



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102862674 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201210231985. X

(22) 申请日 2012. 07. 05

(30) 优先权数据

13/176, 539 2011. 07. 05 US

(71) 申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 B·R·福克斯 S·J·福克斯

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B64C 3/38 (2006. 01)

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

用于降低失速速度的可缩回涡流发生器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于改进升力面组件低速性能的装置和方法。至少一个涡流发生器耦合至升力面组件,并且通过下垂铰接前缘,涡流发生器延伸穿过升力面组件,从而增加升力,其中该前缘耦合至升力面组件。涡流发生器缩回至升力面组件内部来减小阻力。

1. 一种用于改进升力面组件低速性能的方法,所述方法包括:
将至少一个涡流发生器耦合至升力面组件;
通过下垂耦合至所述升力面组件的铰接前缘,使所述至少一个涡流发生器延伸穿过所述升力面组件,从而增加升力;以及
使所述至少一个涡流发生器缩回至所述升力面组件内从而减小阻力。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包含:
将前缘装置可铰接地耦合至所述升力面组件,从而提供所述铰接前缘;以及
通过下垂所述铰接前缘来暴露所述至少一个涡流发生器。
3. 根据权利要求2所述的方法,还包含将所述铰接前缘耦合至所述至少一个涡流发生器,由此下垂所述铰接前缘使得所述至少一个涡流发生器延伸穿过所述升力面组件。
4. 根据权利要求2所述的方法,还包含将所述铰接前缘耦合至所述至少一个涡流发生器,由此抬升所述铰接前缘使得所述至少一个涡流发生器缩回至所述升力面组件内。
5. 根据权利要求2所述的方法,还包含通过抬升所述铰接前缘来覆盖所述至少一个涡流发生器。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中在巡航飞行条件下,所述铰接前缘覆盖所述至少一个涡流发生器,从而提供至少一个被覆盖的涡流发生器,以提供所述升力面组件的平滑、低阻力表面。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述至少一个被覆盖的涡流发生器降低巡航阻力。
8. 根据权利要求2所述的方法,其中处于低速配置时,所述铰接前缘增加了所述升力面组件的拱度。
9. 根据权利要求2所述的方法,其中在低速飞行条件下,所述铰接前缘在其铰链上旋转,暴露所述至少一个涡流发生器,从而提供至少一个暴露的涡流发生器,然后所述至少一个暴露的涡流发生器延伸到空气流中。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述至少一个暴露的涡流发生器在所述升力面组件的上表面上方激励气流,从而在所述升力面组件处于高迎角时延迟空气流边界层分离。
11. 根据权利要求9所述的方法,其中所述至少一个暴露的涡流发生器提供较低失速速度并且降低噪音。
12. 一种可缩回涡流发生器装置,其包含:
耦合至升力面的铰接前缘;
耦合至所述升力面的至少一个涡流发生器,并且能够运行从而:
当所述铰接前缘下垂时,延伸穿过所述升力面从而增加升力;以及
当所述铰接前缘抬升时,缩回至所述升力面内从而减小阻力。
13. 根据权利要求12所述的可缩回涡流发生器装置,其中下垂暴露所述至少一个涡流发生器。
14. 根据权利要求12所述的可缩回涡流发生器装置,其中所述至少一个涡流发生器耦合至所述铰接前缘的后缘下方的所述升力面。
15. 根据权利要求12所述的可缩回涡流发生器装置,其中所述铰接前缘能够运行从而

暴露所述升力面的内部以便通达。

16. 根据权利要求 12 所述的可缩回涡流发生器装置,其中抬升所述铰接前缘覆盖了所述至少一个涡流发生器。

17. 根据权利要求 12 所述的可缩回涡流发生器装置,其中:

当所述铰接前缘相对于所述升力面处于标称位置时,所述至少一个涡流发生器被充分覆盖;以及

当所述至少一个涡流发生器相对于所述升力面处于偏转位置时,所述至少一个涡流发生器暴露到边界层中可变的距离,并且能够运行从而在飞行过程中在所述升力面的一部分上的所述边界层中产生涡流。

18. 根据权利要求 12 所述的可缩回涡流发生器装置,其中处于低速配置时,所述铰接前缘增加所述升力面的拱度。

19. 根据权利要求 12 所述的可缩回涡流发生器装置,其中所述升力面包含选自下组的至少一个元件:飞机机翼、飞机控制面、水翼和船用舵。

20. 一种用于操作升力面组件从而提供改进的低速性能的方法,所述的方法包含:

使流体在所述升力面组件上方流动;

使铰接至所述升力面组件的第一表面的前缘装置从标称位置下垂至偏转位置;

响应于所述前缘装置的下垂使多个可缩回的涡流发生器暴露出所述升力面组件流体动力面一距离;

使涡流产生于所述流体内;以及

改变所述前缘装置下垂位置的幅度。

用于降低失速速度的可缩回涡流发生器

技术领域

[0001] 本发明的实施例通常涉及流体动力面上方的流动。更具体地,本发明的实施例涉及可缩回的涡流发生器,其用于改进流体动力面上方流动的流体动力特性。

背景技术

[0002] 通常当边界层移向升力面的前缘,并且与反压力梯度足够远,其中相对于升力面的边界层速度几乎下降至零时,出现流动分离。流体流从升力面分开,然后代替形成漩涡和涡流。在空气动力学中,时常流动分离能够导致阻力增加和升力减少。通过在高迎角造成边界层分离,流动分离通常会恶化低速性能。恶化的低速性能进而增加升力面的“失速速度”,并且当升力面以与起飞和进近着陆相关联的低速操作时,可能造成非最优的飞行条件。

发明内容

[0003] 本发明公开了用于改进升力面组件低速性能的装置和方法。至少一个涡流发生器耦合至升力面,并且涡流发生器延伸穿过升力面,从而增加升力。涡流发生器缩回至升力面内部,从而减小阻力。

[0004] 简单的铰接下垂前缘装置结合了可缩回涡流发生器,并且耦合至例如机翼的升力面。在巡航配置中,机翼具有平滑的低阻力上和下表面。在低速配置中,机翼前缘下垂并且涡流发生器延伸进入气流。下垂的前缘增加了拱度(camber),同时延伸的涡流发生器以类似于复杂的开槽板条系统,在上表面上方激励(energize)气流。该动作增强了处于高迎角时的低速性能。以这种方式,重型复杂的前缘升力装置被替换为较为简易、体轻和平滑的前缘装置,其中重型复杂的前缘升力装置昂贵、维修强度大并且遭受性能降低的表面不连续性。

[0005] 在一个实施例中,一种方法改进了升力面组件的低速性能。至少一个涡流发生器耦合至升力面组件,并且通过下垂耦合至升力面组件的铰接前缘,涡流发生器延伸穿过升力面组件,从而增加升力。涡流发生器缩回至升力面内部从而减小阻力。

[0006] 在另一个实施例中,可缩回的涡流发生器装置包括耦合至升力面的铰接前缘装置,和耦合至升力面的至少一个涡流发生器。涡流发生器能够运行从而当铰接前缘下垂时,延伸穿过升力面,从而增加升力,而当铰接前缘上升时,缩回至升力面内部,从而减小阻力。

[0007] 在又一个实施例中,用于操作升力面组件的方法提供了改进的低速性能。该方法使流体在升力面组件上方流动,并且使前缘装置从标称位置下垂至偏转位置,其中该前缘装置铰链至升力面组件的第一表面。该方法响应前缘装置的下垂还暴露多个可缩回的涡流发生器,其超出升力面组件流体动力面一定距离。该方法还使涡流产生于流体内,并且改变了前缘装置的下垂幅度。

[0008] 提供该发明内容,从而以简化的形式介绍所选择的概念,其中在详细描述中将进一步描述该概念。该发明内容不是要确定要求保护的主题的关键特征或本质特征,也不是要被用于辅助判定要求保护的主题的范围。

