



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105492981 B

(45)授权公告日 2018.06.15

(21)申请号 201480047367.7

(22)申请日 2014.06.25

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105492981 A

(43)申请公布日 2016.04.13

(30)优先权数据
13180079.9 2013.08.12 EP
2798/CHE/2013 2013.06.26 IN
1201/DEL/2014 2014.05.02 IN

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.02.26

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2014/051932 2014.06.25

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/207454 EN 2014.12.31

(73)专利权人 瑞尼斯豪公司
地址 英国英格兰

(72)发明人 拉姆库马尔·瑞瓦努尔
鲁裴希·巴多勒 桑杰·丹德
马尤尔·兰克什瓦尔

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413
代理人 谢攀 刘继富

(51)Int. Cl.
G05B 19/4099(2006.01)

(56)对比文件
CN 101542490 A, 2009.09.23,
EP 0655317 A1, 1995.05.31,
US 2006/0147332 A1, 2003.07.06,
US 2009/0174709 A1, 2009.07.09,
CN 103143706 A, 2013.06.12,
CN 102896173 A, 2013.01.30,

审查员 傅磊

权利要求书2页 说明书16页 附图14页

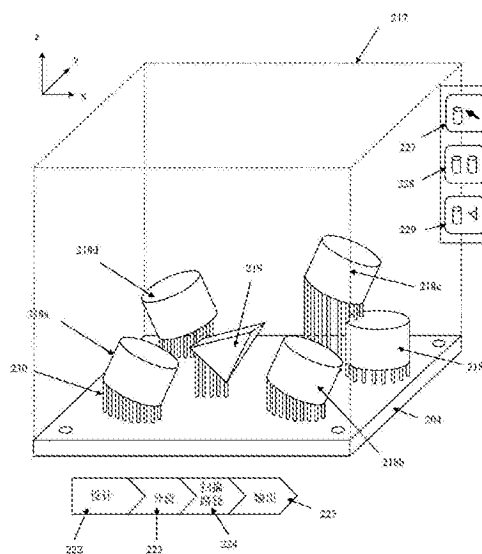
(54)发明名称

用于产生在增材制造中使用的几何数据的方法和设备

(57)摘要

本发明涉及用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备和方法。该设备包括处理单元(131)。该处理单元(131)可被布置以用于接收数据,该数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象(218a、218b、218c、218d、218e、219)的表面几何形状,提供允许用户界定每一对象在共同构建体积(217)内的位置的用户接口,且对位于该共同构建体积(217)中的对象(218a、218b、218c、218d、218e、219)中的至少一个独立于位于该共同构建体积(217)中的对象(218a、218b、218c、218d、218e、219)中的另一个而实行切片操作。该切片操作确定在增材制造过程中将构建的至少一个对象(218a、218b、218c、218d、218e、219)的区段(231c、231d)。在一个实施例中,对象在阶层式数据结构中界定。用于在构建

期间支撑该对象(218a、218b、218c、218d、218e、219)的支撑件(230)可参考2维支撑件横截面来界定。



CN 105492981 B

1. 一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元(131),所述处理单元(131)被布置以用于接收数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的表面几何形状,提供允许用户界定所述多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的每个对象在共同构建体积(217)内的位置的用户接口(133,134),且对于每个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)实行切片操作以确定所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的区段(231c,231d),所述区段(231c,231d)将在所述增材制造过程中作为层而构建,所述处理单元(131)被布置以接收对位于所述共同构建体积(217)内的所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的至少一个对象的用户选择,且独立于对所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的未选定的对象所实行的切片操作而对所选定的至少一个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)实行所述切片操作,确定所选定的至少一个对象的区段(231c,231d)而不对所述对象中的未选定的对象实行切片操作。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理单元(131)被布置以接收关于所述共同构建体积(217)内的所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的相对位置的位置数据,且所述处理单元(131)被布置从而对所选定的至少一个对象独立于所述对象中的未选定的对象而实行所述切片操作,同时保持所述位置数据以使得已实行所述切片操作的所选定的至少一个对象的位置保持相对于其它对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)而被界定。

3. 根据权利要求1所述的设备,其中所述设备被布置以使得所述用户能够更改所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的一个的性质或与所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的一个相关联的属性而不必重新切片所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的另一个。

4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述性质或属性是选自以下各项中的至少一项:所述对象的定向,所述对象的相对位置,扫描图案,激光或电子束功率,激光光斑大小,点距离,曝光时间,以及用于在构建平台(204)上支撑所述对象的支撑件(230)。

5. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理单元(131)被布置以致使表示所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的相对位置的图像被显示。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述用户接口包括显示器(133)、用户输入装置(134),且所述用户可通过所述用户输入装置(134)选择所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的一个或多个,所述处理单元(131)被布置以确定用于所选定的至少一个对象的区段,同时用于所述对象中的未选定的对象的区段保持未被界定,所述处理单元(131)致使所述显示器(133)显示区段已经确定的所选定的至少一个对象连同区段未被界定的对象以使得所述对象的相对位置可被所述用户理解。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理单元(131)被布置以接收对区段已经确定的对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的选择,并且响应于所述选择,将所述对象移动回到其中所述区段未被界定的阶段中,同时用于所述多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的至少一个另外的对象的区段保持被界定。

8. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理单元(131)被布置以使得所述用户可选择在分开的操作中确定所述多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的对象的所述区段,所述操作与确定所述对象的扫描路径分开。

9. 一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的表面几何形状,提供允许用户界定所述多个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的每个对象在共同构建体积(217)内的位置的用户接口,且对于每个对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)实行切片操作以确定所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)的区段(231c,231d),所述区段(231c,231d)将在所述增材制造过程中作为层而构建,接收对位于所述共同构建体积(217)内的所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的至少一个对象的用户选择,且对所选定的至少一个对象独立于所述对象(218a,218b,218c,218d,218e,219)中的未选定的对象而实行切片操作,确定所选定的至少一个对象的区段(231c,231d)而不对所述对象中的未选定的对象实行切片操作。

10. 一种数据载体,其上具有指令,所述指令在由处理器(131)执行时致使所述处理器(131)实行根据权利要求9所述的方法。

用于产生在增材制造中使用的几何数据的方法和设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于产生在增材制造中使用的几何数据的方法和设备。本发明特别应用于在增材制造过程中当固化粉末层时产生界定待构建对象的层和/或用于激光和/或电子束行进的扫描路径的几何数据。

背景技术

[0002] 用于产生对象的增材制造或快速原型方法包括使用高功率能量束(例如激光束)逐层固化材料,例如金属粉末材料。粉末层沉积在构建腔室中的粉末床上并且跨越粉末层的与正构造的对象的横截面对应的部分扫描激光束。激光束熔化或烧结粉末以形成固化层。在层的选择性固化之后,粉末床减少掉新固化层的厚度并且另一粉末层在表面上散布且视需要被固化。在单次构建中,可构建一个以上对象,该对象在粉末床中间隔开。

[0003] 通常,对象不直接构建到构建板上,但通过一系列支撑结构支撑于构建板上。举例来说,支撑结构可为从构建板延伸到对象的下方表面的一系列圆锥。这些支撑结构有助于将固化层固定到基底,防止在构建期间对象的翘曲,且允许在构建完成时对象易于从构建板分离。

[0004] 为了控制设备,从几何数据产生指令集。该几何数据可界定对应于每一粉末层中待熔化或烧结的区域的对象的切片以及在熔化或烧结粉末层时激光采取的扫描路径。例如马卡姆工程公司(Marcam Engineering)的AutoFab和Materialise NV公司的Magics等的软件包含用于将立体平版印刷(stereolithography)/标准镶嵌语言(STL)文件格式中界定的对象切片以识别粉末层中将构建的对象的层(切片)且用于基于那些切片来界定扫描路径的操作。

[0005] 在AutoFab中,将界定对象的导入CAD数据转换为STL文件格式。作为第一步骤,用户选择其中对象将相对于构建平台构建的定向。改变对象的定向可影响构建时间、在构建期间对象经受的应力以及所需的支撑件的数目。选择适当定向可为构建的成功或失败的关键。随后针对对象的选定定向设计支撑件且支撑件与对象组合。组合的对象和支撑件以.vfx文件格式保存。在单个过程中(从用户的观点),将在vfx文件中界定的组合的对象和支撑件切片为若干区段且针对每一区段确定扫描路径,结果以.fab文件格式保存。如由.fab文件界定的对象和支撑件可随后定位在构建体积内。

[0006] 用户可将.fab格式的另外的对象导入到构建体积中。然而,不可能导入呈其它格式(STL、vfx)中的一个的对象。因此,如果一个人想要在构建中对对象中的一个做出改变,其需要返回到该对象的较早文件格式,要么全部对象将必须返回到该较早阶段要么待改变的对象将必须被删除且进行到应用程序的单独实例中(因此在构建体积中的对象的单独表示中)的所需的.fab阶段,且随后导入回到其中正被设计的包括多个对象的构建的应用程序中。此布置未提供用户友好的直观的接口。

[0007] Magics也产生支撑件、切片和扫描路径。然而,在单个构建中将一起构建的全部对象必须首先位于基底板上且随后在单个操作中被切片。

[0008] 当前软件的问题在于切片操作可能花费长时间,在一些情况下为若干小时。因此,用户应在开始切片操作之前确保他/她满意对象和支撑件的定向,而在切片操作之后改变这些属性将需要将对象和支撑件重新切片,从而引入显著延迟到构建过程中。然而,有可能遗失需要支撑的区,甚至AutoFab和Magics的自动支撑生成软件也可能无法识别需要支撑的区。遗失的支撑件仅仅由用户在查阅切片时才可被识别。为了添加一个或多个遗失的支撑件,用户必须回到较早阶段且将对象重新切片,从而引入进一步显著延迟。

[0009] 此外,用户可能希望改变用以构建对象的材料。改变材料可能需要更改参数,例如影线距离(激光路径的邻近激光线之间的距离)、光斑尺寸和激光功率。然而,为了做出该更改,用户必须恢复到切片操作之前的阶段,从而要求用户针对新参数将对象和支撑件重新切片。

发明内容

[0010] 根据本发明的第一方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收例如作为STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象(objects)的表面几何形状,提供允许用户界定每一对象在共同构建体积内的位置的用户接口,且对位于所述共同构建体积中的所述对象中的至少一个独立于位于所述共同构建体积中的对象中的另一个而实行切片操作,所述切片操作确定将在所述增材制造过程中构建的所述至少一个对象的区段。

[0011] 根据本发明的第二方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收例如作为STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,提供允许用户界定每一对象在共同构建体积内的位置的用户接口,实行切片操作以确定将在所述增材制造过程中构建的所述对象的区段,且对于每一区段实行扫描参数操作以确定在固化粉末层的区域以形成所述区段时激光或电子束将使用的扫描参数,其中所述处理单元可对位于所述共同构建体积中的所述对象中的至少一个独立于位于所述共同构建体积中的对象中的另一个而实行所述扫描参数操作。

[0012] 以此方式,可单独地确定位于共同构建体积内的对象的区段和/或扫描参数。因此,用户可使对象/多个对象前进(或可能回归)通过设计过程而不会带来延迟,如果针对共同构建体积内的其它对象确定/重新确定区段和/或扫描参数则所述延迟将发生。此外,在切片操作和/或扫描参数操作之后,对象在共同构建体积内的位置保持被界定。因此,不需要在操作之后将对象导入到共同构建体积(例如,来自应用程序的单独实例,其中对象位于并非全部所述多个对象共同的单独构建体积中)。这可导致更用户友好且直观的接口,因为例如可在切片或扫描参数操作之后对对象做出改变,这可能需要针对所述对象重复操作而不会带来显著延迟,如果对共同构建体积中具有界定位置的全部所述多个对象实行此所需的操作则所述延迟将发生,且不必在设计应用的单独实例之间进行切换。

[0013] 将理解,对所述对象中的至少一个“独立于”所述对象中的另一个实行操作意味着所述操作可对至少一个对象实行而不对另一对象实行所述操作。设想本发明的实施例,其中具有共同属性的对象被分组以使得针对所述群组的对象独立地实行切片或扫描路径操作是不可能的(或不合意的),但处理单元被布置以使得对所述群组的对象的操作可独立于

另一群组的对象而实行。举例来说,对于切片操作,对象的区段在对象的某些旋转下并不改变,且因此,作为此旋转的不同实例的全部对象可被分组在一起,其中对“主对象”确定区段一次,该区段适用于所述群组的全部对象。

