



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101910339 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 23

(21) 申请号 200880113066. 4

(22) 申请日 2008. 08. 21

(30) 优先权数据

11/844, 174 2007. 08. 23 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 04. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2008/073869 2008. 08. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/026442 EN 2009. 02. 26

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国

(72) 发明人 P·K·阿克曼

(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.

G09J 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 4839771 A, 1989. 06. 13, 说明书第 1 栏第

50-68 行, 第 2 栏第 20-68 行, 第 3 栏 13-68 行, 第 4 栏 1-6 行, 图 1 和 2.

US 5958166 A, 1999. 09. 28, 说明书第 2 栏 10-15 和 40-43 行, 第 4 栏 1-25 行, 第 5 栏 27-50 行, 第 6 栏 17-65 行, 图 2、3 和 5.

US 5958166 A, 1999. 09. 28, 说明书第 2 栏 44-48 行, 第 3 栏 62-64 行, 第 4 栏 1-25 和 62-64 行, 第 5 栏 27-61 行, 第 6 栏 17-65 行, 图 2 和 3.

US 4352142 A, 1982. 09. 28, 摘要, 图 2, 第 1 栏 10-19 行, 第 2 栏 23-45 行.

US 2006/0060690 A1, 2006. 03. 23, 摘要, 图 1, 7, 8, 第 [0022] [0038] [0044] [0046] [0058] - [0060] [0062] - [0063] 段.

审查员 翟晓晓

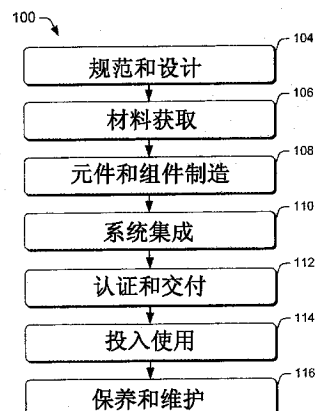
权利要求书1页 说明书12页 附图9页

(54) 发明名称

导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜

(57) 摘要

本发明公开了提供结构性粘合膜的系统和方法, 该结构性粘合膜包括导电棉麻织物层。在一个实施例中, 制造结构性粘合膜的方法包括提供第一树脂粘合剂层。第一树脂粘合剂层被配置以贴附到第一碳纤维板层。该方法也包括提供第二树脂粘合剂层。第二粘合剂层被配置以贴附到第二碳纤维板层。该方法还包括提供导电棉麻织物, 其被嵌入在第一树脂粘合剂层和第二树脂粘合剂层之间。在某些实施例中, 导电棉麻织物浸渍有树脂粘合剂。



1. 一种使用导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜的方法,其包括:

提供台阶状凹口,其穿透修复区域的表面以除去部分增强元件,所述增强元件具有原始外形;

将第一导电结构性粘合膜布置到所述台阶状凹口以及至少部分地布置在所述台阶状凹口的第一台阶上,其中所述第一结构性粘合膜包括第一导电棉麻织物;

将第一层压层板层插入到所述第一导电结构性粘合膜上的所述台阶状凹口;

将包括第二导电棉麻织物的第二导电结构性粘合膜设置在所述台阶状凹口内,从而所述第二导电棉麻织物至少部分在所述台阶状凹口的第二台阶上并与所述第一导电棉麻织物和所述第一层压层板层接触,所述第一台阶与所述第二台阶相比距离所述修复区域的所述表面更远;

将一个或多个第二层压层板层插入到第二导电结构性粘合膜上的所述台阶状凹口以填充所述修复区域;

在所述修复区域上布置第三导电结构性粘合膜,其中所述第三导电结构性粘合膜包括第三导电棉麻织物;

在所述第三导电结构性粘合膜上布置一个或多个第三层压层板层;以及

固化布置在所述修复区域之内和之上的所述层压层板层。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述增强元件包括至少一个导电层,且其中布置第三导电结构性粘合膜包括在所述第三导电棉麻织物和所述至少一个导电层的部分之间建立电接触。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述一个或多个第二层压层板层被配置以至少恢复所述碳纤维增强元件到所述原始外形。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中增强元件包括碳纤维增强元件,且其中所述第一、第二和一个或更多第三层压层板层中的每个都包括碳纤维层压层板层。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中插入一个或多个第二层压层板层包括将每个第二层压层板层取向成同所述增强元件相应的板层。

导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜

技术领域

[0001] 本公开涉及使用结构性粘合剂的系统和方法,更特别地涉及使用结构性粘合膜修复碳纤维增强塑料(CFRP)元件的系统和方法。

背景技术

[0002] 飞行器,如商用飞机,通常在使用过程中经受闪电袭击。在某些情形中,飞行器一年可被闪电袭击两次。飞行器上金属元件可传导闪电袭击产生的电能,因此减小电磁放电力并最小化任何最终不想要的效果。然而,碳纤维增强元件,如碳纤维增强塑料(CFRP)元件通常更易受不想要效果的影响,因为这些元件通常不导电。结果,闪电袭击的电能可集中在小区域内,因此在碳纤维增强元件内产生电弧放电和热能。而且,因为闪电袭击产生的放电通常寻找接地的最小电阻路径,电流可“移动”通过碳纤维增强元件。

[0003] 因此,飞行器的碳纤维增强元件可提供有放电特征(如附加到金属扣件上的外部金属箔条)从而安全地在大面积上耗散放电。可替换地,飞行器上碳纤维增强元件可覆盖有导电网(如铝网或铜网),从而形成沿飞行器外部的导电路径。这些导电路径形成碳纤维增强元件的所谓的电磁场(EMF)屏蔽罩(shield)。在其他情形中,导电网可以包括在构成碳纤维增强元件的层压板层(laminate plies)中。EMF屏蔽罩不连续是不理想的。

[0004] 因此重建碳纤维增强板层导电性的新颖系统和方法是有用的,其作为结构性修复、或重建碳纤维增强元件的EMF屏蔽罩达到其原始或近似原始导电能力的部分。

发明内容

[0005] 本发明公开了包括导电棉麻织物(scrims)提供结构性粘合膜的系统和方法。按照本公开的系统和方法的实施例可在结构性修复碳纤维增强元件过程中,有利地重建电磁场(EMF)屏蔽罩的导电路径,和碳纤维增强板层的导电率。

[0006] 在一个实施例中,粘合碳纤维层压板层的结构性粘合膜包括第一树脂粘合剂层。第一树脂粘合剂层经配置粘附(bind)到第一碳纤维板层。结构性粘合膜也包括第二树脂粘合剂层。第二树脂粘合剂层经配置粘附到第二碳纤维板层。结构性粘合膜进一步包括树脂粘合剂浸泡的导电棉麻织物,其嵌埋在第一树脂粘合剂层和第二树脂粘合剂层之间。

[0007] 在另一个实施例中,制造结构性粘合剂膜的方法包括提供第一树脂粘合剂层。第一树脂粘合剂层经配置粘附到第一碳纤维板层。该方法包括提供第二树脂粘合剂层。第二粘合剂层经配置粘附到第二碳纤维板层。该方法也包括提供树脂粘合剂浸泡的导电棉麻织物,其设置在第一树脂粘合剂层和第二树脂粘合剂层之间。

[0008] 在另一个实施例中,使用导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜的方法包括制备修复区用于粘合第一层压板层。该方法进一步包括设置第一导电结构粘合膜到修复区的顶部。结构性粘合膜包括导电棉麻织物。该方法进一步包括设置一个或更多第一层压板层在导电结构性粘合膜顶部并固化一个或更多第一层压板层。在进一步的实施例中,制备粘合在层压板层上的修复区包括在增强元件受损部分中提供凹口(recess)。凹口是锥形凹口或台阶

状凹口。而且,制备修复区可进一步包括插入第二结构性粘合剂膜到凹口中,以及插入一个或更多第二层压板层到凹口中。一个或更多第二层压板层也被固化。根据不同实施例,层压板层包括碳纤维层压板层,而增强元件包括碳纤维增强元件。

[0009] 9. 一种制造结构性粘合膜的方法,其包括:

[0010] 提供第一树脂粘合剂层,其被配置以贴附到第一碳纤维板层上;

[0011] 提供第二树脂粘合剂层,其被配置以贴附到第二碳纤维板层上;以及

[0012] 提供树脂粘合剂浸渍的导电棉麻织物,其被设置在所述第一树脂粘合剂层和所述第二树脂粘合剂层之间并贴附在所述第一树脂粘合剂层和所述第二树脂粘合剂层上。

[0013] 10. 根据权利要求 9 所述的方法,其中提供树脂粘合剂浸渍的导电棉麻织物包括提供包括金属导电纤维和非金属导电纤维的导电棉麻织物。

[0014] 11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述金属导电纤维包括铜纤维、铝纤维、箔纤维和银纤维中的至少一种。

[0015] 12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中所述非金属导电纤维包括石墨纤维。

[0016] 13. 根据权利要求 9 所述的方法,其中提供树脂粘合剂浸渍的导电棉麻织物包括提供导电棉麻织物,所述导电棉麻织物被配置以与碳纤维增强元件中导电网的至少部分建立电接触。

[0017] 14. 一种使用导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜的方法,其包括:

[0018] 制备修复区以用于第一层压层板层的粘附;

[0019] 在所述修复区上布置第一导电结构性粘合膜,其中所述第一结构性粘合膜包括第一导电棉麻织物;

[0020] 在所述导电结构性粘合膜上布置一个或多个第一层压层板层;以及

[0021] 固化所述一个或多个第一层压层板层。

[0022] 15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中为所述第一层压层板层的粘附制备所述修复区包括提供台阶状凹口和锥形凹口之一从而除去部分增强元件,所述增强元件具有原始外形。

[0023] 16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中为所述第一层压层板层的粘附制备所述修复区进一步包括:

[0024] 将第二导电结构性粘合膜插入到所述台阶状凹口和所述锥形凹口之一中,其中所述第二结构性粘合膜包括第二导电棉麻织物;

[0025] 将一个或多个第二层压层板层插入到所述台阶状凹口和所述锥形凹口之一中;以及

[0026] 固化所述一个或多个第二层压层板层。

[0027] 17. 根据权利要求 14 所述的方法,其中所述增强元件包括至少一个导电层,且其中布置第一导电结构性粘合膜包括在所述第一导电棉麻织物和所述至少一个导电层的部分之间建立电接触。

[0028] 18. 根据权利要求 16 所述的方法,其中所述一个或多个第二层压层板层被配置以至少恢复所述碳纤维增强元件到所述原始外形。

[0029] 19. 根据权利要求 16 所述的方法,其中增强元件包括碳纤维增强元件,且其中所述第一层压层板层和所述第二层压层板层中的每个都包括碳纤维层压层板层。

[0030] 20. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中插入一个或多个第二层压层板层包括将每个替换板层取向成同所述增强元件相应的板层。

