



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109306993 A

(43)申请公布日 2019.02.05

(21)申请号 201810794996.6

B33Y 80/00(2015.01)

(22)申请日 2018.07.19

B29C 64/135(2017.01)

(30)优先权数据

B29C 64/118(2017.01)

15/659,685 2017.07.26 US

B29C 64/153(2017.01)

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 P·杜福尔 M·翰迪 M·莫利托

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 赵蓉民

(51)Int.Cl.

F16B 37/00(2006.01)

F16B 37/04(2006.01)

B22F 3/105(2006.01)

B33Y 10/00(2015.01)

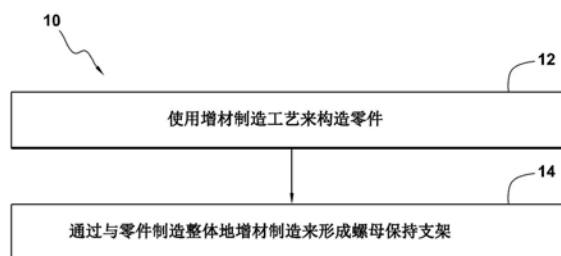
权利要求书2页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

用于螺母板组装件的整体螺母保持支架和使用增材制造的制造方法

(57)摘要

本申请公开包括整体增材制造的螺母板支架的增材制造的零件,以及它们的制造方法和在零件及部件安装中的使用,以便于将零件和部件连接到更大的结构。



1. 一种制造零件的方法(10),所述方法包括:
使用(12)增材制造工艺来构造零件(20)、(40)、(50);以及
形成(14)用于螺母板组装件的螺母保持支架(21)、(41)、(51)、(61a),所述螺母保持支架与所述零件被整体地增材制造。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述增材制造工艺选自由以下各项构成的组:直接能量沉积;直接金属激光烧结;直接金属印刷;电子束增材制造;电子束熔融;电子束粉末床;熔化沉积制模;间接粉末床;激光熔覆;激光沉积;激光沉积焊接;激光沉积焊接/整体铣削;激光工程净成形;激光自由成形制造;粉末激光金属沉积;线材激光金属沉积;激光粉末床;激光熔池沉积;激光修复;粉末定向能量沉积;立体光刻;选择性激光熔融;选择性激光烧结;小熔池沉积以及它们的组合。
3. 根据权利要求1或2所述的方法,其中在形成螺母保持支架的步骤中,所述螺母保持支架被设定尺寸以对螺母(28)、(48)、(58)、(68a)进行取向。
4. 一种根据权利要求1或2所述的方法制造的零件。
5. 一种增材制造的零件,其包括:
增材制造的螺母保持支架,其与所述增材制造的零件成一体,所述整体螺母保持支架包括整体支架床(22)、(42)、(52)、(62a)和至少一个整体支架壁(23)、(24)、(43)、(44)、(53)、(54)、(63a)、(64a)、(63b)、(64b)、(63c)、(64c)、(63d)、(64d)、(63e)、(64e)、(63f)、(64f),所述整体支架壁从所述整体支架床上基本垂直地延伸,并且所述整体支架壁从所述整体支架床延伸到预定距离;以及
其中所述整体支架壁包括至少一个整体支架壁螺母保持特征部(25)、(26)、(45)、(46)、(55)、(56)、(65a)、(66a)、(65b)、(66b)、(65c)、(66c)、(65d')、(65d'')、(66d')、(66d'')、(66e')、(66e'')、(66f')、(66f''),所述整体支架壁螺母保持特征部被配置成接收保持器(29)、(49)、(59)、(69a)、(69c')、(69c'')、(69d')、(69d'')、(69e')、(69e'')、(69f')、(69f''),所述保持器被配置成接合所述整体支架壁螺母保持特征部,所述整体支架壁螺母保持特征部还被配置成确立保持在所述螺母保持支架中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。
6. 根据权利要求5所述的增材制造的零件,其中所述整体支架壁螺母保持特征部包括至少一个整体支架壁中的至少一个凹部(65a)、(66a)、(65b)、(66b)、(65c)、(66c)、(65d')、(65d'')、(66d')、(66d'')。
7. 根据权利要求6所述的增材制造的零件,其中所述凹部延伸穿过所述整体支架壁。
8. 根据权利要求6所述的增材制造的零件,其中所述凹部包括延伸穿过所述整体支架壁的通槽(25)、(26)、(45)、(46)、(55)、(56)、(65e')、(65e'')、(66e')、(66e'')。
9. 根据权利要求5或6所述的增材制造的零件,其中所述整体支架床包括至少一个整体支架床螺母取向特征部(27a)、(27b)、(47a)、(47b)、(57a)、(57b)、(67a')、(67a''),所述整体支架床螺母保持特征部被配置成沿至少一条轴线为保持在所述整体支架床中的螺母建立受限的移动范围。
10. 根据权利要求9所述的增材制造的零件,其中所述整体支架床螺母取向特征部包括柱,所述柱从所述整体支架床延伸预定距离。
11. 根据权利要求5或6所述的增材制造的零件,其中所述整体支架床包括:

支架床上表面,所述支架床包括预定厚度,以及
其中所述支架床上表面从所述增材制造的零件的表面延伸预定距离。

12. 根据权利要求5或6所述的增材制造的零件,其中所述整体支架床包括:
支架床上表面;以及

其中所述支架床上表面与所述增材制造的零件的表面基本上齐平。

13. 根据权利要求5或6所述的增材制造的零件,其中所述增材制造的零件包括非金属材料,所述非金属材料选自由以下各项构成的组:热固性塑料材料;热塑性材料;复合材料;陶瓷材料;含碳纤维材料;含硼纤维材料;含玻璃纤维材料;含芳纶纤维材料;聚四氟乙烯;聚对苯二甲酸乙二酯;乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯;以及它们的组合。

14. 根据权利要求5或6所述的增材制造的零件,其中所述增材制造的零件包括金属材料,所述金属材料选自由以下各项构成的组:钛;钛合金;钢;铝;铝合金;钴;钴合金;青铜;铜;铜合金;以及它们的组合。

15. 一种包括根据权利要求5或6所述的增材制造的零件的结构。

用于螺母板组装件的整体螺母保持支架和使用增材制造的制造方法

技术领域

[0001] 本公开总体涉及包括螺母板的紧固件的领域。更具体地,本公开涉及使用增材制造工艺制造的部件或零件。

背景技术

[0002] 螺母板组装件是紧固到部件或零件上以将部件或零件以螺纹方式附接到其他部件、零件、结构等的离散配件。通常螺母板便于组装待连结的零件,并且也便于拆卸已连结的零件,诸如可被需要用于零件的检查或更换等。在螺母板组装件中,带螺纹的螺母部分被结合到细长部分或板中和/或被细长部分或板包围,其整个结构充当紧固件组装件中的螺母元件。螺母元件经常被松散地定位到支架元件中,该支架元件被设定尺寸以接收螺母元件。螺母元件和支架一起通常被称为“螺母板”或“螺母板组装件”。通常,螺母板被紧固到零件,该零件稍后将被连结到另一零件或更大的结构。螺母板经由铆钉物理连结到零件上的期望连结位置。以此方式,通常在将具有螺母板的零件进一步组装到另一零件之前,铆接的螺母板处于零件上的适当位置。

[0003] 此铆钉安装还要求必须精确地钻孔并通常埋头,以允许在铆钉安装之后安装的铆钉与零件表面基本上“齐平”。此种埋头如果被不正确地执行可能会增加零件浪费,并且钻孔本身即使被正确地执行也是劳动密集的,进一步导致整体成本增加。

[0004] 为了将螺母板保持在零件上的适当位置,从零件的第一侧穿过零件进行钻孔。然后定位螺母板,使得螺母板中的孔与钻孔对齐。固持工具(诸如“cleco”)被用于临时协助将材料片定位在一起,或在工件(诸如加强件)永久连结之前将材料片定位于该工件。cleco被安装在穿过工件预钻出的孔中。通常此类孔旨在用于稍后安装的永久紧固件。cleco在工件的远侧膨胀,然后暂时将螺母板拉动并夹紧到零件,同时维持所期望的对齐。cleco防止工件移位,并维持其中没有cleco插入的其他“开放”紧固件孔的对齐(例如,将螺母板相对于部件固定到适当位置,并保持部件中的孔与螺母板的支架元件对齐)。

[0005] 通常,当仅结构的一侧可容易接近或对接受工具“开放”时(例如,关于易于用一个或多个紧固工具将部件固定到结构),螺母板被安装到结构中,并且其中在结构处于安装取向中之后部件将被附接到该结构,并且其中结构的至少一侧不容易接近或“关闭”。飞行器和其他运载工具的结构为螺母板的使用呈现特定的应用。典型地,螺母板组装件中的螺母部分最初取向在螺母板支架或篮形部件中,并且整个螺母板组装件被定位在部件的内部或“盲侧”或“闭合侧”上。一旦螺母板处于适当位置,则螺母板组装件就经由铆钉牢固地固定到结构,该铆钉被驱动穿过零件的第一侧,然后进入螺母板中并穿过螺母板。

[0006] 在一些螺母板组装件中,允许螺母在安装后轻微地移动或者“浮动”,以允许螺母轻微地移动并准确地与螺栓对齐(即接合螺母)。例如,在典型的飞行器上,连结的结构可能需要安装数千个螺母板组装件,这需要安装数千个铆钉以固定螺母板组装件。因此,每个螺母板安装需要采购和使用特殊的对齐工具(钻头、cleco等),之后进行也需要特殊工具的铆

接操作。因此,螺母板安装导致由熟练技术人员执行的劳动密集和耗时的的工作,这显著增加了制造此类大型结构的时间和成本,并且增加了库存中必须维持的零件总数,同时还增加了组装协议的步骤和复杂性。此外,多零件螺母板组装件和安装此类组装件所需的铆钉的存在显著增加了大型结构的总重量。

发明内容

[0007] 本发明的一些方面涉及包括螺母板组装件的特征部的增材制造的零件,该螺母板组装件被整体地增材制造成增材制造的零件,并且涉及它们的制造方法、增材制造的零件的安装以及包括增材制造的零件的较大结构。

