



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113767005 A

(43) 申请公布日 2021.12.07

(21) 申请号 201980096051.X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2019.05.28

B29C 64/20 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.02

B29C 64/165 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/034121 2019.05.28

B33Y 50/02 (2006.01)

B33Y 30/00 (2006.01)

B33Y 10/00 (2006.01)

B29C 64/393 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/242451 EN 2020.12.03

(71) 申请人 惠普发展公司, 有限合伙企业
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 K·J·埃里克森 J·维特克夫
A·哈特曼 赵利华

(74) 专利代理机构 北京市汉坤律师事务所
11602

代理人 初媛媛 吴丽丽

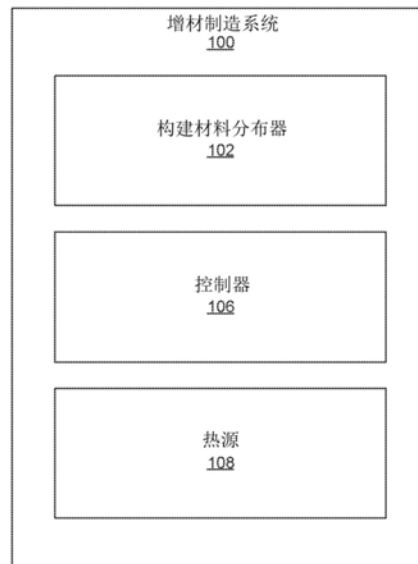
权利要求书2页 说明书14页 附图6页

(54) 发明名称

间断式增材制造

(57) 摘要

在根据本公开的一个示例中,描述了一种增材制造系统。所述增材制造系统包括构建材料分布器,构建材料分布器用于将粉末状构建材料的多个层沉积到床上以形成三维(3D)打印物体。增材制造系统还包括控制器,控制器用于中断打印3D打印物体和恢复打印3D打印物体。增材制造系统还包括热源,热源用于在打印中断期间将粉末状构建材料的顶表面的温度维持在构建材料的固化温度与熔化温度之间。



1. 一种增材制造系统,包括:
构建材料分布器,所述构建材料分布器用于将粉末状构建材料的多个层沉积到床上以形成三维(3D)打印物体;
控制器,所述控制器用于:
中断打印所述3D打印物体;以及
恢复打印所述3D打印物体;以及
热源,所述热源用于在打印中断期间将所述粉末状构建材料的顶表面的温度维持在所述构建材料的固化温度与熔化温度之间。
2. 如权利要求1所述的增材制造系统,其中,所述热源在所述中断之外不起作用。
3. 如权利要求1所述的增材制造系统,其中:
所述增材制造系统进一步包括放置在所述床内的热传感器;并且
所述控制器基于来自所述热传感器的反馈改变所述热源的发射特性。
4. 如权利要求1所述的增材制造系统:
进一步包括用于将部件放置在所述3D打印物体的层上的放置设备;并且
其中,中断打印以放置所述部件。
5. 如权利要求4所述的增材制造系统,其中,在放置所述部件之后,所述控制器执行以下中的至少一项:
触发粉末状构建材料的多个层的沉积以与突出部件齐平;以及
触发厚度增加的粉末状构建材料的层的沉积以与突出部件齐平。
6. 如权利要求4所述的增材制造系统,其中,在放置所述部件之后,在没有粉末状构建材料分布的情况下,所述控制器触发熔融剂的沉积,以将所述3D打印物体的各界面层彼此粘附。
7. 如权利要求6所述的增材制造系统,其中,界面熔融剂用于使各界面层粘附,所述界面熔融剂不同于形成各非界面层所使用的熔融剂。
8. 一种方法,包括:
顺序地打印三维(3D)打印物体的各切片;
中断所述打印以进行以下操作:
打开热源以将部分打印的3D打印物体的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间;以及
经由放置设备将部件嵌入到所述部分打印的3D打印物体的主体中;以及
恢复打印所述3D打印物体的各切片,以将所述部件包封在所述3D打印物体中。
9. 如权利要求8所述的方法,其中,其上要放置所述部件的层比其他层厚。
10. 如权利要求8所述的方法,进一步包括,降低其上要放置所述部件的层的粘度。
11. 如权利要求8所述的方法,进一步包括,在恢复打印时,降低至少一个界面层的粘度,以将所述3D打印物体的前部件部分与所述3D打印物体的后部件部分粘附。
12. 如权利要求8所述的方法,进一步包括,在恢复打印时,在不施加熔融剂的情况下,将粉末状构建材料的各顺序层沉积到所述部件上,直到床中的所述粉末状构建材料与所述部件的顶表面齐平。
13. 如权利要求8所述的方法,进一步包括将要打印的所述部件预热到在打印期间维持

的温度。

14. 一种利用能够由处理器执行的指令编码的非暂态机器可读存储介质,所述机器可读存储介质包括用于进行以下操作的指令:

顺序地打印三维(3D)打印物体的各切片;

在打印暂停期间,打开热源以将3D打印物体的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间;以及

在所述暂停期间,将要打印的部件放置在构建区域中。

15. 如权利要求14所述的非暂态机器可读存储介质,进一步包括用于通过以下方式中断打印来改变所述3D打印物体的指令:

停用粉末状构建材料分布器;以及

停用熔融剂分布器。

间断式增材制造

背景技术

[0001] 增材制造系统通过构建多个材料层来产生三维 (3D) 物体。一些增材制造系统被称为“3D打印设备”，因为它们使用喷墨或其他打印技术来施加一些制造材料。3D打印设备和其他增材制造设备使得可以将物体的计算机辅助设计 (CAD) 模型或其他数字表示直接转换为物理物体。

附图说明

[0002] 附图图示了本文所描述原理的各种示例并且是本说明书的一部分。所图示的示例仅出于说明的目的给出，而不限制权利要求的范围。

[0003] 图1是根据本文描述的的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统的框图。

[0004] 图2是根据本文描述的的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统的简化俯视图。

[0005] 图3是根据本文描述的的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统的截面视图。

[0006] 图4是根据本文描述的的原理的示例的用于嵌入部件放置的方法的流程图。

[0007] 图5是根据本文描述的的原理的另一个示例的用于嵌入部件放置的方法的流程图。

[0008] 图6描绘了根据本文描述的的原理的示例的用于中断增材制造操作的非暂态机器可读存储介质。

[0009] 在所有附图中，相同的附图标记表示相似但不一定相同的元件。附图不一定是成比例的，并且一些零件的尺寸可以被放大以更清楚地图示所示的示例。而且，附图提供了与描述一致的示例和/或实施方式；然而，描述不限于附图中提供的示例和/或实施方式。

具体实施方式

[0010] 增材制造系统通过使构建材料的多个层固化在设备内的床上来制造三维 (3D) 物体。增材制造系统可以基于例如用计算机辅助绘图 (CAD) 计算机程序产品生成的物体的3D模型中的数据来制造物体。模型数据被处理成切片，每个切片定义要固化的一个构建材料层的部分。

[0011] 在一个示例中，为了形成3D物体，将可以是粉末的构建材料沉积在床上。然后，将熔融剂分配到要熔融以形成3D物体的一个层的构建材料层的部分上。执行这种类型的增材制造的系统可以被称为基于粉末和熔融剂的系统。以期望图案放置的熔融剂增加了熔融剂放置在其上的接下来的构建材料层的能量吸收。然后，将构建材料暴露在比如电磁辐射等能量下。电磁辐射可以包括红外光、激光或其他合适的电磁辐射。由于由熔融剂赋予的热吸收特性提高，使熔融剂在其上图案化的构建材料的部分加热至大于构建材料的熔融温度的温度。

[0012] 相应地，当能量被施加到构建材料的表面时，已经接纳了熔融剂并因此使能量吸

收特性提高的构建材料熔融,而尚未接纳熔融剂的构建材料的部分保持粉末形式。接纳了试剂并因此使热吸收特性提高的构建材料的那些部分可以被称为熔融部分。相比之下,施加的热量没有大到将不含试剂的构建材料的部分的热量提升到该熔融温度。没有接纳试剂并因此不会使热吸收特性提高的构建材料的那些部分可以被称为未熔融部分。

[0013] 相应地,预定量的热量被施加到整个构建材料床,接纳了熔融剂的构建材料的部分由于熔融剂赋予的热吸收特性的提高而熔融并且形成物体,而构建材料的未熔融部分在存在这种热能量施加的情况下不受影响(即,未熔融)。这一过程以逐层的方式重复,以生成3D物体。然后,未熔融的材料部分可以与熔融部分分离,并且未熔融部分被回收用于随后的3D打印操作。