[0031] 21. 根据权利要求 16 所述的方法, 其中所述第一导电棉麻织物和所述第二导电棉麻织物中的每个包括金属导电纤维和非金属导电纤维。

[0032] 22. 根据权利要求 21 所述的方法, 其中所述金属导电纤维至少包括铜纤维、铝纤维、箔纤维和银纤维中的一个。

[0033] 23. 根据权利要求 21 所述的方法, 其中所述非金属导电纤维包括石墨纤维。

[0034] 24. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中为层压层板层的粘附制备修复区包括制备位于车辆上的修复区。

[0035] 25. 根据权利要求 14 所述的方法, 其中为层压层板层的粘附制备修复区包括制备位于飞行器上的修复区。

[0036] 上面讨论或下面将讨论的特征、功能和优点可在不同实施例中独立实现, 或可在其他实施例中结合, 进一步的细节可参考下面的说明和附图看出。

附图说明

[0037] 根据本公开教导的系统和方法的实施例将在下面参考附图详细说明。

[0038] 图 1 是飞行器制造和使用方法的流程图；

[0039] 图 2 是根据图 1 中所述的制造和使用方法制造的飞行器的方框图；

[0040] 图 3 是示出示例性结构性粘合膜的等视图, 该结构性粘合膜包括按照本公开实施例的导电棉麻织物；

[0041] 图 4a 和 4b 是使用图 3 中所示的示例性结构性粘合膜修复复合层压元件的示例性嵌接 (scarf) 技术的侧视图；

[0042] 图 5a 和 5b 是使用图 3 中所示的示例性结构性粘合膜修复网覆盖的复合层压元件的示例性嵌接技术的侧视图；

[0043] 图 6a 和 6b 用图 3 中所示示例性结构性粘合膜修复复合层压元件的示例性台阶技术的侧视图；

[0044] 图 7a 和 7b 是使用图 3 中所示的示例性结构性粘合膜修复网覆盖的复合层压元件的示例性台阶技术的侧视图；

[0045] 图 8a 和 8b 是使用图 3 中所示的示例性结构性粘合膜分别修复复合和网覆盖的复合层压元件的示例性砂眼补丁 (blister patch) 技术的侧视图；

[0046] 图 9 是根据本公开实施例建立包括导电棉麻织物的结构性粘合膜的示例性工艺的流程图；

[0047] 图 10 是根据本公开实施例的流程图, 其示出使用图 3 中所示结构性粘合膜修复碳纤维增强元件的示例性工艺；以及

[0048] 图 11 是根据本公开的另一个实施例的飞行器的侧视图, 其包括可用导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜修复的碳纤维增强元件。

具体实施方式

[0049] 按照本公开的系统和方法的实施例旨在碳纤维增强元件的结构性修复过程中重

建电导。某些实施例的许多特定细节在下面的说明和图 1-11 中给出从而提供这类实施例的透彻理解。本公开可有额外实施例,或可不用下述一个或更多细节实施。

[0050] 通常,按照本公开的系统和方法的实施例重建替换的碳纤维板层到周围碳纤维增强元件的碳纤维板层的电导。本发明系统和方法实施例也重建嵌埋在碳纤维增强元件中的导电网的电连续性。本发明系统和方法是经结构性粘合膜实现的,该结构性粘合膜包括电导棉麻织物。电导棉麻织物不仅有助于在应用和固化过程中支撑粘合剂,而且提供修复区周围的导电路径从而使得能够电气连接到周围碳纤维板层或导电网。因此,这些实施例可有利地减小或消除修复区和未损坏部分的碳纤维增强元件之间的电弧放电。

[0051] 更具体参考附图,本公开实施例可结合图 1 中所示的飞行器制造和使用方法 100,以及图 2 中所示的飞行器 102 说明。在制造前,示例性方法 100 可包括飞行器 102 的规范和设计 104 以及材料采购 106。在制造过程中,进行飞行器 102 的元件和组件制造 108 以及系统集成 110。然后,飞行器 102 可经历认证和交付 112 以便投入使用 114。在用户使用时,设定了飞行器 102 的日常保养和维护 116(也可包括改进、重新配置、整修、等等)。

[0052] 方法 100 的每个过程可通过系统集成商、第三方、和/或运营者(如客户)进行或执行。为了本说明的目的,系统集成商可包括但不限于任何数目的飞行器制造商和主系统分包商;第三方可包括但不限于任何数目的卖方、分包商、和供应商;运营者可以是航空公司、租赁公司、军事单位、维护组织、等等。

[0053] 如图 2 所示,示例性方法 100 制造的飞行器 102 可包括具有多个系统 120 和内饰(interior)122 的机身 118。高级系统 120 的例子包括一个或更多推进系统 124、电气系统 126、液压系统 128、环境系统 130。还可包括任何数目的其他系统。虽然示出了航天例子,本公开的原理可用于其他工业,如汽车工业。

[0054] 这里实施的设备和方法可在制造和维护方法 100 的一个或更多阶段中采用。例如,相应于制造工艺 108 的元件或组件可以类似于飞行器 102 在使用中生产的元件或组件的方式制作或制造。而且,一个或更多设备实施例、方法实施例、或其组合可在生产阶段 108 中利用,例如通过显著加速飞行器 102 的组装或减少成本。类似地,一个或更多设备实施例、方法实施例、或其组合可在飞行器 102 在使用中时利用,例如且不限于保养和维护 116。

[0055] 图 3 是等视图,其示出根据本公开实施例的包括导电棉麻织物的结构性粘合膜。特别地,图 3 描绘了示例性结构性粘合膜 300。示例性结构性粘合膜 300 包括第一树脂粘合剂层 302 和第二树脂粘合剂层 304。第一树脂粘合剂层 302 和第二树脂粘合剂层 304 经配置粘附到碳纤维层压板层上,如碳纤维增强塑料(CFRP)板层。在不同实施例中,第一树脂粘合剂层 302 和第二粘合剂层 304 中的每个都可包括半固化膜(prepreg film)或浆糊中的一种。导电棉麻织物层 306 设置在第一树脂粘合剂层 302 和第二树脂粘合剂层 304。根据不同实施,导电棉麻织物层 306 可嵌入到并贴附(adhere)到第一树脂粘合剂层 304 和第二树脂粘合剂层 304 上。在特殊实施例中,导电棉麻织物层 306 可压到第一树脂层 102 和第二树脂层 304 中,因此其被两个树脂层的树脂浸渍。导电棉麻织物层 306 经配置提供连续导电率,示例性结构性粘合膜 300 也可用作膜提供形状的粘附基体。

[0056] 根据不同实施例,导电棉麻织物层 306 可以是任何构型,如不限于包括插入导电纤维束的网、编制垫、或随即纤维垫。总之,这些不同网和垫子也就是所谓载体。导电纤维可包括金属和非金属材料。例如,导电纤维可由典型柔软导体(如铜、铝、铂、银、或包括这

些金属的合金)。在另一个例子中,导电纤维也可由非金属导体,如石墨制造。

[0057] 可以理解,图 3 示出导电棉麻织物嵌埋结构性粘合膜的实施例,也可构造多种其他实施例。例如,其他实施例可包括多个导电棉麻织物层。

[0058] 图 4a 和 4b 是用图 3 中所述示例性结构性战绩膜修复复合层压元件的示例性技术 400 和 414 的侧视图。特别地,图 4a 示出修复碳纤维增强元件非透过性穿刺的示例性技术 400。此外,图 4b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 414。这里示例性修复技术 400 和 414 可称为“嵌接”修复技术。

[0059] 修复技术 400 可以对碳纤维增强元件 402 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 402 可包括碳纤维碾层的多个板层 404。

[0060] 如图 4a 所示,碳纤维增强元件 402 可包括非透过性穿刺修复区域 406,(如凹痕、裂缝(crack)、开口(fissure)、等等)。修复区域 406 可制备以便通过从板层的连续层除去部分区域从而形成减小的凹口 408 而修复。而且,凹口 408 的拐角也可倒角。从连续层除去部分区域从而形成凹口可用任何合适制造工具或工艺实现,如高速研磨机(grinder)。凹口 408 减小可作为碳纤维增强元件 402 经受的负载的函数调整。例如,如果碳纤维增强元件 402 经历轻负载,可使用急剧锥度(steepest taper)。然而,如果碳纤维增强元件 402 受到重负载,则可利用更减缓锥度。

[0061] 修复技术 400 包括设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 410 到凹口 408 中。结构性粘合膜 410 可以是上述并在图 3 中示出的结构性膜。替换层压层 415 的一个或更多板层可设置在结构性粘合膜 410 上面从而恢复修复区域 408。

[0062] 可以理解,导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 410 设置在减小凹口 408 的板层和替换层压层 412 的一个或更多板层之间,因此在两个板层接合(assembly)之间建立电接触。该电接触可用来确保任何被引导到替换层压层 412 的闪电放电被适当导向周围碳纤维层压层的板层 404 中。因此,闪电放电可从非透过性穿刺修复区 406 分散到更大区域从而最小化其影响。在某些实施中,放电也可移动到一个或更多放电特征部件。

[0063] 图 4b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 414。修复技术 414 可以对碳纤维增强元件 416 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 416 可以包括多层碳纤维层压层。

[0064] 如图 4b 所示,碳纤维增强元件 416 可包括透过性穿刺修复区域 420,(如完全刺穿碳纤维增强元件 416 的穿孔(puncture))。修复区域 420 可经制备以便以与修复区 406 基本相同的方式修复从而形成减小凹口 422。

[0065] 此外,修复技术 414 包括设置一个或更多支持板层 424 在透过下穿刺修复区 420 的内侧。导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 426 设置在锥形凹口 422 中。结构性粘合膜 426 可以是上述并在图 3 中示出的结构性的粘合膜。一个或更多层替换层压层 428 可设置在结构性粘合膜 426 上从而恢复修复区 420。

[0066] 可以理解,导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 426 设置在减小凹口 422,一个或更多支持板层 424,和一个或更多层替换层压层 428 层间,以便足够的电接触建立在板层接合之间。该电接触可用来确保被引导到替换层压层的任何闪电放电被适当地传导到碳纤维层压层的周围板层 418。因此,闪电放电可从透过性穿刺修复区域 420 分散到更大区域从而最小化其影响。在某些实施中,放电也可进入一个或更多放电特征中。

[0067] 图 5a 和 5b 是用图 3 中所示示例性结构性粘合膜修复网覆盖的复合层压层元件的示例性技术 500 和 520 的侧视图。特别地,图 5a 示出修复网覆盖的碳纤维增强元件非透过性穿刺的示例性技术 500。此外,图 5b 示出修复碳纤维增强元件透过性穿刺的示例性技术 520。

[0068] 修复技术 500 可对碳纤维增强元件 502 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 502 可包括多层碳纤维层压层。而且,碳纤维增强元件 502 也可包括导电网 506,其可设置在板层 504 的表面上。导电网 506 可以电耦合到合适基础(ground)上以便耗散放电使其离开复合层压层组件。

