



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112262044 A

(43) 申请公布日 2021.01.22

(21) 申请号 201980038425.2

(22) 申请日 2019.05.07

(30) 优先权数据

62/682,067 2018.06.07 US

16/167,088 2018.10.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2020.12.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2019/031171 2019.05.07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02019/236236 EN 2019.12.12

(71) 申请人 凯洛赛尔公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 菲利普·E·罗格伦

莫特扎·瓦塔尼

(74) 专利代理机构 北京英特普罗知识产权代理有限公司 11015

代理人 齐永红

(51) Int.Cl.

B33Y 50/02 (2006.01)

B29C 64/10 (2006.01)

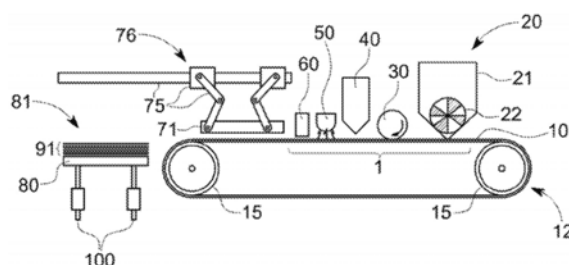
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

多材料三维打印机

(57) 摘要

本发明公开了一种多材料三维打印设备。所公开的设备包括两个或两个以上打印站。每一打印站包括衬底、运送装置、分配装置、压实装置、打印装置、固化装置以及流化材料去除装置。所述设备还包括经由运送装置与两个或两个以上打印站连接的组装装置。该设备还包括与所述组装装置连接的一个或多个转移装置。所述设备还包括被配置为控制两个或两个以上打印站、组装装置以及一个或多个转移装置操作的计算和控制装置。



1. 一种多材料三维打印设备,其包括:

两个或两个以上打印站,其中,所述两个或两个以上打印站中的每一打印站均包括衬底、一个或多个运送装置、分配装置、压实装置、打印装置、固化装置以及流化材料去除装置;

组装装置,其通过所述一个或多个运送装置与所述两个或两个以上打印站相连接;

一个或多个转移装置,其与所述组装装置相连接;以及

计算和控制装置,其被配置为控制所述两个或两个以上打印站、组装装置以及一个或多个转移装置的操作。

2. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述转移装置被配置为将衬底上的打印层转移至至少一个构建衬底上或转移至之前固定在构建衬底上的堆叠的打印层的打印层上。

3. 根据权利要求2所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述转移装置包括拾取组件,所述拾取组件包括被配置为从所述衬底表面移除所述打印层的连接装置。

4. 根据权利要求3所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述连接装置包括被配置成克服将打印层保持在衬底上的力的真空装置或粘合装置中的至少一个。

5. 根据权利要求2所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述转移装置包括被配置成将打印层从衬底移动到组装装置的平移装置。

6. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述流化材料去除装置包括真空装置、破坏性装置以及气刀。

7. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述流化材料去除装置还被配置成去除沉积并压实在衬底上的所有流化材料。

8. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述固化装置被配置为提供选自IR辐射、UV辐射和电子束中的至少一个辐射能量源。

9. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述打印装置包括喷墨式打印头,其具有横跨衬底宽度的喷嘴。

10. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述打印装置包括喷码式打印头,其具有少于横跨衬底宽度所需的喷嘴。

11. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述压实装置包括被配置为提供振动的沉降装置以及顺应性压力带或辊中的至少一个。

12. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述压实装置被配置成将流化的材料压实到至少为流化材料理论密度的40%的高密度。

13. 根据权利要求1所述的多材料三维打印设备,其特征在于:所述组装装置包括构建衬底以及便于将每一打印层精确放置到构建基底上的位置参考基准。

14. 一种多材料三维打印设备,其包括:

两个或两个以上打印站,其中,所述两个或两个以上打印站中的每一打印站均包括连续衬底、一个或多个运送装置、分配装置、压实装置、打印装置、固化装置以及流化材料去除装置;

组装装置,其通过所述一个或多个运送装置与所述两个或两个以上打印站相连接;

移动平台,其被配置为将所述连续衬底设置在所述两个或两个以上打印站以及组装装

置之间；

一个或多个转移装置，其与所述组装装置相连接；以及

计算和控制装置，其被配置为控制所述两个或两个以上打印站、组装装置以及一个或多个转移装置的操作。

15. 根据权利要求14所述的多材料三维打印设备，其特征在于：所述转移装置被配置为将打印层从所述连续衬底转移到至少一个构建衬底，或转移到先前固定在构建衬底上的堆叠的打印层的打印层上。

16. 根据权利要求15所述的多材料三维打印设备，其特征在于：所述转移装置包括拾取组件，所述拾取组件包括被配置为从所述连续衬底上去除打印层的连接装置。

17. 根据权利要求16所述的多材料三维打印设备，其特征在于：所述连接装置包括被配置成克服将打印层保持在连续衬底上的力的真空装置或粘合装置中的至少一个。

18. 根据权利要求17所述的多材料三维打印设备，其特征在于：所述转移装置包括被配置成将打印层从连续衬底移动到组装装置的平移装置。

19. 根据权利要求14所述的多材料三维打印设备，其特征在于：所述流化材料去除装置包括真空装置、破坏性装置以及气刀。

20. 一种利用多材料三维打印设备创建具有两种或两种以上材料的结构的方法，所述方法包括：

将多材料对象设计划分成至少两个打印厚度层；

将至少两个打印厚度层中的每一个分离成至少一个单一的材料图案；

将至少一个单一的材料图案发送至所述多材料三维打印设备内的打印站；

将所述至少一个单一的材料图案的材料分散在衬底上；

将衬底转位以将分散的材料移动至用于压实材料的压实装置；

将衬底转位以将压实的材料移动至打印装置，在此，粘合剂以预设的图案分散在压实材料上；

将衬底转位以将图案化的材料移动至固化装置，在此，利用固化辐射对粘合剂图案进行固化；

将衬底转位以将固化图案移动至流化材料去除装置，在此，未被粘合剂固定到位的压实材料被去除；以及

将衬底转位以将图案化并固化的材料移动至转移站，在此，打印层被转移至构建衬底或转移至先前设置的堆叠的层的顶部。

多材料三维打印机

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请主张享有于2018年10月22日提交的序列号为16/167,088的美国专利申请的优先权,且该美国专利申请享有于2018年6月7日提交的、名称为“多材料3D打印机”的美国临时专利申请号为62/682,067的权益,其全部内容通过引用合并于本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于创建具有两种或更多种材料的结构的三维打印系统以及相关的方法。

背景技术

[0004] 三维打印的应用已经引起了人们对更快、更经济的制造方法的可能性的关注。但是,迄今为止,这一可能性基本上没有实现。绝大多数三维打印机用于制造演示零件或非功能性原型。很大程度上,大多数演示零件或非功能性原型都由塑料材料制成,选择这些材料主要是为了与打印机兼容,而不是最终部件的材料要求。高价值零件有一些值得注意的例外。例如,可以利用能量束熔化三维打印机来制造关节置换,以及利用喷射式粘合三维打印机制造的复合砂型铸造型芯。

[0005] 这两种三维打印机都采用粉末床技术,但是采用了不同的方法将粉末固定到所需的构造中。两种应用都受益于使用为该应用而选择的技术材料的能力,这与为熔融成型机的熔融和固化特性或在光聚合机中的聚合特性而选择塑料相反。喷射式粘合三维打印机还受益于快速沉积整层粉末并利用高速喷墨式打印头固化所需图案的能力。喷射粘成型三维打印机最主要的限制因素在于对每一层内的单一材料的限制。

[0006] 因此,需要提供一种能够利用粉末床和喷射粘合技术来解决单一材料限制的三维打印机。

发明内容

[0007] 本发明提供了一种多材料三维打印设备。所提供的设备包括两个或更多个打印站。每个打印站包括衬底、运送装置、分配装置、压实装置、打印装置、固化装置和流化材料去除装置。该设备还包括经由运送装置与两个或两个以上打印站连通的组装装置。该设备还包括与所述组装装置连接的一个或多个转移装置。所述设备还包括被配置为控制两个或两个以上打印站、组装装置以及一个或多个转移装置的操作的计算和控制装置。

