



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1946541 B

(45) 授权公告日 2011.03.02

(21) 申请号 200580012982.5

(22) 申请日 2005.02.22

(30) 优先权数据

10/786,885 2004.02.25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.10.25

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2005/005229 2005.02.22

(87) PCT申请的公布数据

W02005/082606 EN 2005.09.09

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 格兰特·C·曾克纳

迈克尔·P·汤普森

斯坦利·F·波尔克

(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 70/44 (2006.01)

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 43/36 (2006.01)

B29L 31/30 (2006.01)

(56) 对比文件

EP 1162055 A1, 2001.12.12, 图1-3, 说明书0012-0019段.

审查员 王扬

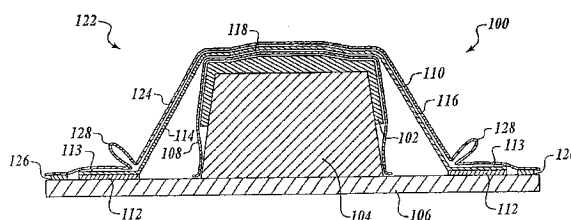
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 4 页

### (54) 发明名称

利用弹性网膜加工复合部件的装置和方法

### (57) 摘要

公开了一种利用弹性网膜 (110) 加工复合部件的装置和方法。在一个实施例中,方法包括在层叠心轴 (104) 的不平坦部分上形成预浸处理材料 (102),并且将弹性网膜设置在预浸处理材料上并处于初始位置,使得弹性网膜 (110) 的第一部分接近层叠心轴上的预浸处理材料 (102),与第一部分相邻的弹性网膜的第二部分与预浸处理材料分离。其次,弹性网膜 (110) 与接近不平坦部分的层叠心轴 (104) 之间的空间中的压力减少。同时,随着空间压力的减少,弹性网膜 (110) 伸展到第二部分,使得弹性网膜的第二部分接近层叠心轴和预浸处理材料的至少其中一个。



1. 一种加工复合部件的方法,包含:  
设置具有不平坦部分的层叠心轴;  
在层叠心轴的不平坦部分上形成预浸处理材料;  
将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置,这样弹性网膜的第一部分接近层叠心轴上的预浸处理材料,与第一部分相邻的弹性网膜第二部分与预浸处理材料间隔开来;  
将制袋薄膜设置在弹性网膜上面;  
减少弹性网膜和接近不平坦部分的层叠心轴之间空间内的压力;  
同时随着该空间压力的减少,伸展弹性网膜到第二位置,这样弹性网膜的第二部分被拉到接近预浸处理材料和层叠心轴的至少其中一个。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包含对预浸处理材料施加提高的温度或提高的压力中的至少一个。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在弹性网膜的至少第二部分进行拉紧和伸展至少其中之一。
4. 根据权利要求1所述的方法,其中,在心轴的不平坦部分上设置预浸处理材料包括在心轴的阶梯形部分上设置预浸处理材料。
5. 根据权利要求4所述的方法,其中,心轴的阶梯形部分包括上阶梯形部分、从上阶梯形部分向下延伸的中阶梯形部分,以及从中阶梯形部分延伸开来的下阶梯形部分,其中,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在预浸处理材料上设置弹性网膜,这样网膜的第一部分在上阶梯形部分与预浸处理材料接合,网膜的第二部分在上阶梯形部分和下阶梯形部分之间延伸。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在预浸处理材料上设置弹性网膜,这样与第二部分相邻以及从第一部分与第二部分相对的网膜的第三部分与心轴的下阶梯形部分接合。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴固定的位置,网膜的第三部分与第二部分相邻,并从第一部分与第二部分相对。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中,对弹性网膜的第三部分进行固定包括用夹置元件对弹性网膜进行固定。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,对弹性网膜的第三部分进行固定包括用按扣对弹性网膜进行固定。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中,对弹性网膜的第三部分进行固定包括用钩环状的固紧件对弹性网膜进行固定。
11. 根据权利要求1所述的方法,其中,减少设置在弹性网膜与心轴之间的空间的压力包括通过减少该空间内的压力而将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴的固定位置。
12. 根据权利要求1所述的方法,还包含在预浸处理材料和弹性网膜之间设置隔离层。
13. 根据权利要求1所述的方法,其中包括,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置还包括设置带有与第一部分相邻并从预浸处理材料隔离出来的第三部分的弹性网膜,其中,伸展弹性网膜到第二位置还包括伸展弹性网膜使得第三部分被拉到接近

预浸处理材料和层叠心轴至少其中一个。

14. 一种制造飞机部件的方法,包含:

在层叠心轴的不平坦部分上形成复合材料;

将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置,这样弹性网膜的第一部分接近层叠心轴上的复合材料,与第一部分相邻的弹性网膜的第二部分与复合材料间隔开来;

将制袋薄膜设置在弹性网膜上面;

减少弹性网膜和接近不平坦部分的层叠心轴之间空间内的压力;

