



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107771123 B

(45) 授权公告日 2021.03.26

(21) 申请号 201680032069.X

(22) 申请日 2016.06.03

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107771123 A

(43) 申请公布日 2018.03.06

(30) 优先权数据  
15275174.9 2015.07.16 EP  
1601/DEL/2015 2015.06.03 IN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.12.01

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/GB2016/051635 2016.06.03

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/193742 EN 2016.12.08

(73) 专利权人 瑞尼斯豪公司

地址 英国格洛斯特郡

(72) 发明人 拉姆库马尔·瑞瓦努尔  
迈克尔·约瑟夫·麦克利兰

(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.  
B29C 64/386 (2017.01)  
B33Y 50/00 (2015.01)

(56) 对比文件  
CN 104148636 A, 2014.11.19

审查员 邓晓波

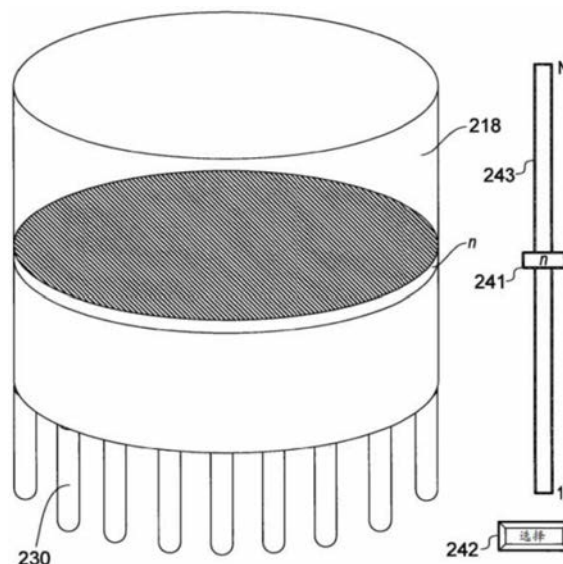
权利要求书4页 说明书12页 附图12页

## (54) 发明名称

用于生成并显示与增材制造工艺相关的数据的装置和方法

## (57) 摘要

一种用于生成在增材制造工艺中使用的扫描数据和/或切片数据的装置和方法,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述装置包括显示器和处理器。所述处理器被成用于确定有待在所述增材制造工艺中构建的零件的切片的扫描数据和/或零件的切片、并且使所述显示器显示已经确定的扫描数据和/或切片、同时基于几何数据来确定所述切片中的其他切片的扫描数据和/或所述切片中的其他切片。



1. 一种用于生成在增材制造工艺中使用的扫描数据的装置,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述装置包括显示器和处理器,所述处理器被布置成用于确定有待在所述增材制造工艺中构建的零件的多个切片的扫描数据、并且在使所述显示器显示已经针对所述多个切片中的至少一个切片所确定的扫描数据的同时确定所述多个切片中的其他多个切片的扫描数据。

2. 根据权利要求1所述的装置,包括用户输入端,所述处理器被布置成用于接收来自所述用户输入端的对至少一个切片的选择,其中所述处理器响应于接收到所述选择而按顺序确定所述切片的扫描数据,使得在所述显示器上显示至少一个选定切片的扫描数据,同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述处理器被布置成响应于接收到所述对至少一个切片的选择而基于所述对至少一个切片的选择来修改关于其确定扫描数据的切片的预先确定的序列。

4. 根据权利要求3所述的装置,其中,基于所述对至少一个切片的选择来修改所述预先确定的序列会中断所述序列,以利于确定所述至少一个选定切片的扫描数据。

5. 根据权利要求3或4所述的装置,其中,一旦已经确定所述至少一个切片的扫描数据,则基于所述至少一个选定切片来开始另外的序列。

6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述另外的序列是从所述至少一个选定切片开始按顺序确定所述切片的扫描数据。

7. 根据权利要求2所述的装置,其中,选择所述至少一个切片包括选择多个相继切片。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于:按在增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定所述切片的扫描数据;并且使所述显示器显示已经针对所述切片中的至少一个切片确定的扫描数据,同时确定在所述至少一个切片上方的其他切片的扫描数据。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述处理器被布置成显示与增材制造设备的能量束当前进行的扫描相对应的扫描数据、同时确定在正在通过扫描形成的切片上方的其他切片的扫描数据。

10. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述扫描数据包括定义了所述能量束跨所述切片的一次/多次扫描的数据。

11. 根据权利要求10所述的装置,其中,所述扫描数据包括扫描路径和扫描参数。

12. 根据权利要求11所述的装置,其中,这些扫描参数包括扫描速度、光点直径、光点形状、离散点的点距离、点曝光时间、扫描图案、和/或能量束功率。

13. 根据权利要求11所述的装置,其中,预先确定了多个扫描参数集,并且所述处理器被布置成识别将对每个切片的每个区域使用哪个参数集。

14. 根据权利要求12所述的装置,其中,预先确定了多个扫描参数集,并且所述处理器被布置成识别将对每个切片的每个区域使用哪个参数集。

15. 根据权利要求11至14中任一项所述的装置,其中,所述处理器被布置成基于所述扫描参数来确定每个切片的扫描路径。

16. 根据权利要求11至14中任一项所述的装置,其中,所述扫描数据包括所述能量束根据所确定的扫描路径和扫描参数进行扫描的效果的预测值。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中,这些预测值包括输入到所述切片的不同区域中的预测能量输入、和/或通过所述扫描被固化以形成所述切片的材料的预测孔隙率。

18. 根据权利要求16所述的装置,其中,这些预测值包括在材料被所述能量束固化以形成所述切片的过程中所述切片的温度曲线。

19. 根据权利要求17所述的装置,其中,这些预测值包括在材料被所述能量束固化以形成所述切片的过程中所述切片的温度曲线。

20. 根据权利要求18所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于基于所述切片的扫描路径和扫描参数以及已知的材料特性来求解热模型,以获得所述温度曲线。

21. 根据权利要求19所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于基于所述切片的扫描路径和扫描参数以及已知的材料特性来求解热模型,以获得所述温度曲线。

22. 根据权利要求20或21所述的装置,包括用户输入端,所述处理器被布置成用于接收来自所述用户输入端的对至少一个切片的选择,其中所述处理器响应于接收到所述选择而按顺序确定所述切片的扫描数据,使得在所述显示器上显示至少一个选定切片的扫描数据,同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据,其中,基于所述选定切片的扫描路径和扫描参数,以及在所述选定切片下方的预先确定数量的但不是全部的切片的扫描路径和扫描参数,来针对所述选定切片求解所述热模型。

23. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于接收来自用户的经修改的扫描指令、同时确定切片的扫描数据并且基于所述经修改的扫描指令来重新确定所述切片中的至少一个切片的扫描数据。

24. 一种用于生成在增材制造工艺中使用的扫描数据的方法,其中,用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述方法包括确定有待在所述增材制造工艺中构建的零件的多个切片的扫描数据、并且在使显示器显示所述多个切片中的至少一个切片的扫描数据的同时,确定所述多个切片中的其他多个切片的扫描数据。

25. 根据权利要求24所述的方法,包括:接收对至少一个切片的选择;并且基于所述选择来按顺序确定所述切片的扫描数据,从而显示所述至少一个选定切片的扫描数据、同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

26. 根据权利要求24所述的方法,包括:按在所述增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定扫描数据;并且使得所述显示器显示已经针对所述切片中的至少一个切片确定的扫描数据,同时确定在所述构建中稍后构建的其他切片的扫描数据。

27. 根据权利要求26所述的方法,包括:基于所确定的扫描数据,使用所述增材制造工艺来构建零件;并且显示与在所述增材制造工艺中由能量束当前进行的扫描相对应的扫描数据、同时确定在所述增材制造工艺中稍后构建的其他切片的扫描数据。

28. 一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使所述处理器实施如权利要求24至27中任一项所述的方法。

29. 一种用于生成定义了有待在增材制造工艺中构建的零件的多个切片的切片数据的装置,在所述工艺中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而形成所述零件,所述装置包括显示器和处理器,所述处理器被布置成用于根据定义了零件的几何数据来确定所述多个切片、并且在使得所述显示器显示所述切片中的至少一个切

片的同时根据所述几何数据来确定所述多个切片中的其他多个切片。

30. 根据权利要求29所述的装置,包括用户输入端,并且所述处理器被布置成用于接收来自所述用户输入端的对所述零件上的位置的选择,其中所述处理器响应于接收到所述选择而按顺序确定所述切片,使得在所述显示器上显示符合选定的所述位置的至少一个切片,同时确定所述切片中的其他切片。

31. 根据权利要求30所述的装置,其中,所述处理器被布置成响应于接收到所述对位置的选择,而基于所述选定位置来修改确定切片所依据的预先确定的序列。

32. 根据权利要求31所述的装置,其中,基于选定位置来修改所述预先确定的序列包括:中断所述序列以利于确定符合所述选定位置的切片。

33. 根据权利要求29所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于提供用于修复所确定切片的轮廓同时确定所述切片中的其他切片的手段。

34. 根据权利要求33所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于自动识别需要修复的切片并且使得所述显示器显示所述需要修复的切片、同时确定所述切片中的其他切片。

35. 根据权利要求34所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于接收来自用户的、指示了如何修复所述切片的修补输入,并且基于所述修补输入来修复所述切片。

36. 根据权利要求35所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于接收所述修补输入、同时确定所述切片中的其他切片。

37. 根据权利要求36所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于修复所述切片、同时确定所述切片中的其他切片。

38. 根据权利要求29所述的装置,其中,所述处理器被布置成用于:按在增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定切片;并且使得所述显示器显示所述切片中的至少一个切片,同时确定在所述至少一个切片上方的其他切片的扫描数据。

39. 根据权利要求38所述的装置,其中,所述处理器被布置成显示与增材制造设备的能量束当前进行的扫描相对应的切片、同时确定在正在通过扫描形成的切片上方的其他切片。

40. 一种用于生成定义了有待在增材制造工艺中构建的零件的多个切片的切片数据的方法,在所述工艺中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而形成所述零件,所述方法包括:根据定义了零件的几何数据来确定所述多个切片;并且在使得显示器显示所述多个切片中的至少一个切片的同时根据所述几何数据来确定所述多个切片中的其他多个切片。

41. 根据权利要求40所述的方法,包括:接收对所述零件上的位置的选择;并且基于选定的所述位置来按顺序确定所述切片,从而显示符合选定的所述位置的切片、同时确定所述切片中的其他切片。

