



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103732381 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 29

(21) 申请号 201280038782. 7

(22) 申请日 2012. 07. 06

(30) 优先权数据

13/205, 226 2011. 08. 08 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 02. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/045674 2012. 07. 06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/022534 EN 2013. 02. 14

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 S·R·斯蒂沃特 P·J·巴洛

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B29C 70/38(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102015261 A, 2011. 04. 13,

CN 101267935 A, 2008. 09. 17,

WO 2011/032865 A1, 2011. 03. 24,

CN 101484289 A, 2009. 07. 15,

审查员 刘磊

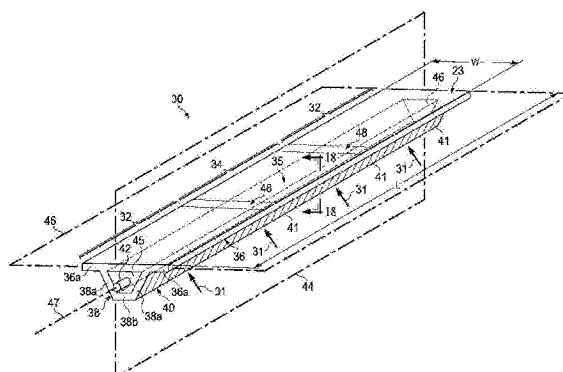
权利要求书1页 说明书9页 附图17页

(54) 发明名称

用于制造波纹状细长复合结构的压缩器和使用压缩器制作复合加强件的方法

(57) 摘要

本发明涉及用于制造波纹状细长复合结构的压缩器和使用压缩器制作复合加强件的方法,其中用于压缩波纹状细长复合铺层的装置(30)包括沿其长度为柔性的柔性的第一和第二纤维增强树脂柔性段(32,34)。第一段在第一平面(44)内是柔性的,并且第二段在第一平面内以及在第二平面内(44,46)是柔性的。



1. 一种用于制造波纹状细长复合结构的压缩器,其包括:
至少第一段,所述至少第一段沿其长度在第一平面内是柔性的;以及
至少第二段,所述至少第二段与所述第一段耦合并且沿其长度在所述第一平面内和在第二平面内是柔性的,其中所述第二段包括沿其长度的多个柔性橡胶接头,所述柔性橡胶接头允许所述第二段在所述第二平面内弯曲。
2. 根据权利要求1所述的压缩器,其中所述第一平面和第二平面大体相互正交。
3. 根据权利要求1或权利要求2所述的压缩器,其中所述压缩器的所述第二段包括大体平坦的第一部分和适于被容纳在所述复合结构中的空腔内的第二部分。
4. 根据权利要求3所述的压缩器,其中所述第一部分包括:
多个增强带,其横跨所述第一部分的宽度横向延伸并沿所述第一部分的长度隔开,
在所述增强带之间的狭槽,以及
在所述狭槽中的柔性材料。
5. 根据权利要求4所述的压缩器,其中:
所述第二部分包括在其中的多个横向延伸的狭缝,以及
所述狭缝与所述第一部分中的所述狭槽基本对齐。
6. 根据权利要求1所述的压缩器,其中所述第二段包括沿其长度的交替的增强件和橡胶的带。
7. 根据权利要求1所述的压缩器,其进一步包括在所述第一和第二段之间的拼接接头。
8. 一种使用根据权利要求1所述的压缩器制作复合加强件的方法,其包括:
形成复合加强件铺层;
使所述压缩器与所述加强件铺层接触,其中所述压缩器由纵轴线限定;
将所述加强件铺层附着到所述压缩器;
使用所述压缩器运输所述加强件铺层并将其置于表面上;
在两个大体正交的平面内弯曲所述压缩器以使所述压缩器符合所述表面的几何形状,
所述平面沿限定所述压缩器的所述纵轴线相交;以及
使用所述压缩器抵靠所述表面压缩所述加强件铺层。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中将所述加强件铺层附着到所述压缩器包括:
在所述压缩器内产生真空,以及
使用所述真空抵靠所述压缩器吸住所述加强件铺层。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中抵靠所述压缩器吸住所述加强件铺层包括由抽取通过与所述加强件铺层接触的所述压缩器上的侧面的空气而产生吸力。
11. 根据权利要求8到10中的任一项所述的方法,其中使用所述压缩器放置所述加强件铺层包括通过允许所述压缩器在大体正交的两个平面内弯曲来使所述压缩器符合所述表面的几何形状。

用于制造波纹状细长复合结构的压缩器和使用压缩器制作复合加强件的方法

技术领域

[0001] 本公开大体涉及制造复合结构,并更具体地涉及用于运输、放置和压缩波纹状复合加强件的方法和装置。

背景技术

[0002] 在例如纵梁的波纹状复合加强件的制造期间,压缩器可以用来抵靠工具表面压缩纵梁的铺层(layerup)。在一些情况下,工具表面可以沿一个或更多平面呈波纹状。已发展沿弯曲的单个平面柔性的压缩器,因此其中纵梁在多于一个平面中呈波纹状,工具表面具有需要通过手执行的压缩过程的相对复杂的几何形状。当通过手铺设组合波状复合纵梁时,可能在叠层中形成褶皱,其在铺层中的各个点处聚集,和/或可能发生不希望的纤维变形。使用手动铺层技术,层板褶皱和层板聚集的位置难以控制,因此在完成的零件中引起可能影响零件性能的变化。而且,手动铺层所涉及的人因素可能在完成的零件中引起导致不期望的不一致的过程变化。

[0003] 因此,需要用于压缩例如纵梁的波纹状复合加强件的方法和装置,其可以以改善零件质量和/或性能的方式一致且可预测地分布层板褶皱和聚集。也需要可以用来运输纵梁到固化工具,并且在纵梁放置和压缩期间与纵梁的组合弯曲一致的压缩器装置。

发明内容

[0004] 所公开的实施例提供用于运输、放置和压缩在多于一个平面中呈波纹状的复合加强件的方法和装置,复合加强件例如为纵梁。压缩器以调节和标准化层板褶皱和/或层板聚集的分布的方式在固化工具中放置和压缩纵梁铺层。所公开的压缩装置在多个平面中是柔性的,并且无论纵梁几何形状中的起伏如何,均与纵梁的外形一致。可预测的层板褶皱/聚集允许在纵梁设计中做出补偿层板褶皱和/聚集的工程改变,由此改善零件质量和/或性能。

[0005] 根据一个公开的实施例,提供用于制造波纹状细长复合结构的压缩器。该压缩器包括沿其长度在第一平面内柔性的至少第一段,以及与第一段耦合并且沿其长度在第一平面内并在第二平面内柔性的至少第二段。第一和第二平面大体相互正交。第一和第二段中的每个包括大体平坦的盖部分和适于被容纳在复合结构中的空腔内的帽部分。盖部分包括横跨盖部分的宽度横向延伸并沿其长度隔开的多个增强带。盖部分还包括沿其长度的多个柔性橡胶接头,该柔性橡胶接头允许第二段在第二平面内弯曲。帽部分包括在其中与柔性橡胶接头基本对齐的多个横向延伸的狭缝。

[0006] 根据另一实施例,提供用于运输和压缩其中具有空腔的波纹状复合帽加强件铺层的装置。该装置包括帽部分和大体平坦的盖部分,该帽部分适于被放置在空腔内,该盖部分与帽部分耦合并且在大体平行于盖部分的第一平面内是柔性的。帽部分和盖部分每个都在大体正交于第一平面的第二平面内是柔性的。盖部分包括柔性材料的叠层和基本刚性的增

强带。柔性材料可以包括橡胶。

[0007] 根据进一步的实施例,提供使用压缩器制作复合加强件的方法。该方法包括形成复合加强件铺层并使压缩器与铺层接触。加强件铺层被附着到压缩器,并且压缩器用来运输加强件铺层并将其置于表面上。加强件铺层通过压缩器被抵靠该表面压缩。将加强件铺层附着到压缩器包括在压缩器内生成真空,并使用真空抵靠压缩器吸住加强件铺层。抵靠压缩器吸住加强件铺层包括通过抽取通过与铺层接触的压缩器侧面的空气而产生吸力。使用压缩器放置加强件铺层包括通过允许压缩器在大体正交的两个平面内弯曲而使压缩器符合表面的几何形状。

[0008] 根据更进一步的实施例,提供使压缩器在正交平面中柔性以便压缩波纹状复合加强件铺层的方法。该方法包括通过以彼此大体平行隔开的关系放置多个复合增强带而铺设压缩器的至少第一部分,并且通过使柔性橡胶层板与增强带层压而在增强带之间形成柔性接头。层压包括使橡胶层板与增强带共固化。铺设压缩器的第一部分包括提供至少一个纤维增强树脂平层板,使平层板的相对的边缘成齿形(castellate)以在平层板上形成凸缘带,以及在凸缘带上方铺设增强带。

[0009] 总之,根据本发明的一方面,提供用于制造波纹状细长复合结构的压缩器,其包括沿其长度在第一平面内柔性的至少第一段;以及与第一段耦合并沿其长度在第一平面内和在第二平面内柔性的至少第二段。

[0010] 有利地,在该压缩器中,第一和第二平面大体相互正交。

[0011] 有利地,在该压缩器中,压缩器的第二段包括大体平坦的第一部分和适于被容纳在复合结构中的空腔内的第二部分。

[0012] 有利地,在该压缩器中,第一部分包括横跨第一部分的宽度横向延伸并沿第一部分的长度隔开的多个增强带、在增强带之间的狭槽和在狭槽中的柔性材料。

[0013] 有利地,在该压缩器中,第二部分包括在其中的多个横向延伸的狭缝,并且该狭缝与第一部分中的狭槽基本对齐。

[0014] 有利地,在该压缩器中,第二段包括沿其长度的多个柔性橡胶接头,该柔性橡胶接头允许第二段在第二平面内弯曲。

[0015] 有利地,在该压缩器中,第二段包括沿其长度的交替的增强件和橡胶的带。

[0016] 有利地,该压缩器进一步包括在第一和第二段之间的拼接接头。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供用于运输和压缩具有空腔的波纹状复合帽加强件铺层的装置,其包括适于被放置在空腔内的帽部分;以及与帽部分耦合并且在大体平行于盖部分的第一平面内柔性的大体平坦的盖部分。

[0018] 有利地,在该装置中,帽部分和盖部分每个在大体正交于第一平面的第二平面中均是柔性的。

[0019] 有利地,在该装置中,盖部分包括柔性材料的叠层和横跨盖部分的宽度横向延伸的基本刚性的增强带。

[0020] 有利地,在该装置中,柔性材料是橡胶,增强带沿盖部分的长度相互隔开从而定义横向狭槽,并且该狭槽用橡胶充分填充。

[0021] 有利地,在该装置中,增强带包括单向纤维增强树脂,并且柔性材料包括合成橡胶。

[0022] 有利地,在该装置中,帽部分包括在其中沿其长度的多个狭缝,其中该狭缝基本垂直于盖的平面延伸,并且与增强带之间的狭槽基本对齐。

[0023] 有利地,在该装置中,帽部分包括沿其长度的多个狭缝,该多个狭缝适于与真空源耦合以便抵靠帽部分吸住铺层。

[0024] 根据本发明的进一步的方面,提供使用压缩器制作复合加强件的方法,该方法包括:形成复合加强件铺层;使压缩器与加强件铺层接触;将加强件铺层附着到压缩器;使用压缩器运输加强件铺层并将其置于表面上;以及使用压缩器抵靠该表面压缩加强件铺层。

