(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110920093 A
(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911265573.6

(22)申请日 2014.02.14

(30)优先权数据
13/789,965 2013.03.08 US

(62)分案原申请数据
201480009859.7 2014.02.14

(71)申请人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 K·H·格里斯 D·P·维特尔
M·J·格雷夫斯

(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 张凯

(51)Int.Cl.
B29C 70/14(2006.01)
B29C 70/38(2006.01)
B29K 105/14(2006.01)
B29K 105/26(2006.01)
B29L 31/30(2006.01)

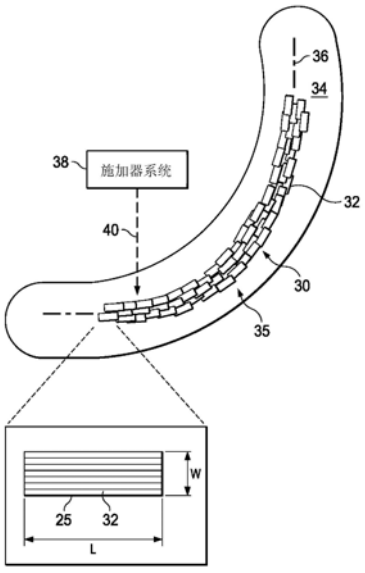
权利要求书2页 说明书11页 附图19页

(54)发明名称

使用转向的不连续纤维预浸件形成复合特征

(57)摘要

本发明涉及使用转向的不连续纤维预浸件形成复合特征。通过将单个切短的纤维预浸段安置和转向到基板上来铺放复合结构的层间特征。



CN 110920093 A

1.一种形成具有不连续增强纤维的复合特征的方法,其包括:

制备多个注入树脂的纤维段,每个注入树脂的纤维段均具有单向增强纤维;

将所述注入树脂的纤维段安置在基板上,其中通过将注入树脂的纤维段引入到空气射流中并且使用所述空气射流使所述注入树脂的纤维段从施加器头部流动到所述基板上来实现将所述注入树脂的纤维段安置在基板上;以及

编排所述注入树脂的纤维段,使得被安置在所述基板上的注入树脂的纤维段的所述增强纤维相对于所需的参考取向大体对齐。

2.根据权利要求1所述的方法,其中制备所述注入树脂的纤维段包括将废料纤维预浸件切短成单个的小片。

3.根据权利要求1所述的方法,其中制备所述注入树脂的纤维段通过沿所述增强纤维且在所述增强纤维之间使纤维预浸件裂开为单个的小片来实现。

4.根据权利要求1所述的方法,其中将所述注入树脂的纤维段安置在所述基板上包括:

在所述基板上方移动施加器,以及

当所述施加器在所述基板上方移动时,将所述注入树脂的纤维段从所述施加器分配到所述基板上。

5.根据权利要求4所述的方法,其中编排所述注入树脂的纤维段包括当所述注入树脂的纤维段从所述施加器被分配到所述基板上时对齐所述注入树脂的纤维段。

6.根据权利要求4所述的方法,其中制备所述注入树脂的纤维段通过如下方式来实现:

从所述施加器拉伸连续的纤维预浸件带,以及

当所述注入树脂的纤维段从所述施加器被分配到所述基板上时,将所述预浸带切短成所述注入树脂的纤维段。

7.根据权利要求4所述的方法,其中从所述施加器分配所述注入树脂的纤维段包括将所述注入树脂的纤维段的带宽分配到所述基板上。

8.根据权利要求1所述的方法,其中使所述注入树脂的纤维段流动通过如下方式实现:

将所述注入树脂的纤维段引入到空气射流中,以及

使用所述空气射流将所述注入树脂的纤维段投出到所述基板上。

9.根据权利要求1所述的方法,其中编排所述注入树脂的纤维段在所述注入树脂的纤维段已经被安置在所述基板上之后实现。

10.根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

在所述注入树脂的纤维段被安置在所述基板上之前施加树脂到所述基板。

11.根据权利要求1所述的方法,进一步包括在所述注入树脂的纤维段被安置在所述基板上之前在每个所述注入树脂的纤维段的至少一端上施加树脂。

12.一种将复合材料铺放在基板上的方法,其包括:

将单个的切短的纤维预浸段安置在所述基板上,其中通过将注入树脂的纤维段引入到空气射流中并且使用所述空气射流使所述注入树脂的纤维段从施加器头部流动到所述基板上来实现将所述注入树脂的纤维段安置在基板上;以及

控制所述预浸段在所述基板上的取向。

13.根据权利要求12所述的方法,其中将所述预浸段安置在所述基板上通过如下方式实现:

沿所需的路径在所述基板上方移动施加器头部,以及

当所述施加器在所述基板上方移动时,将所述预浸段从所述施加器头部分配到所述基板上。

14.根据权利要求13所述的方法,其中控制所述预浸段的取向通过相对于所需的取向大体对齐从所述施加器头部分配的所述预浸段来实现。

15.根据权利要求12所述的方法,其中控制所述预浸段的取向包括在所述预浸段已经被安置在所述基板上之后改变所述预浸段的取向。

使用转向的不连续纤维预浸件形成复合特征

[0001] 本申请是申请日为2014年2月14日、发明名称为“使用转向的不连续纤维预浸件形成复合特征”的中国专利申请No.201480009859.7(PCT/US2014/016533)的分案申请。

技术领域

[0002] 本公开大体涉及使用纤维预浸件制作复合材料层压件结构,而且更特别地涉及用于通过以所需的纤维取向将不连续纤维预浸件转向(steering)到基板上形成复合结构特征的方法和装置。

背景技术

[0003] 可以在铺放过程中通过控制纤维取向来优化复合材料层压件结构的强度、刚度和负载传递特性。可以使用预浸带、纤维束或宽幅物品,采用自动纤维安置设备或者手工安置技术铺放材料来铺放传统的复合材料层压件。一般地,所得的复合结构大体上表现出整体一致的结构特性。然而,在一些情况下,控制在复合材料层压件的局部区域的厚度和/或纤维取向以便优化其结构特性和/或引起更高的局部应力可以是必要的或期望的。

[0004] 使用目前的制作过程控制局部厚度/纤维取向的能力受到限制。例如,自动纤维安置设备可以被用于将连续的纤维束转向到基板上,但是能够获得的曲率半径是有限的,因此使在具有紧密的轮廓的局部区域的纤维取向的控制困难。实现在层压件的局部区域的厚度和/或纤维取向上的严密控制也可以是昂贵和耗时的。

[0005] 因此,需要用于在层压件的局部区域控制复合材料层压件的厚度和/或纤维取向的方法和装置以便优化所述层压件的结构特性。还需要以上提到的类型的方法和装置,该方法和装置是有效的、高度可控的且其可以减少劳动力和材料成本。

发明内容

[0006] 所公开的实施例提供了用于制作层压件的复合特征的方法和装置,其提供对在层压件结构的局部区域中的特征厚度和/或纤维取向的增加的控制,如在紧密的轮廓中和/或在层压件厚度中的过渡内。可以铺放复合材料使得纤维取向与在层压件选定的局部区域中的负载矢量是基本上连续对齐的,从而优化了层压件的结构特性。

[0007] 可以通过使用来源于其他产品/过程的废料预浸件形成复合特征来减少提供具有期望结构特性的层压件结构的局部区域所需要的复合材料的量。用于在本公开方法中使用的循环利用的废料预浸件可以减少材料成本,因此优化用于实施例的飞机应用的购买对飞行比率(采购的材料重量与成品重量的比率)。实施例允许以不连续纤维预浸件的形式的复合材料被“转向”到基板上以便获得所需的纤维取向。

[0008] 不连续纤维预浸件的使用允许对在所述层压件的局部区域中的层压件厚度变化上的更大的控制,同时允许在三个维度中局部剪裁层压件厚度来提供在层压件结构的不同特征之间的平滑的过渡。此外,不连续纤维预浸件的使用允许倍增器或者其他具有紧密的轮廓和/或楔形边缘的垫块的形成来获得结构内的平滑负载过渡。另外,不连续纤维预浸件

渍的使用可以导致具有更高的纤维含量的复合特征。

[0009] 根据一个公开的实施例，提供了形成具有不连续增强纤维的复合特征的方法。所述方法包括制备每个具有单向增强纤维的多个注入树脂的纤维段；将所述注入树脂的纤维段安置在基板上；以及编排所述注入树脂的纤维段，使得被安置在所述基板上的所述注入树脂的纤维段的增强纤维相对于所需的参考取向大体对齐。制备所述注入树脂的纤维段包括将废料纤维预浸件切短成单个的小片，其可以通过沿且在所述增强纤维之间使纤维预浸件断裂或裂开为单个的小片来实现。将所述注入树脂的纤维段安置在所述基板上包括移动施加器到所述基板的上方；以及当所述施加器移动到所述基板的上方时，从所述施加器将所述注入树脂的纤维段分配到所述基板上。编排所述注入树脂的纤维段包括当所述注入树脂的纤维段正在从所述施加器被分配到所述基板上时对齐所述注入树脂的纤维段。制备所述注入树脂的纤维段通过从所述施加器拉伸连续的纤维预浸带来执行，以及当所述注入树脂的纤维段从所述施加器被分配到所述基板上时将所述预浸带切短成所述注入树脂的纤维段。从所述施加器分配所述注入树脂的段包括将所述注入树脂的纤维段的带宽分配到所述基板上。将所述注入树脂的纤维段安置在所述基板上是通过使所述注入树脂的纤维段从施加器头部流动到所述基板上来形成。通过将所述注入树脂的纤维段引入到空气射流中、以及使用所述空气射流投出所述注入树脂的纤维段到所述基板上来实现注入树脂的纤维段的流动。在所述注入树脂的纤维段已经被安置在所述基板上之后执行注入树脂的纤维段。所述方法可以进一步包括在所述注入树脂的段被安置在所述基板上之前施加树脂到所述基板。所述的方法也可以包括在所述注入树脂的纤维段被安置在所述基板上之前在每个所述注入树脂的纤维段的至少一端上施加树脂。

[0010] 根据另一个公开的实施例，提供了将复合材料铺放在基板上的方法，所述方法包括将单个切短的纤维预浸段安置在所述基板上；以及控制在所述基板上的所述预浸段的取向。将所述预浸段安置在所述基板上通过沿所需的路径移动施加器头部到所述基板的上方，以及当所述施加器移动到所述基板上方时，从所述施加器头部将所述注入预浸段分配到所述基板上来实现。控制所述预浸段的取向通过将从所述施加器头部分配的所述预浸段对齐来实现。控制所述预浸段的取向包括在所述预浸段已经被安置在所述基板上之后改变所述预浸段的取向。

[0011] 根据又一个实施例，提供了复合材料层压件结构铺层，包括多个复合材料层，每层包括具有对齐的纤维取向的多个单个的切短的纤维预浸段。所述切短的纤维预浸段的所述纤维取向与通过所述复合材料层压件结构的非线性负载路径大体对齐。每个所述单个的切短的纤维预浸段具有约6:1的长宽比。所述多个复合材料层具有特制的横截面形状且沿铺层的长度是波状外形的。

[0012] 根据再一个公开的实施例，提供了用于铺放复合结构的装置。所述装置包括适应于在基板的表面上方移动的施加器，而且将至少一束大体对齐的切短的、注入树脂的纤维段分配到基板的表面上。所述装置也可以包括用于在基板上方沿预先选择的路径移动所述施加器的计算机控制的操纵器。所述施加器包括连续注入树脂的纤维的供应源，以及用于将所述连续的注入树脂的纤维切短成单个的注入树脂的纤维段的切碎机。施加器可以进一步包括用于将所述注入树脂的纤维段从所述施加器携带到所述基板上的空气射流发生器。所述施加器可以适合于同时将多束大体对齐的切短的、注入树脂的纤维段分配到所述基板

上。所讨论的这些特征、功能和优点能够在本公开的各种实施例中独立实现或者在其他实施例中被组合。参考后面的具体实施方式和附图能够了解实施例的进一步的细节。。

[0013] 总之，根据本发明的一个方面，提供了形成具有不连续增强纤维的复合特征的方法，包括制备每个具有单向增强纤维的多个注入树脂的纤维段；将所述注入树脂的纤维段安置在基板上；以及编排所述注入树脂的纤维段，使得被安置在所述基板上的注入树脂的纤维段的增强纤维相对于所需的参考取向是大体对齐的。

[0014] 有利地，在所述方法中，制备所述注入树脂的纤维段包括将废料纤维预浸件切短成单个的小片。

[0015] 有利地，在所述方法中，制备所述注入树脂的纤维段通过沿增强纤维且在所述增强纤维之间使纤维预浸件裂开为单个的小片来实现。

[0016] 有利地，在所述方法中，将所述注入树脂的纤维段安置在所述基板上包括移动所述施加器到所述基板的上方；以及当所述施加器在所述基板的上方移动时，从所述施加器将所述注入树脂的纤维段分配到所述基板上。

[0017] 有利地，在所述方法中，编排所述注入树脂的纤维段包括当所述注入树脂的纤维段正从所述施加器被分配到所述基板上时对齐所述注入树脂的纤维段。

[0018] 有利地，在所述方法中，制备所述注入树脂的纤维段通过从所述施加器拉伸连续的纤维预浸带，以及当所述注入树脂的纤维段从所述施加器被分配到所述基板上时将所述预浸带切短成所述注入树脂的纤维段来实现。

[0019] 有利地，在所述方法中，从所述施加器分配所述注入树脂的纤维段包括将所述注入树脂的纤维段的带宽分配到所述基板上。

[0020] 有利地，在所述方法中，将所述注入树脂的纤维段安置在所述基板上通过将所述注入树脂的纤维段引入到空气射流中、以及使用所述空气射流使所述注入树脂的纤维段从施加器头部流动到所述基板上来实现。

