



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105307840 B

(45)授权公告日 2020.01.31

(21)申请号 201480034533.X

(22)申请日 2014.06.19

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105307840 A

(43)申请公布日 2016.02.03

(30)优先权数据
13/946,857 2013.07.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/043143 2014.06.19

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/009397 EN 2015.01.22

(73)专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 S·M·巩特尔

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 吕俊刚 刘久亮

(51)Int.Cl.
B29C 64/393(2017.01)
G05B 1/00(2006.01)
B22F 3/105(2006.01)
B33Y 50/02(2015.01)

(56)对比文件
CN 1921970 A,2007.02.28,
审查员 武敏

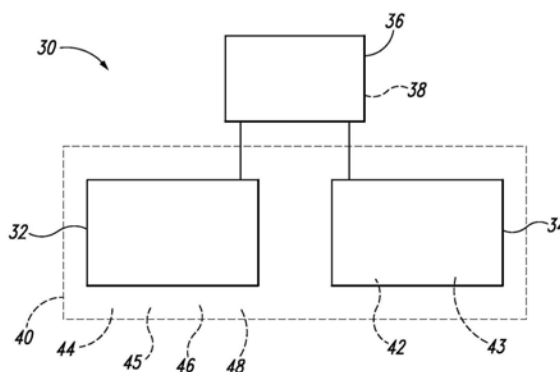
权利要求书1页 说明书13页 附图3页

(54)发明名称

添加制造部件的质量控制

(57)摘要

描述了一种用于利用过程中监测来加工添加制造部件(60)的方法和设备。由于部件被层接层形成,因而,需要对每一个层或层组(62)进行3D测量。获取尺度数据(54)可以至少部分地与形成层(62)并行执行。该尺度数据(54)可以累积直到部件(60)完全形成为止,从而获得随着部件(60)被构造而被完整检查的部件(60)。完工测量数据(54)可以与希望的部件形状的输入几何描述(50)相比较。在该部件(60)无法满足容差的情况下,其可以在构造过程期间被修改或者丢弃。



1. 一种用于从一系列层(62)加工出加工部件(60)的制造和质量控制方法,该方法包括以下步骤:

顺序形成步骤,从原材料(58)并且基于几何描述(50),利用添加制造来顺序形成所述系列层(62)中的一个或更多个层(62),以形成至少局部完成的过程中部件(64);

同步获取步骤,利用3D光学扫描同步获取与所述一个或更多个层(62)有关的逐层尺度数据(54);

重复所述顺序形成步骤和所述同步获取步骤,直到所述系列层(62)中的每一个层(62)被形成到加工部件(60)中为止,以累积来自所述一个或更多个层(62)的逐层尺度数据(54)并且创建完工的加工部件的3D模型;

比较步骤,比较所述几何描述(50)与所述完工的加工部件的尺度数据(54),其中,所述比较步骤包括以下步骤:计算所述尺度数据(54)与所述几何描述(50)之间的测量差;以及

如果所述测量差在预定容差极限之外,则指示需要后期加工处理,其中,所述后期加工处理包括以下中的一个或多个:从加工部件(60)去除虚假特征、去除支承结构、对加工部件(60)进行表面抛光、退火加工部件(60)、硬化加工部件(60)、清洁加工部件(60)、以及涂覆加工部件(60),

其中,所述几何描述(50)是3D表面表示,并且所述尺度数据(54)是3D表面表示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括以下步骤:在形成所述系列层(62)中的每一个层(62)之后,获取与所述过程中部件(64)有关的尺度数据(54)。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述比较(16)步骤通过计算机(38)执行,并且包括以下步骤中的至少一个:报告所述尺度数据(54)与所述几何描述(50)之间的差异,以及向显示装置输出表示所述比较的图像。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述顺序形成步骤包括基于形成参数而顺序形成的步骤,所述方法还包括以下步骤:

基于所述测量差来调节所述形成参数;

其中,所述形成参数包括以下各项中的一个或多个:处理速度、分辨率、原材料成分、温度、以及施加至原材料(58)的能量。

5. 一种添加制造设备(30),该添加制造设备(30)包括:

沉积装置(32);

尺度测量装置(34);以及

控制器(36),该控制器(36)被编程成控制根据权利要求1所述的方法;

其中,所述沉积装置(32)被配置成执行所述顺序形成步骤,并且其中,所述尺度测量装置(34)被配置成执行所述同步获取步骤。

6. 根据权利要求5所述的设备,所述设备还包括:

加工室(40),在所述加工室(40)内,所述沉积装置(32)被配置成执行所述顺序形成步骤;

其中,所述尺度测量装置(34)包括位于所述加工室(40)内的能量发射器(43)和能量检测器(42)。

添加制造部件的质量控制

技术领域

[0001] 本公开涉及用于添加制造部件的质量控制的方法和装置。

背景技术

[0002] 添加制造 (additive manufacturing, 有时出称作3D打印) 是一种相对较新的技术, 其是通常层接层地连接材料来制成根据3D (三维) 模型数据的部件的过程。传统上, 消减制造 (subtractive manufacturing) 技术通过从较大模板去除材料来创建整形物体。诸如焊接、模制、粘合以及扣接这样的传统添加技术未被分类为添加制造, 因为那些技术未根据3D模型来驱动, 也基本上不是层接层地构建。添加制造通常使用大量 (bulk) 原材料 (stock material), 如液态、粒状, 或固体材料, 其根据电子输入来选择性地形成层。层通常以一个在上一个的顶部上的方式来构建, 直到形成整个部件为止。

[0003] 添加制造允许在没有工装 (tooling) 和/或安装装置的情况下构建复杂部件, 并且通常被用于快速原型制作和非关键的复杂部件。添加制造可以在各种工业中采用, 包括消费产品、运输、航空和航天、机器人学、医学、军事、以及学术研究。

[0004] 添加制造通常比传统制造更有效地使用材料。在利用铸造和机械加工的传统制造方面, 大部分原材料被废弃。在添加制造中, 原材料被选择性地用于形成层。剩余原材料仍保持基本不受影响, 并且可用于将来使用。而且, 因为添加制造的自由形成性质, 所以复杂结构可以几乎没有附加成本地形成, 由此使能实现希望用于航空航天应用的低成本、高强度重量比部分。然而, 当前添加制造技术对于提供诸如航空航天组件这样的关键结构性组件具有有限的适用性, 因为所构建的部件通常不容易检查, 尤其是非常复杂的部件或具有包围表面的部件。

发明内容

[0005] 根据本公开的设备和方法提供对添加制造部件的非破坏性的过程中 (in-process) 检查。该完工 (as-built) 测量允许对添加制造部件的有效质量控制和100%检验。航空航天应用通常需要对结构性部件的有效质量控制。本公开的添加制造方法通常包括以下步骤: 基于输入几何描述, 从原材料顺序形成部件的一个或更多个层。该方法还包括以下步骤: 同步获取与所形成层的至少一个部分有关的尺度数据。而且, 该方法包括以下步骤: 比较驱动所述形成步骤的所述几何描述中的至少一些与描述所述局部加工部件的所述尺度数据。如果迭代地执行, 则所述形成步骤和获取步骤将创建完成的部件和完工的部件的3D模型, 包括任何内部表面。

[0006] 根据本公开的一个方面, 提供了一种用于根据一系列层来加工出加工部件的制造和质量控制方法。该方法包括以下步骤: 从原材料并且基于几何描述, 利用添加制造来顺序形成所述系列层中的一个或更多个层, 以形成至少局部完成的过程中部件; 同步获取与上述一个或更多个层的至少一部分有关的尺度数据; 以及比较所述几何描述与上述尺度数据。

