



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106156399 A

(43)申请公布日 2016. 11. 23

(21)申请号 201610317574.0

(22)申请日 2016.05.12

(30)优先权数据

102015208852.9 2015.05.13 DE

(71)申请人 纳依斯梭布有限责任公司

地址 德国巴登-符腾堡

(72)发明人 罗门·莱茵哈德·莱茵那

晏·唐基 于尔克·霍夫曼

(74)专利代理机构 北京律和信知识产权代理事

务所(普通合伙) 11446

代理人 武玉琴 刘国伟

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

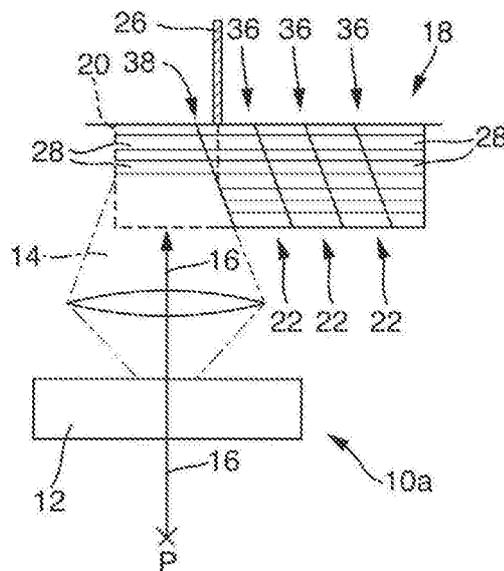
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

制造三维结构的方法

(57)摘要

本发明涉及一种借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法,所述结构化装置在记录区(20)内具有预定的结构输入的主方向(16),其中通过以下方式定义所述整体结构(18),即,依序定义数个相互补充而整体形成所述整体结构(18)的子结构(22),其中所述子结构(22)分别被限定于包裹式界面(36)内部。其中,以某种方式选择所述子结构(22),使得所述包裹式界面(36)倾斜于所述结构输入的主方向(16)延伸。



1. 一种借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 所述结构化装置在记录区(20)内具有预定的结构输入的主方向(16), 其中通过以下方式定义所述整体结构(18), 即, 依序定义数个相互补充而整体形成所述整体结构(18)的子结构(22), 其中所述子结构(22)分别被限定于包裹式界面(36)内部, 其特征在于, 以某种方式定义所述子结构(22), 使得所述包裹式界面(36)倾斜于所述结构输入的主方向(16)延伸。

2. 如权利要求1所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 反向于已存在的所述子结构(22)为相应的子结构(22)定界的包裹式界面(36)以某种方式延伸, 使得所述包裹式界面(36)形成已存在的所述子结构的外侧(38), 并且所述外侧(38)能够完全被反向于所述主方向(16)隔开的视点(P)看到。

3. 如权利要求1或2所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 通过用所述包裹式界面(36)切割所述整体结构(18)来为所述子结构(22)定界。

4. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 提供表示所述整体结构(18)的数据集, 并且以计算机辅助的方式从中获得代表所述子结构(22)的其他数据集, 其中根据所述数据集对所述结构化装置(10a, 10b)进行控制。

5. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 相邻的所述子结构(22)分别具有至少一个相同的包裹式界面(36)。

6. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 所述包裹式界面(36)与所述结构输入的主方向(16)夹一锐角, 所述锐角反向于所述主方向(16)打开。

7. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 所述子结构(22)设于拆分网格中, 并且一子结构(22)的至少一个包裹式界面(36)分别平行于另一子结构(22)的至少一个包裹式界面(36)延伸。

8. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 为依序定义所述子结构(22), 依序移动所述结构化装置(10a, 10b)的记录区(20), 并分别在所述记录区(20)内记录一个子结构(22)。

9. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 借助能量照射方法在通过能量输入而可结构化的在可交联或可聚合从而可固化的蚀刻材料中制造所述整体结构(18)。

10. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 在至少一个记录束(14)的至少一个在所述记录区(20)内部可空间移动的聚焦区(32)中聚合所述蚀刻材料。

11. 如前述权利要求中任一项所述的借助结构化装置(10a, 10b)制造三维整体结构(18)的方法, 其特征在于, 通过所述记录束(14)的所述至少一个聚焦区(32)内的双光子吸收或多光子吸收来聚合所述蚀刻材料。

