



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106515013 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(21)申请号 201610796713.2

B29C 64/307(2017.01)

(22)申请日 2016.08.31

B33Y 10/00(2015.01)

(30)优先权数据

B33Y 30/00(2015.01)

14/852915 2015.09.14 US

B33Y 50/02(2015.01)

(71)申请人 施乐公司

地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 P·J·麦康维尔 H·赵

C·T·法科尼二世

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 樊英如 张静

(51)Int.Cl.

B29C 64/135(2017.01)

B29C 64/393(2017.01)

B29C 64/295(2017.01)

B29C 64/268(2017.01)

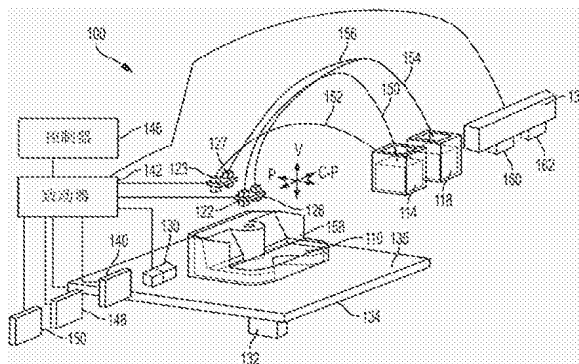
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

## (54)发明名称

用于产生高速三维物体打印的均匀材料沉积和固化的热管理方法和装置

## (57)摘要

一种三维物体打印系统包括配置成朝着台板喷射材料滴的喷射器,加热器,配置成感测喷射材料的温度的传感器,配置成将辐射引导到喷射材料的辐射器,配置成冷却喷射材料的冷却器,以及可操作地连接到喷射器、加热器、传感器、辐射器和冷却器的控制器。控制器配置成参考三维物体的图像数据控制喷射器以在台板的表面上形成三维物体的材料层,操作加热器以加热台板的表面,将从传感器接收的信号与预定阈值比较,操作辐射器以辐射物体层,以及响应来自传感器的信号超过预定阈值操作冷却器以减小由被辐射材料产生的热。



1. 一种三维物体打印系统,其包括:
  - 多个喷射器,所述多个喷射器配置成喷射材料滴;
  - 台板,所述台板与所述多个喷射器相对定位以能够用喷射的材料滴在所述台板的表面上形成三维物体;
  - 加热器,所述加热器配置成加热所述台板的表面;
  - 传感器,所述传感器配置成生成对应于正在所述台板的表面上形成的三维物体上的喷射材料的温度的信号;
  - 辐射器,所述辐射器配置成将辐射引导到所述三维物体的喷射材料上;
  - 冷却器,所述冷却器配置成冷却所述三维物体的喷射材料;以及
  - 控制器,所述控制器可操作地连接到所述多个喷射器、所述加热器、所述传感器、所述辐射器和所述冷却器,所述控制器配置成:
    - 参考所述三维物体的数字图像数据操作所述多个喷射器以朝着所述台板喷射材料滴以形成材料层从而在所述台板的表面上产生所述三维物体;
    - 操作所述加热器以加热所述台板的表面;
    - 将从所述传感器接收的信号与预定阈值比较;
    - 操作所述辐射器以辐射所述台板上的所述三维物体的喷射材料;以及
    - 响应来自所述传感器的信号超过所述预定阈值操作所述冷却器以减小由被辐射材料产生的热。
2. 根据权利要求1所述的三维物体打印系统,所述控制器还配置成:
  - 操作所述加热器和所述冷却器以减小通过所述三维物体的横截面的温度梯度。
3. 根据权利要求2所述的三维物体打印系统,所述控制器还配置成:
  - 操作所述加热器直到所述三维物体的预定部分已形成于所述台板的表面上。
4. 根据权利要求3所述的三维物体打印系统,所述加热器的操作还包括:
  - 操作所述加热器直到所述三维物体达到预定高度。
5. 根据权利要求3所述的三维物体打印系统,所述加热器的操作还包括:
  - 操作所述加热器直到来自所述传感器的信号指示所述三维物体的温度超过所述预定阈值。
6. 一种操作三维物体打印系统的方法,其包括:
  - 用控制器操作加热器以加热台板的表面;
  - 参考三维物体的数字图像数据用所述控制器操作多个喷射器以朝着所述台板的表面喷射材料滴以形成材料层从而在所述台板的表面上产生所述三维物体;
  - 用传感器生成指示形成所述台板的表面上的所述三维物体的喷射材料的温度的信号;
  - 用所述控制器操作辐射器以发射辐射从而固化形成所述台板的表面上的所述三维物体的喷射材料;以及
  - 响应来自所述传感器的信号超过预定阈值用所述控制器操作冷却器以减小来自被辐射材料的热。
7. 根据权利要求6所述的操作三维物体打印系统的方法,其还包括:
  - 用所述控制器操作所述加热器和所述冷却器以减小通过所述台板的表面上的所述三维物体的温度梯度。

