



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117980130 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 03

(21) 申请号 202180098980.1

(22) 申请日 2021.09.29

(30) 优先权数据

17/226,200 2021.04.09 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.12.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/052651 2021.09.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/216312 EN 2022.10.13

(71) 申请人 可瑞特瓦股份有限公司

地址 美国阿拉巴马州

(72) 发明人 T·赖特 E·林德 R·赫斯克特

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 张会华 岳红杰

(51) Int.Cl.

B29C 64/118 (2006.01)

B29C 64/393 (2006.01)

B29C 64/364 (2006.01)

B29C 64/295 (2006.01)

B29C 64/245 (2006.01)

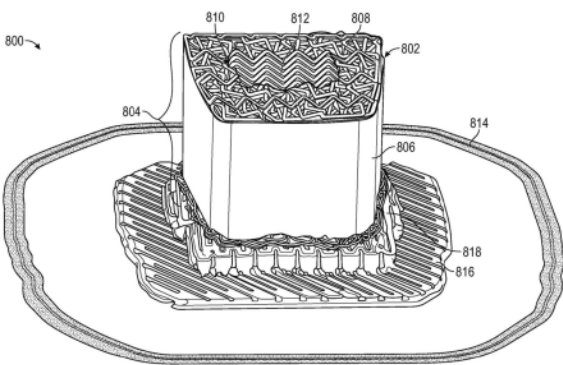
权利要求书2页 说明书35页 附图22页

(54) 发明名称

制造医疗植入物的系统和方法

(57) 摘要

用于使用打印装置形成医疗植入物的系统和方法。打印装置包括具有被加热的喷嘴的打印头、用于在其上接纳被打印的材料的被加热的构建板、以及具有有源加热器的反射板。用于形成医疗装置的方法包括通过连续沉积来挤出打印材料以形成具有晶格状结构的多孔对象。诸如脊椎植入物的医疗装置可以具有互连的孔和不同的分区,每个分区具有不同的孔隙率,以促使其中的骨生长。被打印的医疗植入物可以被设计为患者专用的、定制的和按需打印的。



1. 一种用于制造医疗植入物的方法,所述方法包括:
提供用于打印所述医疗植入物的第一材料;
提供打印装置,包括:
打印装置包括:
壳体,其形成被包围的空间;
打印头,其包括用于挤出所述第一材料的被加热的喷嘴;
平面的被加热的构建板,其具有顶表面,所述顶表面用于在其上接纳所述第一材料;
包括有源加热元件的反射板,所述反射板定位成邻近所述被加热的喷嘴,所述反射板具有被构造为朝向所述构建板反射热的底表面,
其中所述反射板、所述构建板和所述喷嘴全都被构造为在形成所述医疗装置的过程中将所述第一材料维持在预定温度;
在Z平面中竖直地移动所述打印头和所述反射板;以及
在X平面和Y平面中水平地移动所述构建板。
2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
向所述构建板提供热,以将所述第一材料维持在所述预定温度。
3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
激活所述反射板中的所述加热元件,以将所述第一材料维持在所述预定温度。
4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述打印装置还包括至少一个温度传感器,所述方法还包括:
感测所述壳体中的至少一个位置的温度,以将所述第一材料维持在所述预定温度。
5. 一种用于打印医疗装置的系统,包括:
打印材料,其用于形成所述医疗装置;以及
打印装置,包括:
壳体,其形成被包围的空间;
打印头,其包括用于挤出所述打印材料的被加热的喷嘴;
平面的被加热的构建板,具有顶表面,所述顶表面用于在其上接纳所述打印材料;以及
包括有源加热元件的反射板,所述反射板定位成邻近所述被加热的喷嘴,所述反射板具有被构造为朝向所述构建板反射热的底表面,
其中所述反射板、所述构建板和所述喷嘴全都被构造为在形成所述医疗装置的过程中将所述打印材料维持在预定温度。
6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述构建板包括:
顶部构建层,其包括所述顶表面;
顶部框架层,其位于所述顶部构建层下方;
包括电阻加热器的加热层,所述加热层位于所述顶部框架层下方;
隔热层,其位于所述加热层下方;以及
底部框架层。
7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述顶部构建层包括聚醚酰亚胺(PEI)或聚醚醚酮(PEEK),所述隔热层包括云母或陶瓷,并且所述底部框架层和所述顶部框架层中的至少一者包括铝。

8. 一种用于由第一材料形成外科植入物的装置, 包括:
壳体, 其形成被包围的空间;
打印头, 其包括用于挤出所述第一材料的被加热的喷嘴;
平面的被加热的构建板, 其具有顶表面, 所述顶表面用于在其上接纳所述第一材料; 以及
包括有源加热元件的反射板, 所述反射板定位成邻近所述被加热的喷嘴, 所述反射板具有被构造为朝向所述构建板反射热的底表面,
其中所述反射板、所述被加热的构建板和所述被加热的喷嘴全都被构造为在形成所述外科植入物的过程中将所述第一材料维持在预定温度。
9. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述被加热的构建板包括:
顶部构建层, 其包括所述顶表面;
顶部框架层, 其位于所述顶部构建层下方;
包括电阻加热器的加热层, 所述加热层位于所述顶部框架层下方;
隔热层, 其位于所述加热层下方; 以及
底部框架层。
10. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括处在所述加热层和所述顶部框架层之间的中间层, 其中所述中间层有助于散热。
11. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述顶部构建层包括聚醚酰亚胺 (PEI)、聚醚醚酮 (PEEK)、聚芳醚酮 (PAEK)、聚醚酮酮 (PEKK)、其它热塑性聚合物、玻璃、铝、不锈钢、其它金属合金或上述材料的组合。
12. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述隔热层包括云母或陶瓷。
13. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述底部框架层和所述顶部框架层中的至少一者包括铝。
14. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括所述被包围的空间内的至少一个红外加热器, 所述红外加热器被构造为在打印期间将热导向所述外科植入物。
15. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括至少一个温度传感器。
16. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括在所述顶部构建层和所述顶部框架层中的多个开口, 其中所述多个开口被构造为在其中接纳机械联接件并有助于散热。
17. 根据权利要求9所述的装置, 其特征在于, 所述装置还包括:
包括处理器的控制系统, 所述控制系统被构造为接收用于形成所述外科植入物的定制设计参数。
18. 根据权利要求17所述的装置, 其特征在于, 所述设计参数包括尺寸、形状和孔隙率。
19. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述第一材料是热塑性聚合物, 并且所述预定温度接近所述聚合物的玻璃化转变温度。
20. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 所述壳体的至少一个内表面包括隔热材料。

制造医疗植入物的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及用于打印诸如医疗植入物的定制对象的方法、系统和打印装置。更具体地,本发明的实施方式涉及用于形成聚合物材料的外科植入物的方法、系统和打印装置。

背景技术

[0002] 所需要的是用于制造聚合物材料的医疗植入物的工艺,该工艺至少允许定制医疗植入物的尺寸、形状和孔隙率。

[0003] 本发明说明了用于制造诸如脊椎植入物或其它医疗植入物的外科装置的改进的方法和系统。

[0004] 本发明说明了用于三维打印的打印装置,其可被编程以创建定制的医疗装置。打印装置被构造为允许打印材料是聚合物材料,诸如聚芳醚酮(PAEK),或者更具体地为聚醚醚酮(PEEK)。

[0005] 现有的打印装置无法在整个打印工艺期间恰当地将打印材料维持在最佳温度来确保最终被打印的装置的每一层都完整地附接至另一层。

[0006] 在一个实施方式中,最终被打印的对象可以是诸如脊椎植入物的医疗植入物。脊椎由从颅骨延伸到髋的二十四块脊椎骨构成。软组织盘布置在邻近的脊椎骨之间。此外,脊椎包围并保护脊髓,在脊髓周围限定骨通道(被称为椎管)。通常在椎管的边界和脊髓之间存在空间,使得脊髓和与其相关联的神经不被夹住。

[0007] 随着时间的推移,椎管周围的韧带和骨会增厚和硬化,导致椎管变窄并压迫脊髓或神经根。这种情况被称为椎管狭窄,其会导致背部和腿部的疼痛和麻木、虚弱和/或失去平衡。这些症状通常在行走或站立一段时间后加重。

[0008] 有许多非手术治疗椎管狭窄的方法。其中包括减少肿胀和疼痛的非甾体抗炎药以及减少肿胀和治疗剧烈疼痛的皮质类固醇注射剂。虽然一些患者可能会通过这种治疗缓解椎管狭窄的症状,但许多患者并未得到缓解并因此转向手术治疗。治疗椎管狭窄最常见的外科手术是减压椎板切除术(decompressive laminectomy),其涉及移除部分脊椎骨。该手术的目的是通过增加椎管的面积来减轻脊髓和神经上的压力。

[0009] 棘突间减压(IPD)是一种治疗椎管狭窄的微创外科手术。在IPD手术的情况下,没有移除骨或软组织。替代地,植入物或间隔装置被定位在脊髓或神经后面以及从下背部的脊椎骨突出的棘突之间。

[0010] 现有的医疗植入物具有有限的用于促使骨生长的孔隙率。已知的植入物可能仅在其外表面上具有表面孔隙率,或者在限定的层中具有离散的开口。本发明通过创建在整个内部结构中多孔的植入物来提供对现有技术的植入物装置的改进。植入物可以具有晶格型结构,其允许实现在整个装置中延伸的互连的孔。这将有利地改进植入物与身体的融合,并促使其中的骨生长。

发明内容

[0011] 本发明的实施方式通过提供下述系统和方法来解决上述问题,该系统和方法使用具有多个被加热的元件的打印装置来打印诸如外科植入物的定制对象,这些被加热的元件被构造为在整个打印工艺期间将打印材料维持在预定的温度。

[0012] 根据本发明的实施方式的植入物的构造还允许将植入物定制成具有孔隙率不同的多个不同部分。

[0013] 本发明的第一实施方式涉及一种用于由第一材料形成外科植入物的打印装置,包括:形成被包围的空间的壳体;打印头,包括用于挤出第一材料的被加热的喷嘴;平面的被加热的构建板(build plate),具有用于在其上接纳第一材料的顶表面;反射板,包括有源加热元件。反射板位于被加热的喷嘴附近,并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射板、被加热的构建板和被加热的喷嘴全都被构造为在形成外科植入物的过程中将第一材料维持在预定的温度下。

[0014] 本发明的另一实施方式涉及一种使用打印装置创建医疗植入物的方法,该方法包括:提供用于打印医疗植入物的第一材料;提供打印装置;在Z平面中竖直地移动打印头和反射板;以及在X平面和Y平面中水平地移动构建板。该打印装置包括:形成被包围的空间的壳体;打印头,包括用于挤出第一材料的被加热的喷嘴;平面的被加热的构建板,具有用于在其上接纳第一材料的顶表面;以及包括有源加热元件的反射板。反射板位于被加热的喷嘴附近,并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射板、构建板和喷嘴全都被构造为在形成医疗装置的过程中将第一材料维持在预定的温度下。

[0015] 本发明的另一实施方式涉及一种用于3D打印医疗装置的系统,包括:用于形成医疗装置的打印材料;以及打印装置。该打印装置包括:形成被包围的空间的壳体;打印头,包括用于挤出打印材料的被加热的喷嘴;平面的被加热的构建板,具有用于在其上接纳打印材料的顶表面;反射板,包括有源加热元件。反射板位于被加热的喷嘴附近,并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射板、构建板和喷嘴全都被构造为在形成医疗装置的过程中将打印材料维持在预定的温度下。

[0016] 本发明的又一实施方式涉及一个或多个储存计算机可执行指令的非瞬态计算机可读介质,当由处理器执行时,所述计算机可执行指令执行三维打印医疗植入物的方法,该方法包括:至少部分地基于特定患者的解剖结构来选择植入物的定制的最终形状;选择用于植入物的第一分区的第一孔隙率并选择用于植入物的第二分区的第二孔隙率;向打印装置的喷嘴提供打印材料;将打印材料至少加热至玻璃化转变温度;以及通过喷嘴将多层打印材料施予到构建板上以形成植入物。

[0017] 本发明的另一实施方式涉及一种用于打印医疗植入物的方法,包括:提供打印材料和包括喷嘴的打印装置;选择植入物的最终形状、尺寸和构造;选择用于植入物的第一分区的第一孔隙率;选择用于植入物的第二分区的第二孔隙率;控制打印材料从喷嘴到构建板上的施予速率;通过至少一个温度传感器监测打印装置的至少一部分的温度;以及调整打印机装置的至少一个元件的温度,以在整个打印过程期间将植入物维持在预定的温度下。

[0018] 本发明的另一实施方式涉及一种通过连续沉积来形成多孔外科装置的方法,包括:提供打印材料;通过喷嘴头挤出打印材料;在Z平面内竖直地移动喷嘴头;在构建板的顶

表面上接纳打印材料；在X平面和Y平面中水平地移动构建板；以及在构建板上沉积多层打印材料以形成外科装置。沉积多层打印材料进一步包括：a) 在构建板上沉积第一层；b) 将基本上连续的图案旋转约 36° ；以及c) 在第一层的顶部上沉积第二层；以及重复步骤a、b和c，直到形成预定数量的层为止。

[0019] 本发明的另一实施方式涉及一种选择性多孔可定制医疗植入物，该植入物通过打印机进行熔丝制造 (FFF) 的工艺制成，包括：具有第一孔隙率的至少第一分区；具有第二孔隙率的至少第二分区，其中第一分区的孔大于第二分区的孔。第一分区可以包括具有互连的孔的晶格结构。植入物可以由聚合物、诸如聚醚醚酮 (PEEK) 制成。植入物还可以包括延伸到孔中的羟基磷灰石的涂层。

[0020] 本发明的另一实施方式涉及一种通过聚合物单丝打印工艺形成的脊椎植入物，包括：顶表面、底表面、周部外表面、和中央开口；以及具有多个互连的孔的多孔区段。多孔区段在顶表面上具有多个第一开口，在底表面上具有多个第二开口。植入物形状和孔尺寸是可选择的，以用于为特定患者定制植入物。

[0021] 提供本发明内容是为了以简化的形式介绍一些构思，这些构思将在下文的详细描述中进一步进行说明。本发明内容不旨在辨识所要求保护的主题的关键特征或基本特征，也不旨在用于限制所要求保护主题的范围。本发明的其它方面和优点将从以下实施方式和附图的详细描述中显而易见。

附图说明

[0022] 下面参考附图对本发明的实施方式详细说明，其中：

[0023] 图1A是本发明的打印装置的第一实施方式的外观的立体图；

[0024] 图1B是打印装置的第一实施方式的内部的示意图；

[0025] 图2A是处于被组装的状态下的构建板的第一实施方式的立体图。

[0026] 图2B是构建板的第一实施方式的分解图；

[0027] 图3A是本发明的处于被组装的状态下的上部组件的第一实施方式的立体图；

[0028] 图3B是上部组件的第一实施方式的分解图；

[0029] 图4是本发明的打印头的实施方式的截面图；

[0030] 图5是本发明的打印单元的内部的立体图；

[0031] 图6是本发明的材料壳体 and 打印材料的立体图；

[0032] 图7描绘了用于本发明的某些实施方式的示例性的硬件平台；

[0033] 图8A是可以由本发明的打印装置打印的被打印的对象的实施方式的立体图；

[0034] 图8B是被打印的对象的示例性实施方式的第一层的立体图；

[0035] 图8C是被沉积在图8B的实施方式的第一层上的第二层的立体图；

[0036] 图8D是可以由本发明的打印装置打印的医疗植入物的示例性实施方式的立体图；

[0037] 图8E是图8D的医疗植入物的示例性实施方式的截面图；

[0038] 图9是示出使用本发明的打印装置的方法的示例性流程图；

[0039] 图10是可以由本发明的打印装置打印的用于前颈部椎体间融合 (ACIF) 术的示例性前颈部椎间笼 (cage) 的立体图；

[0040] 图11是可以通过本发明的打印装置打印的用于后腰部椎体间融合 (PLIF) 术的示例性腰椎笼的立体图;

[0041] 图12是可以通过本发明的打印装置打印的用于经椎间孔腰椎椎间融合 (TLIF) 术的示例性腰椎笼的立体图;和

[0042] 图13A至图13E是可以通过本发明的打印装置打印的附加的医疗植入物的示例性实施方式。

[0043] 附图并不将本发明限制于本文公开和说明的特定实施方式。附图不一定是按比例绘制的,而是强调清楚地图示本发明的原理。

具体实施方式

[0044] 以下详细说明参考了附图,附图示出了在其中可以实践本发明的特定实施方式。实施方式旨在充分详细地说明本发明的方面,以使本领域技术人员能够实践本发明。在不脱离本发明的范围的情况下可以采用其它实施方式并且可以对其进行改变。因此,以下详细说明不具有限制意义。本发明的范围仅由所附权利要求以及这些权利要求所享有权利的等同物的全部范围限定。

[0045] 在本说明书中,提到“一种实施方式”、“一个实施方式”或“多个实施方式”意味着所提及的一个或多个特征被包括在该技术的至少一个实施方式中。在本说明书中单独提到“一种实施方式”、“一个实施方式”或“多个实施方式”不一定是指同一实施方式,而且也并不相互排斥,除非如此声明和/或除非本领域技术人员将从说明书中明确地得知。例如,在一种实施方式中说明的特征、结构、动作等也可以但并不一定被包括在其它实施方式中。因此,该技术可以包括本文所说明的实施方式的各種组合和/或集成。

[0046] 图1A至图1B示出了打印装置10的一种实施方式。打印装置10可以是三维打印机或增材制造 (additive manufacturing) 打印机,其被构造为由打印材料形成被打印的对象800。在一些实施方式中,打印装置10可用于使用增材制造的任何已知或尚未被发现的方法来制造对象800,所述方法包括但不限于增材制造的喷墨、材料挤出、光聚合、粉末床、夹层、粉末供给或线材方法。在一些实施方式中,打印装置10是熔丝制造 (FFF) 打印机。在一些实施方式中,向打印装置10供应打印材料,诸如PAEK、PEEK、聚醚酮酮 (PEKK) 和/或其它高性能塑料及其组合。附加的打印材料包括丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS)、聚乳酸 (PLA)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚对苯二甲酸三亚甲基酯 (PETT)、尼龙丝、聚乙烯醇 (PVA)、砂岩丝及其组合。打印材料可以以多种形式被供应至打印装置10。在一种实施方式中,打印材料以丝的形式被供应。

[0047] 图1A示出了包括壳体单元12的打印装置10的外观。壳体单元12可以包括用于支撑和包围打印装置10的部件的框架14。在一些实施方式中,框架14通常可以被设计为矩形的壳体单元,然而应当理解,框架14可以被设计成任何几何形状或设计、诸如筒形的或正方形的。此外,框架14的尺寸同样可以根据实施方式而变化,并且例如可以基于最终被打印的对象的尺寸来构造。例如,在一些实施方式中,框架14可以包括以下尺寸:约25英寸至约45英寸的长度;约18英寸至38英寸的宽度;以及约33英寸至53英寸的高度。框架14可以由任何合适的材料构成,包括但不限于诸如铝、镁、钛、不锈钢的金属合金或其它已知的结构框架材料。

[0048] 在一些实施方式中, 框架14可在其上支撑至少一个面板16。在一些实施方式中, 可以设置多个面板16以形成用于保护打印对象800的外壳。例如, 面板16可以形成立方体状的外壳, 如图5所示。面板16可以提供部分或完全封闭的框架设计, 以有助于维持壳体单元12内部的期望温度。部分或完全封闭的框架设计还可以防止用户在操作期间接触打印装置10的内部。

[0049] 面板16可以由任何合适的材料构成, 包括但不限于诸如铝、镁、钛、不锈钢的金属合金或其它已知的材料。在一些实施方式中, 面板16可以由至少一种具有隔热特性的材料形成, 以有助于在操作期间维持壳体单元12内部的期望温度。在一些实施方式中, 面板16的至少一个内表面可以包括隔热材料18。在一些实施方式中, 隔热材料18可以作为衬里或附加层被施加, 可以被制造成面板16, 或者可以作为涂层被涂布在面板16的表面上。在一些实施方式中, 面板16可以由具有固有的隔热特性的材料制造而成, 或者可以在制造过程期间添加这种材料。

[0050] 在一些实施方式中, 框架14还可以包括至少一个用于访问壳体单元12的内部的手段, 诸如一扇或多扇门20或舱口。在一些实施方式中, 门20构造有把手并且在铰接部上旋转。在一些实施方式中, 一扇或两扇门20还可以包括用于在打印装置10的操作期间查看壳体单元12的内部的观察口22或窗口。观察口22可以由任何合适的透明或半透明材料构成, 并且例如可以是夹层安全玻璃。在一些实施方式中, 观察口22可以位于被支撑在框架14上的面板16中的一个面板上。在一些实施方式中, 可以设有位于门20、面板16或其任意组合上的多个观察口22。打印装置10还可以具有安全关闭开关24, 该安全关闭开关可以位于前面板上。打印装置10还可以具有用于在打印装置10操作时锁住门20的钥匙锁26。在一些实施方式中, 打印装置10自动地锁住门20以防止用户在打印期间打开室。

[0051] 如图1A进一步所示, 打印装置10可以包括通信联接至打印装置10的控制系统50。控制系统50可以包括处理器, 如本文更详细描述的那样, 处理器可以被构造为在操作之前和/或操作期间从用户接收定制设计参数以控制打印装置10。控制系统50还可以包括显示器52。显示器52可以提供用于输入指令的界面、诸如触摸屏界面。显示器52还可以在操作之前、期间和之后向用户提供关于打印装置10的任何信息。例如, 显示器可以提供操作前、操作后、诊断测试和/或故障排除所需的信息。附加的计算机702可以被连接至打印装置10。计算机702可以允许用户输入附加的指令, 并且被构造为与控制系统50交互。

[0052] 图1B示出了壳体单元12内部的示意图, 示出了打印装置10的附加的部件。应当注意, 为了更好地看到其它内部的部件, 在该视图中未示出面板16。在一些实施方式中, 打印装置10可以包括构建板100、打印头200和反射器单元300。如图1B所示, 框架14支撑上部组件201和下部组件260。下部组件260包括用于在其上接纳构建板100的支撑结构262。上部组件201包括用于在其上接纳打印头200和反射器单元300的支撑结构278。在一些实施方式中, 构建板100可以被定位在打印头200和反射器单元300的下方。构建板100被构造为在其上接纳打印材料400以形成对象800。

[0053] 图2A至图2B示出了构建板100的一个实施方式。图2A示出了处于被组装的状态下的构建板100的立体图, 而图2B为分解图。在一种实施方式中, 构建板100可以被设计成大致矩形的形状和构造。然而在其它实施方式中, 构建板100可以被设计成任何几何形状, 并且例如可以是圆形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何其它多边形的几何形状或设计。此

外应当理解,构建板100的尺寸和形状也可以根据实施方式和期望的用途而变化。然而,构建板100通常可以被设计为使得其大于待打印的对象800的期望尺寸。因此,整个被打印的对象800都可以被接纳在构建板100的内周部内。

[0054] 参考图2B,在一些实施方式中,构建板100可以包括多个层。在一些实施方式中,构建板100包括平坦且平面的设计。在一些实施方式中,构建板100的多个层中的每一层都可以包括大致平坦且平面的形状和设计。备选地,在一些实施方式中,多个层中的每一层都可以包括其它形状和设计,并且例如可以包括弯曲的、凹形的或凸形的设计。在一种实施方式中,如图2B所示,构建板100可以包括底部框架层102、至少一个隔热层104、至少一个加热层106、至少一个中间层108、顶部框架层109和顶部构建层110。应当理解,在一些实施方式中,构建板100可以包括更多或更少的层。

[0055] 在一种实施方式中,底部框架层102可以由铝构成。在替选的实施方式中,底部框架层102可以由其它材料构成,诸如不锈钢、钛或其它合适的材料及其组合。在一些实施方式中,底部框架层102的上表面可以包括凹部112或形成的凹痕,被构造为使得构建板100的至少一个其它层可以被布置在凹部112上并搁置在凹部112中。底部框架层102可以包括一个或多个开口105,用于在其中接纳紧固件以将构建板的层锚固在一起。具体地,开口105可以接纳用于将底部框架层102连接到位于顶部框架层109的下侧的相应的开口113的紧固件。备选地,底部框架层102和顶部框架层109可以通过诸如机械紧固件或粘接剂的任何已知的手段连接在一起。底部框架层102还可以包括一个或多个开口103,用于在其中接纳用于将构建板100连接到下部组件260的连接件130,如下文进一步讨论的那样。

