



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112654493 A

(43) 申请公布日 2021.04.13

(21) 申请号 201980058236.1

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(22) 申请日 2019.07.12

代理人 徐颖聪

(30) 优先权数据

18184301.2 2018.07.18 EP

16/278,983 2019.02.19 US

(51) Int.Cl.

B29C 64/282 (2006.01)

B29C 64/273 (2006.01)

B22F 3/105 (2006.01)

B33Y 10/00 (2006.01)

B33Y 30/00 (2006.01)

B33Y 50/02 (2006.01)

B29C 64/393 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2019/055981 2019.07.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/016722 EN 2020.01.23

(71) 申请人 CL产权管理有限公司

地址 德国利希滕费尔斯

(72) 发明人 斯蒂芬·韩泽 鲍里斯·艾肯伯格

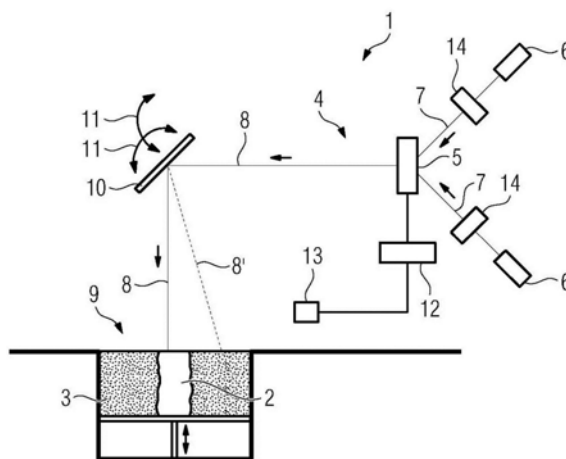
权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

增材制造三维物体的设备

(57) 摘要

通过对可通过能量束固结的构建材料(3)层进行连续分层选择性照射和固结来增材制造三维物体(2)的设备(1),其中,提供了照射装置(4),该照射装置(4)适于生成至少两个相干能量束(7),其中,照射装置(4)包括调制单元(5),该调制单元(5)适于将至少两个能量束(7)组合成组合能量束(8),并调节组合能量束(8)的至少一个组合束特性。



1. 一种通过对构建材料(3)的层进行连续分层选择性照射和固结来增材制造三维物体(2)的设备(1),能够通过能量束来固结所述构建材料(3),其特征在于,照射装置(4)适于生成至少两个相干能量束(7),其中,所述照射装置(4)包括调制单元(5),所述调制单元(5)适于将至少两个能量束(7)组合成组合能量束(8),并调节所述组合能量束(8)的至少一个组合束特性。

2. 根据权利要求1所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于通过调节所述调制单元(5)的至少一个参数来调节所述至少一个组合束特性。

3. 根据权利要求1或2所述的设备,其特征在于,所述至少一个组合束特性与以下有关

- 所述组合能量束(8)的强度,和/或
- 所述组合能量束(8)的强度分布,和/或
- 所述组合能量束(8)的几何参数,特别是光斑大小和/或光斑形状,和/或
- 在构建平面(9)中的所述组合能量束(8)的位置,特别是所述组合能量束(8)的光斑的位置,和/或

- 所述组合能量束(8)的焦点位置,和/或
- 所述组合能量束(8)的极化参数。

4. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于通过调节所述至少两个能量束(7)中的至少一个能量束的至少一个束参数来调节所述至少一个组合束特性。

5. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于独立于扫描速度来控制所述至少一个组合束特性。

6. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于根据确定的传感器参数来控制所述至少一个组合束特性。

7. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于根据所述传感器参数来局部控制所述至少一个组合束特性,特别是强度分布和/或光斑几何形状。

8. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于根据检测到的残留物控制至少一个组合束特性,特别是强度分布和/或光斑几何形状。

9. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于通过控制能量束的至少一个相位以在至少两个能量束之间生成限定的相位关系,来控制所述至少一个组合束特性。

10. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于根据支撑结构(17)和/或所述物体(2)的至少一部分的至少一个结构特性来控制所述至少一个组合束特性,特别是沉积在构建平面(9)的至少一个区域中的强度分布,优选的是能量的量。

11. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,聚焦单元适于聚焦所述组合能量束(8),其中所述调制单元(5)和所述聚焦单元适于在恒定的焦距位置处改变照射图案的大小。

12. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述调制单元(5)适于根据至少一个处理参数,特别是根据所述构建材料(3)和/或残留物的吸收性状,来调节所述组合束特性,特别是所述组合能量束(8)的极化。

13. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,确定单元适于根据在制造处理中

确定的辐射的极化来确定至少一个处理参数。

14. 一种用于增材制造三维物体(2)的设备(1)的照射装置(4),特别是根据前述权利要求之一所述的设备(1)的照射装置(4),其特征在于,所述照射装置适于生成至少两个相干能量束(7),其中,所述照射装置(4)包括调制单元(5),所述调制单元(5)适于将至少两个能量束(7)组合成组合能量束(8),并调节所述组合能量束(8)的至少一个组合束特性。

15. 一种操作用于增材制造三维物体(2)的设备(1)的方法,特别是操作根据权利要求1至13之一所述的设备(1)的方法,其特征在于,生成至少两个相干能量束(7),其中,所述至少两个能量束(7)通过调制单元(5)被组合成组合能量束(8),其中,所述组合能量束(8)的至少一个组合束特性被调节。

增材制造三维物体的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种通过连续分层选择性照射和固结可通过能量束固结的构建材料层来增材制造三维物体的设备。

背景技术

[0002] 现有技术中通常已知用于增材制造三维物体的设备,其包括照射装置,该照射装置适于生成能量束并引导能量束横跨构建平面,在该构建平面中,构建材料被布置成选择性地、连续地和分层地照射。通常,提供了生成能量束的能量源,其中照射装置包括束引导单元,例如包括至少一个可移动镜的扫描单元,该扫描单元允许将能量束引导到构建平面上,并分别在构建平面中或横跨构建平面引导能量束的光斑。

[0003] 因此,照射过程可能受到束引导单元,即照射装置的限制,因为能量束横跨构建平面的移动取决于扫描单元的移动,例如,最大移动速度或可移动镜的惯性可能限制能量束的移动。因此,照射特定图案可能是困难的,特别是包括尖锐边缘的图案,或者其中能量束在构建平面中的快速移动必须被执行的图案,例如因为机械扫描器(镜子)例如被惯性和位置噪声限制。此外,能量束的光斑的几何形状,例如在构建平面中的形状或能量分布只能通过包括去除或以其他方式改变能量束的束路径中的特定光学部件来改变。为了改变能量束的功率或强度设置,例如为了生成适当的强度分布,进一步已知的是改变光斑大小,从而改变构建平面的单位面积的能量输入。还已知的是改变能量输出或在能量源中生成能量束的强度。此外,在增材制造处理中使用的能量源通常只适用于照射构建材料所需的限定的能量范围。否则,能量可能会被浪费,因为例如过滤器单元可用于降低能量束的强度以匹配照射过程的要求。

