



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104924629 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510061054. 3

(22) 申请日 2015. 02. 05

(30) 优先权数据

14/219, 737 2014. 03. 19 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72) 发明人 B·A·考克森

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王小东

(51) Int. Cl.

B29C 70/34(2006. 01)

B29C 70/54(2006. 01)

B29C 70/20(2006. 01)

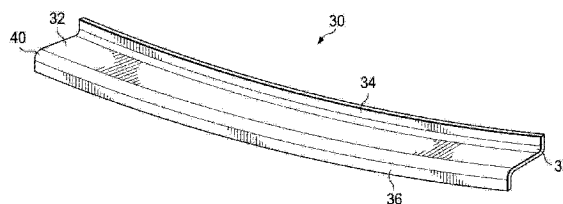
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

使用临时缝接预成形件制造复合层压件

(57) 摘要

本发明涉及使用临时缝接预成形件制造复合层压件。使用包括被缝接在一起的单向预浸坯料层的叠堆的预成形件来制造复合结构。在固化所述预浸坯料期间,所述缝接件熔化并且溶解。



1. 一种制造复合结构的方法,该方法包括:
将预浸坯料层缝接在一起,成为具有不同纤维取向的预浸坯料层的缝接叠堆;
热固化所述预浸坯料层的缝接叠堆;以及
在所述预浸坯料层的缝接叠堆的热固化期间,熔化缝接物。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法还包括:
将所述预浸坯料层组装成叠堆,
其中,所述预浸坯料层中的每个预浸坯料层均具有树脂粘性,并且将所述预浸坯料层组装成叠堆的步骤包括:利用所述树脂粘性将所述预浸坯料层粘附在一起并且在所述缝接期间保持所述预浸坯料层的所述纤维取向。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述叠堆具有厚度,并且将所述预浸坯料层缝接在一起是通过使用缝接件来执行的,所述缝接件基本上穿过所述叠堆的所述厚度。
4. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,将所述预浸坯料层组装成叠堆包括:
铺下预浸坯料丝束,以及
针对所述预浸坯料层中的每个预浸坯料层,改变所述丝束的纤维取向。
5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,在所述预浸坯料层的缝接叠堆完全固化之前,执行熔化所述缝接物的步骤。
6. 根据权利要求 1 所述的方法,所述方法还包括:
将所述预浸坯料层的缝接叠堆形成为与所述复合结构的形状对应的所需形状。
7. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,在将所述预浸坯料层缝接在一起之前,执行形成所述预浸坯料层的缝接叠堆的步骤。
8. 根据权利要求 6 所述的方法,其中,在将所述预浸坯料层缝接在一起之后,执行形成所述预浸坯料层的缝接叠堆的步骤。
9. 一种复合预成形件,所述复合预成形件包括:
具有不同纤维取向的单向预浸坯料层的叠堆;以及
缝接件,该缝接件穿过所述叠堆中的所有预浸坯料层并且能够将所述预浸坯料层保持在一起,其中,所述缝接件由能够在热固化所述预浸坯料层期间熔化的缝接材料形成。
10. 根据权利要求 9 所述的复合预成形件,其中,所述预浸坯料层中的每个预浸坯料层均包括预浸坯料丝束。
11. 根据权利要求 10 所述的复合预成形件,其中,所述缝接件穿过所述预浸坯料丝束之间。
12. 根据权利要求 9 所述的复合预成形件,其中,所述缝接件大体均匀地分布于所述单向预浸坯料层的叠堆。
13. 根据权利要求 9 所述的复合预成形件,其中:
所述预浸坯料层中的每个预浸坯料层均包括树脂基质,并且
所述缝接材料与所述树脂基质相容。
14. 根据权利要求 13 所述的复合预成形件,其中:
所述树脂基质是热固性树脂,并且
所述缝接材料是热塑性树脂。
15. 根据权利要求 14 所述的复合预成形件,其中:

所述热固性树脂具有使所述热固性树脂完全固化的固化温度,并且
所述热塑性树脂具有比所述热固性树脂的所述固化温度低的熔融温度。

使用临时缝接预成形件制造复合层压件

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及在制造复合层压件结构的过程中使用的预成形件,更特别地,涉及临时缝接预成形件。

背景技术

[0002] 可通过铺设多层预浸坯料或利用干纤维的树脂浸入件来制造高性能复合结构。这些纤维可以是单向的、织造或编织的织物形式。在一些应用中,为了缩短铺设时间,可使用缝接材料将相邻多层织物共同缝接在一起,在复合结构固化之后,缝接材料与成品结构保持在一起。通过将多层缝接在一起,允许多层以层组而非一个接一个的形式铺设在工具上,从而提高铺设过程的效率。由单向增强纤维形成的共缝接织物层相对可成形,从而使它们很适于形成高度成轮廓结构,然而,使用缝接层制造的结构可能达不到所需的强度水平和抗裂性。

[0003] 因此,需要一种使用共缝接织物层制造复合结构的方法,该方法减少或消除了固化结构中缝接材料的存在。还需要一种在制造此结构的过程中使用的预成形件,可使用共缝接的多层预浸坯料或适于树脂浸入的共缝接纤维层来组装预成形件。

发明内容

[0004] 公开的实施方式提供了使用共缝接的多层预成形件制造复合层压件结构的方法。在一个实施方式中,通过使用缝接材料将单向预浸坯料层缝接在一起来形成预成形件,缝接材料在所述预浸坯料固化期间熔化。在另一个实施方式中,通过使用缝接材料将多个纤维层缝接在一起来形成预成形件,缝接材料在用于浸入纤维层的树脂固化期间熔化。在固化过程期间缝接材料的熔化使缝接物溶解并且避免了缝接物和加强纤维之间可能出现卷曲。缝接物的溶解减少或消除了由纤维卷曲造成的弯曲结构中的应力集中,从而改进复合层压件结构的机械性能,同时降低了裂缝通过层压件传播的可能性。共缝接的多层预成形件的使用可通过允许同时铺设并且形成多层纤维加强件来提高制造效率。

[0005] 根据公开的实一个施方式,提供了一种制造复合结构的方法。将预浸坯料层缝接在一起,成为具有不同纤维取向的预浸坯料层的缝接后的叠堆,热固化所述预浸坯料层的缝接后的叠堆。在所述预浸坯料层的缝接后的叠堆的热固化期间,熔化所述缝接。所述方法还可包括将所述预浸坯料组装成叠堆,其中,所述预浸坯料层中的每个具有树脂粘性(resin tack),利用所述树脂粘性将所述预浸坯料层组装成所述叠堆,以将层粘附在一起并且在所述缝接期间保持所述预浸坯料层的纤维取向。将所述预浸坯料层缝接在一起是通过使用缝接物执行的,所述缝接物基本上穿过所述叠堆的厚度。将所述预浸坯料层组装成叠堆包括:铺下预浸坯料丝束(prepreg tow),针对所述层中的每个层,改变所述丝束的纤维取向。所述方法还可包括在真空下压实、强化和固化缝接后的叠堆。在所述预浸坯料层的缝接后的叠堆完全固化之前,执行所述缝接的熔化。所述方法还可包括将所述预浸坯料层的缝接后的叠堆形成为与所述复合结构的形状对应的所需形状。

[0006] 根据另一个实施方式,提供了一种制成复合预成形件的方法。组装预浸坯料层的叠堆,其中,所述预浸坯料层中的每个包括保持在加强可热固化树脂基质中的加强纤维。在组装了叠堆之后,将预浸坯料层缝接在一起。使用在热固化预浸坯料层期间熔化的缝接材料执行缝接。组装预浸坯料的叠堆包括通过将预浸坯料层粘在一起保持预浸坯料层相对于彼此对准。将预浸坯料层粘在一起是利用各层中的树脂基质的粘性执行的。组装预浸坯料层的叠堆包括使用各预浸坯料层中的树脂基质在缝接期间将预浸坯料层中的加强纤维保持为彼此成间隔关系。缝接包括将缝接物放置成基本上完全贯穿预浸坯料层的叠堆的厚度。可通过铺放预浸坯料丝束来组装叠堆,可通过将缝接物放置在基本上完全穿过预浸坯料层的预浸坯料丝束之间来执行缝接。在组装叠堆期间,将预浸坯料层取向,使得它们具有不同的纤维取向。