[0056] 在一些实施方式中,构建板100可以包括一个或多个隔热层104。隔热层104可以充当构建板100中的热中断部,限制、减少或消除由构建板100产生的热向不期望位置的迁移。在一种实施方式中,构建板100包括被定位在底部框架层102上方并邻近底部框架层102的隔热层104。在一种实施方式中,隔热层104可以是平面的,并且大致被构造为与凹部112相同的形状,使得其完全被接纳在凹部112内。在一种实施方式中,隔热层104具有约0.2英寸至约0.3英寸的厚度。在一些实施方式中,隔热层104可以具有在从约0.1英寸至约0.75英寸的范围内的厚度。应当理解,在一些实施方式中,隔热层104可以由单一材料、合金或聚合物构成。在替选的实施方式中,隔热层104可以由多种材料、合金或聚合物的混合物构成。隔热层104可以由具有不同隔热特性的各种不同的材料、合金或聚合物构成。例如,在一种实施方式中,隔热层104可以至少部分地由云母构成。在一种实施方式中,隔热层104可以至少部分地由陶瓷构成。在一种实施方式中,隔热层104可以至少部分地由PEEK、PAEK或PEKK构成。

[0057] 备选地,在一些实施方式中,隔热层104可以包括以间隔开的方式定位在凹部112中的多个有区分的单元。多个单元可以被设计为任何几何形状,并且例如可以是圆弧形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何其它多边形的形状。在一些实施方式中,多个单元的形状是圆弧形的和圆形的。多个单元可以具有任何期望的厚度、诸如约0.25英寸。备选地,在一些实施方式中,多个单元的厚度可以是0.1英寸至0.75英寸厚。单元的数量可以根据实施方式而变化,并且可以由任何数量的期望单元构成。在一些实施方式中,隔热层104可以包括五个隔热单元。

[0058] 在一些实施方式中,构建板100还可以包括至少一个加热层106。在一种实施方式中,加热层106可以被定位在隔热层104上方并邻近隔热层104,并且在一些实施方式中可以

贴靠在隔热层104的顶表面。加热层106可以包括可选择性操作的和/或可编程的加热元件114,用于在操作期间产生热并维持构建板100的顶部构建层110的预定温度。在一些实施方式中,加热层106可以是诸如硅树脂、铝、钛、铂或其它具有导电特性的金属合金的材料的能够产生热的固体层。在一些实施方式中,加热层106可以被联接至能够将电流传递至加热层106的布线、线缆、线圈或其它导电回路116。导电回路116可以将电从诸如电池或标准电源插座的外部源传递至加热层106以产生热。在一些实施方式中,加热元件114和/或导电回路116可以通信地联接至控制系统50。控制系统50可以被编程和/或构造为接收来自用户的指令,以在操作期间根据需要增加和/或减少由加热元件114产生的热。

[0059] 在一些实施方式中,构建板100还可以包括至少一个中间层108。在一些实施方式中,中间层108可以被定位在加热层106上方并邻近加热层106。在一些实施方式中,中间层108可以被布置在加热层106的顶表面上方并搁置在加热层106的顶表面上。中间层108可以被设计成任何几何设计或形状,诸如圆形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何其它多边形的形状。在一些实施方式中,中间层108通常可以包括与构建板100相同的形状。中间层108的尺寸还可以根据实施方式而变化。在一些实施方式中,中间层108将具有使得其可以与隔热层104和加热层106一起被布置在凹部112内的尺寸。

[0060] 在一些实施方式中,中间层108可以充当扩散器,以均匀和平均的方式分配由加热层106产生的热。在一些实施方式中,中间层108可以有助于防止、减少或消除任何集中的热袋区(pocket)或热点。中间层108用于在其整个表面上消散热点。热点的消散可以有助于形成均匀的热分配,这在构建板100的顶表面上创建用于打印对象800的更优环境。在一种实施方式中,中间层108由不锈钢构成,然而应当理解的是,中间层108可以由具有散热特性的任何合适的材料构成。

[0061] 在一些实施方式中,构建板100还可以包括顶部框架层109。顶部框架层109被直接定位在中间层108上方并且邻近中间层108。顶部框架层109可以由铝、钛、不锈钢或任何其它合适的材料或其组合构成。在一些实施方式中,顶部框架层109与底部框架层102协作以将隔热层104、加热层106和中间层108包围在顶部框架层109与底部框架层102之间。顶部框架层109和底部框架层102可以具有类似的尺寸,使得它们装配在一起。顶部框架层109还可以包括一个或多个开口111,开口111可以与底部框架层102中的一个或多个用于在其中接纳连接件130的开口103对准。在一些实施方式中,开口111和开口103分别位于顶部框架层109和底部框架层102的四个角处。连接件130可以将构建板100锚固至下部组件260,如下文进一步讨论的那样。替选地或附加地,连接件130和开口111还可以用于对顶部构建层109进行精细床调平(fine bed leveling)。

[0062] 在一些实施方式中,顶部框架层109的上表面可以包括用于在其中接纳顶部构建层110的凹部122。因此,顶部框架层109可以具有大于顶部构建层110的长度和宽度。在一些实施方式中,顶部构建层110可以具有大于凹部122的深度的厚度,使得顶部构建层110的上表面从凹部122突出。在一些实施方式中,顶部构建层110和顶部框架层109具有彼此齐平以形成构建板100的上表面的上表面。在一些实施方式中,凹部122包括用于在其中接纳紧固件120的多个孔119。

[0063] 在一些实施方式中,顶部构建层110提供用于在其上接纳被打印的材料以形成被打印的对象800的表面。顶部构建层110可以被设计为任何几何形状或设计,包括但不限于

圆形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何其它多边形的形状。如图2B所示,顶部构建层110可以是基本上矩形的。例如在一些实施方式中,顶部构建层110可以包括约1.5英寸至约4.5英寸的长度,并且还包括约1.5英寸至约4.5英寸的宽度。在一些实施方式中,顶部构建层110包括与顶部框架层109中的孔119协作的多个孔118,以用于在其中接纳紧固件120。在一种实施方式中,紧固件120可以用于将顶部构建层110安固至顶部框架层109。将顶部构建层110安固至顶部框架层109有助于防止顶部构建层110在使用期间翘曲或弯曲。在操作期间维持顶部构建层110的平面结构确保了具有平坦基部的被打印的对象800的可靠性。在替选的实施方式中,顶部构建层110可以通过任何已知的紧固方法被安固至顶部框架层109,所述方法包括但不限于粘接剂或诸如例如钉子、螺栓或夹具的其它机械紧固件。

[0064] 在一些实施方式中,顶部构建层110也可以充当扩散器,以均匀和平均的方式分配由加热层106产生的热。在一些实施方式中,顶部构建层110可以有助于防止、减少或消除任何集中的热袋区或热点。顶部构建层110用于在其整个表面上消散热点。热点的消散可以有助于形成均匀的热分配,这在构建板100的顶表面上创建用于打印对象800的更优环境。在一种实施方式中,顶部构建层110由不锈钢构成,然而应当理解,顶部构建层110可以由具有散热特性的任何合适的材料构成。

[0065] 在一些实施方式中,顶部构建层110可以至少部分地由聚醚酰亚胺(PEI)、PEEK、PAEK、PEKK、Ultem™、或其它热塑性聚合物或其任何组合构成。在一些实施方式中,顶部构建层110可以部分或全部地由玻璃、铝、不锈钢或其它金属合金或其组合构成。在一些实施方式中,顶部构建层110可以具有约0.25英寸的厚度。在一些实施方式中,顶部构建层110的厚度可以为约0.1英寸至约0.75英寸。

[0066] 如上文所讨论地,在一些实施方式中,顶部构建层110可以在其顶表面中包括多个孔118或空隙空间。孔118的数量和布置方式可以根据实施方式而变化。在一些实施方式中,孔118的数量和布置方式可以对应于顶部框架层109中的孔119的数量和布置方式。孔118可以在构造期间被机加工或制造到顶部构建层110中,或者替选地,可以在构造之后被布置在顶部构建层110中。在一些实施方式中,孔118可以选择性地被定位成预定数量的行和/或列。在一些实施方式中,孔118可以被随机布置,而不需要预定选择布置方式。在一些实施方式中,孔118可以是贯穿孔,其完全延伸穿过顶部构建层110从而在顶部构建层110中创建连续的开口。替选地,在一些实施方式中,一个或多个孔118可以部分地被限定到顶部构建层110中,并且在尚未创建完全穿过顶部构建层110的连续开口的情况下停止。在一些实施方式中,顶部构建层110可以包括贯穿孔118和非贯穿孔118的组合。

[0067] 在一些实施方式中,当加热层106产生的热开始在构建板100的z平面中向上移动并到达顶部构建层110时,孔118可以有助于遍及顶部构建层110的整个表面地分配热。在一些实施方式中,当热到达顶部构建层110时,孔118也可以有助于消散热。如下面更详细地说明的那样,打印装置10还可以包括附加的热源,并且在一些实施方式中,附加的热源可以位于顶部构建层的轴向上方。除了分配和消散从下部加热层106引导的热之外,顶部构建层110还可以以类似的方式分配和消散来自上方的附加热源的热。热的分配或消散可以帮助防止、减少或消除顶部构建层110上的热点或散热器的积聚。热点和散热器的减少或消除在操作期间可以是有益的,因为其可能导致顶部构建层110和/或最终的被打印的对象800的翘曲或变形。在一些实施方式中,顶部构建层110可以包括热膨胀材料,该热膨胀材料随着

壳体单元12内的温度升高而膨胀。在这种实施方式中,孔118可以有助于为材料膨胀提供空间或间隙,从而防止和/或减少顶部构建层110的翘曲。

[0068] 在一些实施方式中,由孔118创建的空隙空间中的至少一些可以填充有兼容元件。在一些实施方式中,一个或多个孔118可以在其中接纳诸如螺钉、钉子、胶或环氧树脂的机械紧固件120或其它合适的紧固件。在一些实施方式中,紧固件120可以由铝、钛、不锈钢、或其它金属合金构成。在一些实施方式中,紧固件120可以由热塑性聚合物构成。在一些实施方式中,紧固件120可以由能够在打印装置10能够实现的最高温度范围内维持形式和形状的任何已知或尚未发现的材料构成。紧固件120可以有助于增加顶部构建层110的热分配或散热特性。例如,紧固件120可以有助于遍及顶部构建层110的表面地分配或消散由加热层106产生的热。

[0069] 在一些实施方式中,紧固件120可以用于将顶部构建层110机械联接至构建板100的多个层中的至少一个层、诸如顶部框架层109。替选地,在一些实施方式中,构建板100的多个层中的每一层可以通过使用诸如螺钉、螺栓或环氧树脂的机械紧固件安固在一起。

[0070] 例如,如图2B所示,在一些实施方式中,底部框架层102可以形成构建板100的底部。隔热层104可以被定位在凹部112内。加热层106然后可以被布置在凹部112内,邻近隔热层104并在隔热层104的顶部上。然后,中间层108可以被定位在凹部112内,邻近加热层106并在加热层106的顶部上。顶部框架层109然后可以被布置在底部框架层102的顶部上,用作隔热层104、加热层106和中间层108的外壳。然后可以使用机械紧固件、粘接剂或其它紧固方法将顶部框架层109和底部框架层102联接或安固在一起。如上文所讨论地,顶部构建层110可以被定位在顶部框架层109的凹部122内并被锚固在其中。

[0071] 在一些实施方式中,构建板100还可以包括至少一个可选或附加的冷却装置(未示出),以有助于调节构建板100的温度。在一些实施方式中,冷却装置可以位于构建板100内部。在一些实施方式中,打印装置10可以包括位于构建板100外部的附加冷却装置。冷却装置可以被构造为用于冷却硬件或零件的任何已知的系统或装置,并且可以被构造为风扇、挡板、水冷装置或任何其它已知的冷却装置或系统。在一些实施方式中,可以设有多个用于冷却被加热的构建板100的冷却装置。

[0072] 在一些实施方式中,构建板100可以在z平面中被定位在打印头200下方,并提供用于在其上接收打印材料的打印表面。在一些实施方式中,打印材料可以被直接打印到顶部构建层110上。在一些实施方式中,由加热层106产生的热可以向上传递穿过构建板100并到达顶部构建层110,热于是可以分配在顶部构建层110的顶表面上。这种热的分配可以减少、防止或消除可以导致被打印的对象800和/或顶部构建层110的翘曲的散热器或热点的存在。

[0073] 在一些实施方式中,被加热的构建板100可以有助于提高被打印的对象800的品质。对于许多打印丝和材料而言,如果材料在被施予后冷却得太快,则可能存在材料结晶的趋势。因此,当打印材料位于打印表面、诸如顶部构建层110上时,维持打印材料的温度是有利的。在一些实施方式中,从加热层106产生的热可以向上传递穿过z平面直至到达顶部构建层110。一旦到达顶部构建层110,热就可以消散或以其它方式被分配在整个顶部构建层110上。从加热层106产生并在顶部构建层110中消散的热可以对被打印的对象产生加热效果,从而防止或减少被打印的对象800的结晶。

[0074] 在一些实施方式中,构建板100可以被构造为在z平面中可操作地和选择性地移动。下部组件260包括用于在其上接纳构建板100的支撑结构262。在一些实施方式中,构建板100可以经由连接件130被安固至支撑结构262,从而连接件130将构建板100锚固至支撑结构262。替选地或附加地,在一些实施方式中,构建板100可以被构造为在x-y平面中移动。在一些实施方式中,如图1B所示,构建板100可以经由支撑结构262被附接至具有马达126的机动化下部传动系124或机械化平台,机动化下部传动系124或机械化平台可以选择性地和可控制地被构造为在z平面和/或x-y平面中移动。在一些实施方式中,机动化下部传动系124可以包括第一下部子组件264和第二下部子组件266。在一些实施方式中,第一下部子组件264可以被构造为在x平面中移动构建板100。在一些实施方式中,第二下部子组件266可以被构造为在y平面中移动构建板100。替选地,在一些实施方式中,第一下部子组件264可以被构造为在y平面中移动构建板100。在一些实施方式中,第二下部子组件266可以被构造为在x平面中移动构建板100。在一些实施方式中,下部传动系124可以通信地联接至控制系统50。控制系统50可以被编程和/或构造为命令下部传动系124在z平面中向上和/或向下移动和/或在x-y平面中侧向地移动。在一些实施方式中,控制系统50可以对用于移动构建板100的手动控制产生响应。在一些实施方式中,可以用机器学习算法和指令对控制系统50进行编程,以响应于某些预定参数来移动构建板100,这些预定参数例如是壳体单元12内部的温度、被打印的对象800的温度和/或在构建板100与打印头200之间的距离。在替选的实施方式中,下部传动系124可以通过非机动手段手动地操作。例如,下部传动系124可以通过机械提升机手动地操作。应当理解,为了在z平面和/或x-y平面中移动构建板100,可以实施许多方法和系统,并且在本发明中可以实施任何合适的方法或系统。

[0075] 图3A至图3B示出了上部组件201的一部分的实施方式。图3A示出了处于被组装的状态的上部组件201的立体图,而图3B示出了其分解图。

[0076] 在一些实施方式中,上部组件201可以被用于加热和施予打印材料、诸如打印丝400。如图1B所示,上部组件201包括支撑结构278,支撑结构278用于在其上接纳打印头200和反射器单元300。上部组件201包括联接板272、支架274和竖直支撑件270。上部组件201还包括可操作地连接至上部传动系280的马达276。在一些实施方式中,联接板272被锚固至支撑结构278,而支架274被锚固至联接板272。支架274在其中接纳竖直支撑件270并锚固至竖直支撑件270。在一些实施方式中,打印头200和反射器单元300被安固至竖直支撑件270。

[0077] 在一些实施方式中,竖直支撑件270可以被联接至上部传动系280,用于选择性地移动竖直支撑件270和被安固至竖直支撑件270的部件。上部传动系280可以被构造为选择性地地在z平面中移动。在一些实施方式中,上部传动系280可以通信地联接至控制系统50。控制系统50可以被编程和/或构造为命令上部传动系280竖直地在z平面中移动。在一些实施方式中,上部传动系280可以附加地或替选地被构造为选择性地地在x-y平面中移动。在一些实施方式中,控制系统50可以对用于移动打印头200和反射器单元300的手动控制产生响应。在一些实施方式中,可以用机器学习算法和指令对控制系统50进行编程,以响应于某些预定参数来移动打印头200,这些预定参数例如是壳体单元12内部的温度、被打印的对象800的温度、或构建板100与打印头200之间的距离。在替选的实施方式中,上部传动系280可以通过非机动手段手动地操作。例如,上部传动系280可以通过机械提升机手动地操作。应当理解,为了在z平面和/或x-y平面中移动打印头200和反射器单元300可以实施许多方法

和系统,并且在本发明中可以实施任何合适的方法或系统。

[0078] 图4示出了打印头200的截面图。在一些实施方式中,打印头200可以由用于加热和施予诸如打印丝400的打印材料的各种部件和零件构成。在一些实施方式中,打印头200可以包括冷却器204、加热器206、至少一个桥接件208和喷嘴210。打印头200还可以包括供给管212,供给管212用于在将打印材料400施予到构建板100上之前将打印材料400供给到打印头200中并使打印材料400穿过打印头200。供给管212可以由诸如铝、钛的金属或任何其它合适的材料构成。在一些实施方式中,供给管212可以大致轴向地延伸。供给管212可以包括入口214,入口214用于接收固体处置材料的被向前驱动的打印丝400。供给管212还可以包括被定位在入口214下游的出口216。中空的内部通道218可以将入口214与出口216连接。内部通道218可以包括上游部分220和下游部分222。在一些实施方式中,供给管212可以具有涂覆有降低粘附力的物质的内表面,以防止打印材料400粘附到该内表面。例如,供给管212的内表面可以涂覆有无电镀镍、无电镀镍-硼复合物、二硫化钨、二硫化钼、氮化硼、类金刚石碳或任何其它合适的材料、或其组合。

[0079] 在一些实施方式中,加热器206可以与下游部分222热联接。加热器206可以用于在打印丝400穿过供给管212并到达下游部分222时加热打印丝400。加热器206可以包括加热元件224,加热元件224可以被选择性地控制以加热打印丝400。在一些实施方式中,加热元件224可以是包括诸如灼热丝或导电回路等加热器的导热材料。在一些实施方式中,加热元件224可以是任何已知的电加热元件或化学加热元件。在一些实施方式中,加热器206可以通信地联接至控制系统50,用于选择性地控制加热器206的参数。例如,控制系统50可以控制加热器206何时被激活、激活的持续时间和/或产生的热量,使得打印材料400可以被维持在期望的温度。在一些实施方式中,加热器206可以通过输入到控制系统50中的输入信息被手动地控制和调整。在一些实施方式中,加热器206可以基于预定的参数被自动地控制,并通过控制系统50进行调整以在操作期间自动地调节打印材料400的温度。

[0080] 在一些实施方式中,当打印材料400被输送通过下游部分222时,加热器206可以被加热到能够熔化打印丝400的温度。例如在一些实施方式中,打印材料400可以是PEEK丝。加热器206可以将打印材料400加热到至少430℃。在一些实施方式中,加热器206可以被构造为将打印材料400从约130℃加热至约500℃。打印材料400可以选自用于打印或增材制造的任何已知的材料或丝,并且加热器206可以被构造为将打印材料400至少加热到熔化温度。

[0081] 在一些实施方式中,冷却器204可以与上游部分220热联接,并且可以被用于在打印丝400穿过供给管212时调节打印丝400的温度。在一些实施方式中,冷却器204可以借助将冷却器204与加热器206分开的限定的间隙226或空间大致在轴向上游与加热器206间隔开。间隙226可以填充有至少一个桥接件208,从而在加热器206和冷却器204之间提供刚性机械连接。在一些实施方式中,冷却器204可以包括热电冷却器或包括导热材料的散热器。在一些实施方式中,冷却器204可以包括应变硬化的不锈钢外科管线,该管线可以具有小于约15W/mK的热导率、大于约100MPa的抗拉强度和小于约0.5μm的表面粗糙度。在一些实施方式中,冷却器204可以包括被构造为接收冷却流体的内部热传递通道(未示出)。在一些实施方式中,热传递通道可以被构造为接收用于冷却的空气。在一些实施方式中,上游部分220还可以与用于直接冷却打印材料400的至少一个二次冷却器228连接。

[0082] 在一些实施方式中,打印头200可以被构造为包括热区240。热区240通常可以是大

致位于加热器206和冷却器204以及二次冷却器228之间的区域中的限定空间、空隙或热中断区。在一些实施方式中,热区240可以提供清晰的分隔线,使由加热器206产生的热与由冷却器204和二次冷却器228限定的冷却器温度不相关。例如,当打印材料400通过供给管212时,有利的是使打印材料400保持处于固态直至到达热区240的中断区。当打印材料400向下行进穿过下游部分222并到达热区240时,打印材料400可以开始被加热器206加热。由加热器206产生的热仅在打印材料400穿过热区240之后才开始加热并熔化打印材料400,从而将打印材料400从固态转变为熔融液态。在一些实施方式中,加热器206包括铜合金,该铜合金可以具有大于约300w/mK的电导率和大于约500MPa的抗拉强度,其尤其耐高温蠕变。热高效地向内流过加热器206以快速熔化丝。热区240将打印材料400维持在固态,直至到达由加热器206包围的下游部分222。由热区240限定的清晰的分隔线进一步防止供给管212中的热蠕变。例如,在FFF打印系统中,在施予之前加热打印材料400是有问题的。在施予之前加热打印材料400可能使得打印材料结晶,这可能导致最终的被打印对象中的缺陷。在一些实施方式中,热区240可以具有约0.5mm至约1.5mm的尺寸,使得在固体和熔化的材料之间存在最小的空间。

[0083] 打印头200还可以包括喷嘴210,喷嘴210可以被附接至加热器206并联接至供给管212的出口216。喷嘴210可以是打印头200的最低位置部分,并且还可以是施予之前打印丝400穿过的最终部分。根据实施方式,喷嘴210可以是光滑的钻孔或具有螺纹。在一些实施方式中,喷嘴210的内表面可以涂覆有降低粘附力的材料。在一些实施方式中,降低粘附力的材料可以是无电镀镍、无电镀镍-硼化合物、二硫化钨、二硫化钼、氮化硼、类金刚石碳、或任何其它合适的材料、或其组合。喷嘴210的直径可以根据实施方式而变化,并且可以被设计为与打印材料400的尺寸大致匹配。在一些实施方式中,喷嘴210的直径可以从约0.2mm至约0.5mm的范围中选择。此外应当理解,在一些实施方式中,喷嘴210可以是可移除和可替换的。在一些实施方式中,可以设置多个喷嘴210,每个喷嘴具有不同的直径或尺寸,由此用户可以选择期望的尺寸。例如在一些实施方式中,打印材料400可以包括直径为约1.75mm的丝,其需要直径为约0.2mm至约0.5mm的喷嘴210。可以从多个喷嘴210中选择直径为3mm的喷嘴210,并将其附接至打印头200,以用于施予特定的打印材料400。

[0084] 在一些实施方式中,打印头200还可以包括一个或多个传感器242,传感器242用于测量打印材料400、供给管212、加热器206、冷却器204和/或打印头200的任何其它部分的温度。传感器242可以在打印头200内的各个位置处定位在内部或者替代地可以定位在外部。在一些实施方式中,传感器可以通信地联接至控制系统50,并且可以将其测量结果提供给显示器52。

[0085] 在一些实施方式中,打印装置10可以包括与打印头200协作的反射器单元300。在一些实施方式中,反射器单元300可以被定位成邻近打印头200处和/或部分地包围打印头200。在一些实施方式中,反射器单元300包括具有底表面314的反射板302,底表面314被构造为朝向构建板100和/或被打印的对象800反射热。在一些实施方式中,反射板302可以由具有热反射特性的材料构成。例如,反射板302可以由不锈钢、铝、钛或具有热反射特性的其它材料构成。在一些实施方式中,反射板302是厚膜不锈钢板。

[0086] 反射板302通常可以包括任何几何形状,并且根据实施方式可以是圆形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何其它几何形状。反射板302的尺寸可以根据实施方式而进一步

变化。在一些实施方式中,反射板302的尺寸可以大于正被打印的对象800的尺寸。在一些实施方式中,反射板302可以具有使得当反射器单元300在x-y平面中移动时反射板302不会与框架14、面板16或隔热材料18接触的最大尺寸。

[0087] 例如在一些实施方式中,打印装置10可以被用于打印三维的对象800、诸如医疗植入物。这种植入物在宽度和/或长度上可以具有约三英寸的尺寸。在一些实施方式中,反射板302的尺寸可以至少大于被三维地打印的对象800的尺寸。在一些实施方式中,反射板302可以具有约 140mm^2 的尺寸。在一些实施方式中,反射板302可以具有诸如为约 25mm^2 至约 300mm^2 的较大或较小的尺寸。

