



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103874629 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 04

(21) 申请号 201280049595. 9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 08. 29

B64C 1/12(2006. 01)

(30) 优先权数据

B64C 1/06(2006. 01)

13/269, 839 2011. 10. 10 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

DE 102008057247 B3, 2010. 01. 28,

2014. 04. 09

DE 102009056994 A1, 2011. 06. 09,

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 101687539 A, 2010. 03. 31,

PCT/US2012/052894 2012. 08. 29

CN 101896399 A, 2010. 11. 24,

(87) PCT国际申请的公布数据

WO 2006/001859 A1, 2006. 01. 05,

W02013/055459 EN 2013. 04. 18

审查员 郑硕

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 H · 科文 P · E · 纳尔逊

B · C · 韦尔特 K · B · 李

(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 赵蓉民

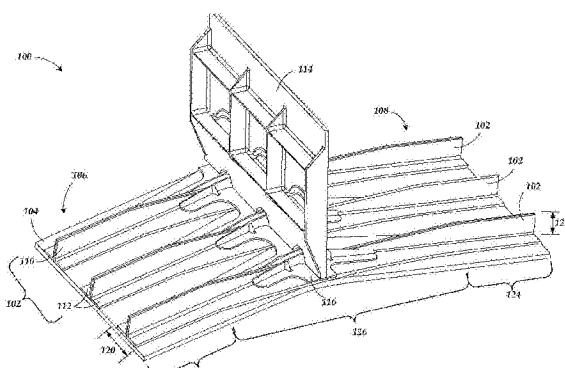
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

高度渐缩的弯曲复合纵梁及相应面板

(57) 摘要

设备和方法提供利用连续弯曲复合纵梁(102)来控制飞机或其他交通工具的弯曲区域内的载荷和相应的力矩而不产生分层和层间损坏。根据本文所述的实施例，任何数量的高度渐缩的弯曲复合纵梁(102)可以连接到连续蒙皮部件(104)以形成弯曲连续面板。高度渐缩的弯曲复合纵梁(102)可以具有渐缩至弯曲区域内的降低的高度的腹板(110)和在腹板渐缩期间加宽的相应基部凸缘(112)。加固配件(116)可以在弯曲区域内连接到基部凸缘，用于进一步加固并提供补充的面板至纵梁的附连。



1. 一种连续结构面板(100),所述面板(100)包括:

连续蒙皮部件(104);和

连续弯曲复合纵梁(102),其具有

连接到所述连续蒙皮部件(104)的基部凸缘(112),和

从所述基部凸缘(112)向外突出以形成腹板高度的腹板(110),其中所述腹板(110)在所述连续弯曲复合纵梁(102)的弯曲区域(126)处渐缩,并且其中所述基部凸缘(112)远离所述腹板(110)延伸以形成基部宽度,并且其中所述基部宽度随着所述腹板高度降低而增加。

2. 根据权利要求1所述的连续结构面板(100),其中所述连续弯曲复合纵梁(102)包括碳纤维增强聚合物即CFRP。

3. 根据权利要求1或2所述的连续结构面板(100),其进一步包括加固配件(116),所述加固配件在所述弯曲区域(126)处连接到所述基部凸缘(112)并且被配置成在所述弯曲区域(126)处增加所述连续弯曲复合纵梁(102)的抗弯惯性矩。

4. 根据权利要求3所述的连续结构面板(100),其进一步包括补充的结构面板(114),所述补充的结构面板经由所述加固配件(116)附连到所述连续结构面板(100),其中所述加固配件(116)将载荷从所述连续弯曲复合纵梁(102)和所述连续蒙皮部件(104)转移至所述补充的结构面板(114)。

5. 根据权利要求1或2所述的连续结构面板(100),其中所述连续蒙皮部件(104)和所述连续弯曲复合纵梁(102)跨越飞机机身侧面(SOB)接头。

6. 根据权利要求1或2所述的连续结构面板(100),

其中所述腹板高度包括所述腹板(110)限定平面表面的第一位置处的平直腹板高度,

其中所述腹板高度从所述第一位置处的所述平直腹板高度渐缩至所述腹板(110)弯曲以限定非平面表面的第二位置处的弯曲腹板高度,并且

其中所述腹板高度从所述第二位置处的弯曲腹板高度增加回到所述腹板(110)限定平面表面的第三位置处的平直腹板高度。

7. 根据权利要求6所述的连续结构面板(100),其中所述基部凸缘(112)远离所述腹板(110)延伸以形成基部宽度,并且其中所述基部宽度从所述第一位置至所述第二位置增加并且从所述第二位置至所述第三位置减小。

8. 根据权利要求6所述的连续结构面板(100),其中所述第二位置对应于沿与所述连续弯曲复合纵梁(102)的最小曲率半径相关联的所述连续弯曲复合纵梁(102)的长度的大致位置。

9. 一种在交通工具的高载荷区域内利用弯曲复合结构面板(100)的方法,所述方法包括:

形成多个连续弯曲复合纵梁(102),每个连续弯曲复合纵梁(102)具有

至少一个平直区域(124),

至少一个弯曲区域(126),

基部凸缘(112),和

腹板(110),所述腹板(110)具有

每个平直区域(124)内的平直腹板高度,和

每个弯曲区域(126)内的弯曲腹板高度,其小于所述平直腹板高度;  
形成连续蒙皮部件(104);  
将所述多个连续弯曲复合纵梁(102)连接至所述连续蒙皮部件(104);以及  
在所述至少一个弯曲区域(126)处将加固配件(116)连接到至少一个基部凸缘(112),  
以向所述至少一个弯曲区域(126)中的所述弯曲复合结构面板(100)提供稳定性。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中形成每个连续弯曲复合纵梁(102)包括形成每个连续弯曲复合纵梁(102)使得所述基部凸缘(112)远离所述腹板(110)延伸以形成每个平直区域(124)中的平直基部宽度和每个弯曲区域(126)中的弯曲基部宽度,并且其中每个弯曲区域(126)中的所述弯曲基部宽度大于每个平直区域(124)中的所述平直基部宽度。