发明内容

[0004] 各方面和优点将在下面的描述中部分地阐述,或者从描述中可以明显地看到,或者可以通过本发明的实践来了解。

[0005] 本发明的目的是提供一种用于增材制造三维物体的设备,其中改进了对构建材料的照射,特别是改进了能量束的几何形状和移动的调节。

[0006] 根据权利要求1所述的设备创造性地实现了该目的。本发明的有利实施例受制于从属权利要求。

[0007] 本文所述的设备是一种用于通过连续选择性分层固结可通过能量束(特别是激光束)固结的粉末状构建材料(“构建材料”)的层来增材制造三维物体(例如,技术部件)的设备。相应的构建材料可以是金属、陶瓷或聚合物粉末。相应的能量束可以是激光束。相应的设备可以是分别进行构建材料的施加和构建材料的固结的设备,例如选择性激光烧结设备或选择性激光熔化设备。

[0008] 该设备可包括在其操作期间使用的许多功能单元。示例性的功能单元是处理室、照射装置以及流生成装置,照射装置适于用至少一个能量束选择性地照射位于处理室中的

构建材料层,流生成装置适于生成气态流体流,该气态流体流以给定的流特性(例如给定的流曲线、流速度等)至少部分流经处理室。该气态流体流能够在流过处理室的同时,带走非固结的颗粒构建材料,特别是在设备操作期间生成的烟雾或烟雾残渣。气态流体流通常是惰性的,即通常是例如氩气、氮气、二氧化碳等的惰性气体的流。

[0009] 这些和其他特征、方面和优点将参照下面的描述和所附的权利要求书而变得更好理解。并入本说明书并构成本说明书的一部分的附图示出了本发明的实施例,并与描述一起,用于解释本发明的某些原理。

附图说明

[0010] 在参考附图的说明书中,针对本领域普通技术人员,阐述了本发明包括其最佳模式的完整且能够实现的公开,其中:

[0011] 图1显示了根据第一实施例的发明性设备;

[0012] 图2显示了根据第二实施例的发明性设备;

[0013] 图3显示了根据第一实施例的照射图案;

[0014] 图4显示了根据第二实施例的照射图案;

[0015] 图5显示了根据第三实施例的照射图案;以及

[0016] 图6显示了根据第四实施例的照射图案。

[0017] 在本说明书和图中重复使用参考字符是为了表示本发明的相同或类似的特征或要素。

具体实施方式

[0018] 现在将详细参考本发明的实施例,图中示出了其中的一个或多个示例。每个示例都是通过解释发明的方式提供的,而不是对发明的限制。事实上,对于本领域的技术人员来说,在不偏离发明范围的情况下,可以明显地在本发明中作出各种修改和变化。例如,作为一个实施例的一部分而示出或描述的特征可以与另一个实施例一起使用以生成更进一步的实施例。因此,本发明的目的是涵盖在所附权利要求及其等价物范围内的这种修改和变化。

[0019] 如前所述,本发明的增材制造设备包括照射装置,该照射装置适于生成能量束,该能量束用于选择性照射构建材料,从而在增材制造处理中增材构建三维物体。本发明基于提供照射装置的想法,该照射装置适于生成至少两个相干的能量束,特别是相干激励的能量束,其中,该照射装置包括调制单元,该调制单元适于将至少两个能量束组合成组合能量束,并调节组合能量束的至少一个组合束特性。因此,通过至少两个照射元件生成至少两个分开的能量束,分开的能量束通过调制单元组合成一个组合能量束。

[0020] 因此,可以提供任意数量的照射元件,其中调制单元适于将通过多个相干照射元件生成的能量束组合为一个组合能量束。例如,可以根据增材制造处理中所需要的组合能量束的能量或强度来调节通过可用的照射元件生成的能量束的数量。因此,如前所述,组合能量束用于照射构建材料,其中调制单元赋予了关于组合能量束的灵活性,因为通过相应的照射元件生成的更多或更少的能量束可以包含在组合能量束的合成物中或用于组合能量束的合成物。因此,可以通过组合能量束在构建材料中沉积适当量的能量,因为可以通过

调制单元组合适当量的能量束来调节组合能量束的强度或功率。由于调制单元适于将至少两个能量束相干地组合到组合能量束中,因此增材制造装置可以被认为适于执行所谓的“相干束组合”。术语“参数”或“组合束特性”可以涉及能量束,特别是组合能量束的任何任意参数或参数集。该术语还可涉及形成参数集的多个参数中的单个参数。

[0021] 因此,组合能量束包括至少一个组合能量束特性,例如组合能量束的强度或功率,其中,调制单元适于调节组合能量束的组合束特性。当然,组合能量束可以由组合参数集表示,例如组合能量束的光斑几何形状、焦点位置、功率或强度等。优选的是,调制单元适于通过调节调制单元的至少一个参数来调节至少一个组合束特性。术语焦点位置可以指实现所需强度分布的参考位置,例如,能量束所聚焦到的构建平面中的点或区域。

[0022] 调制单元可以适于调节调制单元的参数,例如被构建为或包括至少一个衍射光学元件的调制单元的结构参数,特别是空间光调制器的结构参数。因此,可以通过调制单元,特别是通过调节调制单元的例如结构参数的至少一个参数(例如晶格常数)来影响通过组合能量束生成的照射图案,即通过至少两个照射元件生成的至少两个能量束的组合。因此,可以通过调节调制单元的参数来改变组合能量束的强度或功率,其中,可以基于通过调制单元组合的至少两个能量束的干涉来生成构建平面中的照射图案。

[0023] 替代地,也可以将调制单元构建为或包括光相位阵列。因此,多个相干能量束通过共同的种子激光器被锁相,可以被分成多个能量束(激光束)。多个能量束中的每一个能量束都可以通过相应的相位调制器,例如波板或缓速器或电光调制器或声光调制器,进行相位调制。之后,可以优选地通过合适的组合单元,例如光学透镜(组件),来组合各个能量束。由于各个能量束的组合,在能量束重叠的区域生成干扰图案。因此,各个能量束可以在远场中相干地组合。有利的是,可以通过控制各个能量束的各个相位来控制照射图案,即强度分布,特别是构建平面中的光斑的位置和形状。

[0024] 照射图案可以通过控制调制单元的相位调制器的各个相位来控制。因此,可以通过各个相位调制器的相位来动态地控制构建平面中的强度分布。另外或替代地,还可以移动强度分布,即通过束引导单元通过照射装置生成的照射图案。因此,可以生成可以通过束引导单元在构建平面上移动的(静态)照射图案。当然,也可以通过调制装置的各个相位调制器控制相位,并通过束引导单元在构建平面上叠加移动照射图案,从而组合照射图案的静态和动态生成。

[0025] 此外,可以通过调节调制单元的至少一个参数来调节组合能量束在构建平面中的光斑的形状。这特别允许执行已经形成所需的照射图案的高级照射图案,并且不需要沿写入路径移动能量束的单个光斑,以将相应的照射图案照射到构建材料中。相反,组合能量束的特定强度分布的生成是可行的,减少了沿着限定的写入路径横跨构建平面移动组合能量束的工作量。

[0026] 因此,所建议的实施例允许通过调节调制单元的至少一个参数在构建平面中生成特定的强度分布,并通过改变调制单元的至少一个参数,例如调制单元的结构参数,来调节通过组合能量束在构建平面中实现的强度分布。优选地,调制单元适于通过调节调制单元的结构,使组合能量束的至少一部分定位在构建平面中。

[0027] 根据本发明设备的另一个实施例,调制单元可以适于在组合能量束的束路径的限定长度上,特别是在从调制单元到构建平面的能量束路径的基本上整个长度上,调节至少