[0014] 虽然这种增材制造操作已经大大扩展了制造和开发的可能性,但是进一步的开发可能会使这种3D打印操作甚至更加实用。例如,大量的材料和过程可能与多射流熔融或其他增材制造工艺不兼容。通过开发一种在增材制造过程发生大幅暂停之后恢复打印的方法,例如,允许已经放置在床内的零件在该零件之上开始打印,可以通过增材制造部分地或完全地产生种类更广泛的材料、部件和物体。这可以允许电子部件、光学部件、美学部件或其他部件嵌入在3D打印物体内。这还可以允许先前使用增材制造或其他制造技术制造的零件在该零件之上执行增材制造物体或其部分。

[0015] 在一些示例中,通过将要放置在3D打印物体中的部件预热到接近床温度,部件可以放置在3D打印物体内,或者放置在已经经历了先前加热到接近打印温度的床内,以防止使放置的部件过热。这可以使得增材制造工艺能够产生具有广泛应用的各种多功能零件,包括可追踪零件、复杂的电子设备、光学设备、美学零件、多材料零件(金属或陶瓷+塑料)等。

[0016] 具体地,本说明书描述了一种增材制造系统。所述增材制造系统包括构建材料分布器,所述构建材料分布器用于将粉末状构建材料的多个层沉积到床上以形成三维(3D)打印物体。所述增材制造系统的控制器1)中断打印所述3D打印物体,并且2)恢复打印。所述增材制造系统还包括热源,所述热源用于在打印中断期间将所述粉末状构建材料的顶表面的温度维持在所述构建材料的固化温度与熔化温度之间。

[0017] 本说明书还描述了一种方法。根据所述方法,打印三维(3D)打印物体的各顺序切片。中断所述打印以进行以下操作:打开热源以将部分打印的3D打印物体的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间;以及经由放置设备将部件嵌入到所述部分打印的3D打印物体的主体中。然后,恢复打印所述3D打印物体的各切片,以将所述部件包封在所述3D打印物体中。

[0018] 本说明书还描述了一种利用能够由处理器执行的指令编码的非暂态机器可读存储介质。所述机器可读存储介质包括用于进行以下操作的指令:顺序地打印三维(3D)打印物体的各切片;以及在打印暂停期间,打开热源以将3D打印物体的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间。所述机器可读存储介质还包括用于在所述暂停期间将要打印的部件放置在构建区域中的指令。

[0019] 这种系统和方法1)促进在打印发生大幅暂停(比如将部件放置在3D打印物体内部)之后进行增材制造;2)允许嵌入和打印各种物体,这些物体可以通过各种操作制造的;

[0020] 3) 在3D打印零件的底部部分与顶部部分之间提供良好的粘附力;以及4) 机械地保护嵌入的部件并提供增强的安全性,因为很难在不破坏或极大地损坏零件的情况下移动嵌入在打印的零件内的部件。然而,设想的是,本文所公开的设备可以解决多种技术领域的其他问题和缺陷。

[0021] 现在转到附图,图1是根据本文描述的的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统(100)的框图。如在本说明书和所附权利要求中所使用的,术语“粉末状构建材料”或“构建材料”是指任何形式的微粒材料,并且可以包括各种类型的材料,包括塑料、金属和陶瓷。

[0022] 如上所述,可以调整多射流熔融设备、金属射流熔融设备、选择性激光烧结设备、选择性激光熔化设备或任何其他类型的增材制造系统(100),以允许恢复打印现有零件或物体。也就是说,本增材制造系统(100)促进了在大幅暂停之后恢复打印。在这些暂停期间,可以例如通过使用放置设备(108)将部件放置在打印的零件上或其中。例如,可以将射频识别(RFID)芯片放置在3D打印物体中。

[0023] 本说明书描述了几个特定的示例,包括将RFID芯片在中途放置穿过3D打印零件,并且然后在已经放置芯片之后恢复打印,从而将芯片嵌入在3D打印零件内。这种打印暂停允许制造各种各样的混合结构物体。这可以包括经3D打印的零件、从3D打印床上移除的零件、后处理的(包括插入不适合原位放置的大部件)零件、放回床上的零件、以及再次经3D打印的零件,从而使零件嵌入。然而,打印的暂停和恢复也可以用于其他场景中。

[0024] 例如,3D打印零件在打印期间可能会展现出许多缺陷。在检测到这些缺陷后,可以暂停打印以修复缺陷。一种类型的缺陷包括在零件底层发生的零件卷曲。另一种类型的缺陷可以包括由于过热引起的零件隆起和周围粉末的膨胀。该第二种类型的缺陷与热的大体积零件相关。零件的初始层发生卷曲的物理机制可能来自多种机制。然而,当零件卷曲时,零件可能会抬离床表面,并且相对于周围的构建材料升高。于是,升高的零件可能最初会与增材制造设备(比如散布器辊、料斗、能量发射设备和/或打印剂分配器)内的平移设备发生碰撞,并且可能在每一轮次时都会来回摇摆,或者可能被拖拽跨过构建区域的表面和沉积在其上的构建材料。

[0025] 解决这种零件隆起和拖拽的补救措施各不相同。例如,补救措施可以是调整沉积层的层厚度、调整沉积在构建区域上的试剂的量、调整由材料散布器输出的转矩、利用烧蚀激光器从xy平面去除突出、以及它们的组合。相应地,在该示例中,对3D打印过程的暂停的中断可以通过检测到这种缺陷来触发,从而可以在中断期间执行补救动作。增材制造系统(100)包括构建材料分布器(102),所述构建材料分布器用于将粉末状构建材料的多个层沉积到床上。在床上熔融的构建材料的每个层形成3D打印物体的切片,使得多个熔融构建材料层形成整个3D打印物体。构建材料分布器(102)可以从构建材料供应容器获取构建材料,并且将这种获取的材料作为层沉积在床上,所述层可以沉积在位于床上的已经处理的其他构建材料层之上。如下文将描述的,由构建材料分布器沉积的构建材料可以以任何数量的方式进行固化以形成3D打印物体。

[0026] 增材制造系统(100)还包括控制器(106)。控制器(106)可以包括各种硬件部件,这些硬件部件可以包括处理器和存储器。处理器可以包括用于从存储器取得可执行代码并执行所述可执行代码的硬件架构。作为具体示例,如本文描述的控制器可以包括计算机可读

存储介质、计算机可读存储介质和处理器、专用集成电路 (ASIC)、基于半导体的微处理器、中央处理单元 (CPU) 和现场可编程门阵列 (FPGA) 和/或其他硬件设备。

[0027] 存储器可以包括计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质可以包含或存储由指令执行系统、装置或设备使用或与其结合使用的计算机可用程序代码。存储器可以采用许多类型的存储器,包括易失性存储器和非易失性存储器。例如,存储器可以包括随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、光存储器盘和磁盘等。可执行代码当由控制器 (106) 执行时可以使控制器 (106) 至少实施如下所述的中断打印和恢复打印的功能。

[0028] 另外,在操作期间,控制器 (106) 可以用于向与增材制造系统 (100) 相关联的多个其他设备提供指令,以实现增材制造系统 (100) 的功能。具体地,控制器 (106) 可以指导热源打开、关闭、增加发射的电磁辐射输出、和/或减少发射的电磁辐射输出。另外,控制器 (106) 可以指导构建材料分布器 (102) 添加一个构建材料层。进一步地,控制器 (106) 可以发送指令以指导打印头将试剂选择性地沉积到构建材料层的表面上。控制器 (106) 还可以指导打印头在特定位置处喷射试剂,以形成3D打印物体切片。

[0029] 具体地,出于各种目的,包括为了放置部件、采取补救动作以及执行各种其他功能,控制器 (106) 可以中断打印3D打印物体。例如,如上所述,可能期望将部件插入到3D打印物体中。在该示例中,控制器 (106) 中断打印以促进这种放置。在一些示例中,中断打印包括停用构建材料分布器 (102) 和任何构建材料硬化设备。在这种部件被放置在(多个)扫描托架上的示例中,控制器 (106) 还将这些扫描托架移动远离部件,使得可以放置物体。

[0030] 在打印操作暂停后,可以执行许多动作,包括放置部件。还可以执行其他动作,比如任何数量的校正动作以补救检测到的打印质量像差。在暂停期间要执行的操作完成之后,控制器 (106) 恢复打印。也就是说,控制器 (106) 选择性地重新激活构建材料分布器 (102) 和硬化设备,以继续顺序地操作以形成3D打印物体的切片的操作。

[0031] 注意,在放置部件之前的打印期间和放置部件之后的打印期间,控制器 (106) 可以改变构建材料分布器 (102) 和/或使构建材料硬化的任何设备的操作。例如,在一些示例中,放置的部件可能未与最近沉积的层齐平。也就是说,部件的顶表面可能高于最后沉积的层。该凸起的部件表面可能会干扰随后的打印,并且甚至可能会干扰某些增材制造部件。例如,擦拭器或机械调平设备可能经过构建材料的表面、抓住部件的凸起表面并将其移开。然后,移开的部件可能以改变增材制造过程的方式干扰粉末状构建材料。