8. 根据权利要求7所述的操作三维物体打印系统的方法, 其还包括:

用所述控制器操作所述加热器以加热所述表面直到所述三维物体的预定部分已形成于所述台板的表面上。

9. 根据权利要求8所述的操作三维物体打印系统的方法, 所述加热器的操作还包括:

用所述控制器操作所述加热器以加热所述台板的表面直到已达到所述台板的表面上的材料的预定高度。

10. 根据权利要求8所述的操作三维物体打印系统的方法, 所述加热器的操作还包括:

用所述控制器操作所述加热器以加热所述表面直到来自所述传感器的信号超过所述预定阈值。

## 用于产生高速三维物体打印的均匀材料沉积和固化的热管理方法和装置

### 技术领域

[0001] 本文中公开的系统和方法涉及产生三维物体的打印机,并且更特别地,涉及产生打印三维物体的均匀材料沉积和固化的高速三维物体打印机。

### 背景技术

[0002] 三维打印也称为数字增材制造,是从数字模型制造实质上任何形状的三维固体物体的过程。三维物体打印是增材过程,其中一个或多个打印头在衬底上以不同形状喷射材料的连续层。典型地,类似于文档打印机中的喷墨打印头的喷射器头包括联接到材料供给的喷射器的阵列。单个喷射器头内的喷射器可以联接到不同材料源或者每个喷射器头可以联接到不同材料源以使喷射器头中的所有喷射器能够喷射相同材料的滴。变为正在产生的物体的一部分的材料被称为构建材料,而用于为物体形成提供结构支撑、但是随后从物体去除的材料被称为支撑材料。三维物体打印与主要依赖通过减材过程从工件去除材料的传统物体形成技术(如切割或钻孔)可区分。

[0003] 尽管使用呈打印头的形式的喷射器的三维物体打印机已作为可以提供喷射和紫外固化聚合物三维物体的高分辨率的增材制造技术出现,但是仍然需要三维物体打印系统的处理速度和生产率的改善。多个打印头的使用已被提出以通过在打印头的更少通过(如单次通过)期间以更高喷射频率沉积构建材料和支撑材料增加速度。然而,问题与更高喷射频率和更少通过关联。例如,在打印期间喷射的构建材料和支撑材料的体积可以多达在相同或更短时间上的以前的三维物体打印机的大约10倍。由于构建和支撑材料的小滴以高温被喷射,因此由打印机产生的增加喷射速率可以升高已经形成的部件的部分的温度,由此有害地影响喷射材料的部件精度。另外,对于紫外可固化构建和支撑材料,固化过程是发热的。所以,取决于墨反应成分,稀释剂和添加剂,以及进一步加热打印机部件并且有害地影响部件精度的固化温度,热量在紫外固化期间被释放。而且,当部件被带到打印区域中以便进行下一层沉积时,它携带部件的所有热历史并且很可能不处于期望的温度状态。

[0004] 所以,需要一种三维物体打印机,其补偿在更高速度打印期间出现的热效应。

### 发明内容

[0005] 在一个实施例中一种三维物体打印系统包括:多个喷射器,所述多个喷射器配置成喷射材料滴;台板,所述台板与所述多个喷射器相对定位以能够用喷射的材料滴在所述台板的表面上形成三维物体;加热器,所述加热器配置成加热所述台板的表面;传感器,所述传感器配置成生成对应于正在所述台板的表面上形成的三维物体上的喷射材料的温度的信号;辐射器,所述辐射器配置成将辐射引导到所述三维物体的喷射材料上;冷却器,所述冷却器配置成冷却所述三维物体的喷射材料;以及控制器,所述控制器可操作地连接到所述多个喷射器、所述加热器、所述传感器、所述辐射器和所述冷却器。

