



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109910331 B

(45) 授权公告日 2022. 08. 09

(21) 申请号 201811176882.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.10.10

B29C 70/68 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 冯淼

申请公布号 CN 109910331 A

(43) 申请公布日 2019.06.21

(30) 优先权数据

15/840,793 2017.12.13 US

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 J·R·肯德尔 P·D·肖

R·S·苏里亚拉齐 S·L·菲尼

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

专利代理师 徐敏刚 王小东

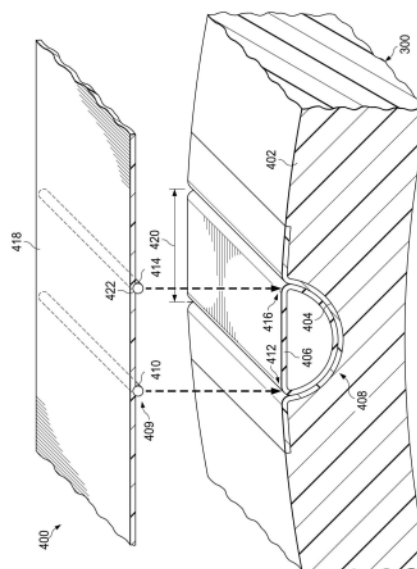
权利要求书2页 说明书24页 附图15页

(54) 发明名称

用于形成半径填料成套件的方法和设备

(57) 摘要

本发明涉及用于形成半径填料成套件的方法和设备。将多个半径填料段定位在半径填料形成工具上。在单个放置步骤中向桁条施加所述多个半径填料段。



1. 一种复合物形成方法,该方法包括:
将多个半径填料段(132)定位(1102)在半径填料形成工具(112)上;以及
在单个放置步骤中向桁条(124)施加(1104)所述多个半径填料段(132),
其中施加(1114)所述多个半径填料段(132)包括:使所述半径填料形成工具(112)弯曲以使所述多个半径填料段(132)压靠所述桁条(124)并从所述半径填料形成工具(112)移除所述多个半径填料段(132)。
2. 根据权利要求1所述的方法,该方法进一步包括:
使所述多个半径填料段(132)和所述桁条(124)共固化(1115)以形成飞行器(1500)的一部分。
3. 根据权利要求1所述的方法,该方法进一步包括:
使用载体材料(150)从所述半径填料形成工具(112)提升(1116)所述多个半径填料段(132),其中使用所述载体材料(150)执行施加所述多个半径填料段(132)。
4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述载体材料(150)是真空袋材料(152),所述方法进一步包括:
将所述真空袋材料(152)密封(1118)至保持所述桁条(124)的加强件形成工具(180);
以及
向所述多个半径填料段(132)和所述桁条(124)施加(1120)真空,以向所述多个半径填料段(132)施加压缩力。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中所述真空袋材料(152)是半径填料放置系统(154)的部件,所述方法进一步包括:
将所述多个半径填料段(132)和所述载体材料(150)卷绕(1122)在半径填料放置系统(154)的滚子歧管(156)周围。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中向所述桁条(124)施加(1124)所述多个半径填料段(132)包括:使所述多个半径填料段(132)从所述滚子歧管(156)展开。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中定位(1106)所述多个半径填料段(132)包括:使用所述多个半径填料段(132)形成接头(136);
其中向所述桁条(124)施加(1110)所述多个半径填料段(132)包括:向所述桁条(124)的第一间隙(186)和第二间隙(188)施加所述多个半径填料段(132),其中所述第一间隙(186)和所述第二间隙(188)隔开距离(110)。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中定位(1108)所述多个半径填料段(132)包括:将所述多个半径填料段(132)放置在所述半径填料形成工具(112)中的两个槽(114)内,其中所述两个槽(114)隔开一距离(110)。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中向第一间隙(186)和第二间隙(188)施加(1112)所述多个半径填料段(132)包括:同时向所述第一间隙(186)和所述第二间隙(188)施加所述多个半径填料段(132)。
10. 一种半径填料形成工具(112),该半径填料形成工具包括:
位于一表面(116)中的数个槽(114);以及
位于所述表面(116)中并包围所述数个槽(114)的真空通道(118),
其中,所述半径填料形成工具(112)在向桁条(124)施加多个半径填料段(132)时能够

弯曲。

11. 根据权利要求10所述的半径填料形成工具(112), 其中所述数个槽(114)中的每一个均具有与所述桁条(124)的长度相当的长度。

12. 根据权利要求11所述的半径填料形成工具(112), 其中所述桁条(124)是飞行器(1500)的一部分。

13. 根据权利要求10所述的半径填料形成工具(112), 该半径填料形成工具进一步包括:

柔性材料(148);

其中所述柔性材料(148)关于垂直于所述表面(116)中的所述数个槽(114)的线是柔性的。

14. 根据权利要求10所述的半径填料形成工具(112), 其中所述数个槽(114)被构造成将所述多个半径填料段(132)成形为穹顶截面形状。

用于形成半径填料成套件的方法和设备

技术领域

[0001] 本公开大体涉及铺设半径填料,更具体地涉及基本同时地铺设半径填料。更具体地,本公开涉及形成用于施加于复合铺层的半径填料成套件。

背景技术

[0002] 半径填料(也称为“面条”)用于填充复合接头中的层之间的接合处。半径填料通常用在用于诸如桁条的加强件的接头中。当具有特定半径的复合铺层与另一复合铺层接合时生成被填充的半径。

[0003] 目前,直接用手将半径填料施加于复合铺层。目前,将半径填料分别地施加于复合铺层。用手施加半径填料会比期望更费时间。另外,用手施加半径填料可能是对人力的不期望使用。

[0004] 因此,期望具有考虑到至少一些上述问题以及其它可能问题的方法和设备。

发明内容

[0005] 本公开的一示例性实施方式提供了一种方法。将多个半径填料段定位在半径填料形成工具上。在单个放置步骤中向桁条施加所述多个半径填料段。

[0006] 本公开的另一示例性实施方式提供了一种方法。相对于桁条定位半径填料成套件。在单个放置步骤中向所述桁条施加所述半径填料成套件。

[0007] 本公开的又一示例性实施方式提供了一种方法。将多个半径填料段定位到半径填料形成工具上。在所述多个半径填料段之上施加层。向所述多个半径填料段和所述层施加压缩力,以形成半径填料成套件。

[0008] 本公开的再一示例性实施方式提供了一种设备。该设备包括:具有真空开口的滚子歧管;以及连接至所述滚子歧管的真空袋材料。所述真空袋材料具有与所述真空开口接口的开口。

[0009] 本公开的再一示例性实施方式提供了一种半径填料形成工具。该半径填料形成工具包括:位于表面中的数个槽;以及位于所述表面中并包围所述数个槽的真空通道。

[0010] 本公开的再一示例性实施方式提供了一种设备。该设备包括半径填料成套件和载体材料。所述半径填料成套件位于所述载体材料上。所述半径填料成套件包括多个半径填料段。

[0011] 所述特征和功能可以在本公开的各种实施方式中独立实现,或者可以在参照如下描述和附图可见进一步细节的其它实施方式中被组合。

附图说明

[0012] 在所附权利要求中阐述了示例性实施方式的被认为是新颖特征的特性。但是,在结合附图阅读时通过参照本公开的示例性实施方式的如下详细描述,将最好地理解示例性实施方式以及其优选使用方式、进一步目的和特征,其中:

- [0013] 图1是根据示例性实施方式铺设半径填料所处的制造环境的框图；
- [0014] 图2是根据示例性实施方式在半径填料形成工具上的半径填料的立体视图；
- [0015] 图3是根据示例性实施方式用于定位铺层用桁条的加强件形成工具的剖视图；
- [0016] 图4是根据示例性实施方式相对于桁条定位的半径填料成套件的立体视图；
- [0017] 图5是根据示例性实施方式在半径填料形成工具上的半径填料和层的立体视图；
- [0018] 图6是根据示例性实施方式相对于桁条定位的半径填料成套件的立体视图；
- [0019] 图7是根据示例性实施方式具有歧管的半径填料放置系统的等距视图；
- [0020] 图8是根据示例性实施方式具有歧管的半径填料放置系统的剖视图；
- [0021] 图9是根据示例性实施方式具有被密封至半径填料形成工具的歧管的半径填料放置系统的图示；
- [0022] 图10是根据示例性实施方式具有被密封至保持桁条的工具的歧管的半径填料放置系统的图示；
- [0023] 图11A和图11B是根据示例性实施方式用于向桁条施加多于一个的半径填料段的方法的流程图；
- [0024] 图12是根据示例性实施方式用于使用半径填料成套件的方法的流程图；
- [0025] 图13是根据示例性实施方式用于形成半径填料成套件的方法的流程图；
- [0026] 图14是根据示例性实施方式成框图形式的飞行器制造和维护方法的视图；以及
- [0027] 图15是可以实施示例性实施方式的、成框图形式的飞行器的视图。

具体实施方式

[0028] 示例性实施方式认识并考虑到一个或多个不同的顾虑。例如，示例性实施方式认识并考虑到：复合材料是通过将两个或更多个功能部件组合而生成的坚韧、轻质材料。示例性实施方式认识并考虑到：复合材料可以包括束缚在聚合树脂基质中的加强纤维。示例性实施方式认识并考虑到：纤维可以是单向的或可以呈编织布或织物的形式。示例性实施方式认识并考虑到：纤维和树脂被布置并固化以形成复合材料。

[0029] 示例性实施方式认识并考虑到：使用复合材料生成航空航天复合结构潜在地允许将飞行器的一部分制造成较大件或段。示例性实施方式认识并考虑到：飞行器中的机身可以生成成为柱形段然后被组装以形成飞行器的机身。

[0030] 示例性实施方式认识并考虑到：在一些用于大型复合部件的制造过程中，将复合材料铺设在单个大工具上。示例性实施方式认识并考虑到：所述大工具可以是制造时间受限的部件。

[0031] 示例性实施方式认识并考虑到：半径填料(面条)目前是被手动安装到位于桁条囊状物与腹板/凸缘半径之间的腔中。示例性实施方式认识并考虑到：在单独的施加步骤中施加层(有时被称为内模线(IML)层)。示例性实施方式认识并考虑到：在用于半径填料的压实步骤之后施加所述层。示例性实施方式认识并考虑到：在将所述层施加于半径填料上之后对于所述层执行附加的压实步骤。

[0032] 示例性实施方式认识并考虑到：工具上的各施加步骤对所述工具上的组装作业增加流程。示例性实施方式认识并考虑到：各桁条均包括期望被填充的半径。示例性实施方式认识并考虑到：手动施加各半径填料会耗费不期望的时间量。

[0033] 示例性实施方式认识并考虑到:手动将半径填料铺设到部件上会导致不一致性。示例性实施方式认识并考虑到:通过将未成形的面条放置在囊状物与桁条之间的间隙中会引入所述不一致性。

[0034] 示例性实施方式认识并考虑到:半径填料(面条)目前是以可管理(~6英尺)增量被手动安装在腔中而后被对接。示例性实施方式认识并考虑到:沿着各桁条的长度执行该半径填料施加过程两次(对于桁条的每一侧各执行一次)。示例性实施方式认识并考虑到:手动半径填料施加过程会导致不期望量的对工件检查(对接/间隙要求)。示例性实施方式认识并考虑到:手动半径填料施加过程会对工具上的部件增加流程时间。

[0035] 现在参照附图尤其是参照图1,示出了根据示例性实施方式铺设半径填料所处的制造环境的框图。在该图中,在制造环境102中形成半径填料成套件100。

[0036] 如所示,半径填料成套件100包括第一半径填料部分104、第二半径填料部分106和层108。第一半径填料部分104和第二半径填料部分106隔开距离110。在一些示例性实施例中,层108是可选的。

[0037] 距离110可以是任何期望的距离。在一些示例性实施例中,距离110是跨越第一半径填料部分104和第二半径填料部分106的长度的单一值。在其它示例性实施例中,距离110包括沿第一半径填料部分104和第二半径填料部分106的长度的多于一个的值。在一些示例性实施例中,距离110可以沿第一半径填料部分104和第二半径填料部分106的长度增加或减少。当不存在增加或减少时,距离110包括一个值。当存在增加或减少时,距离110包括两个或更多个值。

[0038] 半径填料成套件100的部件由复合材料形成。例如,各第一半径填料部分104、第二半径填料部分106和层108可以由复合材料形成。半径填料成套件100可以由热塑性复合材料或热固性复合材料形成。

[0039] 半径填料形成工具112用于形成半径填料成套件100。半径填料形成工具112在表面116中具有数个槽114。如这里所用的,“数个”项目是指一个或多个项目。这里,“数个槽114”是指一个或多个槽。表面116中的真空通道118包围数个槽114。如所示,数个槽114包括槽120和槽122。

[0040] 数个槽114均被构造成形成具有与铺层中的桁条的长度相当的长度的半径填料部分。如所示,使用半径填料形成工具112形成用于铺层126中的桁条124的半径填料成套件100。在一些示例性实施例中,数个槽114均具有与铺层126中的桁条124的长度128相当的长度。在一个示例性实施例中,槽120具有与长度128相当的长度129,并且槽122具有与长度128相当的长度130。

[0041] 在一些示例性实施例中,槽120具有比长度128大的长度129,并且槽122具有比长度128大的长度130。在这些示例性实施例中,槽120和槽122用于形成均具有长度128的半径填料部分。

[0042] 在一些示例性实施例中,长度129和长度130基本相同。在其它示例性实施例中,长度129和长度130可以具有不同的值。

[0043] 为了形成半径填料成套件100,将多个半径填料段132定位在半径填料形成工具112上。在多个半径填料段132之上施加强层108。向多个半径填料段132和层108施加压缩力134以形成半径填料成套件100。

[0044] 在其中在半径填料成套件100中不存在层108的示例性实施例中,在将多个半径填料段132定位在半径填料形成工具112上之后,向多个半径填料段132施加压缩力134。

[0045] 当长度128比半径填料的提供制造长度长时,定位多个半径填料段132包括使用多个半径填料段132形成接头136。例如,以制造长度提供半径填料。当多个半径填料段132的制造长度138比长度128短时,第一半径填料部分104将包括至少一个接头140。在该示例性实施例中,至少一个接头140是接头136的一部分。当多个半径填料段132的制造长度138比长度128短时,第二半径填料部分106将包括至少一个接头142。在该示例性实施例中,至少一个接头142是接头136的一部分。

[0046] 接头136呈任何期望的形式。在一些示例性实施例中,接头136是对接接头。但是,接头136也可以是搭接接头、嵌接接头、阶梯搭接接头或任何其它期望类型接头中的任意至少一者。

[0047] 半径填料放置设备144向桁条124施加半径填料成套件100。半径填料放置设备144呈任何期望的形式。半径填料放置设备144可以被手动操作,以自动的方式操作,或二者的一些组合。半径填料放置设备144执行从半径填料形成工具112提升半径填料成套件100、储存半径填料成套件100、相对于桁条124定位半径填料成套件100以及向桁条124施加半径填料成套件100中的至少一者。

[0048] 在一些示例性实施例中,半径填料放置设备144是捡拾放置设备146。当半径填料放置设备144是捡拾放置设备146时,捡拾放置设备146可以被手动操作,以自动的方式操作,或二者的一些组合。在这些示例性实施例中,捡拾放置设备146从半径填料形成工具112提升半径填料成套件100并将半径填料成套件100放置在桁条124上。当使用捡拾放置设备146来提升和放置半径填料成套件100时,在制造环境102中可以存在附加的设备以施加压缩力134以形成半径填料成套件100。

[0049] 在其它示例性实施例中,半径填料放置设备144是半径填料形成工具112。当半径填料放置设备144是半径填料形成工具112时,半径填料形成工具112包括柔性材料148。在这些示例性实施例中,柔性材料148关于垂直于表面116中的数个槽114的线(未示出)是柔性的。

[0050] 当半径填料形成工具112具有柔性材料148时,半径填料形成工具112可以弯曲以基本同时地向桁条124施加半径填料成套件100以及从半径填料形成工具112移除半径填料成套件100。例如,向半径填料形成工具112的至少一部分施加压缩以向桁条124挤压半径填料成套件100。在施加压缩之后,使半径填料形成工具112远离桁条124弯曲以从半径填料成套件100“剥离”半径填料形成工具112。

[0051] 在其它示例性实施例中,半径填料放置设备144呈载体材料150的形式。在一些示例性实施例中,载体材料150可以是半径填料放置设备144的部件。载体材料150可以被手动使用,结合自动或部分自动设备使用,或二者的一些组合。载体材料150由被构造成提升半径填料成套件100并向桁条124施加半径填料成套件100的任何期望的材料形成。在一些示例性实施例中,载体材料150被选择成是可重复使用的。在一些示例性实施例中,载体材料150使用机械压缩力提升并施加半径填料成套件100。

[0052] 在其它示例性实施例中,载体材料150呈真空袋材料152的形式。当载体材料150呈真空袋材料152的形式时,可以在载体材料150的下方拉真空(未示出)以提升并施加半径填

料成套件100。真空袋材料152由被构造保持真空、提升半径填料成套件100并向桁条124施加半径填料成套件100的任何期望的材料形成。在一些示例性实施例中，真空袋材料152被选择成是可重复使用的。

