



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109421920 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 11

(21) 申请号 201810953864.3

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2018.08.21

B64C 11/30 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109421920 A

审查员 张霏霏

(43) 申请公布日 2019.03.05

(30) 优先权数据  
15/682,862 2017.08.22 US

(73) 专利权人 通用电气公司  
地址 美国纽约州

(72) 发明人 N·N·帕斯托琴科 姚吉先  
N·乔什

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300  
专利代理师 徐颖聪

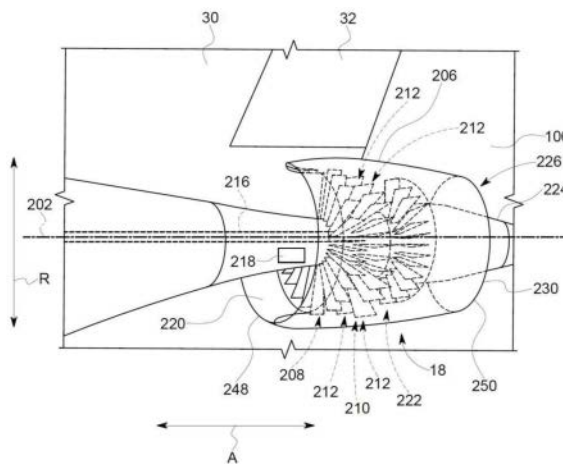
权利要求书1页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

飞行器推进系统及方法

(57) 摘要

本申请提供一种飞行器推进系统,其包括设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。与BLI风扇系统可操作地联接的电动机造成将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向。与BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将风扇叶片的位置变为定位在不同第二桨距角。



1. 一种飞行器推进系统,包括:

设置在飞行器的后端处的边界层摄入风扇系统,所述边界层摄入风扇系统包括构造成沿第一旋转方向围绕所述边界层摄入风扇系统的轴向中心线旋转的风扇,所述边界层摄入风扇系统包括定位在第一桨距角,构造成与所述风扇一起旋转的叶片,

其中所述叶片中的每一个绕相应的叶片轴线旋转,并且其中,所述叶片中的每一个都具有压力侧和与所述压力侧相对的吸力侧,并且在所述叶片的前缘与后缘之间,所述压力侧是凹形,且所述吸力侧是凸形,

其中与所述边界层摄入风扇系统可操作地联接的电动机构造成将所述风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,以及

其中与所述边界层摄入风扇系统可操作地联接的致动器构造成将所述风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中在所述风扇沿所述第一旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第一桨距角时,构造成流过所述边界层摄入风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在所述风扇沿所述第二旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第二桨距角时,构造成流过所述边界层摄入风扇系统的所述空气流的方向是沿不同的第二方向。

3. 根据权利要求1所述的系统,其中每个叶片包括前缘和后缘,其中空气构造成沿从所述前缘朝所述后缘的方向流过所述边界层摄入风扇系统。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述电动机包括相位开关,其中所述相位开关构造成改变所述风扇的旋转方向。

5. 根据权利要求1所述的系统,还包括悬置在所述飞行器推进系统的机翼下方的一对喷气发动机,以及还包括与所述喷气发动机、所述电动机和所述致动器电联接的发电机,其中所述发电机构造成将来自所述喷气发动机的旋转能转换成电能。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述边界层摄入风扇系统构造成将推力提供至所述飞行器推进系统。

7. 根据权利要求6所述的系统,其中由所述边界层摄入风扇系统提供的所述推力构造成前向推力或反向推力中的一个。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述电动机构造成改变所述风扇的旋转速度。

9. 一种用于操作飞行器推进系统的方法,其包括:

将边界层摄入风扇系统设置在所述飞行器推进系统的飞行器的后端处,所述边界层摄入风扇系统包括构造成沿第一旋转方向围绕所述边界层摄入风扇系统的轴向中心线旋转的风扇,所述边界层摄入风扇系统包括定位在第一桨距角构造成与所述风扇一起旋转的叶片;

用与所述边界层摄入风扇系统可操作地联接的电动机将所述风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向;以及

用与所述边界层摄入风扇系统可操作地联接的致动器将所述风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角,其中所述叶片中的每一个绕相应的叶片轴线旋转,并且其中,所述叶片中的每一个都具有压力侧和与所述压力侧相对的吸力侧,并且在所述叶片的前缘与后缘之间,所述压力侧是凹形,且所述吸力侧是凸形。

## 飞行器推进系统及方法

### 技术领域

[0001] 本文所述的主题涉及飞行器的推进系统。

### 背景技术

[0002] 常规商业飞行器大体上包括机身、一对机翼,以及为飞行器提供推力的推进系统。推进系统通常包括至少两个飞行器发动机,例如涡扇喷气发动机。每个涡扇喷气发动机安装到飞行器的相应机翼上,如,机翼下方的悬置位置,与机翼和机身分开。此构造允许涡扇喷气发动机与不受机翼和/或机身的冲击的单独的自由流体流相互作用。此构造能够降低进入每个相应的涡扇喷气发动机的入口的空气内的湍流量,对飞行器的净推进力有积极的影响。

[0003] 包括涡扇喷气发动机的飞行器上的阻力对飞行器的净推进推力有影响。飞行器上的阻力的总量,包括蒙皮摩擦和形状阻力,大体上与接近飞行器的空气自由流速度与由于飞行器上的阻力产生的飞行器下游的尾流的平均速度之间的差异成比例。已经提出对抗阻力的影响和/或提高涡扇喷气发动机的效率的系统。例如,某些推进系统包括边界层摄入系统,以将形成穿过机身和/或机翼的边界层的相对缓慢移动的一部分空气发送到涡扇喷气发动机的风扇段上游的涡扇喷气发动机中。该构造可再激励具有不均匀或扭曲的速度分布的飞行器下游的边界层空气流。

[0004] 已知的飞行器推进系统的一个问题在于生成和提供反向推力至飞行器,以便减小飞行器的移动速度。例如,在飞行器着陆时,飞行器在高速下移动,这将应变置于飞行器的制动系统。有助于制动系统减慢或停止飞行器的常规推力反向器系统包括重型设备,从而将重量加至飞行器,且降低系统的燃料效率。因此,改进的系统提供改善的燃料效率、改善推进效率,从而降低操作和维护成本,且改善飞行器的寿命。

### 发明内容

[0005] 在一个实施例中,一种飞行器推进系统包括设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。与BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向。与BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将风扇叶片的位置变为定位在不同第二桨距角。

[0006] 在一个实施例中,一种方法包括将边界层摄入(BLI)风扇系统设置在飞行器推进系统的飞行器的后端处。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。该方法还包括用与BLI风扇系统可操作地联接的电动机将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,以及用与BLI风扇系统可操作地联接的致动器将风扇叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。

[0007] 在一个实施例中,一种飞行器推进系统包括设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。与BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向。与BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将风扇叶片的位置变为定位在不同第二桨距角。在风扇沿第一旋转方向旋转时和在叶片定位在第一桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0008] 本申请技术方案1涉及一种飞行器推进系统,包括:设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统,所述BLI风扇系统包括构造成沿第一旋转方向围绕所述BLI风扇系统的轴向中心线旋转的风扇,所述BLI风扇系统包括定位在第一桨距角,构造与所述风扇一起旋转的叶片,其中与所述BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将所述风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,以及其中与所述BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将所述风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。

[0009] 本申请技术方案2涉及根据技术方案1所述的系统,其中在所述风扇沿所述第一旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第一桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在所述风扇沿所述第二旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第二桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的所述空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0010] 本申请技术方案3涉及根据技术方案1所述的系统,其中每个叶片包括前缘和后缘,其中空气构造成沿从所述前缘朝所述后缘的方向流过所述BLI风扇系统。

[0011] 本申请技术方案4涉及根据技术方案1所述的系统,其中所述电动机包括相位开关,其中所述相位开关构造成改变所述风扇的旋转方向。

[0012] 本申请技术方案5涉及根据技术方案1所述的系统,还包括悬置在所述飞行器推进系统的机翼下方的一对喷气发动机,以及还包括与所述喷气发动机、所述电动机和所述致动器电联接的发电机,其中所述发电机构造成将来自所述喷气发动机的旋转能转换成电能。

[0013] 本申请技术方案6涉及根据技术方案1所述的系统,其中所述BLI风扇系统构造成将推力提供至所述飞行器推进系统。

[0014] 本申请技术方案7涉及根据技术方案6所述的系统,其中由所述BLI风扇系统提供的所述推力构造成前向推力或反向推力中的一个或多个。

[0015] 本申请技术方案8涉及根据技术方案1所述的系统,其中所述电动机构造成改变所述风扇的旋转速度。

[0016] 本申请技术方案9涉及根据技术方案1所述的系统,还包括设置在所述BLI风扇系统的后端处的扩口,其中所述扩口构造成将空气流导入所述BLI风扇系统中。

[0017] 本申请技术方案10涉及根据技术方案1所述的系统,其中在所述风扇沿第二旋转方向旋转时,以及在所述叶片定位在所述第二桨距角时,所述飞行器的移动和构造成流过所述BLI风扇系统的空气流方向沿相同方向。

