



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103282190 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201180063888. 8

(22) 申请日 2011. 11. 17

(30) 优先权数据

12/983, 337 2011. 01. 03 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 07. 02

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/061279 2011. 11. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/094063 EN 2012. 07. 12

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 T·J·肯尼迪 D·A·福克西

(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.

B29D 99/00(2006. 01)

B29C 70/44(2006. 01)

(56) 对比文件

US 4560428 A, 1985. 12. 24,

US 5242523 A, 1993. 09. 07,

CN 101855052 A, 2010. 10. 06,

EP 0368734 A1, 1990. 05. 16,

G. Musch, W. Bishop. 《Tooling with reinforced elastomeric》. 《Composites Manufacturing》. 1992, 第3卷(第2期),

审查员 卜艳

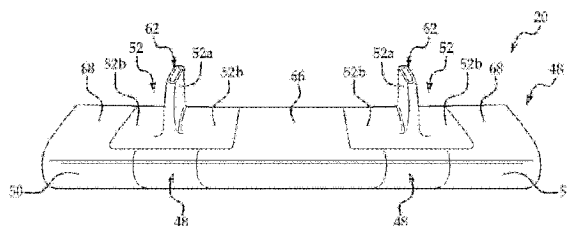
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于压缩复合半径的方法和装置

(57) 摘要

装置或隔板(20)包括一体形成为整体结构的多个装置(48)。两个隔板(48)并排布置,并且与连接部分(66)和外延部分(68)一体形成。第一隔板(50)基本连续地延伸跨越装置(48)的整个长度。装置(48)可以作为一个单元安装在两个相邻的加强杆(21)之上,覆盖翼梁(22)上的半径(34)。多个一体形成的装置(48)还可以适于使用具有其他截面形状的加强杆,包括但不限于C形、J形、Z形、L形和倒U形。



1. 一种在强化期间压缩纤维增强的层压板部件的半径区段的方法，该方法包括：
在包括第一部件和第二部件的所述部件中与所述半径区段相邻地形成大半径；
将压实压力施加于所述部件，包括通过压缩所述大半径中的所述纤维而将张力施加到所述半径区段中的所述纤维上；以及
利用包括第一隔板和第二隔板的隔板装置将大气压力负荷施加于第一部件的低压区域，
其中所述低压区域是沿第一部件上的半径的边缘的，并且放置所述隔板装置包括：
将第一隔板放置在所述第一部件的所述半径和所述半径的边缘之上，以及
将第二隔板与所述第一隔板重叠地放置在所述第二部件上。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中在所述部件中形成所述大半径包括在所述部件上形成过度弯曲的凸缘。
3. 根据权利要求 1 所述的方法，其中施加所述压实压力包括：
将真空袋放置在所述部件之上，
将真空袋压成型的部件放置在压热器中，
在所述袋中抽真空，以及
利用所述压热器将压力施加于所述袋。
4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中利用所述隔板装置施加大气压力负荷包括利用所述第二隔板将压力施加于在所述低压区域中的所述第一隔板。
5. 根据权利要求 1 所述的方法，其还包括：
将隔板装置放置在第一部件和第二部件之上，从而覆盖低压区域。
6. 一种在强化期间减少在复合层压板部件的半径的边缘处产生的冲击波的装置，所述装置包括：
将压力施加于所述部件的半径的隔板，
所述隔板包括第一部分和第二部分，所述第一部分适于覆盖所述半径和所述半径的边缘，所述第二部分覆盖所述第一部分和所述半径的边缘，以便通过所述隔板的所述第二部分将压力施加于所述半径的边缘。
7. 根据权利要求 6 所述的装置，其中所述隔板的所述第一部分的厚度是围绕所述半径渐缩的。
8. 根据权利要求 6 所述的装置，其中所述隔板的所述第二部分置于所述隔板的所述第一部分和所述半径的边缘上。
9. 根据权利要求 6 所述的装置，其中所述隔板的所述第一部分和第二部分是彼此一体形成的。

用于压缩复合半径的方法和装置

技术领域

[0001] 本公开大体涉及用于制造纤维增强的树脂层压板的方法和装置,并更具体地涉及用于压缩层压板中的半径的方法和装置。

背景技术

[0002] 纤维增强的树脂层压板可以在固化之前和/或固化过程中被强化,以便消除在已固化部件内的空隙和其他不一致。强化可以通过利用真空袋法和/或热压处理将压力施加于未固化的层压板而实现。在一些情况下,隔板被放置在真空袋与层压板的某些区域如半径之间,以确保施加的压力均匀地分布在这些区域上。在一些局部的几何结构中,由于各种原因,例如真空袋在部件的某些特征件之上的桥接,低压的区域可以存在于所述部件之上。这些低压区域可能导致“冲击波”在层压板的外层板内产生,其中层板的平面外的波从高压区域被迫使至上述的低压区域。冲击波是不期望的,因为它们导致平面外的纤维扭曲,这可以导致层压板内的空隙。

[0003] 因此,存在对在强化过程中减少纤维增强的树脂层压板内的冲击板的方法和装置的需要,尤其是可能靠近层压板内的半径的边缘发生的那些。同样存在对减少层压板上由真空袋的桥接导致的低压区域的面积的需要。

发明内容

[0004] 所公开的方法和装置减少了层压板内由用于强化所述层压板的真空袋的桥接导致的冲击波。该装置的结构相对简单,可重复使用并且易于安装。该装置可以用来压缩层压板上(例如半径的边缘上)的由半径边缘上方的袋的桥接导致的低压区域的面积。该装置包括覆盖所述半径的第一隔板和覆盖第一部分和半径边缘的第二隔板。第二隔板还可以置于第二层压板上,以便施加于第二层压板的固化压力通过第二隔板被传递到半径边缘上。在一个实施例中,第一和第二隔板可以被结合以形成一个单元。在其他实施例中,多个装置可以被并排地结合在一起。所公开的实施例可以在强化过程中减少层压板内的冲击波,导致已固化的部件可以具有减少的空隙和不一致,以及具有期望的机械性能。

[0005] 根据一个公开的实施例,提供了在强化过程中减少复合层压板部件内的冲击波的方法。该方法包括由于在部件边缘处的真空袋的桥接而将大气压力负荷转移到具有低压压力的部件区域。低压区域可以位于部件内的半径的边缘处。转移大气压力负荷可以包括在低压区域利用部件上的隔板将被转移的负荷施加在变径边缘处。

[0006] 根据另一个实施例,提供了在真空袋与第二复合部件的强化过程中减少在未固化的第一复合部件的低压实压力区域内产生的冲击波。该方法包括将隔板装置放置在第一和第二部件的上方,覆盖低压区域,并利用隔板将大气压力负荷施加于第一部件的低压区域。低压区域可以沿着第一部件上的半径的边缘。放置隔板包括将第一隔板放置在第一部件的半径和半径边缘之上,以及将第二隔板与第一隔板重叠地放置在第二部件上。利用隔板施加压力包括利用第二隔板将压力施加于低压区域内的第一隔板。

[0007] 根据另一个实施例,提供了在强化过程中压缩纤维增强的层压板部件的半径区段的方法。该方法包括在部件中与半径区段相邻地形成大半径,并将压实压力施加于所述部件,包括通过压缩大半径内的纤维将张力施加到半径区段内的纤维上。在部件内形成大半径包括在部件上形成过度弯曲的凸缘。

[0008] 根据另一实施例,提供了在强化过程中减少复合层压板部件的边缘处的冲击波的装置。该装置包括隔板,其被配置为与边缘的形状基本一致,并将压实压力施加于所述边缘。所述边缘可以沿部件中的半径定位,并且隔板包括第一部分和第二部分,所述第一部分适于被放置在半径上并将压力施加于该半径,所述第二部分具有置于第一部分和该部件的边缘上的末端。隔板的第一和第二部分可以彼此一体形成。