[0007] 有利的是,所述同步获取步骤包括以下步骤:在形成所述系列层中的每一个层之后,获取与所述过程中部件有关的尺度数据。有利的是,所述同步获取步骤在所述顺序形成步骤之后顺序地执行。有利的是,该方法还包括以下步骤:重复所述顺序形成步骤和所述同步获取步骤,直到所述系列层中的每一个层被形成到所述加工部件中为止。

[0008] 有利的是,所述方法还包括以下步骤:重复所述顺序形成步骤、所述同步获取步骤以及所述比较步骤,直到所述系列层中的每一个层被形成到所述加工部件中为止。有利的是,所述比较步骤通过计算机执行,并且包括以下步骤:报告所述尺度数据与所述几何描述之间的差异。有利的是,所述比较步骤通过计算机执行,并且包括以下步骤:向显示装置输出表示所述比较的图像。有利的是,所述比较步骤包括以下步骤:计算所述尺度数据与所述几何描述之间的测量差。优选的是,所述比较步骤包括以下步骤:比较预定容差极限与所述测量差。优选的是,该方法还包括以下步骤:如果所述测量差在预定容差极限之外,则停止所述过程中部件的所述顺序形成步骤。优选的是,该方法还包括以下步骤:如果所述测量差在所述预定容差极限之外,则指示需要后期加工处理。优选的是,所述顺序形成步骤包括基于形成参数而顺序形成的步骤,其中,该方法还包括以下步骤:基于所述测量差来调节所述形成参数,其中,所述形成参数包括处理速度、分辨率、原材料成分、温度以及施加至所述原材料的能量中的一个或多个。有利的是,所述同步获取步骤包括以下步骤:检测源自所述一个或多个层的所述部分的能量。有利的是,所述同步获取步骤包括非接触检测。

[0009] 根据本公开另一方面,提供了一种添加制造设备,该添加制造设备:包括沉积装置、尺度测量装置以及被编程成控制上述方法的控制器;其中,所述沉积装置被配置成执行所述顺序形成步骤,并且其中,所述尺度测量装置被配置成执行所述同步获取步骤。有利的是,所述设备还包括加工室,在所述加工室内,所述沉积装置被配置成执行所述顺序形成步骤;其中,所述尺度测量装置包括位于所述加工室内的能量发射器和能量检测器。

[0010] 根据本公开的又一方面,提供了一种用于根据一系列层来加工出加工部件的制造和质量控制方法。该方法包括以下步骤:从原材料并且基于几何描述,利用添加制造来顺序形成所述系列层中的多个层,以形成所述加工部件;利用3D光学扫描,在形成所述系列层中的每一个层之后,同步获取与所述加工部件有关的尺度数据;以及通过计算机比较所述几何描述与所述尺度数据,其中,所述比较步骤包括以下步骤:计算所述尺度数据与所述几何描述之间的测量差,并且比较预定容差极限与所述测量差。

[0011] 根据本公开的另一方面,提供了一种添加制造设备,该添加制造设备:包括沉积装置、尺度测量装置、以及被编程成控制前述段落所述方法的控制器;其中,所述沉积装置被配置成执行所述顺序形成步骤,并且其中,所述尺度测量装置被配置成执行所述同步获取步骤。

[0012] 根据本公开另一方面,提供了一种添加制造设备,所述添加制造设备包括:用于根据一系列层并且具基于几何描述来形成加工部件的装置;用于在形成所述加工部件期间获取与所述加工部件有关的尺度数据的装置;以及用于比较所述几何描述与所述尺度数据的装置。

附图说明

[0013] 图1是根据本公开的添加制造设备的示意性表示图。

- [0014] 图2是在使用根据本公开的添加制造设备时的处理流程的示意性表示图。
- [0015] 图3是根据本公开的制造方法的流程图。
- [0016] 图4示意性地表示是根据本公开的添加制造设备的例示性非排它示例。

具体实施方式

[0017] 本公开涉及用于添加制造部件的质量控制的方法和装置。图1-2示意性地呈现了用于添加制造期间的质量控制的装置和装置的使用。

[0018] 添加制造例如从CAD软件或者从3D扫描仪获取希望加工部件60的几何描述50,作为输入,并且将该几何描述50转换成薄的、虚拟的、逐层截面。该制造过程跟随有几何描述50截面的图案,通过一个在另一个顶上,由原材料58顺序地形成层62而继续进行。随着这些层62的形成,它们被形成到先前形成层,创建了局部完整的、过程中部件64。该形成过程通常被重复,直到形成所有层并且构建整个加工部件60为止。

[0019] 添加制造设备30直接根据几何描述50或模型工作,通常不需要专门工具加工来创建加工部件60。由传统制造(像模制和机加工)所强加的限制通常不应用。由此,加工部件60可以采取比传统制造部件形式更自由的形状。

[0020] 根据本公开的具有质量控制的添加制造设备30包括:用于形成层62的沉积装置32;用于获取已经形成的一个或多个层62的尺度数据的尺度测量装置34;以及被编程成执行和/或控制该方法的控制器36,包括形成、获取以及比较,如下进一步所述。控制器36包括(并且可选地是)计算机38。

[0021] 设备30还可以包括加工室40,其中,在过程中部件64上形成层62。在设备30包括加工室40的情况下,沉积装置32和/或尺度测量装置34可以至少临时(而在一些实施方式中,全部)位于加工室40内。具体来说,沉积装置32在形成一个或多个层62时通常位于加工室40内。同样地,尺度测量装置34在测量一个或多个层62时通常位于加工室40内。

[0022] 设备30还可以包括底盘44,其通常支承过程中部件64,并且具体来说,是用于第一层62的底层支承(underlying support)。由于加工部件60是三维物体,因而,设备30还可以包括一个或多个台架,以彼此相对地在可选底盘44上移动沉积装置32和过程中部件64。这样,可以移动形成新层62的一部分的区域。一般来说,该形成区域在两个维度上横向移动,以选择性地形成层62。当完成该层时,该形成区域相对于过程中部件64沿轴向移动(例如,垂直地),使得设备30准备在上一个层上创建另一层62。横向运动可以通过一个或多个横向台架45来实现,而轴向运动可以通过一个或多个轴向台架46来实现。该台架可以被配置成,可选地在底盘44上移动沉积装置32和/或过程中部件64。

[0023] 设备30还可以包括原材料供应部48。该原材料供应部48保持供应原材料58可用于沉积装置32以形成层62。原材料供应部48响应于在形成层62时消耗的原材料58,可选地向设备30供应原材料58。

[0024] 一般来说,设备30可以被设置成,执行一种或更多种类型的添加制造技术。不同技术在形成层62和原材料58兼容方面不同。设备30可以按不同时间和/在不同层62上执行不同技术和/或使用不同原材料58。另外或另选的是,不同技术和/或不同原材料58可以同时和/或在同一层62上使用。例示性非排它添加制造技术包括:选择性激光烧结、直接金属激光烧结、选择性热烧结、电子射束自由加工、电子射束熔化、立体光刻、直接液滴沉积、熔合

沉积成型、以及挤压成形。各种技术和/或技术组合可以需要沉积装置32,以包括激光扫描仪、激光器、光源、热源以及电子射束中的一个或多个。

[0025] 选择性激光烧结是这样的技术:其使用强力激光,通过在粉末床(powder bed)表面上扫描由几何描述50导出的截面,来选择性地熔合粉末状热塑性、陶瓷、或金属原材料58。在完成每一个层62之后,具有过程中部件64的粉末床被降低一个层62的厚度,粉末状原材料58的新层被涂敷在顶部上,并且重复该过程,直到形成完整加工部件60为止。

[0026] 直接金属激光烧结是类似于选择性激光烧结的一种技术,除了其使用足够强力的激光束来熔化和熔合金属粉末粒以外。所得加工部件64通常具有等同于整体材料的机械特性,具有同质结构而没有无意义空隙。