42. 根据权利要求41所述的方法,包括:按在所述增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定所述切片;并且使得所述显示器显示已经确定的切片,同时确定在所述构建中稍后构建的其他切片。

43. 根据权利要求42所述的方法,包括:基于所确定的扫描数据,使用所述增材制造工艺来构建零件;并且显示与在所述增材制造工艺中由能量束当前进行的扫描相对应的切片、同时确定在所述增材制造工艺中稍后构建的其他切片。

44. 一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使得所述处理器实施如权利要求40至43中任一项所述的方法。

## 用于生成并显示与增材制造工艺相关的数据的装置和方法

### [0001] 发明概述

[0002] 本发明涉及一种用于生成并显示与增材制造工艺相关的数据的装置和方法。本发明特别适用于生成并显示有待在增材制造工艺中构建的零件的切片以及定义了激光和/或电子束扫描的扫描路径和扫描参数的装置和方法。

### 背景技术

[0003] 用于生产零件的增材制造方法或快速原型成型方法包括使用能量束、例如激光束来对可流动材料、例如金属粉末材料进行逐层固化。在构建室中在粉末床上沉积粉末层，并且用激光束扫过该粉末层的、与正在构造的零件的截面(切片)相对应的这部分。激光束熔化或烧结粉末形成固化层。在选择性固化了一层之后，将粉末床降低最新固化层的厚度，并且根据需要在该表面上散布另外的粉末层并将其固化。在单一次构建中，可以构建多于一个零件，这些零件在粉末床中被间隔开。

[0004] 通常，不直接在构建板上构建零件、而是通过一系列支撑结构支撑在构建板上。例如，这些支撑结构可以是构建板延伸至零件的下表面的一系列锥体。这些支撑结构帮助将固化的材料固定至基板上、防止在构建过程中零件发生翘曲、并且在构建完成时允许零件更容易地与构建板分离。

[0005] 为了控制设备，根据几何数据、例如STL文件格式的CAD生成了一组指令，以定义该零件。指令的生成可以包括确定该零件的、与有待在每个粉末层中熔化或烧结的区域相对应的截面(切片)、以及如何用能量束扫描粉末层而熔化或烧结粉末以形成切片。例如Magics of Materialize NV等软件包括：将以立体光固化成型/标准镶嵌语言(STL)文件格式定义的零件进行切片以标识有待在粉末层中构建的零件的切片的操作；以及用于定义激光束的扫描路径和扫描参数的操作。

[0006] 用于能量束扫描的策略可能影响构建过程中产生的热负载以及材料固化的准确性。在构建过程中产生的过度的不受限制的热负载使得正建造的零件发生翘曲和/或卷曲。

[0007] US5155324描述了一种扫描策略，该扫描策略包括扫描零件截面的轮廓(边界)，然后扫描该零件截面的内部(内核)。扫描零件的边界可以改善零件表面的分辨率、清晰度、以及平滑度。

[0008] US5155324和US2008/0241392A1描述了以多个平行扫描路径(阴影线)来扫描区域。(在此称为“曲流扫描”)。扫描路径的方向在多个层之间旋转以使得在构建过程产生的张力均匀。US2008/0241392A1将这种概念扩展到以一系列平行条带进行扫描，其中每个条带由垂直于该条带的纵向方向延伸的多个平行扫描路径(阴影线)组成。(在此称为“条带扫描”)。US2008/0241392A1还披露了覆盖有待固化区域的部分区域(通常为正方形)的条带，其中相邻的部分区域的阴影线相互成90度。(在此称为“棋盘扫描”)

[0009] US2005/0142024披露了一种用于减少热负载的扫描策略，该扫描策略包括相继照射一个层的独立区域，这些独立区域彼此相距的距离大于或至少等于这些独立区域的平均直径。以一系列平行扫描路径(阴影线)来照射每个独立区域。

[0010] 确定可接受的切片、扫描路径、以及扫描参数通常需要自动确定切片、扫描路径、和扫描参数、以及用户输入的组合。使用者可能想要查看所确定的切片和扫描路径以识别在构建中可能出现的潜在问题。例如，使用者可能想要查看切片以确定例如悬垂区域等区域是否被适当地支撑，或者查看扫描路径的错误或在填充扫描与边界扫描之间的距离，以确定是存在足够、太少、还是太多的边界扫描。使用者可能想要在零件的关键部分(例如包括精细结构的部分)中进行查看。

[0011] 当前软件的问题是，自动确定切片/扫描路径的过程可能需要很长时间，在某些情况下需要几个小时，并且使用者必须等到该过程结束，然后再查看这些切片/扫描路径。

## 发明内容

[0012] 根据本发明的第一方面，提供了一种用于生成在增材制造工艺中使用的扫描数据的装置，其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件，所述装置包括显示器和处理器，所述处理器被布置成用于确定有待在所述增材制造工艺中构建的零件的切片的扫描数据、并且使得所述显示器显示已经针对所述切片中的至少一个切片确定的扫描数据、同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

[0013] 以此方式，用户可以在已经确定所有切片的扫描数据之前查看一个/多个切片的扫描数据。这可以减少用户在该装置的辅助下确定用于构建的可接受扫描数据所花的时间。

[0014] 该装置可以包括用户输入端，并且所述处理器可以被布置成用于接收来自所述用户输入端的对至少一个切片的选择，其中所述处理器响应于接收到所述选择而按顺序确定所述切片的扫描数据，使得在所述显示器上显示至少一个选定切片的扫描数据，同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

[0015] 因此，使用者可以选择他/她想要查看的切片，并且处理器将确定适合的顺序、例如优先针对选定切片来确定扫描数据，使得使用者可以在确定这些切片中的其他切片的扫描数据的时间段过程中查看该选定切片的扫描数据。

[0016] 所述处理器可以被布置成响应于接收到所述对至少一个切片的选择而基于所述对至少一个切片的选择，来修改关于其确定扫描数据的切片的预先确定的序列。该预先确定序列可以按从该零件的最上切片到该零件的最下切片(或反过来)的顺序来确定这些切片的扫描数据。基于所述对至少一个切片的选择来修改所述预先确定的序列可以中断所述序列，以利于确定所述至少一个选定切片的扫描数据。一旦已经确定所述至少一个切片的扫描数据，就可以继续所述预先确定的序列、或可以基于所述至少一个选定切片来开始另外的(不同)序列。例如，在后一种情况下，该另外的序列可以从该至少一个选定切片开始按一定顺序、例如按从该至少一个选定切片向下的顺序、按从该至少一个选定切片向上的顺序来确定这些切片的扫描数据；或从最靠近该至少一个选定切片的切片开始交替确定该至少一个选定切片任一侧(上方和下方)的切片的扫描数据。应理解的是，在继续该预先确定序列的情况下，在考虑该至少一个选定切片的扫描数据已经不按序列确定的情况下继续以该预先确定序列来确定切片的扫描数据。当忽略由于不按顺序确定该至少一个选定切片的扫描数据而必须进行的序列改变时，另外的(不同的)序列是按与该预先确定序列不同的顺序来确定未选定切片的扫描数据的序列。

[0017] 选择该至少一个切片可以包括选择多个相继切片。例如,使用者可以选择主要切片以及在主要切片的一侧或两侧的多个切片,该处理器被布置成用于确定该多个选定切片的扫描数据、然后再重新开始该预先确定序列或开始另外的序列。切片的数量可以是预定义数量、或者可以是使用者在识别该主要切片时输入的。

[0018] 所述处理器可以被布置成用于:按在增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定所述切片的扫描数据;并且使得所述显示器显示已经针对所述切片中的至少一个切片确定的扫描数据,同时确定在所述至少一个切片上方的其他切片的扫描数据。所述处理器可以被布置成显示与增材制造设备的能量束当前进行的扫描相对应的扫描数据、同时确定在正在通过扫描形成的切片上方的其他切片的扫描数据。

[0019] 所确定的扫描数据可以是针对单一连续路径、多个离散路径、或有待以特定顺序暴露给能量束(例如,激光或电子束)的多个离散点。该扫描数据可以包括定义了能量束跨该切片的一次或多次扫描的数据(例如,扫描路径和扫描参数)。这些扫描参数可以包括扫描速度、光点直径、光点形状、离散点的点距离、点曝光时间、扫描图案(包括阴影距离和图案,例如棋盘图案、条纹图案和曲流图案)、和/或能量束功率。可以预先确定多个扫描参数集,并且所述处理器被布置成识别将对每个切片的每个区域使用哪个参数集。例如,该处理器可以被布置成用于识别切片的悬垂在上一个切片上的区域,并且与该切片的非悬垂区域相比,针对悬垂区域使用不同参数集。所述处理器可以被布置成用于确定每个切片的扫描路径。这些扫描路径可以基于扫描参数来确定。

[0020] 所述扫描数据可以包括所述能量束的根据所确定的扫描路径和扫描参数的扫描效果的预测值。例如,这些预测值可以包括输入到所述切片的不同区域中的预测能量输入、和/或通过所述扫描被固化以形成所述切片的材料的预测孔隙率。。

[0021] 这些预测值可以包括在材料被该能量束固化以形成该选定切片的过程中,该选定切片的温度曲线。该处理器可以被布置成用于根据该选定切片的扫描路径和扫描参数以及已知的材料特性来求解热模型以预测在构建过程中切片的温度。可以基于为所述选定切片而确定的扫描路径和扫描参数以及对在所述选定切片下方的预先确定数量但不是全部的切片而确定的扫描路径和扫描参数,来求解所述选定切片的热模型。相应地,该处理器可以被布置成用于确定在该选定切片下方的多个切片的扫描参数,以确定该选定切片的预测温度。

[0022] 下部切片离该选定切片越远,跨下部切片的温度差对在该选定切片上实现的温度的影响将减小。相应地,可能能够基于少于该选定切片下方的所有切片的扫描参数来对跨该选定切片的温度进行准确地建模。该处理器可以被布置成用于向用户显示该至少一个选定切片的温度曲线,同时确定其他切片的扫描数据。