[0025] 有利地,在该方法中,将加强件铺层附着到压缩器包括在压缩器内产生真空,并使用真空抵靠压缩器吸住加强件铺层。

[0026] 有利地,在该方法中,抵靠压缩器吸住加强件铺层包括通过抽取通过与加强件铺层接触的压缩器上的侧面的空气而产生吸力。

[0027] 有利地,在该方法中,使用压缩器放置加强件铺层包括通过允许压缩器在大体正交的两个平面内弯曲而使压缩器符合表面的几何形状。

[0028] 根据本发明的更进一步的方面,提供使压缩器在正交平面中柔性以便压缩波纹状复合加强件铺层的方法,该方法包括:通过以彼此大体平行的彼此隔开的关系放置多个复合增强带而铺设压缩器的至少第一部分;并且通过层压柔性橡胶层板与增强带而在增强带之间形成柔性接头。

[0029] 有利地,在该方法中,层压包括使橡胶层板与增强带共固化。

[0030] 有利地,在该方法中,铺设压缩器的第一部分包括提供至少一个纤维增强树脂平层板,使平层板的相对边缘成齿形从而在平层板上形成凸缘带,以及在凸缘带上方铺设增强带。

[0031] 有利地,该方法进一步包括:通过在其中具有空腔的工具上铺设多个纤维增强树脂层板来铺设压缩器的第二部分;以及在铺设的纤维增强树脂层板上方在工具空腔内放置囊状物(bladder),其中铺设压缩器的第一部分通过在工具上铺设的纤维增强树脂层板上方放置增强带来实现。

[0032] 根据本发明的另一方面,提供用于运输、放置和压缩组合波纹状复合帽纵梁的装置,其包括基本连续的、细长的、大体平坦的盖部分和帽形部分,该盖部分包括第一段、第二段和拼接接头,该第一段仅在第一平面内柔性并包括多个纤维增强树脂叠层,该第二段在第一平面内柔性并且在与第一平面正交的第二平面内柔性,该第二段包括多个单向纤维增强树脂堆叠带,该堆叠带沿盖部分的长度隔开从而定义堆叠带之间的狭槽,该第二段进一步包括填充狭槽的柔性橡胶并横跨盖部分的整个宽度延伸,该拼接接头在第一和第二段之间;该帽形部分接合到盖部分,该帽部分具有大体打开的内部和在其中的多个狭缝,狭缝的长度与打开的内部连通,并且将帽部分分段,该狭缝与帽部分的第二段中的狭槽分别对齐,帽形部分适于与真空源耦合以便在打开的内部内抽取真空,其产生通过狭缝的真空吸力,该真空吸力逆着帽形部分拉动纵梁。

[0033] 根据本发明的另一方面,提供制作用于运输、放置和压缩沿其长度具有组合波纹的复合帽纵梁的柔性压缩器的另一种方法,该方法包括:通过以彼此大体平行隔开的关系放置多个复合增强带,提供至少一个纤维增强树脂平层板,使平层板的相对边缘成齿形从而在平层板上形成凸缘带,以及在凸缘带上方铺设增强带,从而铺设压缩器的至少第一部

分;通过层压柔性橡胶层板与增强带,包括使橡胶层板与增强带共固化,而在增强带之间形成柔性接头;通过在其中具有空腔的工具上方铺设多个纤维增强树脂层板来铺设压缩器的第二部分;将囊状物放置在铺设的纤维增强树脂层板上方的工具空腔内,其中铺设压缩器的第一部分通过在工具上铺设的纤维增强树脂层板上方放置增强带来执行;以及在压缩器的第二部分中锯开狭缝,该狭缝与压缩器的第一部分中的柔性接头对齐。

附图说明

[0034] 被认为是有利实施例的特征的新颖特征在所附权利要求中提出。然而,有利实施例以及优选的使用模式、进一步的目标及其优点将通过在结合附图阅读时参考本公开的有利实施例的以下详细描述而被最佳地理解,其中:

[0035] 图1是根据一个公开的实施例的压缩器的透视图的图示说明。

[0036] 图2是附连至在两个平面中弯曲的飞行器蒙皮的复合纵梁的透视图的图示说明。

[0037] 图3是在图2中所示的纵梁的侧视图的图示说明。

[0038] 图4是沿图3中的线4-4取得的剖面图的图示说明。

[0039] 图5是沿图3中的线5-5取得的剖面图的图示说明。

[0040] 图6是用来形成在图1中所述的压缩器的一段的层板铺层的分解的剖面图的图示说明。

[0041] 图7是与图6类似的图示说明,但其示出用来形成在图1中示出的压缩器的另一段的层板铺层。

[0042] 图8是形成在图6和图7中示出的铺层的一部分的层板的平面图的图示说明。

[0043] 图9是与图8类似的图示说明,但其示出已成齿形的层板的一部分的相对边缘。

[0044] 图10-17是用来制造压缩器的铺层工具和连续层板铺层步骤的平面图的图示说明。

[0045] 图18是沿图1中的线18-18取得的剖面图的图示说明。

[0046] 图19是制造压缩器的方法的流程图的图示说明。

[0047] 图20是帽纵梁的剖面图的图示说明,该帽纵梁是在凸模上方形成的真空袋。

[0048] 图21是在凸冲压模和凹冲压模之间形成的帽纵梁的剖面图的图示说明。

[0049] 图22是与图21类似的图示说明,但其示出已经安装在纵梁铺层中的压缩器。

[0050] 图23-26是示出使用压缩器在固化工具中运输、放置和压缩帽纵梁的连续步骤的剖面图的图示说明。

[0051] 图27是用于制造复合纵梁的方法的流程图的图示说明。

[0052] 图28是飞行器生产和维护方法的流程图的图示说明。

[0053] 图29是飞行器的框图的图示说明。

具体实施方式

[0054] 首先参考图1-5,压缩器30(图1)可以用于运输、放置和压缩弯曲的复合层压加强件,弯曲的复合层压加强件例如但不限于在图2-5中示出的波纹状帽纵梁50。压缩器30是大体半刚性的,具有在工具中放置和压缩纵梁铺层期间允许压缩器30弯曲并符合复杂工具表面(没有在图1中示出)的柔度。在纵梁50的运输和放置期间,纵梁50通过真空吸力31被保持

在压缩器30上。压缩器30是细长的,并且大体上包括分段的第一帽部分38和连续的大体平坦的第二盖部分36。帽部分38包括斜侧壁38a和底壁38b。

[0055] 盖36包括横向延伸的凸缘36a。盖部分36与帽部分38以及一对端壁45形成基本上延伸压缩器30的整个长度“L”的封闭的内部空间35。在一个或两个端壁45中的气动配件42适于使压缩器30的内部空间35与合适的真空源(未示出)耦合,以便在压缩器30内抽取真空。如将在下面讨论的,帽部分38包括在其中的多个大体平行的狭缝40,狭缝40允许空气通过帽部分38被抽取到内部空间35中。狭缝40基本上延伸帽部分38的整个高度,并且将其分成允许压缩器30的帽部分38在将铺层放置并压缩在工具中期间弯曲的单独的段41。狭缝40也允许空气被抽取到内部空间35中,产生在运输、放置和压缩过程期间将纵梁50保持在压缩器30上的真空吸力31。纵梁50到压缩器30的该真空附着可以允许在纵梁压缩期间层板褶皱和聚集的更对称分布。

[0056] 压缩器30包括至少第一单柔性段32和至少第二双柔性段34。段32、34通过适合应用的接头48相互耦合,例如但不限于拼接接头、嵌接接头或对接接头。在图示说明的实施例中,压缩器30仅包括一个段34,段34通过两个接头48耦合在两个段32之间。然而,压缩器30可以具有位于沿压缩器30的长度的任何区域的多于一个段34,包括在压缩器30的任一末端上。在一些实施例中,基本上整个压缩器30可以包括双柔性段34。压缩器30可以具有多于或少于两个单柔性段32。如在后面将更详细讨论的,压缩器30的段34包括柔性接头23,柔性接头23允许段34在基本上相互正交的两个平面44、46中的每个平面中弯曲。平面44大体平行于盖36延伸并穿过盖36,而平面46基本垂直于盖36延伸。柔性接头23也可以允许压缩器30沿其纵轴线47扭力扭转。

[0057] 盖部分36和帽部分38都可以由纤维增强树脂的层压层板(没有在图1中示出)形成,例如但不限于碳纤维环氧树脂。用来形成段32中的盖部分36的层板的数目和厚度被选择成使得盖部分36在平面44内的柔性达到在将纵梁铺层放置并压缩在工具中期间允许压缩器30符合弯曲的工具表面(未示出)所需的程度。在帽部分38中的狭缝41允许帽部分38与盖部分36一起在平面44内弯曲。

[0058] 如在后面描述的,位于压缩器30的双柔性段34内的盖部分36的区域由被共固化的材料的结合形成以形成多个柔性接头23。这些柔性接头23允许盖部分36在平面44、46内弯曲以及绕其纵轴线47扭转。在帽部分38中的狭缝40也允许段34内的帽部分38的区域在平面46内弯曲。由于在纵梁放置和压缩过程期间压缩器30能够在两个平面44、46内弯曲并符合波纹状工具158(图24-26)或其他表面的几何形状,因此层板聚集和/或层板褶皱(未示出)的位置和/或图案可以在各部分中变得更一致、规则和/或可预测,允许对纵梁50的设计做出可以改善纵梁50的性能的合适补偿性的工程改变。

[0059] 现在参考图2-5,帽纵梁50具有大体帽形的截面,包括顶部56、斜侧壁55、一对横向延伸的凸缘58。纵梁50可以附连到具有组合波纹外形的蒙皮52的内表面52a,可能要求纵梁50符合该组合波纹外形。纵梁50的凸缘58可以通过任何合适的方式被固定到蒙皮52,例如紧固件(未示出)、粘合剂或通过在其中蒙皮52是复合件的那些应用中使复合纵梁50与蒙皮52共固化。如图2和图3中所示,纵梁50具有第一面外弯曲54,并且如图5所示,具有符合蒙皮表面52a的复合波纹外形的第二面外弯曲60。

[0060] 现在注意图6,其图示说明用来形成在图1中示出的压缩器30的段34的典型的层板

铺层61。铺层61逐个层板形成在铺层工具65上,该铺层工具65具有空腔66以便形成纵梁50的帽部分38,并具有凸缘表面65a以便形成盖部分36。两块全宽度的纤维增强树脂层板64铺设在空腔部分66上方并覆盖凸缘表面65a。三块另外的纤维增强树脂层板68铺设在空腔部分66内。在一个实施例中,层板64可以是偏置层板,而层板68可以包括偏置层板和平织层板的结合。层板的数目及其纤维取向可以变化,这取决于应用。

