(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111347752 B
(45)授权公告日 2023.10.27

(21)申请号 201911031495.3
(22)申请日 2019.10.28
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111347752 A
(43)申请公布日 2020.06.30
(30)优先权数据
16/229,024 2018.12.21 US
(73)专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州
(72)发明人 R·A·普劳泽 A·J·哈尔布里特 A·E·莫丁
(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 付林 王小东
(51)Int.Cl.
B32B 37/00(2006.01)
B32B 37/10(2006.01)
B32B 38/00(2006.01)
B32B 38/18(2006.01)

(56)对比文件
CN 108943768 A,2018.12.07
CN 105073393 A,2015.11.18
CN 102276136 A,2011.12.14
CN 108480924 A,2018.09.04
US 9782960 B1,2017.10.10
US 4711653 A,1987.12.08
CN 105619835 A,2016.06.01
CN 104718064 A,2015.06.17
CN 104870341 A,2015.08.26

审查员 郭妍

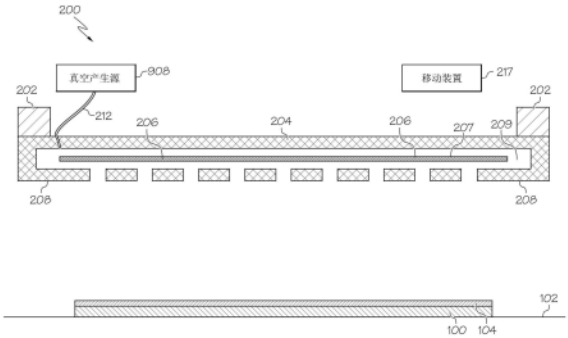
权利要求书2页 说明书9页 附图11页

(54)发明名称

层板输送和压实设备及其方法

(57)摘要

本发明涉及层板输送和压实设备及其方法。层板输送和压实设备包括:刚性框架;柔性橡胶材料的顶层板材,其紧固至所述框架;穿孔的柔性橡胶材料的底层板材,其具有开口。所述设备还包括流动介质材料的中间层板材,其布置在限定于所述顶层板材和所述底层板材之间的第一增压区中。所述设备进一步包括联接至所述框架的移动装置,所述移动装置布置成将所述框架和所述板材降低到处于修剪位置处的复合层板上,从而当在所述第一增压区抽真空以经由所述底层板材的所述开口产生抽吸力时,利用所述抽吸力拾取所述复合层板。



CN 111347752 B

1.一种层板输送和压实设备(200),该层板输送和压实设备包括:

刚性框架(202);

由柔性橡胶材料形成的顶层板材(204),其紧固至所述框架(202);

由穿孔的柔性橡胶材料形成的底层板材(208),其具有开口(210);和

由流动介质材料形成的中间层板材(206),其布置在限定于所述顶层板材(204)和所述底层板材(208)之间的第一增压区(209)中。

2.根据权利要求1所述的层板输送和压实设备(200),该层板输送和压实设备进一步包括联接至所述框架(202)的移动装置(217)。

3.根据权利要求2所述的层板输送和压实设备(200),其中,所述移动装置(217)构造成将所述框架(202)和所述板材(204、206、208)降低到处于修剪位置处的复合层板(100)上,并且构造成当在所述第一增压区(209)中抽真空以经由所述底层板材(208)的所述开口(210)产生抽吸力时,利用所述抽吸力拾取所述复合层板(100)。

4.根据权利要求3所述的层板输送和压实设备(200),其中,所述移动装置(217)布置成将已经从所述修剪位置拾取的所述复合层板(100)输送至成形位置。

5.根据权利要求4所述的层板输送和压实设备(200),其中,所述移动装置(217)布置成将所述复合层板披覆在位于所述成形位置处的成形工具(214)上或披覆在所述成形工具(214)上的任何先前披覆的层板上以创建第二增压区(211),该第二增压区大于所述第一增压区(209)。

6.根据权利要求5所述的层板输送和压实设备(200),其中,所述第二增压区(211)包括所述第一增压区(209)并且被部分地限定在所述复合层板(100)的边缘与所述成形工具(214)上的唇形密封件(216)之间。

7.根据权利要求6所述的层板输送和压实设备(200),该层板输送和压实设备进一步包括:

便携式真空产生源(908),该便携式真空产生源能在所述第二增压区(211)中抽真空以提供真空袋结构,所述复合层板(100)能在所述真空袋结构中固结。

8.制作飞行器(1102)的一部分,包括使用权利要求1至7中任一项所述的层板输送和压实设备(200)。

9.一种用于通过根据权利要求1所述的层板输送和压实设备(200)形成具有期望形状的复合结构的方法(1000),该方法包括:

通过使用来自第一真空密封室的抽吸力拾取(1002)位于第一位置处的复合层板;

将所述复合层板从所述第一位置输送(1004)至第二位置;

将所述复合层板放置(1006)在所述第二位置处的成形工具上;

当所述复合层板被放置在所述第二位置处的所述成形工具上时,形成(1008)第二真空密封室;并且

在所述第二真空密封室中抽真空(1010)以提供所述复合层板能够在其中固结的真空袋结构。

10.根据权利要求9所述的方法(1000),其中,将所述复合层板放置(1006)在所述第二位置处的成形工具上包括:

将所述复合层板放置在任何先前披覆的层板上,使得所述复合层板被披覆成形为所述

先前披覆的层板的轮廓或所述成形工具的轮廓。

11.根据权利要求10所述的方法(1000),该方法进一步包括:

在所述第二真空密封室中抽真空以提供在其中由多个复合层板形成复合预成型件的真空袋结构。

12.根据权利要求11所述的方法(1000),该方法进一步包括:

允许所述复合预成型件借助于所述真空袋结构中的真空被压实,从而形成具有期望形状的复合结构。

13.根据权利要求11或12所述的方法(1000),该方法进一步包括:

释放所述真空袋结构中的所述真空;并且

移除具有所述期望形状的所形成的所述复合结构。

14.飞行器(1102)的一部分,该一部分是根据权利要求9所述的方法(1000)制作的。

15.一种用于能够在修剪位置处拾取复合层板(100)、将所述复合层板(100)放置在成形位置处、然后在所述成形位置处进行真空装袋的系统(900),该系统包括:

根据权利要求1所述的层板输送和压实设备(200);以及

控制器,该控制器布置成控制:(i)基于感测的层板位置信息拾取所述复合层板;(ii)基于感测的层板位置信息放置所述复合层板;以及(iii)基于在包括所述第一增压区(209)的第二增压区(211)中感测到的真空压力信息,将所述复合层板进行真空装袋。

16.根据权利要求15所述的系统(900),该系统进一步包括:

真空产生源(908),该真空产生源联接至被限定在所述顶层板材(204)和所述底层板材(208)之间的所述第一增压区(209)。

17.根据权利要求15或16所述的系统(900),该系统进一步包括:

位于所述成形位置处的成形工具(214),所述复合层板(100)放置在所述成形工具上。

18.根据权利要求15所述的系统(900),其中,所述第二增压区(211)大于所述第一增压区(209)并且包括所述第一增压区(209)。

层板输送和压实设备及其方法

技术领域

[0001] 本申请涉及复合结构，尤其涉及层板输送和压实设备及其方法。

背景技术

[0002] 通常使用切割机和成形工具来形成复合结构。切割机切割一片或多片复合层板材料，然后从切割机输送切割件并将其放置在成形工具上。然后将切割件在成形工具上固结以形成复合结构。将切割件输送至成形工具，将切割件放置在成形工具上，然后将切割件固结的已知方法是劳动密集型且费时的。希望克服输送复合层板材料的一个或多个切割件，在成形工具上放置和固结这些切割件以形成复合结构的已知方法的缺点。

发明内容

[0003] 在一方面，层板输送和压实设备包括：刚性框架；由柔性橡胶材料形成的顶层板材，其紧固至所述框架；由穿孔的柔性橡胶材料形成的底层板材，其具有开口。所述设备还包括由流动介质材料形成的中间层板材，其布置在限定于所述顶层板材和所述底层板材之间的第一增压区中。所述设备进一步包括联接至所述框架的移动装置，所述移动装置布置成将所述框架和所述板材降低到处于修剪位置处的复合层板上，从而当在所述第一增压区抽真空以经由所述底层板材的所述开口产生抽吸力时，利用所述抽吸力拾取所述复合层板。

[0004] 在另一方面，提供一种形成具有期望形状的复合结构的方法。该方法包括：通过使用来自第一真空密封室的抽吸力拾取位于第一位置处的复合层板；并且将所述复合层板从所述第一位置输送至第二位置。所述方法还包括：将所述复合层板放置在所述第二位置处的成形工具上；并且当将所述复合层板放置在所述第二位置处的所述成形工具上时，形成第二真空密封室。所述方法进一步包括在所述第二真空密封室中抽真空以提供真空袋结构，所述复合层板能在所述真空袋结构中固结。

