



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120096089 A

(43) 申请公布日 2025. 06. 06

(21) 申请号 202510335811.5

B33Y 50/02 (2015.01)

(22) 申请日 2025.03.20

(71) 申请人 深圳拓竹科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市前海深港合作
区前湾一路1号A栋201室(入驻深圳市
前海商务秘书有限公司)

(72) 发明人 唐克坦 葛宏斌

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

专利代理师 唐慧

(51) Int. Cl.

B29C 64/393 (2017.01)

B29C 64/20 (2017.01)

B29C 64/245 (2017.01)

B33Y 30/00 (2015.01)

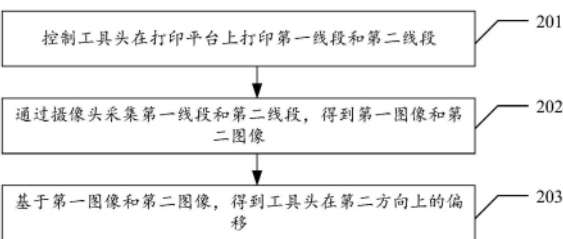
权利要求书3页 说明书21页 附图5页

(54) 发明名称

工具头的偏移确定方法以及3D打印机

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种工具头的偏移确定方法以及3D打印机,该方法包括:控制工具头在打印平台上打印平行且不共线的第一线段和第二线段;通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像;基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移,第二方向与第一方向垂直。采用本申请实施例,有利于提高工具头的偏移测量精度。



1. 一种工具头的偏移确定方法,其特征在于,所述方法应用于3D打印机的控制器,所述工具头设置于所述3D打印机,所述3D打印机包括打印平台和摄像头,所述工具头与所述打印平台可相对运动;所述方法包括:

控制所述工具头在所述打印平台上打印第一线段和第二线段,其中,所述第一线段与所述第二线段在第一方向上平行且不共线;

通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一图像和第二图像,所述第一线段与所述第一图像对应,所述第二线段与所述第二图像对应;

基于所述第一图像和所述第二图像,得到所述工具头在第二方向上的偏移,所述第二方向与所述第一方向垂直。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述摄像头与所述工具头连接。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一图像和第二图像,包括:

基于第一目标点,通过所述摄像头采集所述第一线段,得到所述第一图像,其中,所述第一目标点为所述第一线段上的任意一点;

基于第二目标点,通过所述摄像头采集所述第二线段,得到所述第二图像,所述第一目标点在所述第一线段上的相对位置与所述第二目标点在所述第二线段上的相对位置相同。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述第一目标点为所述第一线段的中点;所述第二目标点为所述第二线段的中点。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

再次通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一重复图像和第二重复图像,所述第一线段与所述第一重复图像对应,所述第二线段与所述第二重复图像对应;

基于所述第一重复图像和所述第二重复图像,得到所述工具头在所述第二方向上的重复偏移;

基于所述工具头在所述第二方向上的偏移和所述重复偏移,得到重复精度;

基于所述重复精度、所述工具头在所述第二方向上的偏移和所述重复偏移,对所述工具头在所述第二方向上的偏移进行校准。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述控制所述工具头在所述打印平台上打印第一线段和第二线段之前,所述方法包括:

控制所述工具头在所述打印平台上打印底面,在所述底面上打印所述第一线段和所述第二线段。

7. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述工具头包括第一喷嘴和第二喷嘴,所述第一喷嘴和所述第二喷嘴相互切换工作;

所述控制所述工具头在所述打印平台上打印第一线段和第二线段,包括:

控制所述工具头以所述第一喷嘴在所述打印平台上打印所述第一线段;

在所述第一线段打印完成之后,控制所述工具头切换至以所述第二喷嘴在所述打印平台上打印所述第二线段;

其中,所述工具头在所述第二方向上的偏移包括所述第一喷嘴与所述第二喷嘴在所述第二方向上的偏移。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述控制所述工具头在所述打印平台上打

印第一线段和第二线段,包括:

控制所述第一喷嘴以第一颜色耗材打印第一底面,并控制所述工具头切换至通过所述第二喷嘴以第二颜色耗材打印第二底面;

控制所述第一喷嘴以所述第一颜色耗材在所述第二底面上打印所述第一线段,并控制所述工具头切换至通过所述第二喷嘴以所述第二颜色耗材在所述第一底面上打印所述第二线段;

其中,所述第一颜色耗材和所述第二颜色耗材中的一种耗材为深色耗材,另一种耗材为浅色耗材。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,所述控制所述第一喷嘴以所述第一颜色耗材在所述第二底面打印所述第一线段,包括:

控制所述第一喷嘴以所述第一颜色耗材从第一预设起点开始持续出料,并控制所述工具头移动以在所述第二底面打印所述第一线段;其中,所述第一预设起点为所述第一底面外和所述第二底面外的任意一点;

在所述第一线段打印完成后,控制所述工具头移动以使所述第一喷嘴在第一预设终点停止出料;所述第一预设终点为所述第一底面外和所述第二底面外不包括所述第一预设起点的任意一点;所述第一线段不包括所述第一预设起点和所述第一预设终点。

10. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

控制所述工具头在所述打印平台上打印第三线段和第四线段,其中,所述第三线段和所述第四线段在所述第二方向上平行且不共线;

通过所述摄像头采集所述第三线段和所述第四线段,得到第三图像和第四图像,所述第三线段与所述第三图像对应,所述第四线段与所述第四图像对应;

基于所述第三图像和所述第四图像,得到所述第一喷嘴与所述第二喷嘴在所述第一方向上的偏移。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述控制所述工具头在所述打印平台上打印第三线段和第四线段,包括:

控制所述工具头以所述第一喷嘴打印所述第一线段和所述第三线段;

在所述第一线段和所述第三线段打印完成之后,控制所述工具头切换至以所述第二喷嘴打印所述第二线段和所述第四线段。

12. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述控制所述工具头在所述打印平台上打印第三线段和第四线段,包括:

控制所述第一喷嘴以第三颜色耗材打印第三底面,并控制所述工具头切换至通过所述第二喷嘴以第四颜色耗材打印第四底面;

控制所述第一喷嘴以所述第三颜色耗材在所述第四底面上打印所述第一线段和所述第三线段,并控制所述工具头切换至通过所述第二喷嘴以所述第四颜色耗材在第三底面上打印所述第二线段和所述第四线段;

其中,所述第三颜色耗材和所述第四颜色耗材中的任意一种耗材为深色耗材,另一种耗材为浅色耗材。

13. 根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述控制所述第一喷嘴以所述第三颜色耗材在所述第四底面上打印所述第一线段和所述第三线段,包括:

控制所述第一喷嘴以所述第三颜色耗材从第二预设起点开始持续出料,并控制所述工具头移动以在所述第四底面打印所述第一线段和所述第三线段;其中,所述第二预设起点为所述第三底面外和所述第四底面外的任意一点;

在所述第一线段和所述第三线段打印完成后,控制所述工具头移动以使所述第一喷嘴在第二预设终点停止出料;所述第二预设终点为所述第三底面外和所述第四底面外不包括所述第二预设起点的任意一点;所述第一线段和所述第三线段均不包括所述第二预设起点和所述第二预设终点。

14. 根据权利要求1-13任一项所述的方法,其特征在于,所述摄像头上设置有补光灯;

所述通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一图像和第二图像,包括:

通过所述补光灯照亮所述第一线段和所述第二线段;

通过所述摄像头采集被照亮的所述第一线段和所述第二线段,得到所述第一图像和所述第二图像。

15. 一种3D打印机,其特征在于,所述3D打印机包括:控制器、打印平台、工具头以及摄像头,所述工具头与所述打印平台可相对运动;所述控制器包括:处理器和存储器,所述处理器与所述存储器相连,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器用于执行所述存储器中存储的计算机程序,以使得所述控制器执行如权利要求1-14中任一项所述的方法。

工具头的偏移确定方法以及3D打印机

技术领域

[0001] 本申请涉及3D打印技术领域,尤其涉及一种工具头的偏移确定方法以及3D打印机。

背景技术

[0002] 随着3D打印技术的高速发展,人们对打印精度的要求越来越高。3D打印机的工具头移动有一定偏移,例如,当我们需要沿水平方向移动100mm时,真实移动距离可能是100.03mm,或者99.96mm。这是由运动结构本身的限制,是无法完全消除的。显然这种不精确的运动会导致打印精度的损失。如果能测量出这种偏移,则可以进行针对性的补偿,从而提升打印精度。

[0003] 传统的技术方案中,3D打印机只能打印特定的模型,然后人工测量模型的各个特征,进行一系列计算后可以得到工具头在多个方向的偏移,再进行针对性的补偿。然而通过人工测量的方法计算的偏移的精度较低。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术中存在的上述问题,本申请实施例提供了一种工具头的偏移确定方法以及3D打印机,通过控制工具头在打印平台上打印两条平行且不共线的线段,并采集两条线段对应的图像,基于两条线段对应的图像,确定工具头在与线段垂直方向上的偏移,相较于人工测量打印件的各个特征,并计算运动误差,基于实际打印线段的图像比对确定工具头的偏移,可以提高偏移的测量精度。

[0005] 第一方面,本申请实施例提供了一种工具头的偏移确定方法,所述方法应用于3D打印机的控制器,所述工具头设置于所述3D打印机,所述3D打印机包括打印平台和与所述工具头连接的摄像头,所述工具头与所述打印平台可相对运动;所述方法包括:

[0006] 控制所述工具头在所述打印平台上打印第一线段和第二线段,其中,所述第一线段与所述第二线段在第一方向上平行且不共线;

[0007] 通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一图像和第二图像,所述第一线段与所述第一图像对应,所述第二线段与所述第二图像对应;

[0008] 基于所述第一图像和所述第二图像,得到所述工具头在第二方向上的偏移,所述第二方向与所述第一方向垂直。

[0009] 第二方面,本申请实施例提供了一种控制器,所述控制器位于3D打印机,所述3D打印机包括:工具头、打印平台和摄像头,所述工具头与所述打印平台可相对运动;所述控制器包括控制单元、图像获取单元和处理单元;

[0010] 所述控制单元,用于控制所述工具头在所述打印平台上打印第一线段和第二线段,其中,所述第一线段与所述第二线段在第一方向上平行且不共线;

[0011] 所述图像获取单元,用于通过所述摄像头采集所述第一线段和所述第二线段,得到第一图像和第二图像,所述第一线段与所述第一图像对应,所述第二线段与所述第二图

像对应；

[0012] 所述处理单元,用于基于所述第一图像和所述第二图像,得到所述工具头在第二方向上的偏移,所述第二方向与所述第一方向垂直。

[0013] 第三方面,本申请实施例提供了一种3D打印机,所述3D打印机包括:控制器、打印平台、工具头以及摄像头,所述工具头与所述打印平台可相对运动;所述控制器包括:处理器和存储器,所述处理器与所述存储器相连,所述存储器用于存储计算机程序,所述处理器用于执行所述存储器中存储的计算机程序,以使得所述控制器执行如第一方面所述的方法。

[0014] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行以实现如第一方面所述的方法。

[0015] 第五方面,本申请实施例提供了一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储了计算机程序的非瞬时性计算机可读存储介质,所述计算机程序产品可操作来使计算机执行如第一方面所述的方法。

