所述激光器引导地发出激光射束8。

[0039] 设备1还包括至少一个供应装置和/或施加装置9,借助所述供应装置和/或施加装置提供构造材料4和/或将构造材料4施加到构造平台2或已经存在的构造层上。供应装置和/或施加装置9例如为用于施加粉末散装物的装置。供应装置和/或施加装置9与相应的控制装置10连接,所述控制装置控制材料涂覆。

[0040] 设备1此外包括在上面已经提及的、在制造工艺期间持续地至少部分遮盖构造平台2的加热元件6,用于将热能输入到构造材料4中。加热元件6基本上板状地构造。所述加热元件设置在构造平台2之上,其中所述加热元件与相应最高的构造层间隔开。间距典型地在100 μ m和10mm之间。对构造材料4的加热通过从加热元件6发出的热辐射11来进行,如其在图1和3中象征性地示出的那样。

[0041] 构造平台2位于在运行状态下关闭的工艺室12内部,所述工艺室在图1中仅示意性示出。加热元件6在此用作工艺室12的分界壁。更准确地说,加热元件6设计为工艺室12的上部覆盖件13的一部分。

[0042] 设备1此外包括驱动装置15用于产生在构造平台2与加热元件6之间的沿x方向和/或y方向、也就是说在层的方向上的相对运动。驱动装置15例如为电动马达。两个驱动装置5、15与相应的驱动控制装置16、17连接。

[0043] 在这里描述的实施例中,驱动装置15使构造平台2相对固定的加热元件6运动。主运动方向是x方向。在最简单的情况下,构造平台2的运动限制在这个主运动方向上。如果对于制造工艺是需要的或有利的,那么沿x方向的运动可以由构造平台2的沿y方向的运动叠加。

[0044] 加热元件6具有至少两个、在图1中示出的示例中为三个可同时应用的彼此间隔开的功能开口。功能开口是缝状的或者条状的、长形矩形的、彼此平行且垂直于主运动方向的,在此主运动方向为x方向。功能开口中的一个功能开口构造为材料穿通口18,并且功能开口中的另一个功能开口构造为辐射穿通口19。在生成物体3期间,构造材料4还有在此激

光射束8形式的辐射能同时穿过功能开口。

[0045] 换句话说,一个功能开口构造为覆层开口用于将构造材料4施加到构造平台2或已经存在的建造层上,并且其它功能开口构造为照射开口用于将至少一个辐射源7的辐射能量同时引入到已施加的构造材料4中以用于硬化构造材料4。

[0046] 用于对构造材料4进行局部加热的辐射能量通过以下方式进行引入,即,激光射束8穿过照射开口被引导到限定的轨道上。激光射束8的引导借助于适宜的驱动和控制装置21进行。

[0047] 加热元件6具有多个能够彼此无关地操控的加热模块23,所述加热模块设置在功能开口之间或其附近。加热元件6的所有加热模块23与加热控制装置24连接。加热模块23的工作原理例如基于电感应的原理。加热模块的适宜的其它工作方式同样是可能的。

[0048] 在图1图解示出的示例中,设备1也包括呈设置在加热元件6上的辐射源25的形式的附加的热源,用于提供热能。附加的辐射源25例如为红外线辐射器,所述红外线辐射器发出红外线辐射26。为所述辐射源25同样设有适宜的控制装置27。所述附加的辐射源25分派有自己的功能开口,所述功能开口由此作为加热开口。

[0049] 中央控制装置28负责制造方法的受控的过程。控制装置28为此包括所有相关的子控制装置10、16、17、21、24、27。

[0050] 下面借助图3描述不同的制造阶段。在此使用与图1和2所示的加热元件6不同的加热元件6',该不同的加热元件具有三个功能开口,即具有两个覆层开口和一个设置在各覆层开口之间的照射开口。