同时随着该空间压力的减少,伸展弹性网膜到第二位置,这样弹性网膜的第二部分被拉到接近复合材料和层叠心轴至少其中一个;以及

固化该复合材料。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,固化该复合材料包括对复合材料施加提升的温度以及提高压力中的至少一个。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置包括对弹性网膜的至少第二部分进行拉紧和伸展中的至少其中一个。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,在心轴的不平坦部分设置复合材料包括在心轴的阶梯形部分设置复合材料,该阶梯形部分具有上阶梯形部分,从上阶梯形部分向下伸展的中阶梯形部分,从中阶梯形部分伸展开的下阶梯形部分,其中,将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置包括在复合材料上设置弹性网膜,使得网膜的第一部分与上阶梯形部分上的复合材料接合,网膜的第二部分在上阶梯形部分和下阶梯形部分之间伸展。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述复合材料上还包括在复合材料上设置该弹性网膜使得与第二部分相邻并且从第一部分与第二部分相对的网膜第三部分与心轴的下阶梯形部分接合。

19. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置包括将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴的固定位置,网膜的第三部分与第二部分相邻并从第一部分与第二部分相对。

20. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,减少弹性网膜和心轴之间空间的压力包括通过减少该空间的压力而将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴的固定位置。

21. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置还包括设置带有与第一部分相邻并与复合材料隔离出来的第三部分的弹性网膜,其中,伸展弹性网膜到第二部分还包括伸展弹性网膜,使得第三部分被拉到接近复合材料和层叠心轴的至少其中一个。

22. 一种将预浸处理材料加工成复合部件的组件包括:

带有不平坦部分的心轴,该心轴适于接纳预浸处理材料在其上;以及

弹性网膜适于设置在心轴的至少部分上,以及制袋薄膜设置在弹性网膜上面,使得在初始位置处,网膜的第一部分接近预浸处理材料,与第一部分相邻的网膜的第二部分从预浸处理材料和心轴隔离出来,使弹性网膜进一步适合使得当弹性网膜与心轴的不平坦部分之间的空间中的压力减少时,弹性网膜延伸到第二位置,使得网膜的第二部分接近预浸处理材料和心轴的至少其中一个。

23. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,心轴的不平坦部分包括带上阶梯形部分的阶

梯形部分,从上阶梯形部分向下延伸的中阶梯形部分,从中阶梯形部分伸展开来的下阶梯形部分。

24. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,心轴和弹性网膜中的至少一个包括适合将网膜的第三部分连接到相对于心轴的固定位置的附着组件,第三部分与第二部分相邻并从第一部分与第二部分相对。

25. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,附着组件包括夹置元件。

26. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,附着组件包括钩环状的固紧件。

27. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,附着组件包括按扣。

28. 根据权利要求 22 所述的组件,还包含设置在弹性网膜和心轴之间的隔离层并且适于基本上阻止弹性网膜附着在预浸处理材料上。

29. 根据权利要求 22 所述的组件,还包含适于对预浸处理材料施加提升温度和提高压力中的至少一个的固化装置。

30. 根据权利要求 22 所述的组件,其中,弹性网膜被进一步调整使得在初始位置处,与第一部分相邻的网膜第三部分从预浸处理材料和心轴隔离出来,弹性网膜被进一步调整使得当该空间中的压力减少时,网膜的第三部分接近预浸处理材料和心轴的至少其中一个。

## 利用弹性网膜加工复合部件的装置和方法

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及复合材料的加工,更具体地说,涉及利用弹性网膜(caul)加工复合部件的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 由于复合部件强度高重量轻,所以正被广泛用来制造各种产品。在飞机制造领域尤其是这样。用来制造复合部件的典型材料包括玻璃或嵌入例如酚醛树脂、环氧树脂、二马来酰亚胺(bismaleimide)树脂等树脂的玻璃和石墨纤维。利用各种不同的制造系统和过程,纤维和树脂材料可以形成一种预期的形状,然后固化(cured)(如在提高压力和温度的条件下),生产出预期的部件。

[0003] 令人欣慰的是,现存有各种现有技术的装置和方法用来形成复合部件。例如,一些传统的形成复合部件的装置和方法包括那些一般性公开的方法,如授权给 Pancorbo 等的美国专利 No. 6,565,690B1,授权给 Holsinger 的美国专利 No. 6,245,275B1,授权给 Younie 等的美国专利 No. 5,817,269,授权给 Burgess 等的美国专利 No. 5,902,535,授权给 Mead 等的美国专利 No. 5,292,475,授权给 Dublinski 等的美国专利 No. 5,286,438,以及授权给 Leoni 等的美国专利 No. 5,152,949。

[0004] 虽然利用现有技术方法已经取得了预期的结果,但还有改进的空间。例如,我们知道,形成复合部件的现有技术过程易受纤维变形和起皱的影响,尤其是在包边(bagside)表面以及沿着复合部件的半径。这些传统生产过程产生的不理想的人工制品会因维修和返工增加制造成本。而且,装配时,复合部件的不平均或者不光滑的表面可能需要复杂的垫片调整,这可能进一步增加制造成本。因此,能至少部分地减轻这些影响的加工复合部件的装置和方法是有用的。