[0006] 所述控制器配置成参考所述三维物体的数字图像数据操作所述多个喷射器以朝

着所述台板喷射材料滴以形成材料层从而在所述台板的表面上产生所述三维物体,操作所述加热器以加热所述台板的表面,将从所述传感器接收的信号与预定阈值比较,操作所述辐射器以辐射所述台板上的所述三维物体的喷射材料,以及响应来自所述传感器的信号超过所述预定阈值操作所述冷却器以减小由被辐射材料产生的热。

[0007] 也公开一种操作三维物体打印系统的方法。在一个实施例中所述方法包括以下步骤:用控制器操作加热器以加热台板的表面;参考三维物体的数字图像数据用所述控制器操作多个喷射器以朝着所述台板的表面喷射材料滴以形成材料层从而在所述台板的表面上产生所述三维物体;用传感器生成指示形成所述台板的表面上的所述三维物体的喷射材料的温度的信号;用所述控制器操作辐射器以发射辐射从而固化形成所述台板的表面上的所述三维物体的喷射材料;以及响应来自所述传感器的信号超过预定阈值用所述控制器操作冷却器以减小来自被辐射材料的热。

### 附图说明

[0008] 在结合附图进行的以下描述中解释补偿物体的更高速度打印期间的热效应的三维物体打印机的前述方面和其它特征。

[0009] 图1是具有平面支撑构件、平整器辊、固化站、冷却元件、加热元件和调节站的三维物体打印系统的部分透视图侧视图。

[0010] 图2是显示为连接到控制器的图1的三维物体打印系统的部件的示意图。

[0011] 图3是操作图1的三维物体打印系统的方法的示意图。

### 具体实施方式

[0012] 为了本文中公开的系统和方法的环境以及系统和方法的细节的一般理解,参考附图。在附图中,始终使用相似的附图标记来标示相似的要素。

[0013] 图1显示产生三维物体或部件110的三维物体打印机100中的部件的配置。当在本文中使用时,术语“三维物体打印机”指的是参考物体的图像数据喷射材料以形成三维物体的任何装置。打印机100包括支撑材料容器114,构建材料容器118,四个喷射器头122、123、126、127,配置成冷却物体110的多个冷却元件130,加热器132,平面支撑构件134,调节站138,温度传感器140,致动器142,控制器146,平面化器或平整器辊148,以及固化站150。管道150、152将喷射器头122、123连接到支撑材料容器114并且管道154、156将喷射器头126、127连接到构建材料容器118。尽管在图1中显示四个喷射器头122、123、126、127,但是在其它实施例中使用五个、六个、八个或任何其它期望数量的喷射器头。

[0014] 一个和可能多个致动器142由控制器146控制以控制平面支撑构件134和喷射器头122、123、126、127相对于彼此的运动。也就是说,一个或多个致动器可以可操作地连接到支撑打印头的结构以参考平面支撑构件的表面在过程方向和交叉过程方向上移动喷射器头。替代地,一个或多个致动器可以可操作地连接到平面支撑构件134以移动部件正在其上在过程和交叉过程方向上在平面支撑构件134的平面中产生的表面。当在本文中使用时,术语“过程方向”指的是沿着平面支撑构件34的表面中的一个轴线的运动并且“交叉过程方向”指的是沿着与该平面中的过程方向轴线正交的平面支撑构件表面中的轴线的运动。这些方向在图1中用字母“P”和“C-P”表示。

[0015] 喷射器头122、123、126、127也在正交于平面支撑构件134的方向上移动。该方向在本文中被称为竖直方向,并且在图1中用字母“V”表示。在竖直方向上的运动由可操作地连接到平面支撑构件134的一个或多个致动器、由可操作地连接到喷射器头122、123、126、127的一个或多个致动器或由可操作地连接到平面支撑构件34和喷射器头122、123、126、127两者的一个或多个致动器实现。这些各种配置中的这些致动器可操作地连接到控制器46,所述控制器操作致动器以在竖直方向上移动平面支撑构件34,喷射器头122、123、126、127,或两者。控制器146可操作地连接到喷射器头122、123、126、127(图2)。在某些实施例中,控制器配置成控制喷射器头以在单次通过上相对于图像数据沉积构建材料和支撑材料。