[0007] 根据又一个实施方式,提供了一种复合预成形件。所述预成形件包括:具有不同纤维取向的单向预浸坯料层的叠堆。缝接物穿过所述叠堆中的所有预浸坯料层并且将所述预浸坯料层保持在一起。所述缝接物由在热固化所述预浸坯料层期间能够熔化的缝接材料形成。所述预浸坯料层中的每个包括预浸坯料丝束,所述缝接物经过所述预浸坯料丝束之间。所述缝接物可大体均匀分布于所述单向预浸坯料层的叠堆。所述预浸坯料层中的每个包括树脂基质,所述缝接材料与所述树脂基质相容。所述树脂基质可以是热固性树脂,所述缝接材料可以是热塑性树脂。所述热固性树脂具有使所述热固性树脂完全固化的固化温度,所述热塑性树脂具有比所述热固性树脂的固化温度低的熔融温度。

[0008] 根据又一个实施方式,提供了一种制造复合结构的方法。将干纤维层缝接在一起,成为具有不同纤维取向的干纤维层的缝接后的叠堆。干纤维层的叠堆被浸入聚合物树脂。热固化浸入树脂的叠堆。在缝接后的叠堆的热固化期间缝接熔化。所述方法还可包括在真空下压实、强化和固化缝接后的叠堆。使用基本上穿过叠堆的整个厚度的缝接物执行将干纤维层缝接在一起。所述方法还可包括将增粘剂应用于干纤维层中的每个,将干纤维层组装成叠堆,包括使用增粘剂将干纤维层粘附在一起并且在缝接期间保持干纤维层的纤维取向。将干纤维层组装成叠堆包括铺下干纤维丝束,并且针对干纤维层中的每个改变干纤维丝束的纤维取向。所述方法还可包括将干纤维层的缝接后的叠堆形成为与复合结构的形状对应的所需形状。通过在诸如模具的工具上形成干纤维层的缝接后的叠堆,执行形成。

[0009] 根据另一个实施方式,提供了一种制成干纤维预成形件的方法。所述方法包括组装干纤维层的叠堆,各干纤维层包括单向加强纤维。在组装了叠堆之后将干纤维层缝接在一起。使用缝接物执行缝接,所述缝接物穿过所述叠堆并且在它们被加热至预定温度时熔化。所述方法还可包括将增粘剂应用于干纤维层中的每个,组装干纤维层的叠堆包括使用增粘剂来保持干纤维层彼此相对对准。

[0010] 总之,根据本发明的一个方面,提供了一种制造复合结构的方法,该方法包括:将预浸坯料层缝接在一起,成为具有不同纤维取向的预浸坯料层的缝接后的叠堆;热固化预浸坯料层的缝接后叠堆;在热固化预浸坯料层的缝接后叠堆期间熔化所述缝接。

[0011] 有利地,本发明还包括将预浸坯料层组装成叠堆,其中,所述预浸坯料层中的每个具有树脂粘性,将预浸坯料层组装成叠堆包括使用树脂粘性将预浸坯料层粘附在一起并且在缝接期间保持预浸坯料层的纤维取向。

[0012] 有利地,在所述方法中,叠堆具有一定厚度,将所述预浸坯料层缝接在一起是通过

使用缝接物执行的,所述缝接物基本上穿过所述叠堆的厚度。

[0013] 有利地,在所述方法中,将所述预浸坯料层组装成叠堆包括:铺下预浸坯料丝束,针对所述层中的每个,改变所述丝束的纤维取向。

[0014] 有利地,所述方法还包括在真空下压实、强化和固化缝接后的叠堆。

[0015] 有利地,在所述方法中,在所述预浸坯料层的缝接后的叠堆完全固化之前,执行所述缝接的熔化。

[0016] 有利地,所述方法还包括:将所述预浸坯料层的缝接后的叠堆形成为与所述复合结构的形状对应的所需形状。

[0017] 有利地,在所述方法中,在将所述预浸坯料层缝接在一起之前,执行形成所述预浸坯料层的缝接后的叠堆。

[0018] 有利地,在所述方法中,在将所述预浸坯料层缝接在一起之后,执行形成所述预浸坯料层的缝接后的叠堆。

[0019] 根据本发明的另一个方面,提供了一种制造复合预成形件的方法,该方法包括组装预浸坯料层的叠堆,所述层中的每个包括保持在可热固化树脂基质中的加强纤维;在组装叠堆之后将预浸坯料层缝接在一起,其中,使用在热固化预浸坯料层期间熔化的缝接材料执行缝接。

[0020] 有利地,在所述方法中,组装预浸坯料层的叠堆包括通过将预浸坯料层粘在一起,保持层相对于彼此对准。

[0021] 有利地,在所述方法中,使用所述预浸坯料层中的每个中的树脂基质的粘性,执行将预浸坯料层粘在一起。

[0022] 有利地,在所述方法中,组装预浸坯料层的叠堆包括使用各预浸坯料层中的树脂基质在缝接期间将预浸坯料层中的加强纤维保持为彼此间隔的关系。

[0023] 有利地,在所述方法中,预浸坯料层的叠堆具有一定厚度,缝接包括将缝接物布置成基本上完全穿过预浸坯料层的叠堆的厚度。

[0024] 有利地,在所述方法中,组装预浸坯料层的叠堆包括铺放预浸坯料丝束,缝接包括将缝接物布置在基本上完全穿过预浸坯料层的叠堆的预浸坯料丝束之间。

[0025] 有利地,在所述方法中,组装预浸坯料层的叠堆包括将预浸坯料层取向,使得它们具有不同的纤维取向。

[0026] 根据本发明的又一方面,提供了一种复合预成形件,该复合预成形件包括:具有不同纤维取向的单向预浸坯料层的叠堆;缝接物,其穿过所述叠堆中的所有预浸坯料层并且能够将所述预浸坯料层保持在一起,其中,所述缝接物由在热固化所述预浸坯料层期间能够熔化的缝接材料形成。

[0027] 有利地,在上述复合预成形件中,其中,所述预浸坯料层中的每个包括预浸坯料丝束。

[0028] 有利地,在所述复合预成形件中,所述缝接物经过所述预浸坯料丝束之间。

[0029] 有利地,在所述复合预成形件中,所述缝接物大体均匀分布于所述单向预浸坯料层的叠堆。

[0030] 有利地,在所述复合预成形件中,所述预浸坯料层中的每个包括树脂基质,所述缝接材料与所述树脂基质相容。

[0031] 有利地,在所述复合预成形件中,所述树脂基质是热固性树脂,所述缝接材料是热塑性树脂。

[0032] 有利地,在所述复合预成形件中,所述热固性树脂具有使所述热固性树脂完全固化的固化温度,所述热塑性树脂具有比所述热固性树脂的固化温度低的熔融温度。

[0033] 根据本发明的又一个方面,提供了一种制造复合结构的方法,该方法包括:将干纤维层缝接在一起,成为具有不同纤维取向的干纤维层的缝接后的叠堆;用聚合物树脂浸入干纤维层的叠堆;热固化干纤维层的缝接后的叠堆;在热固化干纤维层的缝接后的叠堆的热固化期间,熔化所述缝接。