[0009] 在另一个实施例中,提供了在强化过程中拉伸纤维增强的复合层压板部件的半径内的纤维的设备。该设备包括心轴,该心轴在其过多的凸缘区域内具有大半径,其中该大半径具有的曲率半径大于所述部件的半径的曲率半径。

[0010] 在另一个实施例中,提供了在强化过程中减少在复合层压板部件的半径内产生的冲击波的装置。该装置包括用于将压力施加于部件的半径的隔板。所述隔板包括适于覆盖所述半径的第一部分和邻近其中生成部件中的冲击波的半径的边缘。所述隔板还包括置于第一部分和部件的边缘之上的第二部分,以便通过隔板的第二部分将压力施加于所述部件的边缘。

[0011] 总之,根据本发明的一个方面,提供了一种在强化过程中减少复合层压板部件内的冲击波的方法,包括:由于真空袋在所述部件的边缘处的桥接而将大气压力负荷传递给具有低压实压力的部件区域。

[0012] 有利地,在该方法中,低压区域位于部件中的半径的边缘处,并且传递大气压力负荷包括将传递的压力负荷施加在半径的边缘处。

[0013] 有利地,在该方法中,传递大气压力负荷包括将隔板放置在低压实压力的区域处的部件上。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供了一种在真空袋与第二复合部件的强化过程中减少在未固化的第一复合部件的低压实压力区域内产生的冲击波的方法,包括:将隔板装置放置在第一和第二部件之上,从而覆盖低压区域;以及利用隔板装置将大气压力负荷施加于第一部件的低压区域。

[0015] 有利地,在该方法中,低压区域是沿第一部件上的半径的边缘的,并且放置隔板装置包括:将第一隔板放置在第一部件的半径之上和所述半径的边缘之上,以及将第二隔板与第一隔板重叠地放置在第二部件上。

[0016] 有利地,在该方法中,利用隔板装置施加大气压力负荷包括利用第二隔板将压力施加于低压区域内的第一隔板。

[0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种在强化过程中压缩纤维增强的层压板部件的半径区段的方法,包括:在部件内邻近所述半径区段形成大半径;以及将压实压力施加于所述部件,包括通过压缩所述大半径内的纤维而将张力施加到半径区段内的纤维上。

[0018] 有利地,在该方法中,在部件内形成大半径包括在所述部件上形成过度弯曲的凸缘。

[0019] 有利地,在该方法中,施加压实压力包括:将真空袋放置在所述部件之上,将真空

袋压成型的部件放置在压热器内,在所述袋中抽真空,以及利用压热器将压力施加于所述袋。

[0020] 根据本发明的另一方面,提供了一种在强化过程中减少复合层压板部件上的半径的边缘处的冲击波的装置,该装置包括:隔板,其配置为与所述半径的形状基本一致,并将压实压力施加于所述半径的边缘处的所述部件。

[0021] 有利地,在该装置中,所述隔板包括:第一部分,其适于放置在半径上并将压力施加于所述半径,以及第二部分,其具有置于第一部分和所述半径的边缘之上的末端。

[0022] 有利地,在该装置中,隔板的第一和第二部分彼此一体形成。

[0023] 根据本发明的另一方面,提供了一种在强化过程中拉伸纤维增强的复合层压板部件的半径中的纤维的设备,该设备包括:心轴,其具有在该心轴的过多的凸缘区域中的大半径。

[0024] 有利地,在该设备中,所述大半径具有比所述部件的半径更大的半径。

[0025] 根据本发明的另一方面,提供了一种在强化过程中减少在复合层压板部件的半径的边缘处产生的冲击波的装置,该装置包括:用于将压力施加于所述部件的半径的隔板,该隔板包括第一部分和第二部分,所述第一部分适于覆盖所述半径和半径边缘,所述第二部分置于所述第一部分和半径边缘之上,以便通过隔板的第二部分将压力施加于半径边缘。

[0026] 有利地,在该装置中,隔板的第一部分的厚度围绕所述半径渐缩。

[0027] 有利地,在该装置中,隔板的第二部分置于所述隔板的第一部分和半径边缘之上。

[0028] 有利地,在该装置中,所述隔板的第一和第二部分彼此一体形成。

[0029] 根据本发明的另一方面,提供了一种在强化过程中减少沿着复合层压板翼梁的半径的边缘产生的冲击波的装置,其中复合层压板翼梁接合到具有邻近半径边缘的下凸缘的加强杆,该装置包括:第一弯曲隔板,其将压力施加于半径边缘并具有沿其弯曲部分渐缩的厚度;以及与第一隔板一体形成的第二隔板,该第二隔板具有分别置于加强杆的下凸缘之上的横向延伸的凸缘,并且具有置于半径边缘之上的末端,以用于通过第一隔板将强化压力从加强杆的凸缘传递到半径边缘,该第二隔板还包括适于套在加强杆上的腹板。

[0030] 根据本发明的另一方面,提供了一种制造包括接合到加强杆的层压板翼梁的复合结构组件的方法,包括:形成和预固化所述加强杆;将层压板翼梁放置在具有半径的心轴上;将预固化的加强杆与翼梁装配,包括将粘合层置于加强杆的下凸缘与翼梁的腹板之间;将隔板装置安装在所述配件上,包括将隔板装置的第一部分模制到置于加强杆上的下凸缘之上的加强杆的端部,并且模制与所述第一部分一体形成的隔板装置的第二部分,包括使第二部分模制为与翼梁内形成的半径一致;真空袋压成型所述配件;将所述配件放置在压热器内;以及利用压热器压力强化所述配件,包括利用隔板装置将压力从下凸缘传递到翼梁中形成的半径的边缘。

附图说明

[0031] 图 1 是复合结构配件的侧视图的说明。

[0032] 图 2 是沿图 1 中的方向“2”得到的侧视图的说明。

[0033] 图 3 是示出了冲击波在加强杆的端部处的翼梁的上层板中形成的放大的截面图的说明。

- [0034] 图 4 是复合结构配件的截面图的说明,其示出了利用隔板装置来减少图 3 中所示的冲击波。
- [0035] 图 5 是图 4 中所示的隔板装置的第一隔板形成部件的截面图的说明。
- [0036] 图 6 是图 4 中所示的装置的第二隔板形成部件的端视图的说明。
- [0037] 图 7 是第二隔板的透视图的说明。
- [0038] 图 8 是图 1-4 中示出的具有安装在其上的第二隔板的加强杆的一侧的透视图的说明。
- [0039] 图 9 是安装在加强杆上的隔板装置的另一种构成的等距视图的说明。
- [0040] 图 10 是隔板装置的另一实施例的一侧的透视图的说明。
- [0041] 图 11 是图 10 中所示的隔板装置的相对侧的等距视图的说明。
- [0042] 图 12 是图 10 和图 11 中示出的安装在一对加强杆上的隔板装置的说明。
- [0043] 图 13 是示出了减少冲击波的可替换方法的层压板配件的截面图的说明。
- [0044] 图 14 是示出了用于减少冲击波的方法的简化的流程图。
- [0045] 图 15 是减少冲击波的可替换方法的说明。
- [0046] 图 16 是飞行器生产和维护方法的流程图的说明。
- [0047] 图 17 是飞行器的方框图的说明。