[0016] 实施本申请实施例,具有如下有益效果:

[0017] 本申请实施例中,3D打印机的控制器首先控制工具头在打印平台上打印在第一方向上平行且不共线的第一线段和第二线段,然后,通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一线段对应的第一图像以及第二线段对应的第二图像,最后,基于第一图像和第二图像,得到工具头在与第一方向垂直的第二方向上的偏移。基于此,通过对工具头实际打印的平行线段对应的图像进行分析处理,可以得到工具头在与平行线段的垂直方向上的偏移,相较于人工测量打印的模型的各个特征,实施本申请,可以实现自动实现工具头偏移量的测量,操作更加简单,且避免了人工测量导致的测量误差,提升了工具头偏移的测量精度和运算效率。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本申请实施例提供的一种3D打印机的结构示意图;

[0020] 图2为本申请实施例提供的一种工具头的偏移确定方法的流程示意图;

[0021] 图3为本申请实施例提供的一种打印图案的示意图;

[0022] 图4为本申请实施例提供的一种线段打印的示意图;

[0023] 图5为本申请实施例提供的线段图像的示意图;

[0024] 图6为本申请实施例提供的一种投影强度分布的示意图;

[0025] 图7为本申请实施例提供的一种目标点检测的示意图;

[0026] 图8为本申请实施例提供的一种控制器的功能单元组成框图;

[0027] 图9为本申请实施例提供的一种3D打印机的功能组成框图。

具体实施方式

[0028] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0029] 本申请的说明书和权利要求书及所述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”和“第四”等是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。此外,术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0030] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结果或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0031] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,在一个例子中,可以是固定连接,或者是可拆卸地连接,或一体地连接;可以是机械连接,或者是电连接,或可以相互通讯;可以是直接相连,或者是通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。

[0032] 首先,参阅图1,图1为本申请实施例提供的一种3D打印机的结构示意图。如图1所示,3D打印机100可以包括:控制器101、工具头102、打印平台103和摄像头104。

[0033] 应说明,控制器101可以包括至少一种:板载微控制单元(Microcontroller Unit, MCU)、中央处理器(Central Process Unit,CPU)、现场可编程门阵列(Field Programmable Gate Array,FPGA)芯片、单片微型计算机(Single Chip Microcomputer,SCM),等等。其中,控制器101可以集成于3D打印机100中,用于控制3D打印机100对打印件进行打印。可选的,3D打印机100可以包括位于多个不同位置的控制器101,本申请不对控制器的数量和摆放位置进行限定。其中,打印件为3D打印机在打印平台103上打印的物体,打印平台103的大小、形状,等等参数可实时同步给3D打印机100的控制器101,控制器101可将打印平台103划分为多个网格,并在操作设备中显示上述多个网格。操作设备用于接收用户的操作控制,用户可通过在操作设备中输入相关参数,通过操作设备将相关参数发送给3D打印机100的控制器101。然后,控制器101可根据用户在操作设备中输入的相关参数,打印出相应的打印件。示例性的,该操作设备可以是包括切片软件的终端设备。用户可基于每个网格的位置,确定打印件的打印位置,从而在打印平台103上的预设打印位置打印出所需的打印件。可选的,控制器101也可以是独立于3D打印机的电子设备,用于对3D打印机进行远程控制。

[0034] 其中,工具头102设置于3D打印机上,控制器101可控制工具头102运动,将工具头102移动到相应的位置,以在该位置对打印件进行打印。工具头102可以与供料装置连接,供料装置中包括多种颜色的耗材,可为工具头102上的喷嘴输送多种颜色的耗材。工具头102内部有加热块,可将加热熔融的耗材输送给喷嘴。喷嘴是打印头的末端部件,负责将熔化的耗材挤出并沉积在打印平台103上以打印相应物体。打印平台103为打印件的支撑部件,可以在3D打印机上移动。摄像头104与工具头102连接,跟随工具头102运动以采集打印件的图像。可选的,摄像头也可以设置在3D打印机的其他部位,并且可相对打印平台运动以对打印

件的图像进行采集。

[0035] 在一些可行的实施方式中,本申请实施例的3D打印机100为双头打印机,工具头102上设置两个喷嘴,如图1所示的第一喷嘴105和第二喷嘴106,第一喷嘴105和第二喷嘴106可相互切换以进行打印作业。控制器通过控制工具头102将耗材通过两个喷嘴的相互配合挤出至打印平台,在打印平台103上打印所需的打印件。其中,带有两个喷嘴的3D打印机100可以通过两个喷嘴接收多种颜色的耗材,从而通过两个喷嘴打印多色件或带有支撑料的零件。

[0036] 本申请实施例中,用户可在操作设备或切片软件中下载/输入打印件的形状、颜色、打印位置,等等参数,操作设备或切片软件将上述参数发送给3D打印机100,控制器101执行相应的程序控制3D打印机100的工具头102运动,控制工具头102运动到打印位置。可选的,控制器101也可以控制打印平台运动,以使打印平台靠近工具头或控制打印平台在预定义的xy平面运动。并控制供料装置向工具头102输送对应颜色的耗材。然后,控制器101控制工具头102分别通过第一喷嘴105和第二喷嘴106将不同颜色的耗材挤出至打印平台103的打印位置,从而在打印平台103上打印出多色的打印件。

[0037] 可以理解的是,本申请实施例仅以双头打印机为例进行说明,本领域技术人员还可以将本申请实施例的方法应用于单个喷嘴打印机或多工具头的3D打印机,在此不做限定。

[0038] 3D打印机100的工具头102运动时,由于运动结构本身的限制,工具头102的运动距离与理论运动距离存在一定的偏移,该偏移会使打印精度降低,并且两个喷嘴之间也具有偏移。为此,本申请实施例中,可通过在操作设备上设置两个相同且不重合的预设图案,并通过3D打印机100的工具头102打印出上述两个预设图案,或者,该预设图案的打印轨迹是预置在3D打印机中,由用户点击工具头偏移校准的控件触发。然后,通过摄像头104拍摄上述两个预设图案的图像,将该图像发送给控制器101,控制器101通过对该图像的分析,可计算得到工具头的偏移。在一些可行的实施方式中,可以控制工具头102中的一个喷嘴打印出上述两个预设图案,对工具头的偏移进行校准。并且,还可以进一步控制工具头中的另一个喷嘴打印出上述两个预设图案,对两个喷嘴之间的偏移进行校准。

[0039] 示例性的,本申请实施例中,控制器101控制工具头102在打印平台103上打印第一线段和第二线段,其中,第一线段与第二线段在第一方向上平行且不共线;

[0040] 控制器101通过摄像头104采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像,第一线段与第一图像对应,第二线段与第二图像对应;

[0041] 控制器101基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移,第二方向与第一方向垂直。

[0042] 在一些可行的实施方式中,控制器通过获取用户在操作设备或切片软件中输入的参数,可控制工具头运动到上述参数对应的打印位置,并通过供料装置为工具头提供上述参数对应的耗材,然后,控制工具头将料线通过喷嘴挤出,将物料挤出至打印平台上,从而在打印平台上打印出模型文件对应的打印件。

[0043] 在开始打印之前、初始化或者接收到用户发起的工具头偏移校准请求的情况下,可通过控制工具头在打印平台上打印两条平行且不共线的线段,并通过摄像头采集两条线段的图像,可基于两条线段的图像,分析得到工具头在于线段垂直方向上的偏移,可以基于

工具头的偏移对工具头的运动进行软件补偿,从而提高打印质量,实施本申请可以解决了人工测量偏移导致的测量精度较低的问题,提升了偏移的测量精度。

[0044] 参阅图2,图2为本申请实施例提供的一种工具头的偏移确定方法的流程示意图。该方法应用于上述3D打印机的控制器,工具头设置于3D打印机,3D打印机包括打印平台和摄像头,工具头与打印平台可相对运动。该方法包括但不限于如下步骤内容:

[0045] 201:控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段。

[0046] 在一些可行的实施方式中,第一线段与所述第二线段在第一方向上平行且不共线。控制器通过获取3D打印机的操作设备上的预设参数,该预设参数包括第一线段和第二线段的打印路径;或者,3D打印机中预置有第一线段和第二线段的打印路径,其中第一线段和第二线段的打印路径与3D打印机的喷嘴偏移校准功能的控件关联。示例性的,控制器检测到用户点击喷嘴偏移校准的控件,即执行打印第一线段和第二线段对应的代码。

[0047] 具体实现中,控制器控制工具头按照第一线段的打印路径运动到第一线段的预设打印起始点,从第一线段的预设打印起始点开始,控制工具头沿第一方向运动,并将耗材挤出至打印平台,从而打印出第一线段。

[0048] 然后,在第一线段打印完成后,控制器控制工具头按照第二线段的打印路径运动到第二线段的预设打印起始点,从第二线段的预设打印起始点开始,控制工具头沿第一方向运动,并将耗材挤出至打印平台,从而打印出第二线段。

[0049] 可选地,第一线段和第二线段可通过工具头上两个喷嘴分别打印,即通过一个喷嘴打印第一线段后,通过另一个喷嘴打印第二线段。第一线段和第二线段也可通过一个喷嘴打印,本申请对此不作限定。

[0050] 可选地,可通过3D打印机打印一个完整的图案(pattern),例如,通过3D打印机打印一个平行四边形。示例性的,如图3所示,当打印的pattern为一个矩形时,控制器通过从切片软件或操作设备中获取用户设定的矩形边长、端点位置等参数,基于该参数控制工具头在打印平台上打印出矩形图案。可选的,矩形图案的参数可以以gcode代码的形式存储在3D打印机中。

[0051] 其中,当线段AB为第一线段时,线段DC即为第二线段,线段AB或线段DC的延伸方向即为第一方向,此时,可将线段AD或线段BC的延伸方向视为第二方向。由此,可通过线段AB和线段DC上对应点的坐标偏移,得到工具头在第二方向上的偏移,从而对工具头在第二方向的运动进行补偿。示例性的,工具头在第二方向上的偏移指的是喷嘴在第二方向上的偏移。

[0052] 当线段AD为第一线段时,线段BC即为第二线段,线段AD或线段BC的延伸方向即为第一方向,此时,可将线段AB或线段DC的延伸方向视为第二方向。由此,可通过线段AD或线段BC上对应点的坐标偏移,得到工具头在第二方向上的偏移,从而对工具头在第二方向的运动进行补偿。

[0053] 示例性的,控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段之前,该方法还可以包括:

[0054] 控制工具头在打印平台上打印底面,在底面上打印第一线段和第二线段。

[0055] 在3D打印的过程中时,打印的首层受到例如打印平台的温度、打印平台的材质等多种因素的影响,导致首层的打印缺陷。

[0056] 在打印第一线段和第二线段之前,控制器会控制工具头在打印平台上先打印底面,在底面打印完成后,控制工具头在底面上打印出第一线段和第二线段。基于此,可避免首层即打印第一线段和第二线段容易导致的打印缺陷问题,以及避免打印平台的表面材质/纹理对打印第一线段和第二线段的影响,保证第一线段和第二线段打印的成功性,并且打印底面还可以确保喷嘴输出的流量稳定,避免流量波动影响第一线段和第二线段打印的位置坐标。实施本申请,可以提高工具头偏移校准的准确性。