### 发明内容

[0005] 本发明涉及利用弹性网膜加工复合部件的装置和方法。本发明的装置和方法可以有利地减少纤维变形以及复合部件起皱,与现有技术相比,可以减少与这种复合部件返工和维修相关联的成本。

[0006] 在一个实施例中,加工复合部件的方法包括设置带有不平坦部分的层叠心轴,在层叠心轴的不平坦部分上形成预浸处理材料。本方法还包括将弹性网膜设置在预浸处理材料上并处于初始位置,使得弹性网膜的第一部分接近层叠心轴上的预浸处理材料,与第一部分相邻的弹性网膜的第二部分与预浸处理材料分离。将制袋薄膜设置在弹性网膜上面。其次,弹性网膜与接近不平坦部分的层叠心轴之间的空间上的压力减少。同时,随着空间压力的减少,弹性网膜伸展到第二部分,这样,弹性网膜的第二部分接近层叠心轴和预浸处理材料的至少其中一个。本方法还可进一步包括固化预浸处理材料,如使材料处于提高的温度和压力条件下。

[0007] 此外,本方法还包含对预浸处理材料施加提高的温度或提高的压力中的至少一

个。将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在弹性网膜的至少第二部分进行拉紧和伸展至少其中之一。在心轴的不平坦部分上设置预浸处理材料包括在心轴的阶梯形部分上设置预浸处理材料。心轴的阶梯形部分包括上阶梯形部分、从上阶梯形部分向下延伸的中阶梯形部分,以及从中阶梯形部分延伸开来的下阶梯形部分,其中,将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在预浸处理材料上设置弹性网膜,这样网膜的第一部分在上阶梯形部分与预浸处理材料接合,网膜的第二部分在上阶梯形部分和下阶梯形部分之间延伸。将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括在预浸处理材料上设置弹性网膜,这样与第二部分相邻以及从第一部分与第二部分相对的网膜的第三部分与心轴的下阶梯形部分接合。将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置包括将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴固定的位置,网膜的第三部分与第二部分相邻,并从第一部分与第二部分相对。对弹性网膜的第三部分进行固定包括用夹置元件对弹性网膜进行固定。对弹性网膜的第三部分进行固定包括用按扣对弹性网膜进行固定。对弹性网膜的第三部分进行固定包括用钩环状的固紧件对弹性网膜进行固定。减少设置在弹性网膜与心轴之间的空间的压力包括通过减少该空间内的压力而将弹性网膜的第三部分固定到相对于心轴的固定位置。本方法还包含在预浸处理材料和弹性网膜之间设置隔离层。将弹性网膜设置在所述预浸处理材料上并处于初始位置还包括设置带有与第一部分相邻并从预浸处理材料隔离出来的第三部分的弹性网膜,其中,伸展弹性网膜到第二位置还包括伸展弹性网膜使得第三部分被拉到接近预浸处理材料和层叠心轴至少其中一个。

[0008] 本发明还涉及一种制造飞机部件的方法,包含:在层叠心轴的不平坦部分上形成复合材料;将弹性网膜设置在所述复合材料上并处于初始位置,这样弹性网膜的第一部分接近层叠心轴上的复合材料,与第一部分相邻的弹性网膜的第二部分与复合材料间隔开来;将制袋薄膜设置在弹性网膜上面;减少弹性网膜和接近不平坦部分的层叠心轴之间空间内的压力;同时随着该空间压力的减少,伸展弹性网膜到第二位置,这样弹性网膜的第二部分被拉到接近复合材料和层叠心轴至少其中一个;以及固化该复合材料。

[0009] 本发明还涉及一种将预浸处理材料加工成复合部件的组件包括:带有不平坦部分的心轴,该心轴适于接纳预浸处理材料在其上;以及弹性网膜适于设置在心轴的至少部分上,以及制袋薄膜设置在弹性网膜上面,使得在初始位置处,网膜的第一部分接近预浸处理材料,与第一部分相邻的网膜的第二部分从预浸处理材料和心轴隔离出来,使弹性网膜进一步适合使得当弹性网膜与心轴的不平坦部分之间的空间中的压力减少时,弹性网膜延伸到第二位置,使得网膜的第二部分接近预浸处理材料和心轴的至少其中一个。

[0010] 此外,所述组件中的心轴的不平坦部分包括带上阶梯形部分的阶梯形部分,从上阶梯形部分向下延伸的中阶梯形部分,从中阶梯形部分伸展开来的下阶梯形部分。心轴和弹性网膜中的至少一个包括适合将网膜的第三部分连接到相对于心轴的固定位置的附着组件,第三部分与第二部分相邻并从第一部分与第二部分相对。附着组件包括按扣、钩环状的固紧件以及夹置元件中的至少一个。所述组件还包含设置在弹性网膜和心轴之间的隔离层并且适于基本上阻止弹性网膜附着在预浸处理材料上,以及适于对预浸处理材料施加提升温度和压力中的至少一个的固化装置。其中,弹性网膜被进一步调整使得在初始位置处,与第一部分相邻的网膜第三部分从预浸处理材料和心轴隔离出来,弹性网膜被进一步调整使得当该空间中的压力减少时,网膜的第三部分接近预浸处理材料和心轴的至少其

