



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111194265 B

(45) 授权公告日 2022. 06. 10

(21) 申请号 201880065060.8

(22) 申请日 2018.10.02

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111194265 A

(43) 申请公布日 2020.05.22

(30) 优先权数据  
17194899.5 2017.10.05 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.04.03

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2018/076733 2018.10.02

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/068681 EN 2019.04.11

(73) 专利权人 昕诺飞控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

(72) 发明人 H·克罗斯 H·J·凯特拉里杰  
P·T·S·K·曾

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

专利代理师 董莘

(51) Int. Cl.

B29C 64/209 (2017.01)

B29C 64/393 (2017.01)

B29C 64/118 (2017.01)

B33Y 10/00 (2015.01)

B33Y 50/02 (2015.01)

审查员 苏甜

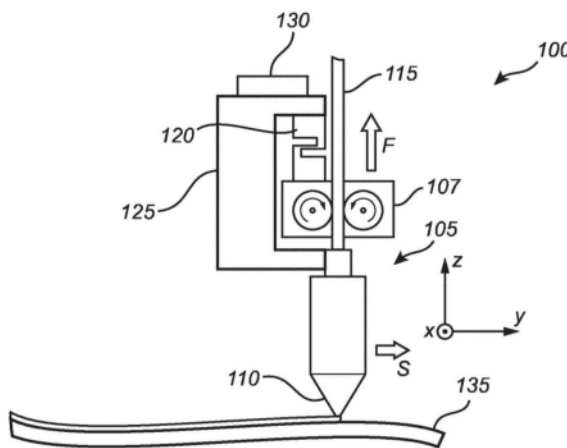
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

## (54) 发明名称

用于3D打印设备的打印机单元和方法

## (57) 摘要

一种用于3D打印设备的打印机单元(100)。打印机单元包括:打印机头(105),该打印机头(105)包括喷嘴(110),该喷嘴(110)被布置成沉积来自打印机单元的打印材料;压力传感器(120),该压力传感器(120)被配置为感测来自打印材料的施加在打印机头上的压力;以及耦合到压力传感器的控制单元(130)。控制单元被配置为基于从由压力传感器感测到的压力到打印机头的期望速度的传递函数来控制打印机头的速度,以便维持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。



1. 一种用于3D打印设备的打印机单元(100),包括:  
打印机头(105),包括喷嘴(110),所述喷嘴(110)被布置为沉积来自所述打印机单元的打印材料;  
压力传感器(120),被配置为感测来自所述打印材料的施加在所述打印机头上的压力 $P_s$ ;以及  
控制单元(130),被耦合到所述压力传感器,其中所述控制单元被配置为基于从由所述压力传感器感测到的所述压力到所述打印机头的期望速度 $S_d$ 的递增传递函数 $f$ ,来控制所述打印机头的速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。
2. 根据权利要求1所述的打印机单元,还包括馈送单元(107),所述馈送单元(107)被配置为馈送打印材料,其中所述压力传感器被耦合到所述馈送单元,并且被配置为感测来自所述打印材料的施加在所述馈送单元上的压力。
3. 根据权利要求1或2所述的打印机单元,其中所述压力传感器被耦合到所述喷嘴,并且被配置为感测来自所述打印材料的施加在所述喷嘴上的压力。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的打印机单元,其中所述传递函数包括在由所述压力传感器感测到的所述压力与所述打印机头的所述期望速度之间的至少一个过滤函数。
5. 根据权利要求4所述的打印机单元,其中所述至少一个过滤函数选自包括以下项的列表:延迟函数、平均函数、缩放函数和非线性函数。
6. 根据前述权利要求中的任一项所述的打印机单元,其中所述传递函数基于选自包括以下项的列表的至少一个参数而被确定:所述打印机头的速度、所述喷嘴的温度、所述打印材料的馈送速度、以及每长度单位的所沉积的打印材料沉积的打印材料的量。
7. 根据权利要求6所述的打印机单元,还包括测量装置,所述测量装置被配置为测量选自包括以下项的列表的至少一个参数:所述打印机头的速度、所述喷嘴的温度、所述打印材料的馈送速度、以及每长度单位的所沉积的打印材料沉积的打印材料的量。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的打印机单元,其中所述传递函数是预先确定的。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的打印机单元,其中所述控制单元被配置为在所述打印机头的所述速度在预先确定的间隔之外的情况下,中断所述打印机单元的操作。
10. 一种用于通过打印机单元3D打印物体的方法(500),所述打印机单元包括打印机头,所述打印机头包括喷嘴,所述喷嘴被布置为沉积来自所述打印机单元的打印材料,所述方法包括以下步骤:  
感测来自所述打印材料的施加在所述打印机头上的压力;以及  
基于从由所述压力传感器感测到的所述压力到所述打印机头的期望速度的递增传递函数,控制(520)所述打印机头的速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中所述打印机单元还包括馈送单元,所述馈送单元被配置为馈送打印材料,并且其中所述方法还包括以下步骤:  
感测来自所述打印材料的施加在所述馈送单元上的压力。
12. 根据权利要求10或11所述的方法,还包括以下步骤:  
感测来自所述打印材料的施加在所述喷嘴上的压力。

13. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,还包括:

在所述打印机头的所述速度在预先确定的间隔之外的情况下,中断 (550) 所述打印机单元的操作。

## 用于3D打印设备的打印机单元和方法

### 技术领域

[0001] 本发明通常涉及3D打印领域。更具体地,本发明涉及用于3D 打印设备的打印机单元和打印方法。

### 背景技术

[0002] 增材制造(有时也称为3D打印),是指用于合成三维物体的过程。3D打印由于其无需组装或模制技术即可形成所需制品的快速原型制作能力,因此迅速获得普及。

[0003] 通过使用3D打印设备,可以在通常由计算机模型控制的多个打印步骤中以三维构建制品或物体。例如,可以提供物体的切片3D模型,其中每个切片由3D打印设备在分立打印步骤中重新创建。

[0004] 熔融丝加工(FFF)是最广泛使用的3D打印工艺之一。FFF打印机通常使用热塑性丝,其在熔融状态时会从打印机的喷嘴中喷出。然后将材料逐层放置,以创建三维物体。FFF打印机速度相对较快,并且可以用于打印各种物体,甚至那些具有相对复杂结构的物体。

[0005] 在3D打印期间,期望提供打印材料对于下层材料的充分粘附力,并且期望打印材料的沉积层具有可预测的层厚度和层宽度。因此,沉积层可以可被提供作为相对光滑、均匀的表面。

[0006] 将理解的是,打印喷嘴内的熔融材料的压力的变化可能导致FDM 3D打印的产品中的缺陷和/或美学不足。这些缺陷或不足的示例可以是材料表面粗糙度、起伏、不规则性等。在现有技术中,提出了一种测量喷嘴压力并试图控制打印材料的馈送速度以试图保持打印材料在喷嘴上施加的相对恒定压力的方法。然而,应该指出的是,由于馈送速度的校正立刻影响上述压力,因此这种类型的布置需要相对间接的控制布置。

[0007] 因此,感兴趣的是能够沉积一层或多层打印材料从而产生相对光滑、均匀的层表面备选解决方案。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是减轻上述问题,并提供打印机单元和方法,该打印机单元和方法能够沉积具有所期望的层厚度和层宽度的一层或多层打印材料,导致相对光滑、均匀的层表面。

[0009] 该目的和其他目的通过提供具有独立权利要求中的特征的打印机单元和方法而被实现。优选的实施例在从属权利要求中限定。

[0010] 因此,根据本发明的第一方面,提供了一种用于3D打印设备的打印机单元。打印机单元包括打印机头,该打印机头包括喷嘴,该喷嘴被布置为沉积来自打印机单元的打印材料。打印机单元还包括压力传感器,该压力传感器被配置为感测来自打印材料的施加在打印机头上的压力。此外,打印机单元包括耦合到压力传感器的控制单元,其中控制单元被配置为基于从由压力传感器感测到的压力到打印机头的期望速度的传递函数来控制打印机头的速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。传递

函数是递增函数,以使得当检测到压力增加时,打印速度将根据预定义的相关性增加,反之亦然。

[0011] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于通过打印机单元3D打印物体的方法,该打印机单元包括打印机头,该打印机头包括被布置为沉积来自打印机单元的打印材料的喷嘴。该方法包括以下步骤:感测来自打印材料的施加在打印机头上的压力。该方法还包括以下步骤:基于从由压力传感器感测到的压力到打印机头的期望速度的传递函数来控制打印机头的速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。传递函数是递增函数,以使得当检测到压力增加时,打印速度将根据预定义的相关性增加,反之亦然。