[0057] 可选的,打印底面的耗材颜色不同于打印第一线段和第二线段的耗材颜色,两者的耗材颜色具有明显的区别,例如一个是深色耗材颜色,另一个是浅色耗材颜色,则在摄像头采集到的图像中可以将底面与第一线段和第二线段明显区分开来,简化图像处理步骤,提高图像处理的准确性,从而进一步提高工具头偏移校准的准确性。

[0058] 可选的,第一线段的颜色耗材和第二线段的颜色耗材可以不同,且第一线段的颜色耗材与第二线段的颜色耗材均与底面的颜色耗材不同。如此,可以在打印平台上区分出第一线段、第二线段和底面,以使摄像头能够采集出清晰的线段图像,从而基于该线段图像准确确定出工具头的偏移,提升偏移的确定精度。

[0059] 可以看出,通过在打印第一线段和第二线段之前,控制工具头在打印平台上打印底面,并在底面上打印第一线段和第二线段,可以避免打印的第一线段和第二线段的首层出现缺陷,以及避免打印平台对第一线段和第二线段的影响,并且可以使喷嘴输出的耗材流量稳定,从而打印出稳定且无缺陷的第一线段和第二线段,通过对该第一线段的图像和第二线段的图像进行分析,可以确定出精度更高的工具头偏移。

[0060] 在一些可行的实施方式中,工具头包括第一喷嘴和第二喷嘴,第一喷嘴和第二喷嘴相互切换工作。控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段,可以包括:控制工具头以第一喷嘴在打印平台上打印第一线段;在第一线段打印完成之后,控制工具头切换至以第二喷嘴在打印平台上打印第二线段;在本申请实施例,工具头在第二方向上的偏移包括第一喷嘴在第二方向上的偏移与第二喷嘴在第二方向上的偏移。

[0061] 具体地,控制器首先会控制工具头的第一喷嘴正常出料,将第二喷嘴切换至待机状态,此时第一喷嘴比第二喷嘴更靠近打印平台,并控制工具头运动以使第一喷嘴在打印平台上打印出第一线段。在第一线段打印完成后,控制器控制工具头将第一喷嘴切换至待机状态,并控制第二喷嘴正常出料,此时第二喷嘴比第一喷嘴更靠近打印平台,控制工具头运动,以使第二喷嘴在打印平台上打印出第二线段。

[0062] 示例性的,通过控制工具头以第一喷嘴在打印平台上打印第一线段,并在第一线段打印完成后,控制工具头切换至以第二喷嘴在打印平台上打印第二线段,可以对两个喷嘴分别打印的线段图像进行采集,从而根据采集的图像,确定第一喷嘴和第二喷嘴在第二方向的偏移,从而实现对双喷嘴的偏移测量,提升偏移测量的准确性。

[0063] 进一步的,在一些可行的实施方式中,控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段,包括:

[0064] 控制第一喷嘴以第一颜色耗材打印第一底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材打印第二底面;控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面上打印第一线段,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材在第一底面上打印第二线段;在本申请实施例中,第一颜色耗材和第二颜色耗材中的任意一种耗材可以为深色耗材,另一种

耗材可以为浅色耗材。

[0065] 具体的,控制器会控制供料装置或外部料架向第一喷嘴供应第一颜色耗材,并向第二喷嘴供应第二颜色耗材。然后,控制器控制工具头的第一喷嘴正常出料,将第二喷嘴切换至待机状态,并控制工具头运动以打印出第一颜色耗材的第一底面。在第一底面打印完成后,控制工具头的第一喷嘴切换至待机状态,并将第二喷嘴切换至正常出料,通过工具头运动以打印出第二颜色耗材的第二底面。或者,控制器可以控制工具头切换第一喷嘴和第二喷嘴来打印第一底面和第二底面,比如控制器控制工具头以第一喷嘴使用第一颜色耗材打印第一底面的第一层之后,控制工具头以第二喷嘴使用第二颜色耗材打印第二底面的第一层,然后再切换至第一喷嘴使用第一颜色耗材打印第一底面的第二层之后,再控制工具头以第二喷嘴使用第二颜色耗材打印第二底面的第二层,以此类推完成第一底面和第二底面的打印。或者,控制器控制工具头以第一喷嘴使用第一颜色耗材打印第一底面的第一层至第 n 层之后, n 大于1,控制工具头以第二喷嘴使用第二颜色耗材打印第二底面的第一层至第 n 层,然后再切换至第一喷嘴使用第一颜色耗材打印第一底面的第 $n+1$ 层至第 $2n$ 层之后,再控制工具头以第二喷嘴使用第二颜色耗材打印第二底面的第 $n+1$ 层至第 $2n$ 层,以此类推完成第一底面和第二底面的打印。第一喷嘴和第二喷嘴打印底面的方式有很多,本申请不在此进行限制。

[0066] 在第一底面和第二底面打印完成之后,控制器再次控制第一喷嘴正常出料,将第二喷嘴切换至待机状态,并通过工具头控制第一喷嘴在第二底面上打印出第一颜色耗材的第一线段。在第一线段打印完成后,控制第一喷嘴切换至待机状态,控制第二喷嘴正常出料,并通过工具头控制第二喷嘴在第一底面上打印出第二颜色耗材的第二线段。

[0067] 示例性的,打印效果如图4所示,图4中的浅色耗材为第一颜色耗材,深色耗材为第二颜色耗材。以第一颜色耗材打印的底面为第一底面,以第二颜色耗材打印的底面为第二底面。图4中第一颜色耗材打印的线段AB即为第一线段,以第二颜色耗材打印的线段CD即为第二线段,且第一线段在第二底面上打印,第二线段在第一底面上打印,从而可以清晰区分出第一线段和第二线段。

[0068] 可以看出,通过控制第一喷嘴以第一颜色耗材打印第一底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材打印第二底面,然后,控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面上打印第一线段,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材在第一底面上打印第二线段,可以使打印出的线段不受打印平台的影响,并且通过将第一线段采用的颜色耗材与第二底面的颜色耗材进行区分,将第二线段采用的颜色耗材与第一底面的颜色耗材进行区分,可以清晰区分出第一线段和第二线段,便于采集第一线段和第二线段的图像,从而提升确定出的偏移的准确性。

[0069] 可选地,打印第一底面、第二底面、第一线段和第二线段所采用的颜色耗材可以均不相同,以更好地区分出第一线段和第二线段,便于采集第一线段和第二线段的图像。

[0070] 在一些可行的实施方式中,控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面打印第一线段,可以包括:

[0071] 控制第一喷嘴以第一颜色耗材从第一预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第二底面打印第一线段;

[0072] 在第一线段打印完成后,控制工具头移动以使第一喷嘴在第一预设终点停止出

料。

[0073] 在本申请实施例中,第一预设起点可以为第一底面外和第二底面外的任意一点。第一预设终点可以为第一底面外和第二底面外不包括第一预设起点的任意一点。第一线段不包括第一预设起点和第一预设终点。

[0074] 在3D打印过程中,打印起点的喷嘴的状态不稳定,尤其是流量不够稳定。在一些可行的实施方式中,可以控制工具头在起点处停留一段时间,等待喷嘴出料,保证喷嘴的内部流量充足,不会因为喷嘴欠挤出影响线段的打印。此时,喷嘴处于加热状态,部分熔融状态的耗材会在起点停留阶段时流出,为了保证打印出的第一线段和第二线段的耗材流量和线宽稳定,起点需要设置于第一底面外和第二底面外,即第一线段或第二线段不包括打印起点。

[0075] 示例性的,控制器控制第一喷嘴从第一底面外和第二底面外的第一预设起点开始,持续输出第一颜色耗材。在第一颜色耗材输出的流量稳定后,控制器控制工具头移动以在第二底面上打印出第一线段。在第一线段打印完成后,持续控制工具头移动以使第一喷嘴移动在第一预设终点停止出料。

[0076] 需要说明的是,由于在喷嘴停止出料时,耗材流量逐渐变小也会导致打印的线段线宽不稳定,因此,在第一线段打印完成后,还需要控制工具头继续移动并使第一喷嘴移动在第一底面外和所述第二底面外的第一预设终点停止出料。即第一线段或第二线段不包括打印终点。

[0077] 如图4所示,S1即为第一预设起点,在第一预设起点处,第一颜色耗材会堆积导致线宽不稳定。E1即为第一预设终点,在第一预设终点处,第一颜色耗材的流量会变小导致线宽不稳定。因此,S1和E1均设置于第一底面外和所述第二底面外。其中,S2为第二喷嘴对应的预设起点,E2为第二喷嘴对应的预设终点。控制第二喷嘴以第二颜色耗材在第一底面打印第二段线的处理方式与本申请中控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面打印第一段线的处理方式类似,此处不再赘述。

[0078] 可以看出,通过控制第一喷嘴以第一颜色耗材从第一预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第二底面打印第一线段;在第一线段打印完成后,控制工具头移动以使第一喷嘴在第一预设终点停止出料,可以使打印出的第一线段和第二线段的线宽稳定,从而避免线段线宽不稳定对偏移测量精度的影响,提升了偏移测量精度。

[0079] 202:通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像。

[0080] 本申请实施例中,第一线段与第一图像对应,第二线段与第二图像对应。

[0081] 可选的,摄像头可以与工具头连接。通过控制工具头的移动可以控制摄像头的移动,以便于采集第一线段对应的第一图像和第二线段对应的第二图像。

[0082] 可选的,摄像头也可以独立设置于3D打印机上,并且可相对打印平台移动。在第一线段和第二线段打印完成后,通过控制摄像头移动到相应位置,可以对第一图像和第二图像进行采集。

[0083] 本申请将以摄像头与工具头连接为例进行说明,摄像头也可以独立设置于3D打印机上的处理方式与本申请实施例类似,不再重复叙述。

[0084] 示例性的,通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像,可以包括:

[0085] 基于第一目标点,通过摄像头采集第一线段,得到第一图像;

[0086] 基于第二目标点,通过摄像头采集第二线段,得到第二图像。

[0087] 在本申请实施例中,第一目标点可以为第一线段上的任意一点。第一目标点在第一线段上的相对位置与第二目标点在第二线段上的相对位置相同。

[0088] 应说明,由于第一目标点在第一线段上的相对位置与第二目标点在第二线段上的相对位置相同,在工具头无偏移的情况下,基于第一目标点采集的第一线段的第一图像应于基于第二目标点采集的第二线段的第二图像相同,若第一图像和第二图像不同,则可基于第一图像和第二图像,确定工具头的偏移。

[0089] 具体地,控制器控制工具头运动以带动摄像头移动至第一目标点的上方,然后,对第一线段的图像进行采集,得到第一图像。接着,控制器控制工具头沿第二方向移动预设距离以带动摄像头移动至第二目标点的上方,对第二线段的图像进行采集,得到第二图像。其中,预设距离即为第一线段与第二线段在第二方向上的理论距离。

[0090] 在一些可行的实施方式中,第一目标点不能靠近第一线段的两个端点,第二目标点也不能靠近第一线段的两个端点,以保证摄像头能清晰采集整个第一线段的第一图像,以及整个第二线段的第二图像。在工具头的运动无偏移的情况下,当摄像头在第一目标点采集第一线段的图像,并沿第二方向移动预设距离采集第二线段的图像,采集的第一图像和第二图像应该完全相同,若不同,则第一图像和第二图像中目标点在第二方向上的坐标差值即为第二方向的偏移。