[0014] 扫描参数操作可包括扫描路径操作以确定在固化粉末层的区域以形成区段时激光或电子束将采取的扫描路径。所确定的扫描路径可为单个连续路径、多个离散路径或将指定次序暴露于激光或电子束的一系列离散点。扫描参数操作还可包括用以确定扫描速度、离散点的曝光时间、离散路径或点之间的距离(所谓的点距离)、扫描图案、激光或电子束功率以及激光或电子束光斑大小的操作。

[0015] 所述处理单元可被布置以接收对位于所述构建体积中的对象中的一个或多个的用户选择,且对所述选定对象实行所述切片和/或扫描参数操作而不对位于所述共同构建体积内的未选定对象实行所述切片和/或扫描参数操作。

[0016] 所述处理单元可被布置以接收关于所述共同构建体积内的所述对象的相对位置的位置数据,其中一旦所述用户对所述对象进行选择,所述处理单元就可对一个对象独立于另一对象而实行所述切片和/或扫描参数操作,同时保持所述位置数据以使得已进行所述切片和/或扫描参数操作的所述对象的位置保持相对于其它对象被界定。

[0017] 因为针对将在一起构建的所述多个对象保持位置数据,所以随着所述对象单独地前进通过设计过程,可显示表示所述对象的相对位置的图像。用户可能使用此图像选择将实行切片或扫描参数操作的对象。因此,所述设备可包括图形用户接口,所述图形用户接口被布置以显示所述对象以及所述对象的所述相对构建位置的表示且从所述用户接收对所显示的所述对象中的一个或多个的选择,其中一旦选择,所述处理单元就针对所述或每一选定对象独立于其它对象而确定所述区段和/或扫描参数。

[0018] 以此方式,对象可单独地前进(或也可能回归)通过设计构建的过程,同时在其中用户可查看对象的相对构建位置的共同视图中显示所述对象。

[0019] 所述用户接口可包括显示器、用户输入装置,且所述用户可通过所述用户输入装置选择所述对象中的一个或多个,所述处理单元被布置以确定用于所述选定对象的区段和/或扫描参数,同时用于未选定对象的区段和/或扫描参数未被确定,所述处理单元致使所述显示器显示区段和/或扫描参数已经确定的所述对象连同区段和/或扫描参数未被界定的对象,使得所述对象的相对位置可被所述用户理解。

[0020] 因此,用户具有用于确定构建的构成(确切地说,对象的位置)的直观接口,同时允许用户使不同对象单独地前进通过设计过程的不同阶段。用户具有通过对象的选择而在操作之间移动所述对象的灵活性,而不必切换到所述对象的单独显示窗或将全部对象变换到所述阶段。用户可能选择区段和/或扫描参数已经确定的对象以移动回到区段和/或扫描参数未被界定的阶段中。举例来说,这允许用户在对象的分段和/或扫描参数的确定之后重新定向对象(如果其被确定)以改变所述对象的定向。

[0021] 用于每一对象的区段和扫描参数的确定可作为单个操作来实行(从用户的观点来看)。然而,优选地,用户可选择在独立于确定对象的扫描参数的操作中确定所述对象的所述区段。这些操作的分离可为有利的,因为用户可选择在将对象分段之后对所述对象做出改变,这可能需要将所述对象重新分段(例如重新定向),且在重新定向之前基于区段确定扫描参数时未损失时间。

[0022] 所述设备可与增材制造机器连接,所述处理单元被布置以将所产生的几何数据发送到所述增材制造机器以控制所述增材制造机器。

[0023] 单独的对象可存储在所述设备中作为单独的模型(例如面向对象的程序中的类或其它数据结构的单独实例),其中可在单独的模型上独立地实行操作。优选地,将每一对象界定为一系列阶层式类或其它数据结构中的每一个中的实例,其中可对所述阶层中的非终端类或其它非终端数据结构的实例独立地实行切片和/或扫描参数操作。当所述阶层中链接到非终端类或其它非终端数据结构中的单个实例的较低类或其它数据结构的单独实例涉及并不影响区段和/或扫描参数的对象的属性时这可为适当的。对非终端类或其它非终端数据结构的实例实行切片和/或扫描参数操作可导致较快处理,因为单个操作可确定用于多个对象的区段和/或扫描参数。

[0024] 举例来说,对象的分段对于具有相同表面几何形状以及围绕平行于区段的平面的轴线的相同旋转定向但具有围绕垂直于区段的平面的轴线的不同旋转的对象可为相同的。因此,可存在非终端类或其它非终端数据结构,其界定具有特定表面几何形状和围绕垂直于区段的平面的轴线的旋转的对象的实例,所述处理单元被布置以对此非终端类或其它非终端数据结构的每一实例独立地实行切片操作。所述阶层中比非终端类或非终端数据结构低的类或其它数据结构可界定围绕垂直于区段的平面的轴线的定向以及构建体积中的位置。

[0025] 所述扫描参数/扫描路径操作可不取决于平行于区段的平面中的对象的位置,且因此可对对象的位置未被界定的非终端类或非终端数据结构的实例独立地实行。

[0026] 根据本发明的第三方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收例如作为STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,提供允许用户界定每一对象在共同构建体积内的位置的用户接口,且对位于所述共同构建体积中的所述对象中的至少一个独立于位于所述共同构建体积中的对象中的另一个而实行切片操作,所述切片操作确定将在所述增材制造过程中构建的所述至少一个对象的区段。

[0027] 根据本发明的第四方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收例如作为STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,提供允许用户界定每一对象在共同构建体积内的位置的用户接口,实行切片操作以确定将在所述增材制造过程中构建的所述对象的区段,且对于每一区段实行扫描参数操作以确定在固化粉末层的区域以形成所述区段时激光或电子束将使用的扫描参数,其中所述处理单元可对位于所述共同构建体积中的所述对象中的至少一个独立于位于所述共同构建体积中的对象中的另一个而实行所述扫描参数操作。

[0028] 根据本发明的第五方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第三或第四方面的方法。

[0029] 根据本发明的第六方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括存储器和处理单元,所述处理单元被布置以接收界定对象的表面几何形状的数据(例如作为STL文件),且对于每一对象接收关于所述对象在共同构建体积中的相对位置的位置数据,且以一种格式将每一对象的数据存储在存储器中以使得区段和/或扫描参数可针对所述对象中的至少一个独立于所述对象中的另一个而确定,同时所述对象

在共同构建体积中的相对位置保持被界定。

[0030] 根据本发明的第七方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收界定对象的表面几何形状的数据(例如作为STL文件),且对于每一对象接收关于所述对象在共同构建体积中的相对位置的位置数据,且以一种格式将每一对象的数据存储在存储器中以使得区段和/或扫描参数可针对所述对象中的至少一个独立于所述对象中的另一个而确定,同时所述对象在共同构建体积中的相对位置保持被界定。

[0031] 根据本发明的第八方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第七方面的方法。

[0032] 根据本发明的第九方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收界定对象的表面几何形状的数据(例如作为文件),识别在所述增材制造过程期间支撑所述对象时将使用的支撑件,且确定在所述增材制造过程中将作为层构建的所述对象和支撑件的切片,其中确定所述对象的切片和确定所述支撑件中的至少一个的切片可作为独立操作来实行。

[0033] 通过分开切片操作,可在切片操作之后对支撑件中的一个和对象做出改变而不必进行对象或支撑件中的另一个的重新切片。这可导致几何数据的产生中的大量时间节省,以及具体来说对于支撑件带来观察(look-and-see)的功能性,其允许用户查看对象的切片以及在将支撑件切片之前它们是否受支撑。此外,如果用户决定在对象的切片之后改变支撑件,那么可做出该改变而不必将对象重新切片。

[0034] 处理单元可被布置以针对支撑件和/或对象的每一区段产生用于激光或电子束的扫描参数,所述扫描参数存储在设备中以使得可重新产生区段中的一个且优选地任何一个的扫描参数而无需重新产生所述区段中的其它者的扫描参数。通过分开每一区段的扫描参数的确定,在扫描参数已经产生之后做出的改变不会必须重新产生用于全部区段的扫描参数。举例来说,如果在扫描参数的产生之后添加新支撑件,那么可仅必须针对所添加的支撑件以及可能支撑件所合并的对象的一个或多个切片来产生扫描参数。与在做出改变时重新产生用于全部区段的扫描参数相比,这可带来显著的时间节省。

[0035] 用于每一区段的扫描参数的产生可为一种操作,其可独立于用以确定对象和/或支撑件的切片的操作而被选择。以此方式,用户可仅一旦用户满意切片和支撑件便选择用于产生扫描参数的操作。

[0036] 对象和支撑件可存储为设备中的单独数据模型。在识别支撑件和支撑件的切片的步骤期间,用于支撑件的模型可存储在例如RAM等瞬态存储器中,所述瞬态存储器与例如硬盘等非瞬态(或耐久)存储器相比可相对快地存取。因此,在这些操作期间支撑件的模型可不存储为文件,而对象的通常更复杂的模型存储为非瞬态存储器中的文件,与支撑件的模型分开。这允许对支撑件的模型的更快速存取以促进当用户做出改变时的快速重新处理。

[0037] 通过具有与对象模型分开的支撑件模型和单独的对象模型,已经切片的对象可被复制且放置在构建板上的不同位置,例如不同高度,这需要与被复制的模型的支撑件不同的支撑件。因此,即使可能必须与被复制的对象分开地识别用于此复制对象的支撑件,也可能不必重新确定复制对象的切片。

[0038] 根据本发明的第十方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收界定对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),识别在增材制造

过程期间支撑所述对象时将使用的支撑件,且确定在所述增材制造过程中将作为层构建的所述对象和支撑件的切片,其中确定所述对象的切片和确定所述支撑件中的至少一个的切片可作为独立操作来实行。

[0039] 根据本发明的第十一方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器执行本发明的第十方面的方法。

[0040] 根据本发明的第十二方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,其中激光或电子束在粉末层中固化选定区域,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收界定对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),确定其中激光或电子束在粉末层中固化选定区域的所述增材制造过程中将作为层构建的对象的切片,且确定用于对象的每一切片的激光或电子束的扫描参数,其中所述扫描参数可针对对象的切片中的一个重新确定而无需针对对象的切片中的另一个重新确定扫描参数。

[0041] 根据本发明的第十三方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收界定对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),确定其中激光或电子束在粉末层中固化选定区域的所述增材制造过程中将作为层构建的对象的切片,且确定用于对象的每一切片的激光或电子束的扫描参数,其中所述扫描参数可针对对象的切片中的一个重新确定而无需针对对象的切片中的另一个重新确定扫描参数。

[0042] 根据本发明的第十四方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第十三方面的方法。

[0043] 根据本发明的第十五方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括存储器和处理单元,所述处理单元被布置以接收界定对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),识别在增材制造过程期间支撑所述对象时将使用的支撑件,且确定所述增材制造过程中将作为层构建的对象的切片,其中对象和所确定切片的模型作为与支撑件的模型分开的数据实体存储于所述存储器中,以使得所述对象和所确定切片的模型可被复制而无需复制所述支撑件的模型。

[0044] 根据本发明的第十六方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收界定对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),识别在增材制造过程期间支撑所述对象时将使用的支撑件,且确定所述增材制造过程中将作为层构建的对象的切片,其中对象和所确定切片的模型作为与支撑件的模型分开的数据实体存储于所述存储器中,以使得所述对象和所确定切片的模型可被复制而无需复制所述支撑件的模型。

[0045] 根据本发明的第十七方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第十六方面的方法。

[0046] 根据本发明的第十八方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收例如STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,使用阶层式数据结构(例如面向对象程序中的类)界定所述对象,每一数据结构提供界定对象的另外的属性的对象定义,且实行切片操作以用于确定所述增材制造过程中将构建的至少一个对象的区段,其中可对由所述阶层式数据结构的非终端数据结构的实例提供的对象定义实行所述切片操作。

[0047] 根据本发明的第十九方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括处理单元,所述处理单元被布置以接收例如STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,使用阶层式数据结构界定所述对象,每一数据结构提供界定对象的另外的属性的对象定义,实行切片操作以用于确定所述增材制造过程中将构建的至少一个对象的区段,且对于每一区段实行扫描参数操作以确定当固化粉末层的区域以形成区段时激光或电子束将使用的扫描参数,其中可对由所述阶层式数据结构的非终端数据结构的实例提供的对象定义实行所述扫描参数操作。