[0088] 在一些实施方式中,反射器单元300可以被构造为有源加热器。在一些实施方式中,当处于关闭或非通电状态时,反射器单元300可以被构造为无源热反射器。在一些实施方式中,反射板302的底表面314在操作期间朝向顶部构建层110和/或被打印的对象800反射可由构建板100或其它热源产生的热。在一些实施方式中,反射器单元300可以反射由加热层106产生的热,从而从多个方向加热被打印的对象800。例如在一些实施方式中,被打印的对象800可以由加热层106从下方加热,并且由反射器单元300从上方加热。反射器单元300对热的反射可以有助于维持被打印的对象800的期望温度,防止不希望的结晶或翘曲。受控的热环境有助于形成更均匀且结构坚实的被打印的对象800。

[0089] 在一些实施方式中,反射器单元300还可以包括有源加热器303,有源加热器303被构造为被选择性地控制。在一些实施方式中,有源加热器303可以被构造为产生热,该热可以被导向构建板100的顶表面和/或被打印的对象800。在一些实施方式中,有源加热器303可以被定位在反射板302的顶表面上。在一些实施方式中,有源加热器303可以由导电材料构成,使得当向其施加电流时,导电材料产生热。在一些实施方式中,反射板302可以包括具有有源加热器303(诸如定位在板的顶表面上的灼热丝、导电导管或其它导电材料)的至少部分由隔热材料构成的板。当向有源加热器303施加电流时,有源加热器303可以产生热。有源加热器303可以被联接至能量源、诸如电池或电源插座,用于向有源加热器303供应电流。在一些实施方式中,能量源可以被合并到打印装置10中。在一些实施方式中,能量源可以在打印装置10的外部。

[0090] 在一些实施方式中,反射器单元300还可以包括反射器壳体306和隔离体304。在一些实施方式中,隔离体304可以被布置在间隔件上,从而在反射板302和隔离体304之间提供间隙。反射板302和隔离体304可以被附接并安固在反射器壳体306内。在一些实施方式中,反射器壳体306可以被构造为具有与反射板302相同的总体形状和设计。在一些实施方式中,隔离体304可以被构造为具有与反射板302相同的总体形状和设计。在一些实施方式中,隔离体304可以具有使得其可以被布置和安固在反射器壳体306和反射板302之间的尺寸。反射器壳体306可以包括形成凹部318的侧壁316。如图3A和图3B所示,隔离体304和反射板302可以被接纳在反射器壳体306的凹部318内。为了将反射器单元300锚固在一起,在一些实施方式中,板302包括孔322,隔离体304包括孔324,并且反射器壳体306包括用于接纳穿过其中的连接件的孔326。

[0091] 在一些实施方式中,反射器单元300可以被构造为至少部分地包围打印头200。如图3A和图3B所示,在一种实施方式中,可以在反射板302中限定中央开口308,可以在隔离体304中限定中央开口310,并且可以在反射器壳体306中限定中央开口312。开口308、310和

312可以被对准,使得它们在组装反射板302、隔离体304和反射器壳体306时形成一个连续的开口。在一些实施方式中,开口308、310和312可以被构造为对应于打印头200的远侧端部的形状。在一些实施方式中,打印头200的远侧部分可以穿过开口308、310和312,使得反射器单元300至少部分地包围打印头200。如图3A所示,在一些实施方式中,打印头200的远侧端部将从反射器单元300伸出。在一些实施方式中,打印头200的可以包括喷嘴210的远侧部分被定位在反射器单元300下方。

[0092] 在另一实施方式中,反射器单元300可以被定位在邻近打印头200处,因此不需要开口308、310和312。在这种实施方式中,打印头200不穿过反射器单元300。在一些实施方式中,可以设有一个或多个反射器单元300,并且反射器单元300可以被定位在邻近打印头200处。在包括多个反射器300的一些实施方式中,所有反射器单元300可以不是同时激活的。因此,反射器单元300中的每一者都可以被独立地控制和独立地操作。例如,在包括两个反射器单元300的实施方式中,第一反射器单元300的有源加热器303可以被通电并在激活状态下产生热,而第二反射器单元300可以包括关闭并处于非激活状态下的有源加热器303。在这种示例中,尽管只有第一反射器单元300以激活的方式产生热,但两个反射器单元300都以被动方式朝向构建板100反射热。

[0093] 在一些实施方式中,一个或多个有源加热器303可以通信地联接至控制系统50,控制系统50用于选择性地控制有源加热器303的参数。如下面更详细地说明的那样,控制系统50可以监测和调节有源加热器303的温度和状态(开/关)。例如,控制系统50可以感测和监测被打印的对象800的温度,并且可以根据感测到的温度使有源加热器303通电或断电,以控制导向被打印的对象800的热。例如,如果被打印的对象800的温度高于预定的阈值,则控制系统可以使有源加热器303断电,以减少导向被打印的对象800的热。在一些实施方式中,控制系统50可以被用于传输手动输入的命令,并且可以响应于手动输入的命令使有源加热器303通电或断电。

[0094] 在一些实施方式中,反射器单元300还可以包括至少一个用于冷却反射器单元300的冷却装置或系统(未示出)。在一些实施方式中,冷却装置可以位于反射器壳体306内。在一些实施方式中,冷却装置可以位于反射器壳体306的外部。冷却装置可以被构造为任何已知的冷却装置或系统、诸如风扇或液体冷却系统。在一些实施方式中,冷却装置可以通信地联接至控制系统50。在一些实施方式中,控制系统50可以自动地监测和调节冷却装置。在一些实施方式中,可以通过输入到控制系统50中的指令和输入信息来手动地控制冷却装置。

[0095] 图5是壳体单元12的内部的实施方式的立体图。在一些实施方式中,打印装置10还可以包括至少一个附加的热源。在一些实施方式中,附加的热源可以包括至少一个红外(IR)灯500。应当理解,IR灯500可以用任何其它已知的且合适的用于产生热的源来替换,而不旨在成为限制性的特征。在一些实施方式中,IR灯500可以被定位在构建板100上方并且被取向为将热导向构建板100。在一些实施方式中,IR灯500可以被附接至和/或连接至壳体单元12。IR灯500可以被紧固至框架14,或者可以是位于壳体单元12内部的独立运行的装置。在一些实施方式中,IR灯500可以被附接至上部组件201,使得IR灯500被构造为与打印头200和反射器单元300一起移动。如图5所示,打印装置10的一种实施方式包括两个相对的IR灯500。在一些实施方式中,打印装置10可以包括任意数量的IR灯500。在一些实施方式中,IR灯500可以通信地联接至控制系统50以选择性地操作IR灯500。例如,可以手动地控制

控制系统50以将每个IR灯500从关闭状态转变为打开状态。替选地,在一些实施方式中,可以通过控制系统50自动控制IR灯500,使得IR灯500被编程为基于预定的参数开启或关闭,以维持构建板100上的被打印的对象800的最优温度。

[0096] 图6是可以与打印装置10一起使用的用于打印材料400的材料壳体402的立体图。打印装置10可以与包括但不限于高性能聚合物(诸如PEEK、PAEK、PEKK和/或其组合)的多种打印材料兼容。在一些实施方式中,打印材料400可以是丝的形式。打印材料400可以包括诸如直径为约1mm至约5mm的直径范围。

[0097] 在一些实施方式中,打印材料400可以是可植入级聚醚酮棒料(诸如Vestakeep® i-Grade材料、Vestakeep® i4 R或Vestakeep® i4 G树脂)。在一些实施方式中,打印材料400可以是任何医疗级FDA批准材料。在一些实施方式中,打印材料400可以具有约6mm至20mm、约25mm至60mm或约70mm至100mm的直径以及约3000mm、约2000mm或约1000mm的长度。在一些实施方式中,打印材料可以被提供在卷轴上并且具有约60mm或160mm的长度和约1.75mm的直径。打印材料可以是生物相容性的、双稳态的、射线可透过的和可消毒的。

[0098] 在一些实施方式中,打印材料400可以容纳在材料壳体402中,其可以是卷轴、筒体或用于打印材料400的其它合适的外壳的形式。在一种实施方式中,材料壳体402可以是圆筒形的壳体单元,其包括用于以旋转方式可旋转地接纳打印材料400的丝卷轴404。卷轴具有中央芯410和侧壁412(用于接纳位于它们之间的打印材料400)以及顶盖414。在一些实施方式中,打印材料400可以以同心方式围绕中央芯410缠绕。

[0099] 在一种实施方式中,材料壳体402可以通过安装在框架14上而被联接至壳体单元12。在一种实施方式中,材料壳体402可以被联接至面板16中的一者。在一些实施方式中,材料壳体402可以位于外部,诸如在打印装置10附近的表面上。在一种实施方式中,材料壳体402可以位于壳体单元12的顶部的内部或外部。在一些实施方式中,材料壳体402可以保护打印材料免于损坏和加热。在一些实施方式中,材料壳体402还可以有助于控制打印材料400的输入,并防止打印材料400自行展开。

[0100] 打印材料400的丝的远侧端部从材料壳体402延伸,以被接纳到打印头200的供给管212中。打印材料400可以借助输送装置406被运送至打印头200。输送装置406可以提供用于将打印材料400从材料壳体402解绕或以其它方式转移至供给管212的机械手段。在一些实施方式中,在打印材料400处于固态的情况下,打印材料400经由输送装置406被运送至打印头200。在一些实施方式中,输送装置406可以被构造为机械挤出机。输送装置406可以具有至少一种操作状态,用于将打印材料400从材料壳体402施予至供给管212。打印材料400可以被施予的速率可以由控制系统50选择性地控制。在一些实施方式中,可以以每秒约2mm至约20mm的速率施予打印材料400。在一些实施方式中,可以以更快或更慢的速率施予打印材料400,这一点可以在操作期间根据需要改变。在一些实施方式中,输送装置406还可以被联接至挤出机组件408。在一些实施方式中,挤出机组件408可以包括马达、行星齿轮和挤出机,以向输送装置406提供向前驱动元件,用于将打印材料400从材料壳体402供给至供给管212。挤出机组件408可以有助于确保以一致且可靠的方式将打印材料400供给至打印头200。此外,挤出机组件408可以有助于在打印期间一致地施予打印材料400并实现稳定的构建。

[0101] 在一些实施方式中,打印装置10还可以包括一个或多个用于在多个位置测量壳体单元12内的温度的温度传感器。例如,传感器510可以测量构建板100的温度,传感器244可以测量打印头200内的打印材料400的温度,传感器242可以测量打印头200的喷嘴210的温度。传感器可以位于壳体单元12内部的多个位置处。在一些实施方式中,传感器可以位于构建板100、打印头200和/或反射器单元300内。替选地,在一些实施方式中,传感器可以位于构建板100、打印头200和/或反射器单元300的外部。在一些实施方式中,传感器可以用于测量打印装置10中的各种元件的温度。例如,传感器可以用于在处理中的各个点处测量打印材料400的温度,诸如在到达打印头200之前、在打印头200处、在打印材料400正被施予时、以及在打印材料400被接纳在顶部构建层110上之后。在一些实施方式中,传感器510、242、244可以是热敏电阻或热电偶。在一些实施方式中,传感器可以通信地联接至控制系统50。例如,传感器可以用于在打印期间测量被打打印的对象800的当前被打打印的层的温度。测量的温度然后可以被传输至控制系统50并且可以被显示在显示器52上。

[0102] 在一些实施方式中,打印装置10还可以包括一个或多个冷却装置(未示出)。在一些实施方式中,冷却装置可以是被定位在壳体单元12内部的一个或多个风扇。在一些实施方式中,风扇可以在方向上被取向成使得气流可以被导向构建板100和被打打印的对象800,从而选择性地仅冷却构建板100和/或被打印的对象800。替选地,在一些实施方式中,风扇可以在方向上被取向和定位成引导气流遍及壳体单元12的内部,从而对壳体单元12的内部的环境进行冷却,而不是对选定位置进行特定冷却。在一些实施方式中,冷却装置可以包括位于壳体单元12内的用于液体冷却的管线。在一些实施方式中,管线可以被定位在壳体单元12内的各个点处,并且可以被用于冷却构建板100、打印头200、反射器单元300、和/或总体上被用于冷却壳体单元12的内部。管线可以被构造为接纳水、液氮、乙二醇/水混合物、丙二醇/水混合物、或者可以在液体冷却系统中使用的任何其它液体。在一些实施方式中,冷却装置可以通信地联接至控制系统50。控制系统50可以被编程为自动地控制冷却装置和/或可以通过输入到控制系统50中的指令手动地控制冷却装置。

[0103] 图7示出了示例性的计算机硬件系统700,该系统可以与打印装置10和控制系统50协作。计算装置702可以是台式计算机、笔记本计算机、服务器计算机、诸如智能手机或平板电脑的移动装置、或者任何其它形式规格的通用或专用计算装置。出于图示的目的,用计算装置702描绘了几个部件。在一些实施方式中,某些部件可以以不同的方式进行配置或是不存在。也可能存在附加的部件。包括在计算装置702中的是系统总线704,由此计算装置702的其它部件可以互相通信。在某些实施方式中,可以有多个总线或部件可以直接互相通信。中央处理单元(CPU)706被连接至系统总线704。一个或多个随机存取存储器(RAM)模块708也被附接至系统总线704。

[0104] 显卡710也被附接至系统总线704。在一些实施方式中,显卡710可以不是物理上独立的卡,而是可以被集成到主板或CPU706中。在一些实施方式中,显卡710具有单独的图形处理单元(GPU)712,其可以被用于图形处理或通用计算(GPGPU)。在显卡710上还有GPU存储器714。用于用户交互的计算机显示器716被(直接或间接)连接至显卡710。在一些实施方式中不存在显示器,而在另一些实施方式中将其集成到计算装置702中。类似地,诸如键盘718和鼠标720的周边装置被连接至系统总线704。类似于计算机显示器716,这些周边装置可以被集成到计算装置702中或者不存在。本地存储器722也被连接至系统总线704,本地存储器

722可以是任何形式的计算机可读介质,并且可以被安装在计算装置702内部或者安装在外部且以可移除的方式进行附接。

[0105] 最后,网络接口卡(NIC)724也被附接至系统总线704,并允许计算装置702在诸如网络726的网络上通信。NIC724可以是本领域已知的任何形式的网络接口,诸如以太网、ATM、光纤、蓝牙或Wi-Fi(即IEEE 802.11标准族)。NIC724将计算装置702连接到本地网络726,本地网络726还可以包括一个或多个其它计算机(诸如计算机728)和网络储存器(诸如数据存储库730)。本地网络726又被连接至因特网732,因特网732连接许多网络(诸如本地网络726、远程网络734)或直接附接的计算机(诸如计算机736)。在一些实施方式中,计算装置702本身可以被直接连接至因特网732。

[0106] 本发明的实施方式的计算机程序包括用于执行本发明的各种方法的步骤的可以由计算装置执行的多个代码段。除非另有明确说明,否则该方法的步骤可以以所讨论的顺序进行,或者可以以不同的顺序进行。此外,与按顺序执行相反,一些步骤可以同时执行。此外,一些步骤可以是可选的。计算机程序还可以执行本文未加说明的附加的步骤。本发明的实施方式的计算机程序、系统和方法可以以硬件、软件、固件或其组合(广泛地包括服务器装置、计算装置和通信网络)来实施。

[0107] 本发明的实施方式的计算机程序可以对用户输入信息做出响应。如本文所限定的,可以从各种计算装置接收用户输入信息,计算装置包括但不限于以下装置:台式计算机、笔记本计算机、计算器、电话、智能手机、智能手表、车载计算机、相机系统或平板电脑。计算装置可以从各种来源接收用户输入信息,来源包括但不限于以下来源:键盘、小型键盘、鼠标、触控板、触控球、笔输入装置、打印机、扫描仪、传真机、触摸屏、网络传输、口头/语音命令、手势、按键等。

[0108] 监视器、服务器装置和计算装置702可以包括具有处理元件和相关联的存储器元件的任何装置、部件或设备。处理元件可以实施操作系统,并且能够执行计算机程序,该计算机程序通常也已知为指令、命令、软件代码、可执行文件、应用程序(“app”)等。处理元件可以包括处理器、微处理器、微控制器、现场可编程门阵列等或其组合。存储器元件能够存储或保留计算机程序,并且还可以存储数据,数据通常是二进制数据,包括文本、数据库、图形、音频、视频、其组合等。存储器元件也可以被已知为“计算机可读存储介质”,并且可以包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存、软盘、硬盘驱动器、光学存储介质(诸如光盘(CD或CDROM)、数字视盘(DVD))等或其组合。除了这些存储器元件之外,服务器装置还可以包括文件储存装置,文件储存装置包括多个硬盘驱动器、网络附接储存装置或单独的存储网络。

[0109] 计算装置可以具体包括移动通信装置(包括无线装置)、工作站、台式计算机、笔记本计算机、掌上电脑、平板计算机、便携式数字助理(PDA)、智能手机等或其组合。计算装置的各种实施方式还可以包括语音通信装置,诸如手机和/或智能手机。在优选的实施方式中,计算装置将具有电子显示器,该电子显示器可操作以显示视觉图形、图像、文本等。在某些实施方式中,计算机程序便于通过经由电子显示器显示的图形用户界面(GUI)进行交互和通信。GUI使得用户能够通过显示区域处触摸或指向来与电子显示器交互,以向监视器提供信息。

[0110] 通信网络可以有선或无线的,并且可以包括服务器、路由器、交换机、无线接收

器和发送器等以及导电线缆或光缆。通信网络还可以包括局域网、城域网或广域网以及因特网或其它云网络。此外,通信网络可以包括蜂窝或移动电话网络以及陆线电话网络、公共交换电话网络、光纤网络等。

[0111] 计算机程序可以在计算装置上运行,或者备选地可以在一个或多个服务器装置上运行。在本发明的某些实施方式中,计算机程序可以实施为下载在用户的计算装置上的独立运行的计算机程序(即,“app”),或者实施为用户的计算装置可经由通信网络访问的网络可访问程序。如本文所使用的,独立运行的计算机程序或网络可访问程序向用户提供对电子资源的访问,用户可以由此与本发明的各种实施方式进行交互。

[0112] 在一些实施方式中,在打印处理之前,可以将与待打印的对象800相对应的对象数据传输至控制系统50,控制系统50可以与计算装置702协作或包括计算装置702。在一些实施方式中,对象数据可以以诸如.stl、obj.或.amf的文件格式或者由计算机辅助设计(CAD)程序或软件创建的任何其它文件格式传输至控制系统50。在一些实施方式中,对象数据可以包括待打印的对象800的几何形状以及诸如公差、膨胀、强度特性等的附加信息。随后,CAD数据诸如借助切片器程序或软件可以被划分为各个层。相应地,切片器软件可以将CAD软件的3D模型转换为用于控制系统50的可读格式。在这方面,层的划分既可以在外部进行,也可以在打印装置10本身中进行。在一些实施方式中,在打印处理之前,可以计算打印处理之后的冷却期间的被打印对象的收缩过程。各个层的打印例程可以被转换成机器可读代码并被传输至控制系统50。在一些实施方式中,控制系统50的软件可以是基于网络的应用程序。在一些实施方式中,控制系统50的软件可以是基于计算机的软件程序。

[0113] 在一些实施方式中,被传输至打印装置10的对象数据可以是针对对象800的通用设计或在其它的非定制设计。这种设计对于大规模生产产品或当被打印的对象800将被重复打印时是有用的。在一些实施方式中,对象数据可以用于创建特定的、定制的或独一无二的对象,其中被打印的对象800将是独特地设计的。

[0114] 例如,在一些实施方式中,打印装置10可以被用于打印诸如医疗装置或外科植入物的对象800,医疗装置或外科植入物包括脊椎植入物、上颌骨面部植入物、踝或足楔或颅骨板。专为患者设计并定制的植入物可能会提高有效性。这种植入物可以被定制设计和构造为匹配特定患者的解剖结构,并且可以被构造为现场打印的。计算机建模可以用于通过使用MRI或CT扫描来获得特定患者的解剖结构的三维图像,并且可以使用各种CAD程序或软件对设计、参数和其它对象数据信息进行构造和设计。相应地,在一些实施方式中,对象数据可以包括用于打印特定患者的对象800(诸如外科植入物)的独特的和特定患者的指令。

[0115] 图8A示出了被打印的对象800的示例性的实施方式,可以借助打印装置10使用FFF工艺打印对象800。被打印的对象800可以包括医疗植入物802、筏(raft)816和托架(scaffolding)818。植入物802可以包括多个层804、第一多孔分区806、具有网格结构810的第二多孔分区808、和空隙812。筏816可以是如下的打印结构:被直接打印在顶部构建层110上并且用作医疗植入物802与顶部构建层110的直接接触之间的屏障。筏816可以进一步降低或限制医疗植入物802的翘曲或结晶的频率。筏816在植入物和顶部构建层110之间创建界面。筏816由与植入物800相同的材料形成。在一些实施方式中,筏816可以由位于彼此顶部的约三个被打印的层形成。筏816中的打印材料可以是松散间隔开的,并且只是为了提供用于在其上构建植入物802的结构。

[0116] 如下面更详细地说明的那样,被打印的对象800还可以包括托架818。在一些实施方式中,托架818可以被用于创建用于医疗植入物802的等高构建平面,使得在打印多个层804中的每一层时,打印材料400被施予在大致水平和等高的平面上。一旦植入物802完成并准备好被使用,就可以脱离托架818。在一些实施方式中,诸如在期望植入物802的底表面为锥形时,托架818可以具有倾斜的顶表面。托架818的顶表面可以以诸如7度至约45度的特定角度倾斜,然而根据需要可以使用任何角度。因此,植入物802的取向可以基于托架818的形状而改变。

[0117] 在一些实施方式中并且如下面更详细地说明的那样,可以在打印被打印的对象800之前打印测试圆814,以确保打印材料400以正确的一致性和流速被施予。在接收到被打印的对象800的对象数据之后,打印装置10可以开始打印处理。如上所述,打印装置10可以用在各种增材制造处理中,包括但不限于FFF打印。

[0118] 图9示出了使用打印装置10来打印被打印的对象800的方法900的一种实施方式。方法900中的第一步骤可以包括启动902和审查步骤。启动902可以包括对控制系统50和用户界面、基于网络的应用程序或程序的诊断,从而确保控制系统50正常工作。启动902还可以包括对控制系统50的网络状态的审查、对下部传动系124和上部传动系280的审查以及对壳体单元12内的环境温度的审查。

[0119] 方法900的第二步骤还可以包括构建准备904步骤。例如,在构建准备904期间,可以使用清洁器来清洁构建板100的顶部构建层110,以便使顶部构建层110的表面准备好接收打印材料400。在一些实施方式中,清洁器可以是丙酮清洁器。构建准备904还可以包括用无绒布和异丙醇擦拭顶部构建层110。

[0120] 方法900的第三步骤可以包括喷嘴准备906步骤。在喷嘴准备906期间,可以检查和审查打印头200,以确保其准备好进行打印。例如在喷嘴准备906期间,可以检查供给管212是否有碎屑或其它堵塞物,诸如先前的打印残余的打印丝400。例如,在打印丝400被包括为PEEK的实施方式中,打印头200可以被加热至约350℃以熔化任何可能阻塞供给管212的残余PEEK。还可以用诸如棉签的清洁器清洁打印头200。

[0121] 方法900的第四步骤可以包括丝准备908步骤。在一些实施方式中,打印材料400可以包括徒手触摸是危险的或者徒手触摸会失去有效性的材料。因此,使用丁晴橡胶或其它无菌手套将打印材料400装载到材料壳体402中可能是有利的。然后,打印丝400可以部分地解绕到或者以其它方式供给到输送装置406中。在一些实施方式中,可能存在至少部分暴露于空气或以其它方式不包含在材料壳体402内的打印材料400。暴露的打印材料400可以进一步用异丙醇或另外的清洁器清洁、擦拭或以其它方式做好准备,以有助于在进行打印之前维持打印材料的纯度。在丝准备908期间,打印材料400可以被切割成预定的长度。

[0122] 方法900的第五步骤可以包括构建板准备910步骤。在一些实施方式中,构建板100可以被预加热至预定的温度。在一些实施方式中,预定的温度可能基于打印材料的具体成分。例如,在一些实施方式中,打印材料400可以包括使用增材制造的FFF方法打印的PEEK丝。在这种实施方式中,构建板100可以被预加热至约145℃。将构建板100预加热至约145℃可以帮助防止顶部构建层110翘曲和/或帮助在打印期间防止被打印的对象800结晶。替代地,根据实施方式和打印材料400的成分,构建板100可以被预加热至一定范围的温度。在一些实施方式中,构建板100可以被预加热至约50℃至约350℃的温度。应当理解,根据实施方