## 制造三维结构的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种如权利要求1前序部分所述的制造三维结构的方法。

### 背景技术

[0002] 此类结构化方法特别应用于微结构或纳米结构、原型的制造(例如所谓的“快速原型制造”),或者应用于具有特殊形状要求的工件制造,例如为了实验目的以及在要求有较大设计自由度的领域。

[0003] 其中往往使用具有预定的结构输入的主方向的结构化装置。该主方向通常由于设计原因是预定的,例如由结构化电子束的优选方向、激光光学器件的光轴、3D打印机的材料构建束的方向或者在三个空间方向上可被控制的加工工具的机械轴规定。

[0004] 结构化装置一般还具有由于设计原因而受限的记录区。只有在这个受限的空间区域内才能进行结构化或结构输入。其中,预定记录区往往小于总体上需要制造的整体结构。因此,所谓的“拼接方法”将整个结构拆分成数个子结构,这些子结构与结构化装置的记录区相配且被依次记录。

[0005] 由US 4,575,330 A1或US 5,247,180 A已知立体光刻法,其中在由液态蚀刻材料(例如光聚合物)组成的浴中,通过用记录束进行选择性地曝光来以块状子结构或逐层形成期望结构。为此,记录束通过局部曝光分别使蚀刻材料浴表面的一层中的结构块以期图形聚合。而后,通过在蚀刻材料浴中逐步降低载体衬底来逐层形成所述结构。

[0006] 其中存在以下问题:已经定义的结构块可能会干扰下一个需要记录的结构块的形成。例如在块状拆分结构的情况下,已经定义的结构块的个别区段在定义下一子结构时遮蔽或阻挡记录束。这会造成结构化误差。因此,往往需要将期望结构拆分成数目极大的子结构,这就需要很长的处理时间来拆分子结构和记录这些子结构。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是在处理时间尽可能短的情况下提高结构化的可靠性和质量。

[0008] 本发明用以达成该目的的解决方案为一种如权利要求1所述的3D结构化方法。借助结构化装置进行该结构化,所述结构化装置用于在一般通过设计加以规定的记录区内围绕预定的结构输入的主方向集中地进行结构化。通过以下方式定义整体结构,即,依序定义数个相互补充而整体形成所述整体结构的子结构,其中所述被依序记录的结构块分别由包裹式界面定界或者说被所述包裹式界面从所述整体结构中截取出来。其中,以某种方式选择所述子结构,使得所述包裹式界面倾斜于所述结构输入的主方向延伸,即不平行于所述主方向,或者说与所述主方向夹一非零角度。

[0009] 所述互补形成整体结构的子结构例如可平面并置,以及/或者也可层状叠置。

[0010] 所述结构输入的主方向指的是结构化装置主要为了定义结构化而在记录区产生作用的方向或轴线。所述结构化例如可在合适的基本材料(例如抗蚀剂)中进行,或者也可通过用材料束来加建结构而实现。举例而言,蚀刻装置具有记录束,该记录束围绕光轴产生

作用,因此该光轴形成被构造为蚀刻装置的结构化装置的主方向。所述记录束例如可以是激光束、离子束或电子束。3D打印机或3D绘图仪围绕束方向进行材料输入,该束方向又形成结构输入的主方向。所述方法原则上也适用于3D铣削或3D钻头,其中刀具轴定义结构输入的主方向。

[0011] 具体而言,通过以下方式确定所述子结构,即将所述整体结构拆分成子结构,并且每个子结构均直接被所述界面包裹。因此,所述包裹式界面尤其是用于定义子结构的假想辅助面。所述子结构例如被定义为整体结构中由所述界面定界的截出段。

[0012] 子结构的包裹式界面倾斜于结构输入的主方向延伸,从而避免沿主方向的结构输入被已存在的子结构遮挡。这样就可以沿主方向为子结构选择绝对值较大的深度。因此,制造整体结构时只需拆分出较少数目的子结构块。这能显著缩短将整体结构拆分成子结构所需要的计算时间并缩短记录这些子结构所需要的处理时间,而不会有损于结构质量和结构制造的可靠性。结构化装置的使用寿命也能得到延长,因为可以总体上减少必要的结构化操作次数。

[0013] 针对相应的子结构,反向于已存在的子结构为所述子结构定界的界面优选以某种方式延伸,使得所述子结构的不抵接已存在的子结构的外侧从所述结构化装置出发能够无遮蔽地被看到。为此,特别可沿拆分行依次依序记录子结构,其中反向于已存在的子结构为选定子结构定界的界面以某种方式延伸,使得所述子结构的由该界面形成的外侧面向结构化装置。以下特别有益:反向于已存在的子结构为子结构定界的界面(即所述外侧)的表面法线在所述子结构外部从被观察的外侧出发仅朝结构化装置延伸且不背离该结构化装置。

