



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102529122 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201110349327. 6

US 5601852 A, 1997. 02. 11,

(22) 申请日 2011. 10. 31

审查员 武剑

(30) 优先权数据

12/944, 089 2010. 11. 11 US

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 P·J·罗克特 D·普克

A·K·格林

(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)

(56) 对比文件

US 4942013 A, 1990. 07. 17,

US 4942013 A, 1990. 07. 17,

W0 2006096647 A2, 2006. 09. 14,

W0 2006096647 A2, 2006. 09. 14,

US 2003025231 A1, 2003. 02. 06,

权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

使用穿孔的衬板的复合部件的树脂浸渍

(57) 摘要

本发明涉及使用穿孔的衬板的复合部件的树脂浸渍。本发明公开一种使用衬板制造树脂浸渍的复合部件,该衬板中具有穿孔用于优化穿过部件的树脂流并允许对复杂部件的简化的加工和耗材布置,同时实现平滑的空气动力学衬板侧或袋侧光洁度。

1. 用于制造树脂浸渍复合部件的装置,其包括:

衬板,在所述衬板中具有穿孔,以用于在树脂浸渍期间控制穿过组件的树脂流,所述装置的特征在于:

所述衬板包括具有穿孔的形成图案的区域和具有穿孔的其他区域,其中所述衬板的形成图案的区域具有的穿孔密度高于所述衬板的其他区域的穿孔密度,使得密度的这个变化导致所述衬板的渗透性的变化。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述穿孔具有锥形横截面。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述衬板是刚性的。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述衬板还包括不包含任何穿孔的至少一个区域。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中一些所述穿孔的尺寸大于另外的所述穿孔的尺寸。

6. 根据权利要求1所述的装置,其还包括:

树脂分配介质,其覆盖所述衬板以便在所述衬板上分配树脂。

7. 根据权利要求1所述的装置,其还包括:

在所述组件与所述衬板之间的剥离层。

8. 一种制造树脂浸渍的复合部件的方法,其包括:

将纤维组件放置在工具上;

将衬板放置在所述组件上方,所述衬板包括具有穿孔的形成图案的区域和具有穿孔的其他区域,其中所述衬板的形成图案的区域具有的穿孔密度高于所述衬板的其他区域的穿孔密度,使得密度的这个变化导致所述衬板的渗透性的变化;以及

通过所述衬板中的穿孔,用树脂浸渍所述组件,使得较多的树脂供应被提供到所述形成图案的区域下面的所述组件的部分并且较少的树脂供应被提供到所述其他区域下面的所述组件的部分。

9. 根据权利要求8所述的方法,其还包括通过控制所述穿孔的尺寸来控制所述组件的浸渍。

10. 根据权利要求8所述的方法,其还包括将剥离层放置在所述衬板与所述组件之间。

11. 根据权利要求8所述的方法,其还包括将树脂分配介质放置在所述衬板上。

12. 根据权利要求8所述的方法,其还包括在所述衬板上中心的位置处使树脂流到所述衬板上。

13. 根据权利要求8所述的方法,其还包括使用所述衬板控制到所述组件中的树脂流。

使用穿孔的衬板的复合部件的树脂浸渍

技术领域

[0001] 本公开大体涉及特别是使用树脂浸渍(resin infusion)技术的复合结构的制造,并且更具体地涉及用于优化通过纤维组件的树脂流的穿孔的衬板。

背景技术

[0002] 一种用于制造复合部件的技术涉及使用被称为树脂浸渍的工艺以树脂浸渍干燥的纤维组件。在这个工艺的一种变体中,其被称作真空辅助树脂浸渍,在纤维组件被真空装袋到工具上之后,真空被抽取,其既压紧纤维组件也抽取树脂通过组件以产生紧致的树脂浸渍的部件。

[0003] 树脂浸渍工艺在一些应用中可能存在几个问题。一个问题涉及需要使用剥离层(peel ply),其具有限制树脂流从树脂源到被浸渍的组件中的趋势。另一个问题涉及由于树脂分配介质趋于在纤维组件区域上均匀地分配树脂的事实而在组件区域上调整(tailor)树脂流方面的困难。树脂流的这种均匀性可能导致组件某些区域的“圈闭”(trap-off),有时被称作“贫胶”,其由树脂浸渍的区域将相邻的干燥区域与起作用的真空路径隔离而引起。另一个问题涉及需要定位树脂供应组件,例如通道、管道和远离纤维组件的分流道(runner),使得他们在浸渍的部件上不留下任何记号。定位远离纤维组件的这些树脂供应组件可能限制树脂供应,可能增加浸渍距离并且可能增加浸渍时间,同时限制对具体组件的树脂供应的优化。

[0004] 现有的树脂浸渍工艺的另一个问题产生于需要将柔性剥离层和柔性树脂分配介质放置得与纤维组件接触。这种直接接触可能导致部件上相对粗糙的表面光洁度,一般被称为袋侧光洁度(bag side finish),其在要求平滑的表面光洁度的应用中是不被接受的,例如在要求空气动力学表面光洁度的飞机应用中。

[0005] 另一个问题与包括多个部件的集成组件的浸渍有关。在集成组件的情况下,使用简单加工的现有浸渍技术要求复杂的装袋和/或耗材配置,而使用简单的装袋/耗材配置的那些浸渍技术要求复杂加工。

[0006] 因此,需要这样的用于树脂浸渍的方法和装置,其可以消除对剥离层的需求,同时允许纤维组件区域上树脂供应的优化,从而控制供应到组件上的特定区域的树脂量。还需要这样的树脂浸渍装置,其通过将树脂供应硬件直接放置在被浸渍的组件的顶部上而增加加工灵活性而不引起部件上留下痕迹,同时提供平滑的固化部件光洁度。