[0008] 在本发明的一些实施例中,所述转移装置被配置为将打印层从衬底转移到至少一个构建衬底或转移到之前附着在构建衬底上的一叠打印层的打印层上。此外,所述转移装置还包括拾取组件,其包括被配置成从所述衬底上移除打印层的连接装置。在一些实施例中,连接装置包括被配置成克服将打印层保持在衬底上的力的真空装置或粘合装置。所述转移装置可包括被配置成将打印层从衬底移动到组装装置的平移装置。

[0009] 在一些实施例中,流化材料去除装置包括真空装置、破坏性装置和气刀。此外,流

化材料去除装置还被配置成去除沉积并压实在衬底上的所有流化材料。

[0010] 在一些实施例中,固化装置被配置为提供选自IR辐射、UV辐射和电子束的至少一个辐射能量源。所述打印装置可以包括具有横跨衬底宽度的喷嘴的喷墨式打印头。在其他实施例中,打印装置包括横跨衬底宽度所需的更少喷嘴的喷墨式打印头。

[0011] 在一些实施例中,压实装置包括被配置成提供振动的沉降装置以及顺应性压力带或辊中的至少一个。压实装置被配置成将流化的材料压实到至少为流化材料理论密度的40%的高密度。

[0012] 本发明的其他特点和优势将在下面的描述中阐述,并且在一定程度上,这些特点和优势从该描述中将是显而易见的,或者可以通过实践本文披露的原理来获得。本发明的特征和优点可以通过在所附权利要求中特别指出的设备及其组合的来实现和获得。根据以下描述和所附权利要求书,本发明的这些和其他特征将变得完全显而易见,或者可以通过实践本文阐述的原理来获得。

附图说明

[0013] 为了说明获得上述发明内容及其优点和特点的方式,现将参照附图所示的具体例子,来对上述原理进行更具体的描述。这些附图仅描述了本发明的示例性方面,因此不应被视为对其范围的限制。这些原理通过利用以下附图以及其他特点和细节来描述和解释。

[0014] 图1根据本发明的一实施方式,示出了具有连续衬底的打印站和组装装置的示意图;

[0015] 图2根据本发明的一实施方式,示出了多材料三维打印机的示意图;

[0016] 图3根据本发明的一实施方式,示出了具有其他承载装置的打印以及组装装置的示意图;

[0017] 图4根据本发明的一实施方式,示出了由每个打印站创建两种或两种以上材料的结构的过程的流程图;

[0018] 图5根据本发明的一实施方式,示出了由整个三维打印机创建两种或两种以上材料结构的过程的流程图;

[0019] 图6根据本发明的一实施方式,示出了系统级计算和控制装置的示意图;

[0020] 图7根据本发明的一实施方式,示出了单个打印站控制器的示意图;

[0021] 图8根据本发明的一实施方式,示出了流化材料去除装置的示意图;

[0022] 图9根据本发明的一实施方式,示出了所述转移装置的替代实施方式的示意图;

[0023] 图10根据本发明的一实施方式,示出了所述连接装置的替代实施方式的示意图;

[0024] 图11根据本发明的一实施方式,示出了所述连接装置的替代实施方式的示意图;
以及

[0025] 图12根据本发明的一实施方式,示出了所述连接装置的替代实施方式。

具体实施方式

[0026] 参考附图来描述本发明,其中,所有附图使用相同的附图标记表示相似或等同的元件。附图未按比例绘制,并且提供附图仅用于说明本发明。下面将参考示例性应用来描述本发明的一些方面。应该理解的是,阐述了许多具体的细节、关系和方法,以提供对本发明

的全面理解。然而,相关领域的普通技术人员将容易地意识到,可以在没有有一个或多个特定细节的情况下,或者通过其他方法来实践本发明。在其他情况下,未详细示出公知的结构或操作,以避免使本发明晦涩难懂。本发明不受图示动作或事件顺序限制,因为一些动作可以以不同的顺序和/或与其他动作或事件同时发生。此外,并非所有示出的动作或事件都是实施本发明的方法所必需的。

[0027] 鉴于上述内容,本文所公开的实施方式针对的是用于创建两种或更多种材料的结构的三维打印系统以及相关方法。所公开的三维打印系统利用粉末床和喷射粘合技术来解决单一材料的局限性。本发明教导了以层构建结构,每一层包括一种或多种材料。所公开的方法还教导了通过使用计算机辅助设计和制图(CAD)软件来对每层的每种单独的材料进行图案化并且将那些单独的材料切片组合成期望的三维结构。当每一层中的每种材料被打印后,将其依次堆叠在先前打印的层上,以形成三维的以及两种或更多种材料的所需结构。

[0028] 虽然基于熔融沉积成型(FDM)和挤出的三维打印机能够沉积多种材料或多种颜色的非常相似的材料,但是这些用于三维打印的技术都非常慢,并且只能提供非常有限的材料集。本发明教导了粉末床和喷射粘合技术,其具有足以与传统离散组装和减法成形工艺在成本上具有竞争力的材料沉积速率。此外,喷射粘合技术在材料上提供了灵活性,从而可以应用非常广泛的有机和无机材料。

[0029] 此外,传统的喷射粘合三维打印机通过直接在前一层上沉积和压实单一材料的整层并通过将粘合剂施加到沉积的粉末层上来限定图案的方式来构建三维结构。给定层中未被喷射粘合固定在适当位置的任何粉末都被留在原处,以保持平坦和水平的表面以接收后续的粉末层。本发明教导了为衬底上的每一层创建每种材料,其中,衬底可以与运送装置的一部分相关联或固定。运送装置与组装装置分开,并且,在组装装置中组装各打印层以形成所期望的三维物体。本发明还教导了用于每种材料的材料沉积和图案化系统(统称为打印站)。

[0030] 每个打印站可以包括分配装置,其能将流化的材料以均匀且致密的层分配在衬底上。每个打印站还可包括压实装置,其能压实沉积的流化材料以使其表观密度至少为流化材料的理论密度的40%。每个打印站还可包括能够以精确的图案分配液体粘合材料的打印装置,其中,该图案和分配以预先设置的CAD设计以完全自动化的方式驱动。每个打印站还可包括固化装置,其被配置成固化液体粘合材料,以牢固地固定暴露于液体粘合剂材料中的那部分流化材料。每个打印站还可包括材料去除装置,其被配置成去除由分配装置分配的、未暴露于所述打印装置分配的液体粘合材料的那部分流化材料。衬底可被配置为将由固化的液体粘合材料固定在适当位置的那部分流化材料、打印层转移到组装装置。组装装置还包括转移装置,其能将之前的打印层精确地转移到构建衬底上,或转移到之前固定在构建衬底上的堆叠的打印层中的一打印层上。构建衬底或堆叠层上的任何单个完整层都可以包括来自一个或多个打印站的打印层,将其对齐使得一个打印层的空的部分被来自另一打印站的其他打印层的不同打印材料精确地填充。

[0031] 图1根据本发明的实施方式,示意性地示出了具有连续衬底的打印站和组装装置。打印站可以包括承载装置12。在一些实施方式中,承载装置12可包括配置成将材料从第一位置运输或移动到第二位置的传送机。传送机可包括皮带和两个旋转元件15,两个旋转元件15被配置成在相同方向上旋转以使皮带沿特定方向前进。承载装置12具有远端和近端。

承载装置12可将衬底10从远端传送到近端。衬底10可由两个旋转元件15定位到一位置,在该位置,运送装置可将打印层(图1中未示出)输送到构建衬底80。

[0032] 在承载装置12的远端,可以设置分配装置20。分配装置20可以简单地是配置成分配流化材料的分配器。分配装置20可包括材料存放器21和分配控制器22。分配控制器22被配置为精确地计量沉积在衬底10上的流化材料的量。分配控制器22还可被配置为精确地控制沉积的流化材料的均匀性。

[0033] 在承载装置12的远端附近,可以设置压实装置30。在一些实施方式中,压实装置30可包括辊,其由硬化金属材料制成并被设计成圆柱形管。在其他实施方式中,压实装置30可包括顺应性压力带,或被配置为施加与沉积的流化材料以及衬底10的平面正交的受控压力的另一装置。压实装置30还可包括被配置成提供振动的沉降装置。压实装置30的振动可以改善流化材料的分布和压实。在一些实施方式中,压实装置30可被配置成将流化的材料压实到至少为流化材料的理论密度的40%的高密度。