[0014] 优选通过以下方式定义子结构,即,通过用所述包裹式界面进行切割来拆分所述整体结构。所述包裹式界面优选构造为平面或者由平面区段组成,从计算技术角度看,这有助于简化拆分。然而,所述包裹式界面也可具有弯曲区段或者弯曲延伸。

[0015] 优选地,基本上通过软件技术将所述整体结构拆分成子结构。因此,提供表示所述整体结构的数据集(例如CAD数据)并视情况将该数据集存储在所述结构化装置的数据载体或存储装置上。特别地,以计算机辅助的方式从中获得代表所述子结构的其他数据集,其中根据所述数据集对所述结构化装置进行控制。优选以计算机辅助的方式,通过用包裹式界面切割整体结构来获得子结构的数据集。尤其以软件技术将整体结构无重叠地完全拆分成子结构。

[0016] 优选以某种方式进行所述拆分,使得相邻子结构沿至少一个包裹式界面相互接触。因此,优选将整体结构完全拆分成子结构。其中,相邻子结构可分别具有至少一个相同的包裹式界面。因此,制成整体结构后,起定界作用的界面不再作为经定义的结构存在,而是完全整合于整体结构中。

[0017] 优选以某种方式获得所述子结构,使得所述包裹式界面,且特别是所述包裹式界面的整个延伸范围中所有可能的切面,与所述结构输入的主方向夹一锐角,所述锐角反向于所述结构输入的主方向打开,或者所述锐角朝所述结构化装置打开。所述包裹式界面特别以某种方式定向,使得子结构的由界面定义的外侧以锐角面向结构化装置。

[0018] 事实表明,大于 $0^\circ$ 且小于 $45^\circ$ ,优选介于 $5^\circ$ 与 $20^\circ$ 之间,例如处于 $15^\circ$ 范围的角度特别有益。

[0019] 所述子结构优选设于拆分网格中且被依序依次记录,其中一子结构的至少一个包

裹式界面分别平行于所述拆分网格中的其他子结构的至少一个或多个包裹式界面延伸。特别地,互补形成整体结构的子结构的包裹式界面可分别成对地相互平行延伸。

[0020] 为依序记录所述子结构,优选依序移动并定位所述结构化装置的记录区,其中每次在移动和定位后,在所述记录区内记录一个子结构。为移动记录区,可以要么移动结构化装置,要么相对于结构化装置移动衬底。

[0021] 优选借助能量照射方法在通过能量输入而可交联或聚合的蚀刻材料中制造所述整体结构。其中,在蚀刻材料中通过用能量束进行可控局部聚合来定义期望的三维结构,并且通过视情况而接着实施的显影步骤使该三维结构固化和/或外露。所述蚀刻材料特别可通过能量输入而固化。当然,也可以从一开始就使用固态蚀刻材料,通过能量输入来聚合该蚀刻材料,并在接下来的显影步骤中使结构化外露。所述蚀刻材料在未聚合状态下优选呈液态、粘滞状、凝胶状或固态。例如使用抗蚀剂,特别是负性抗蚀剂。优选涉及的是光聚合材料,例如可借助能量照射方法例如用由光、激光、紫外线或类似的物形成的记录束来聚合的光固化塑料。

[0022] 优选在所述结构化装置的辐射源的记录束的在所述记录区内部可空间移动的聚焦区中聚合所述蚀刻材料。因此,所述结构化装置优选可以是激光蚀刻机、电子束蚀刻机或类似设备。作为进一步的技术方案,可以有数个记录束在记录区中产生作用,由所述记录束的聚焦区共同实施结构化。