中一个。

### 附图说明

[0011] 参照如下附图,本发明优选和备选实施例的详细描述如下。

[0012] 图 1 是根据本发明的实施例的在第一操作阶段中的制造复合部件的成形系统的端部截面图;

[0013] 图 2 是图 1 中成形系统的第二操作阶段的端部截面图;

[0014] 图 3 是图 1 中成形系统的第三操作阶段的端部截面图;

[0015] 图 4 是图 1 中成形系统的第四操作阶段的端部截面图;

[0016] 图 5 是根据本发明的备选实施例的处于第一位置的成形系统的等轴视图;

[0017] 图 6 是处于第二位置的图 5 的成形系统的等轴视图;以及

[0018] 图 7 是根据本发明的另一实施例形成的带有一个或多个复合部件的飞机的侧面正视图。

### 具体实施方式

[0019] 本发明涉及利用弹性网膜加工复合部件的装置和方法。以下说明阐明了本发明的一些实施例的许多详细情况,图 1-7 提供了这些实施例的详尽解释。但是,本领域技术人员将明白本发明可能有另外的实施例,或本发明实施起来可能没有以下详细说明中描述的详细情况。

[0020] 图 1 是根据本发明的实施例的制造复合部件 102 的成形系统 100 的端部截面图。在本实施例中,成形系统 100 包括位于基板 106 上的层叠心轴 104。在操作的第一阶段 120,在层叠心轴 104 上形成未固化的(或预浸处理的)复合部件,隔离薄膜 108 设置在复合部件 102 上面。在本实施例中,在心轴 104 的阶梯形部分形成未固化的复合部件 102。隔离薄膜 108 上面设置有柔性的弹性网膜 110。在本实施例中,一对长条的透气材料连接在接近外部边缘 113 的弹性网膜 110 上,并抵靠基板 106 接合。或者,透气材料 112 不需要附到网膜 110 上,而是可以简单地放置在网膜 110 与基板 106 之间。在其他实施例中,透气材料 112 可以放置在网膜 110 的上面或者下面,或者取消不用。

[0021] 如图 1 进一步所示,弹性网膜 110 被设置在复合部件 102 上,这样弹性网膜 110 的第一和第二侧面部分 114、116 与隔离薄膜 108,复合部件 102 以及层叠心轴 104 隔离开来。在操作的第一阶段 120 中,第一和第二侧面部分 114、116 在层叠心轴 104 上面部分与基板 106 之间拉紧或伸展,或者松弛或收缩。弹性网膜 110 的上部 118 与抵靠薄膜 108 接合。以下是更充分的描述,一个或多个附着装置(未示出)可设置在弹性网膜 110 的外部边缘 113 周围,以将弹性网膜 110 固定到基板 106 上,第一和第二侧面部分 114、116 架在上部 118 与基板 106 之间。

[0022] 应该理解,弹性网膜 110 可由各种合适的材料构成。例如,弹性网膜 110 可由硅橡胶、丁基橡胶、氯丁橡胶、Viton<sup>®</sup>或其他合适的弹性材料制成。在一个具体的实施例中,弹性网膜 110 可由德克萨斯的 Fort Worth 的 RubberCompany, Inc. 生产的硅橡胶制成,并且可买到在华盛顿的 Auburn 的 TorrTechnology, Inc. 销售的产品号 EL80。由硅橡胶形成的弹性网膜 110 可以是任何合适的厚度,包括至少为 0.080 英寸厚。在一个具体的实施例中,

我们已经注意到,对于航天工业的特定复合材料加工应用,由硅橡胶形成的弹性网膜 110 提供了合适的材料特征的结合,包括延伸率、耐久力以及耐温性。但是应该理解,对于其他复合材料加工应用,其他弹性材料可能是合适的或优选的,因此,不应该认为本发明仅限于上述提到的具体的弹性材料。

[0023] 图 2 是操作的第二阶段 122 中的图 1 的成形系统 100 的端部截面图。制袋薄膜 (bagging film) 124 设置在弹性网膜 110 上面。制袋薄膜 124 延伸到弹性网膜 110 的外部边缘 113 外,而且由真空密封带 126 附着到基板 106 上。制袋薄膜 124 宽松地装配在该部分上,足够的多余材料避免抽真空时跨连 (bridging) 以及制袋薄膜 124 从弹性网膜 110、复合部件 102 以及心轴 104 上拉下。在一个具体的实施例中,制袋薄膜 124 包括额外制袋材料的一褶或多褶 128,这样,制袋薄膜 124 宽松地装配在弹性网膜 110 上面。

