



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112140741 B

(45) 授权公告日 2023.04.28

(21) 申请号 202010481927.7
(22) 申请日 2020.05.29
(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112140741 A

(43) 申请公布日 2020.12.29
(30) 优先权数据
16/452960 2019.06.26 US

(73) 专利权人 施乐公司
地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 M·D·丹尼尔斯 H·N·拉希德
J·R·爱尔兰

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
专利代理师 樊英如

(51) Int.Cl.
B41J 3/407 (2006.01)
B41J 29/00 (2006.01)
B41J 29/393 (2006.01)
G01B 11/24 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103909743 A, 2014.07.09
CN 101939171 A, 2011.01.05
CN 108297549 A, 2018.07.20
CN 101952126 A, 2011.01.19
CN 1385301 A, 2002.12.18
US 9452616 B1, 2016.09.27
JP 2015027636 A, 2015.02.12

审查员 傅道鹏

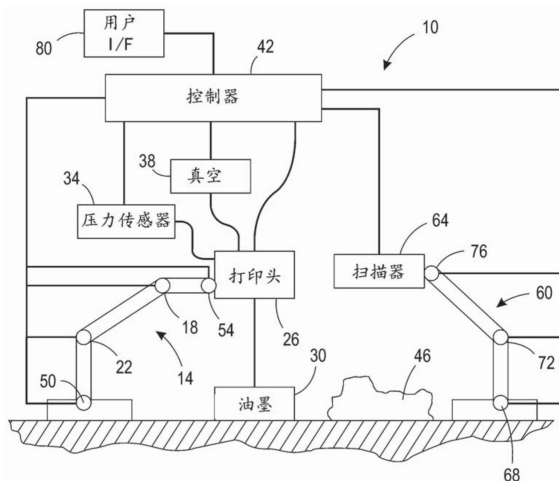
权利要求书4页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种物体打印机及其操作方法

(57) 摘要

本发明提供了一种物体打印机,其被配置为产生待打印的物体的表面的三维图并且确定三维图中的哪些区域可以由能够在三维空间中移动的打印头打印。当打印头被定位成与打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的区域相对,并且区域中的所有特征在与打印头相距的用于准确墨滴放置的最大距离内时,可以打印区域。从图中删除不可打印的区域并且显示图,因此用户可以选择要在物体上形成油墨图像的位置。然后,打印机操作铰接臂以使与表面相对的打印头在对应于选定区域的位置处移动,并且操作打印头以形成油墨图像。



1. 一种物体打印机,包括:

打印头,所述打印头具有平面喷嘴板,所述平面喷嘴板具有相互平行并垂直于所述平面喷嘴板的喷墨口,所述打印头被配置为在三维空间中移动;

扫描器,所述扫描器被配置为产生与所述扫描器相对的物体的表面的形貌数据;

第一铰接臂,所述第一铰接臂安装有所述打印头,所述第一铰接臂具有至少一个伺服机构,所述伺服机构被配置为在所述三维空间内以六个自由度移动所述打印头;和

可操作地连接到所述打印头,所述第一铰接臂的所述至少一个伺服机构,和所述扫描器的控制器,所述控制器被配置为:

从所述扫描器接收所述形貌数据;

使用来自所述扫描器的所述形貌数据来产生所述物体的所述表面的三维图;

将所述三维图存储在可操作地连接到所述控制器的存储器中;

识别存储在所述存储器中的所述三维图中的第一条带;

当所述打印头移动到与所述物体的表面区域相对的位置时,确定所述打印头中的任何喷墨口是否在与所述第一条带中的区域相距的用于准确墨滴放置的最大距离之外,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述打印头移动到与所述表面区域相对的所述位置时,在所述物体的所述表面区域的与所述第一条带中的所述区域相对应的任何部分在用于准确墨滴放置的所述最大距离之外时,从存储在所述存储器中的所述三维图删除所述第一条带中的所述区域,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述打印头移动到与所述表面区域相对的所述位置时,将用于准确墨滴放置的所述最大距离与所述打印头的所述平面喷嘴板中的所述喷墨口的喷嘴和所述物体的所述表面区域的与所述喷墨口的所述喷嘴相对的部分之间的距离进行比较,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述喷墨口的所述喷嘴和所述物体的所述表面区域的与所述喷墨口的所述喷嘴相对的所述部分之间的所有距离在用于准确墨滴放置的所述最大距离内时,确定与所述第一条带中的所述区域相对应的所述表面区域可以由与所述表面区域相对定位的所述打印头打印,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

在过程方向上识别所述第一条带中的多个附加区域;

当所述打印头移动到与对应于每个附加区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时,确定是否可以打印所述第一条带中的所述多个附加区域中的每个附加区域;

当所述打印头移动到与对应于不可打印的所述附加区域的所述物体的所述表面区域相对的所述位置时,从存储在所述存储器中的所述三维图中的所述第一条带删除不可打印的每个区域;

识别存储在所述存储器中的所述三维图中的另一条带,所述另一条带在跨过程方向上从所述第一条带偏移所述三维图中的至少一个数据位置;

识别所述另一条带中的多个区域；

当所述打印头移动到与对应于所述另一条带中的所述多个区域中的每个区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时，确定是否可以打印所述另一条带中的所述多个区域中的每个区域；

当所述打印头移动到与对应于所述另一条带中的所述区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时，从存储在所述存储器中的所述三维图中的所述另一条带删除不可打印的每个区域；