一个组合束特性。因此,本申请范围内的术语“写入路径”可以指组合能量束的“光斑”,即由组合能量束引起的构建平面中的任何任意强度分布,沿着其分别在构建平面中移动或横跨构建平面移动的路径。换句话说,术语“写入路径”可以指组合能量束沿着其被引导用于照射布置在构建平面中的构建材料的图案。术语“束路径”描述了组合能量束沿着其从调制单元通过增材制造设备的几个部件被引导到构建平面(即光学系统)的路径。换句话说,组合能量束的术语“束路径”描述了组合能量束沿着其被引导横跨增材制造装置的光学系统以入射到构建平面上的路径。根据该实施例,调制单元可以适于调节至少一个组合束特性,例如在束路径的限定长度上的,优选在整个束路径上的,组合能量束的限定的强度分布、光斑的几何形状或能量束的焦点位置。换句话说,不需要限定实现所需的组合束特性的位置,即距调制单元的距离,但可以通过调制单元生成组合能量束,因为可以在限定的长度上,例如基本上是在整个束路径的长度上,获得调节后的组合束特性。

[0028] 这允许对于多个焦点位置,换句话说,对于距调制单元的多个距离,生成具有组合能量束特性的组合能量束,其中,对于入射在构建平面中的组合能量束,可以实现所需的组合能量束特性。换句话说,可以调节组合束特性,以限定入射在构建平面中的组合能量束,例如可以调节要入射在构建平面中用于照射构建材料的限定的强度分布。

[0029] 此外,调制单元可以适于补偿组合束特性与构建平面的至少一个位置,特别是至少两个位置的参考束参数之间的偏差或差异。因此,调制单元可以适于调节组合束特性以消除组合束特性与构建平面的至少一个位置,特别是至少两个位置的参考束参数之间的差异。参考束参数可以指所需的或标称的束参数,例如组合能量束的焦点位置,而组合束特性可以指描述或限定组合能量束的组合能量束的实际束参数,例如组合能量束的实际焦点位置。该实施例特别允许补偿组合束特性和参考束参数之间的偏差或差异,例如补偿能量束的光斑的椭圆性状,该椭圆性状取决于组合能量束在构建平面上的入射角。差异的偏差的补偿例如可以针对构建平面上的两个不同位置进行,例如组合能量束以不同角度入射在构建平面上的两个位置。

[0030] 至少一个组合能量束特性可以例如涉及组合能量束的强度,和/或组合能量束的强度分布,和/或组合能量束的几何参数(特别是光斑尺寸和/或光斑形状),和/或组合能量束的位置(特别是组合能量束的光斑在构建平面中的位置),和/或组合能量束的焦点位置和/或组合能量束的极化参数。如前所述,组合能量束的术语“光斑”可以特别指组合能量束在构建平面内入射时实现的强度分布的能量分布。因此,可以调节各种组合束特性,即组合能量束的参数,这些参数限定了入射在构建平面上的组合能量束,以选择性地照射构建材料,从而构建三维物体。特别是可以在增材制造处理中,即在一次照射步骤中,调节组合束特性。例如,通过调节调制单元的至少一个参数(例如调制单元的结构参数),可以调节入射在构建平面上的组合能量束。

[0031] 另外或替换地,还可以的是,调制单元适于通过调节至少两个能量束中的至少一个能量束的至少一个束参数来调节至少一个组合束特性。因此,另外或替换地,还可以调节通过分开的照射元件生成的两个能量束中的一个能量束的至少一个束参数。因此,在将它们组合成组合能量束之前,可以通过调制单元单独地适于或调节组合成组合能量束的单个能量束。一般来说,如前所述,对于可以通过调制单元对组合能量束特性进行调节的能量束,可以调节相同的束参数。

[0032] 例如,调制单元可以被构建为或包括至少一个可控衍射光学元件,特别是至少一个空间光调制器。因此,可以使用空间光调制器对组合能量束进行空间变化(调制),特别是以像素的方式。使用衍射光学元件,特别是空间光调制器,允许通过组合能量束在构建平面内生成干涉图案,特别是照射图案。因此,如前所述,可以通过调制单元进行束整形和束组合。

[0033] 该发明的设备还可以进一步被改进成可以提供至少一个调制元件,该调制元件适于调节由照射元件生成的至少一个能量束的至少一个束参数,或者因为至少一个照射元件适于调节在调制单元之前经由照射元件生成的能量束的强度。因此,可以通过调制元件或生成能量束的照射元件来调节由相应照射元件生成的至少一个能量束的束参数。例如,调制元件可以预先布置在调制单元上,其中,通过调制元件可以调节由相应的照射元件生成的能量束,并且可以通过调制单元将该能量束与至少一个其他能量束组合。也可以是第一照射元件生成包含所需或标称束参数的第一能量束,调制单元将第一照射元件生成的第一能量束与来自其他照射元件的其他能量束组合。当然,可以使用任何任意的照射元件,该照射元件适于生成具有限定的束参数的能量束。此外,可以通过调制单元来组合生成具有不同的或相同的束参数的能量束的多个不同的照射元件或相同的照射元件。

[0034] 根据该发明设备的另一个实施例,可以提供束引导单元,该束引导单元适于在构建平面中引导组合能量束,其中可以提供控制单元,该控制单元适于组合(特别是叠加)通过调制单元生成的组合能量束的移动(特别是摆动移动),和通过束引导单元生成的组合能量束的移动。如前所述,可以通过调制单元,特别是通过调节在构建平面中实现的强度分布,来引导组合能量束。换句话说,可以通过调制单元调节强度分布,因为可以在构建平面中实现能量束的光斑的离散位置。也可以提供将组合能量束反射到构建平面上的分开的束引导单元,例如扫描器单元,例如可移动镜。这允许在构建平面上跨越构建平面移动能量束的光斑或用组合能量束实现的强度分布。当然,用束引导单元和用调制单元实现的组合能量束的移动可以任意组合或分开使用。例如,用调制单元实现的移动可以用于将尖锐结构(例如尖角和锐边等)照射到构建材料中,而束引导单元可以用于在构建平面内进行组合能量束的连续移动,如强度分布的摆动移动或线性移动。所述的实施例特别可以实现组合能量束在构建平面内的自动聚焦、锐边引导和快速定位。

[0035] 摆动移动可以优选通过调制单元生成,特别是以超过5kHz的摆动频率生成,优选以超过1MHz的摆动频率生成。换句话说,强度分布例如相对于在构建平面中生成的光斑是快速变化的,该快速变化(“摆动”)的强度分布导致时间平均的强度分布,该时间平均的强度分布例如可以用于加热构建平面中的区域。通过调制单元生成的时间平均的强度分布可以通过束引导单元引导横跨构建平面。

[0036] 如前所述,可以使用调制单元在构建平面中生成能量束的任意强度图案和强度分布。例如可以使调制单元适于生成至少部分(同时)入射在构建平面的不同区域的组合能量束的至少两个子部分,并且可以立即修改。例如,在要快速制造物体的过程中,能量束可以以限定的功率或强度引导在构建平面上。例如,在具有边缘、小曲线、半径或弧度的照射图案的区域中,能量束必须要引导慢一些,以确保照射图案的正确生成。由于能量束的速度较慢,所以能量输入上升。有利地,可以将能量输入的这种变化纳入计算,并例如通过在构建平面的不同区域同时使用至少一部分能量束,来相应地调节强度分布。