[0053] 在一些示例性实施例中，真空袋材料152被构造提升复合材料。所述复合材料可以呈任何期望的形式。在一些示例性实施例中，所述复合材料包括诸如图1的层108的层。在一些示例性实施例中，所述复合材料包括图1的多个半径填料段132。在一些示例性实施例中，所述复合材料包括图1的半径填料成套件100。

[0054] 在一些示例性实施例中，载体材料150和半径填料成套件100可以基本平坦地被运送。例如，载体材料150和半径填料成套件100可以在输送机或台上被运送。在一些示例性实施例中，载体材料150和半径填料成套件100被卷绕成卷153。

[0055] 在一些示例性实施例中，载体材料150是半径填料放置系统154的部件。半径填料放置系统154可以被手动操作，以自动的方式操作，或二者的一些组合。半径填料放置系统154包括具有真空开口158的滚子歧管156以及连接至滚子歧管156的真空袋材料152。真空袋材料152具有与真空开口158接口的开口160。

[0056] 在一些示例性实施例中，真空袋材料152包括第一真空袋层162和第二真空袋层164。第一真空袋层162与半径填料形成工具112生成真空密封。第二真空袋层164提升并保持半径填料成套件100。第一真空袋层162和第二真空袋层164由任何期望类型的材料形成。在一些示例性实施例中，第一真空袋层162和第二真空袋层164由相同类型的材料形成。在其它示例性实施例中，第一真空袋层162和第二真空袋层164由不同的材料形成。

[0057] 在一些示例性实施例中，真空袋材料152包括第一乳胶片166。第一乳胶片166可以是第一真空袋层162的实施。在一些示例性实施例中，真空袋材料152还包括第二乳胶片168。第二乳胶片168可以是第二真空袋层164的实施。

[0058] 在一些示例性实施例中，第二乳胶片168结合到第一乳胶片166。使用任何期望的方法将第二乳胶片168结合到第一乳胶片166。可以使用环氧树脂、紧固件、焊接或任何其它期望的方法来形成第一乳胶片166与第二乳胶片168之间的结合170。

[0059] 如所示，呼吸器172定位在第一乳胶片166与第二乳胶片168之间。呼吸器172与真空开口158真空连通。呼吸器172将真空从真空开口158分配至第一乳胶片166的边缘，以抵靠工具或铺层（诸如半径填料形成工具112或铺层126）密封第一乳胶片166。

[0060] 在一些示例性实施例中，第一乳胶片166和第二乳胶片168被构造卷绕在滚子歧管156周围。第一乳胶片166和第二乳胶片168被构造与半径填料成套件100形成卷153。在这些示例性实施例中，第一乳胶片166和第二乳胶片168被构造防止不期望地粘附至滚子歧管156或半径填料成套件100。

[0061] 在一些示例性实施例中，第一乳胶片166和第二乳胶片168均具有相应网面。相应网面防止不期望的粘附。例如，第一乳胶片166的相应网面防止第一乳胶片166不期望地粘附至滚子歧管156或半径填料成套件100。作为另一实施例，第二乳胶片168的相应网面防止第二乳胶片168不期望地粘附至第一乳胶片166。

[0062] 滚子歧管156具有任何期望的尺寸和形状。在一些示例性实施例中，滚子歧管156是柱形173。

[0063] 在一些示例性实施例中，滚子歧管156具有机加工表面174。当存在机加工表面174

时,真空袋材料152连接至机加工表面174。例如,第一真空袋层162连接至机加工表面174。机加工表面174生成较大的表面积,用于将真空袋材料152连接至滚子歧管156。

[0064] 当滚子歧管156具有机加工表面174时,真空开口158位于机加工表面174内。机加工表面174有助于真空开口158相对于半径填料形成工具112或铺层126定向。

[0065] 滚子歧管156形成真空腔176。真空设备178向滚子歧管156的真空腔176提供真空。真空从真空腔176穿过真空开口158和开口160延伸至第一真空袋层162的下方。

[0066] 第一真空袋层162下方的真空使第一真空袋层162相对于半径填料成套件100或铺层126中的一者密封。第一真空袋层162下方的真空向半径填料形成工具112上的半径填料成套件100施加压缩力134。

[0067] 在一些示例性实施例中,使加热元件与半径填料放置系统154相关联。加热元件可以用于加热半径填料成套件100的复合材料。加热半径填料成套件100影响半径填料成套件100的复合材料的柔性或粘着性中的至少一者。半径填料成套件100的复合材料的柔性或粘着性中的至少一者影响至载体材料150的附着、至桁条124的附着或者卷绕成卷153或从卷153展开中的至少一者。

[0068] 在一些示例性实施例中,滚子歧管156具有加热元件171。在其它示例性实施例中,真空袋材料152具有一体的加热元件179。

[0069] 半径填料放置系统154可以被用作承载件、滚子、背纸和压实袋。半径填料放置系统154提升半径填料成套件100以用作承载件。在一些示例性实施例中,载体材料150和半径填料成套件100形成卷153,并且半径填料放置系统154用作滚子。半径填料放置系统154用作背纸以向铺层126的桁条124施加半径填料成套件100。

[0070] 铺层126形成在加强件形成工具180上。桁条124定位在加强件形成工具180的通道182中。囊状物184定位在桁条124中以维持桁条124的形状。

[0071] 半径填料放置设备144向桁条124施加多个半径填料段132。半径填料放置设备144向桁条124的第一间隙186和第二间隙188施加多个半径填料段132。第一间隙186和第二间隙188隔开距离110。

[0072] 如所示,向第一间隙186和第二间隙188施加多个半径填料段132包括同时向第一间隙186和第二间隙188施加多个半径填料段132。在一些示例性实施例中,向桁条124施加半径填料成套件100包括将半径填料成套件100的第一半径填料部分104放置在桁条124的第一间隙186中以及将半径填料成套件100的第二半径填料部分106放置在桁条124的第二间隙188中。

[0073] 在一些示例性实施例中,半径填料放置系统154用作背纸以将半径填料成套件100定位并施加于桁条124。在将半径填料成套件100施加于桁条124之后,半径填料放置系统154用作压实袋以向半径填料成套件100施加压力。

[0074] 如这里所用的,用语“至少一者”当与一系列项目一起使用时意味着:可以使用所列项目中的一个或多个的不同组合,并且可以仅需要列中的各项目之一。换言之,“至少一者”意味着:可以从列中使用任何项目组合和任何数量的项目,但并不需要列中的所有项目。项目可以是具体对象、事物或类别。

[0075] 该实施例也可以包括项目A、项目B、和项目C,或项目B和项目C。当然,可以存在这些项目的任何组合。在其它实施例中,“至少一者”可以例如但不限于两个项目A、一个项

目B和十个项目C;四个项目B和七个项目C;或其它合适的组合。

[0076] 图1中制造环境102的图示并非意味着暗示物理或架构限于可以实施示例性实施方式的方式。除了例示的部件之外还可以使用其它部件,或可以使用代替例示的部件的其它部件。一些部件可以是非必需的。而且,提供方框以例示一些功能性部件。当在示例性实施方式中实施时,这些方框中的一者或多者可以组合、划分或组合并划分成不同方框。

[0077] 例如,尽管半径填料放置系统154被描述成与半径填料成套件100一起使用,但半径填料放置系统154可以用于放置任何期望类型的复合材料。例如,半径填料放置系统154也可以被称为复合放置系统或复合放置设备。在一些示例性实施例中,半径填料放置系统154可以用于定位并放置复合材料的层(未示出)。在一些示例性实施例中,半径填料放置系统154可以用于卷绕并储存复合材料的层(未示出)。

[0078] 现在转向图2,示出了根据示例性实施方式在半径填料形成工具上的半径填料的立体视图。半径填料形成工具200是图1的半径填料形成工具112的物理实施。多个半径填料段202已被定位在半径填料形成工具200上。多个半径填料段202是图1的多个半径填料段132的物理实施。

[0079] 在该示例性实施例中,多个半径填料段202已被放置在半径填料形成工具200的表面206中的数个槽204内。如所示,多个半径填料段202包括放置在数个槽204的槽210中的半径填料208以及放置在数个槽204的槽214中的半径填料212。

[0080] 槽210和槽214隔开距离216。如所示,半径填料208和半径填料212隔开距离216。距离216与桁条(例如图4的桁条402或图6的桁条602)的第一间隙和第二间隙之间的距离相当。如所示,距离216具有恒定或基本恒定的值。但是,在其它未示出的示例性实施例中,距离216具有多个值。当距离216具有多个值时,半径填料208和半径填料212不平行。

[0081] 在一些示例性实施例中,表面206中的数个槽204被构造成使多个半径填料段202成形。在一个示例性实施例中,表面206中的数个槽204被构造成使多个半径填料段202成形为穹顶截面形状。在另一示例性实施例中,表面206中的数个槽204被构造成使多个半径填料段202成形为三角形截面形状。当向多个半径填料段202施加压缩力时,表面206中的数个槽204可以使多个半径填料段202成形。

[0082] 表面206中的真空通道218包围数个槽204。真空通道218用于绕数个槽204形成密封,以向多个半径填料段202施加真空。

[0083] 现在转向图3,示出了根据示例性实施方式用于定位铺层用桁条的加强件形成工具的剖视图。加强件形成工具300是图1的加强件形成工具180的物理实施。如所示,加强件形成工具300具有多个通道302。

[0084] 在多个通道302的每个通道中铺设桁条。在多个通道302的相应通道中铺设桁条之后,向相应桁条的间隙施加半径填料。

[0085] 在加强件形成工具300的多个通道302的每个通道中手动铺设桁条和半径填料是时间受限的步骤。以半径填料成套件施加半径填料将减少向加强件形成工具300施加半径填料所花的时间。例如,向加强件形成工具300以半径填料成套件100施加图1的多个半径填料段132将减少向加强件形成工具300施加多个半径填料段132所花的时间。

[0086] 图3中加强件形成工具300的图示并非意味着暗示物理或架构限于可以实施示例性实施方式的方式。除了例示的部件之外还可以使用其它部件,或可以使用代替例示的部

件的其它部件。一些部件可以是非必需的。而且,提供方框以例示一些功能性部件。当在示例性实施方式中实施时,这些方框中的一者或多者可以组合、划分或组合并划分成不同方框。

[0087] 例如,尽管加强件形成工具300具有圆形截面,但加强件形成工具可以具有任何期望的形状。作为另一实施例,尽管加强件形成工具300具有通道302,但加强件形成工具可以具有任何期望尺寸、数量或形状的通道。

[0088] 现在转向图4,示出了根据示例性实施方式相对于桁条定位的半径填料成套件的立体视图。在图4中,桁条402已被放置在图3的加强件形成工具300的多个通道302之一中。更具体的,桁条402位于加强件形成工具300的通道404内。半径填料成套件400是图1的半径填料成套件100的物理实施。半径填料成套件400相对于桁条402定位。桁条402是图1的桁条124的物理实施。

[0089] 囊状物406定位在桁条402内。囊状物406在固化期间维持桁条402的形状408。

[0090] 半径填料成套件400相对于桁条402定位。半径填料成套件400包括多个半径填料段409。多个半径填料段409形成第一半径填料部分410和第二半径填料部分414。半径填料成套件400被定位成使得第一半径填料部分410将被放置在桁条402的第一间隙412中。半径填料成套件400被定位成使得第二半径填料部分414将被放置在桁条402的第二间隙416中。

[0091] 通过朝向桁条402降低载体材料418而向桁条402施加半径填料成套件400。半径填料成套件400被降低以向桁条402的第一间隙412和第二间隙416施加多个半径填料段409。第一间隙412和第二间隙416隔开距离420。载体材料418上的第一半径填料部分410和第二半径填料部分414在施加至桁条402之前隔开距离420。

[0092] 同时向第一间隙412和第二间隙416施加多个半径填料段409。使半径填料成套件400(包括第一半径填料部分410和第二半径填料部分414)降低以同时向第一间隙412施加第一半径填料部分410以及向第二间隙416施加第二半径填料部分414。

[0093] 使载体材料418和半径填料成套件400朝向加强件形成工具300降低以向桁条402施加半径填料成套件400。在一些示例性实施例中,保持半径填料成套件400的载体材料418可以在基本平坦的状态下被运送。在其它示例性实施例中,保持半径填料成套件400的载体材料418可以在卷绕状态下被运送。在一些示例性实施例中,施加多个半径填料段409包括使载体材料418和半径填料成套件400展开。在其它示例性实施例中,载体材料418和半径填料成套件400在运送之后但是在向桁条402施加半径填料成套件400之前被展开。

[0094] 在向桁条402施加半径填料成套件400之后,施加压缩力以在半径填料成套件400与桁条402之间生成比半径填料成套件400与载体材料418之间大的粘附力。当半径填料成套件400与桁条402之间的粘附力大于半径填料成套件400与载体材料418之间的粘附力时,可以从半径填料成套件400移除载体材料418。当从半径填料成套件400移除载体材料418时,第一半径填料部分410保持在第一间隙412中并且第二半径填料部分414保持在第二间隙416中。

[0095] 在一些示例性实施例中,载体材料418是真空袋材料。当载体材料418是真空袋材料时,在向桁条402施加半径填料成套件400之后可以使所述真空袋材料密封至保持桁条402的加强件形成工具300。在这些示例性实施例中,可以向多个半径填料段409和桁条402施加真空,以向多个半径填料段409施加压缩力。在施加真空之后,移除载体材料418。

[0096] 在一些示例性实施例中,可以在移除载体材料418之前使多个半径填料段409和桁条402固化。在其它示例性实施例中,在移除载体材料418之后使多个半径填料段409和桁条402固化。例如,多个半径填料段409和桁条402可以是较大复合铺层的部件。在该实施例中,在定位所述较大复合铺层的其它部件之后,使所述复合铺层整体上共固化。例如,多个半径填料段409和桁条402可以是飞行器的滚筒部分的部件。在该示例性实施例中,可以在将复合蒙皮放置在多个半径填料段409和桁条402上之后使所述滚筒部分固化。

[0097] 图4中半径填料成套件400、载体材料418和加强件形成工具300的图示并非意味着暗示物理或架构限于可以实施示例性实施方式的方式。除了例示的部件之外还可以使用其它部件,或可以使用代替例示的部件的其它部件。一些部件可以是非必需的。

[0098] 如所论述,通道404是加强件形成工具300的一部分。在其它示例性实施例中,通道404可以是具有不同尺寸、形状或数量的通道的加强件形成工具的一部分。半径填料成套件400被显示为具有两个半径填料部分。在其它示例性实施例中,半径填料成套件400可以具有大于两个的半径填料部分。

[0099] 作为另一实施例,第一半径填料部分410和第二半径填料部分414具有穹顶截面形状422。在其它未示出的示例性实施例中,第一半径填料部分410和第二半径填料部分414可以具有其它期望的形状。例如,第一半径填料部分410和第二半径填料部分414可以具有三角形截面形状。

[0100] 可以按任何期望的方式,例如手动、自动的方式或二者的一些组合将半径填料成套件400定位并施加于桁条404。例如,可以手动或使用自动设备操纵载体材料418。在一些示例性实施例中,手动向半径填料成套件400施加压缩力。在一些示例性实施例中,以自动的方式向半径填料成套件400施加压缩力。

[0101] 现在转向图5,示出了根据示例性实施方式在半径填料形成工具上的半径填料和层的立体视图。半径填料形成工具500是半径填料形成工具112的物理实施。多个半径填料段502已被定位到半径填料形成工具500上。多个半径填料段502是图1的多个半径填料段132的物理实施。

[0102] 半径填料形成工具500是图1的半径填料形成工具112的物理实施。多个半径填料段502已被定位到半径填料形成工具500上。多个半径填料段502是图1的多个半径填料段132的物理实施。

[0103] 在该示例性实施例中,多个半径填料段502已被放置在半径填料形成工具500的表面506中的数个槽504内。如所示,多个半径填料段502包括放置在数个槽504的槽510中的半径填料508以及放置在数个槽504的槽514中的半径填料512。

[0104] 如所示,半径填料508包括由接头516和接头518接合的三部分半径填料。如所示,半径填料512包括由接头520和接头522接合的三部分半径填料。

[0105] 槽510和槽514隔开距离524。如所示,半径填料508和半径填料512隔开距离524。距离524与桁条(例如图6的桁条602)的第一间隙和第二间隙之间的距离相当。如所示,距离524具有恒定或基本恒定的值。但是,在其它未示出的示例性实施例中,距离524具有多个值。当距离524具有多个值时,半径填料508和半径填料512不平行。

[0106] 在一些示例性实施例中,表面506中的数个槽504被构造成使多个半径填料段502成形。在一个示例性实施例中,表面506中的数个槽504被构造成使多个半径填料段502成形

为穹顶截面形状。在另一示例性实施例中,表面506中的数个槽504被构造成使多个半径填料段502成形为三角形截面形状。当向多个半径填料段502施加压缩力时,表面506中的数个槽504可以使多个半径填料段502成形。

[0107] 如所示,层526正被铺设在多个半径填料段502之上。在将层526铺设在多个半径填料段502上之后,向多个半径填料段502和层526施加压缩力以形成半径填料成套件。在形成半径填料成套件之后,向桁条(例如图4的桁条402或图6的桁条602)施加半径填料成套件。可以按任何期望的方式施加压缩力。在一些示例性实施例中,所述压缩力是机械压缩力。在其它示例性实施例中,所述压缩力是诸如施加真空的气动压缩力。