[0048] 使用此布置,非终端数据结构的每一实例可表示增材制造过程中将构建的对象的群组(集合),用于对象的每一群组的区段和/或扫描参数是在对包括所述群组的对象定义的非终端数据结构的实例的单个操作中确定。以此方式,区段和/或扫描参数的确定可比区段和/或扫描参数作为对群组的每一对象的单独操作而被确定的情况更快。已认识到,对象的完全定义的某些属性并不影响区段和/或扫描参数的确定。举例来说,对于切片操作,对象的位置以及对象围绕垂直于区段的平面的轴线的旋转可不影响所确定的区段。因此,非终端数据结构可界定确实影响分段的其它属性,例如表面几何形状和围绕平行于区段的平面的轴线的旋转定向,所述切片操作是对该非终端数据结构的实例实行。以此方式,具有共同表面几何形状以及围绕平行于区段的平面的轴线的共同旋转定向的群组的对象的区段可在对由非终端数据结构的对应实例提供的一般对象定义的单个操作中确定。类似地对于扫描路径操作,区段的平面中的对象的位置可不影响扫描路径的确定。

[0049] 不同分段和/或扫描策略的选择可改变用以确定对象的区段和/或扫描参数的数据结构。举例来说,可选择扫描策略,其中区段的平面中的对象的位置将影响用于区段的扫描路径。举例来说,美国专利申请案61/791636、国际专利申请案PCT/GB2014/050389、英国专利申请案1303920.1和国际专利申请案PCT/GB2014/050417公开了其中对象在粉末床中的位置可影响用于对象的扫描路径的扫描策略。

[0050] 根据本发明的第二十方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收例如STL文件的数据,所述数据界定增材制造过程中将一起构建的多个对象的表面几何形状,使用阶层式数据结构界定所述对象,每一数据结构提供界定所述对象的另外的属性的对象定义,且实行切片操作以用于确定所述增材制造过程中将构建的所述至少一个对象的区段,其中可对由所述阶层式数据结构的非终端数据结构的实例提供的对象定义独立地实行所述切片操作。

[0051] 根据本发明的第二十一方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收例如STL文件的数据,所述数据界定将在增材制造过程中一起构建的多个对象的表面几何形状,使用阶层式数据结构界定所述对象,每一数据结构提供界定对象的另外的属性的对象定义,实行切片操作以用于确定所述增材制造过程中将构建的至少一个对象的区段,且对于每一区段实行扫描参数操作以确定当固化粉末层的区域以形成区段时激光或电子束将采取的扫描参数,其中可对由所述阶层式数据结构的非终端数据结构的实例提供的对象定义实行所述扫描参数操作。

[0052] 根据本发明的第二十二方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第二十或二十一方面的方法。

[0053] 根据本发明的第二十三方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数

据的设备,所述设备包括存储器和处理单元,所述处理单元被布置以接收界定增材制造过程中将构建的对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),提供存储器中用于支撑件的标准横截面的定义,接收识别用于在构建期间支撑对象的两个或两个以上支撑件的数据,所述支撑件具有对应于标准横截面的横截面,且使用数据结构来界定所述两个或两个以上支撑件中的每一个,在所述数据结构中每一支撑件的横截面是通过参考保持在存储器中的标准横截面来界定的。

[0054] 根据本发明的第二十四方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的设备,所述设备包括存储器和处理单元,所述处理单元被布置以接收界定增材制造过程中将构建的对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),提供存储器中用于支撑件的标准横截面的定义,接收识别用于在构建期间支撑对象的支撑件的数据,所述支撑件具有对应于标准横截面的多个横截面,且使用数据结构来界定所述支撑件,在所述数据结构中所述支撑件的所述多个横截面中的每一个是通过参考保持在存储器中的标准横截面来界定的。

[0055] 在设计用于增材制造的构建中,常见的是用于支撑对象的支撑件是基于标准横截面形状。通常所述支撑件将为棱柱形形状且可具有规则多边形的横截面,例如圆形、矩形、五边形或六边形横截面。因此,通过存储界定标准横截面形状的数据的实例且使用此实例界定多个支撑件的横截面和/或所述或每一支撑件的多个横截面,可减少经保持用于界定支撑件的数据量。

[0056] 此外,标准横截面的其它属性的定义,例如当固化粉末的区域以形成标准横截面时激光或电子束将使用的扫描参数,可保持于存储器中,且界定支撑件的数据结构可通过参考标准横截面的属性来界定支撑件的所述或每一横截面的属性。

[0057] 所述扫描参数可包括当固化粉末材料到粉末区域以形成支撑件的横截面时激光或电子束将采取的扫描路径。

[0058] 所述或每一支撑件可包括具有横截面的锥形部分,所述横截面的形状对应于标准横截面的形状但大小不同。所述处理单元可被布置以使用数据结构来界定支撑件,在所述数据结构中支撑件的锥形部分的横截面是通过参考保持于存储器中的标准横截面以及一个或多个锥形参数(例如锥形长度)来界定的。所述处理器可被布置以从标准横截面的变换确定所述锥形部分的横截面,所述变换是从所述锥形参数确定的。为了确定所述锥形部分的横截面,可基于所述锥形参数按比例缩放标准横截面。针对标准横截面界定的扫描路径可不被按比例缩放但可在对应于已按比例缩放的横截面的边界处不连续,以获得用于锥形部分的横截面的扫描路径。所述锥形部分可为支撑件的顶部部分和/或支撑件的底部部分。所述锥形部分可提供促进支撑件从对象/构建板移除的弱化/脆弱区。

[0059] 可在用户选择用于支撑对象的支撑件之前针对标准横截面确定扫描参数。举例来说,存储器可保持用于每一标准横截面的一个或多个扫描路径,所述扫描路径可由用户选择。用于这些标准横截面的扫描路径可能已由另一处理系统确定。替代地,用于一个或多个支撑件的新标准横截面可由用户和/或由处理单元提供/设计,且处理单元被布置以对由用户提供的新标准横截面实行扫描路径操作以确定扫描路径。

[0060] 标准横截面可被界定为存储器中的2维形状。

[0061] 根据本发明的第二十五方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数

据的方法,所述方法包括接收界定增材制造过程中将构建的对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),提供存储器中用于支撑件的标准横截面的定义,接收识别用于在构建期间支撑对象的两个或两个以上支撑件的数据,所述支撑件具有对应于标准横截面的横截面,且使用数据结构界定所述两个或两个以上支撑件中的每一个,在所述数据结构中每一支撑件的横截面是通过参考保持于存储器中的标准横截面来界定的。

[0062] 根据本发明的第二十六方面,提供一种用于产生在增材制造过程中使用的几何数据的方法,所述方法包括接收界定增材制造过程中将构建的对象的表面几何形状的数据(例如STL文件),提供存储器中用于支撑件的标准横截面的定义,接收识别用于在构建期间支撑对象的支撑件的数据,所述支撑件具有对应于标准横截面的多个横截面,且使用数据结构界定所述支撑件,在所述数据结构中所述支撑件的所述多个横截面中的每一个是通过参考保持于存储器中的标准横截面来界定的。

[0063] 根据本发明的第二十七方面,提供一种其上存储有指令的数据载体,所述指令在由处理器执行时致使所述处理器实行本发明的第二十五或二十六方面的方法。

[0064] 根据本发明的第二十八方面,提供一种其上具有几何数据的数据载体,所述几何数据界定将使用增材制造过程构建的对象以及用于在构建期间支撑所述对象的多个支撑件,所述几何数据进一步界定所述增材制造过程中将连续构建的所述对象的一系列区段,并且对于每一区段界定在固化材料以形成所述区段时激光或电子束将使用的扫描参数,且所述几何数据识别具有共同横截面的每一支撑件的区段以及在固化材料以形成具有所述共同横截面的区段时激光或电子束将使用的扫描参数。

[0065] 根据本发明的第二十九方面,提供一种其上具有几何数据的数据载体,所述几何数据界定将使用增材制造过程构建的对象以及用于在构建期间支撑所述对象的支撑件,所述几何数据进一步界定所述增材制造过程中将连续构建的所述对象的一系列区段,并且对于每一区段界定在固化材料以形成所述区段时激光或电子束将使用的扫描参数,所述几何数据识别所述支撑件的多个区段的共同横截面以及在固化材料以形成具有所述共同横截面的区段时激光或电子束将使用的扫描参数。

[0066] 通过参考共同/标准横截面识别多个支撑件的形状和/或所述或每一支撑件的多个横截面,可减少所述几何数据所需的数字信息的大小。

[0067] 本发明的以上方面的数据载体可为用于为机器提供指令的合适的媒体,例如非瞬态性数据载体,例如软磁盘、CD ROM、DVD ROM/RAM(包含-R/-RW和+R/+RW)、HD DVD、蓝光(TM)光盘、存储器(例如记忆棒(TM)、SD卡、紧凑快闪卡或类似物)、光盘驱动器(例如硬盘驱动器)、磁带、任何磁/光存储装置或瞬态数据载体,例如线或光纤上的信号或无线信号,例如通过有线或无线网络(例如因特网下载、FTP传送或类似物)发送的信号。

附图说明

[0068] 现将参考附图仅通过实例描述本发明的实施例,其中:-

[0069] 图1展示根据本发明的实施例的激光固化设备;

[0070] 图2从不同侧面展示图1中所示的激光固化设备;

[0071] 图3展示用户接口,其包括构建板上具有支撑件的对象和可用的构建体积的表示;

[0072] 图4展示将对象切片为不同区段;

- [0073] 图5是对象和支撑件的特写图,其中说明对象和支撑件的区段;
- [0074] 图6展示对象的切片如何转换为待固化的区域;
- [0075] 图7a和图7b说明针对对象的不同切片确定的扫描路径;
- [0076] 图8是说明用于界定对象的阶层式类结构的流程图;
- [0077] 图9是用于界定对象的阶层式类结构的图形表示;
- [0078] 图10是说明在设计过程的不同阶段可如何添加支撑件的流程图;
- [0079] 图11是说明用于界定支撑件的数据结构的流程图;
- [0080] 图12是用于界定支撑件的数据结构的图形表示;以及
- [0081] 图13a和图13b是用于支撑件的锥形区的横截面和扫描路径的确定的图形表示。

具体实施方式

[0082] 参见图1和图2,根据本发明的实施例的激光固化设备包括主腔室101,其中具有分区115、116,该分区界定构建腔室117以及粉末可沉积到其上的表面。提供构建平台102用于支撑通过选择性激光熔化粉末104构建的对象103。该平台102随着对象103的连续层形成可在构建腔室117内降低。可用的构建体积由构建平台102在构建腔室117中可降低到的范围界定。随着通过分配设备108和撒布器(wiper)109构建对象103而形成粉末104的层。举例来说,分配设备109可为如W02010/007396中所描述的设备。激光模块105产生用于熔化粉末104的激光,该激光视需要在计算机130的控制下由光学模块106引导。该激光通过窗107进入腔室101。

[0083] 腔室101中的入口112和出口110被布置以用于产生气流,其跨越形成于构建平台102上的粉末床。入口112和出口110被布置以产生具有从入口到出口的流动方向的层流,如箭头118指示。气体通过气体再循环回路111从出口110再循环到入口112。泵113维持入口112处的所希望的气体压力。过滤器114被设置在再循环回路111中以从气体过滤已变为夹带于流中的凝结物。将理解,一个以上入口112可被设置在构建腔室101中。此外,再循环回路111可包含在腔室101内,而不是延伸到腔室101之外。

[0084] 计算机130包括处理器单元131、存储器132、显示器133、例如键盘、触摸屏等用户输入装置134、连接到例如光学模块106和激光模块105等激光熔化单元的模块的数据连接,以及外部数据连接135。存储器132上所存储的是指示处理单元实行现在描述的方法的计算机程序。

[0085] 通常,将在例如CAD等适当软件中设计待构建的对象。在此软件设计包中,对象通常以下列方式被界定,该方式不适合用于确定区段和扫描参数(例如扫描路径)使激光使用选择性激光熔化构建对象。为了确定扫描路径,可能仅必须考虑对象的边界,从而使界定对象的表面几何形状的格式(例如STL文件)成为用于界定该对象的合适格式。因此,作为第一步骤,将CAD数据转换为STL格式。可在计算机130上提供合适的转换程序或可远离系统进行此转换。CAD文件向STL文件的转换可能需要数据的修理以确保满足用于确定区段和扫描路径的某些要求。举例来说,表面中的不好的界定区可能必须修理。数据的修理可使用常规软件完成。将STL文件中界定的对象导入到存储于计算机130上的计算机程序中。