[0023] 这些预测值可以是与时间相关的值、例如该选定切片的温度曲线随时间如何变化的预测值。

[0024] 所述处理器可以被布置成用于接收来自用户的经修改的扫描指令、同时确定所述切片的扫描数据并且基于所述经修改的扫描指令来重新确定所述切片中的至少一个切片的扫描数据。该经修改的扫描指令可以包括扫描参数的变化。例如,使用者可以在查看该选定切片的扫描数据时决定改变扫描图案。扫描图案的变化可以包括以下各项的变化:边界扫描的数量、棋盘图案的正方形的大小、条纹图案的条纹的大小、和/或阴影距离。

[0025] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于生成在增材制造工艺中使用的扫描数据的方法,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述方法包括确定有待在所述增材制造工艺中构建的零件的切片的扫描数据、并且使得显示器显示所述切片中的至少一个切片的扫描数据、同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

[0026] 该方法可以包括:接收对至少一个切片的选择;并且基于所述选择来按顺序确定所述切片的扫描数据,从而显示所述至少一个选定切片的扫描数据、同时确定所述切片中的其他切片的扫描数据。

[0027] 该方法可以包括:按在所述增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定扫描数据;并且使得所述显示器显示已经针对所述切片中的至少一个切片确定的扫描数据,同时确定在所述构建中稍后构建的其他切片的扫描数据。该方法可以包括:基于所确定的扫描数据,使用所述增材制造工艺来构建零件;并且显示与在所述增材制造工艺中由能量束当前进行的扫描相对应的扫描数据、同时确定在所述增材制造工艺中稍后构建的其他切片的扫描数据。

[0028] 根据本发明的第三方面,提供了一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使得该处理器实施本发明的第二方面的方法。

[0029] 根据本发明的第四方面,提供了一种用于生成定义了有待在增材制造工艺中构建的零件的切片的切片数据的装置,在所述工艺中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而形成所述零件,所述装置包括显示器和处理器,所述处理器被布置成用于根据定义了零件的几何数据来确定所述切片、并且使得所述显示器显示所述切片中的至少一个切片、同时根据所述几何数据来确定所述切片中的其他切片。

[0030] 以此方式,使用者可以在已经确定全部切片之前查看所述一个/多个切片。这可以减少用户在该装置的辅助下确定用于构建的可接受切片所花的时间。

[0031] 该装置可以包括用户输入端,并且所述处理器可以被布置成用于接收来自所述用户输入端的对所述零件上的位置的选择,其中响应于接收到所述选择,所述处理器按顺序确定所述切片,使得在所述显示器上显示符合所述选定位置的至少一个切片,同时确定所述切片中的其他切片。该选定位置可以是该零件上的高度、包含该零件的构建物中的高度、该零件的位置/区域、和/或包含该零件的构建物中的位置/区域。多个切片可以被该选定区域覆盖/与该选定区域相符。

[0032] 因此,使用者可以选择他/她想要查看的零件上的位置,并且处理器将确定适合的顺序、例如优选地确定符合该选定位置的切片,使得使用者可以在确定这些切片中的其他切片期间查看该一个或多个切片。

[0033] 该处理器可以被布置成用于响应于接收到该选定位置来确定至少两个相邻的切片,这两个相邻切片中的至少一者符合该选定位置。以此方式,使用者可以将相邻层之间的差异进行比较,例如以确定针对上部切片的悬垂区域是否需要支撑件。

[0034] 所述处理器可以布置成响应于接收到所述对位置的选择来基于所述选定位置修改确定切片所依据的预先确定的序列。基于选定位置来修改所述预先确定的序列可以中断所述序列以利于确定符合所述选定位置的切片。一旦已经确定符合该选定位置的一个(多个)切片,就可以继续该预先确定序列,或者可以基于该至少一个选定位置来开始另外的

(不同)序列。例如,在后者情况下,该另外的序列可以按从该至少一个选定位置的顺序、例如按从该至少一个选定位置向下的顺序、按从该至少一个选定位置向上的顺序来确定切片;或从最靠近该选定位置的切片开始交替确定该选定位置任一侧(上方和下方)的切片的扫描数据。应理解的是,在继续该预先确定序列的情况下,在考虑所述切片已经不按序列确定的情况下恢复以该预先确定序列来确定切片。当忽略由于不按顺序确定所述切片而必须进行的序列改变时,另外的(不同的)序列是按与该预先确定序列不同的顺序的用于确定切片的序列。

[0035] 所述处理器可以被布置成用于提供用于修复(修整)所确定切片的轮廓同时确定所述切片中的其他切片的装置。具体而言,几何数据不适当地定义零件的用于确定切片的表面是可能的。例如,这可能得到具有开放轮廓的切片。所述处理器可以被布置成用于自动识别需要修复的切片并且使得所述显示器显示所述需要修复的切片、同时确定所述切片中的其他切片。所述处理器可以被布置成用于接收来自用户的、指示了如何修复所述切片的修补输入,并且所述处理器可以被布置成基于所述修补输入来修复所述切片。例如,该修补输入可以指示如何修整切片的轮廓。所述处理器可以被布置成用于接收所述修补输入、并且任选地修复所述切片、同时确定所述切片中的其他切片。

[0036] 所述处理器可以被布置成用于:按在增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定切片;并且使得所述显示器显示所述切片中的至少一个切片,同时确定在所述至少一个切片上方的其他切片的扫描数据。所述处理器可以被布置成显示与增材制造设备的能量束进行的当前扫描相对应的切片、同时确定在正在通过扫描形成的切片上方的其他切片。

[0037] 根据本发明的第五方面,提供了一种用于生成定义了有待在增材制造工艺中构建的零件的切片的切片数据的方法,在所述工艺中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而形成所述零件,所述方法包括:根据定义了零件的几何数据来确定所述切片;并且使得所述显示器显示所述切片中的至少一个切片、同时根据所述几何数据来确定所述切片中的其他切片。

[0038] 该方法可以包括:接收对所述零件上的位置的选择;并且基于选定位置来按顺序确定所述切片,从而显示符合所述选定位置的切片、同时确定所述切片中的其他切片。

[0039] 该方法可以包括:按在所述增材制造工艺中构建所述切片的顺序来确定所述切片;并且使得所述显示器显示已经确定的切片,同时确定在所述构建中稍后构建的其他切片。该方法可以包括:基于所确定的扫描数据,使用所述增材制造工艺来构建零件;并且显示与在所述增材制造工艺中由能量束当前进行的扫描相对应的切片、同时确定在所述增材制造工艺中稍后构建的其他切片。

[0040] 根据本发明的第六方面,提供了一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使得该处理器实施本发明的第五方面的方法。

[0041] 根据本发明的第七方面,提供了一种用于显示在增材制造工艺中使用的扫描数据的装置,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述装置包括用户输入端、显示器、以及处理器,所述处理器被布置成用于:接收选定切片和选定时间的用户输入;获得所述选定切片的扫描数据,所述扫描数据包括所述扫描的效果的与时间相关的值;并且使得所述显示器显示与所述选定切片和所述选定时间相对应的值的图形表示。

[0042] 该装置可以向使用者提供在不同时刻观察选定切片的方式,使得使用者可以分析与时间相关的值、例如温度和/或应力随构建进展如何改变。

[0043] 所述处理器可以被布置成用于使得显示至少一个图形控制元素,所述至少一个图形控制元素能够被用户用定点装置来操纵以选择切片和/或时间。所述至少一个图形控制元素可以包括能够滑动至不同位置以选择不同的切片和/或时间的至少一个图形元素、例如,滑块。所述不同位置可以包括沿着图形地描绘在所述显示器上的路径的不同位置。所述路径可以被图形地表示为滑动杆。

[0044] 优选地,所述至少一个图形控制元素包括两个图形控制元素,第一图像控制元素用于选择切片和第二图像控制元素用于选择时间。所述第一图像控制元素和第二图像控制元素可以包括两个滑块,其中之一能够沿着路径滑动以选择切片,并且另一个能够沿着路径滑动以选择时间。

[0045] 根据本发明的第八方面,提供了一种用于显示在增材制造工艺中使用的扫描数据的计算机实施方法,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,该方法包括:接收选定切片和选定时间的用户输入;获得所述选定切片的扫描数据,所述扫描数据包括所述扫描的效果的与时间相关的值;并且使得所述显示器显示与所述选定切片和所述选定时间相对应的值的图形表示。

[0046] 根据本发明的第九方面,提供了一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使得该处理器实施本发明的第五方面的方法。

[0047] 根据本发明的第十方面,提供了一种用于确定增材制造工艺中的扫描效果的装置,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述装置包括处理器,所述处理器被布置成:接收选定切片的用户输入;获得所述选定切片和所述选定切片下方的设定数量的切片中的每一个切片的扫描数据,所述设定数量小于所述选定切片下方的切片总数,所述扫描数据包括定义了所述能量束扫描以形成所述切片的扫描路径和扫描参数的数据;并且基于针对所述选定切片和所述设定数量的切片所获得的扫描数据来确定所述扫描过程中所述选定切片的预测温度和/或应力。

[0048] 将所考虑的扫描数据限制于该选定切片下方的设定数量的选定切片可以减少求解热模型和/或应力模型所花的时间,而不影响预测温度和/或应力的准确性。具体而言,切片离开选定切片越远,对在选定切片下方的切片的扫描数据的温度和/或应力的影响减小。可以合理地假设,在选定切片下方的一定数量的切片中的每个切片已经有足够的时间来冷却,从而使在初始形成切片时产生的任何温度/应力变化均衡。相应地,这样的远距离切片上的温度可被认为是均匀的,使得在确定选定切片的预测温度和/或应力时,不必考虑远处切片的扫描数据。

[0049] 所述处理器可以被布置成用于接收对所述设定数量的切片的用户选择。替代性地,该处理器可以基于可用的其他信息(例如,正在处理的材料、增材制造设备中提供的加热、预期的材料冷却速率、和/或可流动材料床的预期平均温度)来选择切片的设定数量。

[0050] 根据本发明的第十一方面,提供了一种用于确定增材制造工艺中的扫描效果的计算机实施方法,其中用能量束扫过多个可流动材料层以便以逐层的方式使所述材料固结从而构建零件,所述方法包括:接收选定切片的用户输入;获得所述选定切片和所述选定切片下方的设定数量的切片中的每一个切片的扫描数据,所述设定数量小于所述选定切片下方

的切片总数,所述扫描数据包括定义了所述能量束扫描以形成所述切片的扫描路径和扫描参数的数据;并且基于针对所述选定切片和所述设定数量的切片所获得的扫描数据来预测所述扫描过程中所述选定切片的温度和/或应力。