[0034] 有利地,所述方法还包括在真空下压实、强化和固化缝接后的叠堆。

[0035] 有利地,在所述方法中,叠堆具有一定厚度,将干纤维层缝接在一起是通过使用基本上穿过叠堆的厚度的缝接物执行的。

[0036] 有利地,所述方法还包括:将增粘剂应用于各干纤维层;将干纤维层组装成叠堆,包括使用增粘剂将干纤维层粘附在一起并且在缝接期间保持干纤维层的纤维取向。

[0037] 有利地,在所述方法中,将干纤维层组装成叠堆包括铺下干纤维丝束,针对各干纤维层改变干纤维丝束的纤维取向。

[0038] 有利地,所述方法还包括将干纤维层的叠堆形成为与复合结构的形状对应的所需形状。

[0039] 有利地,在所述方法中,在将干纤维层缝接在一起之前执行形成叠堆。

[0040] 有利地,在所述方法中,在将干纤维层缝接在一起之后执行形成叠堆。

[0041] 有利地,在所述方法中,形成干纤维层的叠堆包括在工具上形成干纤维层的缝接后的叠堆。

[0042] 有利地,在所述方法中,在工具上形成干纤维层的叠堆包括将叠堆放入模具中,浸渍干纤维层的叠堆包括在真空下将聚合物树脂引入模具中。

[0043] 根据本发明的另一个方面,提供了一种制成干纤维预成形件的方法,该方法包括:组装干纤维层的叠堆,干纤维层中的每个包括单向增强纤维;在组装了叠堆之后缝接干纤维层,其中,使用经过叠堆并且在被加热至预定温度时熔化的缝接物来执行缝接。

[0044] 有利地,所述方法还包括将增粘剂应用于各干纤维层,其中,组装干纤维层的叠堆包括使用增粘剂将干纤维层保持为相对于彼此对准。

[0045] 这些特征、功能和优点可独立地在本公开的各种实施方式中实现或者可在其它实施方式中组合,在这些实施方式中,参照下面的描述和附图可明白其它细节。

附图说明

[0046] 新颖的特征认为在随附权利要求书中阐述了例证性实施方式的特性。然而,将在结合附图阅读时参照下面对本公开的例证性实施方式的详细描述,最佳地理解例证性实施方式及其优选的使用模式、其它目的和优点,其中:

[0047] 图 1 是缝接的预成形件的俯视立体图的图示。

[0048] 图 2 是图 1 中示出的缝接的预成形件的仰视立体图的图示。

[0049] 图 3 是可使用缝接的预成形件制造的弯曲框架部分的立体图的图示。

[0050] 图 4 是图 1 的缝接的预成形件的分解立体图的图示,示出预成形件的各个层及其

各自的纤维取向。

[0051] 图 5 是图 1 中标注为“5”的区域的平面图的图示。

[0052] 图 6 是沿着图 5 中的线 6-6 截取的剖视图的图示。

[0053] 图 7 是示出固化的早期阶段两个丝束之间的一部分缝接的剖视图的图示。

[0054] 图 8 是与图 7 类似的图示,但示出在固化的后续阶段期间与周围的基质树脂融在一起的缝接。

[0055] 图 9 是使用缝接的预浸坯料预成形件制造复合结构的方法的流程图的图示。

[0056] 图 10 是制造缝接的预浸坯料预成形件的方法的流程图的图示。

[0057] 图 11 是使用缝接的干纤维预成形件制造复合结构的替代方法的流程图的图示。

[0058] 图 12 是航空器制造和维修方法的流程图的图示。

[0059] 图 13 是航空器的框图的图示。

具体实施方式

[0060] 参照图 1 和图 2,复合预成形件 20 包括由预浸坯料层 24a、24b、24c 形成的缝接叠堆 22,预浸坯料层 24a、24b、24c 中的每个具有纤维丝束 28 形式的单向增强。有时在本文中也称为“层”的叠堆 22 中的预浸坯料层 24a、24b、24c 被缝接物 26 钉在一起,缝接物 26 贯穿叠堆 22 的厚度。在图 1 和图 2 中只分别示出缝接物 26 的顶部和底部。可使用预成形件 20 制造各种复合结构中的任一个,特别是具有单一或复合轮廓的复合结构。例如,参照图 3,可采用预成形件 20 通过在将预浸坯料层 24a、24b、24c 缝接在一起之前或之后使用合适工具(未示出)形成预浸坯料层 24a、24b、24c 的叠堆 22 来制造单一复合框架部分 30。在这个示例中,框架部分 30 沿着其长度弯曲并且包括弯曲内弦凸缘 34、弯曲外弦凸缘 36 和幅材 32。凸缘 34、36 沿着具有复合曲率的半径转角 38、40 转变至幅材 32。框架部分 30 仅仅是可使用公开的预成形件 20 制造的大范围的复合层压件结构的例证。图 3 中示出的框架部分 30 具有 Z 形横截面,然而,其它横截面形状是可行的。

[0061] 特别参照图 1、图 2 和图 4,尽管在示例性实施方式中示出三个层 24a、24b、24c,但叠堆 22 可根据应用包括少至两个层或多于三个层 24。在图 1、图 2 和图 4 中示出的实施方式中,层 24a、24b 和 24c 中的每个包括多个单向预浸坯料丝束 28,可通过自动纤维布置设备(未示出)或通过其它技术将预浸坯料丝束 28 布置成多个并排带宽(未示出)。然而,如随后将讨论的,缝接叠堆 22 可包括单向干纤维的干纤维层 24a、24b 和 24c 的缝接叠堆,单向干纤维可以是单向增强的丝束、单向带、切割图案的形式或其它形式。

[0062] 预浸坯料丝束 28 均包括被合适树脂预浸渍的一束独立增强纤维(未示出),随后将对此进行更详细的讨论。层 24a、24b 和 24c 中的每个可具有任何所需的纤维取向,但在图 4 中示出的图示示例中,分别具有 0° 、 90° 和 0° 的纤维取向。在一个实施方式中,预浸坯料丝束 28 可具有大体圆形的横截面形状(参见图 6),而在另一个实施方式中,预浸坯料丝束 28 可具有大体平坦的横截面形状(未示出),有时也被称为“平坦丝束”或“扩展丝束”。

[0063] 用于浸渍丝束 28 的树脂可包括适于施用并且具有所需固化温度的可热固化树脂。例如而非限制地,增强纤维可包括碳并且用作基质的树脂可包括诸如环氧化物的可热固化热固性树脂。其它类型的加强纤维是可行的,诸如而不限于金属、陶瓷和/或玻璃纤维。根据应用,可采用其它类型的树脂作为基质,诸如而不限于聚酯树脂、乙烯基酯树脂、酚

醛树脂、聚酰亚胺树脂、PBI(聚苯并咪唑)树脂和 BMI(双马来酰亚胺)树脂。

[0064] 浸渍到丝束 28 中的树脂的存在造成丝束 28, 因此层 24a、24b、24c 具有树脂粘度, 该树脂粘度造成层 24a、24b、24c 在它们铺设在彼此顶部时彼此粘附。因树脂粘度提供的粘附性将层 24a、24b、24c 保持为彼此对准并且在后续处理期间将它们保持于所需的层取向, 这将在以下更详细讨论。基质树脂还将层 24 的丝束 28 保持为通过叠堆 22 的厚度“t”处于彼此间隔开的关系。在一些应用中, 需要或期望对层 24a、24b、24c 应用增粘剂以增加层 24a、24b、24c 之间的粘附。类似地, 在丝束 28 干燥(没有被树脂浸渍)的情况下, 有时也被称为粘结剂的增粘剂可用于将层 24a、24b、24c 粘附在一起并且保持它们各自的纤维取向, 直到缝接叠堆 22 可形成为所需形状。