[0037] 例如,组合能量束的至少一个子部分可以在组合能量束的中心部分之前通过调制单元被引导用于预加热构建材料,和/或至少一个子部分可以在组合能量束的中心部分之后通过调制单元被引导用于后加热构建材料。当然,任意数量的子部件可以被生成并在组合能量束的中心部分之前或之后被引导,组合能量束的中心部分用于照射和固结(例如熔化)构建材料。

[0038] 因此,生成或组合具有相应的组合束特性的组合能量束,其允许生成组合能量束的两个或更多个子部分。换句话说,不仅可以生成一个单个组合能量束,而且可以影响构建平面中的强度分布,因为组合能量束的多个子部分可以分别通过调制单元被定位和/或引导。尤其这允许在构建平面上不同地移动组合能量束的不同子部分,例如预加热移动或后加热移动,其中,组合能量束的至少一个子部分在用于照射构建材料的能量束的另一个子部分之前或之后。

[0039] 例如,组合能量束的中心部分可以用于照射构建材料以执行增材制造处理,其中组合能量束的至少一个子部分可以在中心部分之前预加热构建材料以改进增材制造处理。组合能量束的至少另一个子部分可以用于在组合能量束的中心部分照射构建材料之后对构建材料进行后加热,以控制布置在构建平面中的构建材料的照射部分的固结性状,特别是冷却性状。如前所述,组合能量束在构建平面中的强度的任意配置或分布是可行的,例如围绕能量束的中心部分的圆形或多个圆,其可以与组合能量束的中心部分单独或同步引导。换句话说,可以将由分开的照射元件生成的至少两个能量束组合成组合能量束,其中调制单元适于生成在构建平面中实现的强度分布,因为组合能量束的多个子部分可以单独移动或定位。

[0040] 至少两个照射元件可以相对于调制单元布置在限定的位置上,特别是布置在与调制单元的衍射级相对应的方向上。如前所述,调制单元可以构建为或包括至少一个衍射光学元件,该衍射光学元件限定了其中衍射光学元件的限定衍射级(例如零、第一、第二或第三衍射级)被布置的方向。以这些衍射级被入射到衍射光学元件(即调制单元)上的能量束可以通过调制单元适当地组合到组合能量束中。优选地,调制单元和至少两个照射元件形成组合照射组件。例如,调制单元和至少两个照射元件可以以限定的空间关系布置,其中,至少两个照射元件被布置成通过至少两个照射元件生成的能量束可以以调制单元的各个衍射级入射。

[0041] 调制单元还可以被调节为控制组合能量束的焦点位置,与聚焦光学元件的位置无关。换句话说,可以控制焦点位置,即,实现组合能量束的光斑的自动聚焦,即组合能量束在构建平面中的强度分布,而不需要对聚焦光学元件(例如聚焦透镜)进行定位。这是通过调制单元直接在构建平面内生成所需或需要的强度分布来实现的。当然,额外使用聚焦光学元件,即物镜,来额外放大或缩小,即变焦,也是可能的,而如前所述,任何任意的强度分布都可以通过调制单元直接实现。

[0042] 该发明设备的调制单元还可以适于根据要被照射的照射图案的至少一部分来调节组合能量束的至少一部分的几何形状,特别是将光斑大小调节到要被照射的轮廓的尺寸。如前所述,可以通过调制单元任意影响或调节利用入射在构建平面上的组合能量束所实现的强度分布。根据该实施例,特别是可以根据要在构建平面中照射的照射图案的至少一部分来调节通过组合能量束在构建平面中生成的照射图案的几何形状。换句话说,当组

合能量束被引导横跨构建平面时,可以连续调节组合能量束的至少一个光斑的几何形状,以将组合能量束调节到照射图案。例如,在增材制造处理中,可以将组合能量束的强度分布的大小,即构建平面上的光斑大小,调节到要构建的物体轮廓的尺寸。

[0043] 此外,调制单元可以适于独立于扫描速度而控制至少一个组合束特性。术语“扫描速度”可以指组合能量束,即组合能量束的强度分布,例如组合能量束的光斑,被引导横跨构建平面的速度。术语“扫描速度”可以指“写入速度”,即如前所述,组合能量束沿写入路径被引导的速度。因此,可以独立于扫描速度,即独立于组合能量束被引导横跨构建平面的速度,来调节组合能量束的至少一个组合束特性。

[0044] 调制单元还可以适于根据确定的传感器参数来控制至少一个组合束特性。因此,可以提供传感器,该传感器适于确定传感器参数,例如与执行增材制造处理的情况有关的参数,例如在构建平面中的强度分布或组合能量束的至少一部分的强度或在增材制造处理中存在的其他处理参数,例如分别在执行增材制造处理的构建室或处理室内的大气中确定的残留物。因此,对组合能量束的组合束特性进行闭环控制是可行的,其中可以连续地或在规定的时间点确定传感器参数,其中组合能量束的组合束特性可以通过调制单元将确定的传感器参数纳入计算来进行调节。

[0045] 根据发明设备的另一个优选实施例,调制单元可以适于根据传感器参数来局部控制至少一个组合能量束特性,特别是强度分布和/或光斑几何形状。组合能量束的功率或强度可以被局部调节和/或光斑的几何形状可以被局部调节。因此,在构建平面中的不同位置,如前所述,可以基于已经确定的传感器参数来生成组合能量束的单个强度分布和/或光斑几何形状。

[0046] 例如,调制单元可以适于根据检测到的残留物,控制至少一个组合束特性,特别是强度分布和/或光斑几何形状。因此,在构建平面中的强度分布,即组合能量束的光斑的几何形状,可以分别根据各种处理参数(在此示例中,在处理室中或在增材制造处理中检测到的残留物)来被调节。因此,能量束的光斑的几何形状,即组合能量束的强度分布,可以根据存在于处理室中的残留物(例如烟尘、烟雾或烟熏)的位置或地点来被选择或调节。例如,可以生成强度分布,因为在构建平面上检测到残留物的位置可以被纳入计算,例如形成围绕检测到的残留物的强度分布。当然,也可以形成强度分布或生成具有强度分布的组合能量束,因为检测到的残留物的位置被不断更新,因此,可以照射构建平面上的所有所需区域。

[0047] 也可以根据移动参数,特别是束导向单元和/或组合能量束的偏转角和/或入射角,来调节组合束特性,特别是强度分布。例如,可以将由于在构建平面上不同位置的不同偏转角而发生的组合能量束在构建平面上的椭圆性状(例如椭圆变形)纳入计算。因此,可以相应地调节强度分布,以例如确保独立于入射角或偏转角在构建平面的每一个位置都能生成所需的强度分布。

[0048] 该设备还可以进一步被改进成调制单元可以适于根据物体和/或支撑结构的至少一个相应部分的至少一个结构特性,控制至少一个组合能量束特性,特别是沉积在构建平面的至少一个区域中的强度分布,优选是能量的量。因此,可以通过调制单元控制组合能量束的组合束特性,特别是强度分布(该强度分布与沉积在构建材料中的能量的量直接相关),以允许使用在处理中增材制造的物体和/或在增材制造处理中支撑三维物体的支撑结构的不同部分的不同的组合束特性或不同的强度分布来照射不同的部分。根据物体和/或

支撑结构的结构特性的至少一个组合束特性的控制,允许局部改变要增材构建的物体或支撑结构的固结性状和/或结构。特别是,核心和壳部或外皮和核心照射是可能的,其中不同的组合束特性分别用于照射构建平面的不同区域,例如物体的壳部和物体的核心,或物体的支撑结构。