[0034] 在承载装置12的远端附近,可以设置打印装置40。打印装置40可配置成沉积液态粘结材料以将精确的图案固定到流化材料中。通过将流化材料粘结成连接的、坚固的块,从而可以将精确的图案固定在流化材料中。在一些实施方式中,打印装置40可以是在计算机(未示出)直接控制的喷墨打印头。可以使用一组例如来自于预设CAD设计的图案指令来对计算机发布指令。

[0035] 打印装置40可包括具有横跨衬底10的宽度的喷嘴的喷墨式打印头。喷墨打印头也可以以足够的密度设置以获得期望的打印分辨率。喷墨打印头可以固定在适当的位置,并且每个喷嘴的功能可以与衬底10在旋转元件15上的移动相配合,以在流化材料中形成期望的图案。

[0036] 在替代实施方式中,打印装置40可以包括喷墨头,其包括比横跨衬底10的宽度所需的喷嘴更少的喷嘴,并且仍能实现所需的分辨率。喷墨头可以在计算机的控制下在衬底10的整个宽度上移动,并且喷墨式打印头和旋转元件15的运动可以配合,以在流化材料中实现所需的固定打印图案。

[0037] 在承载装置12的中心附近,可以设置固化装置50。固化装置50可被配置成固化液态粘结材料,从而将暴露于液态粘结材料中的流化材料固化在坚固的固体图案中。固化装置50可以是能与液态粘结材料相互作用以使其变成固体的辐射能的来源。在一些实施例中,辐射能可以是IR辐射、UV辐射、电子束或其他已知的辐射类型。应该理解的是,固化装置50不必限于所公开的辐射类型,因为该列举是针对示例性实施例给出的,并且并非旨在穷举。或者,固化装置50可以包括用于分配反应试剂的装置。所述反应试剂可被配置为与液态粘结材料和流化材料反应,以将流化材料转化为坚固的物质。

[0038] 可以在固化装置50的下游设置流化材料去除装置60。所述流化材料去除装置60可被配置成去除沉积并压实在衬底10上的所有流化材料。流化材料去除装置60可以去除沉积并压实在衬底上的流化材料,但不能去除被液态粘结材料固定在适当位置的流化材料。现参考图8,其更详细地示出了流化材料去除装置60。

[0039] 流化材料去除装置60可包括外壳63。外壳可具有远端和近端。打印层88可以沿着衬底10从外壳63的远端输送到近端。外壳63可包括破坏性装置61,例如刷子或针,以使压实的粉末84松动。任何残留的粉末86还可以通过气刀装置62进一步移除。破坏性装置61可以

设计成具有足以破坏尚未固定在适当位置的压实粉末的破坏性强度。破坏性装置61被配置为不去除任何已经用粘合剂处理并由图1的固化装置50固化的压实粉末。当未固定的压实粉末84在外壳63内完全移出并气雾化时,一些固定的粉末88可保持附着在衬底10上。可以通过真空端口64将雾化的压实粉末84从衬底上去除。应当理解的是,流化材料去除装置60的其他示例性实施例可以包含比此处列举的更多或更少的装置。

[0040] 再次参考图1,可以在组装设备中的流化材料去除装置60的下游设置转移装置76。所述转移装置76可被配置为从衬底10移动打印层(在图2中以附图标记90示出)。可以将打印层90从衬底10移动到构建衬底80或先前放置一堆叠层91的顶部。转移装置76还可包括拾取组件。拾取组件可以包括被配置为从衬底10去除打印层90的连接装置71。连接装置71可以包括真空装置或粘合装置,以克服将打印层90保持在衬底10上的力。转移装置76还包括平移装置75,其被配置为将打印层90从衬底10移动到组装装置81。

[0041] 现在参考图9,其示出了转移装置120的另一实施方式。转移装置120可包括末端执行器78,其可与连接装置71连通。转移装置120可被配置为相对于衬底10上的打印层90准确地定位连接装置71。末端执行器78使得连接装置71从衬底10上去除打印层90。衬底10可以包括对准基准110以使得能够与对准传感器105相配合。末端执行器78还可以为附接设备71提供准确的垂直和旋转平移,同时在作用于内臂126的第一接合点122和作用于外臂128的第二接合点124之间进行协调。

[0042] 图9还示出了打印站的替代设置。在一些实施例中,打印站可以定向在一行中。转移装置120可定位在提供连接装置71接近衬底上的任何打印层的任何位置。构建平台80可位于转移装置120范围内的任何位置。如以上关于图1所讨论的,构建平台80可以包括升降装置。在替代实施方式中,可以固定构建平台80,以及使用末端执行器78来升高或降低连接装置71。

[0043] 打印层90A、90B和90C分别代表三个打印站1的产品,每个打印站产生具有不同材料的打印层。为了构建多材料产品,至少需要两个打印站。但是,应该注意的是,可以合并到多材料打印系统中的打印站没有最大数量。在一些实施例中,组装设备81可包括构建板80、对准基准110和升降装置100(见图1和图3)。构建板80还可包括粘合变化装置(未示出),其被配置为保持构建产品的位置,而又在构建完成之后能容易地释放。粘合变化装置可以通过利用热、电、磁或机械刺激来刺激第一打印层和构建板80之间的界面来改变粘合。

[0044] 再次参考图1,升降装置100被配置为保持先前设置的一叠层91顶部的水平。在优选的实施方式中,所述升降装置100可包括导螺杆。在替代实施例中,升降装置100可以包括线性电机装置。再次参考图9,可以提供对准基准110,以促进在构建板80上和在先前定位的层91的顶部上的打印层的精确对准。对准基准110可以与对准传感器105以及计算机控制系统配合使用,以将打印层90与先前定位的堆叠的层91的顶部的精确对准。可以将对准基准结合在构建板80的表面。在替代实施例中,对准基准110可从构建板80的表面突出。在构建板80的另一个实施例中,对准基准110可以从构建板80的表面突出与当前打印层的高度成比例的距离。

[0045] 连接装置71还可包括对准传感器105,当预置打印层90时,对准传感器105与对准基准110对准。在一些实施例中,对准传感器105和对准基准110可以被协同设计,以使得对准传感器105能够将相对于对准基准110的位置感测到0.01mm以内。对准传感器105可以是

光学传感器、激光传感器、磁传感器、超声传感器或机械传感器。多个对准传感器和相关的对准基准110可以构成对准系统,以用于连接装置71、构建板80和衬底10之间的精确对准。

[0046] 参照图10,其更详细地示出了连接装置71。连接装置71可包括连接装置基座79,粘合装置73和粘合改善器74。连接装置基座79可以连接至末端执行器78。粘合装置73可包括真空装置(未示出)和粘合表面装置。在一些示例性实施方式中,所述粘合表面装置可包括凝胶垫、微发装置或静电装置。应当理解的是,在此可以采用其他粘合表面装置。可以通过使用粘合改善器74对粘合装置73施加刺激来改善粘附强度。例如,粘合改善器74可以被配置为对粘合装置73施加热、电、磁或机械刺激。

[0047] 转移站70还可以包括一部分衬底10和减粘装置68。打印层90可以通过衬底10的移动循环到转移站70。打印层90可以通过与衬底10表面接触的固化粉末的粘附性质附着到衬底10的表面上。衬底10或离散平台11的表面可以被设计为对固化粉末88提供预定粘合力。减粘剂68可对固化粉末88和衬底10的表面之间的界面提供刺激,以减小粘着力,从而有助于将打印层(未示出)轻松地转移至连接装置71。由减粘层68提供的刺激可以是热、电、磁或机械的。在一些实施例中,打印层90从衬底10到连接装置71的转移可以通过与粘合装置73的直接接触而被促进。在一些实施方式中,打印层90从衬底10到连接装置71的转移可通过粘合改善器74的激活或减粘剂68的激活或两者的组合来促进。

[0048] 图11示出了连接装置71的另一实施方式。图11的连接装置71可以进一步包括形状修改器72。形状修改器72可以提供剥离作用,以便更好地促进打印层88从衬底10到粘合装置73的转移。形状修改器72可以包括预制的弯曲结构。弯曲结构可以由弹性材料制成,该弹性材料可以通过垂直于弯曲表面施加的机械压力而变平。在连接装置71的替代实施例中,形状修改器72可以是可调节结构,其可以通过施加气动、液压或机械力而被修改以形成平坦表面或弯曲表面。