发明内容

[0007] 所公开的实施例提供了一种用于树脂浸渍的方法和装置,其能够精确地调整到纤维组件的树脂供应,引起浸渍时间减少同时提供组件的袋侧上的平滑的空气动力学表面光洁度,并且能够简化复杂组件的加工。部件的成功浸渍的可靠性可以被提高,这可以减少废料返工和维修。该方法和装置简化了耗材的层叠,这可以减少制造和劳动力成本。通过给浸渍介质提供在纤维组件的不同区域中经调整的渗透性,所公开的实施例可以允许更大范围

的组件被树脂浸渍,同时降低内部加工的复杂性和潜在的褶皱耗材。实施例还可以允许更有利的加工配置,同时在从浸渍树脂的纤维组件的一侧上实现相对平滑的OML表面光洁度。在例如具有集成组件的复杂部件的树脂浸渍的情况下,实施例提供了另外的优点。集成组件可以使用简单加工和简单的装袋和耗材配置来被树脂浸渍,同时实现平滑的空气动力学的衬板侧或袋侧光洁度。

[0008] 根据一个实施例,提供用于制造包括衬板的树脂浸渍的复合部件的装置,该衬板中具有穿孔,用于控制树脂流通过纤维组件。穿孔可以具有锥形的横截面,并且可以不均匀地位于衬板的区域上。

[0009] 根据另一个实施例,提供制造树脂浸渍的复合部件的方法。该方法包括将纤维组件放置在工具上,将穿孔的衬板放置在组件上方,并且用通过衬板中的穿孔的树脂浸渍组件。该方法还可以包括通过控制穿孔的分布、穿孔的密度或者穿孔的尺寸来控制组件的浸渍。该方法还包括在衬板上大体中心的位置处使树脂流到衬板上。

[0010] 根据又一个实施例,提供制造树脂浸渍的复合部件的方法,其包括将穿孔的衬板放置在纤维组件上方,并且然后用树脂浸渍该纤维组件。浸渍可以包括使用衬板控制到组件中的树脂流。

[0011] 14.一种制造树脂浸渍的复合部件的方法,包括:

[0012] 将穿孔的衬板放置在将被用树脂浸渍的组件上方;以及

[0013] 用树脂浸渍组件,包括使用衬板控制到组件中的树脂流。

[0014] 15.根据权利要求14所述的方法,其中控制到组件中的树脂流通过选择以下至少之一来被执行:

[0015] 穿孔的位置;

[0016] 穿孔的尺寸;以及

[0017] 穿孔的密度。

[0018] 16.根据权利要求14所述的方法,还包括:

[0019] 将剥离层放置在组件与衬板之间。

[0020] 17.根据权利要求14所述的方法,还包括:

[0021] 将树脂分配介质放置在衬板上方。

[0022] 18.根据权利要求14所述的方法,还包括:

[0023] 在衬板和组件上密封真空袋;以及

[0024] 抽取袋中的真空。

[0025] 19.根据权利要求14所述的方法,还包括:

[0026] 在衬板上大体中心的位置处在组件上方引入树脂流。

[0027] 20.一种制造树脂浸渍的复合部件的方法,包括:

[0028] 制造衬板,其包括基于流入将被树脂浸渍的组件中的树脂流的期望分配,在衬板上形成穿孔;

[0029] 将组件放置在阳模工具(male tool)上;

[0030] 将剥离层放置在组件上方;

[0031] 将衬板放置在剥离层上方;

[0032] 将树脂分配介质放置在衬板上方;

- [0033] 在工具上密封真空袋；
- [0034] 抽取袋中的真空以将组件压紧在工具与衬板之间；
- [0035] 在组件上方大体中心的位置处将树脂流引入到袋中；以及
- [0036] 使用衬板中的穿孔优化组件的树脂浸渍。
- [0037] 21.用于制造树脂浸渍的复合部件的装置,包括:
- [0038] 适于将组件放置在其上的工具；
- [0039] 覆盖组件的大体刚性的衬板,基于通过衬板的树脂流和流入组件中的树脂流的期望分配,衬板中具有穿孔；
- [0040] 组件与衬板之间的剥离层；
- [0041] 覆盖衬板的树脂分配介质；
- [0042] 真空袋,其被密封至工具并且覆盖组件、剥离层、衬板和树脂分配介质的组合；
- [0043] 树脂源；
- [0044] 树脂入口,其穿过袋并大体位于衬板上方中央,用于从树脂源供应树脂；以及
- [0045] 穿过袋的树脂出口。

附图说明

- [0046] 图1是用于纤维组件的树脂浸渍的装置的剖视图的图示说明。
- [0047] 图2是用在图1所示的装置中的衬板的一部分的等轴测视图的图示说明。
- [0048] 图3是沿图2中的线3-3所做的剖视图的图示说明。
- [0049] 图4是与图3类似的图示说明,但其示出树脂已经被浸渍到组件中,其中树脂留在衬板穿孔中。
- [0050] 图5是与图4类似的图示说明,但其示出衬板已经与浸渍的组件分离。
- [0051] 图6是用于树脂浸渍的层叠组装件的图示说明,其中为了清楚,部件被部分地分解。
- [0052] 图7是使用图6所示的层叠组装件的用于树脂浸渍的方法的流程图的图示说明。
- [0053] 图8是树脂浸渍装置的一部分的平面图的图示说明,其示出衬板具有不同的穿孔密度以实现经调整的树脂浸渍。
- [0054] 图9是用于集成组件的树脂浸渍的加工和层叠配置的图示说明。
- [0055] 图10是飞机生产和服役方法的流程图的图示说明。
- [0056] 图11是飞机的方框图的图示说明。