11. 根据权利要求9或10所述的方法,所述方法进一步包括经由所述加固配件(116)将补充的结构面板(114)连接到所述弯曲复合结构面板(100)。

12. 根据权利要求9或10所述的方法,其中所述连续弯曲复合纵梁(102)的腹板(110)从所述平直腹板高度基本线性地渐缩至所述弯曲腹板高度并回到所述平直腹板高度。

13. 根据权利要求9或10所述的方法,其中所述连续弯曲复合纵梁(102)的腹板(110)从所述平直腹板高度基本非线性地渐缩至所述弯曲腹板高度并回到所述平直腹板高度。

14. 一种包括权利要求1或2所述的连续结构面板(100)的飞机。

## 高度渐缩的弯曲复合纵梁及相应面板

### 背景技术

[0001] 飞机、船舶和其他交通工具更为普遍地使用复合材料诸如碳纤维增强聚合物(CFRP)成分建造,以利用这些类型的复合材料在传统材料之上提供的轻重量和高强度的优点。例如,当与以常规方式紧固到蒙皮的金属纵梁相比时,用于向飞机蒙皮提供结构支撑的结合纵梁可由CFRP制造以产生坚固而重量轻的部件。然而,在纵梁随着飞机的外模线弯曲或偏斜的区域,可能出现挑战。这样的区域的示例为飞机机身侧面(SOB),在此处飞机的机翼盒和中心盒被连接。机翼的二面角和后掠角可产生弯曲区域,在该弯曲区域中面外反冲载荷(kickloads)产生纵梁不能承受的滚转力矩(rolling moments)。在这些情形下,CFRP纵梁可能由于纵梁腹板和基部凸缘之间的半径处的层间拉伸应力而损坏,和/或基部凸缘可与结合在纵梁腹板和基部凸缘之间的纵梁条状物(noodle)分开。纵梁可能由于粘合层中增加的剪切载荷而从蒙皮分层也是可能。

[0002] 因此,弯曲连续的CFRP纵梁还没有被常规地用在飞机的高载荷区域中。在这些高载荷区域中,常规解决方案已经在金属SOB弦杆的相对侧处结束机翼盒纵梁和中心盒纵梁以形成拼合接头。外部加固通常通过进一步将蒙皮固定到SOB弦杆的金属SOB蒙皮拼接板提供在接头处。虽然该解决方案可防止由于过量载荷和相应滚转力矩而导致的纵梁分层或其他损坏,但是金属SOB弦杆和蒙皮拼接板不期望地为沉重且复杂的。

[0003] 关于这些和其他考虑,提出本文制造的发明。

### 发明内容

[0004] 应理解,提供本发明内容是为了以简化的形式引入一系列概念,下面进一步在具体实施方式中对一系列概念进行描述。本发明内容不意图用来限制所要求保护的主题的范围。

[0005] 设备和方法提供用于利用连续复合纵梁来控制飞机或其他交通工具的弯曲区域内的载荷和相应的力矩而不产生分层或其他层间损坏。根据本文提供的本发明的一个方面,连续结构面板可以包括连续蒙皮部件和结合的、共固化的和/或螺栓连接的连续复合纵梁。连续复合纵梁可以具有连接到蒙皮部件的基部凸缘和从基部凸缘向外突出到腹板高度的腹板。腹板可以在连续复合纵梁的弯曲区域处渐缩。

[0006] 根据另一个方面,用于在经受高载荷的区域中利用弯曲复合结构面板的方法包括形成许多连续复合纵梁和连续蒙皮部件。纵梁和蒙皮部件可以连接在一起。加固配件可以连接到面板弯曲区域内的基部凸缘以提供稳定性和面外载荷转移。每个连续复合纵梁可以被形成为包括至少一个平直区域和弯曲区域、基部凸缘以及腹板。腹板可以具有在每个平直区域内的平直腹板高度和在每个弯曲区域内的弯曲腹板高度,弯曲腹板高度小于平直腹板高度。

[0007] 根据又一个方面,连续结构面板可以包括连续蒙皮部件和许多连续复合纵梁。每个纵梁具有带介于中间的弯曲区域的第一和第二平直区域。纵梁可以具有连接到蒙皮部件的基部凸缘。基部凸缘可以包括在平直区域中的平直基部宽度和在弯曲区域中的弯曲基部

宽度，弯曲基部宽度大于平直基部宽度。每个纵梁可以进一步包括腹板，所述腹板从基部凸缘向外突出以产生在平直区域内的平直腹板高度和在弯曲区域内的弯曲腹板高度，其中弯曲腹板高度小于平直腹板高度。

[0008] 已经讨论过的特征、功能和优点可以在本发明的各种实施方式中独立实现或在又一些实施方式中结合，其细节可进参考以下说明和附图领会。

## 附图说明

[0009] 图1是根据本文提供的各实施例的弯曲连续纵梁和蒙皮面板的前透视图，其示出连接到三个高度渐缩的弯曲复合纵梁的各部件；

[0010] 图2是根据本文提供的各实施例的图1的弯曲连续纵梁和蒙皮面板的后透视图；

[0011] 图3是根据本文提供的各实施例的图1的弯曲连续纵梁和蒙皮面板的放大视图，其不具有肋和配件部分以更清楚地示出高度渐缩的弯曲复合纵梁的多个方面；

[0012] 图4是根据本文提供的各实施例的弯曲连续纵梁和蒙皮面板的顶视图；

[0013] 图5-11是根据本文提供的各实施例在沿纵梁的相继参照位置处取得的图4的弯曲连续纵梁和蒙皮面板的剖视图；以及

[0014] 图12是根据本文提供的各实施例的示出用于形成弯曲连续纵梁和蒙皮面板的方法的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0015] 以下详细说明涉及用于利用连续复合纵梁控制飞机或其他交通工具的弯曲区域内的载荷和相应的力矩而不产生分层和层间损坏的设备、系统和方法。虽然下文中将在飞机情形下以与飞机机身侧面(SOB)区域相关的具体示例方式描述各实施例，但应理解本文提供的发明适用于将通过利用连续弯曲复合纵梁获益的任何交通工具或结构。