附图说明

[0009] 当结合下列附图,通过参考详细描述和权利要求,可获得对本发明实施例更为全面的理解,其中贯穿附图相同的标识号指代类似元件。附图被提供用于促进对本发明的理解,但不限制本发明的宽度、范围、比例、或适用范围。附图不必按比例绘制。

[0010] 图 1 示出示例性飞机生产和使用方法的流程图。

[0011] 图 2 示出飞机的示例性方框图。

[0012] 图 3 示出根据本发明实施例的升力面组件的透视图,示出前缘下垂暴露可缩回涡流发生器(RVG)。

[0013] 图 4 示出根据本发明实施例的部分升力面组件的侧视图,示出前缘下垂暴露单个 RVG。

[0014] 图 5 示出根据本发明实施例的升力面组件的透视图,其中该组件示出在具有 RVG 的巡航配置中的平滑的上和下前缘升力面,其中该 RVG 隐藏在铰接下垂的前缘下方。

[0015] 图 6 示出根据本发明实施例的升力面组件的透视图,示出初始前缘以大约 5 度的角度下垂,从而暴露 RVG。

[0016] 图 7 示出根据本发明实施例的升力面组件的透视图,示出中间水平的前缘以大约 15 度的角度下垂,使得 RVG 从位于升力面组件的空气动力面的蒙皮中的开槽延伸出来。

[0017] 图 8 示出根据本发明实施例的升力面组件的透视图,示出充分移动的前缘以大约 30 度的角度下垂,从而暴露并充分延伸 RVG。

[0018] 图 9 示出根据本发明实施例的示例性的流程图,示出使用 RVG 改进升力面组件低速性能的过程。

[0019] 图 10 示出根据本发明实施例的示例性流程图,示出操作升力面组件从而提供改进的低速性能的过程。

具体实施方式

[0020] 下列详细描述为性质上为示例性实施例,而不是要限制本发明或本发明实施例的应用和使用。具体装置、技术、和应用的描述仅作为示例被提供。本领域一般技术人员应极易理解对在此描述的示例的修正,并且在不背离本发明的精神和范围下,在此定义的一般原理可被应用于其他示例和应用。此外,无意被呈现在先前技术领域、背景技术、发明内容或下列具体实施方式中的任何表述和暗示的理论所约束。本发明应与权利要求的范围相一致,而不是要限于在此描述和示出的例子。

[0021] 在此本发明实施例可从功能和 / 或逻辑方框部件和不同过程步骤等方面描述。应明白该方框部件可由许多经配置执行具体功能的硬件、软件、和 / 或固件部件实现。为了叙述的简洁起见,在此将不再详细描述关于空气动力学、流体动力学、结构、控制表面、制造、和系统的其他功能方面(和系统的各个操作部件)的传统技术和部件。此外,本领域技术人员应明白本发明的实施例可结合不同结构主体实施,以及在此描述的实施例仅作为本发明的示例性实施例。

[0022] 此处在实用的非限制性应用(即机翼前缘)的背景下描述本发明的实施例。然而,本发明的实施例不被局限于该前缘的应用,在此描述的技术还可被运用于其他流体动力学

表面应用。例如,实施例可适用于飞机的其他升力面,例如襟翼或尾翼、飞机的控制面(例如升降舵和副翼)、发动机支架、风轮机叶片、利用液体(例如,水)代替空气的水动力面、帆船帆、发动机推进器、螺旋桨/风车等等。

[0023] 本领域一般技术人员在阅读该发明后,应明白下面是本发明的示例和实施例,而不是根据这些示例限制操作。在不背离本发明的示例性实施例的范围下,可运用其他实施例,以及做出结构的改变。更为详细地参考附图,在如图 1 所示的飞机制造和使用方法 100 (方法 100),以及如图 2 所示飞机 200 的背景下,描述本发明的实施例。在预生产过程中,示例性方法 100 可包括飞机 200 的规格说明和设计 104 以及材料采购 106。在生产过程中,发生飞机 200 的部件和子组件制造 108 和系统整合 110。接下来,为了投入使用 114,飞机 200 将通过认证和交付 112。在客户使用飞机 200 的同时,安排飞机 200 进行常规维修和维护 116 (其还将包括修改、重组、翻新等等)。

[0024] 可通过系统集成商、第三方、和 / 或操作人员(例如,客户)执行或实施方法 100 的过程。为了描述的目的,系统集成商可包括但不限于任意数目的飞机制造商和主要系统分包商;第三方可包括但不限于任意数目的供货方、分包商、和供应商;以及操作人员可以是但不限于航空公司、租赁公司、军事实体、服务机构,等等。

[0025] 如图 2 所示,由示例性方法 100 生产的飞机 200 可包括具有多个系统 220 和一个内部 222 的飞机机架 218。高级系统 220 的例子包括一个或多个推进系统 224、电气系统 226、液压系统 228、以及环境系统 230。还可包括许多其他系统。尽管示出航空航天的例子,但是本发明实施例可被应用至其他产业。

[0026] 在任何一个或多个生产和使用方法 100 阶段,可采用包含在此的设备和方法。例如,相应于生产过程 108 的部件或子组件可按相似于飞机 200 在使用时生产的组件或子组件的方式被制作或制造。另外,在生产阶段 108 和 110 过程中,例如,通过极大地加快飞机 200 组装或减少成本,可运用一个或多个设备实施例、方法实施例、或其组合。相似地,例如但不限于,当使用飞机 200 时,可运用一个或多个设备实施例、方法实施例、或其组合,从而维修和维护 116。

[0027] 本发明的实施例将可缩回开槽翼板的优势,与固定的涡流发生器的优势相结合,同时除去两者主要的不利方面。在一些实施例中,提供单铰接未开槽下垂前缘装置,其增加了空气动力绕流体(aerodynamic body)的拱度,例如处于低速配置的机翼,在另一个实施例中,可使用开槽的前缘装置。可缩回涡流发生器(RVG)可被安置在前缘装置(即,开槽或未开槽的前缘装置)的后缘下方。在巡航飞行中,前缘装置覆盖 RVG,从而提供平滑、低阻力翼面。处于低速时,前缘装置在其单铰链上旋转、暴露 RVG,然后该 RVG 延伸至自由空气流,减少噪音。

[0028] 以该方法,延伸的 RVG 以类似于复杂的开槽板条系统的方式,在空气动力绕流体的上表面上方,激励(energize)自由空气流。处于高迎角时,该动作通过延迟边界层分离,增强了低速性能。然而,与现有的复杂开槽板条系统相反,本发明的实施例除去巡航中板条后缘和在延伸位置中的前缘开槽重叠。除去巡航中板条后缘和在延伸位置中的前缘开槽重叠,减少了巡航阻力和进近噪音。因此,重型复杂的前缘升力装置被替换为较为简易、体轻和平滑的前缘装置,其中重型复杂的前缘升力装置昂贵、维修强度大并且遭受性能降低的表面不连续性。

[0029] 图 3 示出根据本发明实施例的升力面组件 300 (即, 机翼) 的透视图, 其中该组件 300 示出下垂的前缘装置 302 (前缘装置 302), 从而暴露多个可缩回涡流发生器 (RVG) 308。升力面组件 300 可包括前缘装置 302、RVG308、铰链 310、第一表面 314 (上表面 314) (升力面 314)、第二表面 316 (下表面 316)、和铰链致动机构 318。

[0030] 例如, 升力面组件 300 可包括, 例如但不限于, 空气动力绕流体, 例如飞机机翼、飞机垂直尾翼、飞机控制面 (例如飞机升降舵、飞机副翼、飞机方向舵、翼型)、赛车的升力面、船用舵、水翼、发动机推进器、螺旋桨 / 风车等等。

[0031] 前缘装置 302 包括前缘 304、前缘 304 的后缘 306、和前缘下表面 330。前缘装置 302 包括单铰链未开槽下垂的前缘装置, 其处于低速配置时增加了升力面组件 300 的拱度。如上所述, 在一个实施例中, 前缘装置 302 包括开槽且下垂的前缘装置, 其处于低速配置时增加了升力面组件 300 的拱度。前缘 304 为前缘装置 302 的第一缘, 从而遇到例如自由空气流 312 的流介质, 自由空气流 312 在飞机或赛车的情况中为空气, 而在船用舵的情况中为水。