[0021] 有利地，在所述方法中，通过将所述注入树脂的纤维段引入到空气射流中，以及使用所述空气射流投出所述注入树脂的纤维段到所述基板上来实现使所述注入树脂的纤维段流动。

[0022] 有利地，在所述方法中，编排所述注入树脂的纤维段在所述注入树脂的纤维段已经被安置在所述基板上之后实现。

[0023] 有利地，所述方法进一步包括在所述注入树脂的纤维段被安置在所述基板上之前施加树脂到所述基板。

[0024] 有利地，所述方法进一步包括在所述注入树脂的纤维段被安置在所述基板上之前在每个所述注入树脂的纤维段的至少一端上施加树脂。

[0025] 根据本发明的另一方面，提供了将复合材料铺放在基板上的方法，包括将单个的切短的纤维预浸段安置在所述基板上；以及控制在所述基板上的所述预浸段的取向。

[0026] 有利地，在所述方法中，将所述预浸段安置在所述基板上通过沿所需路径移动施加器头部到所述基板的上方，以及

[0027] 当所述施加器移动到所述基板上方时，从所述施加器头部将所述预浸段分配到所述基板上来实现。

[0028] 有利地，在所述方法中，控制所述预浸段的取向通过相对于所需取向大体对齐被

从所述施加器头部分配的所述预浸段来实现。

[0029] 有利地，在所述方法中，控制所述预浸段的取向包括在所述预浸段已经被安置在所述基板上之后改变所述预浸段的取向。

[0030] 根据本发明的另一方面，提供了复合材料层压件结构铺层，包括多个复合材料层，每个层包括具有大体对齐的纤维取向的多个单个的切短的纤维预浸段。

[0031] 有利地，在所述复合材料层压件结构铺层中，所述切短的纤维预浸段的所述纤维取向与通过所述复合材料层压件结构的非线性负载路径是大体对齐的。

[0032] 有利地，在所述复合材料层压件结构铺层中，每个所述单个的切短的纤维预浸段具有大约6:1的长宽比。

[0033] 有利地，在所述复合材料层压件结构铺层中，所述多个复合材料层具有特制的横截面形状且沿铺层的长度是波状外形的。

[0034] 根据本发明的另一方面，提供了用于铺放复合结构的装置，包括施加器，其适应于移动到基板的上方，并且将至少一束大体对齐的切短的、注入树脂的纤维段分配到所述基板上。

[0035] 有利地，所述装置进一步包括用于在所述基板的上方沿预先选择的路径移动所述施加器的计算机控制的操纵器。

[0036] 有利地，在所述装置中，所述施加器包括：连续注入树脂的纤维的供应源，以及用于将所述连续的注入树脂的纤维切短成单个的注入树脂的纤维段的切碎机。

[0037] 有利地，在所述装置中，所述施加器包括用于将所述注入树脂的纤维段从所述施加器流动到所述基板上的空气射流发生器。

[0038] 有利地，在所述装置中，所述施加器适合于同时将多束基本上对齐的切短的、注入树脂的纤维段分配到所述基板上。

附图说明

[0039] 在随附的权利要求中提出了本说明性实施例的所认为的特点的新颖性特征。然而，当结合附图阅读时，通过参考以下本公开的说明性实施例的具体实施方式，将最好地理解说明性实施例以及优选的使用模式、进一步的目标及其优点，其中：

[0040] 图1是沿紧密的轮廓被施加到基板的不连续纤维预浸件的组合方框和示意图的图示说明；

[0041] 图1A是所述预浸段的一种形状的平面图的图示说明；

[0042] 图1B是所述预浸段的另一种形状的平面图的图示说明；

[0043] 图1C是所述预浸段的进一步形状的平面图的图示说明；

[0044] 图2是施加到机身的负载的飞机机身的圆筒截面的透视图的图示说明；

[0045] 图3是在图2的所述机身中窗户开口中的一个的图示说明，也示出了围绕窗户开口的负载矢量；

[0046] 图4是在图2所示的所述机身中窗户开口中的一个的正视图的图示说明，也示出了由不连续纤维预浸件形成的环绕倍增器(doubler)；

[0047] 图5是图4中命名为“图5”的区域的图示说明；

[0048] 图6是沿在图5中的线6-6截取的剖视图的图示说明；

[0049] 图7是不连续层间纤维填料和在复合材料层压件结构的厚度内的缝隙中过渡的复合结构的横截面视图的图示说明；

[0050] 图8是使用本公开的方法铺放层间复合特征的方法的流程图的图示说明；

[0051] 图9是飞机机身框架截面的一部分的透视图的图示说明，虚线指示使用本公开的方法可以形成层间结构特征的区域；

[0052] 图10是沿图9中的线10-10截取的剖视图的图示说明，其示出了使用本公开的方法形成的层间结构特征剖视图；；

[0053] 图11是沿在图9中的线11-11截取的剖视图的图示说明；

[0054] 图12是用于安置不连续纤维预浸件的系统的组合的方框和示意图的图示说明；

[0055] 图13是用于安置不连续纤维预浸件的系统的可选实施例的组合的方框和示意图的图示说明；

[0056] 图14是使用来源于预浸件废料的不连续纤维预浸件铺放复合材料层压件的方法的流程图的图示说明；

[0057] 图15是示出了可以在图14所示的方法中使用的预浸件废料的各种形状的平面图的图示说明；

[0058] 图16是示出了随机取向的、通过切短图15所示的所述废料形成的纤维预浸段的平面图的图示说明；

[0059] 图17是类似于图16的平面图的图示说明，但示出了为施加到基板准备好的已经对齐的所述纤维预浸段的所述纤维取向；

[0060] 图18是使纤维预浸件废料转换成段且将其准备用于施加到基板的方法的示意图的图示说明；

[0061] 图19A是施加树脂到基板上的施加器的示意侧视图的图示说明；

[0062] 图19B是施加到图19A所示的基板的所述树脂的平面图的图示说明；

[0063] 图20A是示出了被施加到图19B所示的树脂上方的切短的纤维预浸段的示意侧视图的图示说明；

[0064] 图20B是图20A所示的所述基板的平面图的图示说明，示出了所述切短的纤维预浸段的随机取向；

[0065] 图21A是示出了对齐所述切短的纤维预浸段的纤维段校准器/对齐器的示意侧视图的图示说明；

[0066] 图21B是示出了已经被所述纤维段校准器对齐的图21A的切短的纤维预浸段的平面图的图示说明；

[0067] 图22A是具有已经被安置在切短的纤维预浸段的一端上的一滴树脂的切短的纤维预浸段的侧视图；

[0068] 图22B是图22A所示的切短的纤维预浸段的仰视图的图示说明；

[0069] 图23A是已经被安置在基板上的但是在其旋转之前的图22A的所述切短的纤维预浸段的侧视图的图示说明；

[0070] 图23B是图23A所示的切短的纤维预浸段的平面图的图示说明；

[0071] 图24A是类似于图23A但是在所述切短的纤维预浸段已经被旋转之后的侧视图的图示说明；

[0072] 图24B是类似于图23B的图示说明，但示出了已经被旋转的纤维预浸段，以虚线指示所述切短的纤维预浸段在旋转之前的位置；

[0073] 图25是飞机生产和使用方法的流程图的图示说明；

[0074] 图26是飞机的方框图的图示说明。

具体实施方式

[0075] 所公开的实施例提供了用于制作纤维增强树脂层压件的方法和装置，所述方法和装置提供了对层压件厚度、轮廓、宽度、横截面剖面和/或在层压件结构的局部区域中的纤维取向的增强的控制。参考图1，复合特征30包括可以以具有单向增强纤维25的切短的纤维预浸段32的形式的不连续的、注入树脂的纤维。每个所述纤维预浸段32是细长的，具有大于其宽度W的长度L。每个所述纤维预浸段32可以具有大约6:1范围内的长宽比(L/W)，然而，该特定的比率只是说明性的。所述纤维预浸段32可以具有其他用于包括结构要求和用于定位或安置所述段32的设备的应用所选择的和/或优化的长宽比。在一些实施例中，所述纤维预浸段32可以具有等于或小于其宽度的长度。为了方便和易于描述，复合特征30的说明性的示例将在下面利用单向纤维预浸件进行讨论。然而，应该注意的是，可以通过使用其他类型的预浸段32采用本公开实施例的原理形成复合特征30，所述其他类型的预浸段32包括用具有多个纤维取向的纤维增强的树脂，诸如，例如但不限于，编织(织物预浸件)或其他方面以适合特定的应用的方式组合的双向纤维。

[0076] 所公开的实施例特别适合于形成各种层间特征30(即，位于两个连续的层片之间的特征30)中的任一个。然而，也可以采用该实施例来形成部分或完全暴露的复合特征30，如外部特征。在一些应用中，采用具有不同长度的纤维的预浸段32是有用的或期望的。段32中的不同的纤维长度可以通过(例如但不限于)使所述段32成形，诸如通过切短以导致一些纤维比其他纤维更长或更短的方式获得。具有被构造用于制备不同长度的增强纤维的形状的预浸段32的三个说明性示例分别如图1A-1C所示。导致不同纤维长度的其他段的形状是可能的。如先前所提及的，虽然在图1A-1C所示的所述纤维预浸段32采用单向增强纤维，但是其他纤维排列是可能的，如编织纤维(未示出)。

[0077] 所述增强纤维25可以包括高强度纤维，如玻璃或碳纤维、石墨、聚酰胺纤维、玻璃纤维或另一种适合的增强材料。固定所述纤维25的所述树脂基体可以包括热塑性或热固性聚合物树脂。示例性热固性树脂可以包括烯丙基树脂、醇酸聚酯、双马来酰亚胺(BMI)、环氧树脂、酚醛树脂、聚酯、聚氨酯(PUR)、聚脲甲醛、氰酸酯和乙烯基酯树脂。示例性热塑性树脂可以包括液晶聚合物(LCP)；氟塑料，包括聚四氟乙烯(PTFE)、氟化乙烯丙烯(FEP)、全氟烷氧基树脂(PFA)、聚三氟氯乙烯(PCTFE)和聚四氟乙烯氟醚(MFA)；酮基树脂，包括聚醚醚酮；聚酰胺，如尼龙-6/6、30％玻璃纤维；聚醚砜(PES)；聚酰胺酰亚胺(PAIS)、聚乙烯(PE)；聚酯热塑性塑料，包括聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)和聚(亚苯基对苯二甲酸酯)；聚砜(PSU)；或聚(亚苯基硫化物)(PPS)。

[0078] 如本文所用，“预浸件”意指纤维已经用未固化的或部分固化的树脂浸渍，所述未固化的或部分固化的树脂充当基体来固定纤维且所述未固化的或部分固化的树脂是足够柔性以成型为所需的形状。然后，所述树脂被“固化”，例如，通过在烘炉或热压器中加热来将所述树脂加固为坚硬的、刚性的、纤维增强的结构。就具有单向纤维的预浸段32来说，所

述纤维大体平行于彼此地延伸，而且为说明的目的，具有0°轴向取向，在下文中称为所述预浸段32的纤维方向或纤维取向。在使用预浸段32的情况下有多组纤维取向，通常这些组中的一个或多个所述纤维取向将被用于在铺放过程期间当所述段32将被安置在基板34上时将所述段32对齐和取向。

[0079] 通过使用将所述纤维预浸段32“转向”到所述基板34上的适合的施加器系统38，所述纤维预浸段32可以被铺放在可以包括工具或在下面的连续的复合层片的基板34上。所述施加器系统38纤维预浸段32分配、安置和对齐在所述基板34上，使得在每个所述纤维预浸段32中的纤维25的方向在所需的取向上是大体对齐。例如，在图1中所示的示例中，所述纤维预浸段32的纤维取向与形成相对紧密的轮廓35的弯曲的中心轴线36、与沿所述轮廓35的方向改变的所述段32的纤维取向大体对齐的以保持沿相对于中心轴线36的所需的取向上基本上对齐。选择的预浸段32的一组纤维取向相对于所需的取向、方向或轴线对齐的程度取决于应用。在一些应用中，在复合特征30的一个或多个位置上的所述预浸段32的取向可以有所不同。事实上，在一些应用中，相对于所需的、参考取向的预浸段取向的一定程度的改变在规定公差内是有用的或期望的。

[0080] 在一个实施例中，所述施加器系统38分配预对齐的纤维预浸段32的连续流40，然后通过沿所需的路径在基板34上方移动形成施加器系统38的一部分的施加器头部(未示出)将预对齐的纤维预浸段32的连续流40转向和安置到基板34上，在说明性示例中，预对齐的纤维预浸段32的连续流40是沿或者平行于所述中心轴线36。所述施加器头部反复经过所述基板34的上方导致铺放连续的层或层片，每个层或层片包括对齐的纤维预浸段32。因此，所述复合特征30包括不连续的注入树脂的纤维多层或层片。

[0081] 虽然在图1中未示出，但是之后在说明书中将变得显而易见，本公开的实施例也可以被采用以填补在复合结构中的空隙或缝隙(未示出)以及通过将注入树脂的不连续的纤维如切短的纤维预浸件转向到基板上而在层压件厚度中形成过渡(未示出)。当所述纤维预浸段32被安置时通过持续地将所述纤维预浸段32的取向转向，所述层压件的结构特性可以在局部基础上被精密地控制并从而被最优化。这些空隙或缝隙填料，以及特征诸如包括在层压件厚度中的过渡的体积倍增器区通常将是层间特征(位于连续的层片之间)，然而，在如先前所提及的一些应用中，其可以是暴露的、外部特征也是可能的。