[0061] 第六层板70包括单向纤维增强树脂的多个增强带70a,该多个增强带70a沿工具65的长度隔开并且每个都具有横跨空腔部分66横向延伸的纤维取向。第六层板70可以包括单向预浸带的一个或更多个堆叠的增强带70a。第七层板72包括一层柔性未固化合成橡胶,例如但不限于Viton®氟橡胶,其宽度稍小于第六层板70中的带的宽度。第七层板72可以包括在固化后保持柔性的其他材料。第八层板74包括覆盖工具65的空腔部分66并与形成层板70的带70a分别对齐的第二组单向纤维增强树脂带74,如将在下面更详细地讨论。最后的第九层板76包括柔性未固化合成橡胶的第二全宽度层,其也可以是氟橡胶,例如Viton®。铺层61的帽部分38由层板64和68形成,而盖部分36由层板64、70、72、74和76的结合形成。

[0062] 参考图7,形成压缩器30的段32的铺层63包括横跨空腔部分66并在工具65的凸缘表面65a上方延伸的一对全宽度层板78。三块另外的层板80被铺设在空腔部分66上方。接下来,全宽度层板86被铺设,随后铺设仅覆盖空腔部分66的三块板88。最终,另一全宽度层板90被铺设。铺层63的每个层板可以包括具有为具体应用选择的纤维取向的单向或编织纤维预浸料。

[0063] 现在注意图8-17,其图示说明用来形成在图6中示出的铺层61的连续步骤。首先参考图8,提供在图6中示出的层板64的大体平坦的铺层62,其长度基本等于压缩器30的全部三段32、34的长度。接下来,如在图9中示出,使用任何合适的材料去除技术(例如但不限于模切)来使沿铺层62的压缩器的段34的相对边缘95成齿形。该齿形引起每个层板64中的一系列增强凸缘带64a,增强凸缘带64a沿段34的长度隔开并由狭槽128分隔。

[0064] 图10图示说明准备好接收在图6中示出的层板铺层61的工具65。如先前提到的,工具65包括帽形空腔部分66以便形成压缩器30的帽部分38,并包括一对凸缘表面65a以便形成压缩器30的盖部分36的凸缘部分36a。

[0065] 图11图示说明在工具65上铺设的齿形层板64,其中隔开的凸缘带64a与工具65的凸缘表面65a重叠。图12反映铺层过程中下个步骤的完成,其中层板68被铺设在工具65的空腔部分66内,与层板64重叠。然后,如在图13中示出,可膨胀囊状物142被放置在空腔部分66中,与层板68重叠。

[0066] 参考图14,制造过程中的下个步骤包括铺设横向延伸的单向预浸渍增强带70a,与齿形铺层62的凸缘带64a(图13)对齐并重叠。增强带70a中的每个可以包括一个或更多个单向预浸带层板,然而,其他类型的增强件也是可能的。增强带70a基本跨越盖段36的整个宽度并且以适合于具体应用的节距隔开。

[0067] 图15示出橡胶层板72已经被铺设在增强带70a上方,之后,如在图16中示出,第二组大体平行隔开的增强带74a被铺设在橡胶层板72上方,与下面的增强带70a和凸缘带64a对齐(见图13和图14)。增强带74a增强与空腔66重叠的盖段36的区域。最后,如在图17中示出,未固化合成橡胶或类似的柔性材料的第二层板76被铺设在增强带74a上方。第二橡胶层板76基本跨越铺层61的整个宽度。

[0068] 图18是示出压缩器段34中的柔性接头23中的一个的局部图示说明。增强带64a、70a、74a的对齐堆叠在盖部分36的层板层压期间形成用源自橡胶层板72、76的橡胶填充的狭槽128。在这种层压之后,柔性橡胶接头23基本横跨盖部分36的整个宽度延伸。增强带64a、70a、74a提供具有维持其形状并防止其在压缩器30内抽取真空时塌陷所需的刚度的压缩器段34,而形成接头23的填充橡胶的狭槽128允许盖部分36在正交平面44、46(图1)的任意一个内弯曲。柔性橡胶接头23被对齐以沿压缩器长度符合狭缝40的位置。

[0069] 图19是图示说明制造压缩器30的方法的步骤的流程图。在一个实施例中,在步骤92开始,提供层板64的平坦铺层62,并且在步骤94使铺层62的边缘成齿形。在96,成齿形的铺层62被放置在工具65上并在其上方形成,并且根据需要可以铺设另外的层板68,从而增强压缩器30的帽部分38。然后,如在106处示出,可膨胀囊状物142安装在工具65的空腔66中,与层板64、68重叠。可替换地,如在100处所示,层板64可以在不成齿形的情况下被铺设在成形工具65上,之后,在102处根据需要可以铺设另外的帽层板68。在104处,层板64的边缘成齿形以在压缩器30的双弯曲段34中形成增强凸缘带64a。在108处,复合增强带70a被铺设在凸缘带64a上方,并且在110处未固化橡胶的第一层板72被铺设在凸缘带64a上方。在112处,第二组单向复合增强带74a被铺设在第一橡胶层板72上方以便进一步增强与空腔66重叠的盖部分36的区域。在114处,未固化橡胶的第二层板76被铺设在增强带74上方。

[0070] 通过首先在步骤116中铺设帽部分38的层板,并且然后在步骤118铺设盖部分36的层板,而铺设每个压缩器段32。当压缩器段32的盖层板被铺设时,这些层板中的至少某些与压缩器段34的盖层板交错,如步骤120所示,以便在压缩器段32、34之间形成重叠的拼接接头48。接头48可以减小局部刚度并提高压缩器30的总体耐久性。如先前提到的,尽管拼接接头48已在示范实施例中示出,但其他类型接头是可能的。

[0071] 在122处,压缩器铺层被真空装袋并且橡胶和合成树脂层板在具有或没有压热器处理的情况下被共固化。在共固化之后,压缩器30的帽部分38中的狭缝40通过切割、锯割或其他合适过程形成。如先前提到的,狭缝40相互定位并隔开以使得它们与填充橡胶的狭槽128基本对齐。

[0072] 现在注意图20-26,其图示说明使用柔性压缩器30形成、运输、放置和压缩复合帽纵梁50铺层的方法的步骤。首先参考图20,通过在凸模152上方放置多个复合装载(charge),并使用真空袋153在凸模152上方压缩并形成装载,可以形成复合帽形纵梁50。可替换地,如在图21中所示,通过在凸模152和凹模156之间分别冲压成形复合装载,产生帽空腔154,可以形成纵梁50。在形成后,纵梁50可以在必需时修剪。通过纵梁50被支撑在凹模156中,压缩器30被放置在纵梁50的帽空腔154中,使得压缩器30的帽部分38啮合纵梁50的侧壁55和顶部56,并且压缩器帽36的凸缘部分36a与纵梁50的凸缘58重叠并啮合。纵梁50和压缩器30可以保留在凹模156中,该凹模156可以被用作夹紧装置从而维持纵梁50的形状,直到纵梁50准备好被移除和运输以便放置。可选地,纵梁50可以转移到夹紧装置(未示出),直到准备好放置。为了从凹模156(或可选的夹紧装置)移除纵梁50,在压缩器30内抽取真空,其通过狭缝40(图1)抽取空气从而产生导致纵梁50附着到压缩器30的吸力31(图22)。

[0073] 如在图23中示出,通过纵梁50被附着到压缩器30,压缩器30与纵梁50一起被提升离开凹模156,并且被用来将纵梁50运输到例如工具158的结构,如图23中所示,其具有凹的工具表面159,凹的工具表面159在多于一个平面中弯曲并且基本上匹配纵梁50的外模线

(OML)表面(未示出)。压缩器30被用来将纵梁50放置在工具158的空腔160中,如在图25中示出。通过压缩器30和纵梁50安装在工具空腔160中,真空袋组件155被安装在压缩器30和纵梁50上方,并且在袋155(图25)中抽取真空,该真空与压缩器30一起抵靠工具表面159压缩铺层50。在压缩纵梁50之后,如在图26中示出,压缩器30抽离纵梁50。纵梁50可以然后被进一步加工。例如,填料(未示出)可以安装在纵梁50中,一个或更多囊状物(未示出)可以抵靠纵梁50安装,纵梁50可以附连到蒙皮52(图2)并且在压热器(未示出)中固化,等等。

[0074] 图27图示说明制造先前关于图20-25描述的纵梁50的步骤的流程图。在162处开始,复合帽纵梁50装载被铺设,并在需要时可选地被修剪。在164处,如通过模压或其他过程,纵梁装载被成形为纵梁形状。如果先前在步骤162中没有被修剪,则形成的纵梁50可以在步骤164中形成之后被修剪。可选地,纵梁50可以转移到夹紧装置,直到它准备好被压缩器30运输和放置。在166处,压缩器30被安装在纵梁空腔160中。压缩器30可以保持在纵梁50中从而维持其形状,直到纵梁50准备好从凹模156或夹紧装置移除。在168处,使用通过在压缩器30内抽取真空产生的力将纵梁50附着到压缩器30,该真空抵靠压缩器30吸住纵梁50。接下来,在170处,压缩器30被用来提升和运输纵梁50到工具、夹具、零件或其他结构或表面。例如但不限于,压缩器30可以被用来运输纵梁50到工具158,并然后将纵梁50放置在工具158或其他结构或表面上的期望位置。当纵梁50由压缩器30放置时,压缩器30可以在两个正交平面44、46中的任意一个或两个中弯曲,或绕其纵轴线47(图1)扭转到使纵梁铺层50符合结构的弯曲表面(例如工具表面159)所需的程度。

[0075] 在174处,真空袋155与其他常规的袋装组件(未示出)一起被安装和密封在工具158上方,覆盖纵梁50和压缩器30。在176处,在袋155上抽取真空,其通过压缩器30压缩纵梁50,同时维持压缩器30内的真空。由于空气通过狭缝40(图1)泄漏到压缩器30中,在压缩器30内抽取的真空可以帮助在压缩过程期间排空真空袋155。在178处,纵梁铺层50脱袋,压缩器30内的真空被释放,并且压缩器30从工具158移除。在180处,压缩器可以被安排以便在压缩另一个纵梁铺层50中重复使用。通过在纵梁50中安装填料、应用囊状物、将蒙皮附连到纵梁等,纵梁制造过程可以在182处继续,这取决于应用。