[0091] 可选的,第一目标点可以为第一线段的中点。第二目标点可以为第二线段的中点。如此,采集的第一图像可以包括整个第一线段,采集的第二图像可以包括整个第二线段,且第一线段在第一图像中对称分布,第二线段在第二图像中对称分布,以便于后续分析第二方向的偏移,提升偏移的测量精度。

[0092] 可以看出,基于第一目标点,通过摄像头采集第一线段,可以得到第一图像,然后,基于第二目标点,通过摄像头采集第二线段,可以得到第二图像,基于第一图像与第二图像的差异,可以确定工具头运动的偏移,相较于人工测量偏移,提升了偏移的测量精度。

[0093] 示例性的,摄像头上可以设置有补光灯。

[0094] 通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像,可以包括:

[0095] 通过补光灯照亮第一线段和第二线段;

[0096] 通过摄像头采集被照亮的第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像。

[0097] 具体地,在采集第一线段的图像时,控制器首先控制补光灯照亮第一线段,在第一线段被照亮的情况下,通过摄像头采集第一线段的图像,得到第一图像。在第一图像采集完成后,控制补光灯照亮第二线段,在第二线段被照亮的情况下,通过摄像头采集第二线段的图像,得到第二图像。

[0098] 可以看出,通过补光灯照亮第一线段和第二线段,并通过摄像头采集被照亮后的第一线段和第二线段,可以得到清晰度更高的第一图像和第二图像,便于分析工具头运动的偏移,提升偏移的测量精度。

[0099] 可选的,可以通过补光灯同时照亮第一线段和第二线段,然后,通过摄像头采集被照亮得到第一线段和第二线段,得到目标图像,其中,目标图像中包括第一线段对应的图像和第二线段对应的图像。如此,通过采集第一线段和第二线段的整体图像,可以简化操作流

程,更高效地确定工具头的运动偏移。

[0100] 在一些可行的实施方式中,第一图像中包括第一线段对应的第一料线,该第一料线是工具头在打印平台打印第一线段形成的,可认为就是第一线段;第二图像中包括第二线段对应的第二料线,该第二料线是工具头在打印平台打印第二线段形成的,可认为就是第二线段。第一料线在第一图像中的方向可以为竖直方向或水平方向,第二料线在第二图像中的方向为竖直方向或水平方向,本申请实施例将以第一料线为竖直方向,以及第二料线为竖直方向为例进行说明,第一料线和第二料线为水平方向的处理方法与本申请实施例类似,在此不再赘述。由于摄像头与补光灯之间可能存在一个安装角度,第一图像中的第一料线以及第二图像中的第二料线可能存在一个小的旋转角度,控制器需要确定该旋转角度,并将第一料线调整至竖直方向。

[0101] 示例性的,基于第一目标点,通过所述摄像头采集所述第一线段,得到所述第一图像,可以包括:

[0102] 基于第一目标点,通过摄像头采集所述第一线段,得到第五图像;

[0103] 获取第五图像中第一料线的旋转角度;

[0104] 基于第一料线的旋转角度,调整第五图像中的第一料线,得到第一图像。

[0105] 例如,第五图像如图5中图像501所示,第二线段对应的图像如图5中的图像502所示。其中,图像501中的平行四边形线条即为第一料线,图像502中的平行四边形线条即为第二料线。图像501中第一料线附近的光点为补光灯的光源透过第一线段在热床上的成像,图像502中第二料线附近的光点为补光灯的光源透过第二线段在热床上的成像。其中,由于材料的透光性的差异,图像中的光点分布可能为离散的。从图像501和图像502可以看出,料线在图像中不完全竖直,料线与竖直方向之间存在一个小的旋转角度,控制器需要获取该旋转角度,将第一料线和第二料线调整至竖直方向。

[0106] 应说明,本申请实施例仅以将第一料线和第二料线调整至竖直方向为例进行说明,将第一料线和第二料线调整至水平方向的处理方法与本申请实施例类似,在此不再赘述。

[0107] 示例性的,获取第五图像中第一料线的旋转角度,可以包括如下步骤:

[0108] 获取预设区间内的多个预测角度;

[0109] 基于每个预测角度,反向旋转第一料线,得到每个预测角度对应的第一预测料线;

[0110] 获取每个预测角度对应的第一预测料线的宽度;

[0111] 将宽度最小的第一预测料线对应的预测角度作为第一料线的旋转角度。

[0112] 本申请实施例中,第一料线的旋转角度位于预设区间内,可选的,该预设区间可以为 $[-1, 1]$ 。控制器通过获取预设区间内的多个预测角度,可选地,可以 0.1° 作为步长,将预设区间 $[-1, 1]$ 分为20个角度,分别为: -1° 、 -0.9° 、 $\dots$ 、 -0.2° 、 -0.1° 、 0.1° 、 0.2° 、 $\dots$ 、 0.9° 、 1° 。应说明,本申请实施例仅以预设区间 $[-1, 1]$ 分为20个角度为例进行说明,本领域技术人员还可以设置其他预设区间,并将预设区间分为其他多个预测角度。设置其他预设区间,并将预设区间分为其他多个预测角度的处理方法与本申请实施例类似,在此不再赘述。

[0113] 然后,基于每个预测角度,将第五图像中的第一料线进行反向旋转,得到每个第一预测料线。接着,检测每个第一预测料线的宽度,可选地,可通过检测每个第一预测料线与第五图像的上边界或下边界所交线段的宽度,将该宽度作为每个第一预测料线的宽度。本

申请实施例不对检测每个第一预测料线的宽度的方法作限定。

[0114] 进一步地,比较每个第一预测料线的宽度,得到宽度最小的第一预测料线,即第二预测料线。并将第二预测料线对应的预测角度作为第一料线的旋转角度。应说明,第一料线在完全竖直时的投影宽度是最小的,由此,可将宽度最小的第一预测料线对应的预测角度作为第一料线的旋转角度。

[0115] 可以看出,本申请实施例中,通过从预设区间内获取多个预测角度,并基于该多个预测角度,对第五图像中的第一料线进行反向旋转,可以得到多个第一预测料线,然后,通过检测每个第一预测料线的宽度,并将宽度最小的第一预测料线对应的预测角度作为第一料线的旋转角度,从而可以基于该旋转角度将第一料线调整为竖直方向,以简化了工具头运动的偏移的运算,提高了工具头运动的偏移的计算效率。

[0116] 可选地,在一些可行的实施方式中,还可以直接通过直线检测方法获取第一料线的旋转角度,例如,该直线检测方法可以包括:霍夫变换直线检测(Hough Line detection, HLD)、直线提取算法(Line Segment Detector, LSD),等等,在此不做限定。

[0117] 进一步地,基于第一料线的旋转角度,将第一料线调整至竖直方向,从而得到第一图像。

[0118] 由此,可基于第一目标点,通过摄像头采集第一线段,得到第五图像,通过获取第五图像中第一料线的旋转角度,并基于第一料线的旋转角度,将第一料线调整至竖直方向,从而得到第一图像,由此,可简化第一料线上对应点的坐标的计算,提高工具头运动的偏移的计算效率。

[0119] 其中,由于第二料线的旋转角度与第一料线的旋转角度均与相机的安装角度相关,第二料线的旋转角度与第一料线的旋转角度相等,可直接将第一料线的旋转角度作为第二料线的旋转角度,并对第二料线对应的图像进行调整,得到第二图像。

[0120] 或者,可基于上述任一实施例的方法,确定第二料线的旋转角度,并基于该旋转角度对第二料线对应的图像进行调整,得到第二图像,其中,确定第二料线的旋转角度的方法与上述任一实施例的方法类似,在此不再赘述。

[0121] 以上所述的对具有旋转角度的线段进行估计,并对其进行转正的方法只是一种示例,应理解的是,对线段的旋转角度进行估计,并对具有旋转角度的线段进行转正,还可以具有很多种其他的可能实现方式,此处不一一举例说明。

[0122] 或者,第一料线与第二料线本身是竖直/水平的,则可以直接采用包含第一料线的第一图像和包括第二料线的第二图像。

[0123] 203:基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移。

[0124] 本申请实施例中,第二方向与第一方向垂直。应说明,由于第一线段与第二线段在第一方向上平行,因此,第一图像中第一料线和第二图像中的第二料线在第一方向上的坐标完全相同,此时,第一料线和第二料线在第二方向上的偏移即为工具头在第二方向上运动产生的偏移。基于此,控制器可基于第一图像和第二图像,确定工具头在第二方向上的偏移。

[0125] 示例性的,控制工具头在预定义的xy平面的 $y=y_0$ 处打印第一线段,并控制工具头在 $y=y_0+60\text{mm}$ 处打印第二线段,理论上,若工具头没有偏移,摄像头在 $y=y_0$ 处拍摄包含第一线段的第一图像,摄像头沿y方向移动+60mm处拍摄包含第二线段的第二图像,第一图像

与第二图像应该相同,例如,第一线段在第一图像中所处的位置与第二线段在第二图像中所处的位置相同。比如说,第一线段和第二线段的起点和终点在x轴上的坐标相同,那么第一线段与第二线段中的任一点在同一个x坐标下,y坐标理论上应该相差60mm,而由于摄像头可移动,且移动了+60mm去拍摄第二图像,则线段在图像中的位置应该可以一致。如果第一线段在第一图像中所处的位置与第二线段在第二图像中所处的位置不同,则可以通过图像处理获取第一线段中任一点在第一图像中的y1坐标,以及获取在同一个x坐标下第二线段中某一点在第二像素中的y2坐标,y1坐标与y2坐标之间的差值为工具头在y方向上的偏移。或者,还可以预设设置两个图像之间的位置差异与工具头的偏移量之间的映射关系,比如第一线段与第二线段在图像中的位置相差2mm,对应的工具头的偏移量的1mm。

[0126] 可选的,摄像头固定在3D打印机中,则摄像头拍摄一张照片,该照片包括第一图像和第二图像,若摄像头正对打印平台,可以直接比较该相片中第一线段与第二线段在第二方向之间的差值,并通过像素与3D打印机坐标的变换,可得工具头在第二方向上的偏移量。若摄像头与打印平台具有倾斜角度,还需对照片进行转正之后再比较相片中第一线段与第二线段在第二方向之间的差值。

[0127] 在一些可行的实施方式中,基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移,可以包括如下步骤:

[0128] 获取第一图像的第一投影强度分布;

[0129] 获取第二图像的第二投影强度分布;

[0130] 基于第一投影强度分布,得到第三目标点的坐标;

[0131] 基于第二投影强度分布,得到第四目标点的坐标;

[0132] 基于第三目标点的坐标和第四目标点的坐标,得到工具头在第二方向的偏移。

[0133] 其中,第三目标点可以为第一料线的中心轴上的任意一点,第四目标点可以为第二料线的中心轴上的第三目标点的对应点。控制器通过在第一图像中确定一个第三目标点的坐标,找到第二图像中对应的第四目标点的坐标,基于第三目标点的坐标和第四目标点的坐标,可得到工具头在第二方向的偏移。