[0065] 缝接物 26 穿过丝束 28 并且将层 24a、24b、24c 保持在它们所需的层取向。所使用的缝接物 26 的数量、密度、尺寸、间隔和类型将取决于应用。类似地, 缝接物 26 的紧密性可根据叠堆 22 中层 24 的数量和正制造的复合结构的复杂度而变化。例如, 在复合结构高度成轮廓的情况下, 可能理想的是采用相对松散的缝接物 26, 以允许在层 24a、24b、24c 正在工具上方形成时层 24a、24b、24c 相对于彼此在面内略微滑动。层 24a、24b、24c 之间的略微面内滑动可允许叠堆 22 更好地符合形成的轮廓工具表面并且避免层起皱和 / 聚束。

[0066] 现在, 特别参照图 5 和图 6, 可采用各种类型的缝接物 26 中的任一个将层 24a、24b、24c 缝接在一起, 使得在层 24a、24b、24c 中的每个中的任何相邻 28 之间, 缝接物 26 基本上穿过叠堆 22 的整个厚度“t”(图 1)。在图示实施例中, 缝接物 26 有效环绕丝束 28, 并且对角延伸横过叠堆 22。然而, 在其它实施方式中, 缝接物 26 可不环绕所有丝束 28, 并且可在任何方向上延伸横过叠堆 22。缝接物 26 可形成为以各种方式中的任一种彼此间隔开, 使得当在工具(未示出)上方正形成叠堆 22 时它们足以将层 24a、24b、24c 保持在一起, 该工具用来将叠堆 22 成形为复合结构的所需形状。然而, 在一些实施方式中, 可以在叠堆 22 形成为所需形状之后将层 24a、24b、24c 缝接在一起。

[0067] 形成缝接物 26 的材料(下文中“缝接材料”)可包括与丝束 28 的基质材料相容并且其熔融温度导致在热固化基质树脂期间缝接物 26 熔化的各种聚合物树脂中的任一种。例如, 缝接材料可包括热塑性树脂, 诸如而不限于 PEI(聚醚酰亚胺)、PPS(聚苯硫醚)、PES(聚醚砜)、PEEK(聚醚醚酮)、PEKK(聚醚酮酮)和 PEKK-FC(聚醚醚酮-FC 级), 其具有在固化基质树脂所需的温度范围内的相对低的熔融温度。例如, 在基质树脂是在大致 180°C 下固化的环氧化物, 的情况下, 缝接材料可包括具有在 150°C 的范围内的低熔融温度的热塑性树脂。在这个示例中, 热塑性树脂熔化并且与可流动热固性树脂结合, 之后热固性树脂开始基本上固化和变硬。在一个实施方式中, 选择在基质树脂熔化并且最初变得可流动时保持完好以为层 24a、24b、24c、24d 提供必要支撑的热塑性缝接材料。只有在基质树脂 44 在其初始固化阶段期间开始变硬时基质树脂 44 的粘性开始增加之后, 热塑性缝接材料才可开始熔化并且溶解到基质树脂 44 中。在缝接物 26 与树脂融成一体并且结构固化-加强的同时, 在用于压实层 24a、24b、24c 并且将层 24a、24b、24c 保持在一起而不移动的真空下, 实现复合层压件结构的加强。

[0068] 图 7 示出在固化周期的早期阶段期间缝接物 26 中的一个的剖面侧视图, 在固化周期中, 通过使成形的复合层压件结构经受真空袋和 / 或自动高压灭菌锅施加的热和压力, 固化和加强复合层压件结构。所施加的热和压力的组合造成基质树脂 44 开始流动, 并且加

强层 24a、24b、24c。树脂从浸渍到丝束 28 中的基质树脂 44 开始流动。在固化周期中的这个时间,缝接物 26 还没有被加热至它们的熔融温度,因此保持完好。然而,当在固化周期期间温度进一步升高时,缝接物材料开始熔融并且流动 42 进入仍然可流动的周围基质树脂 44,直到如图 8 中所示缝接物材料完全溶解在基质树脂 44 的区域 46 内为止。所施加的压力辅助造成缝接物材料和基质树脂 44 一起流动并且彼此混合。根据被选择用作缝接物 26 的特定聚合物树脂,溶解的缝接物材料可有助于韧化(toughen)基质树脂 44,并且可改进固化复合结构的机械性质(诸如,抗冲击性)。

[0069] 现在,关注图 9,图 9 大体示出使用缝接预浸坯料制造复合层压件结构的方法的整体步骤。从步骤 48 开始,组装单向预浸坯料层的堆叠 22,其中,这些层可具有不同的纤维取向。然后,在步骤 50 中,在预浸坯料层被组装成叠堆 22 之后,可使用压型或其它成形技术将叠堆 22 形成为所需形状。然而,在一些实施方式中,可以将预成形件 20 铺设成特定叠堆形状,然后将预成形件 20 的层缝接在一起。换句话讲,步骤 50 的缝接可在步骤 52 的成形之后执行。在步骤 54 中,通过将缝接后的成形叠堆 22 放入烤炉或压热器中,将叠堆 22 热固化。在 55 中,在缝接后的叠堆 22 的热固化期间,缝接材料熔化,从而造成缝接物在经历固化后溶解到周围的基质树脂 44 中。

[0070] 图 10 大体示出使用预浸坯料层制成预浸坯料预成形件 20 的方法的整体步骤,使用在后续的预浸坯料固化期间熔化的缝接材料将预浸坯料层缝接在一起。在步骤 56 中,组装预浸坯料层的叠堆 22。这些层中的每个包括被保持在可热固化基质树脂 44 中的加强纤维。在步骤 58 中,使用在预浸坯料层的热固化期间熔化和溶解的缝合材料,在组装了叠堆之后将预浸坯料层缝接在一起。

[0071] 再参照图 1 和图 2,如之前提到的,在替代实施方式中,预成形件 20 可以是适用于各种类型的树脂浸入过程中的任一个中的干纤维预成形件,在树脂浸入过程中,预成形件用作被浸入树脂的加强件。在这个实施方式中,预成形件 20 包括层 24a、24b、24c 的缝接后的叠堆 22,用诸如纤维丝束 28(图 5 和图 6)或单向干纤维带的单向干纤维加强件来形成层 24a、24b、24c 中的每个。

[0072] 层 24a、24b、24c 具有相对于彼此不同的纤维取向。干纤维预成形件 20 中使用的纤维丝束 28 可包括与以上讨论的材料类似的一种或多种材料,所述材料可用于制作预成形件 20 的预浸坯料实施方式的纤维丝束 28。可用完全穿过厚度“t”(图 6)的缝接物 26(图 5 和图 6)将干纤维层 24a、24b、24c 临时缝接在一起。缝接物 26 将层 24a、24b、24c 保持在一起,成为预成形件,但可松散地足以允许在预成形件 20 向下形成在树脂浸入过程中使用的工具(未示出)的成轮廓表面上时,层 24a、24b、24c 相对于彼此略微滑动。如之前提到的,在一些实施方式中,干纤维层 24a、24b、24c 可形成为所需形状,之后干纤维层 24a、24b、24c 被缝接在一起,成为预成形件 20。

[0073] 当预成形件 20 被压实、强化并且被浸入树脂时,缝接物 26 有助于将层 24a、24b、24c 保持在其所需取向并且保持为彼此成间隔的关系。通过将干纤维层 24a、24b、24c 保持在它们所需取向和空间关系直到基质树脂在固化开始时开始变硬为止,固化的复合结构的加强可更均匀地分布,因此有助于改进复合结构的机械性能。

[0074] 如在之前预浸坯料预成形件 20 示例中一样,形成缝接物 26 的材料可包括与基质材料相容的各种聚合物树脂中的任一种,基质材料用于在预成形件 20 被放到工具上之后

