



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118023550 A

(43) 申请公布日 2024.05.14

(21) 申请号 202410180494.X

B22F 12/55 (2021.01)

(22) 申请日 2016.11.16

B22F 12/88 (2021.01)

(30) 优先权数据

62/256,436 2015.11.17 US

B22F 12/70 (2021.01)

(62) 分案原申请数据

201680078140.8 2016.11.16

B22F 10/10 (2021.01)

(71) 申请人 因帕瑟伯物体公司

B22F 7/04 (2006.01)

地址 美国伊利诺伊州

C22C 47/20 (2006.01)

(72) 发明人 R·史瓦兹 J·巴比伦

B33Y 30/00 (2015.01)

B·克里斯特 E·戈尔

B33Y 10/00 (2015.01)

(74) 专利代理机构 北京易光知识产权代理有限

B33Y 80/00 (2015.01)

公司 11596

B33Y 40/00 (2020.01)

专利代理人 吕艳英 武晨燕

B33Y 70/10 (2020.01)

(51) Int.Cl.

B22F 12/80 (2021.01)

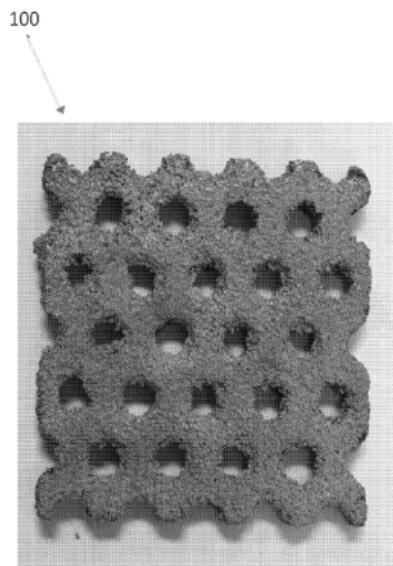
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

用于生产增材制造的金属基复合材料的装置和方法及其制品

(57) 摘要

一种应用基于复合材料的增材制造 (CBAM) 方法来生产金属形式以及金属纤维混合物或复合材料形式的物体的方法、产品、设备和制品。该方法具有许多优点,包括能够比诸如铣削和铸造的常规方法生产更复杂的几何形状,改进的材料性能,更高的生产率以及排除复杂的夹具、复杂的工具路径和工具更换,以及在铸造的情况下,对模式和工具的需要。该方法通过以下方式来工作:将3D模型切片;基于模型对于每个层将流体选择性打印到基底材料片材上;使打印区域中流体所附着的粉末金属溢流到基底上;夹紧和对齐涂覆的片材堆叠;将堆叠的片材加热以熔化粉末金属并熔合基底层,并去除过量的粉末和未熔合的基底。



1. 一种用于生产3D金属物体的系统,包括:

喷墨打印机,其配置用于将流体打印到多个复合基底材料片材上,打印所述3D金属物体的图层文件的各个层,每个复合基底材料片材在特定的层呈现所述3D金属物体的形状;

容纳粉末金属和助焊剂的混合物的槽,所述槽配置用于将所述混合物的至少一部分溢流到每个复合基底材料片材上,以生产多个复合粉末片材,粉末混合物以印刷的形状选择性附着在每个复合粉末片材上的流体上;

至少一个复合粉末片材,所述粉末金属以打印的形状选择性地附着在每个复合基底材料片材上的流体上;

去除装置,在每个复合粉末片材首先被喷墨打印机打印并且随后用所述粉末金属和助焊剂溢流之后,所述去除装置从每个复合粉末片材去除过量的粉末;

固定装置,构建用于在去除过量的粉末之后以对准的对齐方式堆叠所述复合粉末片材,以形成复合粉末片材堆叠体,其中所述复合粉末片材堆叠体的每个片材对应于所述图层文件中的层。

2. 如权利要求1所述的系统,其还包括加热和压缩装置,所述加热和压缩装置构建用于加热并压缩所述复合粉末片材堆叠体以使粉末金属混合物熔化并使生产所述3D金属物体的层熔合。

3. 如权利要求2所述的系统,其还包括去除装置,所述去除装置配置用于从所述3D金属物体去除未熔合材料。

4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述粉末金属是焊料粉末。

5. 如权利要求1所述的系统,其中,所述粉末金属是铝、铁、钢、铜、黄铜、钛、锡或锌。

6. 如权利要求1所述的系统,其中,所述去除装置是振动器、喷气机或真空。

7. 如权利要求1所述的系统,其中,所述助焊剂是粉末。

8. 如权利要求2所述的系统,其中,所述加热和压缩装置利用还原气氛、真空或惰性气氛。

9. 如权利要求8所述的系统,其中,所述粉末金属是铝或钛,且加热设备使用惰性气氛。

10. 如权利要求9所述的系统,其中,所述加热设备将温度升高到所述粉末金属的熔点。

11. 如权利要求3所述的系统,其中,所述去除装置通过用磨料鼓风或化学去除来去除未熔合的基底材料。

12. 如权利要求1所述的系统,其中,所述流体包括抗蒸发剂。

13. 如权利要求12所述的系统,其中,所述抗蒸发剂选自由二醇和吡咯烷酮组成的组。

14. 如权利要求1所述的系统,其中,所述固定装置是一个或多个对准引导销。

15. 一种用于生产3D金属物体的方法,包括:

逐层获取3D金属物体的图层文件,每个层具有形状;

对于每个层,将流体选择性打印到复合基底材料片材上,在每个所述复合基底材料片材上的打印呈现该层的形状;

通过槽使金属和助焊剂的粉末混合物溢流到每个所述复合基底材料片材上,所述粉末混合物附着在每个所述复合基底材料片材上以打印的形状选择性打印的流体上,以产生至少一个复合粉末片材;

随着每个粉末基底片材被首先打印,并随后用金属和助焊剂的所述粉末混合物溢流,

从每个复合粉末片材去除过量的粉末;以及

在去除过量的粉末之后将粉末片材以对准的对齐方式堆叠,以形成复合粉末片材堆叠体,其中所述复合粉末片材堆叠体的每个片材对应于所述图层文件中的层。

16. 如权利要求15所述的方法,其还包括去除所述基底片材的未熔合材料。
17. 如权利要求15所述的方法,其中对准孔用于以对准方式堆叠片材。
18. 如权利要求15所述的方法,其中粉末金属是铝、钢、铜、黄铜或钛。
19. 如权利要求15所述的方法,其中粉末金属是焊料粉末。
20. 如权利要求15所述的方法,其中所述过量的粉末通过气流、真空或振动去除。
21. 如权利要求15所述的方法,其中将粉末金属与充当还原剂的粉末助焊剂混合。
22. 如权利要求15所述的方法,其中使粉末金属在还原气氛、真空或惰性气氛炉中熔化。
23. 如权利要求16所述的方法,其中未熔化的材料通过用磨料鼓风或化学手段去除。
24. 如权利要求15所述的方法,其中所述基底材料是无纺碳纤维面纱。
25. 如权利要求15所述的方法,其中所述基底材料是金属涂覆的面纱。
26. 如权利要求15所述的方法,其中所述打印使用具有包括去离子水、吡咯烷酮和醇的溶液的喷墨头进行。
27. 如权利要求26所述的方法,其中所述溶液具有选自由二醇和吡咯烷酮组成的组的抗蒸发剂。
28. 一种由根据权利要求15至27中任一项所述的方法生产的3D产品。

用于生产增材制造的金属基复合材料的装置和方法及其制品

[0001] 本申请是基于申请日为2016年11月16日,优先权日为2015年11月17日,申请号为201680078140.8,发明名称为“用于生产增材制造的金属基复合材料的装置和方法及其制品”的专利申请的分案申请。

[0002] 本申请要求2015年11月17日提交的美国临时申请号62/256,436的权益。该申请以引用方式并入以下申请(包括其附图):申请号US 61/528,537;PCT/US12/52946;US13/582,939;EP20120828967;US 61/769,724;PCT/US14/18806;US14/835,685;US14/835,690;US 14/835,697;US14/703,372;US 62/243,590;US 61/773,810;US 14/199,603;US 61/914,613;和US14/566,661。

技术领域

[0003] 本发明大体上涉及三维制造。

[0004] 发明背景

[0005] 标题为“Methods and Apparatus for Three-Dimensional Composites”的国际公开号WO 2014/134224 A2(对应于申请号PCT/US14/18806)(以及申请号US 61/528,537;PCT/US12/52946;US13/582,939;EP20120828967;US 61/769,724;US14/835,685;US 14/835,690;US14/835,697;US14/703,372;US 62/243,590)描述了一种用于生产三维物体的称为“基于复合材料的增材制造”或CBAM的“分层”方法和设备,所述方法通常使用基底(通常为纤维基底和聚合物)生产三维物体。本发明参考国际公开号WO 2014/134224 A2,并且描述了将国际公开中描述的技术与金属一起使用。

发明内容

[0006] 国际公开号WO 2014/134224 A2中描述的CBAM方法扩展了可以与3D打印一起使用以生产三维物体的材料的范围。直到最近,该技术的工作集中在使用各种基底,包括尤其是碳纤维、基于聚合物的材料和天然纤维以及各种聚合物作为粘合剂。本申请描述了应用CBAM方法和设备生产金属形式、金属纤维混合物或复合材料形式的物体。本申请还描述了其制品。

[0007] 这种方法具有许多优点,包括:能够比诸如铣削和铸造的常规方法生产更复杂几何形状;与常规金属相比改进的材料性能;更高的生产率;排除复杂的夹具、复杂的工具路径和工具更换;以及在铸造的情况下,对模式和工具的需要。