[0018] 本申请技术方案11涉及一种方法,其包括:将边界层摄入(BLI)风扇系统设置在飞

行器推进系统的飞行器的后端处,所述BLI风扇系统包括构造成沿第一旋转方向围绕所述BLI风扇系统的轴向中心线旋转的风扇,所述BLI风扇系统包括定位在第一桨距角构造成与所述风扇一起旋转的叶片;用与所述BLI风扇系统可操作地联接的电动机将所述风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向;以及用与所述BLI风扇系统可操作地联接的致动器将所述风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。

[0019] 本申请技术方案12涉及根据技术方案11所述的方法,其中在所述风扇沿所述第一旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第一桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在所述风扇沿所述第二旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第二桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的所述空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0020] 本申请技术方案13涉及根据技术方案11所述的方法,其中每个叶片包括前缘和后缘,其中空气构造成沿从所述前缘朝所述后缘的方向流过所述BLI风扇系统。

[0021] 本申请技术方案14涉及根据技术方案11所述的方法,还包括利用包括相位开关的所述电动机的相位开关改变所述风扇的旋转方向。

[0022] 本申请技术方案15涉及根据技术方案11所述的方法,还包括使一对喷气发动机悬置在所述飞行器推进系统的机翼下方,以及使发电机与所述喷气发动机、所述电动机和所述致动器电联接,其中所述发电机构造成将来自所述喷气发动机的旋转能转换成电能。

[0023] 本申请技术方案16涉及根据技术方案11所述的方法,其中所述BLI风扇系统构造成将推力提供至所述飞行器推进系统。

[0024] 本申请技术方案17涉及根据技术方案16所述的方法,其中由所述BLI风扇系统提供的所述推力构造成前向推力或反向推力中的一个或多个。

[0025] 本申请技术方案18涉及根据技术方案11所述的方法,还包括用所述电动机改变所述风扇的旋转速度。

[0026] 本申请技术方案19涉及根据技术方案11所述的方法,其中在所述风扇沿第二旋转方向旋转时,以及在所述叶片定位在所述第二桨距角时,所述飞行器的移动和构造成流过所述BLI风扇系统的空气流方向沿相同方向。

[0027] 本申请技术方案20涉及一种飞行器推进系统,包括:设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统,所述BLI风扇系统包括构造成沿第一旋转方向围绕所述BLI风扇系统的轴向中心线旋转的风扇,所述BLI风扇系统包括定位在第一桨距角,构造成与所述风扇一起旋转的叶片,其中与所述BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将所述风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,其中与所述BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将所述风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角,以及其中在所述风扇沿所述第一旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第一桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在所述风扇沿所述第二旋转方向旋转时和在所述叶片定位在所述第二桨距角时,构造成流过所述BLI风扇系统的空气流的方向是沿不同的第二方向。

## 附图说明

[0028] 参考附图,通过阅读对非限制性实施例的以下描述,将更好地理解本发明的主题,

下文中,在附图中:

[0029] 图1示出了根据一个实施例的飞行器系统的俯视图;

[0030] 图2示出了根据一个实施例的图1中的飞行器系统的侧视图;

[0031] 图3示出了根据一个实施例的边界层摄入 (BLI) 风扇系统的横截面透视图;

[0032] 图4A示出了根据一个实施例的具有定位在第一桨距角的叶片的图3中的BLI风扇系统的局部透视图;

[0033] 图4B示出了根据一个实施例的具有定位在第一桨距角的叶片的图3中的BLI风扇系统的局部前视图;

[0034] 图4C示出了根据一个实施例的图4A和4B中的BLI风扇系统的侧视图;

[0035] 图5A示出了根据一个实施例的具有定位在第二桨距角的叶片的图3中的BLI风扇系统的局部透视图;

[0036] 图5B示出了根据一个实施例的具有定位在第二桨距角的叶片的图3中的BLI风扇系统的局部前视图;

[0037] 图5C示出了根据一个实施例的图5A和5B中的BLI风扇系统的侧视图;以及

[0038] 图6示出了根据一个实施例的方法流程图。

### 具体实施方式

[0039] 本文所述的本发明的主题的一个或多个实施例涉及用于将推力有效地提供至飞行器推进系统的系统及方法。该系统和方法改变边界层摄入 (BLI) 风扇系统的风扇的旋转方向。该系统和方法用电动机改变风扇的叶片位置。通过改变BLI风扇系统的风扇的旋转方向,以及改变BLI风扇系统的叶片的位置,系统和方法改变穿过BLI风扇系统的空气流的方向。BLI风扇系统的空气流方向的变化允许了BLI风扇系统提供前向推力和反向推力至飞行器推进系统。本文所述的主题的一个技术效果在于管理可由BLI风扇系统提供至飞行器系统的推力的期望量和方向。本文所述的主题的一个技术效果在于在飞行器系统着陆、减速等时改善飞行器系统的减速(例如,更快减慢),从而延长飞行器的制动系统的零件寿命。

[0040] 如本文中所用,术语“第一”、“第二”和“第三”可互换使用以区分一个部件与另一部件而并非意图表示独立部件的位置或重要性。术语“前”和“后”是指基于实际或预期行进方向的部件的位置。例如,“前”可表示基于飞行器的预期行进方向的飞行器的前部,且“后”可表示基于飞行器的预期行进方向的飞行器的后部。此外,术语“上游”和“下游”是指相对于流体路径中的流体流动的相对方向。例如,“上游”是指流体从其流出的方向,而“下游”是指流体流到的方向。

[0041] 图1示出了根据一个实施例的飞行器系统10的俯视图。图2示出了根据一个实施例的飞行器系统10的侧视图。本文将一起详细描述图1和2。

[0042] 飞行器系统10包括具有机身12的飞行器13,机身12沿飞行器13的纵向方向在飞行器13的前端16与后端18之间延伸。飞行器13限定纵向中心线14,其延伸穿过垂直方向V和侧向方向L。飞行器13限定在机身12的前端16与后端18之间延伸的等分线15。如本文使用的用语“机身”大体上包括飞行器13的本体的全部,如,飞行器13的尾翼。此外,如本文使用的“等分线”是指沿飞行器13的长度延伸的中点线,未考虑飞行器系统10的附体(例如,本文将更详细描述机翼20和稳定翼)。

[0043] 飞行器13包括一对机翼20。第一机翼沿侧向方向L从机身12的左舷侧22沿侧向延伸,且第二机翼从机身12的右舷侧24沿侧向延伸。每个机翼20包括一个或多个前缘襟翼26和一个或多个后缘襟翼28。可选地,机翼20可不包括前缘襟翼26和/或后缘襟翼28。飞行器13包括飞行器13的后端18处的垂直稳定翼30和一对水平稳定翼34。垂直稳定翼30具有方向舵襟翼32来用于偏航控制,且每个水平稳定翼34具有用于飞行器系统10的俯仰控制的升降舵襟翼36。机身12包括外表面或蒙皮38。图1和2示出了飞行器系统10的一个实施例。可选地,飞行器系统10可包括稳定翼、机翼等的任何可替代构造,其可沿垂直方向V、水平或侧向方向L或任何可替代方向远离中心线14和/或等分线15从飞行器13延伸。

[0044] 飞行器系统10包括飞行器推进系统100。飞行器推进系统100包括一对飞行器发动机,至少一个安装到一对机翼20中的每个上,以及后发动机。在所示实施例中,飞行器推进系统100发动机可构造为涡轮风扇喷气发动机102,104,其以机翼下方的构造悬置在机翼20下方。此外或可替代地,喷气发动机102,104可定位在飞行器13的前端16与后端18之间的不同位置处,可定位在机翼20上方,或在任何可替代位置。可选地,飞行器推进系统100可包括任何数量和/或构造的喷气发动机,包括涡轮风扇、涡轮螺旋桨、涡轮喷气等的非限制性实例。例如,飞行器推进系统100可不包括机翼下安装的喷气发动机102,104,且可包括用于对飞行器系统10供能的任何可替代的能量源(例如,电源)。

[0045] 后发动机是风扇,风扇构造成摄入和消耗形成飞行器13的机身12上的边界层的空气。后发动机可在本文中称为边界层摄入(BLI)风扇系统106。BLI风扇系统106在机翼20和/或喷气发动机102,104后的位置处安装到机身12上,使得等分线15延伸穿过BLI风扇系统106。例如,此构造沿垂直方向V将BLI风扇系统106的中心轴线定位在中心线14上方。此外,BLI风扇系统106可沿侧向方向L平行于中心线14或与中心线14成角度来安装。例如,BLI风扇系统106的中心线可与中心线14限定角。BLI风扇系统106在后端18处固定地连接到机身12上,使得BLI风扇系统106并入后端18处的飞行器系统10的尾段或与尾段混合。可选地,BLI风扇系统106可定位在飞行器13的后端18附近的任何可替代位置。