[0032] 前缘装置 302 通过铰链 310 可铰接地耦合至第一表面 314 (上表面 314)。空气动力面 334 (流体动力面 334) 可被提供用于支撑前缘装置 302。当前缘装置 302 下垂时, 空气动力面 334 用作后缘 306 的延伸部分, 从而覆盖后缘 306 和缘 340 之间的距离 338。在图 3 示出的实施例中, 当前缘装置 302 下垂时, RVG308 自升力面组件 300 的流体动力面的蒙皮中的开槽 322 延伸出来并向上延伸一定距离。然而, 在其他实施例中, RVG308 能够自其他升力面组件 300 的流体动力面的蒙皮中的开槽延伸出来并向上延伸一定距离。当前缘装置 302 处于完全的缩回位置时 (图 5), 后缘 306 和缘 340 重叠。如下面关于图 4 背景更为详细地讨论的, 前缘装置 302 可使用铰链致动机构 318 经操作从而下垂和抬升。

[0033] 如图 3 所示的实施例, RVG308 包括可移动涡流发生器, 其可被安置在前缘装置 302 的后缘 304 下方。通过耦合工具 320, RVG308 耦合至铰链致动机构 318。在巡航飞行中, 前缘装置 302 安置于标称位置 342, 从而覆盖 RVG308 (图 5), 并且为升力面组件 300 (例如, 机翼) 提供平滑、低阻力表面 (上表面 314)。如图 3 所示, 处于低速时, 前缘装置 302 绕其铰链 310 向下旋转, 从而使 RVG308 穿过开槽 322 暴露, 然后延伸至自由空气流 312 中。以这种方式, 穿过开槽 322 的 RVG308 以类似于复杂的开槽板条系统的方式, 在上表面 314 的上方激励自由空气流 312。该动作通过处于高迎角时, 延迟边界层分离, 增强了低速性能。

[0034] RVG308 可包含不同的翼型的涡流发生器, 例如但不限于, 同步旋转、反向旋转、逆时针旋转、双翼飞机等等。通常能按单排摆放 RVG308。然而, 也可使用串列 (tandem) 配置。在串列配置中, 如果来自第一排的涡流失去其效用, 则 RVG308 的第二排能够被用于重新激励边界层。开槽 322 必须具有允许 RVG308 从其中突出的足够宽度 324, 但是宽度 324 一定不能大到在 RVG308 和开槽 322 的槽边缘 326 之间形成过大的间隔 (未示出)。例如, RVG308 可具有但不限制于大约 1-10 英寸的间距 328、大约 0.1-2.5 英寸的高度 344、和大约 0.1-3 英寸的翼舷。

[0035] 如果升力面组件 300 是水平取向, 例如当组件 300 为飞机机翼、飞机升降舵、或赛车的升力面时, 第一表面 314 可以是上表面, 第二表面 316 可以是下表面。然而, 如果升力面组件 300 按垂直方向取向, 则第一表面 314 和第二表面 316 可包含第一侧面和第二侧面。

[0036] 铰链致动机构 318 可位于升力面组件 300 内的间隔 336 中, 并且耦合至前缘装置

302 的下表面 316 内部。可由上表面 314 和下表面 316 至少部分地覆盖和包围铰链致动机构 318。如下说明,铰链致动机构 318 能够运行从而致动前缘装置 302。

[0037] 图 4 示出根据本发明实施例的部分升力面组件 400 的侧视图,其示出前缘下垂,从而暴露单个可缩回涡轮发生器(RVG)308。升力面组件 400 包含前缘装置 302、RVG308、铰链 310、上表面 314、下表面 316、铰链致动机构 318、耦合工具 320、和流体动力面 334。图 4 所示实施例含有相似于图 3 所示实施例的功能、材料、和结构。因此,共同的特征、功能、和元件在此将不再赘述。

[0038] 铰链致动机构 318 耦合至前缘装置 302,并且能够运行从而按上(抬升)或下(下垂)方向(如果升力面组件 300-400 为水平取向)或按一侧到另一侧方向(如果升力面组件 300-400 为垂直取向)致动前缘装置 302。铰链致动机构 318 造成前缘装置 302 从标称位置 402 (在图 3 中为 342) 延伸至下垂位置 404 (偏转位置 404)。前缘装置 302 围绕铰链 310 从标称位置 402 铰接地旋转至下垂位置 404,从而暴露 RVG308。在图 4 示出的实施例中,例如但不限于,前缘装置 302 的旋转角 α 的范围是 0-30 度,等等。可使用本领域已知的适用于延伸/缩回前缘装置 302 的任何致动机构。

[0039] 当前缘装置 302 处于相对于升力面 314 的标称位置 402 时,可充分覆盖 RVG308,当 RVG308 处于相对于升力面 314 的偏转位置 404 时,RVG308 暴露到边界层中可变距离,并且能够在飞行过程中在部分升力面 314 的边界层中产生涡流。

[0040] 将前缘装置 302 铰接耦合至升力面组件 400 提供了铰接的前缘 302。因此,在该文件中,可互换使用术语前缘装置 302 和铰接前缘 302。同样地,当铰接前缘 302 分别下垂和抬升时,铰接前缘 302 提供暴露的 RVG308 和覆盖的 RVG308 (图 5)。因此,在该实施例中,可互换使用术语 RVG308、暴露的 RVG308、和覆盖的 RVG308。

[0041] 在实用中,在低速飞行的条件下,铰接前缘 302 在其铰链 310 上旋转,暴露 RVG308,从而提供暴露的 RVG308,然后暴露的 RVG308 延伸至自由空气流 312,而在巡航飞行的条件下,铰接前缘 302 覆盖 RVG308,从而提供覆盖的 RVG308,其提供了平滑、低阻力表面的升力面组件 400。

[0042] 图 5-8 示出根据本发明实施例的升力面组件 500/600/700/800 的透视图,其中该组件示出不同位置的升力面 300/400 的前缘装置 302。图 5-8 所示实施例含有相似于图 3-4 所示实施例的功能、材料、和结构。因此,共同的特征、功能、和元件在此将不再赘述。

[0043] 在实用中,当前缘装置 302 下垂时,RVG308 延伸穿过升力面组件 300,从而增加升力,当铰接前缘 302 抬升时,RVG308 缩回至升力面组件 300 内,从而减小阻力。

[0044] 图 5 示出根据本发明实施例的升力面组件 500 (例如,机翼)的透视图,示出在巡航配置中的平滑上表面 314 和下表面 316,其中 RVG308 隐藏在铰接下垂前缘(例如前缘装置 302)的下方。

[0045] 图 6 示出根据本发明实施例的升力面组件 600 的透视图,示出前缘装置 302 以大约 5 度的初始旋转角 α 下垂,RVG308 穿过开槽 322 暴露。

[0046] 图 7 示出根据本发明实施例的升力面组件 700 的透视图,示出前缘装置 302 以大约 15 度的中间水平旋转角 α 下垂,使得 RVG 自空气动力面 334 蒙皮中的开槽 322 延伸出来。

[0047] 图 8 示出根据本发明实施例的升力面组件 800 的透视图,示出前缘装置 302 以大约 30 度的完全延伸的旋转角 α 下垂,从而使得 RVG 从开槽 322 暴露并充分延伸出来。

[0048] 如上所述,图 5-8 示出在 0-30 度范围内,处于不同旋转角 α 的前缘装置 302 的示例性偏转/下垂。然而,还可使用其他的旋转角 α 暴露 RVG308。根据本发明的实施例,前缘装置 302 能够下垂以暴露 RVG308,从而便于维修升力面组件 300/400/500/600/700/800 内部(例如但不限于机翼内部等)。以此方式,与例如可拆卸下面板等现有解决方案比较,降低了复杂性。