[0108] 在一些示例性实施例中,使用半径填料形成工具500将半径填料成套件(包括层526和多个半径填料段502)定位并施加到桁条上。在这些示例性实施例中,半径填料形成工具500包括柔性材料。在这些示例性实施例中,所述柔性材料关于垂直于表面506中的数个槽504的线是柔性的。在其它具有不同曲率的示例性实施例中,所述柔性材料可以在任何期望的方向上是柔性的。

[0109] 在其它示例性实施例中,使用载体材料(未示出)从半径填料形成工具500移除半径填料成套件(包括层526和多个半径填料段502)。在一些示例性实施例中,所述载体材料是真空袋材料。在这些示例性实施例中,所述真空袋材料可以用于向半径填料形成工具500上的半径填料成套件施加真空以及向桁条施加半径填料成套件。

[0110] 表面506中的真空通道528包围数个槽504。真空通道528用于绕数个槽504形成密封以向层526和多个半径填料段502施加真空。

[0111] 在一些示例性实施例中,所述载体材料可以是半径填料放置系统(例如图1的半径填料放置系统154)的部件。在其它示例性实施例中,使用捡拾机以从半径填料形成工具500移除半径填料成套件并将半径填料成套件放置在桁条上。

[0112] 现在转向图6,示出了根据示例性实施方式相对于桁条定位的半径填料成套件的立体视图。半径填料成套件600是图1的半径填料成套件100的物理实施。半径填料成套件600相对于桁条602定位。桁条602是图1的桁条124的物理实施。

[0113] 如所示,桁条602位于加强件形成工具605的通道604内。加强件形成工具605可以是图1的加强件形成工具180的物理实施。加强件形成工具605可以是图3的加强件形成工具300的一部分。当加强件形成工具605是加强件形成工具300的一部分时,桁条602已被放置在图3的加强件形成工具300的多个通道302之一中。

[0114] 囊状物606定位在桁条602内。囊状物606在固化期间维持桁条602的形状608。

[0115] 使半径填料成套件600相对于桁条602定位。半径填料成套件600包括多个半径填料段609。多个半径填料段609形成第一半径填料部分610和第二半径填料部分614。半径填料成套件600被定位成使得第一半径填料部分610将被放置在桁条602的第一间隙612中。半径填料成套件600被定位成使得第二半径填料部分614将被放置在桁条602的第二间隙616中。

[0116] 半径填料成套件600还包括层617。如所示,层617定位在多个半径填料段609与载体材料618之间。在向桁条602施加半径填料成套件600之后,层617形成所得加强件的“内模线(IML)层”。

[0117] 如所示,半径填料成套件600被承载在载体材料618上。载体材料618由任何期望的

材料形成。在一些示例性实施例中，载体材料618是真空袋材料。在一些示例性实施例中，载体材料618是半径填料放置系统（例如图1的半径填料放置系统154）的一部分。

[0118] 通过朝向桁条602降低载体材料618而向桁条602施加半径填料成套件600。半径填料成套件600被降低以向桁条602的第一间隙612和第二间隙616施加多个半径填料段609。第一间隙612和第二间隙616隔开距离620。载体材料618上的第一半径填料部分610和第二半径填料部分614在施加至桁条602之前隔开距离620。

[0119] 同时向第一间隙612和第二间隙616施加多个半径填料段609。使半径填料成套件600（包括第一半径填料部分610和第二半径填料部分614）降低以同时向第一间隙612施加第一半径填料部分610以及向第二间隙616施加第二半径填料部分614。

[0120] 使载体材料618和半径填料成套件600朝向加强件形成工具605降低以向桁条602施加半径填料成套件600。在一些示例性实施例中，保持半径填料成套件600的载体材料618可以在基本平坦的状态下被运送。在其它示例性实施例中，保持半径填料成套件600的载体材料618可以在卷绕状态下被运送。在一些示例性实施例中，施加多个半径填料段609包括使载体材料618和半径填料成套件600展开。在其它示例性实施例中，载体材料618和半径填料成套件600在运送之后但是在向桁条602施加半径填料成套件600之前被展开。

[0121] 在向桁条602施加半径填料成套件600之后，施加压缩力以在半径填料成套件600与桁条602之间生成比半径填料成套件600与载体材料618之间大的粘附力。当在半径填料成套件600与桁条602之间的粘附力大于在半径填料成套件600与载体材料618之间的粘附力时，可以从半径填料成套件600移除载体材料618。在一些示例性实施例中，将载体材料618拉离或剥离半径填料成套件600。在一些示例性实施例中，将载体材料618卷到歧管上以从半径填料成套件600移除载体材料618。在一些示例性实施例中，从半径填料成套件600整体移除载体材料618。当从半径填料成套件600移除载体材料618时，第一半径填料部分610保持在第一间隙612中并且第二半径填料部分614保持在第二间隙616中。

[0122] 在一些示例性实施例中，载体材料618是真空袋材料。当载体材料618是真空袋材料时，在向桁条602施加半径填料成套件600之后可以使所述真空袋材料密封至保持桁条602的加强件形成工具605。在这些示例性实施例中，可以向多个半径填料段609和桁条602施加真空，以向多个半径填料段609施加压缩力。在施加真空之后，移除载体材料618。

[0123] 在一些示例性实施例中，可以在移除载体材料618之前使多个半径填料段609和桁条602固化。在其它示例性实施例中，在移除载体材料618之后使多个半径填料段609和桁条602固化。例如，多个半径填料段609和桁条602可以是较大复合铺层的部件。在该实施例中，在定位所述较大复合铺层的其它部件之后，使所述复合铺层整体上共固化。例如，多个半径填料段609和桁条602可以是飞行器的滚筒部分的部件。在该示例性实施例中，可以在将复合蒙皮放置在多个半径填料段609和桁条602上之后使所述滚筒部分固化。

[0124] 图6中半径填料成套件600、载体材料618和加强件形成工具605的图示并非意味着暗示物理或架构限于可以实施示例性实施方式的方式。除了例示的部件之外还可以使用其它部件，或可以使用代替例示的部件的其它部件。一些部件可以是非必需的。而且，提供方框以例示一些功能性部件。当在示例性实施方式中实施时，这些方框中的一者或多者可以组合、划分或组合并划分成不同方框。

[0125] 通道604可以是具有任何期望尺寸、形状或数量的通道的加强件形成工具的一部

分。通道604可以具有任何期望的尺寸或形状。半径填料成套件600被显示为具有两个半径填料部分。在其它示例性实施例中，半径填料成套件600可以具有大于两个的半径填料部分。

[0126] 作为另一实施例，第一半径填料部分610和第二半径填料部分614具有穹顶截面形状622。在其它未示出的示例性实施例中，第一半径填料部分610和第二半径填料部分614可以具有其它期望的形状。例如，第一半径填料部分610和第二半径填料部分614可以具有三角形截面形状。

[0127] 可以按任何期望的方式，例如手动、自动的方式或二者的一些组合将半径填料成套件600定位并施加于桁条604。例如，可以手动或使用自动设备操纵载体材料618。在一些示例性实施例中，手动向半径填料成套件600施加压缩力。在一些示例性实施例中，以自动的方式向半径填料成套件600施加压缩力。

[0128] 现在转向图7，示出了根据示例性实施方式具有歧管的半径填料放置系统的等距视图。半径填料放置系统700是图1的半径填料放置系统154的物理实施。在一些示例性实施例中，图4的载体材料418是图7的半径填料放置系统700的部件。在一些示例性实施例中，图6的载体材料618是图7的半径填料放置系统700的部件。

[0129] 半径填料放置系统700具有滚子歧管702和载体材料704。载体材料704结合至滚子歧管702。通过连接至滚子歧管702的第一端708的真空源706向滚子歧管702的真空腔(未示出)供应真空。滚子歧管702的第二端710被密封以在滚子歧管702内生成所述真空腔(未示出)。

[0130] 载体材料704可以用于从半径填料形成工具提升半径填料成套件，例如从图1的半径填料形成工具112提升半径填料成套件100。载体材料704可以用于从图2的半径填料形成工具200或图5的半径填料形成工具500中的至少一者提升半径填料成套件。

[0131] 为了提升半径填料成套件，在载体材料704与半径填料形成工具之间拉真空。在提升半径填料成套件之后，可以将半径填料成套件和载体材料704在滚子歧管702周围卷绕成卷。半径填料成套件可以成卷绕状态在半径填料放置系统700上被运送。

[0132] 当向桁条施加半径填料成套件时，载体材料704也可以用作背纸和压实袋。为了向桁条施加半径填料成套件，将载体材料704和半径填料成套件从滚子歧管702展开。之后，在载体材料704下方拉真空以压实半径填料成套件并从载体材料704移除半径填料成套件。

[0133] 半径填料放置系统700可以降低制造时间或制造成本中的至少一者。半径填料放置系统700是可重复使用的。另外，半径填料放置系统700可以替换一次性的制造材料。例如，半径填料放置系统700可以替换一次性的真空套袋材料。半径填料放置系统700可以减少制造废料。

[0134] 可以按任何期望的方式操作半径填料放置系统700。可以手动、以自动的方式或二者的一些组合放置并操作半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中，手动定位半径填料放置系统700。在其它示例性实施例中，使用自动系统定位半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中，手动卷绕半径填料放置系统700。在其它示例性实施例中，以完全或部分自动的方式卷绕半径填料放置系统700。

[0135] 现在转向图8，示出了根据示例性实施方式具有歧管的半径填料放置系统的剖视图。视图800是图7的半径填料放置系统700的剖视图。

[0136] 半径填料放置系统700具有带真空开口801的滚子歧管702。载体材料704呈真空袋材料802的形式。真空袋材料802连接至滚子歧管702。真空袋材料802具有与真空开口801接口的开口803。

[0137] 如图800中所示,载体材料704包括多层。如所示,载体材料704由第一层804和第二层806形成。第一层804由真空套袋材料形成。在一些示例性实施例中,第一层804由乳胶材料形成。在一些示例性实施例中,第一层804可以被称为第一乳胶片。

[0138] 真空袋材料802被构造成提升复合材料。所述复合材料可以呈任何期望的形式。在一些示例性实施例中,所述复合材料包括层,例如图1的层108。在一些示例性实施例中,所述复合材料包括图1的多个半径填料段132。在一些示例性实施例中,所述复合材料包括图1的半径填料成套件100。

[0139] 第一层804具有第一表面808和第二表面810。第一表面808被构造成具有期望的粘着性以在第一表面808与工具之间形成真空密封。第二表面810被构造成基本无粘着力。例如,第二表面810被构造成防止第二表面810粘附至滚子歧管702。作为另一实施例,第二表面810被构造成防止第二表面810粘附至半径填料成套件的复合材料。

[0140] 第二层806由真空套袋材料形成。在一些示例性实施例中,第二层806由乳胶材料形成。在一些示例性实施例中,第二层806可以被称为第二乳胶片。

[0141] 尽管未示出,第二层806结合至第一层804。第二乳胶片以任何期望的方式结合至第一乳胶片。在一些示例性实施例中,环氧树脂、机械紧固件或焊接中的一者在选定部位连接第一层804和第二层806。

[0142] 第二层806具有第一表面812和第二表面814。第一表面812被构造成具有期望的粘着性以附着至半径填料成套件的复合材料。第一表面812具有期望的粘着性以作用于半径填料成套件的承载件。

[0143] 第二表面814被构造成基本无粘着力。例如,第二表面814被构造成防止第二表面814粘附至第一层804的第一表面808。作为另一实施例,第二表面814被构造成允许在第一层804和第二层806之间分配真空。

[0144] 呼吸器816定位在第一层804和第二层806之间。呼吸器816将真空分配至第一层804的边缘。呼吸器816与真空开口801真空连通。

[0145] 在一些示例性实施例中,当第一层804和第二层806为第一乳胶片和第二乳胶片时,它们均具有相应的网面。在一些示例性实施例中,第一层804的第二表面810是网面。在一些示例性实施例中,第二层806的第二表面814是网面。

[0146] 如所示,滚子歧管702具有机加工表面818。如所示,真空袋材料802连接至机加工表面818。机加工表面818可以使真空开口801相对于工具的定位容易。如所示,真空开口801定位在机加工表面818内。

[0147] 图7和图8中的半径填料放置系统700的图示并非意味着暗示物理或架构限于可以实施示例性实施方式的方式。除了例示的部件之外还可以使用其它部件,或可以使用代替例示的部件的其它部件。一些部件可以是非必需的。而且,提供方框以例示一些功能性部件。当在示例性实施方式中实施时,这些方框中的一者或多者可以组合、划分或组合并划分成不同方框。

[0148] 尽管未示出,但在一些示例性实施例中,半径填料放置系统700可以包括至少一个

加热元件。例如,真空袋材料802可以具有一体的加热元件。作为另一实施例,滚子歧管702可以具有加热元件。

[0149] 现在转向图9,示出了根据示例性实施方式具有被密封至半径填料形成工具的滚子歧管的半径填料放置系统的图示。在视图900中,图7和图8的半径填料放置系统700被密封至半径填料形成工具902。在视图900中,第一层804是透明的以更容易观察半径填料形成工具902。半径填料形成工具902是图1的半径填料形成工具112的物理实施。在一些示例性实施例中,半径填料形成工具902可以是图2的半径填料形成工具200或图5的半径填料形成工具500。

[0150] 如所示,载体材料704的第一层804被密封至半径填料形成工具902的真空通道904。第二层806横过半径填料成套件906延伸。在视图900中,第一层804是透明的以更容易观察第二层806。如所示,半径填料成套件906具有第一半径填料部分908、第二半径填料部分910和层912。各第一半径填料部分908、第二半径填料部分910和层912均存在于半径填料形成工具902与第二层806之间。各第一半径填料部分908、第二半径填料部分910和层912均用短划线显示以示出在第二层806下方的放置。

[0151] 在从载体材料704的下方释放真空之后,由第二层806承载半径填料成套件906。在一些示例性实施例中,在从载体材料704的下方释放真空之后,将半径填料成套件906和载体材料704卷到滚子歧管702上。

[0152] 可以按任何期望的方式操作半径填料放置系统700以提升半径填料成套件906。可以手动、以自动的方式或二者的一些组合放置并操作半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中,手动地使半径填料放置系统700相对于半径填料成套件906和半径填料形成工具902定位。在其它示例性实施例中,使用自动系统使半径填料放置系统700相对于半径填料成套件906和半径填料形成工具902定位。半径填料放置系统700可以基于操作者提供或系统提供的命令使用真空施加压缩力。

[0153] 在施加压缩力之后,使用半径填料放置系统700以从半径填料形成工具902提升半径填料成套件906。在一些示例性实施例中,手动地从半径填料形成工具902移除半径填料放置系统700。在其它示例性实施例中,使用完全或部分自动设备从半径填料形成工具902移除半径填料放置系统700。

[0154] 在一些示例性实施例中,在施加压缩力之后,卷绕半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中,手动卷绕保持半径填料成套件906的半径填料放置系统700。在其它示例性实施例中,以完全或部分自动的方式卷绕保持半径填料成套件906的半径填料放置系统700。

[0155] 现在转向图10,示出了根据示例性实施方式具有被密封至具有桁条的加强件形成工具的歧管的半径填料放置系统的图示。在视图1000中,图7和图8的半径填料放置系统700被密封至囊状物1002和加强件形成工具1004。更具体的,载体材料704的第一层804被密封至囊状物1002和加强件形成工具1004。在视图1000中,第一层804是透明的以容易观察桁条1006和囊状物1002。

[0156] 更具体地,半径填料放置系统700被密封在桁条1006周围以接收图9的半径填料成套件906。桁条1006定位在加强件形成工具1004上。

[0157] 通过在载体材料704的下方施加真空,使半径填料成套件906压靠桁条1006。在从

载体材料704的下方释放真空之后,从加强件形成工具1004移除半径填料放置系统700。在移除半径填料放置系统700之后,半径填料成套件906保留在桁条1006上。

[0158] 在视图1000中,存在切除部分以显示载体材料704的第二层806和半径填料成套件906相对于桁条1006的定位。显示该部分切除视图仅用于第二层806和半径填料成套件906的定位的例示目的,并不旨在暗示对载体材料704和半径填料成套件906的长度的限制。例如,尽管示出了切除部分,但是半径填料成套件906可以延伸至桁条1006的边缘。

[0159] 可以按任何期望的方式操作半径填料放置系统700以定位和施加半径填料成套件906。可以手动、以自动的方式或二者的一些组合放置并操作半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中,手动地使半径填料放置系统700相对于桁条1006定位。在其它示例性实施例中,使用自动系统使半径填料放置系统700相对于桁条1006定位。半径填料放置系统700可以基于操作者提供或系统提供的命令使用真空施加压缩力。

[0160] 在施加压缩力之后,从半径填料成套件906和桁条1006移除半径填料放置系统700。在一些示例性实施例中,手动地从半径填料成套件906和桁条1006移除半径填料放置系统700。在其它示例性实施例中,使用完全或部分自动设备从半径填料成套件906和桁条1006移除半径填料放置系统700。

[0161] 图2至图10中所示的不同部件可以与图1中的部件组合、与图1中的部件一起使用,或二者的组合。另外,图2至图10中的一些部件可以是图1中方框形式所示的部件如何可以被实施为物理结构的示例性实施例。