[0086] 对于增材制造机器中的单次构建,常见的是一起构建多个对象。为了设计此构建,可将例如呈STL文件形式的多个对象导入到在计算机130上运行的应用程序中,或可导入单

个对象且在应用程序中制作该对象的副本。在任一情况下,提供界定多个对象的表面几何形状的数据。

[0087] 图3中展示应用程序的用户接口。此用户接口可在显示器133上显示。该用户接口包括构建平台204和可用构建体积217的图形描述。两个不同几何对象218、219已经导入到应用程序中且已经制作对象218的副本以提供对象218a、218b、218c、218d和218e的五个实例。用户通过输入装置134与计算机130交互以在构建体积217中定向且定位每一对象218a、218b、218c、218d、218e和219。

[0088] 构建过程中存在四个阶段:设计,分段,确定扫描路径,以及输出用于控制构建的数据。用户可通过使用指向装置或经由触摸触摸屏来选择对象且随后选择图标/图形按钮222、223、224和225从而针对每一对象在每一阶段之间切换(toggle)。因此,不同对象可处于设计过程的不同阶段。按钮222到225可改变颜色或另外改变外观以向用户指示针对特定对象已选择的过程的阶段。

[0089] 在设计阶段中,用户可在构建体积217中定位且定向对象。这可使用指向装置/触摸以选择对象以及使用按钮/键操作和指针/手指的移动的适当组合以定向且定位对象来实现。一旦用户满意构建体积中的对象的定向和位置,用户便可选择对象且随后选择“分段”按钮223,其将致使处理单元131将对象和任何支撑件切片为区段以在逐层选择性激光熔化过程中构建。通过切换到此阶段,选定对象的定向且也可能位置可变为固定的,用户必须切换回到“设计”阶段以改变定向和位置。

[0090] 对象的重新定向将需要重新切片对象,且很可能以常规桌上型计算机切片对象所花费的时间(通常几十秒,但其将取决于对象的形状和大小)在通过对象的重新定向实时进行重新切片的情况下将太长而无法提供友好的用户体验。然而,合适快速的计算机可能能够在可接受时间周期内进行对象的实时重新切片,以使得随着定向改变而对对象“实时”进行的重新切片可提供可接受的用户体验。在此情境中,当用户切换到分段阶段时将不必锁定于对象的定向中。如下文更详细所述,对象围绕z轴的旋转定向以及对象的位置并不影响对象上的分段。因此,在一个实施例中,用户能够在切片操作之后更改这些属性。

[0091] 用户可随后选择处于“分段”阶段的一个或多个对象且使用按钮224切换到扫描路径阶段。在此阶段期间,处理单元131当形成选定对象和支撑件的每一区段时确定用于激光的扫描路径。

[0092] 在最终阶段中,将扫描路径和其它几何数据输出到用于控制对象的构建的激光固化设备。用户通过选择按钮225激活此操作。

[0093] 在设计、分段和扫描路径阶段期间,用户可产生用于在构建期间支撑对象的支撑件230。提供图标/图形按钮227、228、229给用户以创建支撑件。

[0094] 计算机软件包括用于自动产生用于选定对象的支撑件230的算法。首先用户选择对象,针对该对象他/她想要自动产生支撑件230。随后用户选择按钮228或229以致使处理单元取决于哪一按钮228或229被选定而根据指定算法产生支撑件。

[0095] 按钮228的选择致使基于每一支撑件之间的设定间距而产生支撑件。当对象的面向下表面合理地平坦且具有相对于垂直(z轴)的小倾斜角(例如小于45度)时,使用此算法以产生支撑件可为适当的。

[0096] 按钮229的选择致使处理单元基于对象的面向下的表面的倾斜角产生支撑件。如

果该面向下表面相对于水平(构建板的平面)的角度低于阈值角度(例如高于45度),那么可为对象的该表面提供支撑件。

[0097] 组合使用自动产生支撑件的这两个方法可为可能的。

[0098] 用户可通过选择按钮227手动地产生支撑件。此按钮的选择允许用户视需要个别地定向且定位支撑件。

[0099] 选择按钮227到229可将用户带到子菜单(未图示),其中用户可选择他/她想要使用的支撑件的类型。举例来说,用户可能选择支撑件的形状,例如水平平面中的圆柱形或长形,以及连接到对象的类型,例如提供用于从对象分离支撑件的弱化断裂点的锥形末端或一系列锥形区。具有可选的弱化断裂点的支撑件的实例在EP0655317A1、EP1120228和US7084370B2中公开。其它类型的支撑件可为可选的,例如晶格或树状支撑结构,例如US5595703中所公开的。

[0100] 表示这些过程中产生的支撑件的数据存储在与下文更详细描述的数据结构分开的RAM存储器中,该数据结构界定与这些支撑件相关联的对象。

[0101] 可在设计过程的设计、分段或扫描路径阶段通过按钮227到229的选择产生支撑件。如果在分段阶段添加支撑件,那么当添加支撑件时自动切片支撑件。如果在扫描路径阶段添加支撑件,那么自动切片支撑件且当添加支撑件时针对每一切片确定扫描路径。针对在分段和扫描路径阶段期间添加的支撑件的切片和扫描路径的确定并不需要对整个对象和与已经切片的对象相关联的其它支撑件进行重新切片且并不需要重新确定用于这些区段的扫描路径。仅对已经添加的支撑件进行切片,且确定用于所添加支撑件的这些切片且可能还有与所添加支撑件相交的对象的底部切片的扫描路径。现将更详细地描述此情形。可在下文参考图11到图13描述的数据结构中描述支撑件。在此数据结构中,区段和任选地扫描路径被预定义,且通过参考预定义的区段和扫描路径来实现支撑件的添加。通过此数据结构,标准支撑件的添加不需要三维模型的分段。

[0102] 图4说明可如何将对象218和支撑件230切片为不同区段231a、231b、231c、231d。通常,用户将在切片对象之前设计至少一些支撑件,因为添加和操纵大量支撑件会在设计阶段期间比在较晚阶段期间更快,因为在较晚阶段期间添加的支撑件将在它们添加时被切片,意味着在较晚阶段期间对大量支撑件的全局改变可造成显著延迟。然而,在切片对象之前添加支撑件不是必须的。切片是基于预先选择的层厚度且单独地针对支撑件和对象而确定的,即,在分段阶段不存在支撑件与对象的合并。

[0103] 图5是已切片为区段231的对象235和相关联支撑件230的下部区的特写图。在此图中,支撑件230被展示为锥形以提供弱化区以便于支撑件230从对象235分离。用户可在切片之后查看对象和支撑件以确定是否存在对象的需要支撑但当前缺乏支撑的任何区。如箭头236指示,支撑件230a、230b之间存在不受支撑区,其将初始地不受支撑直到该区通过较高层的形成而接合受支撑区。因此,应提供支撑件用于支撑开始此区的形成的初始层。在对象已切片之后这些区可变为更明显。

[0104] 确定用于切片的扫描路径包括合并支撑件230与对象235且确定用于合并的对象和支撑件的扫描路径。

[0105] 可构建的最小单元(体元)由使用设备产生的熔化池的大小决定,该熔化池自身由激光光斑直径、曝光时间和激光功率决定。因此,即使对象和支撑件的表面可被界定为一系

列相对平滑的曲线或线232,如图5所示,可构建的是阶梯式区段233,如图6所说明。因此,当确定扫描路径时,必须基于先前弧形表面232做出关于使矩形区段层233有多大的决策。在图6中,矩形区段层233经选择以延伸到表面232处于小于切片231的深度的二分之一的高度的点。

[0106] 可用与支撑件的切片不同的扫描策略以及不同的激光和扫描参数(例如,光斑尺寸、激光功率、扫描速度)来扫描对象的切片。因此,针对待扫描的每一区域,必须做出其是否为对象235的区域或支撑件230的区域的决策。从图6可以看出,对于由点线和虚线236、237和238指示的某些区,该区部分地形成对象235且部分地形成支撑件230。因此,必须做出关于此区是否为支撑件230的部分或对象235的部分的决策,其将指示用以形成该区的参数。支撑件与对象的此“合并”可在切片的2维表示而不是3维表示中进行。举例来说,如果待固化的层的区域规定为对象和支撑件两者,那么将根据用于解决此冲突的设定规则来为此区域分配扫描参数。在此实施例中,选择包括对象235的部分的任何区/区域236、237和238以使用为对象235选择的扫描参数进行扫描。

[0107] 一旦每一切片的每一区域已经识别为对象的部分或支撑件的部分,那么可确定用于那些区域的扫描路径。图7a和图7b展示用于对象235的连续区域的扫描路径。在此实施例中,扫描策略包括“壳和芯”扫描策略,其中使用曲折或光栅扫描237扫描待固化区域的芯,且使用两个平行周边扫描238和239扫描区域的外表层。在连续切片237a、237b之间,将光栅扫描的方向改变预定义量,在此实施例中为90度。

[0108] 用户可查看扫描路径且决定是否应添加另外的支撑件230。如果在扫描阶段添加另外的支撑件,那么将切片这些支撑件且确定扫描路径,同时已经切片且已经确定扫描路径的对象和支撑件将主要不受影响。此规则的一个例外是在所添加支撑件与对象会合处。对于对象的此区,可能必须针对对象的与所添加支撑件接触的一个或多个切片重新确定扫描路径/多个扫描路径,因为这些切片的边界可能必须更改。

[0109] 每一区段被界定为2维对象,且基于2维表示针对每一区段独立地确定扫描路径。由于每一区段视为单独的数据对象,因此可使用并行处理进行例如扫描路径等扫描参数的确定,其中不同处理单元(例如单独的处理器或多核心处理器的单独核心)确定用于不同区段的扫描参数。

[0110] 一旦用户满意规划的构建,用户便可选择按钮225以输出界定在使用增材制造过程固化粉末材料以构建对象时采用的用于激光束的扫描路径的几何数据。

[0111] 图10给出规划过程的概述,说明在规划过程的每一阶段可发生的不同动作。确切地说,图10说明在设计、分段和扫描路径阶段,可添加支撑件而不必重新计算已经计算的切片和扫描路径。以此方式,用户具有在每一阶段添加额外支撑件的灵活性,而这不会显著延长产生将用以控制构建过程的几何数据所花费的时间。

[0112] 在构建过程的每一阶段,也可能复制选定对象或支撑件。举例来说,用户可在复制对象且在构建体积217中在不同位置定位复制品对象218c之前首先切片对象218a。处理单元不重新计算复制对象218c的切片但使用已经针对对象218a确定的切片用于对象218c。然而,复制对象218c的不同位置可意味着对象218c需要与对象218a的支撑件不同的支撑件230。因此,能够在不同阶段添加支撑件230的灵活性允许用户针对复制对象218c更改支撑件230而不必重新切片对象218c。

[0113] 为了实现此功能,在阶层式类结构中界定对象。参见图8和图9,用户打开例如图3中所示的构建组合件设计接口。每一构建组合件由构建组合件类301的实例界定。构建组合件类的每一实例在一系列阶层式类中描述构建的对象。在此实施例中,构建组合件类使用主对象类(Master Object class)、对象群组类(Object Group class)、克隆群组类和克隆子群组类描述构建。

[0114] 构建中具有不同表面几何形状的每一对象由主对象类302的单独实例界定。举例来说,在图3中所示的构建组合件设计接口中,对象218和219构成主对象,因为这些对象具有不同的表面几何形状。图9也说明两个主对象318和319。然而将理解,构建可包括一个或多个主对象。主对象类描述每一主对象的表面几何形状为三角形表面,界定多个三角形和三角形连接性。在此实施例中,主对象类不呈标准STL格式但可据此确定。因此,用户导入描述每一主对象的STL文件,且应用程序被布置以根据主对象类所需的定义将STL文件转换为对象的描述。

[0115] 用户可随后视需要使用用户接口制作主对象的副本,且定向每一主对象的每一实例(一个或多个)。举例来说,在图3中,存在主对象218的五个实例218a、218b、218c、218d和218e以及主对象219的一个实例。实例218a、218b和218c具有同一定向,而实例218d和218e具有不同定向。然而,实例218d具有围绕平行于构建平台204的x和y轴线的与实例218a、218b和218c相同的旋转,但围绕z轴的不同旋转定向。实例218e具有围绕全部x、y和z三个轴线的不同旋转定向。