[0082] 现在关注图2-6，其结合飞机机身44(图2)的制造说明本公开方法和装置的使用。所述机身44包括承载在内部框架45上的外部蒙皮46，所述内部框架45包括筒形框架65和纵向延伸的纵梁47。所述蒙皮46可以包括一个或多个中断部分，如窗户开口42、货舱门(未示出)，等等。机身压力49导致箍负载50通过窗户48或在蒙皮46中的其他开口被施加到所述机身44的所述圆周55。进一步地，在飞行期间，机身44的顶部54被安置处于张力75之下，同时所述机身44的腹部56被安置在压缩77之下，导致剪切负载52(图3)必须横贯所述窗户开口42。如图3所示，所述箍负载50和剪切负载52围绕所述窗户开口42的周边被转移。因此，窗户开口42周围的拐角58被高度加压59，因为所述拐角58必须同时转移箍负载50和剪切负载52。如将在下面讨论的，本公开的方法和装置可以被采用以围绕所述窗户开口42铺放形成层间垫块(pad-up)特征30的复合倍增器，围绕所述窗户开口42使所述机身44加固和强化，使所述蒙皮46能够通过所述拐角58转移所需的负载。

[0083] 特别地参考图5，所述垫块特征30由类似于之前结合图1讨论的所述纤维预浸段32

的包括多个转向的纤维预浸段32的不连续纤维预浸件形成。当所述纤维预浸段32被安置在工具(未示出)或基础层(未示出)上时,所述纤维预浸段32被转向,使得它们各自的纤维取向与结构负载路径是大体对齐的,在该示例中,所述各自的纤维取向是沿或者平行于在拐角58处的波状外形轴线36。被转向到基板34上的纤维预浸段32的层或层片的数量和所述垫块特征30的所需的厚度将随着应用改变。在一些应用中,特制通过将所述纤维预浸段30转向到所述基板34上形成的所述垫块特征30的截面面积是可取的。例如,参考图6、图4和图5所示的所述垫块特征30可以被铺放在一个或多个基础全板层60上且可以被一个或多个覆盖全板层62覆盖。所述垫块特征30包括通过铺设以宽度"W"连续变窄的所述纤维预浸段32的层形成的双锥形64。所述垫块特征30的逐渐减少允许所得的倍增器更好地与所述全板层60、62相符。

[0084] 例如,参考图7,可以将所述纤维预浸段32转向和分层铺设来形成适合于填充在复合材料层压件中的缝隙或空隙82的横截面形状,诸如可以形成于层压件结构85的厚度中的过渡的缝隙82。在图7所示的示例中,复合材料夹芯板结构85包括夹设于两个复合层片60、62之间的芯86。当所述复合材料夹芯板结构85从所述芯86过渡到固体层压件87时形成缝隙82。所述缝隙82形成可以需要强化和增强的结构的不连续性,以便承载所需的负载。可以用多层的纤维预浸段32填充所述缝隙82来形成不连续的纤维预浸件填料特征30,在该示例中,所述不连续的纤维预浸件填料特征30具有单一的锥形84。

[0085] 图8示出了通过将纤维预浸段32转向到基板34上构造不连续的纤维复合特征30的方法的总体步骤。开始于66,制备纤维预浸段32,如通过,例如,将所述纤维预浸件切短为所需的尺寸和所需的长宽比。在68处,通过在步骤70将所述纤维预浸段32安置在基板34上而铺放不连续的纤维层片,而且在72处,编排所述纤维预浸段32使得增强纤维的纤维取向在所需的方向上对齐。如在下面将更加详细的讨论的,使用施加器头部可以将所述纤维预浸段32安置在所述基片34上,所述施加器头部也可以被用于将所述纤维预浸段32转向且沿负载路径通过结构将所述纤维预浸段32对齐。

[0086] 现在关注图9-11,其示出了具有大体上Z形横截面的框架截面74的一部分。所述框架截面74可以形成筒形框架65的一部分,使得被用于图1所示的所述机身44中。所述框架截面74包括上部和下部、由腹板80连接的反向延伸的凸缘76、78。可以在所述腹板80和凸缘76中提供"鼠洞"开口82以便提供用于在所述机身44中纵向延伸的纵梁47(图2)的间隙。所公开的方法和装置可以被采用以形成不连续注入树脂的纤维特征30选择性地增强所述框架截面74的部分,尤其是在可能遭受更高应力的局部区域。因此,所述腹板80的中心部分的一侧可以被提供有纵向延伸的、波状外形的垫块特征30a,所述垫块特征30a由包括当所述框架截面74被铺放时被转向到所述腹板80上的纤维预浸段32的多层不连续纤维预浸件形成。

[0087] 在图示说明的实施例中,如从图10和11显而易见的,所述垫块特征30a在横截面形状沿其长度改变,然而在另一些实施例中,所述垫块特征30a的横截面形状沿其长度可以是恒定的。类似地,包括多层的纤维预浸段32(诸如切短的预浸件)的垫块特征30b、30c可以以围绕所述鼠洞82的波状外形的图案被转向到所述腹板80上。所述垫块特征30a、30b、30c可以具有任何所需的横截面几何形状,该几何形状被选择用于优化所述框架截面74的局部结构特性。所述垫块特征30b、30c中的任一个可以沿其长度在横截面大小和/或形状方面改变。

[0088] 现在关注图12，其示出了可以被采用以形成之前描述的类型的不连续、注入树脂的纤维特征30的系统88的一个实施例，其包括可以需要强化、加固和/或增强的结构的局部特征。所述系统88广义地包括适合于安置纤维预浸段32(诸如切短的预浸件32)到基板34上的施加器头部90，从而形成多层或层片96。通过自动操纵器92，施加器头部90在所述基片34上方被沿X、Y和Z方向移位，自动操纵器92可以包括，例如但不限于，机器人。

[0089] 所述操纵器92以及所述施加器头部90由已编程的CNC(计算机数控的)控制器94来操作。所述施加器头部90包括提供单向纤维预浸带100通过引导件102到切碎机103的预浸带供应源98。所述切碎机103可以包括与所述施加器头部90的运动同步操作的常规的切割器机构(未示出)以将所述预浸纤维带100切短为所需大小和形状的纤维预浸段。切短的纤维预浸段32被馈送40到由在所述施加器头部90上的空气射流发生器106产生的空气射流104中。当所述施加器头部90在所述基板34上方时，所述空气射流104通过喷嘴108将所述预对齐的纤维预浸段32推进和安置在所述基板34上。当所述预浸段32接触且附着到所述基板34时，以所需的取向将所述预浸段32施加到所述基板34上。当所述预浸段32被安置在所述基板34上时，对所述段32取向可以消除随后调整所述段32的取向的需要。加热器105可以被设置在所述施加器头部90上以便加热预浸件纤维段32且从而增加其粘着性。增加的粘性可以有助于在所述基板34上以所需取向粘附和固定所述预浸纤维段32。所述加热器105可以包括适合用于该应用的各种装置的任一个，包括但不限于(举几个例子)热风鼓风机、导电棒、聚焦的红外加热器或激光器。所述加热器105可以大体加热所述段32的整个区域，或者可以制备聚焦光束(未示出)，如激光束，其只加热段32的一部分直到当被铺放时所述段32是足够“粘的”以附着到所述基板。

[0090] 所述施加器头部90可以(沿Y方向)左右移动以便在所需的方向施加所述切短的预浸段32的宽度，在另一些实施例中，所述施加器头部90可以被用于在所述基板34上方沿X方向构造多重线性传递，以便用所述切短的纤维预浸段32为每层或层片96覆盖所述基板34的所需的宽度。虽然所述施加器头部90已经与空气射流发生器106一起被示出以安置所述纤维预浸段32，但是当所述施加器头部90横移且将所述纤维预浸段32转向到所述基板34上时，其他的装置诸如力学机制可以被采用用于分配、安置和对齐所述纤维预浸段32。这里应当特别注意的是所述系统88，包括以上讨论的施加器头部90只是说明了各种各样的设备可以被用于安置和定位所述预浸段32。使用的所述系统88的特定形式将取决于应用，包括具体结构要求和采用的铺放技术。此外，所述预浸段32的制作和用于将所述段32安置和定位在基板34上的设备可以使用单个机器或几个不同的机器来实施。

[0091] 图13示出了图12所示的施加器头部90的替代实施例，其中多排单个的切短的纤维预浸段32可以被同时分配、沿所需的取向对齐以及被所述施加器头部90安置来形成随所述施加器头部90每次传递穿过所述基板34的段32的带宽110。

[0092] 现在参考图14-17，本公开的实施例可以被采用以使用废料预浸件124(图15)铺放不连续纤维预浸件的多层或层片。参考图14，如在步骤112所示，可以从不合格/废料部分或者从由其他制备过程产生的废料预浸件获得所述废料预浸件124。所述废料预浸件124可以有各种形状中的任一个，如图15所示。在如图14所示的步骤116处，所述废料预浸件124被切短成单个的纤维预浸段32，而且在该切短过程之后，所述段32可以有无规纤维取向126(如图16所示)和/或可以有不同长度的纤维。在步骤118处，所述切短的纤维预浸段32与如图17

所示的所需的纤维取向是基本上对齐128的。在步骤120处，对齐的纤维预浸段32被馈送到施加器。在步骤122处，所述施加器被用于将所述纤维预浸段32分配、转向和安置到所述基板34上，使得所述纤维预浸段32的纤维取向沿所需的方向对齐。

[0093] 可以使用几个过程中的任一个制备在本公开的方法中使用的来源于废料的所述切短的纤维预浸件32。例如，参考图18，废料预浸件124可以被引入到切碎机装置130，所述切碎机装置130可以类似于在开放容器135内具有旋转叶片132的搅拌机。所述叶片132将所述废料纤维预浸件124切短和断裂成单个的纤维预浸段32，沿所述增强纤维的细纹且在所述增强纤维之间使所述预浸件断裂或裂开，导致所述纤维预浸段具有随机取向126。随着所述废料预浸件已经被切短成单个的纤维预浸段32，随机取向126的纤维预浸段32是对齐的，例如通过将所述纤维预浸段32安置在具有一系列平行通道136的摇动器托盘134中。所述摇动器托盘134左右振动，致使已经被加载到所述托盘134上的所述随机取向126的纤维预浸段32落到所述通道136中并在所述通道136内对齐，从而产生一排排140对齐的纤维预浸段32。对齐的一排排140的所述纤维预浸段32可以被馈送到施加器头部90，所述施加器头部90用所需的纤维取向将所述纤维预浸段32分配、安置和转向到所述基板34上。

[0094] 图19A-21B示出了将切短的纤维预浸段32转向到基板34上的方法的另一个实施例。如图19A-19B所示，当施加器140移动150穿过所述基板34时，施加器140被用于施加142适合的树脂144到基板34上。所述树脂144可以通过将所述树脂144喷涂到所述基板34上、将所述树脂144滚动到所述基板34上或者使用其他应用技术进行施加。然后，如图20A-20B所示，通过适合的施加器146在所述基板34上方移动150，切短的纤维预浸段32被施加到所述基板34。当最初以该方式被施加时，所述纤维预浸段32可以具有随机取向，如图20B所示。然后，如图21A和21B所示，纤维段校准器148在基板34的上方被移动150以在所需的方向上对齐所述纤维预浸段32，在这种情况下，所所需的方向是沿轴线36。所述纤维段校准器148可以使用一个或多个机械装置以接触和重新对齐所述纤维预浸段32，或者可替代地，可以使用非接触技术，如空气射流(未示出)来获得所需的段对齐。然而，如之前所讨论的，在一些应用中当所述段32最初被安置在所述基板34上时对所述段32取向可以是期望的，因为该技术可以消除重新定位所述段32到所需纤维取向的额外的步骤的需要。

[0095] 图22A-24B示出了用于将所述纤维预浸段32安置和对齐在所述基板34上的可替代的技术。参考图22A和22B，小量，如一滴树脂152被安置在每个所述纤维预浸段32的一端154上。然后，如图23A-23B所示，所述纤维段32被安置在所述基板34上。此时，所述纤维段32的纤维可以不与所需的取向如轴线36对齐。如图24A-24B所示，所述纤维段32然后被旋转156，使得所述纤维段32的所述纤维取向与所述轴线36对齐。所述取向过程可以使用机械装置49或者使用非接触技术诸如将空气流动到所述基板34上方来实现。

[0096] 本公开的实施例可以发现在各种潜在的应用中的用途，特别是在交通运输业，包括例如，航空航天、海运业、机动车应用和其他应用，在所述其他应用中，复合结构可以需要要求紧密轮廓、厚度控制和/或横截面特制的局部特征。因此，现在参考图25和26，本公开的实施例可以被用于如图25所示的飞机制造和使用方法158以及如图26所示的飞机160的范围内。所公开的实施例的飞机应用可以包括，例如但不限于，机身176的各个部分(举几个例子)如框架、横梁、翼梁和纵梁。在预生产期间，示例性方法158可以包括飞机160的规格和设计162以及材料采购164。在生产期间，发生所述飞机160的部件和子组件制造166以及系统

整合168。然后，所述飞机160还可以通过认证和交付170以便被被投入使用172。当由客户使用时，所述飞机160被安排用于日常维护和维修174，其也可以包括改进、重构、翻新、维修等等。

[0097] 方法158的每个环节可以由系统集成商、第三方和/或操作者(例如，客户)完成或执行。对于本描述，系统集成商可以包括但不局限于任何数量的飞机制造商和主系统分包商；第三方可以包括但不局限于任何数量的销售商、分包商和供应商；以及操作员可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织，等等。

[0098] 如图26所示，通过示例性方法158生产的所述飞机160可以包括具有多个系统178和内部180的机身176。高级系统178的示例包括推进系统182、电气系统184、液压系统188和环境系统190中的一个或多个。可以包括任何数量的其他系统。虽然示出了航空航天示例，但是本公开的原理可以被应用于其他工业，如所述海运业和机动车工业。

[0099] 这里提到的设备和方法可在生产和使用方法500中的一个或多个阶段期间使用。例如，与生产过程166对应的部件或子组件可以以类似于飞机160在使用时生产的部件或子组件的方式制作或制造。同样，一个或多个设备实施例、方法实施例或其组合可以在生产阶段166和168期间使用，例如，可以大大加快飞机160的组装或者降低飞机160的成本。相似地，当飞机160处于使用中时，一个或多个设备实施例、方法实施例或其组合可以被利用，例如但不限于，在所述飞机160的使用寿命期间，在任何时候来实现维护和维修174或者开展结构的修复或整修。