[0076] 本公开的实施例可以发现用在各种潜在应用中特别是在运输业中,包括例如航空航天、船舶、机动车应用和其中可以使用自动铺层设备的其他应用。因此,现在参考图28和图29,本公开的实施例可以用在如图28所示的飞行器制造和维修方法184和如图29所示的飞行器186的背景下。所公开的实施例的飞行器应用可以包括例如但不限于加强构件的铺层,该加强构件例如但不限于翼梁和纵梁。在预生产期间,示例方法184可以包括飞行器186的规范和设计188以及材料采购190。在生产期间,飞行器186的部件和子组件制造192与系统集成194发生。此后,飞行器186可以经历认证和交付196,以便置于服务中198。在由客户维修时,飞行器186被计划例行维护和维修200,其可以包括修改、重新配置、翻新等。

[0077] 方法184的过程中的每个都可以由系统集成商、第三方和/或操作者(例如客户)执行或实行。为了描述的目的,系统集成商可以包括但不限于任何数目的飞行器制造商和主系统分包商;第三方可以包括但不限于任何数目的销售商、分包商和供应商;以及操作者可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0078] 如在图29中所示,通过示例方法184生产的飞行器186可以包括具有多个系统204的机身202和内部206。机身202可以包括可以使用所公开的方法和压缩器制造的各种加强

件,例如纵梁和翼梁。高水平系统204的示例包括推进系统208、电气系统210、液压系统212和环境系统214中的一个或多个。可以包括任何数目的其他系统。尽管示出航空航天示例,但本发明的原理可以应用于其他工业,例如船舶和机动车工业。

[0079] 在此实施的系统和方法可以在生产和维修方法184的任何一个或多个阶段中采用。例如,对应于生产过程192的部件或子组件可以用类似于当飞行器186在使用中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、方法实施例或其结合可以在生产阶段192和194期间利用,例如通过充分加速飞行器186的装配或降低飞行器186的成本。类似地,设备实施例、方法实施例或其结合中的一个或多个可以在飞行器186投入使用时被利用,例如但不限于维护和维修200。

[0080] 不同有利实施例的描述为了图示说明和描述的目的而呈现,并且不意图详尽或限于所公开形式的实施例。许多修改和变化对于本领域技术人员是显而易见的。进一步地,不同有利实施例可以提供与其他有利实施例相比的不同优点。所选择的实施例或多个实施例被选择并描述以便最佳地解释实施例的原理、实际应用,并使本领域技术人员能够理解具有本公开的各种实施例具有适合于设想的具体使用的各种修改。