[0005] 在又一方面，提供一种用于能够在修剪位置处拾取复合层板，将所述复合层板放置在成形位置处，然后在所述成形位置处进行真空装袋的系统。该系统包括：框架；以及由框架支撑的第一增压区。该系统还包括控制器，该控制器布置成控制：(i)基于感测的层板位置信息拾取所述复合层板；(ii)基于感测的层板位置信息放置所述复合层板；以及(iii)基于在包括所述第一增压区的第二增压区中感测到的真空压力信息，将所述复合层板进行真空装袋。

[0006] 根据以下详细描述、附图和所附权利要求，其他方面将变得显而易见。

附图说明

[0007] 图1是处于起始状态的复合层板的示例性切割件的截面的正视图。

[0008] 图2是根据实施方式构造的、图1的复合层板上的层板输送和压实设备的截面的正视图。

[0009] 图3是截面的正视图，示出了降低到图1的复合层板上的图2的层板输送和压实设备。

[0010] 图4是截面的正视图，示出了拾取复合层板的图3的层板输送和压实设备。

[0011] 图5是截面的正视图，示出了在成形工具上方移动的带有复合层板的图4的层板输送和压实设备。

[0012] 图6是截面的正视图，示出了降低到图5的成形工具上以形成复合结构的带有复合层板的图5的层板输送和压实设备。

[0013] 图7是截面的正视图，示出了从成形工具上的成形了的复合结构抬起的图6的层板输送和压实设备。

[0014] 图8是类似于图6的截面的正视图，示出了可以与层板输送和压实设备一起使用的可选的指状成形单元。

[0015] 图9是与图1的层板输送和压实设备相关联并且能够控制装置以形成复合结构的示例性计算机系统。

[0016] 图10是描绘根据实施方式的用于形成复合结构的示例性方法的流程图。

[0017] 图11是飞行器制造和服务方法的流程图。

[0018] 图12是飞行器的框图。

具体实施方式

[0019] 本申请涉及层板输送和压实设备及其方法。层板输送和压实设备及其方法的具体构造以及实施该设备和方法的行业可能会有所不同。应当理解，以下公开内容提供了用于实施各种实施方式的不同特征的多个实施方式或实施例。描述了部件和布置的具体实施例以简化本公开。这些仅是实施例，并不意图进行限制。

[0020] 举例来说，下面的公开内容描述了用于形成飞机部件的复合结构的层板输送和压实设备及方法。层板输送和压实设备及方法可以由原始设备制造商(OEM)按照军事和太空法规来实施。可以想象，可以在许多其他复合制造工业中实施所公开的层板输送和压实设备及方法。

[0021] 参照图1，示出了处于起始状态的复合层板100的示例性切割件的剖视图。所示的复合层板100搁置在切割位置的床/工作台102上。穿孔的阻隔膜104设置在复合层板100的顶部上。例如，可以在穿孔的阻隔膜104已经连接至复合层板100的状态下获得或制造复合层板100。复合层板100可以包括预浸渍环氧树脂的碳纤维材料。复合层板100可以包括网状修剪的复合层板，并且切割位置可以包括修剪位置。

[0022] 参照图2，示出了根据实施方式构造的、图1的复合层板上的层板输送和压实设备200的剖视图。设备200包括刚性框架202，顶层板材204紧固至刚性框架202。该设备还包括夹在顶层板材204和底层板材208之间的中间层板材206。顶层板材204包括固体柔性橡胶，中间层板材206包括流动介质207，并且底层板材208包括具有开口210的穿孔柔性橡胶。固体柔性橡胶材料和穿孔柔性橡胶材料例如可以包括硅橡胶。

[0023] 顶层板材204和底层板材208联接在一起使得提供第一增压区209(即，歧管)，其中设置有中间层板材206的流动介质207。第一增压区209由框架202支撑。当在真空管线212(与便携式真空产生源908流体联接)中对流动介质207抽真空时，中间层板材206的流动介

质207能够将真空压力从流动介质207传递至底层板材208的穿孔柔性橡胶中的开口210。例如，流动介质207包括可渗透材料，例如双平面网格或非编织织物。其他类型的流动介质207是可能的。

[0024] 参照图3，示出了剖视图，该剖视图示出了降低到复合层板100上的图2的层板输送和压实设备200。更具体地，底层板材208经由设置在复合层板100上的阻隔膜104而与复合层板100接合。阻隔膜104用作复合层板100和底层板材208之间的中间层。当真空管线212对顶层板材204和底层板材208之间的第一增压区209中的流动介质207抽真空时，流动介质207允许真空经由穿孔的底层板材208中的开口210传递至复合层板100。这允许复合层板100通过真空产生的抽吸力被拾取。与复合层板100可释放地联接的阻隔膜104被穿孔以允许真空从底层板材208传递至复合层板100。阻隔膜104还用作底层板材208与复合层板100之间的阻隔，以使复合层板100上的粘性树脂不会粘附至底层板材208。

[0025] 参照图4，示出了剖视图，该剖视图示出了拾取复合层板100(以及附接至复合层板100的阻隔膜104)的图3的层板输送和压实设备200。当抽吸力作用在复合层板100的顶部上以使复合层板100维持抵靠底层板材208时，层板输送和压实设备200由移动装置217控制成从床/工作台102抬起，从而拾取复合层板100。换句话说，阻隔膜104和附接的复合层板100起到密封设备200的底层板材208中的开口210的作用，从而在设备200和复合层板100之间形成抽真空的连接。移动装置217是常规的，因此将不对其进行描述。

[0026] 参照图5，示出了剖视图，该剖视图示出了在成形工具214上方移动的、带有复合层板100的图4的层板输送和压实设备200。示出了在成形位置处搁置在床/工作台215上的成形工具214，成形位置远离拾取复合层板100的切割位置。唇形密封件216布置在成形工具214的外周上。在图5中，层板输送和压实设备200处于准备好降低到成形工具214上的位置。

[0027] 参照图6，示出了剖视图，该剖视图示出了借助移动装置217降低到成形工具214上的、带有复合层板100的图5的层板输送和压实设备200。将复合层板100披覆在成形工具214上或披覆在成形工具214上的任何先前披覆的层上以产生第二增压区211，该第二增压区211大于第一增压区209并且包括第一增压区209。第二增压区211包括第一增压区209，并且部分地限定在复合层板100的边缘107和成形工具214上的唇形密封件216之间。

[0028] 当设备200从图5中所示的位置降低至图6中所示的位置时，顶层板材204、中间层板材206和底层板材208折曲并弯折以符合成形工具214的形状。当这发生时，复合层100在成形工具214和底层板材208之间被压实。压实的复合层板100也折曲并弯折以符合成形工具214的形状。阻隔膜104为底层板材208提供了在底层板材208拉伸时在复合层板100上滑动的能力，使得复合层板100在设备200降低到成形工具214上时不会过度拉伸。

[0029] 对于可能需要的任何附加数量的复合层板，重复在切割位置拾取复合层板100，将其输送到成形位置，然后将其降低到成形工具214上的上述过程。这在成形工具214上形成复合层板叠层(即，一个或多个复合层板)。在设备200将最后的复合层板放置到成形工具214上并且复合层板叠层包含所期望数量的复合层板之后，设备200保持在降低的位置(如图6中所示)。可以使用任何常规的层板铺叠装置来形成一个或多个层板。层板铺叠装置可以将单向带或丝束以相邻且连续的布置铺叠。每个层板均可以具有不同的纤维取向。每个层板均可在铺叠之前进行网状修剪。

[0030] 当设备200处于图6中所示的位置时，经由真空管线212对中间层板材206的流动介

质207抽真空。如上所述，流动介质207允许真空经由穿孔的底层板材208中的开口210传递至成形工具214上的复合层板100。唇形密封件216在成形工具214和底层板材208之间提供真空密封。成形工具214的材料是不可渗透的。因此，图6中所示的复合层板100处于由设备200、成形工具214和唇形密封件216限定的第二增压区211的真空密闭的封装(即，“真空袋结构”)中。

[0031] 图6中示出的复合层板100呈其期望的形状，该形状对应于成形工具214的形状(或者对应于成形工具214上的任何先前披覆的层板的形状)。只要期望使得复合层板100能够被真空袋环境中的真空压得更实，就可以允许复合层100保持在图6的位置。

[0032] 参照图7，剖视图示出了从已放置在成形工具214上的固结复合层板101抬起的设备200。图7中所示的固结复合层板101由附图标记“101”表示，以使其区别于图1至图6中所示的复合层板100。当设备200从图6中所示的位置抬起至图7中所示的位置时，真空袋结构中的真空被释放，并且固结的复合层板101可以经受进一步处理(例如，固化)，或者可将一个或多个另外的复合层板100铺叠在固结的复合层板101上以形成固结的复合层板的叠层。

[0033] 参照图8，示出了类似于图6的剖视图。特别地，图8示出了可与图6的设备200一起使用的可选的指状成形单元220，以提供复合层板的机械成形。为了避免混淆，使用与图6中相似的附图标记并加上后缀“a”来描述图8中的实施方式。可选的指状成形单元220可以包括任何合适的可商购的指状成形单元，以例如在轮廓224和拐点226中或周围对复合层板100a进行机械成形。指状成形单元的结构和操作是已知的且常规的，因此将不再描述。