识别所述三维图中的附加条带，所述附加条带在所述跨过程方向上从先前条带偏移所述三维图中的至少一个数据位置；

当所述打印头移动到与对应于所述附加条带中的每一个中的每个区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时，确定是否可以打印所述附加条带中的每一个中的每个区域；

当所述打印头移动到与对应于所述附加条带中的一个条带中的所述区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时，从存储在所述存储器中的所述三维图中的所述附加条带删除不可打印的每个区域；

在已经识别所述三维图中的所有的所述条带并且已经从所述三维图移除不可打印的每个条带中的所有的所述区域之后，当所述打印头移动到与对应于所述区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时，在用户界面上显示存储在所述存储器中的所述三维图；

从所述用户界面接收识别所显示的三维图中的与要打印油墨图像的所述物体的表面区域相对应的所述区域的输入；

操作所述第一铰接臂的所述至少一个伺服机构，以便使所述打印头在所述三维空间中移动到与对应于所识别的区域的所述物体的所述表面区域相对的位置；以及

在所述打印头的所述平面喷嘴板与对应于所述所识别的区域的所述物体的所述表面区域相对时操作所述打印头以在与所述所识别的区域对应的所述物体的所述表面区域上形成油墨图像。

2. 根据权利要求1所述的物体打印机，还包括：

第二铰接臂，所述第二铰接臂安装有所述扫描器，所述第二铰接臂具有至少一个伺服机构，所述伺服机构被配置为在所述三维空间内以六个自由度移动所述扫描器；并且

所述控制器可操作地连接到所述第二铰接臂的所述至少一个伺服机构，并且所述控制器被进一步配置为操作所述第二铰接臂的所述至少一个伺服机构，以使所述扫描器在所述三维空间中移动到与所述物体相对的位置，以便产生用于产生所述三维图的所述形貌数据。

3. 一种用于操作物体打印机的方法，包括：

通过与待打印的物体的表面相对定位的扫描器产生形貌数据；

通过控制器从所述扫描器接收所述形貌数据；

通过所述控制器使用来自所述扫描器的所述形貌数据来产生所述物体的所述表面的三维图；

将所述三维图存储在可操作地连接到所述控制器的存储器中；

通过所述控制器识别存储在所述存储器中的所述三维图中的第一条带；

当所述打印头移动到与所述物体的表面区域相对的位置时，通过所述控制器确定所述

第一条带中的区域是否在用于准确墨滴放置的最大距离内,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述打印头移动到与所述表面区域相对的所述位置时,在所述物体的所述表面区域的与所述第一条带中的所述区域相对应的任何部分在用于准确墨滴放置的最大距离之外时,通过所述控制器从存储在所述存储器中的所述三维图删除所述第一条带中的所述区域,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述打印头移动到与所述表面区域相对的所述位置时,通过所述控制器将用于准确墨滴放置的所述最大距离与所述打印头中的所述喷墨口的喷嘴和所述物体的所述表面区域的与所述喷墨口的所述喷嘴相对的部分之间的距离进行比较,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

当所述喷墨口的所述喷嘴和所述物体的所述表面区域的与所述喷墨口的所述喷嘴相对的所述部分之间的所有距离在用于准确墨滴放置的所述最大距离内时,通过所述控制器确定与所述第一条带中的所述区域相对应的所述表面区域可以由与所述表面区域相对定位的所述打印头打印,所述表面区域对应于所述打印头中没有喷墨口比用于准确墨滴放置的最小距离更近的所述第一条带中的所述区域;

通过所述控制器在过程方向上识别所述第一条带中的多个附加区域;

当所述打印头移动到与对应于每个附加区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时,通过所述控制器确定是否可以打印所述第一条带中的所述多个附加区域中的每个附加区域;

当所述打印头移动到与对应于不可打印的所述附加区域的所述物体的所述表面区域相对的所述位置时,通过所述控制器从存储在所述存储器中的所述三维图中的所述第一条带删除不可打印的每个区域;

通过所述控制器识别存储在所述存储器中的所述三维图中的另一条带,所述另一条带在跨过程方向上从所述第一条带偏移所述三维图中的至少一个数据位置;

通过所述控制器识别所述另一条带中的多个区域;

当所述打印头移动到与对应于所述另一条带中的所述多个区域中的每个区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时,通过所述控制器确定是否可以打印所述另一条带中的所述多个区域中的每个区域;

当所述打印头移动到与对应于所述另一条带中的所述区域的所述物体的所述表面区域相对的所述位置时,通过所述控制器从存储在所述存储器中的所述三维图中的所述另一条带删除不可打印的每个区域;

通过所述控制器识别所述三维图中的附加条带,所述附加条带在所述跨过程方向上从先前条带偏移所述三维图中的至少一个数据位置;

当所述打印头移动到与对应于所述附加条带中的每一个中的每个区域的所述物体的所述表面区域相对的位置时,通过所述控制器确定是否可以打印所述附加条带中的每一个中的每个区域;

当所述打印头移动到与对应于所述附加条带中的一个条带中的所述区域的所述物体的所述表面区域相对的所述位置时,通过所述控制器从存储在所述存储器中的所述三维图

中的所述附加条带删除不可打印的每个区域；

在已经识别所述三维图中的所有的所述条带并且已经从所述三维图移除不可打印的每个条带中的所有的所述区域之后,当所述打印头移动到与对应于所述区域的所述物体的所述表面区域相对的所述位置时,通过所述控制器在用户界面上显示存储在所述存储器中的所述三维图；