[0032] 控制器 (106) 可以控制增材制造以缓解这种情况。例如,控制器 (106) 可以触发至少一个粉末状构建材料层的沉积,并且在一些情况下触发更多层的沉积,使得粉末状构建材料的表面与突出部件齐平。这样做确保了部件不会突出,并且因此不会干扰任何增材制造系统 (100) 的部件的操作。

[0033] 在另一个示例中,控制器 (106) 可以触发厚度增加的粉末状构建材料的层的沉积,使得粉末状构建材料与突出部件齐平。在该示例中,控制器 (106) 可以使增材制造系统 (100) 的床比其他情况下下降得更多,并且使构建材料分布器 (102) 比其他情况下沉积更多的材料。如在上述示例中,这确保了粉末状构建层与突出部件齐平,使得突出部件不会干扰或以其他方式影响剩余切片的形成。

[0034] 在使用熔融剂的另一个示例中,在放置部件之后,控制器 (106) 可以仅触发熔融剂的沉积,而不触发粉末状构建材料的沉积。这样做确保了3D打印物体的各界面层彼此粘附。

在特定示例中,在几个循环中,在部件放置之前产生的零件的部分上没有粉末层沉积,但是仍然沉积有熔融剂。在该示例中,在部件放置之后添加到前几个层的额外熔融剂提高了前几个层期间的打印温度,并且在前部件放置层与后部件放置层之间产生了更好的粘附力或熔融。在一个特定示例中,在各界面层之间使用的熔融剂不同于形成各非界面层所使用的熔融剂。该界面熔融剂可以比非界面层熔融剂具有更高的加热效率。这种更高的加热效率可以确保3D打印物体的前部件部分与后部件部分之间具有更大的粘附力,因为它可以使得选择性地对特定层加热,这进而降低了这些构建材料层的粘度。相应地,向这些界面层施加能量会将施加到各界面层的界面熔融剂的温度升高到足以产生较低粘度熔池的温度,所述熔池将产生更大的粘附力。

[0035] 因此,具有界面熔融剂打印区段的界面层可以被加热到比周围区段更热的温度。在一些示例中,界面熔融剂区域可以被加热至比非界面熔融剂图案化区域高5至50摄氏度。在一个示例中,界面熔融剂图案化区域可以被加热至比非界面熔融剂图案化区域高大约15摄氏度。使用不同的热敏性更强的熔融剂可以提高打印质量,因为热敏性更强的熔融剂允许在3D打印零件的底部部分与顶部部分之间实现良好的粘附力。

[0036] 在另一个示例中,界面熔融剂可以包括增塑剂功能试剂。增塑剂功能试剂可以通过以化学方式改变构建材料的熔化特性来降低选定区域处构建材料的粘度。在一个示例中,增塑剂功能试剂通过物理化学机制来降低构建材料的熔体粘度。在一个示例中,施加多种界面功能试剂(比如熔融剂和增塑剂功能试剂)来局部地降低界面处构建材料的粘度。

[0037] 在另外一个示例中,在各界面层中使用更高加载量的熔融剂,从而使该区域局部过热,这有效地使各界面层过度熔化。这允许降低界面处的局部粘度,以确保各界面层之间的牢固接合。

[0038] 增材制造系统(100)可以包括热源(108),所述热源用于将粉末状构建材料的顶表面的温度维持在构建材料的固化温度与熔化温度之间。在一些示例中,固化温度可以是重结晶温度。

[0039] 也就是说,如果不加热,粉末状构建材料和周围环境可能会冷却。这种冷却可能会改变3D打印物体的形成、强度和尺寸精度。由于在放置部件或执行补救动作期间可能会存在长时间的中断,因此3D打印物体可能会冷却和翘曲。例如,如果熔融的3D打印物体和构建区域的温度下降到固化温度以下,则3D打印物体将翘曲,打印恢复无法发生,和/或尺寸精度受到损失。

[0040] 相比之下,如果温度上升到构建材料的熔化温度以上,则3D打印物体将过度熔融,并且尺寸精度将受到影响。相应地,热源(108)保持3D打印物体低于构建材料的熔化温度但高于构建材料的固化温度。因此,在为了放置部件而中断打印期间,热源(108)将环境维持在尺寸一致性和产品质量不会受到损害的温度范围内。如果没有这种热控制,构建材料的特性可能会调整,使得部件无法被放置在其中,和/或3D打印物体的质量可能会劣化。

[0041] 热源(108)可以是施加热能的任何部件。热源(108)的示例包括钨灯、红外灯、可见卤素灯、电阻式加热器、发光二极管LED和激光器。

[0042] 热源(108)的操作可以由控制器(106)控制。具体地,控制器(106)可以指导热源(108)打开、关闭、增加发射的电磁辐射输出、和/或减少发射的电磁辐射输出。

[0043] 虽然具体参考了某些增材制造工艺(比如多射流熔融或金属射流熔融),但是系统

和方法可以适用于任何增材制造工艺,比如立体光固化、选择性激光烧结、三维粘合剂喷射和熔融沉积建模等。

[0044] 图2是根据本文描述的的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统(100)的简化俯视图。如上所述,用于生成三维物体的装置可以被称为增材制造系统(100)。本文描述的增材制造系统(100)可以对应于三维打印系统,所述三维打印系统也可以被称为三维打印机。在增材制造过程的示例中,可以在构建区域(210)中形成一个构建材料层。如在本说明书和所附权利要求中所使用的,术语“构建区域”是指其中形成3D物体的空间区域。构建区域(210)可以指由床(212)界定的空间。构建区域(210)可以被定义为其中增材制造系统(100)可以制造、产生或以其他方式生成3D打印物体的三维空间。也就是说,构建区域(210)可以占据床(212)的表面之上的三维空间。在一个示例中,构建区域(210)的宽度和长度可以是床(212)的宽度和长度,并且构建区域(210)的高度可以是床(212)可以在z方向上移动的范围。尽管未示出,但是比如活塞等致动器可以控制床(212)的竖直位置。

[0045] 床(212)可以容纳任意数量的构建材料层。例如,床(212)可以容纳多达4000层或更多层。在示例中,多个构建材料供应容器可以定位在床(212)旁边。这种构建材料供应容器提供以逐层方式放置在床(212)上的构建材料。

[0046] 在本文描述的示例中,构建材料可以包括基于粉末的构建材料,其中,基于粉末的构建材料可以包括基于湿粉末的材料和/或基于干粉末的材料、微粒材料和/或粒状材料。在一些示例中,构建材料可以是弱光吸收聚合物。在一些示例中,构建材料可以是热塑性的。此外,如本文所述,功能试剂可以包括当施加能量时可以促进构建材料熔融的液体。熔融剂可以是光吸收液体、红外或近红外吸收液体,比如颜料着色剂。

[0047] 图2描绘了在构建区域(210)中连续地沉积多个构建材料层的构建材料分布器(102)。如上所述,构建材料分布器(102)内可以保持各种类型的构建材料。粉末状构建材料的一个示例是熔融温度为185摄氏度的聚酰胺12。在该示例中,加热到185摄氏度以上的聚酰胺12的部分熔融在一起以形成固体物体。虽然具体提到了聚酰胺12作为易熔构建材料,但是也可以使用其他构建材料,包括但不限于聚酰胺11或其他易熔材料。

[0048] 如上所述,在一些示例中,构建材料分布器(102)可以联接到扫描托架。在操作中,当扫描托架沿着扫描轴在构建区域(210)上方移动时,构建材料分布器(102)将构建材料放置在构建区域(210)中。虽然图2将构建材料分布器(102)描绘为与试剂分布器(204)正交,但是在一些示例中,构建材料分布器(102)可以与试剂分布器(204)成一条直线。

[0049] 如上所述,增材制造系统(100)可以包括使粉末状构建材料硬化的设备。在图2所描绘的示例中,增材制造系统(100)还包括试剂分布器(204),所述试剂分布器用于将至少一种试剂沉积到粉末状构建材料的层上,以形成3D打印物体。在一些示例中,试剂分布器(204)包括至少一个液体喷射设备,所述液体喷射设备用于将功能试剂分布到多个构建材料层上。

[0050] 如上所述,试剂分布器可以分布各种试剂。试剂的一个具体示例是熔融剂,所述熔融剂提高接纳熔融剂的构建材料的部分的能量吸收,以选择性地使粉末状构建材料层的部分固化。液体喷射设备可以包括至少一个打印头(例如,基于热喷射的打印头、基于压电喷射的打印头等)。在一个示例中,在喷墨打印设备中使用的打印头可以用作试剂分布器(204)。在该示例中,熔融剂可以是打印液体。在其他示例中,试剂分布器(204)可以包括选