具体实施方式

- [0057] 参考图1,树脂浸渍装置20宽泛地包括工具22、被穿孔的衬板26覆盖的纤维组件24、树脂分配介质25、真空袋28和树脂源34。如此处所用的,“组件”和“纤维组件”指干燥的纤维或部分被浸透的纤维组件(也被称为“预成型”),其将使用树脂浸渍工艺用树脂浸渍。纤维组件24可以具有或不具有预成型的形状。出口耗材32被设置在工具22与纤维组件24之间,并且衬板26直接搁置在组件24的顶部上。覆盖组件24、衬板26和树脂分配介质25的袋28通过周边密封30被密封到工具22。
- [0058] 树脂源34通过树脂供应管路36被连接到入口38,入口38大体中心地位于衬板26上

方并在袋28内。来自源34的树脂通过入口38被引入袋28中,并且流动通过入口通道40和分配介质25,经过衬板26并从其流出。过量的树脂通过出口通道42、出口耗材32和出口(在图1中未示出)从袋28去除,其中它被抽取通过出口管路44到出口真空储蓄器46。衬板26上的入口38和入口通道40的中间位置可以辅助控制树脂34的初始分配和当树脂在衬板26上方流动时树脂34的波前(wavefront)76(图8)的形成。控制组件24上方的树脂34的初始分配的能力和由于穿孔的衬板26而可能产生组件24的经调整的浸渍,可以减少固化部件的纤维体积分数的变化,由此改进部件的质量。

[0059] 入口38和入口通道40直接搁置在分配介质25和衬板26的顶部上。在其他实施例中,入口38和入口通道40可以位于衬板26的顶部上的其他位置。在其他实施例中,一个或多个歧管(未示出)可以与入口38连接以分配树脂到衬板26上的不同位置。穿孔的衬板26的相对刚度允许将树脂供应硬件(即入口38和入口通道40)直接放置在组件24上方,而不引起任何明显部件痕迹。一般来说,将入口38和入口通道40中心地放置在衬板26上方可以产生最小浸渍时间。穿孔的衬板26可以消除对使用流量限制剥离层(未示出)的需求,并且可以通过变化和穿孔密度优化到组件的树脂供应和因此优化改变供应到组件24的特定区域的树脂量的能力。然而,在一些应用中,为了实现浸渍的组件24上期望的表面光洁度,剥离层(未示出)可以被放置在衬板26和组件24之间。

[0060] 现在参考图1和图2,衬板26可以由具有适合于应用的表面光洁度的任何相对刚性的板材形成,例如而不限于不锈钢或铝。在期望实现浸渍的组件24上的相对平滑的表面光洁度的情况下,衬板26还应该具有相对平滑的表面光洁度,因为光洁度将基本被施加给组件24。在一个典型的应用中,衬板26可以具有近似0.8-2mm的厚度,但可以具有适合于具体应用和制造要求的任何其他厚度。在一些应用中,由于下面所讨论的原因,选择衬板26的材料可能是符合期望的,其热膨胀系数(CTE)显著不同于组件的热膨胀系数。

[0061] 衬板26可以被形成为任何形状,包括平的和波纹形,其匹配最终的部件形状并且可以具有变形并由此符合工具22的形状的能力,包括在加工期间在真空下变形。衬板26中具有多样性的穿孔48,树脂可以通过穿孔48从衬板26的顶部26a流入组件24中,在衬板26的顶部26a处树脂通过介质25被分配,组件24与衬板26的底部26b面对面接触。衬板26中穿孔48的数量、尺寸、密度、位置和分布可以变化,这取决于组件24的构造、几何形状和厚度变化。在提供满意的结果的一个实际实施例中,例如而不限于,穿孔48可以具有在近似1.5-2.5mm之间的直径,间隔近似15-25mm。在提供满意的结果的另一个实际的实施例中,穿孔48可以具有近似0.5mm的直径,并且可以相互间隔近似4mm。

[0062] 如下面将更详细讨论的,衬板26中穿孔48的式样和分布可以从相对密集变化为相对稀疏以便适合下面的组件24的树脂供应要求。实际上,衬板26的一些区域(未示出)可以没有穿孔48并且由此不可穿透,下面的组件24不需要来自上述位置的起作用的树脂供应。穿孔48的数量和直径还可以至少部分地取决于树脂的黏性。

[0063] 参考图3,穿孔48可以具有锥形50,其可以部分或完全延伸通过衬板26。图4示出树脂52已经填充了衬板26顶部上的分配介质25并且完全穿过锥形穿孔48,在浸渍工艺和固化之后使穿孔48被树脂52填充。参考图5,在树脂52固化之后,衬板26可以与固化的组件24分离,如箭头56所示,使固化的树脂塞55留在穿孔52中。由于锥形50,当树脂分配介质25被从衬板26的顶部剥离时,塞55可以从衬板26去除。在图示说明的实施例中,其中锥形50延伸穿

过穿孔48的整个深度,塞52可以整齐地与组件24的表面24a脱离,并且留下基本没有痕迹的基本平滑的表面24a。在衬板26的CTE基本不同于复合件52的应用中,固化后在冷却期间衬板26的收缩可以引起从下面的固化组件24剪切树脂塞52,由此便于衬板26与固化的组件24的分离。

[0064] 现在注意图6,其图示说明了另一个加工布置,其中弯曲的衬板26与具有IML(内模线)工具表面60的IML工具58一起使用。在此示例中,组件24被放置在衬板26与IML工具表面60之间。为了简化描述,树脂浸渍入口/出口和相关的通道在图6中没有示出。树脂分配介质25和真空袋28被放置在衬板26上方。尽管在图中没有示出,但袋28在其周围被密封(未示出)到工具58。在此示例中,引入袋28中的树脂通过分配介质25被分配在衬板26上,并穿过衬板26中的穿孔48,浸渍纤维组件24。袋28将组件24压紧在由衬板26限定的IML工具表面60与OML工具表面62之间。这个配置使被抛光的部件具有基本平滑的IML和OML表面光洁度,同时避免了对工具58与组件24之间的耗材的需求,以及对复杂的阴模工具(female tooling)的需求。留在部件上的相对平滑的IML和OML表面光洁度可以减少或消除对部件固化之后进一步表面抛光操作的需求。