[0023] 特别优选地,通过所述记录束的聚焦区内的双光子吸收或多光子吸收机制来聚合所述蚀刻材料。其中,优选这样来设计蚀刻材料并且根据蚀刻材料优选这样来调整记录束的辐射源,使得只有借助双光子吸收或多光子吸收才能实现聚合。为此,例如可选择如此之大的记录束波长(和如此之低的量子能),使得只有通过同时吸收两个或数个量子才达到实现聚合所需要的能量输入。这个吸收过程的概率与强度有关并且与其余记录束相比在聚焦区内有大幅提高。基本考虑的结果是,吸收两个或数个量子的概率可能与辐射强度的二次幂或更高次幂有关。而吸收一个量子的概率则具有不同的强度相关性,具体而言是辐射强度的更低次幂。记录束进入蚀刻材料时原则上还会发生衰减。这就可以在强度减小与蚀刻材料透入深度的关系上例如适用比尔定律。这导致了,利用单光子吸收在蚀刻材料表面下方深处的聚焦区内实现空间分辨型聚合是有问题的,因为由于在表面下方聚焦时所发生的衰减,聚焦区内不见得存在最高强度。上述双/多光子吸收机制也有助于在蚀刻材料表面下方实现可控的结构定义。

[0024] 下面参照附图详细阐述本发明。

## 附图说明

[0025] 图1为用于阐述3D结构化方法的简图以及投影式结构化装置所出现的问题。

[0026] 图2为束导向式结构化装置对应于图1的视图。

[0027] 图3为用于阐述本发明方法结合投影式结构化装置的简图。

[0028] 图4为用于阐述本发明方法结合扫描式结构化装置的简图。

## 具体实施方式

[0029] 在附图和接下来的说明中,相同或相对应的特征分别用相同的附图标记标示。

[0030] 在图1至图4的简图中分别示出了通过用相应的记录束来聚合蚀刻材料(未详示)而实现的结构化。然而,本发明的方法原则上适用于所有在记录区内依序记录子结构且为结构输入规定主方向的结构化方法。

[0031] 图1示出第一类型的结构化装置10a,其中借助投影装置12并通过围绕主方向16的相应孔径沿主方向16发射记录束14。记录束14例如具有用于定义期望结构的强度变化。

[0032] 在图1至图4中,该期望结构整体上用附图标记18标示(整体结构)。结构化装置10a和10b具有由于设计原因而在空间上受限的记录区20,在该记录区内部可进行结构化,例如借助记录束14(图1)。

[0033] 在图示示例中,记录束例如被射入未详细示出的蚀刻材料浴中,借助记录束14可聚合并固化该蚀刻材料。

[0034] 由于记录区20的空间伸展小于期望的整体结构18,因而将该整体结构拆分成数个于结构22,这些子结构在图1和图2的示例中构造为块状且由包裹式界面24定界,所述包裹式界面在图1和图2所示的情形下平行于主方向16延伸。

[0035] 为制造整体结构18,依序依次记录子结构22,例如在各附图所示出的由并置分区22组成的拆分网格中。为此依序移动记录区20,具体例如为:借助定位装置26相对于结构化装置10a和10b移动未详细示出的衬底。在记录区20内部,子结构22例如又可分别由若干层28依序形成,参见图1至图4。为此,例如可沿主方向16逐层移动所述衬底。

[0036] 由于在图1的示例中,记录束14因所述孔径而具有非零聚束角,因此已记录的子结构22的区段可能导致待记录的子结构22中的区域30被遮蔽。区域30中的这种遮蔽会造成有缺陷的结构化。

[0037] 图2示出一种不同的结构化方法,其中借助束导引装置34(例如倾斜镜)可将记录束的聚焦区32可控定位于记录区20并在其中移动。为此设置第二类型的结构化装置10b。其中特别采用扫描方法。其中,每个被依次记录的子结构22仍可由若干层28依序形成。

[0038] 图2以简图示出的扫描系统也是围绕主方向16进行结构输入,因为束导引装置34仅在记录区20内部才能控制围绕主方向16的记录束14,因而时空平均下来,结构输入是沿主方向16进行。

[0039] 这里也存在以下问题:已存在的子结构22的个别区段遮蔽记录束,使得聚焦区32无法到达记录区20内的某些区域30。

[0040] 因此,在图1和图2所示的方法中,子结构22总体上沿主方向16只能具有极有限的伸展,否则,区域30就会导致所制成的整体结构18不可用。

[0041] 参照图3和图4阐述本发明的制造三维整体结构18的方法,其中使用结构化装置10a(对应图1)和/或10b(对应图2)。因此,关于结构化装置10a和10b的特征,请参阅有关图1和图2的描述。

[0042] 为记录整体结构18,仍然借助记录束14依序定义数个于结构22。每个于结构22均由包裹式界面36定界。具体而言,整体结构18被完全拆分成若干于结构22,尤其使得相邻于结构22具有共同的包裹式界面36。