[0008] 本公开的又一方面涉及用于制造零件的方法,其中该方法包括使用增材制造工艺构造零件,并形成用于螺母板组装件的螺母保持支架,其中螺母保持支架与零件被整体地增材制造。

[0009] 在另一方面,增材制造工艺包括:直接能量沉积;直接金属激光烧结;直接金属印刷;电子束增材制造;电子束熔融;电子束粉末床制造;熔化沉积制模;间接粉末床制造;激光熔覆;激光沉积制造;激光沉积焊接;激光沉积焊接/整体铣削;激光工程净成形;激光自由成形制造;粉末激光金属沉积;线材激光金属沉积;激光粉末床制造;激光熔池沉积;激光修复制造;粉末定向能量沉积;立体光刻;选择性激光熔融;选择性激光烧结;小熔池沉积;以及它们的组合。

[0010] 在另一方面,在使用增材制造工艺构造零件的步骤中,零件包括非金属材料,其中非金属材料包括:热固性塑料材料;热塑性材料;复合材料;陶瓷材料;含碳纤维材料;含硼纤维材料;含玻璃纤维材料;含芳纶纤维材料;聚四氟乙烯;聚对苯二甲酸乙二酯;乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯;以及它们的组合中的一种或多种。

[0011] 在又一方面,在使用增材制造工艺构造零件的步骤中,零件包括金属材料,其中金属材料包括:钛;钛合金;钢;铝;铝合金;钴;钴合金;青铜;铜;铜合金;以及它们的组合中的一种或多种。

[0012] 在又一方面,在形成螺母保持支架的步骤中,螺母保持支架被设定尺寸以对螺母进行取向。

[0013] 又一方面涉及通过包括使用增材制造工艺构造零件并形成用于螺母板组装件的螺母保持支架的方法制造的零件,其中支架与零件被整体地增材制造。

[0014] 在另一方面,公开了增材制造的零件,其中该零件包括与增材制造的零件为一整体的增材制造的螺母保持支架,其中整体的螺母保持支架包括整体支架床和至少一个整体支架壁,其中整体支架壁从整体支架床上基本垂直地延伸并从整体支架床延伸预定距离,并且其中整体支架壁包括至少一个整体支架壁螺母保持特征部,其中整体支架壁螺母保持特征部被配置为接收保持器,其中保持器被配置成接合整体支架壁螺母保持特征部,并且其中整体支架壁螺母保持特征部进一步被配置成确立保持在螺母保持支架中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。

[0015] 在另一方面,整体支架壁螺母保持特征部包括至少一个凹部。

[0016] 在另一方面,凹部延伸穿过整体螺母保持支架壁。

[0017] 在又一方面,凹部延伸穿过整体螺母保持支架壁。

[0018] 在另一方面,凹部包括延伸穿过整体螺母保持支架壁的通槽。

[0019] 在另一方面,保持器包括夹具、销、连续环、不连续环或它们的组合。

[0020] 在又一方面,螺母包括浮动螺母。

[0021] 在另一方面,整体支架床包括至少一个整体支架床螺母取向特征部,其中支架床螺母取向特征部被配置成确立保持在整体支架和整体支架床中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。

[0022] 在另一方面,整体支架床螺母取向特征部包括柱,其中该柱从整体支架床上基本垂直地延伸预定距离。

[0023] 在又一方面,整体支架床包括预定厚度。

[0024] 在另一方面,整体支架床包括上表面,并且支架床上表面从与螺母保持支架整体形成的零件的表面延伸到预定距离。

[0025] 在另一方面,支架床上表面与增材制造的零件的表面基本齐平并与整体螺母保持支架整体地形成。

[0026] 在又一方面,零件包括非金属材料,其中非金属材料包括:热固性塑料材料;热塑性材料;复合材料;陶瓷材料;含碳纤维材料;含硼纤维材料;含玻璃纤维材料;含芳纶纤维材料;聚四氟乙烯;聚对苯二甲酸乙二醇酯;乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二醇酯;以及它们的组合中的一种或多种。

[0027] 在另一方面,零件包括金属材料,其中金属材料包括钛;钛合金;钢;铝;铝合金;钴;钴合金;青铜;铜;铜合金;以及它们的组合中的一种或多种。

[0028] 本公开的又一方面涉及包括增材制造的零件的部件,其中该零件包括与增材制造零件成一整体的增材制造的螺母保持支架,其中螺母保持支架包括支架床和至少一个支架壁,其中支架壁从支架床上基本垂直地延伸并从支架床延伸到预定距离,并且其中支架壁包括至少一个整体支架壁螺母保持特征部,其中整体支架壁螺母保持特征部被配置成接收保持器,其中该保持器被配置成接合整体支架壁螺母保持特征部,并且其中整体支架壁螺母保持特征部进一步被配置成确立保持在螺母保持支架中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。

[0029] 又一方面涉及包括所述部件的结构。

[0030] 在另一方面,该结构包括固定结构。

[0031] 在又一方面,该结构包括运载工具。

[0032] 在另一方面,运载工具包括:有人驾驶飞行器;无人驾驶飞行器;载人航天器、无人航天器、载人旋翼飞行器、无人旋翼飞行器、载人地面运载工具、无人地面运载工具、载人水上运载工具、无人水上运载工具、载人水下运载工具、无人水下运载工具、卫星、火箭、导弹以及它们的组合中的一种或多种。

[0033] 另一方面涉及用于安装连结组装件的方法,该方法包括:将增材制造的零件连结到螺母,其中该零件包括与增材制造的零件成一整体的增材制造的螺母保持支架,其中螺母保持支架被设定尺寸以接收螺母和螺母保持器;将螺母保持器定位在螺母保持支架中;以及安装连结组装件。

[0034] 在又一方面,螺母板为无铆螺母板。

[0035] 又一方面涉及用于连结零件的方法,该方法包括:将增材制造的零件连结到螺母,

其中该零件包括与增材制造的零件成一整体的增材制造螺母保持支架,其中螺母保持支架被设定尺寸以接收螺母和螺母保持器;将螺母保持器定位在螺母保持支架中;以及将该零件连接到另一零件。

[0036] 另一方面涉及用于将零件连接到结构的方法,该方法包括:将增材制造的零件连接到螺母,其中该零件包括与增材制造的零件整体形成的增材制造的螺母保持支架,其中螺母保持支架被设定尺寸以接收螺母和螺母保持器;将螺母保持器定位在螺母保持支架中;以及将该零件连接到结构。

[0037] 已讨论过的特征、功能和优点可在各个方面独立实现,或者可以在其他方面组合,进一步的细节可参考以下描述和附图看到。

附图说明

[0038] 已经以一般术语描述了本公开的变型,现在将参考附图,附图不一定按比例绘制,并且其中:

[0039] 图1是关于本公开的一个方面的流程图;

[0040] 图2a和图2b是示出本公开的一些方面的透视图;

[0041] 图3a和图3b是示出本公开的其他方面的透视图;

[0042] 图4是示出本公开的其他方面的放大透视图;

[0043] 图5是示出本公开的其他方面的透视图;

[0044] 图6a至图6f示出根据本公开的其他方面的保持元件的透视图;

[0045] 图7是关于本公开的一个方面的流程图;以及

[0046] 图8是关于本公开的另一方面的流程图。

具体实施方式

[0047] 本公开的一些方面涉及包括螺母板组装件的整体特征部的增材制造零件;尤其是整体螺母保持支架,以及它们的制造方法。

[0048] 根据本公开的另外一些方面,公开了避免对铆钉或用于铆钉的钻孔的需要的方法,该铆钉将需要被仔细地埋头处理以便允许在铆钉安装之后所安装的铆钉与零件表面基本“齐平”。

[0049] 如图1所示,公开了一种方法10,其包括使用12增材制造工艺来构造增材制造的零件。可以使用此类增材制造工艺或“3D制造”工艺来逐层沉积薄的材料层以根据计算机辅助制图(CAD)文件或包括增材制造文件(AMF)格式的文件格式来创建三维物体。增材制造(AM)被理解是指用于创建三维(3D)物体的工艺,其中通常在计算机控制下形成材料层以创建物体。物体可以具有几乎任何形状或几何结构,并且使用来自3D模型或诸如AMF格式的另一电子数据源的数字模型数据来产生。因此,与从原材工件中去除材料相比,由于可在常规机械加工工艺中形成零件,3D打印或AM通过逐层连续添加材料以准确地产生具有期望和/或预定的尺寸和/或几何形状的零件来根据计算机辅助设计(CAD)模型或AMF或STL文件格式构建三维物体。如图1所示,所公开的方法进一步包括使用零件以及整体形成和增材制造的螺母保持特征部的增材制造来形成14与零件整体地增材制造的螺母保持支架。

[0050] 术语“3D打印”最初是指用喷墨打印机喷墨打印头将粘结剂材料逐层沉积到粉末

床上的工艺。最近,该术语被广泛用于流行语言,以涵盖更广泛种类的增材制造技术。美国 and 全球技术标准在更广泛的意义上使用术语“增材制造”。例如,标准ISO/ASTM52900-15在其含义内定义了七个类别的AM工艺:粘结剂喷射、定向能量沉积、材料挤出、材料喷射、粉末床熔化、片材层压和光聚合固化(vat photopolymerization)。

[0051] 因此,本发明的一些方面考虑到使用已知的许多增材制造工艺来用于沉积金属和非金属材料以形成增材制造的产品。此类工艺的非详尽列表包括但不限于:直接能量沉积;直接金属激光烧结;直接金属印刷;电子束增材制造;电子束熔融;电子束粉末床制造;熔化沉积制模;间接粉末床制造;激光熔覆;激光沉积制造;激光沉积焊接;激光沉积焊接/整体铣削;激光工程净成形;激光自由成形制造;粉末激光金属沉积;线材激光金属沉积;激光粉末床制造;激光熔池沉积;激光修复制造;粉末定向能量沉积;立体光刻;选择性激光熔融;选择性激光烧结;小熔池沉积;或它们的组合。