[0027] 选择性热烧结是类似于选择性激光烧结的技术,除了用于熔化粉末状原材料58的热通过类似于热打印端头的精细控热沉积装置32来提供以外。

[0028] 电子射束自由加工和电子射束熔化是在真空中使用聚焦离子束来选择性地把原材料熔化并凝固成层62的技术。电子射束自由加工使用金属性线原材料58。电子射束熔化使用金属性粉末原材料58。

[0029] 立体光刻(Stereolithography)是使用光致聚合(photopolymerization)从包括光致聚合物原材料58的液体形成固体加工部件60的一类技术。光图案(通常为紫外(UV)光)可以投射在原材料58的薄层上,其选择性地将原材料58固化成固体层62。另外或另选的是,该光图案可以通过激光扫描仪刻写在原材料58的薄层上。在一些示例中,原材料58可以是厚体积的粘稠液体和/或凝胶。在该情况下,光致聚合可以通过多光子过程来启动(非线性光吸收)。典型地讲,多光子技术使用贯穿原材料58扫描的聚焦红外(IR)和/或近红外(NIR)激光束。光致聚合仅在光束的聚焦体积内出现。典型地讲,该射束按三维贯穿原材料58地扫描,创建自由光致聚合加工部件60。多光子技术还可以与薄的液体原材料58一起使用,正如其它立体光刻技术。

[0030] 直接液滴沉积是从沉积装置32喷射液体原材料58的微滴的一类技术。原材料58可以是熔化金属或热塑材料,在该情况下,液滴在沉积在基板(例如,层62和/或底盘44)上之后不久凝固。原材料58可以是光致聚合物,在该情况下,液滴需要暴露至固化光以凝固。原材料58可以是催化剂-粘合剂系统或催化剂-树脂系统的化学成分。该系统的所有成分可通过液滴来沉积,或者一个或多个成分可以沉积到其余成分的床上。这种技术还可以将惰性材料合并到加工部件60中。例如,直接液滴沉积可以被用于例如通过将催化剂液滴沉积到粘合剂涂覆砂子床上,来创建并入用粘合剂约束的砂子的砂模铸造模具。

[0031] 熔合沉积成型和挤压成形是将热塑性或金属原材料58熔化和/或挤压成层62的技术。沉积装置32具有加热喷嘴,其可以选择性地发射熔化的原材料58。所发射原材料58在离开喷嘴之后快速硬化。

[0032] 设备30总体上根据原材料58的熔合层62来构建加工部件60。通常通过原材料供应部48来存储和/或供应原材料58。原材料58通常具有液态、固态和/或粒状形式,并且通常非气态。例示性的非排它的原材料包括:塑料、聚合物、光致聚合物、丙烯酸树脂、环氧树脂、热塑材料、ABS塑料、聚碳酸酯、聚乳酸、生物聚合物、淀粉、石膏、蜡、粘土、金属、金属合金、共晶金属、金属粉末、铁合金、不锈钢、马氏体时效钢、铝合金、钛合金、镍合金、锰合金、钴铬合金、以及陶瓷。

[0033] 设备30可以被配置成在加工单一加工部件60期间,使用多种原材料58。例如,原材料供应部48可以提供一种以上类型的原材料58。另外或另选的是,设备30可以包括一个以上的沉积装置32和/或一个以上的原材料供应部48。当设备30如此配置时,单一加工部件60可以由多种原材料58制成,例如,几种金属合金。加工部件60的不同部分(例如,发动机涡轮)可以利用针对不同质量最优化的不同材料来制成,例如,一个端部可以针对强度最优化,而另一端部针对耐热性最优化。另外或另选的是,可选支承结构(其可以利用层62形成)可以由与过程中部件64不同的原材料58形成。

[0034] 设备30包括尺度测量装置34,其可选地包括一个或更多个能量检测器42和/或一个或更多个能量发射器43。尺度测量装置34被配置成随着层62的形成而获取尺度数据54,累积逐层尺度数据54。当获取了全部希望层处的数据时,所累积的过程中尺度数据54成为描述完工的加工部件60的几何尺度的输出尺度数据56。

[0035] 可以利用多种技术来获取尺度数据54。对于过程中部件64来说(其可能是精细的并且可能具有陡直的几何形状),通常使用非接触技术,即,物理探针不接触过程中部件64和/或层62。非接触技术通常全部检测源自所探测样品的某一形式的能量。合适的能量形式包括光、热,以及声音。当能量采用光的形式时,该光可以包括可见光、红外(IR)光、近红外(NIR)光以及紫外(UV)光中的一种或多种。适于光检测的能量检测器42包括:光检测器(例如,光电二极管)、位置敏感装置、阵列检测器,以及CCD(电荷耦合器件)。适于热检测的能量检测器42包括红外成像仪。适于声音检测的能量检测器42包括超声波换能器。

[0036] 尺度测量装置34可以使用机器视觉、3D光学扫描、照相测量和/或结构光成像。根据该配置,尺度测量装置34可以生成过程中部件64的2D(二维)和/或3D几何测量。机器视觉是使用电子成像和算法来从过程中部件64的图像中提取几何信息的一种技术。3D光学扫描是使用光反射(通常来自激光)来计算过程中部件64的表面几何形状的技术。典型地讲,根据渡越时间(time-of-flight)或者根据三角测量来计算表面位置。照相测量是通过分析电子图像(一般来说,来自不同角度的多个图像)来确定过程中部件64的几何形状。结构光成像是将光图案投射到过程中部件64上,并且根据被过程中部件64的表面反射的图案的所检测畸变来计算表面轮廓的技术。

[0037] 如果尺度测量装置34包括并使用能量发射器43,则该能量发射器将能量施予到过程中部件64和/或层62上。一般来说,对于非接触测量来说,该能量是辐射形式,如光、热和/或声音。无论什么形式的能量,能量发射器43通常不施予足够能量,以使不破坏或以其它方式干涉过程中部件64、层62、或任一原材料58。适于光发射的能量发射器43包括:灯、宽视角照明装置、结构化照明装置、激光、激光扫描仪、闪光灯、以及调制照明器。而且,尺度测量装置34可以被配置成,使用环境光作为针对光能量发射器43的辅助或另选。因此,能量检测器42可以被配置成检测由过程中部件64反射和/或发送的环境光。适于热发射的能量发射器43包括加热器。适于声音发射的能量发射器43包括超声波换能器。

[0038] 通过尺度测量装置34获取的尺度数据54可以是2D和/或3D的。如果从层62获取的尺度数据54是2D的,则层62厚度方面的潜在变化可以保持不测量。从一个或更多个层62累积的过程中尺度数据54和从全部层62累积的输出尺度数据56固有地是3D的。尺度数据54和输出尺度数据56可以包括,可选地可以是点云、多边形网格,和/或3D表示。尺度数据54另外可以包括,或者可选地可以是图像和/或2D层表示。尺度数据54和输出尺度数据56可以以

下横向分辨率独立收集和/或存储:大约 $0.01\mu\text{m}$ 、大约 $0.02\mu\text{m}$ 、大约 $0.05\mu\text{m}$ 、大约 $0.1\mu\text{m}$ 、大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、大约 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$,或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.01-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.01-5\mu\text{m}$ 、大约 $0.02-2\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-500\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-10\mu\text{m}$ 、大约 $1-500\mu\text{m}$ 、大约 $1-50\mu\text{m}$ 、大约 $1-20\mu\text{m}$ 、大约 $5-500\mu\text{m}$ 、大约 $5-100\mu\text{m}$ 、或者大约 $5-50\mu\text{m}$ 。尺度数据54和输出尺度数据56可以以以下轴向分辨率独立收集和/或存储:大约 $0.05\mu\text{m}$ 、大约 $0.1\mu\text{m}$ 、大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、大约 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$ 、或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.05-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.05-10\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-5\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-500\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-100\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-10\mu\text{m}$ 、大约 $2-100\mu\text{m}$ 、大约 $2-40\mu\text{m}$ 、大约 $10-40\mu\text{m}$ 、大约 $40-100\mu\text{m}$,或者大约 $40-500\mu\text{m}$ 。