[0049] 图12示出了连接装置71的另一实施方式。如上所述,图12的连接装置71还可包括具有圆形表面的连接装置底座79,该连接装置底座79可以包括粘合装置73和粘合改善器74。连接装置71还可被配置成绕着末端执行器78枢转,以使得连接装置71可被配置为滚动和剥离打印层90。该剥离作用可以更好地控制打印层90从衬底10到粘合装置73以及从粘合装置73到先前设置的层的转移。

[0050] 再次参考图1,打印站可以配置连续的材料。连续基材可以是材料卷,在将打印层90释放到转移装置76之后返回到打印站1的起点。连续基材可以是细长结构,例如坚固的聚合物薄膜卷或金属箔卷。连续基材可以一次性通过打印站1,然后从打印站中取出以丢弃或回收。

[0051] 图2根据本发明的实施方式,示出了多材料三维打印机的示意图。三维打印机可包括多个工作站。每个工作站可包括转移站70和打印站1。打印站1可以包括如图1所示的衬底10、旋转元件15、分配装置20、压实装置30、打印装置40、固化装置50和流化材料去除装置60。转移站70可包括转移装置76及其所有部件。所述多材料三维打印机可以包括用于在最终打印零件中包括的每种不同材料的单一打印站1。每个打印站可为最终打印部件的每一完整层中贡献一种材料。此外,最终打印部件的每一完整层中可包括尽可能少的一种材料到与打印站一样多的材料。可以将每种材料转移到构建衬底80上,或转移到先前设置堆叠的层91的顶部,并与与构建衬底80相关的对齐基准精确对齐。在打印材料的顶面共面且顶

面内不存在后续材料的情况下,该对齐被认为是完整和精确的。

[0052] 尽管图2举例说明了每个打印站1的单个转移装置76,但在一些实施中,转移装置76可以被配置为访问每个打印站1的转移位置70。在该实施方式中,转移装置76可被配置为转移每一打印站的打印层90以构建衬底80或转移到先前定位的堆叠的层91的顶部。所述转移装置76可被配置为将打印层90转移到先前定位的堆叠的层91的顶部,并与构建衬底80相关的对准基准精确对准。在替代实施方式中,可以为每个打印站1提供转移装置76。每个转移装置76可被配置为从相关的转移位置70精确转移打印层80,以构建衬底80或转移到先前定位的堆叠层91的顶部。

[0053] 在另一替代实施例中,转移装置76与打印站1的比率可以基于打印需求和策略而改变任何数量。无论转移装置76的数量如何,每个转移装置76都能从相关的转移位置70精确地转移打印层90以构建衬底或转移至先前定位的堆叠层91的顶部。

[0054] 所述多材料三维打印机还可包括单个组装装置81。在该实施例中,主体建构的所有层都一层一层地堆叠在一起,每一层中具有一种或几种不同的材料,每一层的组成与下一层严密地粘结在一起。最终结构可以是包括至少两种不同材料的整体结构的固体。两种或更多种不同的材料结构中的每一个可以与至少一个其他不同的材料结构邻接。不同的材料结构可以由仅来自于一个打印层的材料或来自两个或两个以上打印层的材料组成。组装装置81可以包括构建衬底80。在一些实施例中,构建衬底80可以配备有被设计为在整个构建过程中保持先前定位的层91的堆叠的表面。保持堆叠的表面也可以被构造成在构建过程完成时便于从构建衬底80移除主体。组装装置81还可包括位置参考基准,以便于准确地放置每一打印层。在一些实施方式中,所述构建衬底80在构建过程中可以定位在固定位置。在替代实施例中,构建衬底80可以包括升降装置100,以相对于多材料三维打印机的其他部件在所需高度处呈现先前定位的堆叠的层91的顶表面。

[0055] 所述多材料三维打印机也可以包括计算和控制装置。所述计算和控制装置能够解译例如来自预设的CAD设计的打印指令,以管理和协调所有主要部件的操作。当提供用于所需结构所需的原材料时,计算和控制装置可以自主产生由两种或更多种材料制成的所需三维部件。下面将粘结附图6更详细地描述所述计算和控制装置。

[0056] 图3根据本发明的实施方式,示意性地示出了的另一打印站和具有连续衬底的组装装置。承载装置14可包括离散平台11。离散平台11可以通过运送装置17向着构建衬底80前进。离散平台11可以穿过打印站1到达转移装置76。该实施方式可布置连续基材。连续基材可以是材料卷,在将打印层90释放到转移装置76之后返回到打印站1的起点。连续基材可以是细长结构,如坚固的聚合物薄膜卷或金属箔卷。连续基材可以一次性通过打印站1,然后可从打印站中取出以丢弃或回收。

[0057] 图4根据本发明的实施方式,示出了通过每个打印站1(图2)创建具有两种或两种以上材料的结构的方法400的流程图。以下参考图2的三维打印机的部件来详细描述该方法400。方法400开始于步骤401,其中,多材料对象设计被划分为打印厚度层。然后在步骤402将层分离成单个材料图案。每一个材料图案都可以发送到三维打印机的打印站1。每个打印站1可以对每个单一材料图案执行步骤403至417。

[0058] 在步骤403,打印站1接收对第一层材料的打印指令。打印站1可以针对多材料对象设计的每一层执行步骤403至417。在步骤404,将用于第一层的单一材料图案的材料分散在

衬底上。在步骤405,将衬底转位以将分散的材料移动到压实装置。在步骤406将材料压实。在步骤407,将衬底转位以将分散材料移动到打印装置。在步骤408,将粘合剂以预设的图案分散在压实的材料上。在步骤409,将衬底转位以将图案化的材料转移至固化装置。在步骤410,利用固化辐射来固化粘结剂图案。在步骤411,将衬底转位以将固化的图案移动到流化材料去除装置。在步骤412,去除未被粘合剂固定在适当位置的压实材料。在步骤413,将衬底转位以将图案化并固化的材料移动至转移站。

[0059] 在步骤414,计算机控制系统指示将打印层转移至构建衬底80,或转移至先前定位的堆叠的层91的顶部。在步骤415进行确定。具体地,方法400确定是否打印了最后一层。如果在步骤415确定打印了最后一层,则方法400前进到步骤416,打印在此结束。相反,如果在步骤415没有打印最后一层,则方法400前进到417,其中,发送用于下一层的打印指令。在步骤417之后,方法400循环回到步骤404-417。

[0060] 图5根据本发明的实施方式,示出了由三维打印机创建的具有两种或两种以上材料的结构的方法500的流程图。以下关于方法500的详细描述参照图2的三维打印机的部件来进行说明。方法500开始于步骤501,其中,多材料对象设计被划分为打印厚度层。然后在步骤502选择第一层。在步骤503,识别该层内的不同材料。对在层内识别出的每种材料执行步骤504-506。

[0061] 在步骤504,将每种材料分配给打印站1。方法500前进到步骤505,其中,由每个打印站1创建材料对象。在步骤506,将打印的材料转移到构建板上。在步骤507,确定三维打印机是否打印了最后部件。如果在步骤507确定已经打印了最后一部件,则方法500前进到步骤508,打印在此结束,并将该部件从构建板上移开。如果确定尚未打印最后部件,则过程500前进到步骤509,在此步骤确定该层上的最后打印是否完成。如果确定完成了该层上的最后打印,则过程500前进到步骤510,在该步骤中,将构建板递增至下一个板的厚度。方法从步骤509和510前进到步骤511,并在此选择下一层。此时,方法500从步骤503继续。继续该过程,直到最后部分已被打印为止(步骤507为“是”)。

[0062] 图6根据本发明的实施方式,示出了系统级计算和控制装置60的示意图。计算和控制装置600可以是服务器、个人计算机、便携式计算机、瘦客户机或任何合适的一个或多个装置。本发明和/或其部件可以是单个位置的单个设备,也可以是单个或多个位置的多个设备,这些设备利用任意适当的通信协议以例如电缆、光缆或无线方式等任意通信介质连接在一起。输入设备602可以接收例如来自于预设CAD设计文件601的打印指令,以指令和协调所述打印站的所有主要部件的操作。与输入设备602、输出设备603以及存储器605相连的中央处理单元604被配置为启动由两种或两种以上材料构成的所需三维部件的三维打印。根据要使用的材料数量,每种材料可分配到一个特定的打印站607(1)、607(2)到607(N)。中央处理单元604可以通过接口总线606与每一打印站连接。