具体实施方式

[0048] 首先参照图 1 和图 2,复合结构配件 20 包括有时也被称为第一部件的加强杆 21 和在本文中有时也被称为第二部件的翼梁 22。加强杆 21 通过粘合层 40 结合到翼梁 22。加强杆 21 可以包括纤维增强的树脂复合材料,并且在说明的示例中,加强杆 21 具有由通过腹板 28 接合在一起的上凸缘 24 和下凸缘 26 形成的 I 形截面。尽管在附图中示出 I 形截面,但加强杆 21 可以具有其他截面形状,例如但不限于:C、J、Z、L 和倒 U 形。翼梁 22 包括纤维增强的树脂层压板,其具有形成 L 形截面的腹板 30 和凸缘 32,但其他截面形状也是可行的,例如但不限于“C”形截面。翼梁 22 可以形成,例如但不限于,航空航天器(未示出)机身的部件,例如机翼或稳定器(未示出)。

[0049] 腹板 30 通过在图 1 中虚线 36 指示的切点之间限定的半径过渡到凸缘 32。正如图 2 中最佳显示的,加强杆 21 的下凸缘 26 置于腹板 32 的上表面 35 之上并被结合到腹板 32 的上表面 35。图 1 示出了用于在翼梁 22 的强化和固化过程中支撑翼梁 22 的心轴 38。在示出的示例中,加强杆 21 是预固化的部件,其被结合到翼梁 22,然而,在其他实施例中,加强杆 21 可以包括与翼梁 22 一起固化的未固化的复合部件。加强杆 21 和翼梁 22 的形状仅示出了多种可能的部件形状和几何结构。

[0050] 现在参照图 3,在用其间的粘合层 40 将加强杆 21 与翼梁 22 装配后,真空袋(在图 3 中未示出)被密封在配件 20 之上,其然后可以被放置在用于强化和固化的压热器(未示出)中。半径 34 具有上边缘 45,其与加强杆 21 的下凸缘的外端 46 间隔开。当被抽空时,袋可以在半径 34 的边缘 45 的上方桥接。当压热器压力 P 在翼梁 22 的强化和固化过程中被施加时,袋在边缘 45 之上的桥接可以引起边缘 45 处的低压实压力区域 49。施加的压实压力 P 导致上层板 42 中的纤维沿半径 34 的变形,这迫使它们在箭头 51 的方向上朝向低压实压力区域 49 移动。随着层板 42 被压缩到半径 34 的其他区域中,纤维朝向低压实压力区域 49

的移动可以导致冲击波 44 在翼梁 22 的上层板 42 中产生。该冲击波 44 可以在固化之后在翼梁 22 中导致褶皱、空隙或其他不期望的不一致。

[0051] 参照图 4, 为了减少或消除图 3 中所示的由低压区域 49 (图 3) 造成的冲击波 44, 装置 48 被安装到翼梁 22 的半径 34 和加强杆 21 的下凸缘 26 的上方。装置 48 包括第一底部隔板 50, 其覆盖翼梁 22 的半径 34 (包括上边缘 45)。第一隔板 50 的上末端 56 邻接下凸缘 26 的外端 26。装置 48 还包括第二顶部隔板 52, 其被保持在下凸缘 26 上, 并置于第一隔板 50 的上末端 56 之上。第二隔板 52 以预定距离 D 与第一隔板 50 的上末端 56 重叠。如将在下面更详细地讨论的, 在一个实施例中, 第一隔板 50 和第二隔板 52 可以一体形成一个单元, 而在其他实施例中, 它们可以是分离的单元。真空袋 44 被密封在配件 20 之上, 并被用来将压实压力施加于所述部件和隔板 48。

[0052] 如图 5 所示, 第一隔板 50 包括基本与半径 34 一致的内侧半径 R。第一隔板 50 在其上末端 56 处具有厚度 T, 该厚度 T 与下凸缘 26 和粘合层 30 的组合厚度基本匹配。第一隔板 50 的厚度从其上末端 56 到其下末端 58 是渐缩的。下末端 58 因其渐缩而减小的厚度可以减少在压实处理期间由第一隔板 50 带给翼梁 22 的压痕 (mark-off)。在其他实施例中, 第一隔板 50 的厚度可以不是渐缩的。

[0053] 参照图 6, 第二隔板 52 包括带槽腹板 52a, 其覆盖加强杆 21 的腹板 28 并纵向延伸凸缘 52b, 所述凸缘 52b 置于加强杆 21 上的凸缘 26 上。

[0054] 参照使用中的图 4, 装置 48 作为两个分离的单元或作为一个单元安装到配件 20 上, 使得第一隔板 50 置于半径 34 上, 并使其上末端 56 邻接凸缘 26 的外端 26a。第二隔板 52 的带槽腹板 52a 套在腹板 28 的侧面上, 使得凸缘 54 被保持在加强杆 21 的凸缘 26 上, 并且外端 60 置于并且保持在第一隔板 50 的上末端 56 上。通过如上所述安装的装置 40, 真空袋 44 可以安装在配件 20 之上, 并且配件 20 可以在压热器中被处理, 其中压力 P 被施加于所装配的部件。第一隔板 50 将压热器压力 P 施加并分配给包括上末端 56 的半径 34, 所述上末端 56 置于半径 34 的上边缘 45 上。压热器压力 P 还抵靠加强杆 21 的凸缘 26 和第一隔板 50 的上末端 56 而按压凸缘 52b。

[0055] 施加于下凸缘 26 的压力通过第二隔板 52 传递到第一隔板 50。上层板 42 (图 3) 在边缘 45 处产生冲击波 44 的趋势被由第二隔板 52 的前端 60 施加于上末端 56 的压力阻止。因此, 在半径 34 内的上层板 32 (图 3) 被限制为在压实处理期间基本保持在同一平面内。将隔板部分 50、52 一体形成在一个部件单元中向装置 48 提供了额外的硬度 48, 其可以帮助抵抗冲击波 44 (图 4) 的产生或在半径边缘 45 处的外层板 42 的相似的升沉运动或起皱现象的产生。

[0056] 图 7 和图 8 示出了第二隔板 52 的额外细节。直立的腹板 52a 包括在其中纵向延伸的槽 62, 并且凸缘 52b 从腹板 52a 横向向外延伸。前端 60 延伸越过腹板 52a 并适于置于第一隔板 50 上的上末端 56 上, 如图 4 所示。第二隔板 52 可以由具有所需强度和硬度的任意合适的材料制成, 包括但不限于纤维增强的树脂复合材料, 例如但不限于碳纤维增强的环氧树脂。在第二隔板 52 的安装过程中, 槽 62 容纳加强杆 21 的腹板 28, 其被容纳在槽 62 内, 并且凸缘 52b 保持在加强杆 21 的凸缘 26 上。

[0057] 图 9 示出了装置 48 的另一个实施例, 其中第一和第二隔板 50、52 被一体形成一个单元, 其可以通过围绕加强杆 21 的端部模制隔板 48 而被制造。

[0058] 现在转向示出装置 20 的另一个实施例的图 10、11 和 12, 其中多个装置 48 被一体形成成为整体的结构。在示出的示例中, 两个单片的隔板 48 并排布置, 并且与连接部分 66 和外延部分 68 一体形成。第一隔板 50 基本连续地延伸跨过装置 48 的整个长度。如图 12 所示, 装置 48 可以作为一个单元安装在两个相邻的加强杆 21 之上, 覆盖翼梁 22 上的半径 34 (在图 10-12 中未示出)。尽管图 10-12 中示出的实施例集成了多个装置 48 以用于具有 I 形截面的多个加强杆 21, 但多个集成的装置 48 还可以适于用于具有其他截面形状的加强杆, 所述其他截面形状包括但不限于 C 形、J 形、Z 形、L 形和倒 U 形。