[0039] 设备30和沉积装置32,根据几何描述50的图案形成每一个层62。一般来说,几何描述50是用于设备30操作的输入,并由此被预先确定。另外或另选的是,几何描述50可以按更小的数据集提供给装置50,对应于正被形成的一个或更多个层62。几何描述50可以包括,并且可选为点云、多边形网格、2D层表示和/或3D表面表示。除了描述加工部件60的至少一些以外,该几何描述50可以包括一个或更多个支承结构的描述,该结构在加工过程期间向及过程中部件64和/或层62提供临时支承。支承结构可以是设备30的组件,或者可以与加工部件60一起构建。

[0040] 转至图3,示意性地表示了用于具有质量控制的添加制造部件的制造方法10。制造方法10包括以下步骤:基于几何描述50顺序地形成一个或更多个层62;同步获取有关层62的至少一部分的尺度数据54;以及比较16几何描述50与尺度数据54。形成12步骤可以利用上述技术和装置(包括使用设备30)来实现。制造方法10可以包括如下步骤:可选地利用原材料供应部48来供应20原材料58。

[0041] 希望加工部件60的几何描述50可以被分解成加工部件60的一系列层接层描述。形成12步骤通常包括根据层描述来顺次形成单个层62的步骤。形成12步骤可以包括形成选择数量的层62的步骤,其中,选定层包括至少一个而小于全部的层62。每一个形成12步骤都导致过程中部件64,其最初包括初始选择层,并且其随着形成12步骤的继续,最终可以包括全部层62,并因此形成整个加工部件60。除了层62以外,每一个形成12步骤都可以包括形成一个或更多个临时支承结构的步骤,其可以支承过程中部件64的层62。所形成的每一个层62的厚度可以为:大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、大约 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$ 、或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.2-100\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-10\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-10\mu\text{m}$ 、大约 $5-500\mu\text{m}$ 、大约 $5-100\mu\text{m}$ 、大约 $5-50\mu\text{m}$ 、大约 $10-40\mu\text{m}$ 、大约 $40-100\mu\text{m}$ 、或者大约 $40-500\mu\text{m}$ 。所形成的每一个层62的最小特征尺寸可以为:大约 $0.05\mu\text{m}$ 、大约 $0.1\mu\text{m}$ 、大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$ 、或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.05-100\mu\text{m}$ 、大约 $0.05-10\mu\text{m}$ 、大约 $0.1-2\mu\text{m}$ 、大约 $1-500\mu\text{m}$ 、大约 $1-50\mu\text{m}$ 、大约 $1-20\mu\text{m}$ 、大约 $5-500\mu\text{m}$ 、大约 $5-100\mu\text{m}$ 、或者大约 $5-50\mu\text{m}$ 。

[0042] 如果几何描述50包括小于最小特征尺寸的任何特征,则那些特征可能被错误形

成。为避免尝试形成比最小特征尺寸更小的特征,可以过滤几何描述50,以去除小于最小特征尺寸的特征。如果在检查时,在加工部件60上观察到小于最小特征尺寸的特征,则那些特征可以是虚假特征,机器误操作的结果,而非设计输入。

[0043] 获取14步骤与形成12步骤同步。这意指获取14步骤在时间上与形成12步骤接近。获取14步骤可以在形成12步骤之后顺序地执行,或者可以与形成12步骤至少部分地同时执行。形成12步骤可以在获取14步骤开始之前开始。形成12步骤可以在获取14步骤开始之前和/或在获取14步骤结束之前结束。

[0044] 一般来说,用于形成12步骤和获取14步骤的总时间与用于单独形成12步骤的总时间基本上不会不同。该获取时间(用于完成获取14步骤的时间)可以不显著大于、可以大约等于、可以小于或等于、或者可以显著小于另一形成时间(用于完成形成12步骤的时间)。获取时间可以小于大约1%、大约10%、大约50%、大约100%或者大约200%的形成时间;或者大约1-200%、1-100%或者10-50%的形成时间。

[0045] 获取14步骤可以包括收集与过程中部件64、过程中部件64的一部分、层62、或者层62的一部分有关的尺度数据54的步骤。在获取14步骤收集与过程中部件64或层62的仅一部分有关的尺度数据54的情况下,尺度数据54可以累积,以构造过程中部件64或层62的完整模型。

[0046] 制造方法10可以包括重复18该形成12步骤和获取14步骤,和/或可以包括重复18该形成12步骤、获取14步骤以及比较16步骤。重复18步骤可以迭代达两个或更多个周期。一般来说,一旦完成加工部件60(形成全部层62)就停止重复18步骤。

[0047] 在完成加工部件60、形成所有层62、和/或停止了重复18步骤之后,加工部件60可以经受一个或更多个后期处理步骤22。例示性非排它的示例后期处理步骤22包括以下步骤:检查加工部件60、从加工部件60去除虚假特征、去除支承结构、对加工部件60进行表面抛光、退火加工部件60、硬化加工部件60、清洁加工部件60、以及涂覆加工部件60。

[0048] 制造方法10包括以下步骤:比较16输入几何描述50与所获取尺度数据54。比较16步骤包括以下步骤:比较几何描述50的至少一部分(即,加工部件的虚拟模型)与尺度数据54的至少一部分(即,完工的加工部件的实际尺度)。比较16步骤可以随着形成12步骤和/或获取14的步骤的发生而发生,或者可以在完成加工部件60之后发生。比较16步骤可以包括以下步骤:报告和/或观察(visualizing)几何描述50的某一部分和尺度数据54的某一部分中的一个或两个。观察步骤可以包括以下步骤:向显示装置输出表示比较16的图像。另外或另选的是,比较16步骤可以包括以下步骤:报告和/或观察由几何描述50和尺度数据54导出的尺度。

[0049] 比较16步骤典型地包括以下步骤:计算几何描述50与尺度数据54之间的测量差。该测量差可以被报告、观察,或者用于影响进一步处理。例如,该测量差可以与预定容差极限比较。如果该测量差在容差之外(在预定容差极限之外、大于、等于或者小于预定容差极限,视情况而定),则可以停止该制造方法10(包括形成12步骤和重复步骤18),避免构建不符合规定的加工部件60。停止步骤可以包括立即停止、分解过程中部件64、破坏过程中部件64、和/或渲染明显不符合规定的过程中部件64。另外或另选的是,如果测量差在容差之外,则比较步骤可以包括:指示比较结果和/或需要后期处理22,如检查、去除虚假特征、分解、破坏或者标记所指示加工部件60。

[0050] 测量差可以按反馈 (feed-back) 或前馈 (feed-forward) 方式使用,以影响形成12步骤。形成12步骤可以基于形成参数,如处理速度、分辨率、原材料成分、温度、以及施加至原材料58的能量。在形成12步骤基于形成参数的情况下,测量差可以用于调节当前和/或将来的形成12步骤。具体来说,在测量差接近预定容差极限的情况下,可以调节形成参数,以避免在下一次迭代变得处于容差之外。另外或另选的是,在测量差充分不同于预定容差极限的情况下,可以调节形成参数,以在下一次迭代节省资源(例如,时间、材料、能量)。

[0051] 比较16步骤可以比较可选支承结构(若被包括在几何描述50中的话)与尺度数据54。另外或另选的是,比较16步骤可以过滤(或者以其它方式排除)几何描述50和/或尺度数据54的、与可选支承结构对应的一部分。通过排除支承结构信息,真实的完工的加工部件尺度可以与期望设计相比较。