[0052] 因此,大量的增材工艺是可用的。这些工艺之间的主要区别在于沉积层以创建零件的方式以及所使用的材料。一些方法熔融或软化材料以产生这些层。例如,在熔化丝材制作(也被称为熔化沉积制模(FDM))中,通过挤出立即硬化以形成层的小材料珠或材料流而产生零件。热塑性材料的丝材或金属线形式的金属或其他材料被馈送到挤出喷嘴头(例如3D打印机挤出机)中,该挤出喷嘴头加热材料并产生沉积材料流。另一种技术熔化所述层的一些部分,然后在工作区域中“向上”移动,添加连续的颗粒层,并重复该工艺直到工件“堆积起来”。该工艺使用未熔化的介质来支撑所产生的零件的伸出部分和薄壁,从而减少对工件的临时辅助支撑的需要。

[0053] 激光烧结技术包括但不限于用金属和聚合物二者进行选择性的激光烧结,以及直接金属激光烧结。选择性的激光熔融不使用烧结来熔化粉末颗粒,而是将使用高能激光完全熔融粉末,以逐层沉积方法来创建完全致密的材料,该方法具有类似于常规制造的金属的机械性质。电子束熔融是用于金属零件(例如,钛、钛合金)的增材制造技术的类似类型。EBM通过在高真空中用电子束逐层熔融金属粉末层来制造零件。另一方法包括喷墨3D打印系统,该系统通过扩散一层粉末(石膏或树脂)并使用类似喷墨的工艺在零件的横截面中印刷粘结剂来一次一层地创建零件。利用层压物体制造,薄层被切割成形并连结在一起。

[0054] 其他方法使用不同的精良技术(诸如立体光刻)来固化液体材料。光聚合固化主要被用于立体光刻以从液体产生固体零件。类似于Objet聚合喷射系统(Objet PolyJet system)的喷墨打印机系统以超薄层(例如,在16 μ m和30 μ m之间)将光聚合物材料喷涂到构建托盘上,直到完成零件。每个光聚合物层在被喷射后用UV光固化,产生完全固化的模型,这些模型可以被处理和使用而不需要后固化。此外,超小特征部可以用多光子光聚合固化中使用的3D微制作技术来制成。由于光激发的非线性性质,凝胶仅在激光聚焦的地方被固化为固体,而剩余的凝胶被去除。可以产生小于100nm的特征尺寸,以及可包括移动和互锁零件的复杂结构。

[0055] 又一方法使用合成树脂,该合成树脂使用LED来固化。在基于掩模图像投射的立体光刻中,3D数字模型被一组水平平面切片。每个切片被转换成二维掩模图像。然后将掩模图像投射到可光固化的液体树脂表面上,并将光投射到树脂上以将树脂固化成层的形状。连续液体界面的产生从液体光聚合物树脂的储库开始。储库的一部分对紫外光透明,从而导致树脂固化。

[0056] 在粉末馈送定向能量沉积中,使用高功率激光器来熔融供应到激光束的焦点的金属粉末。粉末馈送定向能量工艺类似于选择性激光烧结,但是金属粉末仅被施加到此时将材料添加到零件的地方。

[0057] 图2a是本公开的一个方面的透视图,其示出包括增材制造的整体螺母保持支架21的增材制造的零件20。整体螺母保持支架21包括整体支架床22以及整体支架壁23和24,整体支架壁23和24从整体支架床22延伸预定距离,其中整体支架壁23、24经由增材制造来构建并基本垂直于整体支架床22取向。根据所示的一个方面,整体支架床22限定开口22a,开口22a由整体支架床22和零件20限定和约束并且延伸穿过整体支架床22并穿过整体零件20。整体支架壁23、24分别包括通槽25、26。通槽25、26被理解成分别从整体支架壁内表面23a、24a延伸穿过整体支架壁23、24的厚度到整体支架壁外表面23b、24b。如图2所示的整体支架床22进一步包括从整体支架床22延伸(例如,以“凸起”方式)并相对于整体支架床22延伸预定距离的整体支架床螺母保持特征部27a、27b。

[0058] 图2b是本公开的一个方面的透视图,其示出除不存在开口22a之外具有类似于图2a所示的所有编号方面的增材制造零件20。也就是说,在图2b所示出的本公开的方面,不存在如图2a所示的由整体支架床22和零件20限定和约束并且延伸穿过整体支架床22并穿过整体零件20的开口22a。根据这个方面,增材制造的整体螺母保持支架在没有开口22a的情况下被打印。应当理解的是,打印之后随后可以钻出开口,例如作为后处理操作。

[0059] 图3a是本公开的一个方面的透视图,其示出进一步包括螺母28的图2a的增材制造零件20,螺母28靠近整体螺母保持支架21插入并搁置在整体支架床22上且由整体支架壁23、24在两侧约束。螺母凹陷部28a被示出靠近整体支架床螺母取向特征部27a搁置。如图3a中所示,螺母凹陷部28b不直接靠近整体支架床螺母取向特征部27b搁置。以此方式,如图3a所示,允许螺母28轻微地移动或“浮动”,同时保持螺母28靠近整体支架床22。

[0060] 图3b是本公开的一个方面的透视图,其示出除不存在开口22a之外具有类似于图3a所示的所有编号方面的增材制造零件20。也就是说,在图3b所示出的本公开的方面,不存在如图3a所示的由整体支架床22和零件20限定和约束并且延伸穿过整体支架床22并穿过整体零件20的开口22a。根据这个方面,增材制造的整体螺母保持支架在没有开口22a的情况下被打印。应当理解的是,打印之后随后可以钻出开口,例如作为后处理操作。

[0061] 允许螺母28在基本平行于整体支架床22内的整体支架壁23、24的方向上轻微地移动或“浮动”,但是在碰撞之前限制螺母28在此方向上过度地移动,并且通过整体支架床螺母取向特征部27a、27b限制在此方向上的移动。保持器29在图3a和图3b中被示出为靠近螺母28搁置,其中保持器区段29a接合整体支架壁23的通槽25并且保持器区段29b接合整体支架壁24的通槽26。保持器端部29c和29d被设定尺寸和/或在几何形状上配置成分别碰撞整体支架壁23、24,并保持螺母28靠近整体支架床22。也就是说,保持器29的预定尺寸和/或几何形状使得保持器29保留在整体螺母保持支架21中靠近螺母28的位置,因此将螺母28保持在整体螺母保持支架21中。

[0062] 如图3a和图3b所示,保持器29的几何形状是“开放”或“不连续”的矩形形状。保持器29的几何取向和预定尺寸使得保持器29能够保留在靠近螺母28的位置,并且用于将螺母28固定或保持在整体螺母保持支架21内的预定取向。也就是说,保持器29的尺寸使得当保持器29的保持器区段29a接合整体支架壁23的通槽25并且保持器29的保持器区段29b接合

整体支架壁24的通槽26时,即使螺母28可被允许在基本平行于整体支架壁23、24的方向上在整体支架床21内轻微移动或“浮动”预定距离和/或在基本垂直于整体支架壁23、24的方向上移动或“浮动”微小的预定距离,保持器29也能够维持相对期望和预定的位置,该位置将螺母28保持在整体支架21中所期望和预定的位置中并且充分靠近整体支架床22。螺母28相对于其在螺母保持支架21内的位置的这种“浮动”移动允许在将要发生的螺母对齐期间,例如,在紧固操作期间,诸如当配合紧固件随着零件20被紧固到另一零件、部件、结构等而被引入到螺母中时,螺母28以螺母板组装件中的螺母所需的方式在螺母保持支架内轻微移动。如在图2a、图2b、图3a和图3b中进一步示出的,与增材制造的零件20整体地增材制造的整体支架床22被示出为从零件20的零件表面20a“凸起”预定距离,以创建并包括整体螺母保持支架凸起基座21a(如图2a和图2b所示)。基座的厚度可以根据需要并以预定的方式被定制并且与零件整体地增材制造,以根据在零件待与其他零件、部件、结构等连结的位置处加固置于附加应力下的零件的区域来赋予所需要或所期望的鲁棒性。

[0063] 图4是包括整体增材制造的螺母保持支架41的增材制造的零件40的放大透视图。如图4所示,整体螺母保持支架41包括整体支架床42和从整体支架床42延伸预定距离的整体支架壁43和44,其中整体支架壁43、44经由增材制造来构建并基本垂直于整体支架床42取向。根据图4中所示的一个方面,整体支架床42限定延伸穿过整体支架床42并穿过整体零件40的整体支架床开口(图4中未示出或不可见)。根据可替代的方面,如果需要,整体螺母保持支架41可以与零件40一起被增材制造,而不需要整体支架床开口。整体支架壁43、44包括分别穿过支架壁43、44的通槽45、46。通槽45、46被理解成分别从整体支架壁内表面43a、44a延伸穿过整体支架壁43、44的厚度到整体支架壁外表面43b、44b。如图4所示的整体支架床42进一步包括从整体支架床42延伸预定距离或相对于整体支架床42以“凸起”的方式延伸的整体支架床螺母保持特征部47a、47b。如图4所示的整体支架床42与图2a、图2b、图3a和图3b所示的整体支架床22的不同之处在于整体支架床42不从零件40的表面“凸起”。如图4所示,整体支架床表面42与零件40的零件表面40a基本齐平。

[0064] 保持器49在图4中被示出为定位在螺母48附近,其中保持器区段49a接合整体支架壁43的通槽45并且保持器区段49b接合整体支架壁44的通槽46。保持器端部49c和49d被设定尺寸和/或在几何形状上被配置成分别碰撞整体支架壁43、44。也就是说,保持器49的预定尺寸和/或几何形状使得保持器49保留在整体支架螺母保持支架41中靠近螺母48的位置,因此将螺母48保持在整体螺母保持支架41中。