[0065] 图7图示说明了使用先前描述的穿孔衬板26的树脂浸渍方法的步骤。从步骤64开始,纤维组件24被放置在工具58上方,例如如图6所示。接下来在步骤66处,穿孔的衬板26和树脂分配介质25被放置在纤维组件24上方。之后,真空袋28被放置在介质25、衬板26和工具58上方。在步骤69处,抽取袋28中的真空,其压紧并巩固组件24。最后,在步骤70处,干燥的组件24用通过穿孔的衬板26的树脂浸渍。

[0066] 现在注意图8,其图示说明了穿孔衬板26,其中衬板26的相对渗透性在衬板26的某些区域不同。渗透性的差异可以通过改变穿孔48的尺寸和/或穿孔48的密度来实现。在图8所示的示例中,衬板26的形成图案的区域75的穿孔密度高于衬板26的其他区域77。密度的这种变化引起衬板26的渗透性的变化,这允许更好地控制通过衬板26供应到下面的干燥组件24(图8中未示出)的树脂的浸渍式样。尽管在附图中没有示出,但衬板26可以具有不包含任何穿孔的区域,此处组件24不需要有效的树脂供应。

[0067] 图8还图示说明了入口38和入口通道40,其位于衬板26的顶部上并近似穿过衬板26的宽度“W”的一半。入口38和入口通道40的这种中心定位基本上把距离“W”分成两半,树脂必须经过(W/2)以便浸渍组件24,由此与从组件24的侧边供应树脂的布置相比减少了树脂浸渍时间。尽管单个直的中心定位的入口通道40被示出在图示说明的实施例,但如之前所提及的,形成歧管(未示出)的多个通道可以被用来分配树脂。

[0068] 树脂穿过入口38并沿着入口通道40流动,使得树脂穿过树脂分配介质25(在图8中未示出)向外流动(如箭头74所示),以遍布衬板26。呈现出基本平的树脂流的线的波前轮廓被示出在76处。树脂流波前76由衬板26控制。在图示的示例中,穿孔48的密度较高的衬板26的区域75在下面的组件24的较厚的部分(未示出)上,而穿孔48的密度较低的衬板26的区域77在下面的组件24的较薄的部分(未示出)上。穿孔48的密度较高的区域75引起额外的树脂被供应到下面的组件24的相应部分。结果,组件24的厚的和薄的区域可以以基本均匀的速度浸渍,并且树脂流的基本平的波前74可以避免圈闭区域。

[0069] 在其区域以上具有变化的渗透性的衬板26的使用可以被用来更好地控制浸渍式样和到组件24的树脂供应以实现组件24的选择性变化的但稳健的树脂浸渍。通过改变衬板

的渗透性,更大的树脂供应可以被用在所要求的区域中,例如在组件24的厚区域(下面的穿孔区域75)中,其有时被称作层支撑(ply pad-up),并且较少的供应被提供给相同组件的较薄区域,例如那些下面的穿孔区域77。衬板26中穿孔48的直径可以变化以便控制到组件24中的树脂浸渍的速率。衬板26的变化的渗透性辅助实现期望的浸渍式样,并且可以避免不期望的流动特征,例如圈闭区域、空隙和/或贫胶区域。这些浸渍式样可以通过衬板26的浸渍工艺模塑来优化,包括穿孔式样和相关的组件层叠。

[0070] 图9图示说明了穿孔的衬板26用作加工的一部分,该加工被用来树脂浸渍一个两件式集成组件24,在此示例中,集成组件24包括帽形纵梁88。组件24被放置在IML工具80中的腔86中,并且心轴82被放置在帽形组件24里面。衬板26被放置在纵梁88的基座90上方,并且袋28被放置在树脂分配介质25和衬板26上方。衬板26起到OML工具的作用,其给纵梁88施加基本平滑的OML表面光洁度。这种加工布置避免了对浸渍耗材的需求以适应内部工具结构并且在基座90上产生平滑的OML工具表面90。衬板26在帽部分87上面的区域85中可以包括较高密度和/或较大直径的穿孔48以确保充足的树脂被向下浸渍到腔86内的组件24的帽部分87中。帽部分87的充分树脂浸渍还可以通过将树脂引入腔86的末端(未示出)来实现,由此除了通过衬板26实现的树脂浸渍之外纵向浸渍帽部分87。以上布置特别有利之处在于它允许使用简单加工和简单的装袋和耗材布置,同时使部件具有平滑的空气动力学胎膜侧或袋侧光洁度。

[0071] 接下来参考图10和图11,本公开的实施例可以被用在如图10所示的飞机制造和服役方法92和如图11所示的飞机94的情形。在预生产期间,示例性方法92可以包括飞机94的规格和设计96和材料采购98。在生产期间,进行组件和子组装件制造100和飞机94的系统集成102。在步骤100期间,所公开的方法和装置可以被用来制造之后在步骤102处被组装的复合部件,例如机身部分。之后,飞机94可以经历认证和交付104以便被置于服役中106。当被客户使用时,飞机94可以定期例行维护和维修108(其还可以包括修改、重新配置、翻新等)。

[0072] 方法92的每个过程都可以由系统集成商、第三方和/或操作者(例如,客户)来执行或实施。出于描述的目的,系统集成商可以包括但不限于任意数量的飞机制造商和主系统分包商;第三方可以包括但不限于任意数量的销售商、分包商和供应商;并且操作者可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0073] 如图11所示,通过示例性方法92生产的飞机94可以包括具有多个系统112的机体110和内部114。所公开的方法和装置可以被用来制造组成机体110的一部分的机身部分。高级系统112的示例包括推进系统116、电气系统118、液压系统120和环境系统122中的一个或多个。可以包括任意数量的其他系统。尽管示出了航空航天的示例,但本发明的原理可以被应用到其他工业,例如汽车工业。