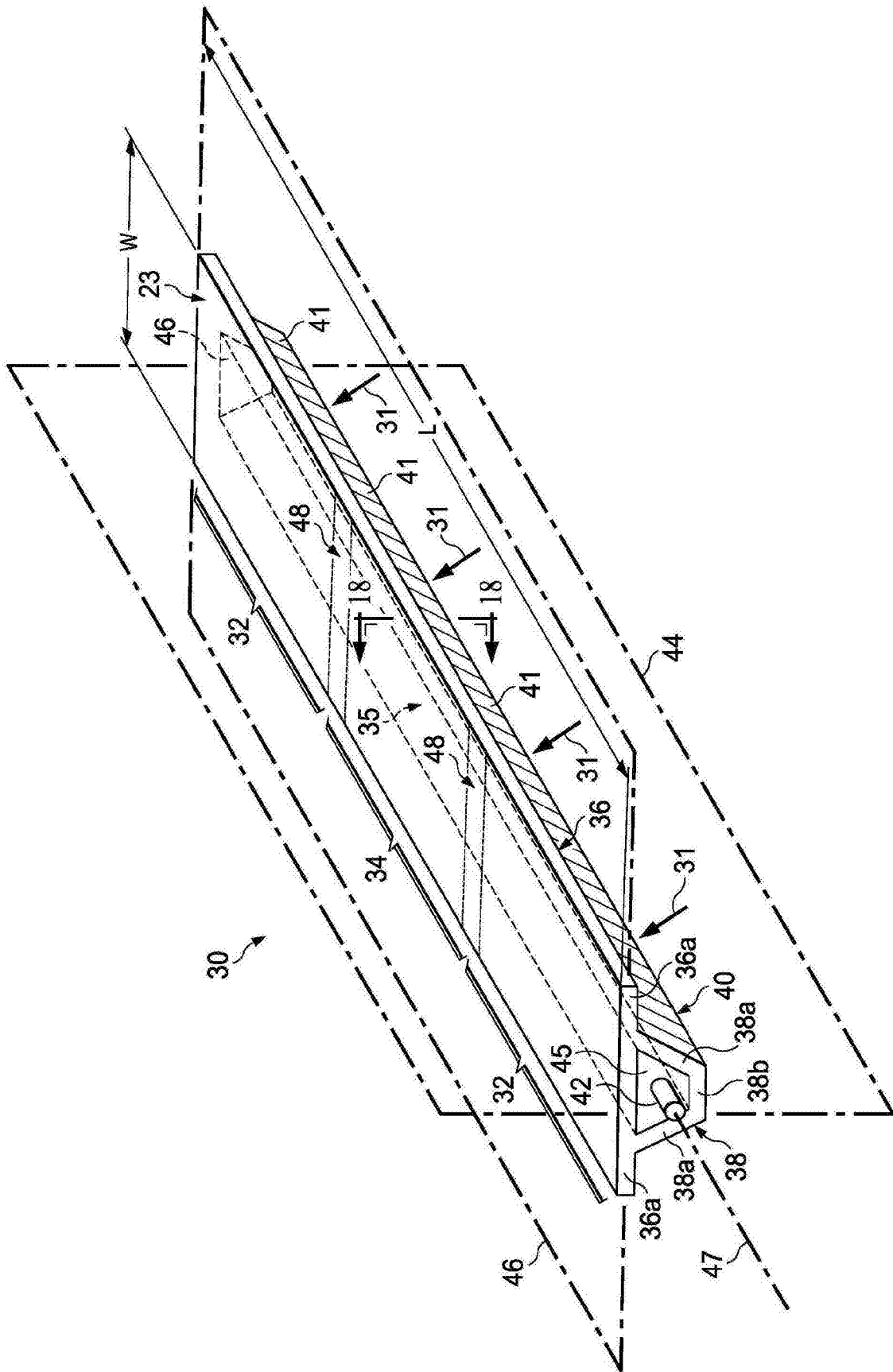


图1

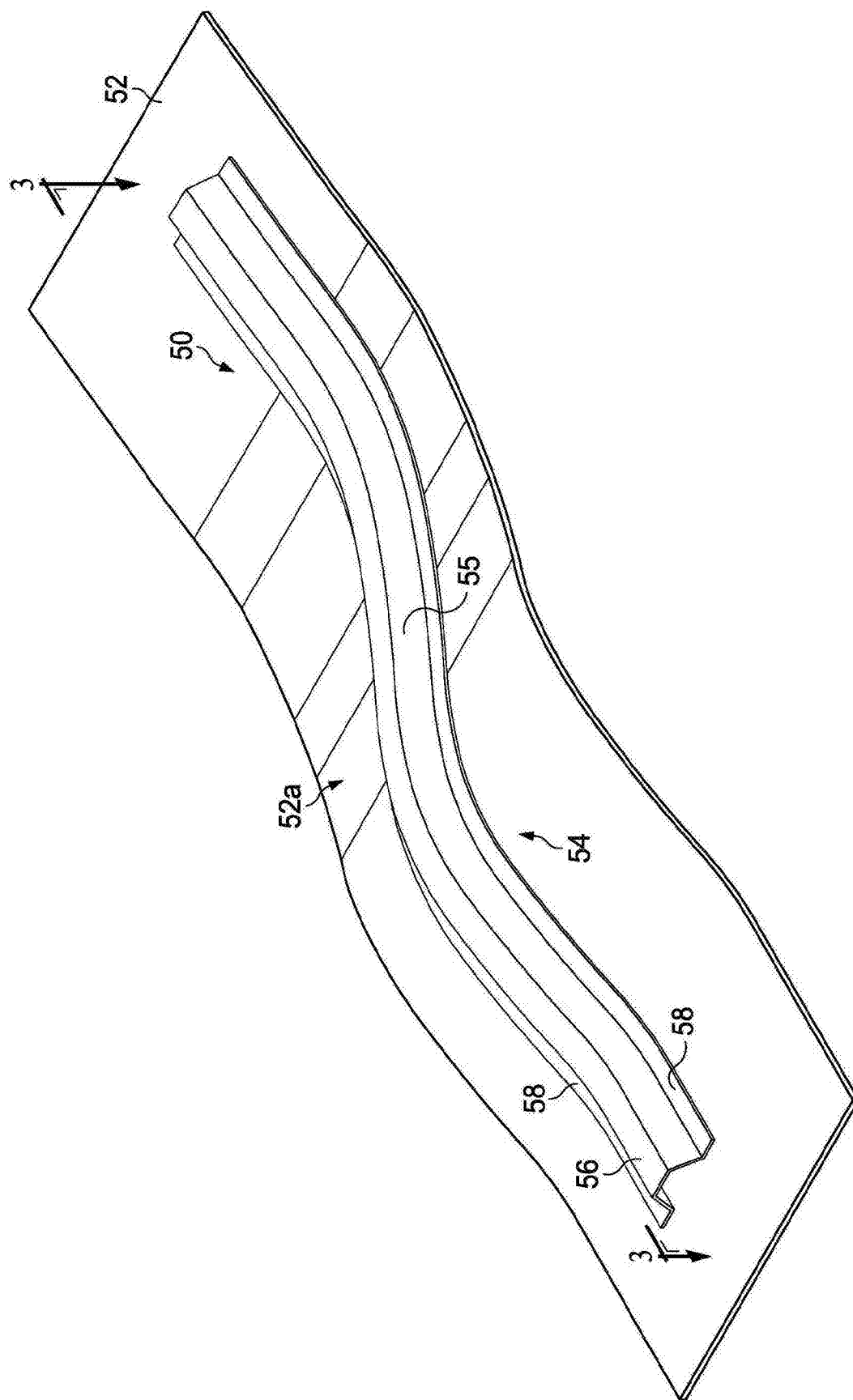


图2

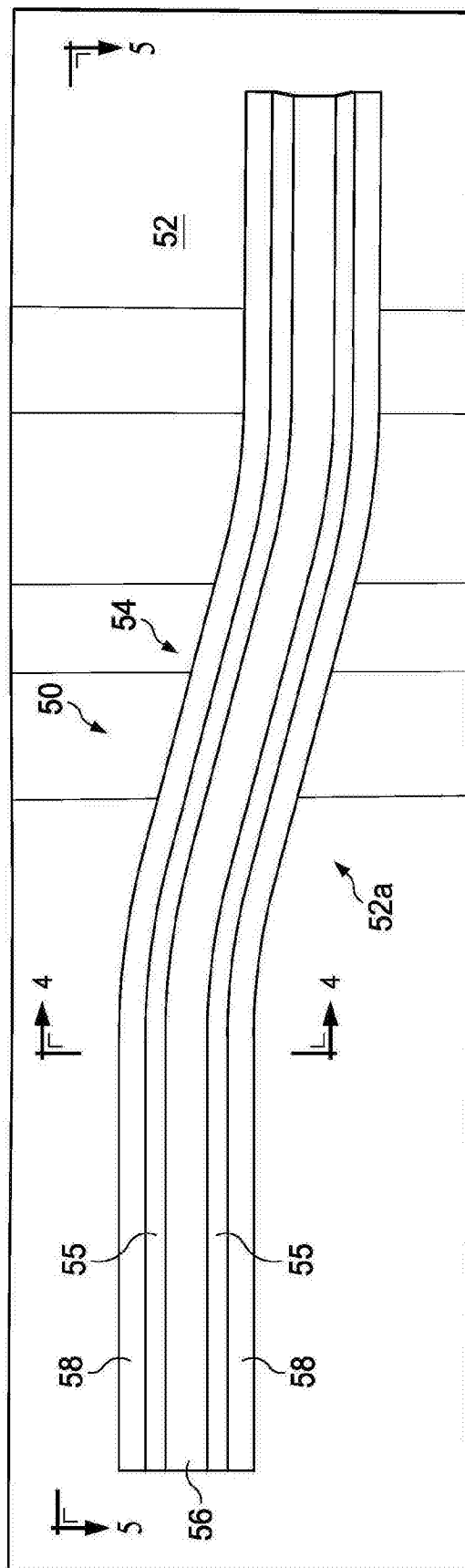


图3

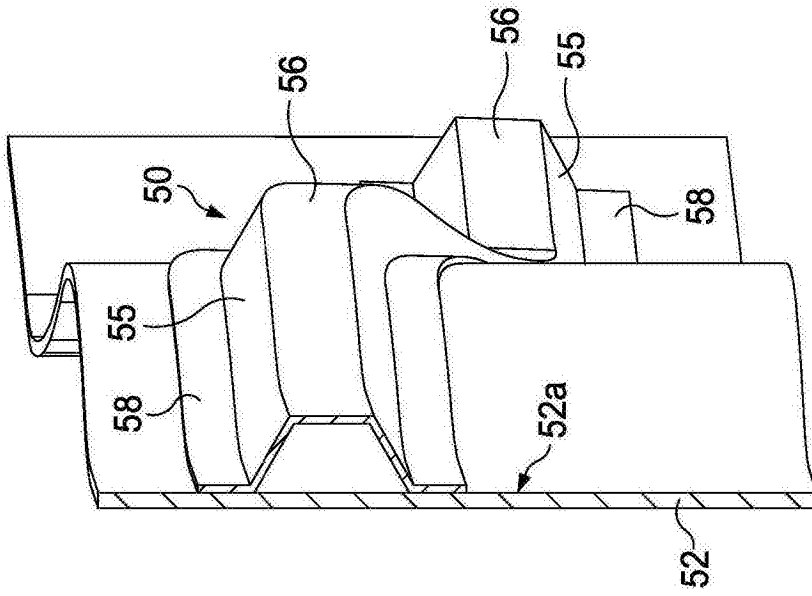


图4

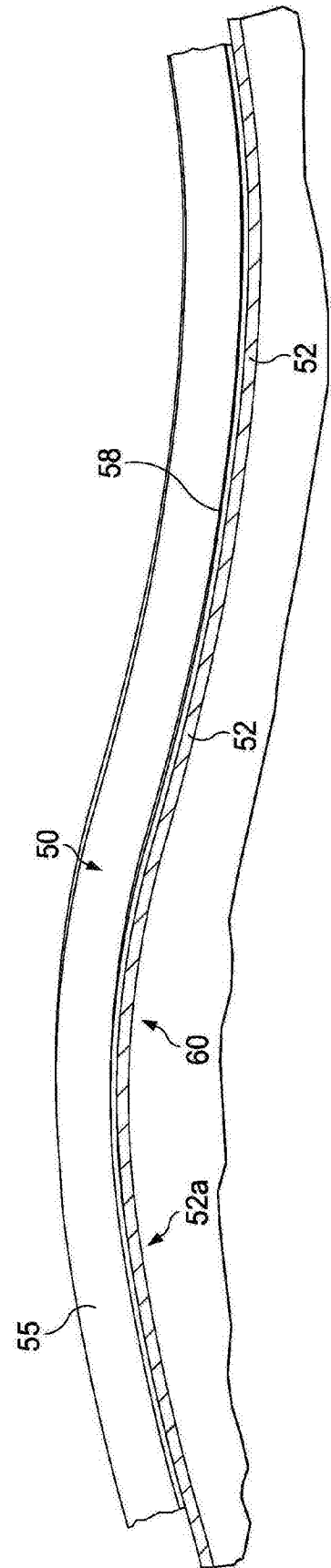


图5

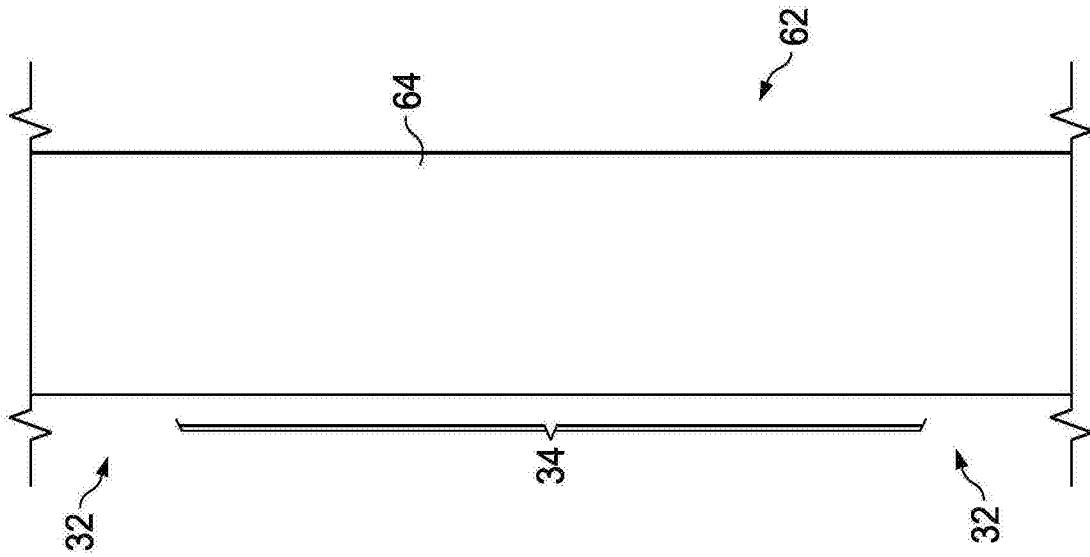


图8

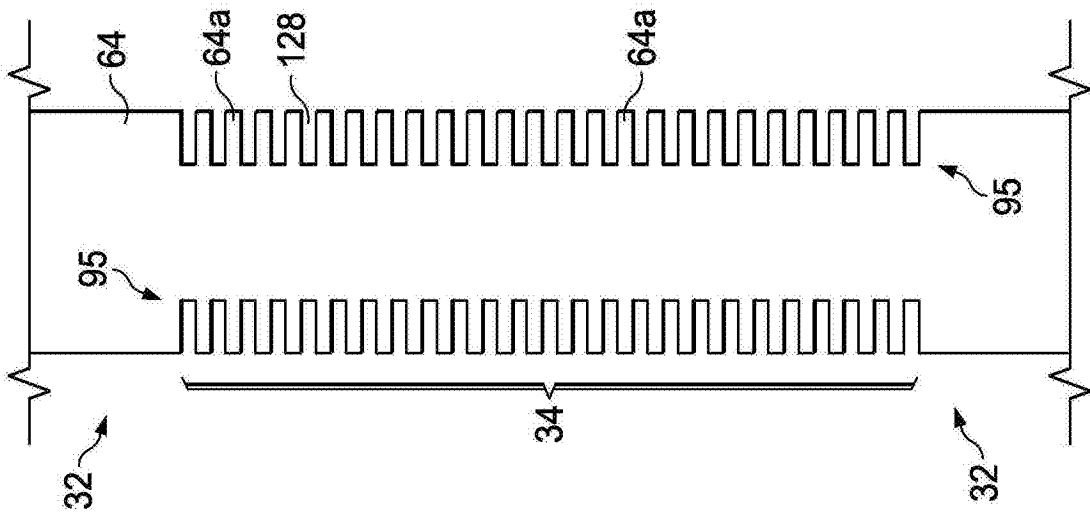