[0162] 现在转向图11A和图11B,示出了根据示例性实施方式用于向桁条施加多于一个的半径填料段的方法的流程图。方法1100可以被实施以形成并施加图1的半径填料成套件100。可以使用图1的半径填料形成工具112和半径填料放置设备144实施方法1100。可以使用图2的半径填料形成工具200实施方法1100。方法1100可以被实施以向加强件形成工具(例如图3和图4的加强件形成工具300)上的桁条施加多个半径填料段。可以使用图5的半径填料形成工具500实施方法1100。可以使用具有滚子歧管的半径填料放置系统(例如图7至图10的半径填料放置系统700)实施方法1100。

[0163] 方法1100将多个半径填料段定位在半径填料形成工具上(操作1102)。方法1100在单个放置步骤中向桁条施加所述多个半径填料段(操作1104)。之后,所述方法终止。

[0164] 在一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括使用所述多个半径填料段形成接头(操作1106)。在一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括形成多个对接接头。在一些示例性实施例中,通过形成接头,将所述多个半径填料段形成为较小量的半径填料部分,每个部分均具有比所述多个半径填料段的提供长度大的长度。在一个示例性实施例中,所述多个半径填料段可以具有在4英尺至6英尺范围内的制造长度。在该示例性实施例中,所述多个半径填料段被接合以形成比所述多个半径填料段的制造长度大的至少一个半径填料部分。例如,所述至少一个半径填料部分可以为10英尺长、20英尺长、25英尺长或其它期望的长度。

[0165] 在方法1100的一些示例性实施例中,所述多个半径填料段被接合以形成多于一个的半径填料部分。在一些示例性实施例中,得到的半径填料部分均大于所述多个半径填料段的制造长度。在一些示例性实施例中,得到的半径填料部分都具有相同的长度。

[0166] 在方法1100的一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括将所述多个半径填

料段放置在半径填料形成工具中的两个槽内,其中所述两个槽隔开一距离(操作1108)。通过将所述多个半径填料段定位在半径填料形成工具中的两个槽内,形成至少两个半径填料部分。通过将所述多个半径填料段定位在半径填料形成工具中的两个槽内,隔开所述距离地生成第一半径填料部分和第二半径填料部分。

[0167] 在方法1100的一些示例性实施例中,向桁条施加多个半径填料段包括向所述桁条的第一间隙和第二间隙施加所述多个半径填料段,其中所述第一间隙和第二间隙隔开所述距离(操作1110)。在方法1100的一些示例性实施例中,向第一间隙和第二间隙施加多个半径填料段包括同时地向所述第一间隙和所述第二间隙施加所述多个半径填料段(操作1112)。

[0168] 在一些示例性实施例中,使用半径填料形成工具向所述桁条施加所述多个半径填料段。在方法1100的一些示例性实施例中,施加多个半径填料段包括使所述半径填料形成工具弯曲以使所述多个半径填料段压靠所述桁条并从所述半径填料形成工具移除所述多个半径填料段(操作1114)。在一些示例性实施例中,方法1100进一步包括使所述多个半径填料段和所述桁条共固化以形成飞行器的一部分(操作1115)。

[0169] 在其它示例性实施例中,使用半径填料放置设备而不是半径填料形成工具向所述桁条施加所述多个半径填料段。在一些示例性实施例中,方法1100使用载体材料从所述半径填料形成工具提升所述多个半径填料段,其中使用所述载体材料执行施加所述多个半径填料段(操作1116)。所述载体材料呈任何期望类型材料的形式。

[0170] 在一些示例性实施例中,所述载体材料是真空袋材料,并且方法1100将所述真空袋材料密封至保持所述桁条的加强件形成工具(操作1118)。在一些示例性实施例中,方法1100还向所述多个半径填料段和所述桁条施加真空,以向所述多个半径填料段施加压缩力(操作1120)。施加的压缩力足以在所述多个半径填料段和所述桁条之间生成比在所述多个半径填料段和所述真空袋材料之间的粘附力大的粘附力。在施加真空以施加压缩力之后,可以从桁条移除真空袋,使所述多个半径填料段与所述桁条接触。

[0171] 在一些示例性实施例中,所述真空袋材料是半径填料放置系统的部件,并且方法1100将所述多个半径填料段和所述载体材料卷绕在半径填料放置系统的歧管周围(操作1122)。在一些示例性实施例中,向桁条施加多个半径填料段包括使所述多个半径填料段从滚子歧管展开(操作1124)。

[0172] 现在转向图12,示出了根据示例性实施方式用于使用半径填料成套件的方法的流程图。方法1200可以被实施以定位并施加图1的半径填料成套件100。可以使用图1的半径填料放置设备144实施方法1200。方法1200可以被实施以向加强件形成工具(例如图3和图4的加强件形成工具300)上的桁条施加多个半径填料段。可以使用具有滚子歧管的半径填料放置系统(例如图7至图10的半径填料放置系统700)实施方法1200。

[0173] 方法1200相对于桁条定位半径填料成套件(操作1202)。方法1200在单个放置步骤中向所述桁条施加所述半径填料成套件(操作1204)。之后,所述方法终止。

[0174] 在一些示例性实施例中,所述半径填料成套件在卷绕状态下被运送。例如,为了运送或储存中至少一者的目的,可将所述半径填料成套件卷绕在载体材料上。在这些示例性实施例中,向桁条施加半径填料成套件包括展开所述半径填料成套件以接触所述桁条(操作1206)。

[0175] 在一些示例性实施例中,向桁条施加半径填料成套件包括将所述半径填料成套件的第一半径填料部分放置在所述桁条的第一间隙中以及将所述半径填料成套件的第二半径填料部分放置在所述桁条的第二间隙中(操作1208)。另外,在这些示例性实施例的一些中,向桁条施加半径填料成套件同时放置所述第一半径填料部分和第二半径填料部分(操作1210)。

[0176] 在一些示例性实施例中,使用半径填料形成工具来运送所述半径填料成套件。在这些示例性实施例的一些中,可以使用所述半径填料形成工具向所述桁条施加所述半径填料成套件。在一个示例性实施例中,向桁条施加半径填料成套件包括使半径填料形成工具弯曲以使所述多个半径填料段压靠所述桁条并从所述半径填料形成工具移除所述多个半径填料段(操作1212)。

[0177] 在方法1200的一些示例性实施例中,施加半径填料成套件包括同时向桁条施加第一半径填料部分、第二半径填料部分和层(操作1214)。通过同时向桁条施加第一半径填料部分、第二半径填料部分和层,减少了至桁条的施加时间。

[0178] 在一些示例性实施例中,方法1200向所述半径填料成套件施加压缩力(操作1216)。通过向所述半径填料成套件施加压缩力,将所述半径填料成套件转移到所述桁条上。

[0179] 在一些示例性实施例中,方法1200将真空袋材料密封至保持所述桁条的加强件形成工具(操作1218)。在一些示例性实施例中,方法1200接着向位于所述真空袋材料下方的所述桁条和半径填料成套件施加真空(操作1220)。在一些示例性实施例中,所述真空向所述半径填料成套件施加压实力。在一些示例性实施例中,通过向所述桁条和半径填料成套件施加真空,将所述半径填料成套件从所述真空袋材料转移至所述桁条。

[0180] 在一些示例性实施例中,方法1200使所述半径填料成套件和所述桁条共固化以形成飞行器的一部分(操作1222)。所述半径填料成套件和所述桁条可以包括具有复合加强件的飞行器的任何期望部分。

[0181] 现在转向图13,示出了根据示例性实施方式用于形成半径填料成套件的方法的流程图。可以使用图1的半径填料形成工具112实施方法1300。可以使用图2的半径填料形成工具200实施方法1300。可以使用图5的半径填料形成工具500实施方法1300。方法1300可以得到图6的半径填料成套件600。

[0182] 方法1300将多个半径填料段定位到半径填料形成工具上(操作1302)。方法1300在所述多个半径填料段之上施加强化层(操作1304)。方法1300向所述多个半径填料段和所述层施加压缩力,以形成半径填料成套件(操作1306)。之后,所述方法终止。

[0183] 在一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括使用所述多个半径填料段形成接头(操作1308)。在一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括形成多个对接接头。在一些示例性实施例中,通过形成接头,将所述多个半径填料段形成为较小量的半径填料部分,每个部分均具有比所述多个半径填料段的提供长度大的长度。在一个示例性实施例中,所述多个半径填料段可以具有在4英尺至6英尺范围内的制造长度。在该示例性实施例中,所述多个半径填料段被接合以形成比所述多个半径填料段的制造长度大的至少一个半径填料部分。例如,所述至少一个半径填料部分可以为10英尺长、20英尺长、25英尺长或任何其它期望的长度。

[0184] 在方法1300的一些示例性实施例中,所述多个半径填料段被接合以形成多于一个的半径填料部分。在一些示例性实施例中,得到的半径填料部分均大于所述多个半径填料段的制造长度。在一些示例性实施例中,得到的半径填料部分都具有相同的长度。

[0185] 在一些示例性实施例中,定位多个半径填料段包括将所述多个半径填料段放置在半径填料形成工具中的两个槽内,其中所述两个槽隔开一距离(操作1310)。

[0186] 在一些示例性实施例中,将所述多个半径填料段放置在两个槽内形成了第一半径填料部分和第二半径填料部分(操作1312)。在一些示例性实施例中,方法1300还将所述半径填料成套件和载体材料卷绕成卷,其中第一半径填料部分和第二半径填料部分隔开所述距离(操作1314)。

[0187] 在一些示例性实施例中,方法1300使用所述半径填料形成工具的数个槽使所述多个半径填料段成形(操作1316)。所述半径填料形成工具的数个槽可以向所述多个半径填料段赋予任何期望的形状。在一些示例性实施例中,所述数个槽被构造成使所述多个半径填料段成形为穹顶截面形状。在一些示例性实施例中,所述数个槽被构造成使所述多个半径填料段成形为三角形截面形状。

[0188] 在形成半径填料成套件之后,运送所述半径填料成套件以施加至桁条。在一些示例性实施例中,将所述半径填料成套件在施加至桁条之前进行储存。在一些示例性实施例中,所述半径填料成套件被运送或储存在半径填料形成工具上中的至少一者。

[0189] 在其它示例性实施例中,方法1300使用载体材料从半径填料形成工具移除所述半径填料成套件(操作1318)。在一些示例性实施例中,方法1300将所述半径填料成套件和所述载体材料卷绕成卷(操作1320)。

[0190] 在一些示例性实施例中,所述载体材料是半径填料放置系统的部件。在这些示例性实施例中,将半径填料成套件和载体材料卷绕成卷包括将所述半径填料成套件和所述载体材料卷绕在半径填料放置系统的歧管周围(操作1322)。

[0191] 在一些示例性实施例中,方法1300向桁条施加所述半径填料成套件(操作1324)。在一些示例性实施例中,方法1300还使所述半径填料成套件和所述桁条共固化(操作1326)。

[0192] 在不同示出的实施方式中的流程图和框图示出了在一示例性实施方式中的设备和方法的一些可能实施的架构、功能性和操作。为此,流程图或框图中的各方框可以代表模块、段、功能和/或操作或步骤的一部分。

[0193] 在示例性实施方式的一些替代实施中,方框中标注的一个或多个功能可以不按图中标注的顺序出现。例如,在一些情况下,根据所涉及的功能性,相继显示的两个方框可以基本同时执行,或者方框可以有时按相反顺序执行。而且,在流程图或框图中除了所例示的方框之外还可以添加其它方框。

[0194] 在一些示例性实施例中,并不是执行方法1100、方法1200或方法1300的所有方框。例如,图11B中的各操作1116-1124可以是方法1100的可选操作。另外,操作1106和1114可以是方法1100的可选操作。作为另一实施例,各操作1206-1220可以是方法1200的可选操作。更具体的,操作1206和操作1212可以是替代操作。作为又一实施例,各操作1308-1322可以是可选的。

[0195] 可在如图14所示的飞行器制造和维护方法1400和如图15所示的飞行器1500的背

景下描述本公开的示例性实施方式。首先转向图14,示出了根据示例性实施方式的飞行器制造和维护方法的视图。在前期生产过程中,飞行器制造和维护方法1400可包括图15中的飞行器1500的规格和设计1402及材料采购1404。

[0196] 在生产过程中,进行飞行器1500的部件和子组件制造1406以及系统整合1408。此后,飞行器1500可经过认证和交付1410以便进入服役1412。在由客户使用的服役1412期间,飞行器1500被安排进行例行维护1414(这也可包括改造、重构、翻新和其它维修和维护)。

[0197] 可由系统集成商、第三方及/或操作员进行或执行飞行器制造和维护方法1400的各个过程。在这些实施例中,操作员可以是客户。为了本描述之目的,系统集成商可包括但不限于任一数量的飞行器制造商或主系统分包商;第三方可包括但不限于任一数量的供应商、转包商或供货商;并且操作员可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0198] 现在参照图15,示出了可以实施示例性实施方式的飞行器的视图。在该实施例中,由图14中的飞行器制造和维护方法1400生产飞行器1500,并且该飞行器可包括具有多个系统1504与内饰1506的机体1502。系统1504的实施例包括推进系统1508、电气系统1510、液压系统1512以及环境系统1514中的一个或多个。可包括任一数量的其它系统。尽管示出了航空航天的实施例,但是不同的示例性实施方式可应用于诸如汽车工业之类的其它工业。

[0199] 在此实施的设备与方法可在飞行器制造和维护方法1400的至少一个阶段中采用。可以在图14的部件和子组件制造1406、系统整合1408或例行维护1414期间使用一个或多个示例性实施方式。例如,可以在部件和子组件制造1406期间使用图1的半径填料成套件100来填充复合铺层的半径。作为另一实施例,可以在例行维护1414期间使用图1的半径填料成套件100来填充替换部件的复合铺层的半径。此外,可以在图14的部件和子组件制造1406或例行维护1414中一者期间使用图1的半径填料放置系统154来放置诸如半径填料的复合材料。

[0200] 在此实施的设备与方法可在制造飞行器1500的至少一个部件中采用。例如,可以使用图1的半径填料成套件100来制造机体1502或内饰1506中的至少一者。另外,可以使用图1的半径填料放置系统154来放置诸如半径填料的复合材料或其它期望的复合材料,以制造机体1502或内饰1506中的至少一者。

[0201] 示例性实施例提供了形成和施加半径填料成套件的方法和设备。通过施加半径填料成套件,将桁条组装作业发展成馈线活动。半径填料成套件的施加提供了能以较低成本或较高生产率中至少一者的新形成方法。

[0202] 示例性实施例提供了用于将半径填料部分分别施加至复合铺层的替代的方法和设备。示例性实施例提供了用于在单个施加步骤中施加多个半径填料部分的方法和设备。

[0203] 示例性实施例提供了一种控制半径填料的平行间隔的离线工具,即半径填料形成工具。在一些示例性实施例中,半径填料形成工具使半径填料(面条)成形。示例性实施例提供了机会以将所述面条预形成为合适形状、与内模线织物层组装、运送以组装然后有助于安装成组件。

[0204] 示例性实施例减少了压实步骤、半径压弯或安装步骤的数量中的至少一者。例如,通过将层压实到位于半径填料形成工具上的多个半径填料段上,可以减少压实步骤的数量。作为另一实施例,通过使多个半径填料段预成形,可以减少起皱或半径压弯。示例性实施例由于预形成的面条可以导致减少起皱。

[0205] 示例性实施例提供了将面条预成形为大体形状并将半径填料(面条)与IML(内模线)层成套的能力。在一些示例性实施例中,将半径填料成套件卷绕成螺旋以进行储存。在一些示例性实施例中,半径填料放置系统的乳胶材料使得能将半径填料成套件卷绕成螺旋以进行储存。在一些示例性实施例中,通过将半径填料(面条)放置在IML层装设上,相对于囊状物提供了标引能力。示例性实施例提供了形成板,即半径填料形成工具,以使半径填料(面条)成形。示例性实施例允许将半径填料(面条)冷固结为预浸料层。示例性实施例提供了一种将面条预对准为期望的平行错排的半径填料形成工具。示例性实施例提供了备用的真空袋层。示例性实施例提供了具有卷绕成螺旋以进行储存或携带并且也用作标引特征部的能力的半径填料放置系统。

[0206] 创建的一个关键过程因素是层与用于附着的载体材料之间的压实力。所述压实力使得能卷起和转移,但是低于在最终转移期间预浸料与子组件之间的较大压实力。

[0207] 在一个示例性实施例中,使用相同的材料作为承载件、滚子、背纸和压实袋。更具体地,半径填料放置系统的真空袋材料可以用作半径填料成套件的承载件、滚子、背纸和压实袋。半径填料放置系统的真空袋可以从半径填料形成工具提升半径填料成套件,而用作承载件。半径填料放置系统的真空袋可然后连同半径填料成套件滚动以用作滚子。半径填料放置系统的真空袋然后可以展开以相对于桁条定位半径填料成套件,而用作背纸。半径填料放置系统的真空袋然后可以向半径填料成套件施加真空,而用作压实袋。

[0208] 示例性实施例可以转移并使整个子组件成套。在一些示例性实施例中,所述子组件是内模线层和半径填料成套件。在另一示例性实施例中,半径填料可以被转移并成套。

[0209] 示例性实施例可以以卷形式转移半径填料成套件。在一些示例性实施例中,半径填料成套件包括层以及多个半径填料部分。在下面条款(不要将其与权利要求混淆)中也提及了本设备和方法。

[0210] A1.一种方法,该方法包括:

[0211] 将多个半径填料段(132)定位(1102)在半径填料形成工具(112)上;以及

[0212] 在单个放置步骤中向桁条(124)施加(1104)所述多个半径填料段(132)。

[0213] A2.还提供了段落A1所述的方法,该方法进一步包括:

[0214] 使所述多个半径填料段(132)和所述桁条(124)共固化(1115)以形成飞行器(1500)的一部分。

[0215] A3.还提供了段落A1所述的方法,其中施加(1114)多个半径填料段(132)包括:使所述半径填料形成工具(112)弯曲以使所述多个半径填料段(132)压靠所述桁条(124)并从所述半径填料形成工具(112)移除所述多个半径填料段(132)。

[0216] A4.还提供了段落A1所述的方法,该方法进一步包括:

[0217] 使用载体材料(150)从所述半径填料形成工具(112)提升(1116)所述多个半径填料段(132),其中使用所述载体材料(150)执行施加所述多个半径填料段(132)。

[0218] A5.还提供了段落A4所述的方法,其中所述载体材料(150)是真空袋材料(152),所述方法进一步包括:

[0219] 将所述真空袋材料(152)密封(1118)至保持所述桁条(124)的加强件形成工具(180);以及

[0220] 向所述多个半径填料段(132)和所述桁条(124)施加(1120)真空,以向所述多个半

径填料段 (132) 施加压缩力。

[0221] A6. 还提供了段落A5所述的方法, 其中所述真空袋材料 (152) 是半径填料放置系统 (154) 的部件, 所述方法进一步包括:

[0222] 将所述多个半径填料段 (132) 和所述载体材料 (150) 卷绕 (1122) 在半径填料放置系统 (154) 的滚子歧管 (156) 周围。

[0223] A7. 还提供了段落A6所述的方法, 其中向桁条 (124) 施加 (1124) 多个半径填料段 (132) 包括: 使所述多个半径填料段 (132) 从所述滚子歧管 (156) 展开。

[0224] A8. 还提供了段落A1所述的方法, 其中定位 (1106) 多个半径填料段 (132) 包括: 使用所述多个半径填料段 (132) 形成接头 (136)。

[0225] A9. 还提供了段落A1所述的方法, 其中定位 (1108) 多个半径填料段 (132) 包括: 将所述多个半径填料段 (132) 放置在所述半径填料形成工具 (112) 中的两个槽 (114) 内, 其中所述两个槽 (114) 隔开一距离 (110)。

[0226] A10. 还提供了段落A8所述的方法, 其中向桁条 (124) 施加 (1110) 多个半径填料段 (132) 包括: 向所述桁条 (124) 的第一间隙 (186) 和第二间隙 (188) 施加所述多个半径填料段 (132), 其中所述第一间隙 (186) 和第二间隙 (188) 隔开所述距离 (110)。

[0227] A11. 还提供了段落A9所述的方法, 其中向第一间隙 (186) 和第二间隙 (188) 施加 (1112) 多个半径填料段 (132) 包括: 同时地向所述第一间隙 (186) 和所述第二间隙 (188) 施加所述多个半径填料段 (132)。

[0228] 根据本设备或方法的进一步方面, 提供了:

[0229] B1. 一种方法, 该方法包括:

[0230] 相对于桁条 (124) 定位 (1202) 半径填料成套件 (100); 以及

[0231] 在单个放置步骤中向所述桁条 (124) 施加 (1204) 所述半径填料成套件 (100)。

[0232] B2. 还提供了段落B1所述的方法, 该方法进一步包括:

[0233] 使所述半径填料成套件 (100) 和所述桁条 (124) 共固化 (1222) 以形成飞行器 (1500) 的一部分。

[0234] B3. 还提供了段落B1所述的方法, 该方法进一步包括:

[0235] 向所述半径填料成套件 (100) 施加 (1216) 压缩力 (134)。

[0236] B4. 还提供了段落B1所述的方法, 该方法进一步包括:

[0237] 将真空袋材料 (152) 密封 (1218) 至保持所述桁条 (124) 的加强件形成工具 (180); 以及

[0238] 向位于所述真空袋材料 (152) 下方的所述桁条 (124) 和半径填料成套件 (100) 施加 (1220) 真空。

[0239] B5. 还提供了段落B1所述的方法, 其中向桁条 (124) 施加 (1206) 半径填料成套件 (100) 包括: 展开所述半径填料成套件 (100) 以接触所述桁条 (124)。

[0240] B6. 还提供了段落B1所述的方法, 其中向桁条 (124) 施加 (1208) 半径填料成套件 (100) 包括: 将所述半径填料成套件 (100) 的第一半径填料部分 (104) 放置在所述桁条 (124) 的第一间隙 (186) 中以及将所述半径填料成套件 (100) 的第二半径填料部分 (106) 放置在所述桁条 (124) 的第二间隙 (188) 中。

[0241] B7. 还提供了段落B6所述的方法, 其中向桁条 (124) 施加 (1210) 半径填料成套件

(100)同时放置所述第一半径填料部分(104)和所述第二半径填料部分(106)。

[0242] B8.还提供了段落B1所述的方法,其中向桁条(124)施加(1212)半径填料成套件(100)包括:使半径填料形成工具(112)弯曲以使所述半径填料成套件(100)的多个半径填料段(132)压靠所述桁条(124)并从所述半径填料形成工具(112)移除所述多个半径填料段(132)。

[0243] B9.还提供了段落B1所述的方法,其中施加(1214)半径填料成套件(100)包括:同时向桁条(124)施加第一半径填料部分(104)、第二半径填料部分(106)和层(108)。

[0244] 根据本设备或方法的进一步方面,提供了:

[0245] C1.一种方法,该方法包括:

[0246] 将多个半径填料段(132)定位(1302)到半径填料形成工具(112)上;

[0247] 在所述多个半径填料段(132)之上施加(1304)层(108);以及

[0248] 向所述多个半径填料段(132)和所述层(108)施加(1306)压缩力(134),以形成半径填料成套件(100)。

[0249] C2.还提供了段落C1所述的方法,该方法进一步包括:

[0250] 使用载体材料(150)从所述半径填料形成工具(112)移除(1318)所述半径填料成套件(100)。

[0251] C3.还提供了段落C2所述的方法,该方法进一步包括:

[0252] 将所述半径填料成套件(100)和所述载体材料(150)卷绕(1320)成卷(153)。

[0253] C4.还提供了段落C3所述的方法,其中将半径填料成套件(100)和载体材料(150)卷绕(1322)成卷(153)包括:将所述半径填料成套件(100)和所述载体材料(150)卷绕在半径填料放置系统(154)的歧管(156)周围。

[0254] C5.还提供了段落C1所述的方法,该方法进一步包括:

[0255] 使用所述半径填料形成工具(112)的数个槽(114)使所述多个半径填料段(132)成形(1316)。

[0256] C6.还提供了段落C1所述的方法,其中定位(1308)多个半径填料段(132)包括:使用所述多个半径填料段(132)形成接头(136)。

[0257] C7.还提供了段落C1所述的方法,其中定位(1310)多个半径填料段(132)包括:将所述多个半径填料段(132)放置在所述半径填料形成工具(112)中的两个槽(114)内,其中所述两个槽(114)隔开一距离(110)。

[0258] C8.还提供了段落C7所述的方法,其中将所述多个半径填料段(132)放置(1312)在两个槽(114)内形成了第一半径填料部分(104)和第二半径填料部分(106)。

[0259] C9.还提供了段落C8所述的方法,该方法进一步包括:

[0260] 将所述半径填料成套件(100)和载体材料(150)卷绕(1314)成卷(153),其中所述第一半径填料部分(104)和所述第二半径填料部分(106)隔开所述距离(110)。

[0261] C10.还提供了段落C1所述的方法,该方法进一步包括:

[0262] 向桁条(124)施加(1324)所述半径填料成套件(100);以及

[0263] 使所述半径填料成套件(100)和所述桁条(124)共固化(1326)。

[0264] 根据本设备或方法的进一步方面,提供了:

[0265] D1.一种设备,该设备包括:

- [0266] 具有真空开口 (158) 的滚子歧管 (156) ; 以及
- [0267] 连接至所述滚子歧管 (156) 的真空袋材料 (152) , 所述真空袋材料 (152) 具有与所述真空开口 (158) 接口的开口 (160) 。
- [0268] D2. 还提供了段落D1所述的设备, 其中所述真空袋材料 (152) 是第一乳胶片 (166) 。
- [0269] D3. 还提供了段落D2所述的设备, 该设备进一步包括:
- [0270] 结合至所述第一乳胶片 (166) 的第二乳胶片 (168) 。
- [0271] D4. 还提供了段落D3所述的设备, 该设备进一步包括:
- [0272] 定位在所述第一乳胶片 (166) 与所述第二乳胶片 (168) 之间的呼吸器 (172) , 其中所述呼吸器 (172) 与所述真空开口 (158) 真空连通。
- [0273] D5. 还提供了段落D3所述的设备, 其中所述第一乳胶片具有网面。
- [0274] D6. 还提供了段落D1所述的设备, 其中所述滚子歧管 (156) 具有机加工表面 (174) , 其中所述真空袋材料 (152) 连接至所述机加工表面 (174) 。
- [0275] D7. 还提供了段落D6所述的设备, 其中所述真空开口 (158) 定位在所述机加工表面 (174) 内。
- [0276] D8. 还提供了段落D1所述的设备, 其中所述真空袋材料 (152) 具有一体的加热元件 (179) 。
- [0277] D9. 还提供了段落D1所述的设备, 其中所述滚子歧管 (156) 具有加热元件 (171) 。
- [0278] D10. 还提供了段落D1所述的设备, 其中所述真空袋材料 (152) 被构造成提升复合材料。
- [0279] 根据本设备或方法的进一步方面, 提供了:
- [0280] E1. 一种半径填料形成工具 (112) , 该半径填料形成工具包括:
- [0281] 位于表面 (116) 中的数个槽 (114) ; 以及
- [0282] 位于所述表面 (116) 中并包围所述数个槽 (114) 的真空通道 (118) 。
- [0283] E2. 根据段落E1所述的半径填料形成工具 (112) , 其中所述数个槽 (114) 中的每一个均具有与桁条 (124) 的长度相当的长度。
- [0284] E3. 根据段落E2所述的半径填料形成工具 (112) , 其中所述桁条 (124) 是飞行器 (1500) 的一部分。
- [0285] E4. 根据段落E1所述的半径填料形成工具 (112) , 该半径填料形成工具进一步包括:
- [0286] 柔性材料 (148) 。
- [0287] E5. 根据段落E4所述的半径填料形成工具 (112) , 其中所述柔性材料 (148) 关于垂直于所述表面 (116) 中的所述数个槽 (114) 的线是柔性的。
- [0288] E6. 根据段落E1所述的半径填料形成工具 (112) , 其中所述数个槽 (114) 被构造成将多个半径填料段 (132) 成形为穹顶截面形状。
- [0289] 根据本设备或方法的进一步方面, 提供了:
- [0290] F1. 一种设备, 该设备包括:
- [0291] 位于载体材料 (150) 上的半径填料成套件 (100) , 所述半径填料成套件 (100) 包括多个半径填料段 (132) ; 以及
- [0292] 所述载体材料 (150) 。

[0293] F2.还提供了段落F1所述的设备,其中所述多个半径填料段(132)包括彼此隔开一距离(110)的第一半径填料部分(104)和第二半径填料部分(106)。

[0294] F3.还提供了段落F2所述的设备,其中所述距离(110)与飞行器(1500)的一部分的桁条(124)的第一间隙(186)和第二间隙(188)之间的距离(110)相同。

[0295] F4.还提供了段落F2所述的设备,其中所述第一半径填料部分(104)和所述第二半径填料部分(106)均包括至少一个接头。

[0296] F5.还提供了段落F2所述的设备,其中所述第一半径填料部分(104)和所述第二半径填料部分(106)具有相同的长度。

[0297] F6.还提供了段落F1所述的设备,其中所述多个半径填料段(132)具有穹顶截面形状。

[0298] F7.还提供了段落F1所述的设备,其中所述半径填料成套件(100)和所述载体材料(150)被卷绕成卷(153)。

[0299] F8.还提供了段落F1所述的设备,其中所述半径填料成套件(100)还包括与所述多个半径填料段(132)接触的层(108)。

[0300] 为了例示和描述的目的已提供了对不同示例性实施方式的描述,但该描述并不旨在排除或限于所公开形式的实施方式。对于本领域技术人员来说,许多修改和变型是明了的。另外,与其它示例性实施方式相比,不同的示例性实施方式可以提供不同的特征。所选的实施方式被选择并描述以最好地解释实施方式的原理、实际应用,并且使得本领域其它技术人员理解本公开用于具有适于所考虑具体用途的各种修改的各种实施方式。