[0051] 在图3a中,由驱动装置15驱动的构造平台2沿x方向运动在加热元件6的第一覆层开口之下运动经过。构造材料4为层n被施加到构造平台2上。

[0052] 在图3b中,构造平台2沿x方向继续运动。短时间之前所施加的构造材料4通过在加热元件6的基体中设置在第一覆层开口与照射开口之间的加热模块23预热到低于烧结温度的温度。同时,借助于穿过照射开口的激光射束8将附加的热能引入相邻的短时间之前被预热的物体区域中,由此使粉末微粒熔融。

[0053] 在图3c中,构造平台2沿x方向继续运动。在构造平台2到达第二覆层开口18'之前,由驱动装置5驱动的所述构造平台沿z方向向下运动所需的路程。通过第二覆层开口18'为另外的层n+1施加构造材料4。短时间之前,这个物体区域通过设置在照射开口与第二覆层开口18'之间的另外的加热模块23'被重新加热。

[0054] 在图3d中,构造平台2达到其一个返向点。层n和n+1已生成。因为不再有照射开口设置在构造平台2上方,所以在这个时刻不再发生激光辐射。构造材料4的施加仅在两个覆层开口中的至少一个覆层开口设置在构造平台2上方这段时间中进行。

[0055] 在图3e中,构造平台2沿x方向反向于第一运动在加热元件6之下运动经过。借助第二覆层开口18',已经为下一层n+2进行新的材料涂覆,同样地如借助第三加热模块23"进行预热那样。之前将由驱动装置5驱动的构造平台2沿z方向重新向下运动所需的路程。通过照射开口借助激光射束8进行局部辐照,用于硬化待生成的结构。第一加热模块23用于再加热。不久后,在构造平台2继续运动时,通过第一覆层开口为层n+3进行材料涂覆。

[0056] 所有在说明书中、下面的权利要求中和附图中示出的特征单独地和相互任意组合地对本发明而言都是重要的。

- [0057] 附图标记表
- [0058] 1 用于激光烧结的设备
- [0059] 2 构造平台
- [0060] 3 物体
- [0061] 4 构造材料
- [0062] 5 驱动装置(z)
- [0063] 6 加热元件
- [0064] 7 辐射源,激光器
- [0065] 8 激光射束
- [0066] 9 供应/施加装置
- [0067] 10 材料涂覆的控制装置
- [0068] 11 热辐射
- [0069] 12 工艺室
- [0070] 13 覆盖件
- [0071] 14 (无)
- [0072] 15 驱动装置(x/y)
- [0073] 16 驱动控制装置(z)
- [0074] 17 驱动控制装置(x/y)
- [0075] 18 材料穿通口
- [0076] 19 辐射穿通口
- [0077] 20 加热开口
- [0078] 21 激光器的驱动和控制装置
- [0079] 22 (无)
- [0080] 23 加热模块
- [0081] 24 加热控制装置
- [0082] 25 辐射源,IR辐射器
- [0083] 26 红外线辐射
- [0084] 27 附加加热的控制装置
- [0085] 28 中央控制装置