[0069] 如图 5a 所示,碳纤维增强元件 502 可包括非透过性穿刺修复区 508(如凹痕、裂缝、开口、等等)。修复区 508 可制备以便通过从板层的连续层除去部分从而形成减小凹口 510 而修复。而且,凹口 510 的拐角也可倒角。从连续层除去部分而形成凹口 510 可用任何合适制造工具或工艺实现,如高速研磨机。凹口 510 的锥形可作为碳纤维增强元件 502 所经受的负载的函数调整。例如,如果碳纤维增强元件 502 经历轻负载,可使用急剧的锥度。然而,如果碳纤维增强元件 502 受到重负载,则可利用更平缓的锥度。

[0070] 修复技术 500 包括设置结构性粘合膜 512 到凹口 510 中。结构性粘合膜 512 可以是导电结构性粘合膜,如上述并在图 3 中所示的。一个或更多替换层压板层可设置在粘合膜 512 上从而至少部分恢复修复区 508。

[0071] 随后,导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜 516 设置在一个或更多替换层压层 514 的板层上。结构性粘合膜 516 可以是上述并在图 3 中所示的结构性粘合膜。可以设置结构性粘合膜 516 以便至少其部分嵌入的导电棉麻织物与导电网 506 电接触。根据不同实施例,在导电棉麻织物和导电网 506 之间可以这样的方式形成充分的电接触,即使得闪电放电从非透过性穿刺修复区 508 分散。随后,一个或更多层替换层压层 518 可贴附在结构粘合膜 516 上从而完成修复。在某些实施例中,额外层压层(未示出)可进一步设置在替换层压层 518 上从而为修复提供额外的强度。结构性粘附膜 516 经配置将放电传导出修复区 508,只要设置在碳纤维增强元件 502 表面上的导电网 506 建立足够的电导。

[0072] 图 5b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 520。修复技术 520 可对碳纤维增强元件 522 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 522 可以包括多层碳纤维层压层。而且,碳纤维增强元件 522 也可包括导电网 526,其设置在板层 524 表面上。导电网 526 可电耦合到合适基础上以便将放电耗散处复合层压层组件。

[0073] 如图 5b 所示,碳纤维增强元件 526 可包括透过性穿刺修复区 528,(如完全刺穿碳纤维增强元件 522 的穿孔)。修复区 528 可制备以便以基本与修复区 508 相同的方式修复从而形成锥形凹口 530。

[0074] 此外,修复技术 520 包括设置一个或多个支持板层 532 在透过性刺穿修复区 528 的内侧。结构性粘附膜 534 设置在锥形凹口 530 上。结构性粘合膜 534 可经配置从而贴附到一个或更多支持板层 532 上。结构性粘附膜 534 可以是上述并在图 3 中示出的导电结构性粘合膜。一个或更多替换层压层 536 可设置在粘合膜 534 上从而至少部分恢复透过性穿刺修复区 528。

[0075] 随后,导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜 538 设置在一个或更多替换层压层 536

的板层上。结构性粘合膜 538 可以是上述并在图 3 中所示的结构性粘合膜。可以设置结构性粘合膜 538 以便至少其部分嵌埋的导电棉麻织物与导电网 526 电接触。根据不同实施例,在导电棉麻织物和导电网 526 之间可以这样的方式形成充分的电接触,即使得闪电放电从非透过性穿刺修复区 528 分散。随后,一个或更多层替换层压层 540 可贴附在结构粘合膜 538 上从而完成修复。在某些实施例中,额外层压层(未示出)可进一步设置在替换层压层 540 上从而为修复提供额外的强度。结构性粘附膜 538 经配置将放电传导出修复区,只要设置在碳纤维增强元件 522 表面上的导电网 526 建立足够的电导。

[0076] 图 6a 和 6b 是使用图 3 所示的示例性结构性粘合膜修复复合层压层元件的示例性技术 600 的侧视图。特别地,图 6a 示出示例性技术 600 以便修复碳纤维增强元件的非透过性穿刺。此外,图 6b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 614。示例性修复技术 600 和 620 这里可称为“台阶”修复技术。

[0077] 修复技术 600 可对碳纤维增强元件 602 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 602 可包括多层碳纤维层压层 604。

[0078] 如图 6 所示,碳纤维增强元件 602 可包括为台阶修复制备的非透过性穿刺修复区 606,(如凹痕、裂缝、开口、等等)。特别地,修复区 606 可通过从板层的连续层除去部分从而形成台阶状凹口 608 而为修复制备。凹口 608 的拐角也可倒角从而除去毛头。与“嵌接”修复不同,台阶状凹口 608 可通过以台阶状的方式经合适制造工具或工艺从每个板层除去材料而实现,如不限于剝削切割(routing cutting)或碾磨。

[0079] 修复技术 600 包括设置多个导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 610 到台阶状凹口 608 中。结构性粘合膜 608 可以是上面参考图 3 说明的结构性粘合膜。

[0080] 对于凹口的每个台阶,可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 610,以便至少部分嵌埋的导电棉麻织物与邻近结构性粘合膜 610 的嵌埋的导电棉麻织物电接触。例如,如图 6a 所示,可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 610a,以便与部分 610b 电接触。进而,可设置部分 610b 以便与部分 610c 电接触,如此类推,610d 和 610e 也一样。同时,一个或更多板层的替换层压层 612 可交替内分散在每层结构性粘合膜 610 上从而恢复修复区 606。

[0081] 粘合膜 610a-610e 之间的电接触可用来确保任何被引导到替换层压层 612 的闪电放电被使当地导入周围碳纤维层压层。因此,闪电放电可从非透过性穿刺修复区 606 分散到更大区域从而最小化其影响。在某些实施中,放电也可进入一个或更多放电特征部件中。

[0082] 图 6b 示出修复碳纤维增强元件透过性穿刺的示例性技术 614。修复技术 614 可对碳纤维增强元件 616 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 616 可包括多层碳纤维层压层 618。

[0083] 如图 6b 所示,碳纤维增强元件 616 可包括透过性穿刺修复区 620,(如完全刺穿碳纤维增强元件 616 的穿孔)。修复区 620 可以与修复区 606 基本相似的方式为修复制备从而形成减小凹口 622。

[0084] 此外,修复技术 614 包括设置一个或多个支持板层 624 在透过性穿刺修复区 620 内侧。导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 610,如粘合膜 626a,可设置在锥形凹口 622 内,以便接触一个支持板层 624。进一步,对于锥形凹口的每个“台阶”,可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 626,因此至少部分嵌埋的导电棉麻织物与邻近结构性粘合膜 626 的嵌埋

导电棉麻织物电接触。例如,如图 6a 所示,可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 626a,以便与部分 626b 电接触。进而,可设置部分 626b 从而与部分 626c 电接触,如此类推,626d 和 626e 也一样。同时,一个或更多板层的替换层压层 628 可交替内分散在每层结构性粘合膜 626b 上从而恢复修复区 620。

[0085] 粘合膜 626a-626e 之间的电接触可用来确保任何引导到替换层压层 628 的闪电放电被适当地导入到碳纤维层压层的周围板层 618 中。因此,闪电放电可从非透过性穿刺修复区 620 分散到更大区域从而最小化其影响。在某些实施中,放电也可进入一个或更多放电特征中。

[0086] 图 7a 和 7b 是使用图 3 所示的示例性结构性粘合膜修复网覆盖的复合层压层元件的示例性技术 700 和 720 的侧视图。特别地,图 7a 示出示例性技术 700 以便修复网覆盖的碳纤维增强元件的非透过性穿刺。此外,图 7b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 720。

[0087] 修复技术 700 可对碳纤维增强元件 702 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料 (CFRP) 元件。碳纤维增强元件 602 可包括多层碳纤维层压层 704。而且碳纤维增强元件 702 也可包括导电网 706,其设置在板层 704 的表面上。导电网 706 可电耦合到合适基础上以便从复合层压层组件耗散放电。

[0088] 如图 7a 所示,碳纤维增强元件 702 可包括非透过性穿刺修复区 708,(如凹痕、裂缝、开口、等等)。修复区 708 可通过从板层的连续层除去部分从而形成台阶状凹口 710 而为修复制备。而且,台阶状凹口 710 的拐角也可倒角从而除去毛头。从连续层除去部分从而形成台阶状凹口 710 可用任何合适制造工具或工艺实现,如但不限于,高速研磨机。凹口 710 中每个台阶的长度可作为碳纤维增强元件 702 所经受的负载的函数调整。例如,如果碳纤维增强元件 702 经历轻负载,可使用较短的台阶。然而,如果碳纤维增强元件 702 受到重负载,则可利用较长的台阶。

[0089] 修复技术 700 包括设置结构性粘合膜 712 到凹口 710 中。结构性粘合膜 712 可以是上述和图 3 中所示的导电结构性粘合膜。进一步,导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 712 可设置在凹口 710 的每个“台阶”上。

[0090] 在结构性粘合膜 712 可包括导电结构性粘合膜的实施中,可设置每个结构性粘合膜 712 以便至少部分嵌埋的导电棉麻织物与邻近结构性粘合膜 712 嵌埋的导电棉麻织物电接触。例如,如图 7a 所示,可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 712a 以便与部分 712b 电接触。进而,可设置部分 712b 以便与部分 712c 电接触,如此类推。同时,一个或更多板层的替换层压层 714 可内分散在结构性粘合膜 712 的每层上从而恢复修复区 706。

[0091] 在这样的实施中,粘合膜 712a-712d 之间的电接触可用来确保任何被引导到替换层压层 714 的闪电放电被适当地导入碳纤维层压层的周围板层 704 中。因此,闪电放电可从非透过性穿刺修复区 708 分散到更大区域从而最小化其影响。

[0092] 然后,导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 716 设置在一个或更多层替换层压层 714 的顶上。结构性粘合膜 716 可以是上述和如图 3 所示的结构性粘合膜。可设置结构性粘合膜 716 以便至少部分嵌埋的导电棉麻织物与导电网 706 电接触。根据不同实施例,导电棉麻织物和导电网 706 之间足够的电导可以这样的方式形成,即,使得闪电放电能够从非透过性穿刺修复区 708 分散。随后,一个或更多顶层替换层压层 718 可贴附在结构性粘

合膜 716 上从而完成修复。在某些实施例中,层压层的额外板层(未示出)可进一步设置在替换层压层 718 上从而为修复提供额外的强度。结构性粘合膜 716 经配置从修复区导通放电,只要设置在碳纤维增强元件 702 的表面的电电网 706 建立足够电导。

[0093] 图 7b 示出修复碳纤维增强元件的透过性穿刺的示例性技术 720。修复技术 720 可对碳纤维增强元件 722 执行,该碳纤维增强元件可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 722 可包括多层碳纤维层压层 724。而且碳纤维增强元件 722 也可包括电电网 726,其设置在板层 724 的表面上。电电网 726 可电耦合到合适基础上以便从复合层压层组件耗散放电。

[0094] 如图 7b 所示,碳纤维增强元件 720 可包括透过性穿刺修复区 728,(如完全穿刺碳纤维增强元件 722 的穿孔)。修复区 728 可以基本类似于修复区 728 修复方式制备从而形成台阶状凹口 730。