[0024] 图 3 是操作的第三阶段 130 中图 1 的成形系统 100 的端部截面图,其中,制袋薄膜中形成真空(或者减小的压力)。如图 3 所示,抽真空时,真空制袋薄膜下面的压力减少,第一和第二侧面部分 114、116 往内缩向复合部件 102(以及层叠心轴 104)。当弹性网膜 110 往内缩时,弹性网膜 110 伸展,制袋薄膜 124 的褶皱 128 开始展开并膨胀。如上所述,可以理解,对成形系统 100 的操作来说,褶皱 128 不是关键的,但它简单地代表了在弹性网膜 110 的上面设置一合适量的制袋薄膜 124,这样,在抽真空时,弹性网膜 110 上面有足够量的制袋薄膜 124 以允许制袋薄膜 124 在所有的点上拉下来而不出现跨连。

[0025] 图 4 是操作的第四阶段 132 中图 1 的成形系统的端部截面图。在本阶段,弹性网膜 110 已被减少的压力紧紧吸住与制袋薄膜 108(图 3)相接合。更具体地说,由于弹性网膜 110 的外部边缘 113 固定在基板 106 上,弹性网膜 110 紧紧伸展在层叠心轴 104、复合部件 102 以及制袋薄膜 108 上面。随着弹性网膜 110 至少侧面部分 114、116(也可能是上面部分 118)的伸展,弹性网膜 110 紧贴地装配在复合部件 102 上面。在该配置中,可处理或加工成形系统 100 以达到它最终的、固化状态,例如通过将成形系统 100 放置在压热器或其他合适的装置中并使其经受提高的温度和压力条件。或者,复合部件 102 可通过其它方式固化,包括通过微波照射或者其他合适波长的辐射,通过暴露在固化化学制品、试剂或气体,或者其他合适的固化途径。

[0026] 根据本发明的装置和方法提供了优于现有技术的明显优势。例如,由于弹性网膜 110 因减少的压力在层叠心轴 104 和复合部件 102 上向下拉时紧紧伸展,减少或消除了纤维变形以及复合部件 102 起皱的现象。这些影响在复合部件 102 外部或者“袋边”(bagside)表面尤其是在半径。因此可以提高复合部件 102 的质量,大大减少因复合部件 102 返工和维修产生的成本。

[0027] 此外,本发明的实施例也可相当节省劳动力和可处理材料。例如,传统的复合加工中,在该部分使用手工加工的表面呼吸器以帮助流通空气并阻止尼龙袋褶皱转移到复合部件的袋边表面。通过使用根据本发明可再度使用的弹性网膜,可以不用呼吸器,节省材料成本和劳动力。

[0028] 应该理解,本发明不限于上述的具体实施例或者图 1-图 4 所示的实施例,但是,我们可以想象出根据本发明的各种装置和方法。例如,我们注意到在可替换的实施例中可以不用隔离薄膜 108。同样,我们可以考虑可替换的呼吸器材料配置或其他合适的真空端口以减少弹性网膜 110 内的压力。另外,弹性网膜 110 可通过比图 1 所示的具体实施例少或多

的量被跨接在基板 106 上,或从层叠心轴 104 的单边跨接,而不是从所示的两边跨接。

[0029] 图 5 是根据本发明可替换的实施例中成形系统 200 在非接合位置 220 的等轴视图。图 6 是图 5 中成形系统 200 在接合位置 222 的等轴视图。在本实施例中,带基板 206 的伸长的层叠心轴 204 上设置有固化或部分固化的复合部件 202,复合部件 202 上设置有隔离薄膜 208(图 5)。弹性网膜 210 设置在隔离薄膜 208 上。在本实施例中,弹性网膜 210 包括带透气层 213 的边缘部分 211。透气层 213 通过设置在弹性网膜 210 里的多个呼吸端口 215 与周围大气相通。正如图 5 所示,多个第一附着元件 217 附在弹性网膜 210 的边缘部分 211,相应的多个第二附着元件 219 附着到基板 206 上。

[0030] 在操作中,第一和第二附着元件 217、219 连接到一起(如嵌入按扣(snapped)),如前面更充分的描述,这样弹性网膜 210 的第一部分 214 从层叠心轴 204 分离出来。弹性网膜 210 的第二部分(未示出)可能(或不会)类似地架在层叠心轴 204 与层叠心轴 204 另一边的基板 206 之间。随后,真空薄膜 218 设置在弹性网膜 210 上面,用例如真空密封带 126 与基板 206 相连(图 3)。在上述的方法中,真空薄膜 218 与基板 206(以及层叠心轴 204)之间的压力减少,因此,随着弹性网膜 210 在复合部件 202 的周围向里缩进同复合部件 202 形成紧贴装配接合,同时弹性网膜 210 伸展。因而,上述参考的本发明装置和方法的优点可利用带第一和第二附着元件 217、219 的成形系统 210 实现。应该理解,附着元件 217、219 可用各种其他类型的附着元件 217、219,包括如钩环状的固定带(如 Velcro®),夹子元件或其它任何合适的附着元件替换。或者,对一些实施例,可以不用附着元件。抛开理论,现在我们相信对一些没有附着元件的实施例,在操作的抽气(evacuation)阶段,减少弹性网膜和层叠心轴基板之间的压力是为了固定弹性网膜的外部边缘的位置。