择性地喷射少量液体的其他类型的液体喷射设备。

[0051] 试剂分布器(204)也可以沉积其他试剂。例如,试剂分布器(204)分布细化试剂,所述细化试剂提高3D打印物体的分辨率,并且为粉末状构建材料的选定区域提供冷却。试剂分布器(204)可以沉积其他功能试剂,以向3D打印物体提供功能(例如,导电性)。例如,试剂分布器(204)可以沉积导电剂以使3D打印物体内的部件电连接。例如,可能是这种情况:放置在3D打印物体中的部件是天线和RFID芯片。这种导电剂可以形成使这些部件电联接的电迹线。导电剂可以至少部分地由分散在溶剂内的金属纳米颗粒形成。作为另外一个示例,试剂分布器可以将粘合剂喷射到粉末状构建材料上,所述粘合剂将粉末状构建材料的颗粒粘合在一起,这些颗粒随后将被烧结以形成3D打印物体。

[0052] 作为另外一个示例,试剂分布器(204)可以沉积除熔融剂之外的其他材料来选择性地使所述层的部分固化。例如,试剂分布器(204)可以沉积增塑剂来降低材料粘度。也就是说,试剂分布器(204)可以沉积任何种类的试剂。这些试剂中的每一种均可以在比如暴露于热量或能量等条件下活化。

[0053] 如上所述,在喷墨打印设备中使用的打印头(例如,基于热喷射的打印头、基于压电喷射的打印头等)可以用作试剂分布器(204)。在该示例中,熔融剂可以是打印液体。在其他示例中,试剂分布器(204)可以包括择性地喷射少量液体的其他类型的液体喷射设备。在一些示例中,试剂分布器(204)联接到扫描托架,并且扫描托架在构建区域(210)上方沿着扫描轴移动。

[0054] 图2还描绘了放置设备(214),所述放置设备如构建材料分布器(102)和试剂分布器(204)一样在构建区域(210)上方行进,以将部件放置在构建区域(210)中的特定位置。也就是说,增材制造系统(100)可以包括放置设备(214)以将部件放置在3D打印物体的主体中。也就是说,放置设备(214)可以从储存库中取出部件,将所述部件移动到3D打印物体上方的期望位置,并且对其进行放置。也就是说,放置设备(214)在制造三维物体的同时将部件定位在正在制造的三维物体内部。在一些示例中,放置设备(214)定位在跨增材制造系统(100)的床(212)移动的扫描托架上。

[0055] 在一些示例中,放置设备(214)可以在控制器(106)的指导下操作,以自动放置部件。在一个特定示例中,放置设备(214)包括y轴致动器、x轴致动器、z轴致动器、连接器臂、喷嘴和可控真空源。在该示例中,喷嘴(通过吸力)收集部件。致动器和连接器臂可以用于使部件以竖直和水平方式移动,以便适当地定位所述部件。

[0056] 虽然具体参考了放置设备(214)的一个示例,但是可以根据本文描述的原理来实施其他类型的放置设备(214)。要插入的部件可以是各种类型,包括天线和非3D打印物体(如PCB板),这些物体被放置在粉末床上并且然后在其上进行打印。相应地,本增材制造系统(100)可以中断打印过程,使得部件(比如与增材制造过程不兼容的部件)可以被插入到3D打印物体的主体中,从而为3D打印物体提供安全性、机械保护和美学价值。

[0057] 图2还描绘了控制器(106),如上所述,所述控制器控制被描绘为在增材制造期间在嵌入部件期间打印、暂停打印、放置部件和恢复打印的各个部件和热源(108)的操作。

[0058] 图3是根据本文描述的原理的示例的用于间断式增材制造的增材制造系统(100)的截面视图。如上所述,增材制造操作包括顺序地沉积以多种方式择性地被硬化以形成3D打印物体(316)的粉末状构建材料(318)的多个层。在本文描绘的示例中,在某个时间点,

控制器 (106) 通过暂停构建材料分布和任何试剂分布来中断打印, 并且放置设备 (图1的 108) 将部件 (320) 放置在限定3D打印物体 (316) 最终嵌入其中的边界内。图3还描绘了热源 (108), 所述热源用于将粉末状构建材料 (318) 的顶表面的温度维持在构建材料 (318) 的固化温度与熔化温度之间。

[0059] 如上所述, 如果温度上升到构建材料 (318) 的熔化温度以上, 则3D打印物体 (316) 将过度熔融, 并且尺寸精度将受到影响。由于热渗出, 不打算形成3D打印物体 (316) 的一部分的粉末材料可能半永久地粘附到3D打印物体 (316), 这可能难以去除并且会影响尺寸精度。去除这些相邻的未熔融部分可能很困难、很耗时, 并且甚至可能损坏3D打印物体 (316)。相应地, 热源 (108) 保持3D打印物体 (316) 低于构建材料 (318) 的熔化温度但高于构建材料 (318) 的固化温度。因此, 在为了放置部件 (320) 而中断打印期间, 热源 (108) 将环境维持在尺寸一致性和产品质量不会受到损害的温度范围内。如果没有这种热控制, 构建材料 (318) 的特性可能会调整, 使得部件 (320) 无法被放置在其中, 和/或3D打印物体 (316) 的质量可能会劣化。

[0060] 作为具体示例, 控制器 (106) 正好在中断打印以放置部件 (320) 期间激活热源 (108)。也就是说, 热源 (108) 在中断时段之外不起作用。换句话说, 当控制器 (106) 管理的构建材料分布器 (图1的102) 和试剂分布器 (图2的204) 沉积多个构建材料 (318) 层时, 热源 (108) 可能不起作用。然后, 在可能由构建文件识别的预定时间, 控制器 (106) 停用这些部件, 移动这些部件可以固定到的扫描托架, 并且激活热源 (108) 以将构建材料 (318) 的温度维持在该特定构建材料 (318) 的固化温度与熔化温度之间。也就是说, 热源 (108) 旨在维持的温度范围基于构建材料 (318) 和许多其他特定而变化。

[0061] 一旦部件已被放置并且放置设备 (图2的214) 已从构建区域 (图2的210) 移除, 控制器 (106) 可以停用热源 (108) 并且通过选择性地激活构建材料分布器 (图1的102) 和试剂分布器 (图2的204) 来恢复打印。在一些示例中, 热源 (108) 可以不同于施加能量和使构建材料 (318) 层的某些部分“熔融”所使用的热源。在其他示例中, 热源 (108) 可以与熔融所使用的热源相同。在该示例中, 控制器 (106) 可以简单地增加/减少热源 (108) 的强度而不是打开和关闭热源 (108) 来提供期望的温度控制。

[0062] 在一些示例中, 增材制造系统 (100) 包括定位在床 (图2的212) 内的热传感器 (322)。在该示例中, 控制器 (106) 基于来自热传感器 (322) 的反馈改变热源 (108) 的发射特性。也就是说, 热传感器 (322) 检测构建材料 (318) 表面的各个部分的温度状况。

[0063] 热传感器 (322) 可以是检测电磁辐射的任何类型的传感器, 比如从床 (图2的 212) 的表面上的构建材料 (318) 层发射的红外辐射。例如, 热传感器 (322) 可以包括任何数量的热相机。可以使用任何数量的热相机来检测整个构建材料 (318) 表面或构建材料 (318) 表面的一部分的温度状况。例如, 热传感器 (322) 可以测量覆盖整个表面的点的矩阵。

[0064] 基于从热传感器 (322) 收集的信息, 控制器 (106) 可以调节热源 (108)。例如, 如果热传感器 (322) 检测到温度接近熔化温度, 则控制器 (106) 可以关闭热源 (108) 以确保构建材料 (318) 的温度不会上升到熔化温度以上。相比之下, 如果热传感器 (322) 检测到温度接近固化温度, 则控制器 (106) 可以打开热源 (108) 以确保构建材料 (318) 的温度不会降到固化温度以下。

[0065] 相应地, 本增材制造系统 (100) 允许在打印发生大幅暂停之后恢复打印。这可以促

进将部件 (320) 放置在3D打印物体 (316) 之上或其内部。于是,随后通过恢复打印可以将部件 (320) 嵌入到3D打印物体 (316) 内。如上所述,增材制造系统 (100) 可以在各种物体之上打印,这些物体可以通过各种增材制造或其他制造工艺制造的。在其他示例中,可以在打印操作开始时恢复打印。也就是说,可以将部件 (320) 放置于在其上启动打印的空床 (图2的212) 上。相应地,可以将3D打印物体 (316) 放置在复杂的电子部件 (如印刷电路板)、不同材料的物体 (如陶瓷或有机材料 (如木材)) 或各种其他可能物之上。在另外一个示例中,这些部件 (印刷电路板、陶瓷衬底、有机衬底等) 可以嵌入到3D打印物体 (316) 中。