[0016] 如上文所简略讨论的，常规CFRP和其他弯曲复合纵梁一般不能承受在飞机的某些SOB和其他非平面区域中所经受的高载荷和相应的力矩而不经历分层问题或其他材料损坏。常规纵梁包括可连接到飞机蒙皮的垂直腹板和水平基部凸缘。常规地，腹板和基部凸缘被配置有基本统一的尺寸。换句话说，常规纵梁腹板远离基部凸缘延伸的高度或垂直距离可以不沿纵梁的长度改变。相似地，常规纵梁基部凸缘从纵梁腹板沿任一方向延伸的宽度或水平距离可以沿纵梁的长度保持恒定。当常规复合纵梁是弯曲的而不是平直时，曲率形成垂直于面内加载方向的面外反冲载荷。当曲率半径相对小时，由反冲载荷引起的纵梁滚转力矩可以超过复合纵梁经受力矩的能力。

[0017] 在这些情形下，常规复合纵梁可能由于纵梁腹板和基部凸缘之间的半径处的层间拉伸应力而损坏。而且，基部凸缘可以与结合在纵梁腹板和基部凸缘之间的纵梁条状物分开。纵梁会由于粘合层中的增加的剪切载荷而从蒙皮分层也是可能的。因此，常规纵梁常常利用能够承受高载荷的内部支撑弦杆部件和外部拼接板在拼接头处结束。然而，内部支撑弦杆部件和外部拼接板是一般由钛或其他金属制造的牢固的支撑件。这些金属部件不期望地增加了飞机重量和成本。

[0018] 利用本文所述的概念和技术，连续弯曲纵梁被配置成使得腹板的高度在弯曲的高载荷区域渐缩。随着腹板的高度渐缩至显著降低的高度，基部凸缘可以加宽至增加的宽度。

根据各实施例，腹板高度降低与基部凸缘加宽的比率可以是成比例的，从而使得纵梁的横截面积沿纵梁的长度近似保持相同。通过使用在所得到的纵梁和蒙皮面板的非常波浪型的区域中连接到连续纵梁的加固配件，与传统金属拼接头相比，载荷可被充分地控制，同时允许降低总重量、零件数量和总成本的连续复合纵梁。

[0019] 在以下详细的说明中，参考附图，其形成本文的一部分，并通过图解说明、具体实施方式或示例方式被示出。现在参考附图，其中在多个图中类似的编号代表类似的元件，渐缩的复合纵梁和相应的部件将被描述。转向图1和2，分别示出弯曲连续纵梁和蒙皮面板100的前透视图和后透视图。虽然可以使用任何数量的纵梁，但根据该示例，面板100包括三个高度渐缩的弯曲复合纵梁102。高度渐缩的弯曲复合纵梁102通过结合、共固化或螺栓连接固定到蒙皮部件104。此示例中的蒙皮部件104包括机翼盒蒙皮106和中心盒蒙皮108。

[0020] 应当理解，蒙皮部件104可以是覆盖飞机或其他交通工具的任何弯曲或波浪型区域的任何连续蒙皮部分，而不限制于机翼盒蒙皮106和中心盒蒙皮108之间接合处。如本文所用，术语“连续的”可以应用于这样的复合材料或其他材料，其不在常见配件处结束，而是作为单个部件段连续通过关注区域。“连续的”可以应用于这样的复合材料和其他材料，其通过用于将复合材料或其他材料拼接在一起形成单个连续段的已知工艺形成。

[0021] 每个高度渐缩的弯曲复合纵梁102包括腹板110和基部凸缘112。暂时转向图5中示出的剖视图，高度渐缩的弯曲复合纵梁102的部件更清晰可见。如图5所示，高度渐缩的弯曲复合纵梁102可以通过产生两个成角度的或“L”形复合薄板并且以腹板110远离基部凸缘112基本竖直延伸的方式将它们结合在一起而形成。然而，应当理解，在不背离本发明的范围的情况下，可以使用任何形成高度渐缩的弯曲复合纵梁102的方法。腹板110具有一定的腹板高度122，而基部凸缘112具有一定的基部宽度120。这些尺寸将在下文详细讨论。复合部件、或条状物502可以被层压到高度渐缩的弯曲复合纵梁102以填充在腹板110和基部凸缘112之间产生的空隙。如果没有利用本文所述的概念，则条状物520可以是传统复合纵梁的弯曲区域中可能出现分层的区域。

[0022] 转向图1和2，该说明性实施方式的面板100可以包括附连的肋114。肋114可以是任何类型的将要附连到弯曲连续纵梁和蒙皮面板100的面板，并且不限制于示出的构造。根据该实施例，肋114通过配件116在面板的弯曲区域126处附连到面板100。该弯曲区域126是面板100经历曲率或轮廓线的区域，曲率或轮廓线按照惯例可引起纵梁由于过度腹板加载而损坏或分层，除非自机翼盒蒙皮106和中心盒蒙皮108的纵梁在弦杆和拼接板处结束。

[0023] 然而，根据本文所述的实施例，高度渐缩的弯曲复合纵梁102的腹板110的腹板高度122降低，因为纵梁从平直区域124过渡到弯曲区域126。平直区域124可以解释为腹板110在其中形成平坦的平面表面的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的任何纵向部分。相似地，弯曲区域126可以解释为腹板110在其中形成弯曲的或非平面的表面的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的任何纵向部分。根据图1和2所示的示例，高度渐缩的弯曲复合纵梁102从平直区域124过渡到弯曲区域126并回到平直区域124。