[0046] 喷气发动机102,104构造成将动力提供至发电机108和/或飞行器推进系统100的储能装置110。例如,一个或多个喷气发动机102,104可构造成将机械动力从旋转轴(例如,低压轴或高压轴)提供至发电机108。在所示实施例中,喷气发动机102,104与单个发电机108可操作地联接。可选地,喷气发动机102,104可与两个或多个发电机可操作地联接。发电机108可将喷气发动机102,104生成的旋转能转换成电能。此外或可替代地,发电机108可将机械能转换成电能,且将转换的电能提供至储能装置110。

[0047] 飞行器推进系统100包括与BLI风扇系统106可操作地联接的电动机40。例如,电动机40可电控制BLI风扇系统106的一个或多个操作。可选地,电动机40可与BLI风扇系统106的一个或多个部件可操作地联接。此外,发电机108和/或储能装置110与电动机40电联接。例如,发电机108可将转换的电力提供至电动机40。电动机40可使用由发电机108生成且供应至电动机40的电力来控制BLI风扇系统106的操作。

[0048] 在所示实施例中,发电机108、储能装置110和电动机40与喷气发动机102,104分开。此外或可替代地,发电机108、储能装置110或电动机40中的一个或多个可与喷气发动机102,104构造在一起。可选地,飞行器推进系统100可包括多个发电机108。每个发电机108可与每个喷气发动机102,104可操作地联接。可选地,一个或多个喷气发动机102,104可为高

涵道比涡扇喷气发动机,其中发电机由涡扇喷气发动机的一个或多个轴驱动。

[0049] 图3示出了根据一个实施例的BLI风扇系统106的横截面透视图。BLI风扇系统106在飞行器系统10的后端18附近安装到飞行器13上。BLI风扇系统106限定径向方向R和轴向方向A。轴向方向A沿纵向轴向中心线202延伸,中心线202延伸穿过外机舱206的前端248与后端250之间的BLI风扇系统106的中心。外机舱206包括前端248处的入口220和后端250处的出口230。例如,在飞行器系统10的巡航操作期间,边界层空气可在前端248处流入入口220,且从外机舱206的后端250处的出口230流出BLI风扇系统106。例如,外机舱206限定空气构造成经由其流动的通路。

[0050] 飞行器推进系统100(图1和2中)还包括与BLI风扇系统106可操作地联接的致动器218。致动器218可为电动机、机械致动器、液压致动器、液压泵等。在所示实施例中,单个致动器218与BLI风扇系统106可操作地联接。此外或可替代地,推进系统100可具有与BLI风扇系统106可操作地联接的一个或多个致动器218。致动器218在飞行器系统10的后端18处设置在机身12内。可替代地,致动器218可设置在飞行器系统10的可替代位置处。

[0051] 致动器218电学地和/或机械地控制BLI风扇系统106的操作。此外,发电机108和/或储能装置110与致动器218电连接。例如,发电机108可将转换的电力提供至致动器218。致动器218可使用由发电机108生成且供应至致动器218的电力来控制BLI风扇系统106的一个或多个操作。

[0052] BLI风扇系统106包括入口导叶208和出口导叶222。可选地,在一个或多个实施例中,BLI风扇系统106可没有入口导叶208和/或没有出口导叶222。此外或可替代地,入口导叶208可称为入口引导叶片208,且出口导叶222可称为出口引导叶片222。例如,入口引导叶片208和出口引导叶片222可形状和尺寸与风扇叶片212类似或是独特的。入口导叶208固定地联接到外机舱206上,且沿轴向中心线202设置在外机舱206的前端248附近。出口导叶222固定地联接到外机舱206上,且沿轴向中心线202设置在外机舱206的后端250附近。例如,风扇210设置在入口导叶208与出口导叶222之间。此外或可替代地,入口导叶208和/或出口导叶222可为可变动导叶。入口导叶208中的一个或多个和/或出口导叶222中的一个或多个可围绕对应于每个入口导叶208和/或每个出口导叶222的导叶轴线(未示出)旋转。例如,致动器218可与入口导叶208和/或出口导叶222可操作地联接,且可提供电力或机械动力,以便使入口导叶208和/或出口导叶222从第一桨距角旋转至不同的第二桨距角。可选地,第一致动器可与入口导叶208可操作地联接且控制入口导叶208的位置,且不同的第二致动器可与出口导叶222可操作地联接且控制出口导叶222的位置。

[0053] 入口导叶208和出口导叶222在外机舱206内形状、尺寸和定向确定为以便引导和/或调节流过BLI风扇系统106的空气流。例如,相比于没有入口导叶208和/或出口导叶222的BLI风扇系统106,入口导叶208和出口导叶222可提高BLI风扇系统106的效率,可减少流入BLI风扇系统106的空气扭曲,将强度和/或刚度加至BLI风扇系统106等。

[0054] BLI风扇系统106包括风扇210,其包括在外机舱206内可围绕轴向中心线202旋转的旋转风扇轴216。BLI风扇系统106包括多个风扇叶片212,其围绕轴向中心线202相对于每个外风扇叶片212大致均匀间隔开。在一个或多个实施例中,风扇叶片212可固定地附接到风扇轴216上,或可旋转地附接到风扇轴216上。例如,风扇叶片212可附接到风扇轴216上,使得每个叶片212的桨距角可由致动器218改变(例如,一齐或未一齐),以引导叶片212围绕

或关于每个风扇叶片212的叶片轴线旋转。在一个或多个实施例中,风扇叶片212的桨距角可由致动器218,由液压泵(未示出)或可替代机构来改变。相比于不改变风扇叶片212的桨距的BLI风扇系统106,改变多个风扇叶片212的桨距可提高BLI风扇系统106的效率,可允许BLI风扇系统106实现期望的推力,等。例如,BLI风扇系统106可称为可变桨距风扇。下文将更详细论述风扇叶片212的桨距角。

[0055] BLI风扇系统106的风扇轴216与电动机40可操作地联接(图1和2中)。电动机40可改变风扇轴216的旋转速度、风扇210的风扇轴216的旋转方向等中的一个或多个。相比于不改变风扇210的旋转的速度和/或方向的BLI风扇系统106,改变风扇210的旋转的方向和/或速度可提高飞行器推进系统100的效率,可提高BLI风扇系统106的效率,可允许BLI风扇系统106实现推力的期望方向和/或量等。下文将更详细论述风扇210的旋转方向。

[0056] BLI风扇系统106包括尾锥224和喷嘴226。喷嘴226设置在外机舱206与机舱206的后端250处的尾锥224之间。尾锥224形状和尺寸确定为引导空气流,空气流流过BLI风扇系统106的出口230。喷嘴226从流过BLI风扇系统106的空气生成一定推力量,且尾锥224定形为以便最小化BLI风扇系统106上的阻力量。此外或可替代地,尾锥224可具有可替代的形状和/或尺寸,可设置在BLI风扇系统106的可替代位置处(例如,入口220与出口230之间),等。

[0057] 图4A示出了根据一个实施例的具有定位在第一桨距角的风扇叶片212的BLI风扇系统106的局部透视图。图4B示出了根据一个实施例的具有定位在第一桨距角的叶片212的BLI风扇系统106的局部前视图。图4C示出了BLI风扇系统106的侧视图。将一起详细描述图4A,4B和4C。

[0058] 风扇210和多个风扇叶片212围绕BLI风扇系统106的轴向中心线202沿第一旋转方向402旋转。每个风扇叶片212都具有压力侧432和与压力侧432相对的吸力侧434。压力侧432和吸力侧434由前缘430和与前缘430相对的后缘440互连。在前缘430与后缘440之间,压力侧432大体上是凹形,且吸力侧434大体上是凸形。例如,大体上凹入的压力侧432和大体上凸出的吸力侧434提供气动表面,流体在气动表面上流过BLI风扇系统106。

[0059] 在图4A和4B的实施例中,叶片212定位在相对于对应于每个叶片212的叶片轴线214成第一桨距角436。例如,如图4B中所示,第一桨距角436可与水平轴线成小于90度。例如,第一桨距角436可限定为水平轴线与叶片弦线之间的角。