[0012] 因此,本发明基于提供用于3D打印设备的打印机单元的想法,该打印机单元被配置为沉积打印材料以生成在相对较大的面积上具有光滑的相对均匀的表面上的3D打印物体。这可以通过在打印机单元的操作期间控制打印机头的速度来实现,以便每长度单位的所沉积的打印材料沉积(相对)恒定的量的打印材料。基于在打印机头(例如,打印机头的打印机喷嘴)的(测量或估计的)压力与打印机头的期望速度之间的递增函数传递或相关函数来控制打印机头的速度。对于 $x_1$ 和 $x_2$ 的任何组合,如果当 $x_1 < x_2$ 时 $f(x_1) \leq f(x_2)$ ,则函数 $y = f(x)$ 是递增的。本发明的优点在于,与现有技术中的布置相比,通过根据从打印材料施加在打印机头上的压力来控制打印机单元的打印速度来确保(相对)恒定的材料沉积的概念显著更高效。值得注意的是,本发明可以避免根据打印材料施加在喷嘴上的压力来控制打印材料的馈送速度。因此,可以避免相对复杂的馈送控制系统,并且高效得多的前馈系统可以足以提供3D打印产品的期望的表面特性。

[0013] 向打印机头提供的打印材料通常形成为圆柱状的丝。然而,应注意,丝的直径可以沿丝的长度变化,特别是在使用质量较低的打印材料的情况下。因此,考虑到以丝形式的每长度单位的打印材料的体积是半径的平方的函数,向打印机头提供的打印材料的体积可能相当显著地变化。因此,这可能导致来自打印材料的施加在打印机头上的压力的变化相对较大。本发明的优点在于,可以通过相应地控制打印机头的速度来补偿这种压力变化。

[0014] 将理解的是,本发明的第一方面的打印机单元的上述优点也适用于根据本发明的第二方面的方法。

[0015] 本发明的打印机单元包括打印机头,该打印机头包括被布置为沉积来自打印机单元的打印材料的喷嘴。打印机单元还包括压力传感器,该压力传感器被配置为感测来自打印材料的施加在打印机头上的压力。术语“压力传感器”在这里基本上是指用于测量压力或力的任何传感器、测量装置等。此外,打印机单元包括耦合到压力传感器的控制单元。“控制单元”在这里基本上是指用于控制目的的任何单元、装置等。控制单元被配置为控制打印机头的速度。术语“打印机头的速度”,这里是指在打印机单元的操作期间,即在借助于打印机单元沉积打印材料期间,打印机头的线速度。控制单元被配置为基于从由压力传感器感测到的压力到打印机头期望的速度的传递函数来控制打印机头的速度。术语“传递函数”这里是指映射或相关函数。因此,打印机头的速度被控制,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的(相对)恒定沉积。传递函数是递增函数,以便当检测到压力增加时,打印速度将根据预定义的相关性增加,反之亦然。

[0016] 根据本发明的实施例,打印机单元还包括被配置为馈送打印材料的馈送单元。压

力传感器耦合到馈送单元,并且被配置为感测来自打印材料的施加在馈送单元上的压力。本实施例的优点在于可以避免对来自喷嘴内或喷嘴附近的打印材料的压力进行(直接)测量。在某些情况下,这可以是有益的,因为这种测量可能是间接的、复杂的和/或不便的,尤其是当考虑到喷嘴可能相对较热时。然而,在某些情况下,通过提供压力传感器与喷嘴的耦合来(直接)感测来自打印材料的施加在喷嘴上的压力可以是优选的。

[0017] 根据本发明的实施例,传递函数包括在由压力传感器感测到的压力与打印机头的期望速度之间的至少一个过滤函数。本实施例的优点在于,过滤函数甚至可以进一步改进传递函数,因此可以在操作期间生成甚至进一步经改进的打印头速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的量的恒定沉积。

[0018] 根据本发明的实施例,至少一个过滤函数选自包括以下项的列表:延迟函数、平均函数、缩放函数和非线性函数。术语“延迟函数”在这里是指在由压力传感器感测到的压力与打印机头的期望速度之间的相关性中的延迟、暂停、间隔等。术语“平均函数”在这里是指,在提供与打印机头的期望速度的相关性之前,可以对由压力传感器感测到的压力的数据进行平均。术语“缩放函数”在这里是指由压力传感器感测到的压力通过一个因子的变化通过相同的因子改变打印机头的期望速度。术语“非线性函数”在这里是指例如偏差、指数项、对数函数等。本实施例的优点在于,所提到的(多个)过滤函数可以有助于甚至进一步改进的传递函数,目的是在操作期间生成甚至进一步经改进的打印头速度。

[0019] 根据本发明的实施例,传递函数基于从包括以下项的列表中选择至少一个参数来确定:打印头的速度、喷嘴的温度、打印材料的馈送速度和每长度单位的所沉积的打印材料沉积的打印材料的量。将理解的是,在打印单元的操作期间,一个或多个所提到的特征可能影响打印头沉积打印材料。因此,通过基于所提到的参数中的一个或多个,提供从由压力传感器感测到的压力到打印头的期望速度的传递函数,可以实现打印头的甚至更加经过定制的速度,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的量的恒定沉积。