式,构建板100可以被预加热至增材制造所需的任何温度。可以使用加热层106、反射器单元300和/或IR灯500对构建板预加热。

[0123] 方法900的第六步骤可以包括加热打印头912步骤。在一些实施方式中,打印头200可以被预加热到足以熔化打印材料400的温度,并且使打印丝400从固态转变为液态或熔融状态。例如,在一些实施方式中,打印材料400可以包括PEEK材料,并且打印头200可以被预加热至约450℃以熔化用于施予的PEEK。在一些实施方式中,打印头200可以被加热到使打印丝400从固态转变为光滑状态(glossy state)的温度,从而打印头200可以被加热到能够将打印材料400维持在玻璃化转变状态或接近玻璃化转变状态的温度。

[0124] 方法900的第七步骤可以包括加注(priming)丝914。在加注丝914期间,预定量的打印材料400可以从材料壳体402输送至供给管212,并从喷嘴210施予至顶部构建层110上。在一些实施方式中,例如,预定量的材料400可以被施予到测试圆814中,或者作为线或其它形状被施予。测试圆814作为测试件可以用于确定打印材料的流动和施予是否处于可接受的水平,从而确保打印材料400的流动是均匀的并且处于期望的施予速度。

[0125] 方法900的第八步骤可以包括对象打印处理916步骤。在对象打印处理期间,下部传动系124、上部传动系280、构建板100、打印头200、反射器单元300、IR灯500、传感器242、244、510以及打印装置10的与控制系统50通信联接的任何其它部件可以由控制系统50控制。在对象打印处理916期间,打印头200的温度、打印材料400的温度、构建板100的位置以及其它相关参数可以显示在显示器52上。在对象打印处理916期间,可以选择用于特定的被打印的对象800的对象数据并将其上传或传输到控制系统50,由此包括对象数据的设计、参数和其它信息可以用于映射或设定被打印的对象800的打印图案。如下面更详细地讨论的那样,在一些实施方式中,由控制系统50执行的G代码或软件可以将被打印的对象800的3D模型分解为切片或多个层,其中可以为每个切片或层实施打印图案。

[0126] 在对象打印处理916期间,打印材料400可以通过供给管212被连续地供给并从喷嘴210连续地被施予。可以由控制系统50监测和调节打印材料400通过供给管212被供给以及从喷嘴210被施予的速率。相应地,控制系统50可以用于提高或降低施予的材料400通过供给管212被供给的速率。应当理解,在对象打印处理916期间,打印材料400通过供给管212被供给或从喷嘴210被施予的速率可能波动。在一些实施方式中,当打印材料400通过供给管212被供给并到达加热器206时,打印材料400可以被加热和熔化,使得其可以从喷嘴210被施予出去。在熔化之后,打印材料400可以从喷嘴210被施予至预加热的顶部构建层110上。

[0127] 在一些实施方式中,在打印植入物802之前,可以使用打印材料400在顶部构建层110上打印筏816。筏816可以被打印在顶部构建层110上,并且充当稳定器、缓冲层或保护层,从而在被打印的植入物802和顶部构建层110之间提供屏障,防止被打印的植入物802和顶部构建层110之间的直接接触。相应地,筏816可以包括比被打印的植入物802的尺寸大的尺寸,其中筏816防止被打印的植入物802和顶部构建层110之间的任何直接接触。筏816可以具有比被打印的对象800的表面大的表面,其中被打印的植入物802完全被打印在筏816的表面上,并且不与顶部构建层110接触。在一些实施方式中,筏816可以包括大致椭圆形的形状。在一些实施方式中,筏816可以包括任何几何形状,并且例如可以是圆形的、三角形的、矩形的、五边形的或任何多边形的形状。在一些实施方式中,被打印的植入物802可以被

直接打印在筏816上,而不是顶部构建层110上。在一些实施方式中,在对象打印处理916已经完成之后,可以从被打印的植入物802移除筏816。例如,在一些实施方式中,可能仅在对象打印处理916期间才需要筏816。

[0128] 在一些实施方式中,在打印植入物802之前,可以使用打印材料400打印托架818。托架818可以用于打印等高的平面或结构,以有助于将被打印的植入物802维持在等高的、或近似水平的构建平面处。例如,在一些实施方式中,被打印的植入物802可以以变化的角度或多个构建层中的每一层的角度的近似值来打印。相应地,托架818可以被打印并且包括多个层,该多个层包括不同的水平高度或角度(植入物802可以以该水平高度或角度被打印)。托架818的水平高度或角度可以用于提供结构或基部水平高度,其中植入物802的每一层可以被打印在近似水平的平面处。当植入物802包括倾斜的或成角度的设计时(其中植入物802的每一层可以被打印在近似水平的水平高度或平面处),托架818可能是特别有利的。根据实施方式,托架818可以包括多个层,以提供用于植入物802的等高构建平面。托架818的多个层可以包括变化的高度或尺寸,这取决于植入物802的尺寸和最终高度。托架818的尺寸可以变化,并且在一些实施方式中可以具有比植入物802的尺寸大的尺寸。替选地,在一些实施方式中,托架818的尺寸可以等于植入物802的尺寸。替选地,在一些实施方式中,托架818的尺寸可以小于植入物802的尺寸。

[0129] 因此,示例性的对象打印处理916可以包括打印位于构建板100的顶部上的筏816、打印位于筏816的顶部上的托架818以及打印位于托架818的顶部上的植入物802。此外,植入物802可以以多个层被打印,每一层均在下一层开始之前完成。例如,在一些实施方式中,被打印的第一层可以以预定的图案、厚度或其它参数被打印。在一些实施方式中,植入物802的第一层可以在开始在z平面中向上移动并打印第二层之前整体被打印。在一些实施方式中,打印材料400可以从喷嘴210被连续地施予,其中植入物802包括几乎恒定或连续的成分,在所施予的打印材料中没有间隙、中断或空间。替选地,在一些实施方式中,打印材料400可以作为液滴或以不连续的流动从喷嘴210被施予。

[0130] 在一些实施方式中,在第一层已经完成之后,可以开始打印植入物802的第二层。在一些实施方式中,构建板100可以经由下部传动系124在z平面中向下移动,从而使顶部构建层110和部分被打印的植入物802进一步移动远离打印头200。相应地,当植入物802移动远离打印头200时,可以将打印材料400施予在被打印的第一层的顶部上。在一些实施方式中,构建板100可以保持静止,并且打印头200可以在z平面中定向地移动。例如,在施予被打印的对象800的第一层之后,上部传动系280可以用于在z平面中定向地向上移动打印头200,进一步远离构建板100。在一些实施方式中,构建板100和打印头200中的任一者或两者可以在打印期间在z平面中定向地移动。

[0131] 通过连续沉积形成多孔外科装置的示例性方法可以包括提供由丝材料构成的打印材料400以及通过将打印材料400沉积在构建板100的顶表面上来形成外科装置的第一层。形成第一层可以包括在相对于构建板的顶表面的第一X-Y位置处开始通过喷嘴210挤出打印材料的步骤,其中通过将打印材料400以基本上连续的图案进行沉积以形成多孔外科装置的至少第一分区来形成第一层,其中第一分区具有第一孔隙率。进一步的步骤包括通过在Z平面中将打印头200移动到第二Z平面位置并且在相对于构建板100的顶表面的第二X-Y位置处开始通过喷嘴210挤出打印材料400来形成外科装置的第二层,其中第二X-Y位置

与第一X-Y位置相距预定的距离或成预定的角度。可以通过在Z平面中相对于先前的Z平面位置移动喷嘴头、在相对于构建板100的表面的X-Y位置处开始通过喷嘴210挤出打印材料400来形成附加的层,其中多个层中的任何一层的X-Y位置与任何先前的X-Y位置相距预定的距离或成预定的角度。多个层中的任何一层可以具有下述分区:该分区具有比任何先前形成的层小或大的孔隙率。附加地,每个层的孔隙率可以在该层本身内变化。

[0132] 在一些实施方式中,在对象打印处理916期间加热被打印的对象800可能是有利的或必要的。例如,在一些实施方式中,打印材料400可以由丝材料构成,丝材料诸如举例为PEEK、PAEK或PEKK。在一些实施方式中,打印材料400可能易于结晶、翘曲或其它由于壳体单元12内的温度过低或过高而导致的有问题的情况。因此,维持壳体单元12内的温度范围可能是有利的,这将防止或限制打印材料400结晶或翘曲的频率。例如,在施予打印丝400之前,顶部构建层110可以被预加热到约140℃至约160℃,并且可以在整个对象打印处理916期间维持该温度。位于构建板100内的传感器510或位于构建板100外部的传感器可以测量顶部构建层110的温度,并且控制系统50可以主动地监测和调节顶部构建层110的温度。由构建板100产生的热以及随后对顶部构建层110进行加热可以向被打印的对象800提供热。所产生的热可以有助于防止在对象打印处理期间被打印的对象800的结晶或翘曲。

[0133] 在一些实施方式中,反射器单元300产生的热可以进一步有助于防止结晶或翘曲。在对象打印处理916期间,位于壳体单元12内的传感器可以测量被打印的对象800的温度,包括被打印的对象800的一层或多层的温度。应当理解,在一些实施方式中可能有利的是,选择性地加热被打印的对象800,而不是在壳体单元12内创建静态的加热环境。例如,当被打印的对象800的每一层被施予和形成时,可以测量每一层或多个层的温度。测量的温度可以被传输至控制系统50,由此控制系统50可以指示反射器单元300的有源加热器303向被打印的对象800产生或多或少的热。在一些实施方式中,控制系统50可以进一步指示IR灯500向被打印的对象800产生或多或少的热。在一些实施方式中可能有利的是:在对象打印处理916期间,将被打印的对象800或它的层保持或维持在玻璃化转变状态或该状态附近以防止结晶或翘曲并将被打印的对象800保持在光滑状态。因此,控制系统50可以连续地监测被打印的对象800或它的层的温度,并通过向反射器单元300和/或IR灯500发送指令来维持该温度。在一些实施方式中,随着被打印的对象800进一步移动远离,反射器单元300和/或IR灯500可以以更高的水平被通电以增加所产生的导向被打印的对象800的热。进一步应当理解,作为温度控制的唯一手段的附加或备选,反射器单元300和底表面314还可以将从加热层106产生的热反射回被打印的对象800。相应地应当理解,在对象打印处理916期间,可以通过构建板100的加热层106从下方和/或通过反射器单元300(通过有源加热器303以主动方式或通过反射底表面314以被动方式)和/或IR灯500从上方加热被打印的对象800。

[0134] 在一些实施方式中,控制系统50可以在对象打印处理916期间监测被打印的对象800的温度,并且通过壳体单元12内的加热元件可以维持被打印的对象800的预定温度。例如,在一些实施方式中,打印材料400可以包括PEEK丝。可以确定,在对象打印处理916期间,由PEEK丝制成的被打印的对象800需要维持在约140℃至约160℃的范围内。壳体单元12内的传感器可以测量被打印的对象800的温度,并将该信息传输至控制系统50,控制系统50可以进一步向壳体单元12内的有源加热元件(有源加热器303、加热层106、IR灯500)发送指令,以将被打印的对象800的温度维持在所确定的范围内。例如,当被打印的对象800随着对

象打印处理916的进行而进一步移动远离打印头200时,控制系统50可以向有源加热器303发送指令以通电并将更多的热导向被打印的对象800。

[0135] 在一些实施方式中,可以通过从打印头200施予打印材料400的速率来控制被施予的打印材料400的厚度。例如,在一些实施方式中,所施予的打印材料400的厚度可以与打印材料400被施予的流速反向对应。因此,以每秒10mm施予的打印材料400的珠粒 (bead) 将比以每秒8mm施予的打印材料400的珠粒薄。在一些实施方式中,可以通过控制系统50并根据对象数据选择性地控制打印材料400的流速和施予速度。

[0136] 在一些实施方式中,被施予的打印材料400的厚度可以通过构建板100在x-y平面中移动的速率来控制。例如,在一些实施方式中,如果打印材料400的流速保持恒定,则被施予的打印材料400的厚度可以与构建板100在x-y平面中的加速度或减速度反向对应。因此,被施予在以每秒12mm移动的构建板100上的打印材料400的珠粒将比被施予在以每秒8mm移动的构建板100上的打印材料400的珠粒薄。在一些实施方式中,可以通过控制系统50并根据对象数据选择性地控制构建板100在x-y平面中的加速度或减速度。

[0137] 在一些实施方式中,从打印头200施予的打印材料400的流速可以与构建板100在x平面和/或y平面中移动的速率同步。例如,在一些实施方式中,打印材料400可以以恒定的速率被施予以实现恒定且均匀的珠粒厚度,并且构建板100可以以与从打印头200施予打印材料400的速度相同的速度在x-y平面中移动。例如,在一些实施方式中,如果打印材料400以每秒10mm被施予,并且如果构建板100以每秒10mm在x-y平面中移动,则可以实现一致且均匀的珠粒厚度。在一些实施方式中,从打印头200施予打印材料400的流速与构建板100在x平面和/或y平面中移动的速度之间可能存在差异。例如,在一些实施方式中,打印材料400的流速和构建板100的速度之间的差异可以以约2mm/秒的增量变化。例如,如果打印材料400以10mm/秒的恒定速率被施予,为了实现较厚的珠粒尺寸,构建板100可以在x-y平面中以约8mm/秒移动。相反,如果打印材料400以10mm/秒的恒定速率被施予,为了实现较薄的珠粒尺寸,则构建板100可以在x-y平面中以大约12mm/秒移动。替选地,通过在x-y平面中以恒定的速度移动构建板100并改变打印材料400的流速,可以实现相同的效果。

[0138] 应当理解,打印材料400的流速和施予速度在对象打印处理916期间可能会波动或变化。例如,在一些实施方式中,被打印的对象800可以包括厚度或尺寸变化的层或区段,这需要对被施予的打印材料400的多个尺寸和厚度。相应地,可以调节打印材料400的流速和施予速率,使得打印材料400在正确的位置以正确的尺寸和厚度被施予。

[0139] 方法900的第九步骤可以包括终止对象打印处理918。例如,在被打印的对象800的最终层已经被施予之后,被打印的对象800可以从顶部构建层110移除。在一些实施方式中,在从顶部构建层110移除被打印的对象800之后,可以从被打印的植入物802移除筏816。在一些实施方式中,也可以从植入物802移除托架818。如本文中更详细说明的,在移除托架818和/或筏816之后,可以对植入物802进行清洁或消毒。

[0140] 方法900的第十步骤可以包括切断电源和冷却920步骤。在切断电源和冷却920期间,加热元件114、加热器206、有源加热器303、IR灯500和/或打印装置10的任何其它加热部件可以被关闭,并且可以开始冷却。可以通过传感器和控制系统50监测打印装置10和各种加热元件的温度。在一些实施方式中,可以通过一个或多个冷却器、诸如风扇或液体冷却器来加速切断电源和冷却920。

[0141] 方法900的第十一步骤可以包括丝储存922步骤。任何多余的打印材料400都可以从材料壳体402中移除并储存在储存单元(未示出)中。在一些实施方式中,打印材料400可以包括徒手触摸是危险的或者如果徒手触摸将失去有效性的材料。因此,使用丁晴橡胶或其它无菌手套从材料壳体402移除打印材料400可能是有利的。打印材料400可以储存在干燥的储存单元中以防止可能限制打印材料400在未来使用中的有效性的湿气或其它污染。

[0142] 方法900的第十二步骤可以包括关机924步骤。在关机924期间,控制系统50可以被关闭或关机。打印装置10可以进一步被切断电源或关停。这可以包括将打印装置10从电源上拔下或从打印装置10移除电池或其它能量源。

[0143] 参照图8A至图8E,在一些实施方式中,打印装置10可以用于打印或创建具有一个或多个多孔分区的被打印的对象800,每个多孔分区具有不同的孔隙率。例如,图8A示出了被打印的对象800的一种实施方式,其中被打印的对象800包括医疗植入物802。植入物802由至少创建第一多孔分区806和第二多孔分区808的多个层804形成。应当理解,在替选的实施方式中,医疗植入物802可以包括一个、两个或更多个不同的多孔分区。在一些实施方式中,医疗植入物802可以是患者专用或定制的植入物,其是专为特定患者设计的并使用计算机辅助设计软件在该特定患者的解剖结构上进行建模。替选地,在一些实施方式中,医疗植入物802可以包括非定制或患者专用的通用设计。虽然本文中的参考文献将被打印的对象800称为医疗植入物,但是应当理解,打印装置10并不旨在被限于打印在医疗或外科领域中使用的对象。相应地,打印装置10可以用于打印或构造可通过增材制造形成的任何类型的对象800。

[0144] 在一些实施方式中,医疗植入物802可以包括多个层804,其中多个层中的每个层包括第一多孔分区806和第二多孔分区808两者。在一些实施方式中,医疗植入物802可以逐层地被打印,其中在开始打印下一层之前打印了完整的一层。可以重复该处理,直到每一层都被打印并且完全形成医疗植入物802。

[0145] 在一些实施方式中,在将医疗植入物802的对象数据上传至控制系统50之后,可以通过控制系统50映射医疗植入物802的三维模型,该三维模型可以用G代码或其它软件进行编程,并且可以实施打印图案。例如,在一些实施方式中,医疗植入物802的三维模型可以被分解或拆解为多个层或切片,从而将三维模型转变为打印印迹将包括的二维显示方式。例如,医疗植入物802或任何其它对象的3D模型可以被上传到控制系统50。从3D模型的顶部开始,G代码或软件可以开始将3D模型分解或拆解为切片或层。在一些实施方式中,切片的厚度可以为约50 μm 至约250 μm ,并且可以取决于所使用的打印材料。G代码或软件然后可以映射或设计用于沉积用于最终形成医疗植入物802的打印材料400的打印图案。在一些实施方式中,G代码或软件可以进一步设定或限定外部边界或周边844。在打印期间,打印材料400可以以通过G代码或软件映射出的图案沉积。在一些实施方式中,G代码或软件可以进一步映射或设计第一多孔分区806和/或第二多孔分区808的位置。在一些实施方式中,各切片之间的打印图案或孔隙率可以改变,从而在完全形成的医疗植入物802内提供多种打印图案和孔隙率。

[0146] 图8B示出了多个层804中的第一层840的示例性实施方式。如图所示,在一些实施方式中,第一层840可以由以波浪形、锯齿形、蜿蜒形、弯曲形或其它图案被施予的打印材料400形成。在一些实施方式中,打印材料400可以以单一的直线图案被施予。图8B示出了第一

层840的示例性实施方式,其中打印材料以波浪状正弦图案842被施予。如图8B所示,在一些实施方式中,波浪形图案842可以以接近连续或连续的方式被施予。因此,可以以基本上连续或连续的速率从打印头200施予打印材料400。例如,当施予打印材料400时,可以几乎连续地施予打印材料,以避免间隙、中断或以其它方式打断施予。相应地,波浪形图案842可以包括打印材料400的大致连续且实心的珠粒,不存在任何中断或间隙。在一些实施方式中,打印材料400可以在相对于顶部构建层110的第一x-y位置处开始被施予。打印材料400可以连续地以波浪形图案842被施予并且在x-y平面中移动,直至到达限定医疗植入物802的外部尺寸的预定的周边844。在一些实施方式中,在到达周边844时,打印头200可以在x-y平面中移动,并且在朝向医疗植入物802的内部的方向上继续以波浪形图案842沉积打印材料,直至再次到达周边844。在一些实施方式中,在以波浪形图案842沉积的打印材料400之间可能存在多个间隙846或空间。例如,在一些实施方式中,间隙846可以为约300 μm 。在一些实施方式中,间隙846可以选自约50 μm 至约500 μm 的范围。如图8B进一步所示,打印材料400可以连续地以波浪形图案842沉积,每次到达周边844时返回内部,直至完成第一层840。在完成第一层840时,可以开始沉积第二层850。在一些实施方式中,打印材料400可以在每一层完成之后被连续地打印,使得在各层之间没有打印材料的间隙或空间,从而产生连续的或接近连续的医疗植入物802。例如,在完成第一层840之后,可以在不停止从喷嘴210通过供给管212供给打印材料400的情况下开始第二层850的沉积。

[0147] 图8C示出了沉积在图8B所示的第一层840的顶部的第二层850。在一些实施方式中,G代码或软件编程可以旋转波浪形图案842的布局或取向。例如,在一些实施方式中,第二层850以与呈现在第一层840中的相同的设计以波浪形图案842沉积在第一层840的顶部上。然而,图案可以旋转预定角度或度数,由此打印材料400不以完全相同的布局被沉积,而是在第一层840和第二层850之间存在打印材料400的交叉效果。例如,图8C示出了一个实施方式,其中打印图案在第一层840完成后被旋转了约36°以打印第二层850。在图8C中,第二层850中的波浪形图案842包括与第一层840的波浪形图案842相同的设计,但是由于图案旋转,打印材料400以由此产生的交叉方式被沉积。

[0148] 在一些实施方式中,在完成医学植入物802的构建层之后旋转打印图案的处理可以针对所有层重复。在一些实施方式中,图案可以在不同的层处旋转不同的量。在一些实施方式中,可以不针对所有层都旋转图案,而是可以在多个接续的层之后旋转图案。图案可以旋转任何预定的度数,例如在约1°至约179°的范围内。在一些实施方式中,图案将在被打印的每个层完成之后旋转选择的度数。例如,在一些实施方式中,在每个层完成之后,图案将旋转36°。此外,当经由G代码或其它软件通过控制系统50旋转图案时,打印头200和构建板100都不需要物理旋转。图案仅在软件编程中被旋转,从而修改施予图案的角度或方向。尽管构建板100和打印头200可以被构造为可定向移动的,但在打印处理期间都可以不需要机械地旋转。

[0149] 图8D示出了医疗植入物1000的示例性实施方式,详细描绘了第一多孔分区1002和第二多孔分区1006。图8E示出了医疗植入物1000的截面。在一些实施方式中,医疗植入物1000可以至少包括具有第一孔隙率的第一多孔分区1002和具有第二孔隙率的第二多孔分区1006。在一些实施方式中,医疗植入物1000可以包括多于或少于两个的多孔分区,并且可以包括具有各种孔隙率的任意数量的多孔分区。在一些实施方式中,医疗植入物1000可以

包括多个层1010。在一些实施方式中,医疗植入物1000可以被逐层打印,其中在开始打印下一层之前打印了完整的一层。可以重复该处理,直至每一层都被打印并且医疗植入物1000被完全形成。在一些实施方式中,多个层1010中的每一层都可以包括第一多孔分区1002和第二多孔分区1006。

[0150] 如图8D至图8E所示,在一些实施方式中,第一多孔分区1002可以包括晶格框架或结构1004,或者以其它方式包括在整个第一多孔分区1002上具有限定的开口、孔或间隔的总体结构。在一些实施方式中,包括第一多孔分区1002的晶格框架1004可以包括约300mm至约350mm的孔。在一些实施方式中,第一多孔分区1002可以包括尺寸约50mm至约500mm的孔。在一些实施方式中,第一多孔分区1002可以包括不同和不均匀尺寸的孔。

[0151] 如图8D至图8E进一步所示,在一些实施方式中,第二多孔分区1006可以包括基本上实心的结构1008,其具有最小的孔、开口或间隙。第二多孔分区1006可以用与第一多孔分区1002相同的打印材料400来打印,或者可以使用不同的打印材料来打印。在一些实施方式中,第二多孔分区1006可以包括具有最小的孔、开口或间隙或者没有孔、开口或间隙的密度。在一些实施方式中,第二多孔分区1006可以使用第一多孔分区1002的备选图案或不同图案来形成或打印。例如,在一些实施方式中,第二多孔分区1006可以使用以接缝对接缝方式铺设的打印材料的实心珠粒来打印,从而产生基本上或完全实心的结构。在一些实施方式中,第二多孔分区1006可以充当结构支撑件,从而有助于维持医疗植入物1000的结构稳定性。

[0152] 在一些实施方式中,第一多孔分区1002和第二多孔分区1006的孔隙率可以是预定的并且可以被选择性地定位。例如,在一些实施方式中,医疗植入物1000是被设计为在解剖学上与具体的患者兼容的定制的外科植入物。相应地,以将会促进骨骼生长的某些设计、形状、构造或位置选择性地定位第一多孔分区1002可能是有利的。附加地,第二多孔分区1006也可以被选择性地定位,以确保其被定位在位置中并且包括支撑医疗植入物1000上承载的任何负荷的孔隙率。