[0100] 如本文所使用的短语“至少一个”，当与一系列项目一起使用时，意指可以使用列举的项目中的一个或多个的不同组合但列表中的每个项目中的只有一个可以是需要的。例如，“项目A、项目B和项目C中的至少一个”可以包括但不局限于项目A、项目A和项目B、或项目B。该示例也可以包括项目A、项目B、和项目C或项目B和项目C。该项目可以是特定的对象、事务或类。换句话说，至少一个意指项目的任意组合且项目数可以从所述列表中使用，但并非在所述列表中的所有的项目都是需要的。

[0101] 为了说明和描述的目的，已经提出了不同说明性实施例的描述，而且不旨在详尽或局限于公开的实施例。对于本领域技术人员来说很多修改和变化将显而易见。进一步地，不同的说明性实施例与其他说明性实施例相比可以提供不同的优点。为了更好地解释实施例的原理、实际应用以及使其他本领域技术人员理解公开的具有作为适合于特定的使用考虑的各种修改的各种实施例，选出且描述了选择的一个或多个实施例实施例。

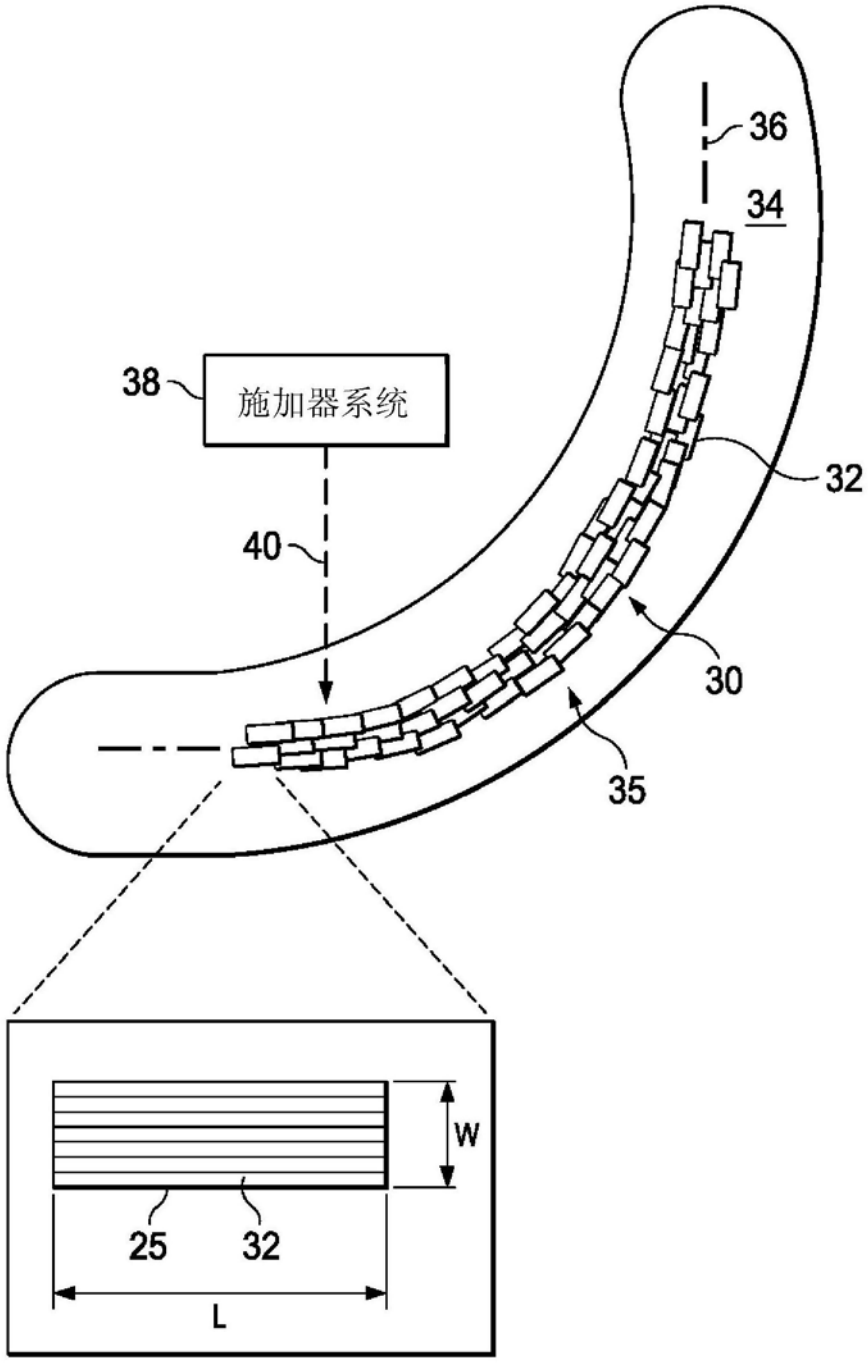


图1

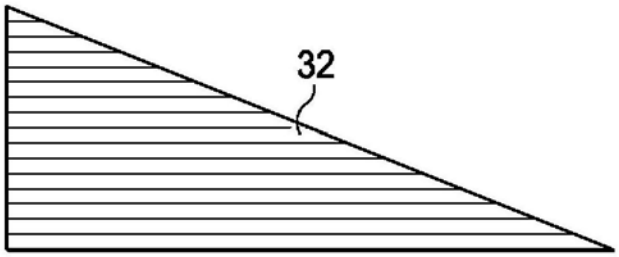


图1A

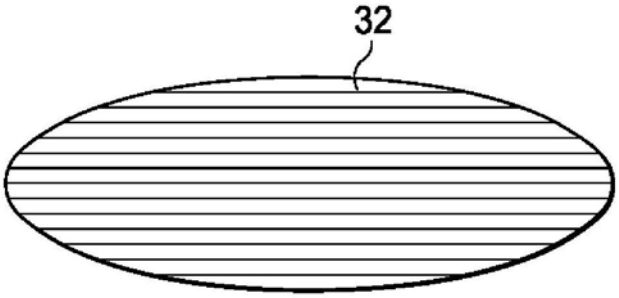