[0065] 如图4所示,整体支架壁43、44被示出为包括沿它们的长度的不均匀或变化的壁厚度。整体支架壁以及整个支架的预定尺寸和预定几何形状被定制成相对于包括整体增材制造的整体支架壁的增材制造的零件的所需要或所期望的结构性能实现所期望和预定的鲁棒程度。根据一个方面,由于尺寸被设计成与螺母牢固配合的紧固件接合螺母并且在紧固操作期间继续进行到所期望的紧密度,因此支架壁有助于承受在零件安装期间零件的紧固操作期间持续的物理力。此类力包括但不限于例如扭矩、材料应力、材料疲劳等。此外,用于制作增材制造的零件的材料(例如,含金属材料、含非金属材料)可以进一步赋予整体支架床及其伴随的增材制造的特征部的有用尺寸和几何形状。

[0066] 图5是包括本公开的一个方面的增材制造零件的另一透视图,其示出包括整体增材制造的螺母保持支架51的增材制造的零件50。螺母保持支架51包括整体支架床52和从整

体支架床52延伸预定距离的整体支架壁53和54,其中整体支架壁53、54经由增材制造来构建并基本垂直于整体支架床52取向。根据所示的一个方面,整体支架床52限定延伸穿过整体支架床52并穿过整体零件50的开口52a。根据可替代的方面(未在图5中示出),如果需要,整体螺母保持支架51可以与零件50一起被增材制造而不需要整体支架床开口52a。整体支架壁53、54分别包括通槽55、56。通槽55、56被理解成分别从整体支架壁内表面53a、54a延伸穿过整体支架壁53、54的厚度到整体支架壁外表面53b、54b。

[0067] 如图5所示,整体支架床52进一步包括从整体支架床52延伸预定距离或相对于整体支架床52以“凸起”的方式延伸的整体支架床螺母保持特征部57a、57b。如图4所示的整体支架床42那样,图5所示的整体支架床52在配置方面也与图2a、图2b、图3a和图3b所示的整体支架床22不同,不同之处在于整体支架床不是“凸起”到距零件表面50a和/或在零件表面50a“上方”的任何预定距离处。换句话说,如图5所示,整体支架床52与零件50被整体地增材制造,以维持与零件50的零件表面50a基本齐平。

[0068] 保持器59在图5中被示出为靠近螺母58定位,其中保持器区段59a接合整体支架壁53的通槽55并且保持器区段59b接合整体支架壁54的通槽56。保持器端部59c和59d被设定尺寸和/或在几何形状上被配置成分别碰撞整体支架壁53、54。在一方面,保持器59的预定尺寸和/或几何形状使得保持器59维持在整体螺母保持支架51的整体支架床52中靠近螺母58的位置,因此将螺母58保持在整体螺母保持支架51中。

[0069] 如图3a、图3b、图4和图5所示,保持器29、49、59的几何形状是“开放”或“不连续”的矩形形状。保持器的几何取向和/或预定尺寸使得保持器能够维持在靠近螺母28、48、58的位置,并且用于分别在整体螺母保持支架21、41、51内分别将螺母28、48、58固定或保持在预定取向。也就是说,根据图3a、图3b、图4和图5所示的方面,保持器的尺寸使得当保持器29、49、59的保持器区段29a、49a、59a接合整体支架壁的相应通槽时,即使可允许螺母在基本平行于整体支架壁的方向上在整体支架床内轻微移动或“浮动”预定距离并且在基本垂直于整体支架壁的方向上移动或“浮动”轻微的预定距离,保持器也能够维持某一位置,该位置将螺母28、48、58保持在整体支架21、41、51中的期望和预定的近似可限定的整体位置中,并且充分靠近整体支架床22、42、52。

[0070] 根据本公开的其他方面,保持器的几何形状可以是连续的或“闭合的”。在此种连续的配置中,保持器将不包括如图3a、图3b、图4和图5所示的保持器“端部”,但保持器的区段仍将充分接合整体支架壁中的通槽。其他方面考虑到具有合适和预定的尺寸和几何形状的保持器,以施加足够且预定的向外力,使得保持器将维持在整体支架壁之间的位置处,同时将螺母保持在靠近整体支架床的所期望和/或预定的位置中。

[0071] 根据其他的方面,为了有助于保持器在整体支架壁之间的基本固定的定位,支架壁的内表面可以包括被设定尺寸以接收保持器的区段的凹部。保持器的预定向外力迫使保持器的区段接合并以其他方式“安坐”到整体支架壁内表面的凹部中。在一方面,此类凹部可以是基本线性的,呈现为与相应支架壁的长度方向基本平行的一个或多个凹陷的沟槽的形式。然而,另外的方面考虑到能够接合和保持保持器的区段的任何形式的凹部,以用于将螺母保持在靠近整体螺母保持支架的预定位置中。此类凹部包括但不限于凹坑,或者整体形成或随后机器加工到整体螺母保持支架壁的表面中的任何类型的凹陷。更进一步,本公开的一些方面考虑到增材制造特征部可以从整体螺母保持支架壁的内壁表面或外壁表面

突出以便于螺母在整体螺母保持支架中的定位和保持。另外的方面考虑到直接与螺母本身的一个或多个特征部接合的此类凹部或突出部,因此避免或与保持器协同使用以便于螺母在整体螺母保持支架中的定位和保持。更进一步的方面考虑到能够接合和保持保持器的区段的任何形式的凹部,以用于将螺母保持在靠近整体螺母保持支架的预定位置中,该凹部包括包含完全穿过整体支架壁的内凹部分的凹部。

[0072] 保持器可以由任何有用的材料制成,包括但不限于含金属的材料和不含金属的材料。由于保持器的预期功能在尺寸被设定成与螺母接合的配合紧固件的插入和拧紧时大体上停止,所以可以基于重量、成本等来选择此类保持器材料,而不需要考虑相对于维持任何特定负载或应力的特定强度或能力的任何特定材料鲁棒性。

[0073] 图6a至图6f是根据本公开的一些方面的俯视平面透视图,其示出用于与增材制造的整体螺母保持支架结合使用的保持器的非限制性和非穷尽性的代表性几何形状和尺寸,其中该整体螺母保持支架与零件被整体地增材制造。因此,图6a、图6b、图6c、图6d、图6e和图6f示出包括本公开的一方面的增材制造的零件,并示出被理解为与增材制造的零件(未示出)成一整体的所制造的螺母保持支架61a、61b、61c、61d、61e和61f;这些零件类似于图2a、图2b、图3a、图3b、图4或图5中所示的那些。

[0074] 如图6a所示,螺母保持支架61a包括整体支架床62a和从整体支架床62a延伸预定距离的整体支架壁63a和64a,其中整体支架壁63a、64a经由增材制造来构建并基本垂直于整体支架床62a取向。根据图6a所示的一个方面,整体支架床62a限定延伸穿过整体支架床62a并穿过增材制造的整体零件(未示出)的开口62a'。根据所示出的方面,整体支架壁63a、64a包括分别不一直延伸穿过整体支架壁63a、64a的凹部65a、66a。如图所示,凹部65a、66a分别从整体支架壁内表面延伸到整体支架壁63a、64a中的预定距离。如图6a所示的整体支架床62a还包括从整体支架床62a延伸预定距离或相对于整体支架床62a以“凸起”方式延伸的整体支架床螺母取向特征部67a'、67a”。

[0075] 如图6a所示,保持器69a被示出为靠近螺母68a定位,其中保持器区段69a'插入到整体支架壁63a的凹部65a中并接合整体支架壁63a的凹部65a,并且保持器区段69a”插入到整体支架壁64a的凹部66a中并接合整体支架壁64a的凹部66a。在一方面,保持器69a的预定尺寸和/或几何形状使得保持器69a保留在整体螺母保持支架61a中靠近螺母68a的位置中,因此将螺母68a保持在整体螺母保持支架61a中。图6b至图6f示出如图6a所示的用于保持螺母68a的整体螺母保持支架61a中的保持器和/或凹部的各种可替代的和非穷尽性的几何形状和/或尺寸。

[0076] 图6b示出靠近螺母68a定位的保持器69a(在图6a中示出),其中保持器区段69a'插入到整体支架壁63b的凹部65b中并接合整体支架壁63b的凹部65b,并且保持器区段69a”插入到整体支架壁64b的凹部66b中并接合整体支架壁64b的凹部66b。在如图6b所示的方面中,保持器69a的预定尺寸和/或几何形状使得保持器69a保留在整体螺母保持支架61a中靠近螺母68a的位置中,因此将螺母68a保持在整体螺母保持支架61a中。然而,如图6b所示,凹部65b和66b被配置并增材制造成更紧密地匹配或以其他方式更接近地近似于保持器69a的区段69a'和69a”的尺寸和/或几何形状的尺寸和/或几何形状。图6b中所示的特征部的剩余部分(但未列举)应理解成图6a中所示的特征部。

[0077] 图6c、图6d、图6e和图6f示出本公开的另外的方面,其中多个保持器被示出为靠近

螺母68a定位。在图6c中,螺母保持功能经由两个保持器69c'和69c''的预定布置来完成。如图所示,保持器69c'的第一端部接合整体支架壁63c的凹部65c,并且保持器69c'的第二端部接合整体支架壁64c的凹部66c。另外,如图6c所示,保持器69c''的第一端部接合整体支架壁63c的凹部65c,并且保持器69c''的第二端部接合整体支架壁64c的凹部66c。图6c所示的特征部的剩余部分(但未列举)应理解成图6a和图6b中所示的那些。

[0078] 在图6d中,螺母保持功能经由两个保持器69d'和69d''的预定布置来完成。如图所示,保持器69d'的第一端部接合整体支架壁63d的凹部65d',并且保持器69d'的第二端部接合整体支架壁64d的凹部66d'。另外,如图6c所示,保持器69d''的第一端部接合整体支架壁63d的凹部65d'',并且保持器69d''的第二端部接合整体支架壁64d的凹部66d''。如图6d所示,凹部65d'、65d''和66d'、66d''被配置和增材制造成紧密地匹配或以其他方式更接近地近似于保持器69d'和69d''的第一端部和第二端部的尺寸和/或几何形状的尺寸或几何形状。图6d中所示的特征部的剩余部分(但未列举)应理解成图6a至图6c中所示的那些。