[0031] 我们可以广泛考虑各种装置包括根据本发明可替换的实施例形成的复合部件,本发明不限于上述和图 1-6 所示的具体实施例。例如,图 7 是带有一个或多个根据本发明可替换的实施例形成的复合部件 602 的飞机 600 的侧面前视图。一般来说,除了根据本发明形成的复合部件外,飞机 600 的各种组件和子系统的结构已被认知,为简明起见,这里将不详细描述。

[0032] 如图 7 所示,飞机 600 包括一个或多个连接到机身 605 的推进单元 604,机翼组件 606(或其他升力表面),尾部组件 608、着陆组件 610、控制系统 612(不可见),以及许多其他能使飞机 600 正常运作的系统和子系统。应该理解,本发明的装置和方法可用在飞机 600 任何型号的复合部件 602 的制造上,如,包括尾部组件 608 的各种组件和子组件,机翼组件 606,机身 605 以及飞机 600 任何其他合适的部分。图 7 所示的飞机一般是商用客机包括如从伊利诺宜斯州的芝加哥波音公司购买的 737、747、757、767、777 以及 7E7 模型的代表,在这里公开的发明的装置和方法也可用于装配任何其他类型的飞机。更具体的说,本发明的教导可施加到其他客机、战斗机、货机、旋转机以及任何其他类型的有人或无人驾驶飞机的制造和装配上,包括如 2001 年 9 月由 Book Sales Publishers 出版的 Enzo Angelucci 编写的 The Illustrated Encyclopedia of Military Aircraft,以及英国 Surrey 的 Jane's information Group of Coulsdon 出版的 Jane's All the World's Aircraft 中描述的那些飞机,在这里都引入作为参考。

[0033] 也应该理解,本发明装置和方法的可替换实施例可被广泛用于各种复合部件的制造,如船只、汽车、独木舟、冲浪板、娱乐车辆或任何其他合适的车辆或装配。本发明装置和

方法的实施例可用于许多复合部件的制造,尤其是带不平坦或弓形外表面的特殊组件。例如,包括在带任何类型的不平坦(如,阳或阴,凹的或凸的等)表面形成的复合部件。在一些特殊的实施例中,如根据本发明公开的教导制造的复合部件可有一个“C槽”的截面形状,对各种复合部件来说,该形状是特定普通的几何形状,包括但不限于那些用在飞机上的部件(如,飞机尾翼、机翼以及地板元件的肋或其它结构性元件)。

[0034] 如上所述,虽然我们已经阐述了本发明优选的和可替换的实施例,但在不背离本发明精神和范围的前提下可以进行许多改变。相应地,本发明的范围不限于公开的优选实施例。相反,通过参考以下的权利要求书可以完全确定发明。

