



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112543735 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 29

(21) 申请号 201980036060.X

(22) 申请日 2019.03.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112543735 A

(43) 申请公布日 2021.03.23

(30) 优先权数据
1805279.5 2018.03.29 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.11.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2019/050938 2019.03.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/186208 EN 2019.10.03

(73) 专利权人 亚安吉尔航天有限公司

地址 英国牛津郡

(72) 发明人 丹尼尔·约翰·彼得·索拉

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224

专利代理师 王程

(51) Int.Cl.
B64C 23/06 (2006.01)

(56) 对比文件
EP 2281747 A2, 2011.02.09
US 2017073062 A1, 2017.03.16

审查员 彭德尧

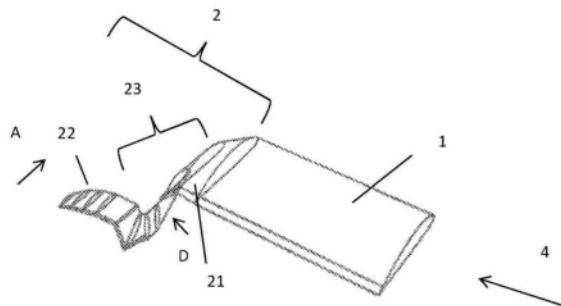
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

翼尖和翼尖构造和设计方法

(57) 摘要

一种用于翼型(例如,飞行器机翼)的尖端部分的空气重定向形成件,包括:第一部分,该第一部分包括第一表面并且用于将涡流引导远离翼型,该第一表面形成机翼的空气动力升力表面的延续;以及第二部分,该第二部分与第一部分间隔开,并被定位成凭借被引导的涡流而产生升力。



1. 一种翼型,其包括用于所述翼型的尖端部分的空气重定向形成件,其中所述空气重定向形成件包括:

第一部分,其包括第一表面,所述第一表面形成所述翼型的空气动力升力表面的延续,所述翼型的所述空气动力升力表面定义水平平面;以及

第二部分,其通过连接结构连接到所述第一部分,所述第二部分包括凭借所述连接结构与所述第一部分间隔开的第二表面,所述第二部分在所述翼型的所述水平平面内或在所述翼型的所述水平平面下方;

其中,在标称飞行条件下使用时,所述第一表面在所述水平平面内并且用于将涡流引导远离所述翼型并朝向所述第二表面,所述第二表面是水平的并且被定位成与被引导的涡流相互作用;

其中,所述空气重定向形成件连接到所述翼型;并且

所述连接结构至少包括第一连接元件和第二连接元件,所述第一连接元件与所述第二连接元件通过第三连接元件连接;

所述第一连接元件连接到所述空气重定向形成件的所述第一部分,其中所述第一连接元件从所述第一部分向后和向下突出;并且

所述第二连接元件连接到所述空气重定向形成件的所述第二部分,其中所述第二连接元件从所述第二部分向前和向下突出。

2. 根据权利要求1所述的翼型,其中,还包括致动器,所述致动器用于控制所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或所述第二部分相对于所述翼型的旋转位置和/或平移位置。

3. 根据权利要求2所述的翼型,其中,所述致动器能够被操作成控制所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或第二部分关于所述翼型的翼展轴线的旋转位置。

4. 根据权利要求2或3所述的翼型,其中,所述致动器能够被操作成控制所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或第二部分关于所述翼型的弦向轴线的旋转位置。

5. 根据权利要求2所述的翼型,其中,所述致动器能够被操作成控制所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或第二部分关于所述翼型的偏航轴线的旋转位置。

6. 根据权利要求2所述的翼型,其中,所述致动器通过使所述空气重定向形成件的一部分变形来控制关于旋转轴线的所述旋转位置和/或平移位置。

7. 根据权利要求1所述的翼型,其中,所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或第二部分平行于所述翼型的延伸轴线延伸。