[0095] 此外,修复技术 720 包括设置一个或更多支持板层 732 在透过性穿刺修复区 728 的内侧。结构性粘合膜 734a 可设置在台阶状凹口 730 中以便接触一个支持板层 732。而且,对于凹口 730 的每个“台阶”,可设置结构性粘合膜 734,如 734b-734e。结构性粘合膜 734 可以是上述和图 3 所示的导电结构性粘合膜。

[0096] 在结构性粘合膜 734 可包括导电结构性粘合膜的实施中,可设置每个结构性粘合膜 734 以便至少部分嵌入的导电棉麻织物与邻近结构性粘合膜 734 嵌入的导电棉麻织物电接触。例如,如图 7a 所示,可设置导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜 734a 以便与部分 734b 电接触。进而,可设置部分 734b 以便与部分 734c 电接触,如此类推。同时,一个或更多板层的替换层压层 736 可交替地内分散在结构性粘合膜 734 的每层上从而恢复修复区 728。

[0097] 在这样的实施中,粘合膜 734a-734d 之间的电接触可用来确保任何被引导到替换层压层 736 的闪电放电被适当地导入碳纤维层压层的周围板层 724 中。因此,闪电放电可从非透过性穿刺修复区 728 分散到更大区域从而最小化其影响。

[0098] 然后,导电棉麻织物嵌入的结构性粘合膜 738 设置在一个或更多层替换层压层 736 的顶上。结构性粘合膜 738 可以是上述和如图 3 所示的结构性粘合膜。可设置结构性粘合膜 738 以便至少部分嵌入的导电棉麻织物与电电网 726 电接触。随后,一个或更多顶层替换层压层 740 可贴附在结构性粘合膜 716 上从而完成修复。在某些实施例中,层压层的额外板层(未示出)可进一步设置在替换层压层 740 上从而为修复提供额外的强度。结构性粘合膜 738 经配置从修复区导通放电,只要设置在碳纤维增强元件 702 的表面的电电网 726 建立足够电导。

[0099] 图 8a 是用图 3 中所示示例性结构性粘合膜修复复合层压层元件的示例性砂眼补丁技术的侧视图。通常,砂眼补丁修复是不涉及从损坏区除去材料的中间修复(interim repair)。包括一个或更多修复层压层的补丁以粘附膜层粘附(affixed)到损坏区的表面上。

[0100] 修复技术 800 可对碳纤维增强元件 802 执行,其可以是碳纤维增强塑料(CFRP)元件。碳纤维增强元件 802 可包括多层碳纤维层压层。如图 8a 所示,碳纤维增强元件 802 可包括修复区 806。例如,修复区 806 可经受某些裂缝或开口。

[0101] 导电棉麻织物嵌入结构性粘合膜 808 设置在修复区 806(如裂缝、开口等等)顶部上。结构性粘合膜 808 可以是上述和图 3 所示的结构性粘合膜。一个或更多层补充层压层

810 可设置在结构性粘合膜 808 上从而覆盖修复区 806。

[0102] 可以理解, 导电棉麻织物嵌埋结构粘合膜 808 设置在多层 804 和一个或更多层补充层压层 810 之间以便在两个板层接合处建立充分的电接触。电接触可用来确保任何被引导到补充层压层 810 的闪电放电被适当地导入多个板层 804。因此, 闪电放电可从补充板层 810 分散到更大区域。

[0103] 图 8b 是用图 3 中所示示例性结构性粘合膜修复网覆盖的复合层压层元件的示例性砂眼补丁技术的侧视图。

[0104] 修复技术 812 可对碳纤维增强元件 814 执行, 其可以是碳纤维增强塑料 (CFRP) 元件。碳纤维增强元件 814 可包括多层碳纤维层压层 816。如图 8b 所示, 碳纤维增强元件 812 可包括修复区 818。例如, 修复区 818 可经受某些表面或浅不连续性。而且, 碳纤维增强元件 814 可至少部分覆盖以导电网 820, 该导电网电耦合到合适基础以便从复合层压层组件耗散放电。

[0105] 导电棉麻织物嵌埋结构性粘合膜 822 设置在修复区 818 (如裂缝、开口等等) 顶部上。结构性粘合膜 818 可以是上述和图 3 所示的结构性粘合膜。一个或更多层补充层压层 824 可设置在结构性粘合膜 820 上从而覆盖修复区 818。可设置该导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜 820 以便至少部分嵌埋的导电棉麻织物与导电网电接触, 从而使得闪电放电从修复区 818 分散。

[0106] 可以理解, 虽然上面示出某些使用包括嵌埋导电棉麻织物的结构性粘合膜的示例性修复技术, 结构性粘合膜可用在其他修复技术中, 其中使用不导电结构性粘合膜。例如, 除了修复闪电可触及的外部碳纤维增强元件, 导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜也可用于修复不同内部碳纤维增强元件。

[0107] 在特定实施例中, 棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜可用于修复静电放电灵敏应用中采用的元件, 如修复包括碳纤维增强元件的燃料箱或单元。然而, 可以理解无论采用的特定修复技术, 导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜, 如图 3 中所示膜 300, 可促进放电从修复区分散。

[0108] 图 9 是建立包括导电棉麻织物的结构性粘合膜的示例性工艺 600 的流程图。所说明的操作顺序不能解释为限制, 且任何数目的说明块可以任意顺序结合和 / 或平行执行工艺。

[0109] 在方框 902, 可提供第一树脂粘合剂层。树脂粘合剂层经配置能够贴附到碳纤维层压板层上, 如碳纤维增强塑料 (CFRP) 板层。在方框 904, 提供了导电棉麻织物, 其贴附到第一树脂粘合剂层。如上所述, 在某些实施例中, 导电棉麻织物可配置在包括交叉 (或不交叉) 导电纤维束的网中。导电纤维可包括金属和非金属材料。在某些实施例中, 导电棉麻织物可贴附到与其他粘合剂组合物上, 如树脂粘合剂。在方框 906, 第二树脂粘合剂层可提供来完成结构性粘合膜。在不同实施例中, 第二树脂粘合剂可具有与第一树脂粘合剂层相同的量。根据不同实施例, 导电棉麻织物和第一和第二树脂粘合剂层可在贴附过程中组合, 以便导电棉麻织物浸渍以来自一个或更多树脂层的树脂。

[0110] 图 10 是流程图, 其示出用包括导电棉麻织物的结构性粘合膜执行碳纤维增强元件修复的示例性工艺 1000。操作被说明的顺序不能解释为限制, 且任何数目的所说明的块可以任何顺序组合和 / 或平行执行。

[0111] 在方框 1002, 修复人员 (或机器) 可识别在碳纤维增强元件上修复区的复合构型。例如, 修复人员可识别复合层压层的类型, 复合层压层中板层的数目、板层取向、导电网相对板层的位置、以及其他因素。

[0112] 在方框 1004, 修复人员可用任何合适的检测方法识别所需的修复程度。例如, 修复人员可使用视觉检查、微波、声学、超声、或 X 射线设备识别碳纤维复合物所需的修复程度。在某些情形中, 修复区分层可经敲击分层区产生的声音识别。换句话说, 修复区中的分层可用产生声波并可检测所产生声波衰减的仪器检测。使用评估装置可识别修复区的尺寸和深度 (如受影响板层的数目)。

[0113] 在方框 1006, 修复人员可从修复区除去碎片和湿气。所除去的碎片可包括修复区中任何异物、以及需要替换的复合材料的任意板层 (如分离的板层)。在方框 1008, 修复人员可制备并清洁修复区的一个或更多表面。根据不同实施例, 制备工作可涉及研磨碳纤维复合材料从而形成逐级锥形凹口。此外, 修复区中任何拐角可转化为圆形或倒角的形状。而且, 修复人员可制备锥形的凹口从而暴露至少部分任何已有导电网, 该导电网存在于被修复的碳纤维复合材料中。

[0114] 在方框 1010 中, 修复人员可为修复区制备一个或更多替换板层。在多数实施中, 制备替换板层匹配原始结构中板层的取向。替换板层经配置至少恢复修复区到其原始形状和 / 或强度。然而, 在其他实施中, 可制备额外板层以便设置在替换板层的顶部。

[0115] 在方框 1012, 结构性粘合膜设置在锥形凹口中。根据不同实施例, 结构性粘合膜可以是图 3 中所示的导电结构性粘合膜。在使用导电结构性粘合膜的实施中, 可设置导电结构性粘合膜从而在原始结构和替换板层之间提供电导。

[0116] 在方框 1014, 修复人员可设置层压层在一个或更多层导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜上。层压层板层可包括替换板层, 且如果合适, 还包括额外板层。在大多实施中, 每个替换板层可取向以便匹配碳纤维增强元件中每个原始板层, 且取向一个或更多额外板层以便匹配原始外部板层。而且, 在实施例, 其中导电网出现在原始结构的外部, 额外导电结构性粘合膜可邻近导电网设置。特别地, 可设置导电棉麻织物嵌埋的结构性粘合膜以便至少部分导电棉麻织物与部分现有导电网电接触。例如, 电接触可足够将闪电放电从修复区导出。然后附加层压层板层可设置在额外附加导电结构性粘合膜上。

[0117] 在方框 1016, 修复人员可执行修复区的真空袋搁置从而去除障碍并固化附加的板层。固化附加的板层可通过加热辅助实现, 如利用电热毯。然而, 在某些可替换实施例中, 整个被修复的碳纤维增强元件可设置在炉子或高压锅中从而固化附加板层。

[0118] 在方框 1018, 修复人员可测试并检查修复区。例如, 修复人员可测试并检测修复区是否分层、正确固化、正确板层取向、正确粘附、等等。在某些实施例中, 可执行修复区的电导测试从而确保导电棉麻织物已经设置从而使得能够充分从修复区导出放电。例如, 一种对复合材料执行电导测试的特殊方法, 如授予 Georgeson 等人美国专利公开 No. 2007/0096751A1, 该专利于 2007 年 5 月 3 日公开, 其包括在此以供参考。

[0119] 在决策方框 1020, 修复人员可根据修复区的检测和检查判断是否修复是可接受的。如果判断修复是不可接受的, (在决策块 720, “否”), 如果需要, 该一个或更多不可接受的板层可和与其关联的结构性粘合膜可除去。除去之后, 工艺 700 可返回到方框 708, 这里修复人员可重复修复。

[0120] 然而,如果修复人员判断修复是可接受的(在方框 1020,“是”),工艺 1000 可进入决策方框 1024。在决策方框 1024,判断是否修复包括替换额外板层。如果由更多修复板层要替换,(在决策方框 1024,“是”),工艺 1000 可回到方框 1008,这里修复人员替换额外层压板层。然而,如果没有额外板层要替换,(在决策方框 1024,“否”),在方框 1026,包括被修复区的碳纤维增强元件返回使用。