[0060] 在叶片212定位在第一桨距角436时和在风扇210围绕BLI风扇系统106的轴向中心线202沿第一旋转方向402(例如,沿图4A中的顺时针方向)旋转时,空气沿第一空气流方向404流过BLI风扇系统106。沿第一空气流方向404的空气流在外机舱206的前端248处流入入口220,且经由外机舱206的后端250处的出口230流出BLI风扇系统106。此外,当空气流经由BLI风扇系统106沿第一空气流方向404流动时,入口导叶208和出口导叶222(图3中所示)可分别定位在第一入口桨距角和第一出口桨距角(未示出)。

[0061] 沿第一空气流方向404流动的空气沿从叶片212的前缘430至每个叶片212的后缘440的方向流动。例如,沿第一空气流方向404移动的空气流的第一相对速度410构造成被朝每个叶片212的前缘430引导。

[0062] 定位在第一桨距角436的风扇叶片212和沿第一旋转方向402旋转的风扇210生成前向推力408,其沿飞行器系统10的前向移动方向406推进飞行器系统10。例如,在飞行器系统10在巡航和/或加速时的飞行器系统10操作期间(例如,起飞期间),BLI风扇系统106将向

前的推力408提供至飞行器系统10。BLI风扇系统106有助于喷气发动机102,104使飞行器系统10沿前向移动方向406上的行进方向移动。

[0063] 图5A,5B和5C示出了叶片212的位置变化,以及风扇210的旋转方向变化。图5A示出了根据一个实施例的具有定位在不同的第二桨距角的叶片212的BLI风扇系统106的局部透视图。图5B示出了根据一个实施例的具有定位在第二桨距角的叶片212的BLI风扇系统106的局部前视图。图5C示出了BLI风扇系统106的侧视图。将一起详细描述图5A,5B和5C。

[0064] 在图5A和5B的实施例中的叶片212定位在相对于对应于每个叶片212的叶片轴线214成不同的第二桨距角536。飞行器推进系统100的致动器218可操作地控制叶片212,以便将叶片212的桨距角的位置从第一桨距角436变为第二桨距角536。例如,致动器218可包括开关(未示出)和可替代的电气或机械部件,其电学地或机械地控制叶片212的位置。开关可由飞行器系统10机载的操作者,由飞行器系统10机外的操作者手动地控制,或可由飞行器系统10的一个或多个系统自主地控制。每个叶片212围绕每个对应的叶片轴线214从第一桨距角436的位置旋转到第二桨距角536的位置(例如,图5A中所示的顺时针方向514)。例如,发电机108(图1)可将来自喷气发动机102,104的机械能转换成由致动器218使用的电能来改变叶片212的位置。可选地,液压泵或可替代的机构可改变叶片212的位置。可选地,每个叶片212可沿与图5A中所示的旋转方向514相反的方向从第一桨距角436的位置旋转到第二桨距角536的位置。例如,叶片212可沿反时针旋转方向旋转。

[0065] 电动机40将风扇210的旋转方向围绕BLI风扇系统106的轴向中心线202从第一旋转方向402(例如,图4A中的顺时针)变为不同的第二旋转方向502(例如,示为图5A中的反时针)。例如,电动机40可包括一个或多个相位开关(未示出),或可替代的电气部件,其可电学地改变风扇的旋转方向。相位开关可由飞行器系统10机载的操作者,由飞行器系统10机外的操作者手动地操作,或可由飞行器系统10的一个或多个系统自主地控制。可选地,电动机40可将风扇210的旋转方向变为第二旋转方向502,且可增大和/或减小风扇210的旋转速度。例如,电动机40可引导风扇的速度减小(例如,至预定较低风扇速度极限阈值,停止,等),然后将风扇的旋转方向变为第二旋转方向502。可选地,风扇的旋转方向可在叶片212构造成沿反时针方向(例如,与旋转方向514相反的方向)旋转时保持不变。

[0066] 可选地,在一个或多个实施例中,致动器218可操作地控制入口导叶208和/或出口导叶222,以便将入口导叶208和/或出口导叶222的桨距角的位置变为不同的第二桨距角。例如,致动器218可包括一个或多个开关(未示出)或可替代的电气部件,其电控制入口导叶208和/或出口导叶222的位置。致动器218可将入口导叶208和出口导叶222的位置分别从第一入口桨距角变为不同的第二入口桨距角,以及从第一出口桨距角变为不同的第二出口桨距角。例如,入口导叶208可具有第一入口桨距角,其对于出口导叶222的第一出口桨距角是独特的,且对于风扇叶片212的第一桨距角436是独特的。此外,致动器218可将入口导叶208的位置变为第二入口桨距角,其对于出口导叶222的第二出口桨距角是独特的,且对于风扇叶片212的第二桨距角536是独特的。例如,致动器218可将入口导叶208、出口导叶222和风扇叶片212的位置变为独特和/或共同的位置。可选地,推进系统100可包括三个致动器218,其可操作地控制入口导叶208、风扇叶片212和出口导叶222的位置。例如,第一致动器可与风扇叶片212可操作地联接,以便改变风扇叶片212的桨距角的位置,第二致动器可与入口导叶208可操作地联接,以便改变入口导叶208的桨距角的位置,以及第三致动器可与出口

导叶222可操作地联接,以便改变出口导叶222的桨距角的位置。此外或可替代地,致动器218可包括三个开关。例如,第一开关可与风扇叶片212可操作地联接,以便改变风扇叶片212的桨距角的位置,第二开关可与入口导叶208可操作地联接,以便改变入口导叶208的桨距角的位置,以及第三开关可与出口导叶222可操作地联接,以便改变出口导叶222的桨距角的位置。

[0067] 将BLI风扇系统106的叶片212的位置从第一桨距角436变为第二桨距角536,以及将风扇210的旋转方向从第一旋转方向402变为第二旋转方向502将穿过BLI风扇系统106的空气流方向从第一空气流方向404变为不同的第二空气流方向504。沿第一空气流方向504的空气流在外机舱206的后端250处流入出口230中,且经由外机舱206的前端248处的入口220流出BLI风扇系统106。

[0068] 沿第二空气流方向504流动的空气沿从叶片212的前缘430至每个叶片212的后缘440的方向流动。例如,沿第二空气流方向504移动空气流的第二相对速度510构造成被朝每个叶片212的前缘430引导。

[0069] 定位在第二桨距角536的风扇叶片212和沿第二旋转方向502旋转的风扇210生成反向推力508,其抵消沿飞行器系统10的前向移动方向406上的飞行器系统10的推进。例如,在飞行器系统10着陆时的飞行器系统10操作期间,BLI风扇系统106将反向推力508提供至飞行器系统10。BLI风扇系统106通过减慢、减少或停止飞行器系统10的前向方向的移动406来辅助飞行器系统10的制动系统(未示出)。

[0070] 如图4C中所示,当风扇210沿第一旋转方向402旋转,叶片定位在第一桨距角436,且空气沿第一空气流方向404流过BLI风扇系统106时,穿过BLI风扇系统106的第一空气流方向404是沿飞行器系统10的移动方向406的相反方向。可替代的是,如图5C中所示,当风扇210沿第二旋转方向502旋转,叶片定位在第二桨距角536,且空气沿第二空气流方向504流过BLI风扇系统106时,穿过BLI风扇系统106的第二空气流方向504沿与飞行器系统10的移动方向406的相同方向。可选地,在空气流沿第一空气流方向404流过BLI风扇系统106时,入口导叶208和出口导叶222可分别定位在第一入口桨距角和第一出口桨距角(例如,可与第一桨距角436相同或不同的第一入口桨距角,以及可与第一桨距角436相同或不同的第一出口桨距角),且在空气流沿第二空气流方向504流过BLI风扇系统106时,入口导叶208和出口导叶222可分别定位在不同的第二入口桨距角和不同的第二出口桨距角(例如,可与第二桨距角536相同或不同的第二入口桨距角,以及可与第二桨距角536相同或不同的第二出口桨距角)。

[0071] 在一个或多个实施例中,BLI风扇系统106包括设置在外机舱206的后端250处的扩口420。扩口420围绕外机舱206的周长延伸。扩口420形状和尺寸确定为以便将沿第二空气流方向504流动的空气流导入BLI风扇系统106的出口230。例如,扩口420包括设置在外机舱206的出口230附近的内扩口表面422,以及相对于内扩口表面422设置在外机舱206远侧的外扩口表面424。外扩口表面424具有大于内扩口表面422的直径的直径。例如,当BLI风扇系统106将反向推力(例如,反向推力508)提供至飞行器系统10时,扩口420可将非边界层空气导入BLI风扇系统106的出口230。

[0072] 图6示出了用于提供飞行器的推进系统的方法600的一个实施例的流程图。在602处,边界层摄入(BLI)风扇系统(例如,BLI风扇系统106)设置在飞行器系统的后端处。BLI风