[0049] 此外,还可以提供聚焦单元,该聚焦单元可以适于聚焦组合能量束,其中调制单元和聚焦单元适于在恒定焦点位置上改变照射图案的大小。因此,聚焦单元,例如所谓的z偏移器,例如扩束器,可以与通过调制单元执行的相干束组合的使用相结合。因此,在不改变组合能量束的焦点位置的情况下,通过组合能量束在构建平面中生成的照射图案,例如能量光斑,可以改变大小,特别是放大或缩小。

[0050] 根据该发明设备的另一个实施例,调制单元可以适于根据至少一个处理参数,特别是根据构建材料和/或残留物的吸收性状,来调节组合能量束特性,特别是组合能量束的极化。因此,根据各种处理参数,例如在增材制造处理中使用的构建材料和/或存在于增材制造处理中的残留物的类型,在组合能量束入射到要照射和固结的构建材料上之前,可以在处理室中吸收不同比例或不同量的组合能量束。因此,可以根据与在增材制造处理中存在的构建材料和/或残留物的吸收性状有关的处理参数来调节组合能量束特性。特别是可以调节组合能量束的极化,因为极化会显著影响构建材料的吸收性状或残留物的吸收性状。换句话说,可以通过改变至少一个组合能量束特性,特别是通过改变组合能量束的极化,来调节在增材制造处理中存在的构建材料或残留物中吸收的组合能量束的量或比率。

[0051] 此外,还可以调节组合束特性,特别是强度分布,以补偿在处理室的至少一个区域中由于残留物而对组合能量束的吸收。另外或替代地,组合束特性,特别是极化,可以被调节为使残留物对组合能量束的吸收降低到阈值以下,特别是最小化。

[0052] 优选地,可以提供确定单元,该确定单元适于根据增材制造处理中确定的辐射的极化来确定至少一个处理参数。该实施例可以实现对增材制造处理的极化依赖性分析,例如在增材制造处理中确定的处理参数。例如,可以调界限定的极化并确定极化依赖性吸收。此外,极化依赖性效应,例如组合能量束在金属表面的反射,可以用于根据极化来确定处理参数。特别是,在增材制造处理中用于确定处理参数的辐射可以就辐射的极化来被分析,因此,可以就材料的反射,特别是材料在金属表面的反射,得出结论。此外,可以将构建平面处反射的辐射与热发射的辐射(例如从固结区/熔池发射的辐射)分开,因为热辐射未被极化,而在构建平面处反射的辐射(例如能量束的一部分)被极化。

[0053] 可以利用不同类型辐射的极化来分离不同类型的辐射。例如,非极化的热辐射可以与其他类型的辐射分开,特别是与极化辐射(例如在构建平面反射的一部分组合能量束)分开。

[0054] 调制单元还可以适于组合至少两个能量束,该能量束的波长在200nm和1100nm之间的波长范围内,优选在400nm和575nm之间的波长范围内,特别是532nm。而且可以组合任何任意的辐射源,特别是照射元件,并例如根据构建材料的吸收性状来使用能量源。还可以使用具有不同束曲线的不同辐射源。例如,可以组合具有较低强度输出的多个能量源,以实现具有相对较高能量输出和限定的束曲线的组合能量束。

[0055] 此外,本发明还涉及一种用于增材制造三维物体的设备的照射装置,特别是如前所述的一种发明性装置的照射装置,其中,提供了调制单元和至少两个照射元件,至少两个

照射元件适于生成至少两个能量束,其中,调制单元适于将至少两个能量束组合成组合能量束,并调节组合束的至少一个组合束特性。

[0056] 此外,本发明还涉及一种用于增材制造三维物体的设备的操作方法,特别是如前所述的发明设备的操作方法,其中,通过两个照射元件生成的至少两个能量束通过调制单元组合成组合能量束,其中,通过调制单元调节组合能量束的至少一个组合能量束特性。

[0057] 当然,关于发明设备所描述的所有特征、细节和优点完全可以转移到发明的照射装置和发明方法中。

[0058] 本发明的典型实施例参照附图进行描述,附图为示意图。

[0059] 图1显示了一种用于通过连续分层选择性照射和固结可通过能量源被固结的构建材料3的层来增材制造三维物体2的设备1。该设备1包括照射装置4,该照射装置4包括调制单元5和多个照射元件6。虽然只描绘了两个照射元件6,但设备可以包括任意数量的照射元件6。每个照射元件6都适于生成朝向调制单元5传播的能量束7。换句话说,至少两个照射元件6适于生成至少两个能量束7,当然,能量束7的数量与提供的用于生成能量束7的照射元件6的数量有关。

[0060] 调制单元5适于将入射在调制单元5上的能量束7组合成组合能量束8,该组合能量束8可以被引导到构建平面9上,在该构建平面9中,构建材料3可以分层布置或应用,以经由组合能量束8进行照射,从而连续地构建三维物体2。在图1所描述的示例性实施例中,组合能量束8另外经由被构建为扫描器单元(例如,可移动镜)的束引导单元10(可选)被引导到构建平面9上,并横跨构建平面9移动,如箭头11所示。

[0061] 此外,设备1包括控制单元12,该控制单元12与传感器13连接,该传感器13适于确定增材制造设备1的处理室内的至少一个处理参数。根据处理参数,例如,在增材制造处理中生成的残留物,或组合能量束8的强度,或从构建平面9发出的辐射(例如热辐射),通过控制单元12控制调制5是可行的。

[0062] 调制单元5适于调节限定组合能量束8的至少一个组合束特性,例如组合能量束8的强度,和/或通过组合能量束8在构建平面9中实现的强度分布,和/或组合能量束8的几何参数(特别是光斑大小和/或光斑形状),和/或组合能量束8的位置(特别是组合能量束8的光斑在构建平面9中的位置),和/或组合能量束8的焦点位置,和/或组合能量束8的极化参数。当然,可能的组合束特性的列表并非详尽无遗的。例如,调制单元5适于补偿参考束参数和组合束特性之间的差异,例如用于组合能量束8、8'在构建平面9中的两个位置。因此,可以补偿由于在构建平面9上的入射角不同而导致的与参考性状的偏差,例如组合能量束8'与组合能量束8相比的椭圆性状。

[0063] 在本示例性实施例中,调制单元5被构建为或包括衍射光学元件,例如空间光调制器,它能够以像素为单位调节组合能量束8。此外,照射装置4包括两个调制元件14(可选),它们适于调节能量束7的束参数,因为它们在入射到调制单元5之前经由照射元件6生成。因此,可以通过布置在能量束7的束路径中的调制元件14对能量束7进行组合调制,并通过调制单元5对能量束7进行组合来调制能量束7,从而生成组合能量束8。照射元件6相对于调制单元5布置在限定的位置,如在本示例中,照射元件6布置在调制单元5的第一衍射级中(可选)。因此,可以将调制单元5和照射元件6理解为照射组件,因为照射元件6相对于调制单元5的位置是固定的,或者照射元件6和调制单元5分别以限定的空间关系布置。

[0064] 图2显示了根据第二实施例的发明的设备1。正如已经就图1所描述的那样,该设备1适用于通过选择性地固结构建材料3来增材制造三维物体2。脱离图1中描述的实施例,图2中描述的设备1包括照射装置4,该照射装置4包括单个照射元件6,该照射元件6适于发射能量束7。根据第二实施例的照射元件6可以被视为“种子激光器”。照射装置4还包括若干光放大器,这些光放大器被描绘成三角形。