[0024] 通过使腹板110的高度渐缩，可以降低与腹板110相关联的反冲载荷和滚转力矩。根据各实施例，腹板高度122从与面板的平直区域124中的腹板110相关联的高度（称为“平直腹板高度123”）基本线性地（或非线性地）渐缩至与弯曲区域126中的腹板110相关联的最小腹板高度122（称为“弯曲腹板高度”）。因为出现此渐缩，所以基部凸缘可以从平直区域

124内的基部宽度120(称为“平直基部宽度”)基本线性地(或非线性地)加宽至弯曲区域126内的最大基部宽度120(称为“弯曲基部宽度”)。相反地,随着腹板高度122从面板100的弯曲区域126内的弯曲腹板高度增加回到平直区域124内的平直腹板高度,弯曲基部宽度减小回到平直区域124内的平直基部宽度。如将相对于图4-11而更详细讨论的,腹板高度122和基部宽度120之间的关系可以是成比例的,从而使得高度渐缩的弯曲复合纵梁102的横截面积贯穿面板100的各个段近似保持恒定。这样做时,处于弯曲基部宽度处的基部凸缘112承载先前由处于平直腹板高度处的腹板110承载的载荷的一部分,而不引起显著的滚转力矩,因为弯曲腹板高度是最小的。

[0025] 当腹板110向下渐缩至弯曲腹板高度时,失去一些抗弯惯性矩。在努力重建抗弯惯性矩和将面外反冲载荷转移至其他结构(诸如肋114)时,可以使用加固配件116。配件可以由金属或非金属材料形成,包括但不限于铝、钛和CFRP。因为由高度渐缩的弯曲复合纵梁腹板110承载的轴向载荷由于降低的腹板高度122在弯曲区域126内基本降低,所以腹板内的反冲载荷和力矩基本上较小。因此,结构加固对于纵梁腹板不是必需的,使得配件116至蒙皮和纵梁的装配比常规弦杆和拼接板简单得多。加固配件116可以通过使用已知的技术在弯曲区域126中连接到高度渐缩的弯曲复合纵梁102的基部凸缘112,以提供上述额外的结构支撑,并将额外的部件连接到面板100(诸如肋114)。

[0026] 现在转向图3,示出弯曲区域126的放大视图。在该附图中,加固配件116已经大部分地去除以更清楚地示出腹板110和基部凸缘112的构造。如在该示例中所见,基部凸缘加宽至弯曲基部宽度302,该弯曲基部宽度302邻近与腹板110渐缩至弯曲腹板高度304的位置相对应的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的纵向位置。此位置可以在弯曲区域126的中心,诸如处于机翼盒和中心盒之间的SOB接头处。根据各实施例,腹板110的渐缩和基部凸缘112的加宽可以相对于彼此成比例或不成比例。渐缩和加宽可以开始于纵梁曲率的开始位置之前的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的纵向位置。

[0027] 腹板110的渐缩降低腹板110中的反冲载荷和相应的力矩。这些载荷和力矩降低到防止纵梁的腹板110至基部凸缘112区域中的层间拉伸损坏的量。基部凸缘112的加宽增加蒙皮部件104与基部凸缘112的结合区域,这降低蒙皮部件104和基部凸缘112之间的载荷转移强度。在不加宽的情况下,基部凸缘112可能由于增加的粘合层载荷转移而与蒙皮部件104脱粘或分层。应理解,根据各实施例,腹板110和基部凸缘112的渐缩和加宽分别可以成比例或可以不成比例并且可以是线性的或可以不是线性的。

[0028] 图4示出包括连接到高度渐缩的弯曲复合纵梁102的蒙皮部件104的示例连续弯曲复合面板400的俯视图。面板102包括过渡到弯曲区域126并回到平直区域124的平直区域124。在弯曲区域126的中心处,诸如在SOB接头处,加固配件116连接到基部凸缘112。为了更清楚地示出根据一个实施例的贯穿平直和弯曲区域之间的过渡的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的构造,表示位置或站点A-G的七条线已经在图4中跨越面板400绘出。图5-11表示在这些站点中的每个站点处取得的面板400的剖视图。

[0029] 观看图5,站点A表示在过渡至弯曲区域126之前的第一平直区域124内的位置。在该平直区域124中,高度渐缩的弯曲复合纵梁102包括具有腹板高度122的腹板110。腹板高度122可以处于平直区域124内的最高值。相似地,基部宽度120可以处于平直区域124内的最低值。应理解,腹板高度122可以从条状物502的顶端或从基部凸缘112的顶表面测量至腹

板110的远侧边缘。图6示出在站点B处取得的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的剖视图,站点B为正好处于腹板100正开始渐缩而基部凸缘112加宽的弯曲区域126内的纵向位置。虽然附图可以不按比例准确绘制,但可以看出实施例提供,腹板110和基部凸缘112的总横截面积贯穿从高度渐缩的弯曲复合纵梁102的弯曲区域126或到该弯曲区域126的过渡保持基本恒定。

[0030] 图7示出在站点C处取得的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的剖视图,站点C为平直区域124内的站点A和处于或靠近弯曲区域126中心的站点D之间的纵向位置。如同所示,随着基部宽度120与腹板110的渐缩成比例地或独立于腹板110的渐缩而继续加宽,腹板高度122继续降低。该剖视图额外示出根据一个实施例的加固配件116。加固配件116可以被固定到基部凸缘112的顶表面,跨越腹板110而不接触腹板110。腹板110和加固配件116之间的间隙可以是最小的并且利于配件装配至基部凸缘112。加固配件116的高度可以根据接头稳定性确定,使得期望的抗弯惯性矩值被实现。

[0031] 图8示出在站点D处取得的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的剖视图,站点D为处于或靠近弯曲区域126的中心的纵向位置。在该位置,高度渐缩的弯曲复合纵梁102的曲率半径处于最小值,其可以将基本最大的载荷赋予腹板110。所以,实施例提供处于最小高度的腹板110,其可以是处于图3中的曲率中心的弯曲腹板高度304。根据一个示例性实施方式,弯曲腹板高度304可以是0.2英寸,而该高度可下降至零。同样在此位置处,基部凸缘112可以处于其最高值,其可以是弯曲基部宽度302。图9-11示出在站点E-G取得的高度渐缩的弯曲复合纵梁102的剖视图,分别示出随后腹板变长到腹板高度122而基部凸缘112变窄至基部宽度120,这基本对应于与第一平直区域124相关联的站点A处的腹板高度122和基部宽度120。