图9

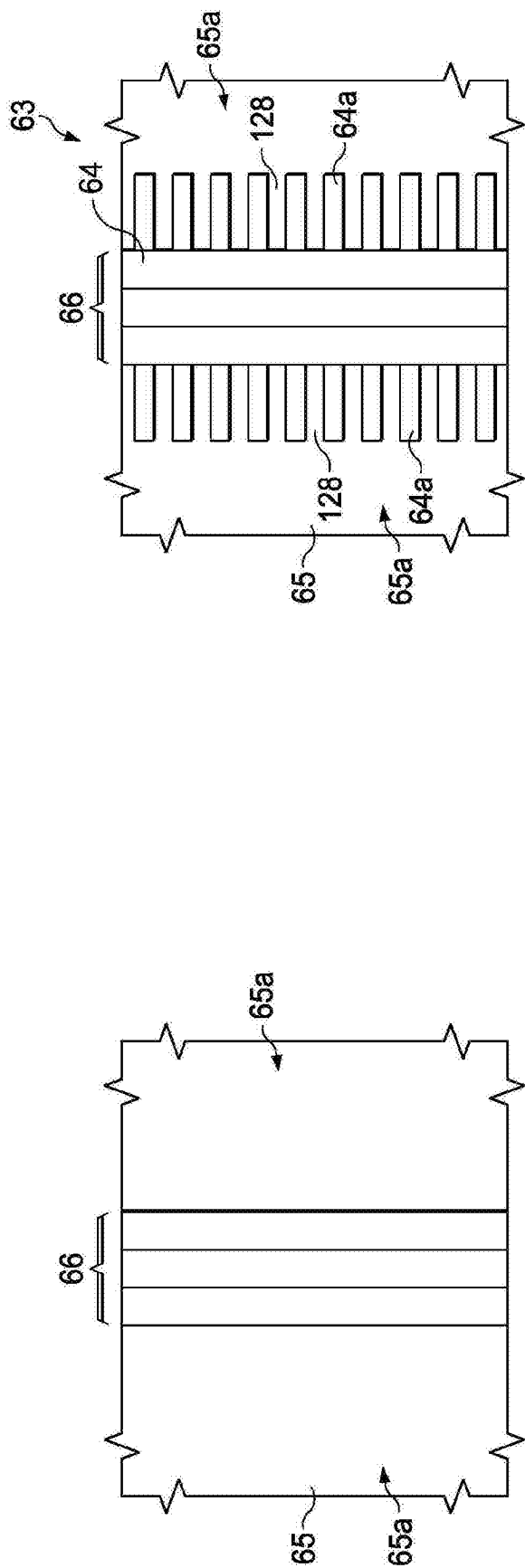


图10

图11

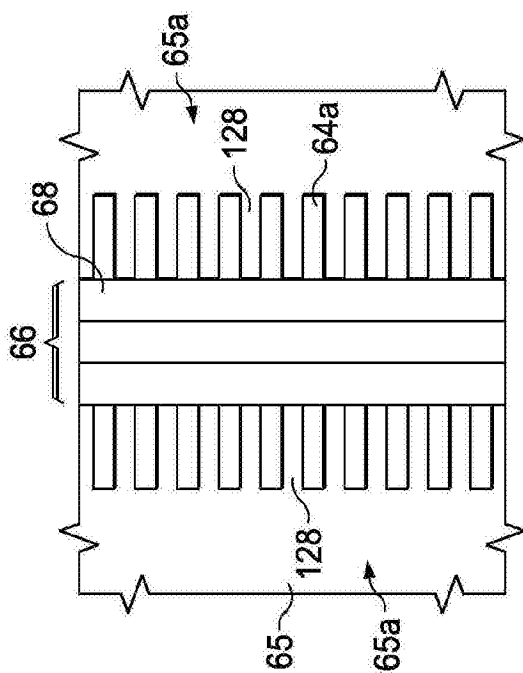


图12

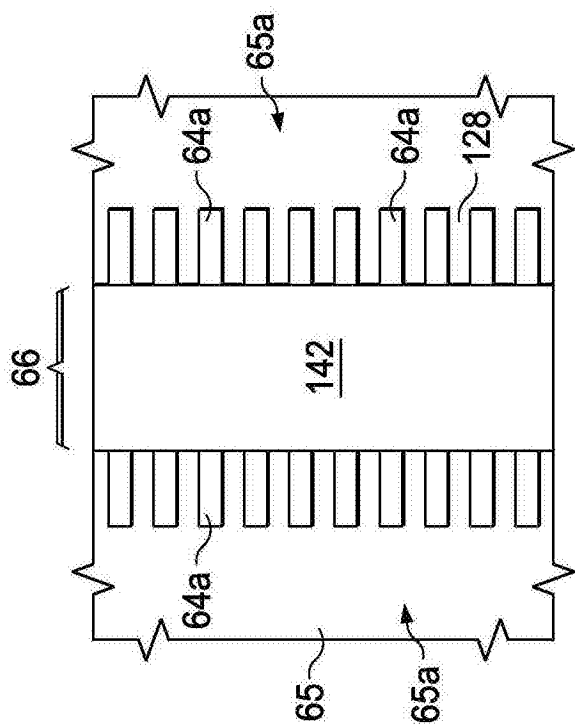


图13

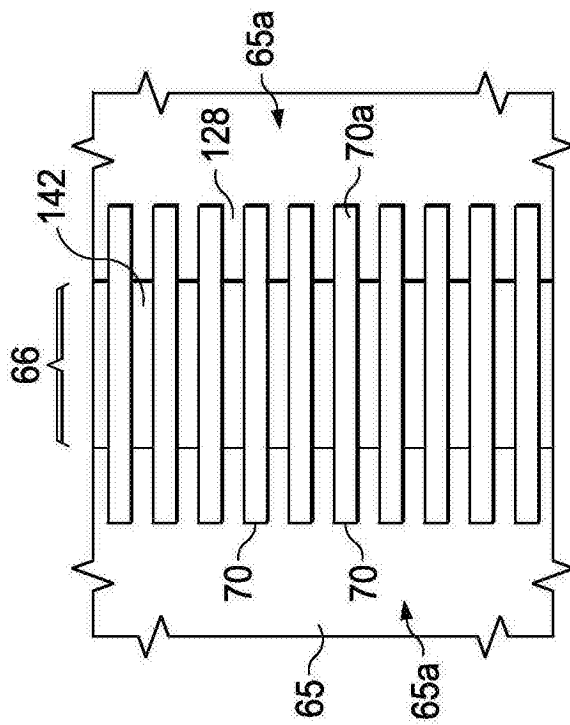


图14

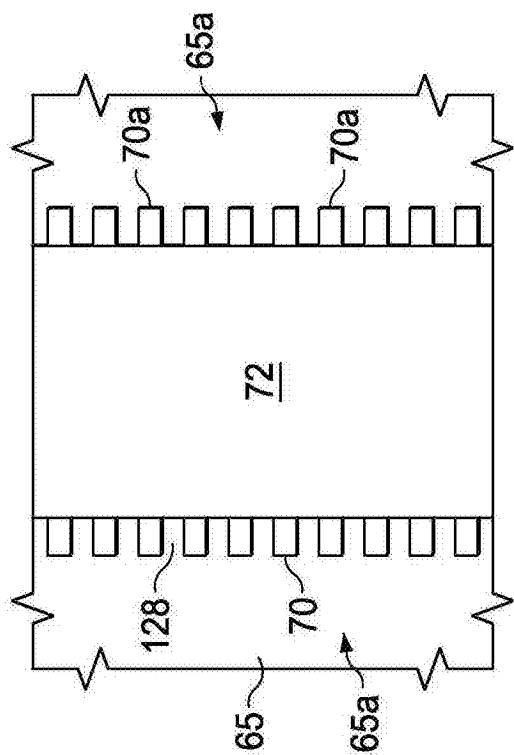


图15

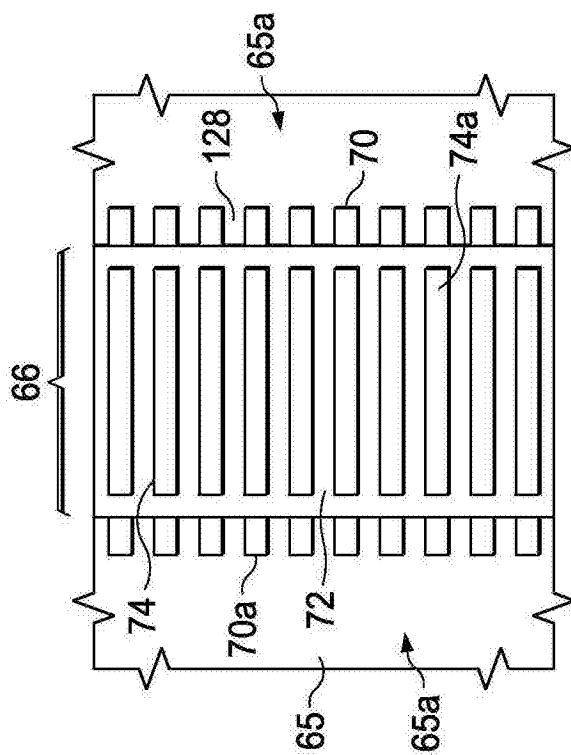


图16