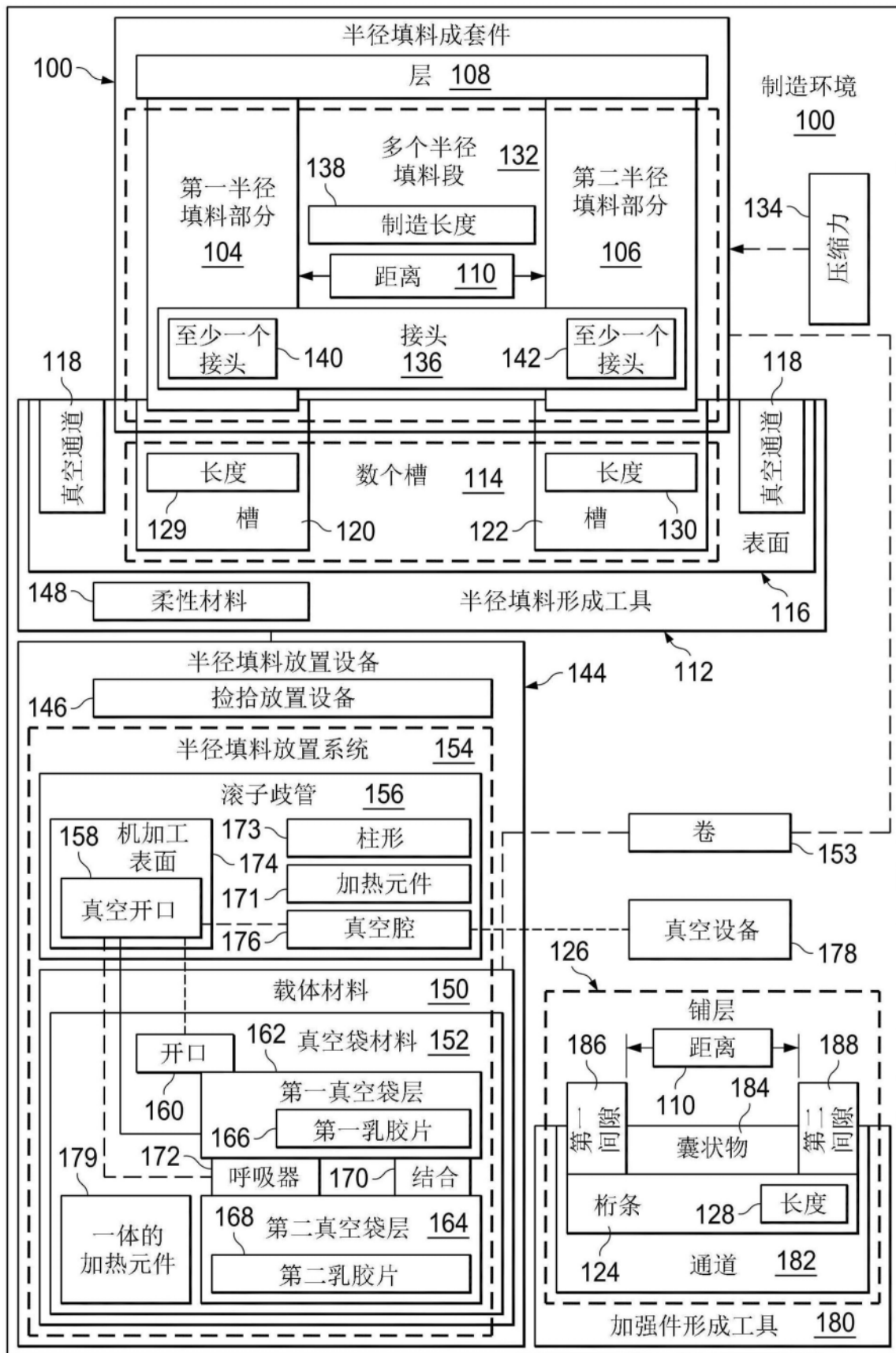


图1

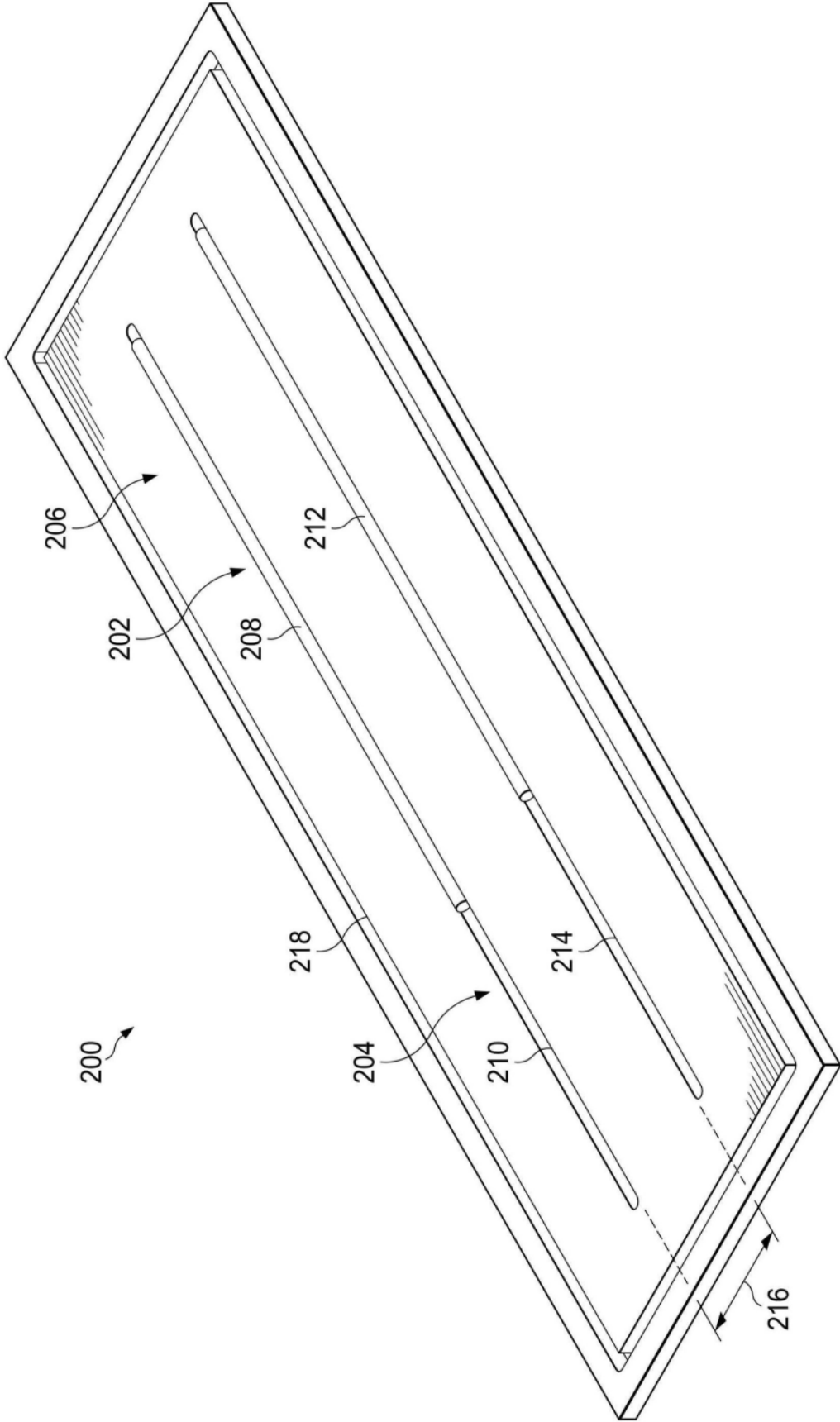


图2

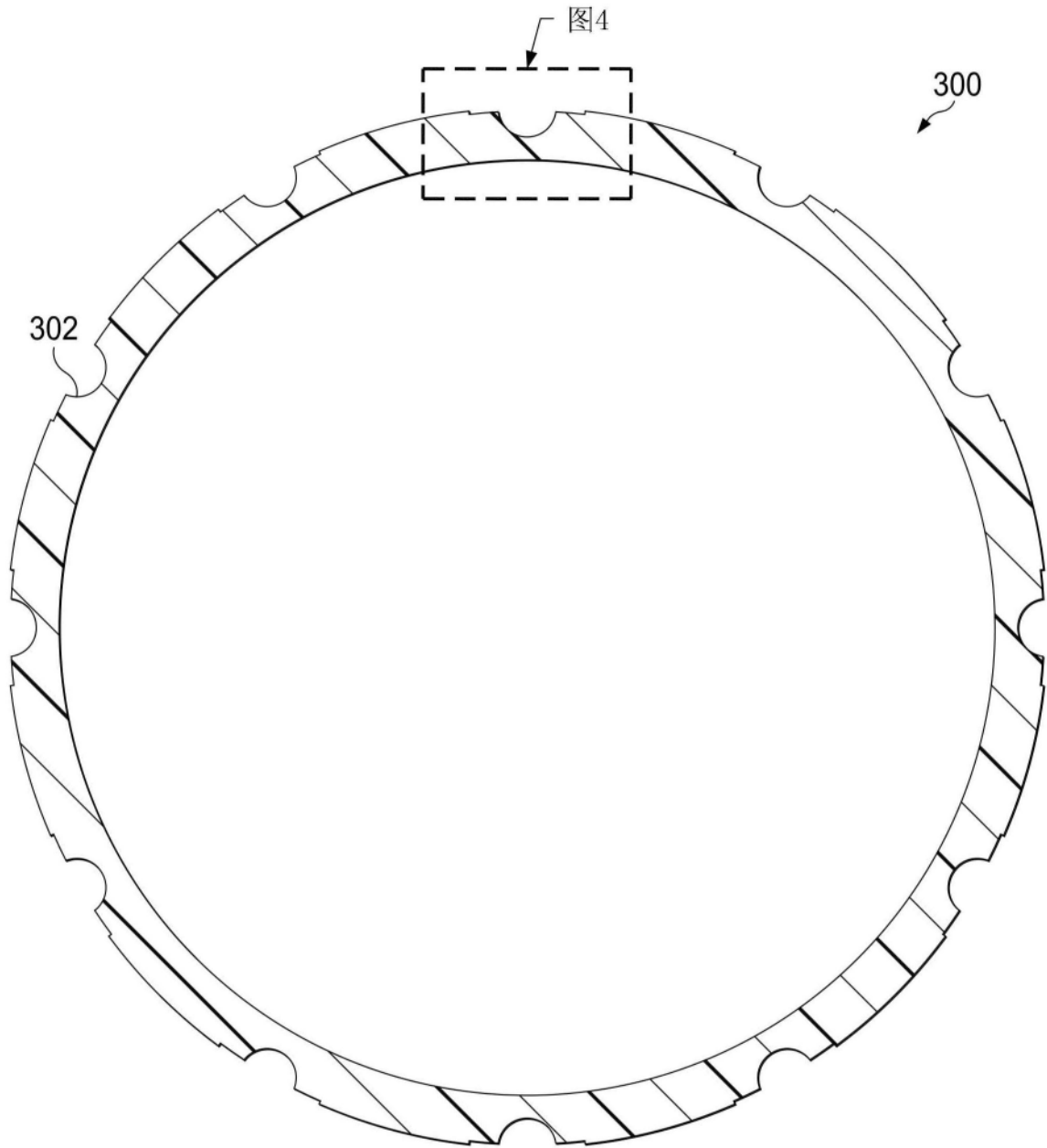


图3

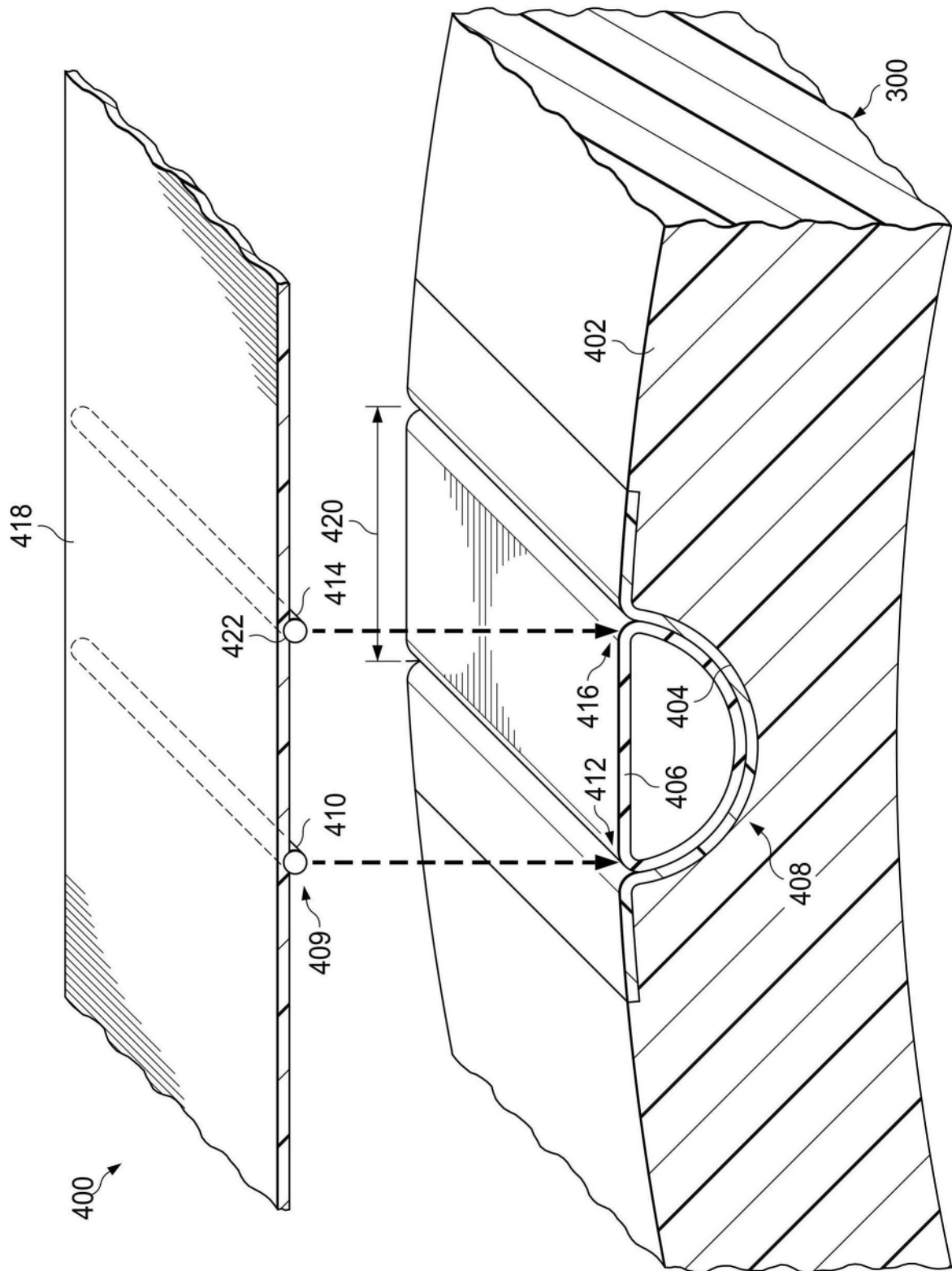


图4

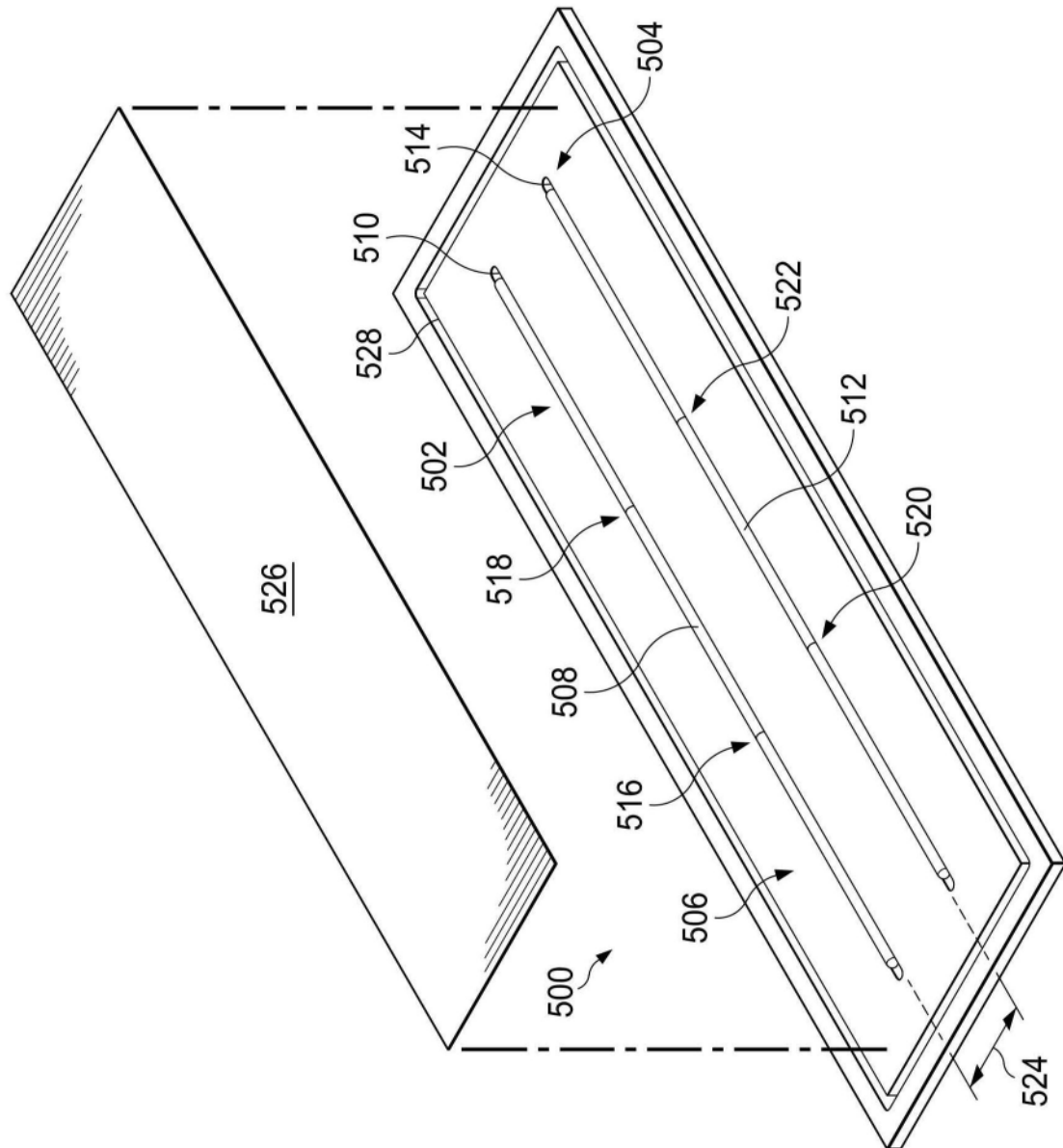


图5