[0008] 附图简述

[0009] 图1是通过本申请中描述的方法制成的金属片。

[0010] 图2是说明根据本发明的教导生产3D金属物体的步骤的流程图。

[0011] 图3示出了在本发明的说明性实施中用于选择性沉积液体(粉末附着于其上)的设备。

[0012] 图4是在本发明的说明性实施中处理器的高级框图。

[0013] 图5示出了已经在其中放置了许多基底片(层)之后的压缩装置,在压缩装置中的

一个基底片在另一个基底片之上。通过将压缩装置的对准销分别插入每个片的对准孔中来将片对齐。

[0014] 图6示出了已经其中插入具有环状圆环的所有“切片”的基底层之后的压缩装置。压缩装置中的弹簧将基底层压在一起。

[0015] 图7是示出控制用于制造3D物体的设备的多个组件的处理器的框图。

具体实施方式

[0016] 技术的输出

[0017] 图1是通过本申请中描述的方法制成的金属片100。下面详细描述制造这种金属片的方法。

[0018] 技术说明

[0019] 图2是说明根据本发明的教导生产3D金属物体的步骤的流程图：

[0020] 1. 如(国际公开号WO 2014/134224 A2,0055;还参见美国申请号US 61/528,537和US 61/769,724)所描述,通过使用像Netfabb这样的切片机程序生成被切成层(步骤104)的CAD模型(步骤102)。每个切片还包括对准孔,该对准孔将用于精确地将完成物体内的每个打印基底层定向(国际公开号WO 2014/134224 A2,00121)。

[0021] 2. 将切片机的输出(例如可以是位图文件)发送到喷墨打印机(步骤106)。对于每个层,打印机将流体选择性打印到基底材料片材上(步骤108)(国际公开号WO 2014/134224 A2,00113)。流体可以是液体形式的粘合剂本身;或者它可以是粉末粘合剂所附着的液体。基底可以包括纤维玻璃、高温玻璃纤维、硼纤维或碳纤维。

[0022] 3. 如果使用粉末粘合剂,则使它溢流到打印基底上(国际公开号WO 2014/134224 A2,0059)。粉末附着在打印区域。过量的粉末通过气流、真空、振动或其他机械手段去除。

[0023] 4. 基底的涂覆片材以按压或夹紧方式堆叠(步骤110)(国际公开号WO 2014/134224 A2,00124),使用每个层的对准孔使堆叠内每个片材的打印部分对齐(国际公开号WO 2014/134224 A2,00106)。

[0024] 5. 然后将聚集的片材在炉中加热并可能压缩以熔化粘合材料并熔合基底层以形成3D物体(步骤112)(国际公开号WO 2014/134224 A2,00149)。

[0025] 6. 然后通常通过喷砂材料或化学手段去除3D物体周围的未熔合基底(步骤114)(国际公开号WO 2014/134224 A2,0081)。

[0026] 金属与技术一起使用的问题

[0027] 已经发现金属可以与这种技术一起使用。在一个实例中,所使用的基底是无纺碳纤维面纱,诸如可从Hollingsworth and Vose获得。也可以使用已经金属涂覆的面纱。使用例如具有主要为去离子水、吡咯烷酮和醇的溶液的HP45热喷墨头,在喷墨打印机上如上所描述打印面纱或基底。溶液可以具有抗蒸发剂,包括二醇和吡咯烷酮。将流体打印在将成为物体一部分的基底区域上,即,打印区域对应于物体的层形状。如前面的应用中所述,这是针对每个层完成的。每个层都充溢金属粉末,例如焊料粉末。过量的粉末通过机械、真空、振动或压缩空气或这些方法的组合去除。这使得焊料粉末选择性沉积。在这种方法中使用金属粉末的问题之一是粉末氧化,因此当加热到其熔点时,粉末颗粒将不会很好地熔合在一起。这个问题有很多解决方案,其中一种解决方案是将金属粉末与充当还原剂的粉末助焊

剂诸如松香混合。典型的助焊剂与金属粉末的比为约50/50。另一种方法是将粉末在还原、真空和/或惰性气氛炉中熔化。以这种方式,可以使用其他金属或合金,例如铝、钢、不锈钢、铜、黄铜和钛等等。另外,液体助焊剂可以用作打印流体或与打印流体结合使用,通过诸如喷墨打印的选择性沉积方法。

[0028] 例如,可以在金属粉末沉积在基底上之前使金属粉末与粉末助焊剂混合。然后如先前申请中所述将物体的所有层打印并以对准方式堆叠。如先前申请中所述将它们压缩和加热。加热温度升高到粉末的熔点。各层熔合在一起并产生构建块。在将构建块从压缩夹具上移除之后,对构建块进行喷砂,并且喷砂掉没有粉末附着的区域,即,没有涂覆金属的物体部分,未涂覆的碳纤维非常易碎。剩下的是由CAD模型表示的部分的三维碳纤维金属复合材料。