[0079] 在图6e中,螺母保持功能经由两个保持器69e'和69e''的预定布置来完成。如图所示,保持器69e'的第一端部接合整体支架壁63e的通槽65e',并且保持器69e'的第二端部接合整体支架壁64e的通槽66e'。另外,如图6e所示,保持器69e''的第一端部接合整体支架壁63e的通槽65e'',并且保持器69e''的第二端部接合整体支架壁64e的通槽66e''。如图6e所示,通槽65e'、65e''和66e'、66e''被配置和增材制造成紧密地匹配或以其他方式接近地近似于保持器69e'和69e''的第一端部和第二端部的尺寸和/或几何形状的尺寸和/或几何形状。图6e中所示的特征部的剩余部分(但未列举)应理解成图6a至图6d中所示的那些。

[0080] 在图6f中,螺母保持功能经由两个保持器69f'和69f''的预定布置来完成。如图所示,保持器69f'的第一端部接合整体支架壁63f的通槽65f',并且保持器69f'的第二端部接合整体支架壁64f的通槽66f'。另外,如图6f所示,保持器69f''的第一端部接合整体支架壁63f的通槽65f'',并且保持器69f''的第二端部接合整体支架壁64f的通槽66f''。如图6f所示,通槽65f'、65f''和66f'、66f''被配置和增材制造成紧密地匹配或以其他方式接近地近似于保持器69f'和69f''的第一端部和第二端部的尺寸和/或几何形状的尺寸和/或几何形状。另外,如图6f所示,示出保持器69f'和69f''的第一端部和第二端部分别经由通槽65f'、65f''和66f'、66f''延伸经过支架壁63f和64f的外壁。延伸经过整体增材制造的支架壁的外壁的保持器元件的该方面被理解为属于与本公开的一些方面结合使用的任何保持器。图6f中所示的特征部的剩余部分(但未列举)应理解成图6a至图6e中所示的那些。

[0081] 图7是概述本公开的一个方面的流程图,其涉及一种用于将第一部件附接到第二部件的方法70,该方法包括:将增材制造的第一部件定位72在第二部件近侧,所述第一部件包括螺母板,所述螺母板包括增材制造的螺母保持支架,其中增材制造的螺母保持支架被设定尺寸以接收螺母和螺母保持器;以及将增材制造的第一部件附接74到第二部件。

[0082] 图8是概述本公开的一个方面的流程图,其涉及一种用于将第一部件附接到第二部件的方法80,该方法包括:将增材制造的第一部件定位82在第二部件近侧,所述第一部件包括螺母板,所述螺母板包括增材制造的螺母保持支架,其中增材制造的螺母保持支架被设定尺寸以接收螺母和螺母保持器;将第一增材制造部件的螺母板和第二部件与紧固件接合84;将第二部件紧固86到第一增材制造部件的螺母板;以及将增材制造的第一部件连结86到第二部件。根据另一方面,第二部件也是增材制造部件,并且在又一方面,螺母板是无

铆螺母板。

[0083] 根据本公开内容,术语“零件(part)”或“零件(parts)”等地并且可与相应的术语“部件(component)”或“部件(components)”互换使用。此外,术语“螺母板”等地并且可与相应的术语“螺母板组装件”互换使用。另外,术语“凹部(recess)”或“凹部(recesses)”等地并且可与相应的术语“凹陷(depression)”、“凹陷(depressions)”、“凹坑(dimple)”、“凹坑(dimples)”互换使用。

[0084] 此外,本公开的一些方面考虑到使用包括整体增材制造的螺母支架的增材制造的零件以制造包括增材制造的零件的固定结构。此类固定结构包括但不限于建筑物、结构支撑件、桥梁、桁架以及包括包含螺母板的部件和零件的任何结构。

[0085] 本公开的其他方面考虑到使用包括整体增材制造的螺母支架的增材制造的零件以制造用于包括但不限于飞行器的运载工具的结构和其它部件(例如梁、肋、桁条等)。运载工具进一步包括但不限于:有人驾驶飞行器、无人驾驶飞行器、载人航天器、无人航天器、载人旋翼飞行器、无人旋翼飞行器、卫星、火箭、导弹、载人地面运载工具、无人地面运载工具、载人水上运载工具、无人水上运载工具、载人水下运载工具、无人水下运载工具以及它们的组合。

[0086] 此外,本公开包括根据以下条款所述的示例:

[0087] 条款1.一种制造零件的方法,该方法包括:

[0088] 使用增材制造工艺构造零件;以及

[0089] 形成用于螺母板组装件的螺母保持支架,所述螺母保持支架与零件被整体地增材制造。

[0090] 条款2.根据条款1所述的方法,其中增材制造工艺选自由以下各项构成的组:直接能量沉积;直接金属激光烧结;直接金属印刷;电子束增材制造;电子束熔融;电子束粉末床;熔化沉积制模;间接粉末床;激光熔覆;激光沉积;激光沉积焊接;激光沉积焊接/整体铣削;激光工程净成形;激光自由成形制造;粉末激光金属沉积;线材激光金属沉积;激光粉末床;激光熔池沉积;激光修复;粉末定向能量沉积;立体光刻;选择性激光熔融;选择性激光烧结;小熔池沉积;以及它们的组合。

[0091] 条款3.根据条款1所述的方法,其中,在使用增材制造工艺构造零件的步骤中,零件选自由以下各项构成的组:包括非金属材料,所述非金属材料包括:热固性塑料材料;热塑性材料;复合材料;陶瓷材料;含碳纤维材料、含硼纤维材料;含玻璃纤维材料;含芳纶纤维材料;聚四氟乙烯;聚对苯二甲酸乙二酯;乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯;或它们的组合。

[0092] 条款4.根据条款1所述的方法,其中,在使用增材制造工艺构造零件的步骤中,零件包括选自由以下各项构成的组的材料:金属材料,所述金属材料包括:钛;钛合金;钢,铝;铝合金;钴;钴合金;青铜;铜;铜合金;以及它们的组合。

[0093] 条款5.根据条款1所述的方法,其中,在形成螺母保持支架的步骤中,所述螺母保持支架被设定尺寸以对螺母进行取向。

[0094] 条款6.一种根据条款1所述的方法制造的零件。

[0095] 条款7.一种增材制造的零件,其包括:

[0096] 增材制造的螺母保持支架,该螺母保持支架与增材制造的零件成一体,所述整

体螺母保持支架包括整体支架床和至少一个整体支架壁,所述整体支架壁从整体支架床上基本垂直地延伸,并且所述整体支架壁从整体支架床延伸到预定距离;以及

[0097] 其中整体支架壁包括至少一个整体支架壁螺母保持特征部,所述整体支架壁螺母保持特征部被配置成接收保持器,所述保持器被配置成接合整体支架壁螺母保持特征部,所述整体支架壁螺母保持特征部还被配置成确立保持在螺母保持支架中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。

[0098] 条款8.根据条款7所述的增材制造的零件,其中整体支架壁螺母保持特征部包括在至少一个整体支架壁中的至少一个凹部。

[0099] 条款9.根据条款8所述的增材制造的零件,其中凹部延伸穿过整体支架壁。

[0100] 条款10.根据条款8所述的增材制造的零件,其中凹部包括延伸穿过整体支架壁的通槽。

[0101] 条款11.根据条款7所述的增材制造的零件,其中保持器选自由以下各项构成的组:夹具;销;连续环;不连续环;以及它们的组合。

[0102] 条款12.根据条款7所述的增材制造的零件,其中螺母包括浮动螺母。

[0103] 条款13.根据条款7所述的增材制造的零件,其中整体支架床包括至少一个整体支架床螺母取向特征部,所述整体支架床螺母取向特征部被配置成确立保持在整体支架床中的螺母沿至少一条轴线的受限移动范围。

[0104] 条款14.根据条款13所述的增材制造的零件,其中整体支架床螺母取向特征部包括柱,所述柱从整体支架床延伸预定距离。

[0105] 条款15.根据条款7所述的增材制造的零件,其中整体支架床包括:

[0106] 支架床上表面,所述支架床包括预定厚度,以及

[0107] 其中整体支架床上表面从增材制造的零件的表面延伸预定距离。

[0108] 条款16.根据条款7所述的增材制造的零件,其中整体支架床包括:

[0109] 支架床上表面;以及

[0110] 其中整体支架床上表面与增材制造的零件的表面基本齐平。

[0111] 条款17.根据条款7所述的增材制造的零件,其中增材制造的零件包括非金属材料,所述非金属材料选自由以下各项构成的组:热固性塑料材料;热塑性材料;复合材料;陶瓷材料;含碳纤维材料;含硼纤维材料;含玻璃纤维材料;含芳纶纤维材料;聚四氟乙烯;聚对苯二甲酸乙二酯;乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯;以及它们的组合。

[0112] 条款18.根据条款7所述的增材制造的零件,其中增材制造的零件包括金属材料,所述金属材料选自由以下各项构成的组:钛;钛合金;钢;铝;铝合金;钴;钴合金;青铜;铜;铜合金;以及它们的组合。

[0113] 条款19.一种包括根据条款7所述的增材制造的零件的结构。

[0114] 条款20.一种包括根据条款7所述的增材制造的零件的运载工具,其中所述运载工具选自由以下各项构成的组:载人地面运载工具;无人地面运载工具;载人飞行器;无人飞行器;载人旋翼飞行器;无人旋翼飞行器;载人航天器;无人航天器;载人水上运载工具;无人水上运载工具;载人水下运载工具;无人水下运载工具;卫星;火箭;导弹;以及它们的组合。