[0016] 致动器142也可操作地连接到冷却元件130、调节站138、平整器辊148、温度传感器140和固化站150。控制器146配置成控制致动器142以控制平面支撑构件134和冷却元件、调节站138、平整器辊148、温度传感器140和固化站150相对于彼此的运动。也就是说,一个或多个致动器可以可操作地连接到支撑冷却元件130、调节站138、平整器辊148、温度传感器140和固化站150的结构以参考平面支撑构件的表面在过程方向和交叉过程方向上移动调节站、平整器、温度传感器和固化站。

[0017] 替代地,一个或多个致动器可以可操作地连接到平面支撑构件134以移动部件正在其上在过程和交叉过程方向上在平面支撑构件134的平面中产生的表面以便相对于冷却元件130、调节站138、平整器辊148、温度传感器140和固化站150移动部件110。在图1所示的特定实施例中,平面支撑构件134是传送带,其配置成相对于喷射器头122、123、126、127,冷却元件130,调节站138,平整器辊148和固化站150移动物体110。控制器146也可操作地连接到调节站138、温度传感器140、平面支撑构件134、平整器辊148和固化站150(图2)。

[0018] 控制器146在包括由喷射器头122、123、126、127进行的材料的沉积、由平整器辊148进行的平整或平面化、由固化站150进行的固化和在调节站138处的温度调节的打印过程期间控制温度传感器140以跟踪物体110的温度。例如,温度传感器140可以是红外传感器或其它公知的温度测量装置。在一些实施例中,温度传感器140包括相对于喷射器头、平整器、固化站和调节站固定或可移动的多个温度传感器。在一些实施例中,温度传感器140配置成检测物体100上的一个以上位置处的温度。由冷却元件130提供的空气的温度和量然后相对于在特定位置处检测的温度不同地被施加。

[0019] 参考可操作地连接到控制器的存储器中的三维物体图像数据,喷射器头122、123、126、127的每一个也由控制器146操作,从而朝着平面支撑构件134的上表面135喷射供应到打印区域中的每个相应的喷射器头的支撑和构建材料。物体110大致在逐层的基础上形成,其中构建和支撑材料在每层对应于图像数据的位置处被喷射直到层达到相应物体高度并且物体110已形成。在一些实施例中,构建和支撑材料的每个层在喷射器头相对于平面支撑构件134的单次通过中由喷射器头122、123、126、127沉积。在一些实施例中,喷射到支撑构件的材料类似于聚碳酸酯或丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)材料,并且是紫外可固化的。然而,可以使用任何期望材料。

[0020] 在一个特定实施例中,构建和支撑材料在由喷射器头122、123、126和127喷射之前被加热到约80摄氏度的温度。在材料被喷射到平面支撑构件134之后,材料在撞击平面支撑构件的表面135时或撞击先前的沉积材料层时快速地凝固或达到凝胶状态。

[0021] 控制器146也操作加热器132以将打印区域处的平面支撑构件134的表面135加热

到期望温度。加热器132可以包括加热元件(未显示),所述加热元件可操作地连接到平面支撑构件以加热支撑构件134。在其它实施例中,加热元件包括热灯,如红外(IR)热灯,微波加热器,加热垫,或任何其它期望的加热元件。在加热器包括红外热灯的一些特定实施例中,红外热灯是具有1或2微米峰率的Adphos红外热灯。然而,可以使用任何期望的加热器。

[0022] 在材料层已喷射到平面支撑构件134之后,控制器146控制致动器142以将平面支撑构件134移动到适当位置,其中部分形成的物体110在平整器辊148下方以平整物体110,在紫外固化站150下方以固化紫外可固化构建和支撑材料,并且在调节站138下方以将部件进一步冷却到期望温度,从而为另一材料沉积层准备物体110。

[0023] 平整器辊148包括具有平滑表面的被加热圆筒(未显示)。控制器146控制平整器辊148的被加热圆筒以与最近形成的层接合旋转,由此熔化、转移和去除最近形成的层的部分以提供用于待喷射的后续层的平滑和平坦表面。平整器还保证物体110处于后续层的材料沉积的正确高度。在一些实施例中,被加热圆筒去除沉积材料的多达大约20%以提供具有明确限定的厚度的平滑层。相对于圆筒定位的刮刀(未显示)保证附着到圆筒的材料从圆筒被刮除并且回收或以另外方式引导到例如接收器(也未显示)中。