[0063] 图7根据本发明的实施方式,示出了单个打印站控制器的示意图。如上所述,所述中央处理单元604可以指示打印站控制单元607(1)打印特定材料的打印产品。如上所述,所述打印站控制单元607(1)可以将打印指令传送给与打印站1的所有部件相通信的设备控制器700。

[0064] 尽管已经示出并描述了本发明的特定实施例,但是对于相关领域的技术人员而言,显而易见的是,在不脱离本发明的更广泛方面的情况下,可以对其进行变化和修改。因

此,所附权利要求书的目的是涵盖落入本发明的真正原理和范围内的所有这些变化和修改。上述描述和附图中阐述的内容仅是出于说明性的目的,而不是作为限制。基于现有技术以适当的角度看时,本发明的实际范围旨在由所附权利要求书限定。

[0065] 本文所使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,并不旨在限制本发明。如本文所使用的,单数形式的“一”,“一个”和“该”也意图包括其复数形式,除非上下文另有明确说明。此外,就在说明书和/或权利要求中所使用的术语“包括”、“包含”、“含有”、“具有”、“有”或其变体而言,这些术语意在作为以类似于术语“包含”的方式包括在内。

[0066] 除非另有定义,否则本文中使用的所有术语(包括技术和科学术语)具有与本发明所属领域的普通技术人员通常所理解的含义。此外,诸如在常用词典中定义的那些术语,应被解释为具有与相关领域中它们的含义一致的含义,并且除非在本文中另有明确定义,否则将不应以理想化或过于正式的意义来解释。