[0034] 可选的指状成形单元220是CNC控制的。因此，不需要传感器。使用气压缸(未示出)将可选的指状成形单元220降低到设备200a上，以促进复合层板100a的成形。可选的指状成形单元220和顶层板材204a之间布置有滑动面222。滑动面222的材料允许可选的指状成形单元220相对于成形工具214滑动到位以施加机械压力，从而消除跨越拐点226的桥接。可选的指状成形单元220的尺寸和形状可以设定成符合成形工具214，使得避免跨越拐点的桥接。滑动面222可以包括可拉伸的材料，例如涂覆有Teflon™(The Chemours Company的商标)的玻璃纤维，例如可以从位于英国的Armalon Limited商购获得。

[0035] 参照图9，示出了示例计算机系统900，该计算机系统900与图2的层板输送和压实设备200相关联并且能够控制装置以形成固结的复合层板101(图7)或固结的复合层板的叠层。计算机系统900包括处理单元902，该处理单元902执行存储在内部数据存储单元904、外部数据存储单元(未示出)或其组合中的指令。处理单元902可以包括任何类型的技术。例如，处理单元902可以包括通用电子处理器。其他类型的处理器和处理单元技术也是可能的。内部数据存储单元904可以包括任何类型的技术。例如，内部数据存储单元904可以包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、固态存储器或其任何组合。其他类型的存储器和数据存储单元技术是可能的。

[0036] 计算机系统900还包括若干输入/输出(I/O)装置906，输入/输出(I/O)装置906可以包括任何类型的技术。例如，I/O装置906可以包括小型键盘、键盘、触敏显示屏、液晶显示器(LCD)屏幕、麦克风、扬声器或其任意组合。其他类型的I/O装置和技术也是可能的。可选的感测单元910将输入信号提供给计算机系统900。本文所述的可选的指状成形单元220也可将输入信号提供给计算机系统900。

[0037] 处理单元902控制层板输送和压实设备200以拾取复合层板的切割件。处理单元

902还控制真空产生源908以经由第一增压区209中的真空管线212(即,对中间层板材206的流动介质207)抽真空,从而使成形工具214上的成形的复合层板100可以在如本文中所述的真空密闭环境中固化。处理单元902还控制可选的指状成形单元220和移动装置217。

[0038] 计算机系统900可以包括基于计算机数控(CNC)的系统。基于CNC的系统依赖于位置坐标(例如,(x,y,z)坐标),该位置坐标是存储在计算机系统900的数据存储单元904中的预先创建的CNC程序的参数的一部分。存储的位置坐标使得能够控制层板输送和压实设备200以及指状成形单元220。

[0039] 复合层板100(图1)在切割位置的床/工作台102(图1)上的位置坐标被存储在预先创建的NC程序中。存储的复合层板的位置坐标告知设备200其需要移动以拾取复合层板100的位置。存储的复合层板100的坐标还告知设备200其需要移动以将复合层板100输送到位于成形位置处的床/工作台215上的成形工具214上方的位置。对用于形成最终复合结构的所有复合层板(即一个或多个复合层板)重复该过程。

[0040] 图8的可选的指状成形单元220的位置坐标以及指状成形单元220的大小和尺寸和成形工具214的构造也存储在预先创建的NC程序中,期望接口位于设备200的顶部上。该信息告知气压缸(未示出)或任何其他类型的移动系统其需要移动以对准的位置,以便可以将指状成形单元220降低到适当的位置以利于形成复合结构。可以想到的是,不需要传感器来使图9所示的计算机系统900能够控制层板输送和压实设备200的操作以形成复合结构。

[0041] 尽管以上描述将计算机系统900描述为不需要传感器来控制板层板输送和压实设备200的操作,但是可以想到的是,提供可选的感测单元910来相对于由NC程序中存储的位置坐标所指示的位置来确定复合层板的位置和/或验证复合层板的位置。可以相应地(借助处理单元902进行的反馈控制)调整任何检测到的复合层板的位置差异,以将设备200与复合层板准确对准。可选的感测单元910例如可以包括高架摄像机/光学识别系统。还考虑将雷达、激光雷达、视频感测等用于感测位置。

[0042] 参照图10,流程图1000描绘了根据实施方式用于操作图9的示例性计算机系统以控制设备200的操作以形成复合结构的示例性方法。在框1002中,通过使用来自第一真空密封室的抽吸力在第一位置拾取复合层板。然后,过程进行至框1004,在框1004中,将复合层板从第一位置输送至第二位置。然后,在框1006中,将复合层板放置在第二位置处的成形工具上。如框1008中所示,当将复合层板放置在第二位置处的成形工具上时,形成第二真空密封室。在框1010中,在第二真空密封室中抽真空以提供真空袋结构,复合层板可以在该真空袋结构中固结。然后该过程结束。

[0043] 在一些实施方式中,将复合层板放置在任何先前被披覆的层板上,使得复合层板披覆成形为先前披覆的层板的轮廓或成形工具的轮廓。

[0044] 在一些实施方式中,在第二真空密封室中抽真空以提供真空袋结构,在该真空袋结构中由多个复合层板形成复合预成型件。

[0045] 在一些实施例中,该方法进一步包括允许复合预成型件借助于真空袋结构中的真空被压实,从而形成具有期望形状的复合结构。

[0046] 在一些实施方式中,真空袋结构中的真空被释放,并且移除具有期望形状的形成的复合结构。

[0047] 在一些实施方式中,在拾取复合层板之前修剪复合层板。

[0048] 应显然可见的是，上述设备200是机器人控制的。消除了操作人员将切下的复合层板拾取并输送至成形工具的需求。这样，提供了形成复合结构的自动化过程。因此，自动化过程减少了对形成的复合结构的潜在损坏。

[0049] 还应显然可见的是，顶层板材204和底层板材208限定了第一增压区209，经由该第一增压区209可以从真空产生源908抽真空。包括处理单元902的计算机系统900控制包括真空产生源908的装置，以控制：(i)基于感测的层板位置信息拾取复合层板100；(ii)基于感测的层板位置信息放置复合层板100；并且(iii)基于在包括第一增压区209的第二增压区211中感测到的真空压力信息，将复合层板100置于真空袋中。

[0050] 应进一步显然可见的是，上述层板输送和压实设备200兼用作复合板层板载体和真空袋。设备200用作真空“卡盘”以保持复合层板，从而能够以精确的分度将复合层板从切割位置(或修剪位置)输送至成形位置。设备200还用作真空袋，以允许复合层板借助于真空袋中的真空被进一步压实，从而利用精确分度形成固结的复合层板。单个装置既可以用来承载复合层板，又可以用于真空固结复合层板。这不仅减少了形成复合结构所需的工厂占地面积，而且减少了形成复合结构所需的时间，因为减少了切割复合层板与将切割的复合层板放置在成形工具上之间的时间。因此，降低了总生产成本。

[0051] 还应显然可见的是，复合层板以精确的分度放置在成形位置处的成形工具上。这提供了复合层板到成形工具上的期望成形位置的更精确和可重复的分度。而且，当使用本文中描述的真空袋结构时，不需要在施加单独的真空袋的步骤之前撤回装置的步骤。这是因为本文中所述的真空袋结构实际上是真空袋，并且是在将复合层板放置到成形工具上时形成的。因此，真空袋结构不仅消除了在形成复合结构之后对修剪器的需要，而且消除了在压实一个或多个复合层板的叠层以形成复合结构期间对单独的真空袋的需要。

[0052] 可以在如图11中所示的飞行器制造和保养方法1100和如图12中所示的飞行器1102的背景下描述本公开的实施例。在前期生产过程中，飞行器制造和保养方法1100可以包括飞行器1102的规格和设计1104及材料采购1106。在生产过程中，进行飞行器1102的部件和子组件制造1108以及系统整合1110。此后，飞行器1102可经过检定和交付1112以便投入服役1114。在由客户保养期间，飞行器1102被安排进行例行维护检修1116(这也可以包括改造、重构、翻新等)。

[0053] 可由系统集成商、第三方及/或操作员(例如客户)进行或执行方法1100的各个过程。为了本描述之目的，系统集成商可以包括但不限于任一数量的飞行器制造商与主系统分包商；第三方可包括但不限于任一数量的供应商、转包商以及供货商；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。

[0054] 如图12中所示，由示例性方法1100生产的飞行器1102可以包括具有多个系统1120与内饰1122的机体1118。多个系统1120的实施例包括推进系统1124、电气系统1126、液压系统1128以及环境系统1130中的一个或多个。可以包括任一数量的其它系统。

[0055] 公开的设备与方法可在飞行器制造和保养方法1100的任一个或多个阶段中采用。作为一个实施例，可以使用所公开的设备和方法来组装飞行器1102的一个或多个部分。作为另一实施例，可以使用所公开的设备和方法来组装与部件/子组件制造1108、系统集成1110和/或维护检修1116相对应的部件或子组件。作为另一实施例，可以使用所公开的设备和方法来构建机体1118。而且，可在部件/子组件制造1108和/或系统集成1110期间利用一