[0121] 图 11 是飞行器 1100 的侧视图,其包括以导电棉麻织物嵌埋结构性粘合膜修复的一个或更多碳纤维增强元件。这样的飞行器可包括,例如但不限于,可从伊利诺斯的芝加哥的波音公司购买的 787 飞行器。如图 11 所示,飞行器 1100 包括一个或更多推进单元 1104,其耦合到机身 1102、机翼组件 1106(或其他提升表面)、尾翼组件 1108、着陆组件 1110、控制系统(不可见)、和能够正确操作飞行器 1100 的其他系统和子系统的主机(host)。在不同情形中,至少一部分机翼组件 1106 可包括一个或更多碳纤维增强元件。在某些情形中,这些组件可用结构性粘合膜修复,其包括导电棉麻织物,如图 3 所示。

[0122] 而且,导电棉麻织物嵌埋结构性粘合膜的不同实施例也可用来修复其他包括导电碳纤维外部元件的车辆。这些车辆可包括船只、列车、和任何其他车辆。导电棉麻织物可有利地保护这些车辆中修复的碳纤维增强元件免遭闪电袭击,且其他放电,如源自燃料箱中燃料带电的静电放电。

[0123] 根据本公开的系统和方法的实施例可提供相对现有技术明显的优势。例如,包括导电棉麻织物的结构性粘合膜使得闪电袭击的放电能够导出碳纤维增强元件的修复区。因此,导电棉麻织物可有利地最小化闪电袭击的效果。类似地,导电棉麻织物也可用来恢复电磁场(EMF)屏蔽并减小或消除源自闪电袭击的电弧放电和热能累积。

[0124] 虽然上面已经示出并说明了本公开的实施例,可不偏离本公开的精神和范畴做出许多变化。因此,实施例的范畴不受本公开限制。实际上,本公开的实施例完全由权利要求确定。