[0049] 图 9 示出根据本发明实施例的示例性的流程图,其中该图示出通过使用 RVG308 改进升力面组件 300/400/500/600/700/800 的低速性能的过程 900。通过软件、硬件、固件、或其任何组合,结合过程 900 执行的不同操作任务可被机械地执行。为了说明的目的,下列过程 900 的描述可参考上述图 3-9 中已提及的元件。在实用实施例中,可通过前缘装置 302、RVG308、铰链 310、第一表面 314、第二表面 316、铰链致动机构 318、流体动力面 334 等等,执行过程 900 的各部分。图 9 过程可含有相似于图 3-8 所示实施例的功能、材料、和结构。因此,共同的特征、功能、和元件在此将不再赘述。

[0050] 通过将至少一个可缩回涡流发生器(例如 RVG308)耦合至升力面组件(例如升力面组件 300)开始过程 900(操作任务 902)。

[0051] 通过将前缘装置铰接耦合至升力面组件 300,从而提供铰接前缘 302,可继续过程 900(操作任务 904)。

[0052] 通过使 RVG308 延伸穿过升力面组件 300,从而通过下垂铰接前缘(例如耦合至升力面组件 300 的铰接前缘 302)增加升力,可继续过程 900(操作任务 906)。

[0053] 通过将 RVG308 缩回至升力面组件 300 内,从而减小阻力,可继续过程 900(操作任务 908)。

[0054] 然后,通过下垂铰接前缘 302 暴露 RVG308,可继续过程 900(操作任务 910)从而提供暴露的涡流发生器 308。以此方式,暴露的涡流发生器 308 在升力面组件 300 的上表面 314 上方激励气流,当处于升力面组件 300 的高迎角时,延迟气流边界层分离。暴露的涡流发生器 308 为升力面组件 300 提供较低的失速速度。

[0055] 通过将铰接前缘 302 耦合至 RVG308,由此下垂铰接前缘 302 使得 RVG308 穿过升力面组件 300 延伸,可继续过程 900(操作任务 912)。

[0056] 通过将铰接前缘 302 耦合至 RVG308,由此抬升铰接前缘 302 使得 RVG308 缩回至升力面组件 300 内,可继续过程 900(操作任务 914)。

[0057] 通过借助抬升铰接前缘 302 而覆盖 RVG308,可继续过程 900(操作任务 916)。以这种方式,覆盖的涡流发生器 308 减少巡航阻力。

[0058] 图 10 示出根据本发明实施例的示例性流程图,示出用于操作升力面组件,从而提供改进的低速性能的过程。通过软件、硬件、固件、或其任何组合,关于过程 1000 执行的不同操作任务可被机械地执行。为了说明的目的,下列过程 1000 的描述可参考上述图 3-8 中已提及的元件。在实用实施例中,可通过前缘装置 302、RVG308、铰链 310、第一表面 314、第二表面 316、铰链致动机构 318、流体动力面 334 等等,执行过程 1000 的各部分。过程 1000 可含有相似于图 3-9 所示实施例的功能、材料、和结构。因此,共同的特征、功能、和元件在此将不再赘述。

[0059] 通过使流体在升力面组件(例如升力面组件 300)上方流动,可开始过程 1000(操作任务 1002)。以这种方式,过程 1000 可以使升力面组件 300 移动穿过流体或使流体在升

力面组件 300 上方移动。在其中升力面组件 300 包含飞机机翼或尾翼或赛车升力面的实施例中,介质是空气。在升力面组件 300 是船用舵的情况,介质是水。

[0060] 然后通过将铰接至表面(例如升力面组件 300 第一表面 314)的前缘装置(例如前缘装置 302)从标称位置 402 下垂(偏转)至偏转的 / 下垂的位置 404,可继续过程 1000 (操作任务 1004)。

[0061] 通过响应于前缘装置 302 的下垂,使得一个或多个 RVG (例如 RVG308)延伸或暴露超过升力面组件 300 的流体动力面 334 一定距离(未示出),可继续过程 1000 (操作任务 1004)。在一个实施例中,响应于偏转 / 下垂,RVG308 能够延伸或被暴露超过升力面组件 300 的第一表面 314 一距离(未示出)。

[0062] 然后通过一个或多个 RVG 使涡流产生于流体(未示出)内,可继续过程 1000 (操作任务 1008),其中该流体在升力面组件 300 上方流动。

[0063] 然后,通过改变前缘装置 302 下垂位置的旋转幅度 / 角度 α ,可继续过程 1000 (操作任务 1010)。

[0064] 处于下垂位置时,前缘装置 302 增加拱度,并且延伸的 RVG308 在上表面 314 上方激励气流。以这种方式,流动分离被延迟,通过在高迎角时推迟边界层分离,增强了升力面组件 300 的低速性能。这进而减小了“失速速度”,在飞机的情况中,当以与例如起飞和着陆进近相关的低速和低空操作时,其产生最佳飞行条件。

[0065] 通过这种方式,本发明的不同实施例提供了通过借助下垂耦合至升力面组件的铰接前缘使可缩回涡流发生器延伸穿过升力面组件从而降低升力面组件的“失速速度”的装置和方法。通过这种方式,昂贵、维修强度大并且遭受性能降低的表面不连续性的重型复杂的前缘升力装置被替换为较为简易、体轻和平滑的前缘装置。

[0066] 虽然在上述详细描述中已呈现至少一个示例性实施例,但是应明白存在大量的变体。还应明白在此描述的示例性实施例或实施例不是要以任何方式限制主题的范围、适用性、或配置。而是上述详细描述将为本领域技术人员提供用于实施所述一个或多个实施例的捷径。应明白不背离由权利要求限定的范围,可对元件的功能和布置做出不同变化,其包括在提交该专利申请时的已知等同物和可预见等同物。

[0067] 上述描述涉及被“连接”或“耦合”在一起的元件或节点或零件。如在此使用的,除非另外明确地说明,否则“连接”意味着一个元件 / 节点 / 零件被直接地结合至(或直接通信)另一个元件 / 节点 / 零件,并且不必须是机械地连接。同样地,除非另外明确地说明,否则“耦合”意味着一个元件 / 节点 / 零件直接地或间接地结合至(或直接或间接连通)另一个元件 / 节点 / 零件,且不必须是机械地连接。因此,尽管图 3-8 描绘元件的示例性布置,但本发明实施例可具有附加的介入元件、装置、零件、或部件。

[0068] 除非另外明确地说明,否则该文献中使用的术语和词组及其变体应解释成与限制相反的开放式。如上述例子:术语“包括”应解读为表示“包括但不限于”等等;在描述中,术语“示例”被用于提供所讨论项目的示例性例子,而不是其穷尽或限制性列表;并且例如“常规的”、“传统的”、“正常的”、“标准的”、“已知的”和具有类似含义的术语的形容词不应解释成将所描述的项目限制于给定时间段或限制于在给定时间内可获得的项目,而是应解读为包含现在或未来任何时间可获得或了解的常规的、传统的、正常的、或标准的技术。

[0069] 同样地,除非另外明确地说明,否则与连词“和”相关的一组项目不应解读为要求

每一个项目均应呈现在组中,而是应被解读为“和 / 或”。类似地,除非另外明确地说明,否则与连词“或”相关的一组项目不应解读为要求该组之间相互排他,而是应被解读为“和 / 或”。此外,虽然可接单数形式描述或要求保护本发明项目、元件或部件,但除非另外明确地说明,否则复数也被考虑在其范围内。

[0070] 出现的扩展词和词组,例如一些例子中“一个或多个”、“至少”、“但不限于”或其他类似词组,不应解读为在没有扩展词的示例中意指或要求范围更窄的情况。当涉及数值或范围时,术语“大约”旨在包含进行测量时发生的实验误差所导致的数值。

[0071] 如在此使用的,除非另外明确地说明,否则“能够运行(operable)”意为能够被使用、适于或准备好被使用或服务、可用于特定目的、并且能够执行在此描述的给出或需要的功能。关于系统和装置,术语“能够运行”意为系统和 / 或装置完全起作用并经校准,包含用于适用操作性要求的元件,并且满足该适用的操作性要求,从而当其被致动时,执行所给出的功能。