[0029] 图3示出了在本发明的说明性实施中用于选择性沉积液体(粉末附着于其上)的设备。对准引导销501穿过基底层503插入以便适当地对齐基底层503。电磁阀或喷墨头或头505用于通过喷嘴509将液体从贮液器507选择性分配到基底层503上。喷嘴509在平行于基底层503并位于基底层503之上的2D平面510中被光栅化,使得液体选择性地沉积在基底层503的期望的x、y坐标处,并且不沉积在基底层503的其他区域中。为了实现这种光栅化,步进电机511致动两个皮带(未示出),该皮带使得支撑构件(未示出)在平行于x轴的方向沿着两个轨道(未示出)移动。第二步进电机(未示出)和第三皮带(未示出)安装在支撑构件上,并且用于使喷嘴支撑件(未示出)在平行于y轴的方向上移动。喷嘴509附接到喷嘴支撑件上。两个步进电机一起可以将喷嘴509移动到基底层上方的任何期望的x、y坐标。也可以使用页宽头。微处理器513控制步进电机和电磁阀或喷墨头,由此控制在基底层503上何时和何处分配液体。或者,除了以逐行模式的光栅化外,步进电机可以使一个或多个喷嘴509在2D平面中以其他2D模式移动,以使液体沉积在某些x、y坐标处。图2没有示出用于加热和按压多层基底或用于去除过量基底的装置。在一些实施中,在这些步骤发生之前将基底层移到不同的位置。

[0030] 图4是本发明说明性实施中处理器的高级框图。使用远程处理器601创建STL文件格式的期望3D物体的CAD模型。这种处理器601使用软件(诸如Netfabb.RTM.Studio软件)创建机器特定的构建文件。机器特定的构建文件被输出到第二处理器603。取决于特定的实施,这种第二处理器控制操作,包括以下装置的移动:(1)选择性地沉积液体的喷墨头或其他装置,(2)振动槽(和/或压缩空气),其将基底上的粉末展开,然后去除过量的粉末。或者,本发明可以用处理器的其他配置来实现。例如,可以使用多于一个的远程处理器和多于一个的板载处理器,并且任何上述任务可以由这些不同处理器中的一个或多个处理。

[0031] 图5示出了已经在其中放置了许多基底层(例如801)之后的压缩装置803,一个基底层依序在另一个基底层之上。

[0032] 图6示出了在压缩装置903中被压缩的基底层。压缩装置中的螺钉905、907、909、911,板913、915和弹簧917用于施加压力。

[0033] 图7是可以在本发明中使用的一些硬件的高级框图。一个或多个处理器1301控制敷料器1303、加热元件1305、致动器1307、人造压力源1309和液体容器中的搅拌器1311。敷料器1303将粉末沉积在基底层的正区域而不是负区域中。加热元件1305将粉末转变成流动随后硬化的材料。得到的硬化材料以渗透基底层的空间模式布置。人造压力源1309可以包