[0052] 下面转至图4,示意性地呈现了具有集成质量控制检查的添加制造设备30的例示性非排它示例,并且该设备30可选地被配置成执行和/或易于根据本公开的方法10。在合适的情况下,根据图1-3的示意性例示图的附图标记用于设备30的指定对应组件;然而,图4的示例是非排它的,而非将设备30限制于图4的例示实施方式。即,设备30不限于图4中表示的具体实施方式,而且设备30可以并入参照图1-3的示意性表示图例示和讨论的、任何数量的不同方面、构造、特征、特性等机器变型例,而不要求包含所有这种方面、构造、特征、特性等。出于简短的目的,每一个先前讨论的组件、部件、部分、方面、区域等或其变型例可以不再次参照图4加以讨论、例示和/或标注;然而,其处于先前所讨论的特征、变型例等可以随着图4的示例实施方式而加以利用的本公开的范围。

[0053] 在图4中,设备30通常是具有沉积装置32和用于质量控制的集成尺度测量装置34的添加制造机器。该沉积装置32可选地包括原材料供应部48。该尺度测量装置34可选地包括一个或更多个检测器42(例示了两个)和一个或更多个发射器43(例示了一个)。在该例示图中,尺度测量装置34被例示为光学尺度测量装置34。层62和过程中部件64被形成在底盘44上。该底盘可以可选地携带原材料供应部48。为帮助在底盘44上形成层62,沉积装置32可以沿横向台架45平移,而底盘44可以沿轴向或竖直台架46平移。设备30可选地包括加工室40,加工室40包围沉积装置32、尺度测量装置34、底盘44以及形成的层62。

[0054] 沉积装置32可以被配置成,移动离开底盘44和过程中部件64,留下清洁路径,用于通过尺度测量装置34非接触(例如,光学)过程中部件64的探询(interrogation)。另外或另选的是,沉积装置32可以向过程中部件64的一部分提供清洁路径,并且可以相对于过程中部件64移动,以顺序地暴露过程中部件64的所有部分。在这种情况下,尺度测量装置34可以随着通过沉积装置32暴露多个部分来收集与过程中部件64的多部分有关的尺度数据54。而且,尺度测量装置34可以被配置成,在沉积装置32阻挡测量过程中部件64的一部分时,丢弃与沉积装置32相对应的数据。因此,获取14步骤可以至少部分地与形成12步骤同时执行。

[0055] 整个设备30通过控制器36来控制,其可选为计算机38。控制器36协调沉积装置32和尺度测量装置34的操作,并且可以被编成执行前述制造方法10中的任一个。

[0056] 根据本公开的发明主旨的例示性非排它示例在下面列举的段落中进行描述:

[0057] A1、一种用于根据一系列层来加工出加工部件的制造和质量控制方法,该方法包括以下步骤:

[0058] 根据原材料并且基于几何描述,利用添加制造顺序形成所述系列层中的一个或更

多个层,以形成至少局部完成的过程中部件;

[0059] 同步获取与上述一个或更多个层的至少一部分有关的尺度数据,以及

[0060] 比较所述几何描述的至少一部分(可选为全部)与上述尺度数据的至少一些(可选为全部)。

[0061] A2、根据段落A1所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括以下步骤:在形成所述系列层中的每一个层之后,获取与上述过程中部件有关的尺度数据。

[0062] A3、根据段落A1所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括以下步骤:在形成所述系列层中的两个或更多个层中的每一个实例之后,获取与上述过程中部件有关的尺度数据。

[0063] A4、根据段落A1-A2中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤在上述顺序形成步骤之后顺序地执行,或者至少与上述顺序形成步骤部分地同时执行。

[0064] A5、根据段落A1-A4中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤在上述同步获取步骤开始之前开始。

[0065] A6、根据段落A1-A5中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤在上述同步获取步骤开始之前结束。

[0066] A7、根据段落A1-A6中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤在上述同步获取步骤结束之前结束。

[0067] A8、根据段落A1-A7中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤花费形成时间来完成,其中,所述同步获取步骤花费获取时间来完成,并且其中,所述获取时间不显著大于、大约等于、小于或等于、或者显著小于所述形成时间。

[0068] A9、根据段落A1-A8中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤花费形成时间来完成,其中,所述同步获取步骤花费获取时间来完成,并且其中,所述获取时间小于大约1%、大约10%、大约50%、大约100%、或者大约200%的所述形成时间;或者大约1-200%、1-100%、或者10-50%的所述形成时间。

[0069] A10、根据段落A1-A9中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0070] 重复上述顺序形成步骤和上述同步获取步骤,直到上述系列层中的每一个层被形成到上述加工部件中为止。

[0071] A11、根据段落A1-A10中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0072] 重复上述顺序形成步骤、上述同步获取步骤以及上述比较步骤,直到上述系列层中的每一个层被形成到上述加工部件中为止。

[0073] A12、根据段落A10-A11中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0074] 在形成上述加工部件之后,完成从下列各项的组中选择一个或更多个后期加工处理步骤:检查上述加工部件、从上述加工部件去除虚假特征、去除支承结构、对上述加工部件进行表面抛光、退火上述加工部件、硬化上述加工部件、清洁上述加工部件、以及涂覆上述加工部件。

[0075] A13、根据段落A1-A12中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:报告上述尺度数据和/或从上述尺度数据导出的尺度中的至少一些(可选为全部)。

[0076] A14、根据段落A1-A13中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:报告上述尺度数据与上述几何描述之间的差异。

[0077] A15、根据段落A1-A14中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:观察所述尺度数据中的至少一些(可选为全部)。

[0078] A16、根据段落A1-A15中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:观察所述几何描述中的至少一些(可选为全部)。

[0079] A17、根据段落A1-A16中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:观察所述尺度数据与所述几何描述之间的差异。

[0080] A18、根据段落A15-A17中的任一段落所述的方法,其中,所述观察步骤包括以下步骤:向显示装置输出表示所述比较的图像。

[0081] A19、根据段落A1-A18中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:计算所述尺度数据与所述几何描述之间的测量差。

[0082] A19.1、根据段落A19所述的方法,其中,所述比较步骤包括以下步骤:比较预定容差极限与所述测量差。

[0083] A19.2、根据段落A19-A19.1中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0084] 如果所述测量差在预定容差极限之外、大于所述预定容差极限、等于所述预定容差极限,或者小于所述预定容差极限,则停止所述顺序形成和/或所述重复顺序形成所述过程中部件的步骤。

[0085] A19.3、根据段落A19-A19.2中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0086] 如果所述测量差在预定容差极限之外、大于所述预定容差极限、等于所述预定容差极限、或者小于所述预定容差极限,则指示需要后期加工处理。

[0087] A19.4、根据段落A19-A19.3中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤包括基于形成参数顺序形成的步骤,所述方法还包括以下步骤:

[0088] 基于所述测量差来调节所述形成参数;

[0089] 可选地,其中,所述形成参数包括处理速度、分辨率、原材料成分、温度、以及施加至所述原材料的能量中的一个或多个。

[0090] A20、根据段落A1-A19.4中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括排除还比较所述几何描述的对应用于可选支承结构的元素。

[0091] A21、根据段落A1-A20中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤包括排除还比较所述尺度数据的对应用于可选支承结构的元素。

[0092] A22、根据段落A13-A21中的任一段落所述的方法,其中,所述比较步骤通过计算机来执行。

[0093] A23、根据段落A1-A22中的任一段落所述的方法,所述方法还包括以下步骤:

[0094] 供应所述原材料。

[0095] A24、根据段落A1-A23中的任一段落所述的方法,其中,所述原材料是以下各项中的一种或更多种:塑料、聚合物、光致聚合物、丙烯酸树脂、环氧树脂、热塑材料、ABS塑料、聚碳酸酯、聚乳酸、生物聚合物、淀粉、石膏、蜡、粘土、金属、金属合金、共晶金属、金属粉末、铁合金、不锈钢、马氏体时效钢、铝合金、钛合金、镍合金、锰合金、钴铬合金、以及陶瓷。