[0116] 对象群组类303描述具有围绕x和y轴线的唯一旋转的主对象的每一实例。因此,对于图3,对象218a到218d是主对象218围绕x和y轴线的唯一旋转的一个实例,且对象218e是主对象218围绕x和y轴线的唯一旋转的另一实例。图9说明对象群组的单独实例为318.1、318.2和319.1。对对象群组的每一实例进行切片操作以确定对象的区段。在此实施例中,将所确定的区段存储为主区段类303a的实例,且对象群组类的每一实例具有主区段类的对应实例,其界定由对象群组类的实例界定的对象的群组的区段。举例来说,在图3中,如主群组类的实例中界定的相同分段数据将应用于对象218a和218d,并且类似地在图9中,如主群组类的实例中界定的相同分段数据将应用于对象318.1.1.1、318.1.2.1、318.1.2.2和318.1.2.3。

[0117] 使用包含对象群组类的阶层式类结构来描述待构建的对象的可能优点在于,如果将构建具有围绕x和y轴线的同一旋转定向的对象的若干副本,那么可使用对对象群组类的单个实例的单个切片操作以确定用于作为该实例的出现(occurrences)的全部对象的区段。当用户首次选择由对象群组类的特定实例表示的对象的群组的对象时可确定区段。因此,确定在对象群组类的单个实例下可分组在一起的对象区段所需的处理时间可比单独地确定用于这些对象的区段快得多。

[0118] 克隆群组类识别具有围绕x、y和z轴线的唯一旋转定向的对象的每一实例。因此,对于对象群组的每一实例,可存在克隆群组类的一个或多个实例。因此,在图3中,对象218a到218d可为对象群组类的单个实例,但对象218a到218c是与对象218d不同的克隆群组类的实例。这也在图9中说明,其中对象318.1.2.1到318.1.2.3是与对象318.1.1.1不同的克隆群组类的实例318.1.2。

[0119] 克隆子群组类识别具有围绕x、y和z轴线的唯一旋转定向和作为向量从原点的唯

一平移的对象的每一实例。克隆子群组类是描述对象的阶层式结构中的终端类,且克隆子群组类的每一实例表示构建中的唯一对象。在此实施例中,对于克隆子群组的每一实例,扫描路径在扫描路径操作中确定且存储为主扫描路径类305a的实例。这可适用于其中扫描路径取决于构建体积中的对象的位置的情形。然而,据设想在其它实施例中,扫描路径将不取决于构建体积中的对象的位置并因此可针对例如对象群组或克隆群组类等非终端类的每一实例确定扫描路径,针对非终端类的实例确定的主扫描路径305a应用于由非终端类的此实例表示的全部对象。用户可能选择不同扫描路径操作,应用程序被布置以从适合于选定扫描路径操作的类的实例确定主扫描路径。

[0120] 举例来说,如果由用户选择的扫描路径策略基于气流方向118在特定方向中扫描每一对象的每一区段,那么可针对克隆群组类的每一实例确定扫描路径。如果其中扫描对象的次序是重要的,例如在对象在气流方向118中的上游之前扫描在气流方向118中的下游的对象,那么可针对克隆子群组类的每一实例确定扫描路径。如果用户未指定扫描方向,那么可针对对象群组类的每一实例确定扫描路径。

[0121] 将理解,其它扫描策略可影响从哪一个类确定扫描路径。举例来说,当对多激光系统(未图示)中的对象的扫描排序时对象的位置可为重要的。

[0122] 用于沿着其长度的大部分具有均匀横截面的支撑件的数据结构在图11和图12中说明。该支撑件不由三维模型(表示支撑件的表面的模型)描述但通过参考均匀横截面(所谓的“标准横截面”)的2维表示、支撑件高度以及支撑件的顶部和底部部分的锥形长度来描述。以此方式,用户以软件对支撑件的添加和/或操纵不需要创建和/或更改复杂的三维模型。通常,构建将包括大量支撑件,且减少支撑件的编码的复杂性可导致处理速度的显著增加。

[0123] 构建组合件类301的每一实例进一步包括支撑件类403,其界定每一支撑件的属性,在此实施例中为高度 h 以及支撑件的顶部和底部的锥形长度 T_1 和 T_2 ,且通过参考主横截面类404的实例而识别支撑件的横截面类型。主横截面类的每一实例界定不同支撑件横截面。主横截面类还可描述当固化材料以形成横截面时激光束将采取的扫描路径(由405说明)。以此方式,界定支撑件所需的数据的量显著减少(具体来说因为许多支撑件将共享共同横截面)。此外,在设计过程的不同阶段期间支撑件的添加得以简化,因为其相当于在支撑件类中创建一个或多个另外的实例;不需要描述支撑件为随后被分段的三维模型且针对每一区段确定扫描路径。可能已经进行该确定,其结果存储为主横截面类中的标准横截面和扫描路径。

[0124] 在此实施例中,以支撑件的标准横截面(例如正方形和圆形横截面)预先填充(pre-populated)主横截面类。系统可被布置以使得用户可添加支撑件的另外的横截面类型。

[0125] 如图12中所示,锥形长度 T_1 和 T_2 描述长度以提供脆弱区来分离支撑件与对象和构建平台102,在该长度上支撑件在顶部和底部成锥形。支撑件的这些区的横截面是通过基于该区中的区段的位置和锥形长度按比例缩放在主横截面类的相关实例中描述的标准横截面来确定的。在支撑件与对象和构建平台会合的点处,界定支撑件的设定宽度 W_1 。这可由用户界定。举例来说,用户可设定圆的直径,宽度 W_1 为配合于具有该直径的圆内的横截面(多边形)的最大缩放比例。此外,从主横截面类的相关实例已知支撑件的宽度 W_2 。因此,可从这

些值确定将应用于标准横截面以获得横截面 T_R 的比例因数、距支撑件的锥形区 T 的起始点的距离 R 。通过在由已按比例缩放标准横截面界定的边界 T_R 处切断针对标准横截面确定的扫描路径(见图13)来确定锥形区的扫描路径。基于待形成的层的厚度在若干设定位置 R 处确定扫描路径。