[0115] 当然,本发明可以在不脱离本发明的实质特征的情况下以除了在此具体阐述的方

式之外的其它方式来实现。本发明的示例在所有方面都被认为是说明性的而非限制性的，并且随附权利要求的含义和等效范围内的所有变化都应包含在本发明之内。

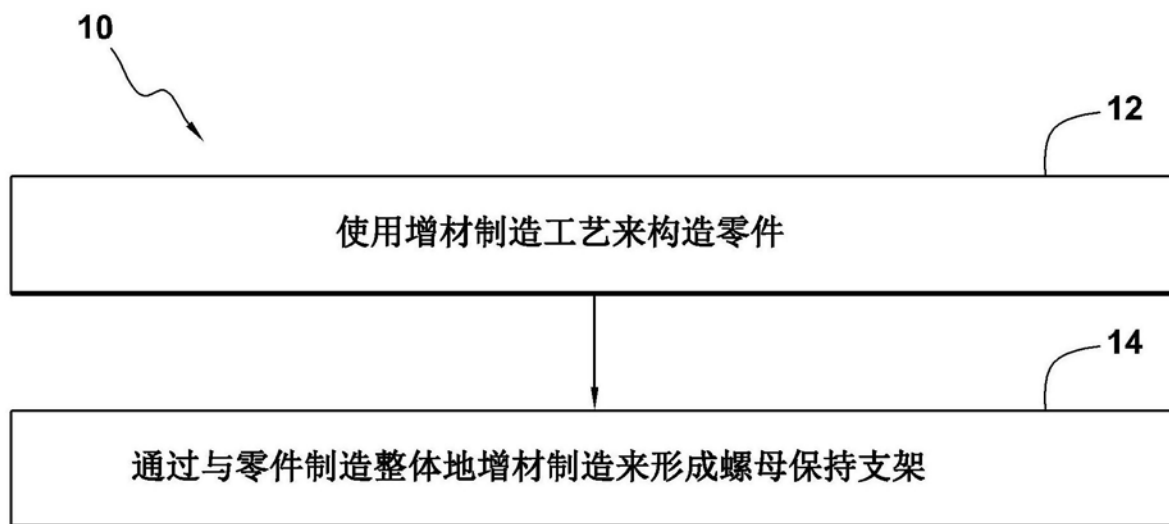


图1

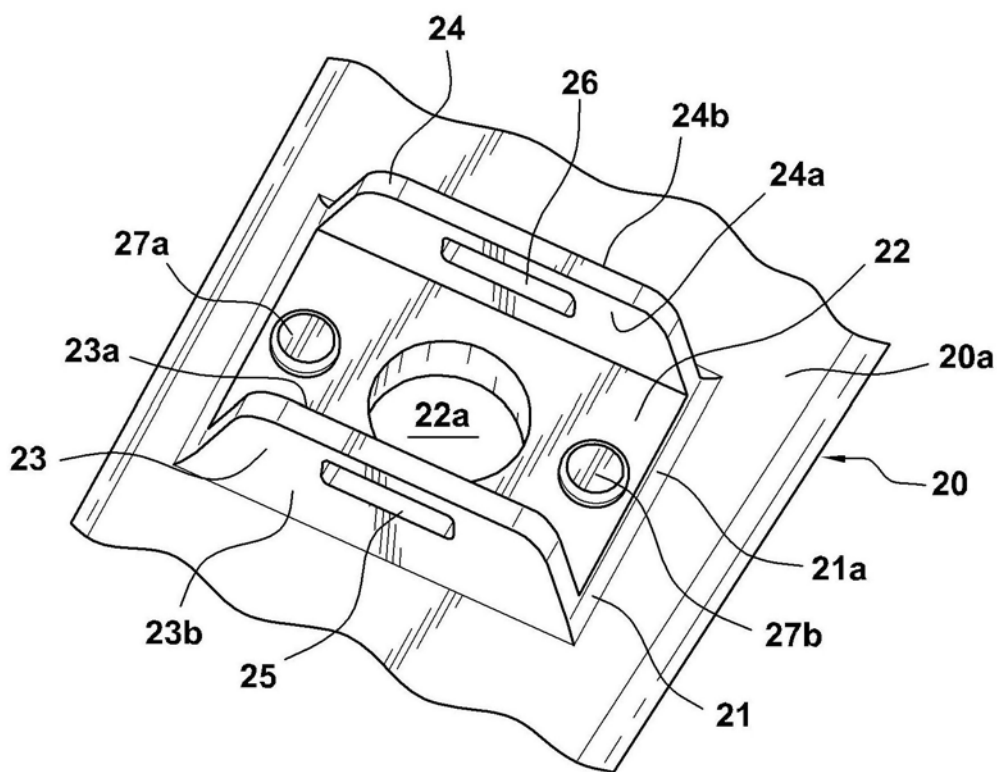


图2a

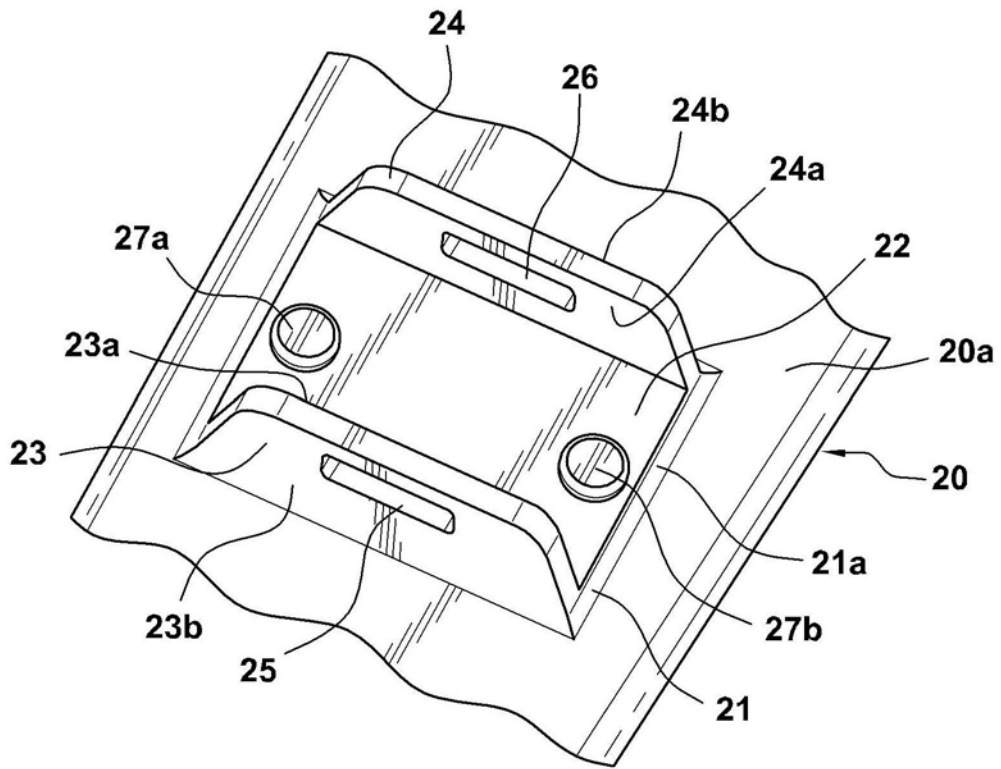


图2b