括用于压缩基底层的压机、夹具、弹簧、弹性元件或其他装置。搅拌器可以用来搅拌用于去除过量基底的液体。

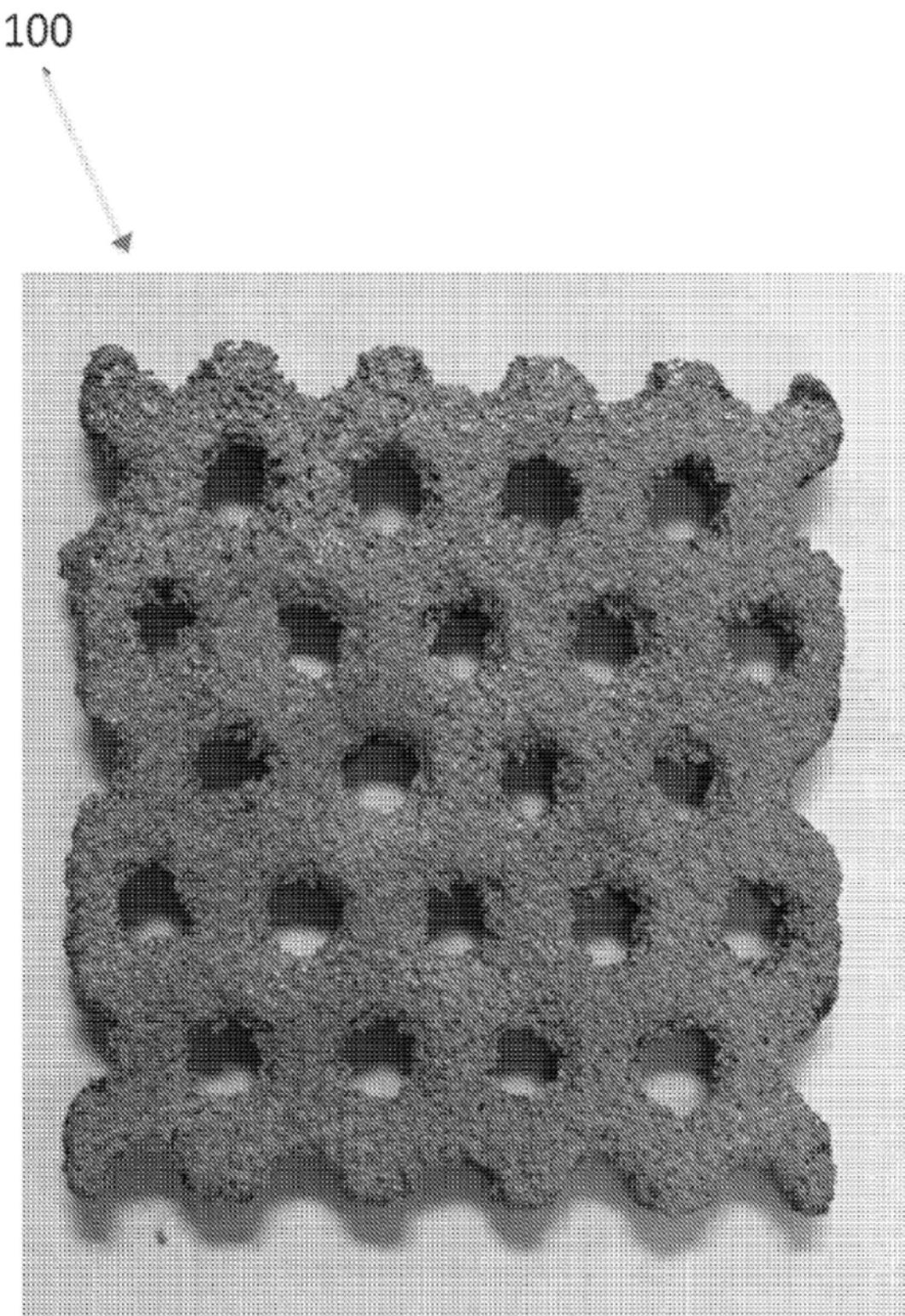