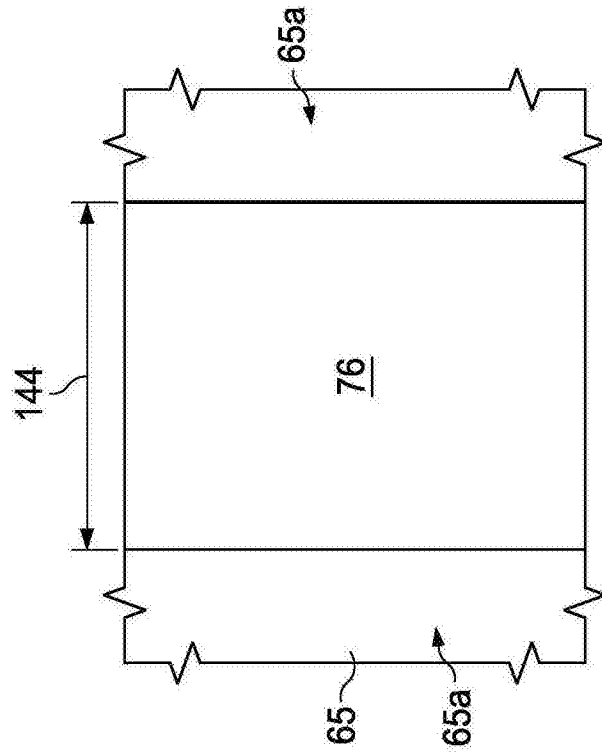


图17

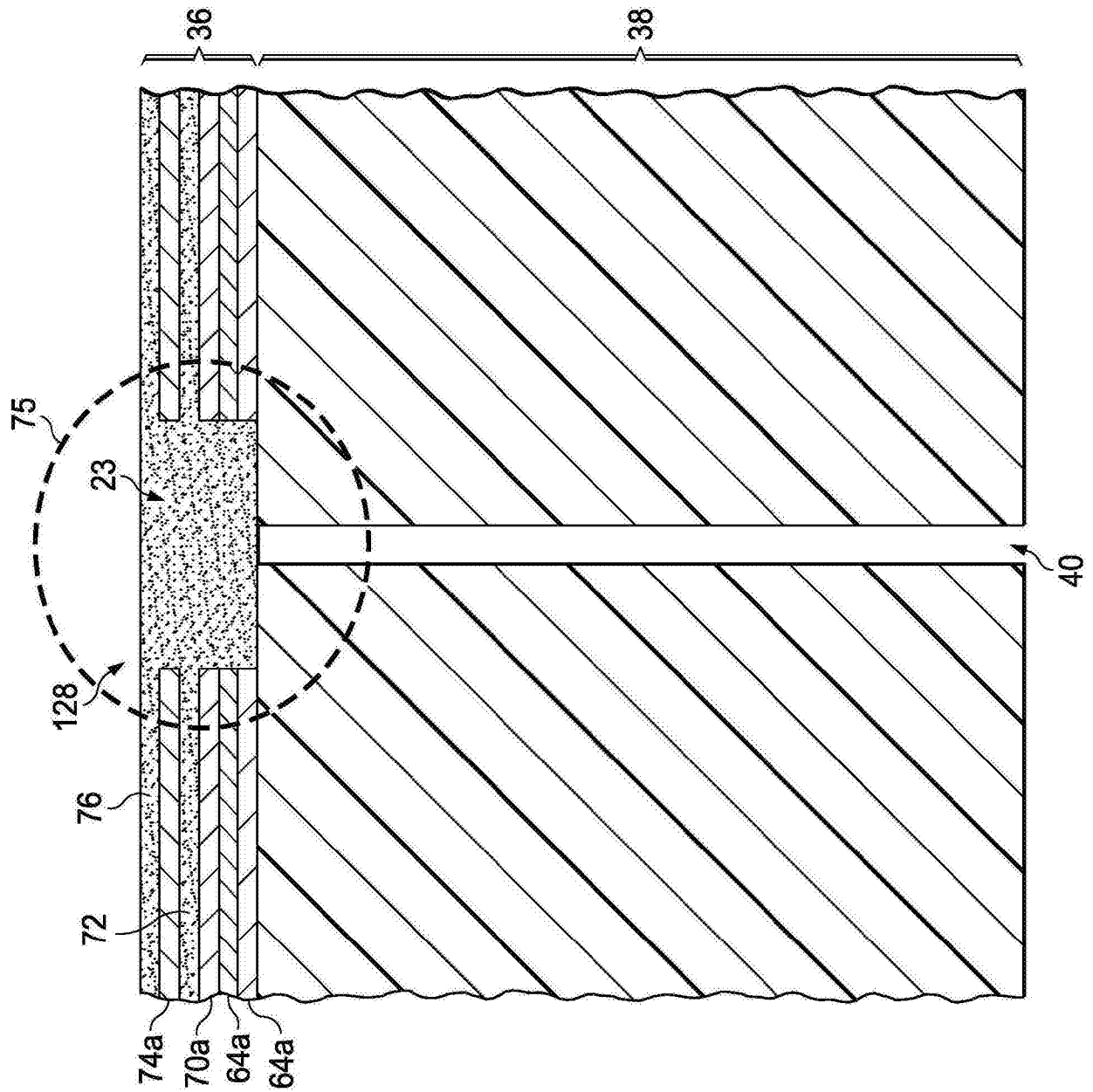


图18

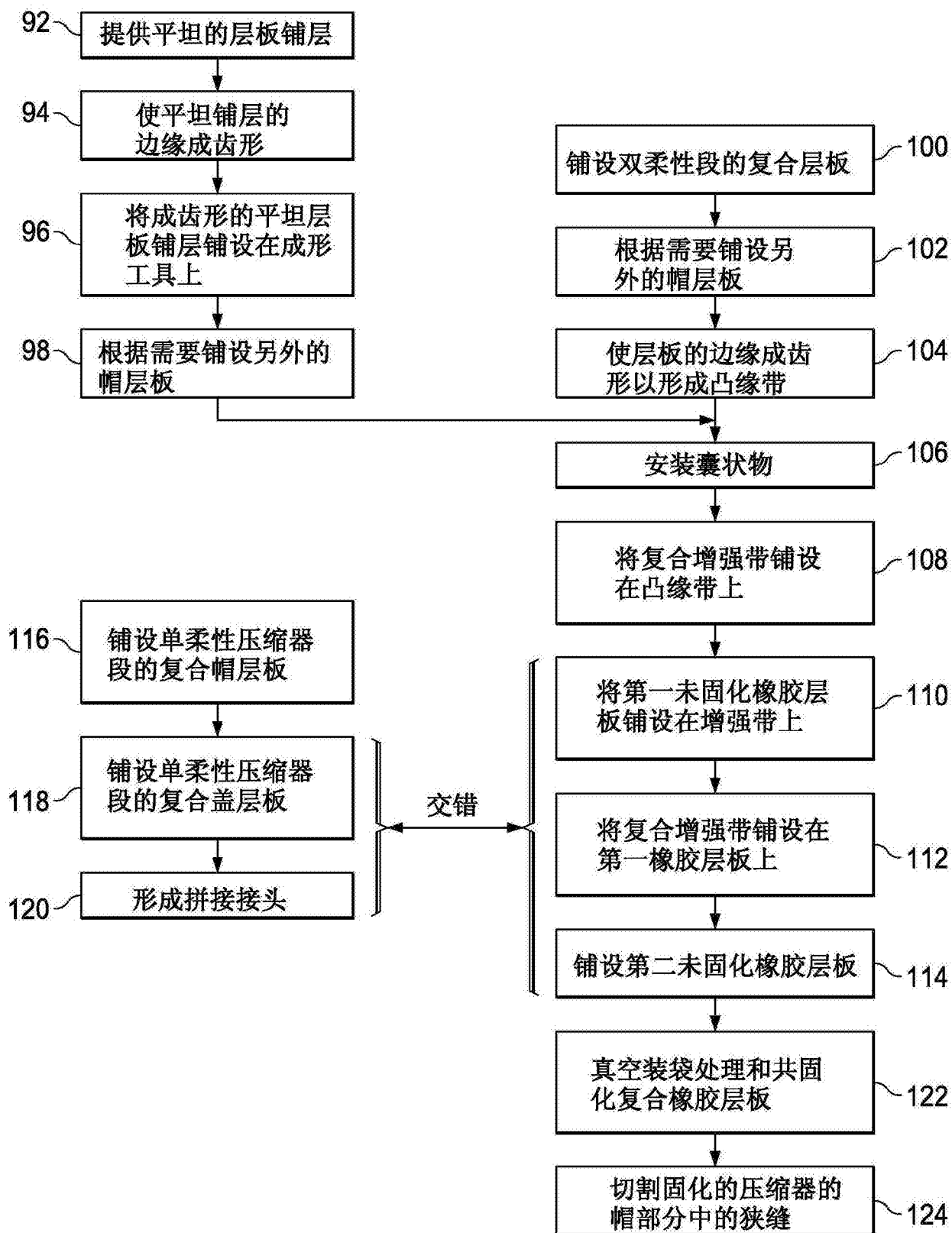


图19

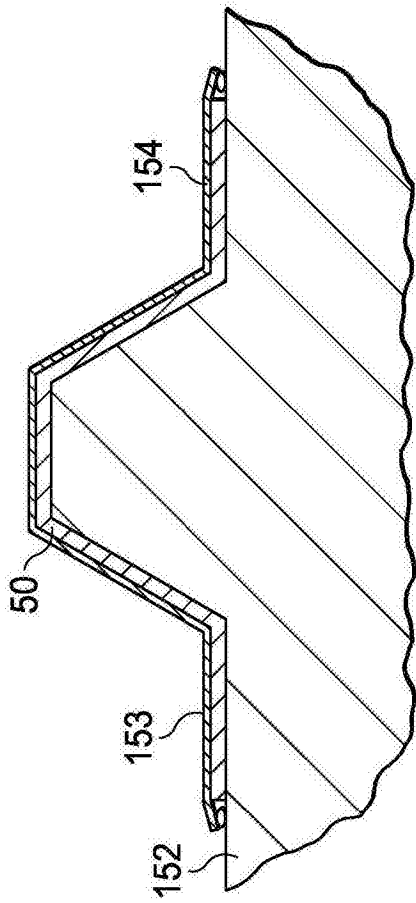


图20

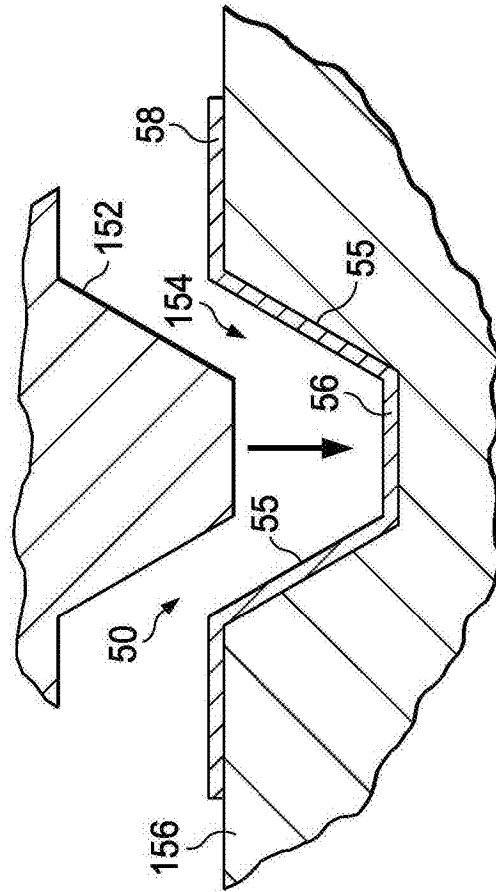


图21

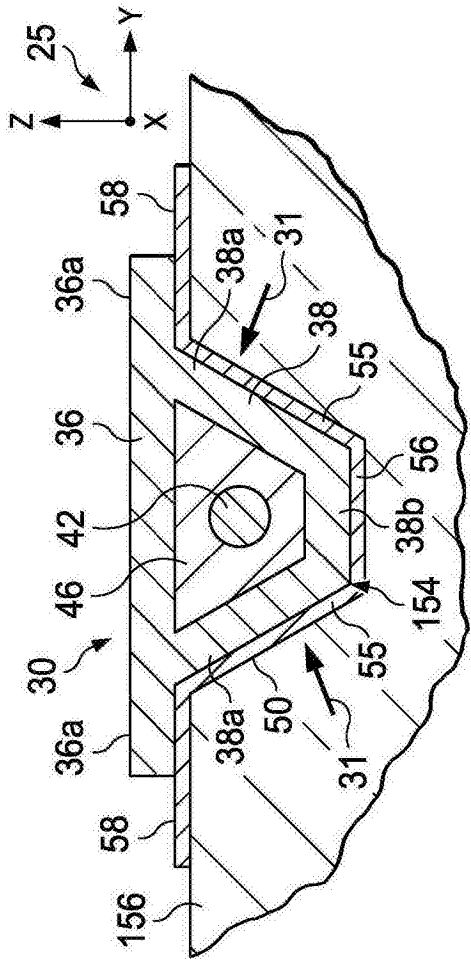


图22

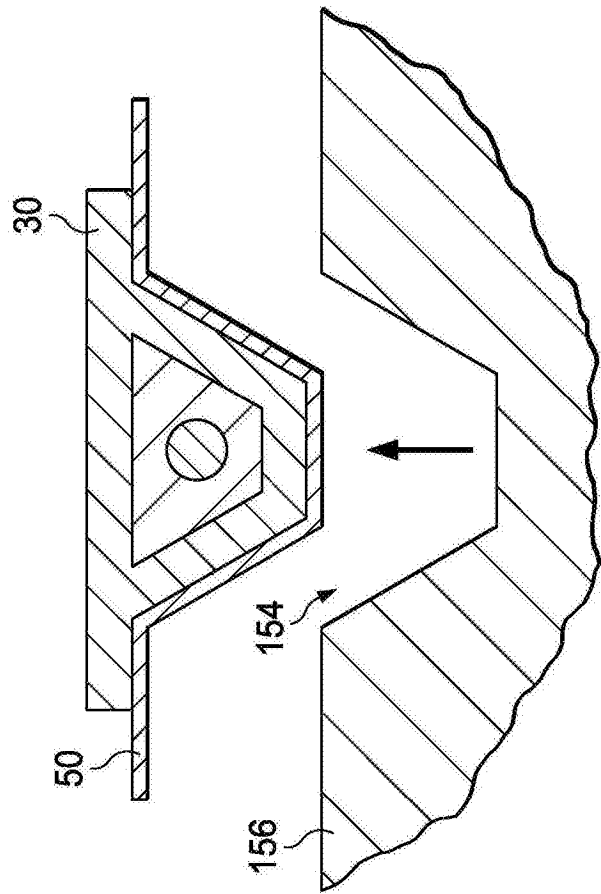