树脂浸入预成型体 20。缝接材料的熔融温度导致在干纤维预成型件 20 的树脂浸入之后进行基质树脂的热固化期间缝接物 26 熔融。例如,用于将层 24a、24b、24c 缝接在一起成为干纤维预成型件 20 的缝接材料可包括热塑性树脂,诸如而不限于 PEI(聚醚酰亚胺)、PPS(聚苯硫醚)、PES(聚醚砜)、PEEK(聚醚醚酮)、PEKK(聚醚酮酮)和 PEKK-FC(聚醚醚酮-FC 级),其具有在固化树脂浸入过程中使用的基质树脂所需的温度范围内的相对低的熔融温度。

[0075] 图 11 大体示出使用干纤维预成型件 20 的树脂浸入来制造复合结构的方法的步骤。从步骤 60 开始,组装单向干纤维层 24a、24b、24c 的叠堆,其中,这些层具有不同的纤维取向。在步骤 62 中,可选地,可向层 24a、24b、24c 应用增粘剂,以有助于保持它们各自的纤维取向。在 64 中,在组装了叠堆 22 之后,将干纤维层 24a、24b、24c 缝接在一起,成为缝接后的叠堆 22。缝接物 26 将叠堆 22 的层 24a、24b、24c 保持在一起。在 66 中,干纤维层的缝接后的叠堆 22 可形成为所需的预成型件形状。

[0076] 可通过在缝接叠堆 22 之前或之后在工具上形成叠堆 22 来执行形成叠堆 22。在缝接叠堆 22 之后将它成形为所需形状并且工具具有一个或多个轮廓的情况下,缝接物 26 可允许干纤维层 24a、24b、24c 相对于彼此略微滑动,以更好地允许这些层符合工具的成轮廓表面。在步骤 68 中,根据正使用的树脂浸入过程的类型,干纤维预成型件 20 可被转移到树脂浸入工具。在一些实施方式中,干纤维层 24a、24b、24c 在其上面形成为预成型件 20 的形状的工具可以是在树脂浸入过程期间使用的工具。在步骤 70 中,干纤维预成型件 20 被浸入树脂,在 72 中,树脂被热固化。缝接物 26 有助于在预成型件 20 被压实、强化并且被浸入树脂时有助于将层 24a、24b、24c 保持在其所需取向并且彼此成间隔的关系。在步骤 74 中,用于将预成型件 20 的层保持在一起的缝接物 26 熔化并且溶解到用于浸入预成型件 20 的树脂中。

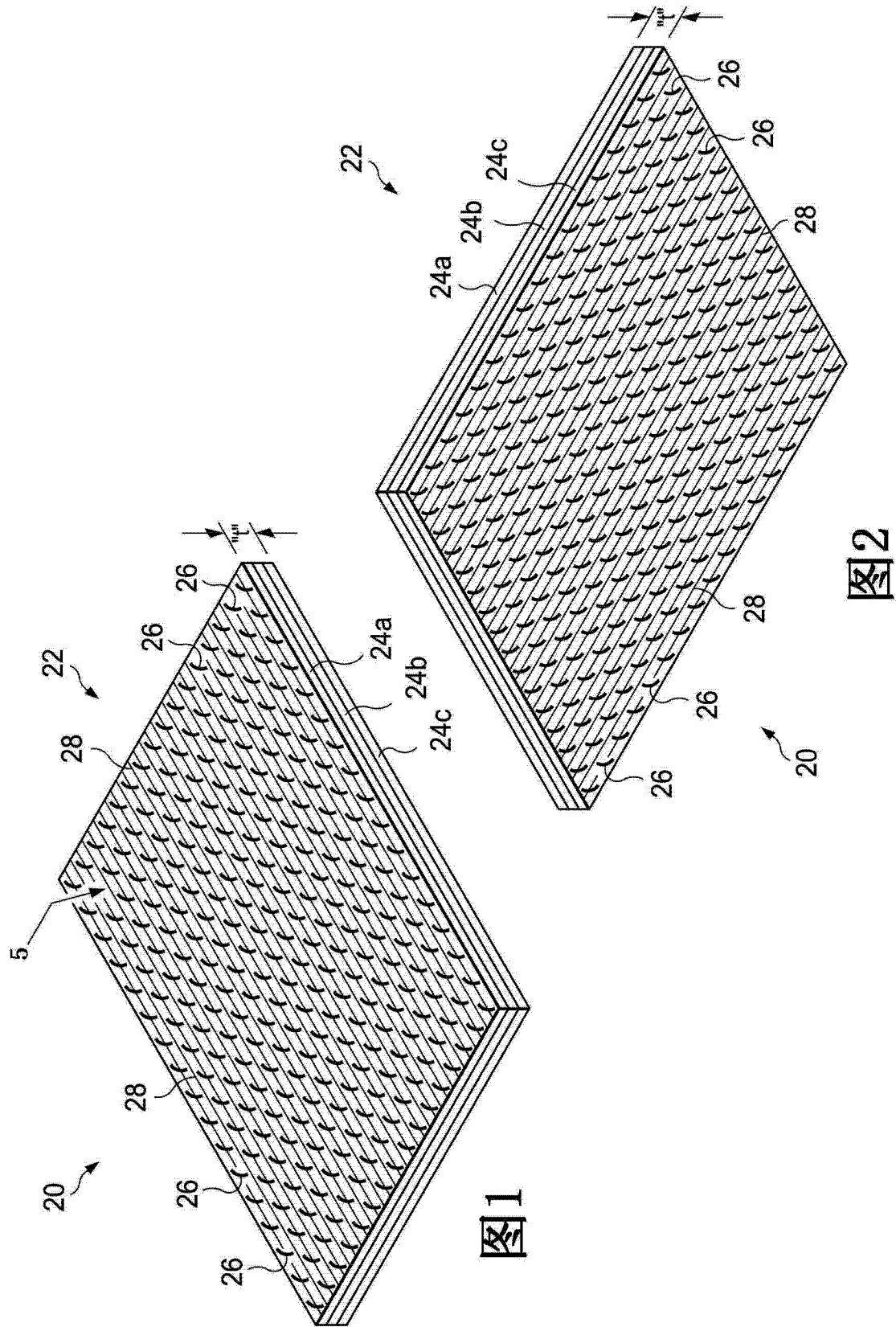
[0077] 本公开的实施方式可用于各种可能的应用,特别是运输行业,包括例如航空航天、海运业、汽车应用和使用复合层压件结构(特别是成轮廓并且以相对大的体积制造的结构)的其它应用。因此,现在参照图 12 和图 13,本公开的实施方式可在如图 12 中所示的航空器制造和服役方法 76 和如图 13 中所示的航空器 78 的背景下描述。公开的实施方式的航空器应用可包括例如而不限于复合层压件框架部分、翼梁、纵梁和横梁,等等。在预制造期间,示例性方法 76 可包括航空器 78 的定型和设计 80 和材料采购 82。在制造期间,发生部件和子组件制造 84 和航空器 78 的系统集成 86。此后,航空器 78 可经过认证 88,以进入服役 90。当为顾客进行服役时,安排对航空器 78 进行常规维护和维修 92(还可包括改装、重构、翻新等等)。

[0078] 可由系统整合商、第三方和/或运营商(例如,顾客)执行或进行方法 76 中的各过程。出于进行此描述的目的,系统集成商可包括(而不限于)任何数量的航空器制造商和主系统分包商;第三方可包括(而不限于)任何数量的售卖方、分包商和供应商;运营商可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0079] 如图 12 中所示,用示例性方法 76 制造的航空器 78 可包括带有多系统 96 和内部 98 的机身 94。高级系统 96 的示例包括推进系统 100、电子系统 102、液压系统 104 和环境系统 106 中的一个或多个。可包括任何数量的其它系统。尽管示出航天器示例,但本公开的原理可应用于其它行业(诸如,海运业和汽车行业)。