[0153] 如上所述,被施予的打印材料400的珠粒的厚度可以取决于打印材料400从打印头200的流速。通常,当打印材料400以较快的速率被施予时,珠粒的直径将比打印材料400以较慢的速率被施予时细。相应地,在一些实施方式中,可以对流速选择性地编程或控制以对应于对象1000的区段的预定孔隙率。例如,在一些实施方式中,第一多孔分区1002中的被打印的材料400可以具有约300nm至约350nm的预定直径。在施予将会构成第一多孔分区1002的材料时,可以以约10mm/秒的流速施予打印材料400。在一些实施方式中,第二多孔分区1006中的被打印的材料400可以具有约500nm至约700nm的预定直径。在施予将会构成第二多孔分区1006的材料时,可以以约5mm/秒的流速施予打印材料。

[0154] 如图8E中进一步所示,在一些实施方式中,医疗植入物1000还可以包括至少一个重叠区域1012,其中第一多孔分区1002和第二多孔分区1006可以互连。例如,在打印处理期间,当打印材料400被施予以打印第一多孔分区1002时,打印材料400可以有意地延伸超过第一多孔分区1002的边界进入第二多孔分区1006的边界。相应地,在打印医疗植入物1000的每一层时,重叠区域1012也可以包括多个互连的层,其中第一多孔分区1002和第二多孔分区1006连续地互连。重叠区域1012以及第一多孔分区1002与第二多孔分区1006的互连可以得出结构更稳定的医疗植入物1000。例如,在打印处理已经完成之后,医疗植入物开始硬

化,第一多孔分区1002和第二多孔分区1006可以以互连的方式一起硬化,从而加强第一多孔分区1004和第二多孔分区1006之间的联接。

[0155] 使用打印装置10,用户可以为患者现场打印植入物1000。参考图10、图11、图12和图13A至图13E说明待打印的对象的附加的实施方式。具体地,在下文说明示例性的医疗植入物2000、3000、4000。

[0156] 图10示出了可以使用打印装置10打印的前颈部椎间笼2000。颈部椎间笼2000被设计用于支撑颈部负荷,同时最大化植入物和与其接触的椎体之间的表面积。颈部椎间笼2000被构造为在前颈部椎体间融合(ACIF)术中被布置在椎间盘空间中的第一椎体和第二椎体之间。颈部椎间笼2000具有顶表面2002、底表面2004、前侧部2008、后侧部2006以及周边侧部2007和2009。颈部椎间笼2000可以包括从顶表面2002延伸到底表面2004的中央开口2010。在一些实施方式中,中央开口2010可以是基本上矩形的、正方形的、圆形的、卵形的或任何其它期望的形状。中央开口2010可以被构造为在其中接纳骨移植材料,用于刺激原位的骨生长。

[0157] 在一些实施方式中,顶表面2002可以以约0至30度的角度倾斜,从前侧部2008朝向后侧部2006成角度。在一些实施方式中,底表面2004可以以约0至30度的角度倾斜,从前侧部2008朝向后侧部2006成角度。在一些实施方式中,颈部椎间笼2000具有约12mm至20mm的宽度和约11mm至15mm的长度和约5mm至14mm的高度。

[0158] 在一些实施方式中,前侧部2008可以包括位于其中的一个或多个周边开口2005,周边开口2005用于接纳用于植入的器械的远侧端部。在一些实施方式中,一个或多个周边开口2005可以在内部设有螺纹,以与器械的远侧端部协作。在一些实施方式中,一个或多个周边开口2005可以是圆形的。在一些实施方式中,周边侧部2007和/或2009可以具有充当移植窗口的开口(未示出)。然而,由于颈部椎间笼2000的多孔结构,周边侧部2007、2009中的移植窗口可能不是必要的。在一些实施方式中,周边开口或任何其它开口可以在打印颈部椎间笼2000之后被添加。

[0159] 颈部椎间笼2000可以被设计为具有多个不同的多孔分区。可以小心地平衡孔隙率以提供结构完整性,同时还提供最佳的骨固定。例如,在植入物2000中,顶表面2002和底表面2004可以具有最大的孔隙率。在一些实施方式中,顶表面2002和底表面2004可以具有约300 μ m至350 μ m的孔。孔隙率的第一分区2012可以从顶表面2002向下延伸约1mm至1.5mm到植入物2000中。孔隙率的第二分区2014可以从底表面2004向上延伸约1mm至1.5mm到植入物2000中。已经发现,骨的向内生长通常可以从邻近的骨表面延伸到植入物中约1mm至1.5mm。孔隙率的第三分区2016可以在第一分区2012和第二分区2014之间延伸到植入物2000的中央。在一些实施方式中,孔隙率的第四分区2018可以围绕植入物的周边延伸,形成较少孔的外周表面,如图10所示。在一些实施方式中,第四分区2018可以具有小到使得其看起来是实心的或几乎是实心的程度的孔隙率。

[0160] 图11示出了可以使用打印装置10打印的示例性腰椎笼3000。腰椎笼3000被设计用于支撑腰部负荷,同时最大化植入物和与其接触的椎体之间的表面积。腰椎笼3000被构造为在后腰椎椎间融合(PLIF)术中被布置在椎间盘空间中的第一椎体和第二椎体之间。在一种实施方式中,第一椎体可以是L4,第二椎体可以是L5。在另一实施方式中,第一椎体可以是L5,第二椎体可以是S1。在一些实施方式中,两个腰椎笼3000可以被植入相同的椎间盘空

间中。

[0161] 腰椎笼3000具有顶表面3002、底表面3004、前侧部3008、后侧部3006以及周边侧部3007和3009。腰椎笼3000可以包括从顶表面3002延伸到底表面3004的中央开口3010。在一些实施方式中,中央开口3010可以是基本上矩形的、正方形的、圆形的、卵形的或任何其它期望的形状。中央开口3010可以被构造为在其中接纳骨移植材料,用于刺激原位的骨生长。

[0162] 在一些实施方式中,腰椎笼3000可以是基本上矩形形状的。在一些实施方式中,前侧部3008和后侧部3006较短,而周边侧部3007、3009较长。在这种实施方式中,中央开口3010也可以是基本上矩形形状的。在一些实施方式中,顶表面3002和/或底表面3004可以是基本上平面的。在一些实施方式中,顶表面3002和/或底表面3004可以是基本上凸形的,使得中央具有稍高的高度用于接合邻近的骨。在一些实施方式中,腰椎笼3000具有约8mm至12mm的宽度和约20mm至40mm的长度和约6mm至16mm的高度。

[0163] 在一些实施方式中,前侧部3008可以成形为具有基本上三角形形状的弹头式末端。在一些实施方式中,后侧部3006可以包括位于其中的一个或多个周边开口3005,周边开口3005用于接纳用于植入的器械的远侧端部。在一些实施方式中,一个或多个周边开口3005可以在内部设有螺纹,以与器械的远侧端部协作。在一些实施方式中,一个或多个周边开口可以是圆形的。在一些实施方式中,周边侧部3007和/或3009可以具有充当移植窗口的开口(未示出)。然而,由于腰椎笼3000的多孔结构,在周边侧部3007、3009中的移植窗口可能不是必要的。在一些实施方式中,周边开口或任何其它开口可以在打印腰椎笼3000之后被添加。

[0164] 腰椎笼3000可以被设计为具有多个不同的多孔分区。可以小心地平衡孔隙率以提供结构完整性,同时还提供最佳的骨固定。例如,在植入物3000中,顶表面3002和底表面3004可以具有最大的孔隙率。在一些实施方式中,顶表面3002和底表面3004可以具有约100 μm 至500 μm 的孔。孔隙率的第一分区3012可以从顶表面3002向下延伸约1mm至1.5mm到植入物3000中。孔隙率的第二分区3014可以从底表面3004向上延伸约1mm至1.5mm到植入物3000中。已经发现,骨的向内生长通常可以从邻近的骨表面延伸到植入物中约1mm至1.5mm。孔隙率的第三分区3016可以在第一分区3012和第二分区3014之间延伸到植入物3000的中央。在一些实施方式中,孔隙率的第四分区3018可以围绕植入物的周边的至少一部分延伸,形成较少孔的外周表面。在一些实施方式中,第四分区3018可以具有小到使得其看起来是实心的或几乎是实心的程度的孔隙率。在一些实施方式中,第四分区主要在前侧部3008和后侧部3006上,如图11所示。

[0165] 图12示出了可以使用打印装置10打印的示例性腰椎笼4000。腰椎笼4000被设计用于支撑腰部负荷,同时最大化植入物与其接触的椎体之间的表面积。腰椎笼4000被构造为在经椎间孔腰椎椎间融合(TLIF)术中被布置在椎间盘空间中的第一椎体和第二椎体之间。在一种实施方式中,第一椎体可以是L4,第二椎体可以是L5。在另一实施方式中,第一椎体可以是L5,第二椎体可以是S1。在一些实施方式中,一个腰椎笼4000被植入椎骨间的空间中。

[0166] 腰椎笼4000具有顶表面4002、底表面4004、前侧部4008、后侧部4006以及周边侧部4007和4009。腰椎笼4000可以包括从顶表面4002延伸到底表面4004的中央开口4010。在一些实施方式中,中央开口4010可以是基本上矩形的、正方形的、圆形的、卵形的或任何其它

期望的形状。中央开口4010可以被构造为在其中接纳骨移植材料,用于刺激原位的骨生长。

[0167] 在一些实施方式中,腰椎笼4000可以形成基本上弯曲的矩形形状。在一些实施方式中,前侧部4008和后侧部4006较短,而周边侧部4007、4009较长。在这种实施方式中,中央开口4010可以是基本上弯曲的和基本上矩形形状的。在一些实施方式中,顶表面4002和/或底表面4004可以是基本上平面的。在一些实施方式中,顶表面4002和/或底表面4004可以是基本上凸形的,使得中央具有稍高的高度用于接合邻近的骨。在一些实施方式中,腰椎笼4000具有约8mm至14mm的宽度和约28mm至34mm的长度和约6mm至16mm的高度。

[0168] 在一些实施方式中,前侧部4008可以成形为具有基本上三角形形状的弹头式末端。在一些实施方式中,后侧部4006可以包括位于其中的一个或多个周边开口4005,周边开口4005用于接纳用于植入的器械的远侧端部。在一些实施方式中,一个或多个周边开口4005可以在内部设有螺纹,以与器械的远侧端部协作。在一些实施方式中,一个或多个周边开口可以是圆形的。在一些实施方式中,周边侧部4007和/或4009可以具有充当移植窗口的开口(未示出)。然而,由于腰椎笼3000的多孔结构,在周边侧部4007、4009中的移植窗口可能不是必要的。在一些实施方式中,周边开口或任何其它开口可以在打印腰椎笼4000之后被添加。

[0169] 腰椎笼4000可以被设计为具有多个不同的多孔分区。可以小心地平衡孔隙率以提供结构完整性,同时还提供最佳的骨固定。例如,在植入物4000中,顶表面4002和底表面4004可以具有最大的孔隙率。在一些实施方式中,顶表面4002和底表面4004可以具有约100 μ m至500 μ m的孔。孔隙率的第一分区4012可以从顶表面4002向下延伸约1mm至1.5mm到植入物3000中。孔隙率的第二分区4014可以从底表面4004向上延伸约1mm至1.5mm到植入物4000中。已经发现,骨的向内生长通常可以从邻近的骨表面延伸到植入物中约1mm至1.5mm。孔隙率的第三分区4016可以在第一分区4012和第二分区4014之间延伸到植入物4000的中央。在一些实施方式中,孔隙率的第四分区4018可以围绕植入物的周边的至少一部分延伸,形成较少孔的外周表面。在一些实施方式中,第四分区4018可以具有小到使得其看起来是实心的或几乎是实心的程度的孔隙率。在一些实施方式中,第四分区4018主要在前侧部4008和后侧部4006上,如图12所示。

[0170] 在一些实施方式中,植入物1000、2000、3000或4000可以包括在其外表面上的涂层。在一些实施方式中,涂层可以包括钛等离子体喷涂涂层和/或羟基磷灰石(HA)涂层。在一些实施方式中,涂层可以是诸如由Promimic制造的HA^{nano}Suface®涂层。在一些实施方式中,涂层可以在外表面上和/或诸如当植入物1000、2000、3000或4000被浸入用于涂覆的溶液中时可以延伸到遍及植入物的孔中。

[0171] 在一些实施方式中,植入物1000、2000、3000或4000可以包括不透射辐射的标记,以优化可见性和布置方式。在一些实施方式中,不透射辐射的标记可以是钽。

[0172] 在一些实施方式中,植入物的一部分可以被打印在次生材料上或被附接至次生材料,以提供较高的结构完整性。次生材料可以是金属,诸如不锈钢或钛。在一些实施方式中,次生材料可以形成用于在其上接纳打印材料400的托架。

[0173] 除了上述处理之外,在一种实施方式中,在打印之前,聚合物丝400可以在脱水器中整夜干燥。然后,将其上具有丝400的卷轴404插入材料壳体402中,并附接至打印装置10。聚合物丝400然后被供给至输送装置406中,输送装置406可以从壳体402延伸至打印头

200的管。喷嘴210被加热到材料400的期望的熔化温度。在一些实施方式中,期望的熔化温度为约420℃至约450℃。为了净化线路,可以挤出约50mm的材料400以提供一致的流动。然后将构建板100加热到期望的温度。在一些实施方式中,构建板100的温度为约140℃至约160℃。然后如上所述,选择程序并打印对象800。在打印完成之后,从构建板100移除筏816。然后从筏816和托架818移除植入物802。可以使用刀具移除任何多余的材料。

[0174] 图13A至图13E示出了可以被打印的植入物的附加的示例性实施方式。植入物可以被打印以用于患者(诸如脊椎、四肢或颅骨)。示例性的植入物可以是颅骨板、上颌骨-面部植入物、截骨楔、脊椎间隔件或笼、或螺钉或紧固件。

[0175] 在一些实施方式中,在打印之后,然后进行退火处理。聚合物材料的退火是为了减轻制造期间引入的内应力而进行的。聚合物材料被加热到低于玻璃化转变温度的温度,使得聚合物链活跃并重新排列。例如,植入物1000、2000、3000或4000可以在烘箱中放置约6小时。在一些实施方式中,退火处理可在第一小时内升温至约150℃的温度,在该温度下保持约1小时,在约30分钟内升温至约200℃,在约200℃下保持约一小时,在约30分钟内降低至约150℃,在约150℃下保持约30分钟,然后降低至室温(约20℃)。在一些实施方式中,当涉及较大的打印结构时,可以在较高的温度下、诸如约300℃进行退火处理。

[0176] 在一些实施方式中,植入物1000、2000、3000或4000被整夜留在烘箱中,以便使植入物1000、2000、3000或4000在被移除前有时间冷却至室温。在一些实施方式中,约50个植入物1000、2000、3000或4000可以被同时放置在烘箱中。

[0177] 然后可以对植入物1000、2000、3000或4000进行清洁。例如,植入物1000、2000、3000或4000可以被放置在具有清洁溶液的被加热的超声清洁器中约30分钟。然后植入物1000、2000、3000或4000可以被放置在具有水和异丙醇的溶液的未被加热的超声清洁器中。

[0178] 在退火处理后,对植入物1000、2000、3000或4000进行任意后加工。后加工可以例如包括对植入物1000、2000、3000或4000添加孔或螺纹。植入物1000、2000、3000或4000然后可以经历清洁处理,在该处理中移除任何外部碎屑。

[0179] 植入物1000、2000、3000或4000可被放置在超清洁环境中以用于涂布涂层。植入物可以被浸没在羟基磷灰石(HA)溶液中,使得所有表面都涂覆有HA。在一些实施方式中,涂层可以薄到纳米。由于植入物1000、2000、3000或4000的完全多孔结构,HA涂层可以延伸穿过装置的内部多孔结构。植入物1000、2000、3000或4000上的HA涂层的使用创建了亲水性表面并促进较快的骨整合(osseointegration)。全孔隙率促使植入物的新骨生长和向内生长,从而实现更大的融合强度。植入物1000、2000、3000或4000可以在涂覆/浸渍之后被加热以蒸发任何多余的涂覆材料。然后可以将植入物1000、2000、3000或4000放置在无菌包装中并经历伽马辐射以进行消毒。

[0180] 在不脱离其范围的情况下,可以以各种方式组合上述特征以及以下要求保护的特征。以下示例说明了一些可能的、非限制性的组合:

[0181] (A1)一种用于由第一材料形成外科植入物的打印装置,包括:形成被包围的空间的壳体、打印头、具有用于在其上接纳第一材料的顶表面的平面的被加热的构建板、和反射板。打印头包括用于挤出第一材料的被加热的喷嘴。反射板包括有源加热元件,所述反射板邻近被加热的喷嘴定位并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射单元、被加热的构建板、和被加热的喷嘴全都被构造为在形成外科植入物的过程中将第一材料维持在预

定温度。

[0182] (A2) 对于如 (A1) 所述的打印装置而言,被加热的构建板包括:顶部构建层,包括顶表面;顶部框架层,位于该顶部构建层下方;包括电阻加热器的加热层,位于该顶部框架层下方;隔热层,位于该加热层下方;以及底部框架层。

[0183] (A3) 对于如 (A2) 所述的打印装置而言,还包括处在加热层和顶部框架层之间的中间层,其中中间层有助于散热。

[0184] (A4) 对于如 (A2) 至 (A3) 所述的打印装置而言,顶部层包括聚醚酰亚胺 (PEI)、聚醚醚酮 (PEEK)、聚芳醚酮 (PAEK)、聚醚酮酮 (PEKK)、其它热塑性聚合物、玻璃、铝、不锈钢、其它金属合金或其组合。

[0185] (A5) 对于如 (A2) 至 (A4) 中任一项所述的打印装置而言,其中顶部框架层和底部框架层中的至少一者包括铝。

[0186] (A6) 对于如 (A3) 至 (A5) 中任一项所述的打印装置而言,其中中间层包括不锈钢。

[0187] (A7) 对于如 (A2) 至 (A6) 中任一项所述的打印装置而言,其中隔热层包括云母或陶瓷。

[0188] (A8) 对于如 (A1) 至 (A7) 中任一项所述的打印装置而言,还包括被包围的空间内的至少一个红外加热器,该红外加热器被构造为在打印期间将热导向外科植入物。

[0189] (A9) 对于如 (A1) 至 (A8) 中任一项所述的打印装置而言,包括至少一个温度传感器。

[0190] (A10) 对于如 (A2) 至 (A9) 中任一项所述的打印装置而言,还包括在顶部构建层和顶部框架层中的多个开口,其中多个开口被构造为在其中接纳机械联接件并有助于散热。

[0191] (A11) 对于如 (A1) 至 (A10) 中任一项所述的打印装置而言,还包括具有处理器的控制系统,该控制系统被构造为接收用于形成外科植入物的定制设计参数。

[0192] (A12) 对于如 (A11) 所述的打印装置而言,设计参数包括尺寸、形状和孔隙率。

[0193] (A13) 对于如 (A1) 至 (A12) 中任一项所述的打印装置而言,其中第一材料是热塑性聚合物,并且预定温度接近聚合物的玻璃化转变温度。

[0194] (A14) 对于如 (A1) 至 (A13) 中任一项所述的打印装置而言,其中壳体的内表面包括隔热材料。

[0195] (B1) 一种用于3D打印医疗装置的系统,包括:用于形成医疗装置的打印材料和打印装置。打印装置包括形成被包围的空间的壳体、包括用于挤出打印材料的被加热的喷嘴的打印头、具有用于在其上接纳打印材料的顶表面的平面的被加热的构建板、以及包括有源加热元件的反射板。反射板定位成邻近被加热的喷嘴,并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射单元、构建板和喷嘴全都被构造为在形成医疗装置的过程中将打印材料维持在预定温度。

[0196] (B2) 对于如 (B1) 所述的系统而言,构建板包括:包括顶表面的顶部构建层;在该顶部构建层下方的顶部框架层;包括电阻加热器的加热层,该加热层位于顶部框架层下方;位于加热层下方的隔热层;以及底部框架层。

[0197] (B3) 对于如 (B1) 所述的系统而言,还包括处在加热层和顶部框架层之间的中间层,其中中间层有助于散热。

[0198] (B4) 对于如 (B2) 至 (B3) 所述的系统而言,顶部层包括聚醚酰亚胺 (PEI)、聚醚醚酮

(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)、其它热塑性聚合物、玻璃、铝、不锈钢、其它金属合金或其组合。

[0199] (B5) 对于如(B2)至(B4)中任一项所述的系统而言,其中顶部框架层和底部框架层中的至少一者包括铝。

[0200] (B6) 对于如(B3)至(B5)中任一项所述的系统而言,其中中间层包括不锈钢。

[0201] (B7) 对于如(B2)至(B6)中任一项所述的系统而言,其中隔热层包括云母或陶瓷。

[0202] (B8) 对于如(B1)至(B7)中任一项所述的系统而言,还包括被包围的空间内的至少一个红外加热器,红外加热器被构造为在打印期间将热导向外科植入物。

[0203] (B9) 对于如(B1)至(B8)中任一项所述的系统而言,包括至少一个温度传感器。

[0204] (B10) 对于如(B2)至(B9)中任一项所述的系统而言,还包括在顶部构建层和顶部框架层中的多个开口,其中多个开口被构造为在其中接纳机械联接件并有助于散热。

[0205] (B11) 对于如(B1)至(B10)中任一项所述的系统而言,还包括具有处理器的控制系统,控制系统被构造为接收用于形成医疗装置的定制设计参数。

[0206] (B12) 对于如(B11)所述的系统而言,设计参数包括尺寸、形状和孔隙率。

[0207] (B13) 对于如(B1)至(B12)中任一项所述的系统而言,其中打印材料是热塑性聚合物,并且预定温度接近聚合物的玻璃化转变温度。

[0208] (B14) 对于如(B1)至(B13)中任一项所述的系统而言,其中壳体的内表面包括隔热材料。

[0209] (C1) 一种使用打印装置创建医疗植入物的方法,该方法包括:提供用于打印医疗植入物的第一材料;提供打印装置;在Z平面中竖直地移动打印头和反射板;以及在X平面和Y平面中水平地移动构建板。该打印装置包括:形成被包围的空间的壳体;包括用于挤出第一材料的被加热的喷嘴的打印头;具有用于在其上接纳第一材料的顶表面的平面的被加热的构建板;以及包括有源加热元件的反射板。反射板定位成邻近被加热的喷嘴,并且具有被构造为朝向构建板反射热的底表面。反射单元、构建板和喷嘴全都被构造为在形成医疗装置的过程中将第一材料维持在预定温度。

[0210] (C2) 对于如(C1)所述的方法而言,还包括:向构建板提供热,以将第一材料维持在预定温度。

[0211] (C3) 对于如(C1)或(C2)所述的方法而言,还包括:激活反射板中的加热器,以将第一材料维持在预定温度。

[0212] (C4) 对于如(C1)至(C3)中任一项所述的方法而言,打印装置还包括至少一个温度传感器,而且该方法还包括:感测壳体单元内的至少一个位置的温度,以将第一材料维持在预定温度。

[0213] (C5) 对于如(C4)所述的方法而言,其中预定温度接近第一材料的玻璃化转变温度。

[0214] (D1) 一种通过连续沉积形成多孔外科装置的方法,包括:提供打印材料;通过喷嘴头挤出打印材料;在Z平面内竖直地移动喷嘴头;在构建板的顶表面上接纳打印材料;在X平面和Y平面中水平地移动构建板;以及在构建板上沉积多层打印材料以形成外科装置。沉积多个层包括:(a)在构建板上沉积第一层;(b)将基本上连续的图案旋转约 36° ;以及(c)在第一层的顶部上沉积第二层;以及重复步骤a、b和c,直到形成预定数量的层为止。

[0215] (D2) 对于如 (D1) 所述的方法而言,其中第二层延伸超过第一层和第二层的外周边。

[0216] (D3) 对于如 (D1) 至 (D2) 中任一项所述的方法而言,还包括:调整打印材料被施予的速度,以控制生产的外科装置的孔隙率。

[0217] (D4) 对于如 (D1) 至 (D3) 中任一项所述的方法而言,还包括:在喷嘴处将打印材料加热到预定温度,其中预定温度接近打印材料的玻璃化转变温度。

[0218] (D5) 对于如 (D4) 所述的方法而言,其中预定温度为约140℃至约160℃。

[0219] (D6) 对于如 (D1) 至 (D5) 中任一项所述的方法而言,还包括:在整个处理期间维持构建板上的打印材料的预定温度。

[0220] (D7) 对于如 (D1) 至 (D6) 中任一项所述的方法而言,还包括:为特定的患者定制植入物的尺寸、形状和孔隙率。

[0221] (D8) 对于如 (D1) 至 (D7) 中任一项所述的方法而言,打印材料包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEEK)、聚醚酮酮(PEKK)或其它热塑性聚合物。