[0032] 现在转向图12,将详细描述在飞机或其他交通工具或结构的高载荷区域内利用弯曲复合结构面板的说明性例程1200。应理解,可以执行比图中示出以及本文描述的操作更多或更少的操作。这些操作也可以按照与本文描述的那些操作不同的次序执行。

[0033] 例程1200开始于操作1202处,其中形成高度渐缩的弯曲复合纵梁102。复合层板可以通过使用已知的方法和材料形成。然而,在形成高度渐缩的弯曲复合纵梁102时,应根据上述在适当的弯曲区域126内的概念来修整腹板110。腹板110从平直腹板高度渐缩至期望的弯曲腹板高度304并返回可以包括在复合材料固化期间或之后修整腹板110。

[0034] 从操作1202,例程1200继续至操作1204,其中形成连续蒙皮部件104。连续蒙皮部件104可以利用任何已知的材料和工艺制造。例程1200继续至操作1206,其中高度渐缩的弯曲复合纵梁102根据已知技术在期望的位置处连接到连续蒙皮部件104以形成弯曲的连续纵梁和蒙皮面板100。随着高度渐缩的弯曲复合纵梁102从具有在第一平直区域124处的平直腹板高度和基部宽度过渡至弯曲区域126处的弯曲腹板高度304和弯曲基部宽度302,并回到第二平直区域124处的平直腹板高度和基部宽度,面板100将具有至少一个弯曲区域126。

[0035] 从操作1206,例程1200继续至操作1208,其中一个或多个加固配件116在一个或多个弯曲区域126内的适当位置处连接到高度渐缩的弯曲复合纵梁102的基部凸缘112。在操作1210,诸如肋114的补充的结构面板可以经由加固配件116附连到弯曲的连续纵梁和蒙皮面板100,并且例程1200结束。

[0036] 基于上述内容,应理解,本文已经提供在弯曲和波浪型复合面板内控制不同载荷和产生的力矩的技术。利用本文所公开的概念,弯曲连续纵梁和蒙皮部件可以可靠地代替沉重的常规金属配件使用,这些沉重的常规金属配件增加以弯曲连续复合面板实现的飞机或其他平台的重量、零件数和成本。

[0037] 上述主题仅以说明性方式提供并且不应解释为限制性的。对本文所述主题可以做出各种修改和变化而不遵从说明和描述的示例性实施例和应用,并且不偏离所附权利要求中限定的本发明的实质精神和范围。