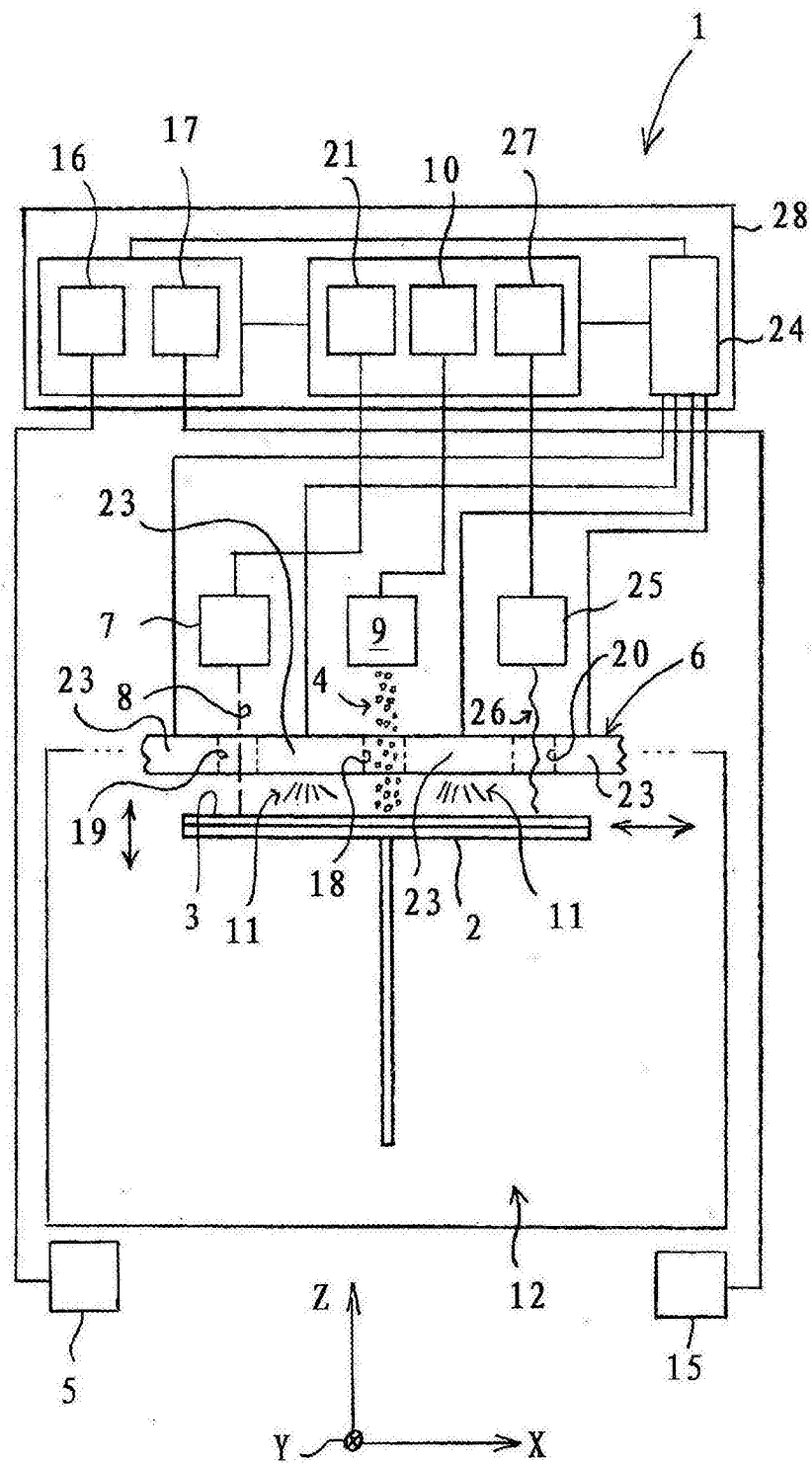


图1

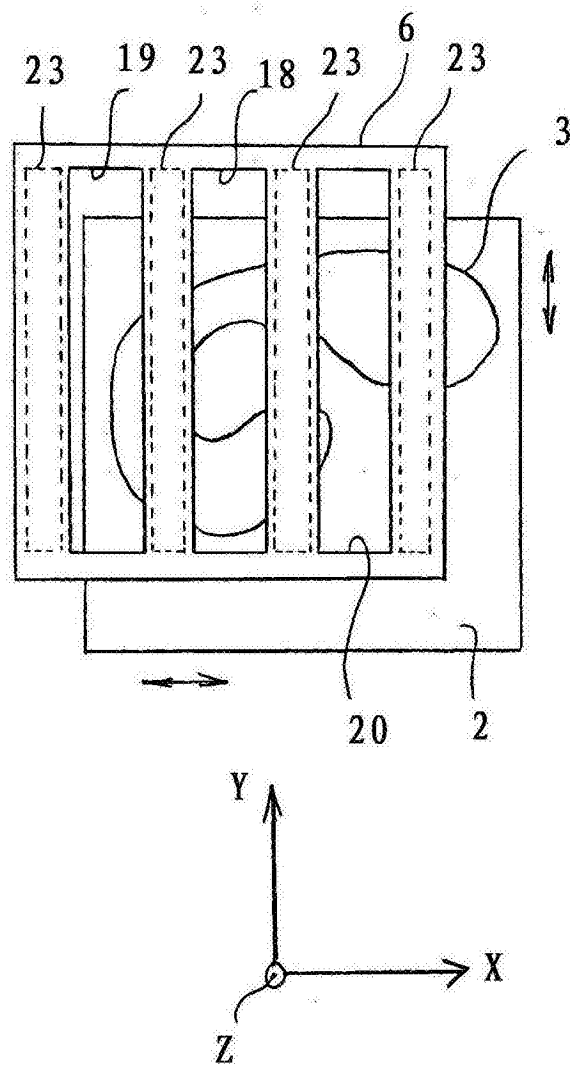