[0074] 此处具体表达的装置可以在生产和服役方法92的多个阶段的任意一个或多个期间被使用。例如,对应于生产过程100的组件或子装配件可以以类似于飞机132服役时生产的组件或子装配件的方式被制造或生产。而且,在生产阶段100和102期间,一个或多个装置实施例可以被利用,例如通过明显加快飞机942的组装或减少飞机942的成本。类似地,当飞机94处于服役时,例如而限于维护和维修108,一个或多个装置实施例可以被利用。

[0075] 尽管已经关于某些示例性实施例描述了本公开的实施例,但应该理解,特定实施例是出于举例说明而非限制的目的,因为本领域的技术人员将想到其他的变化。

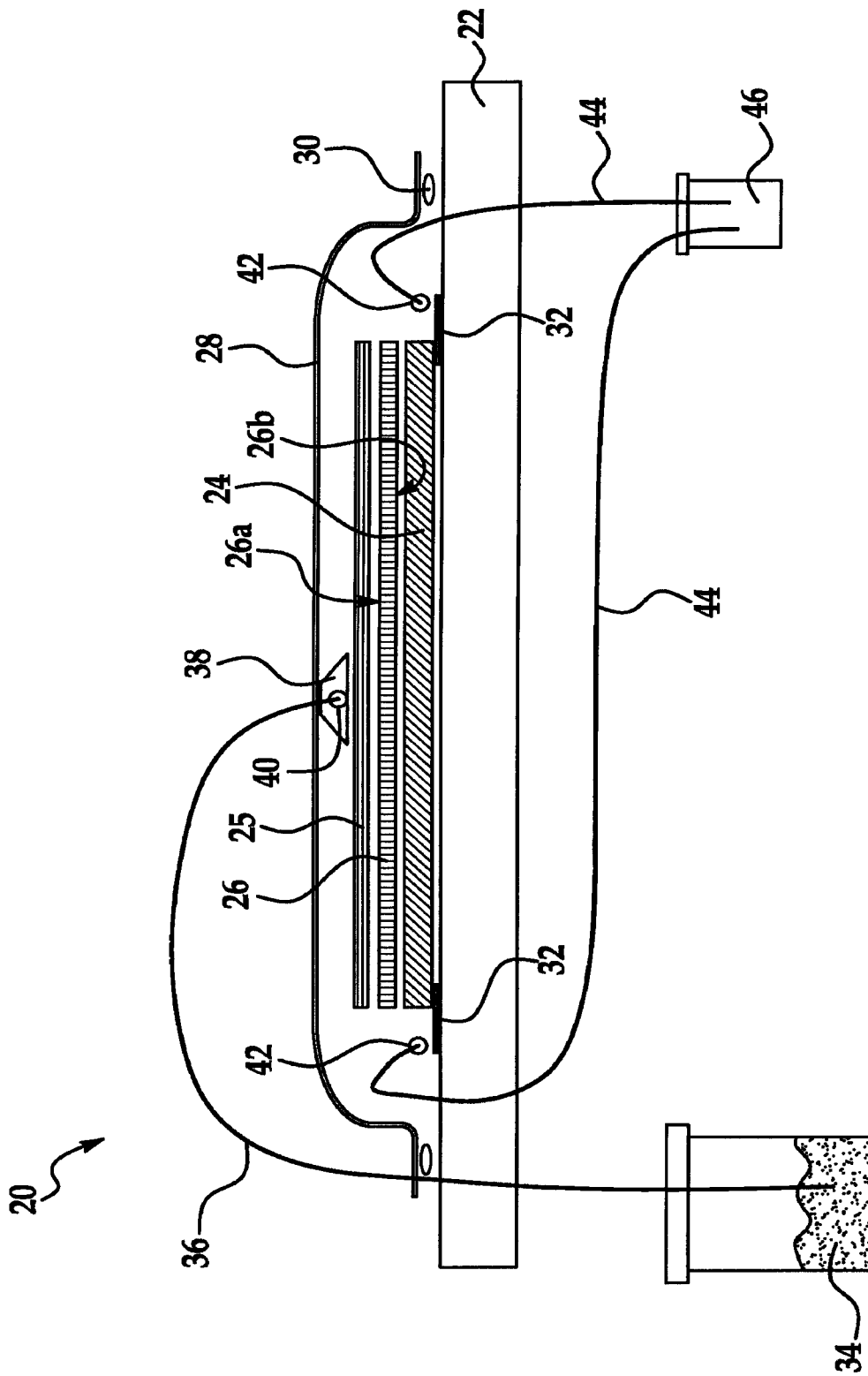


图1

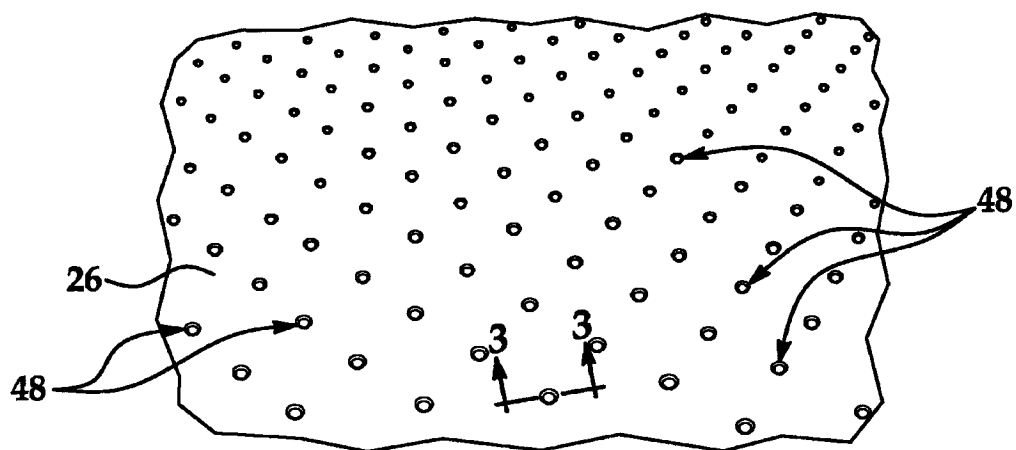


图2