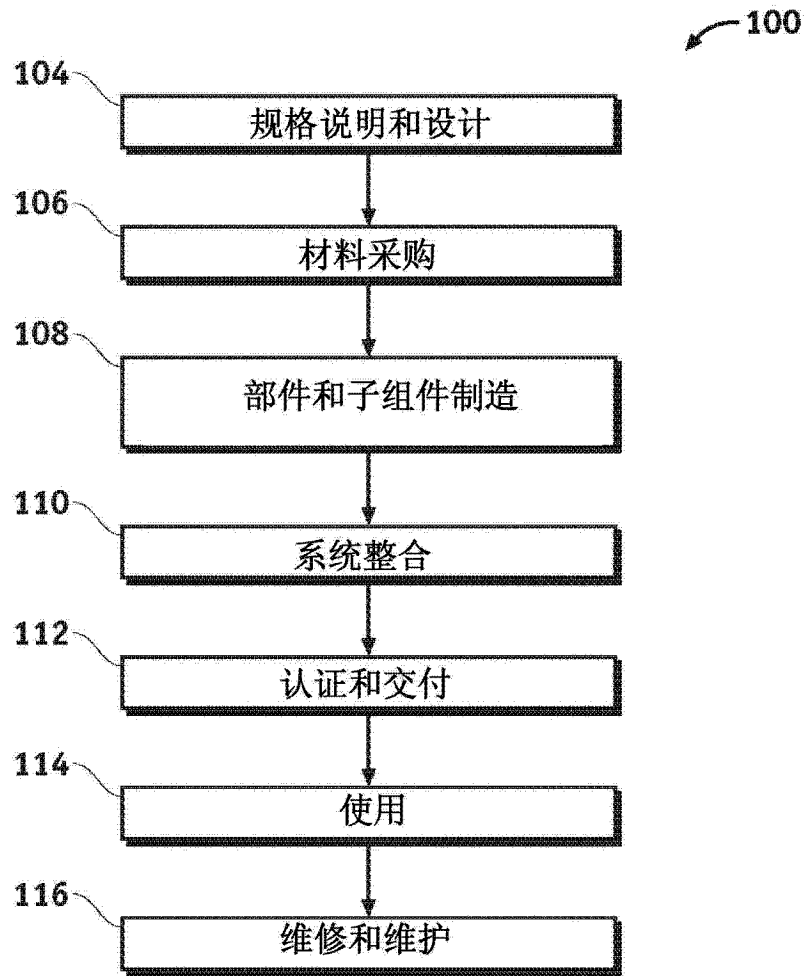


图 1

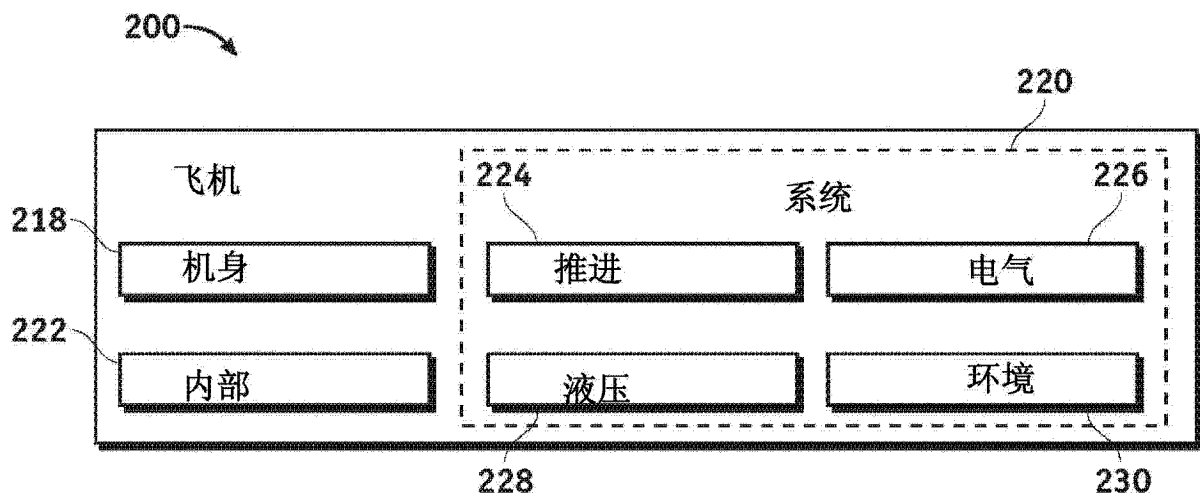


图 2

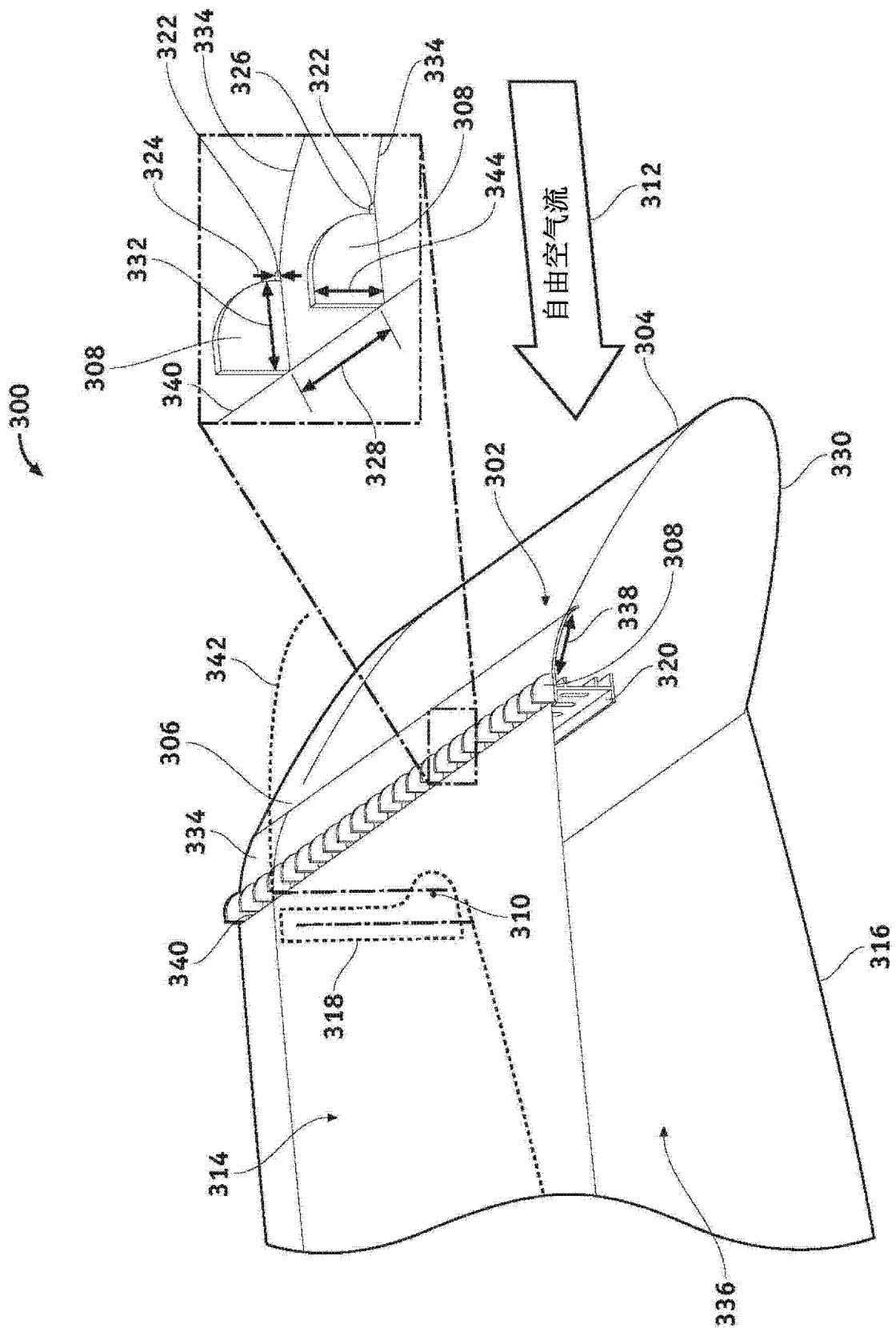