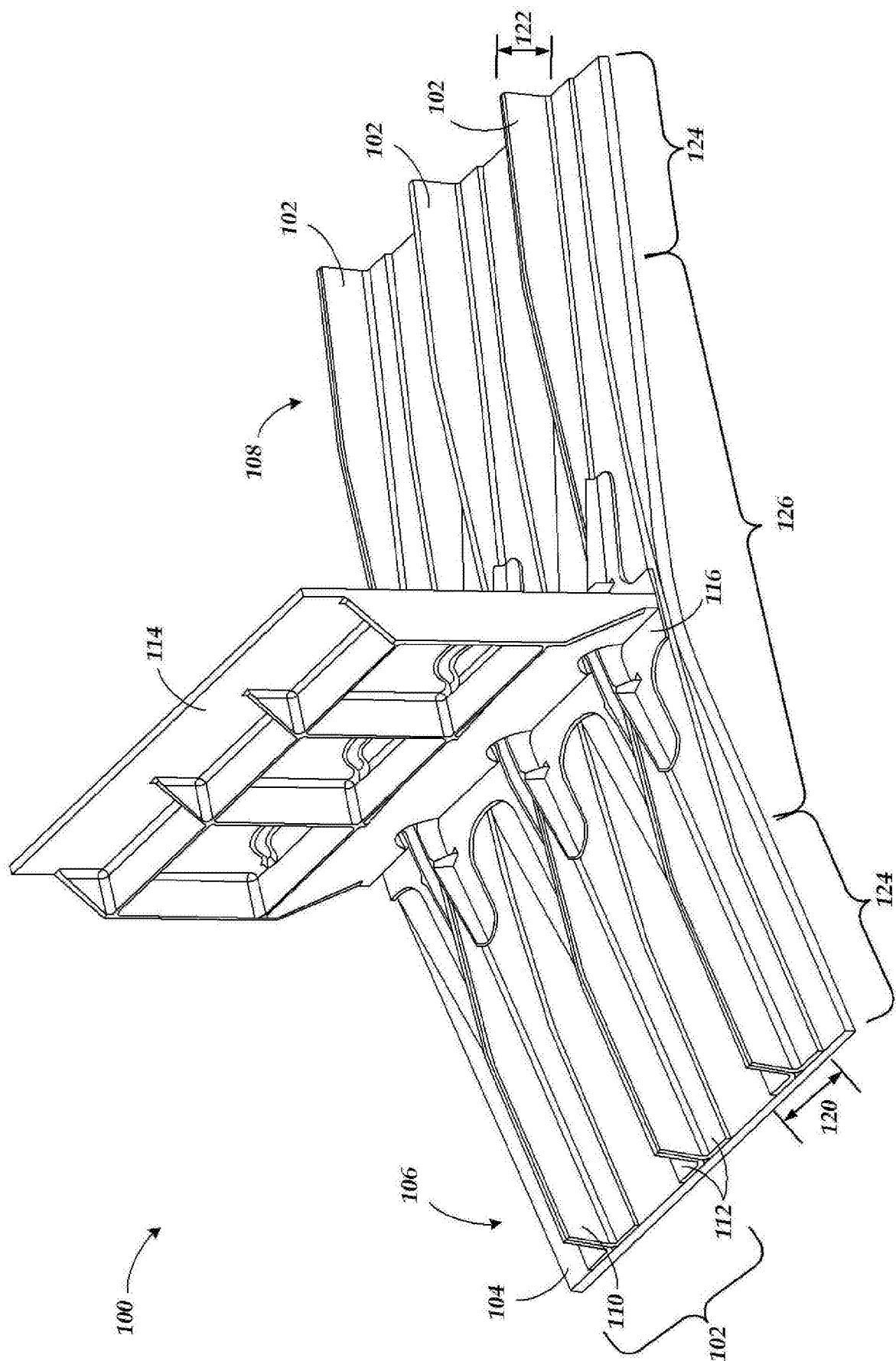


图1

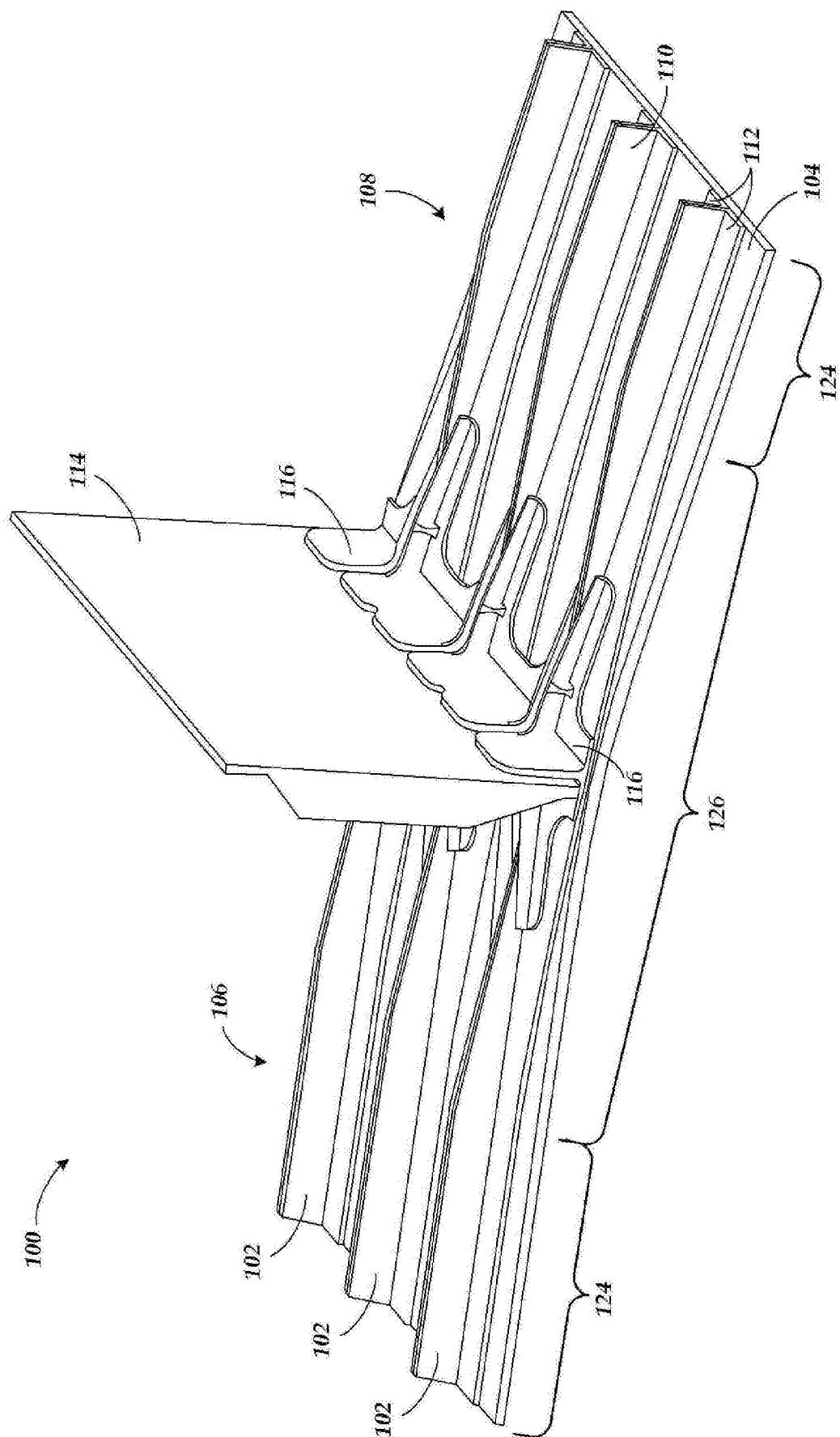


图2

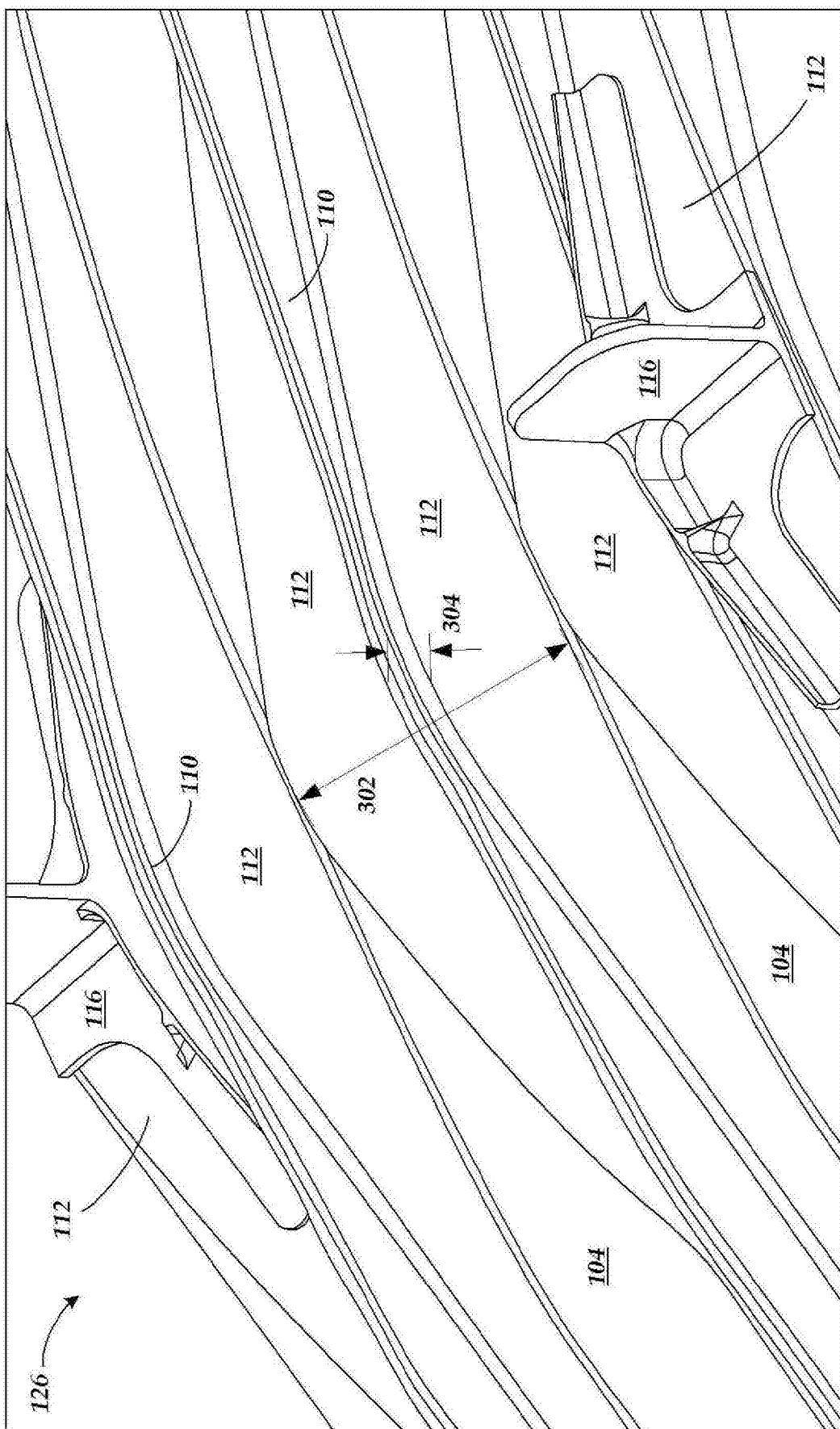


图3