通过所述控制器从所述用户界面接收识别所显示的三维图中的与要打印油墨图像的所述物体的表面区域相对应的所述区域的输入；

通过所述控制器操作安装有所述打印头的第一铰接臂的至少一个伺服机构以便使所述打印头在所述三维空间中移动到与对应于所识别的区域的所述物体的所述表面区域相对的位置；以及

通过所述控制器操作所述打印头以在对应于所述所识别的区域的所述物体的所述表面区域上形成油墨图像。

4. 根据权利要求3所述的方法,还包括:

通过所述控制器操作安装有所述扫描器的第二铰接臂的至少一个伺服机构,以便使所述扫描器在所述三维空间中移动到与所述物体相对的位置,以便产生用于产生所述三维图的所述形貌数据。

一种物体打印机及其操作方法

技术领域

[0001] 本公开整体涉及通过从打印头喷射墨滴而在三维物体上产生油墨图像的设备,并且更具体地讲,涉及通过从在三维空间中机动的打印头喷射墨滴而在三维物体上形成图像的设备。

背景技术

[0002] 喷墨成像设备从打印头喷射液体油墨以在图像接收表面上形成图像。打印头包括以某种类型的阵列排列的多个喷墨口。每个喷墨口都有一个连接到打印头控制器的热致动器或压电致动器。打印头控制器产生相应于图像数字数据的喷射信号。打印头中的致动器响应于喷射信号,通过膨胀到油墨室中以将墨滴喷射到图像接收构件上并形成对应于用于产生喷射信号的数字图像的油墨图像。

[0003] 被配置为将墨滴喷射到三维(3D、)物体的表面上的打印机是已知的。在这些打印机中的一些打印机中,打印头安装到机械臂或铰接臂,因此可以在三维空间中操纵打印头。在这些打印机中,待打印的表面区域的尺寸、形状和位置在打印操作开始之前不是已知的。物体的尺寸可以随打印作业而变化。例如,物品(诸如运动服装)通常具有类似的形状,但是它们具有不同的尺寸。其他物体可以具有相同的尺寸(诸如棒球手套),但它们通常以产生待打印区域的尺寸变化的方式来进行制造。例如,已知小尺寸守场员手套的可打印区域具有足够大以容纳自定义徽标的表面,但每个单独手套(无论是手动缝制的还是机器缝制的)容易出现不同手套间的不一致。此类物体具有不可打印区域,诸如手套的手指之间的区域。可由这种打印机打印的各种物体还提出了针对以下的问题:操作打印机以确保油墨图像正确地形成并定位在具有不同轮廓和尺寸的这些不同物体的表面上。

[0004] 打印系统的其他方面也使针对可靠地打印3D物体的问题更加复杂。在六轴机械打印机中,打印头的运动范围有限。另外,打印头的面板是平坦的并且具有足以在面板中容纳喷墨喷嘴阵列的长度和宽度。面板必须能够定位在与待打印的物体表面相距的预定间隙内,因此墨滴降落在它们为了图像形成而应处于的位置。通常,用于准确放置墨滴的最小间隙与平坦物体的表面相距约1mm。然而,用于准确放置墨滴的最大间隙不是绝对的,因为它取决于若干因素。这些因素包括油墨的类型、油墨的粘度、其温度、墨滴的速度和质量、以及围绕待打印区域的空气中的任何运动。油墨粘度和温度决定打印参数,诸如用于操作喷墨口中的致动器的喷射频率和波形电压。因此,最大打印间隙距离通常不超过几毫米至若干毫米。能够识别通过不同类型的油墨在宽范围的物体类型和尺寸上进行打印的不同尺寸的打印头的打印参数将是有益的。

发明内容

[0005] 3D物体打印机操作的方法使得各种物体类型和尺寸能够由具有打印头的打印机打印,该打印头安装到具有六个自由度的机械臂。该方法包括:通过与待打印的物体的表面相对定位的扫描器产生形貌数据;通过控制器从扫描器接收形貌数据;通过控制器使用形

貌数据来确定是否可以由在三维空间中移动到与物体的表面相对的位置的打印头打印物体的表面;以及当控制器确定物体的表面可以由打印头打印并且已经将打印头移动到与物体的表面相对的位置时,通过控制器操作打印头以在物体的表面上形成油墨图像。

[0006] 3D物体打印机实现了该方法,该方法使得各种物体类型和尺寸能够由具有打印头的打印机打印,该打印头安装到具有六个自由度的机械臂。喷墨打印机包括:打印头,该打印头被配置为在三维空间中移动;扫描器,该扫描器被配置为产生与扫描器相对的物体的表面的形貌数据;以及控制器,该控制器可操作地连接到打印头和扫描器。控制器被配置为从扫描器接收形貌数据,当打印头与物体的表面相对时,使用形貌数据来确定是否可以由打印头打印物体的表面,以及当控制器确定可以由打印头打印物体的表面时,在打印头与物体的表面相对时操作打印头以在物体的表面上形成油墨图像。

附图说明

[0007] 在结合附图进行的以下描述中,说明了使得各种物体类型和尺寸能够由具有打印头的打印机打印的系统和方法的前述方面和其他特征,该打印头安装到具有六个自由度的机械臂。