扇系统包括风扇210,其包括多个叶片212。具有叶片212的风扇210围绕BLI风扇系统106的轴向中心线202旋转。BLI风扇系统106消耗或摄入飞行器系统10的边界层空气。此外或可替代地,BLI风扇系统106可设置在飞行器系统的可替代位置处,且可消耗或摄入自由流空气或未由飞行器系统的机身、机翼等扭转的空气。BLI风扇系统106将前向和反向推力提供至飞行器系统10。例如,当飞行器系统10起飞、巡航或加速等时,BLI风扇系统106可提供前向推力(例如,图4C中的前向推力408)至飞行器系统10,且当飞行器系统10着陆、减速等时,BLI风扇系统106可提供反向推力(例如,图5C中的反向推力508)至飞行器系统10。

[0073] 在604处,电动机40与BLI风扇系统106可操作地联接。例如,电动机40可设置在飞行器系统10的机身12内的位置处,且可与BLI风扇系统106电联接。此外,致动器218与BLI风扇系统106可操作地联接。例如,致动器218可设置在飞行器系统10的机身12内的位置处,且可与BLI风扇系统106电联接。在一个或多个实施例中,电动机40和致动器218可从发电机108,从储能装置110等接收电能。例如,发电机108可将来自喷气发动机102,104的机械能转换成可由电动机40和/或致动器218使用的电能。可选地,电动机40和/或致动器218可从可替代的电源如电池等接收电能。此外或可替代地,电池可在起飞期间提供电力至飞行器,可提供电力至电动机,等。在一个或多个实施例中,推进系统100可包括与BLI风扇系统106可操作地联接的许多电动机40、致动器218、液压泵,或任何可替代电源。

[0074] 在606处,电动机40将风扇210的旋转方向从第一旋转方向402变为不同的第二旋转方向502。例如,电动机40可包括相位开关,或可改变风扇210的旋转方向的可替代的部件。电动机40控制风扇210的旋转方向。例如,电动机40可在风扇210沿第一旋转方向402旋转时降低风扇210的旋转速度,直到风扇210的旋转速度达到预定阈值,停止,等。相位开关改变电动机40的相位,以便将风扇210的旋转方向变为第二旋转方向502。电动机40可增大或减小沿第一旋转方向402或第二旋转方向502旋转的风扇210的旋转速度,直到风扇210的旋转速度达到期望的操作速度。沿第一旋转速度402旋转的风扇210将前向推力408提供至飞行器系统10。沿第二旋转方向502旋转的风扇210将反向推力508提供至飞行器系统10。

[0075] 在608处,致动器218将BLI风扇系统106的叶片212的位置从第一桨距角436变为不同的第二桨距角536。例如,致动器218引导叶片212来围绕每个叶片212的对应叶片轴线214旋转至第二桨距角536的位置。可选地,BLI风扇系统106的叶片212的位置可由机械致动器、液压致动器等从第一桨距角436变到第二桨距角536和/或从第二桨距角536变到第一桨距角436。定位在第一桨距角436中的叶片212将前向推力408提供至飞行器系统10。定位在第二桨距角536的叶片212将反向推力508提供至飞行器系统10。

[0076] 可选地,致动器218可改变入口导叶208和/或出口导叶222的位置。例如,通过引导入口导叶208来围绕每个入口导叶208的对应导叶轴线(未示出)旋转至第二入口桨距角,致动器218可将入口导叶208的位置从第一入口桨距角变为不同的第二入口桨距角。此外,致动器218可通过引导出口导叶222围绕每个出口导叶222的对应导叶轴线(未示出)旋转至第二出口桨距角来将出口导叶的位置从第一出口桨距角变为不同的第二出口桨距角。

[0077] 在一个或多个实施例中,电动机40可将风扇210的旋转速度或方向中的一个或多个从第一旋转方向402变为第二旋转方向502,但致动器218可不改变叶片212的位置。此外或可替代地,致动器218可将叶片212的位置从第一桨距角436变为第二桨距角536,但电动机40不改变风扇210的旋转方向和/或速度。可选地,在一个或多个实施例中,出口导叶和/

或入口导叶的桨距角可从反向推力操作模式变到前向推力操作模式/从前向推力操作模式变到反向推力操作模式可选地,推进系统100可包括多个BLI风扇系统106。例如,多个BLI风扇系统106可控制不同的部件或系统,以便一起工作来向飞行器系统10提供前向推力或反向推力。多个BLI风扇系统106中的一个或多个可改变风扇210的旋转方向或叶片212的位置中的一个或多个。例如,第一BLI风扇系统106可仅改变风扇210的旋转方向和旋转速度,且第二BLI风扇系统106可改变叶片212的位置。可选地,一个或多个BLI风扇系统106可具有风扇210的旋转和/或叶片212的位置的变化的任何统一或独特的组合。

[0078] 在所实施例中,推进系统100用于向飞行器系统提供推力。此外或可替代地,推进系统100可用于向任何可替代系统提供推进,非限制性实例包括水系统、车辆系统、清洁能源系统等。

[0079] 在本文所述的主题的一个实施例中,飞行器推进系统包括设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。与BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向。与BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将风扇叶片的位置变为定位在不同第二桨距角。

[0080] 可选地,在风扇沿第一旋转方向旋转时和在叶片定位在第一桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0081] 可选地,每个叶片包括前缘和后缘,其中空气构造成沿从前缘朝后缘的方向流过BLI风扇系统。

[0082] 可选地,电动机包括相位开关,其中相位开关构造成改变风扇的旋转方向。

[0083] 可选地,系统包括悬置在飞行器推进系统的机翼下方的一对喷气发动机,且还包括与喷气发机电联接的发电机、电动机和致动器,其中发电机构造成将来自喷气发动机的旋转能转换成电能。

[0084] 可选地,BLI风扇系统构造成将推力提供至飞行器推进系统。可选地,由BLI风扇系统提供的推力构造成前向推力或反向推力中的一个或多个。

[0085] 可选地,电动机构造成改变风扇的旋转速度。

[0086] 可选地,系统包括设置在BLI风扇系统的后端处的扩口,其中扩口构造成将空气流引导入BLI风扇系统。

[0087] 可选地,当风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,飞行器的移动和构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向沿相同方向。

[0088] 在本文所述的主题的一个实施例中,一种方法包括将边界层摄入(BLI)风扇系统设置在飞行器推进系统的飞行器的后端处。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。该方法还包括用与BLI风扇系统可操作地联接的电动机将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,以及用与BLI风扇系统可操作地联接的致动器将风扇叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。

[0089] 可选地,在风扇沿第一旋转方向旋转时和在叶片定位在第一桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0090] 可选地,每个叶片包括前缘和后缘,其中空气构造成沿从前缘朝后缘的方向流过BLI风扇系统。

[0091] 可选地,所述方法还包括用电动机的相位开关改变风扇的旋转方向。

[0092] 可选地,该方法还包括将一对喷气发动机悬置在飞行器推进系统的机翼下方,以及使发电机与喷气发动机、电动机和致动器电联接,其中发电机构造成将来自喷气发动机的旋转能转换成电能。

[0093] 可选地,BLI风扇系统构造成将推力提供至飞行器推进系统。可选地,由BLI风扇系统提供的推力构造成前向推力或反向推力中的一个或多个。

[0094] 可选地,一种方法还包括用电动机改变风扇的旋转速度。

[0095] 可选地,该方法还包括将扩口设置在BLI风扇系统的后端处,其中扩口构造成将空气流导入BLI风扇系统。

[0096] 可选地,当风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,飞行器的移动和构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向沿相同方向。

[0097] 在本文所述的主题的一个实施例中,一种飞行器推进系统包括设置在飞行器的后端处的边界层摄入(BLI)风扇系统。BLI风扇系统包括风扇,其构造成沿第一旋转方向围绕BLI风扇系统的轴向中心线旋转。BLI风扇系统包括叶片,其定位在第一桨距角,构造为与风扇一起旋转。与BLI风扇系统可操作地联接的电动机构造成将风扇的旋转方向变为不同的第二旋转方向,且与BLI风扇系统可操作地联接的致动器构造成将风扇的叶片的位置变为定位在不同的第二桨距角。在风扇沿第一旋转方向旋转时和在叶片定位在第一桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿第一方向,以及其中在风扇沿第二旋转方向旋转时和在叶片定位在第二桨距角时,构造成流过BLI风扇系统的空气流的方向是沿不同的第二方向。

[0098] 如本文所使用,以单数形式叙述且跟在词语“一”或“一个”后的元件或步骤应理解为不排除复数个所述元件或步骤,除非明确陈述此类排除。此外,对当前描述的主题的“一个实施例”的提及并非旨在解释为排除同样合并有所述特征的附加实施例的存在。此外,除非明确地陈述为相反情况,否则“包括”或“具有”带有特定属性的一个元件或多个元件的实施例可以包括不带有该属性的其它此类元件。