[0126] 应用程序可输出一个或多个构建组合件,每一构建组合件将在单独的增材制造过程中构建,增材制造机器例如循序地或以用户选定的次序构建每一构建组合件。

[0127] 将理解,在不脱离如权利要求书中界定的本发明的范围的情况下可对上述实施例做出修改和更改。

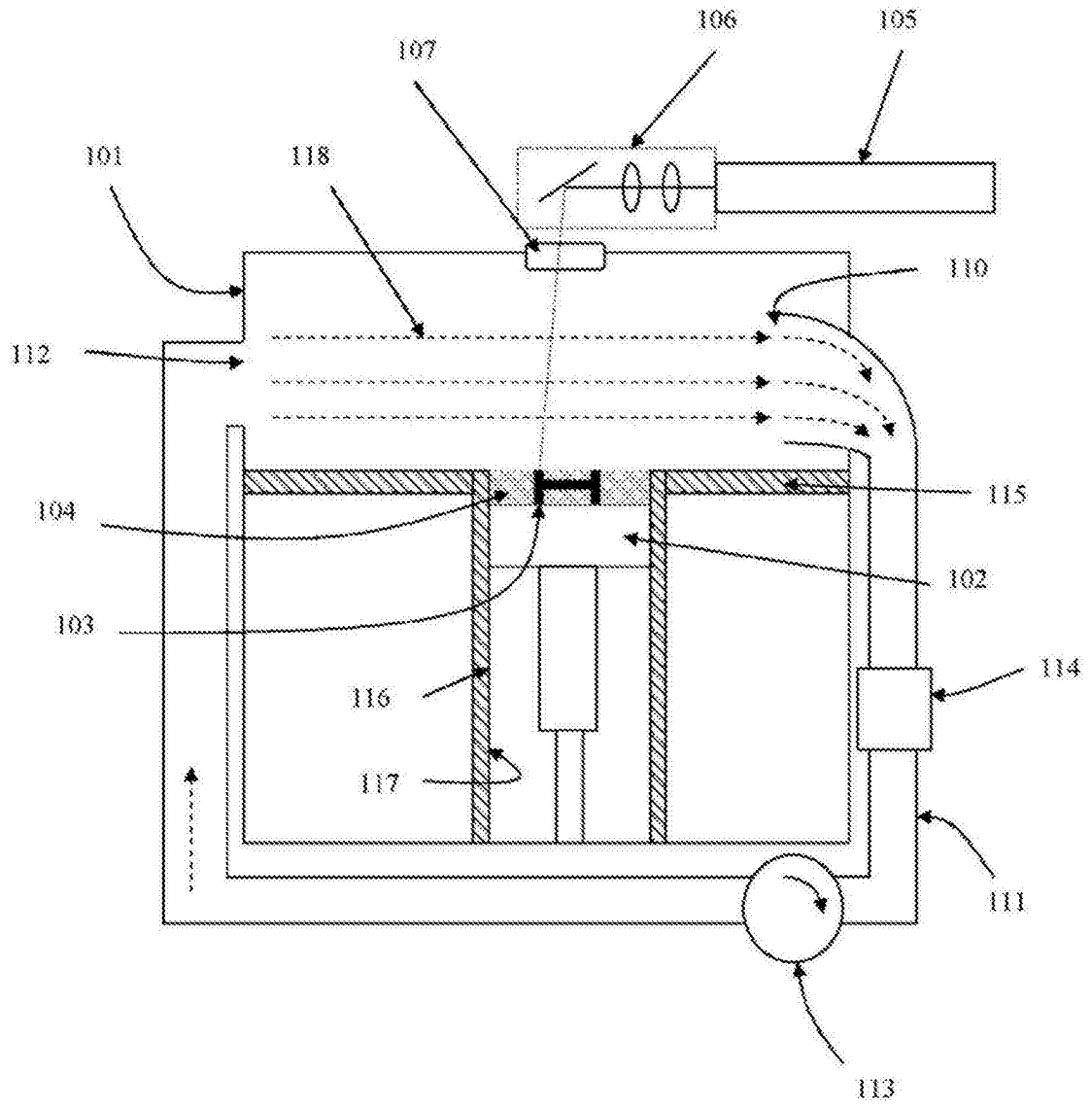


图1

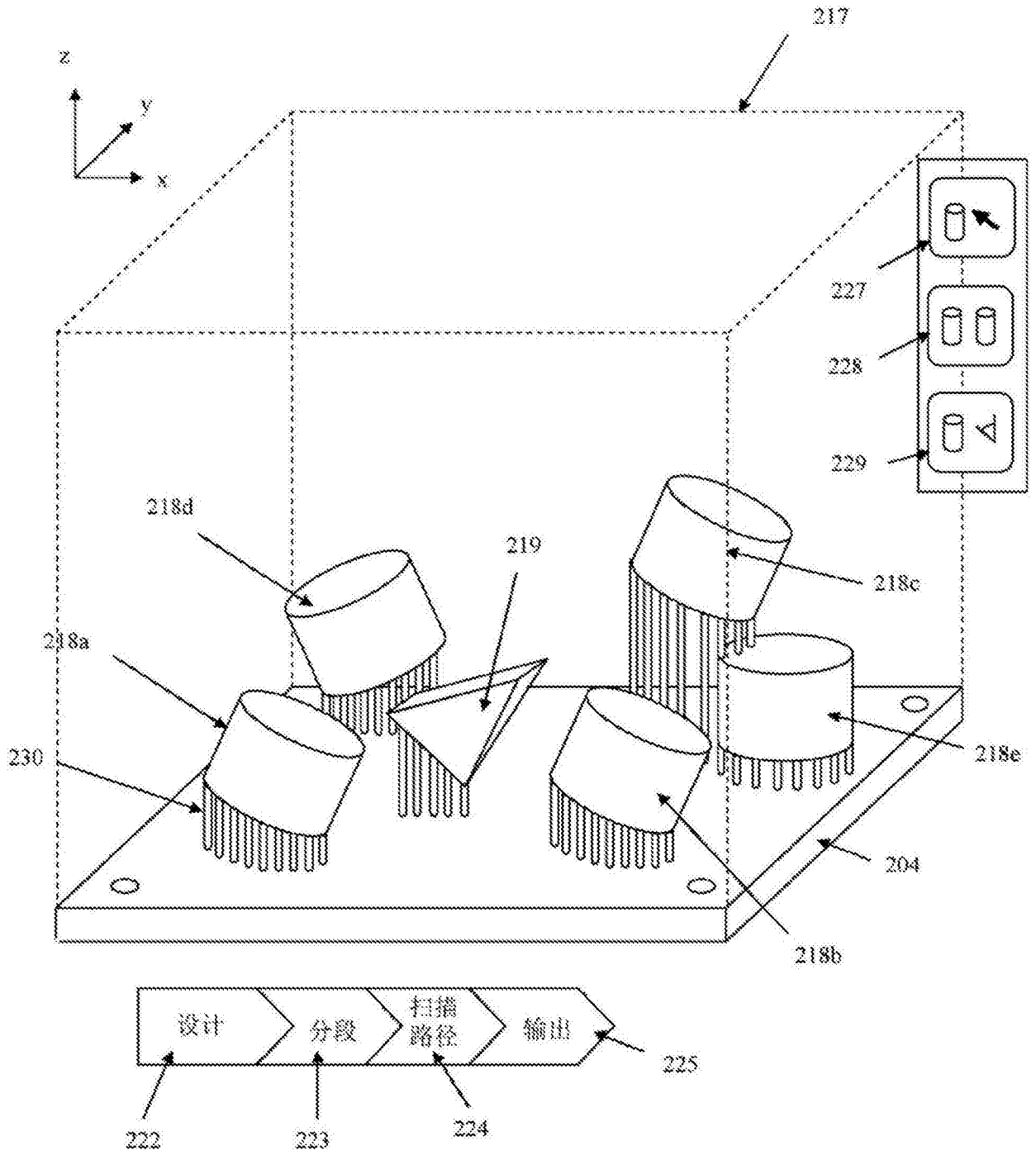


图3

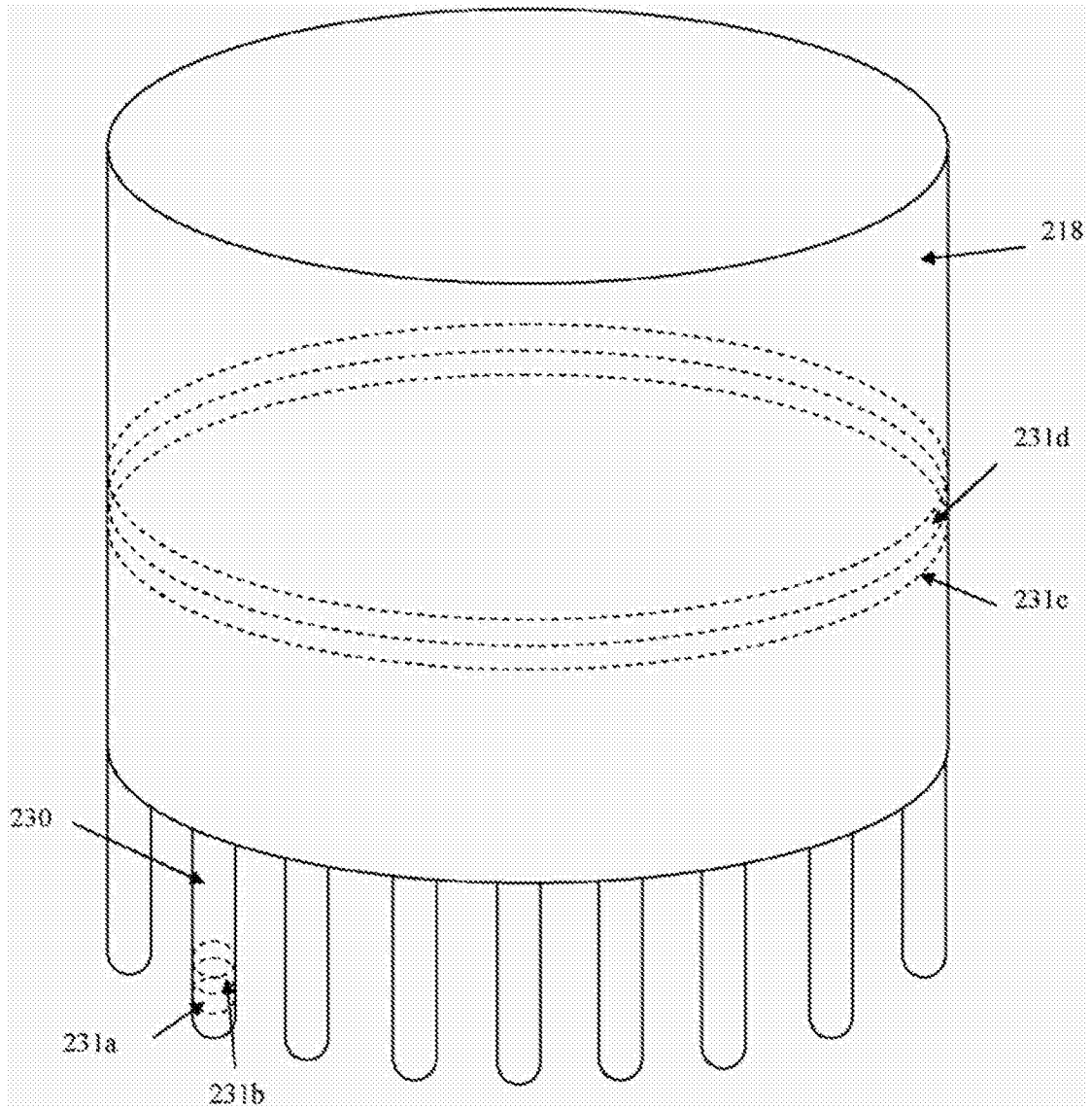