[0008] 图1是具有铰接臂的喷墨打印机的示意图,该铰接臂在三维空间中移动打印头以准确且可靠地在各种3D物体类型和尺寸上打印油墨图像。

[0009] 图2是用于操作图1的打印机以在打印机中识别物体上的用于图像形成的区域的过程的流程图。

[0010] 图3是通过图2的过程执行的区域识别的框图。

[0011] 图4A、图4B和图4C描绘了其中待打印物体的一部分过于凸形、过于凹形、或者过于凸形和过于凹形而无法打印的场景。

具体实施方式

[0012] 为了本文公开的系统和方法的环境以及该系统和方法的细节的一般性理解,参考附图。在附图中,通篇使用类似的附图标号来指定类似的元件。如本文所用,单词“打印头”涵盖喷射标记材料以在物体表面上产生油墨图像的任何装置。

[0013] 图1示出了具有铰接臂14的喷墨打印机10,该铰接臂被配置有打印头 26以在位于打印头附近的物体(诸如物体46)的表面上形成油墨图像。为了执行对物体14的表面区域的分析,另一个铰接臂60被配置有扫描器64以产生物体46的表面的图,如下面更全面描述的那样,该图由控制器42分析以识别用于打印的物体的区域以及执行打印作业所必需的打印参数。在其他实施方案中,扫描器64以使得扫描器能够产生物体的通常打印表面的深度图的视角安装到固定位置。扫描器可以是数字相机,或者它可以是产生指示物体表面中的起伏的物体表面图的感测设备。此类感测设备包括激光器、激光雷达、超声表面标测设备等。铰接臂14和60可以是例如六轴机械臂,诸如可以是加利福尼亚州长滩的爱普生美国公司现有的爱普生 C4机械臂。铰接臂14被配置为可进行运动,该运动使得打印头能够相对于物体46的所有侧面、顶部和背面移动,但是为了简化附图绘图比例不符合该范围。铰接臂14包括将臂段彼此连接的伺服机构18、22、50和54,这些伺服机构被配置成纵向、水平以及这些方向的组合来移动臂段。此外,伺服机构54被操作来倾斜和旋转打印头26,以产生打印头

的偏转、滚动和俯仰的变化。如本文所用,术语“纵向”是指改变被移动的部件或部件的一部分的重力势的移动方向。如本文所用,术语“水平”是指将部件或部件的一部分上的重力势保持在运动前的水平的运动方向。当打印头保持在水平位置时,打印头表面的纵轴通过打印头处于相同的重力势。然后,以打印头为中心的三个正交轴定义了对应于纵轴的X轴、与X轴处于相同重力势并与X轴形成水平面的Y轴、以及垂直于X轴和Y轴并对应于打印头或打印头一部分的重力势变化的Z轴。因此,“偏转”被定义为打印头在X-Y平面内绕着Z轴旋转,“俯仰”被定义为在Y-Z平面内绕着X轴旋转,“滚动”被定义为在X-Z平面内绕着Y轴旋转。控制器42产生操作伺服机构的信号,以移动铰接臂14的臂段,并倾斜和滚动打印头,以将打印头26定位在与物体46相对的不同位置和方向上。

[0014] 在打印头在固定安装的油墨容器中的油墨自由表面上方的预定距离处保持水平取向的系统中,由于打印头中的流体静压力保持相对恒定,所以不需要真空控制来保持打印头的喷墨口中的适当弯月面。当油墨输送系统30相对于机械臂的基座固定安装且打印头相对于油墨输送系统30的油墨容器中的油墨液面移动时,则需要对弯月面进行更强有力的控制。

[0015] 图1所示的系统10使打印头26相对于油墨输送系统30的油墨容器中的油墨液面移动。为了解决由此移动引起的打印头中的压力变化,真空源38可操作地连接到打印头26内部的歧管或油墨输送系统30的容器中的液面上空间,以在打印头被铰接机械臂14操纵在三维空间内机动时保持打印头26的喷嘴中的负油墨弯月面。控制器42操作真空系统38,通过使用压力传感器34产生的信号将打印头26的歧管内的压力保持在预定值。压力传感器34被配置成产生指示打印头26的歧管内的油墨压力的信号。压力传感器可以安装到打印头26上或安装在打印头26内,或者通过气动管等可操作地连接到歧管。

[0016] 当打印头移动时,真空度被调节,以便在打印头内产生液压水锤的任何方向上加速打印头和供墨管中的油墨,并在高度变化时保持弯月面。控制器被配置成实现前馈控制回路,该前馈控制回路通过在打印头移动发生之前开始真空控制来先占压力变化,因为控制器使用机械臂控制数据来操作机械臂,因此控制器使用路径数据并且能够识别作用在供墨管和打印头中的油墨上的动态力,从而其能够操作真空源38来减少真空控制中的超调和时滞。例如,控制器可以预定的纵向位移增量选择沿着路径的多个位置,并且使用与第一选定位置相关联的真空值来操作真空,然后当打印头接近该位置时,开始使用与沿着路径的下一选定位置相关联的另一真空值来操作真空。真空操作持续进行,直到到达路径中的最后一个位置。