[0024] 固化站150包括辐射装置151,所述辐射器装置配置成将辐射引导到由喷射器头喷射到平面支撑构件134的材料以固化喷射材料。在一些实施例中,辐射装置151是将电磁辐射引导到物体的辐射器。在其它特定实施例中,辐射装置151是紫外(UV)灯,或一系列紫外光发射二极管(LEDs),其朝着物体110发射紫外光谱中的电磁辐射以固化形成物体的材料。调节站138配置成在每一层材料沉积之后控制三维物体110的一部分的温度以便使温度达到最佳范围以便进一步的材料沉积。如果物体110的先前层的温度在下一层的沉积期间过高,喷射材料不能充分地凝固,导致层间配准误差。如果物体110的先前层的温度在下一层的沉积期间过低,材料可能具有朝着先前层的更弱附着,导致各向异性机械性质和过早机械故障,例如,杨氏模量在X-Y方向上较强,但是在Z方向上较弱。

[0025] 在所示的实施例中,调节站138包括配置成相对于由温度传感器140感测的温度冷却物体110的冷却装置160,和配置成相对于由温度传感器140感测的温度加热物体110的加热装置162,从而保证物体110的温度(更特别地,物体110的顶表面温度)在某个范围内以便以正确的配准、精度、表面光洁度和机械性质构建部件。在一些实施例中,优选温度略低于墨凝固温度以保证材料小滴的快速凝固,以及层之间的良好附着。对于一些材料该温度在约40到约50摄氏度的范围内,但是温度与材料的性质相关。冷却装置160可以是配置成朝着物体110引导空气的一个或多个风扇,其中控制器配置成控制从一个或多个风扇朝着墨引导的空气的空气速度和/或温度。在一些实施例中,风扇可以被联接以在控制器的控制下从合适的制冷气体源(未显示)接收和吹送制冷空气或其它气体。可以使用冷却装置的任何期望类型。

[0026] 调节站138的加热装置162配置成加热物体110。加热装置可以是加热元件,如热灯,微波加热元件,或任何其它期望的加热元件。调节站138相对于由温度传感器140感测的温度继续冷却和加热过程直到物体110的表面已达到期望温度。物体110然后被带到打印区域以便由喷射器头122、123、126、127进行另一材料层沉积,并且喷射、平整、固化和调节的过程逐层地重复直到形成物体110。

[0027] 三维物体打印机100还配置成当物体在打印区域中、由平整器辊148平整时和在固

化站150中固化期间用冷却元件130主动冷却物体110。控制器146基于由来自温度传感器140的温度数据形成的三维物体110的温度操作冷却元件130。在特定实施例中,控制器146配置成控制冷却元件130以将物体110冷却到当使用紫外材料时允许有效的紫外固化的期望固化温度。在图1所示的实施例中,冷却元件130包括在打印区域中循环空气的一个或多个冷却风扇。由每个风扇产生的流量和空气的温度由控制器146可变地控制以保证物体的温度在预定范围内。如果温度过高,一个或多个风扇被操作以冷却三维物体。在图1所示的实施例中,冷却元件130独立于喷射器头122、123、126、127。在其它实施例中,冷却元件可以定位在喷射器头之间。在一些实施例中,冷却元件与喷射器头一起移动。

[0028] 在一个实施例中,冷却元件130被控制以将部件的表面的温度保持在预定范围内以增强材料的性质,如上面描述的结合或另一性质。在一些实施例中,除了别的因素之外,取决于喷射以形成物体的材料的类型选择特定范围。可以经验地确定提供增强性质的温度范围。在某些实施例中,选定范围可以为约35°C到约100°C;然而,取决于正在喷射的材料和经验数据,选定范围可以是该范围内的范围。而且,如下面更详细地所述,通过相对于由温度传感器140检测的温度控制加热器132、冷却元件130和调节站138,通过物体110的厚度的温度梯度可以准确地保持在期望范围内。

[0029] 在一些实施例中,当物体110由平整器辊148平整、由固化站150固化和由调节站138冷却或加热时,温度传感器140被控制以继续检测物体110的温度,并且加热器132、冷却元件130和调节站138被控制以保持在打印区域之外的物体110的期望温度梯度。所以,在某些实施例中,控制器146配置成在整个打印过程期间收集物体110(特别地,物体110的表面)的温度数据。基于检测到的温度,控制器146在包括每一层的材料沉积、平整和固化的整个打印过程期间控制冷却元件130、加热器132以及调节站138的冷却装置160和加热装置162以保证物体110的表面的温度在最佳范围内。