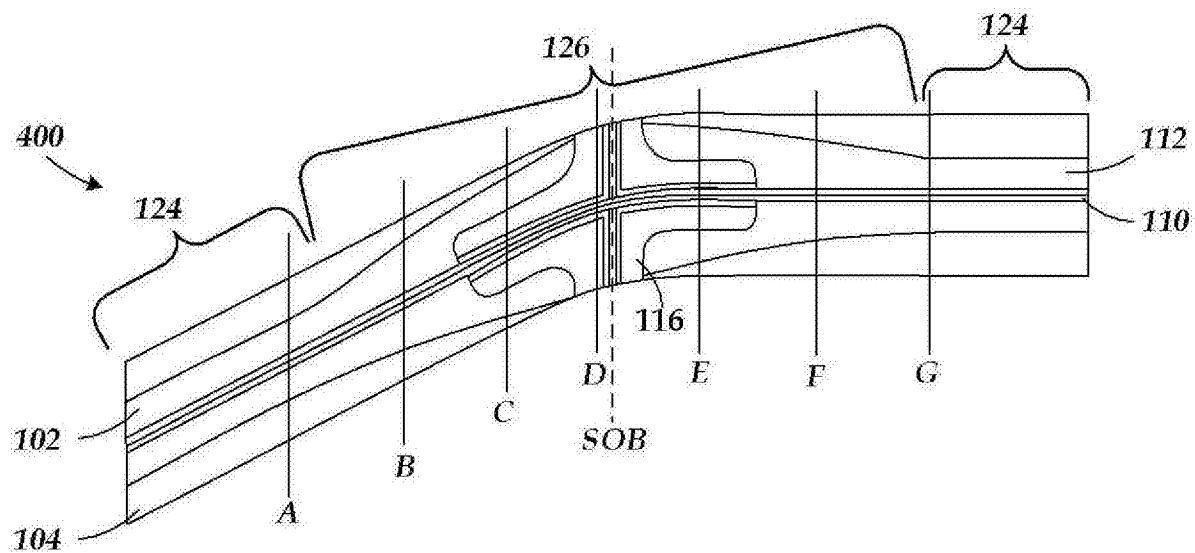


图4

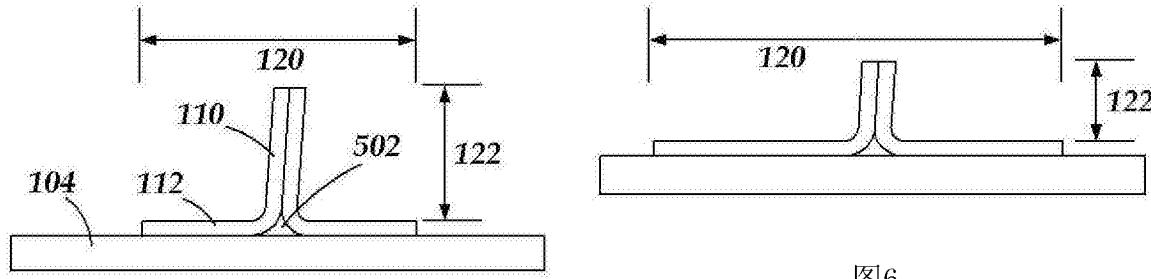


图6

图5

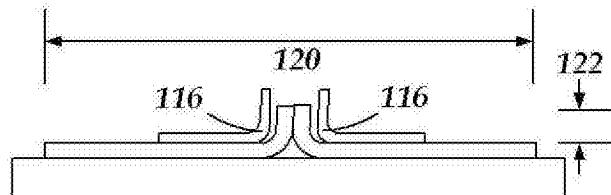


图7