[0080] 可在制造和维修方法 76 的任一个或多个阶段期间采用本文中实施的系统和方式。例如,可按与航空器 76 在服役时制造的部件和子组件类似的方式构造或制造与制造过程 84 对应的部件或子组件。另外,例如,通过大幅度加速航空器 76 的组装、降低航空器 76 的成本,可在制造阶段 84 和 86 期间利用一个或多个设备实施方式、方法实施方式或其组合。类似地,可在航空器 76 在服役(例如而不限于维护和维修 92)时利用设备实施方式、方法实施方式或其组合中的一个或多个。

[0081] 对不同例证性实施方式的描述是出于例证和描述的目的提出的,不旨在是排他性的或限于公开形式的实施方式。对于本领域的普通技术人员,许多修改形式和变形形式将是清楚的。另外,相比于其它例证性实施方式,不同的例证性实施方式可提供不同的优点。选择和描述一个或多个实施方式是为了最好地说明实施方式的原理、实际应用并且使本领域的其它普通技术人员理解本公开的各种实施方式,这些实施方式带有适于预料中的特定使用的各种修改。



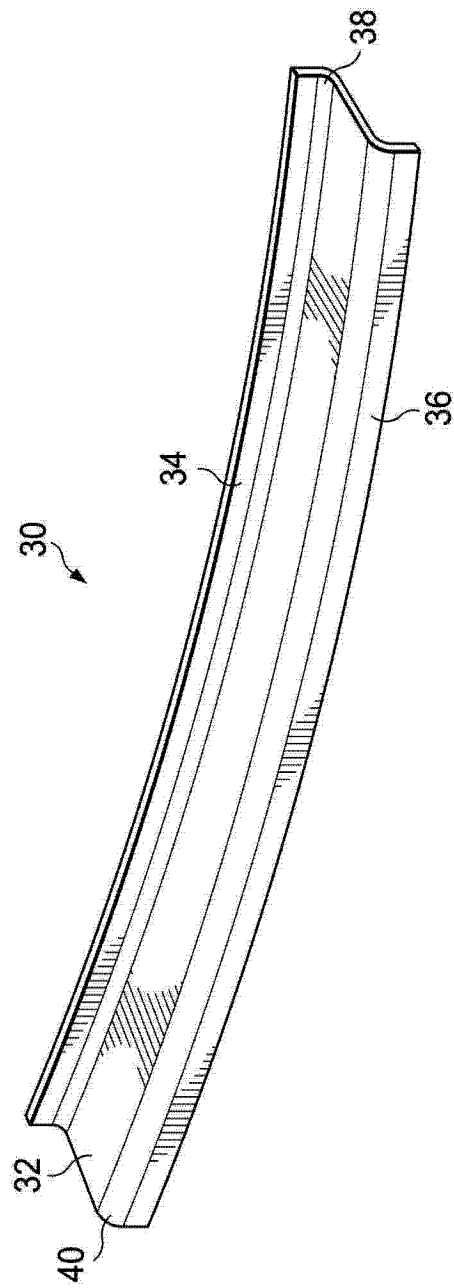


图 3

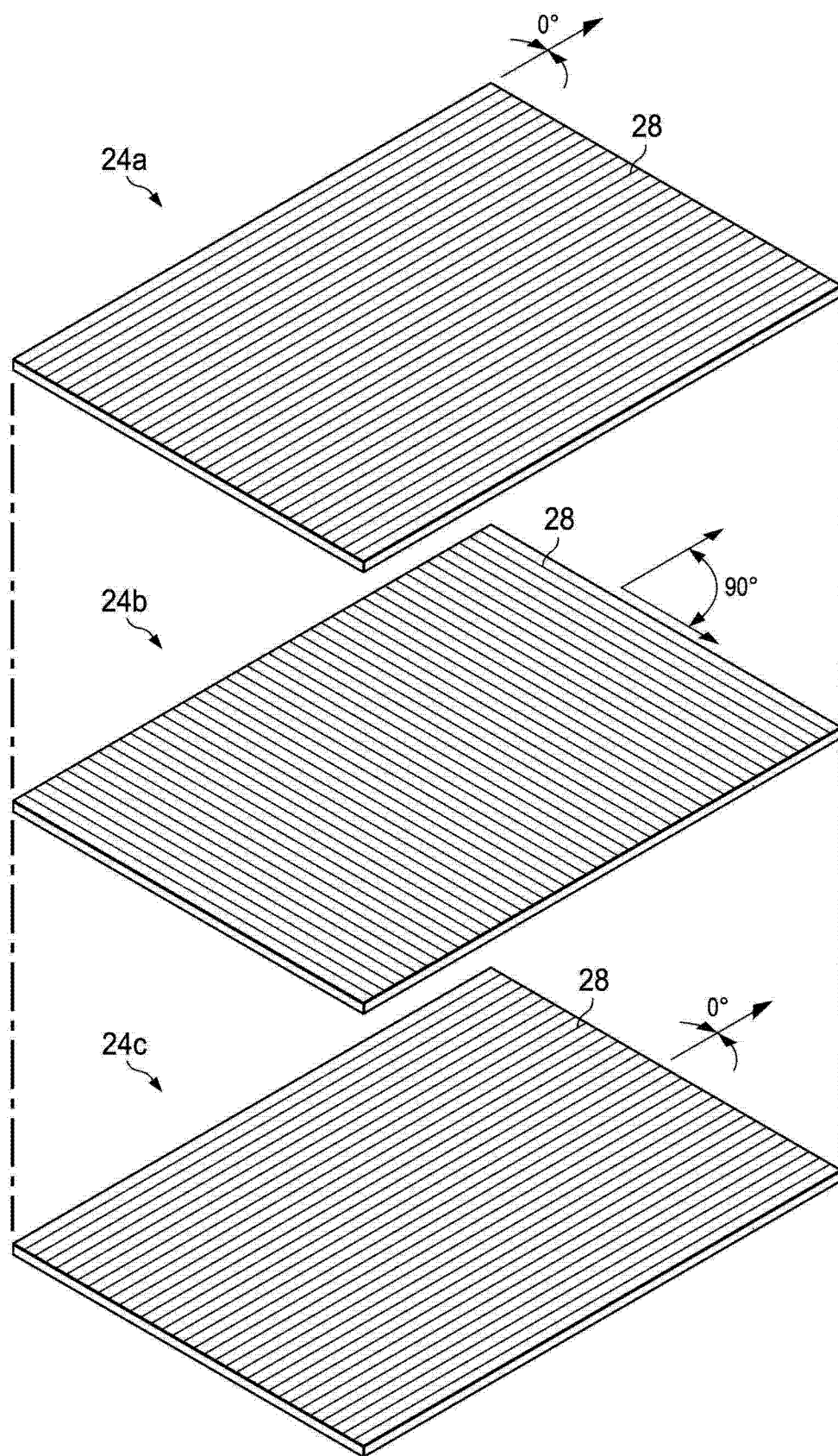


图 4

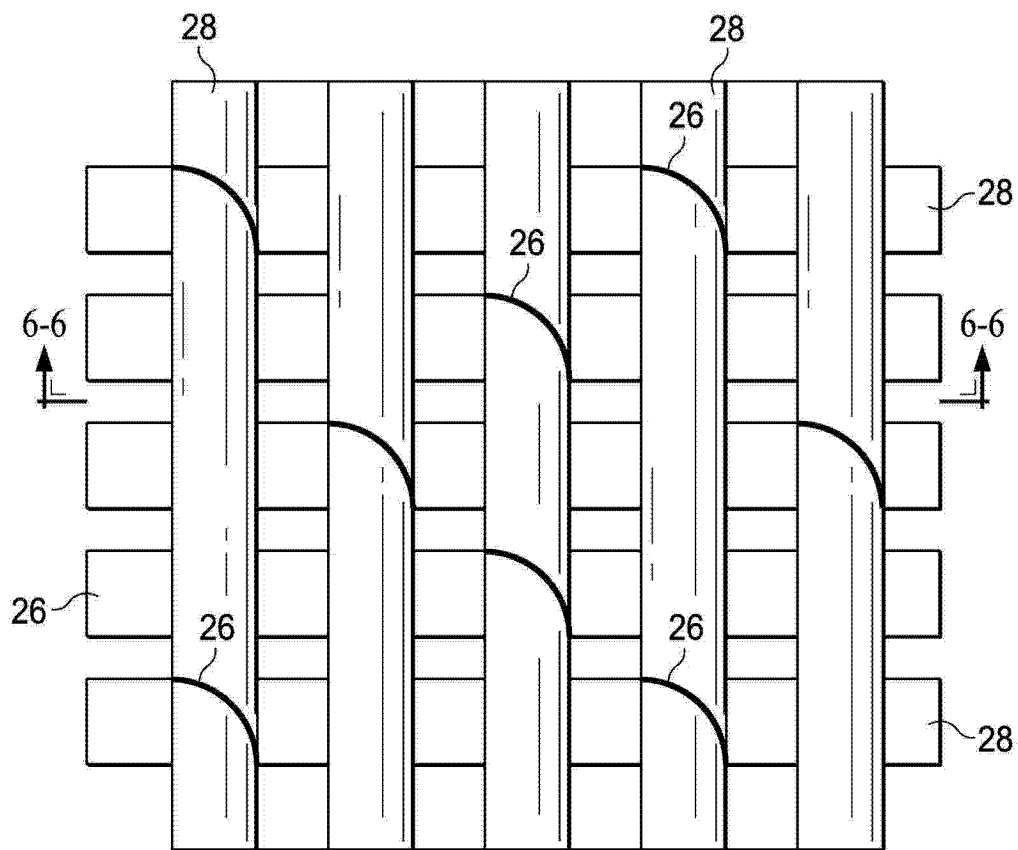


图 5

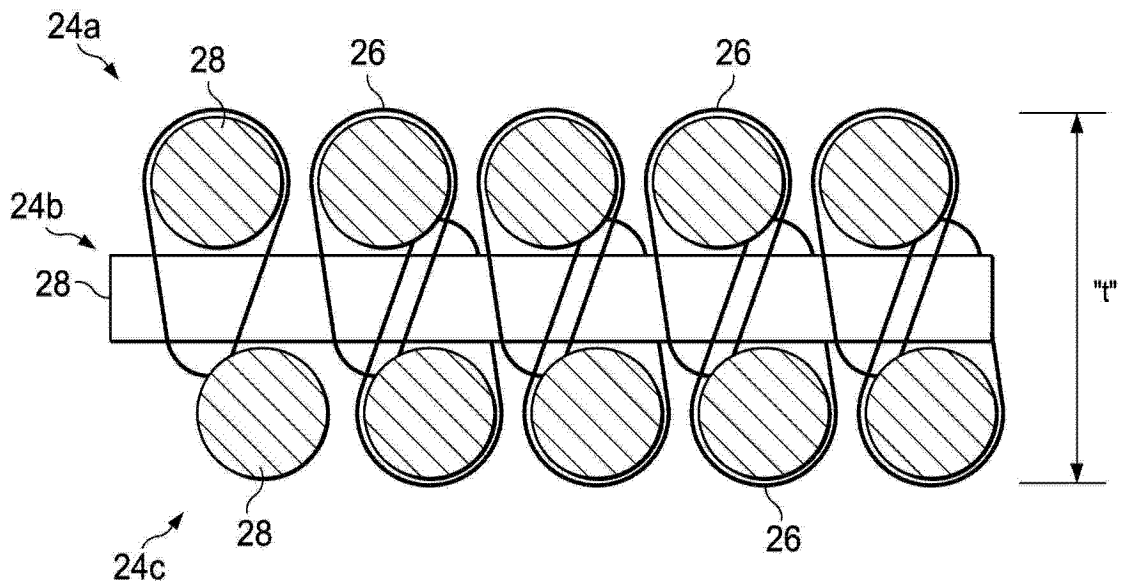


图 6