[0222] (E1) 一种3D打印医疗植入物的方法,包括:提供打印材料和包括喷嘴的打印装置;选择被打印的植入物的最终形状、尺寸和构造;选择用于植入物的第一分区的第一孔隙率;选择用于植入物的第二分区的第二孔隙率;控制打印材料从喷嘴到构建板上的施予速率;通过至少一个温度传感器监测打印装置的至少一部分的温度;以及调整打印机装置的至少一个元件的温度,以在整个打印处理期间将植入物维持在预定温度。

[0223] (E2) 如 (E1) 所述的方法,还包括:加热构建板以将植入物维持在预定温度。

[0224] (E3) 如 (E1) 或 (E2) 所述的方法,其中第一孔隙率形成互连的孔的网络。

[0225] (E4) 如 (E1) 至 (E3) 中任一项所述的方法,其中第二孔隙率形成基本上实心的分区。

[0226] (E5) 如 (E1) 至 (E4) 中任一项所述的方法,其中打印材料包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEEK)、聚醚酮酮(PEKK)或其它热塑性聚合物。

[0227] (F1) 一种通过连续沉积形成多孔外科装置的方法,包括:通过在构建板的顶表面上沉积打印材料来形成外科装置的第一层;通过在第一层的顶部上沉积打印材料来形成外科装置的第二层;以及通过相对于第一层和第二层继续形成多个层来形成外科装置。该方法还可以包括:通过在相对于构建板的顶表面的第一X-Y位置处开始通过喷嘴挤出打印材料并以基本上连续的图案沉积打印材料以至少形成多孔外科装置的第一分区来形成第一层,其中第一分区具有第一孔隙率。该方法还可以包括:通过在Z平面中将喷嘴移动到第二Z平面位置来形成第二层;在相对于构建板的顶表面的第二X-Y位置处开始通过喷嘴挤出打印材料,其中第二X-Y位置与第一X-Y位置相距预定的距离或角度。该方法还可以包括:通过在X平面中相对于先前的Z平面位置移动喷嘴来相对于第一层和第二层继续形成多个层、在相对于构建板的顶表面的X-Y位置处开始通过喷嘴挤出打印材料来形成外科装置,其中多个层中的任意一层的X-Y位置与任何先前的X-Y位置相距预定的距离或角度。多个层中的任意一层包括具有第二孔隙率的分区,该第二孔隙率不同于任何先前形成的层的孔隙率。

[0228] (F2) 如 (E1) 所述的方法,还包括:加热构建板以将装置维持在预定温度。

[0229] (F3) 如 (F1) 或 (F2) 所述的方法,其中第一孔隙率形成互连的孔的网络。

[0230] (F4) 如 (F1) 至 (F3) 中任一项所述的方法,其中第二孔隙率形成基本上实心的分

区。

[0231] (F5) 如 (F1) 至 (F4) 中任一项所述的方法,其中打印材料包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)或其它热塑性聚合物。

[0232] (G1) 一个或多个储存计算机可执行的指令的非瞬态计算机可读介质,当由处理器执行时,所述指令执行三维打印医疗植入物的方法,该方法包括:至少部分地基于特定患者的解剖结构来选择植入物的定制的最终形状;选择用于植入物的第一分区的第一孔隙率并选择用于植入物的第二分区的第二孔隙率;向打印装置的喷嘴提供打印材料;将打印材料至少加热至熔化温度;以及通过喷嘴将多层打印材料施予到构建板上以形成植入物。

[0233] (G2) 对于如 (G1) 所述的介质而言,还包括:控制喷嘴在Z平面内竖直地移动。

[0234] (G3) 对于如 (G1) 或 (G2) 所述的介质而言,还包括:控制构建板在X平面和/或Y平面中水平地移动。

[0235] (G4) 对于如 (G1) 至 (G3) 所述的介质而言,还包括:以预定的图案施予打印材料,并且在每层完成后,在打印接续的层之前将图案旋转约36°。

[0236] (G5) 对于如 (G1) 至 (G4) 所述的介质而言,还包括:控制构建板的加热,以在整个处理期间将植入物维持在预定温度。

[0237] (G6) 对于如 (G1) 至 (G5) 所述的介质而言,其中打印材料包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)或其它热塑性聚合物。

[0238] (G7) 对于如 (G1) 至 (G6) 所述的介质而言,还包括用于储存用于多个不同的植入物的可打印的设计的库的存储器。

[0239] (H1) 一种通过由3D打印机进行熔丝制造的工艺制成的选择性多孔可定制医疗植入物,包括:具有第一孔隙率的至少第一分区和具有第二孔隙率的至少第二分区,其中第一分区的孔大于第二分区的孔。

[0240] (H2) 对于如 (H1) 所述的植入物而言,第一分区包括具有互连的孔的晶格结构。

[0241] (H3) 对于如 (H1) 或 (H2) 所述的植入物而言,该植入物包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)或其它热塑性聚合物。

[0242] (H4) 对于如 (H1) 至 (H3) 所述的植入物而言,还包括羟基磷灰石(HA)涂层,其中该涂层延伸穿过孔。

[0243] (H5) 对于如 (H1) 至 (H4) 所述的植入物而言,该植入物被构造为用作脊椎植入物、颅骨瓣植入物、上颌骨面部植入物、或者足或踝楔植入物。

[0244] (H6) 对于如 (H1) 至 (H5) 所述的选择性多孔可定制医疗植入物而言,第一分区的孔具有约300 μm 的孔尺寸。

[0245] (I1) 一种通过聚合物单丝3D打印工艺形成的脊椎植入物,包括:顶表面;底表面;周边外表面;和中央开口;以及具有多个互连的孔的多孔区段。多孔区段在顶表面上具有多个第一开口,在底表面上具有多个第二开口。植入物形状和孔尺寸是可选择的,以用于为特定患者定制植入物。

[0246] (I2) 对于如 (I1) 所述的脊椎植入物而言,包括外周表面上的实心区段。

[0247] (I3) 对于如 (I1) 或 (I2) 所述的脊椎植入物而言,多孔区段包括第一材料,其中第一材料是聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)、或另外的热塑性聚合物。

[0248] (I4) 对于如 (I2) 至 (I3) 中任一项所述的脊椎植入物而言,实心区段包括第二材

料,其中第二材料是钛、不锈钢或热塑性聚合物。

[0249] (I5) 对于如(I1)至(I4)中任一项所述的脊椎植入物而言,植入物通过将第一材料连续沉积在多层中而形成。

[0250] (I6) 对于如(I1)至(I5)中任一项所述的脊椎植入物而言,多孔区段包括尺寸为约300 μm 的孔。

[0251] (J1) 一种通过增材制造形成的外科植入物,包括:形成互连的孔的至少一个分区的多个层,其中孔被构造为促进其中的骨生长。植入物可根据特定患者的解剖结构进行定制,并被构造为用于在患者的脊椎、四肢或颅骨内使用。多个层包括以特定的预定图案被沉积以形成互连的孔的打印材料。