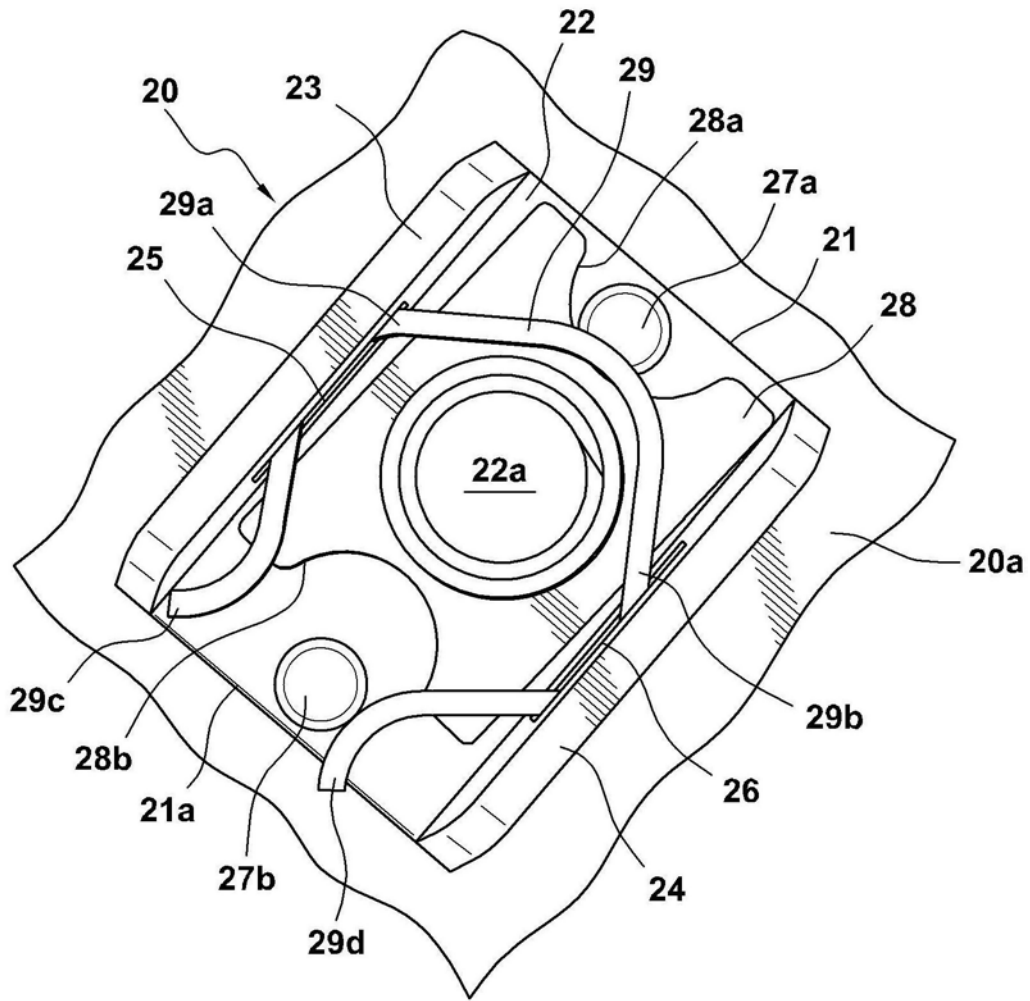


图3a

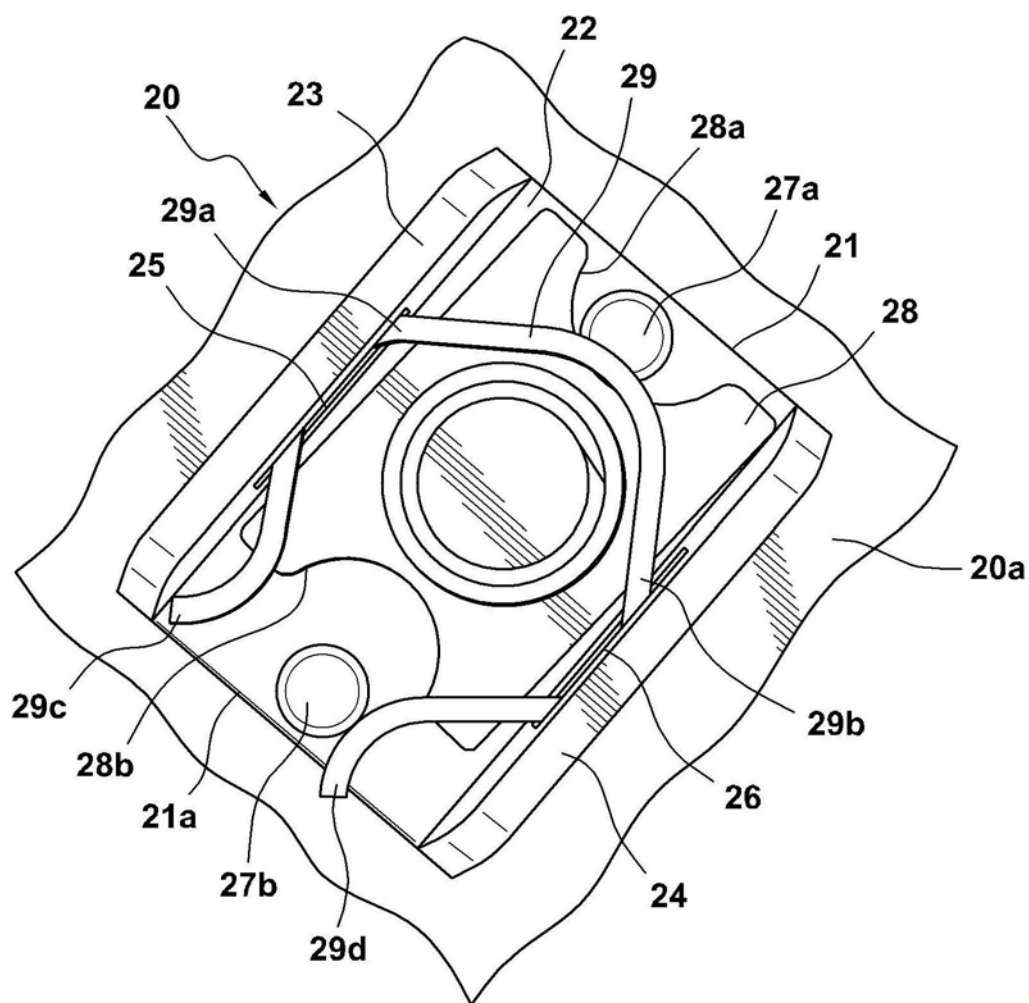


图3b

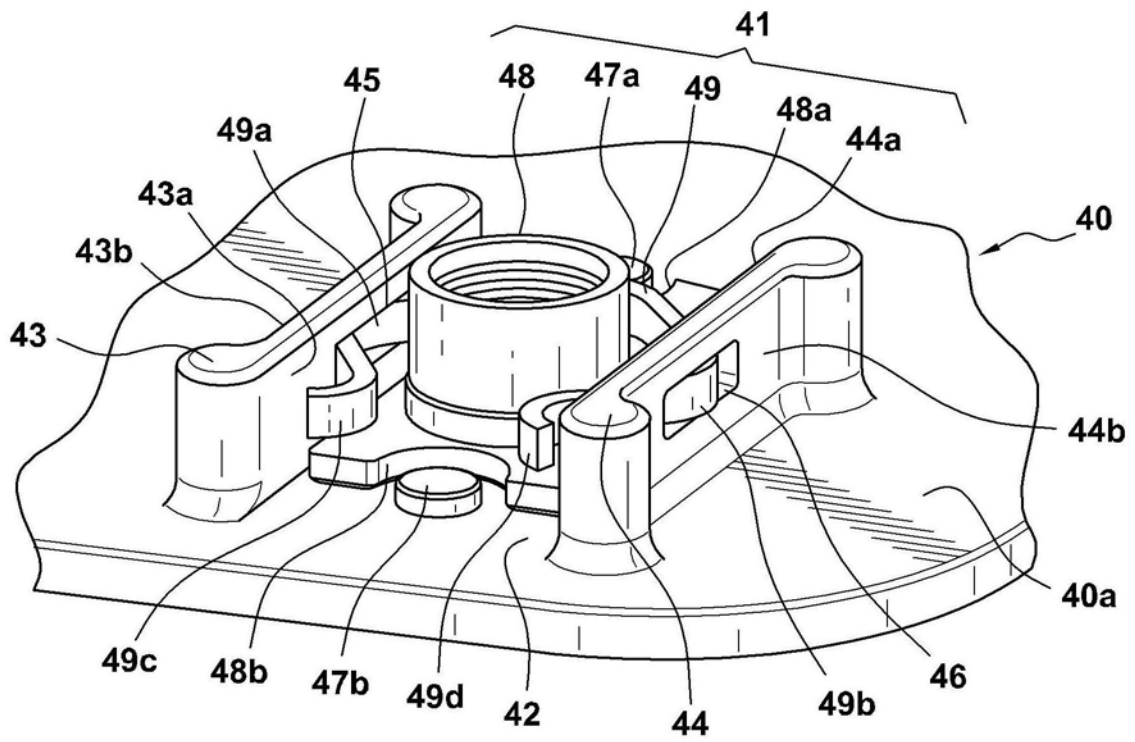


图4

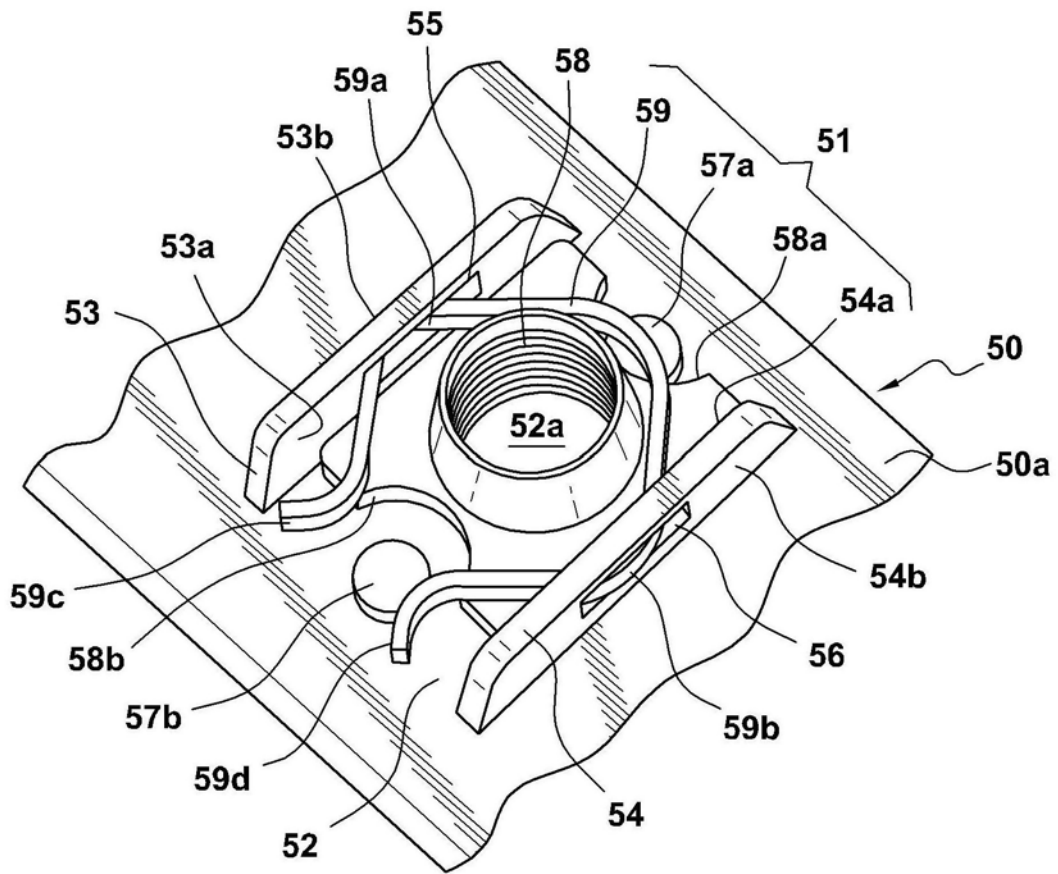


图5

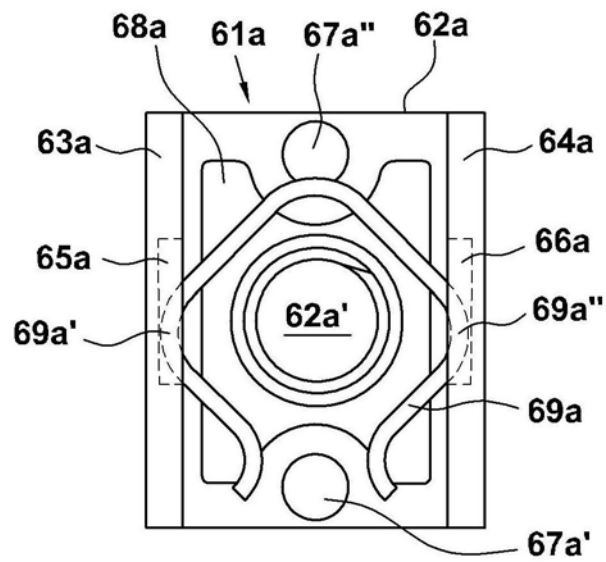


图6a

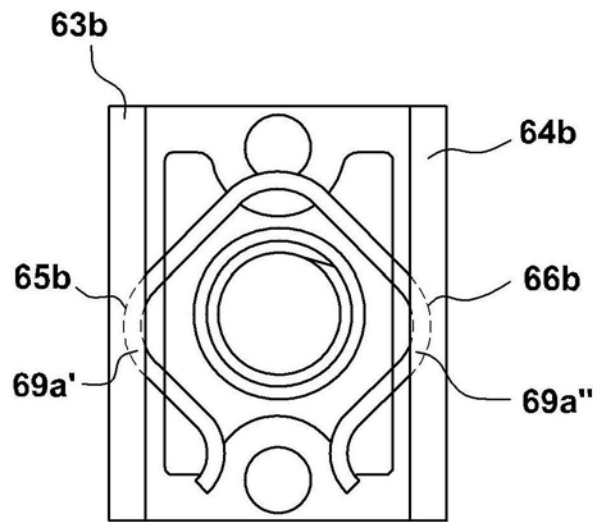


图6b