[0020] 根据本发明的实施例,打印单元还包括测量装置,该测量装置被配置为测量从包括以下项的列表中选择至少一个参数:打印头的速度、喷嘴的温度、打印材料的馈送速度和每长度单位的所沉积的打印材料沉积的打印材料的量。

[0021] 根据本发明的实施例,传递函数是预定义的。换言之,传递函数被预先确定(设置)。将理解的是,可以基于模拟、经验数据和/或理论来确定传递函数。本实施例的优点在于,提供预先确定或预定义的传递函数可以避免附加的测量,从而方便地提供从由压力传感器感测到的压力到打印头的期望速度的传递函数。

[0022] 根据本发明的实施例,控制单元被配置为在打印头的速度在预先确定的间隔之外的情况下中断打印单元的操作。本实施例的优点在于,在打印头的速度过低或过高的情况下,有限的速度可以抵消 3D打印物体中的缺陷和/或美学不足。本实施例的优点在于可以避免打印单元的潜在损坏,例如在过高的打印头速度的情况下。

[0023] 根据本发明的实施例,打印单元还包括被配置为馈送打印材料的馈送单元,并且根据本发明的第二方面的方法还可以包括感测来自打印材料的施加在馈送单元上的压力的步骤。

[0024] 根据本发明的实施例,该方法还包括感测来自打印材料的施加在喷嘴上的压力的

步骤。

[0025] 根据本发明的实施例,该方法还包括在打印机头的速度在预先确定的间隔之外的情况下中断打印机单元的操作。

[0026] 当研究以下的详细公开内容、附图和所附权利要求时,本发明的其他目的、特征和优点将变得明显。本领域技术人员将认识到,可以组合本发明的不同特征以创建除了以下描述的那些实施例之外的实施例。

### 附图说明

[0027] 现在将参考示出本发明的(多个)实施例的所附的附图来更详细地描述本发明的这个和其他方面。

[0028] 图1 示出了已经由根据现有技术的3D打印设备打印的3D打印物体的示意图;

[0029] 图2 是根据本发明的示例性实施例的用于3D打印设备的打印机单元的示意图;

[0030] 图3 是根据本发明的示例性实施例的传递函数的示意图;

[0031] 图4a -图4b 是根据本发明的示例性实施例的传递函数的示意性图示;

[0032] 图5 是根据本发明的实施例的3D打印布置的示意图;并且

[0033] 图6 是根据本发明的示例性实施例的方法的示意图。

### 具体实施方式

[0034] 附图1 示出了已经由根据现有技术的3D打印设备打印的3D打印物体10的示意图。将理解的是,物体10的表面显示出显著的粗糙度、起伏和不规则,并且这些缺陷或不足是由于3D打印设备的打印喷嘴内的熔融材料的压力的变化。根据现有技术,提出了一种测量喷嘴压力并试图控制打印材料的馈送速度以试图保持打印材料施加在喷嘴上的相对恒定的压力的方法。然而,能够提供3D打印物体的更高打印质量的备选的方案是令人感兴趣的。

[0035] 附图2 示出了用于3D打印设备的打印机单元100的示意图。将理解的是,打印机单元100可以包括附加的元件、特征等。然而,为了增加理解,在附图2 中省略了这些。打印机单元100包括打印机头 105,打印机头105又包括喷嘴110和馈送单元107。喷嘴110被布置为沉积由馈送单元107供应给喷嘴110的打印材料。在打印机单元100 的操作期间,打印机头105在打印材料的沉积期间,以速度S(在附图2 中被指示向右)移动。

[0036] 在该示例中,喷嘴110被布置为将打印材料在垂直方向上并且在下层材料135上以丝115的形式沉积。下层材料135被示例为稍微起伏的构建板,但是可备选地构成至少一层(先前沉积的)打印材料。打印材料从锥形喷嘴110的底部挤出。为了能够创建(多个)打印材料层的相对光滑的表面,通常以相对较小的0.1mm-0.2mm的层厚度打印第一层打印材料。

[0037] 打印机单元100包括压力传感器120,其在附图2 中示意性地示出。打印机单元100的压力传感器120被配置为感测例如如下所述的打印材料施加在打印机头105上的压力。压力传感器120可以被配置为感测由打印材料施加在打印机头105的馈送单元107上的力F引起的压力,这可以由以下解释:在包括根据本发明所描绘的示例的打印机单元100的3D打印设备的操作期间,来自打印机单元喷嘴110的沉积在下层材料135上的打印材料可以将打印材料在打印机单元100 内向后(即,在z方向上)推,抵抗打印材料馈送方向(即,负z方向)。