个或多个设备实施例、方法实施例或者其组合，例如大幅地加快飞行器1102(例如机体1118和/或内饰1122)的组装或减少飞行器1102的成本。类似地，可在例如但不限于飞行器1102在保养时(例如维护检修1116时)利用一个或多个系统实施例、方法实施例或者其组合。

[0056] 可以以软件、硬件、固件或其组合来实施所公开的实施方式的各方面。系统的各个要素可以单独地或组合地实施成有形地体现在机器可读存储装置(存储介质)中的计算机程序产品(指令程序)，以供处理器执行。实施方式的各个步骤可以由执行有形地体现在计算机可读介质上的程序的计算机处理器进行，以通过对输入进行操作并生成输出来执行功能。计算机可读介质可以是例如存储器、诸如光盘或闪存驱动器之类的可移动介质，使得体现所公开实施方式的方面的计算机程序可以被加载到计算机上。

[0057] 在飞行器的背景下描述了上述设备和方法。然而，本领域普通技术人员将容易认识到，所公开的设备和方法适用于多种应用，并且本公开不限于飞行器制造应用。例如，所公开的设备和方法可以在各种类型的交通工具中实施，包括例如直升机、客船、汽车、船用产品(艇、马达等)等。也可以考虑非交通工具应用。

[0058] 而且，尽管以上描述描述了根据军事和太空法规在航空工业中形成用于飞机部件的复合结构的设备和方法，但是可以预期，可以实施该设备和方法以有助于根据适用的行业标准在任何行业中形成复合结构。可以根据特定应用来选择和定制特定的设备和方法。

[0059] 本公开包括根据以下条款的实施方式：

[0060] 条款1：层板输送和压实设备200，包括：

[0061] 刚性框架202；

[0062] 由柔性橡胶材料形成的顶层板材204，其紧固至框架202；

[0063] 由穿孔的柔性橡胶材料形成的底层板材208，其具有开口210；和

[0064] 由流动介质材料形成的中间层板材206，其布置在限定于顶层板材204和底层板材208之间的第一增压区209中。

[0065] 条款2：根据条款1的层板输送和压实设备200，进一步包括联接至框架202的移动装置217。

[0066] 条款3：根据条款1或2的层板输送和压实设备200，其中，移动装置217构造成将框架202和板材204、206、208降低到处于修剪位置处的复合层板100上，并且当在第一增压区209抽真空以经由底层板材208的开口210产生抽吸力时，利用抽吸力拾取复合层板100。

[0067] 条款4：根据条款1至3中的任一项的层板输送和压实设备200，其中，移动装置217布置成将已经从修剪位置拾取的复合层板100输送至成形位置。

[0068] 条款5：根据条款1至4中任一项的层板输送和压实设备200，其中，移动装置217布置成将复合层板披覆在位于成形位置处的成形工具214上或披覆在成形工具214上的任何先前披覆的层板上以创建第二增压区211，该第二增压区大于第一增压区209。

[0069] 条款6：根据条款1至5中的任一项的层板输送和压实设备200，其中，第二增压区211包括第一增压区209，并且被部分地限定在复合层板100的边缘与成形工具214上的唇形密封件216之间。

[0070] 条款7：根据条款1至6中任一项的层板输送和压实设备200，进一步包括便携式真空产生源908，该便携式真空产生源可以在第二增压区211抽真空以提供真空袋结构，复合层板100可以在该真空袋结构中固结。

[0071] 条款8:制作飞行器1102的一部分,包括使用条款1至7中任一项的层板输送和压实设备200。

[0072] 条款9:一种形成具有所需形状的复合结构的方法1000,该方法包括:

[0073] 通过使用来自第一真空密封室的抽吸力拾取1002位于第一位置处的复合层板;

[0074] 将复合层板从第一位置输送1004至第二位置;

[0075] 将复合层板放置1006在第二位置处的成形工具上;

[0076] 当将复合层板放置在第二位置处的成形工具上时,形成1008第二真空密封室;并且

[0077] 在第二真空密封室中抽真空1010以提供真空袋结构,复合层板可以在该真空袋结构中固结。

[0078] 条款10:根据条款9的方法1000,其中将复合层板放置在第二位置处的成形工具上1006包括将复合层板放置在任何先前披覆的层板上,使得复合层板被披覆成形为先前披覆的层板的轮廓或成形工具的轮廓。

[0079] 条款11:根据条款9或10的方法1000,进一步包括在第二真空密封室中抽真空以提供真空袋结构,在该真空袋结构中由多个复合层板形成复合预成型件。

[0080] 条款12:根据条款9至11中的任一项的方法1000,进一步包括允许复合预成型件借助于真空袋结构中的真空被压实,从而形成具有期望形状的复合结构。

[0081] 条款13:根据条款9至12中任何一项的方法1000,进一步包括:

[0082] 释放真空袋结构中的真空;并且

[0083] 移除具有所期望形状的形成的复合结构。

[0084] 条款14:根据条款9至13中任一项的方法1000,其包括在拾取复合层板之前修剪复合层板。

[0085] 条款15:根据条款9至14中的任一项的方法1000,其中,所述方法由计算机进行,该计算机具有执行一个或多个指令程序的存储器,指令程序有形地体现在计算机可读的存储介质中。

[0086] 条款16:根据条款9至15中任何一项的方法1000制作的飞行器1102的一部分。

[0087] 条款17:一种用于能够在修剪位置处拾取复合层板100,将复合层板100放置在成形位置处,然后在成形位置处进行真空装袋的系统900,该系统包括:

[0088] 框架202;

[0089] 由框架202支撑的第一增压区209;以及

[0090] 控制器,该控制器布置成控制:(i)基于感测的层板位置信息拾取复合层板;(ii)基于感测的层板位置信息放置复合层板;以及(iii)基于在包括第一增压区209的第二增压区211中感测到的真空压力信息,将复合层板100置于真空袋中。

[0091] 条款18:根据条款17的系统900,其中,第一增压区209限定在顶层板材204和底层板材208之间,顶层板材204是柔性的并由框架202支撑,底层板材208是柔性、穿孔的并且由框架202支撑。

[0092] 条款19:根据条款17或18的系统900,其中,框架202是刚性的,顶层板材204包括柔性橡胶材料,并且底层板材208包括柔性橡胶材料。

[0093] 条款20:条款17至19中的任一项的系统900,进一步包括真空产生源908,该真空产

生源联接至限定在顶层板材204和底层板材208之间的第一增压区209。

[0094] 条款21:条款17至20中任一项的系统900,进一步包括成形工具214,复合层板100放置在成形工具上。

[0095] 条款22:根据条款17至21中的任一项的系统900,其中,第二增压区211大于第一增压区209,并且包括第一增压区209。

[0096] 此外,尽管已经示出和描述了公开的实施方式的各个方面,但是本领域技术人员在阅读说明书后可以想到变型例。本申请包括这样的变型例并且仅受权利要求的范围限制。