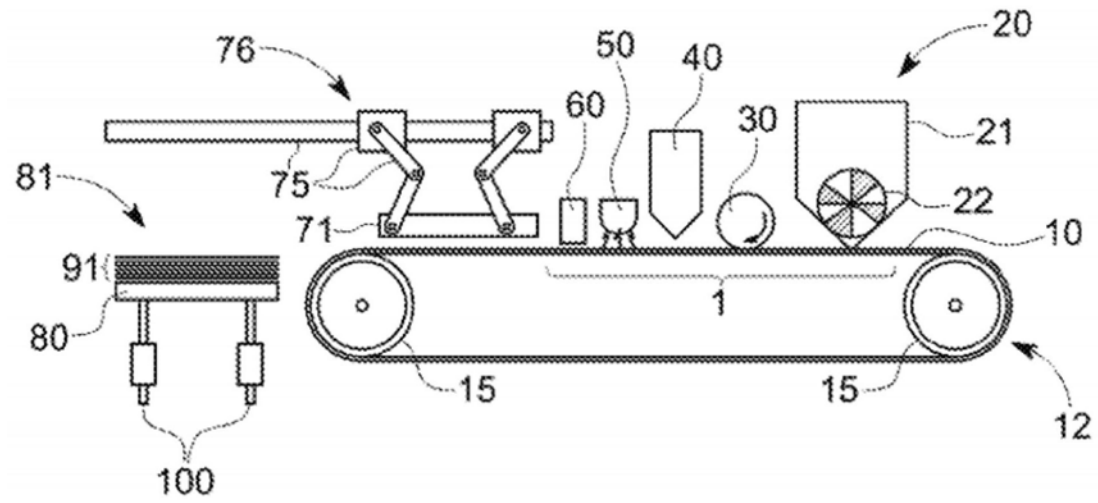


图1

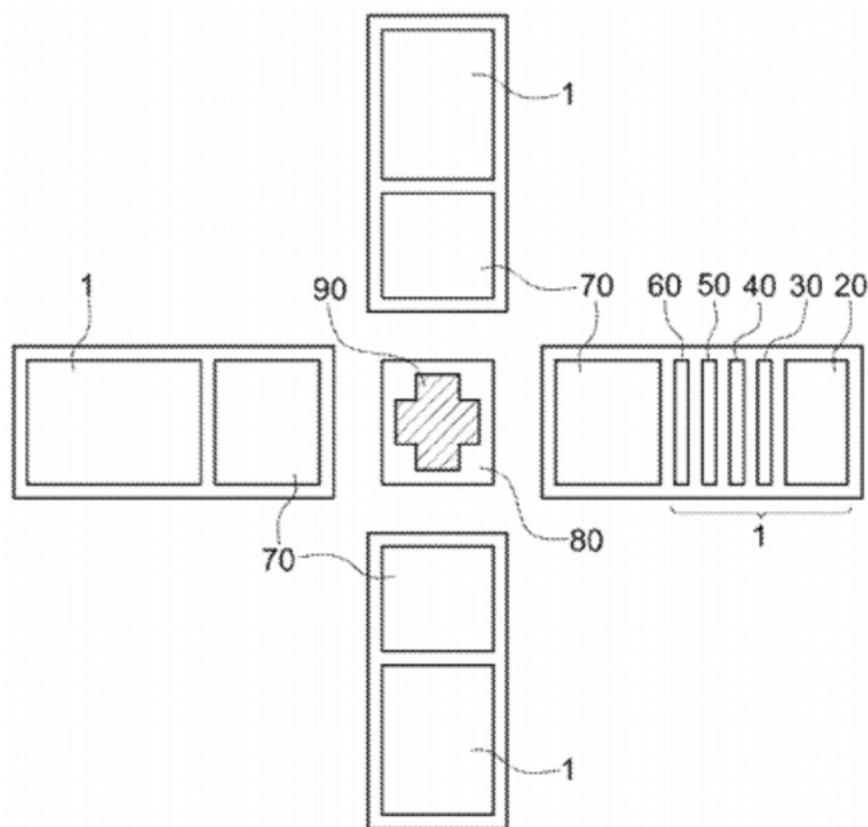


图2

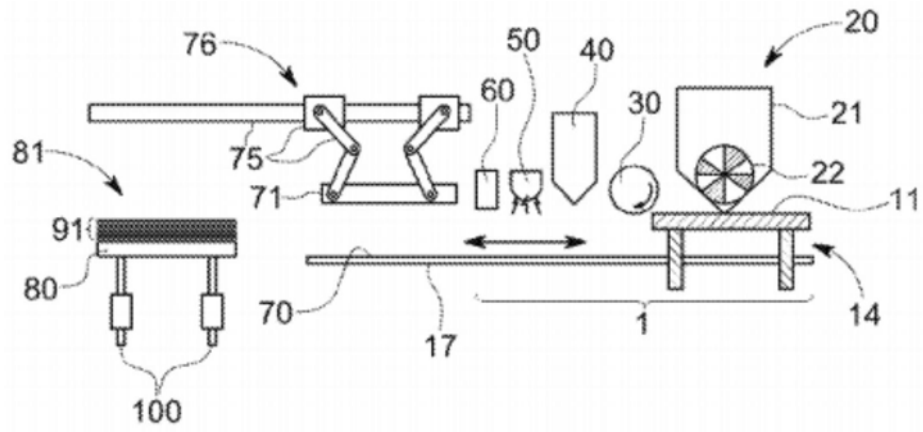


图3

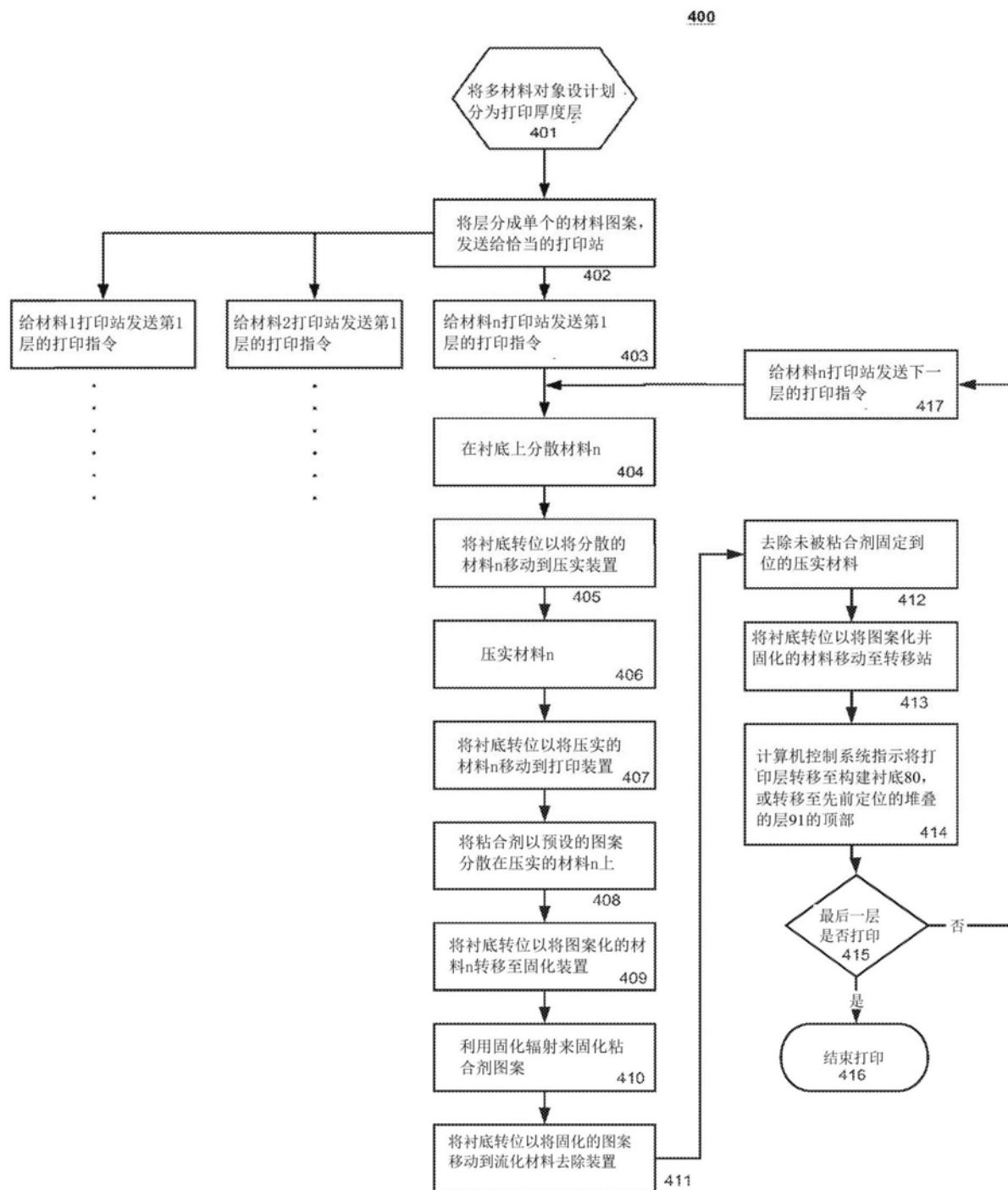


图4