[0051] 根据本发明的第十二方面,提供了一种具有存储在其上的指令的数据载体,所述指令在被处理器执行时使得该处理器实施本发明的第九方面的方法。

[0052] 本发明的上述方面的数据载体可以是用于向机器提供指令的适合的介质,例如非瞬态数据载体,例如软盘、CD ROM、DVD ROM/RAM(包括-R/-RW和+R/+RW)、HD DVD、Blu Ray(TM)盘、存储器(例如记忆棒(TM)、SD卡、小型闪存卡等)、磁盘驱动器(例如,硬盘驱动器)、磁带、任何磁/光存储器、或者瞬态数据载体(例如,有线或光纤上的信号或无线信号)、例如通过有线或无线网络发送的信号(例如,互联网下载、FTP传输等)。

## 附图说明

[0053] 现在将参照附图仅通过举例的方式来描述本发明的实施例,在附图中:

[0054] 图1示出了根据本发明实施例的增材制造设备;

[0055] 图2从不同侧示出了图1所示的增材制造设备;

[0056] 图3示出了用户界面,该用户界面包括有待在增材制造工艺中构建的具有支撑件的零件的图形表示;

[0057] 图4a示出了使用者选择零件上的位置来确定切片的图形用户界面;

[0058] 图4b示出了供使用者选择切片以查看扫描数据的图形用户界面;

[0059] 图5a和5b展示了针对零件的不同切片确定的扫描路径;

[0060] 图6a和6b示出了根据本发明的用于显示切片的扫描路径的实施例;

[0061] 图7a和7b示出了表示输入切片中的能量的显示的实施例;

[0062] 图8a和8b示出了表示针对图7b所示的扫描的孔隙率概率图的显示的实施例;并且

[0063] 图9示出了展示在特定时刻t切片的温度的显示。

## 具体实施方式

[0064] 参照图1和图2,增材制造设备(在这个实施例中为激光固化设备)包括主腔室101,该主腔室中具有分隔件115、116,这些分隔件界定了构建腔室117以及可以将粉末沉积到其上的表面定义。提供了构建平台102以支撑由选择性激光熔化粉末104构建的零件103。平台102可以随着零件103的相继层的形成而在构建腔室117内被降低。构建平台102可以在构建腔室117中降低的程度定义了可用的构建体积。随着通过分配设备108和刮板109构建零件103,形成了粉末104层。例如,分配设备109可以是如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,如在计算机130的控制下由光学模块106根据需要引导的激光。该激光经由窗口107进入腔室101中。

[0065] 该设备包括红外相机113,以在构建过程中捕捉工作表面(粉末顶层)的红外图片。

[0066] 计算机130包括:处理器131;存储器132;显示器133;用户输入装置134,例如键盘、触摸屏等;以及与激光熔化单元的模块(例如光学模块106和激光模块105)的数据连接。存储器132中存储了指令处理单元实施如现在所描述的方法的计算机程序。

[0067] 典型地,会是在适当的软件、例如CAD中设计待构建的零件。在这样的软件设计包

中,零件通常是以不适合用于确定有待在增材制造过程中形成的切片、激光在扫描粉末层以形成切片时的扫描路径和扫描参数的方式定义的。为了确定扫描路径,可能只需要考虑零件的边界,从而给出了定义零件的表面几何形状的格式,例如STL文件,即,一种用于定义零件的适合格式。因此,作为第一步骤,将CAD数据转换成STL格式。可以在计算机130上提供适合的转换程序,或者可以远离系统执行这种转换。将CAD文件转换为STL文件可能需要修整数据,以确保它满足用于在确定截面和扫描路径时的某些要求。例如,表面中的定义不明确区域可能必须进行修整。数据的修整可以使用传统的软件来完成。将以STL文件定义的零件导入存储在计算机130上的计算机程序中。

[0068] 对于增材制造机器中的单次构建而言,通常一起构建多个零件。为了设计这样的构建,可以将多个零件例如以STL文件的形式导入在计算机130上运行的应用程序中,或者可以导入单一零件并且在应用程序中产生的零件的副本。在任一情况下,提供了数据来自定义多个零件的表面几何形状。

[0069] 图3中示出了应用程序的用户界面。可以在显示器133上显示这样的用户界面。该用户界面包括构建平台204和可用构建体积217的图形描绘。零件218a、218b、218c、218d、以及218e已经导入应用程序中。使用者通过输入装置134与计算机130交互以在构建体积217中定向并定位每个零件218a、218b、218c、218d、218e以及219。

[0070] 构建过程具有四个阶段,即,设计、分段、确定扫描路径/扫描参数、以及输出用于控制构建的数据。使用者可以通过选择零件、并且接着用定点装置或通过触摸触摸屏来选择图标/图形按钮222、223、224、和225,来在每个零件的每个阶段之间切换。因此,不同的零件可能处于设计过程的不同阶段。按钮222至225可以改变颜色或者以其他方式改变外观,以向使用者指示已经针对特定零件选择的过程阶段。

[0071] 在这个设计阶段中,使用者可以将该(这些)零件定位在构建体积217中并加以定向。这可以通过使用定点装置/触摸来选择零件、以及按钮/按键操作与指针/手指移动的适当组合来定向和定位该零件而实现。一旦使用者对零件在构建体积中的取向和位置感到满意,使用者就可以选择一个或多个零件并且接着选择“分段”按钮223,这将使得处理单元131将该(这些)零件以及任何支撑件切成有待在逐层选择性激光熔化工艺中构建的切片。由于切换到这个阶段,选定零件的取向以及可能的位置可能变成固定的,因此使用者必须切换回“设计”阶段来改变该取向和位置。零件的重新定向需要对零件进行重新切片,并且如果在对零件重新定向时实时执行重新切片,则可能的情况是,用传统的桌上型计算机来对零件进行切片所花的时间(通常为数十秒,但是取决于该零件的形状和尺寸)可能太长而不能提供用户友好的体验。然而,适当快的计算机可能能够在可接受时间段内对零件执行实时重新切片,使得零件随着取向的改变而“实时”重新切片可以提供可接受的用户体验。在这种情境下,当用户切换到分段阶段时,不需要锁定零件的取向。零件围绕z轴的旋转取向和零件的位置不影响零件的分段。相应地,在一个实施例中,使用者能够在切片操作之后改变这些属性。

[0072] 接着使用者可以选择处于“分段”阶段的一个或多个零件、并且使用按钮224切换到扫描路径阶段。在这个阶段期间,处理单元131确定在形成该(这些)选定零件和支撑件的每个区段时激光的扫描路径以及可能地还有扫描参数。这些扫描参数可以由使用者预先选择、基于材料来选择,或者处理单元131可以基于对零件的几何形状或扫描路径的类型的分

析来从多个预先定义参数集中选择参数集。例如,可以针对与非悬垂的区域相比切片的、将该切边悬垂在下方的区域,或针对边界(外壳)和内核扫描使用不同的参数集。

[0073] 在最后阶段中,扫描路径和其他几何数据被输出至用于控制零件构建的激光固化设备。使用者通过选择按钮225来激活该操作。

[0074] 在设计阶段、分段阶段、以及扫描路径阶段期间,使用者可以生成用于在构建期间支撑该(这些)零件的支撑件230。为使用者提供图标/图形按钮227、228、229来创建支撑件。

[0075] 图4a示出了图形用户界面的显示,该图形用户界面允许使用者根据定义零件表面的几何数据(例如,以STL数据定义的)来选择零件用于产生切片的高度。可以在切片确定之前和期间向使用者显示图形用户界面。使用者可以沿着滑动杆343滑动滑块341以在零件318上选择位置、在这个实施例中为高度h。因此,处理器131使得显示器针对该选定高度显示二维切片。如果分段阶段233已经开始来确定有待在增材制造工艺构建的零件的切片,则使用者可以在所有切片被确定之前选择查看切片。如果确定切片的顺序意味着用户想要查看的选定高度处的切片尚未被确定,则预先确定的顺序被中断,并且确定该高度处的切片。在这个实施例中,零件被显示成:该零件的高于选定高度的这部分未示出,以使得使用者能够观察到位于选定高度处的切片。然后确定与针对选定高度确定的切片相邻的切片,并且接着确定下一个最接近的切片等等。

[0076] 零件318的图形表示可以提供对零件318的、已经被确定了切片的区域的指示。在图4a中,以实线示出了零件318的已经被确定了切片的区域,并且用虚线示出了零件的尚未被确定切片的区域。

[0077] 使用者可以通过移动滑块341来改变正在观察的切片。

[0078] 由于在STL文件中零件表面不是适当地定义的,所显示的切片可能具有定义不清楚的轮廓342(例如不是封闭轮廓,由空隙344指示)。该图形界面可以为使用者提供工具(未示出)来指示应如何修整定义不清楚的轮廓342。替代性地或额外地,处理器131可以被布置成用于自动确定对定义不清楚的轮廓342的修整。可以向使用者显示该修整,以允许使用者查看该修整并确认他/她想要继续该构建,然后以此方式修整轮廓。

[0079] 使用者也可能想要查看切片以识别需要被支撑的悬垂区域,例如345。该系统允许使用者查看包括悬垂部345和设计支撑件的切片,同时处理器确定该零件的其他区域的切片。

[0080] 图4b示出了图形用户界面的显示,该图形用户界面允许用户选择切片1到N以查看扫描数据。一旦处理器131已经确定切片,就可以向用户显示图形用户界面,并且在扫描路径阶段期间,确定这些切片的扫描数据、例如扫描路径。

[0081] 在这个实施例中,图形用户界面包括对构建的选定零件218和图形控制元素(在该实施例中是滑动杆243和滑块241)的描绘,使用者可以使用用户输入装置、例如定点装置与该图形控制元素交互以选择一个或多个切片进行查看。通过沿着滑动杆243移动滑块241,使用者可以选择层n以供查看。与滑块243相邻的零件218的描绘可以被更新以随着使用者移动滑块241显示层n。

[0082] 如果扫描路径阶段已经开始,则在已经确定所有切片1至N的扫描数据之前,使用者可以选择查看针对选定切片确定的扫描数据。为了选择切片n以供查看,当滑块241位于切片n的位置处时,使用者通过定点装置选择按钮242。选择查看切片的扫描数据将使用者