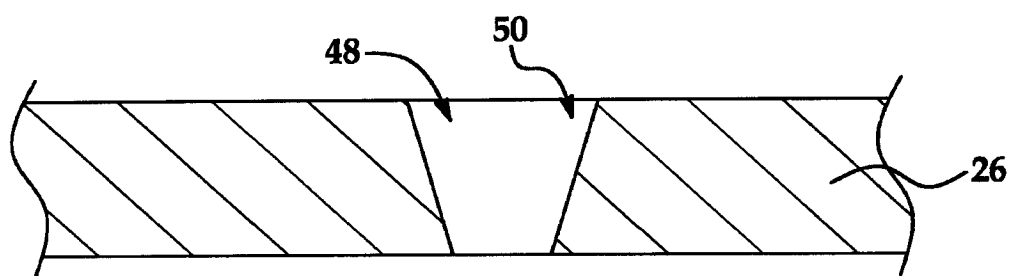


图3

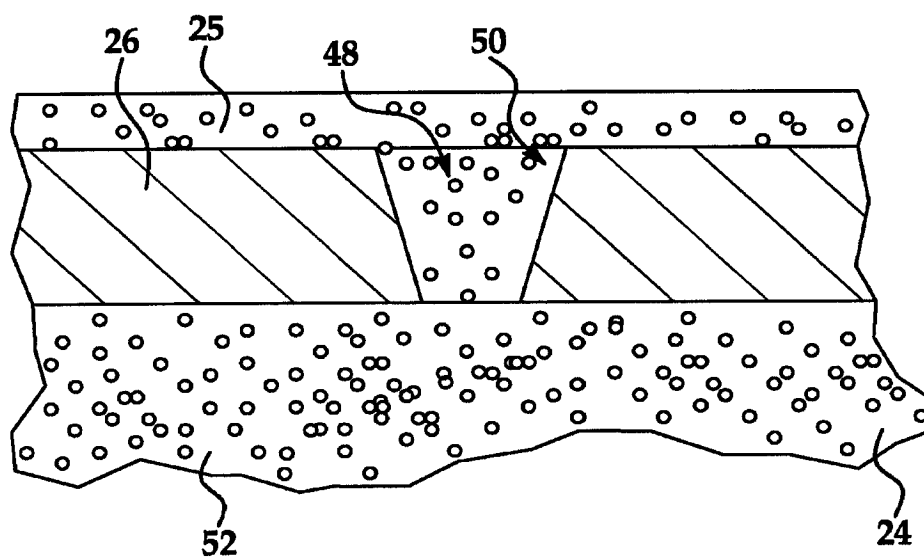


图4

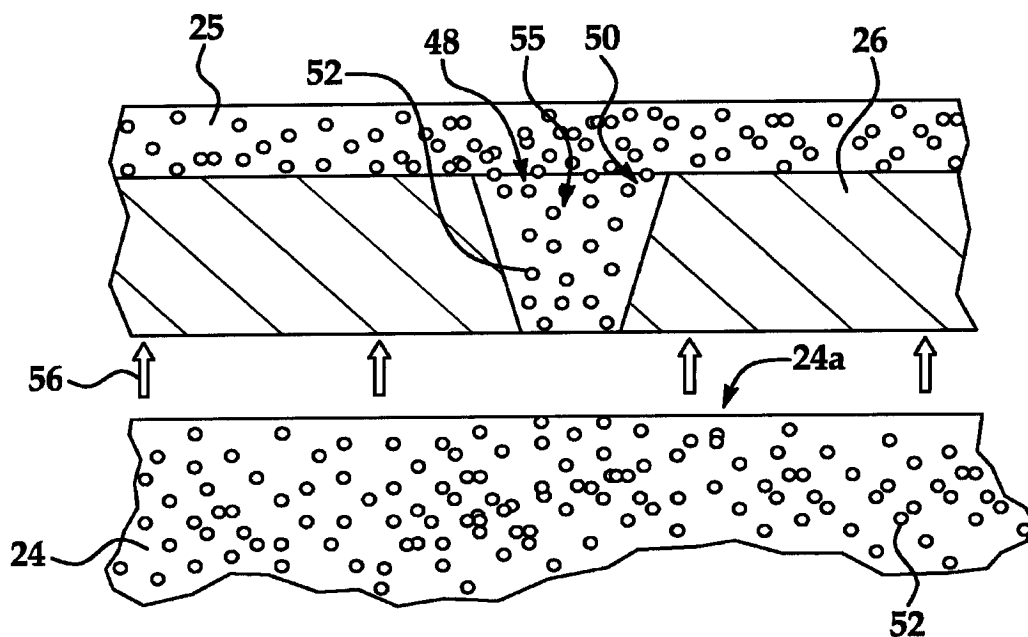


图5

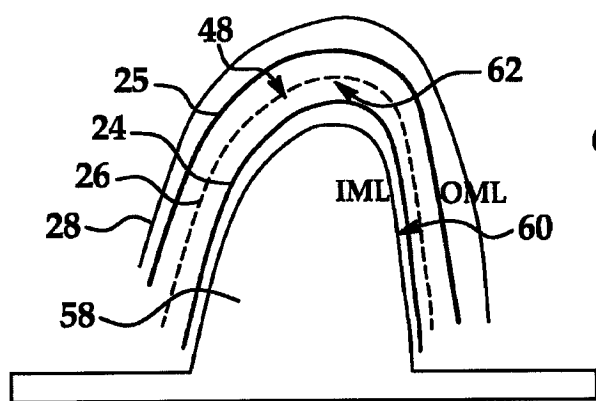


图6

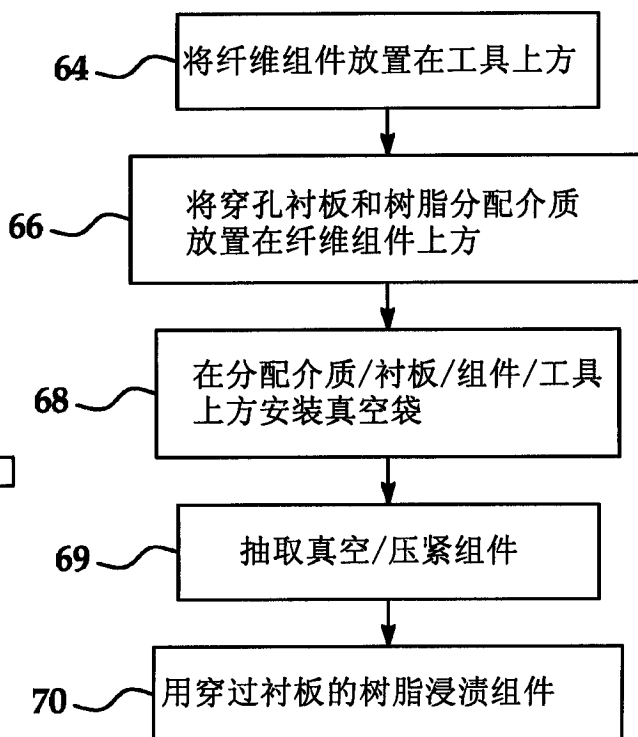