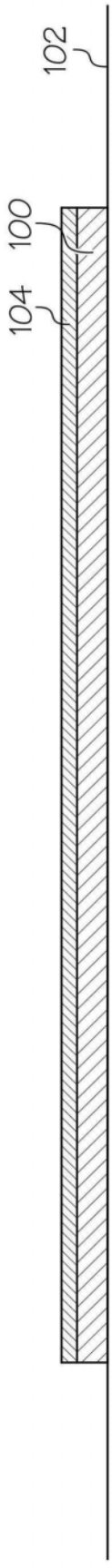


图1

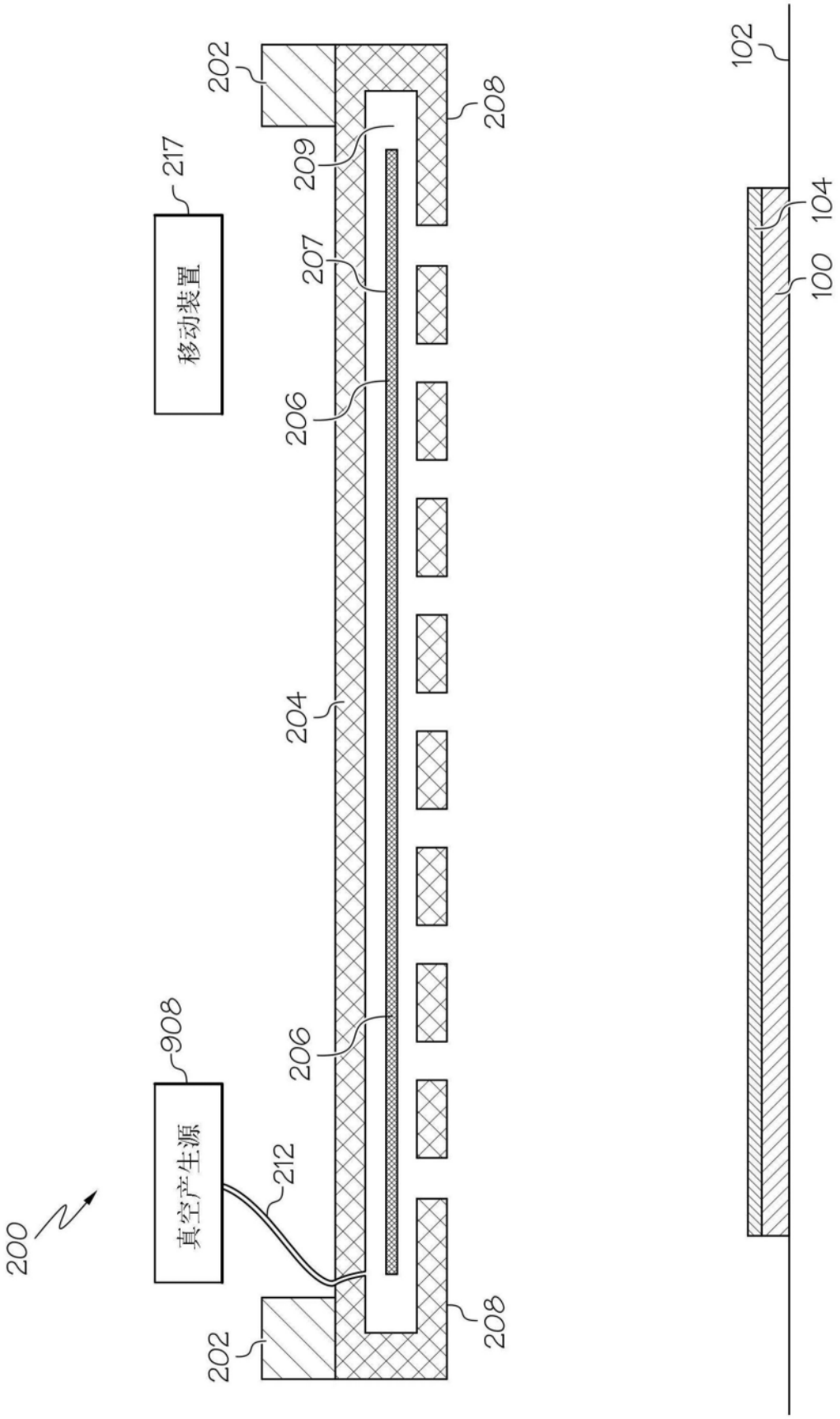


图2

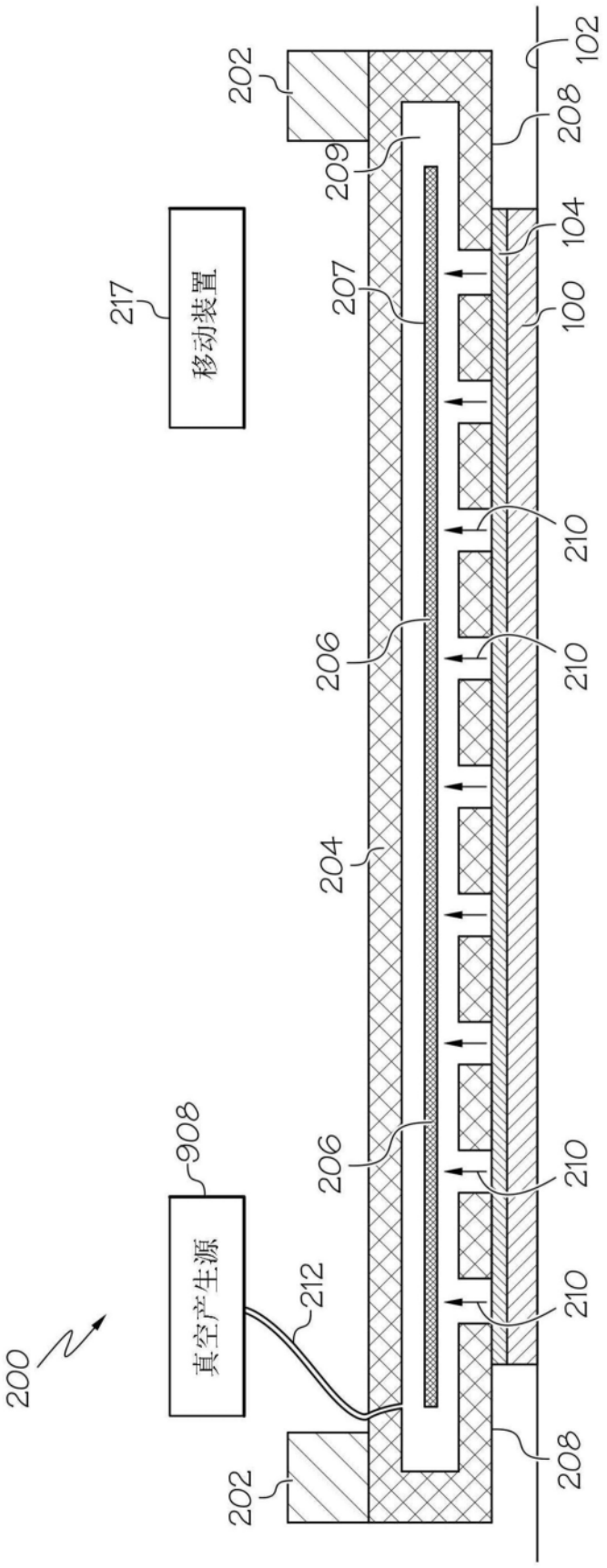

200
202
202
204
206
206
207
208
208
209
210
210
210
210
212
217
移动装置
908
真空产生源
100
102
104

图3

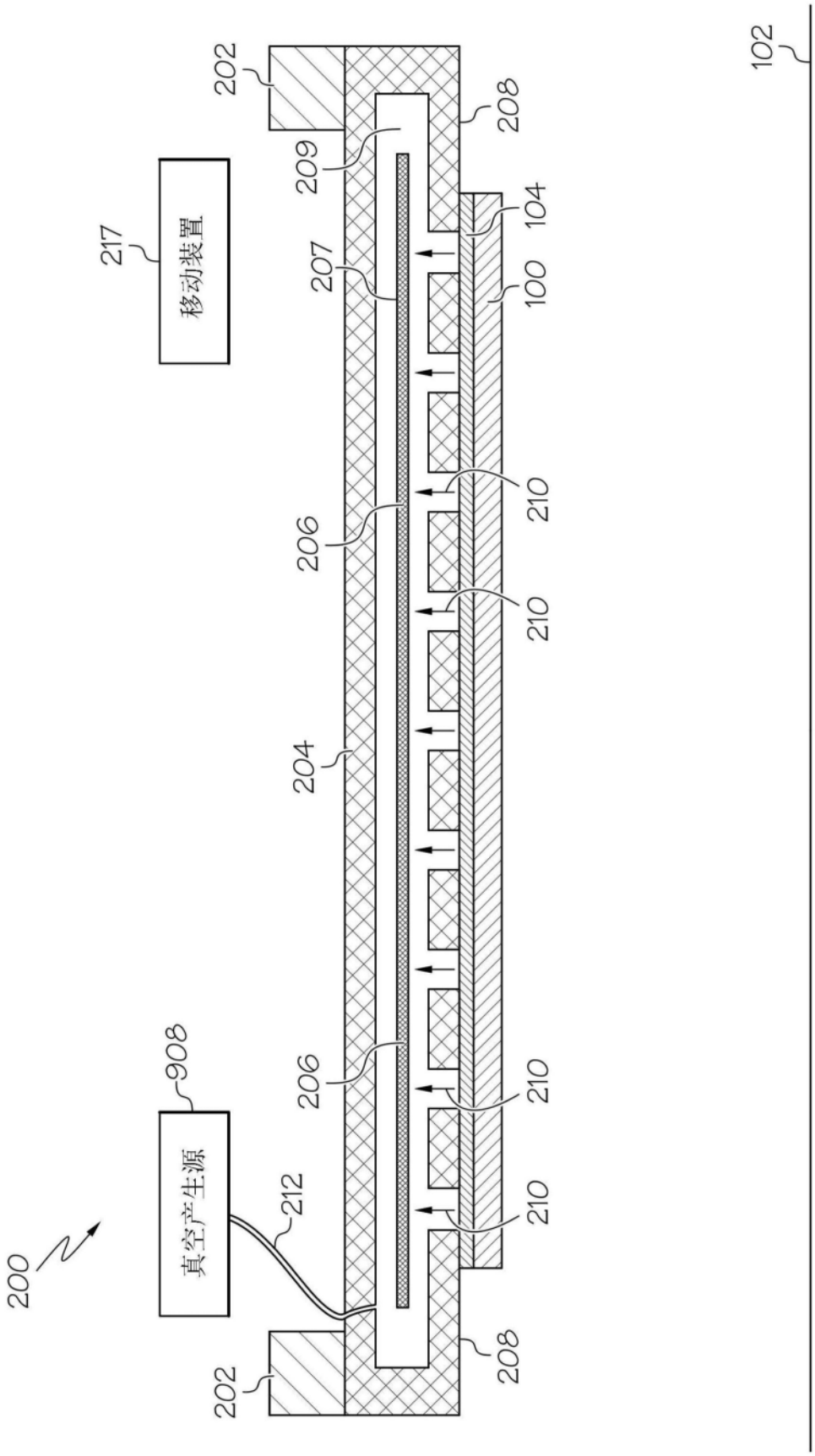

102
202
208
209
104
217
移动装置
207
100
210
206
210
204
908
206
210
真空产生源
212
210
200
208
202