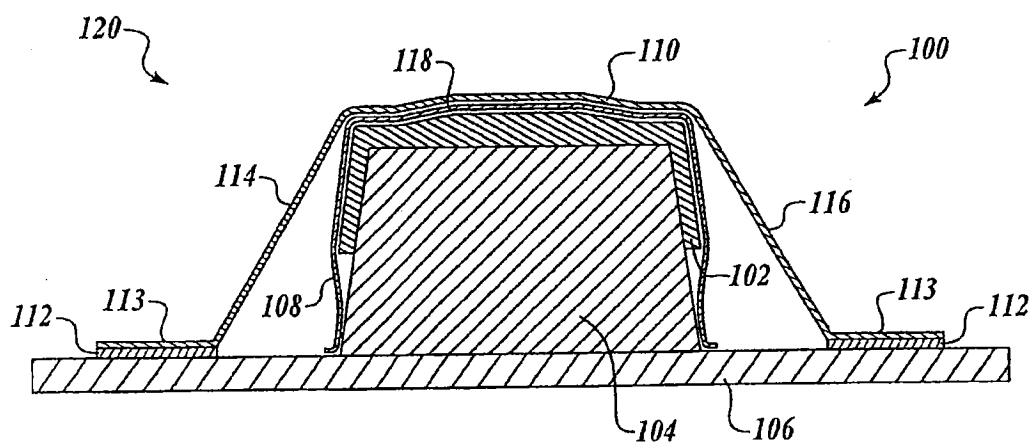


图 1

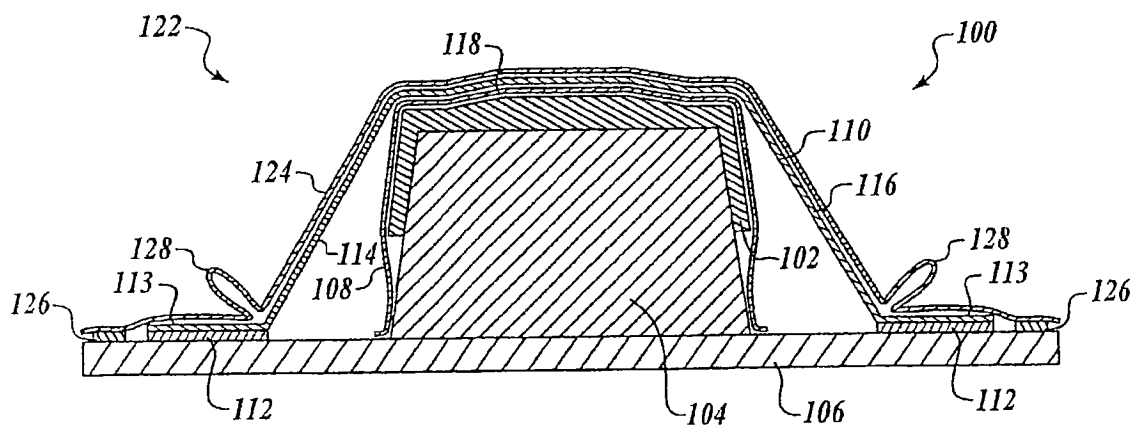


图 2

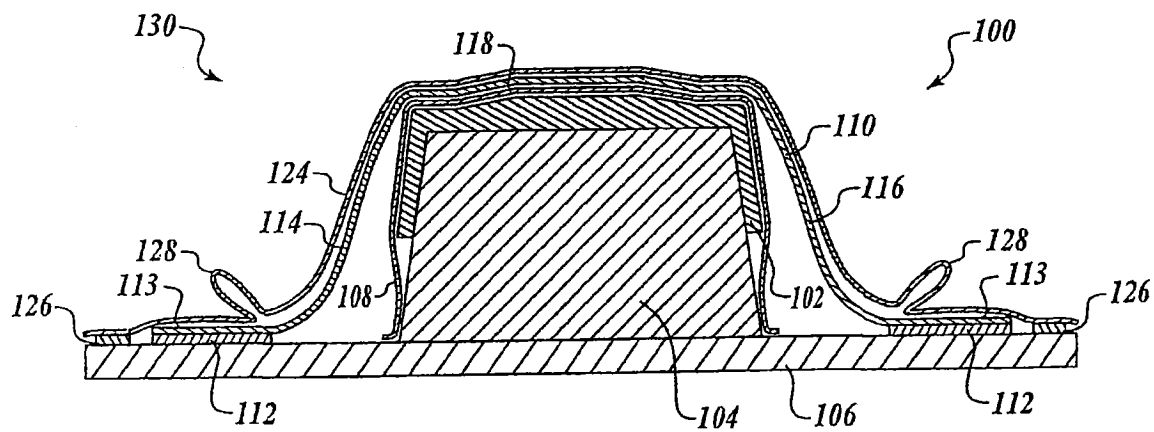


图 3

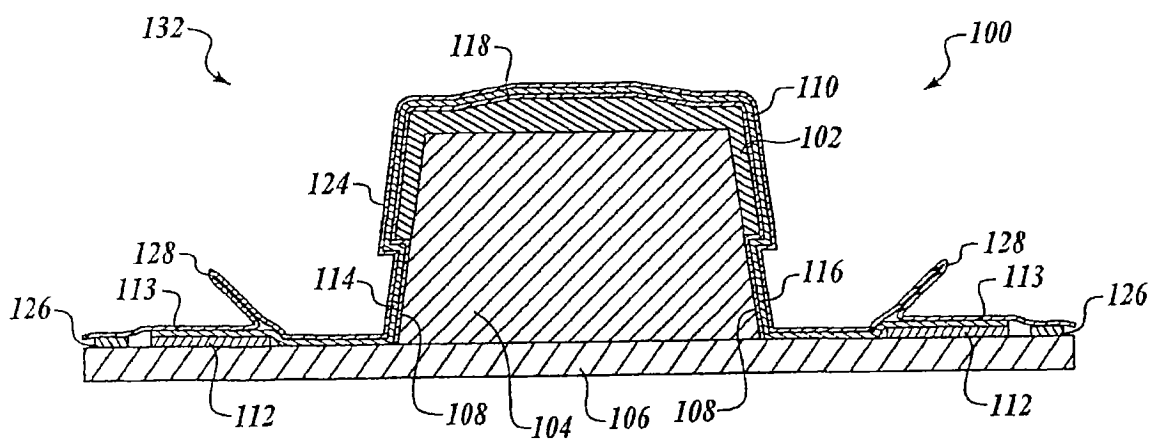