[0134] 具体地,控制器首先将第一图像进行竖直投影,得到第一投影强度分布,并将第二图像进行竖直投影,得到第二投影强度分布。示例性的,第一投影强度分布或第二投影强度分布可以如图6所示,其中,图中的折线上的每一点为第一图像或第二图像中每一列的投影强度最高的点,折线上的点分布于一条基准线的两侧,中间凸起部分为第一料线或第二料线。

[0135] 应说明,本申请实施例中以第一料线在第一图像中为竖直方向的,以及第二料线在第二图像中为竖直方向的为例进行说明,若第一料线或第二料线为水平方向的,则将第一图像进行水平投影,得到第一投影强度分布,并将第二图像进行水平投影,得到第二投影强度分布。或者,将水平方向的料线旋转至竖直方向,得到竖直方向的投影强度分布。

[0136] 进一步地,控制器基于第一投影强度分布,确定第一料线中心轴上的第三目标点。

[0137] 在一些可行的实施方式中,基于第一投影强度分布,得到第三目标点的坐标,例如可以包括如下步骤:

[0138] 基于第一投影强度分布,得到第一料线;

[0139] 将第一投影强度分布中除去第一料线外的第三投影强度分布进行直线拟合,得到

第一基准线;

[0140] 获取第一基准线与第一料线的第一边界的交点的坐标,得到第一交点的坐标;

[0141] 获取第一料线的第一端点的坐标;

[0142] 基于第一交点的坐标和第一端点的坐标,得到第三目标点的坐标。

[0143] 其中,第一边界可以为第一料线的任一边界,第一端点可以为第一料线的第二边界的任意一个端点,第二边界可以为第一料线除第一边界外的另一边界。

[0144] 具体地,控制器对第一投影强度分布进行检测,将第一投影强度分布中间的凸起部分分离出来,得到第一料线。示例性的,如图7所示,控制器扫描第一投影强度分布,将第一投影强度分布中中间的凸起部分以图7所示的第一边界703和第二边界704分离出来,第一边界703和第二边界704即为第一料线的两个边界。

[0145] 然后,将第一投影强度分布中除去第一料线外的第三投影强度分布进行直线拟合,即对除去第一料线外的折线部分进行直线拟合,确定与该折线部分最接近的一条直线,得到如图7所示的第一基准线701。应说明,通过不同方法确定的第一基准线701可能存在差异,但是本申请实施例中仅需确定第一料线的中心轴,将第一料线的中心轴与第二料线的中心轴之间的坐标误差作为工具头在第二方向的偏移。由此,第一基准线701的差异不对第二方向的偏移的计算产生影响,提高了偏移的计算的准确性。

[0146] 进一步地,获取第一基准线701与第一料线的第一边界703的交点的坐标,得到如图7所示的第一交点M的坐标 (x_1, y_1) 。然后,获取第一料线的第二边界704的任意一个端点的坐标,即第一端点的坐标,将第一交点与第一端点所连线段的中点的坐标作为第三目标点的坐标。在一些可行的实施方式中,还可以将第一料线的凸起部分拟合成一条直线702,将直线702与第二边界的交点,作为第一端点N,得到第一端点N的坐标 (x_2, y_2) 。然后,将线段MN的中点的坐标作为第三目标点的坐标 $((x_1+x_2)/2, (y_1+y_2)/2)$ 。

[0147] 由此,可基于第一投影强度分布,得到第一料线,并将第一投影强度分布中除去第一料线外的第三投影强度分布进行直线拟合,得到第一基准线,然后,将第一基准线与第一料线的第一边界的交点的坐标作为第一交点的坐标,获取第一料线的第一端点的坐标,并基于第一交点的坐标和第一端点的坐标,得到第三目标点的坐标,从而可以基于第三目标点与第二料线上对应的第四目标点的差值,确定工具头在第二方向的偏移,提高了偏移的测量精度。

[0148] 进一步地,控制器对第二投影强度分布进行检测,确定第二投影强度分布中的第二料线和第二基准线,并基于第二基准线和第二料线,得到第二交点坐标和第二端点的坐标。从而基于第二交点坐标和第二端点的坐标,得到第四目标点的坐标。应说明,本申请实施例中,基于第二投影强度分布,得到第四目标点的坐标的方法与基于第一投影强度分布,得到第三目标点的坐标的方法类似,在此不再重复叙述。

[0149] 可以理解的是,第三目标点为第一料线的中心轴上的一点,第四目标点为第二料线的中心轴上与第三目标点对应的一点。当工具头运动的偏移不存在的情况下,第三目标点的坐标与第四目标点的坐标完全相同。当工具头运动的偏移存在的情况下,第一料线的中心轴和第二料线的中心轴之间在第二方向的坐标差即为工具头在第二方向的偏移。基于此,通过确定第三目标点在第二方向上的坐标与第四目标点在第二方向上的坐标的差值,可以得到工具头在第二方向的偏移。

[0150] 由此,通过获取第一图像的第一投影强度分布,并获取第二图像的第二投影强度分布,然后,基于第一投影强度分布,在第一料线的中心轴上确定第三目标点,基于第二投影强度分布,在第二料线的中心轴上确定第四目标点,基于第三目标点的坐标和第四目标点的坐标,可以得到工具头在第二方向的偏移,提高了工具头运动的偏移的测量精度。

[0151] 在本申请的一个实施例中,该方法还可以包括:

[0152] 控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段;

[0153] 通过摄像头采集第三线段和第四线段,得到第三图像和第四图像;

[0154] 基于第三图像和第四图像,得到第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向上的偏移。

[0155] 其中,第三线段和第四线段在第二方向上平行且不共线,第三线段与第三图像对应,第四线段与第四图像对应。

[0156] 具体的,控制器会控制工具头在打印平台上打印在第二方向上平行且不共线的第三线段和第四线段。并通过摄像头采集第三线段和第四线段,得到第三图像和第四图像。应说明,由于第二方向与第一方向垂直,通过采集第三线段对应的第三图像以及第四线段对应的第四图像,可以基于第三图像和第四图像,分析得到第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向上的偏移。其中,控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段的处理方法与上述任一实施例中控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段的处理方法类似,通过摄像头采集第三线段和第四线段,得到第三图像和第四图像的处理方法与上述任一实施例中通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像的处理方法类似,基于第三图像和第四图像,得到第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向上的偏移与上述任一实施例中基于第三图像和第四图像,得到工具头在第二方向上的偏移的处理方法类似,此处不再赘述。

[0157] 如此,通过确定第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向上的偏移以及第一喷嘴与第二喷嘴在第二方向上的偏移,可以确定第一喷嘴与第二喷嘴在打印平台所在平面上的运动偏移,通过对该偏移进行校准,可以消除第一喷嘴与第二喷嘴的运动偏移,提升3D打印的打印精度。

[0158] 在本申请的另一个实施例中,控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段,可以包括:

[0159] 控制工具头以第一喷嘴打印第一线段和第三线段;

[0160] 在第一线段和第三线段打印完成之后,控制工具头切换至以第二喷嘴打印第二线段和第四线段。

[0161] 应说明,控制器可以控制第一喷嘴连续打印相互垂直的第一线段和第三线段,然后,控制第二喷嘴连续打印相互垂直的第二线段和第四线段,从而基于第一线段、第二线段、第三线段和第四线段,确定第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向和第二方向的偏移。

[0162] 具体地,控制器首先控制第一喷嘴正常出料,并控制第二喷嘴切换至待机状态。通过控制工具头的移动在打印平台上连续打印第一线段和第三线段。在第一线段和第三线段打印完成后,控制器控制第一喷嘴切换至待机状态,并控制第二喷嘴正常出料,通过控制工具头的移动在打印平台上连续打印第二线段和第四线段。如图4所示,第一喷嘴可以连续打印线段AC和线段AB,第二喷嘴可以连续打印线段BD和线段CD。

[0163] 如此,通过双喷嘴切换工作连续打印第一线段、第三线段、第二线段和第四线段,可以通过对上述四条线段的图像分析,确定第一喷嘴和第二喷嘴在第一方向和第二方向的

偏移,而不需要在确定第二方向的偏移后,再确定第一方向的偏移,简化了操作流程的基础上,提升了双喷嘴运动偏移的计算效率。

[0164] 在一个可行实施例中,控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段,包括:

[0165] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材打印第三底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材打印第四底面;

[0166] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材在第四底面上打印第一线段和第三线段,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材在第三底面上打印第二线段和第四线段;

[0167] 其中,第三颜色耗材和第四颜色耗材中的任意一种耗材为深色耗材,另一种耗材为浅色耗材。可选的,第三颜色耗材可以与第一颜色耗材相同,第四颜色耗材可以与第二颜色耗材相同。

[0168] 具体地,控制器会控制供料装置或外部料架向第一喷嘴供应第三颜色耗材,并向第二喷嘴供应第四颜色耗材。然后,控制器控制工具头的第一喷嘴正常出料,将第二喷嘴切换至待机状态,并控制工具头运动以打印出第三颜色耗材的第三底面。在第三底面打印完成后,控制工具头的第一喷嘴切换至待机状态,并将第二喷嘴切换至正常出料,通过工具头运动以打印出第四颜色耗材的第四底面。或者,控制器可以控制工具头切换第一喷嘴和第二喷嘴来打印第三底面和第四底面,比如控制器控制工具头以第一喷嘴使用第三颜色耗材打印第三底面的第一层之后,控制工具头以第二喷嘴使用第四颜色耗材打印第四底面的第一层,然后再切换至第一喷嘴使用第三颜色耗材打印第三底面的第二层之后,再控制工具头以第二喷嘴使用第四颜色耗材打印第四底面的第二层,以此类推完成第三底面和第四底面的打印。或者,控制器控制工具头以第一喷嘴使用第三颜色耗材打印第三底面的第一层至第 n 层之后, n 大于1,控制工具头以第二喷嘴使用第四颜色耗材打印第四底面的第一层至第 n 层,然后再切换至第一喷嘴使用第三颜色耗材打印第三底面的第 $n+1$ 层至第 $2n$ 层之后,再控制工具头以第二喷嘴使用第四颜色耗材打印第四底面的第 $n+1$ 层至第 $2n$ 层,以此类推完成第三底面和第四底面的打印。第一喷嘴和第二喷嘴打印底面的方式有很多,本申请不在此进行限制。

[0169] 在第三底面和第四底面打印完成之后,控制器再次控制第一喷嘴正常出料,将第二喷嘴切换至待机状态,并通过工具头控制第一喷嘴在第四底面上连续打印出第三颜色耗材的第一线段和第三线段。在第一线段和第三线段打印完成后,控制第一喷嘴切换至待机状态,控制第二喷嘴正常出料,并通过工具头控制第二喷嘴在第三底面上打印出第四颜色耗材的第二线段和第四线段。

[0170] 可以看出,通过控制第一喷嘴以第三颜色耗材打印第三底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材打印第四底面,然后,控制第一喷嘴以第三颜色耗材在第四底面上打印第一线段和第三线段,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材在第三底面上打印第二线段和第四线段,可以使打印出的线段不受打印平台的影响,并且通过将线段采用的颜色耗材与底面的颜色耗材进行区分,可以清晰区分出第一线段、第二线段、第三线段和第四线段,便于采集线段图像,从而根据线段图像,计算出更准确的偏移,从而提升确定出的偏移的准确性。