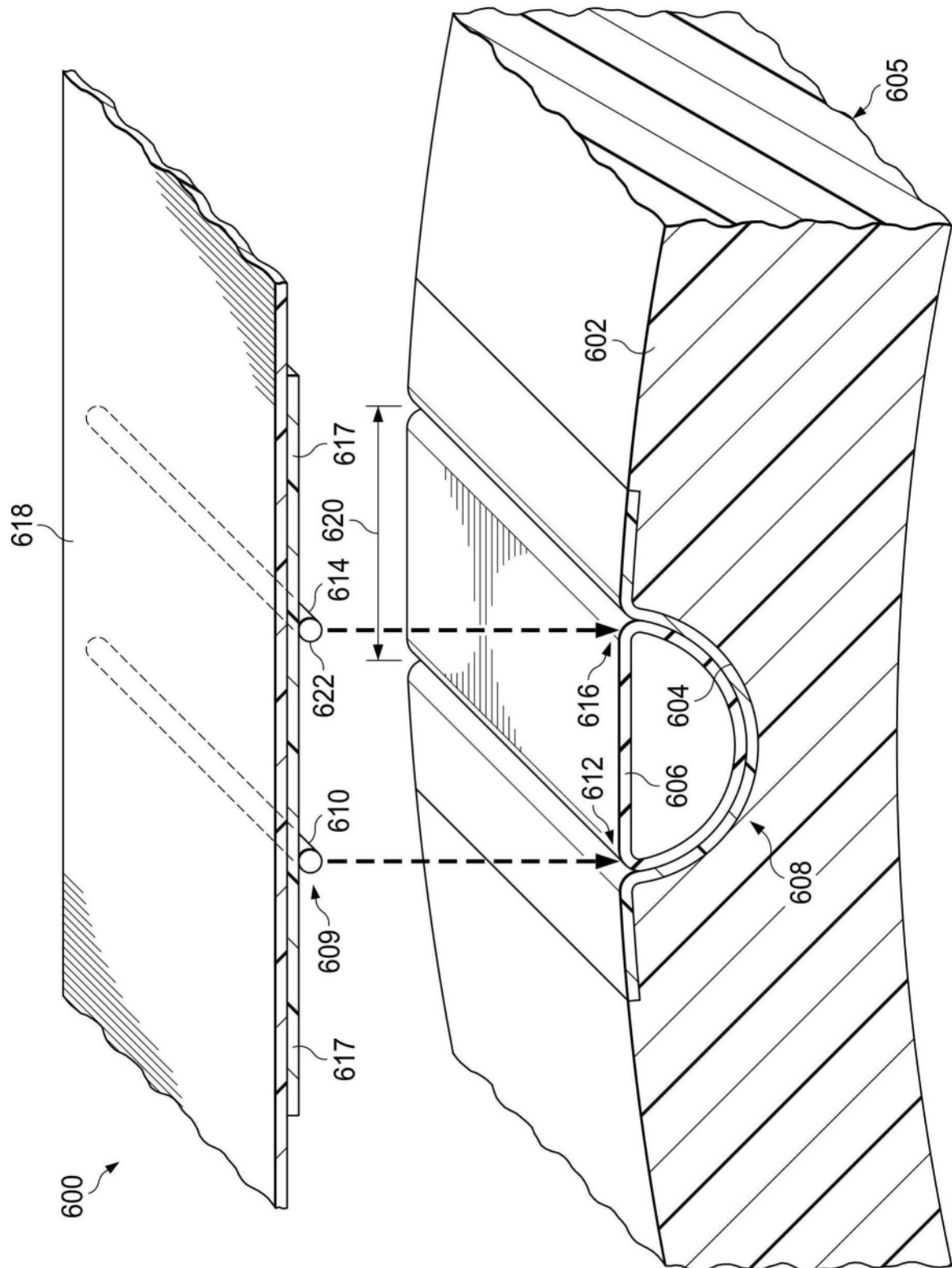


图6

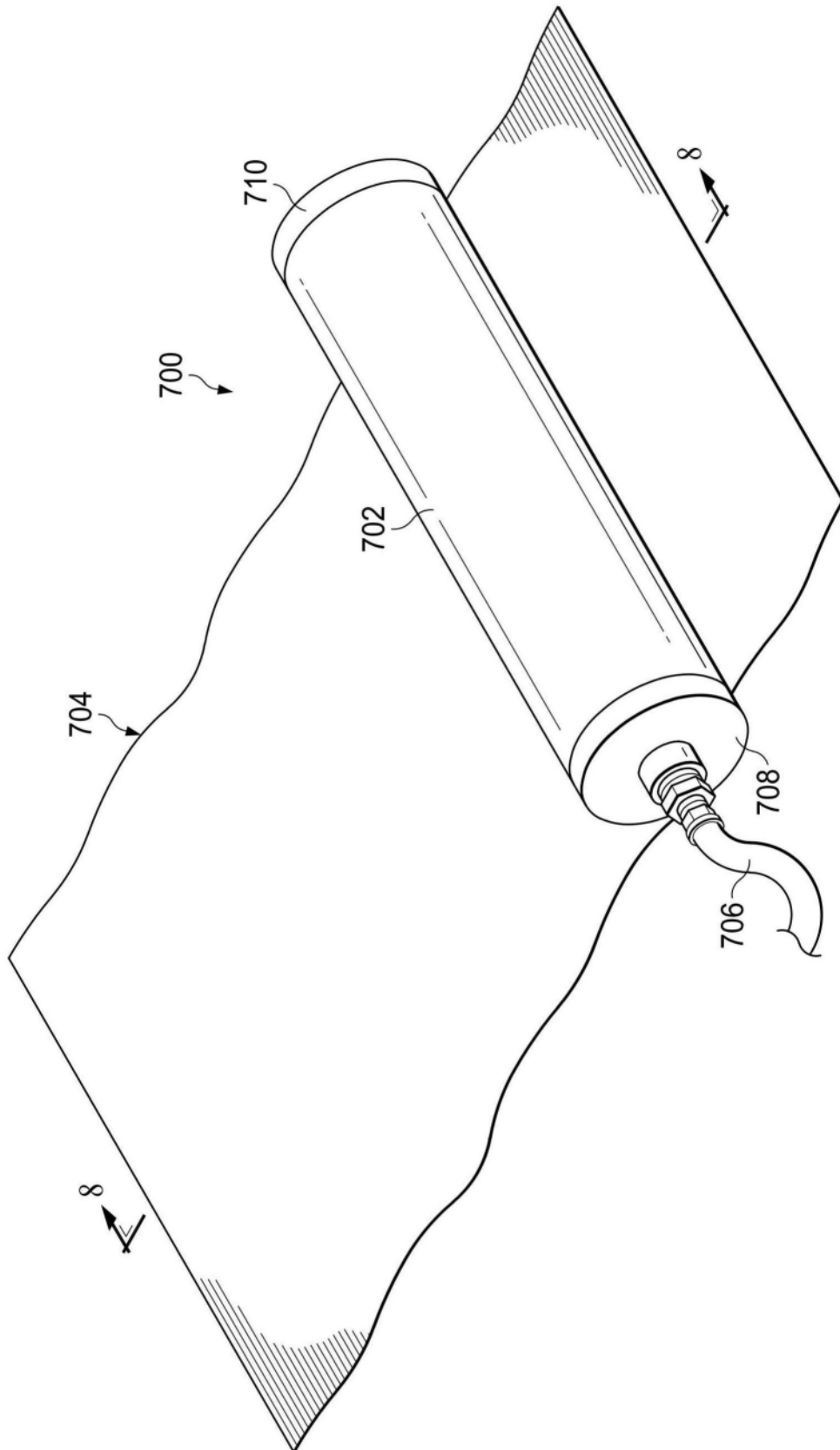


图7

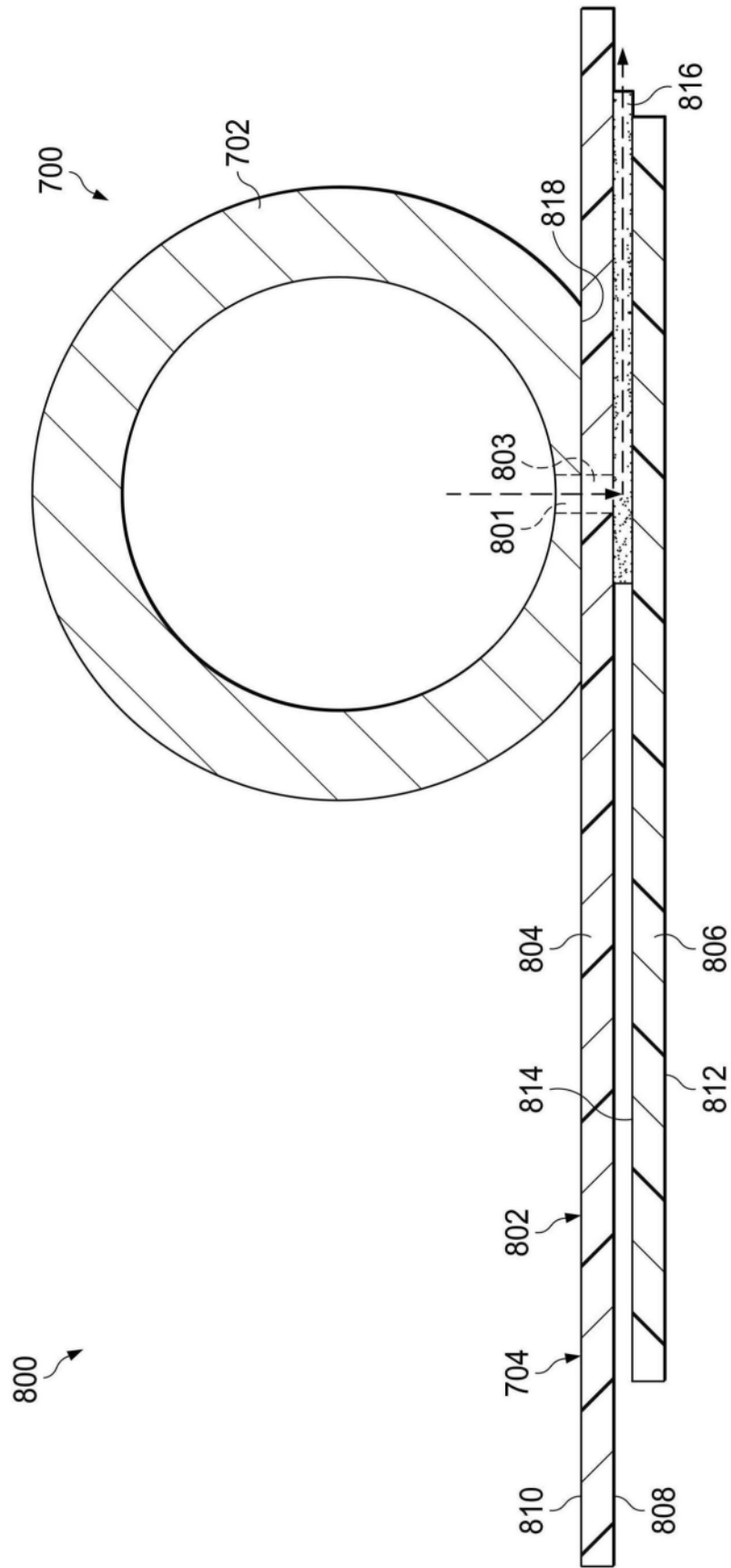


图8

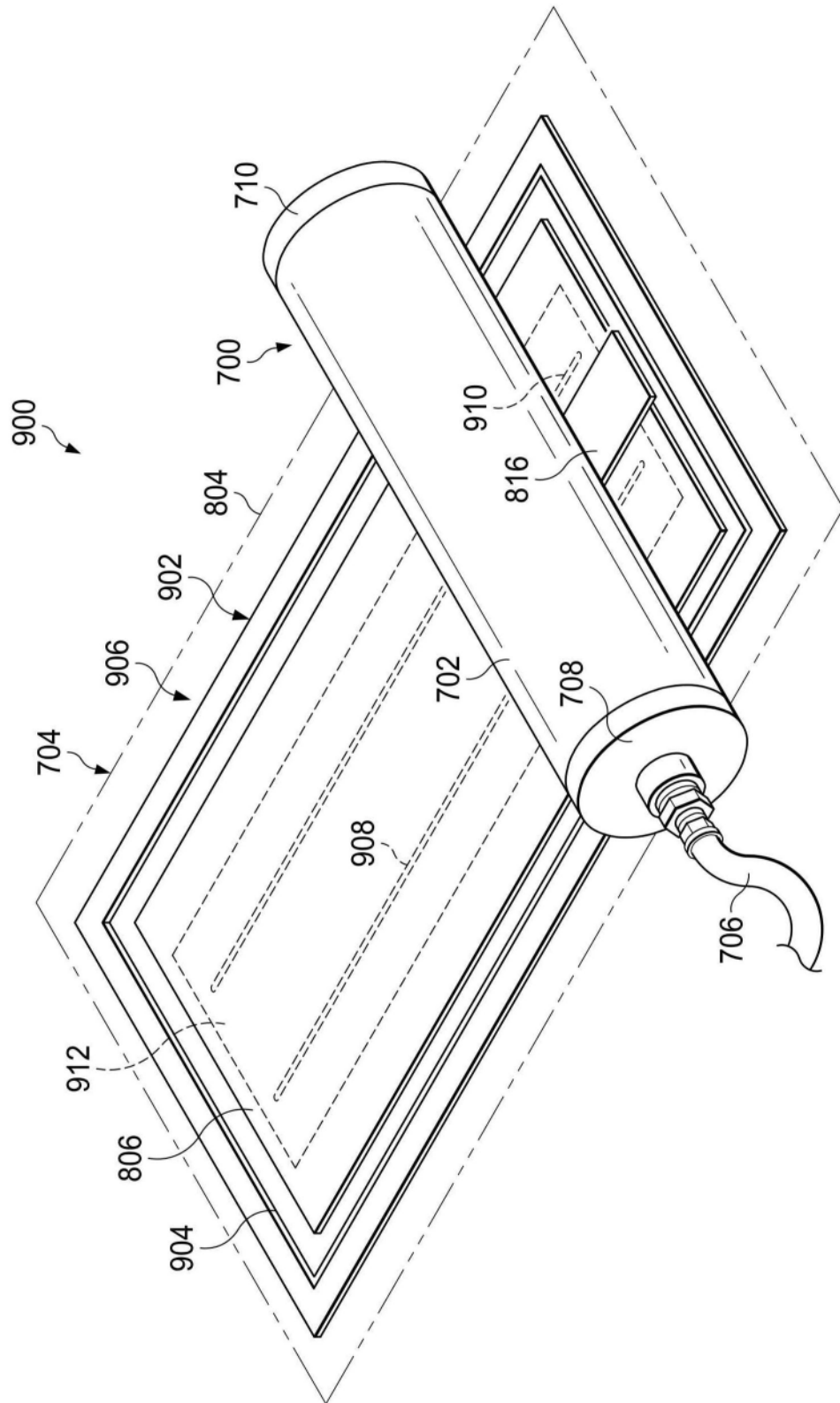


图9

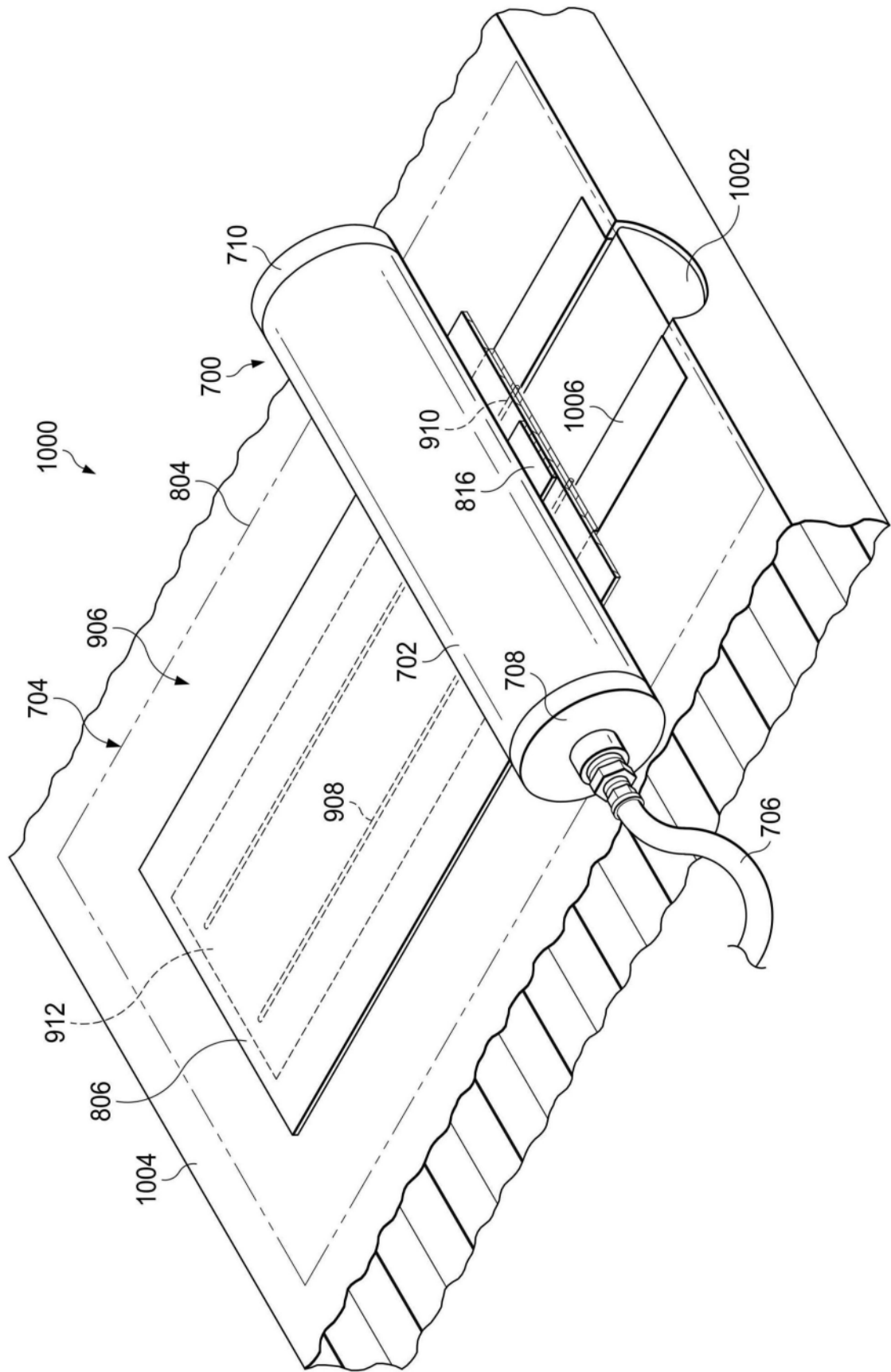


图10

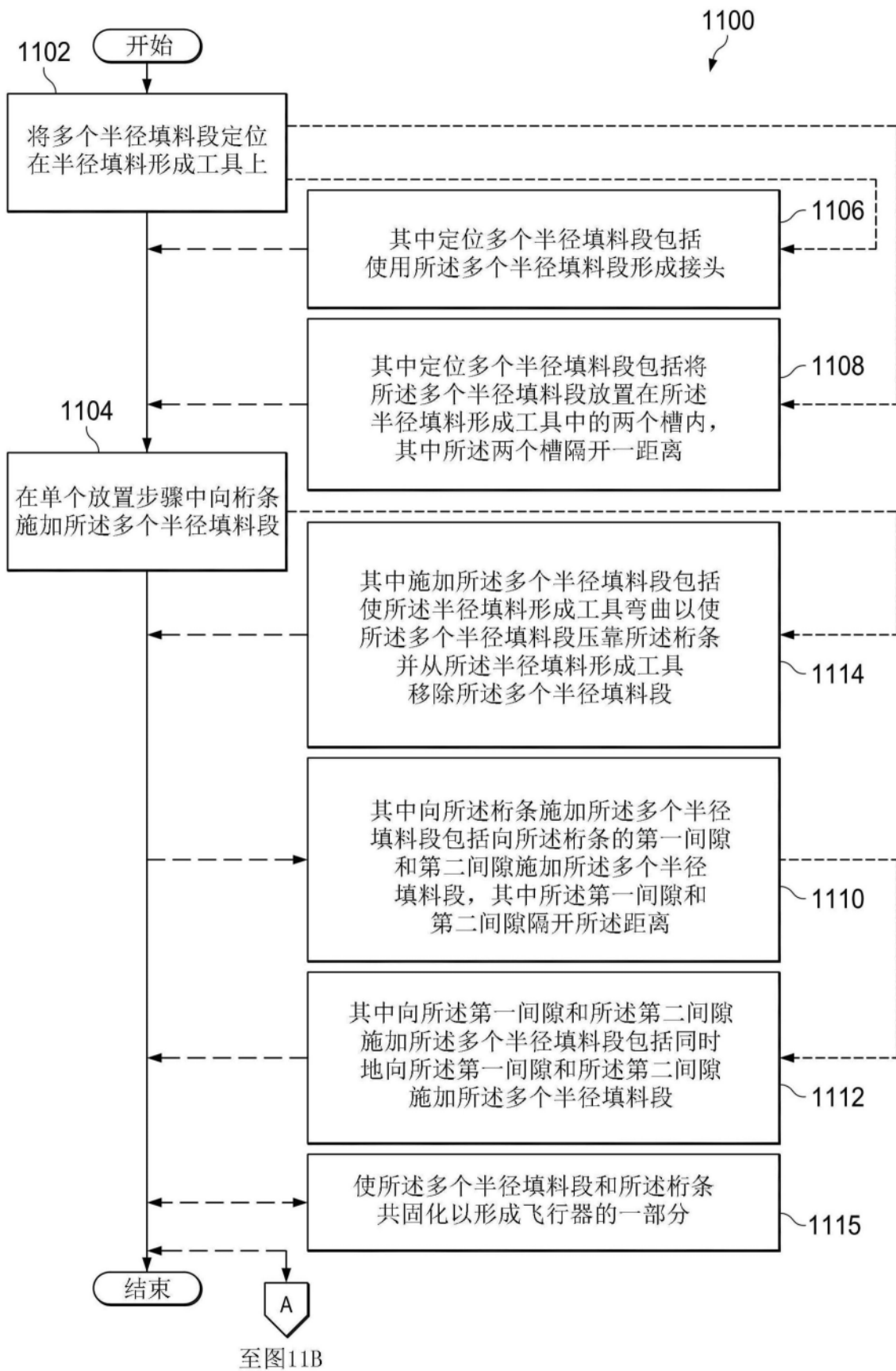