[0099] 应了解,以上描述希望为说明性而非限制性的。例如,上述实施例(和/或其方面)可相互组合使用。例如,上述实施例(和/或其方面)可相互组合使用。另外,在不脱离本文所阐述主题的范围的情况下,可进行许多修改以使特定情形或材料适应所述主题的教导。虽然本文所描述的材料尺寸和类型旨在限定所公开主题的参数,但其绝非是限制性的,而是示范性实施例。本领域的技术人员在查阅以上描述后将会明白许多其它实施例。因此,本文所描述的主题的范围应参考所附权利要求书以及此类权利要求书有权要求的等效物的完整范围来确定。在所附权利要求书中,术语“包括(including)”和“其中(in which)”用作对应术语“包括(comprising)”和“其中(wherein)”的通俗英文等价词。此外,在以下权利要

求书中,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅用作标记,且并旨在对其对象强加数字要求。此外,以下权利要求书的限制并不按照装置加功能格式编写并且不旨在基于35U.S.C. §112 (f) 来解释,除非且直到这类权利要求限制明确使用短语“用于.....的装置”随后没有进一步结构的功能陈述。

[0100] 本书面描述使用实例来公开本文所阐述的主题的若干实施例,包括最佳模式,并且还使本领域的普通技术人员能够实践所公开主题的实施例,包括制造和使用所述装置或系统以及执行所述方法。本文所描述的主题的可获专利范围由权利要求书来限定并且可包括本领域的普通技术人员想到的其它实例。如果此类其它实例具有与权利要求书的字面语言无异的结构要素,或如果此类其它实例包括与权利要求书的字面语言无实质差异的等效结构要素,那么此类其它实例旨在处于权利要求书的范围内。