[0043] 其中,与图1和图2不同,所述包裹式界面并非平行于结构输入的主方向16,而是倾斜于主方向16定向。

[0044] 在图3的示例中,所有的包裹式界面36均大体上相互平行延伸且与主方向16夹一角度,该角度大于等于记录束14的聚束角(其中,此处观察的是主方向16与包裹式界面36之间反向于主方向16打开的夹角)。

[0045] 在图3所示的情形下,这可以在依序记录子结构22时避免以下情况的发生:已存在的子结构22的区段在记录区20内导致待记录的子结构被遮蔽。例如在图3所示的情形下,这使得子结构22沿主方向16所具有的伸展可以远大于图1。

[0046] 在图4所示的采用扫描系统(对应结构化装置10b,参见图2)的情形下,分别为有待依序记录的子结构22定界的包裹式界面36倾斜于主方向16延伸。

[0047] 具体而言,包裹式界面36原则上也可具有比单一平面更复杂的构造,例如分段相接的倾斜方式不同的平面和/或分段弯曲延伸的区域(参见图4)。重要的还在于,由于包裹式界面36(局部)倾斜于主方向16延伸,避免了已存在的子结构22在记录区20内部造成遮蔽。

[0048] 如图3和图4所示,包裹式界面36分别以某种方式延伸,使得记录区20的每个区段反向于主方向16的视线未被遮蔽。因此,子结构22的包裹式界面36分别形成已存在的子结构22的外侧38,这些外侧完全面向反向于主方向16隔开的视点P且能自由地被该视点看到。



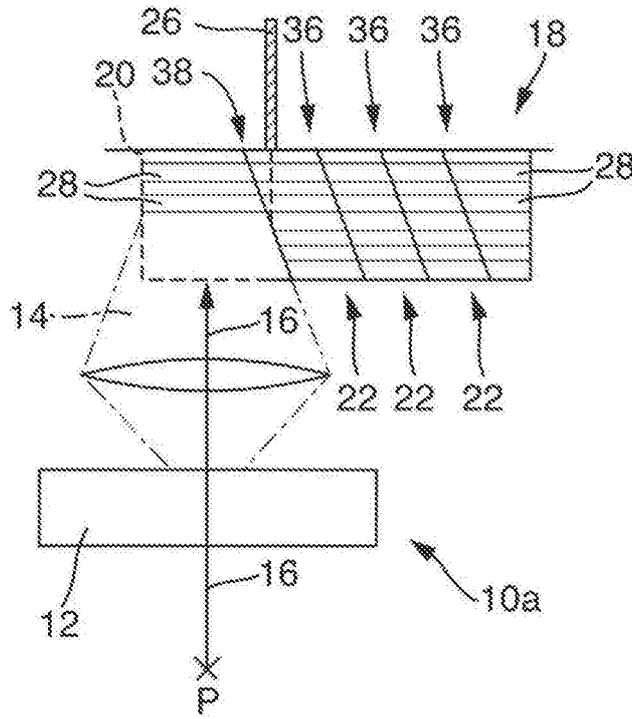


图3

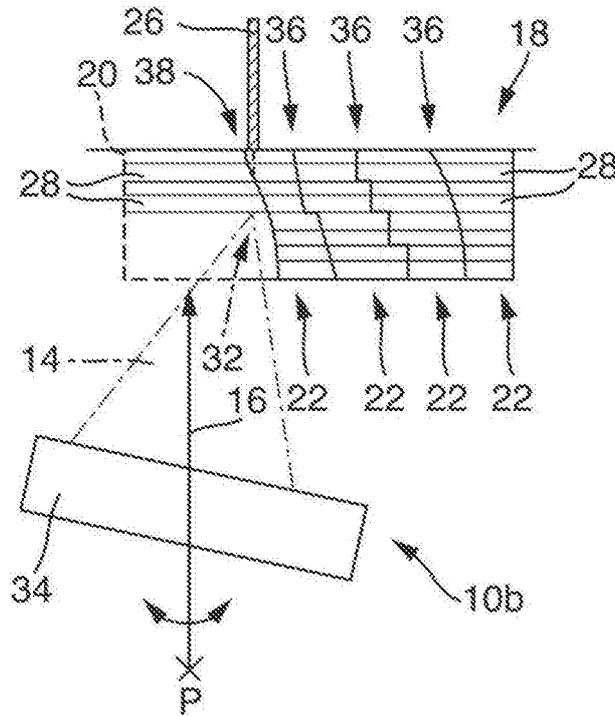


图4