[0171] 在一些可行的实施方式中,控制第一喷嘴以第三颜色耗材在第四底面上打印第一线段和第三线段,可以包括:

[0172] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材从第二预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第四底面打印第一线段和第三线段;

[0173] 在第一线段和第三线段打印完成后,控制工具头移动以使第一喷嘴在第二预设终点停止出料。

[0174] 在本申请实施例中,第二预设起点可以为第三底面外和第四底面外的任意一点,第二预设终点可以为第三底面外和第四底面外不包括第二预设起点的任意一点。第一线段和第三线段均不包括第二预设起点和第二预设终点。

[0175] 可以理解的是,为了避免喷嘴在打印起点的状态不稳定,尤其是流量不稳定,工具头需要在起点处停留一段时间,等待喷嘴出料,保证喷嘴的内部流量充足,不会因为喷嘴欠挤出影响线段的打印,因此,第二预设起点需要设置在第三底面外和第四底面外。并且,为了避免喷嘴在停止出料时,由于输出的耗材流量逐渐减小而导致线宽不稳定,工具头在打印线段完成后需要继续移动至远离线段的位置停止出料,因此,第二预设终点也需要设置在第三底面外和第四底面外,且与第二预设起点不重合。

[0176] 具体地,控制器首先控制工具头运动,将第一喷嘴运动至第二预设起点,从第二预设起点开始持续出料,在第一喷嘴输出的耗材稳定之后,控制工具头移动以在第四底面上连续打印第一线段和第三线段。在第一线段和第三线段打印完成后,控制工具头持续移动以带动第一喷嘴移动至第二预设终点,并在第二预设终点停止出料。

[0177] 可以看出,通过控制第一喷嘴从第二预设起点开始持续出料,在输出的耗材流量稳定时打印第一线段和第三线段,可以解决耗材在起点堆积而导致打印出的第一线段和第三线段线宽不稳定的问题。在第一线段和第三线段打印完成后,控制第一喷嘴移动至第二预设终点停止出料,可以解决第一喷嘴输出的耗材流量不稳定的问题,从而打印出线宽稳定的第一线段、第二线段、第三线段和第四线段,基于该线段进行偏移的计算,可以提升偏移测量的精度。

[0178] 然后,控制器控制第二喷嘴以第四颜色耗材从第二喷嘴对应的预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第三底面打印第二线段和第四线段;

[0179] 在第二线段和第四线段打印完成后,控制工具头移动以使第二喷嘴在第二预设终点停止出料。

[0180] 在一些可行的实施方式中,控制器在确定工具头在第一方向的偏移以及第二方向的偏移后,可基于工具头在第一方向的偏移以及第二方向的偏移,调整工具头的运动轨迹,从而对工具头在第一方向的偏移和第二方向的偏移进行校准,本申请实施例不对工具头的运动轨迹的校准方式做限定。可选的,在确定工具头在第二方向的偏移后,控制器可以先对工具头在第二方向的偏移进行校准,然后,确定工具头在第一方向的偏移,并对工具头在第一方向的偏移进行校准。控制器也可以在确定工具头在第一方向的偏移以及第二方向的偏移后,同时对工具头在第一方向的偏移以及第二方向的偏移进行校准。

[0181] 在一些可行的实施方式中,为保证工具头在第二方向的偏移的准确性,控制器在确定工具头在第二方向的偏移后,可重新选取第一线段的第五目标点和第二线段的第六目标点,并执行上述任一实施例的方法,以得到新的工具头在第二方向的偏移,并确定两次确定的偏移的重复精度,该重复精度可以反映偏移计算的准确性。

[0182] 示例性的,该方法可以包括:

[0183] 再次通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一重复图像和第二重复图像,第一线段与第一重复图像对应,第二线段与第二重复图像对应;

[0184] 基于第一重复图像和第二重复图像,得到工具头在第二方向上的重复偏移;

[0185] 基于工具头在第二方向上的偏移和重复偏移,得到重复精度;

[0186] 基于重复精度、工具头在第二方向上的偏移和重复偏移,对工具头在第二方向上的偏移进行校准。

[0187] 具体地,控制器会在第一线段上选取第五目标点,且第五目标点与第一目标点不重合。在第二线段上选取第六目标点,且第六目标点与第二目标点不重合。然后,基于第五目标点,通过摄像头采集第一线段的图像,得到第一重复图像。基于第六目标点,通过摄像头采集第二线段的图像,得到第二重复图像。其中,通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一重复图像和第二重复图像的处理方法与上述任一实施例中的通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像的处理方法类似,此处不再赘述。

[0188] 然后,控制器确定工具头在第二方向上的偏移与工具头在第二方向上偏移的差值,得到重复差值。进一步地,获取第一图像和/或第二图像的图像分辨率,其中,第一图像的图像分辨率和第二图像的图像分辨率相同。基于第一图像和/或第二图像的图像分辨率,可以得到运动系数(pixel)。应说明,在摄像头的焦距、工作距离确定的情况下,图像分辨率与运动系数之间的换算关系是确定的,本申请实施例不对运动系数的确定方法做限定。

[0189] 进一步地,控制器将重复差值与运动系数的乘积作为工具头在第二方向上偏移和重复偏移之间的重复精度。由此,可确定工具头在第二方向上偏移和重复偏移的重复精度,从而确定第二方向的偏移是否准确,提高了工具头的偏移测量的精准性。

[0190] 当工具头在第二方向上偏移和重复偏移的重复精度大于预设阈值时,表示工具头在第二方向上偏移或重复偏移的测量不准确,控制器无法确定一个准确的第二方向的偏移。可选的,该预设阈值可以为5微米。

[0191] 由此,控制器会在第一线段上选择新的目标点,并基于新的目标点,控制摄像头采集新的第一线段的图像,以及采集新的第二线段的图像,以得到新的工具头在第二方向的偏移。然后,计算新的工具头在第二方向的偏移与之前得到的任意一个偏移的重复精度,直至存在任意两个第二方向的偏移的重复精度小于第一阈值。

[0192] 应说明,存在任意两个第二方向的偏移的重复精度小于预设阈值,即表示两次确定出的第二方向的偏移准确,可将该两个第二方向的偏移中的任意一个偏移作为工具头在第二方向的偏移,从而对工具头在第二方向的偏移进行校准。

[0193] 可以看出,通过多次选取第一线段的目标点和第二线段的目标点,重复计算工具头在第二方向的偏移,并计算任意两个偏移的重复精度,直至存在任意两个偏移的重复精度小于预设阈值,从而基于重复精度小于预设阈值的两个偏移中的任意一个偏移,对工具头在第二方向的偏移进行校准,进而使确定的工具头在第二方向的偏移更准确,提高了偏移测量的准确性,并提高了偏移校准的准确性。

[0194] 同理,控制器可以多次选取第三线段和第四线段的目标点,重复计算工具头在第一方向的偏移,从而确定任意两个偏移的重复精度,以基于两个偏移的重复精度,确定出准确的工具头在第一方向的偏移,以对该工具头在第一方向的偏移进行校准。提高了偏移测量的准确性,并提高了偏移校准的准确性。

[0195] 综上所述,在进行工具头的偏移测量时,3D打印机的控制器首先控制工具头在打印平台上打印在第一方向上平行且不共线的第一线段和第二线段,然后,通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一线段对应的第一图像以及第二线段对应的第二图像,最后,基于第一图像和第二图像,得到工具头在与第一方向垂直的第二方向上的偏移。基于此,通过对工具头实际打印的平行线段对应的图像进行分析处理,可以得到工具头在与平行线段的垂直方向上的偏移,相较于人工测量打印的模型的各个特征,实施本申请,可以实现自动实现工具头偏移量的测量,操作更加简单,且避免了人工测量导致的测量误差,提升了工具头偏移的测量精度和运算效率。

[0196] 参阅图8,图8为本申请实施例提供的一种控制器的功能单元组成框图。控制器800位于3D打印机,3D打印机包括:工具头、打印平台和摄像头,工具头与打印平台可相对运动。控制器800可以包括上述任一实施例中的3D打印机的控制器。如图8所示,控制器800包括控制单元801、图像获取单元802和处理单元803。

[0197] 其中,控制单元801,用于控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段,其中,第一线段与第二线段在第一方向上平行且不共线;

[0198] 图像获取单元802,用于通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像,第一线段与第一图像对应,第二线段与第二图像对应;

[0199] 处理单元803,用于基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移,第二方向与第一方向垂直。

[0200] 在一些可行的实施方式中,摄像头与工具头连接。

[0201] 在一些可行的实施方式中,在通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像方面,图像获取单元802,具体用于:

[0202] 基于第一目标点,通过摄像头采集第一线段,得到第一图像,其中,第一目标点为第一线段上的任意一点;

[0203] 基于第二目标点,通过摄像头采集第二线段,得到第二图像,第一目标点在第一线段上的相对位置与第二目标点在第二线段上的相对位置相同。

[0204] 在一些可行的实施方式中,第一目标点为第一线段的中点;第二目标点为第二线段的中点。

[0205] 在一些可行的实施方式中,图像获取单元802,还用于再次通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一重复图像和第二重复图像,第一线段与第一重复图像对应,第二线段与第二重复图像对应;

[0206] 处理单元803,还用于:基于第一重复图像和第二重复图像,得到工具头在第二方向上的重复偏移;

[0207] 基于工具头在第二方向上的偏移和重复偏移,得到重复精度;

[0208] 基于重复精度、工具头在第二方向上的偏移和重复偏移,对工具头在第二方向上的偏移进行校准。

[0209] 在一些可行的实施方式中,在控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段之前,控制单元801,还用于:

[0210] 控制工具头在打印平台上打印底面,在底面上打印第一线段和第二线段。

[0211] 在一些可行的实施方式中,工具头包括第一喷嘴和第二喷嘴,第一喷嘴和第二喷

嘴相互切换工作;

[0212] 在控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段方面,控制单元801,具体用于:

[0213] 控制工具头以第一喷嘴在打印平台上打印第一线段;

[0214] 在第一线段打印完成之后,控制工具头切换至以第二喷嘴在打印平台上打印第二线段;

[0215] 其中,工具头在第二方向上的偏移包括第一喷嘴与第二喷嘴在第二方向上的偏移。

[0216] 在一些可行的实施方式中,在控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段方面,控制单元801,具体用于:

[0217] 控制第一喷嘴以第一颜色耗材打印第一底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材打印第二底面;

[0218] 控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面上打印第一线段,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第二颜色耗材在第一底面上打印第二线段;

[0219] 其中,第一颜色耗材和第二颜色耗材中的一种耗材为深色耗材,另一种耗材为浅色耗材。

[0220] 在一些可行的实施方式中,在控制第一喷嘴以第一颜色耗材在第二底面打印第一线段方面,控制单元801,具体用于:

[0221] 控制第一喷嘴以第一颜色耗材从第一预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第二底面打印第一线段;其中,第一预设起点为第一底面外和第二底面外的任意一点;

[0222] 在第一线段打印完成后,控制工具头移动以使第一喷嘴在第一预设终点停止出料;第一预设终点为第一底面外和第二底面外不包括第一预设起点的任意一点;第一线段不包括第一预设起点和第一预设终点。