图4

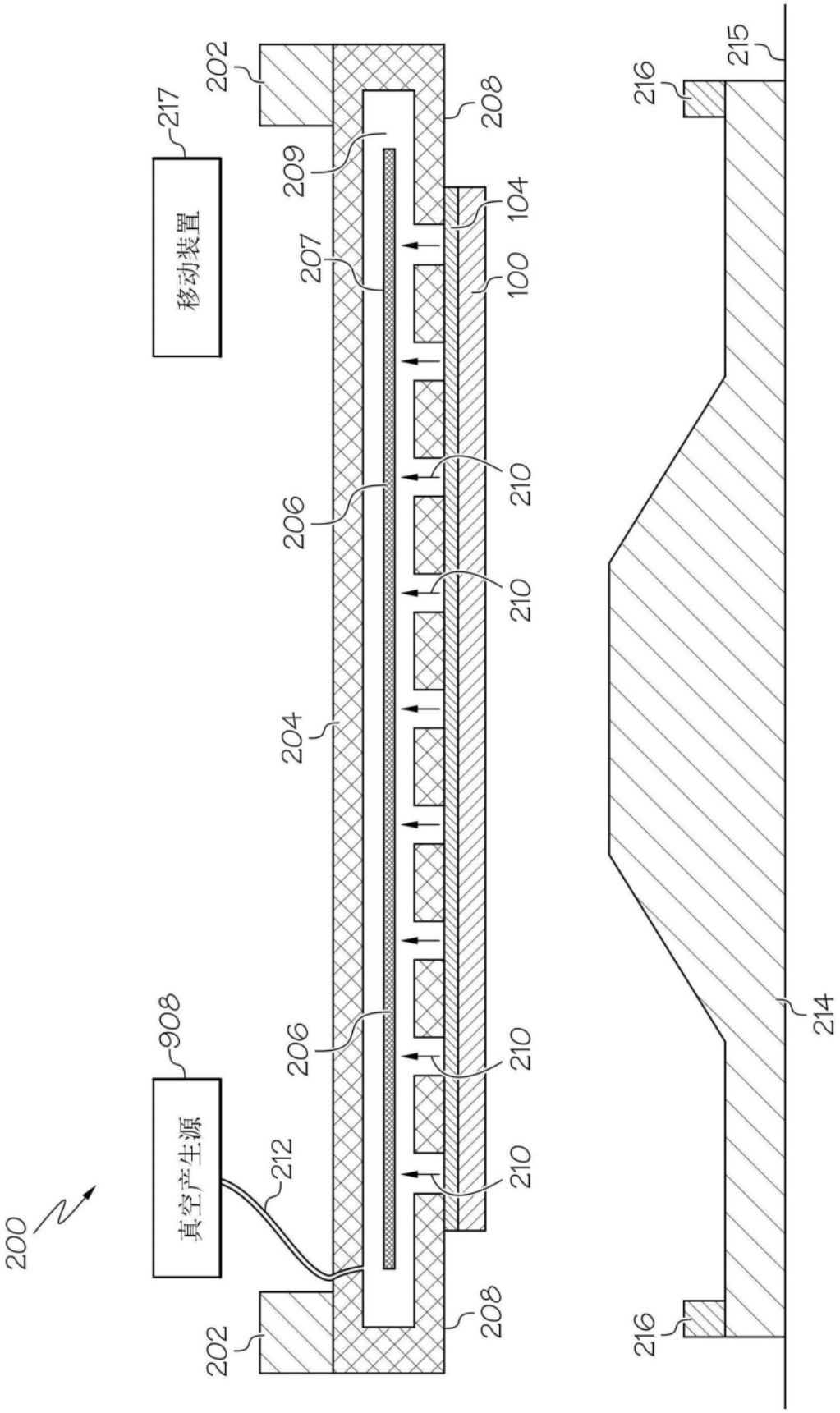

200
202
202
204
206
206
207
208
208
209
210
210
210
210
212
214
215
216
216
217
移动装置
真空产生源
908
100
104

图5

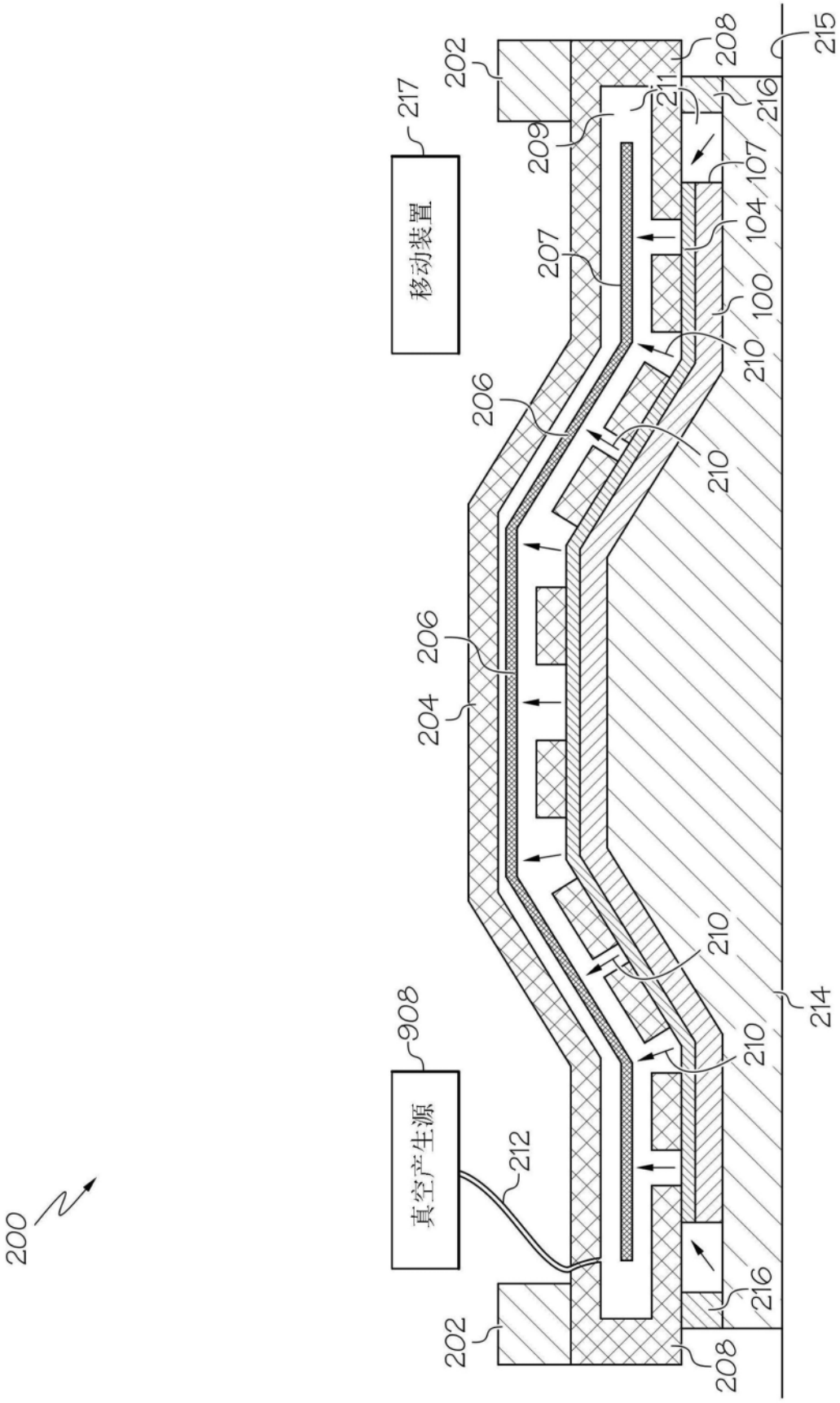

200
移动装置
217
真空产生源
908
212
202
202
204
206
206
207
208
208
209
210
210
210
210
211
214
215
216
216
100
104
107