[0066] 如上所述,将部件 (320) 嵌入到3D打印物体 (316) 中可以提高3D打印物体 (316) 的美感,因为部件 (320) (其可能与3D打印物体 (316) 的期望美感不匹配) 隐藏在3D打印物体 (316) 本身中。而且,将部件 (320) 嵌入到3D打印物体 (316) 中提供了对部件 (320) 的机械保护。也就是说,某些部件 (320) 可能是易碎的,并且容易受到机械损坏和/或电气损坏。通过将部件 (320) 嵌入,会保护这些部件免受这种机械力和电力的影响。更进一步地,将部件 (320) 嵌入到3D打印物体 (316) 中还可以提供部件 (320) 和/或3D打印物体 (316) 的增强安全性。也就是说,如果可能的话,很难在以不破坏或极大地损坏3D打印物体 (316) 的情况下移除嵌入在以这种方式打印的3D打印物体 (316) 内的部件 (320)。相应地,部件 (320) 可以包括唯一防伪信息,所述信息无法被黑客攻击,因为在不破坏3D打印物体 (316) 的情况下无法触及所述信息。

[0067] 图4是根据本文描述的原理的示例的用于嵌入部件 (图3的320) 放置的方法 (400) 的流程图。如上所述,增材制造以及特别是3D打印涉及构建材料的逐层沉积和该层的某些部分的固化/烧结/熔融,以形成3D打印物体 (图3的316) 的切片。相应地,在该示例中,方法 (400) 包括顺序地打印 (框401) 3D打印物体 (图3的316) 的各切片。这包括对每个切片顺序地激活构建材料分布器 (图1的102) 和试剂分布器 (图2的204) 以及这两个分布器可以联接到的扫描托架,使得每个分布器都在表面上分布其相应的成分。

[0068] 在打印期间的某个时刻,控制器 (图1的106) 中断打印 (框402) 以放置部件 (图3的320)。在一些示例中,打印的最后一层可以以不同于其他层的方式铺设。例如,要放置部件 (图3的320) 的层可以比其他层厚。这样做可以使得部件 (图3的320) 可以嵌入到层中,而不仅仅是放置在其之。也就是说,可能期望部件 (图3的320) 与其将要沉积的层齐平,并且为此目的,放置设备 (图1的108) 可以在插入期间向下推动所述部件 (图3的320)。部件 (图3的320) 需要较少的力来使较厚的层移位。

[0069] 在中断期间,可以打开 (框403) 热源 (图1的108) 以将部分打印的3D打印物体 (图3的316) 的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间。也就是说,如上所述,如果先前熔融的部分冷却过多,则这些部分可能会开始翘曲,这会影响到零件的尺寸和几何形状,从而可能会影响到零件的美观、几何形状,并且在一些情况下可能甚至会妨碍其完成。

[0070] 然而,热源 (图1的108) 不能是无界的。也就是说,如果热源 (图1的108) 施加过多的热能,即高于熔融部分的熔化温度,则这些熔融部分可能无法恰当地熔融成期望的形状。在一些情况下,来自过剩热能的热渗出可能向相邻的未熔融构建材料泄漏,从而导致暂时或半永久性结块。

[0071] 此外,在中断期间,部件 (图3的320) 经由放置设备 (图2的214) 嵌入 (框404) 到部分打印的3D打印物体 (图3的316) 的主体中。也就是说,放置设备 (图2的214) 可以例如从托盘

收集部件(图3的320),并且将其放置在由控制器(图1的106)确定的位置。也就是说,控制器(图1的106)可以包括文件,所述文件不仅定义了3D打印物体(图3的316)的切片、几何形状和其他特征,而且还包括部件(图3的320)将被放置到的预定义位置的标识。控制器(图1的106)由此向放置设备(图2的214)发送控制信号,以将部件(图3的320)放置在该预定义位置。

[0072] 如上所述,由于在打印接纳了放置的部件(图3的320)的层与打印随后打印的层之间可能会存在长时间的延迟,因此3D打印物体(图3的316)可能容易冷却并翘曲,从而导致这些不同部分之间的粘附力较差。这个问题通过保持3D打印物体(图3的316)低于构建材料(图3的318)的熔化温度但高于构建材料(图3的318)的固化温度来解决。

[0073] 一旦部件(图3的320)被放置,恢复(框405)打印3D打印物体(图3的316)的各切片,以将部件(图3的320)包封在3D打印物体(图3的316)中。也就是说,控制器(图1的106)选择性地重新激活构建材料分布器(图1的102)和试剂分布器(图2的204)以继续进行3D打印。

[0074] 如上所述,对于前几层(例如,界面层),可以执行特定的操作,其中,在没有熔融剂的情况下,沉积构建材料(图3的318)以产生齐平的表面,和/或在没有构建材料(图3的318)的情况下,可以沉积熔融剂以产生前部件(图3的320)层与后部件(图3的320)层的更好粘附力。因此,本方法(400)描述了在全面考虑了当中断打印以放置部件(图3的320)时可能产生的影响的同时,可以如何将通过包括与增材制造技术不兼容的任何工艺由任何材料形成的任何部件放置在3D打印物体(图3的316)内部。

[0075] 现在提供了方法(400)的具体示例。在该示例中,部件(图3的320)是RFID芯片。在中断(框402)打印期间或之前,可以激活放置设备(图2的214),这可以包括打开联接到喷嘴的真空源。然后,将喷嘴放置在RFID芯片附近以保持所述RFID芯片。也就是说,打开喷嘴上的真空,并且将RFID芯片放置在喷嘴的末端。在一些示例中,在这些层直到要放置部件(图3的320)的层的整个打印期间,RFID芯片都保持在位。

[0076] 在打印之前,放置设备(图2的214)可以关于其相对于床(图2的212)的位置而进行校准。这可以通过打印测试文件并且然后对喷嘴进行定位直到对于x轴、y轴和z轴实现这两个位置之间的相关性来完成。在一些示例中,放置设备(图2的214)在z轴和y轴上的分辨率可以是5微米,并且在x轴上的分辨率是22微米。

[0077] 然后,中断(框402)打印,打开(框403)热源(图1的108)以维持温度,并且使包括放置设备(图2的214)的托架在x方向上在芯片放置位置上方移动,并放置或嵌入(框404)芯片。

[0078] 如上所述,在该中断(框402)期间,部分打印的零件(图3的316)和构建材料(图3的318)床维持在构建材料(图3的318)的固化温度与熔融温度之间的温度。如果低于该范围,则3D打印物体(图3的316)将翘曲,并且无法恢复打印。如果高于该范围,则3D打印物体(图3的316)将会过度熔融,并且尺寸精度将受到影响。因此,在中断期间要控制热源(图1的108)的强度,以将3D打印物体(图3的316)和构建材料(图3的318)维持在该温度范围内。

[0079] 关于部件(图3的320)的嵌入(框404),在具体示例中,喷嘴定位在y轴和z轴上。然后,去除真空,并将喷嘴提升,从而使部件(图3的320)留在预定义位置。在一些示例中,中断可以是约12秒或更短。也就是说,在这个时间期间,打印暂停,第一命令打开热源(图1的108),在具体示例中,所述热源将3D打印物体(图3的316)的温度维持在165摄氏度,从而保

持3D打印物体(图3的316)不会冷却和翘曲,同时还确保3D打印物体(图3的316)不会过度熔融。在该中断期间发出的第二命令将放置设备(图2的214)的托架移动到放置设备(图2的214)的适当x轴位置,以便随后放置RFID芯片。在这个时间期间,可以执行单个命令来将芯片放置在正确的y轴和z轴位置以将芯片保持0.5s(以便芯片周围的聚物流动),并且将放置设备(图2的214)返回到安全位置以便随后的托架移动。在一些示例中,实际放置事件大约花费2到2.5秒。

[0080] 在具体示例中,给定芯片厚度是400微米并且打印层厚度是80微米,则芯片可以嵌入到芯片接纳区域内的3D打印物体(图3的316)中。高于打印床粉末水平的芯片的任何部分都可能导致辊撞击放置的部件(图3的320)。相应地,通过在该过程的放置部分期间至少部分地将RFID芯片嵌入到3D打印物体(图3的316)中,在恢复(框405)打印时,散布辊使RFID芯片发生的任何微小移动都不会导致芯片相对于附接的3D打印物体(图3的316)移动。如果期望将更大的部件(图3的320)放置在3D打印物体(图3的316)内,则可以降低床(图2的212)的z高度,并且可以在用于嵌入这种部件(图3的320)的期望区域中沉积和熔融更厚的一个构建材料(图3的318)层。

[0081] 然后,将带有放置设备(图2的214)的托架移回到开始位置,停用热源(图1的108)并且恢复(框405)打印,以在部件(图3的320)之上打印3D打印物体(图3的316)的其余层。