图4

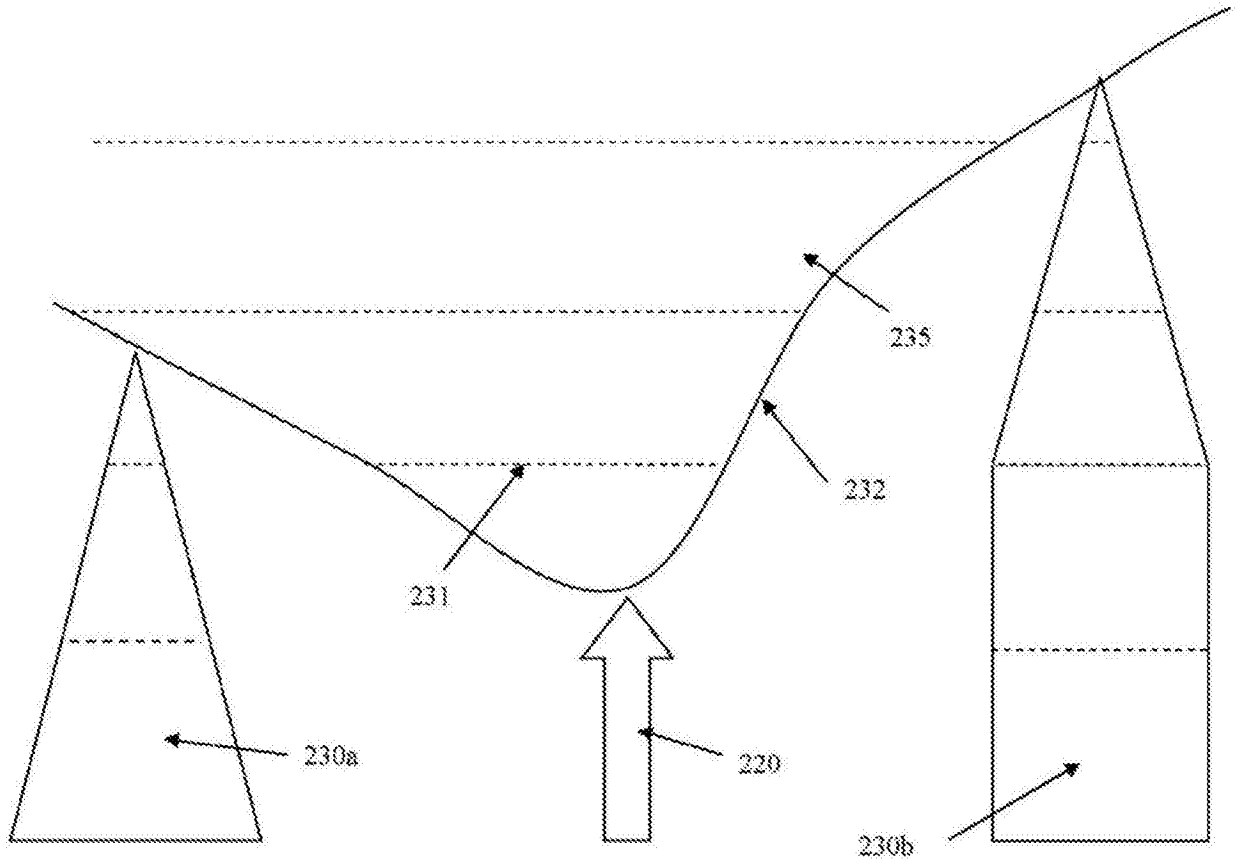


图5

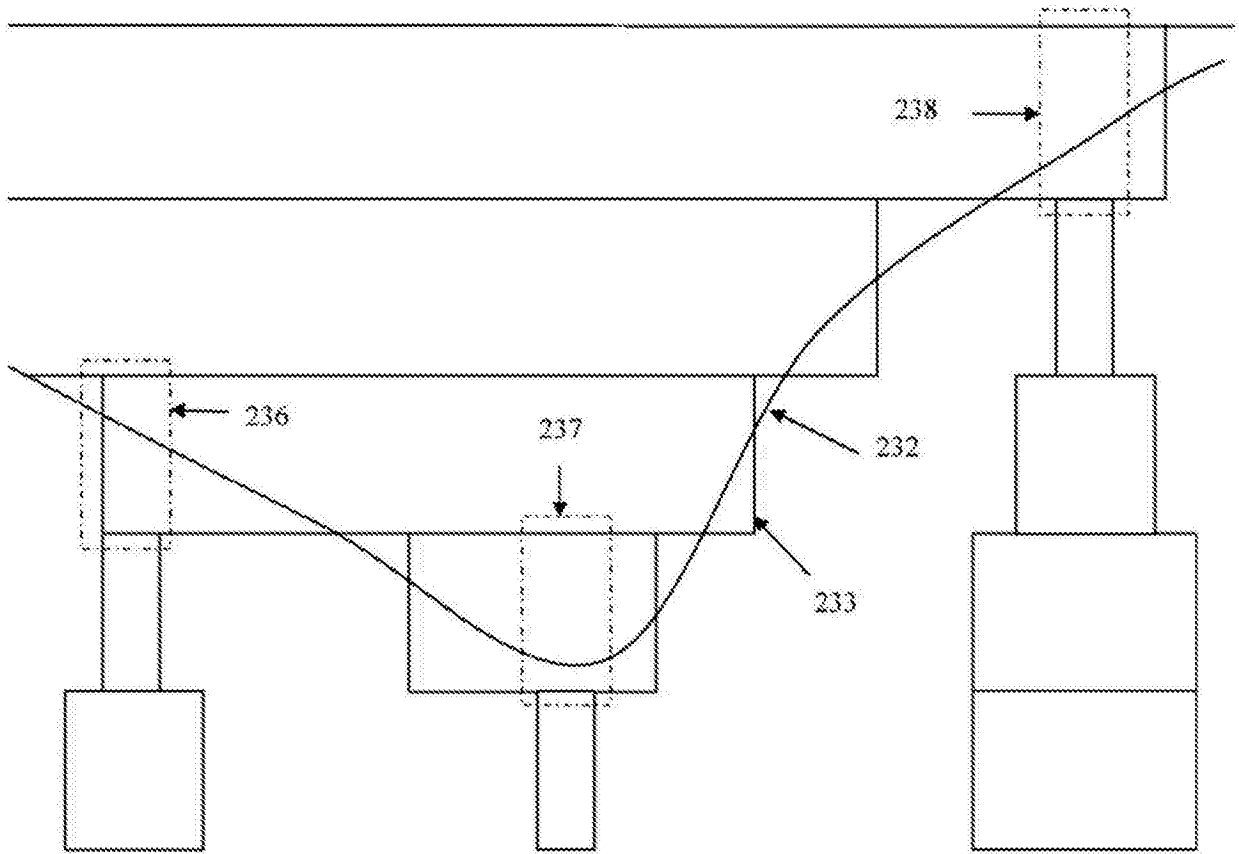


图6

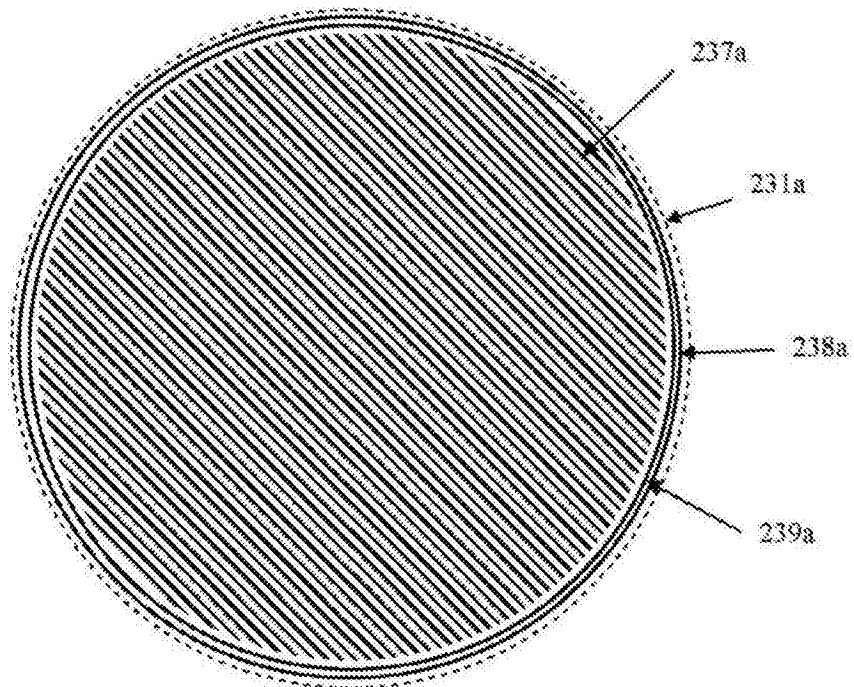


图7a

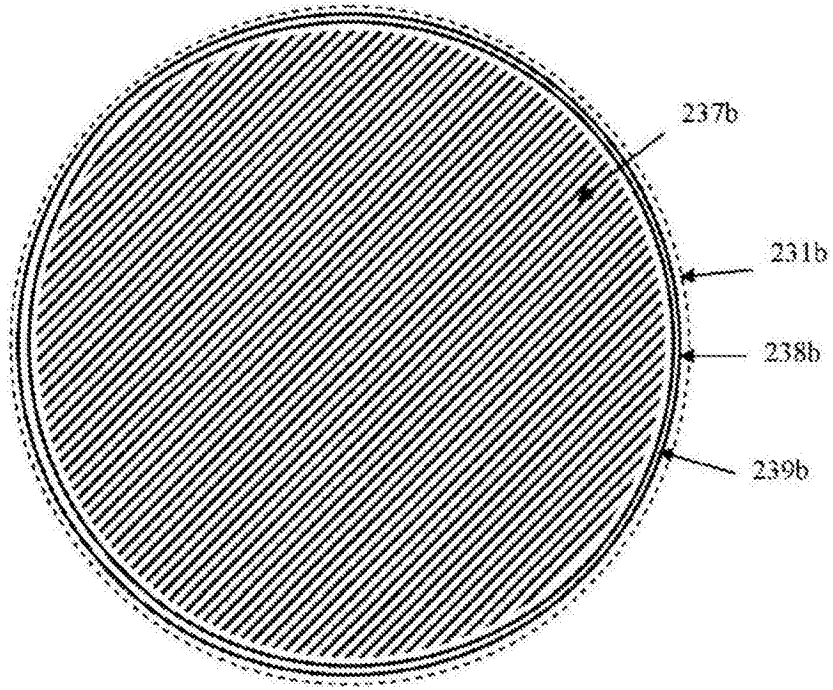


图7b

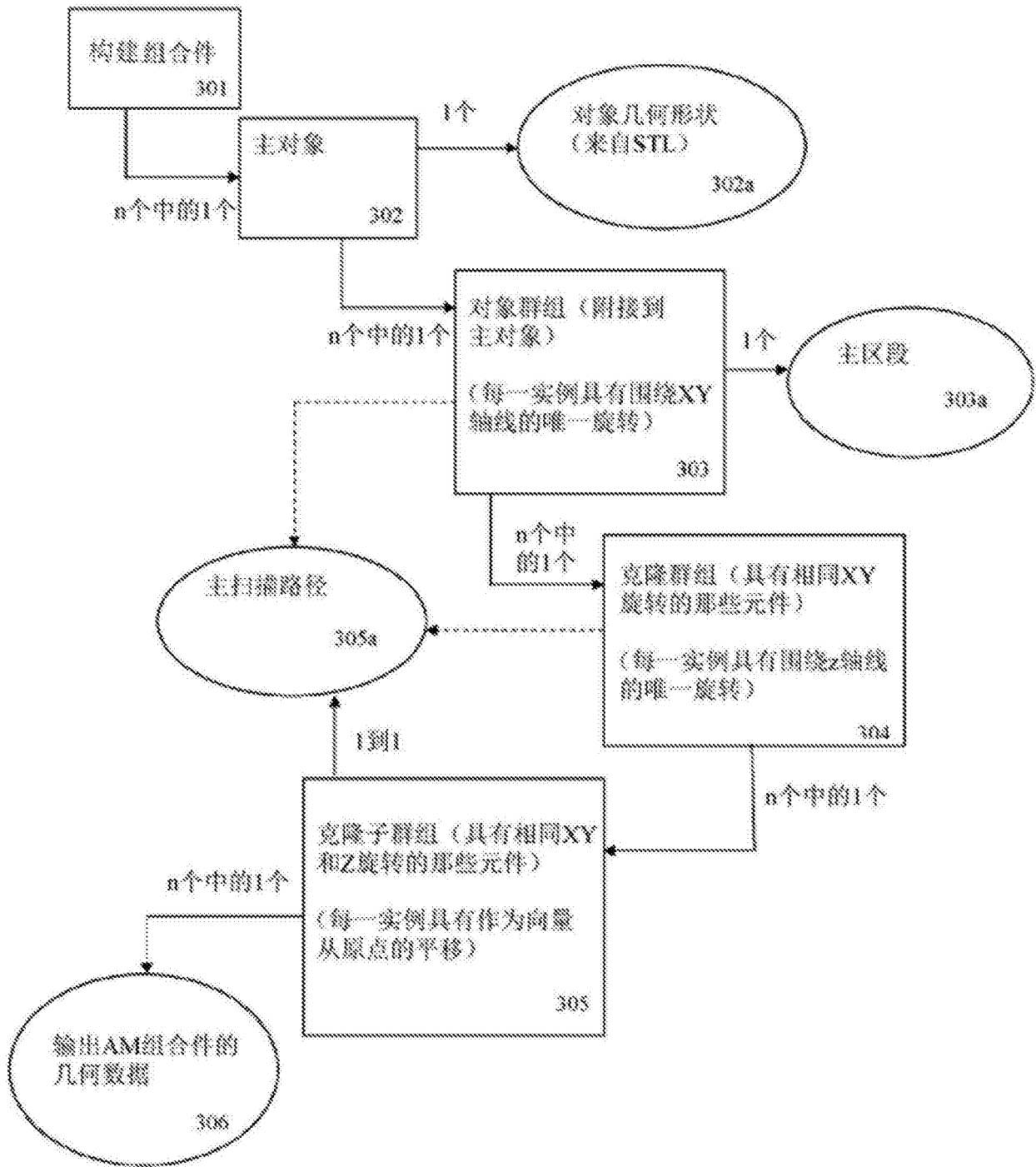


图8

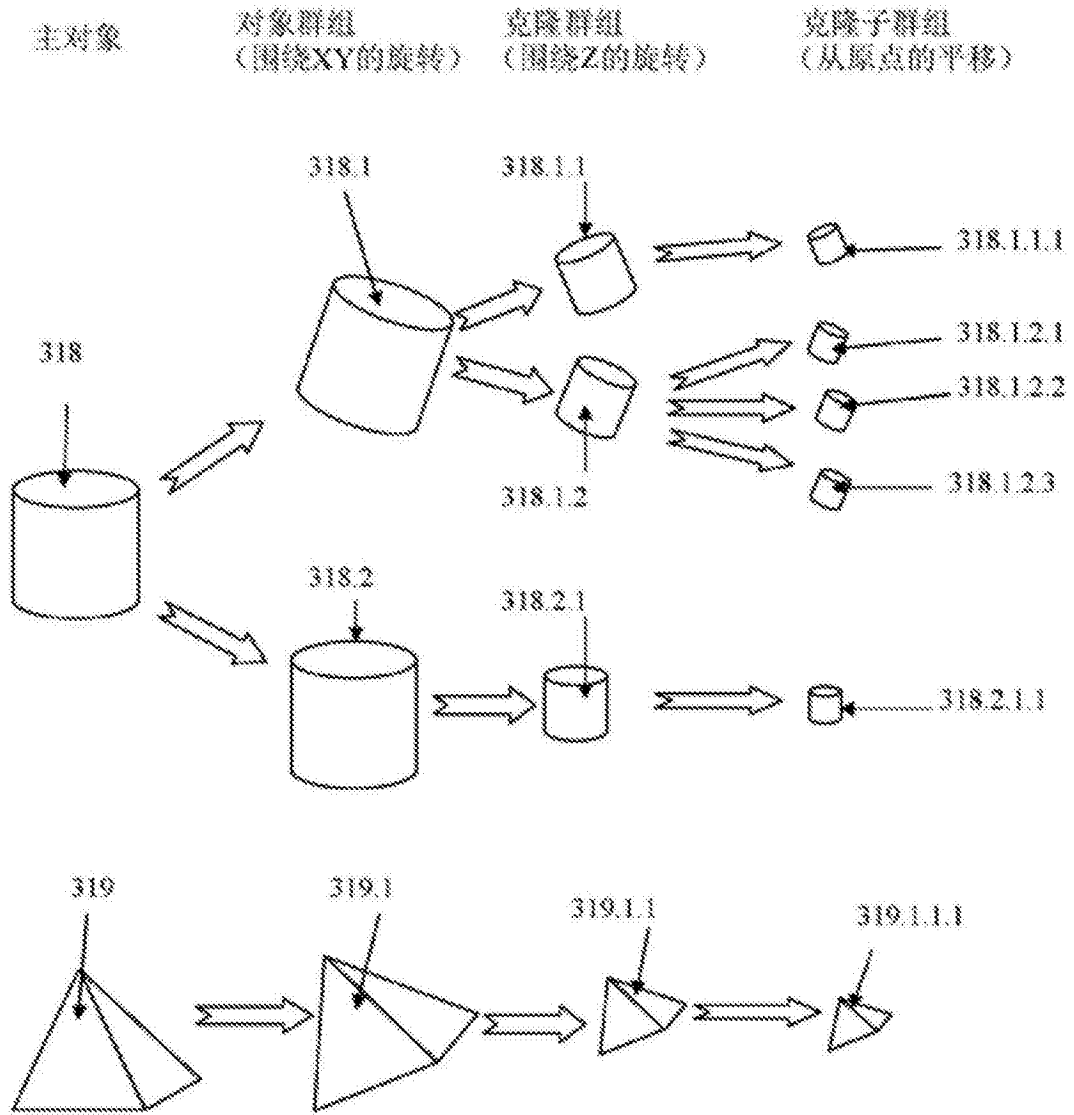