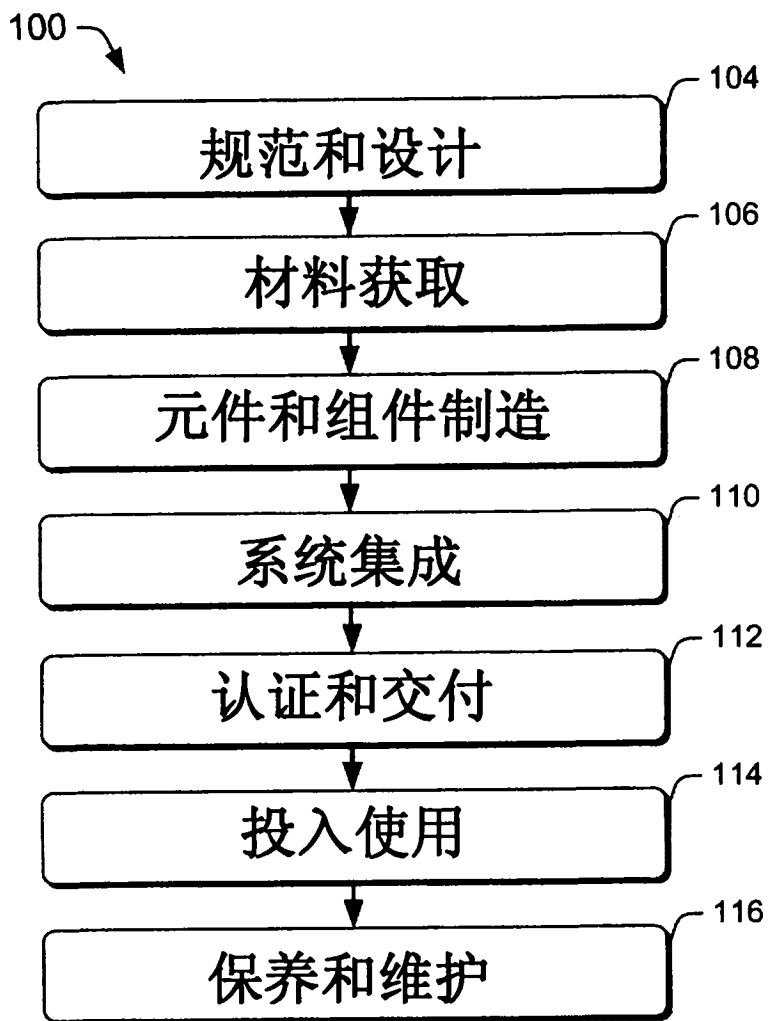


图 1

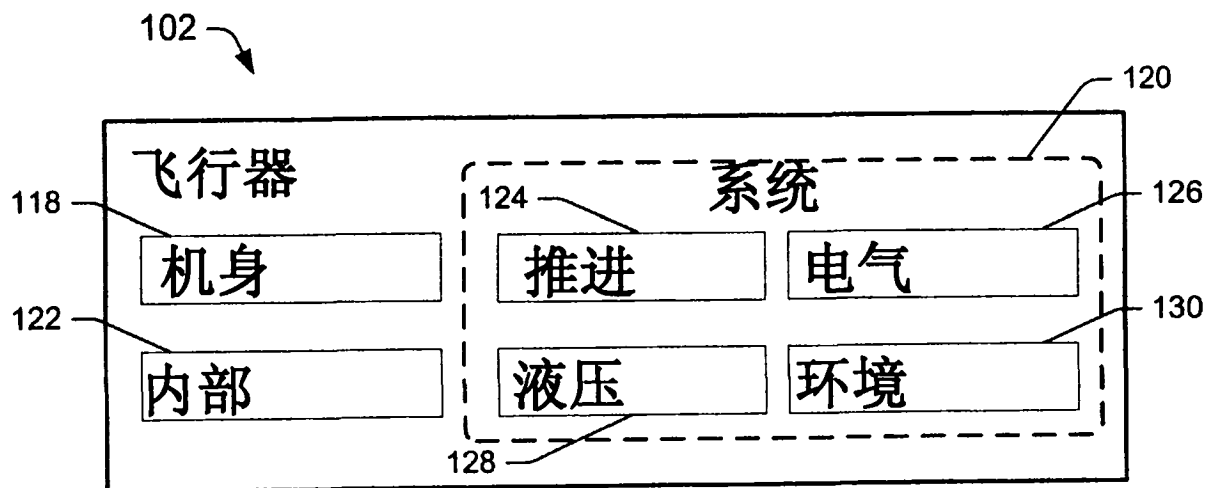


图 2

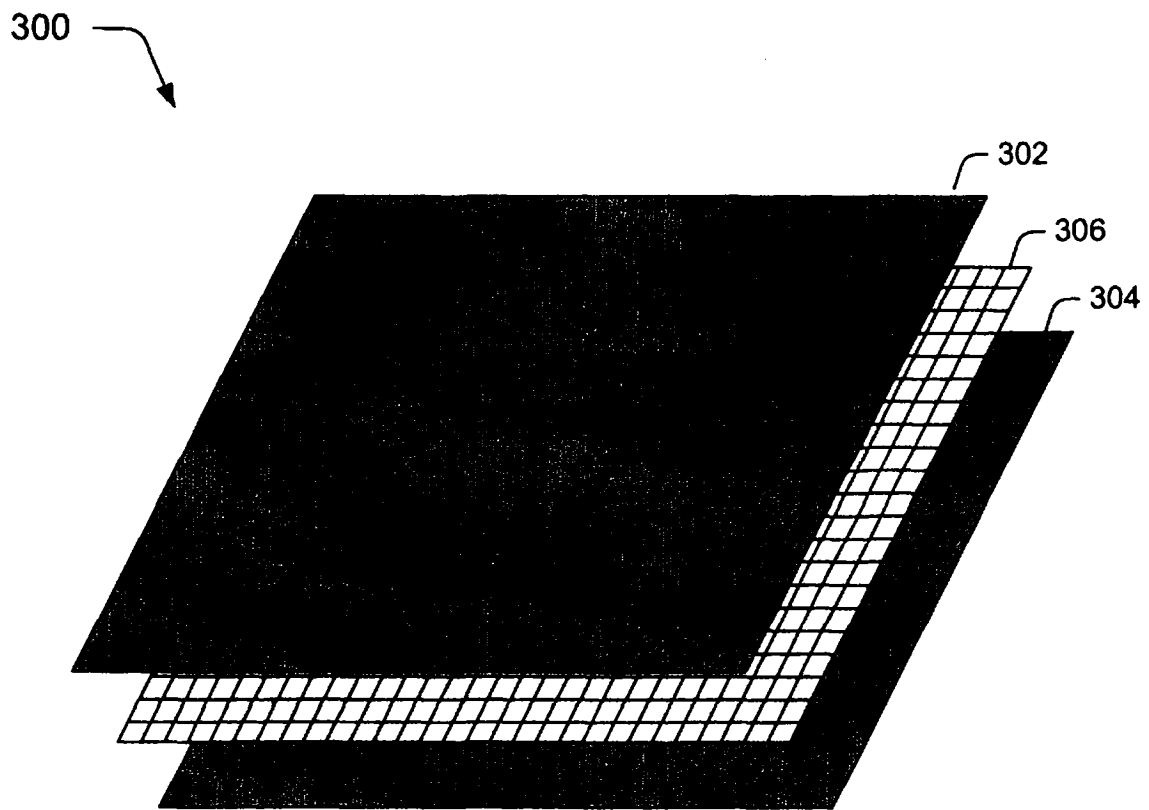


图 3

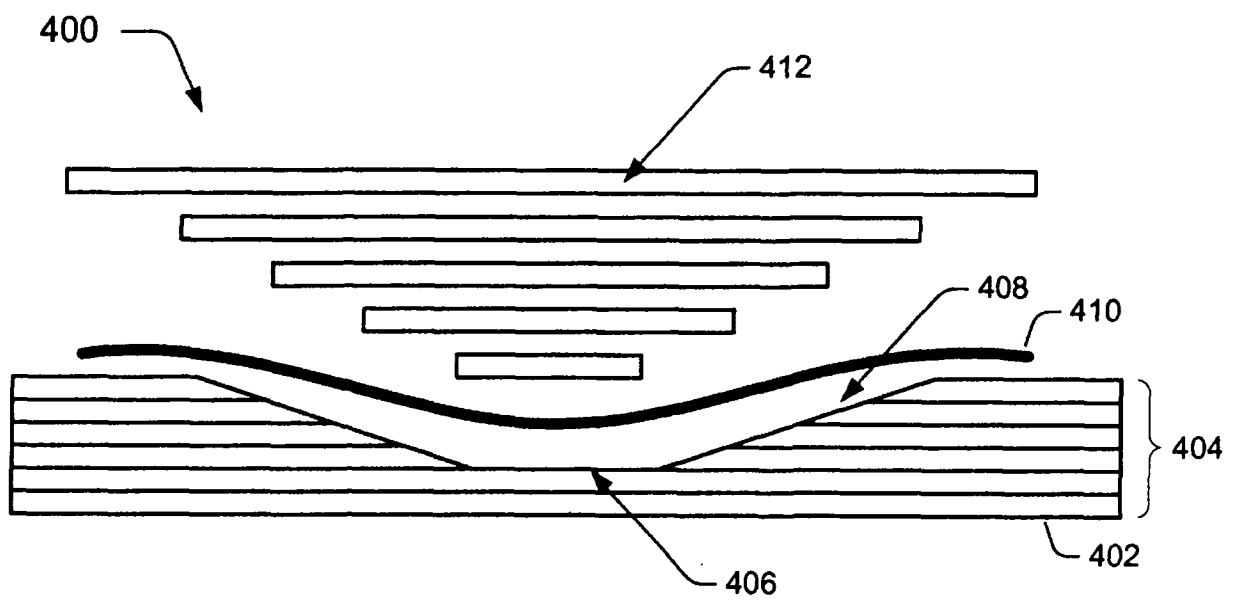


图 4a

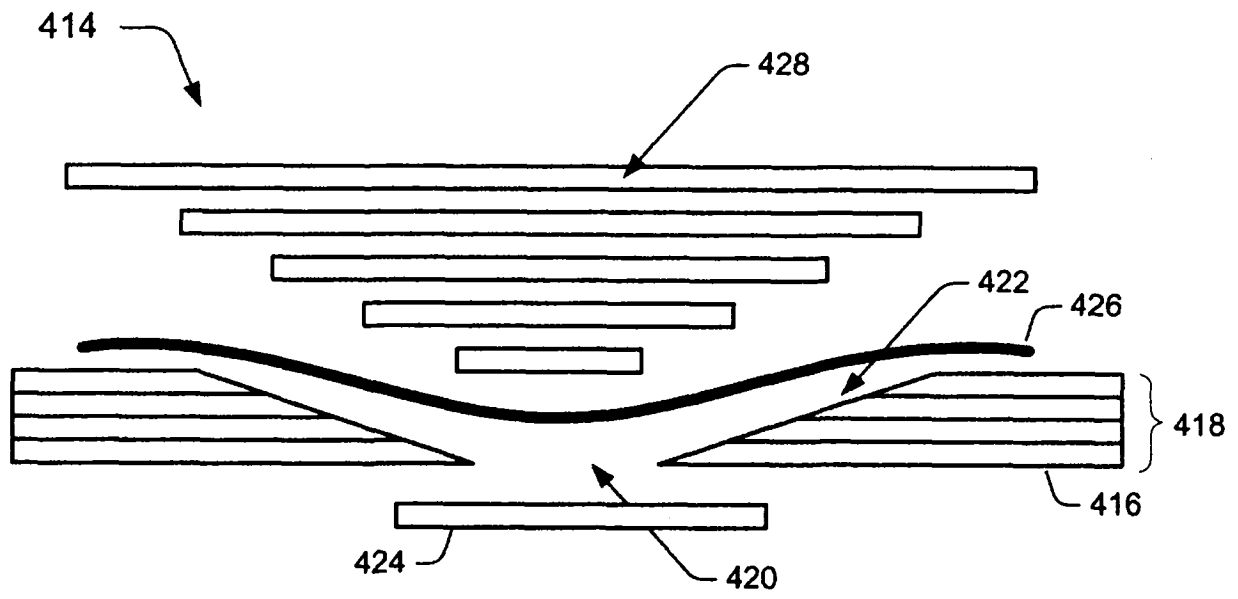


图 4b