图 3

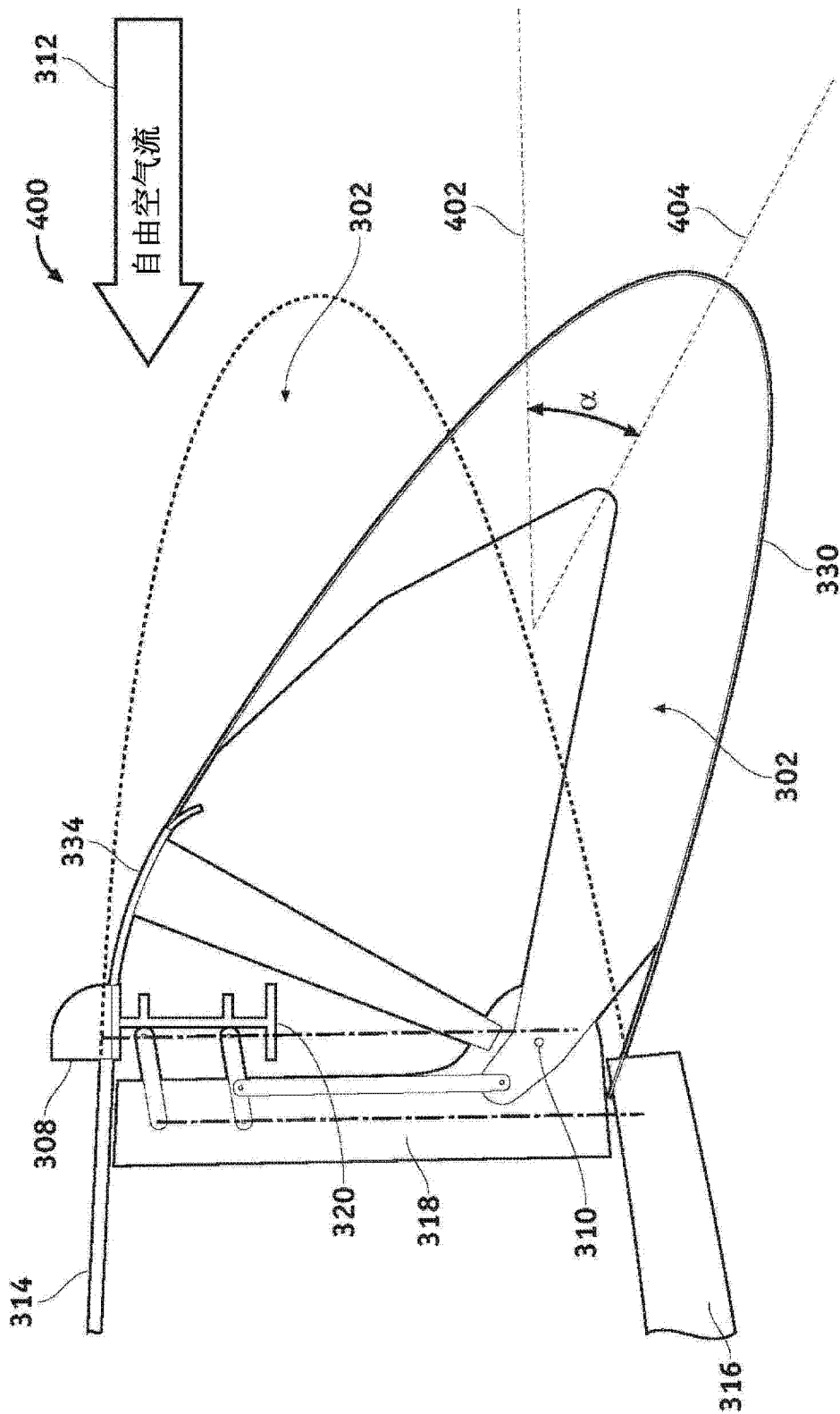


图 4

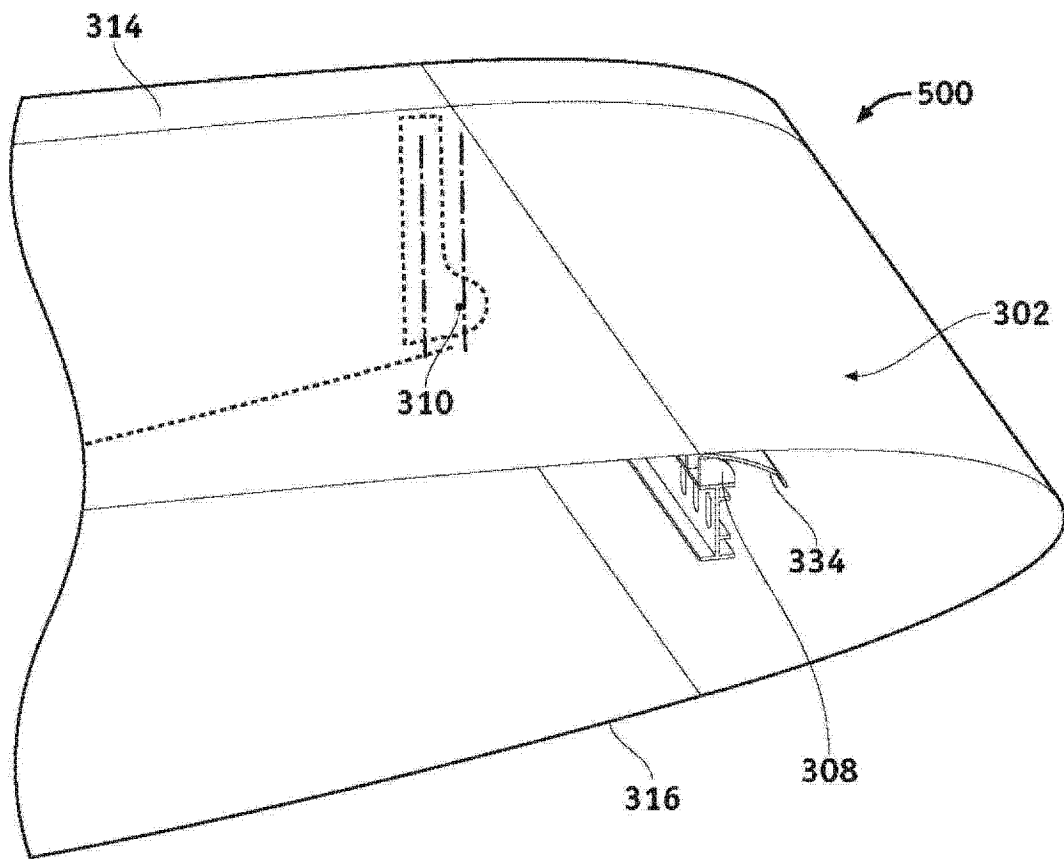


图 5