[0065] 根据第二实施例的设备1的调制单元5包括多个种子激光器,被分成多个能量束7',这些能量束7'可以单独地通过调制单元5进行控制。调制单元5包括多个相位调制器,其中各个能量束7',特别是各个激光束7',可以通过相位调制器进行相位调制。相位调制后的能量束7'之后可以通过组合单元24进行组合,例如适于在远场,特别是在构建平面9中,组合能量束7'的光学组件。

[0066] 因此,当各个能量束7'相互重叠和干扰时,在构建平面9中生成干扰图案。根据各个能量束7'的相位,可以控制组合能量束8的位置和形状。

[0067] 换句话说,在构建平面9中实现的照射图案可以通过调制单元5进行控制,根据所需的照射图案(强度分布),可以控制各个能量束7'的相位。因此,可以通过相位来控制排列在光学相位阵列中的各个能量束7'的各个图案或各个能量束7'对实现的照射图案的贡献程度。

[0068] 换句话说,可以通过控制调制单元5的相位调制器的各个相位来控制照射图案。因此,可以通过各个相位调制器的相位来动态地控制构建平面9中的强度分布。另外或替代地,也可以通过束引导单元10来移动强度分布,即移动通过照射装置4生成的照射图案。因此,可以生成可以通过束引导单元10在构建平面9上移动的(静态)照射图案。当然,也可以通过调制单元5的各个相位调制器控制相位,并通过束引导单元10在构建平面9上叠加移动照射图案,从而组合照射图案的静态和动态生成。

[0069] 图3示出了通过组合能量束8在构建平面9中生成的照射图案的第一实施例(在到构建平面9上的俯视图中)。例如,组合能量束8的中心部分以第一位置入射在构建平面9上,其中调制单元5适于在构建平面9中生成组合能量束8的子部分,例如三个子部分。如前所述,组合能量束8的中心部分可用于照射构建材料3,以固结构建材料3,从而形成三维物体2。用8'表示的另一个子部分可以用来预加热构建材料3,当然,组合能量束8的中心部分和子部分8'的组合束特性可以不同地选择。特别是,可以使用不同的光斑形状和不同的大小以及不同的强度来生成不同的子部件8、8'、8''。另一个子部件8''可以用于对布置在构建平面9中的构建材料3进行后加热,以控制构建平面9中的照射区域的固结性状,例如冷却性状。当然,图3仅示出了发明设备1的示例性实施例,特别是可以通过发明设备1生成的照射图案,其中子部件的数量以及组合能量束8的中心部分和其他子部件8'、8''的组合束特性可以任意选择。

[0070] 组合能量束8的中心部分和其他子部分8'、8''可以同步或单独地横跨构建平面9移动。当然,组合能量束8的中心部分和其他子部分8'、8''的大小和强度分布可以根据需要在构建平面9中照射的轮廓或写入路径来选择,也可以根据其他处理参数来选择。

[0071] 图4示出了在构建平面9中生成照射图案以形成物体2的第二示例性实施例,其中通过调制单元5调节通过组合能量束8生成的强度分布,以直接在构建平面9上对物体2的横截面进行成像。换句话说,在构建平面9上生成的照射图案代表了物体2在构建材料3的当前

层中要照射的横截面。组合能量束8的组合束特性在物体2的横截面上并不是恒定的,而是进行核心和壳部照射,其中,组合束特性的第一参数集用于照射可视为物体2的核心区域15,并且组合束特性的第二参数集用于照射可视为物体2的壳部区域的第二区域16。因此,例如,可以使用限定第一区域15和第二区域16中的组合能量束8的其他组合束特性,例如沉积在相应区域15、16内的不同的强度或强度分布或能量,来生成照射图案。因此,可以调节物体2在特定区域15、16中的固结性状和机械性能。此外,图4显示了支撑物体2的支撑结构17可以根据另一组组合束特性被照射,其中,例如,可以直接选择组合能量束8在构建平面9中的照射图案或强度分布,以对构建材料3进行照射,从而同时形成区域15、16和支撑结构17。当然,也可以不同时照射区域15、16和支撑结构17,例如连续照射或任意其他衍射级照射。

[0072] 图5示出了可以在构建平面9中使用调制单元5进行的写入路径的可能组合,其中,可以使用束引导单元10沿着连续且弯曲的路径移动组合能量束8,例如,通过虚线18表示。也可以使用调制单元5沿写入路径19引导组合能量束8。例如,通过直接影响组合能量束8的位置和能量或强度分布,调制单元5适于沿着例如包括尖角20或边缘的写入路径19来“引导”组合能量束8。由于通过调制单元5在构建平面9中生成能量束7的干涉图案,因此,例如可以非常快速地定位组合能量束8,并沿着写入路径19非常快速地引导能量束8。当然,也可以将通过束引导单元10生成的写入路径和通过调制单元5生成的写入路径组合起来,如将关于图6描述的。

[0073] 图6示出了通过照射装置4生成的照射图案,其中,通过组合第一写入路径22以及第二写入路径23实现了组合写入路径21,通过调制单元5沿着第一写入路径22生成或引导组合能量束8,使用束引导单元10沿着第二写入路径23引导组合能量束8。因此,调制单元5可以沿着写入路径22生成组合能量束8或引导组合能量束8,例如围绕组合能量束8的中心位置进行快速摆动,其中组合能量束8的中心位置可以通过束引导单元10沿着第二写入路径23移动,该束引导单元10例如执行组合能量束8在构建平面9上的连续偏转。

[0074] 当然,发明方法可以在发明设备1上进行。不言而喻,针对单一实施例所描述的所有细节、特征和优点是完全可以转移的,并且可以任意组合。

[0075] 本书面描述使用示例性实施例来公开本发明,包括最佳模式,也使本领域的任何技术人员能够实践本发明,包括制造和使用任何装置或系统,并执行任何合并的方法。发明的可专利范围由权利要求书限定,并且可以包括本领域技术人员所发生的其他示例。如果这些其他示例包括与权利要求的字面语言没有差别的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的字面语言没有实质性差别的等效结构元件,则这些示例意在权利要求的范围内。