[0223] 在一些可行的实施方式中,控制单元801,还用于控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段,其中,第三线段和第四线段在第二方向上平行且不共线;

[0224] 图像获取单元802,还用于通过摄像头采集第三线段和第四线段,得到第三图像和第四图像,第三线段与第三图像对应,第四线段与第四图像对应;

[0225] 处理单元803,还用于基于第三图像和第四图像,得到第一喷嘴与第二喷嘴在第一方向上的偏移。

[0226] 在一些可行的实施方式中,在控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段方面,控制单元801,具体用于:

[0227] 控制工具头以第一喷嘴打印第一线段和第三线段;

[0228] 在第一线段和第三线段打印完成之后,控制工具头切换至以第二喷嘴打印第二线段和第四线段。

[0229] 在一些可行的实施方式中,在控制工具头在打印平台上打印第三线段和第四线段方面,控制单元801,具体用于:

[0230] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材打印第三底面,并控制工具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材打印第四底面;

[0231] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材在第四底面上打印第一线段和第三线段,并控制工

具头切换至通过第二喷嘴以第四颜色耗材在第三底面上打印第二线段和第四线段；

[0232] 其中,第三颜色耗材和第四颜色耗材中的任意一种耗材为深色耗材,另一种耗材为浅色耗材。

[0233] 在一些可行的实施方式中,在控制第一喷嘴以第三颜色耗材在第四底面上打印第一线段和第三线段方面,控制单元801,具体用于:

[0234] 控制第一喷嘴以第三颜色耗材从第二预设起点开始持续出料,并控制工具头移动以在第四底面打印第一线段和第三线段;其中,第二预设起点为第三底面外和第四底面外的任意一点;

[0235] 在第一线段和第三线段打印完成后,控制工具头移动以使第一喷嘴在第二预设终点停止出料;第二预设终点为第三底面外和第四底面外不包括第二预设起点的任意一点;第一线段和第三线段均不包括第二预设起点和第二预设终点。

[0236] 在一些可行的实施方式中,摄像头上设置有补光灯;

[0237] 在通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像方面,图像获取单元,具体用于:

[0238] 通过补光灯照亮第一线段和第二线段;

[0239] 通过摄像头采集被照亮的第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像。

[0240] 参阅图9,图9为本申请实施例提供的一种3D打印机的功能组成框图。如图9所示,3D打印机900包括:控制器901、打印平台902、工具头903以及摄像头904,工具头903与打印平台902可相对运动。控制器901包括收发器9011、处理器9012和存储器9013。它们之间通过总线9014连接。存储器9013用于存储计算机程序和数据,并可以将存储器9013存储的数据传输给处理器9012。3D打印机900可以包括任一实施例的3D打印机,控制器901可以包括上述任一实施例中的控制器或控制器800。

[0241] 处理器9012用于读取存储器9013中的计算机程序执行以下操作:

[0242] 控制工具头在打印平台上打印第一线段和第二线段,其中,第一线段与第二线段在第一方向上平行且不共线;

[0243] 通过摄像头采集第一线段和第二线段,得到第一图像和第二图像,第一线段与第一图像对应,第二线段与第二图像对应;

[0244] 基于第一图像和第二图像,得到工具头在第二方向上的偏移,第二方向与第一方向垂直。

[0245] 上述主要从方法侧执行过程的角度对本申请实施例的方案进行了介绍。可以理解的是,3D打印机为了实现上述功能,其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本文中所提供的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0246] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行以实现如上述方法实施例中记载的任何一种方法的部分或全部步骤。

[0247] 本申请实施例还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括存储了计算机程序的非瞬时性计算机可读存储介质,所述计算机程序可操作来使计算机执行如上述方法实施例中记载的任何一种方法的部分或全部步骤。

[0248] 需要说明的是,对于前述的各方法实施例,为了简单描述,故将其都表述为一系列的动作组合,但是本领域技术人员应该知悉,本申请并不受所描述的动作顺序的限制,因为依据本申请,某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次,本领域技术人员也应该知悉,说明书中所描述的实施例均属于可选的实施例,所涉及的动作和模块并不一定是本申请所必须的。

[0249] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中沒有详述的部分,可以参见其他实施例的相关描述。

[0250] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置,可通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0251] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0252] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件程序模块的形式实现。

[0253] 所述集成的单元如果以软件程序模块的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可为个人计算机、服务器或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0254] 本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,该程序可以存储于一计算机可读存储介质中,存储介质可以包括:闪存盘、只读存储器(英文:Read-Only Memory,简称:ROM)、随机存取器(英文:Random Access Memory,简称:RAM)、磁盘或光盘等。