图1

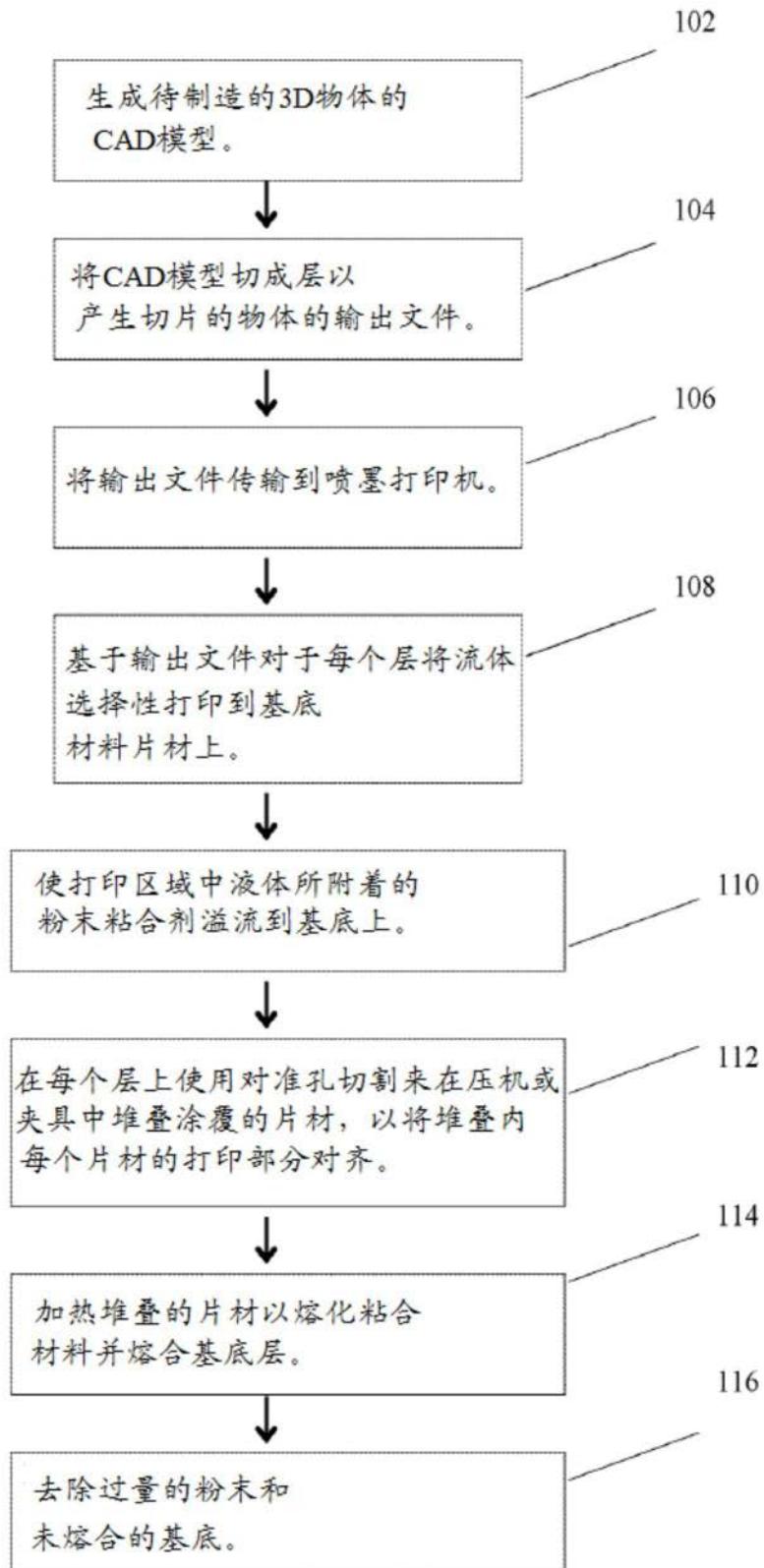


图2

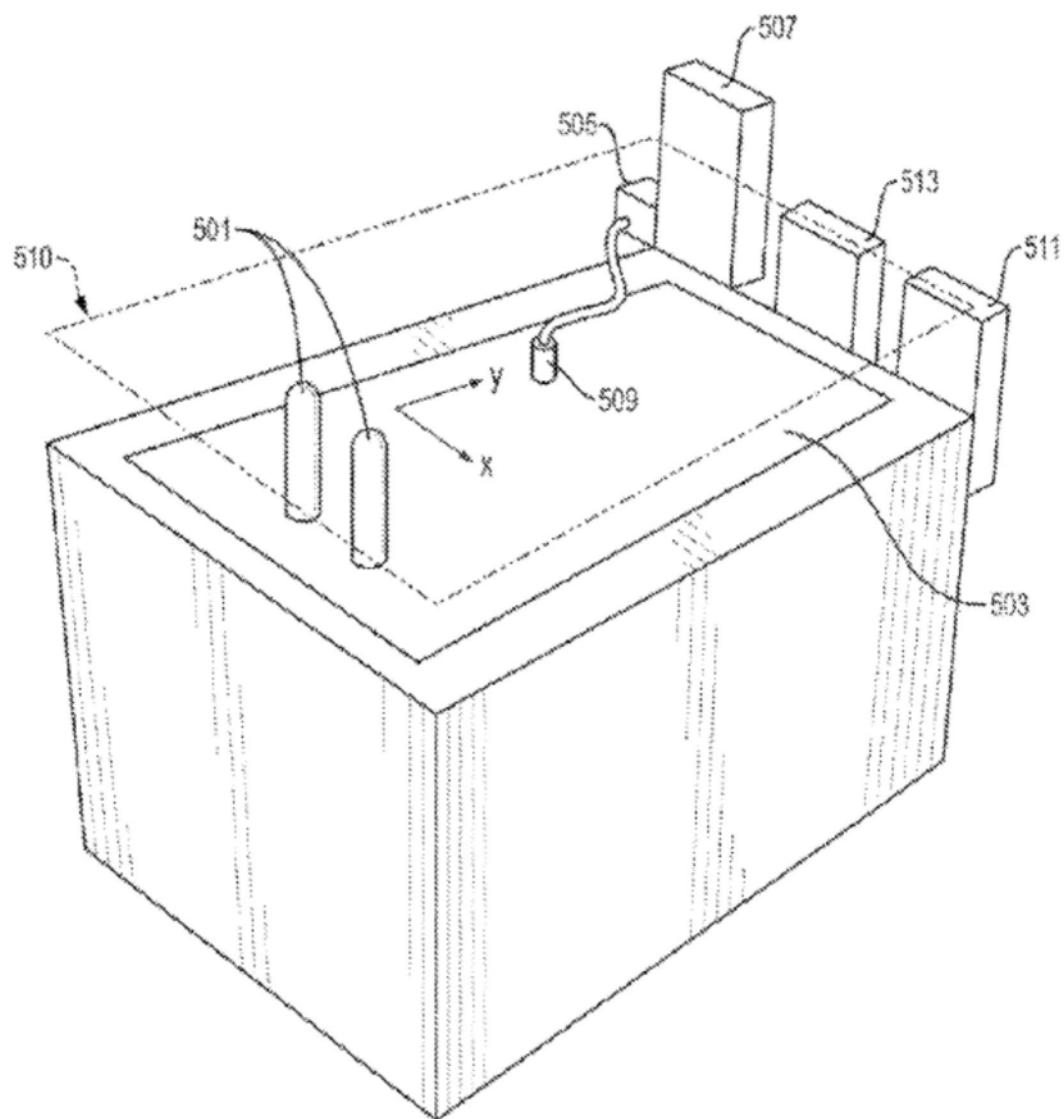