[0017] 图1中的铰接臂60被配置为可进行移动,该移动使得扫描器能够相对于物体46的所有侧面、顶部和背面移动,但是为了简化附图绘图比例不符合该范围。铰接臂60包括将臂段彼此连接的伺服机构68、72和76,这些伺服机构被配置成纵向、水平以及这些方向的组合来移动臂段。此外,伺服机构76被操作来倾斜和旋转扫描器64,以产生打印头的偏转、滚动和俯仰的变化。这些术语已经在上面参考铰接臂14定义。控制器42产生操作伺服机构的信号,以移动铰接臂60的臂段并倾斜和滚动扫描器64,因此扫描器处于与物体46的表面相对的各种位置和取向。由扫描器64产生的信号指示与扫描器相对并在其视野内的物体46的表面的形貌。发送到铰接臂60的伺服机构的信号使得控制器42能够识别与扫描器相对的三维空间中的表面特征的位置。扫描器64可以是可购自美国伊利诺斯州艾塔斯卡市的基恩士

公司 (Keyence Corporation) 的基恩士激光扫描器或其等效物。扫描器可以实现其他非接触式扫描技术,包括位于3D物体上方的一系列固定位置相机或传感器,或者其使用可移动地安装在可在物体上方机动的导轨或机械臂上的激光器、激光雷达或超声波传感器。这些传感器可以安装到与其上安装有打印头的机械臂分开的机械臂,如图1所示,或者它们也可以安装到安装有打印头的相同机械臂。另外地,扫描器可以是手持式3D激光扫描器,诸如可购自加利福尼亚州尔湾市的形创美国有限公司 (Creaform USA Inc.) 的VIUscan 3D激光扫描器。

[0018] 控制器42可以用执行编程指令的通用或专用可编程处理器来实现。执行编程功能所需的指令和数据可以存储在与处理器或控制器相关联的存储器中。处理器、处理器的存储器和接口电路配置控制器来执行前面描述的以及下面描述的操作。这些组件可以设置在印刷电路卡上,或者设置为专用集成电路 (ASIC) 中的电路。每个电路可以由单独的处理器实现,或者多个电路可以在同一处理器上实现。或者,这些电路可以由分立元件或设置在超大规模集成 (VLSI) 电路中的电路来实现。此外,本文所述描述的电路可以用处理器、ASIC、分立元件或VLSI电路的组合来实现。在打印期间,要产生的图像的图像数据从扫描系统或者网络或工作站连接发送到控制器42,用于处理和产生输出到打印头26的打印头控制信号。另外地,控制器42使用来自压力传感器34的信号来操作真空38,以便当打印头在打印物体期间移动时保持打印头处的负油墨弯月面。

[0019] 在图2中示出了用于识别可由打印头26到达并被打印的物体的表面区域的过程200。在下面的讨论中,对执行功能或动作的过程300的引用是指控制器 (诸如控制器42) 的操作,以执行存储的程序指令来执行与打印机中的其他组件相关联的功能或动作。出于说明的目的,过程200被描述为由图1的打印机10执行。

[0020] 在将图像打印在物体46上之前,将待打印物体放置在系统10的打印区域内 (框204)。控制器42操作扫描器64以产生与物体的表面相对应的形貌数据,并且使用从扫描器接收的形貌数据来产生物体表面的三维图 (框208)。如果扫描器安装到如图1所示的铰接臂,则控制器还操作铰接臂60的伺服机构以便在操作扫描器时使扫描器在物体46的表面区域上移动。如本文所用,术语“扫描器”是指产生可用于产生物体表面的三维图的形貌数据的任何设备。如本文所用,术语“形貌数据”是指直接提供物体表面的三维图的数据或可转换成识别表面中的起伏的三维图的数据。如本文所用,术语“物体表面的三维图”是指描绘物体表面中的起伏的高度和深度的物体表面的数字表示。然后通过消除图中的在铰接臂和打印头的范围之外的区域来修改三维 (3D) 图 (框212)。

[0021] 进一步参考图2,当过程使虚拟打印头在物体上沿过程方向移动时,然后识别已修改3D图的边缘上的与打印头26的宽度相对应的条带 (框 216)。如本文所用,术语“虚拟打印头”是指要用于打印的打印头的的数据表示,其对应于打印头中的喷墨阵列的尺寸以及打印头相对于待打印物体表面的移动。如本文所用,术语“条带”是指在物体表面的三维图中的沿过程方向的多个邻接区域,当打印头在这些区域上移动以在每个区域中打印图像的一部分时,可以将打印头放置在这些区域上,其中每个区域对应于打印头面板的尺寸。如本文所用,术语“过程方向”是指在打印头将油墨喷射到物体上时的打印头的移动方向,并且术语“跨过程方向”是指在过程方向移动的平面中垂直于过程方向的轴线。控制器然后识别用于准确墨滴放置的最小距离,其中打印头的的面板被定位为开始打印与3D图中的条带相对应的

物体表面区域。(框220)。如果待打印区域是平坦的,则参考打印头中的所有喷墨口确定该最小距离;并且如果待打印区域是弯曲的,则仅参考区域中的最高点上方的一个或几个喷墨口来确定该最小距离。在该打印头位置处,过程确定与打印头中的喷嘴相对的条带中的区域中的任何部分是否大于用于准确墨滴放置的预定最大距离(框224)。如果是,则将条带中的区域从3D图中的已识别条带移除(框228)。一旦已经评估区域中的与喷墨口相对的部分,则过程确定是否要评估条带中的另一个区域(框232)。如果要评估另一个区域,则识别(框236)并评估(框220到232)与面板中的喷嘴阵列的尺寸相对应的条带中的下一个区域。当已识别条带的所有区域都已经被识别为可打印或从条带删除时(框232),过程确定是否需要评估3D图中的另一个条带(框240)。识别在跨过程方向上远离第一条带和第一区域的3D图的边缘的新条带(框244),并且评估下一个条带(框220到232)。该处理继续进行,直到过程确定已经评估3D图中的所有条带(框240)。在评估初始条带之后评估的每个新条带是从紧接在前评估的条带的预定空间偏移。在一个实施方案中,该预定空间偏移是3D图中的在跨过程方向上的一个位置的宽度,但可以使用其他较大空间偏移,例如以减小被评估的条带的数量以便节省计算资源。