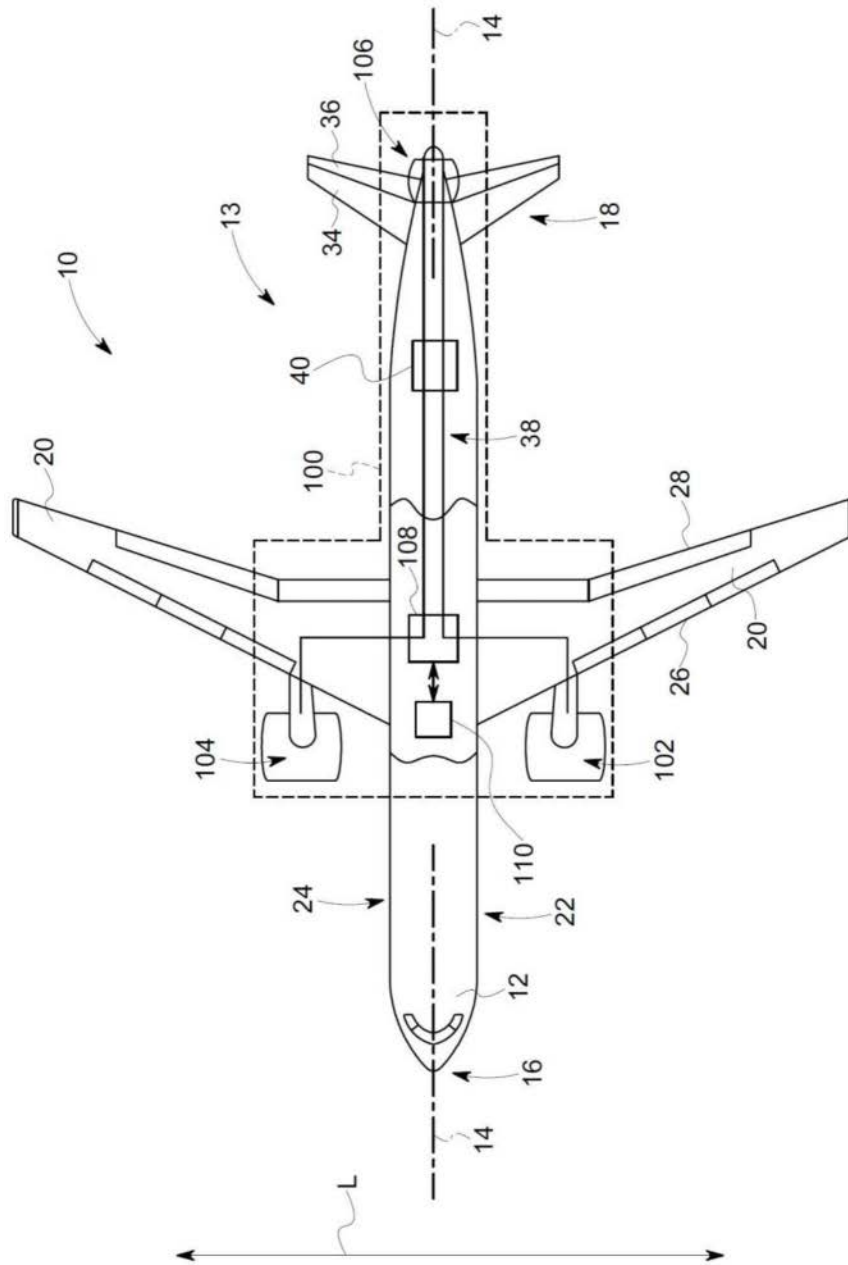


图1

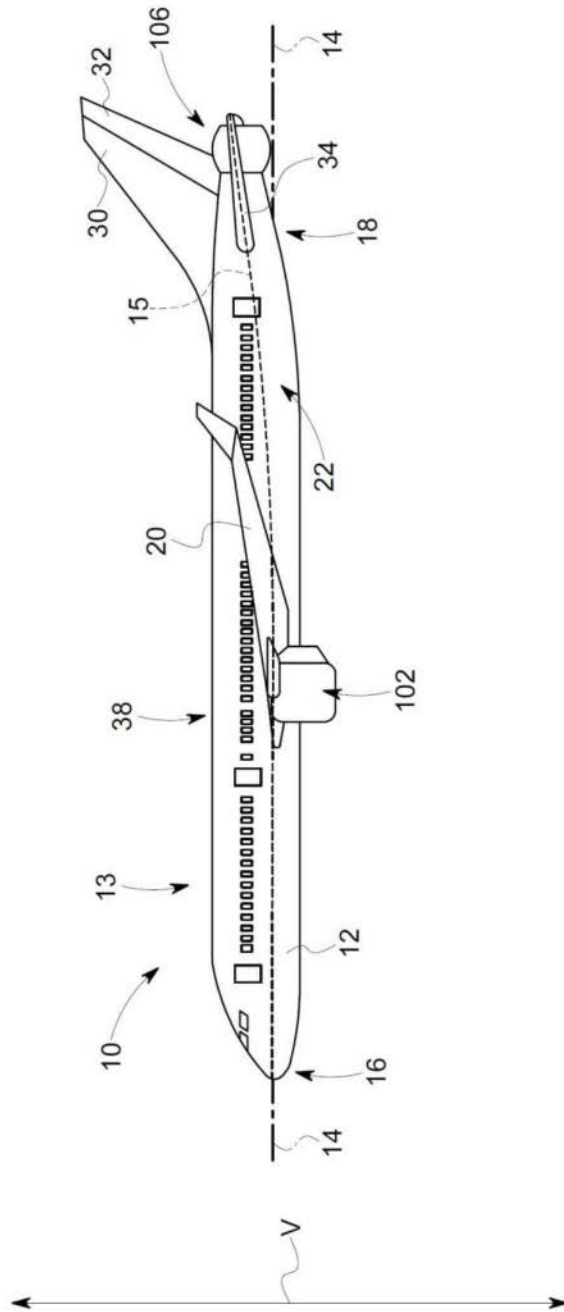


图2

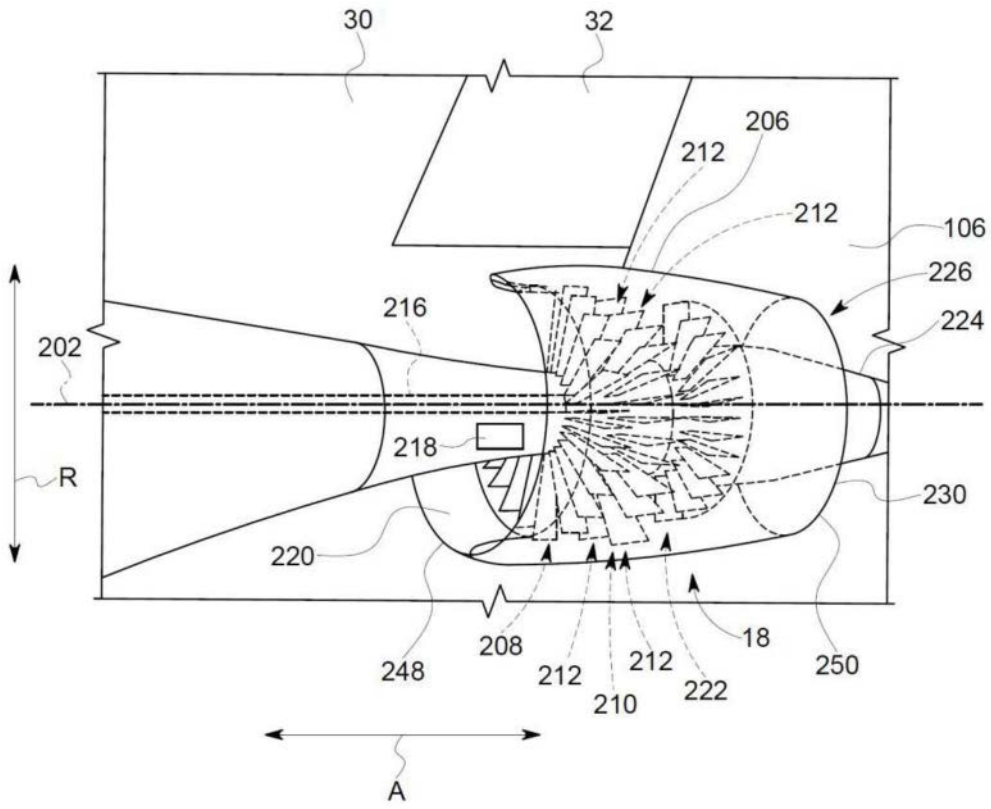


图3

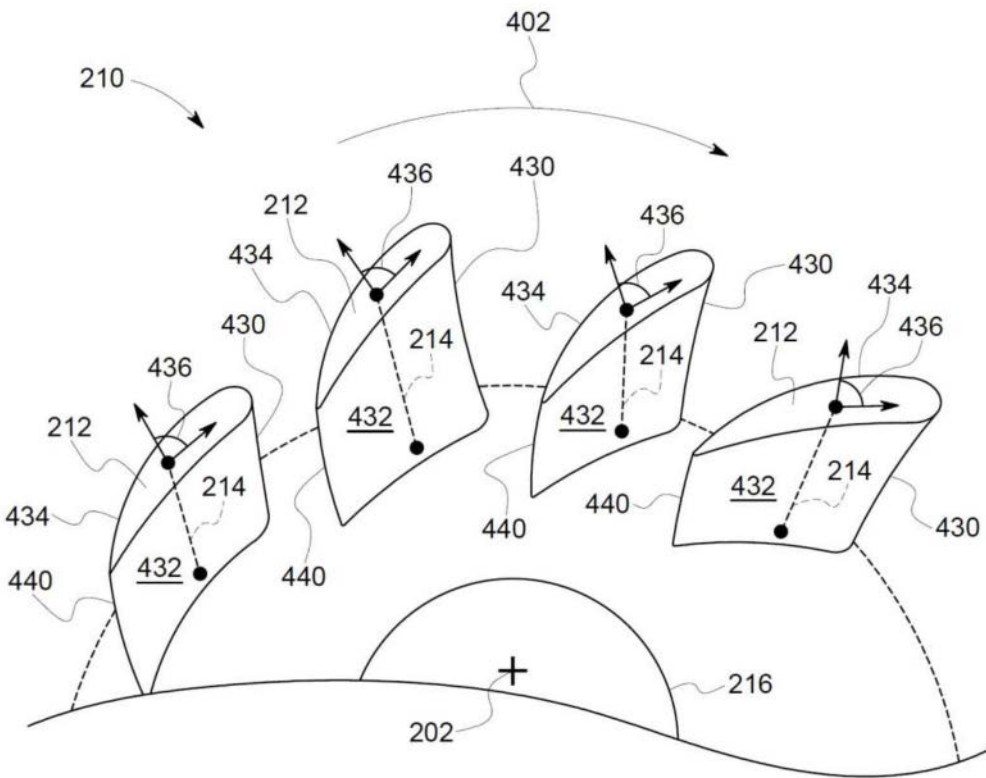


图4A

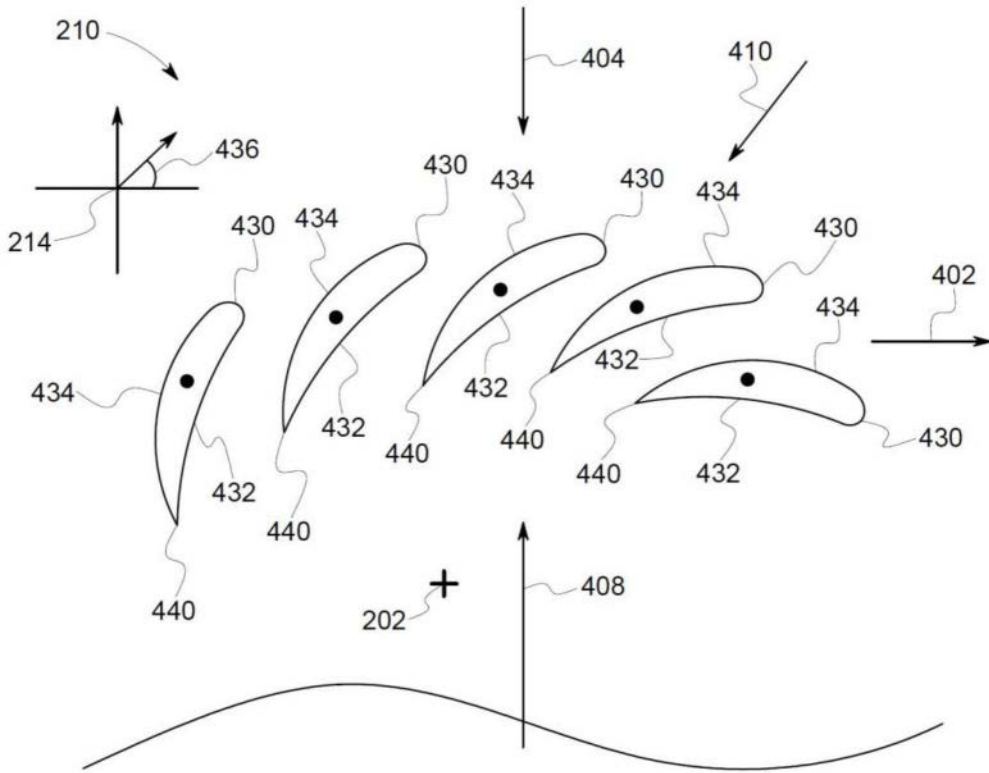


图4B