因此,打印材料在z方向上在馈送单元107上施加(向上)力F,该力F将馈送单元107推离喷嘴110。由力F引起的打印材料施加在馈送单元107上的压力因此可以由压力传感器120测量。备选地,压力传感器120可以被耦合到喷嘴110并且被配置为感测打印材料施加在喷嘴110上的压力。

[0038] 打印机单元100还包括在附图2 中示意性地示出的控制单元130。打印机单元100耦合到压力传感器120,其中,控制单元130被配置为控制打印机头105的速度S。速度S基于从由压力传感器120感测到的压力 $P_s$ 到打印机头105的期望速度 $S_d$ 的传递函数f,目的是保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。

[0039] 图3 是根据本发明的实施例的传递函数f的示意性图示。传递函数f可以解释为从由压力传感器120感测到的压力 $P_s$ 到打印机头105 的期望速度 $S_d$ 的传递或映射函数f,即 $f(P_s) = S_d$ 。

[0040] 图4a -图4b 是根据本发明的示例性实施例的递增传递函数的示意性图示。应当注意,附图未按比例绘制,并且仅作为示例示出。在图4a 中,传递函数f可以与线性函数相对应,该线性函数设置或确定线性地关于感测到的压力 $P_s$ 的打印机头的期望速度 $S_d$ 。例如,在线性传递函数f的情况下,如图4a 所示,压力 $P_s$ 从 $P_{s1}$ 到 $P_{s2}$ 的变化可以导致期望速度 $S_d$ 从 $S_{d1}$ 到 $S_{d2}$ 的变化。例如,函数f可以表示为 $S_d = f(P_s) = k * P_s + m$ ,其中k是比例因子。例如,比例因子k可以选择为 $0.5 < k < 1$ 。备选地,传递函数可以包括在压力传感器感测到的压力  $P_s$ 与打印机头的期望速度 $S_d$ 之间的至少一个过滤函数。在图4b 中,过滤函数f包括延迟函数,以使得即使压力 $P_s$ 从 $P_{s1}$ 变为 $P_{s2}$ , $S_d$ 也保持不变。然后,如果压力 $P_s$ 从 $P_{s2}$ 增加到 $P_{s3}$ ,则期望速度 $S_d$ 从 $S_{d1}$ 改变为 $S_{d2}$ 。将理解的是,传递函数f可以包括在附图中未示例的其他函数。例如,过滤函数还可以包括平均函数,由此在数个测量上对压力  $P_s$ 的数据进行过滤和/或平均。这可以有利的消除短期和/或长期的压力影响。作为又一备选,过滤函数还可以包括一个或多个非线性函数(例如,包括一个或多个偏移、指数项、对数函数等)。

[0041] 此外,可以基于其他参数来确定传递函数。例如,打印机头的速度、喷嘴的温度、打印材料的馈送速度、每长度单位沉积的打印材料的量等可能会影响传递函数。例如,在打印材料的馈送速度增加和/ 或喷嘴的温度增加的情况下,传递函数可以产生更高的期望速度 $S_d$ 。

[0042] 图5是在打印机单元的操作期间作为时间t的函数的打印机头的期望速度 $S_d$ 的示意图。打印机单元的控制单元可以被配置为设置或提供期望速度 $S_d$ 的预先确定的间隔I,其中间隔I被限定在下边界 $S_0$ 和上边界 $S_1$ 之间,即, $S_0 \leq S_d \leq S_1$ 。在打印机单元操作的第一周期中,在图5 中附图的左手侧,所需速度 $S_d$ 被发现在预定间隔I内。在打印机单元的操作的这种条件下,打印机单元可以配置为维持其打印操作。然而,打印机单元可以被配置为在期望速度 $S_d$ 在预先确定的间隔 I之外的情况下中断其操作。这在图5 中的时间t1处被示例,其中期望速度 $S_d$ 在预先确定的间隔I之外(即, $S_d > S_1$ )。应当注意,图 5 未按比例绘制,并且 $S_d$ 仅作为示例示出。此外,预先确定的间隔I 也作为示例被提供,并且可以被不同地限定。例如,预先确定的间隔 I可以比所指示的间隔更宽或更窄。

[0043] 图6是用于通过打印机单元3D打印物体的方法500,该打印机单元包括布置为沉积来自打印机单元的打印材料的打印机头。方法 500包括感测510来自打印材料的施加在打印机头上的压力的步骤。此外,方法500包括基于从由压力传感器感测到的压力到打印机头