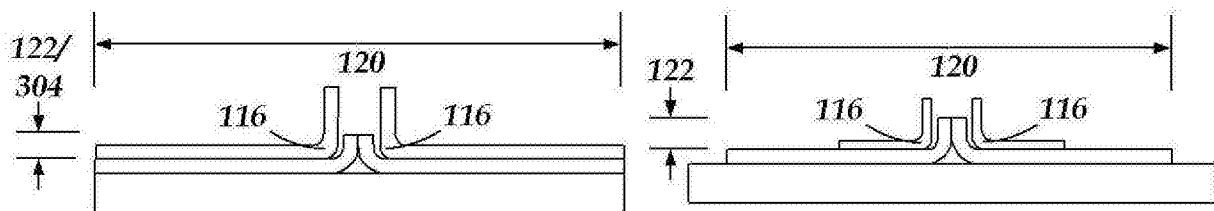


图8

图9

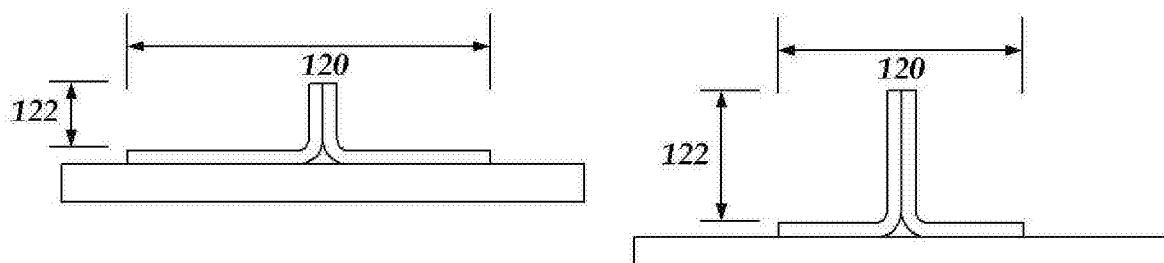


图10

图11

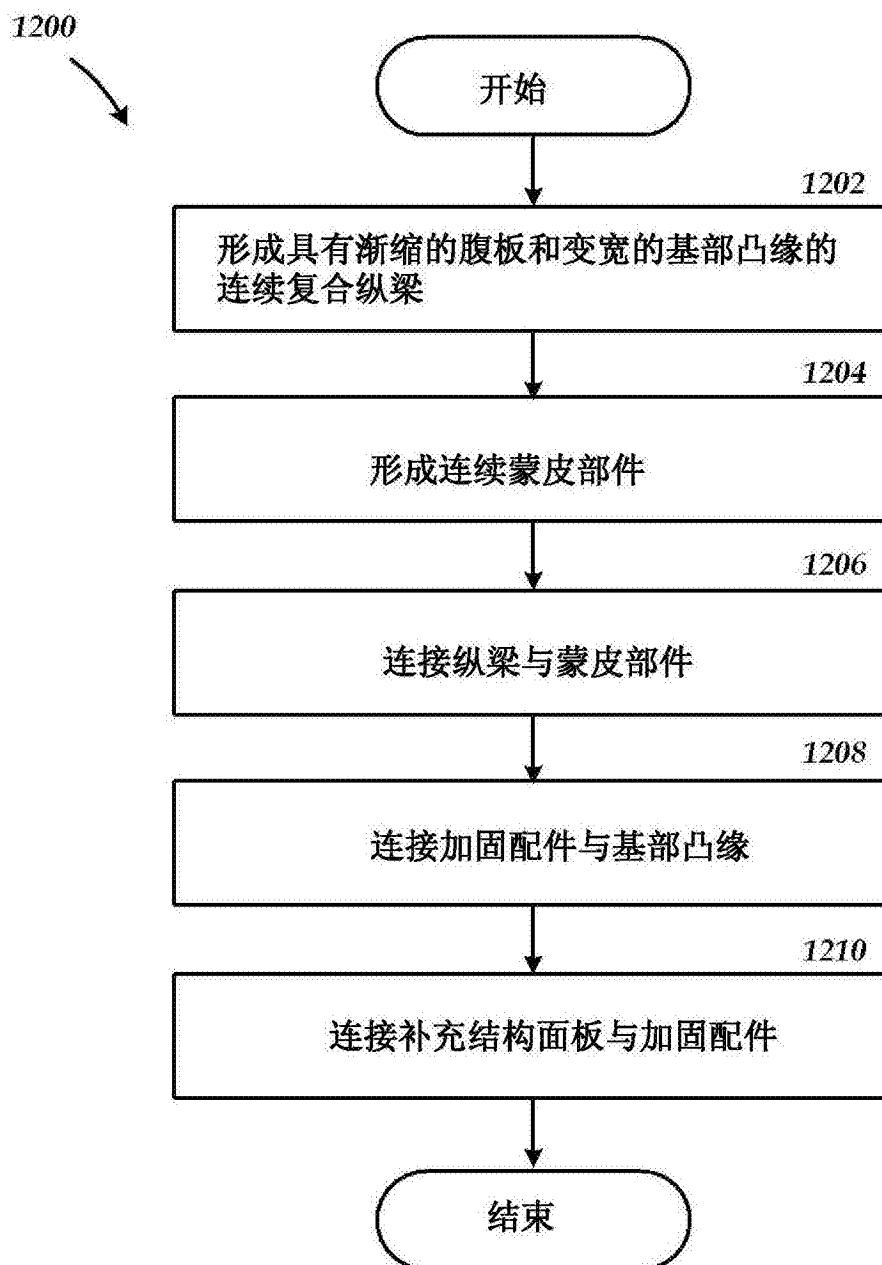


图12