[0022] 一旦已经评估3D图上的所有条带,并且从图中删除具有用于准确墨滴放置的最大距离以外的部分或者比用于准确墨滴放置的最小距离更近的部分的区域,则在用户界面80上显示可被打印的物体上的表面区域的剩余3D图(框248)。通过用户界面,用户输入要在其中打印图像的所显示的3D图上的区域以及图像的内容(框252)。控制器产生用于操作铰接臂以使打印头沿着打印头可在所识别的区域处打印图像的路径移动的命令(框256)。控制器操作铰接臂和打印头以在与所显示的3D图中的已识别区域相对应的物体的区域上将图像打印在物体上(框260)。在完成打印之后(框264),将物体从系统10移除(框268)。如本文所用,术语“可以被打印”是指物体的表面区域,当打印头的面板与该表面区域相对时,该表面区域的全部在用于准确墨滴放置的最大距离内并且不比用于准确墨滴放置的最小距离更近。如在此过程的讨论中以及本文档的其他地方所使用的,术语“用于准确墨滴放置的最大距离”是指打印头的喷墨口的喷嘴和与喷嘴相对的物体的表面之间的喷墨口可准确地喷射墨滴以用于图像形成的最大距离,并且术语“用于准确墨滴放置的最小距离”是指打印头的喷墨口的喷嘴和与喷嘴相对的物体的表面之间的喷墨口可准确地喷射墨滴以用于图像形成的最小距离。

[0023] 更详细地并且参考图3,用于识别供图像形成的区域的过程300具有一组输入和一组输出。输入包括:由扫描器产生的物体表面的形貌数据、用于将扫描器定位在物体表面上方的位置数据、面板几何形状数据、对打印头倾斜的约束、以及可相对于物体表面放置打印头面板的位置的包封的数据。图3中的识别过程的输出是在用户界面上显示的物体表面上方的可能打印头轨迹的视觉表示。用于评估物体表面的部分的平坦度标准为虚拟打印头的面板中的至少一个喷墨口的位置与物体表面之间的恒定最小距离、以及虚拟打印头的面板中的剩余喷墨口与物体表面之间的计算距离。恒定最小距离或已知的打印间隙被选为恒定参数(通常为1mm),并且在所有距离比较中都针对面板上的至少一个位置进行保持。如果3D图中的数据位置所处的距离大于最大距离,则该表面过于凸形(图4A)或过于凹形(图4B)或两者(图4C)而无法打印。使用以下来确定最小距离和最大距离:面板相对于被成像的表面部分的角度、在面板角度下的与表面部分高度相对的喷墨口之间的距离、以及在面板角

度下的与表面部分深度相对的喷墨口之间的距离。

[0024] 应当理解的是,以上公开的和其他的特征和功能的变型或其另选方案可以期望地被组合到许多其他不同的系统或应用中。本领域的技术人员随后可以做出各种目前未预见或未预料到的替换、修改、变化或改进,这些也旨在被所附权利要求书所涵盖。