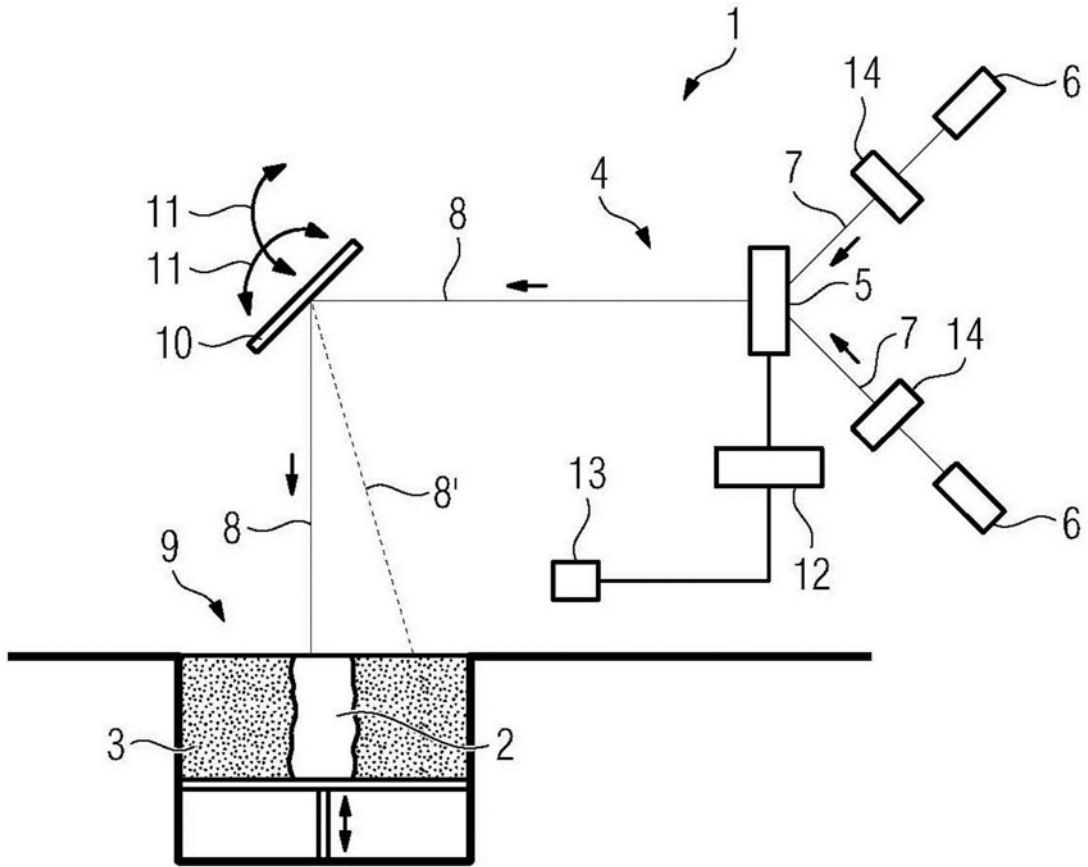


图1

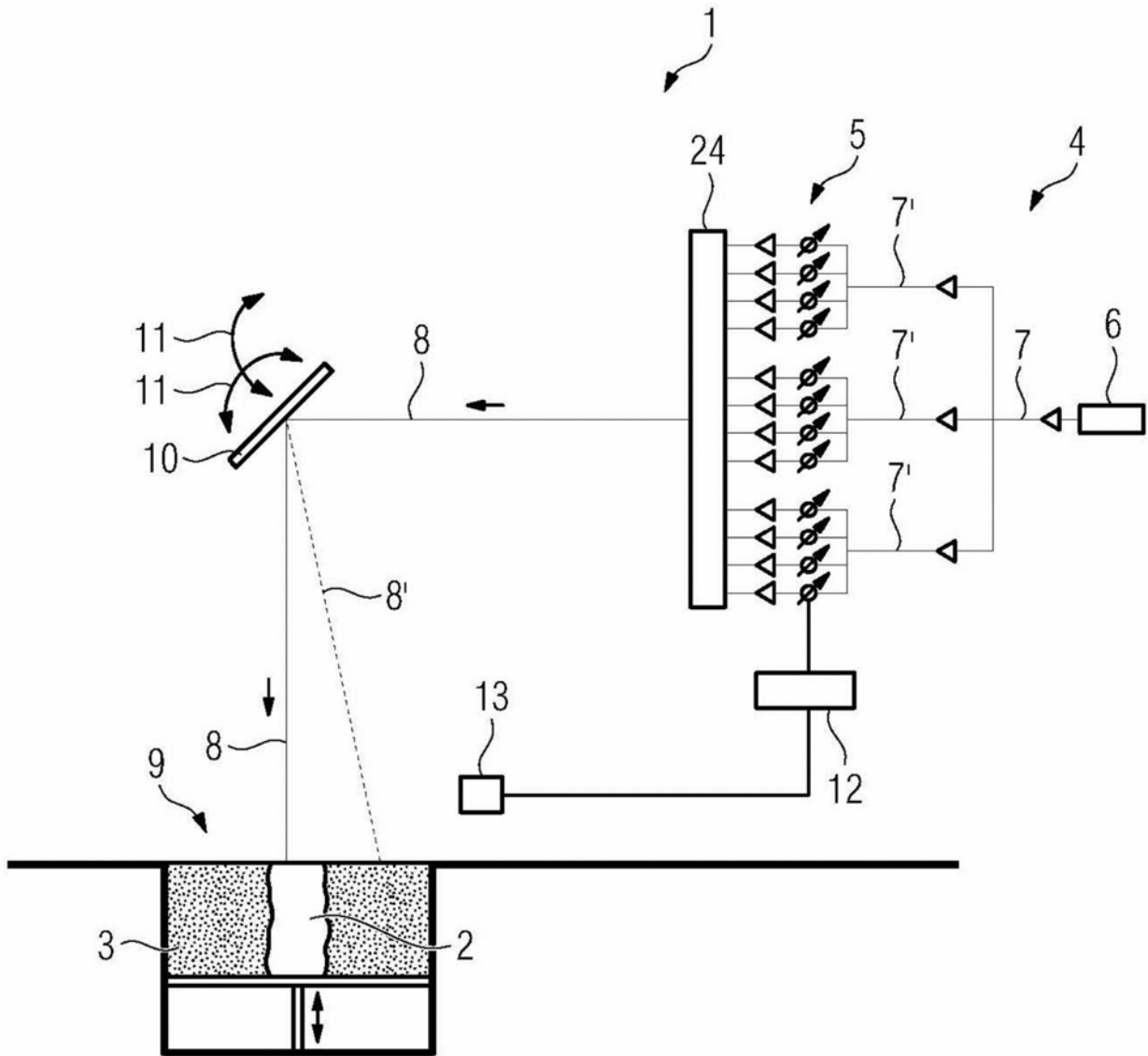


图2

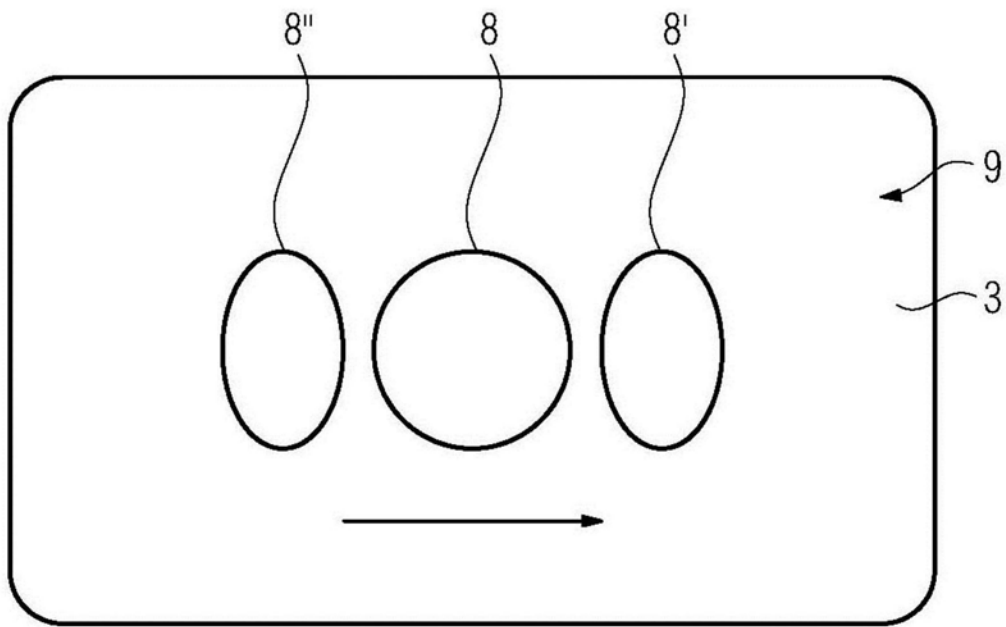


图3