[0059] 现在转向图 13, 其示出了以减少在翼梁 30 的强化过程中产生的冲击波的方式压缩半径 34 的另一方法。在这个示例中, 翼梁 30 被布置在具有横向延伸部分 38a 的心轴 38 之上。横向延伸部分 38a 包括弯曲的工具表面 70, 其形成过度向外翻转的凸缘 72, 该凸缘 72 具有通常大于半径 34 的大半径 74。“过度”指的是这样的事实, 即凸缘 72 的主要目的是将被拉伸的纤维放置在半径 34 内, 并且凸缘 72 可以不具有其他实质的功能性目的。当强化压力 P 被施加到翼梁 30 时, 作用于大半径凸缘 72 上的压力大于施加于半径 34 的压力, 并且在上层板 42 (图 3) 中的纤维中产生张力, 该张力被传递给半径 34 中的纤维。施加于半径 34 中的上层板 42 中的纤维的这种张力可以减少或消除包括上边缘 45 (图 3) 的半径 34 的区域中的褶皱和 / 或冲击波 44。如本文所使用的, “大”半径指的是半径 74, 其大到足以在上层板 42 内产生减少或消除冲击波 44 所需的张力。

[0060] 现在转向图 14, 其示出了以在固化过程中减少层压板内的冲击波的方式接合复合部件的方法。在步骤 76 处, 第一和第二部件 21、22 被装配。其次在步骤 78 处, 隔板 48 的第一部分 50 被放置在第一部件 22 的半径 34 上, 覆盖半径 34 的边缘 45 并邻接第一部件 21。在步骤 80 处, 隔板 48 的第二部分 52 安装在第二部件 21 上, 在半径边缘 45 处与第一隔板 50 至少部分重叠。在这些隔板部分 50、52 被一体形成一个单元的实施例中, 步骤 70 和 80 被合并为一个操作。在步骤 82 处, 具有安装在其上的隔板部分 50、52 的被装配的部件 21、22 是真空袋压成型的。在步骤 84 处, 进行抽真空并且利用例如压热器处理将强化压力施加于所述袋。在步骤 86 处, 隔板部分 50、52 被用来将压力施加于包括半径边缘 45 的半径 34, 以便将大气压力负荷传递给半径边缘 45, 并减少第一部件内的冲击波的形成。

[0061] 图 15 示出了利用图 14 中示出的设备减少层压板内的冲击波的方法的步骤。在步骤 88 处, 大半径 74 在层压板部件 21 内邻近部件 21 内的较小半径区段 34 形成。在步骤 80 处, 压实压力施加于部件 21, 包括通过压缩大半径 74 中的纤维而将张力施加于半径区段 34 中的纤维上。

[0062] 接下来参照图 16 和图 17, 本公开的实施例可以在如图 16 所示的飞行器制造和维护方法 98 与如图 17 所示的飞行器 100 的背景下使用。在预生产期间, 示例性方法 98 可以包括飞行器 100 的规格和设计 102 以及材料采购 104。在生产期间, 进行部件和子配件制造 106 以及飞行器 100 的系统整合 108。在步骤 106 期间, 所公开的方法和设备可以被用来制造复合部件, 例如随后在步骤 108 处装配的机身区段。之后, 飞行器 100 可以经过验收和交付 110, 以便投入使用 112。当由客户使用时, 飞行器 100 可以按计划进行例行维修和维护 114 (其还可以包括改进、重新配置、翻新、等等)。

[0063] 方法 98 的每个处理可以由系统集成商、第三方和 / 或操作员 (例如, 客户) 执行或完成。为了本说明书的目的, 系统集成商可以包括但不限于任意数量的飞行器制造商和主

系统转包商；第三方可以包括但不限于任意数量的销售商、转包商和供应商；而操作员可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务机构等。

[0064] 如图 17 所示,通过示例性方法 98 生产的飞行器 100 可以包括具有多个系统 118 和内部结构 120 的机架 116。所公开的方法和设备可以被用来制造形成部分机架 110 的机身区段。高级系统 118 的示例包括推进系统 122、电气系统 124、液压系统 126 和环境系统 128 中的一个或多个。可以包括任意数量的其它系统。尽管示出了航空示例,但本发明的原理可以应用于其它行业,诸如汽车行业。

[0065] 本文所体现的设备可以在生产和维护方法 98 的任意一个或多个阶段中使用。例如,对应于生产处理 106 的组件或子配件可以与飞行器 100 使用时生产的组件或子配件相似的方式制作或制造。同样,一个或多个设备实施例可以例如通过充分加速飞行器 100 的装配或降低飞行器 100 的成本而在生产阶段 106 和 108 期间使用。类似地,当飞行器 100 处于使用中时,例如但不限于处于维修和维护 114 时,可以使用一个或多个设备实施例。