图9

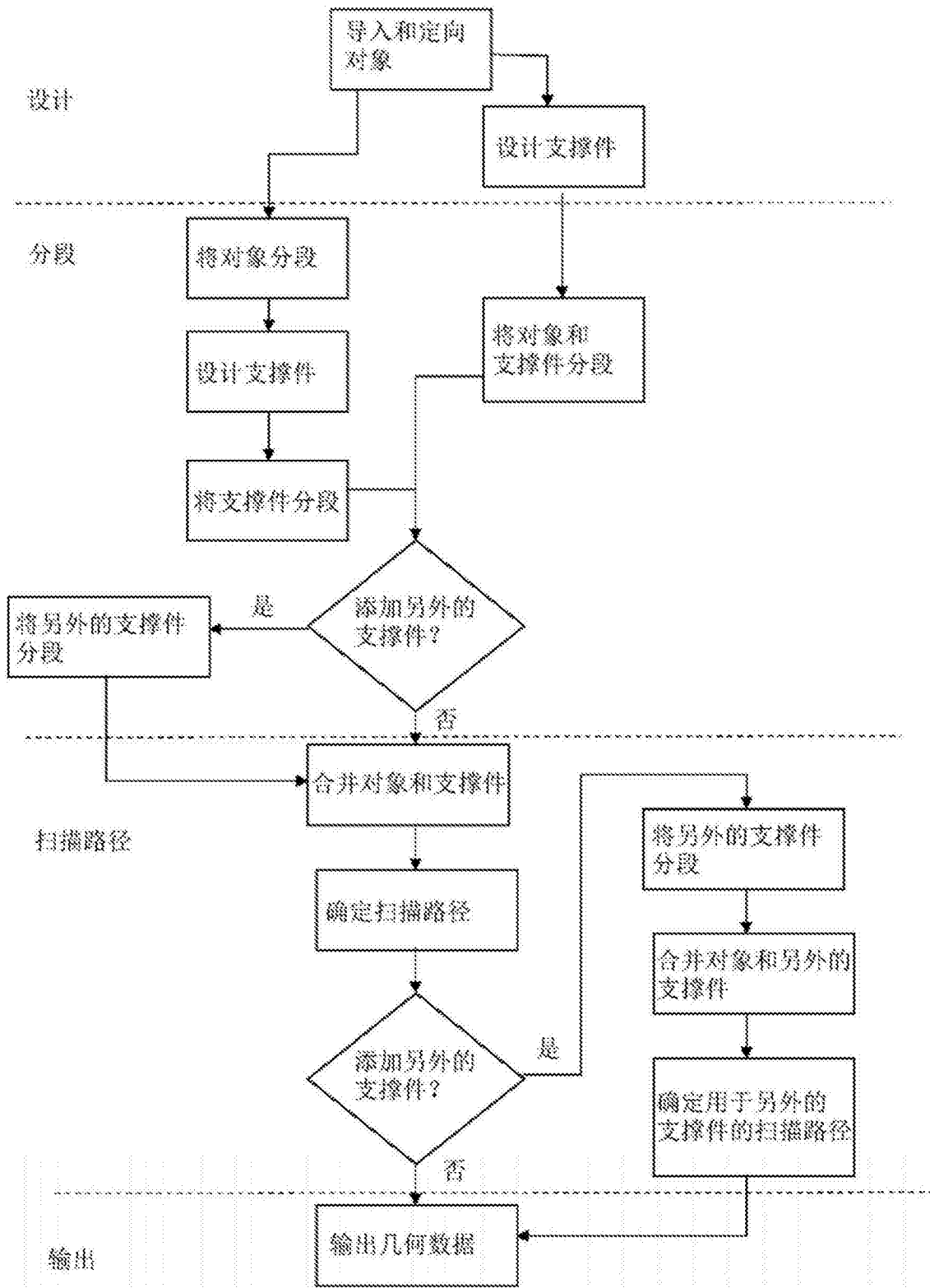


图10

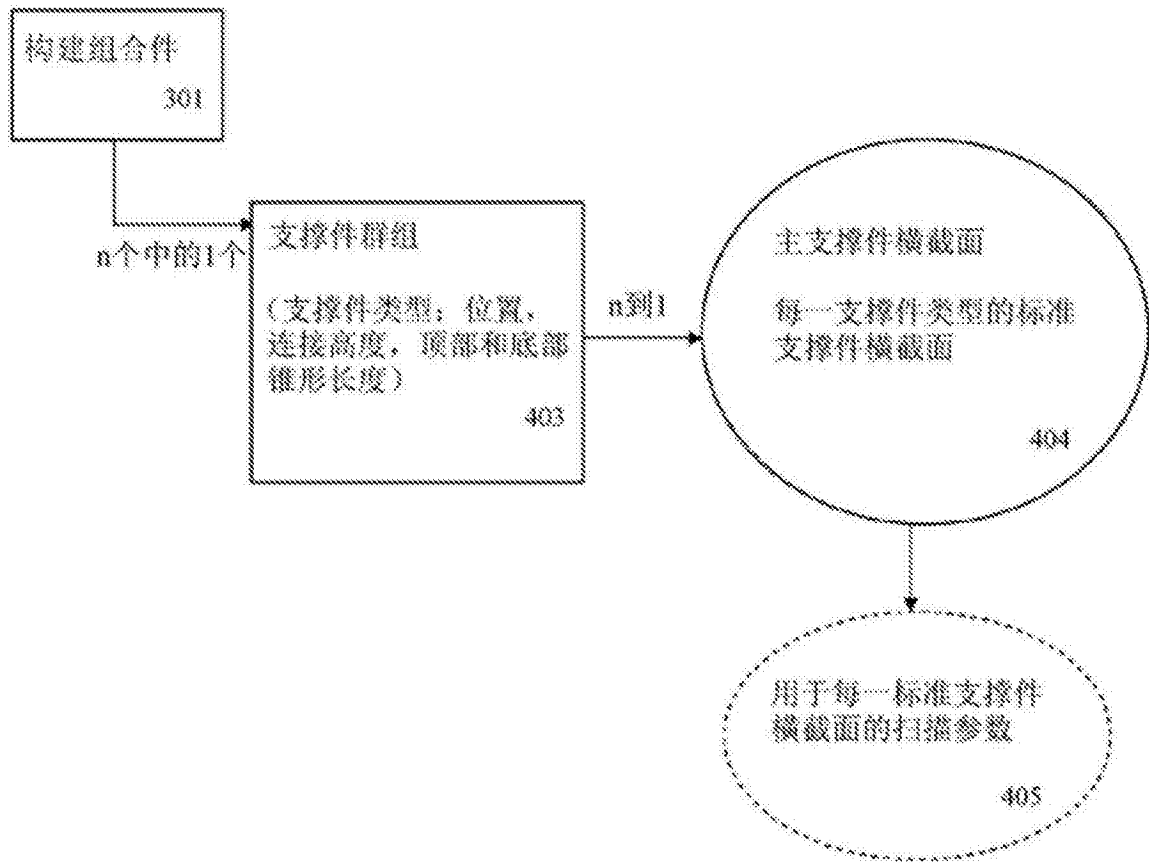


图11

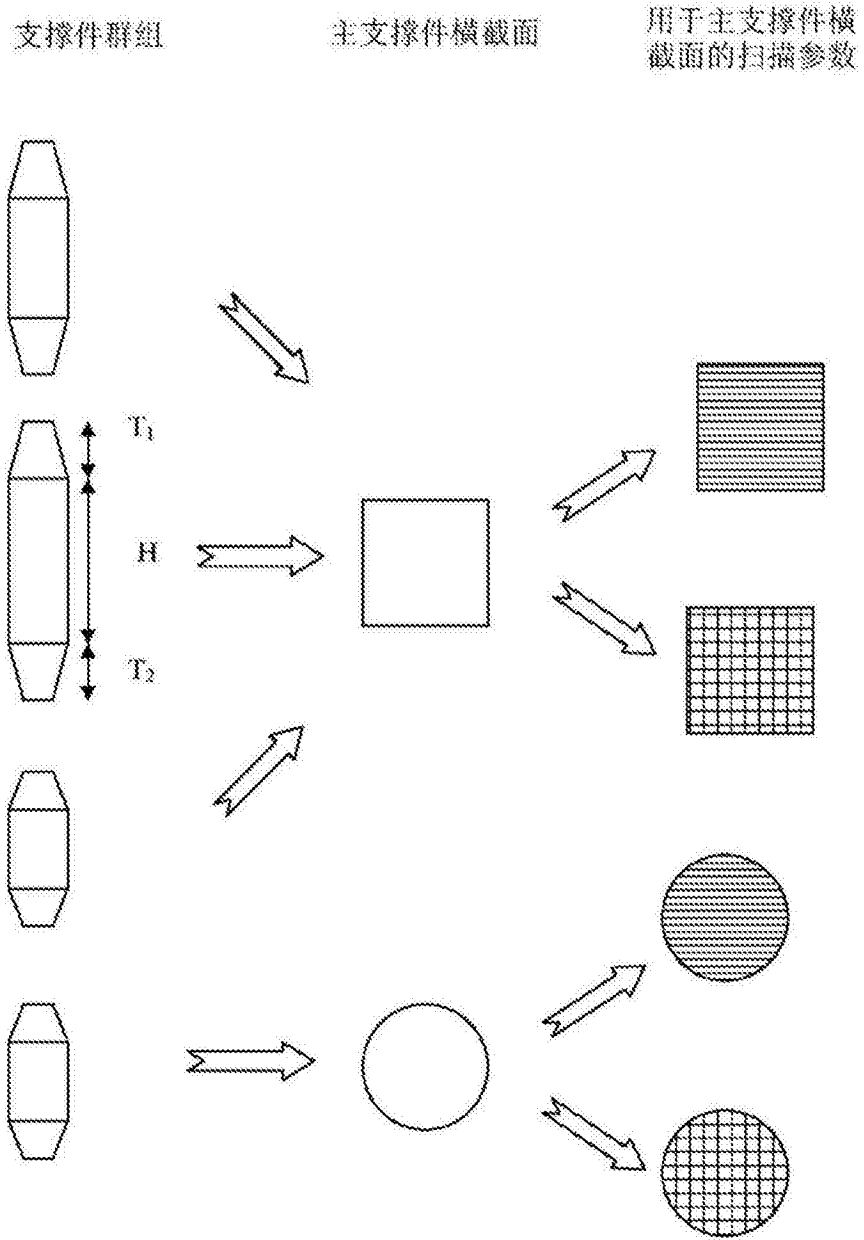


图12

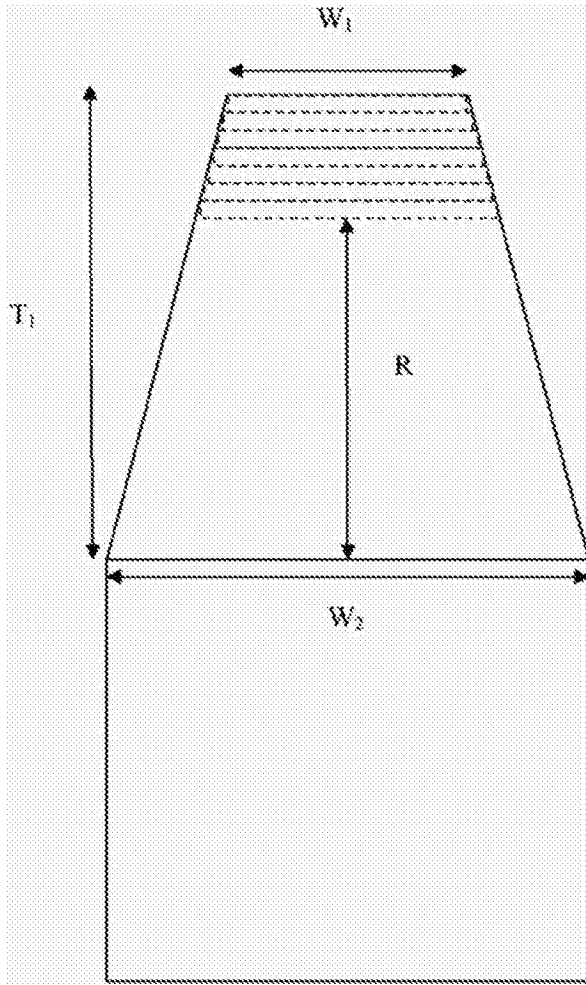


图13a

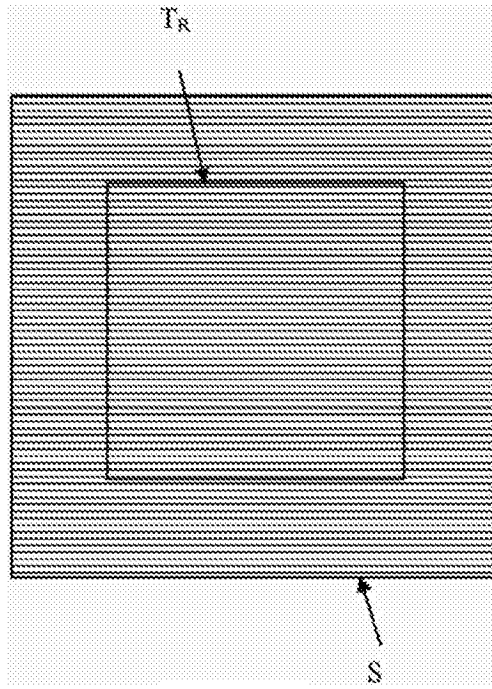


图13b