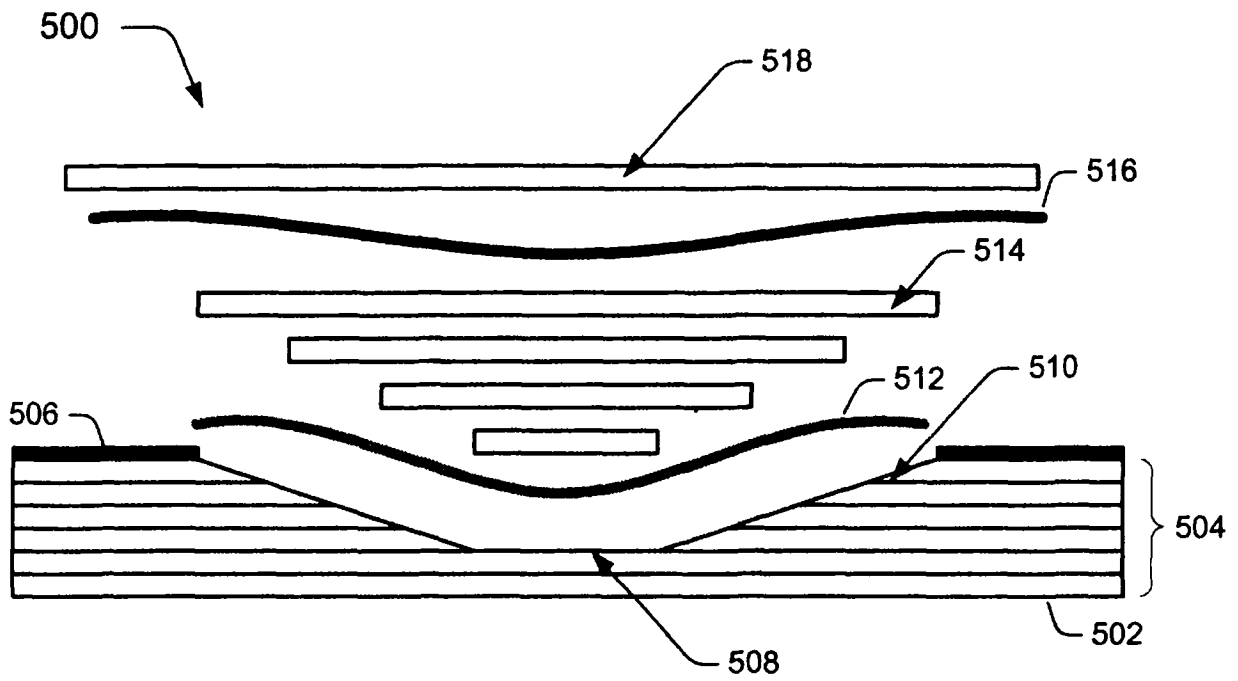


图 5a

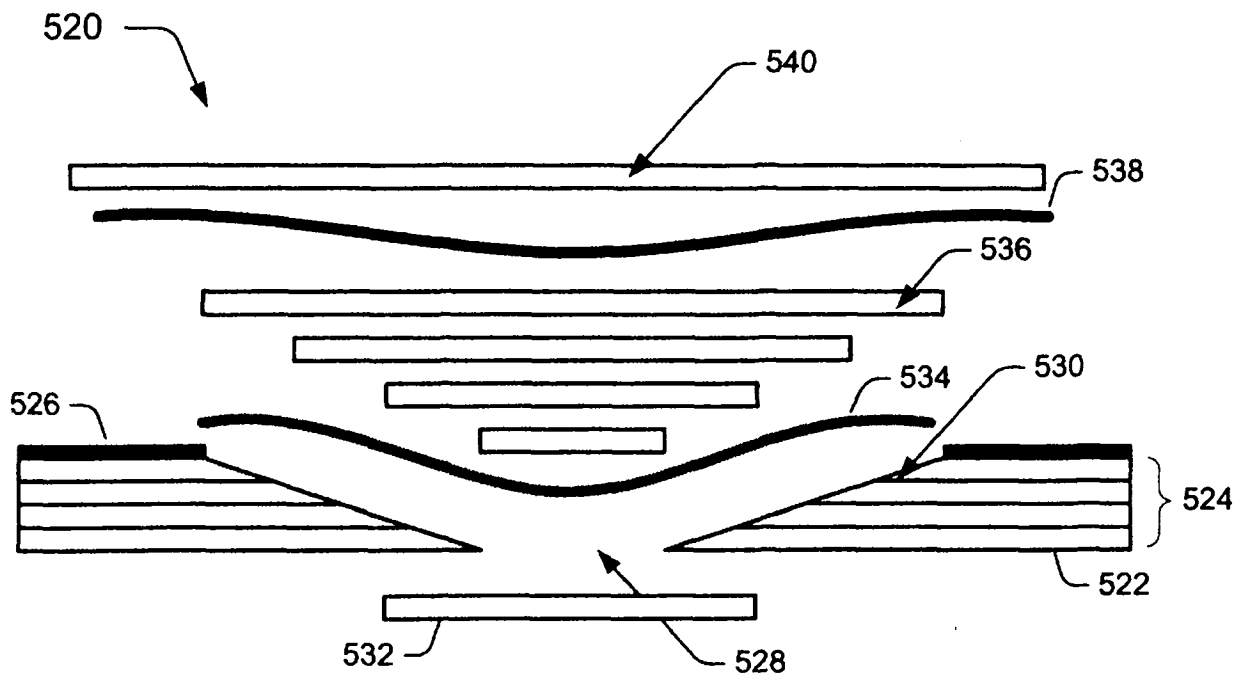


图 5b

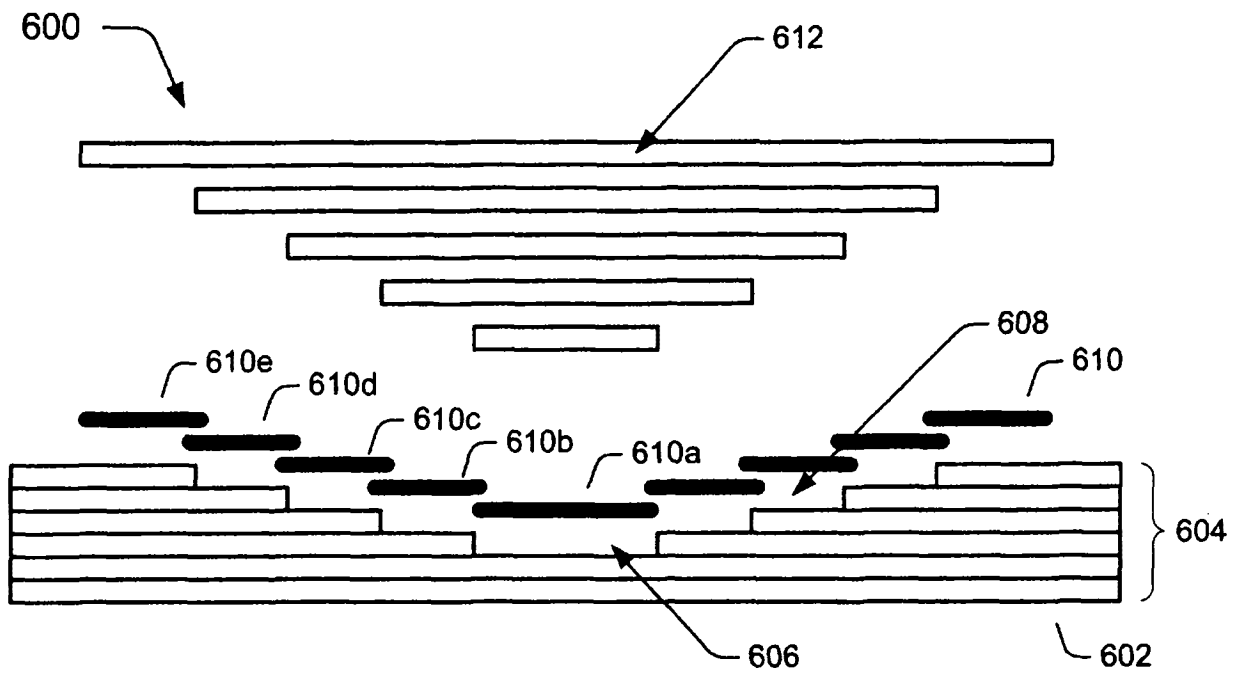


图 6a

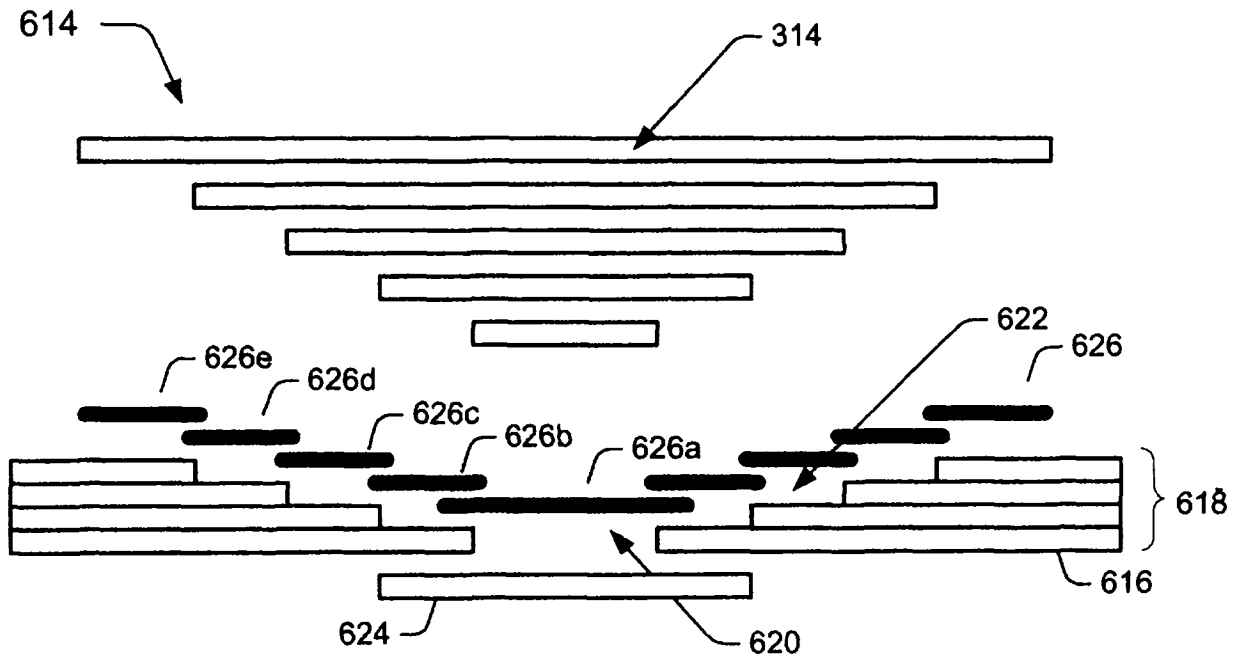


图 6b

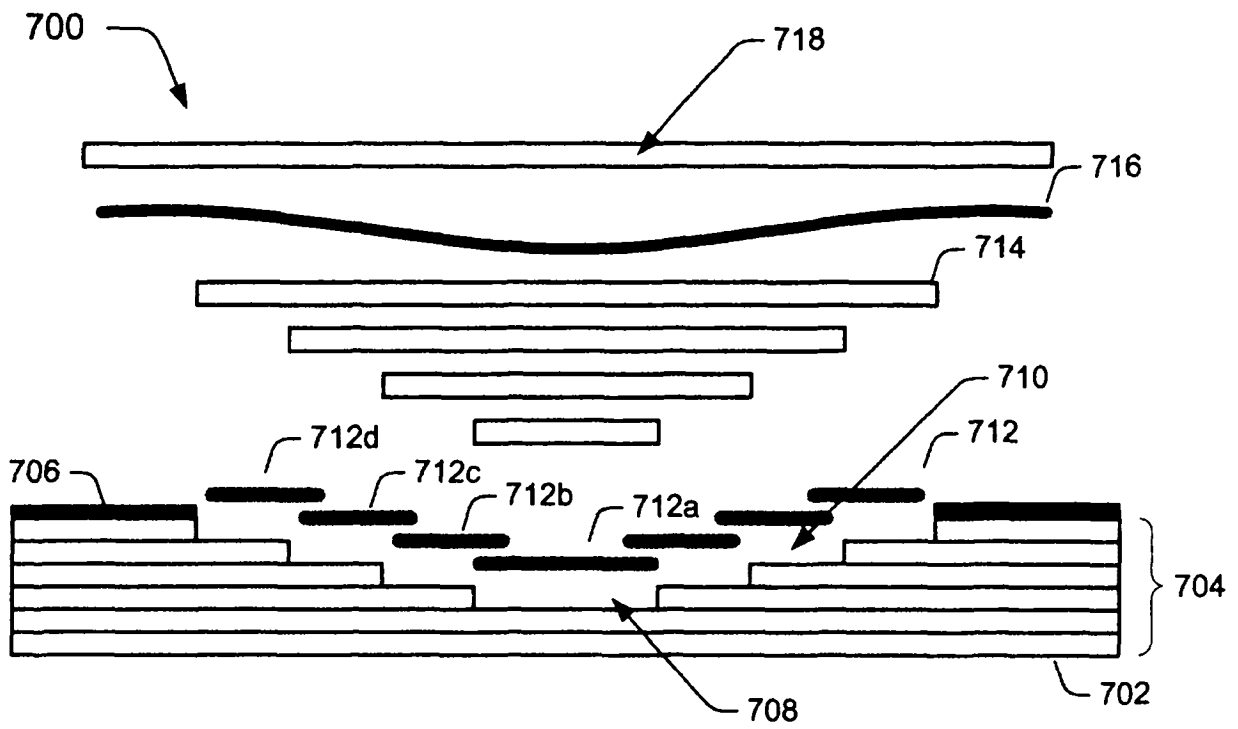


图 7a

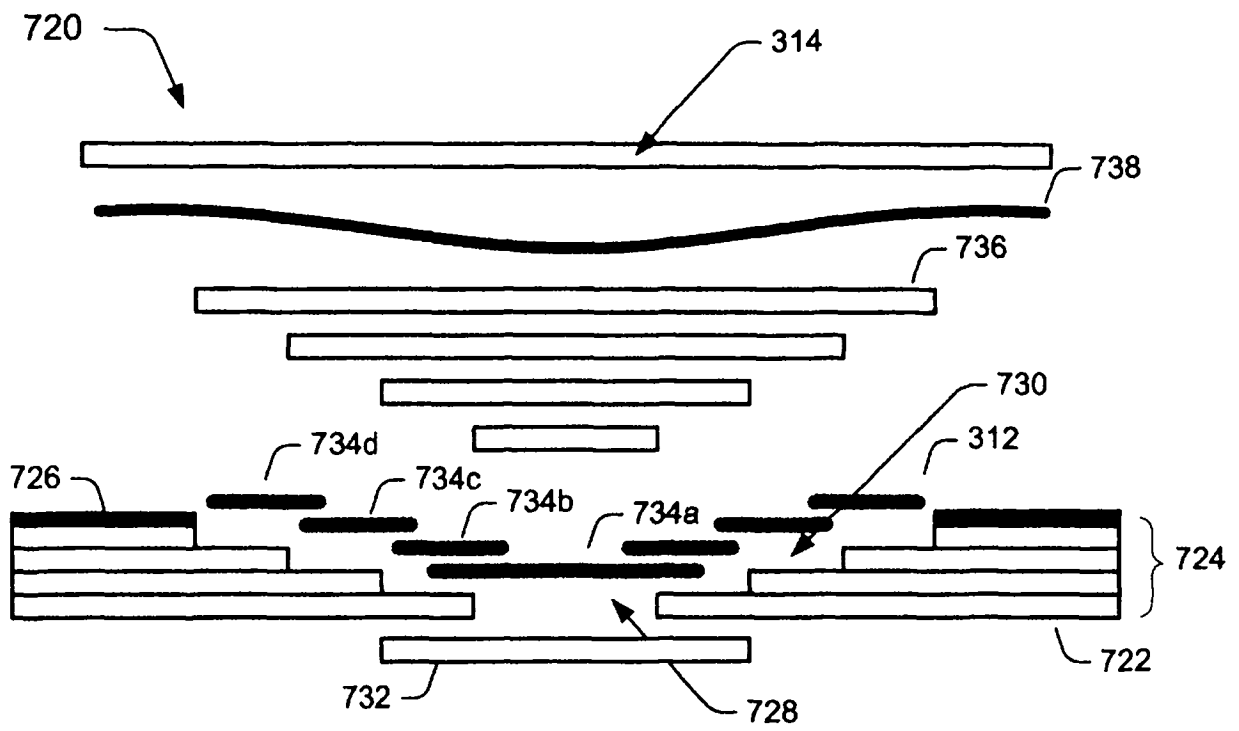