[0066] 尽管已经关于某些示例性实施例描述了本公开的实施例,但应理解,具体实施例是为了说明的目的,并不是为了限制,因为本领域技术人员会想到其他变体。

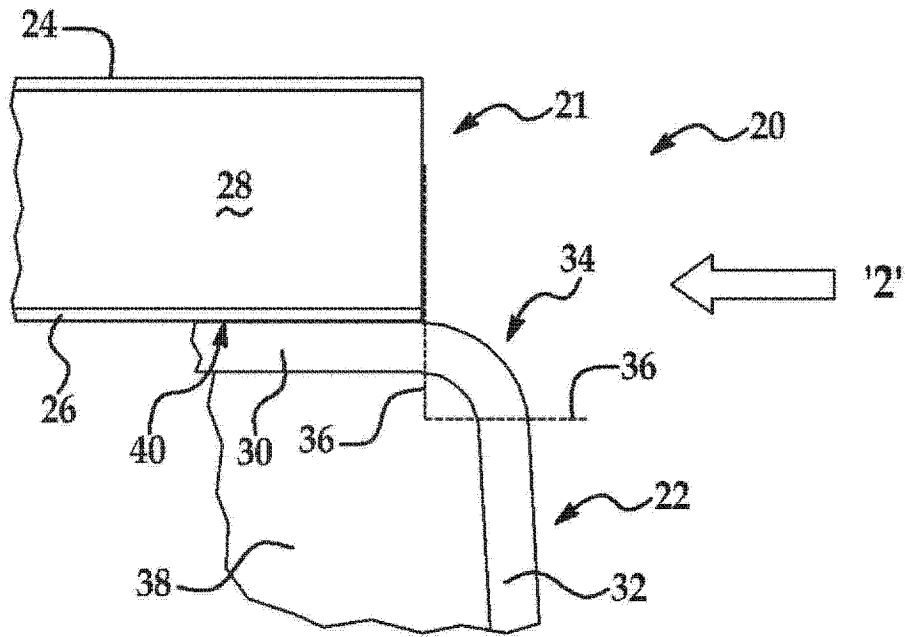


图 1

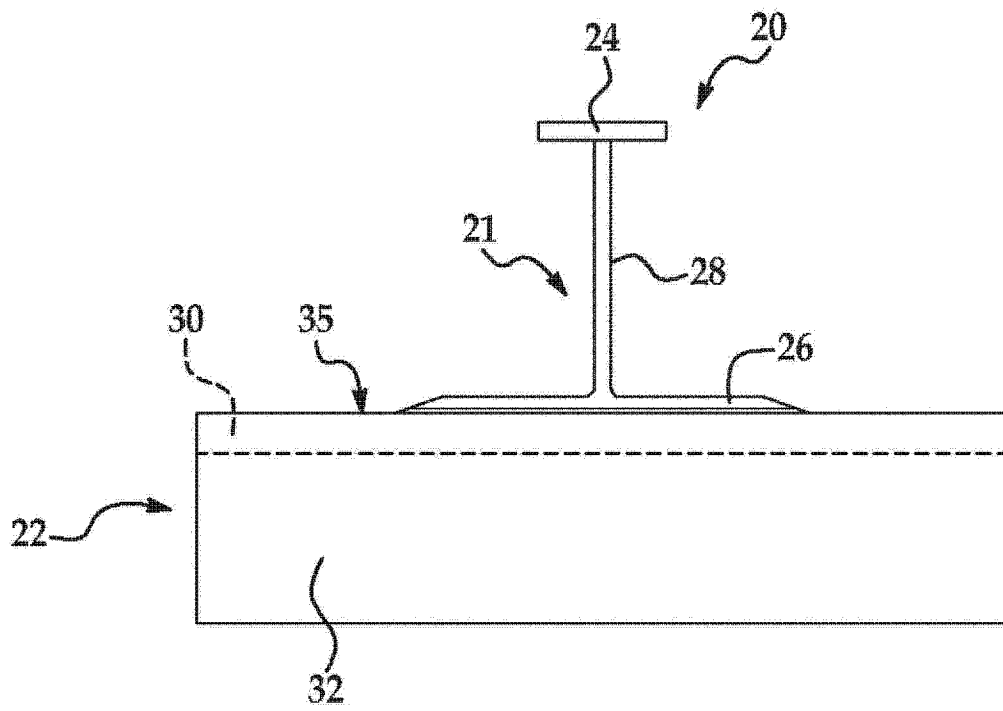


图 2

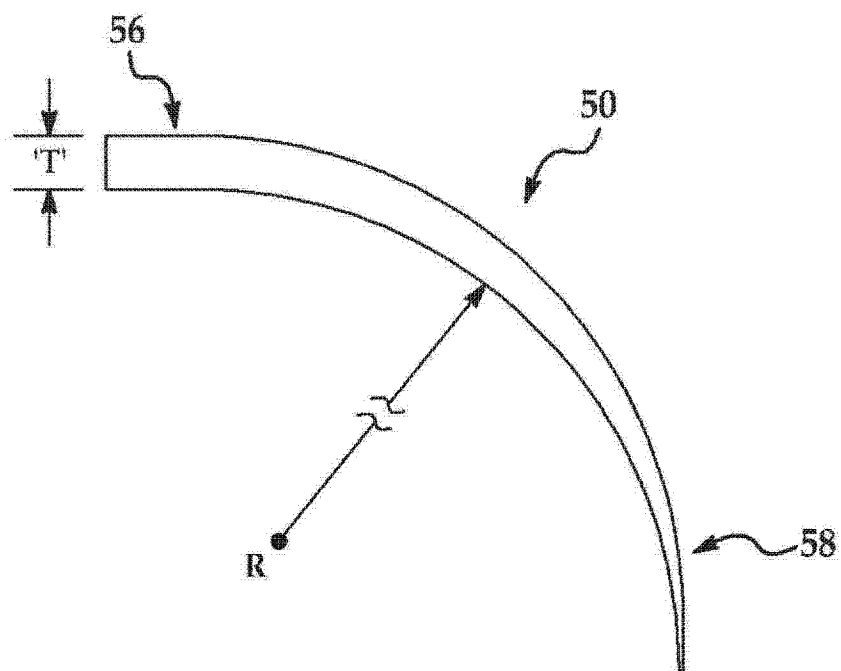