[0255] 以上对本申请实施例进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

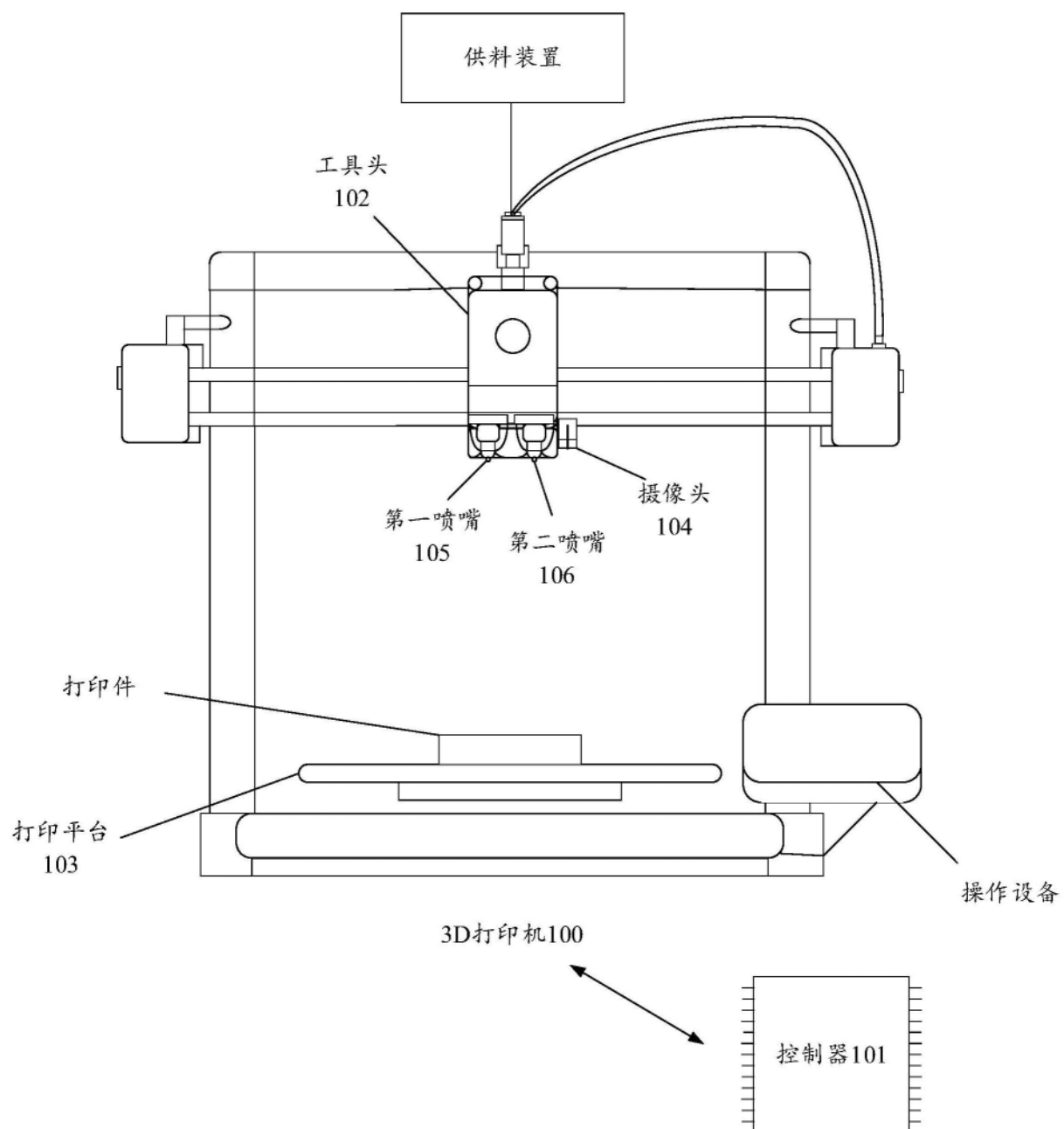


图1

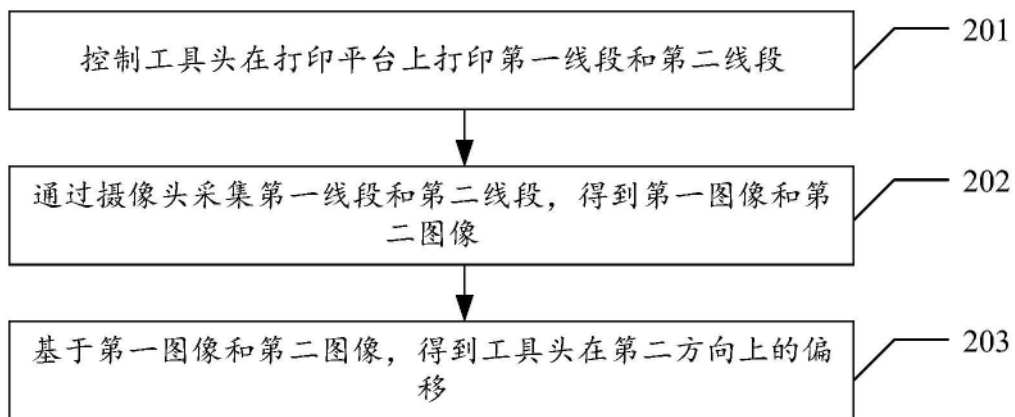


图2

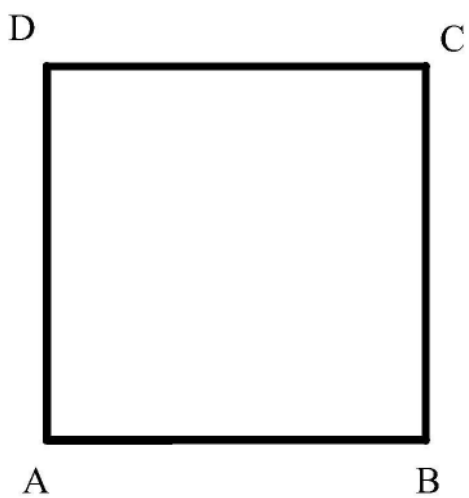


图3

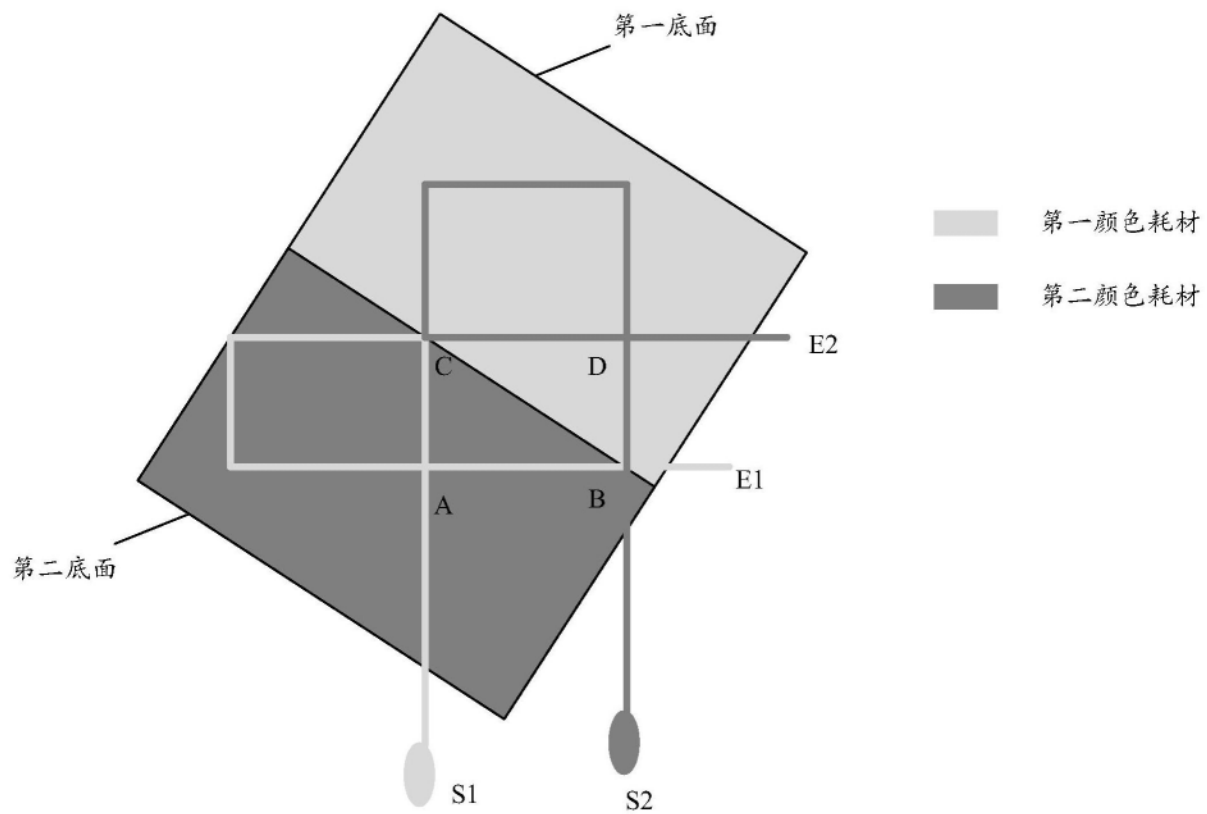


图4

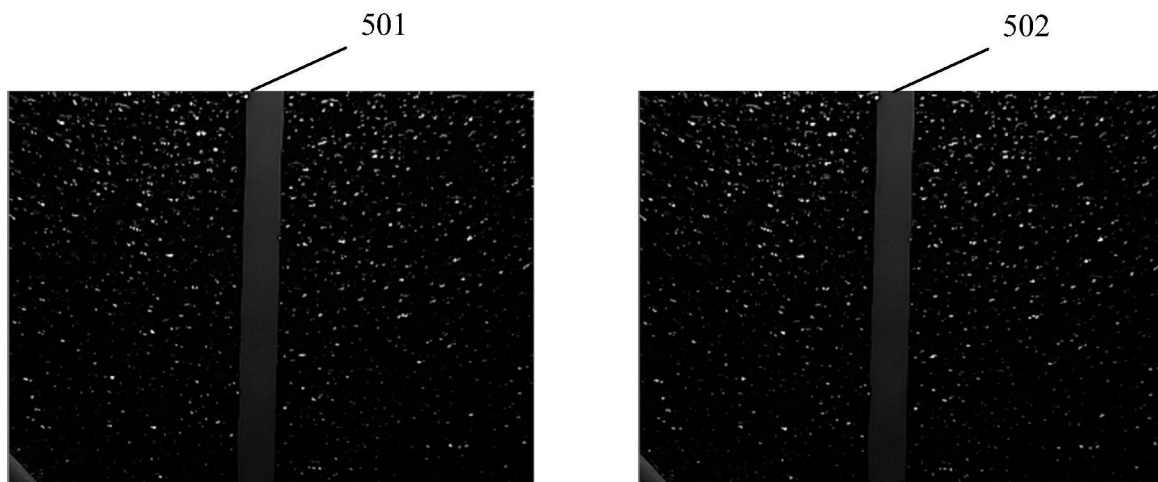


图5

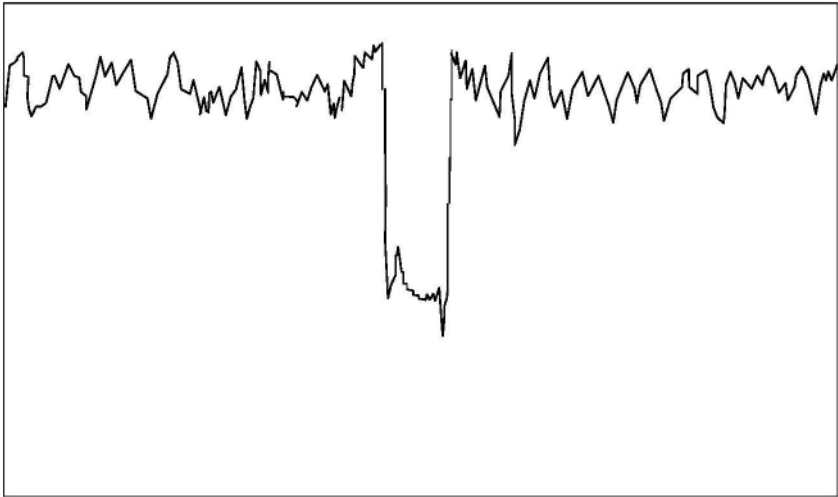


图6

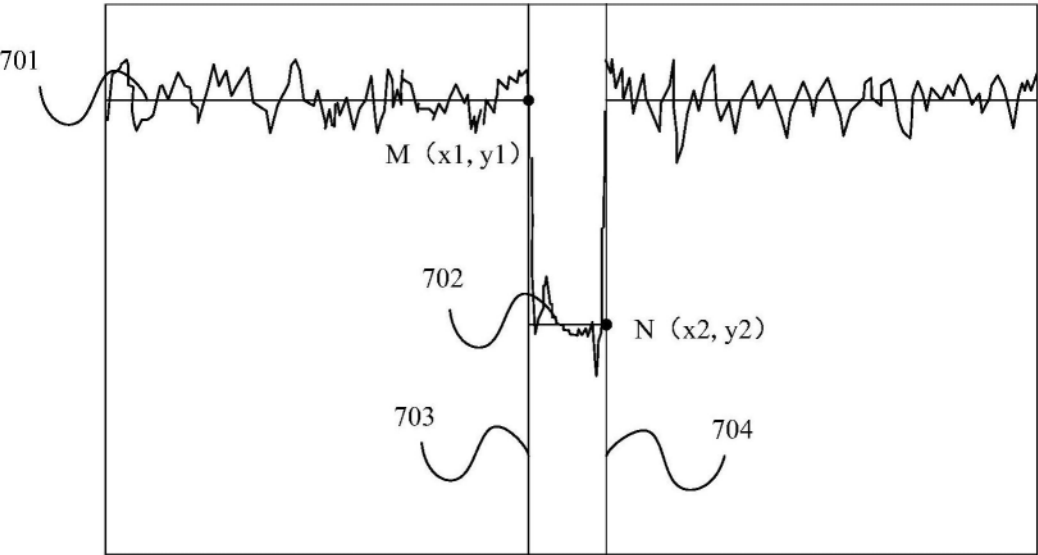


图7

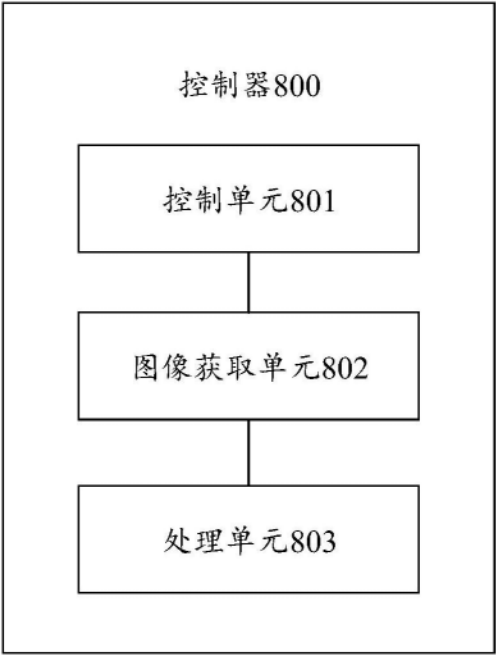


图8

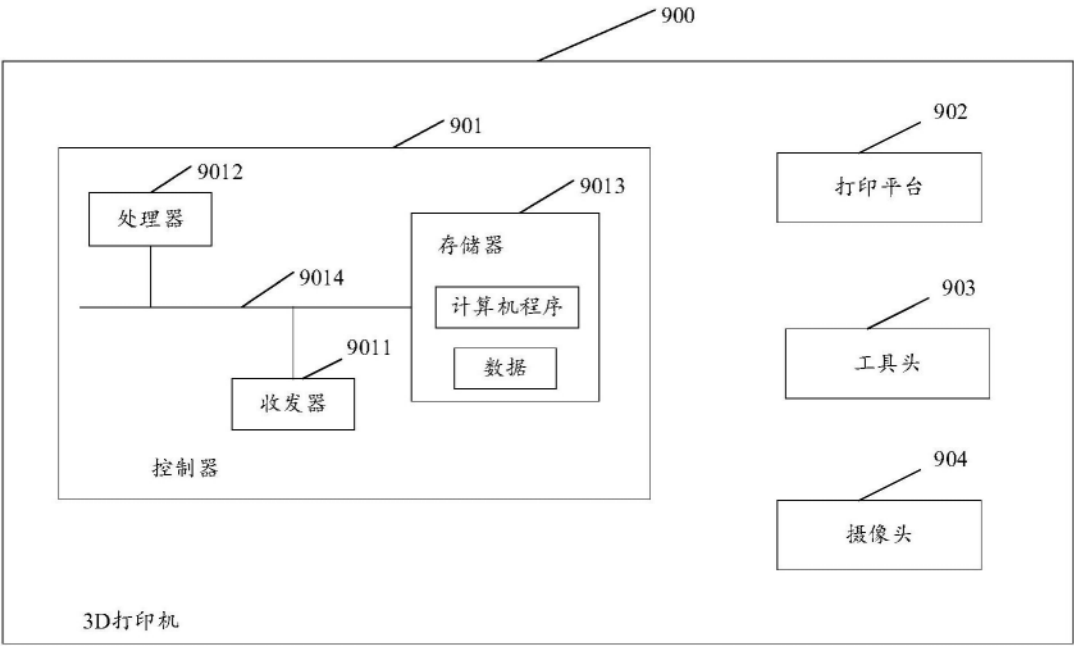


图9