图1B

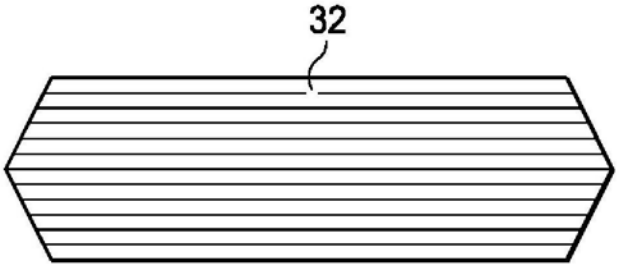


图1C

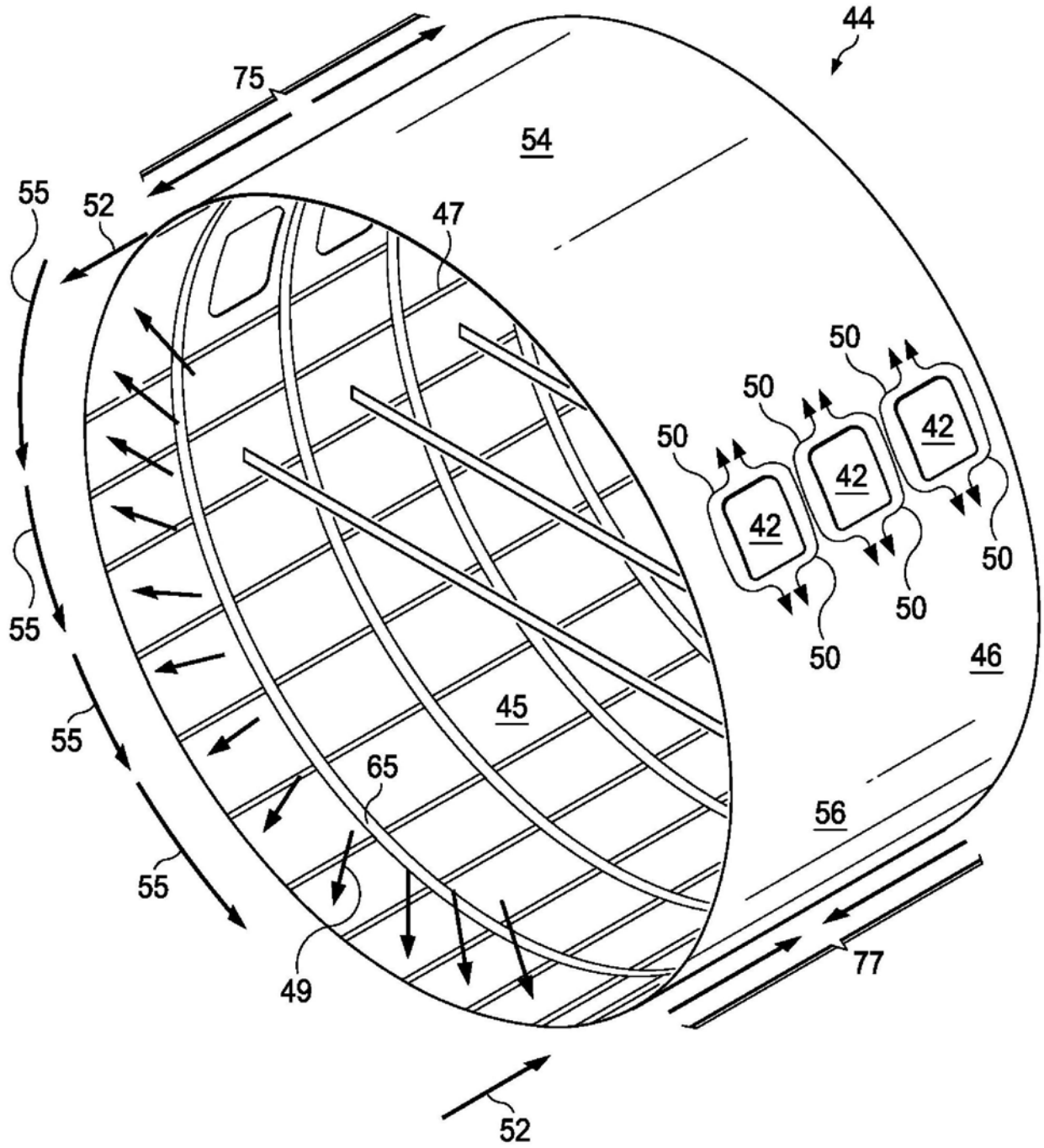

44
75
54
55
52
47
50
50
50
42
42
42
50
50
50
55
55
46
45
55
65
56
55
77
49
52

图2

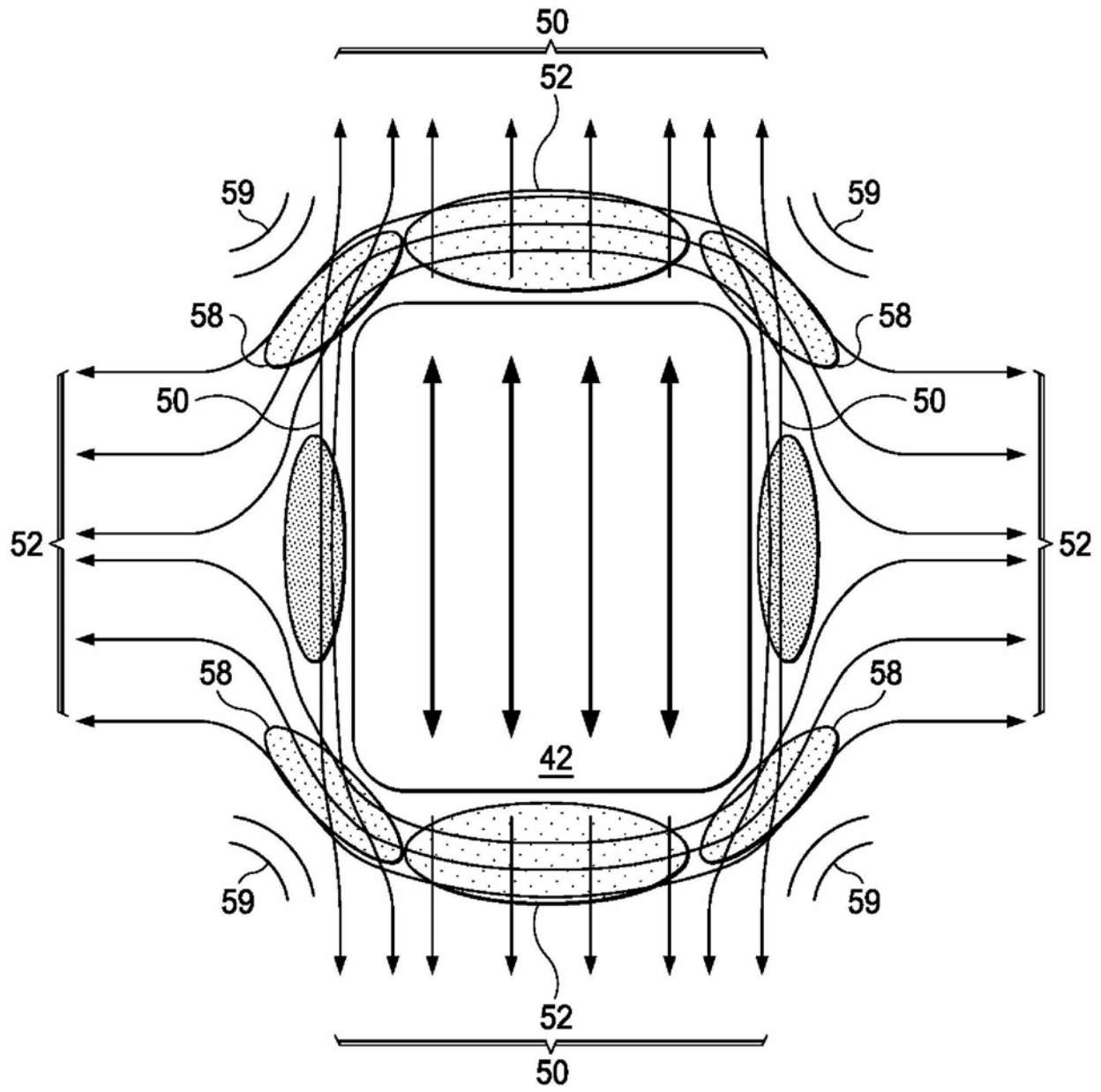


图3

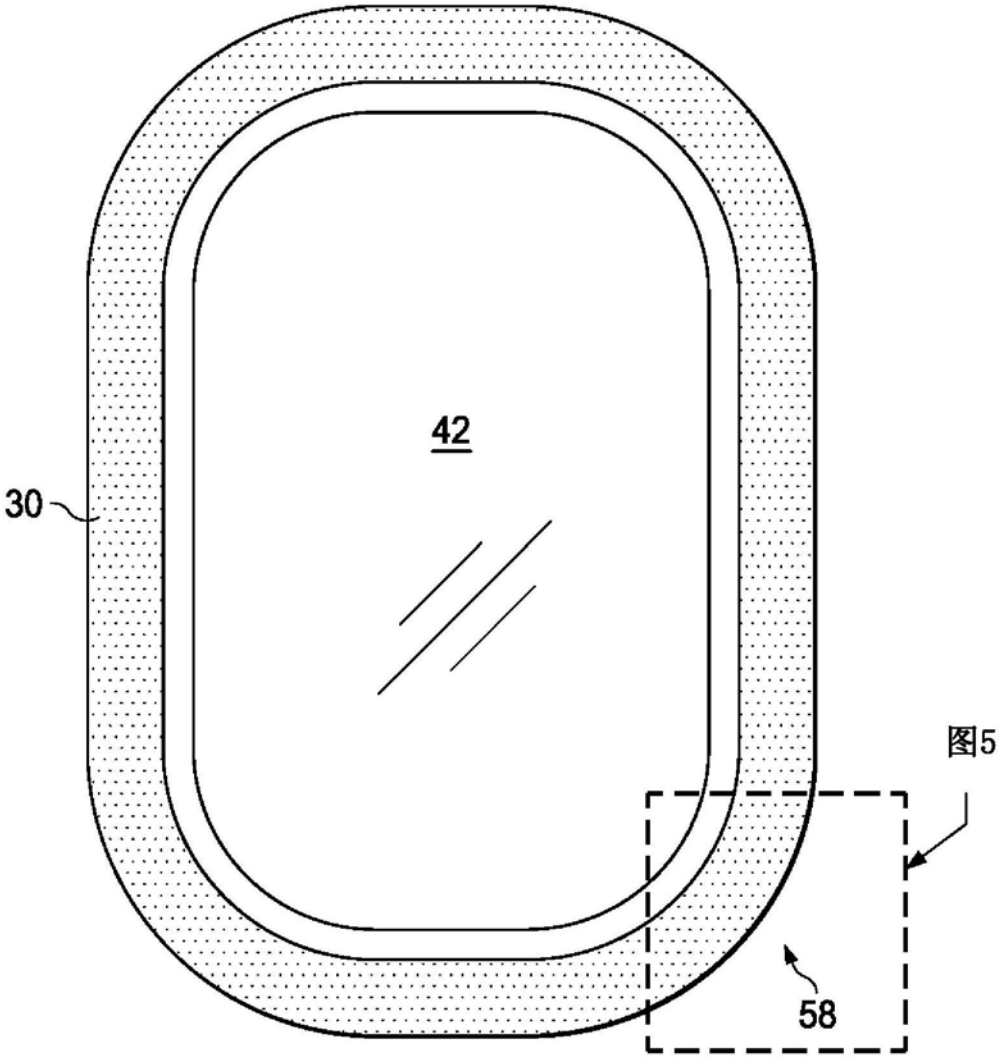


图4

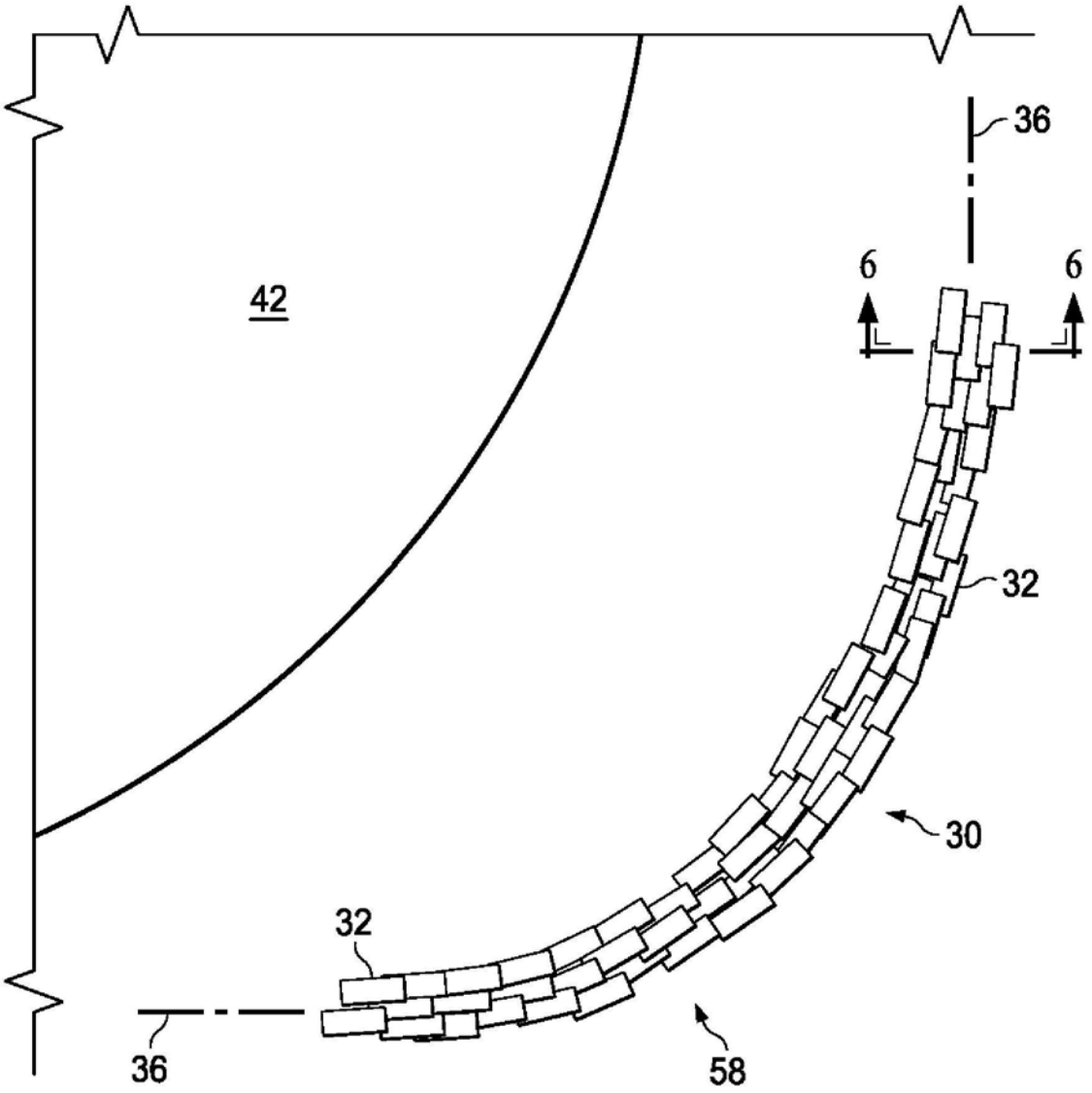


图5

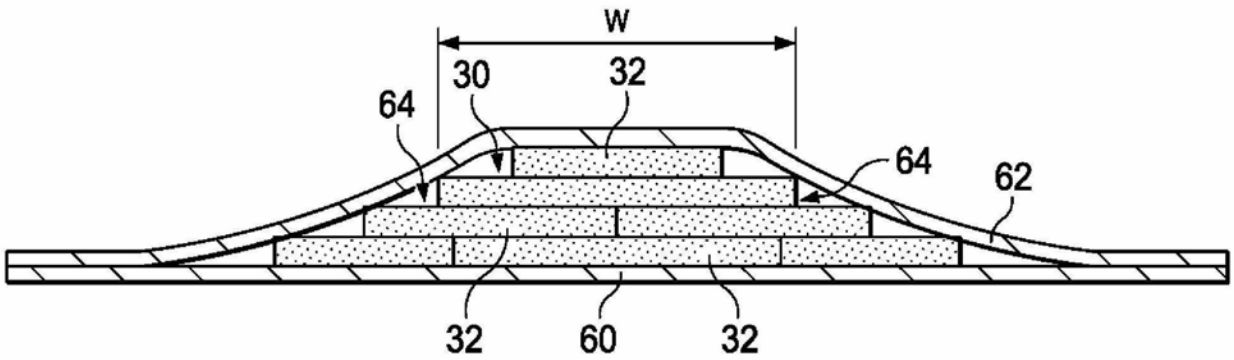


图6

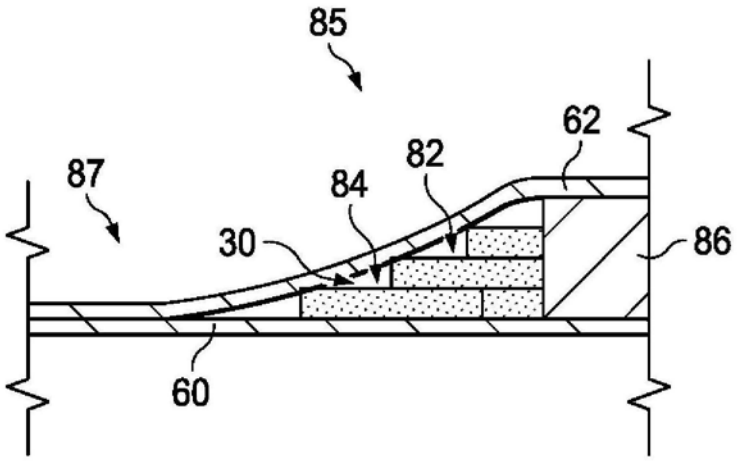

85
87
84
82
62
30
86
60

图7

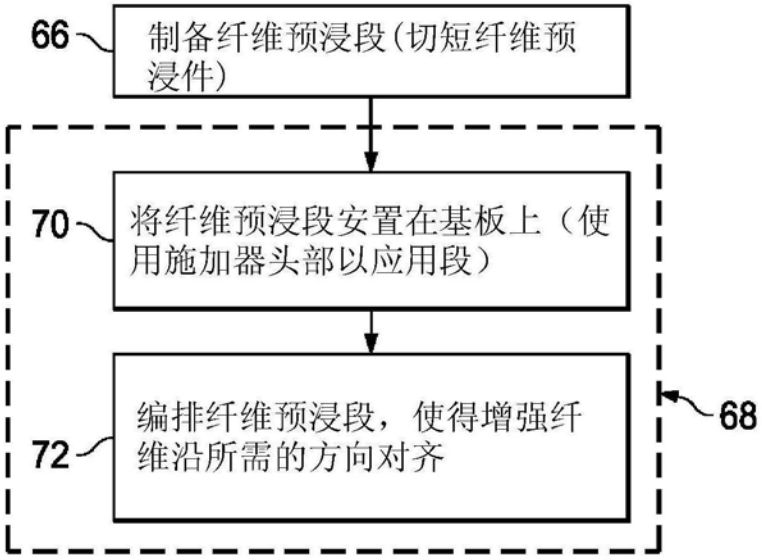

66
制备纤维预浸段(切短纤维预浸件)
70
将纤维预浸段安置在基板上（使用施加器头部以应用段）
72
编排纤维预浸段，使得增强纤维沿所需的方向对齐