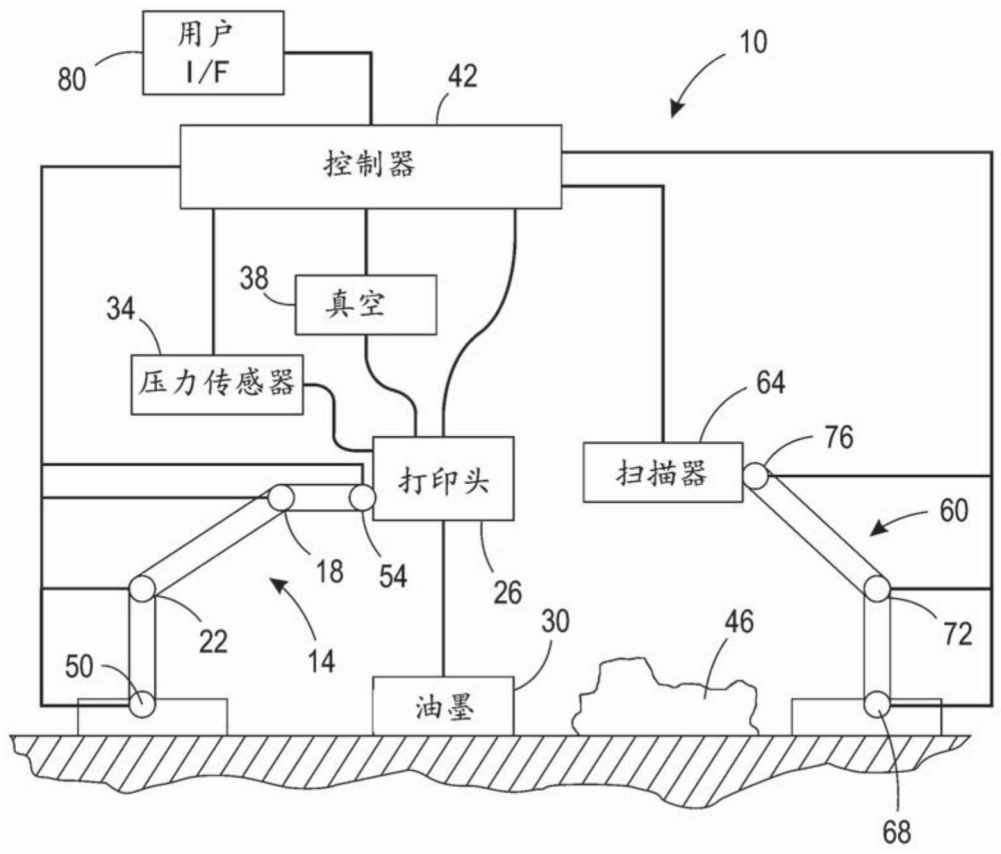


图1

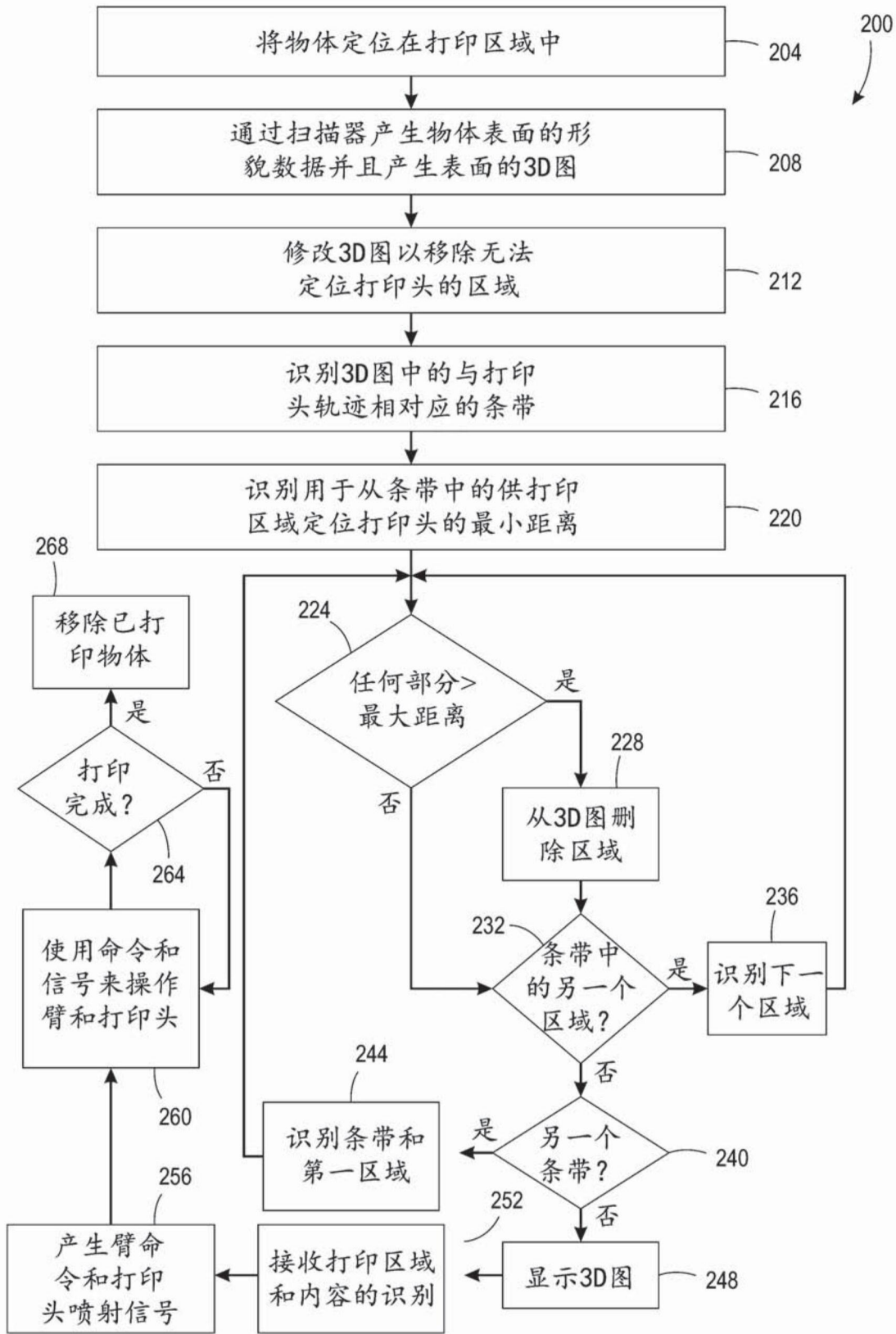


图2

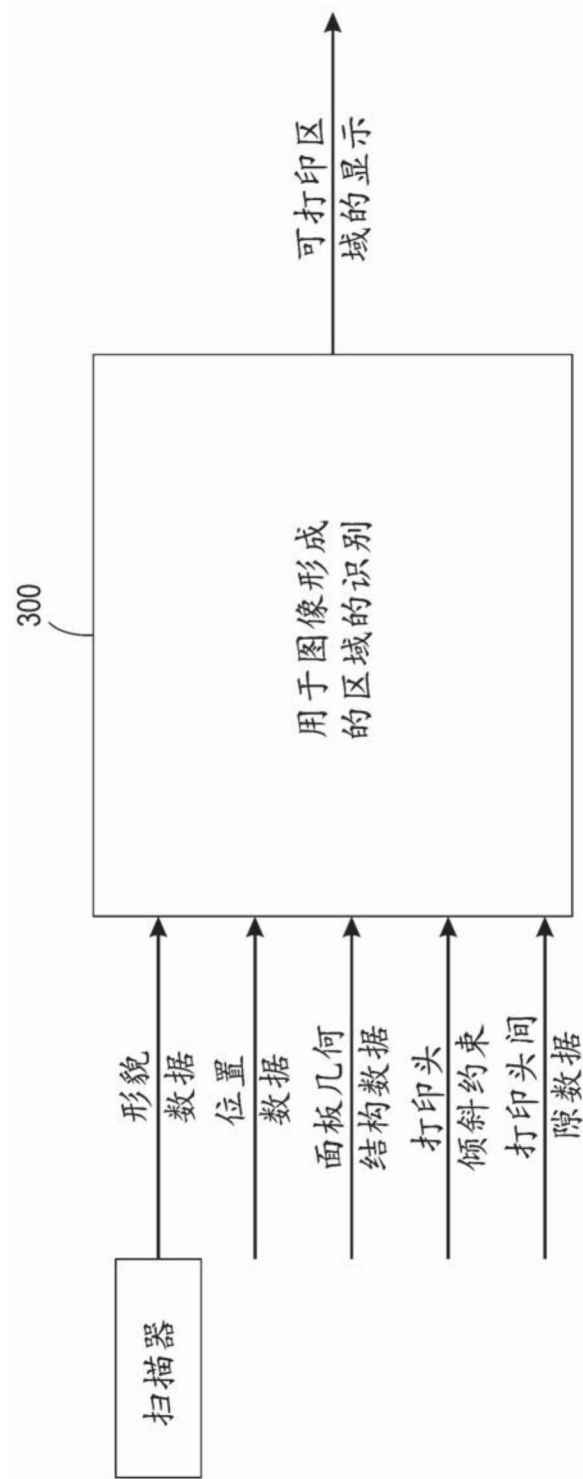


图3