图 5

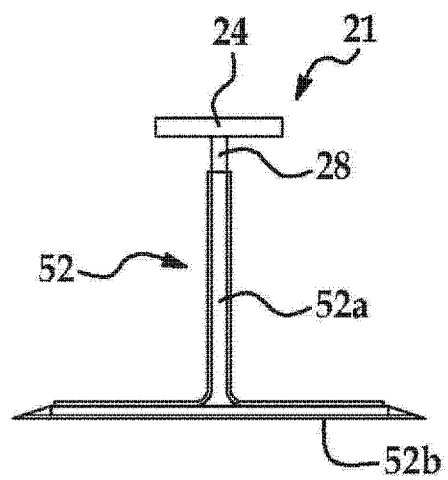


图 6

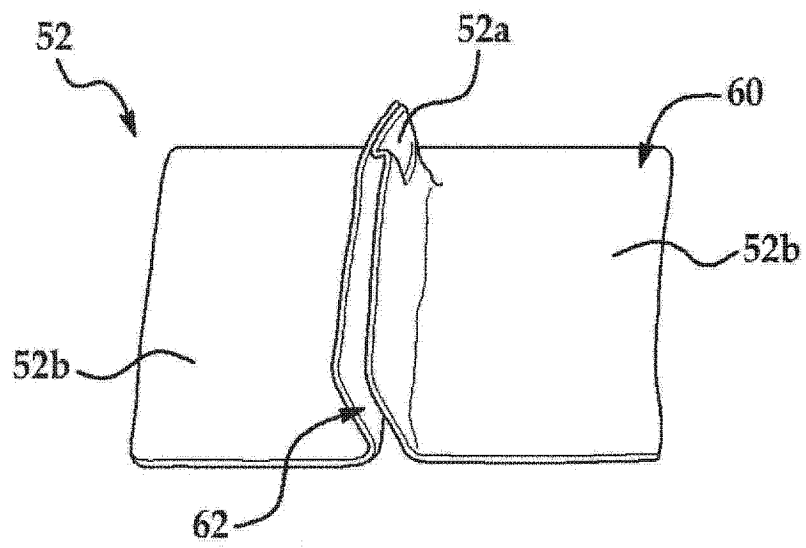


图 7

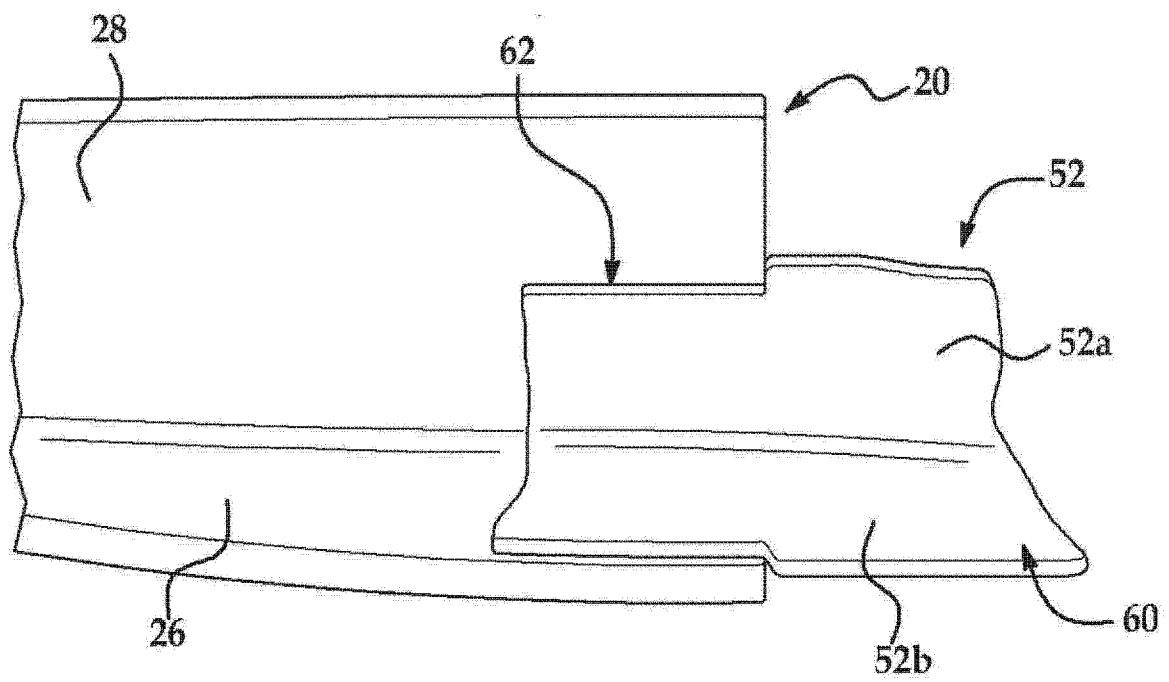


图 8

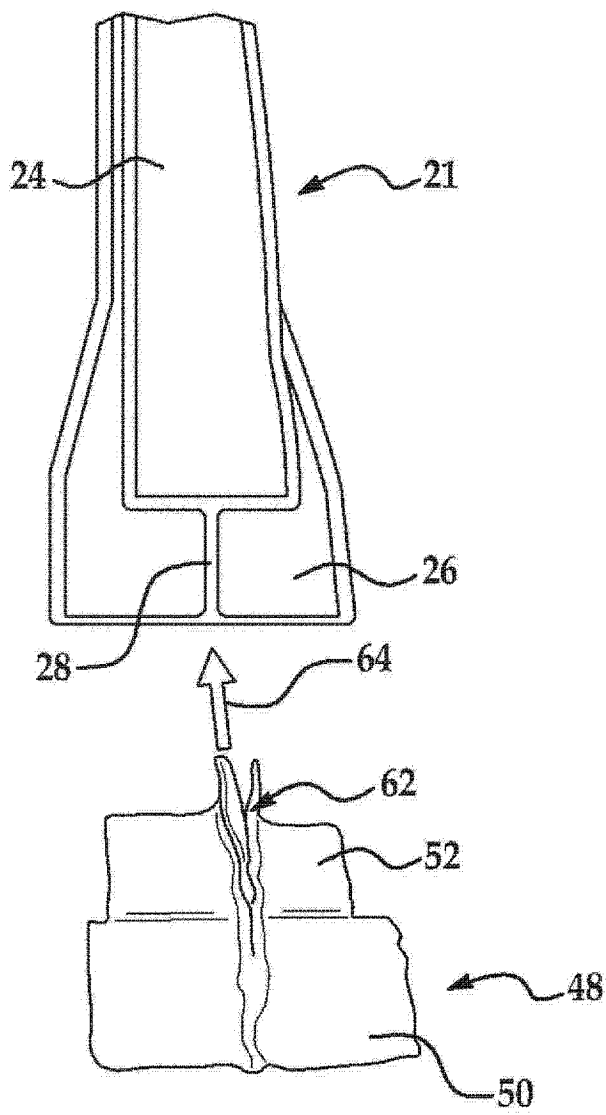