[0252] (J2) 对于如(J1)所述的外科植入物而言,该植入物包括聚醚醚酮(PEEK)、聚芳醚酮(PAEK)、聚醚酮酮(PEKK)、或另外的热塑性聚合物。

[0253] (J3) 对于如(J1)或(J2)所述的外科植入物而言,包括延伸到孔中的羟基磷灰石(HA)涂层。

[0254] (J4) 对于如(J1)至(J3)中任一项所述的外科植入物而言,包括尺寸为约300 μm 的孔。

[0255] 尽管已经参考附图中所示的实施方式对本发明进行了说明,但应注意的是,在不脱离权利要求书中所述的本发明的范围的情况下,可以采用等效物并进行替换。

[0256] 因此,在描述了本发明的各种实施方式后,作为新颖的并期望受到专利特许证保护的请求保护的内容包括在所附权利要求中。

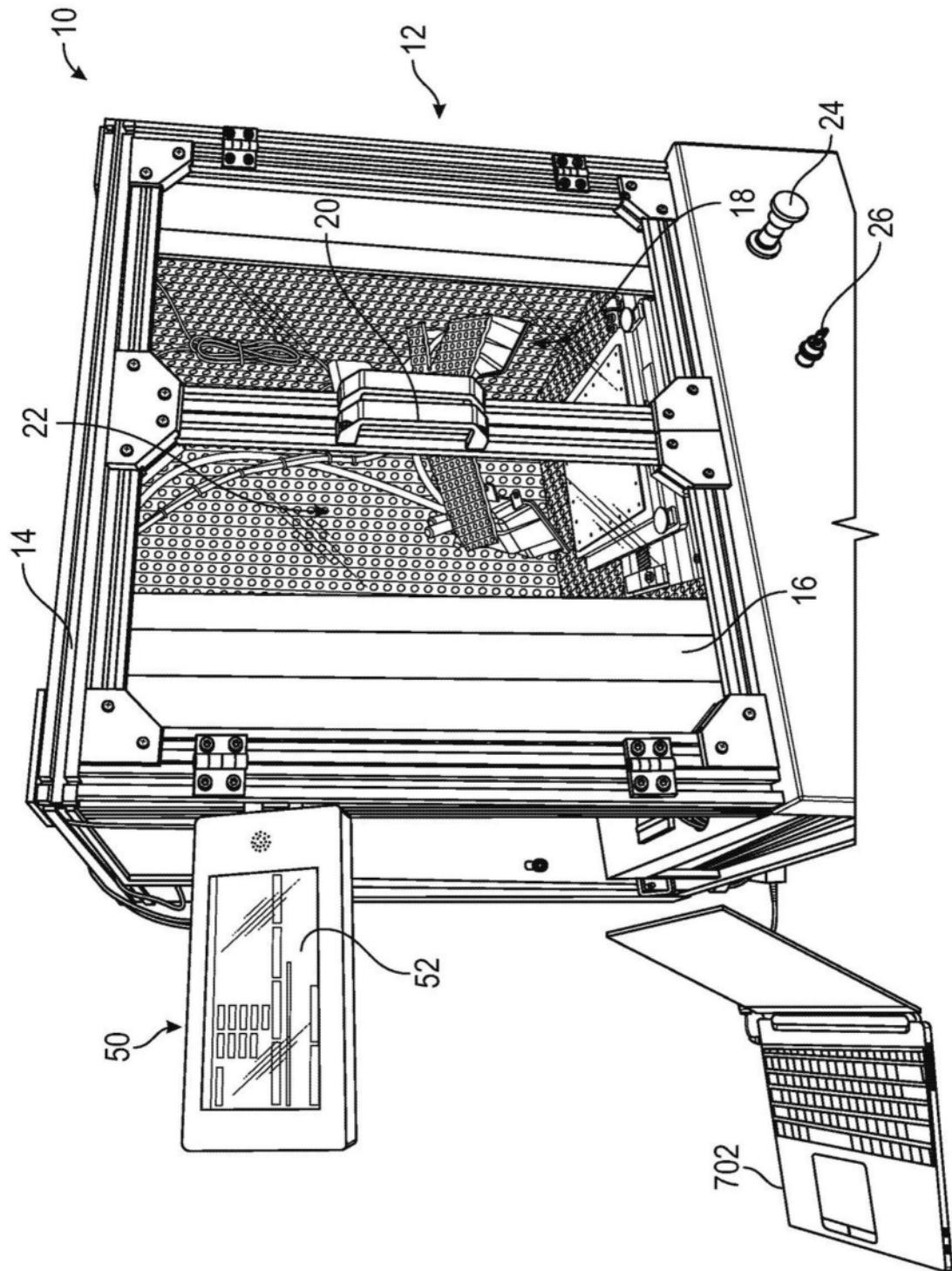


图1A

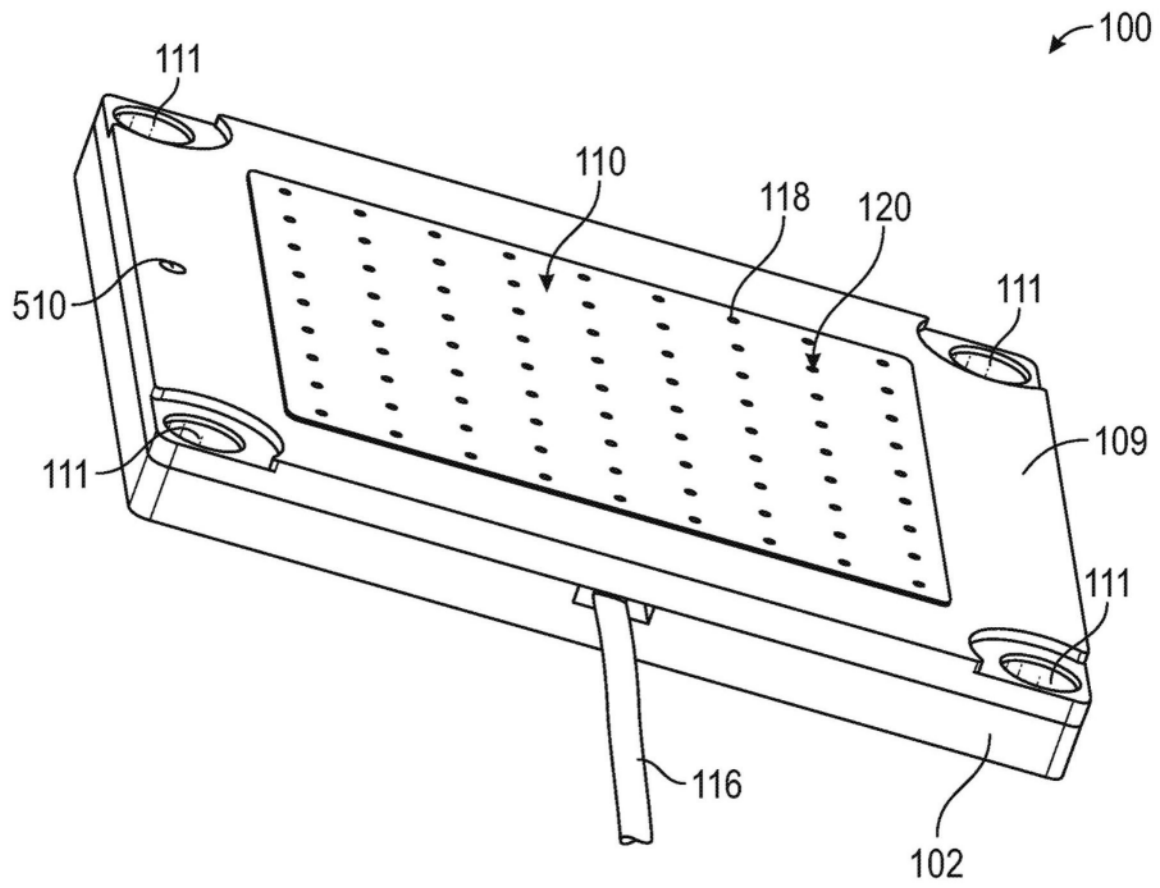


图2A

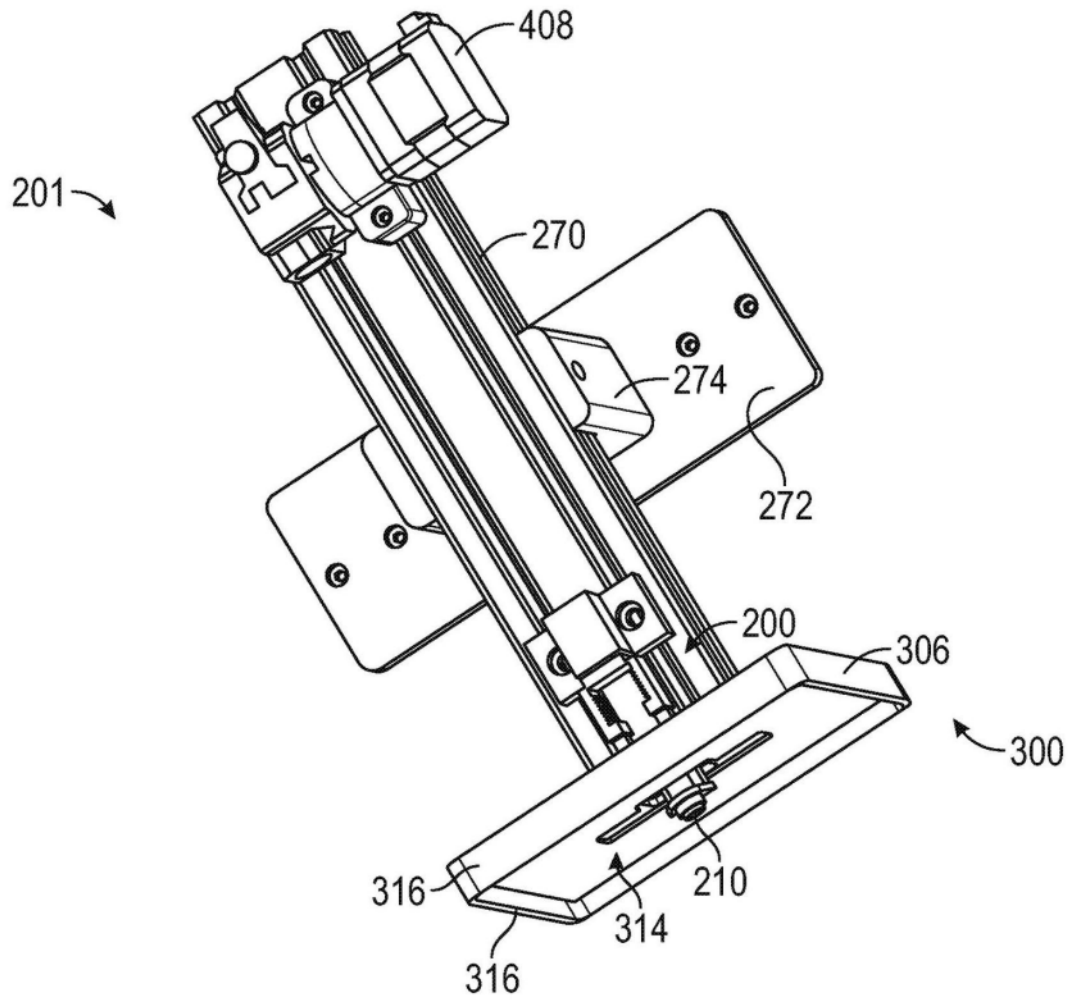


图3A

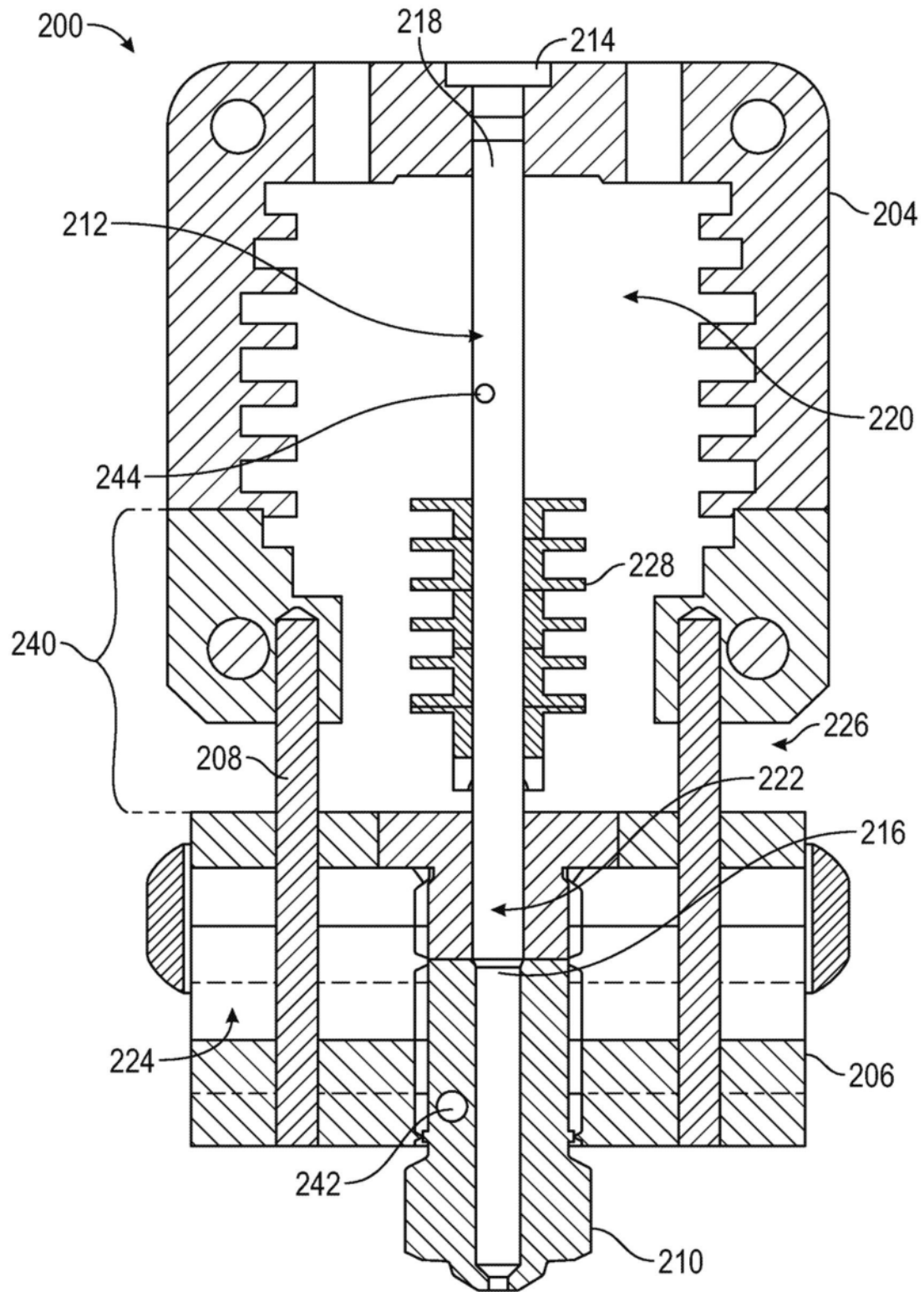


图4

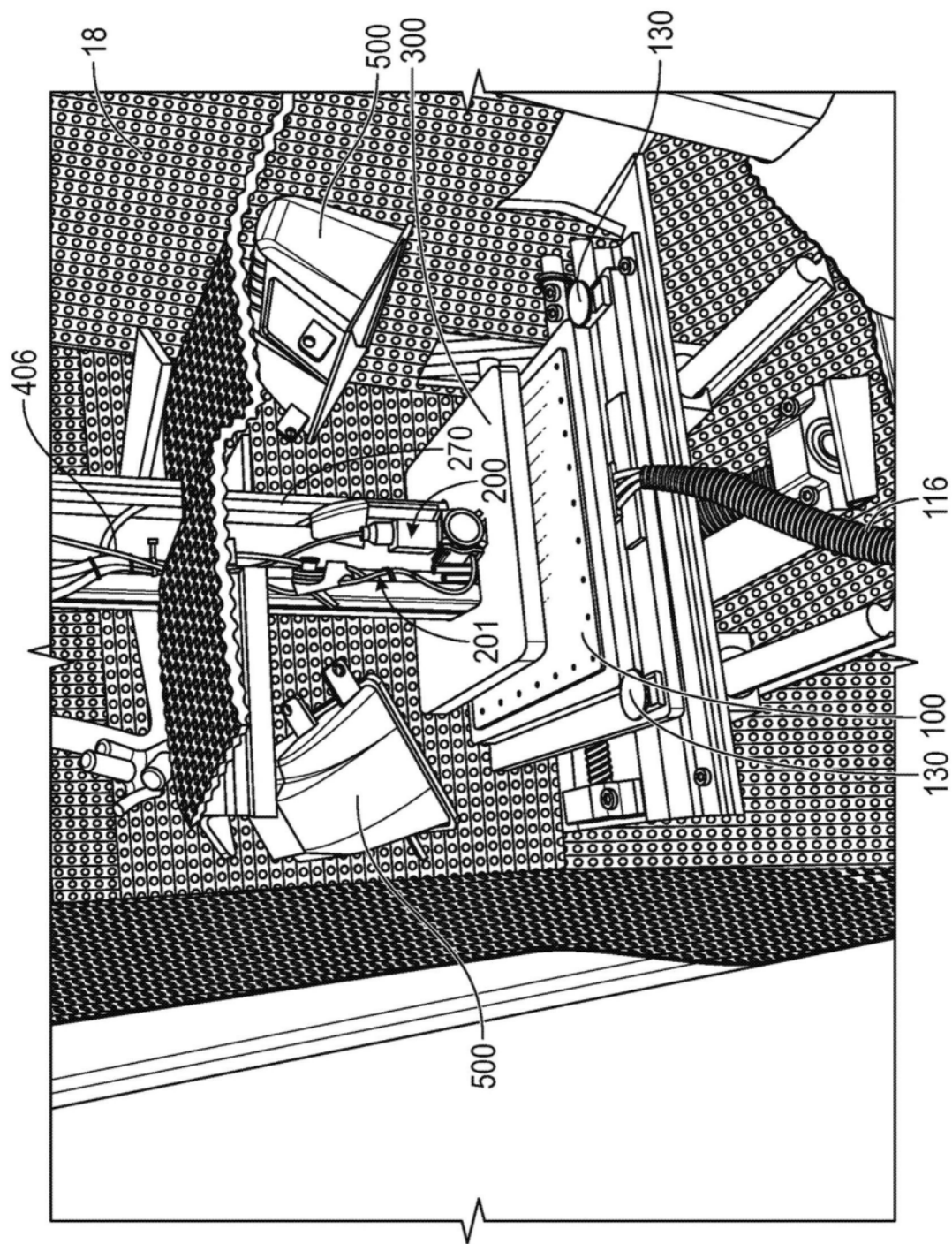


图5

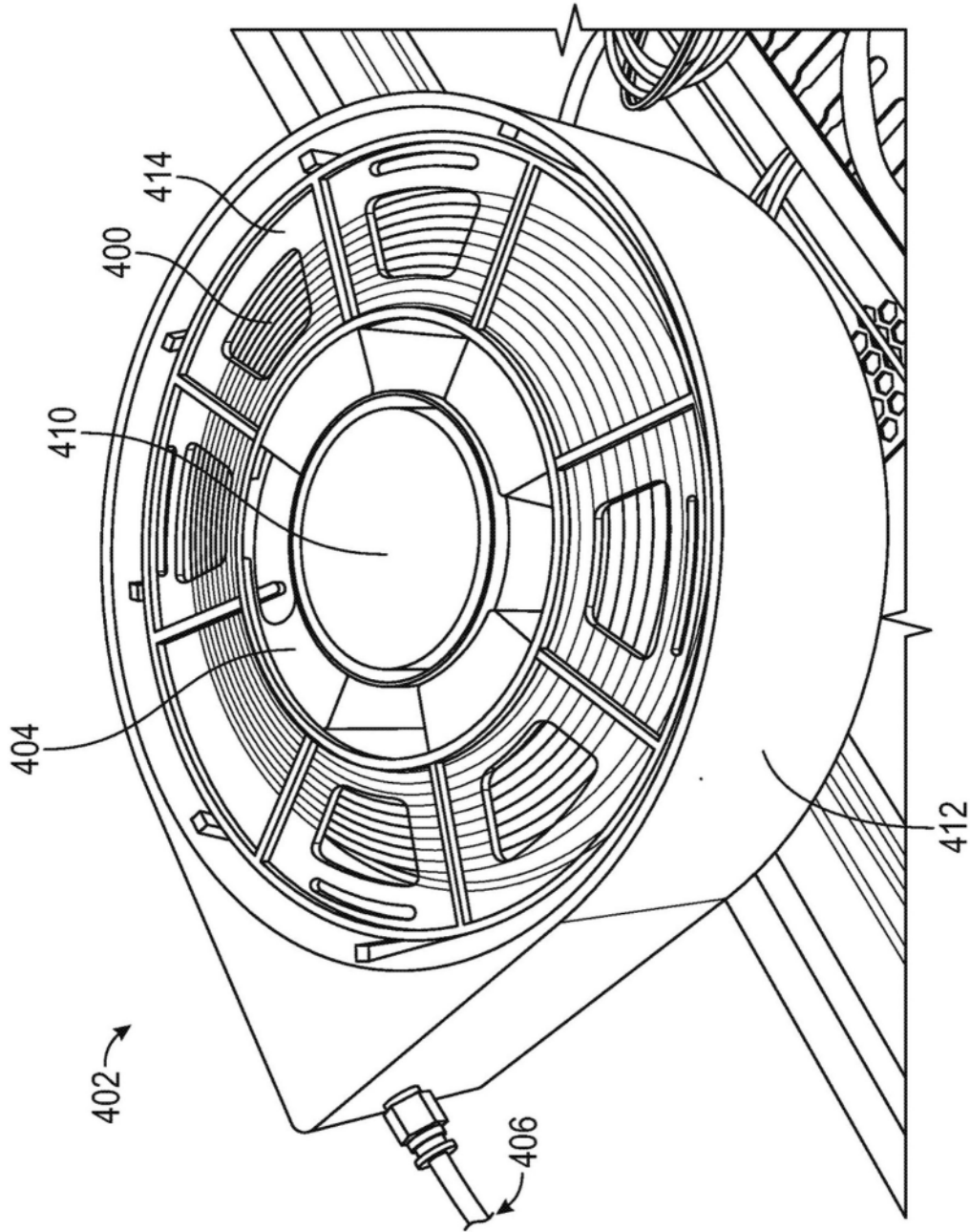


图6

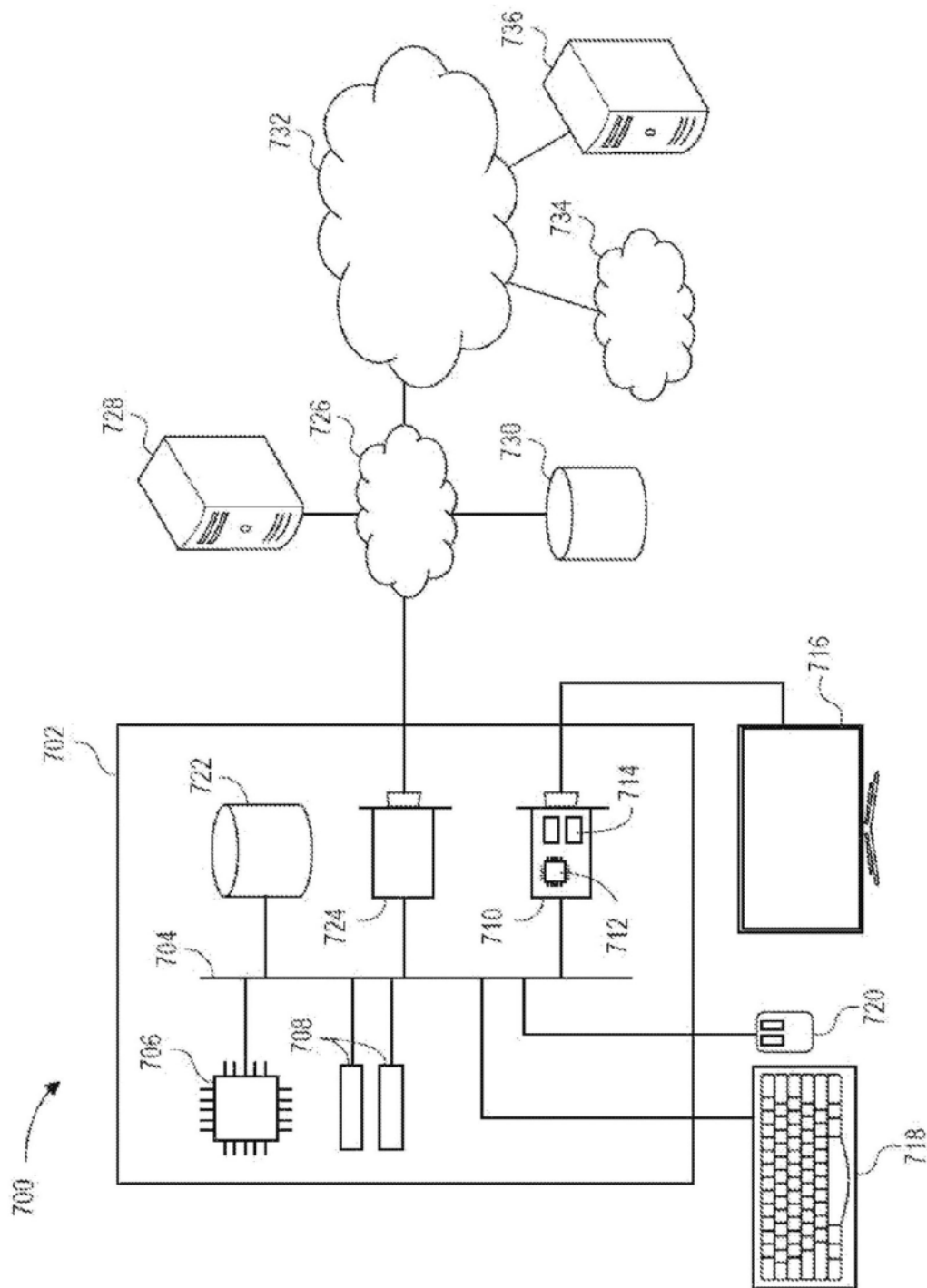