[0096] A25、根据段落A1-A24中的任一段落所述的方法,其中,所述原材料是固体、颗粒以及液体中的一种或更多种。

[0097] A26、根据段落A1-A25中的任一段落所述的方法,其中,所述原材料不是气态的。

[0098] A27、根据段落A1-A26中的任一段落所述的方法,其中,所述几何描述是预先确定的。

[0099] A28、根据段落A1-A27中的任一段落所述的方法,其中,所述几何描述包括所述加工部件和/或所述一个或更多个层的描述。

[0100] A29、根据段落A1-A28中的任一段落所述的方法,其中,所述几何描述包括(可选为)点云、多边形网格、2D层表示和/或3D表面表示。

[0101] A30、根据段落A1-A29中的任一段落所述的方法,其中,所述几何描述包括一个或更多个支承结构的描述。

[0102] A31、根据段落A1-A30中的任一段落所述的方法,其中,所述形成步骤包括以下各项中的一种或更多种:选择性激光烧结、直接金属激光烧结、选择性热烧结、电子射束自由加工、电子射束熔化、立体光刻、直接液滴沉积、熔合沉积成型、以及挤压成型。

[0103] A32、根据段落A1-A31中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤包括以下步骤:形成一个或更多个支承结构。

[0104] A33、根据段落A1-A32中的任一段落所述的方法,其中,所述一个或更多个层中的每一个层的厚度为:大约0.2 μm 、大约0.5 μm 、大约1 μm 、大约2 μm 、大约5 μm 、大约10 μm 、大约15 μm 、大约20 μm 、大约30 μm 、大约40 μm 、大约50 μm 、大约100 μm 、大约150 μm 、大约200 μm 、大约300 μm 、大约400 μm 、或者大约500 μm ;和/或大约0.2-100 μm 、大约0.2-10 μm 、大约0.5-10 μm 、大约5-500 μm 、大约5-100 μm 、大约5-50 μm 、大约10-40 μm 、大约40-100 μm 、或者大约40-500 μm 。

[0105] A34、根据段落A1-A33中的任一段落所述的方法,其中,所述一个或更多个层中的每一个层的最小特征尺寸:为大约0.05 μm 、大约0.1 μm 、大约0.2 μm 、大约0.5 μm 、1 μm 、大约2 μm 、大约5 μm 、大约10 μm 、大约15 μm 、大约20 μm 、大约30 μm 、大约40 μm 、大约50 μm 、大约100 μm 、大约150 μm 、大约200 μm 、大约300 μm 、大约400 μm 、或者大约500 μm ;和/或大约0.05-100 μm 、大约0.05-10 μm 、大约0.1-2 μm 、大约1-500 μm 、大约1-50 μm 、大约1-20 μm 、大约5-500 μm 、大约5-100 μm 、或者大约5-50 μm 。

[0106] A35、根据段落A1-A34中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括以下步骤:检测源自所述一个或更多个层的所述部分的能量。

[0107] A35.1、根据段落A35所述的方法,其中,所述检测步骤包括以下步骤:检测源自所述一个或更多个层中的所述部分的光、热以及声音中的一种或更多种,可选地,其中,所述光包括可见光、IR光、NIR光以及UV光中的一种或更多种。

[0108] A36、根据段落A1-A35中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括非接触检测。

[0109] A37、根据段落A1-A36中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤不包括接触所述一个或更多个层的所述部分。

[0110] A38、根据段落A1-A37中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括使用机器视觉、3D光学扫描、照相测量、以及结构光成像中的一种或更多种。

[0111] A39、根据段落A1-A38中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括利用光检测器,该光检测器被配置成接收来自所述一个或更多个层的所述部分的光;可选地,其中,所述光检测器包括光电二极管、位置敏感装置、阵列检测器以及CCD中的一种或更多种。

[0112] A40、根据段落A1-A39中的任一段落所述的方法,其中,所述同步获取步骤包括以下步骤:将能量施予所述一个或更多个层的所述部分;可选地,其中,所述能量不(可选地不显著)干涉所述形成步骤,和/或不(可选地不显著)破坏所述一个或更多个层的所述部分。

[0113] A40.1、根据段落A40所述的方法,其中,所述施予步骤包括利用光照明的步骤,其中,所述照明步骤可选地包括透射环境光、宽视角照明、结构照明、扫描点照明、闪光灯照明、以及调制照明中的一种或更多种。

[0114] A41、根据段落A1-A40.1中的任一段落所述的方法,其中,所述尺度数据包括(并且可选为)点云、多边形网格、图像、2D层表示和/或3D表面表示。

[0115] A42、根据段落A1-A41中的任一段落所述的方法,其中,所述尺度数据具有以下轴向分辨率:大约 $0.05\mu\text{m}$ 、大约 $0.1\mu\text{m}$ 、大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、大约 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$ 、或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.05-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.05-10\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-5\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-500\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-100\mu\text{m}$ 、大约 $0.550\mu\text{m}$ 、大约 $0.5-10\mu\text{m}$ 、大约 $2-100\mu\text{m}$ 、大约 $2-40\mu\text{m}$ 、大约 $10-40\mu\text{m}$ 、大约 $40-100\mu\text{m}$ 、或者大约 $40-500\mu\text{m}$ 。

[0116] A43、根据段落A1-A42中的任一段落所述的方法,其中,所述尺度数据具有以下横向分辨率:大约 $0.01\mu\text{m}$ 、大约 $0.02\mu\text{m}$ 、大约 $0.05\mu\text{m}$ 、大约 $0.1\mu\text{m}$ 、大约 $0.2\mu\text{m}$ 、大约 $0.5\mu\text{m}$ 、大约 $1\mu\text{m}$ 、大约 $2\mu\text{m}$ 、大约 $5\mu\text{m}$ 、大约 $10\mu\text{m}$ 、大约 $15\mu\text{m}$ 、大约 $20\mu\text{m}$ 、大约 $30\mu\text{m}$ 、大约 $40\mu\text{m}$ 、大约 $50\mu\text{m}$ 、大约 $100\mu\text{m}$ 、大约 $150\mu\text{m}$ 、大约 $200\mu\text{m}$ 、大约 $300\mu\text{m}$ 、大约 $400\mu\text{m}$ 、或者大约 $500\mu\text{m}$;和/或大约 $0.01-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.01-5\mu\text{m}$ 、大约 $0.02-2\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-500\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-50\mu\text{m}$ 、大约 $0.2-10\mu\text{m}$ 、大约 $1-500\mu\text{m}$ 、大约 $1-50\mu\text{m}$ 、大约 $1-20\mu\text{m}$ 、大约 $5-500\mu\text{m}$ 、大约 $5-100\mu\text{m}$ 、或者大约 $5-50\mu\text{m}$ 。

[0117] A44、根据段落A1-A43中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤包括以下步骤:利用沉积装置来沉积所述原材料的步骤;其中,所述同步获取步骤包括利用能量检测器来检测源自所述一个或更多个层的所述部分的能量的步骤,并且包括相对所述过程中部件移动所述沉积装置,以使所述能量检测器至少部分地暴露至源自所述一个或更多个层的所述部分的所述能量的步骤。

[0118] A45、根据段落A1-A44中的任一段落所述的方法,其中,所述顺序形成步骤包括以下步骤:利用沉积装置来沉积所述原材料的步骤;其中,所述同步获取步骤包括检测源自所述一个或更多个层的所述部分的能量和源自所述沉积装置的能量步骤,并且包括丢弃与源自所述沉积装置的能量相对应的数据的步骤。

[0119] A46、一种通过段落A-A43中的任一项所述的方法形成的加工部件。

[0120] B1、一种添加制造设备,该添加制造设备包括:

[0121] 沉积装置,

[0122] 尺度测量装置;以及

[0123] 控制器,该控制器被编程成控制段落A1-A45中的任一段落所述的方法;

[0124] 其中,所述沉积装置被配置成执行所述顺序形成步骤,并且其中,所述尺度测量装置被配置成执行所述同步获取步骤。

[0125] B2、根据段落B1所述的设备,所述设备还包括以下各项中的一个或多个:

[0126] 加工室;

[0127] 底盘;

[0128] 横向台架;

[0129] 轴向台架;以及

[0130] 原材料供应部。

[0131] B3、根据段落B1-B2中的任一段落所述的设备,其中,所述沉积装置被配置成执行以下中的一个或多个:选择性激光烧结、直接金属激光烧结、选择性热烧结、电子射束自由加工、电子射束熔化、立体光刻、直接液滴沉积、熔合沉积成型、以及挤压成形。

[0132] B4、根据段落B1-B3中的任一段落所述的设备,其中,所述沉积装置包括以下各项中的一个或多个:激光扫描仪、激光器、光源、热源、以及电子射束。

[0133] B5、根据段落B1-B4中的任一段落所述的设备,其中,所述尺度测量装置包括能量检测器,并且可选地包括能量发射器,并且,当根据段落B2时,可选地,其中,所述能量检测器和能量发射器位于所述加工室内。

[0134] B5.1、根据段落B5所述的设备,其中,所述能量检测器包括以下各项中的一个或多个:机器视觉装置、3D光学扫描仪、光检测器、光电二极管、位置敏感装置、阵列光检测器、以及CCD。

[0135] B5.2、根据段落B5-B5.1中的任一段落所述的设备,其中,所述能量发射器包括各项以下中的一个或多个:灯、宽视角照明装置、结构化照明装置、激光器、激光扫描仪、闪光灯、以及调制照明装置。

[0136] B6、根据段落B5-B5.2中的任一段落所述的设备,其中,当所述装置包括加工室时,所述尺度测量装置至少临时处于所述加工室内。

[0137] B7、根据段落B1-B6中的任一段落所述的设备,其中,所述控制器包括(并且可选地为)计算机。

[0138] 如在此使用的,在修改装置的一个或多个组件或特征的动作、移动、配置或其它活动时,术语“选择性”和“选择性地”意指该具体动作、移动、配置或其它活动是用户操纵该装置的一方面的,或者一个或多个组件的直接或间接结果。

[0139] 如在此使用的,术语“适于(adapted)”和“配置(configured)”意指该元件、组件或其它主旨被设计和/或旨在执行指定功能。由此,使用术语“适于”和“配置”不为被视为意指指定元件、组件或其它主旨简单地“能够”执行指定功能,而是该元件、组件和/或其它主旨出于执行该功能的目的而被具体选择、创建、实现、利用、编程和/或设计。还处于本公开的范围内的,该元件、组件和/或被陈述为适于执行特定功能的其它陈述主旨可以另外或另选地被描述为被配置成执行该功能,反之亦然。类似的是,被陈述为配置成执行特定功能的主旨可以另外或另选地被描述为可操作以执行该功能。

[0140] 对于根据本公开的所有装置和方法来说,不需要在此公开的装置的各种公开部件和方法步骤,并且本公开包括在此公开的各种元件和步骤的所有新的和不明显的组合和子组合。而且,在此公开的各种元件和步骤中的一个或多个可以限定与整个公开主旨或方法分离和分开的独立发明主旨。因此,这种发明主旨不需要与在此明显公开的具体主旨和方法相关联,而且这种发明主旨可以在于此未明显公开的装置和/或方法中找到用途。