图 9

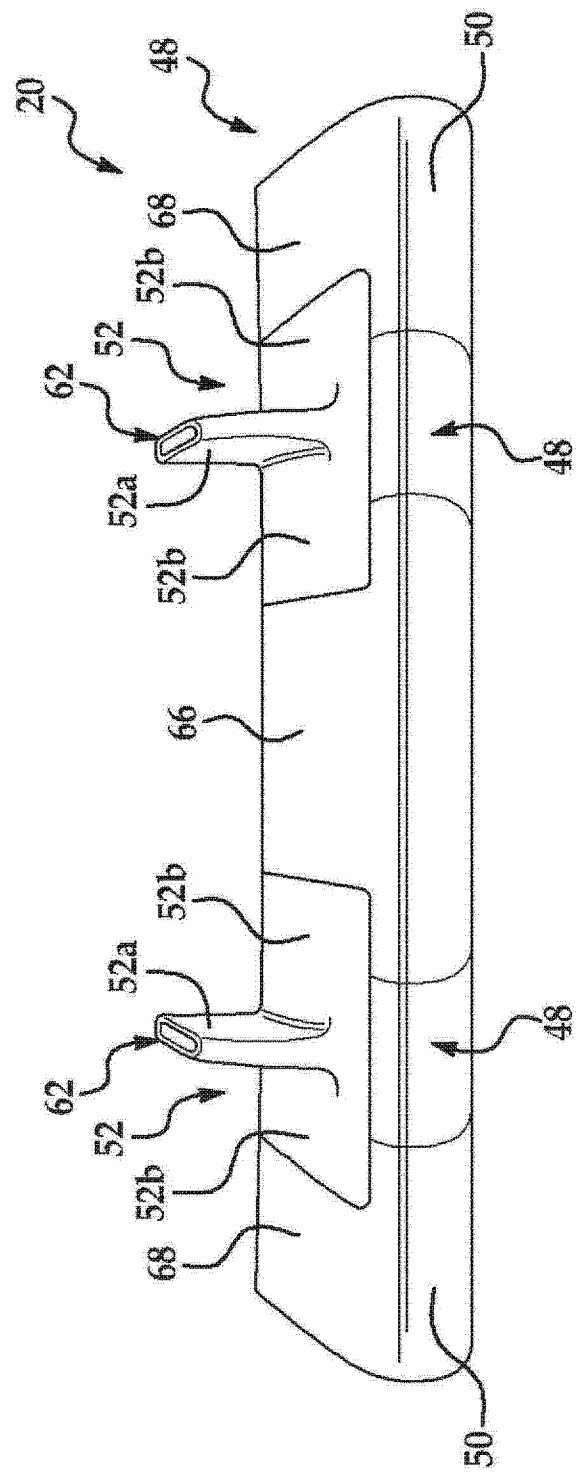


图 10

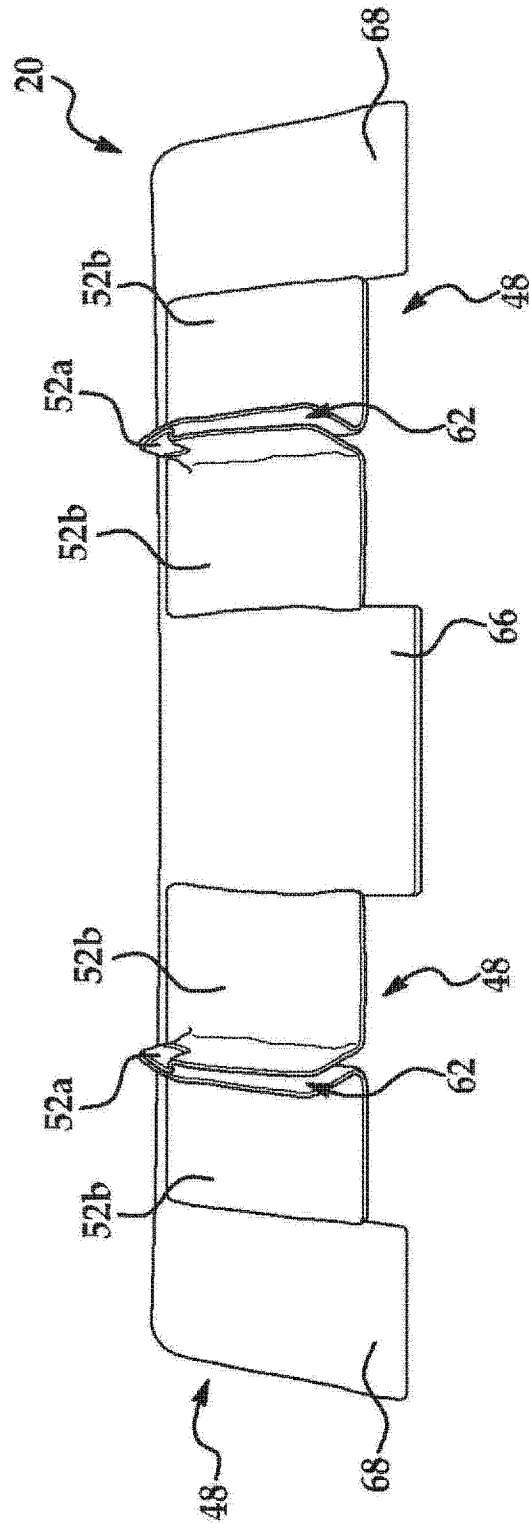


图 11

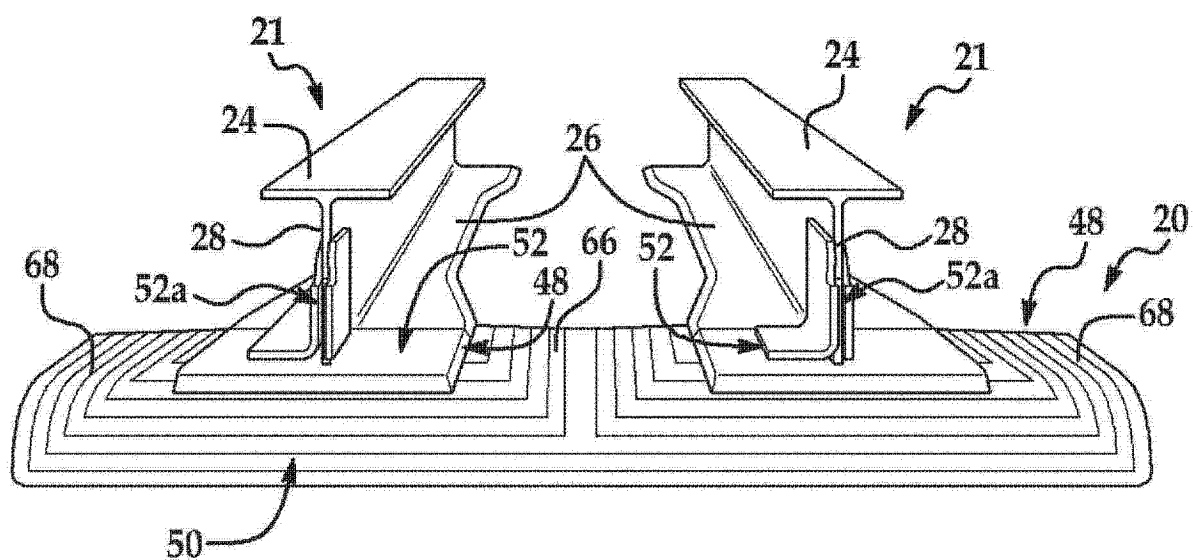


图 12

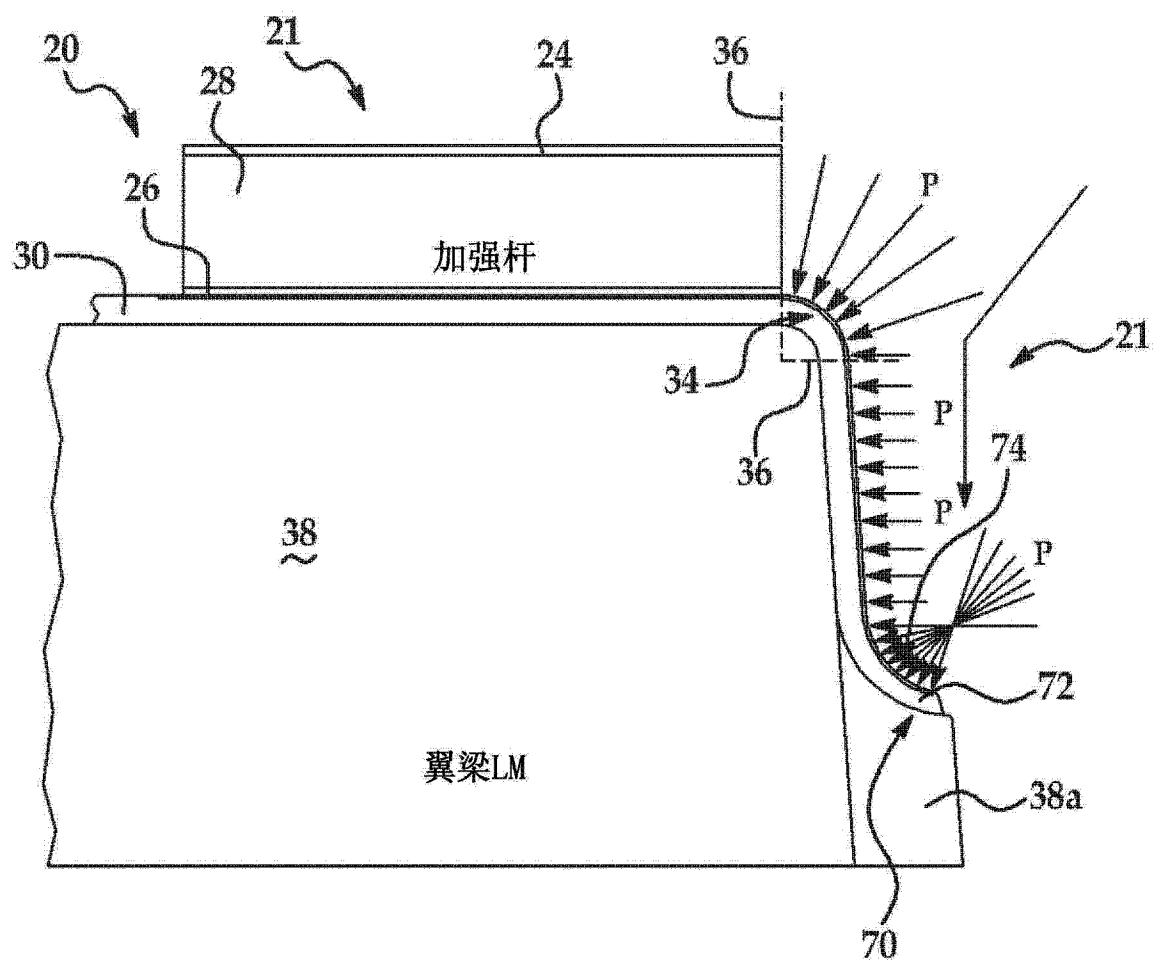