图7

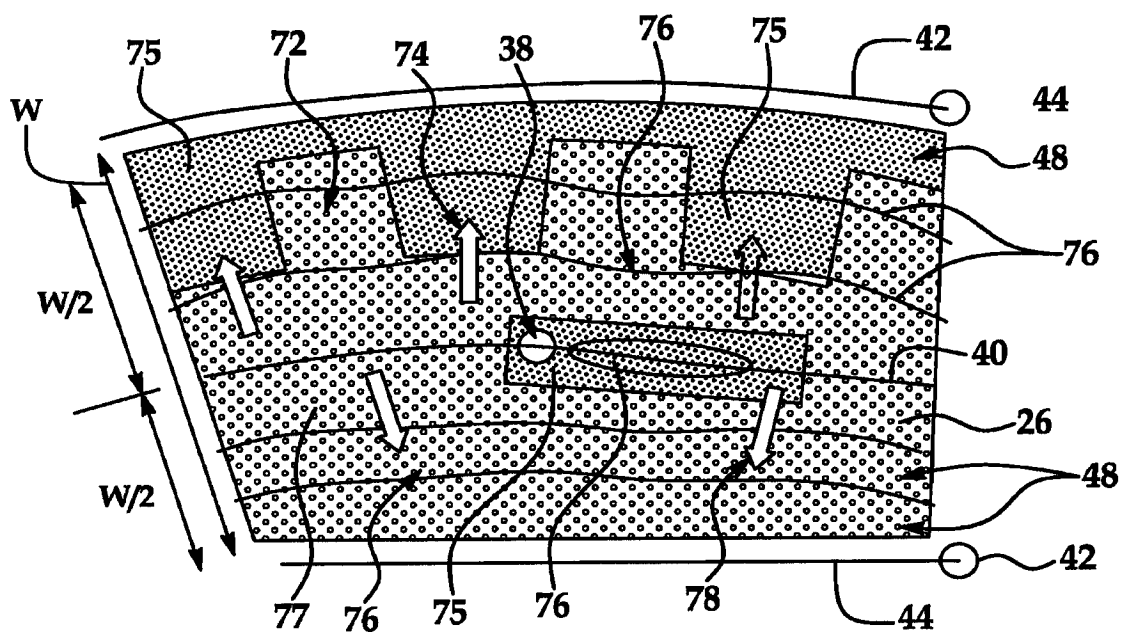


图8

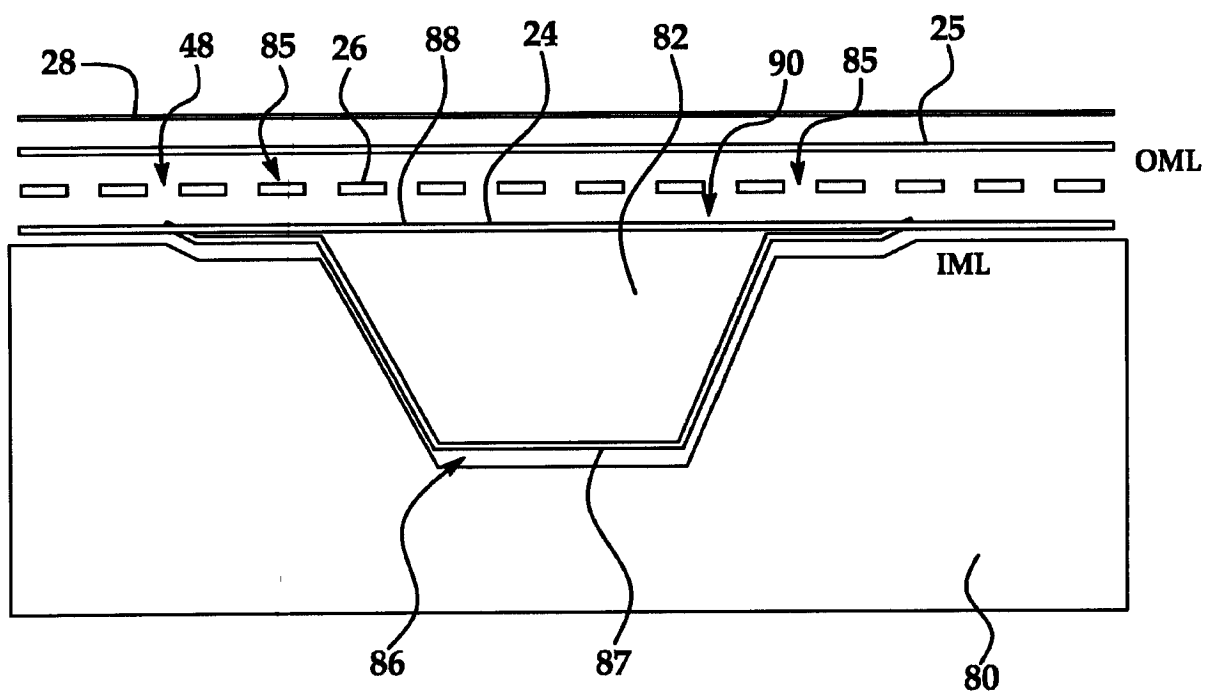


图9

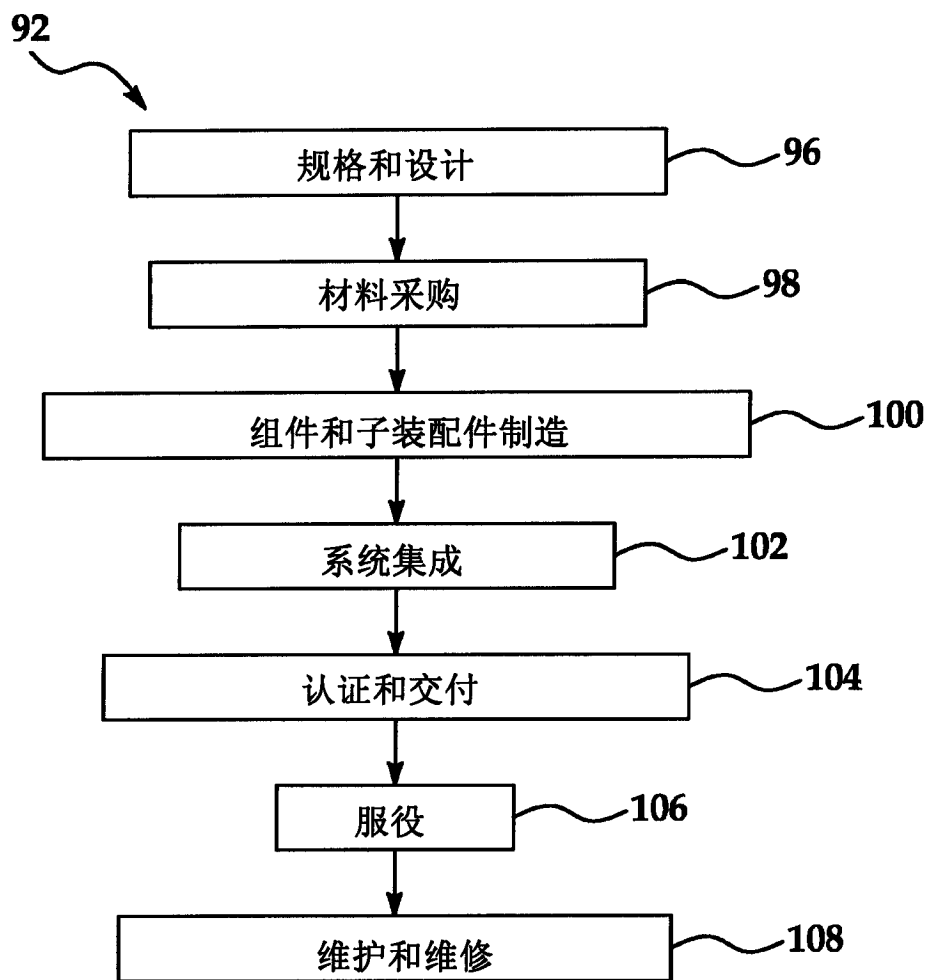


图10

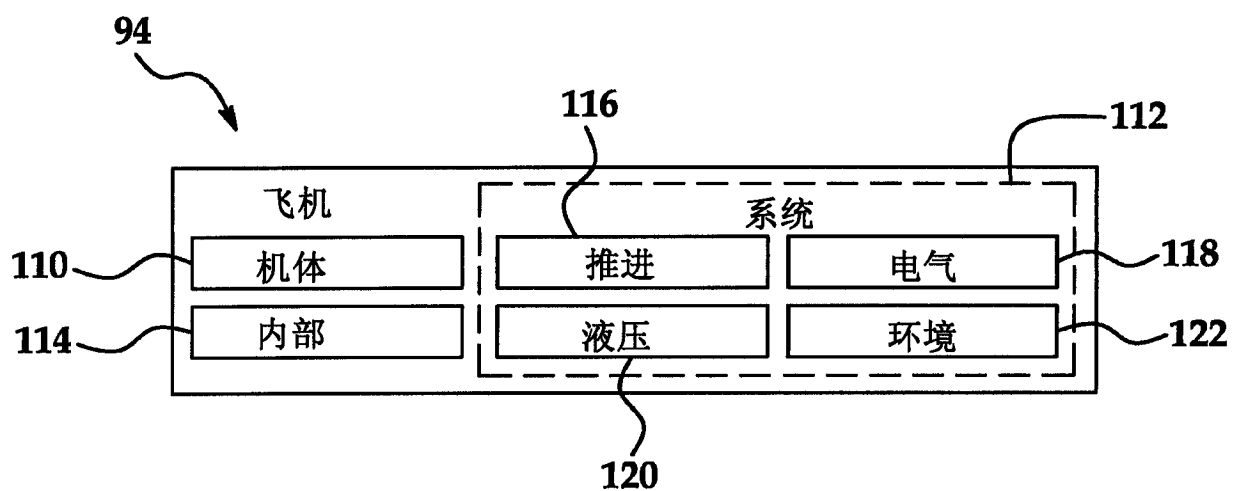


图11