[0030] 多个打印头的使用已被提出以通过以更高喷射频率并且在打印头的更少通过中沉积构建材料和支撑材料增加速度。然而,问题与更高喷射频率和更少数量的通过关联。例如,在打印期间喷射的构建材料和支撑材料的体积可以多达以前的三维打印机的大约10倍,并且甚至可以在更短时间内喷射材料的增加体积。在沉积期间,由打印机喷射的被加热墨小滴可以升高已经形成的部件的部分的温度,由此有害地影响喷射材料的位移精度。另外,当使用紫外可固化构建和支撑材料时,用于固化由打印头喷射的紫外墨层的固化过程是发热过程。当使用紫外可固化墨时,在构建和支撑材料的每个层被喷射到平面支撑构件34之后,平面支撑构件34移动物体10经过紫外固化站38,并且紫外固化站中的发射器(未显示)朝着物体110发射紫外光谱中的电磁辐射以固化墨。

[0031] 图3描绘操作三维打印机以在逐层的基础上形成三维物体的方法200。该过程开始于在控制器的控制下操作加热器以加热三维物体打印机的台板的表面(方块210)。在控制器的控制下参考三维物体的数字图像数据操作多个打印头以朝着台板的表面喷射材料滴以形成材料层从而在台板的表面上产生三维物体(方块216)。温度传感器生成指示在打印表面上形成的材料层的温度的信号(方块222)并且参考指示在打印表面上形成的材料的温度的信号控制冷却元件以减小来自台板的表面上的喷射材料的热(方块228)。控制平整器以平整在台板的表面上形成的三维物体的表面(方块234)并且由控制器控制辐射器以发射辐射从而固化台板上的喷射材料(方块240)。由控制器控制调节站的冷却装置以减小来自