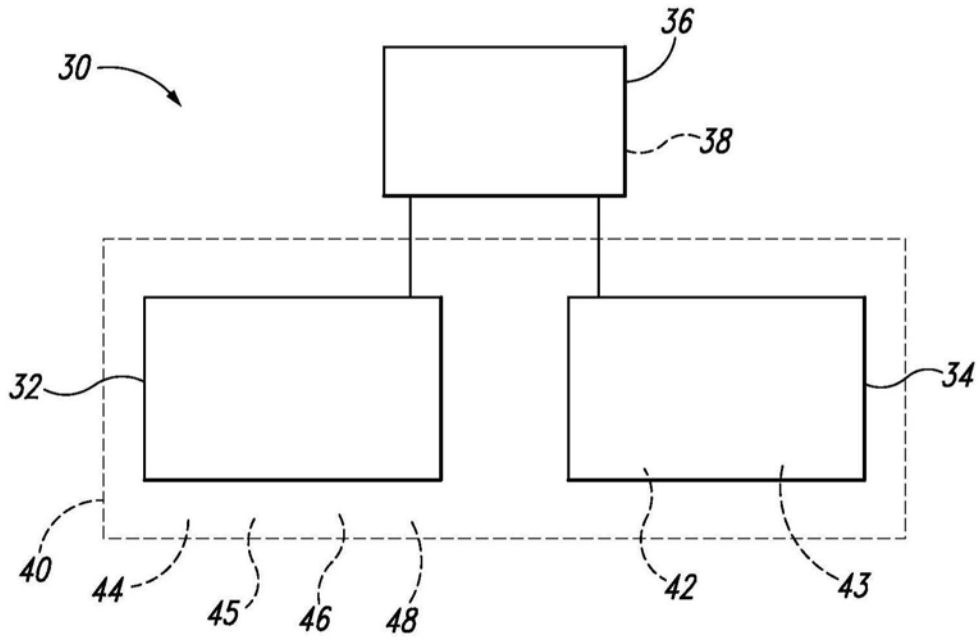


图1

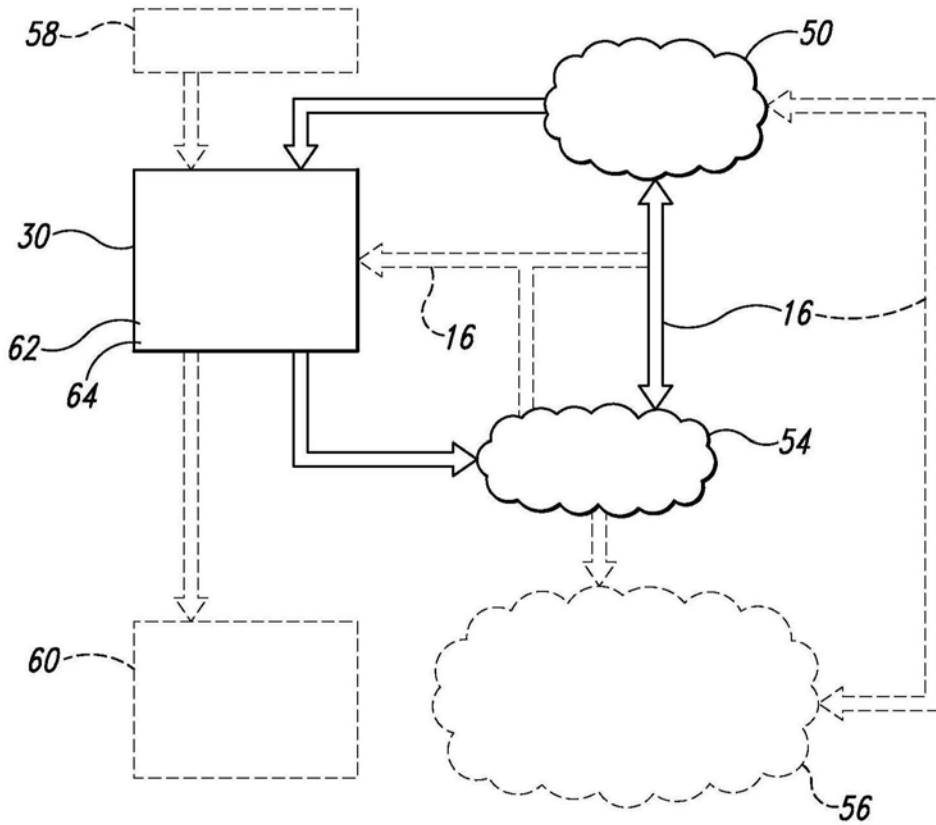


图2

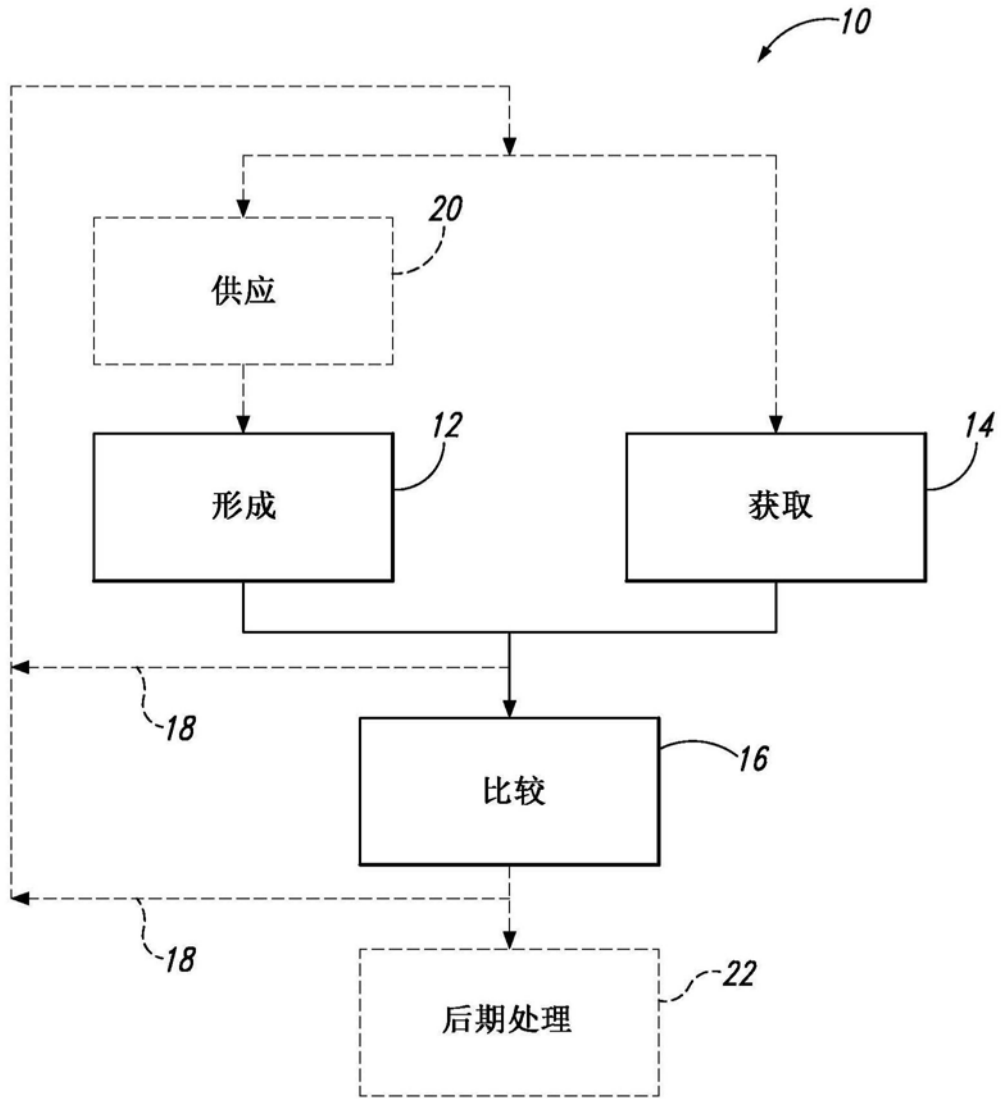


图3

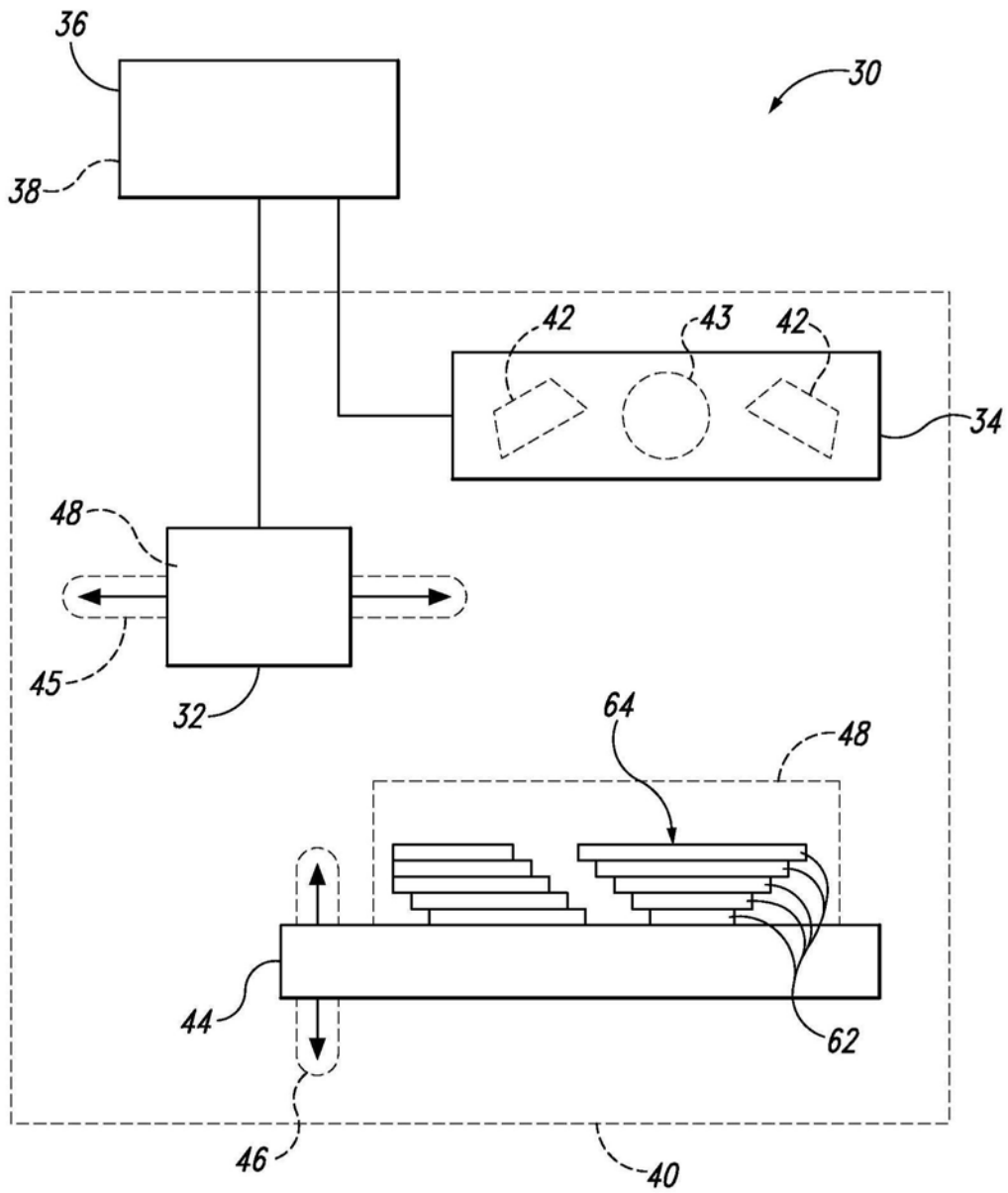


图4