68

图8

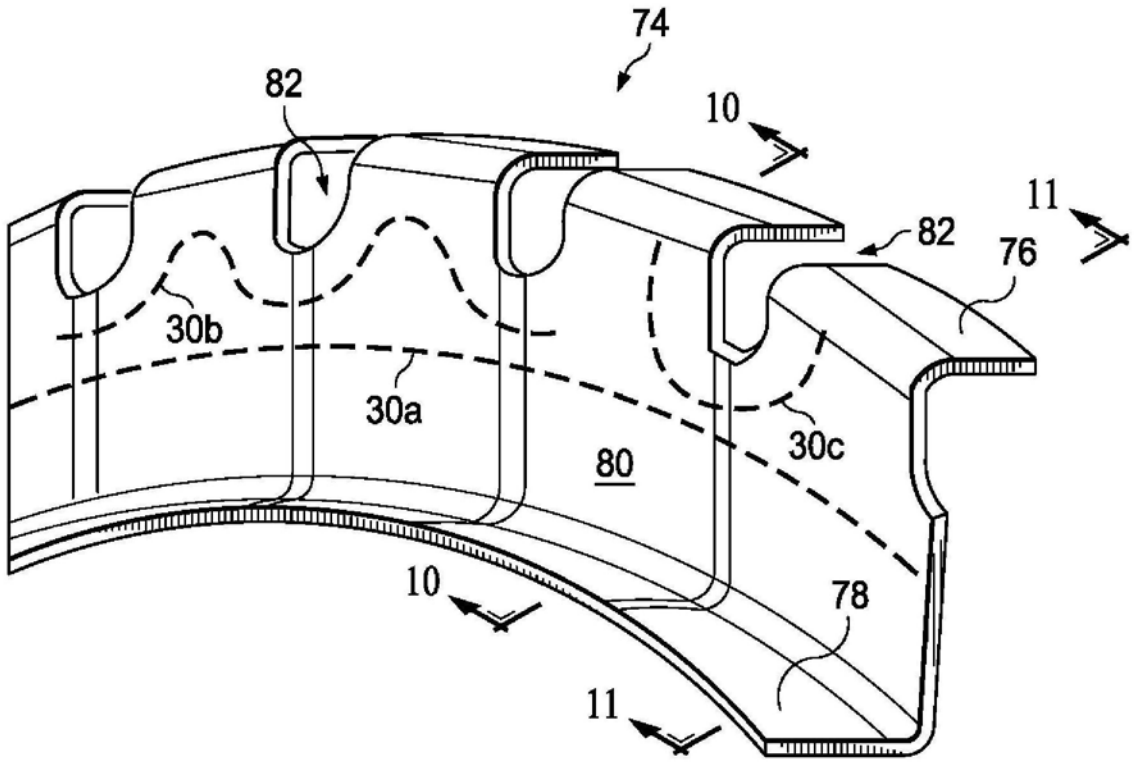


图9

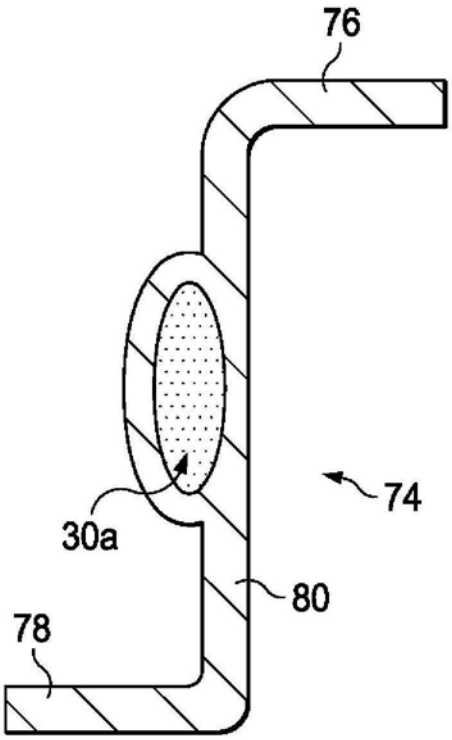


图10

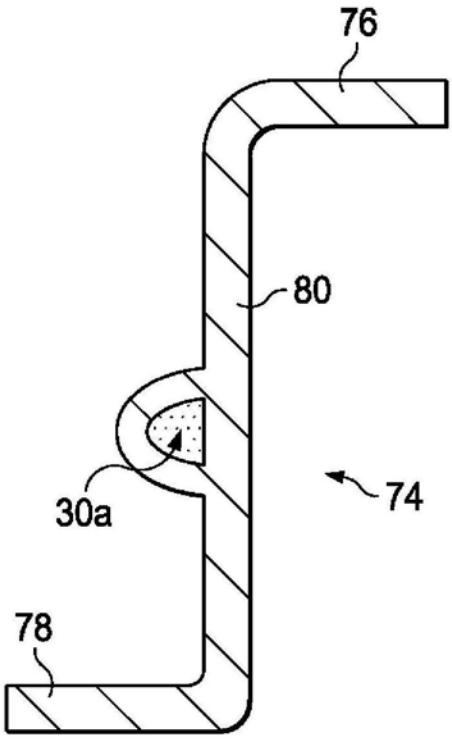


图11

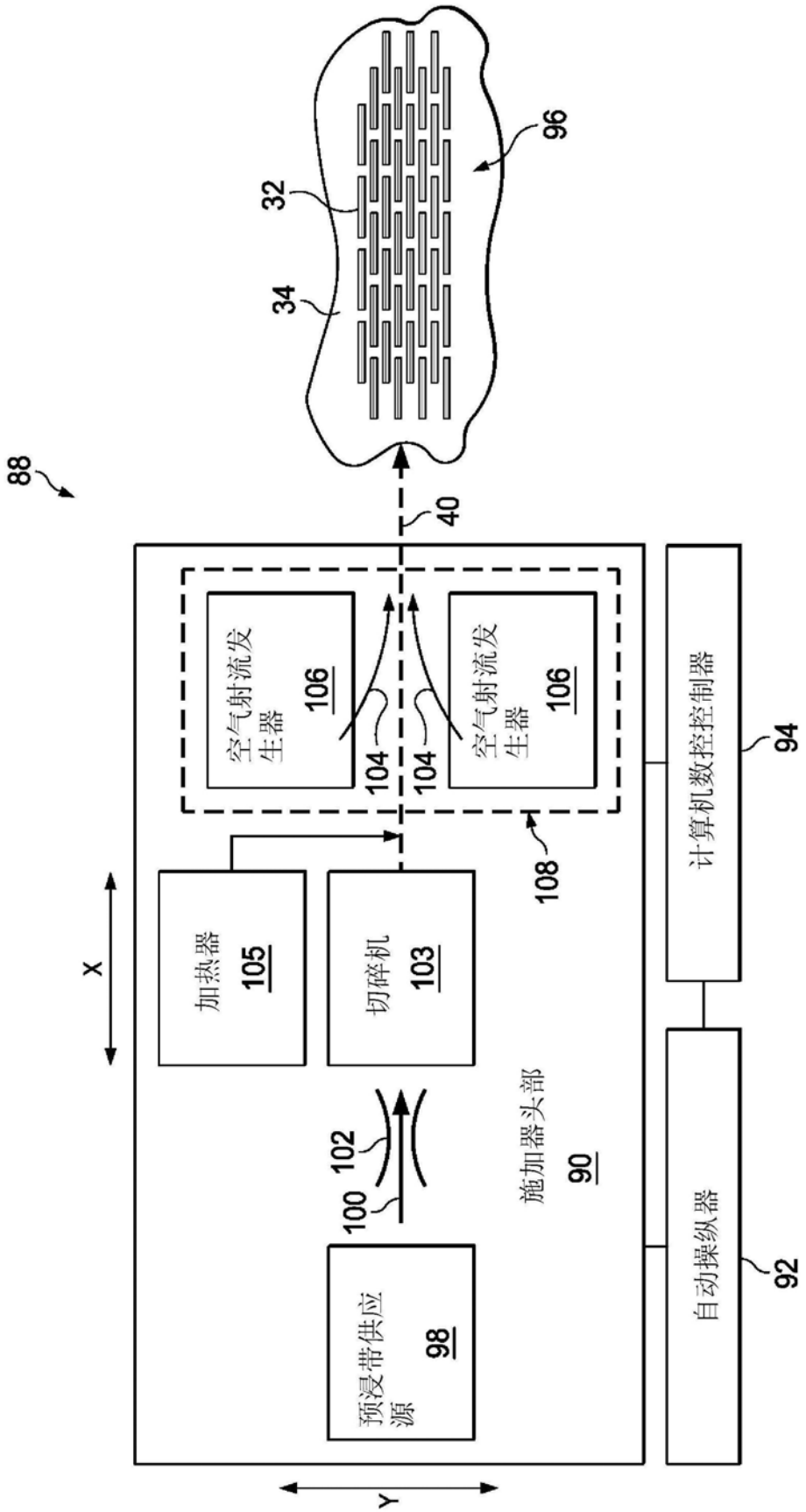

88
96
32
34
40
空气射流发生器
106
104
104
空气射流发生器
106
108
加热器
105
切碎机
103
计算机数控控制器
94
X
施加器头部
90
102
100
预浸带供应源
98
自动操纵器
92
Y

图12

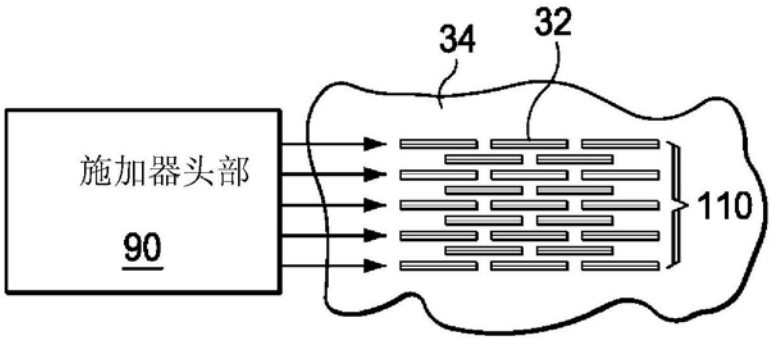

34
32
施加器头部
90
110

图13

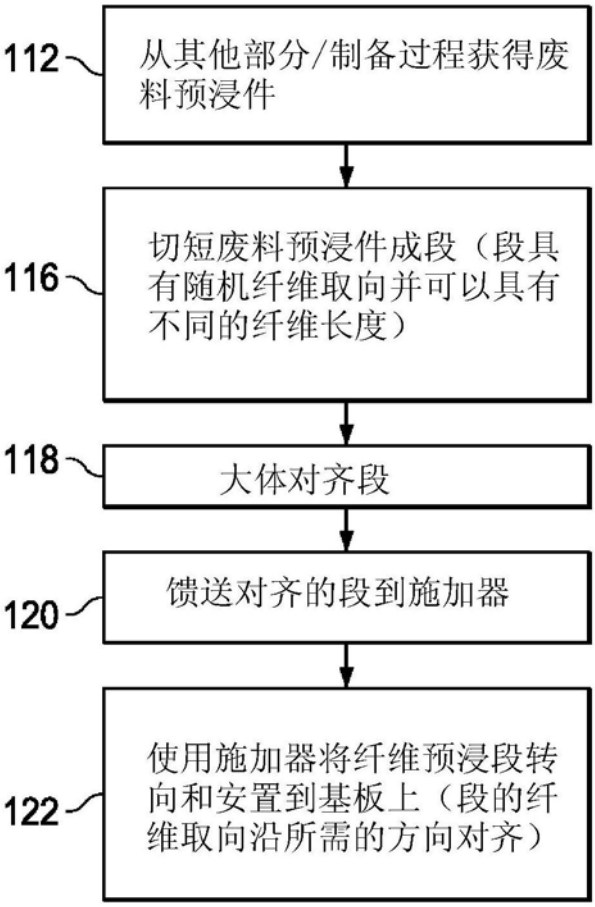

112
从其他部分/制备过程获得废料预浸件
116
切短废料预浸件成段（段具有随机纤维取向并可以具有不同的纤维长度）
118
大体对齐段
120
馈送对齐的段到施加器
122
使用施加器将纤维预浸段转向和安置到基板上（段的纤维取向沿所需的方向对齐）