带到对该扫描数据的图形描绘,如图5a所示的。

[0083] 通过使用者开始扫描路径过程将使得处理器131按预先确定的序列确定切片的扫描数据。在此实施例中,预先确定的序列从确定最上切片N的扫描数据开始、并且向下逐切片地进行。然而,应理解的是,可以使用其他预先确定序列来确定扫描数据。

[0084] 用激光束扫过粉末层以形成零件的切片的方式取决于以下扫描参数,这些扫描参数包括扫描策略、光点大小、激光功率、点距离、以及点曝光时间。处理器131基于这些扫描参数和切片的形状来确定用于在粉末层中形成切片的激光束扫描路径。这些扫描路径的方向可以在层之间旋转,例如如US5155324和EP1993812中所描述的。

[0085] 如果还没有确定好扫描数据,在确定切片的扫描数据的序列的执行期间选择切片n来查看,使得处理器131确定选定层n的扫描数据,即使这需要中断预先确定序列也是如此。

[0086] 一旦已经确定扫描数据,该扫描数据就被显示给使用者。显示选定切片的扫描数据,同时处理单元131确定这些切片中的其他切片的扫描数据。在这个实施例中,在确定选定切片n的扫描数据之后,处理器131确定相邻切片n-1或n+1的扫描数据。此后,处理器131确定与选定切片n相邻的其他切片n+1或n-1的扫描数据。接着处理器131确定下一个最接近的切片的扫描数据等等,直至已经确定了所有切片的扫描数据,或者使用者选择扫描数据尚未被确定的另外的切片来查看。如果使用者选择观察此类另外的切片,则针对新选定切片确定并且显示扫描数据,并且,与上文参照选定切片n所描述的相同的方式、考虑扫描数据已被确定的切片地使用将该新选定切片作为规划确定这些切片的扫描数据的顺序的基础。

[0087] 图5a示出了切片n的扫描数据的显示。在这个实施例中,扫描策略包括“外壳与内核”扫描策略,其中使用曲流扫描或光栅扫描237a来扫描待固化区域的内核,并且使用两次平行的周界(边界)扫描238a和239a来扫描该区域的外皮。使用者能够选择扫描路径,这使得出现了显示选定扫描路径的参数的对话框(未示出)。

[0088] 使用者能够滚过这些切片而不返回到图4b所示的显示。图5b示出了与图5b所示相邻的切片,其中用定向在不同方向上的光栅扫描对内核进行扫描。

[0089] 使用者可以放大切片n的区域以更详细地观察扫描路径。图6和6b中示出了此类图像的实例。图6a示出了扫描路径237c、238c、239c、240c,其中这些扫描路径均是连续扫描。图6b示出了扫描路径237d、238d、以及239d是包括离散点曝光的扫描,并且扫描路径240d是连续扫描。用箭头H表示阴影线间距,并且用箭头P表示点距离。

[0090] 以此方式,使用者能够在由处理器确定其他切片的扫描数据的过程中查看兴趣切片的扫描数据。此外,处理单元131将优先确定选定切片的扫描数据,以减少使用者指示他/她想要查看的切片的扫描数据与显示该扫描数据之间的任何延迟。

[0091] 处理器131被布置成用于在形成每个切片时预测扫描效果值。这些预测值可以是根据针对单一切片确定的扫描数据(例如,扫描路径和扫描参数)或针对多个切片确定的此类扫描数据可确定的。在后种情况下,当确定选定切片的值时,使用者能够指定应考虑这样的扫描数据的切片的数量。选定切片的预测值被显示,同时处理器预测其他切片的对应值。对于针对其他切片来确定值的顺序可以是使用如上文关于确定扫描路径和扫描参数所描述的最近邻途径。

[0092] 在一个实施例中,该预测值是输入到切片中的能量输入。对于扫描包括一系列离散点(如图6b所示)曝光的扫描路径,每次曝光的能量输入可以根据点曝光时间、以及已知的跨激光光点的激光功率(将随着光点大小而变化)的分布(典型地具有高斯分布)来计算。如图7a所示,能量输入可以用适当的颜色/阴影梯度表示。从这样的显示中,使用者可能能够确定切片是否有任何区域没有经受高于规定水平的能量输入。

[0093] 图7b示出了连续扫描的对应能量输入图。对于这样的扫描,可以根据扫描速度、以及已知的跨激光光点的激光功率(将随着光点大小而变化)的分布来计算能量输入。

[0094] 在另外的实施例中,除了输入到切片的能量输入之外,处理器131被布置成用于预测被固化以形成切片的材料的孔隙率。通过具有的密度为100%理论密度的扫描形成固化材料的概率可以根据每个点曝光/线扫描的能量输入以及其与其他点曝光/线扫描重叠的程度来预测。可以在不考虑多次曝光之间的时间的情况下计算该图,并且当在棋盘或条带扫描中观察阴影线扫描时这可以是可接受的简化,其中沿着相邻阴影线的点的曝光之间的时间大致相等。图8a显示了如何可以在显示器中针对连续扫描来图形地呈现预测孔隙率,并且图8b显示了如何可以在显示器中针对离散点扫描来图形地呈现预测孔隙率。

[0095] 处理器131还被布置成用于随着切片的形成并且可能地随着在选定切片上方形成另外的切片来预测选定切片的热历史。处理器131根据输入到切片中的能量输入(如上所描述计算的)、已知的材料特性、以及重叠曝光之间的已知时间来预测选定切片的区域的温度。根据这些参数,可以计算区域随时间而变的预测温度(以下称为“建模热历史”)。可以基于下方切片是热均匀的假设来计算切片的建模热历史。然而,优选地,考虑选定数量的下方切片的预测温度来计算选定切片的建模热历史。

[0096] 在这个实施例中,用户界面被布置成允许使用者选择选定切片下方的在对历史进行建模时应考虑的多个切片。处理器131被布置成用于在使用者选择观察选定切片的热历史后,优先确定选定切片下方的选定数量切片以及该选定切片的扫描参数和扫描路径。根据这个扫描数据,随着选定切片被固化计算该选定切片上的点的预测温度。与只考虑所选切片的扫描数据相比,使该预测温度基于选定切片下方的选定数量切片的扫描数据可以实现对该选定切片上的点的温度的更好预测。例如,选定切片上的点冷却的速率取决于该点下方是否存在任何固化的几何形状以及该固化的几何形状的温度,该温度进而取决于下部切片的扫描路径和扫描参数。如果该点下方的固化的几何形状与选定层上的已经固化的其他点热关联,则这些点的热传导可能影响在被固化的点下方的被固化的几何形状的温度。

[0097] 切片离选定切片越远,之前固化的下部切片对选定切片上的点的温度的影响减小。在一定数量的切片之外,可以假设被固化的几何形状处于均匀的温度下。因此,不考虑切片的扫描数据,选定切片下方的一定数量的切片可能不会显著影响建模热历史的准确性。将热模型中考虑的扫描数据限制于选定切片下方的选定数量的切片可以减少求解热模型和/或应力模型所花的时间,而不影响该模型的准确性。

[0098] 图9示出了如何在显示器上图形地表示出建模热历史。选定切片上的点在时刻 $t$ 的温度用底纹、例如颜色底纹表示。激光束在时刻 $t$ 的位置用图形250表示。滑块252沿着滑动杆251的操纵使得计算机显示这些点在选定时刻 $t$ 确定的温度。

[0099] 可选时刻可能局限于使用激光来固化选定切片的时间。然而,在另外的实施例中,是在正在构建的、选定切片上方的切片的时间期间求解热模型来确定这些点的温度。对此

类时刻的温度的计算可以基于针对选定切片上方的切片确定的扫描数据。

[0100] 在计算出选定切片的预测热历史之后,处理器131可以被布置成用于计算与选定切片相邻的切片的预测热历史、并且然后是下一个最靠近切片等等,直至已经针对所有切片确定了预测热历史,或者使用者选择另外的切片来查看。可以显示另外的滑动杆254和滑块255,这允许使用者从选定切片移开以观察附近切片的预测热历史。该显示器可以例如通过扩展滑动杆254和/或通过滑动杆254的适当着色来提供已被计算了预测热历史的切片的指示。

[0101] 处理器131可以被布置成用于基于计算出的温度来求解应力模块。例如,可以基于切片的几何形状、以及根据预测的材料冷却速率来确定的固化材料的收缩速率(即,预测温度随时间的变化速率,可根据使用热模型预测的温度来确定)来计算应力。这样的应力可以以与温度类似的方式呈现,使用者能够观察不同切片的应力随时间的变化。如同上面讨论的扫描数据一样,针对切片确定应力的顺序是基于使用者对兴趣切片的选择,如上文所描述的。

[0102] 如果在查看一个/多个选定切片的扫描数据之后,使用者标识出可能有问题的扫描,例如扫描路径之间(例如,在内核扫描路径与边界扫描路径之间)的过大间隙、切片的区域的过热、或高于一定幅度的应力,则使用者可以选择修改扫描路径和扫描参数所基于的指令。例如,使用者可以选择增大或减少边界扫描的数量、阴影线间距、激光功率、点曝光时间、和/或点距离,和/或提供额外的支持。可以基于经修改的指令来重新计算这些切片的扫描数据。扫描数据的重新计算可能局限于受指令变化影响的切片,这些切片可能少于所有切片。

[0103] 在构建过程中,红外(IR)相机113捕捉构建的图像、并且将这些图像存储在计算机130中。在构建期间或之后,使用者可以查看IR图像以及预测的热历史或预测的应力,这可以提供该构建是否符合期望的指示。在构建失败的情况下,预测温度和/或应力与IR图像比较可以提供对构建何时开始偏离预期温度和/或应力的了解。

[0104] 在另外的实施例中,计算机被布置成用于接收在通过使用增材制造设备构建的零件上实施微CT扫描所获得的切片数据。接着可以将这些CT图像与扫描数据进行比较。

[0105] 在又一个实施例中,该设备包括捕捉该构建的图像的相机、例如灰度相机。计算机130可以被布置成用于显示该相机所捕捉的图像以及以上述方式确定的扫描数据以供使用者分析。例如,如果零件失败,则这些图像可以展示在该构建过程中零件何时开始失败、例如卷起,并且使用者可以将扭曲的切片图像与使用应力模块预测的应力进行比较。

[0106] 在另外的实施例中,计算机130被布置成用于与正在用激光固化设备构建的零件相同步地确定切片的扫描数据。处理器130可以以构建切片的顺序来确定切片的扫描数据。正通过该激光固化设备构建的当前切片的扫描数据被显示在显示器130上。