的期望速度的传递函数来控制520打印机头的速度的步骤,以便保持每长度单位的所沉积的打印材料的打印材料的量的恒定沉积。

[0044] 在打印机单元还包括配置为馈送打印材料的馈送单元的情况下,根据先前描述的实施例,方法500可以可选地包括感测530来自打印材料的施加在馈送单元上的压力的另外的步骤。备选地,方法500可以包括感测540来自打印材料的施加在喷嘴上的压力的步骤。

[0045] 方法500可以可选地包括,在打印机头的速度在预先确定的间隔之外的情况下中断550打印机单元的操作的另一步骤。

[0046] 本领域技术人员明白本发明决不限于上述优选的实施例。相反,在所附权利要求的范围内,许多修改和变化是可能的。例如,将理解的是,附图仅是根据本发明实施例的打印机单元的示意图。因此,打印机单元100的任何元件/部件(诸如打印机头105、喷嘴110、馈送单元107等)可以具有与所描绘和/或所描述的那些不同的维度、形状和/或尺寸。例如,打印机头105、喷嘴110和/或馈送单元107可以比附图中所例示的大或者小。

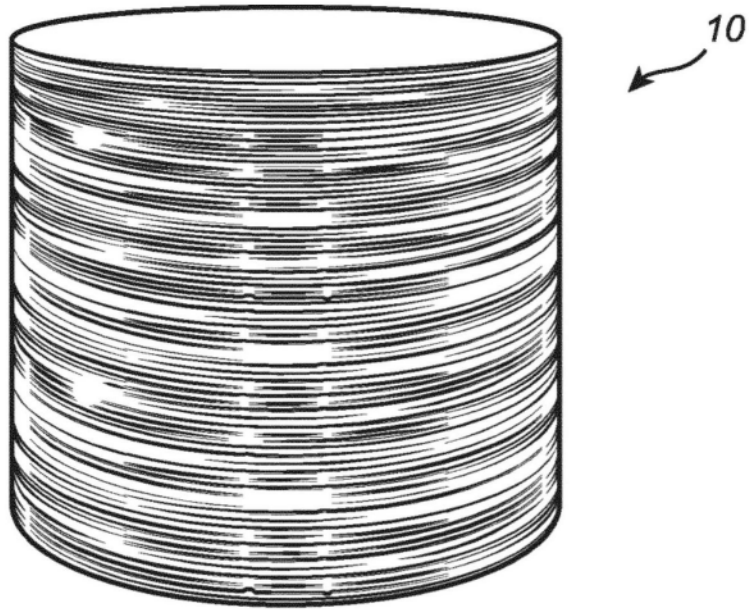


图1