图3

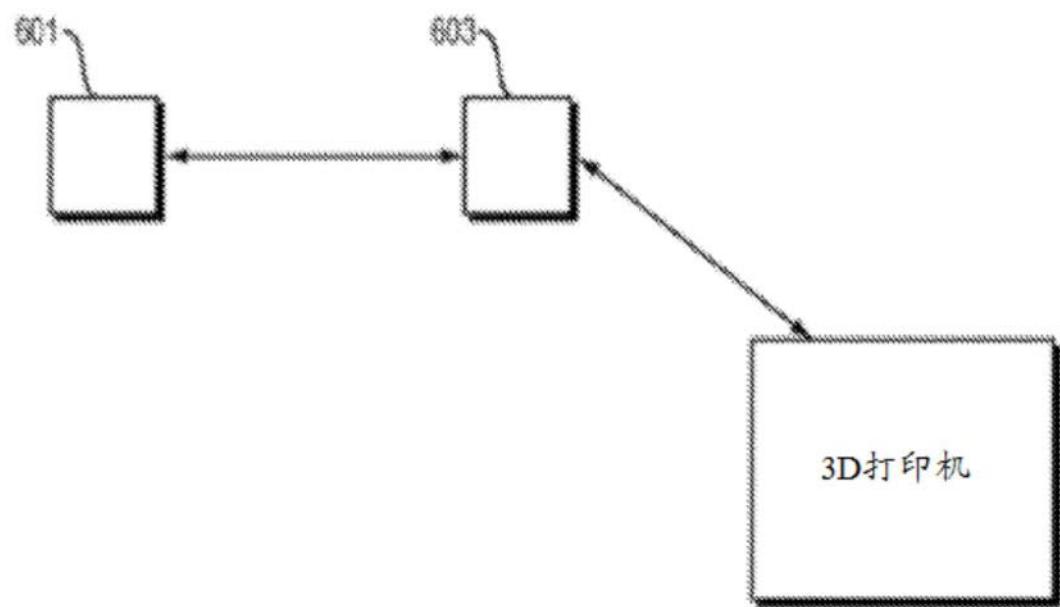


图4

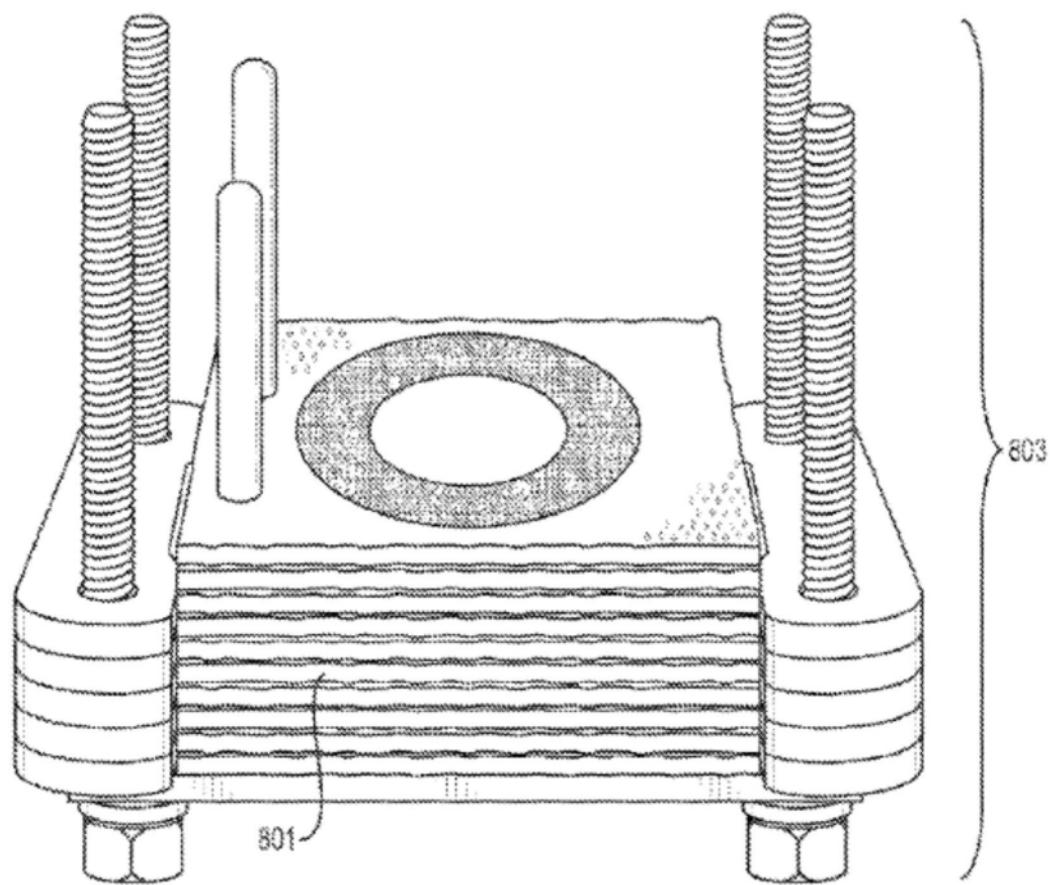