图6

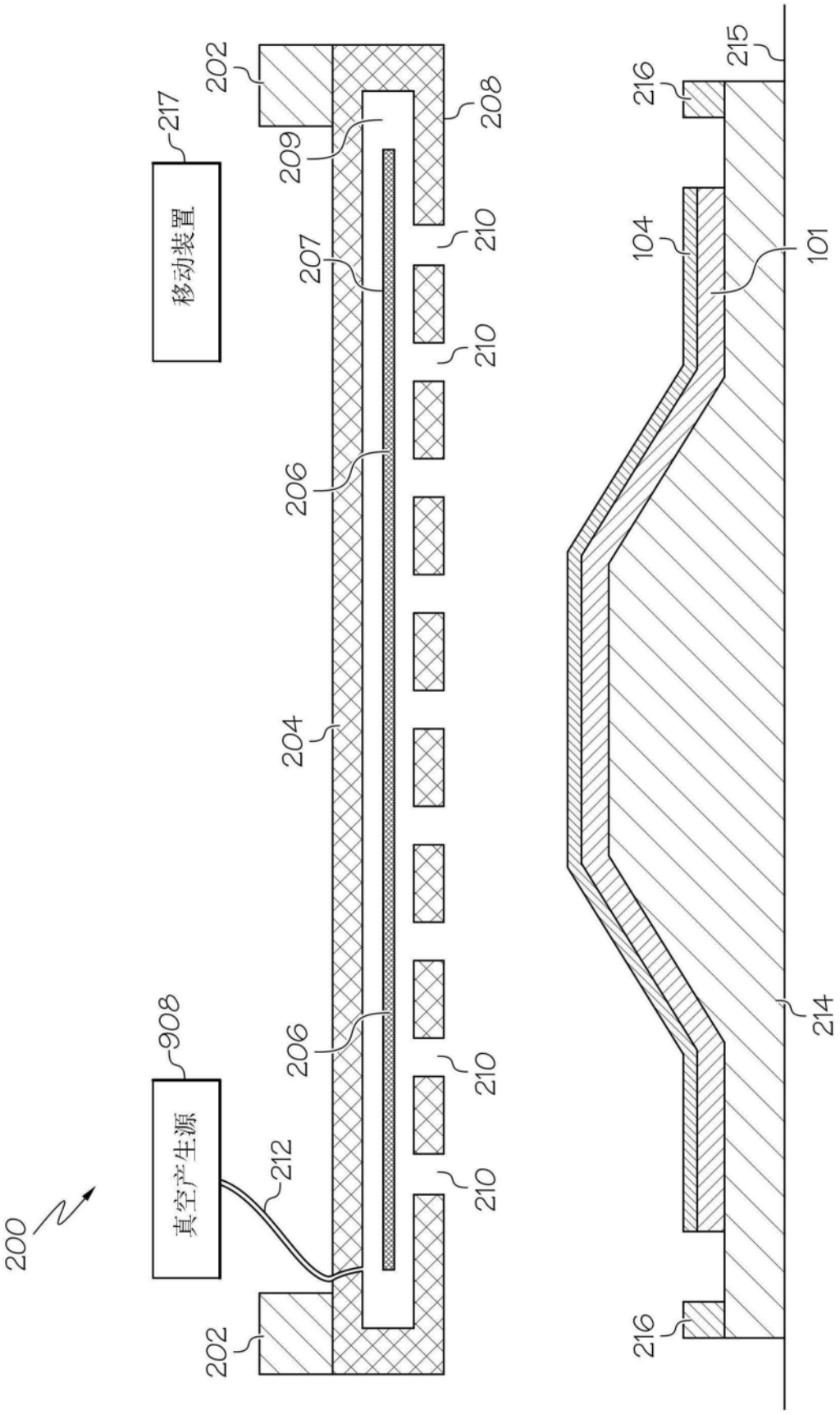

200
202
202
217
移动装置
908
真空产生源
212
209
208
207
210
210
206
204
206
210
210
215
216
216
104
101
214

图7

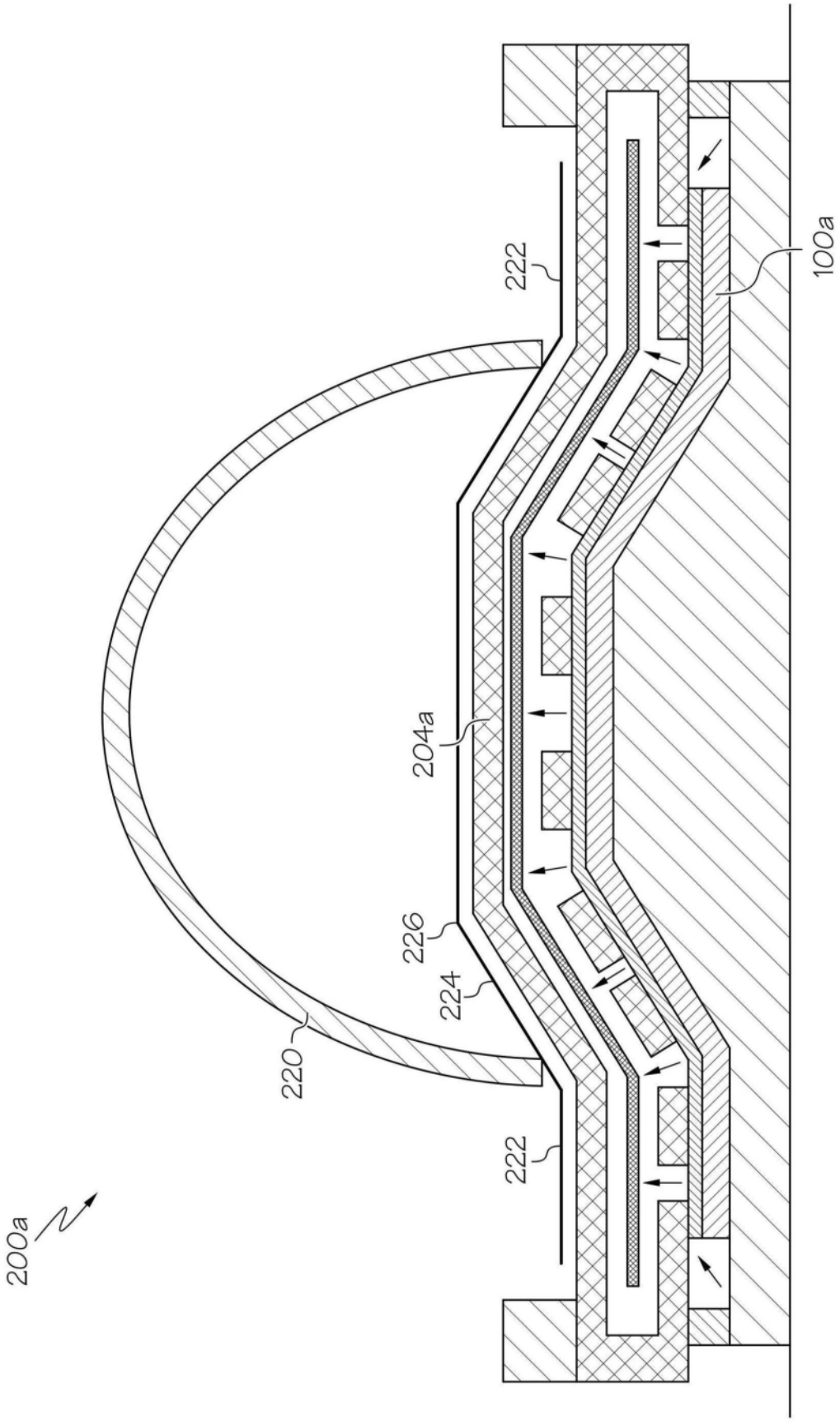


图8

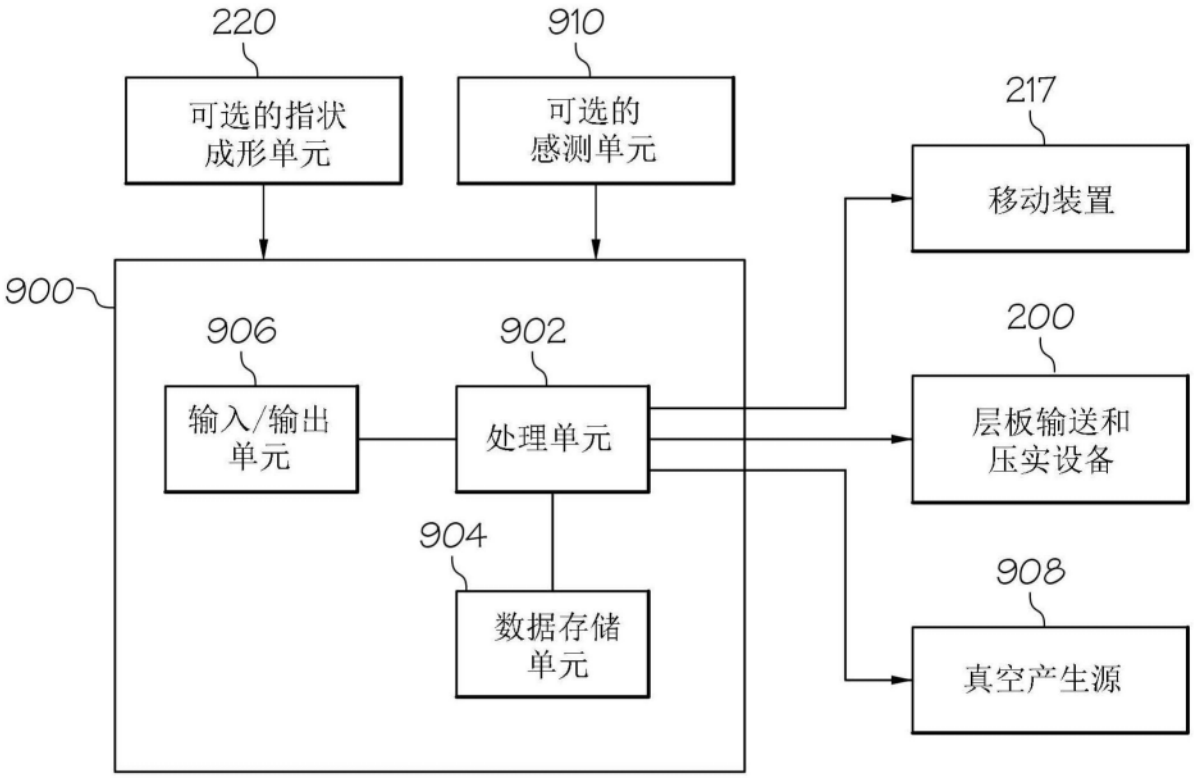

220
910
可选的指状成形单元
可选的感测单元
217
移动装置
900
906
902
输入/输出单元
处理单元
200
层板输送和压实设备
904
908
数据存储单元
真空产生源