[0082] 应当注意,即使这里作为示例公开的嵌入式RFID芯片和其他部件可能经历高温打印过程(高达~190C),部件(图3的320)仍然按预期运行。这是因为可以选择在高温暴露后保持部件稳定(图3的320)。

[0083] 虽然具体提到了嵌入单个部件(图3的320),但是在一些示例中,可以将多个部件(图3的320)嵌入到单个层中,或者可以将不同的部件(图3的320)放置在单个3D打印物体(图3的316)内的不同构建高度处。

[0084] 图5是根据本文描述的原理的另一个示例的用于嵌入部件(图3的320)放置的方法(500)的流程图。如上所述,启动顺序地打印(框501)3D打印物体(图3的316)的各切片的打印过程。这可以如以上结合图4所述的那样来执行。

[0085] 在一些示例中,部件(图3的320)不仅被放置在部分打印的3D打印物体(图3的316)上,而且被嵌入其中。在一些示例中,为了将部件(图3的320)嵌入(框404)已经打印的零件(图3的316)中而放置的部件(图3的320)不会延伸到打印的零件(图3的316)的上方并阻碍下一层的成功分布,可以使部分打印的3D零件(图3的316)的接纳区域过热。也就是说,降低(框502)要在其上打印部件(图3的320)的层的粘度。

[0086] 在一个具体示例中,在部件(图3的320)接纳区域中使用更高加载量的熔融剂,从而使该区域局部过热,这有效地使目标区域过度熔化。这允许容易地插入放置的部件(图3, 320),而不会破坏粉末床(图2的212)上的3D打印物体(图3的316)的其余部分。

[0087] 作为具体示例,当可以是RFID芯片的部件(图3的320)通过放置设备(图2的214)被带入位置时,接纳区域中的构建材料(图3的318)被熔化,并且构建材料(图3的318)能够发生移位,使得部件(图3的320)被嵌入3D打印物体(图3的316)内并且与构建材料(图3的318)的顶层齐平。熔化的构建材料(图3的318)还与部件(图3的320)的表面共形,从而允许更好的粘附到3D打印物体(图3的316)。具体地,可以在部件(图3的320)放置位置使用基于炭黑的熔融剂,从而使得该区域中的熔体粘度由于该区域中温度的升高而局部降低。

[0088] 局部降低熔体粘度的另一种方法是将增塑剂局部地沉积在部件(图3的320)放置位置,这会通过化学机理而不是热物理机理引起熔体粘度降低。许多增塑剂功能试剂可以单独使用或与熔融剂在同一油墨中使用,这可以更有效地实现部件(图3的320)放置位置所期望的较低粘度。这可能是所期望的,因为较低的温度导致同样低的熔体粘度,这可能会使3D打印物体(图3的316)的尺寸精度更好,因为用于降低粘度的单独加热溶液可能使部件(图3的320)放置位置周围出现热渗出。

[0089] 在一个特定示例中,在部件放置位置处使用的熔融剂不同于形成其他区域所使用的熔融剂。这种不同的熔融剂可以比另一种熔融剂具有更高的加热效率。这种更高的加热效率可以确保部件与所述部件形成在其中的层之间具有更大的粘附力,因为它可以使得选择性地对特定层加热,这进而降低了这些构建材料层的粘度。

[0090] 通过升高3D打印物体(图3的316)中的部件(图3的320)接纳区域的温度,部件(图3的320)可以被嵌入到熔化聚合物中,使得所述部件不会从构建材料突出,这将防止放置的部件(图3的320)在恢复打印时妨碍辊移动。这允许在整个过程中维持相同的层厚度,从而在即使放置了部件(图3的320)的情况下也能维持打印分辨率。

[0091] 然后,可以中断(框503)打印,并且打开(框504)热源(图1的108),如以上结合图4所述。在一些示例中,可以将要放置的部件(图3的320)预热(框505)到打印期间维持的温度。也就是说,环境温度部件(图3的320)与粉末床(图2的212)之间的差异可能导致热渗出,这可能影响部件(图3的320)和/或3D打印物体(图3的316)。相应地,将部件(图3的320)预热(框505)到近床温度防止了任何这样的问题,并且使3D打印物体(图3的316)更精确和稳健。

[0092] 在一些示例中,部件(图3的320)可以被加热超过打印温度。这可能是有用的,因为当部件(图3的320)从加热器行进到床(图2的212)时会有热损失,并且额外的热可以帮助进一步熔化接纳区域中的聚合物。

[0093] 换句话说,插入到构建材料(图3的314)中的部件(图3的320)的温度可能接近增材制造过程的构建温度。如果部件(图3的320)明显低于打印物的构建温度,则所述部件可能冷却其周围的区域,这可能引起接纳区域周围的聚合物固化,从而导致层或零件的翘曲,并且在一些情况下可能会导致部件插入失败。相应地,通过对部件(图3的320)进行预热,这些结果的可能性会降低。

[0094] 然后,可以将部件(图3的320)嵌入(框506)到3D打印物体(图3的316)中,并且可以如以上结合图4所述的那样恢复(框507)打印。

[0095] 如上所述,恢复(框405)打印可以包括独特控制的沉积的几个实例。例如,如果放置的部件(图3的320)突出高于构建材料(图3的318)水平,则可以使用不同的层厚度来嵌入放置的部件,或者可以沉积附加层。也就是说,无需施加熔融剂就可以将粉末状构建材料的各顺序层沉积(框508)到部件(图3的320)上。这可以进行直达到床(图2的212)上的粉末状构建材料(图3的318)与部件(图3的320)的顶表面齐平为止。在该示例中,可以增加额外的熔融(通过试剂、灯通道或甚至附加的点状/可寻址能量源)来熔融更厚的一个构建材料(图3的318)层,其厚度相当于部件(图3的320)的高度。

[0096] 在另一个示例中,可以在没有构建材料(图3的318)层沉积在先前创建的3D打印物体(图3的316)的部分上的情况下恢复(框405)打印。在这些层期间,熔融剂的加载量可以与最初打印期间使用的加载量相似,也可以不同。也就是说,通过在打印恢复之后向前几个界

面层添加额外的熔融剂,前几个层期间的打印温度升高,这在前部件层与后部件层之间产生了更好的粘附力或熔融。换句话说,在恢复打印时,降低(框509)至少一个层的粘度,以将至少一个层粘附到部分打印的3D打印物体。

[0097] 在促进前部件层与后部件层之间的良好粘附力的另一个示例中,部件(图3的320)放置之后的前几个层可以使用可单独寻址的文件,所述文件实施打印的熔融剂的高加载量。这样做可以允许在恢复(框405)打印时出现温度尖峰,这将使3D打印物体(图3的316)的这两个部分之间具有良好的粘附力。在一些示例中,由于使用两种不同吸收水平的熔融剂(FA-最高吸收水平,AFA-中等吸收水平),因此与在非界面打印层期间(使用AFA)产生的温升相比,在两个打印部分之间的界面处的打印层期间产生的温升可以更高。

[0098] 在另外一个示例中,为了促进放置的部件(图3的320)与界面层之间的好粘附力,可以使用粘附层。这可能包括热活化或化学活化的胶水或焊膏。在零件(图3的316)完成之后,允许将零件(图3的316)冷却,将其从粉末床移除并对其进行喷砂。

[0099] 现在提供了另一个具体示例,所述示例描述了将部件(图3的320)放置在空的打印床(图2的212)上,然后所述空的打印床可以在部件(图3的320)之上进行增材制造打印。在该示例中,部件(图3的320)是已经将电气部件放置在插座中的先前经3D打印的物体。物体之上是平坦的。如上所述,部件(图3的320)可以通过放置设备(图2的214)抓取,并且在一些示例中被预热并被放置到床(图2的212)上。如上所述,在这个时间期间,可以经由热源(图1的108)使粉末床(图2的212)和/或部件(图3的320)接近构建温度。然后放置部件(图3的320)。然后如上所述的那样启动打印。在一些示例中,新的构建材料(图3的318)被卷在部件(图3的320)上,这有助于使床(图2的212)内的部件(图3的320)调平,并且使构建材料(图3的318)在床(图2,212)表面上调平。

[0100] 在将部件(图3的320)放置在部分打印的3D打印零件(图3的316)中的示例中,当被放置到床(图2的212)上时,放置的部件(图3的320)可能会使聚合物构建材料(图3的318)发生移位。通过用辊进行调平,该构建材料(图3的318)可以重新进行分布。此外,部件(图3的320)从构建材料(图3的318)发生的任何轻微突起都可以通过辊来校正。导致明显突起的任何较大放置误差,或被嵌入得太远的部件(图3的320)都可以由放置设备(图2的214)通过推入特定位置或通过移除部件(图3的320)并重新尝试插入来校正。这可以通过光学系统如轮廓仪或立体视觉系统来监测。