图2

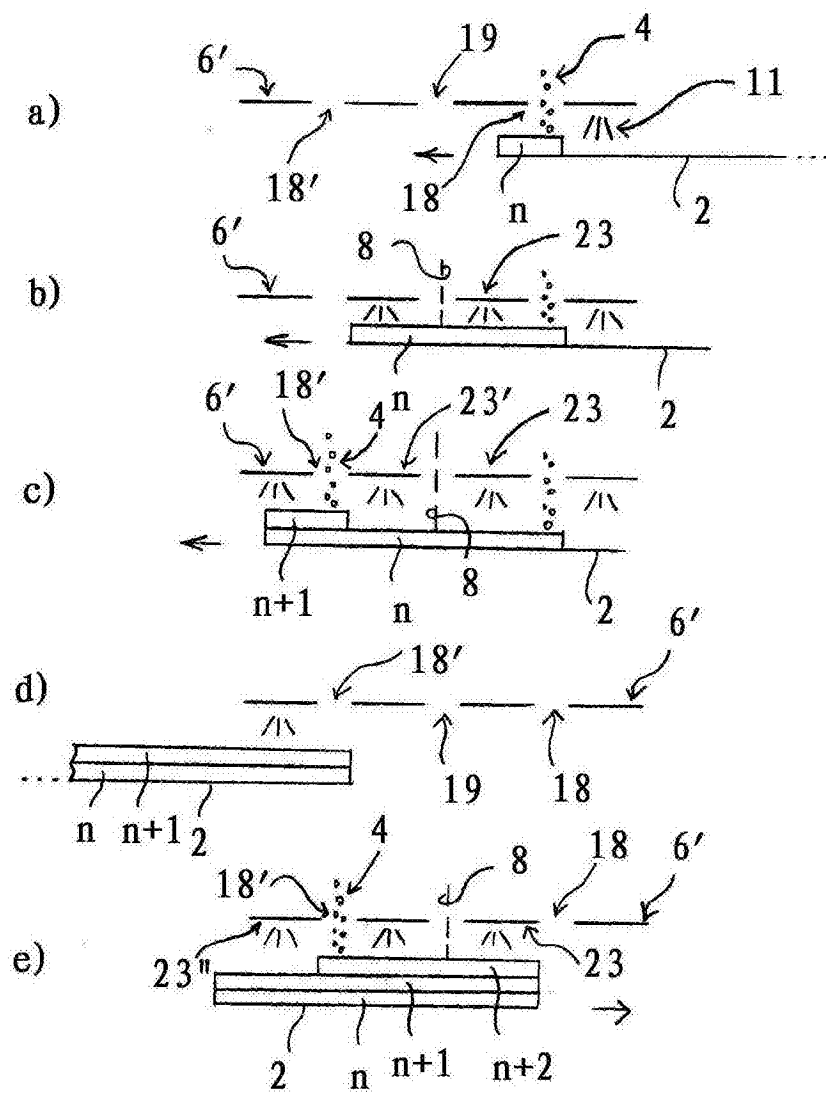


图3