图9

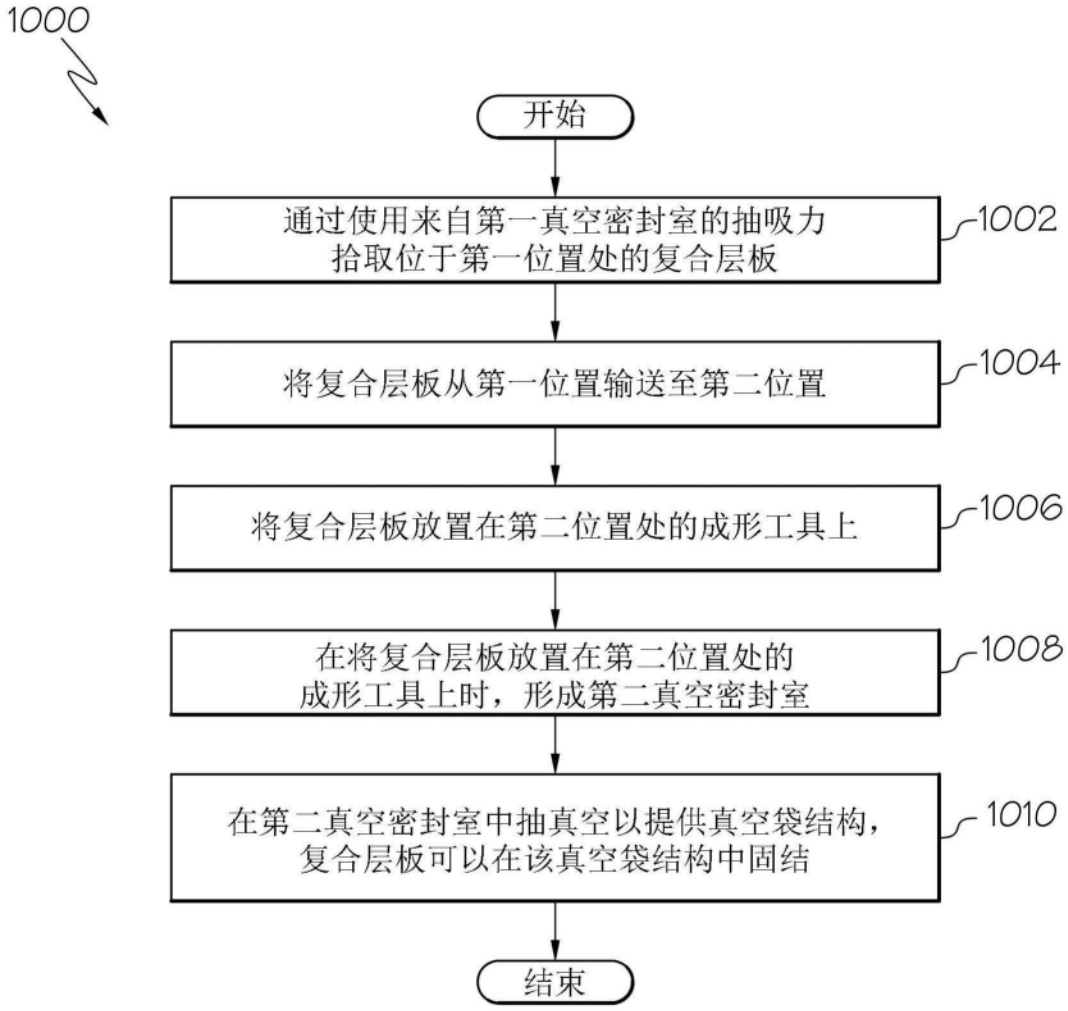

1000
开始
通过使用来自第一真空密封室的抽吸力
拾取位于第一位置处的复合层板
1002
将复合层板从第一位置输送至第二位置
1004
将复合层板放置在第二位置处的成形工具上
1006
在将复合层板放置在第二位置处的
成形工具上时，形成第二真空密封室
1008
在第二真空密封室中抽真空以提供真空袋结构，
复合层板可以在该真空袋结构中固结
1010
结束

图10

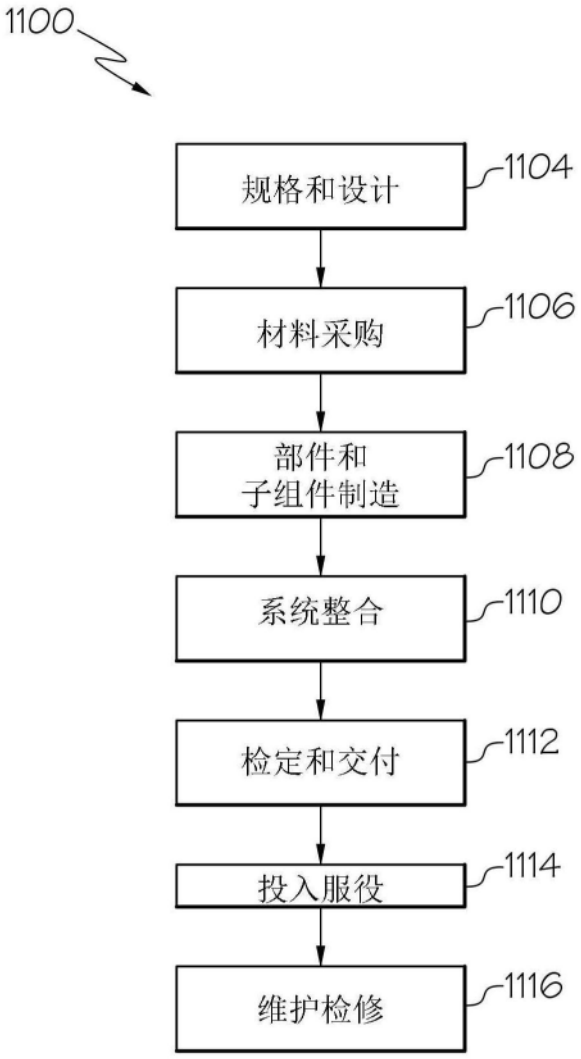

1100
规格和设计
1104
材料采购
1106
部件和
子组件制造
1108
系统整合
1110
检定和交付
1112
投入服役
1114
维护检修
1116

图11

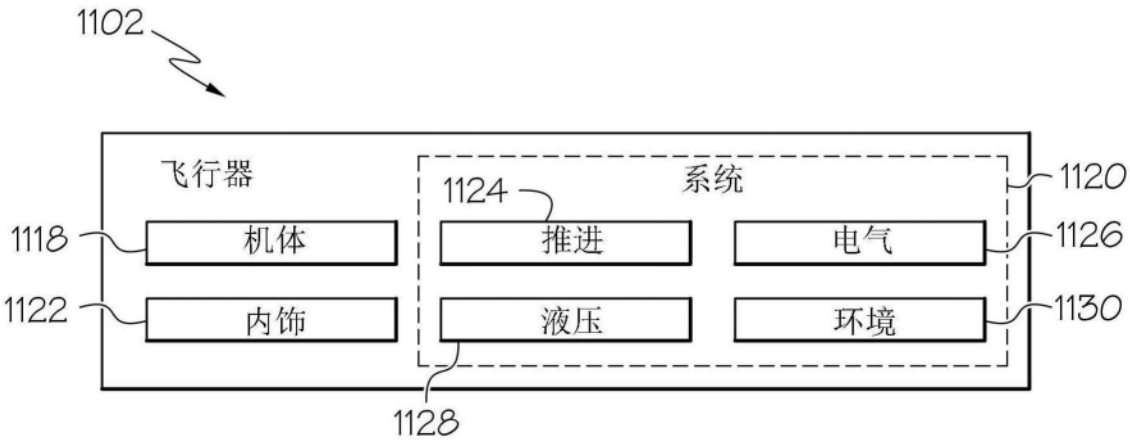

1102
飞行器
系统
1120
1124
1118
机体
推进
电气
1126
1122
内饰
液压
环境
1130
1128

图12