图23

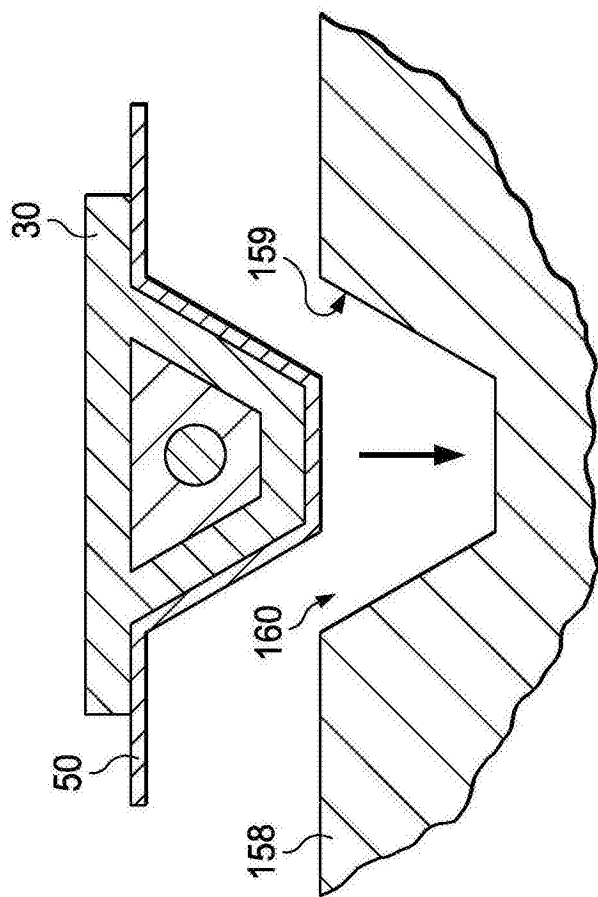


图24

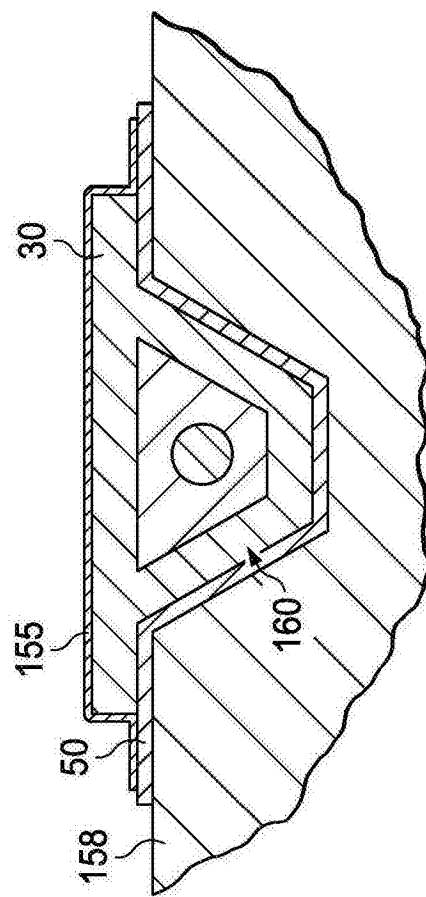


图25

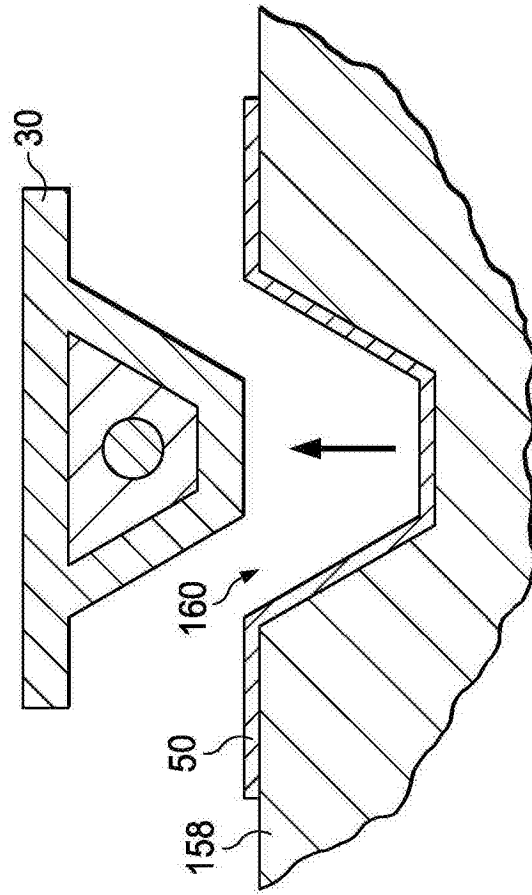


图26

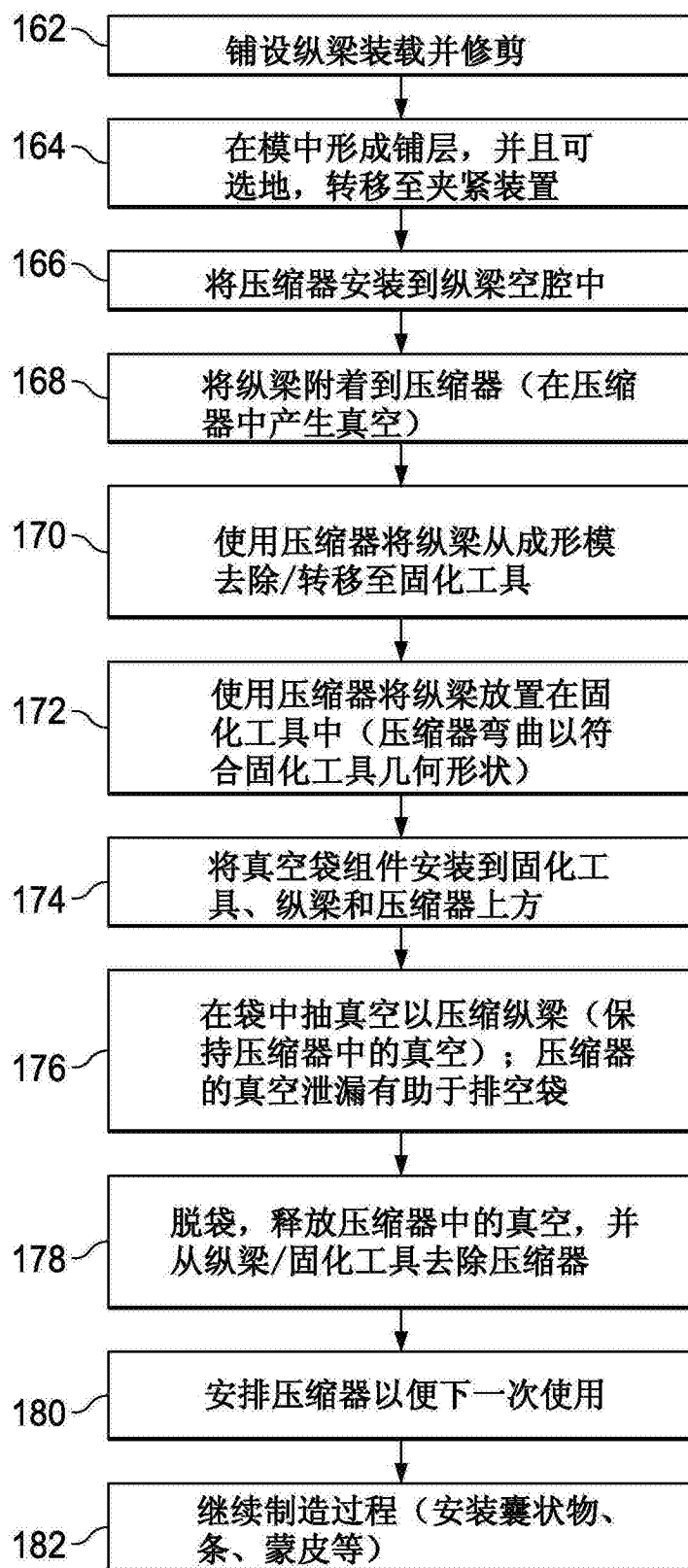


图27

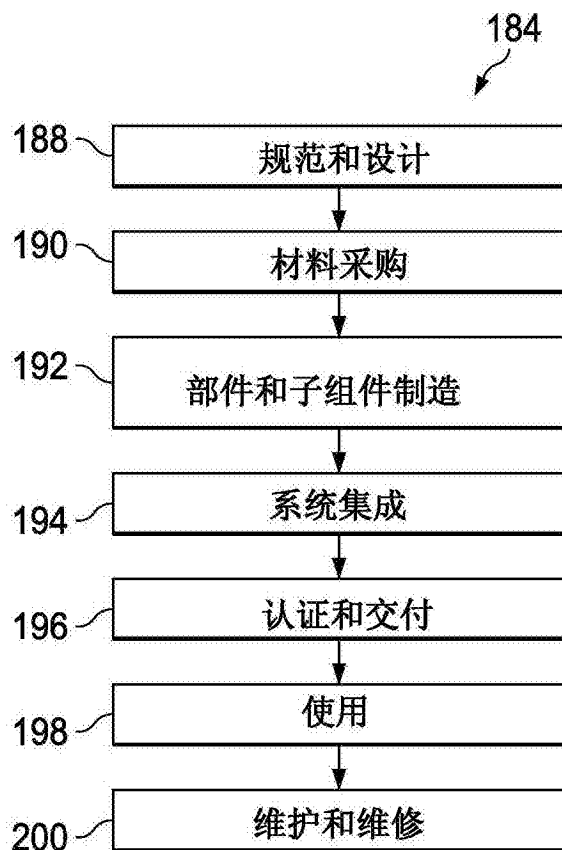


图28

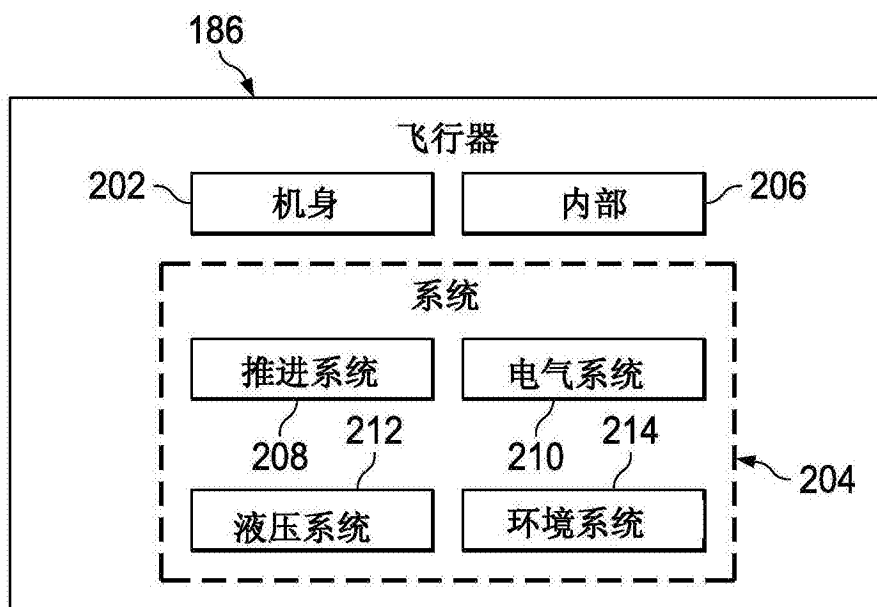


图29