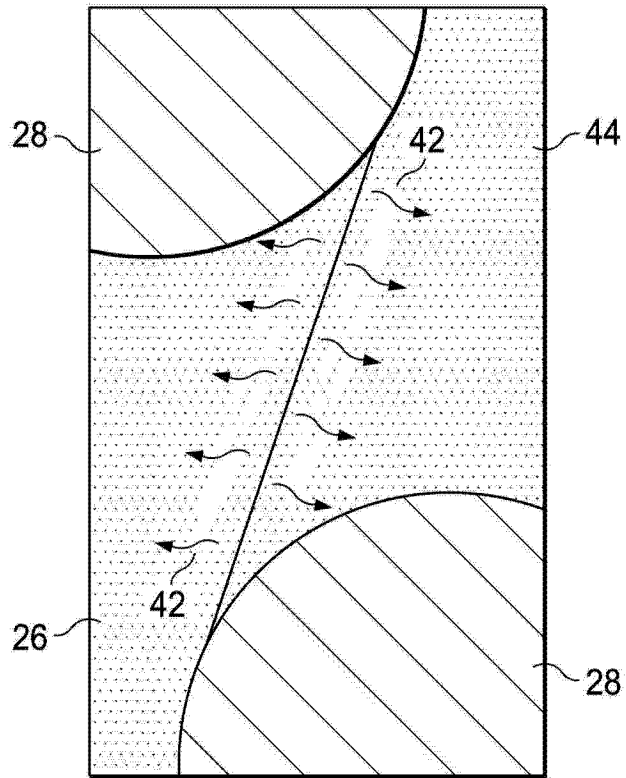


图 7

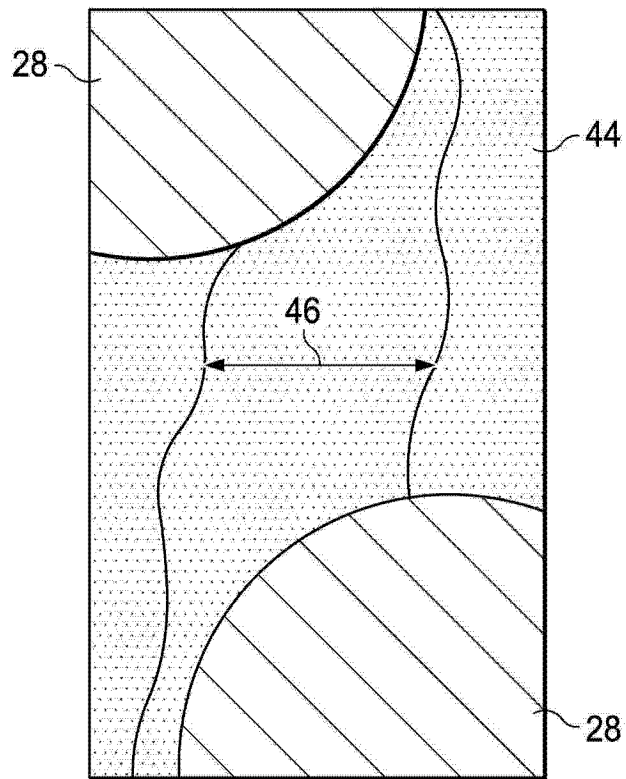


图 8

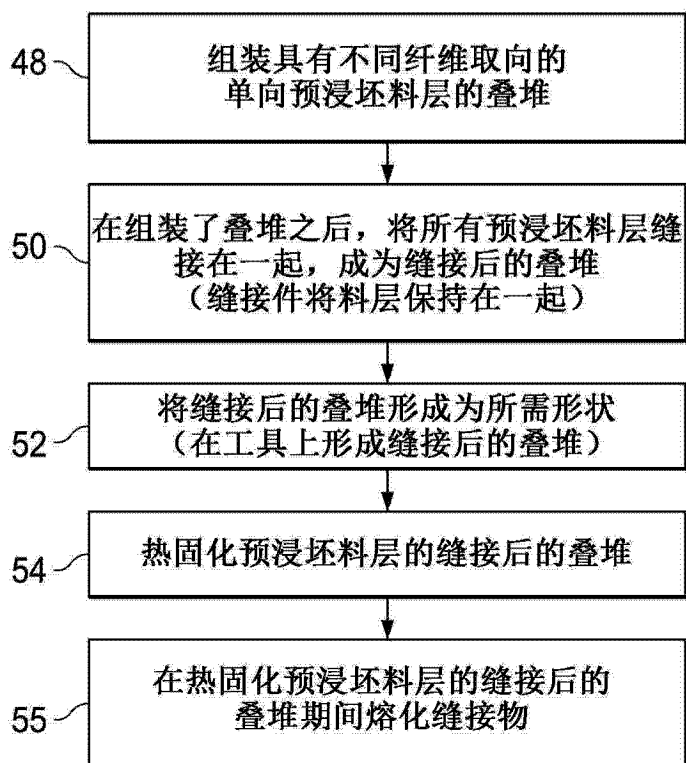


图 9

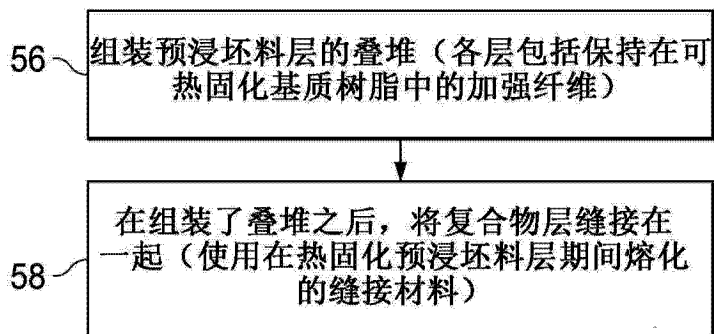


图 10

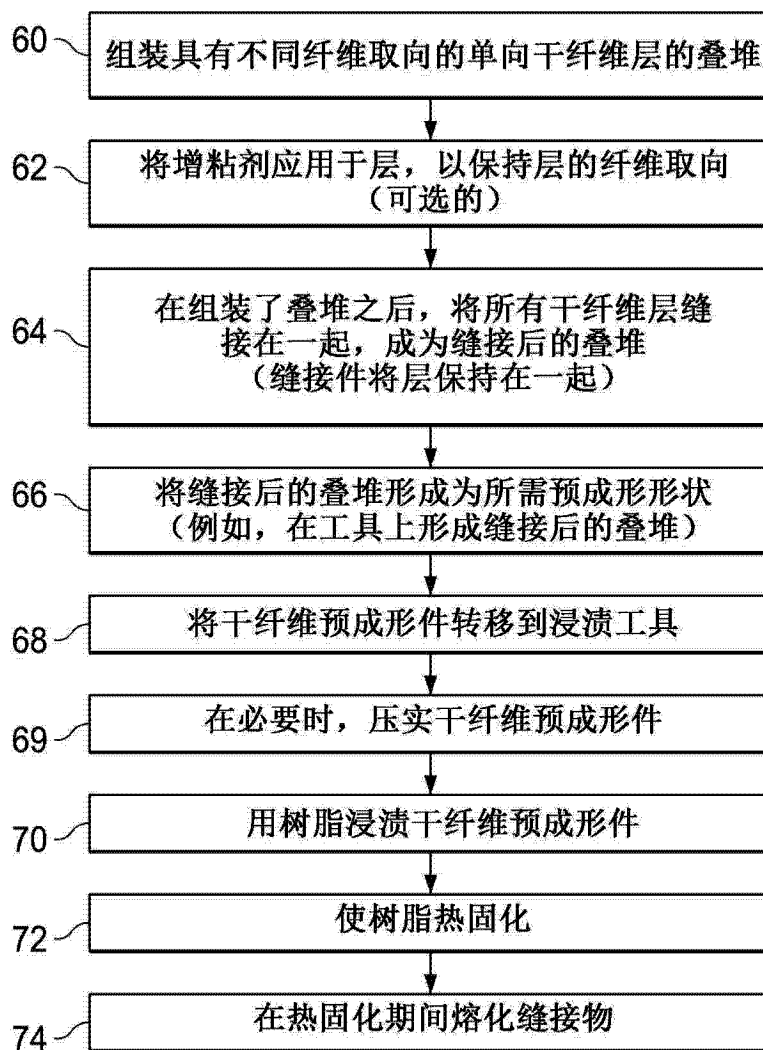


图 11

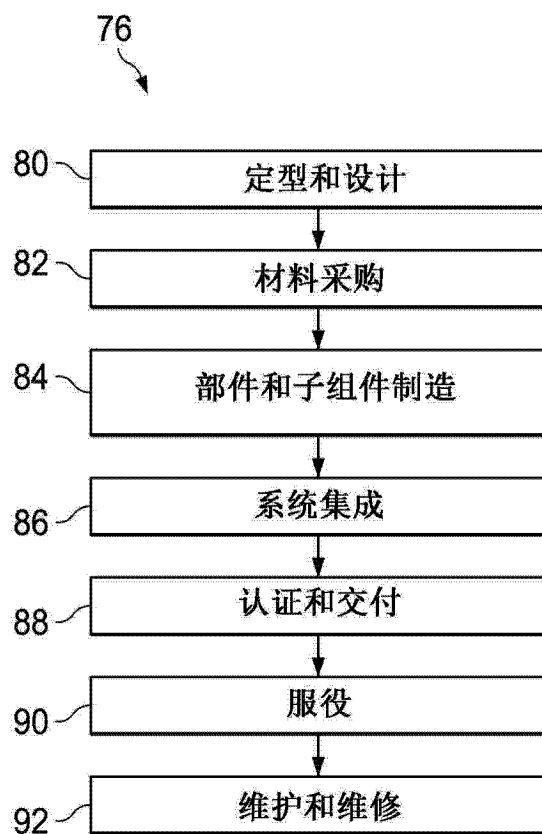


图 12

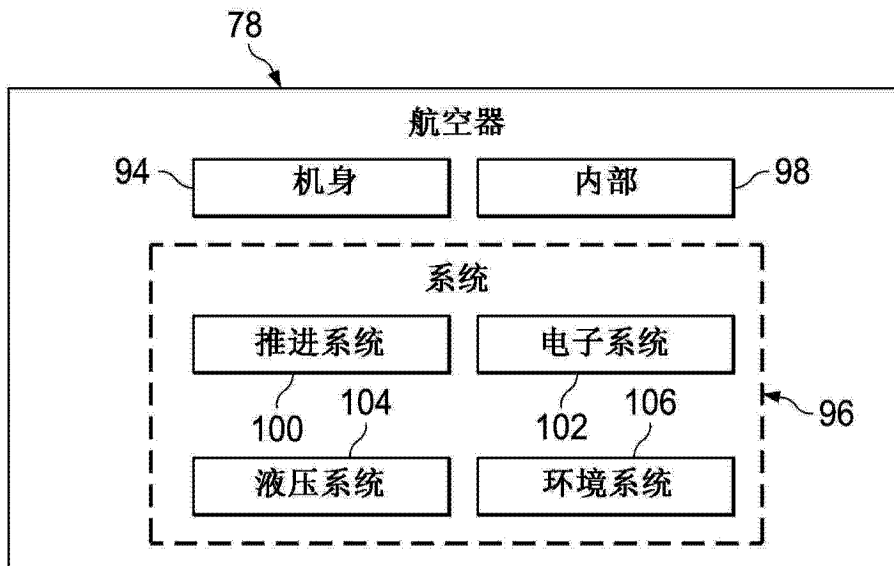


图 13