图 13

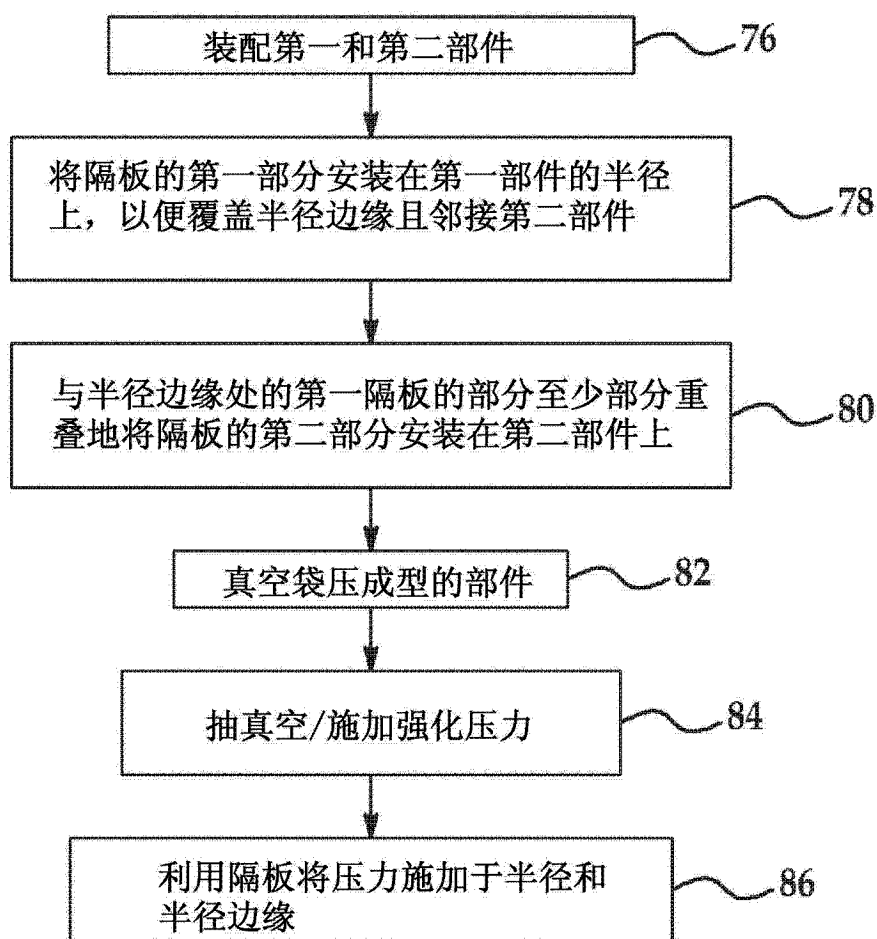


图 14

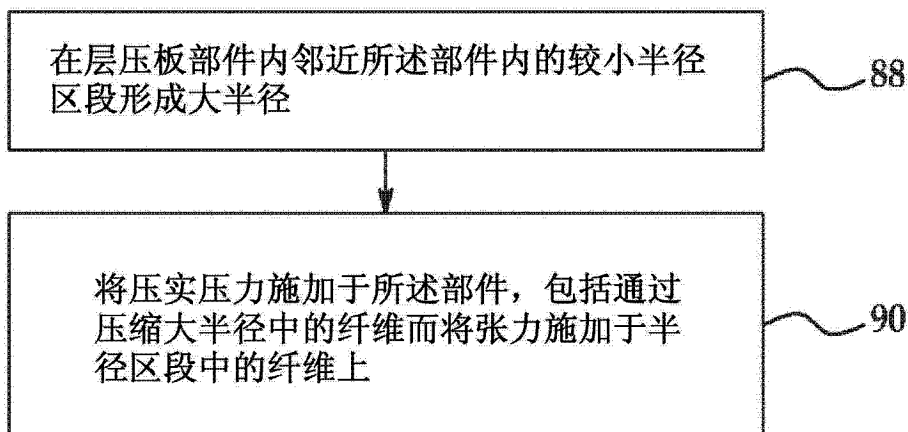


图 15

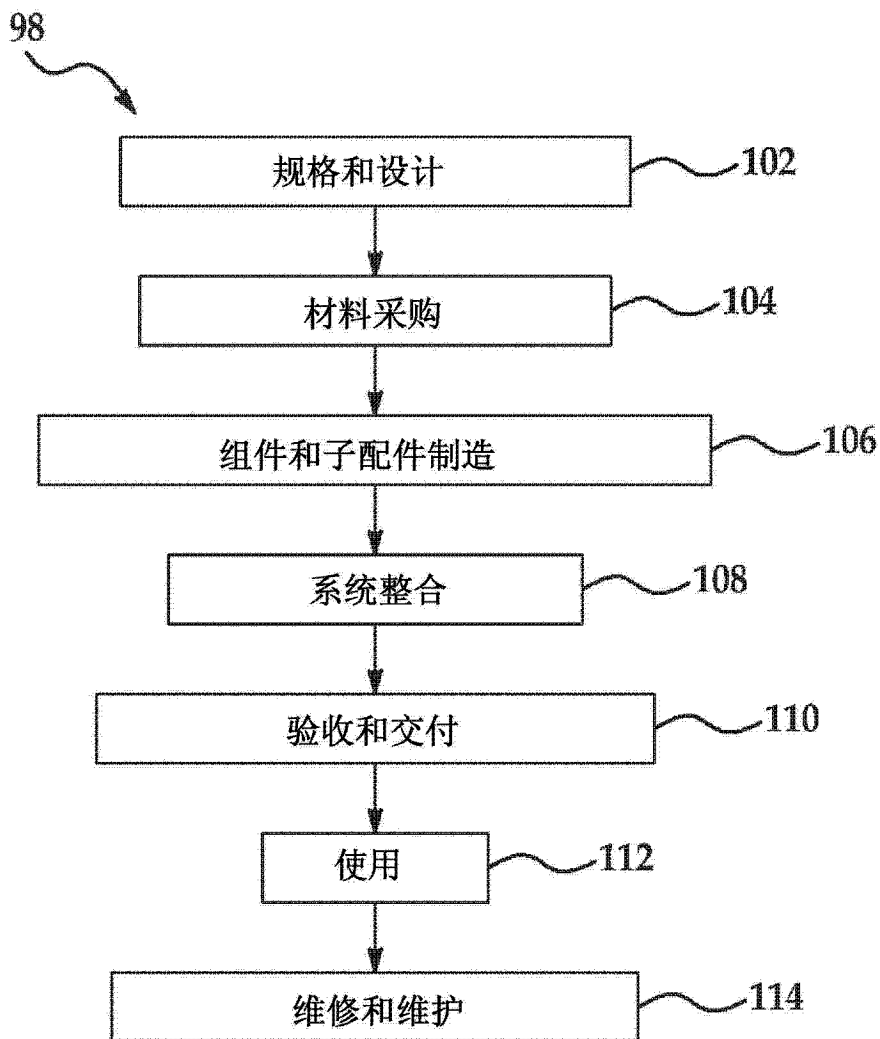


图 16

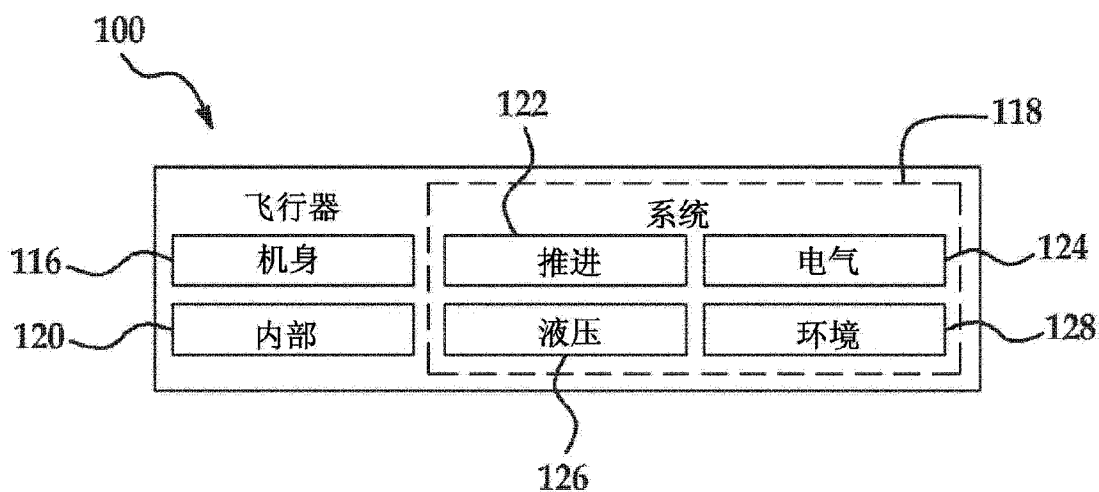


图 17