[0101] 如上所述,可以将除3D打印零件之外的零件插入到床(图2的212)中,并且在这些零件上恢复增材制造打印。这些零件如聚合物零件(包括与构建材料(图3的318)不同类型的聚合物,所述构建材料可以是也可以不是经过3D打印的)、金属零件、陶瓷零件、有机材料和各种其他材料。通常,选择这些其他材料是由于它们在增材制造打印温度下是热稳定的,并且可以具有在其上恢复打印的大致平坦表面。

[0102] 在一个特定示例中,可以插入整个功能电子板,所述电子板可以使得在板的底部平坦部分上执行3D打印。在该示例中,在板的底部部分上进行3D打印后,可以将该零件移除,通过将所述板嵌入到环氧树脂(或其他)材料中,可以在所述板的顶部部分获得平坦表面,并且然后可以在该新创建的平坦表面上恢复3D打印。因此,整个PCB将被嵌入到在板的底部和顶部两者上都进行了3D打印的最终零件中。

[0103] 图6描绘了根据本文描述的的原理的示例的用于将部件(图3的320)嵌入在3D打印物

体(图3的316)中的非暂态机器可读存储介质(622)。为了实现其期望功能,计算系统包括各种硬件部件。具体地,计算系统包括处理器和机器可读存储介质(622)。机器可读存储介质(622)通信地联接到处理器。机器可读存储介质(622)包括用于执行指定功能的多个指令(624,626,628)。机器可读存储介质(622)使处理器执行指令(624,626,628)的指定功能。机器可读存储介质(622)可以存储数据、程序、指令或可以用于操作增材制造系统(图1的100)的任何其他机器可读数据。机器可读存储介质(622)可以存储控制器(图1的106)的处理器可以处理或执行的计算机可读指令。机器可读存储介质(622)可以是包含或存储可执行指令的电子设备、磁设备、光学设备或其他物理存储设备。机器可读存储介质(622)可以是例如随机存取存储器(RAM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、存储设备、光盘等。机器可读存储介质(622)可以是非暂态机器可读存储介质(622)。

[0104] 参考图6,打印指令(624)当由处理器执行时使处理器顺序地打印三维(3D)打印物体(图3的316)的各切片。加热指令(626)当由处理器执行时可以使处理器在打印暂停期间打开热源,以将部分打印的3D打印物体(图3的316)的熔融部分维持在固化温度与熔化温度之间。放置指令(628)当由处理器执行时可以使处理器将要打印的部件(图3的320)放置到构建区域中。如上所述,部件(图3的320)可以被放置到空的粉末床上。例如,可以将部件放置到聚合物粉末中,靠近正被打印的零件,并且然后在所述零件上打印。在一个具体示例中,正被打印的零件可以与在放置事件发生时分离的零件连接。也就是说,零件的顶部部分可以在上方桥接以与放置的部件会合。

[0105] 这种系统和方法1)促进在打印发生大幅暂停(比如将部件放置在3D打印物体内部)之后进行增材制造;2)允许嵌入和打印各种物体,这些物体可以是通过各种操作制造的;

[0106] 3)在3D打印零件的底部部分与顶部部分之间提供良好的粘附力;以及4)机械地保护嵌入的部件并提供增强的安全性,因为很难在不破坏或极大地损坏零件的情况下移动嵌入在打印的零件内的部件。然而,设想的是,本文所公开的设备可以解决多种技术领域中的其他问题和缺陷。