图14

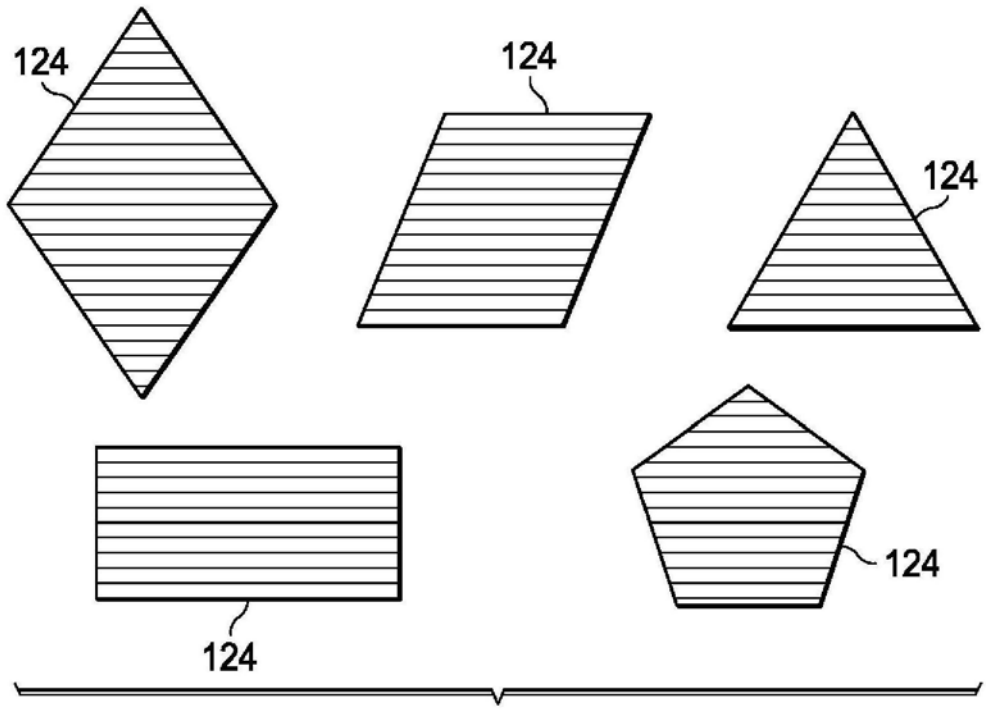


图15

图15

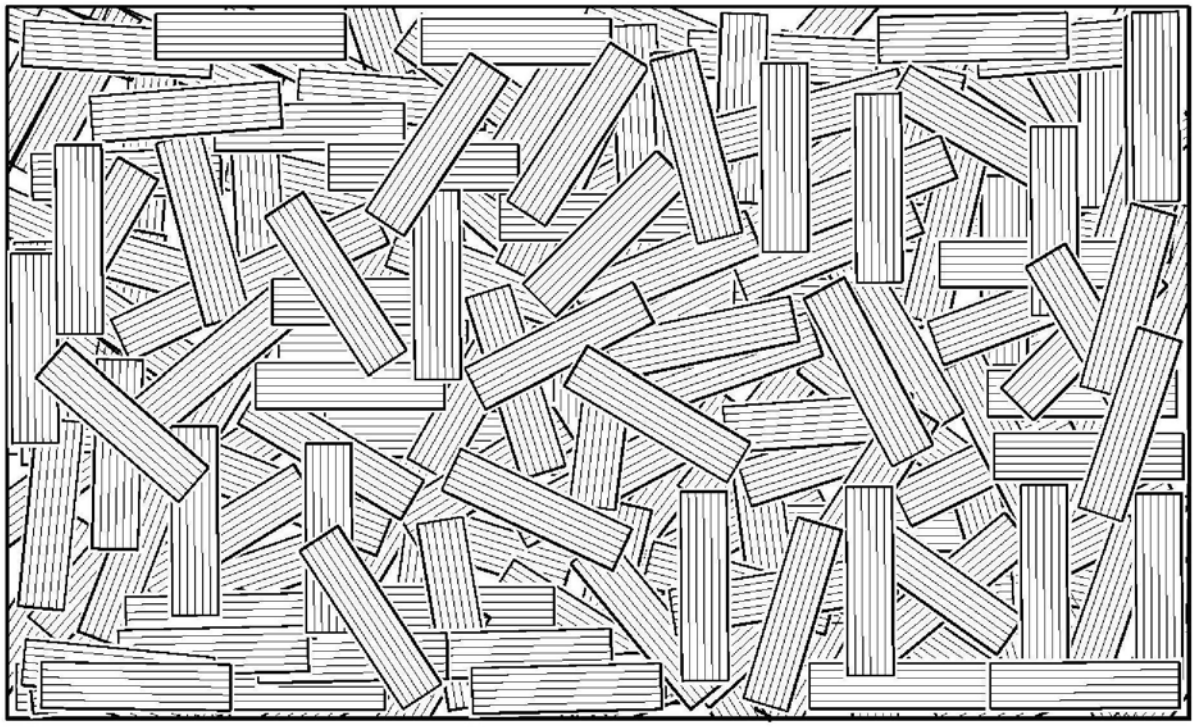


图16

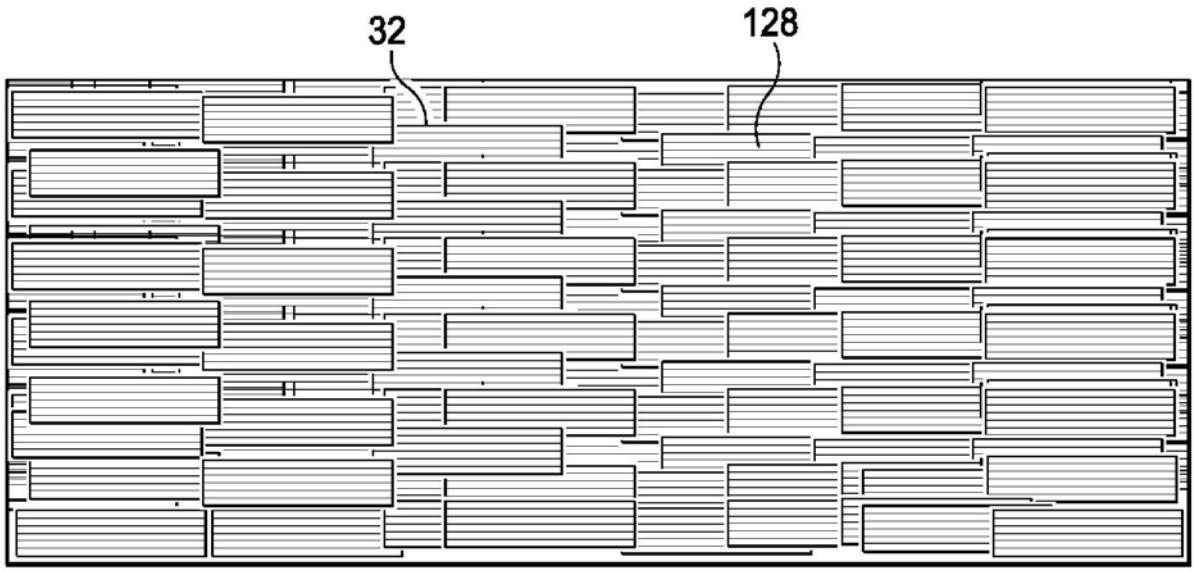


图17

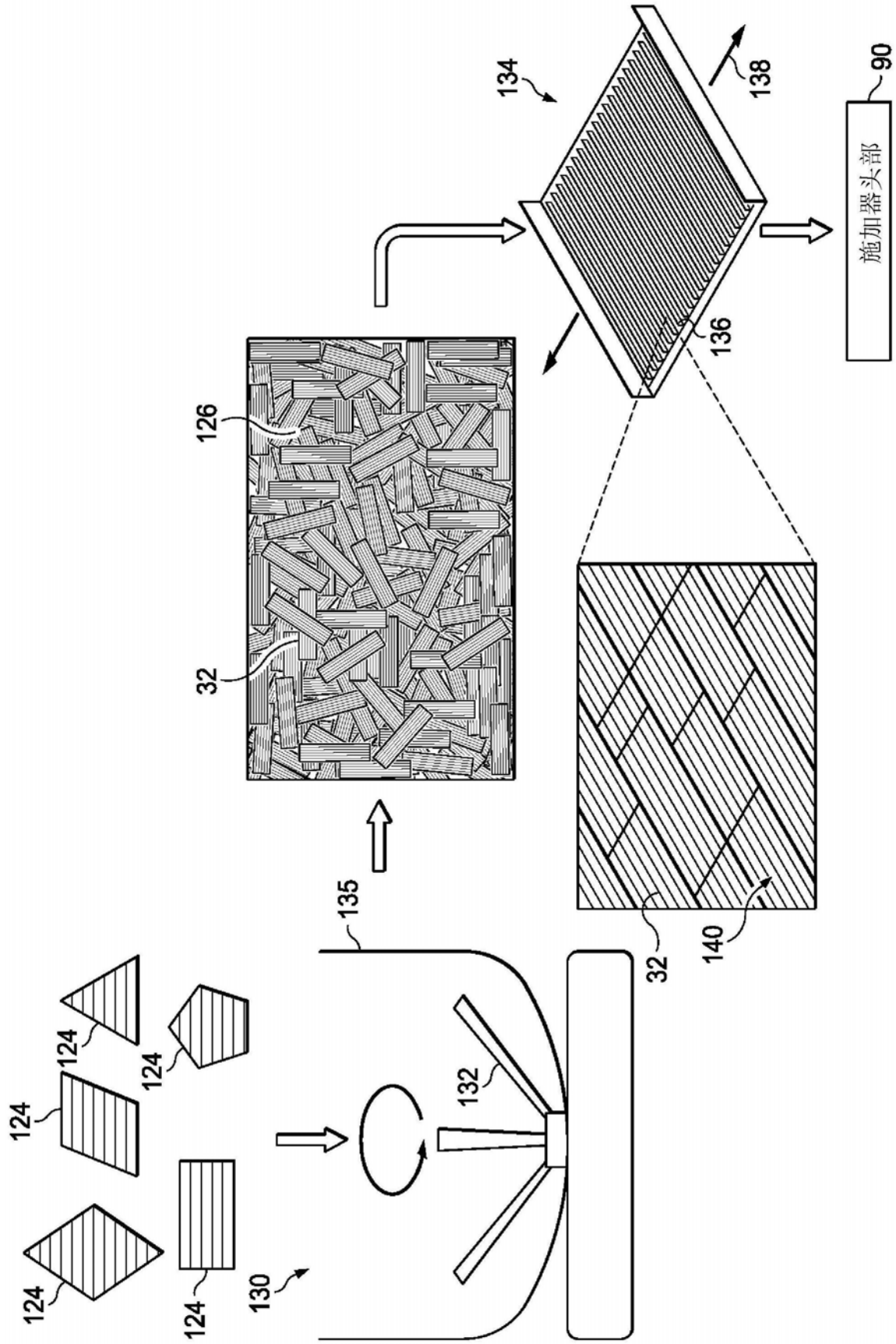


图18

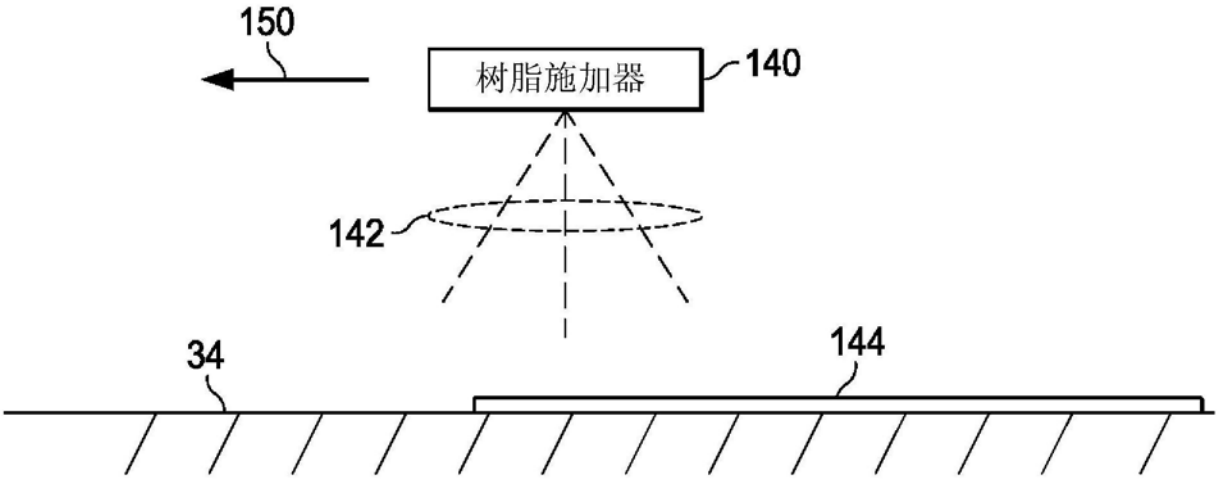


图19A

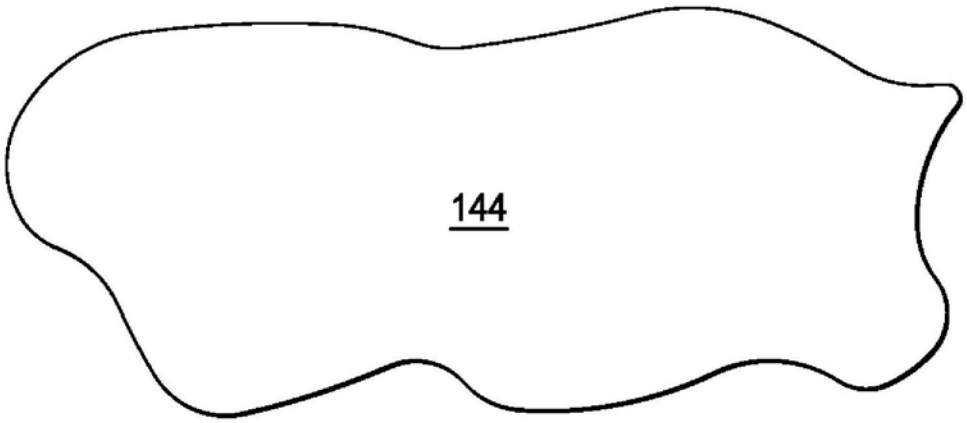


图19B

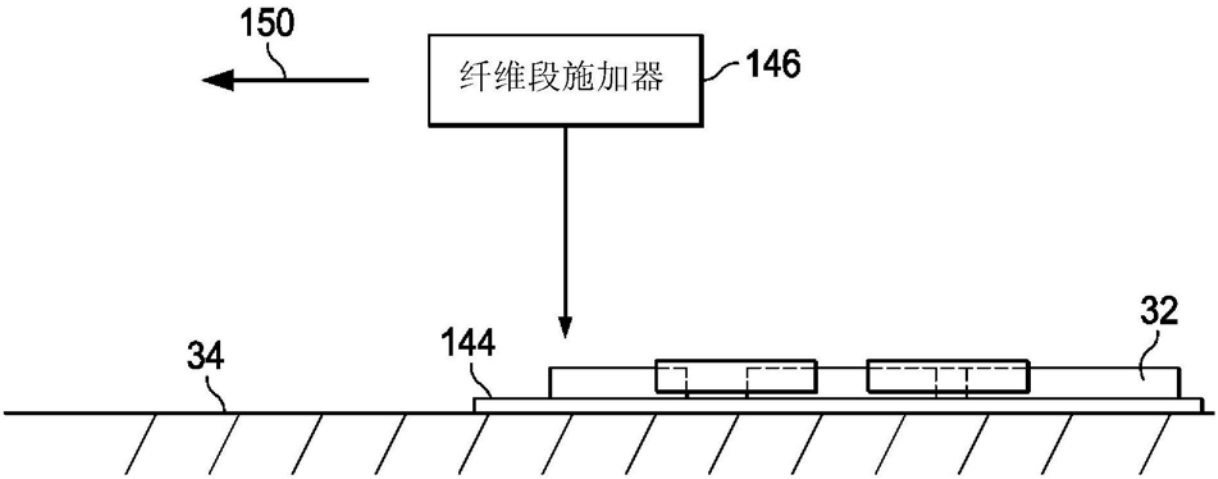


图20A

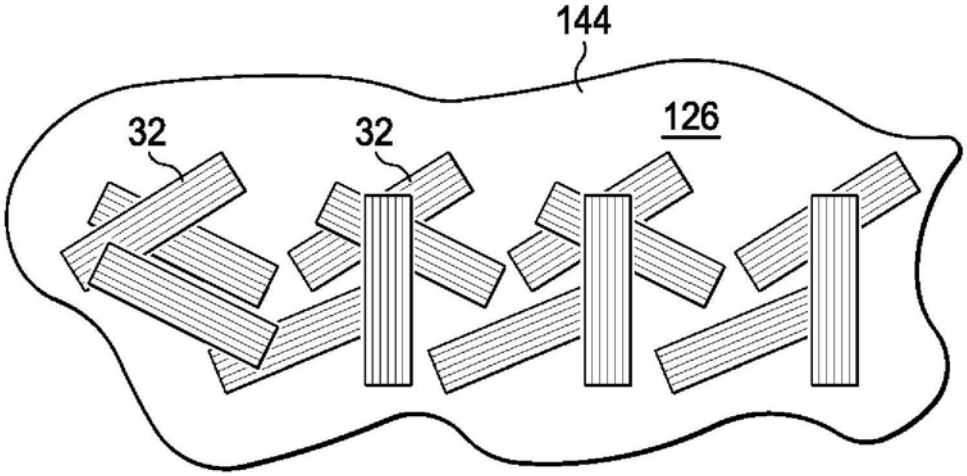


图20B

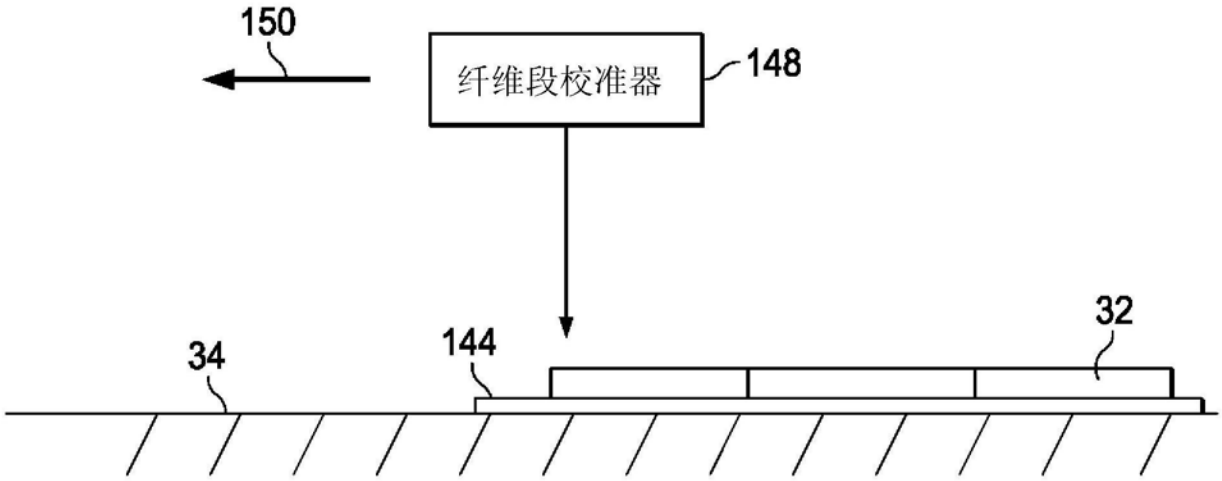


图21A

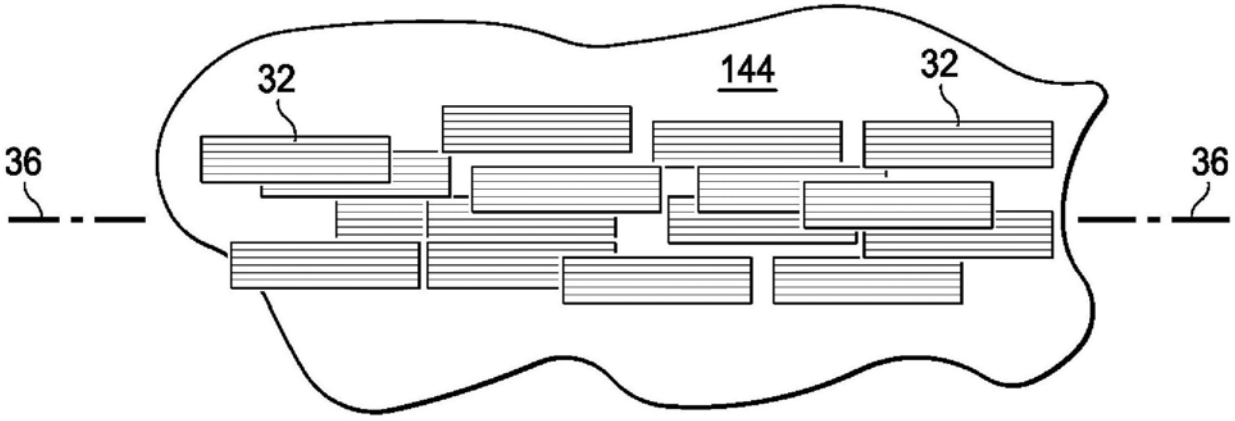