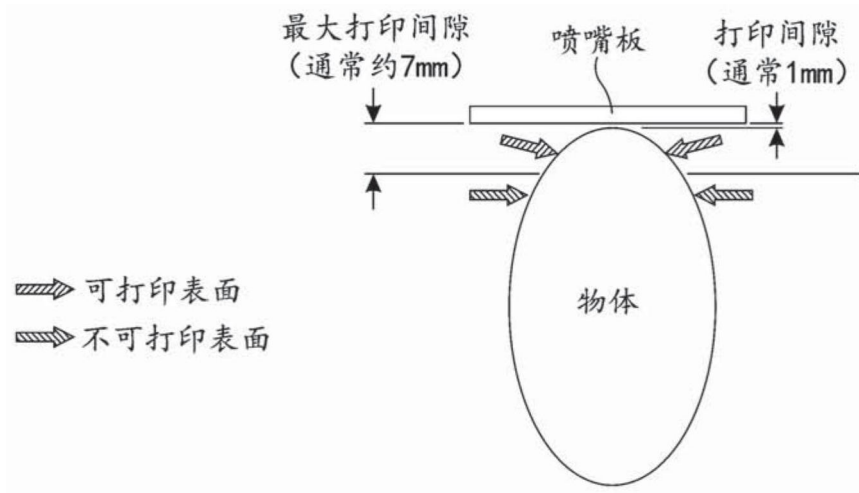


图4A

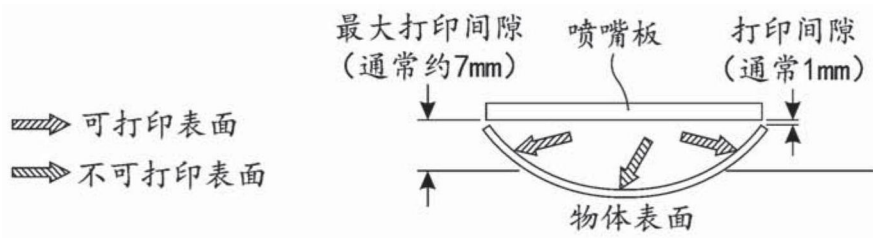


图4B

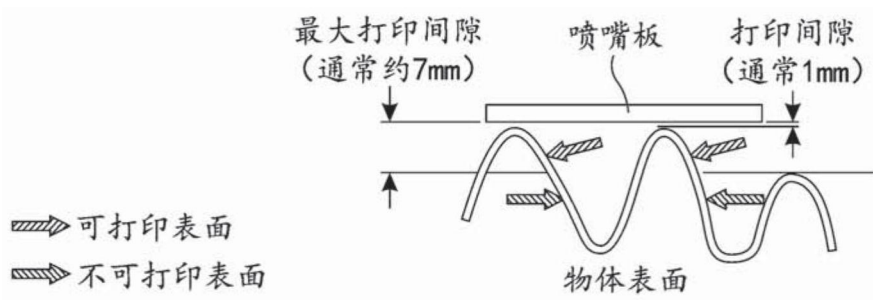


图4C