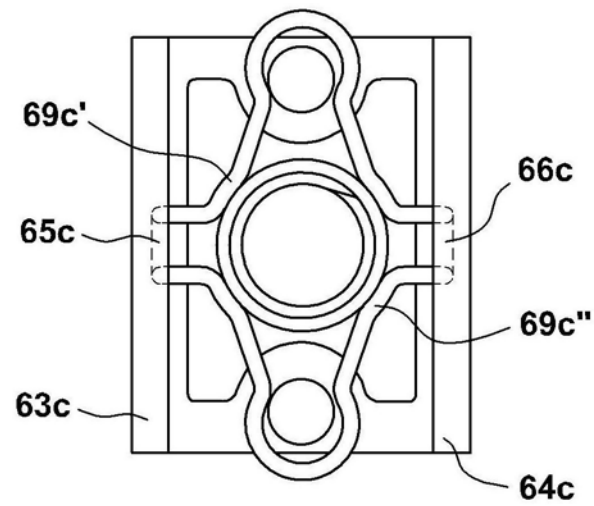


图6c

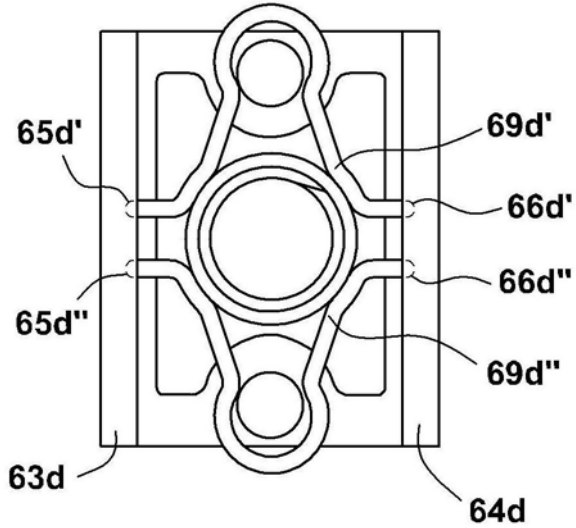


图6d

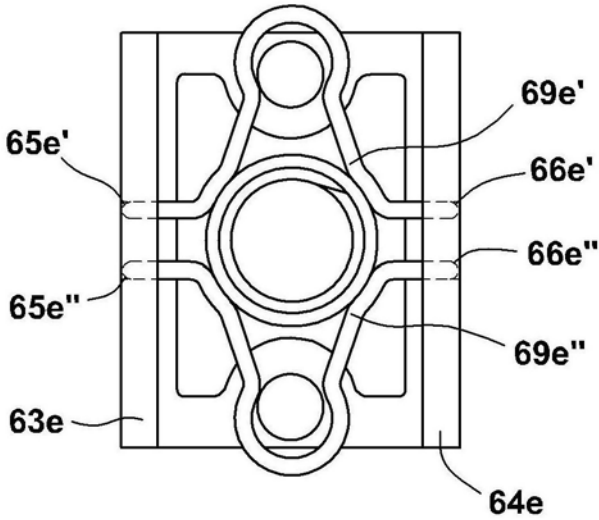


图6e

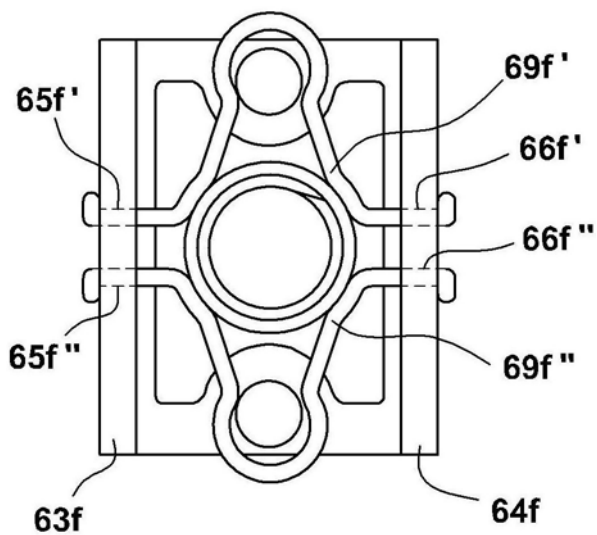


图6f

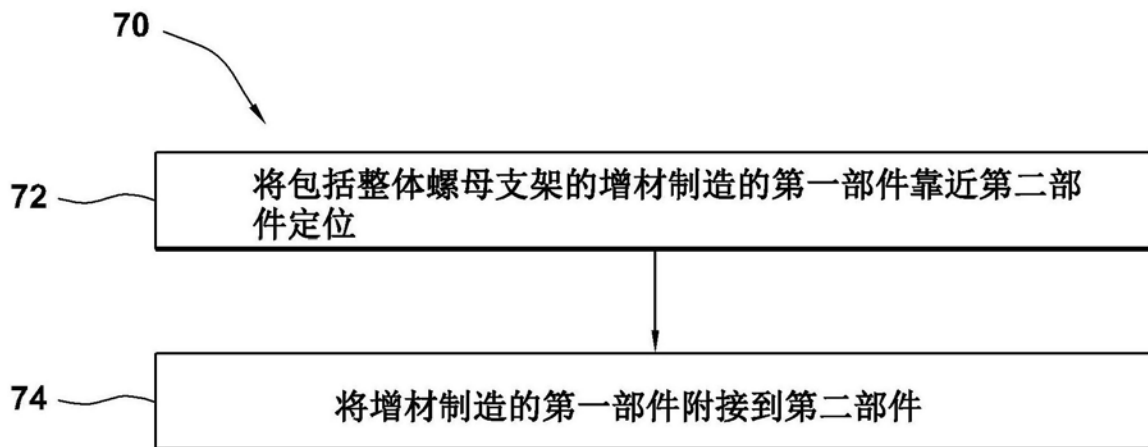


图7

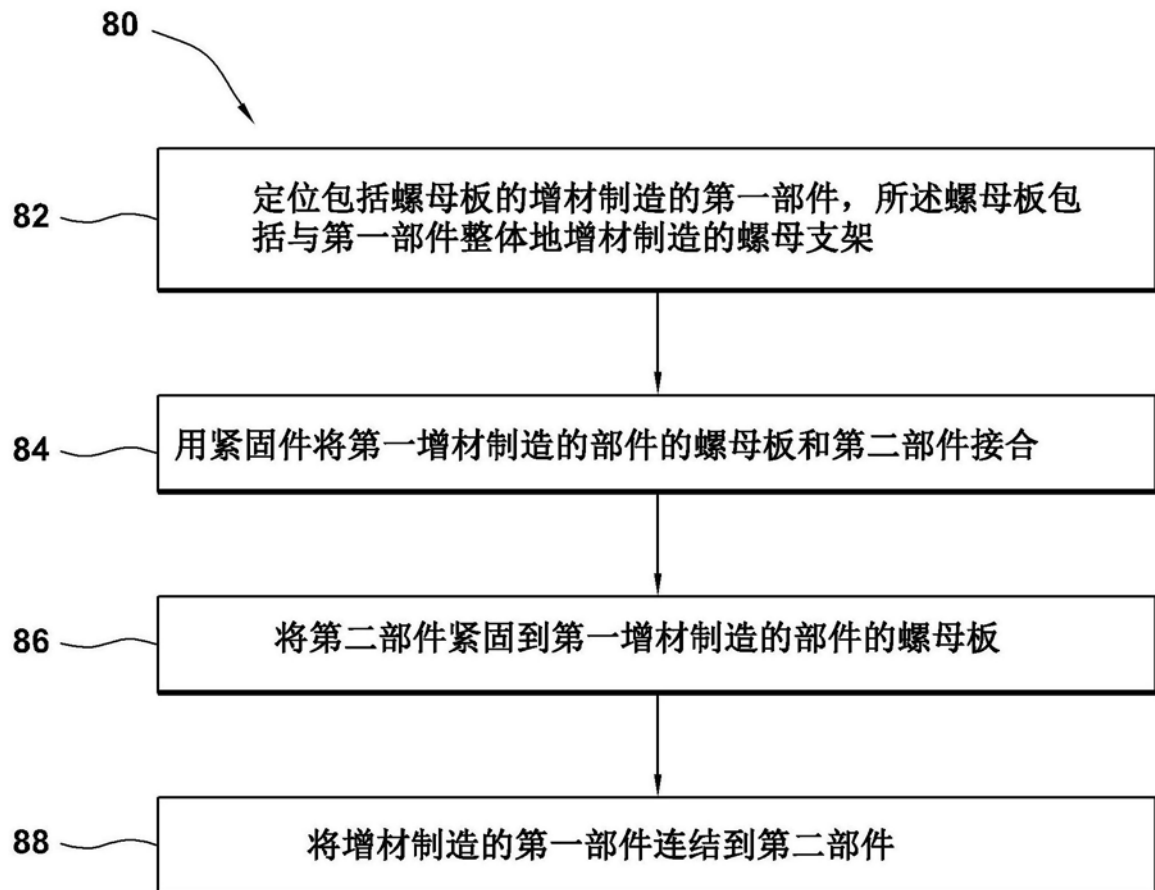


图8