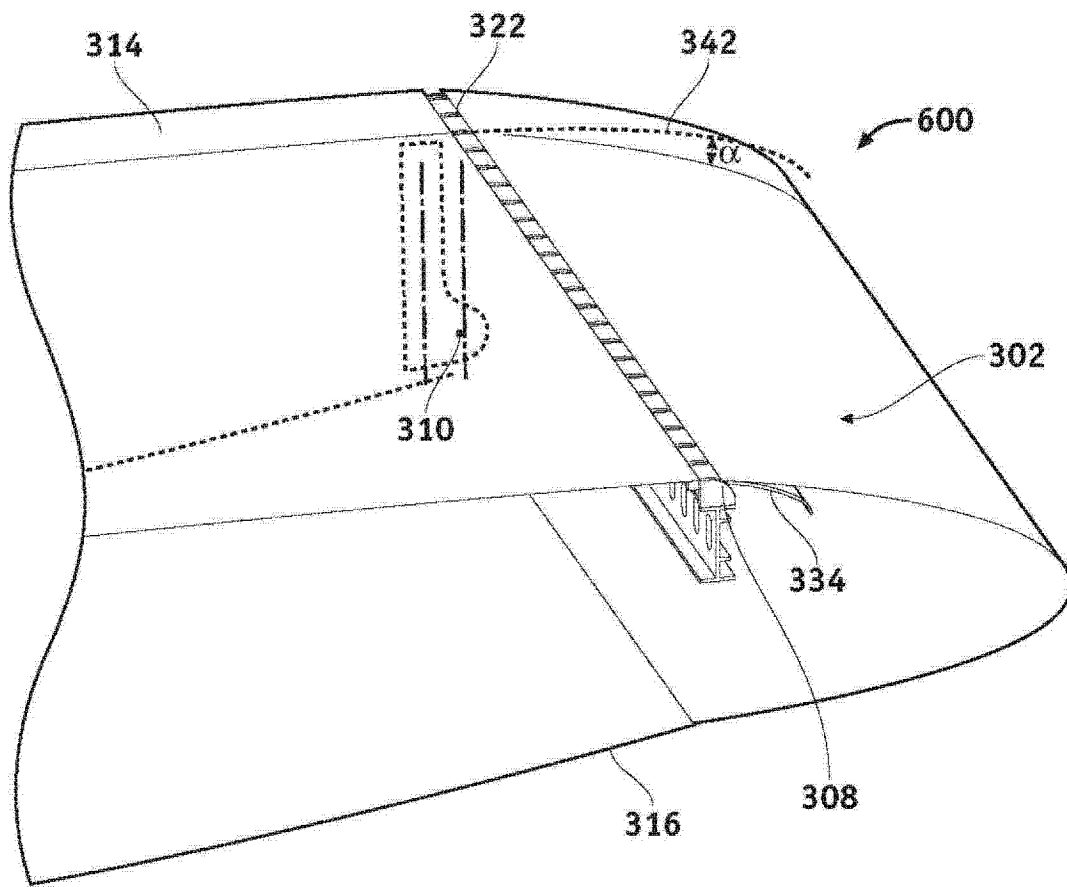


图 6

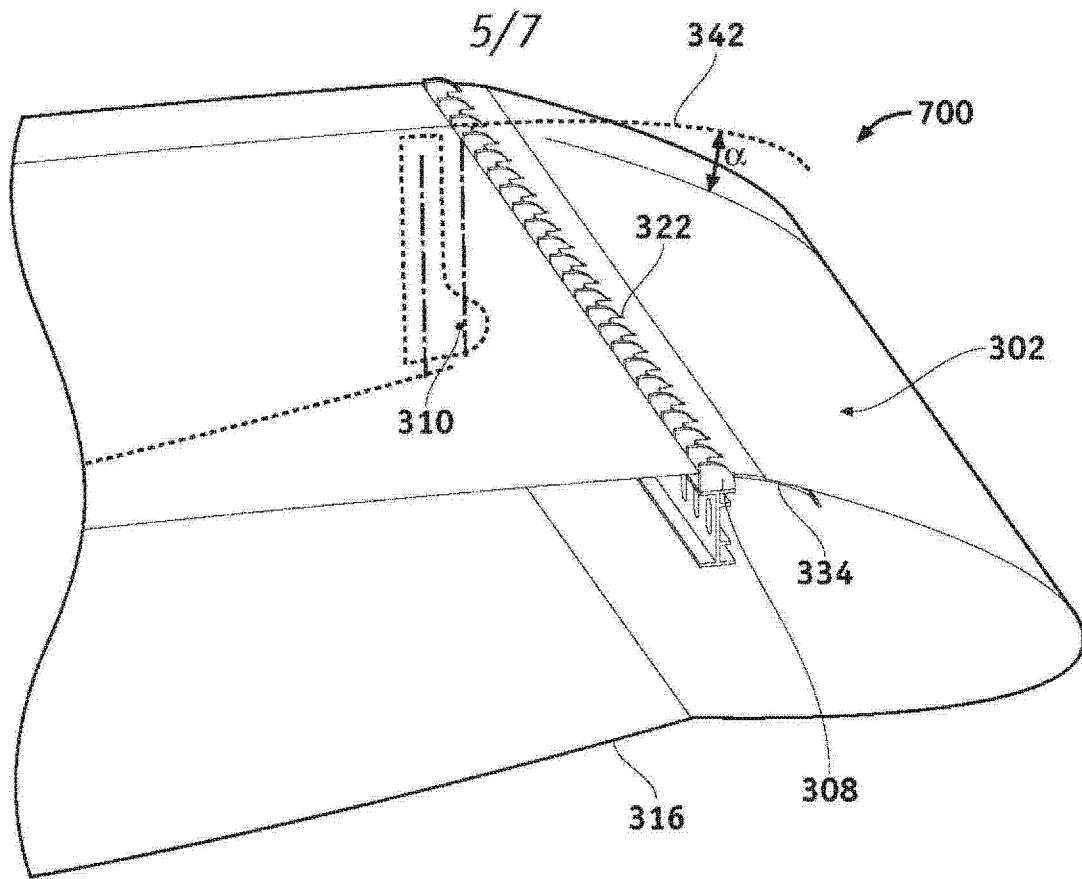


图 7

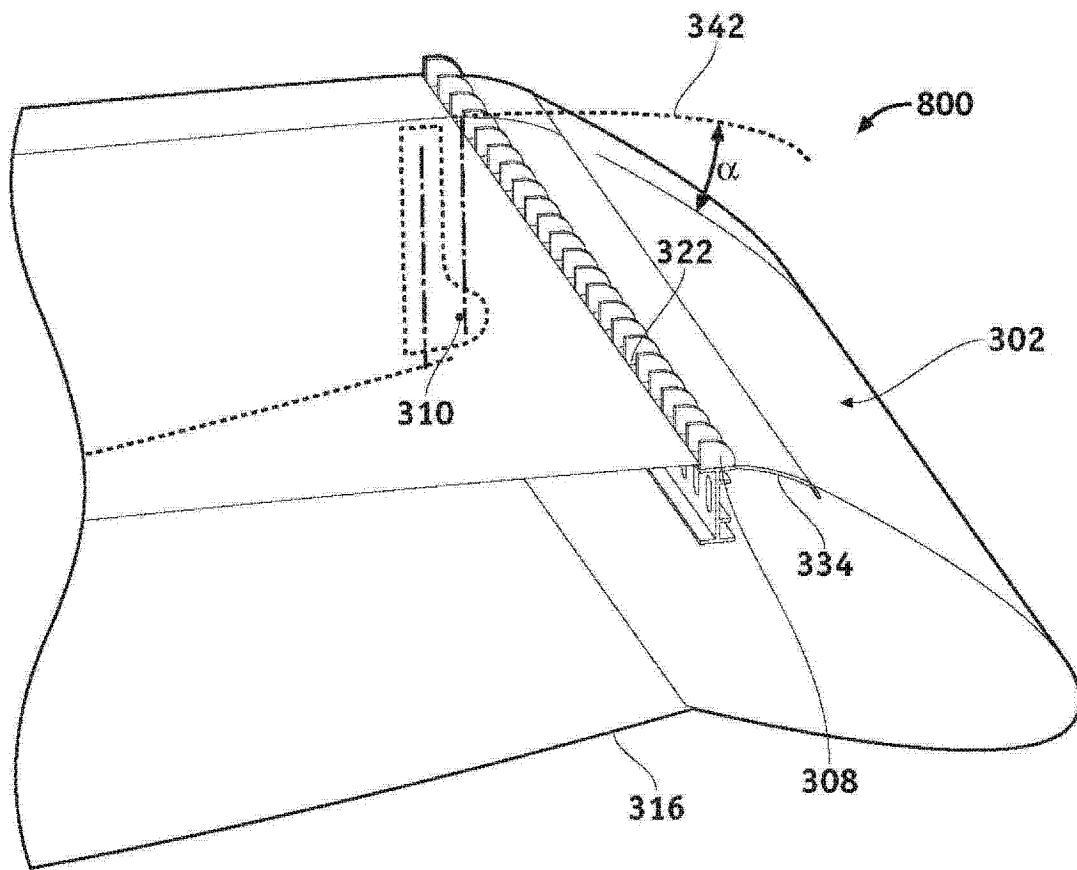