图5

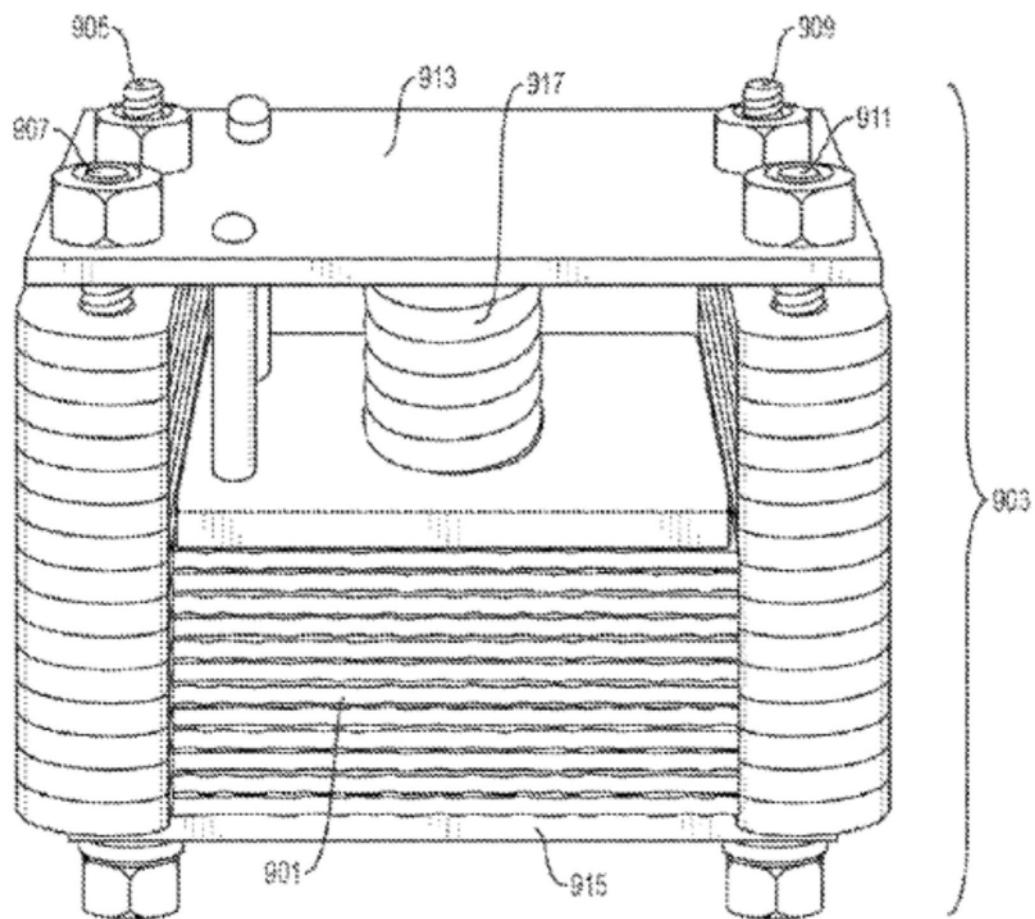


图6

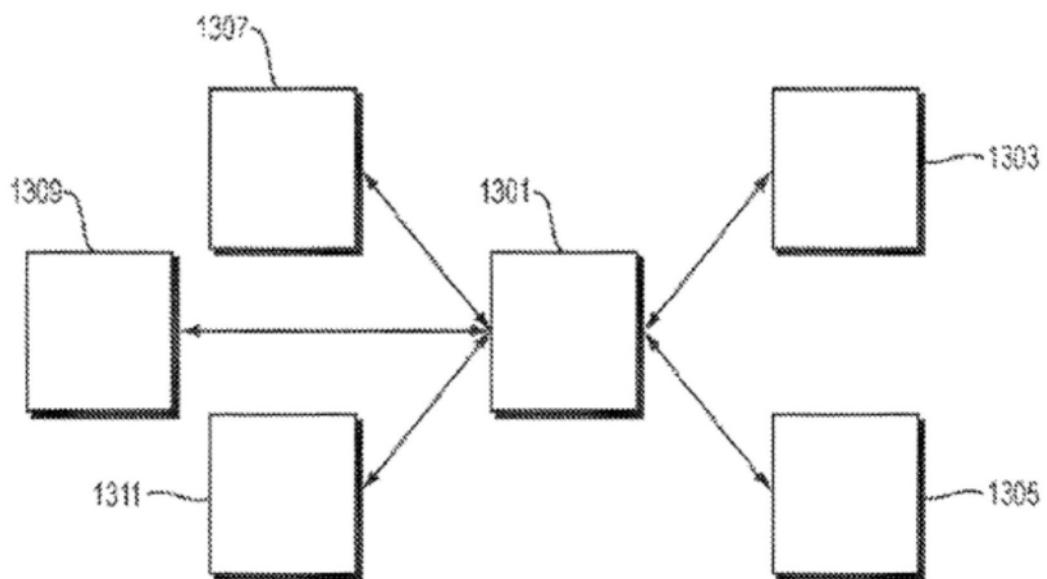


图7