500

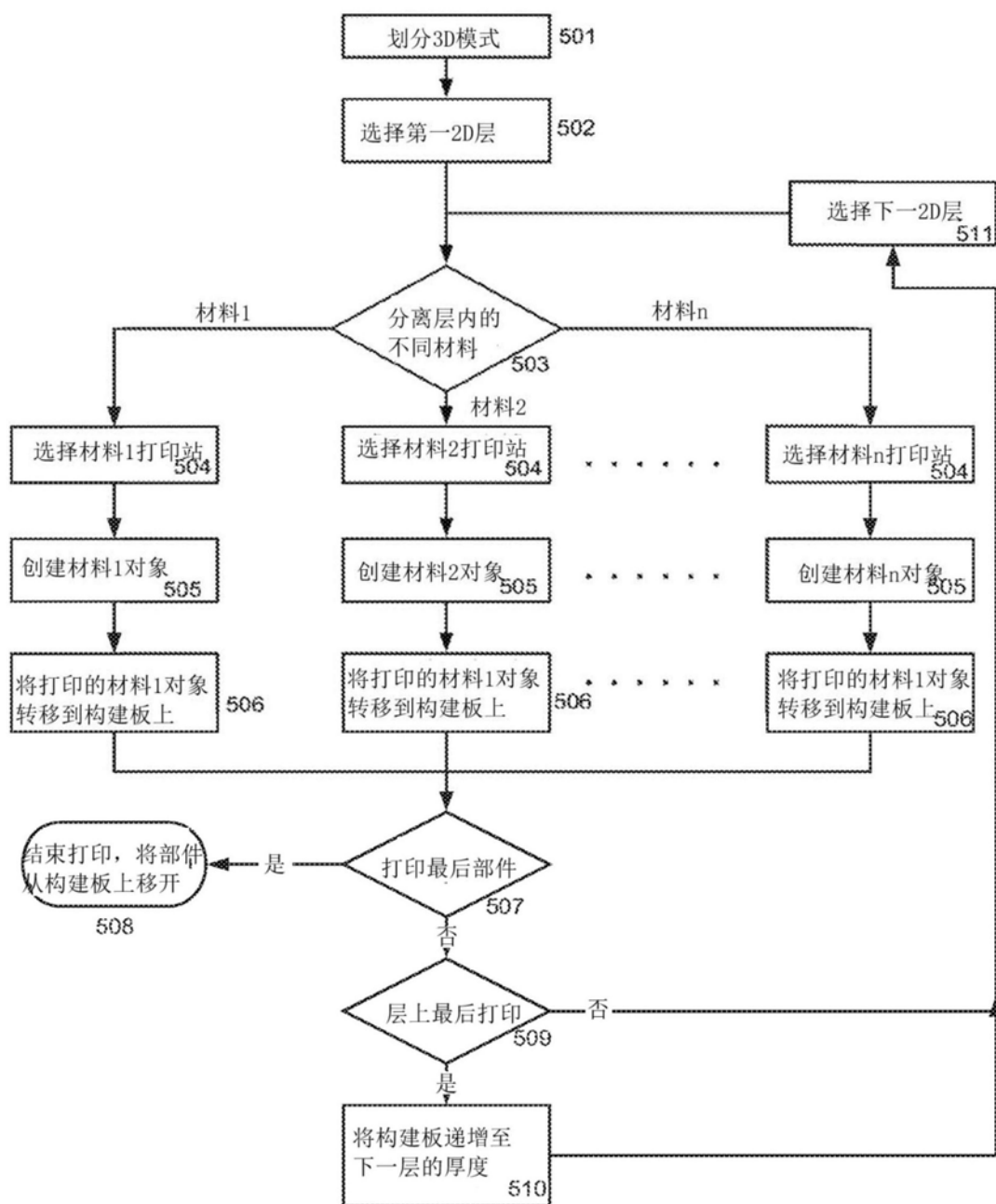


图5

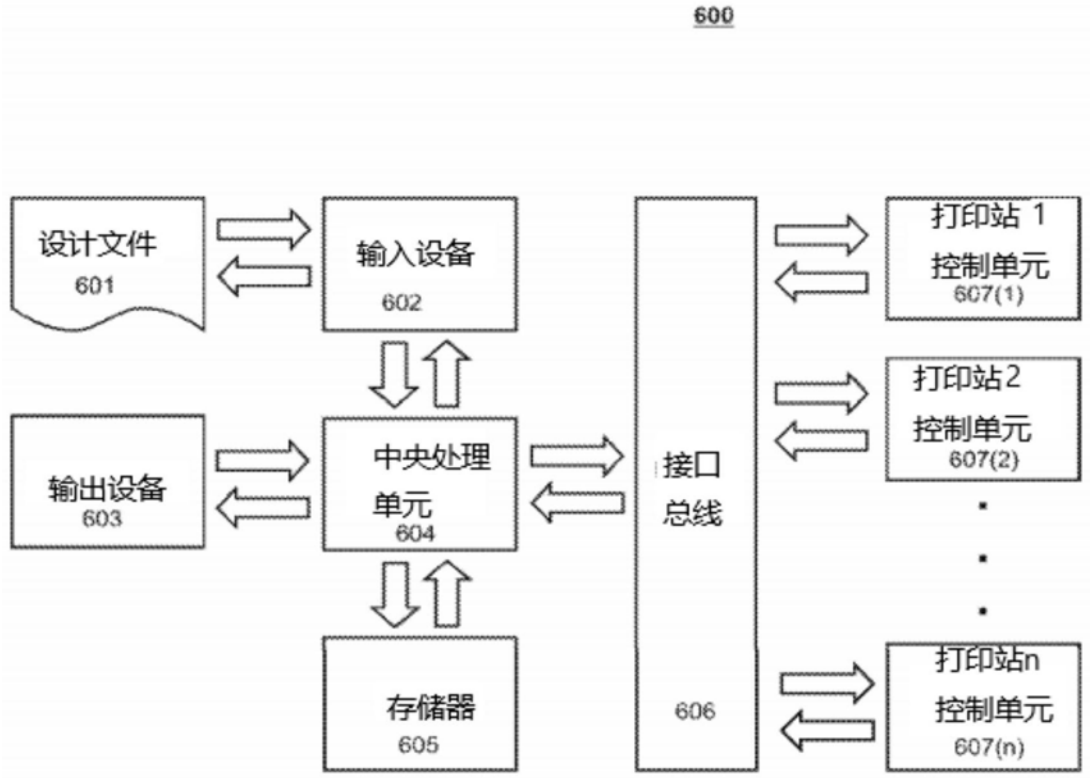


图6

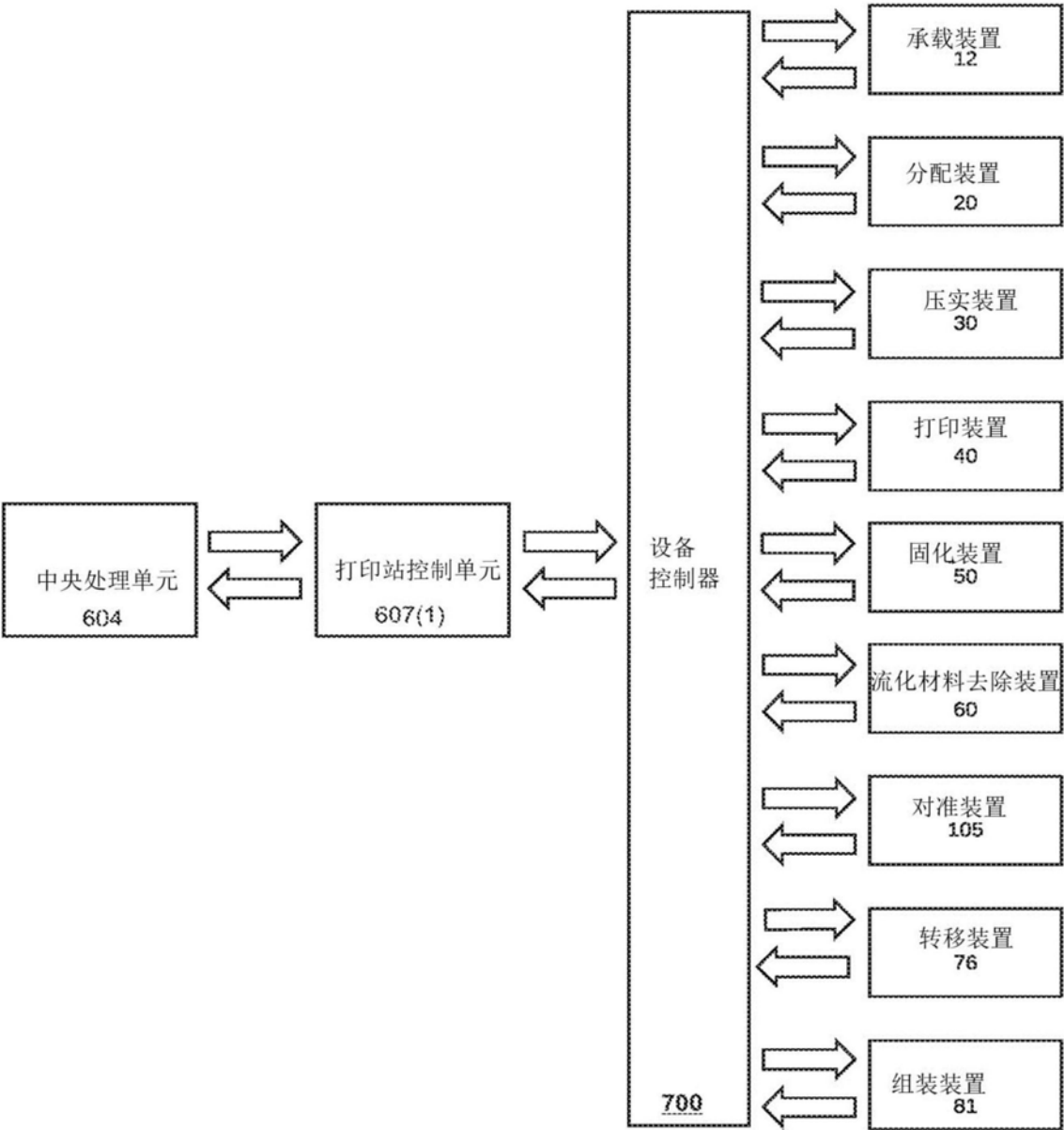


图7

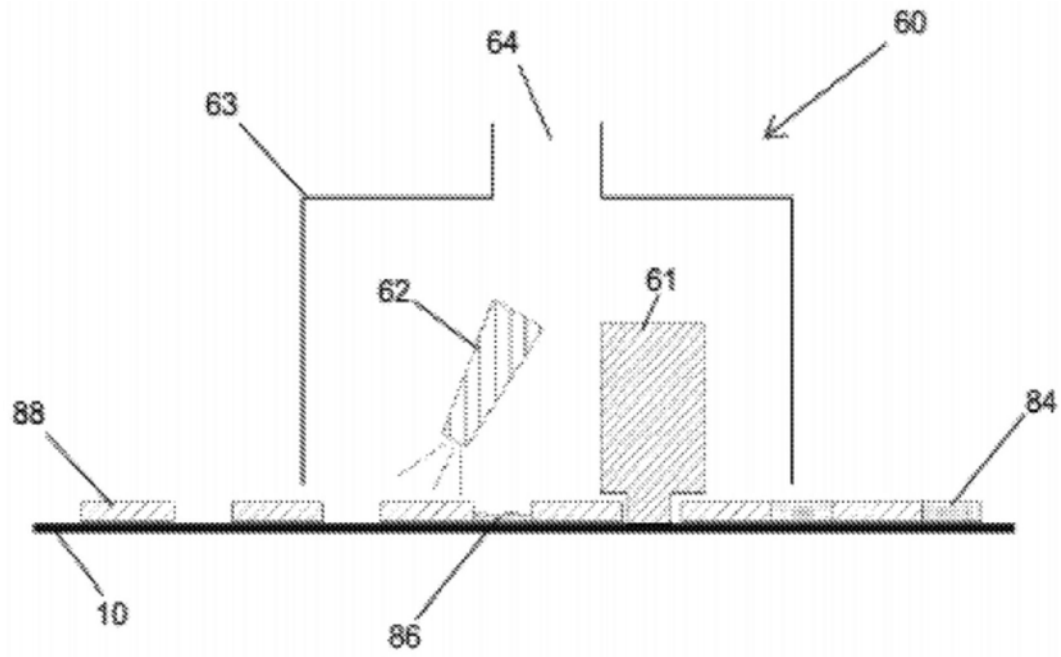


图8