图 8

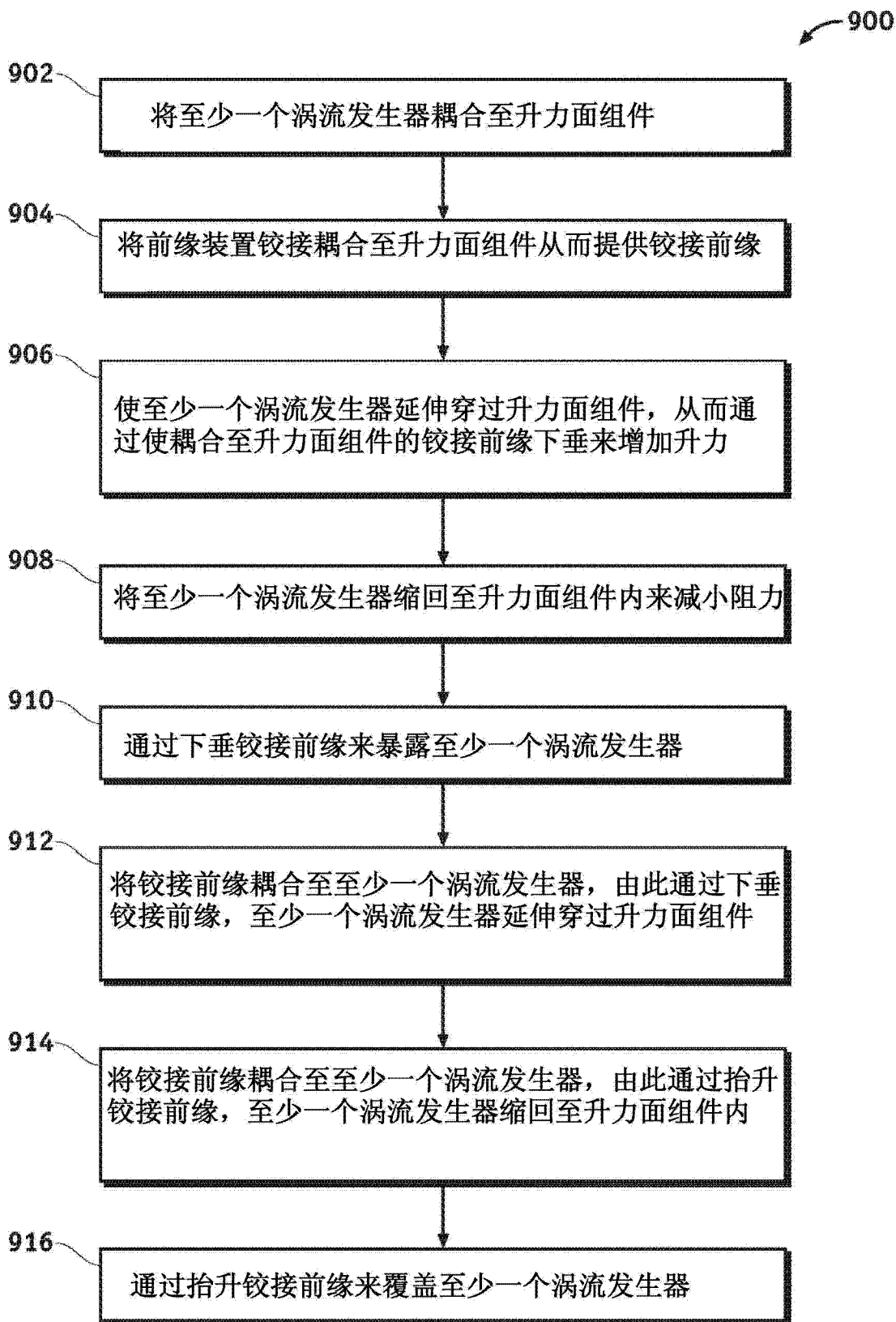


图 9

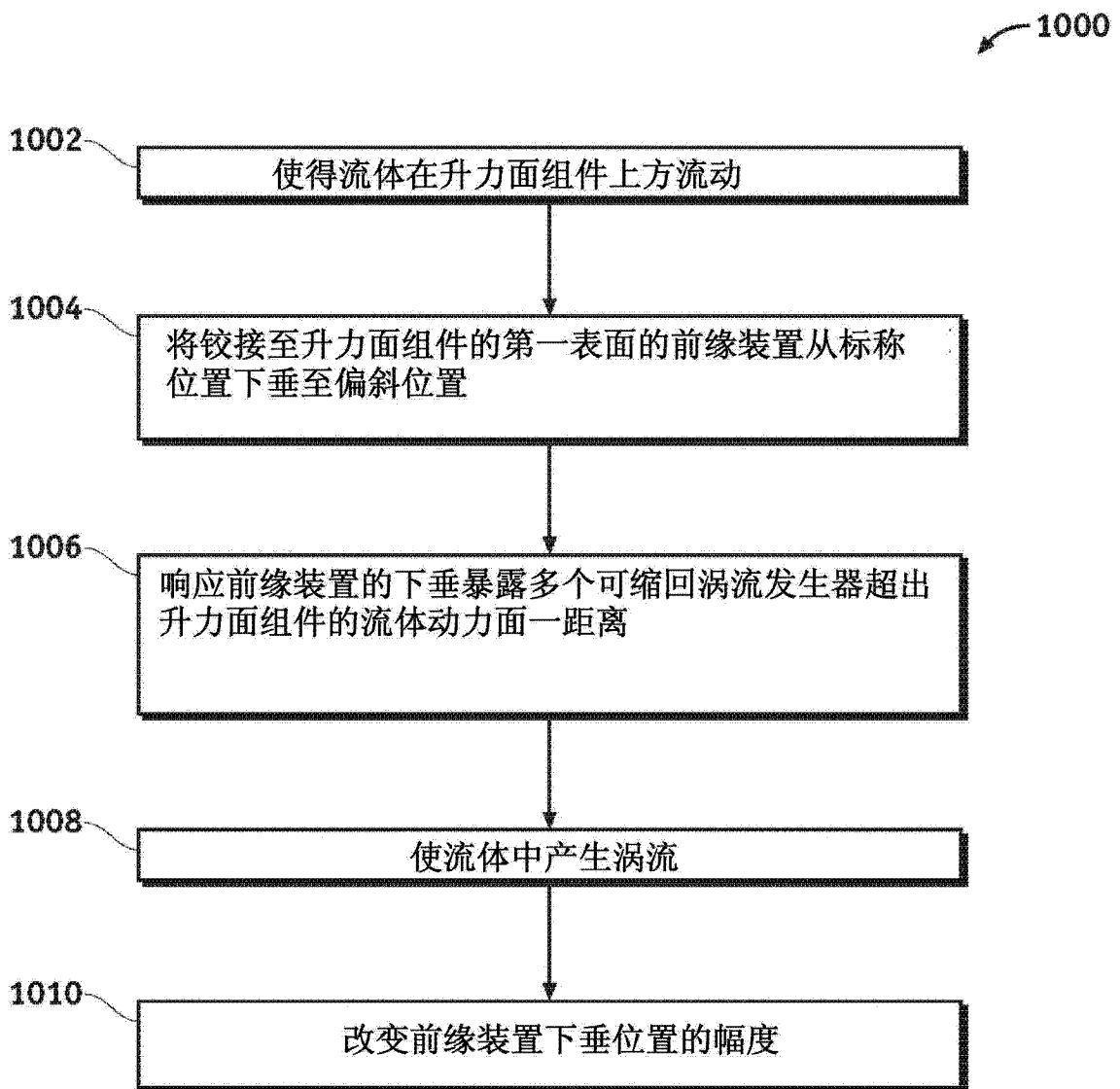


图 10