[0107] 应理解的是,可以对上述实施例进行修改和改变而不背离如权利要求书所定义的本发明的范围。

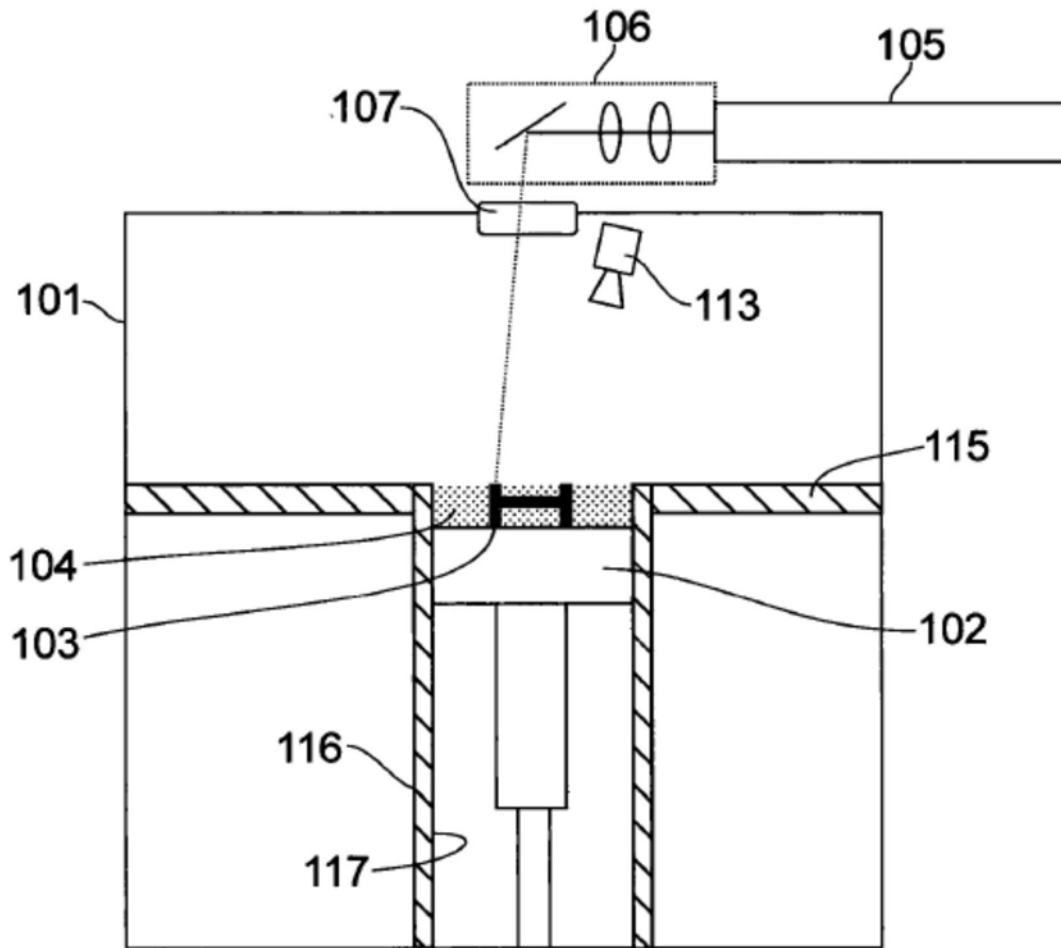


图1

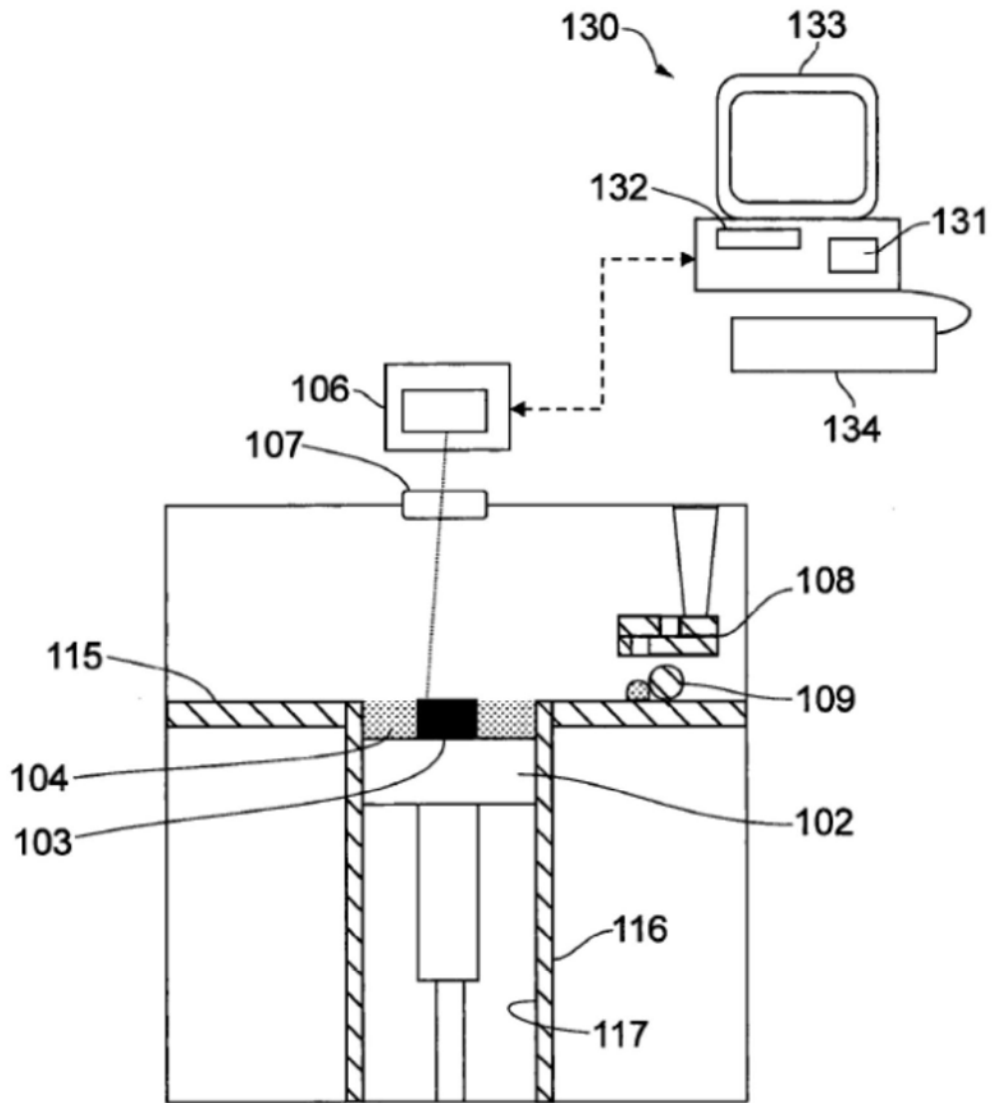


图2

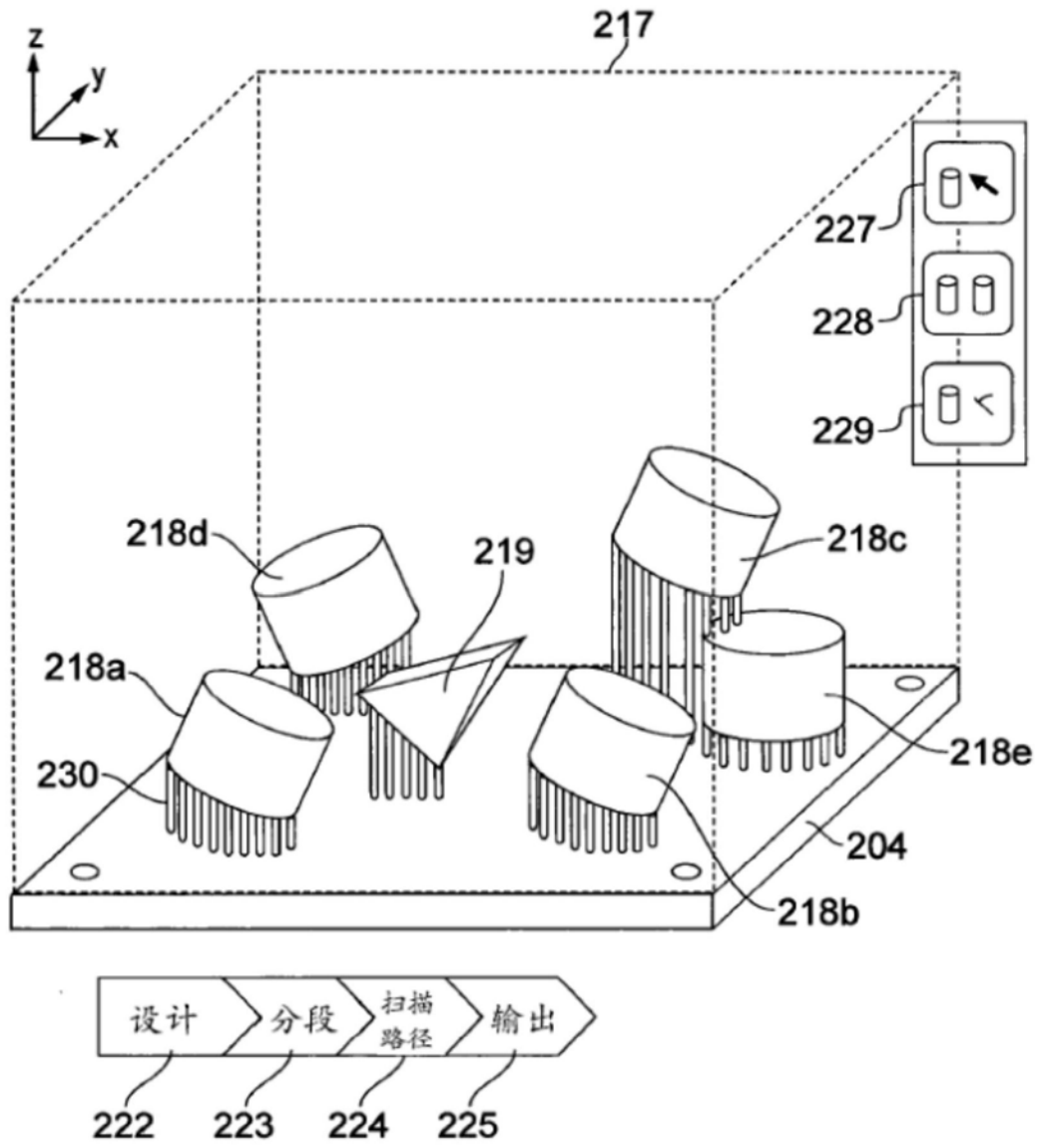


图3

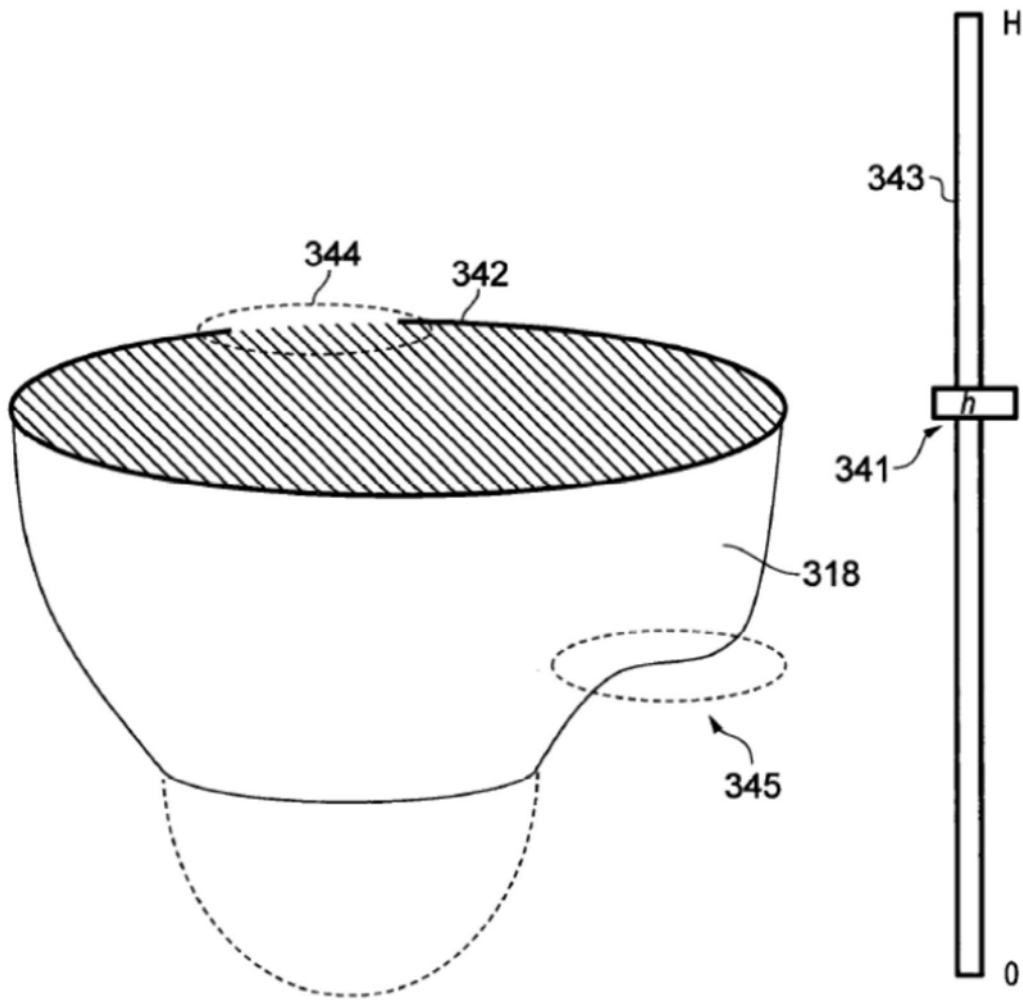