图21B



图22A

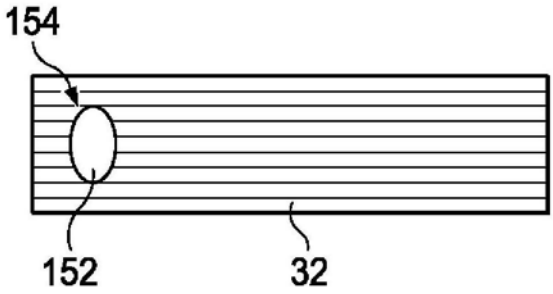


图22B

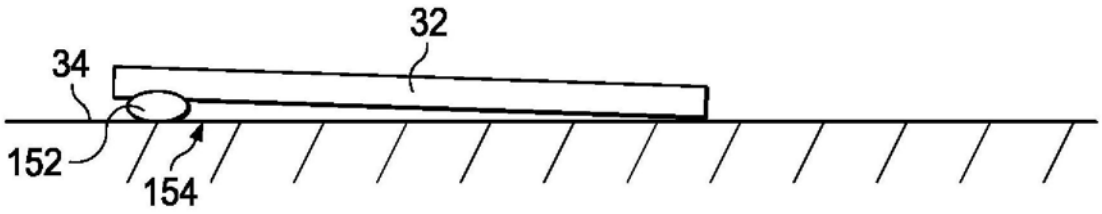


图23A

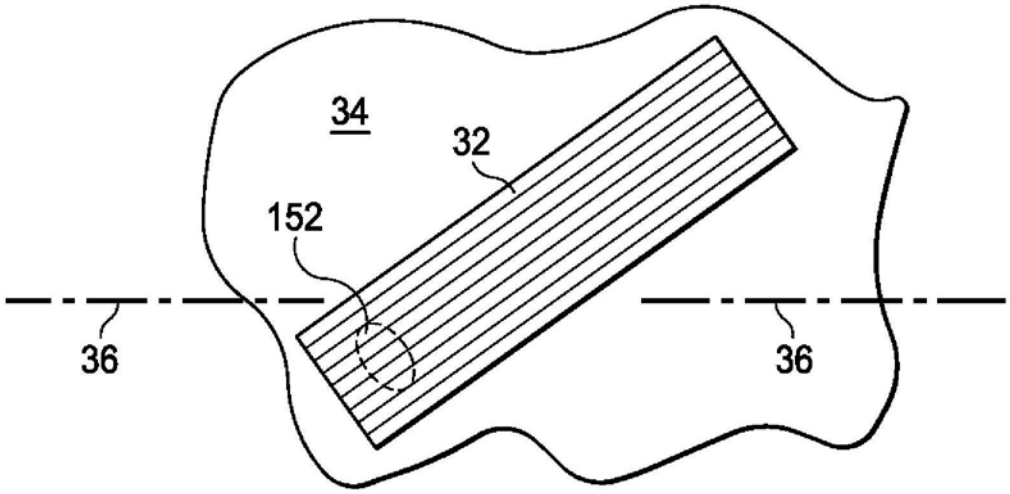


图23B

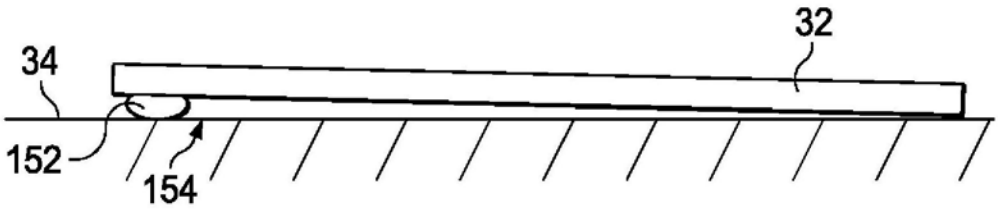


图24A

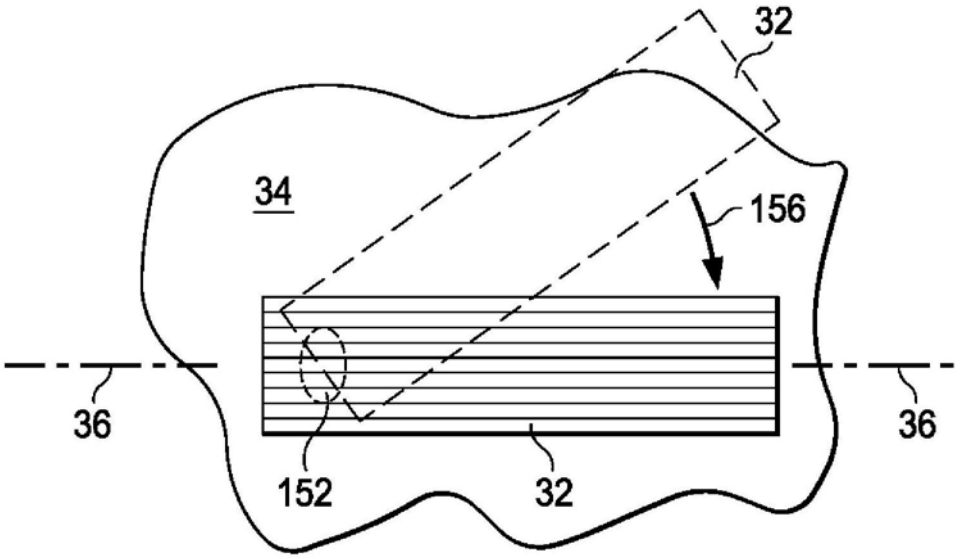


图24B

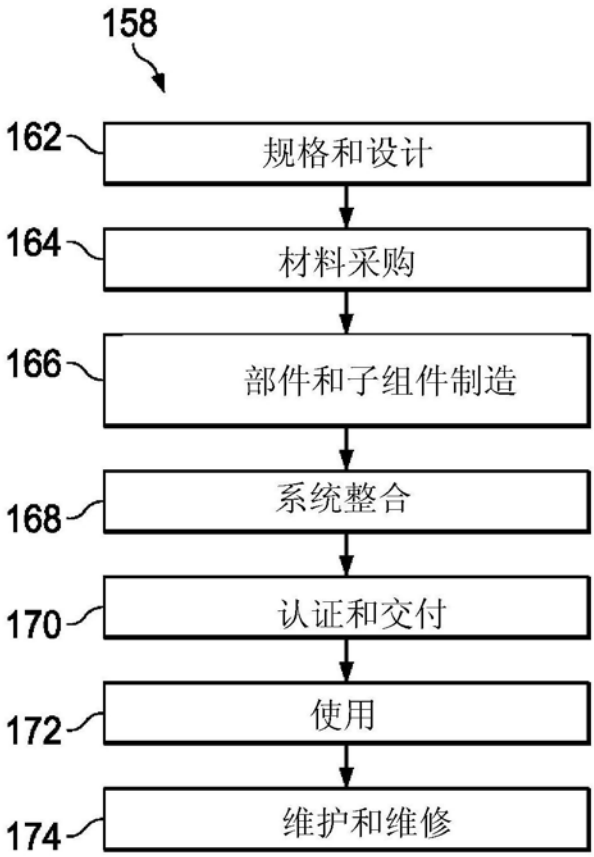

158
162
规格和设计
164
材料采购
166
部件和子组件制造
168
系统整合
170
认证和交付
172
使用
174
维护和维修

图25

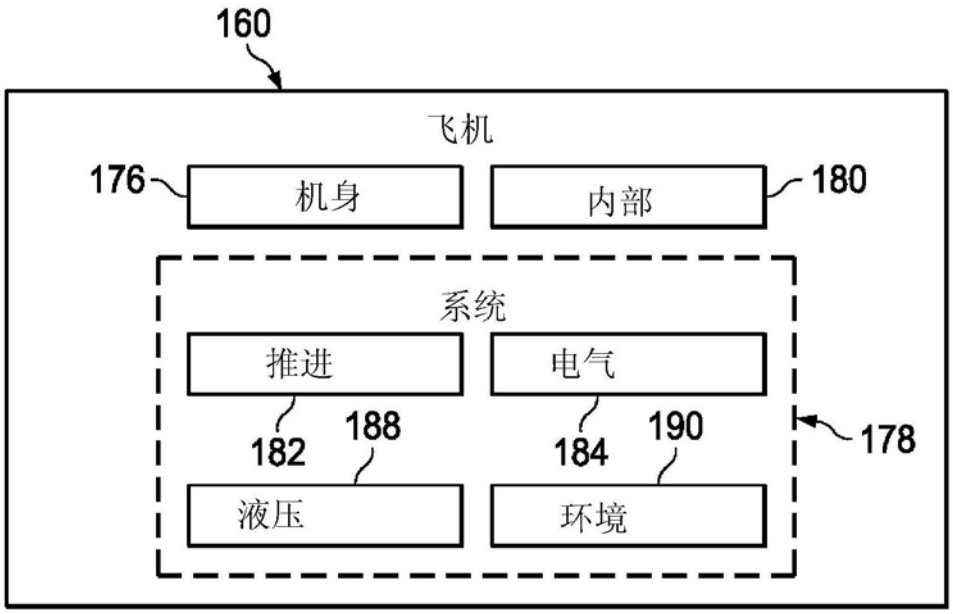

160
飞机
176
机身
内部
180
系统
推进
电气
182
188
184
190
178
液压
环境

图26