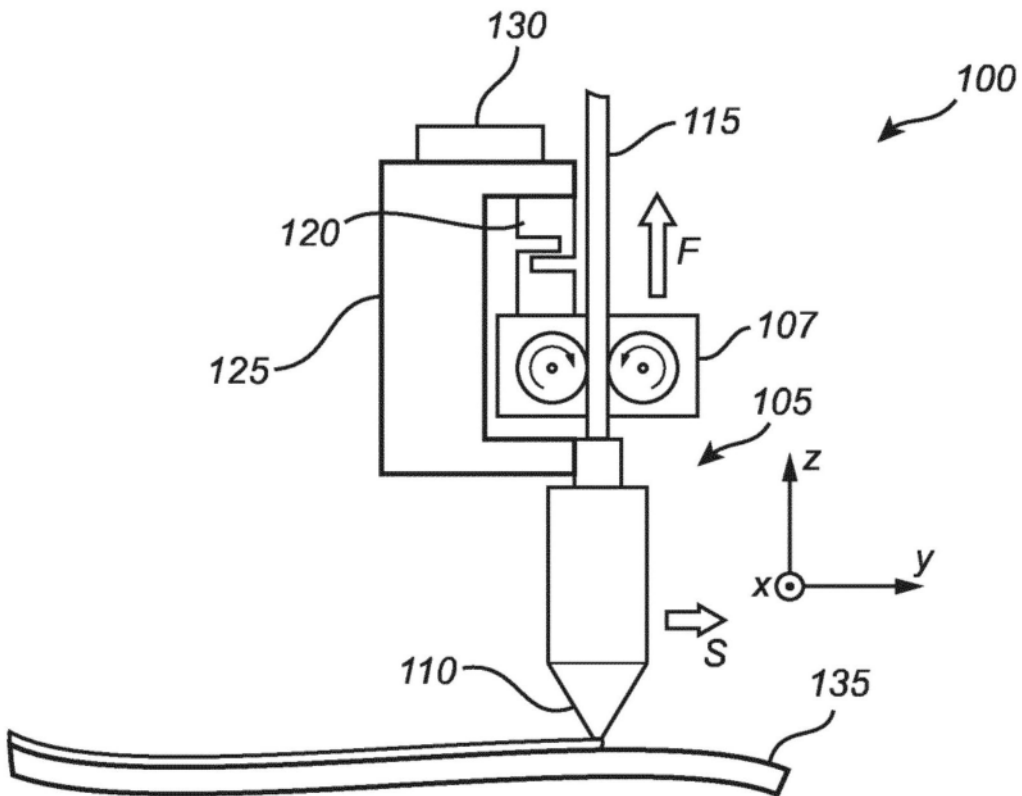


图2

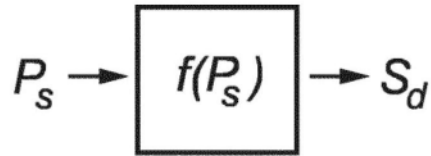


图3

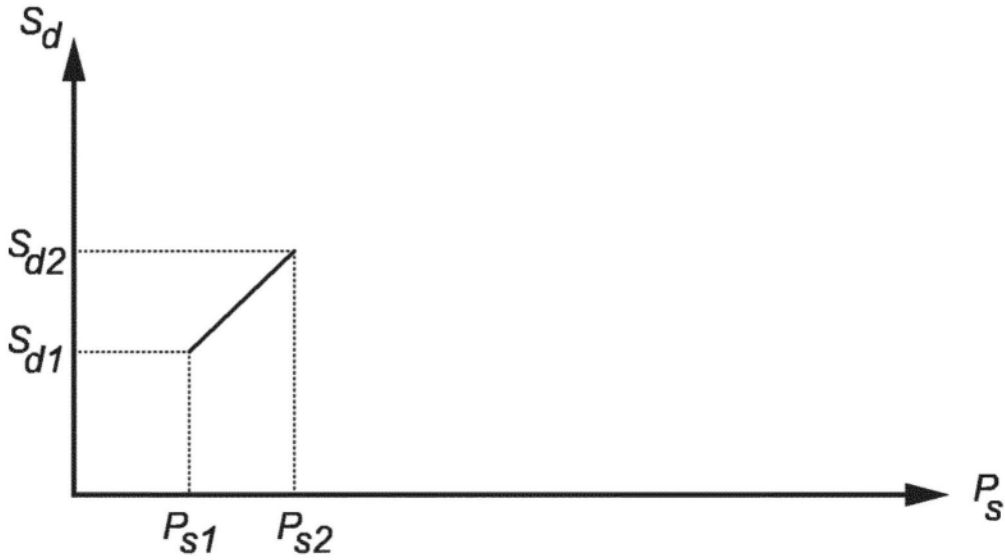


图4a

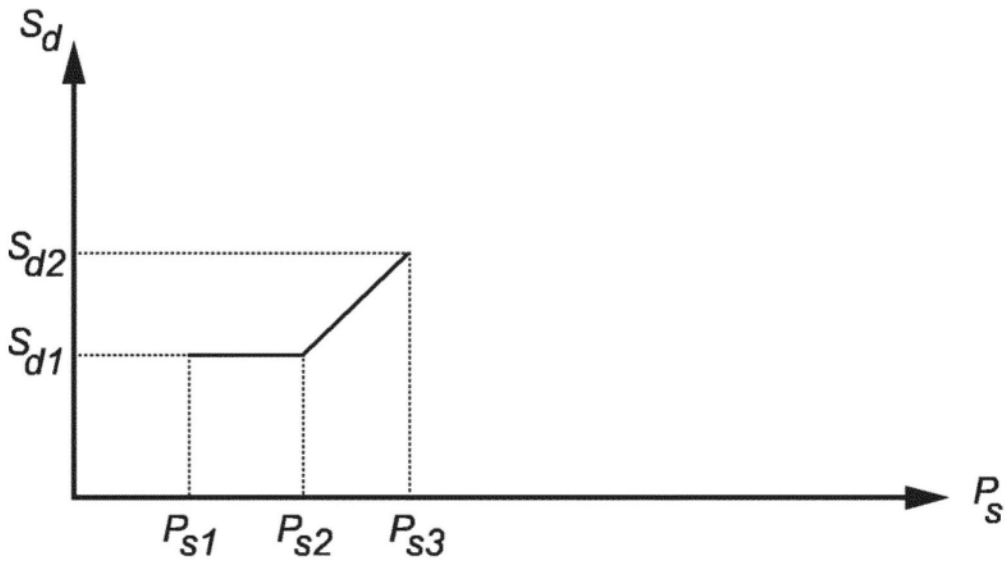


图4b

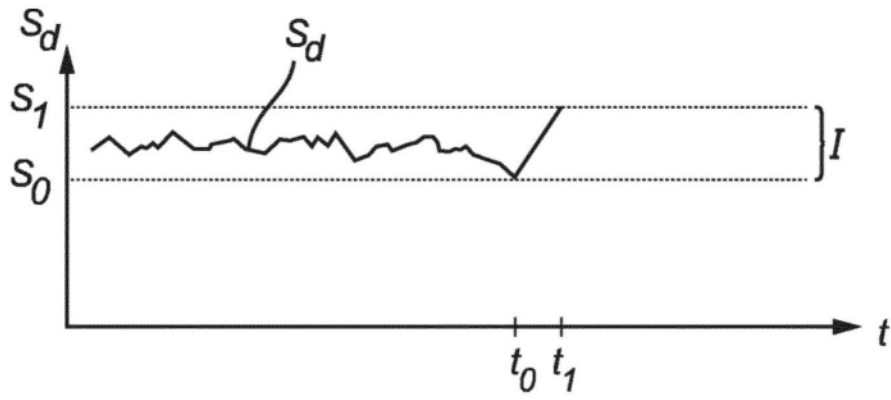


图5

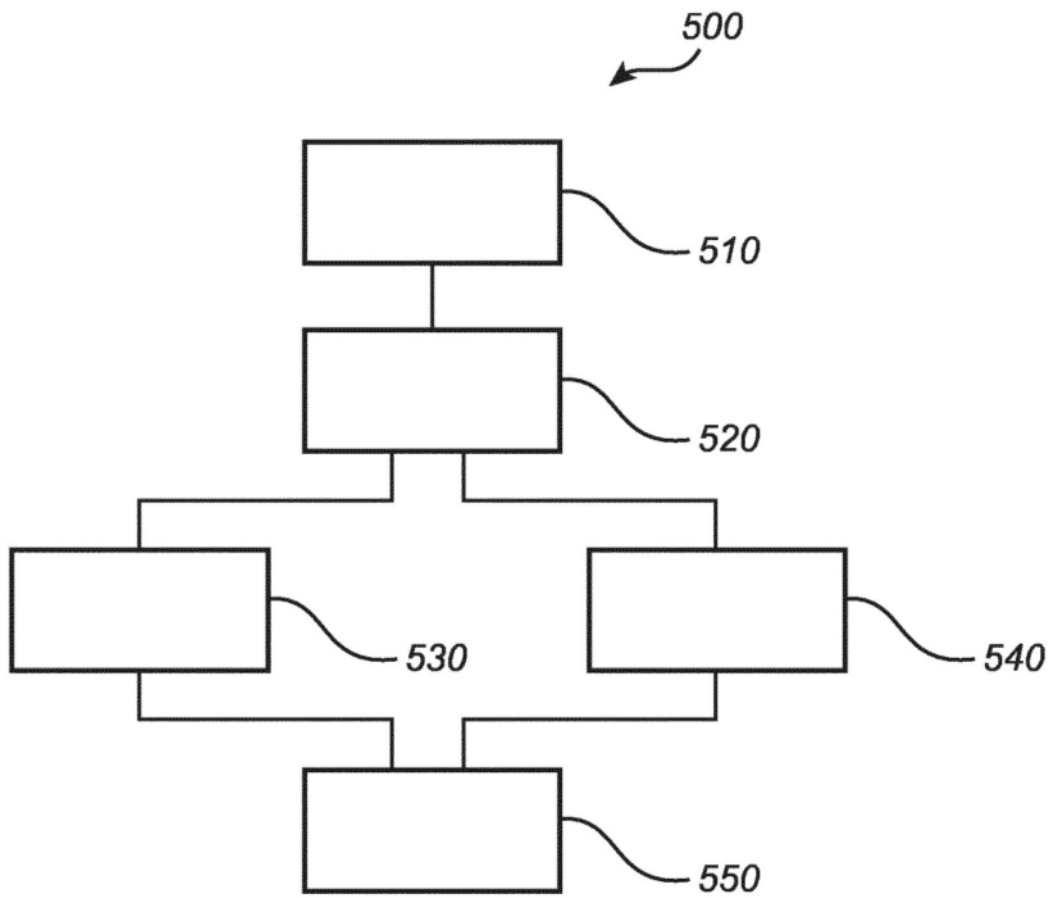


图6