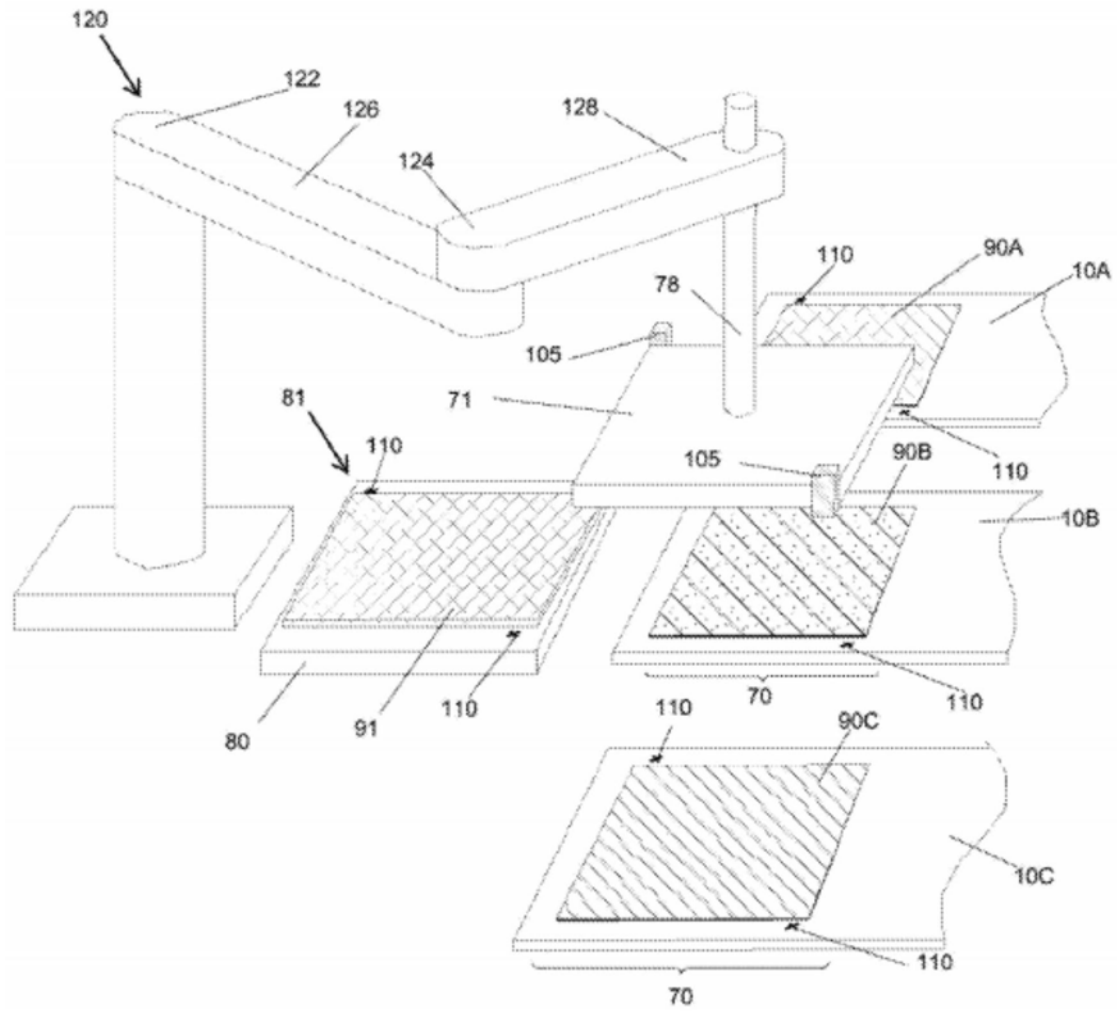


图9

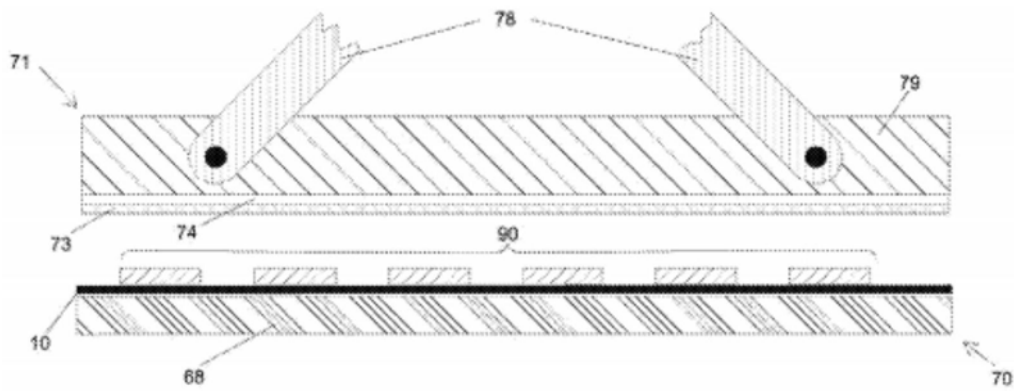


图10

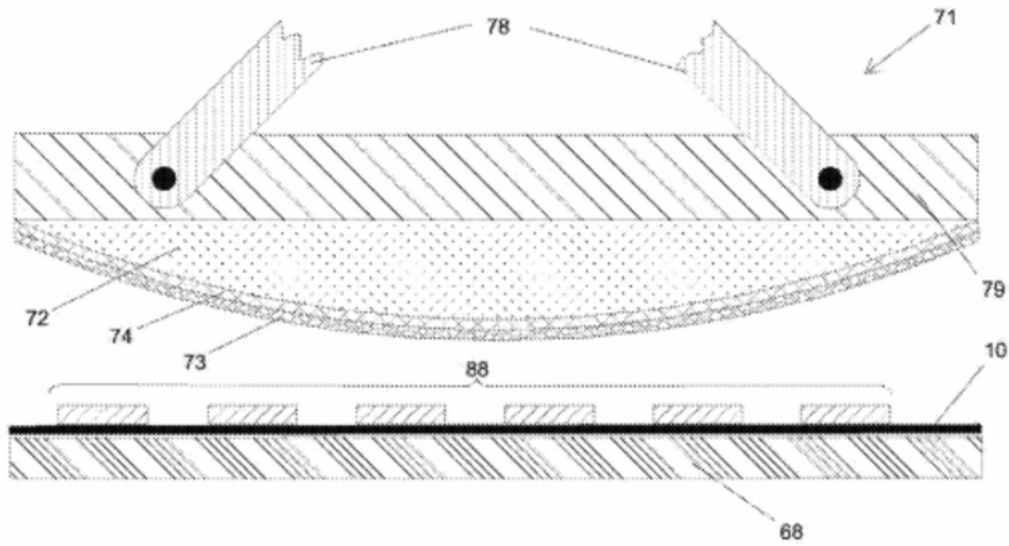


图11

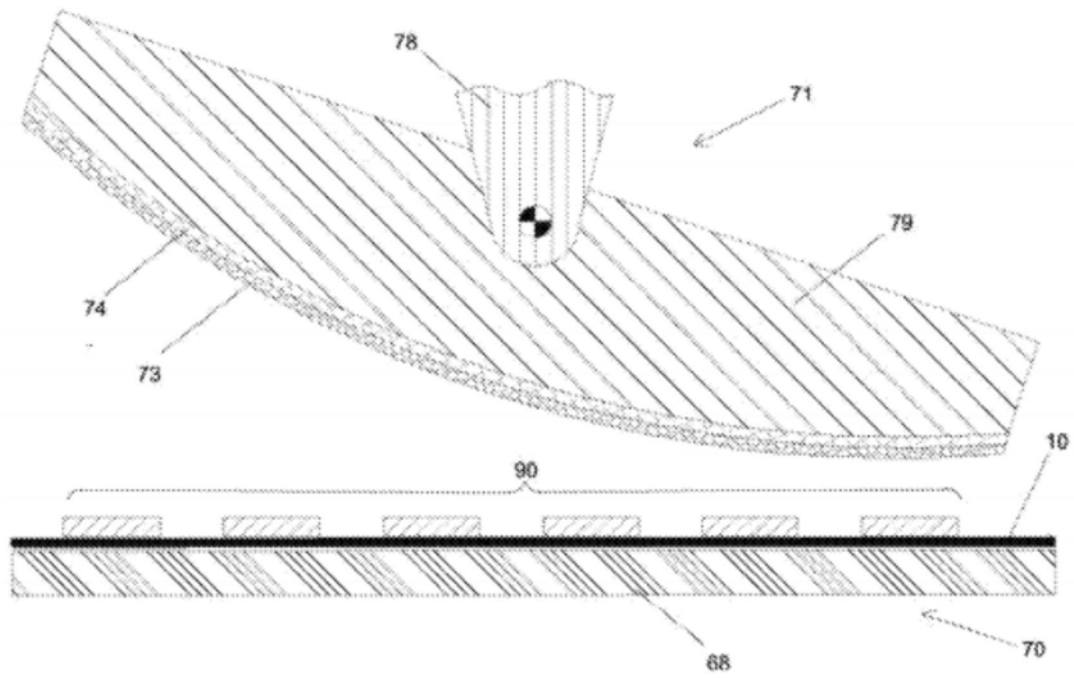


图12