图4a

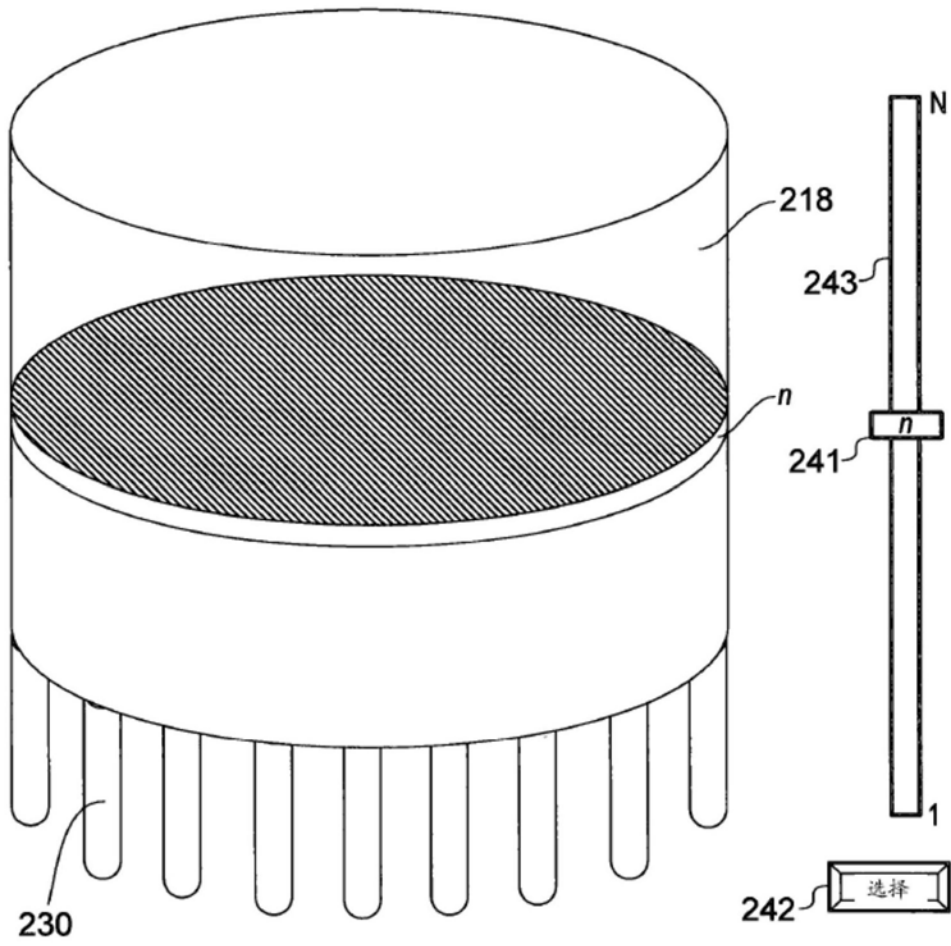


图4b

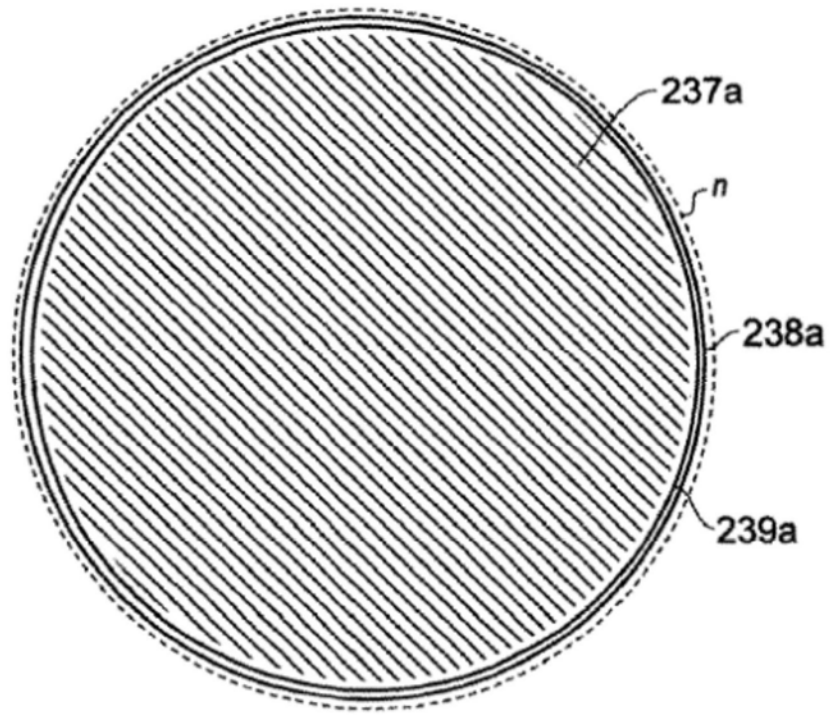


图5a

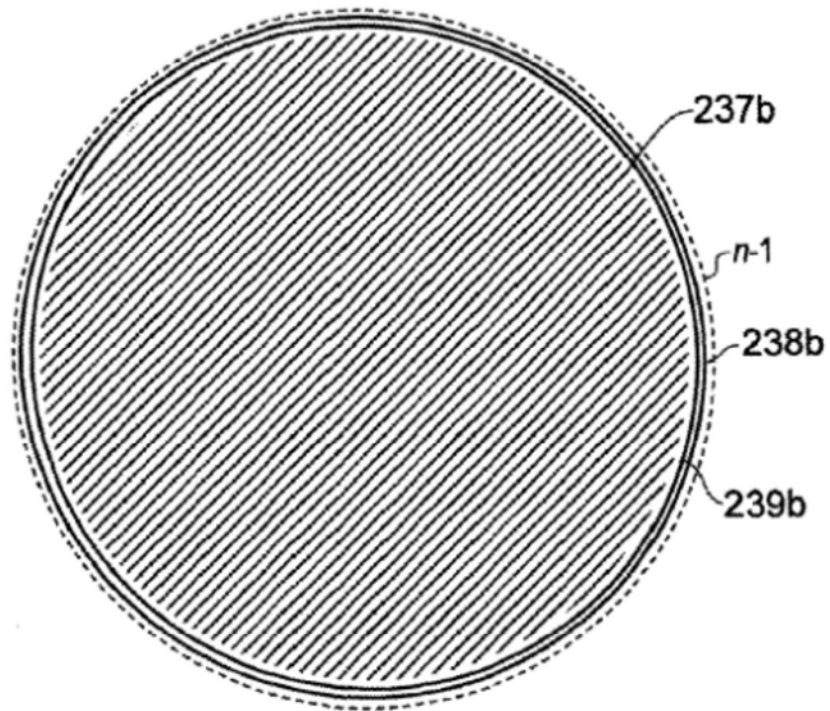


图5b

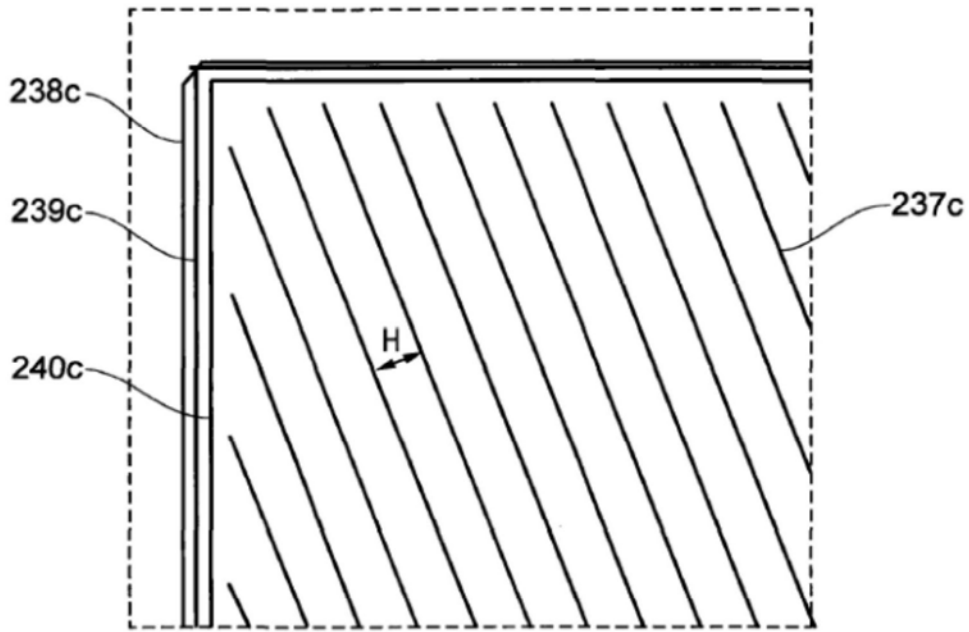


图6a