图 7b

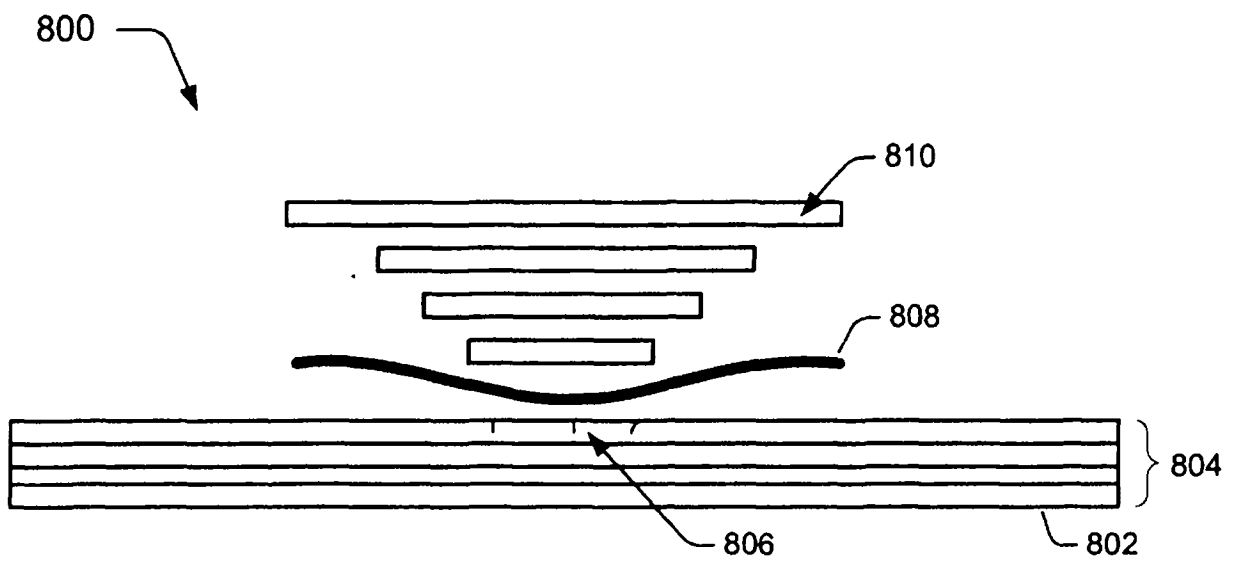


图 8a

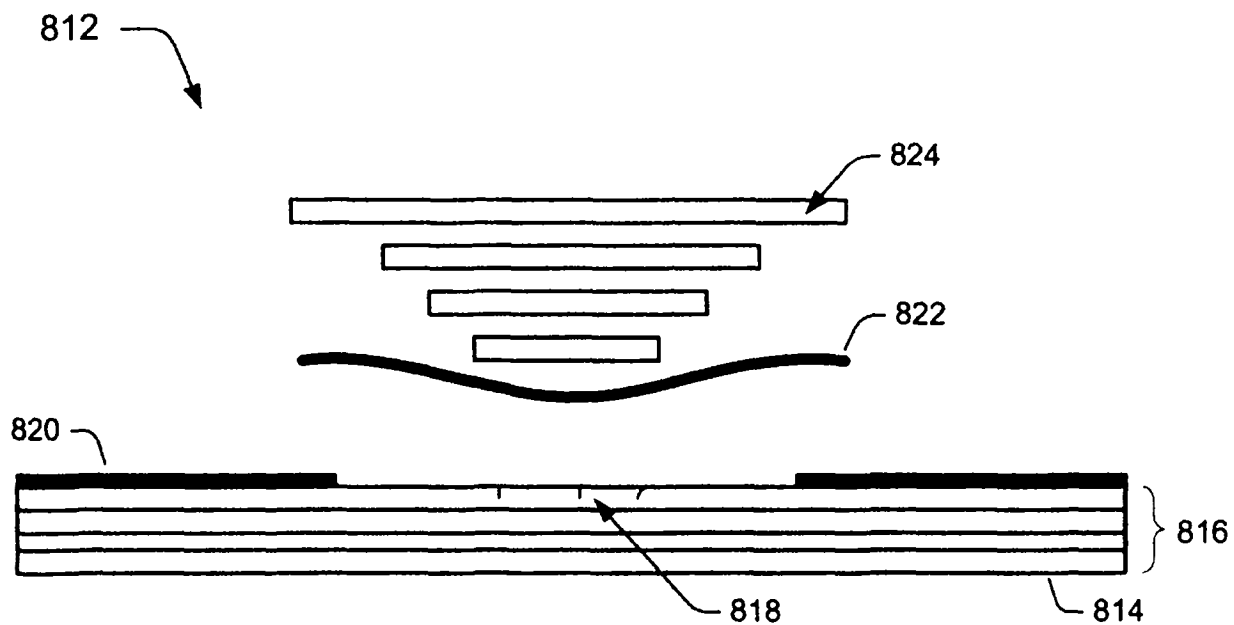


图 8b

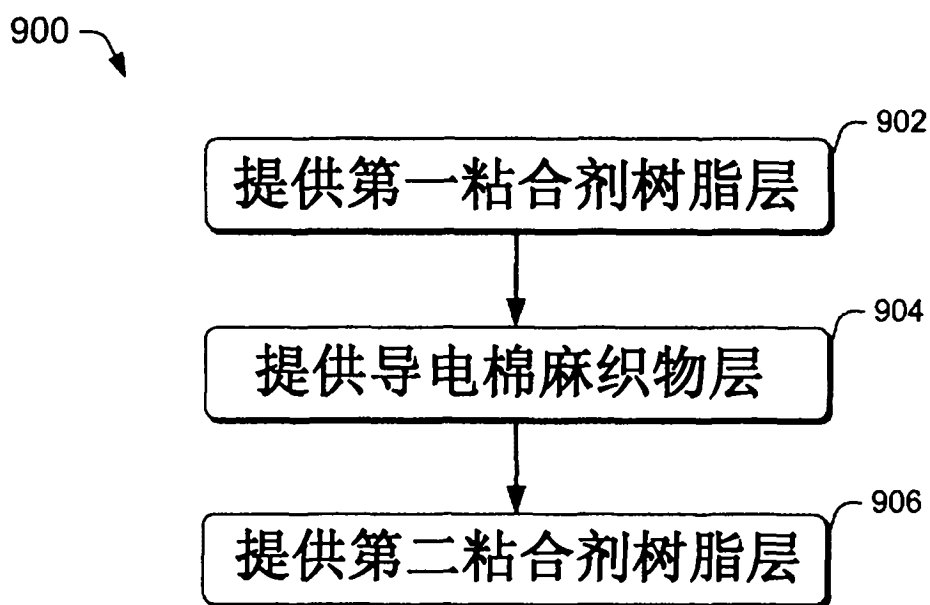


图 9

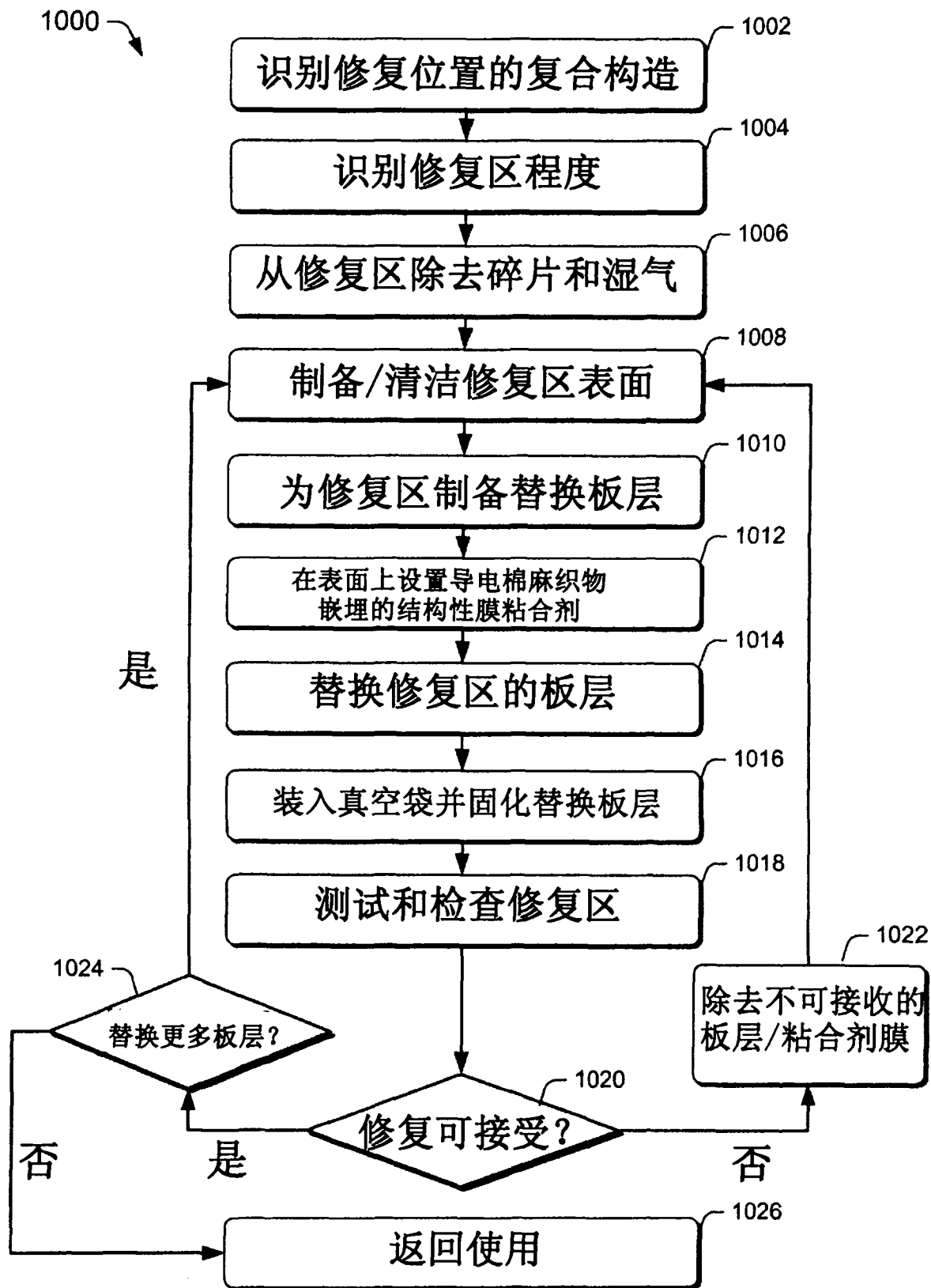


图 10

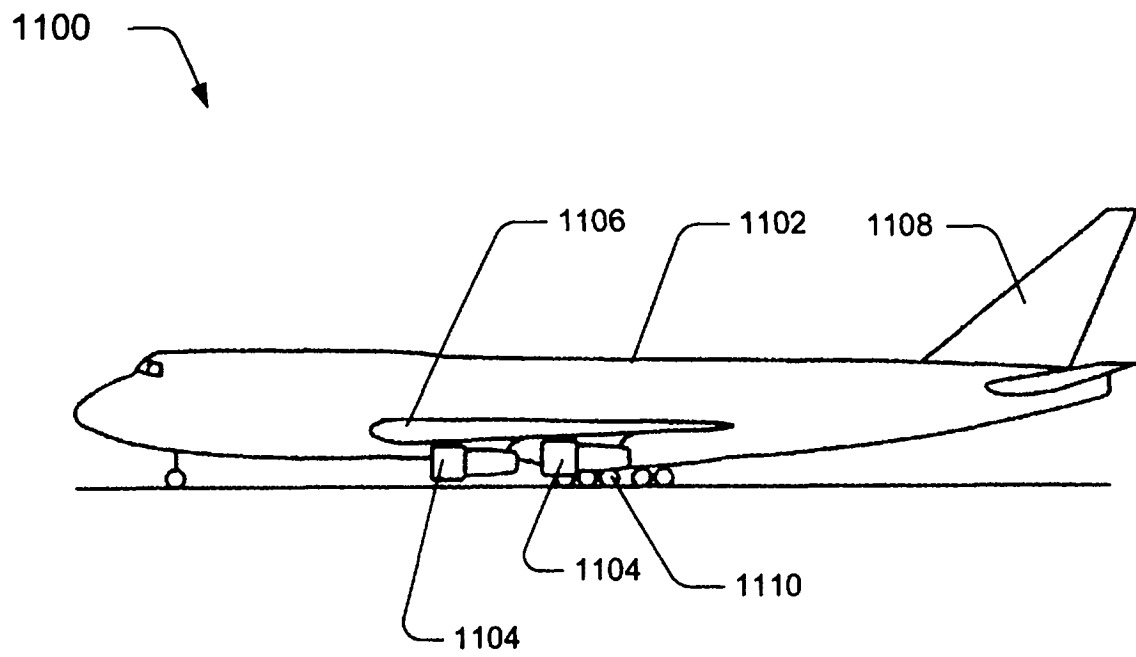


图 11