图 4

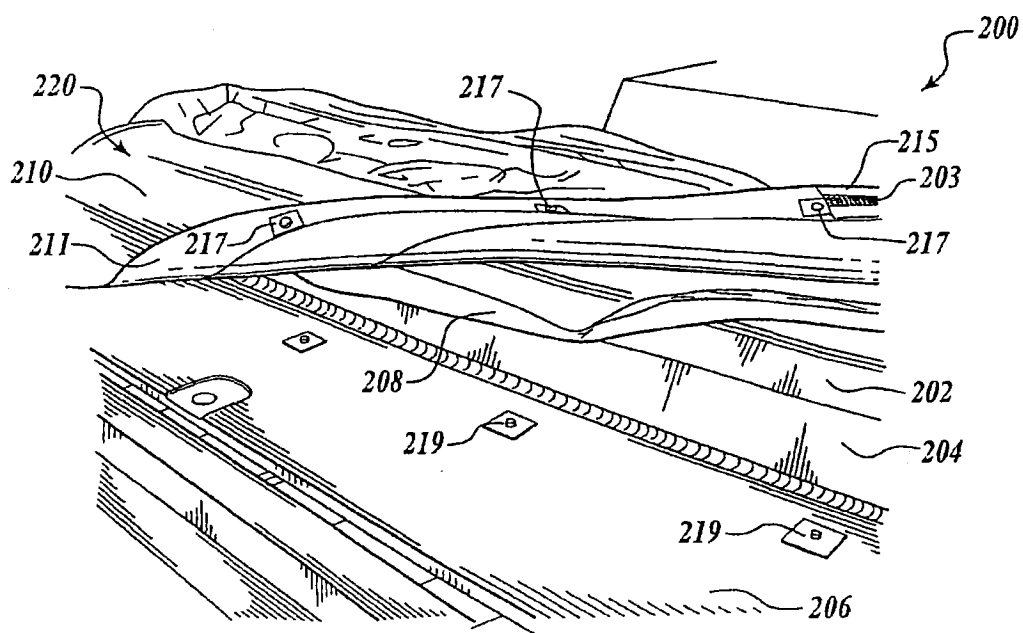


图 5

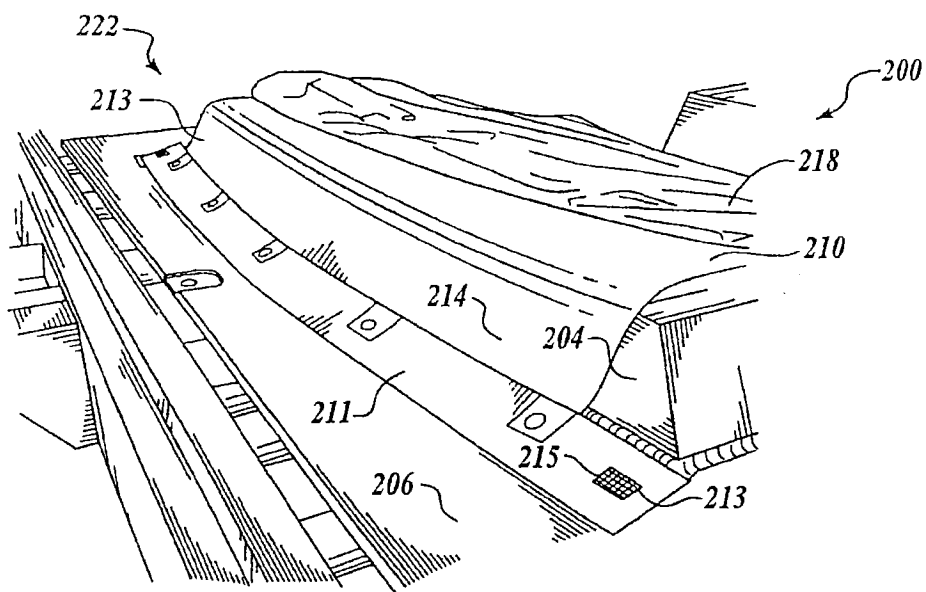


图 6

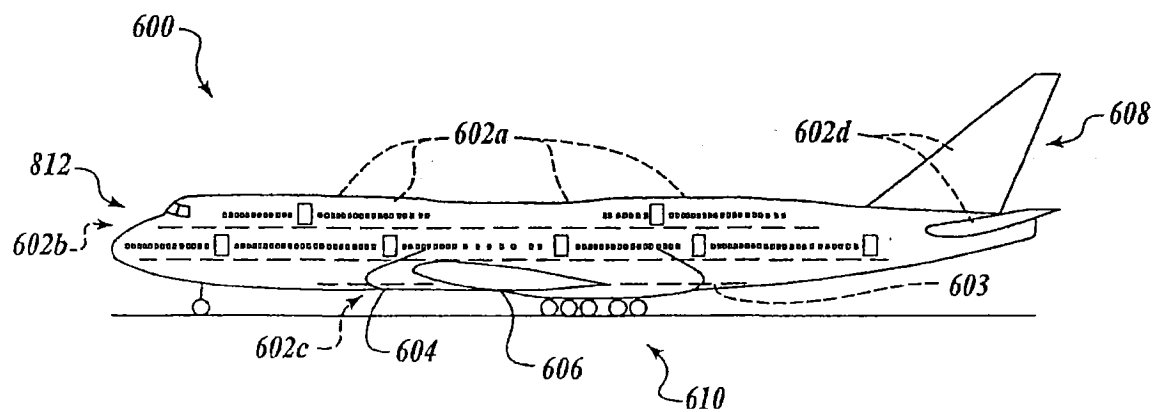


图 7