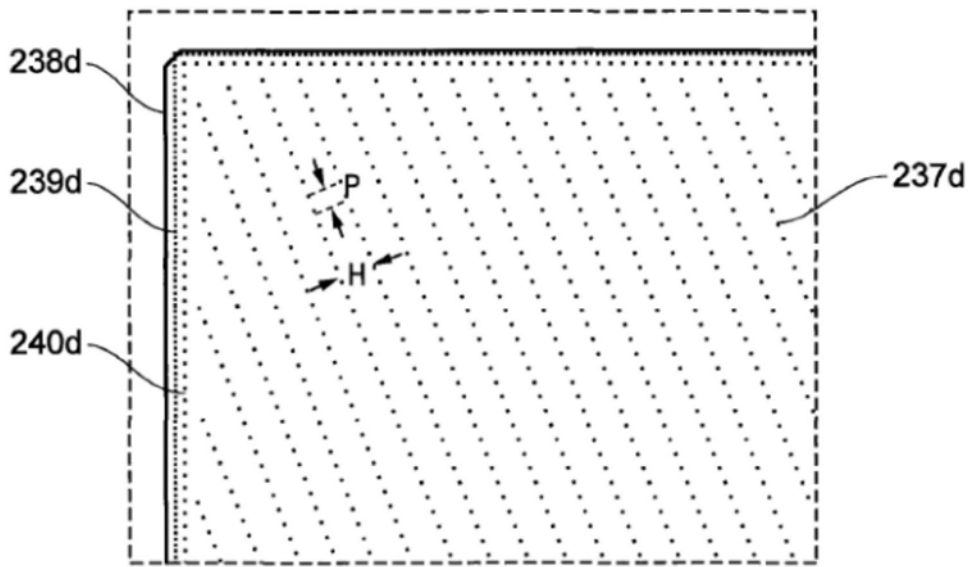


图6b



图7a

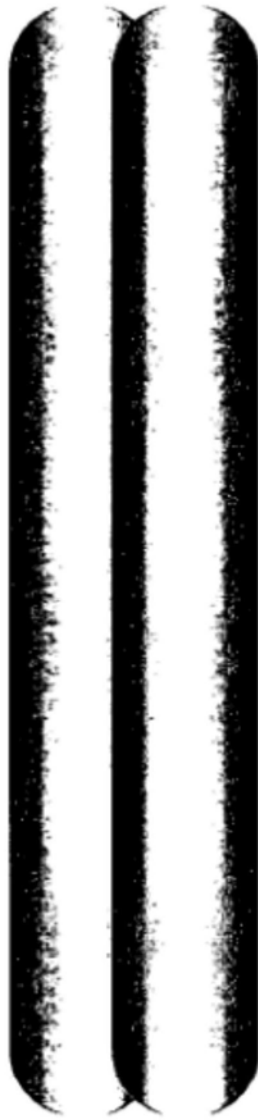


图7b

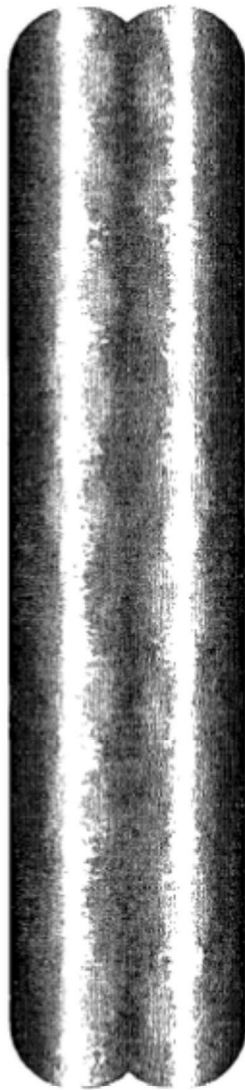


图8a

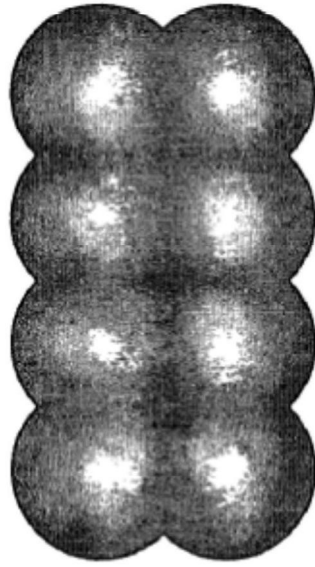


图8b

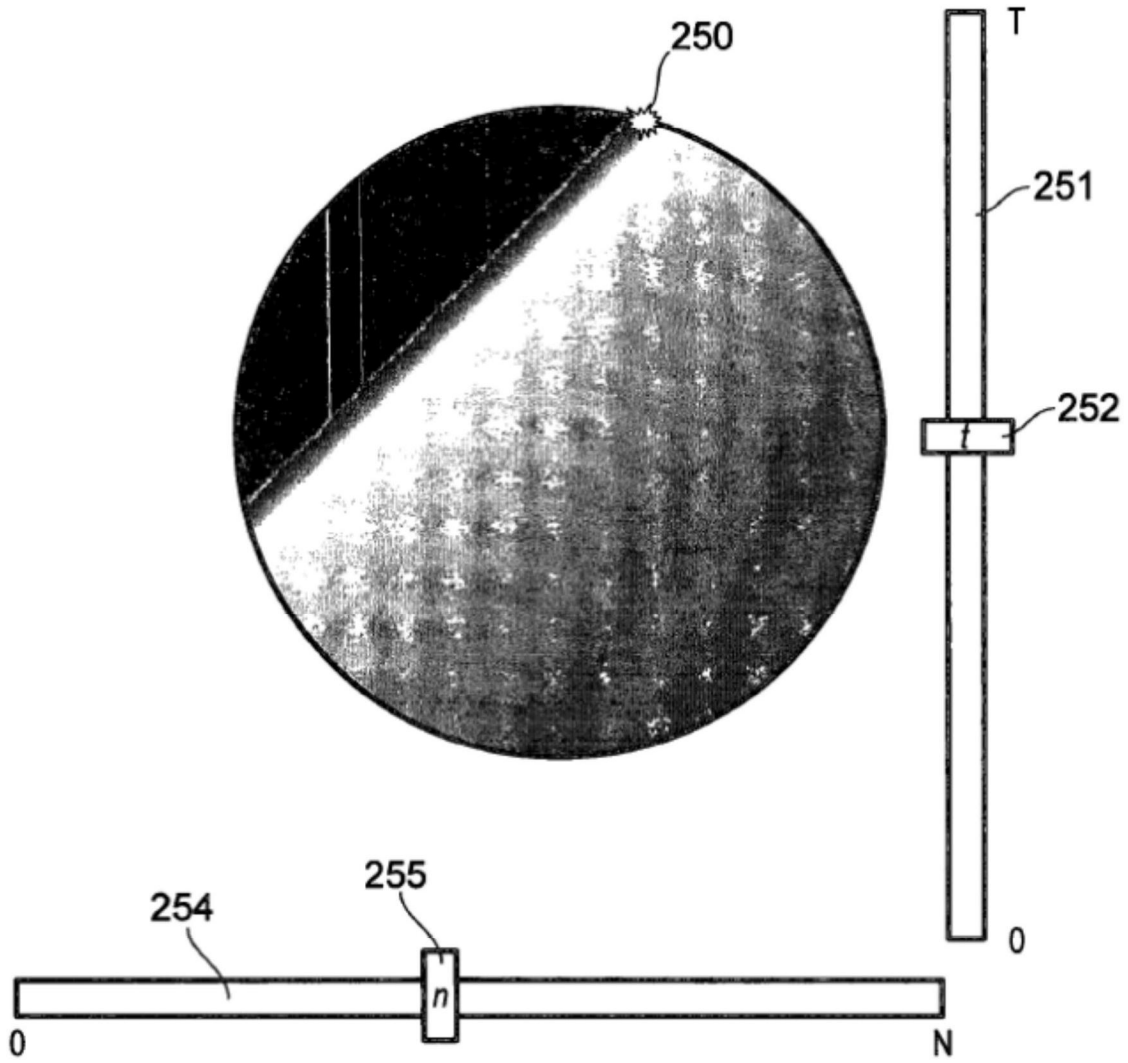


图9