图7

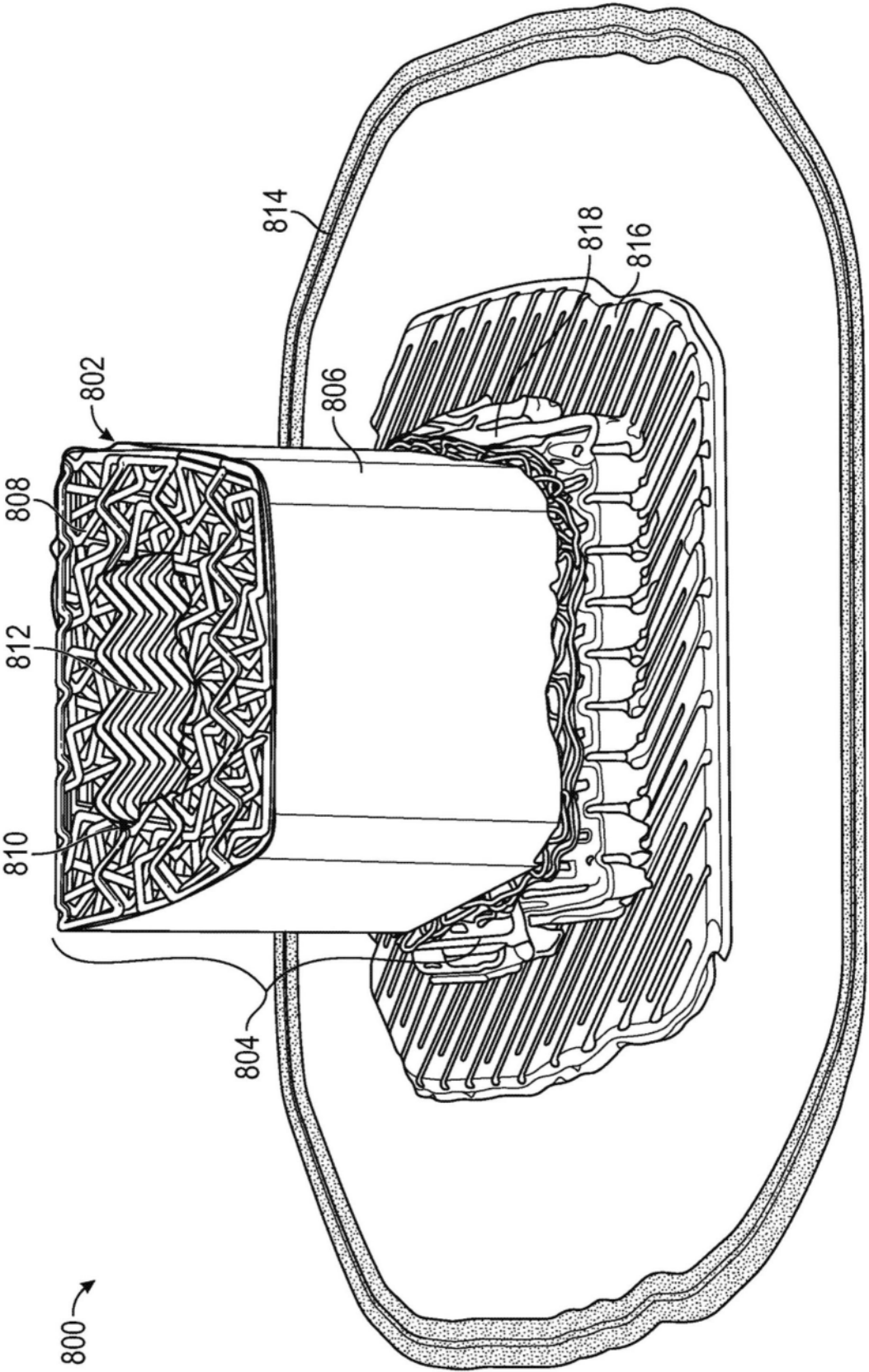


图8A

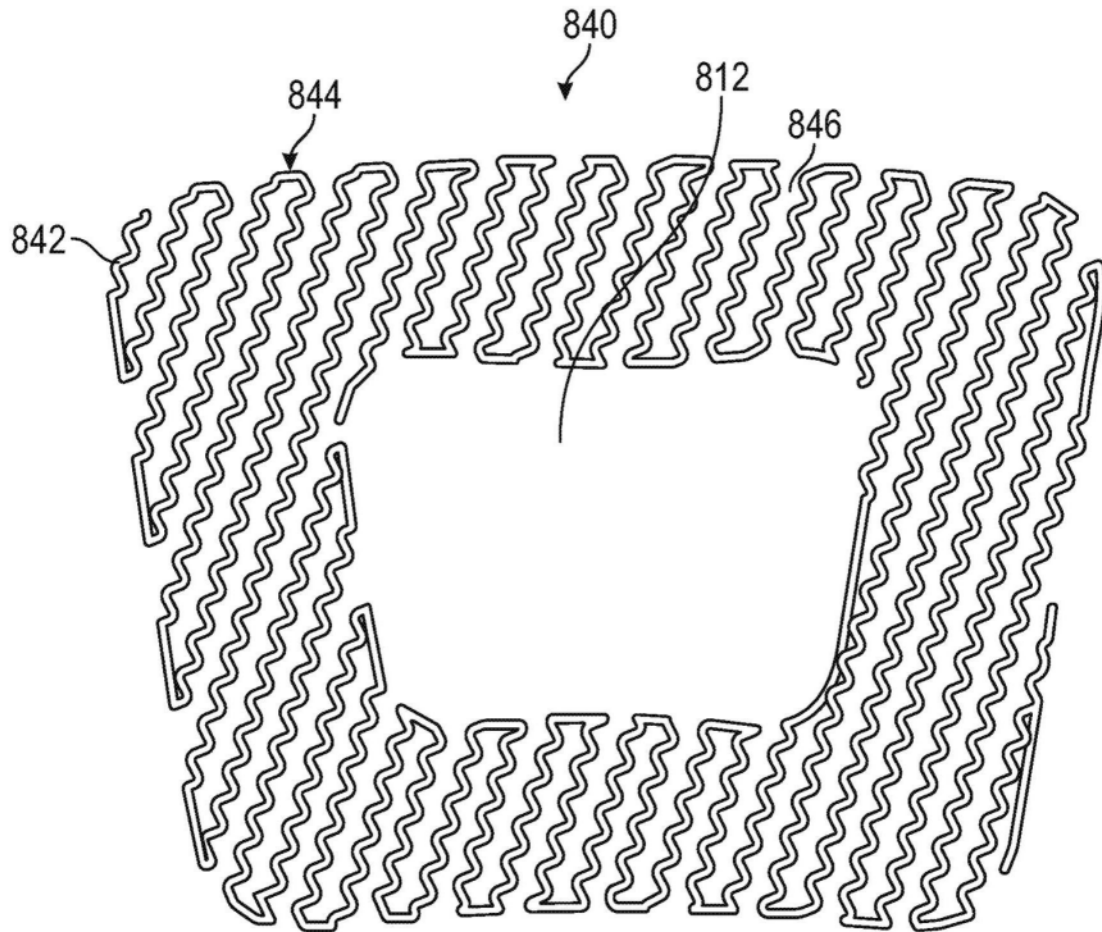


图8B

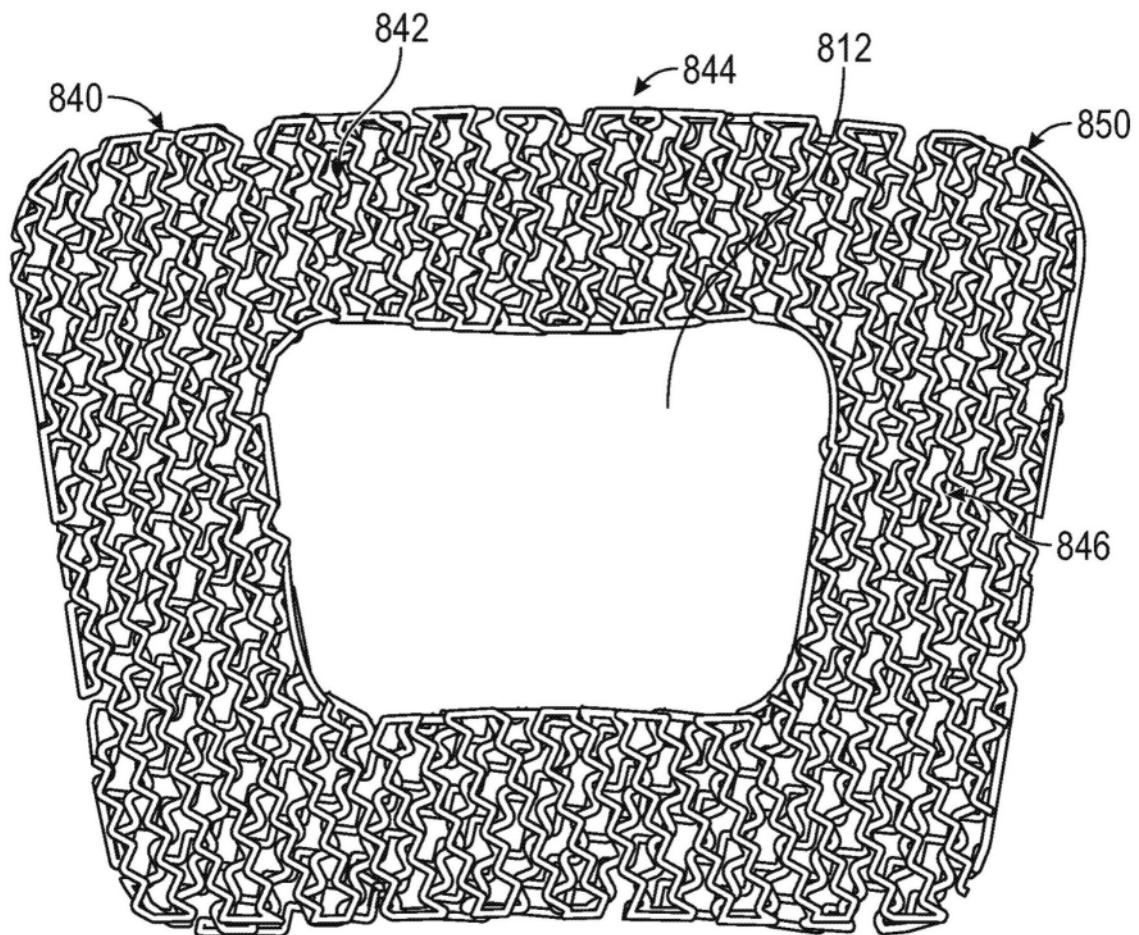


图8C

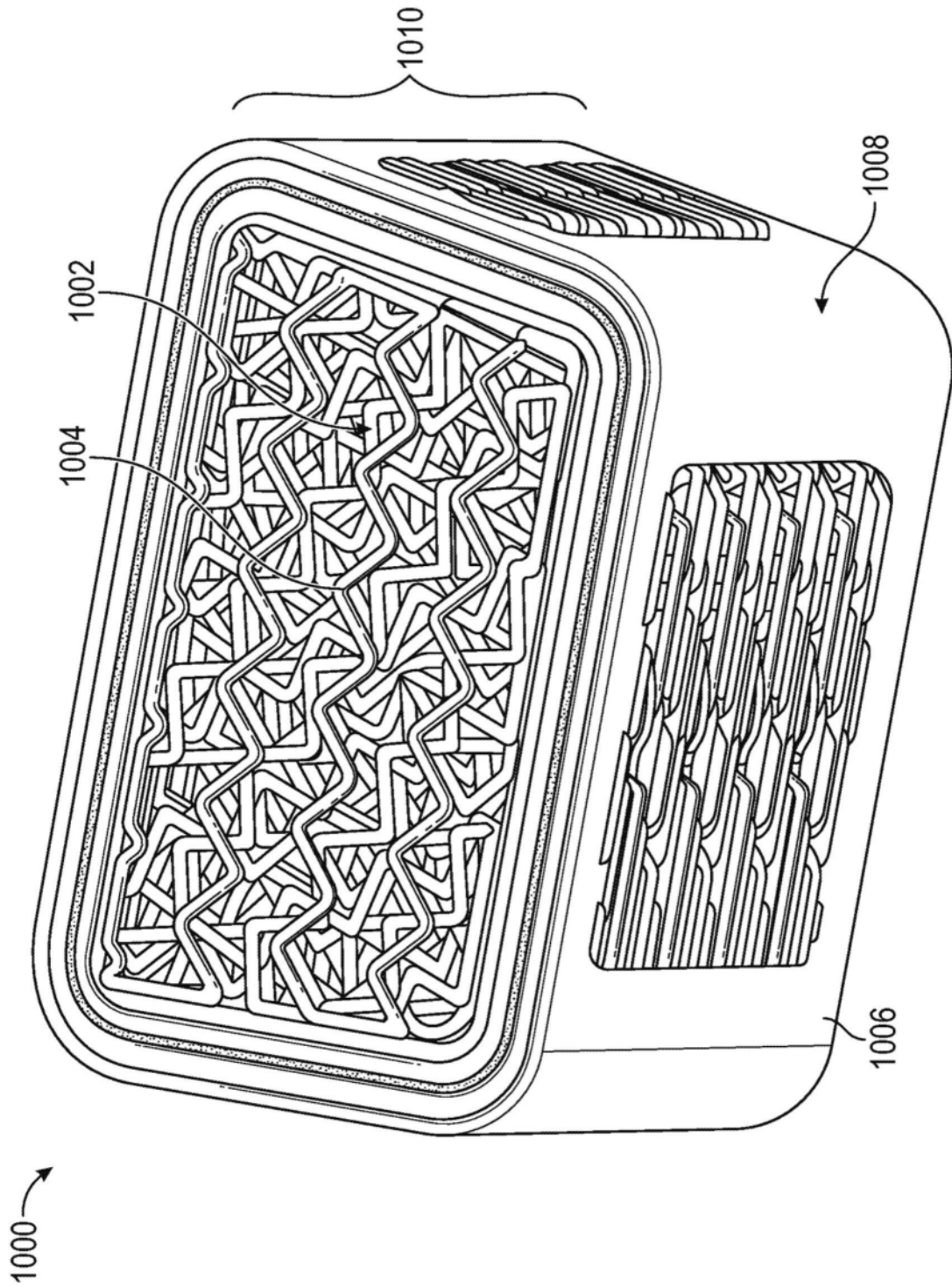


图8D

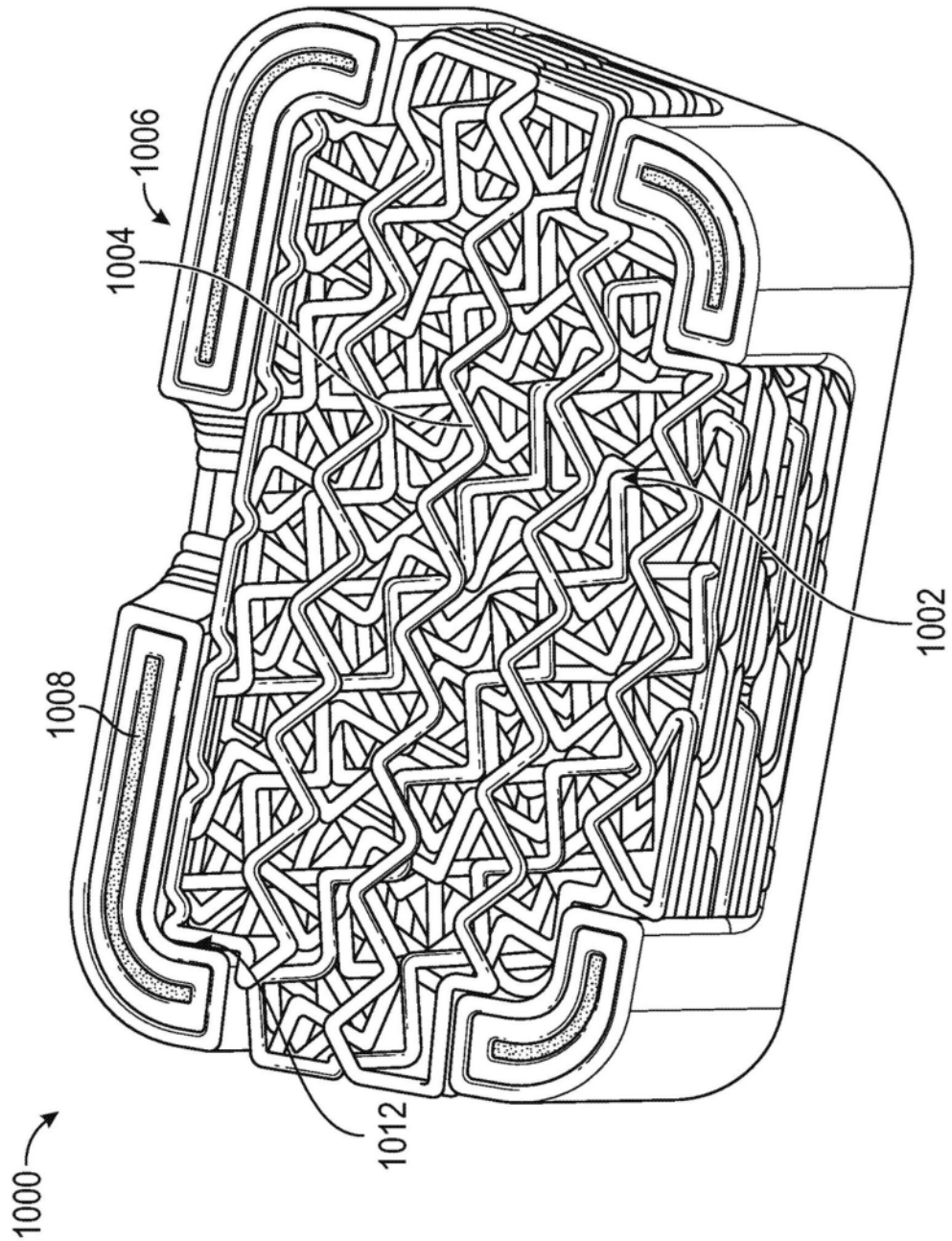


图8E

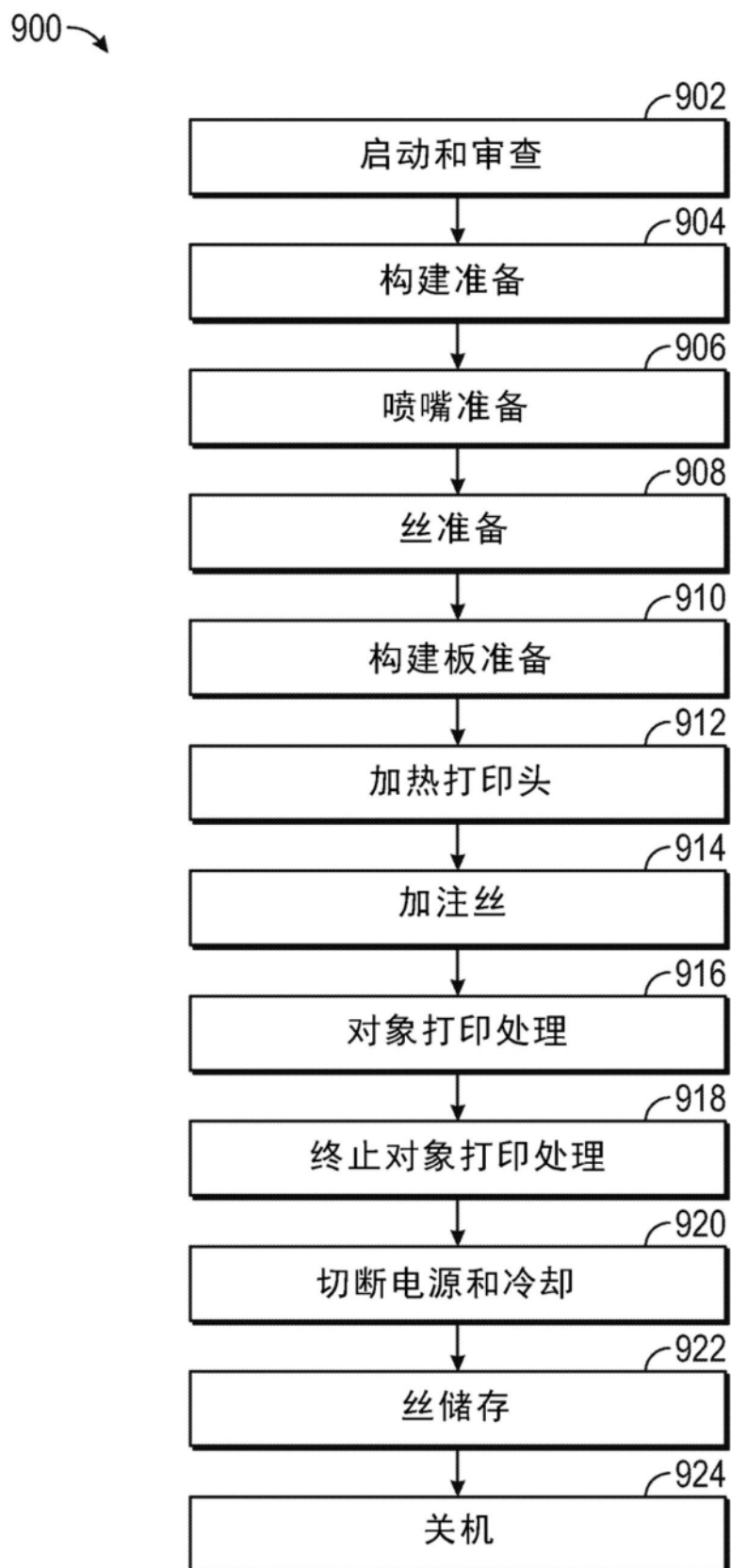


图9

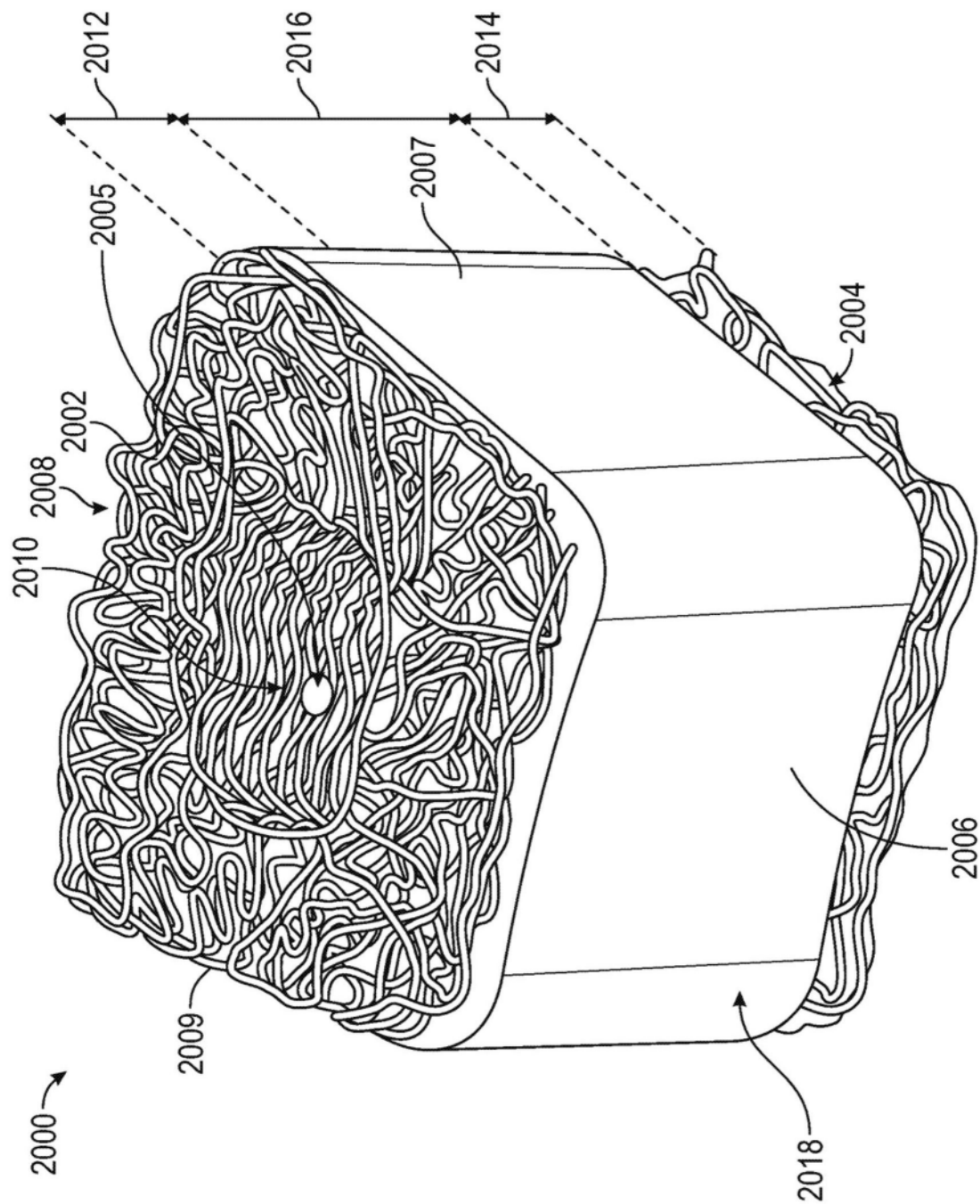


图10

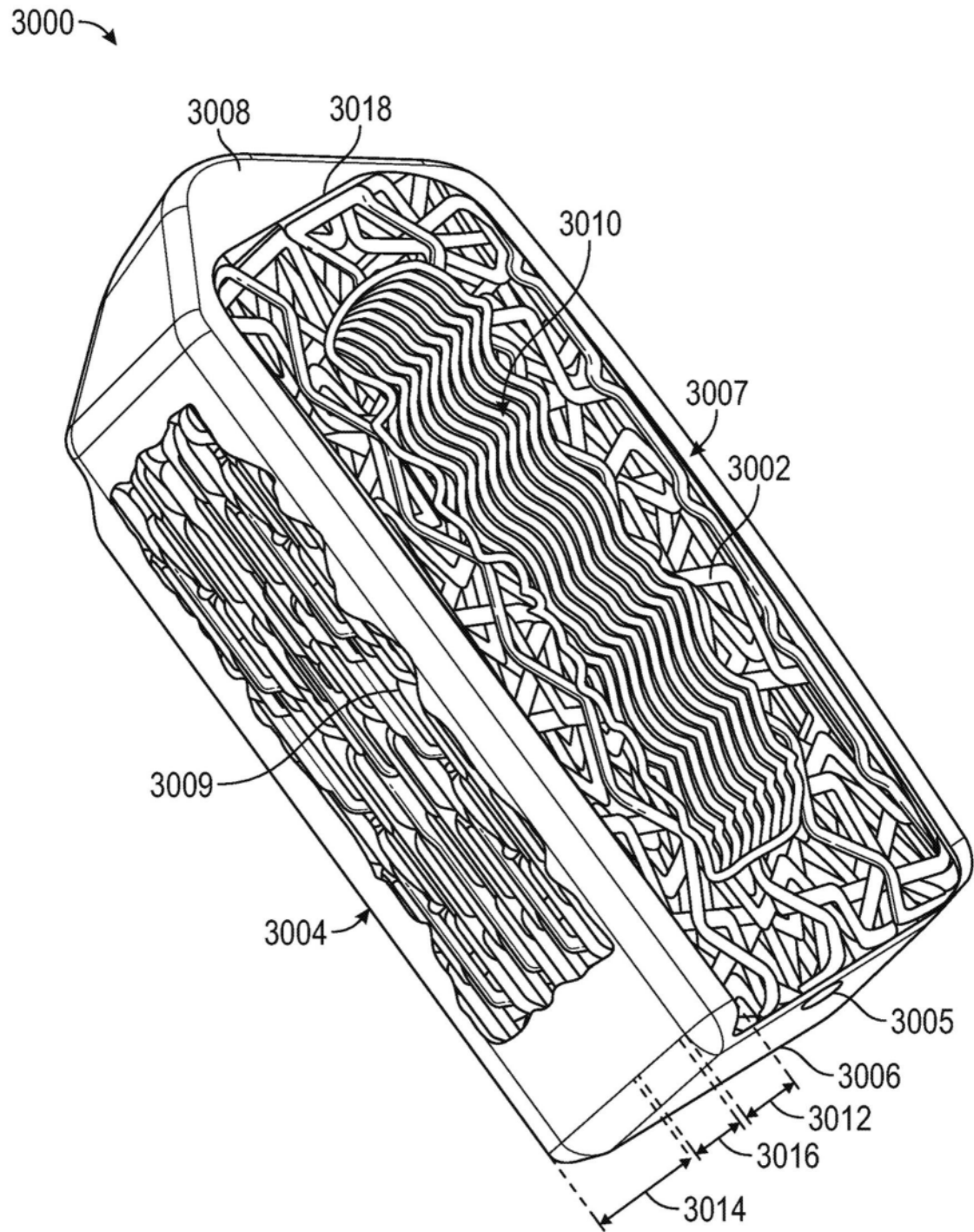


图11

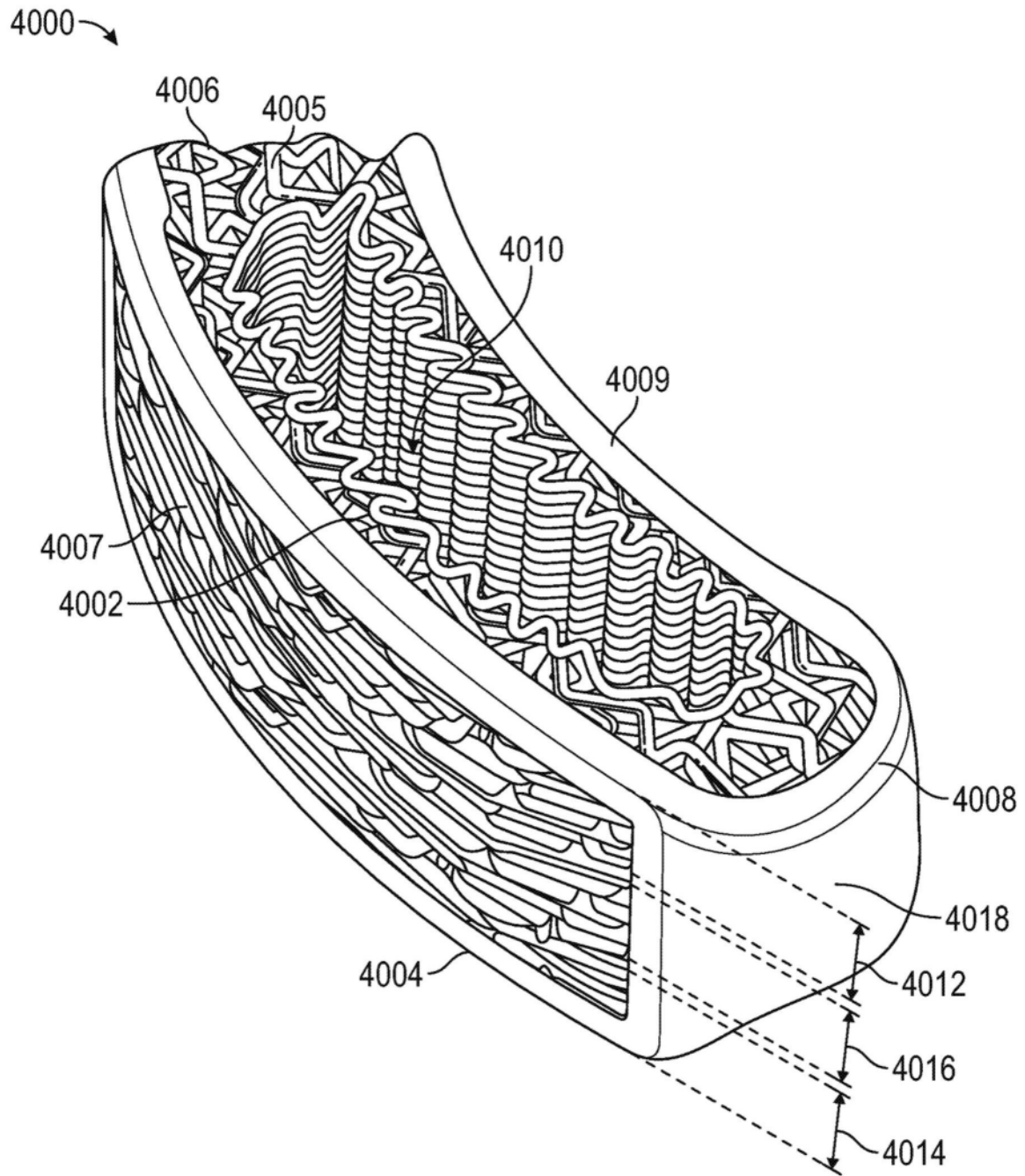


图12

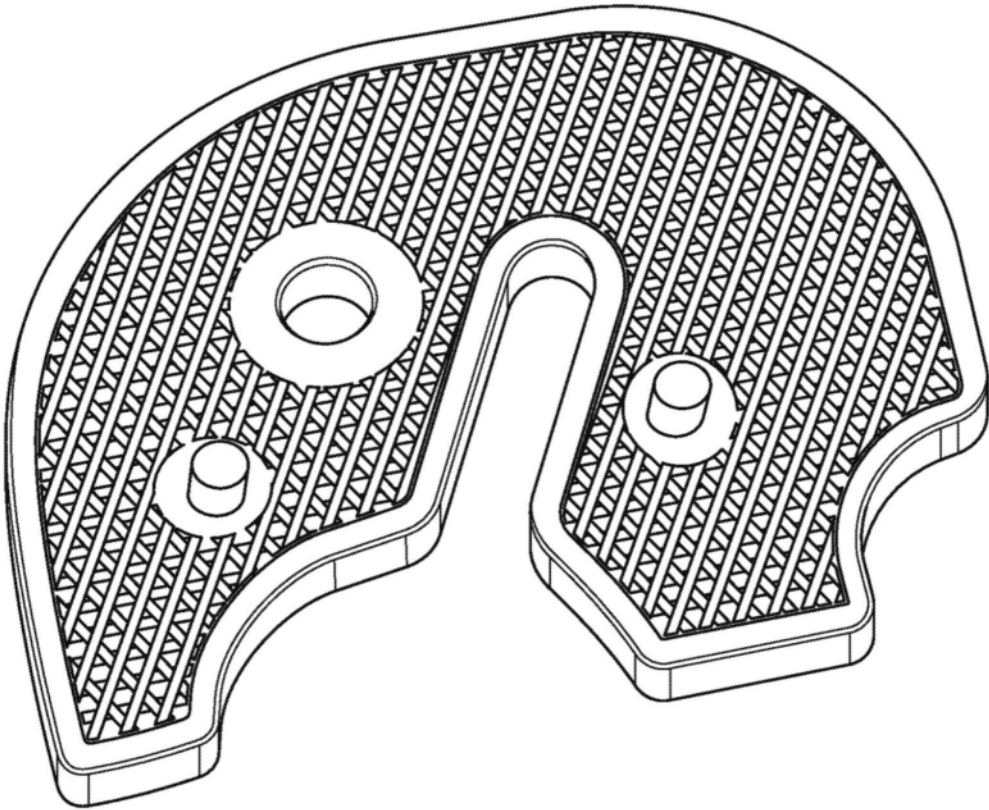


图13A

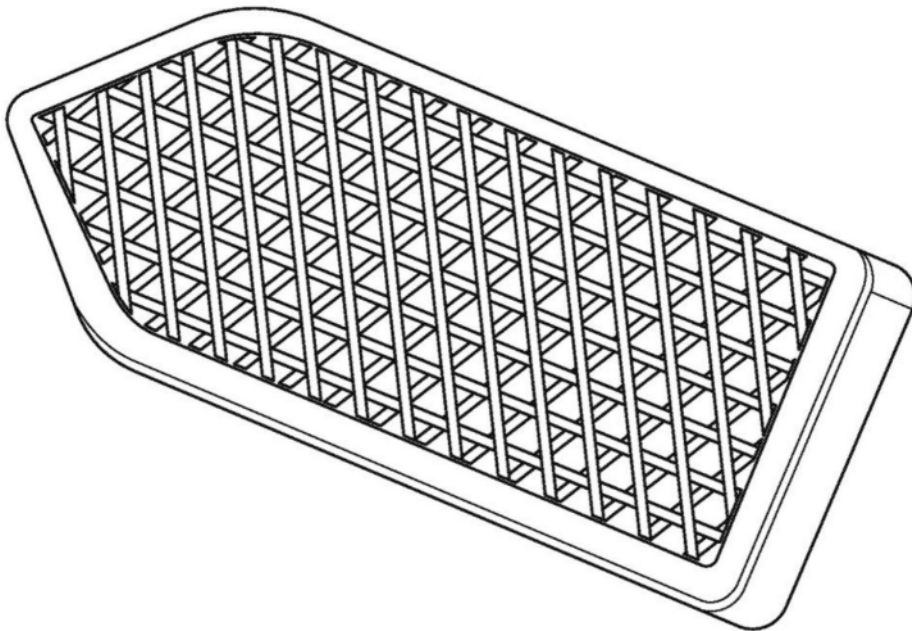


图13B

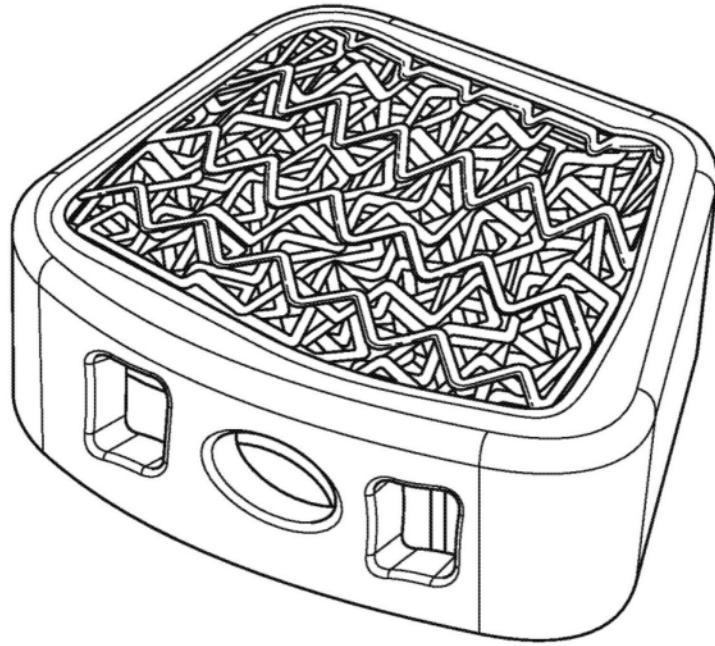


图13C

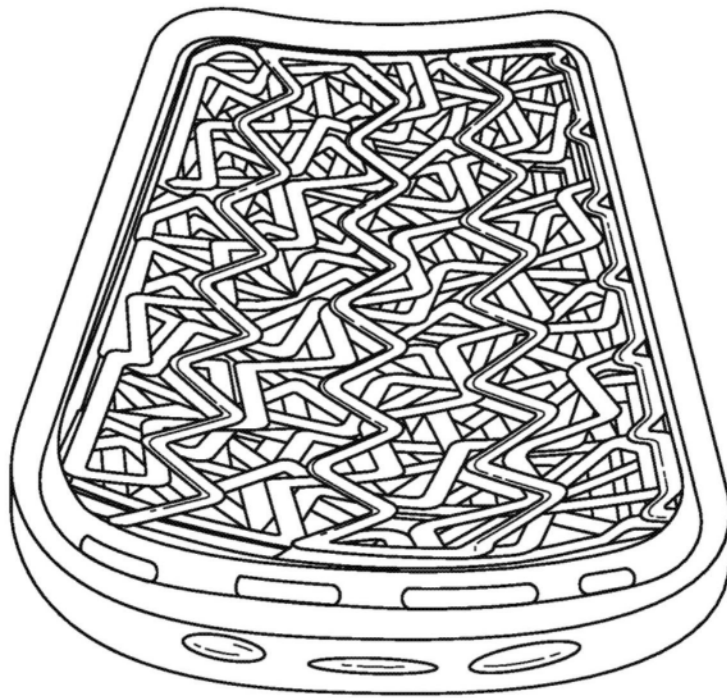


图13D



图13E