图11A

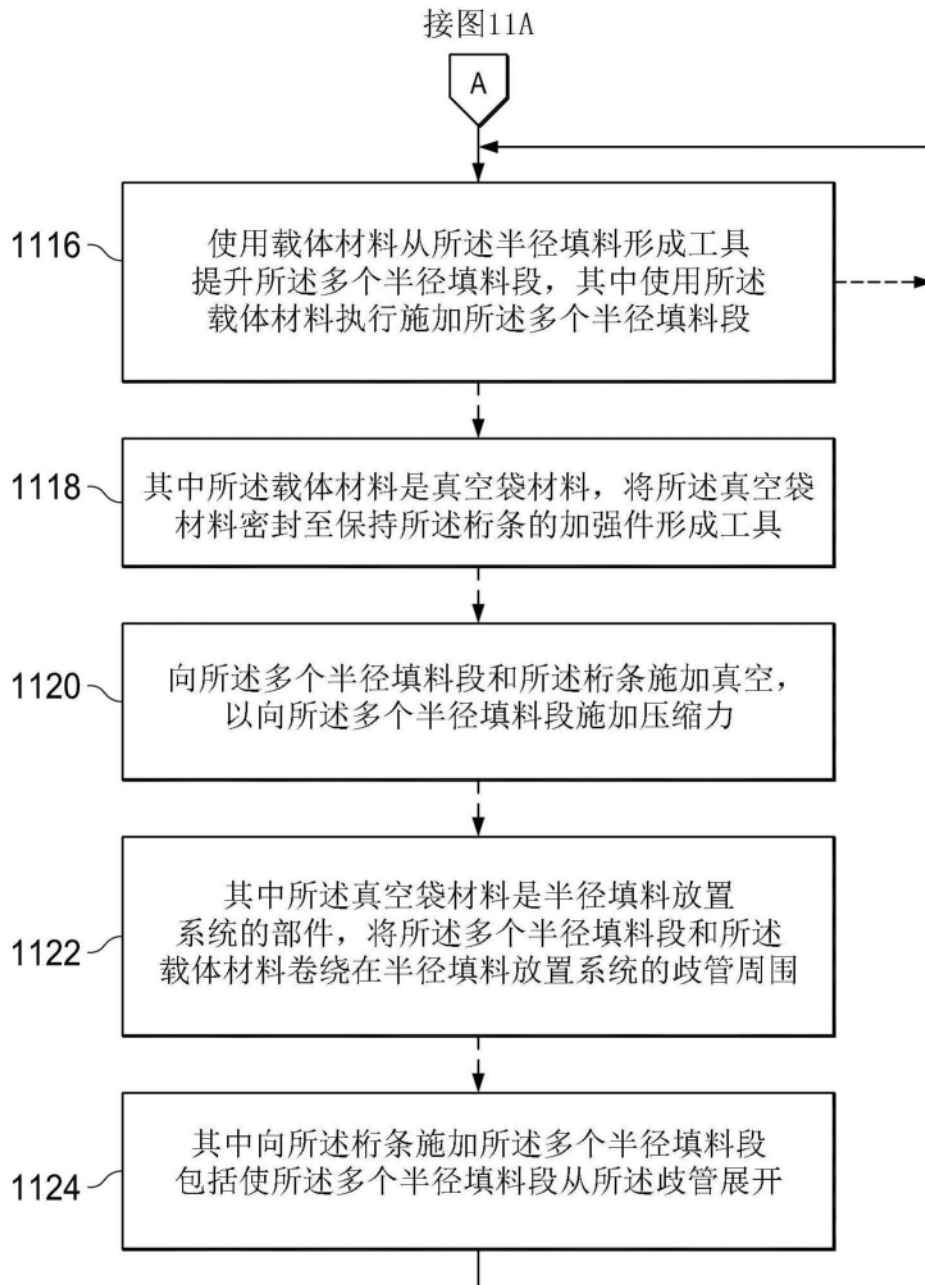


图11B

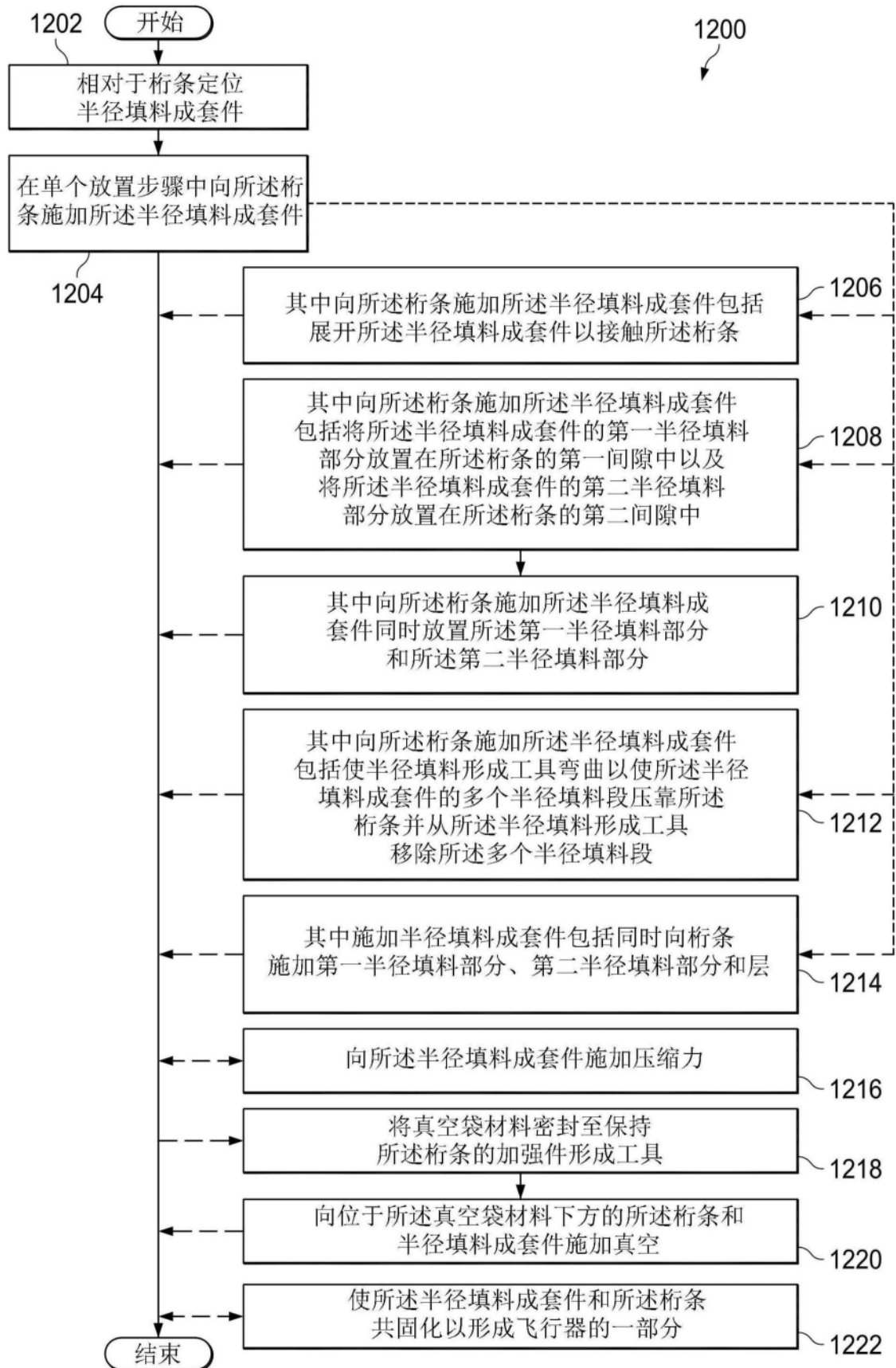


图12

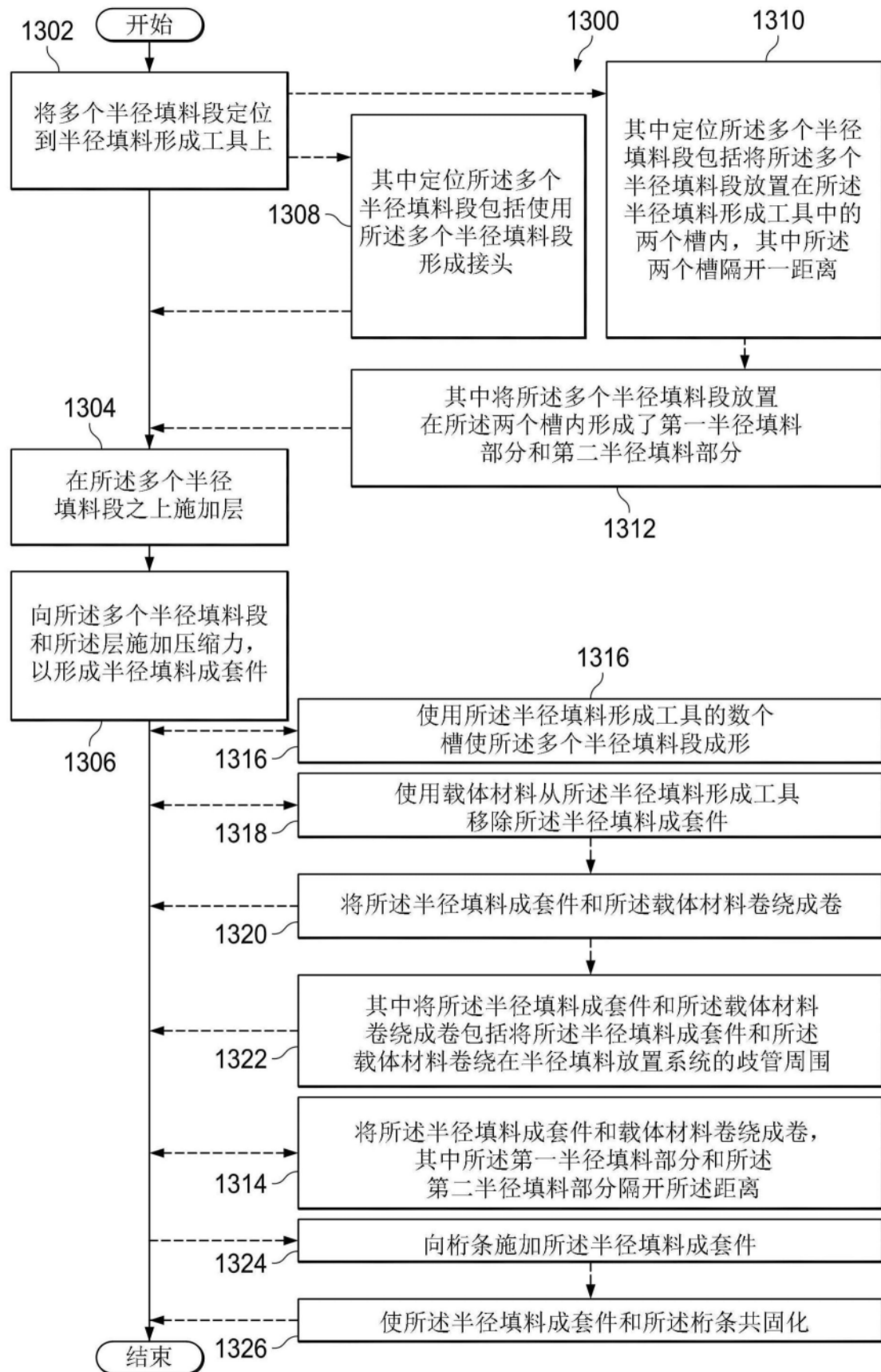


图13

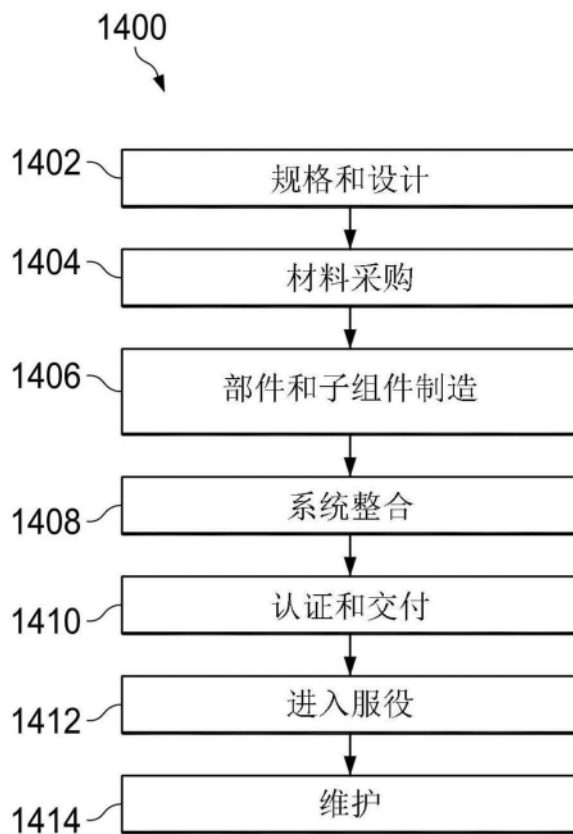


图14

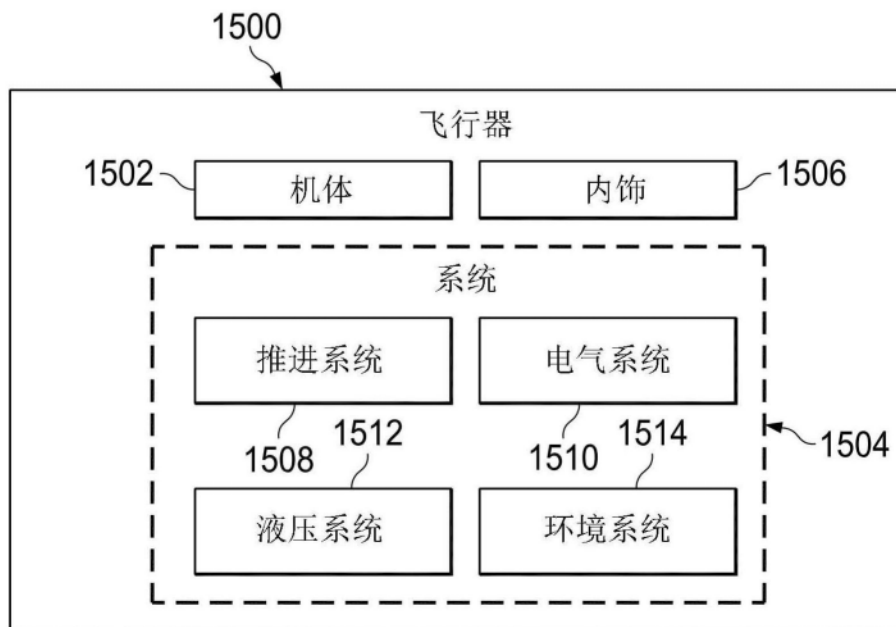


图15