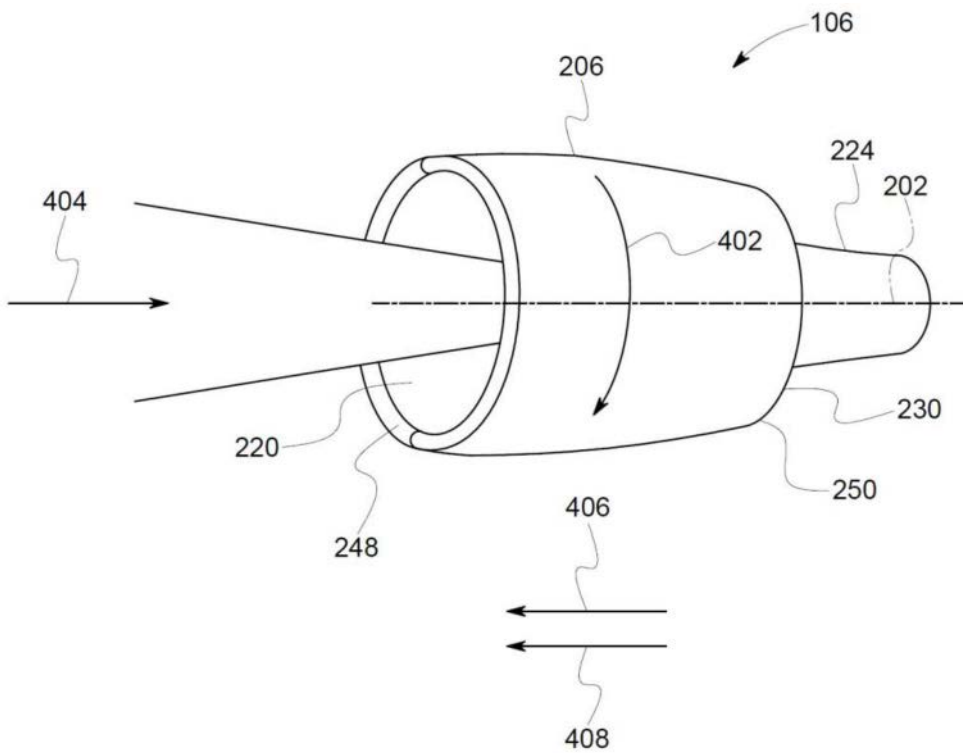


图4C

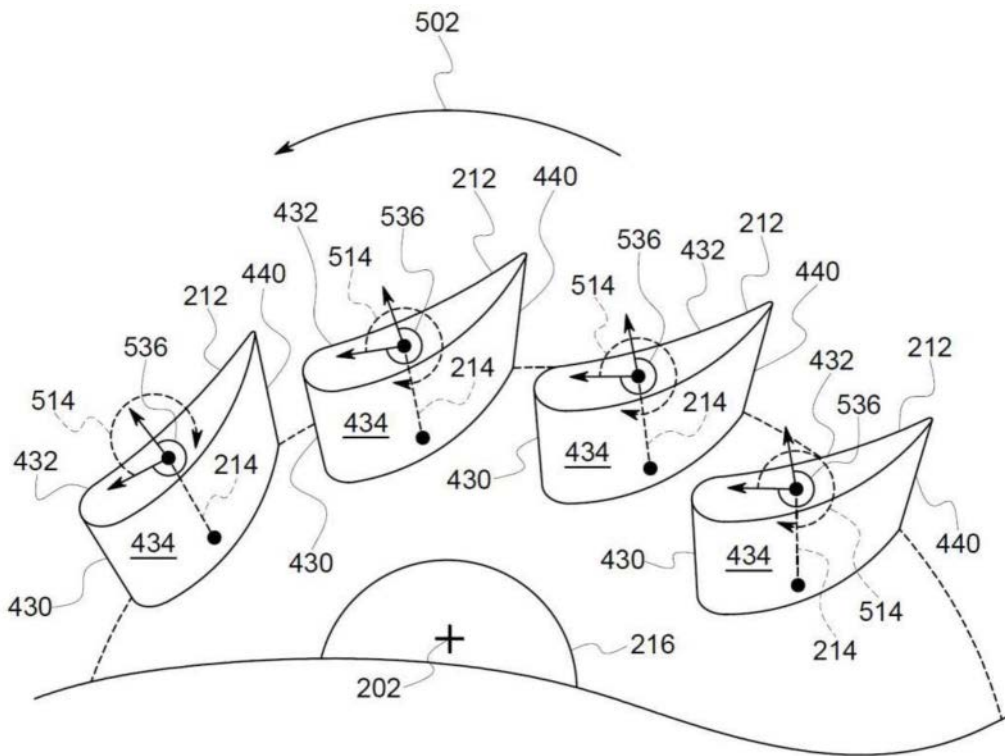


图5A

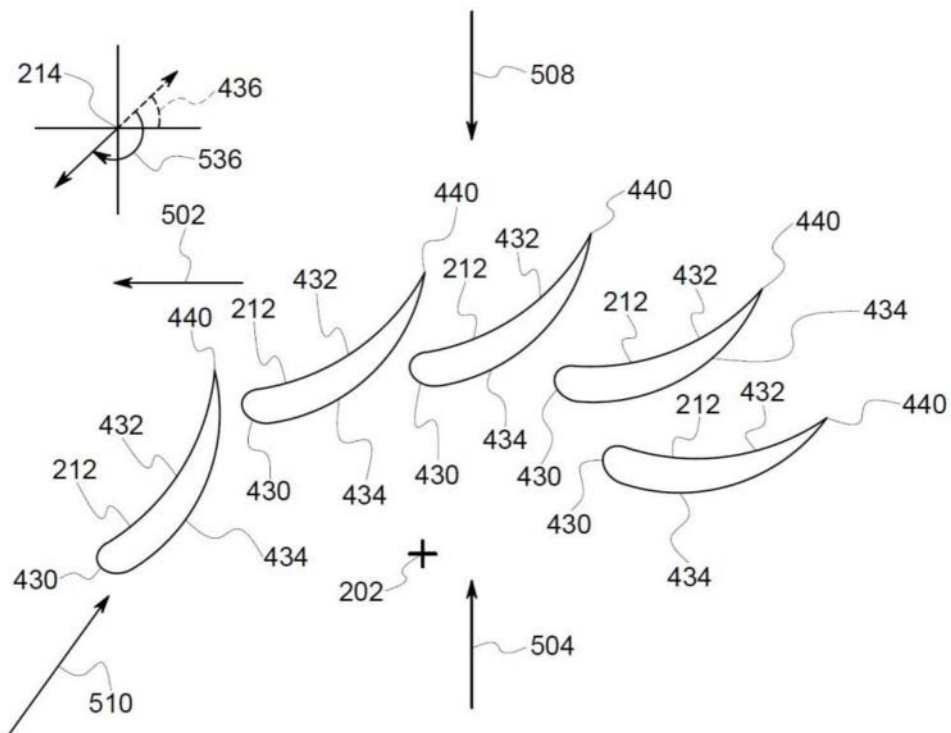


图5B

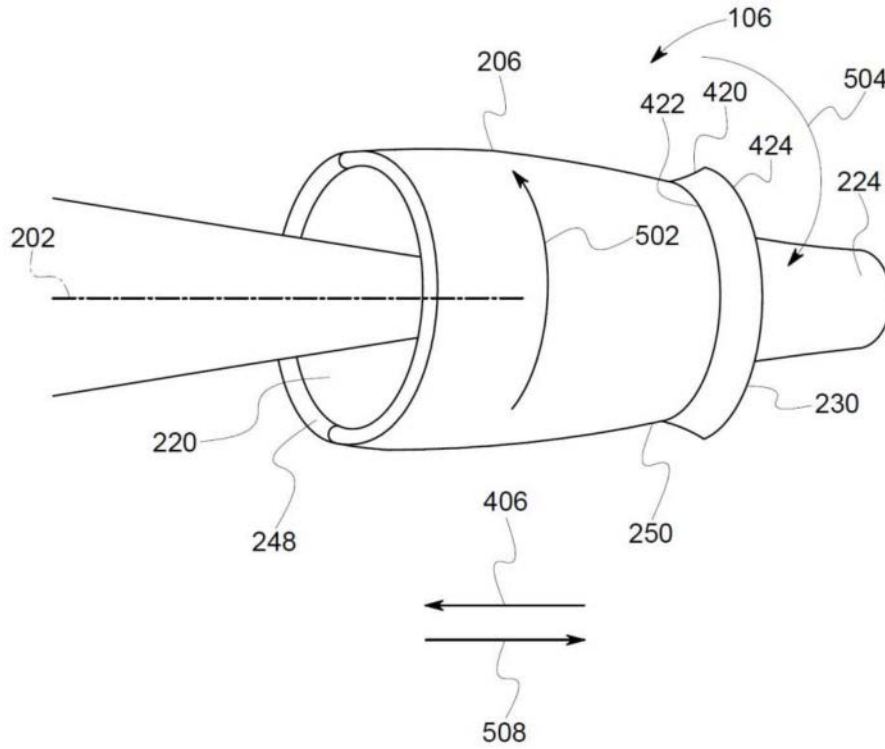


图5C

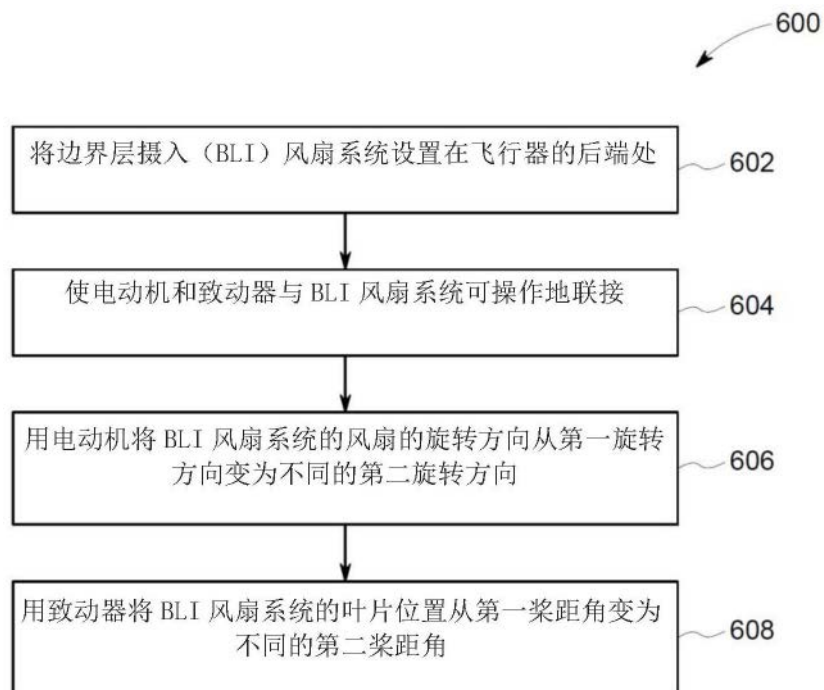


图6