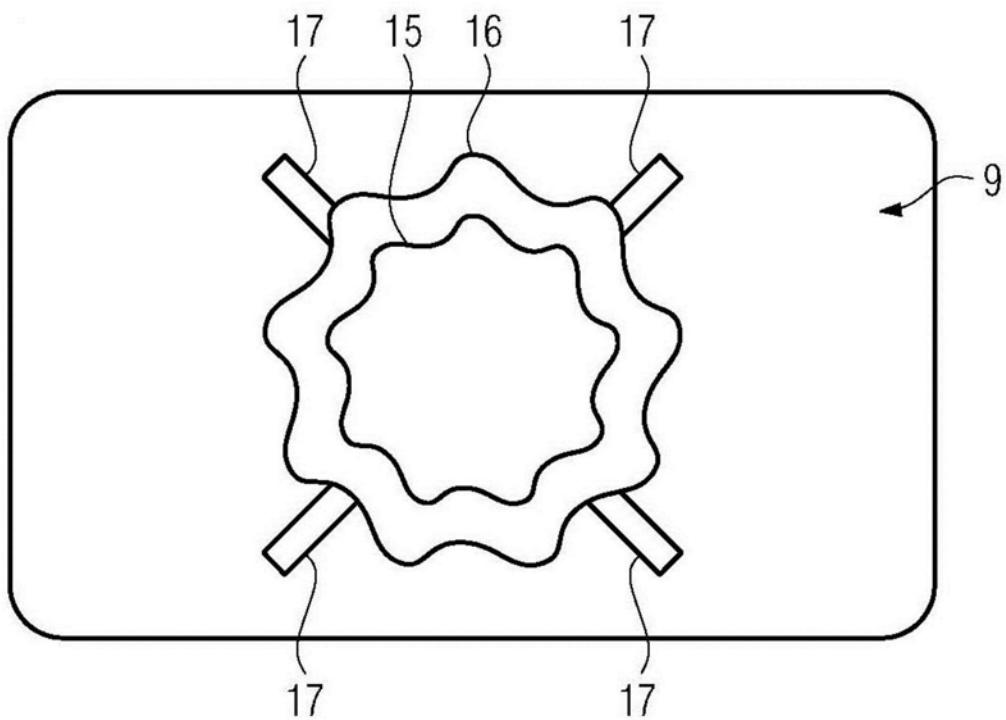


图4

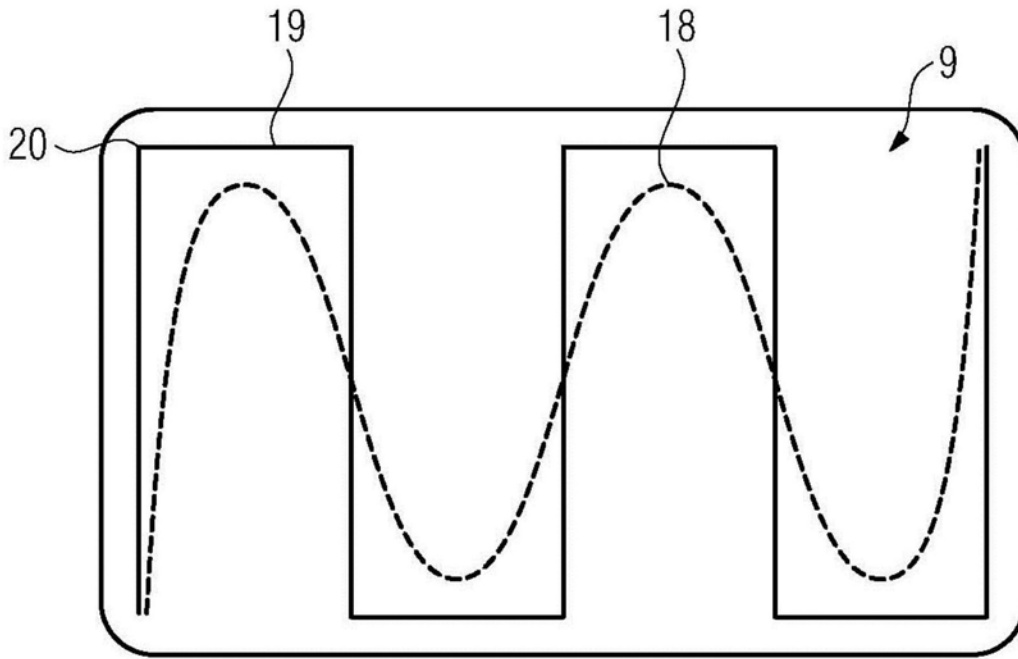


图5

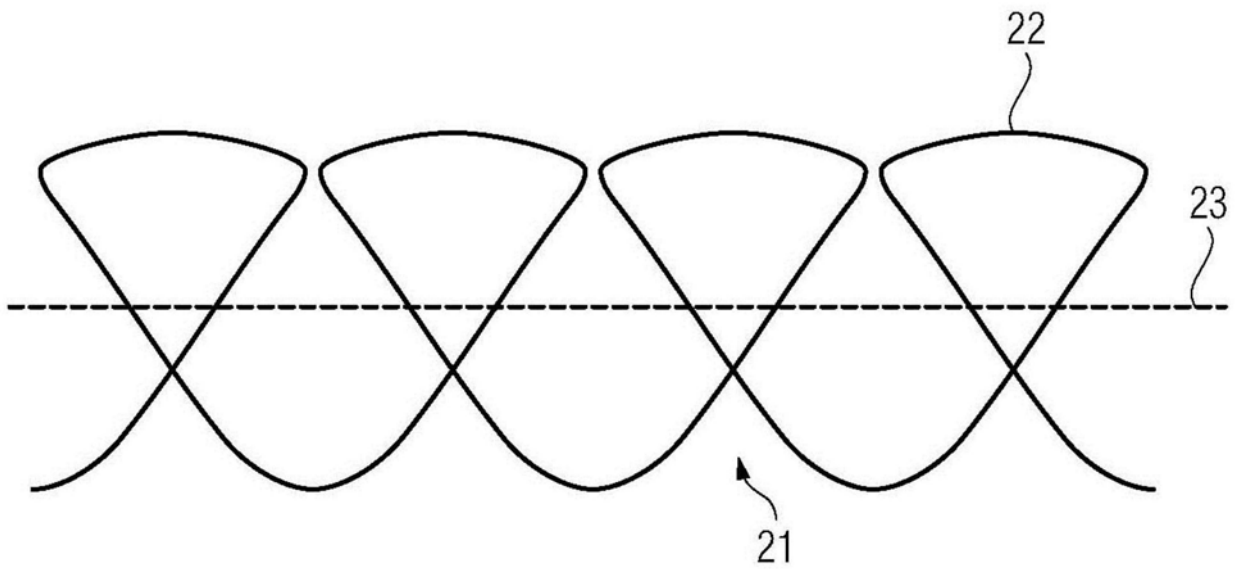


图6