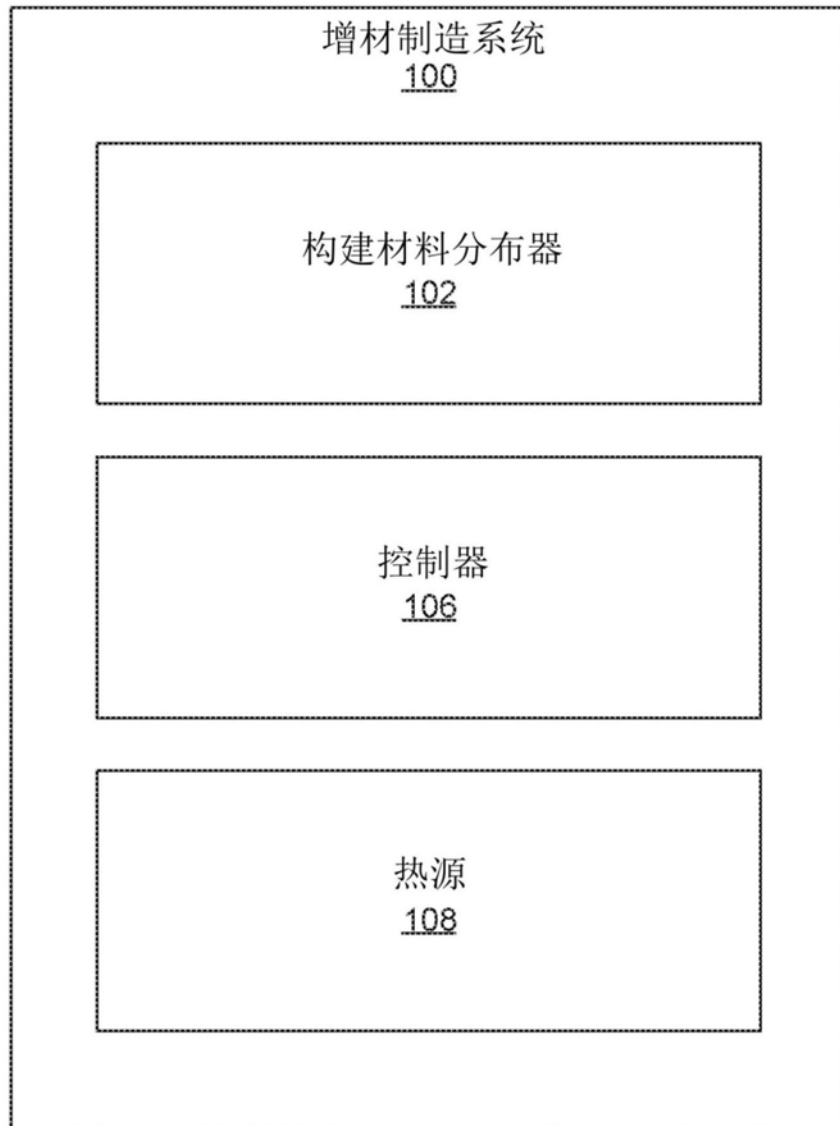


图1

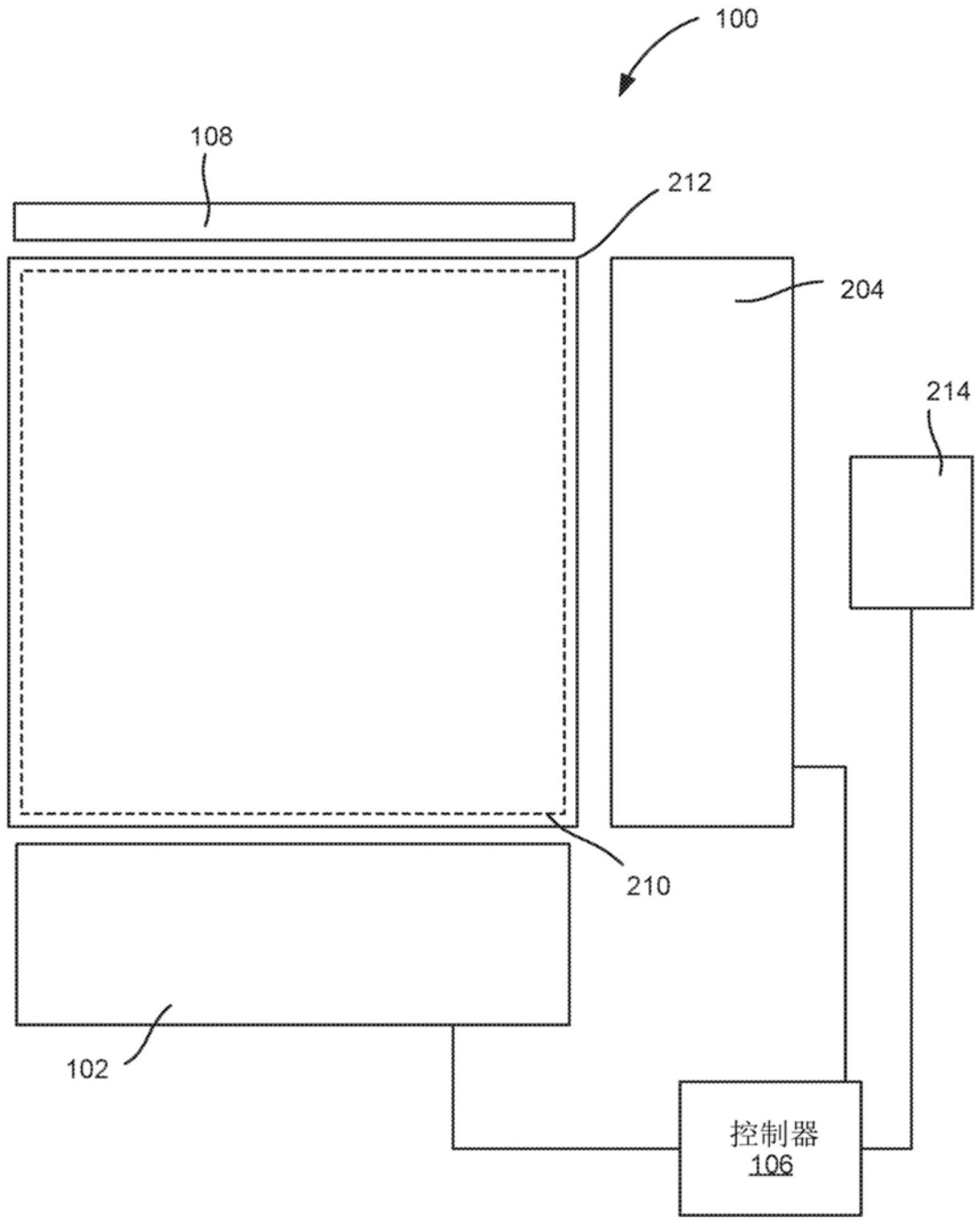


图2

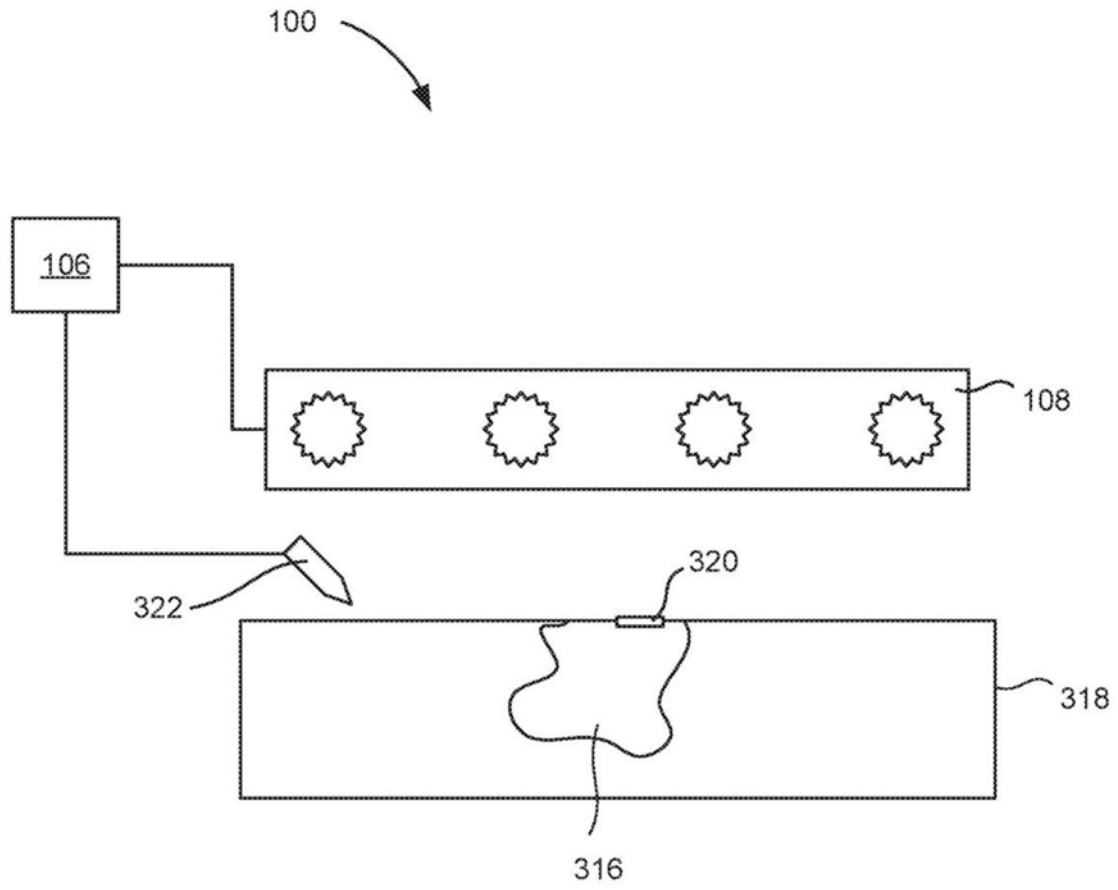


图3

400




图4

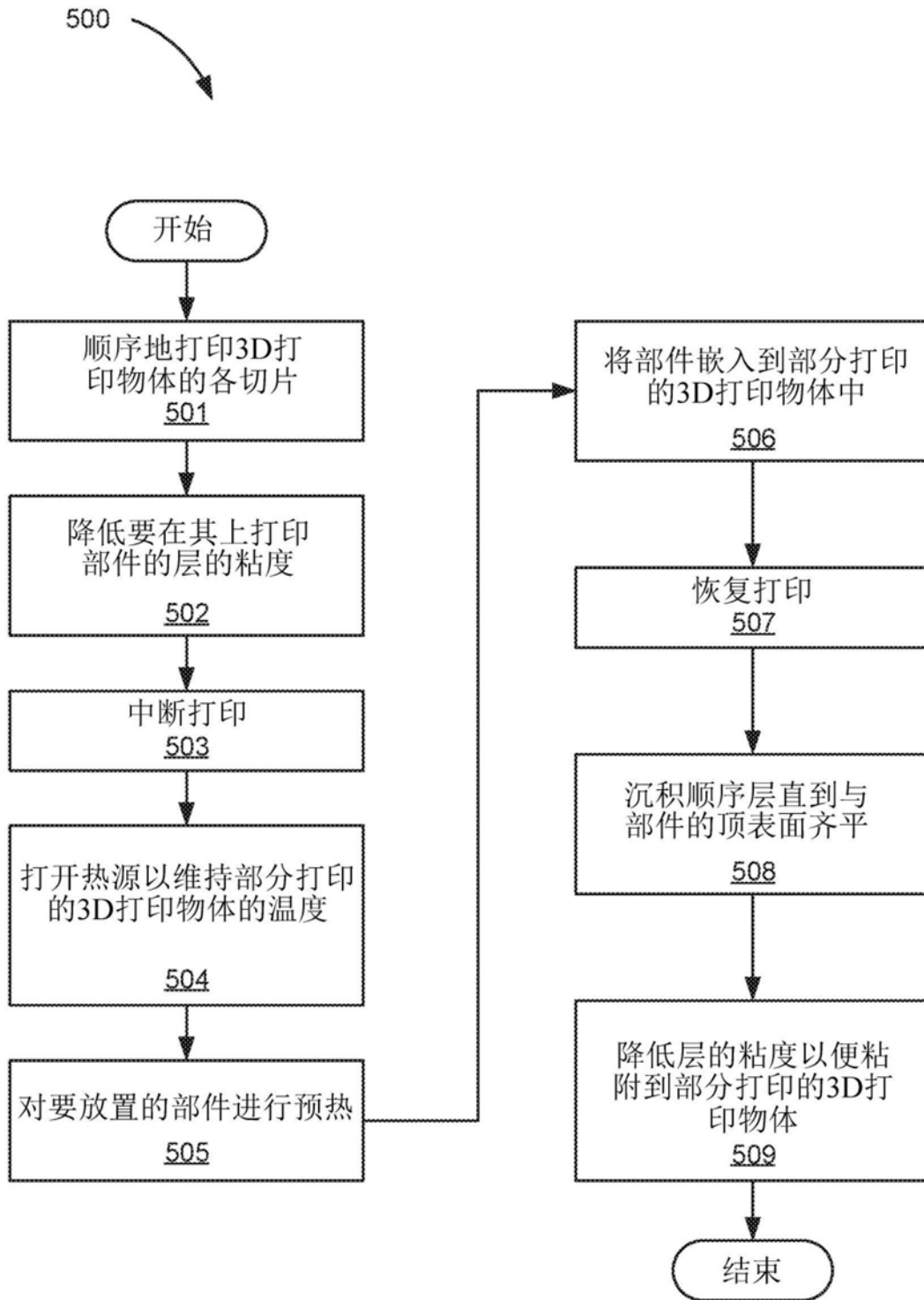


图5

| 机器可读存储介质 | | 622 |
|----------|--|------|
| 624 | | 打印指令 |
| 626 | | 加热指令 |
| 628 | | 放置指令 |

图6