---

台板的表面上的喷射材料的热直到材料达到预定温度(方块246)。



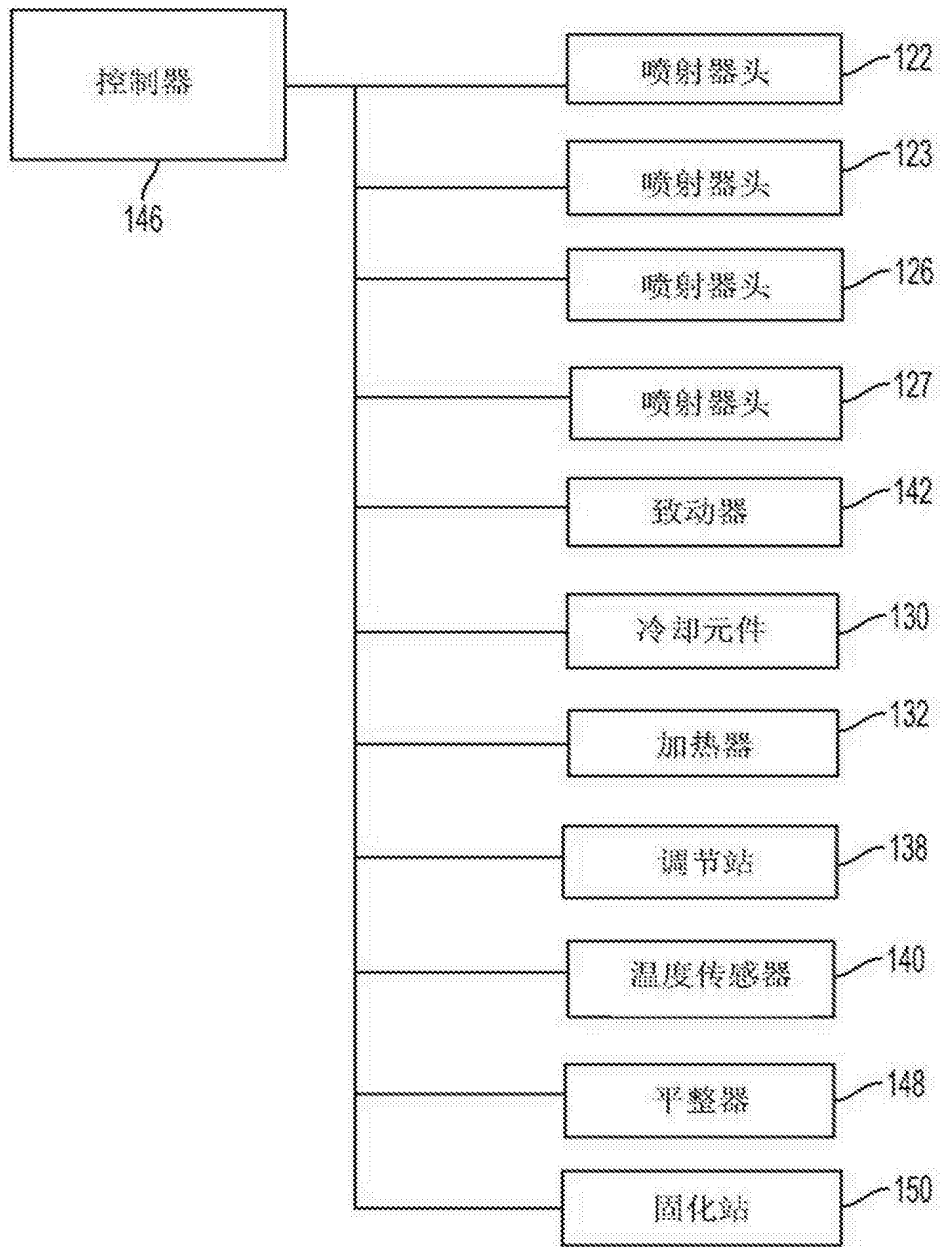


图2

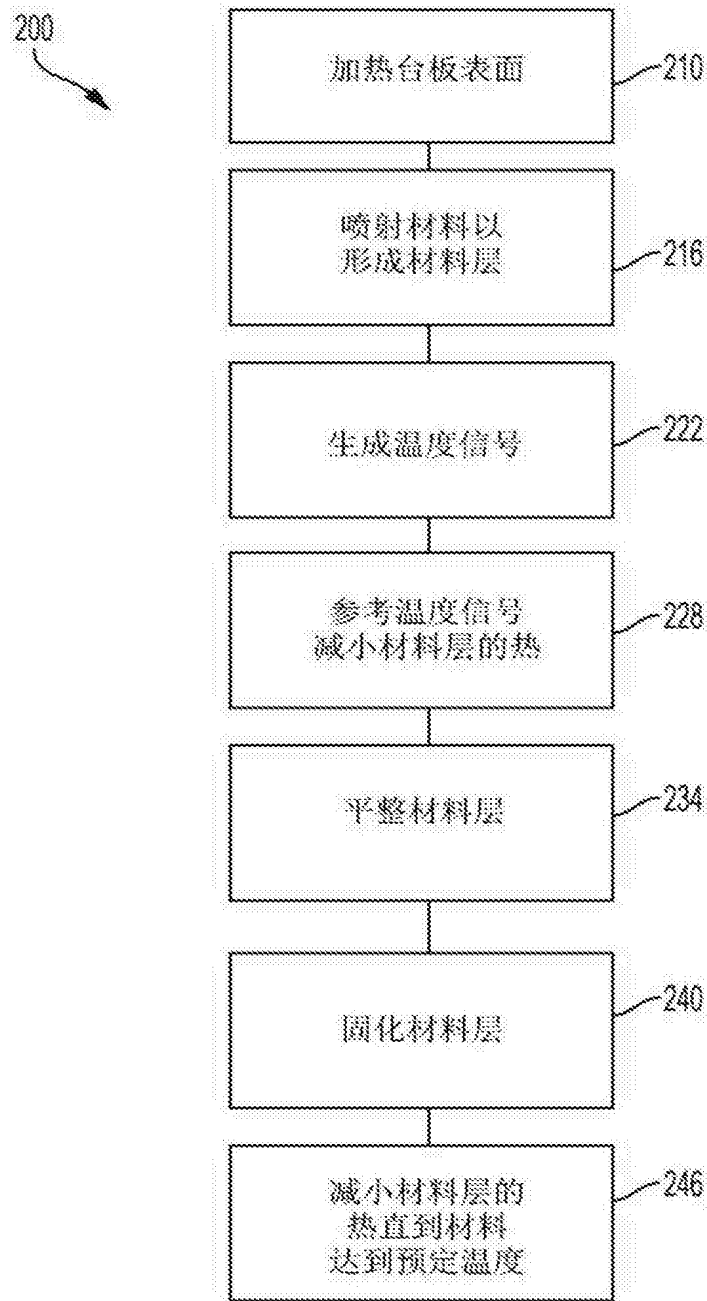


图3