8. 根据权利要求1所述的翼型,其中,所述空气重定向形成件的至少所述第一部分沿与所述翼型穿过环境空气的方向相反的方向从所述翼型的主表面向后延伸。

9. 根据权利要求1所述的翼型,其中,所述连接结构的最大翼弦长度与所述空气重定向形成件的所述第一部分和/或第二部分的最大翼弦长度相比更小。

10. 根据权利要求1所述的翼型,所述翼型是下反角的机翼。

11. 根据权利要求1所述的翼型,其中,在远离所述翼型的方向上,所述空气重定向形成件的掠角增大,并且在所述第二部分处,所述掠角再次减小。

12. 根据权利要求1所述的翼型,其中,在远离所述翼型的方向上,在所述空气重定向形成件的掠角由于所述第二部分而减小之前,所述掠角是恒定的并且所述空气重定向形成件

的倾斜度增大。

13. 根据权利要求1所述的翼型,其中,在远离所述翼型的方向上,所述空气重定向形成件的掠角和倾斜度均增大,并且随后由于所述第二部分而减小。

14. 一种飞行器,其具有多个机翼,所述机翼中的每一者是根据权利要求1至13中任一项所述的翼型。

翼尖和翼尖构造和设计方法

技术领域

[0001] 本发明涉及适合于设置在翼型(例如,飞行器的机翼)上的空气重定向形成件。本发明还涉及在每一机翼的尖端部分具有空气定向形成件的飞行器。

背景技术

[0002] 美国专利7,971,832公开了一种“翼尖小翼”设备,该“翼尖小翼”设备设置在固定翼飞行器的尖端部分,并且限定有表面,该表面是机翼的气动升力表面的延续。由于机翼下方的空气与机翼上方的空气之间的压力差,该尖端设备具有这样的功能:通过使在机翼后缘处形成的涡流对机翼造成的影响最小化来减少气流。该专利及相关工作表明,后掠式且向下倾斜的尖端优先地将涡流进一步向外侧运动并减少强度。然而,并没有对这种有意重定向气流的形成加以利用。

[0003] 美国专利5,348,253类似地示出了“混合式翼尖小翼”,其是可附接到飞机翼尖以针对给定表面尺寸实现最小诱导阻力的翼状设备。所述翼尖包括仿形表面,该仿形表面从机翼平面的上方或下方突出,并且从机翼的尖端横向突出。

发明内容

[0004] 总体上,本发明提出了一种翼型的尖端部分,该尖端部分设置有空气重定向形成件,该空气重定向形成件包括表面,该表面被定位成凭借从翼型流出的空气涡流而产生升力。

[0005] 更具体地,本发明提出了一种用于翼型的尖端部分的空气重定向形成件,包括:

[0006] 第一部分,该第一部分包括第一表面并且用于将涡流引导远离所述翼型,该第一表面形成所述翼型的空气动力升力表面的延续,该第一表面潜在地但非必要地以从水平方向向下弯曲大于45度的角度而进入连接部分(或“连接结构”),这分别进行了描述;以及

[0007] 第二部分,该第二部分包括第二表面(其可能名义上是水平的),并且该第二部分经由第一部分与翼型间隔开,并且被定位成与被引导的涡流相互作用(通常凭借该引导的涡流而产生升力)。

[0008] 第二表面在使用时可能不是严格水平的,但优选地,第二表面与水平方向具有小于45度的偏差。第二部分的平均空气动力翼弦(mean aerodynamic chord,MAC)小于主翼,但大于主翼的5%、10%、15%、20%或25%,从而在第二表面在水平方向的45度以内时定义作为起始的第二部分。

[0009] 在这里,术语“水平方向”可以被定义为与翼型水平(例如,它可以被定义为包括多根连线—即连接机翼的前缘和后缘的假想直线)。可替代地,在翼型为飞行器的一部分的情况下,其可以基于飞机的机身来定义。应注意的是,传统上,机翼是上反角的(与飞行器机身所定义的水平方向向上所成角度)或者下反角的(与飞行器机身所定义的水平方向向下所成角度),并且实际上可沿着从翼根到翼尖的机翼具有变化的上反角。在本文中,“水平方向”的实例是对这两种可能性的公开(即,参照翼型或参照飞行器机身来定义“水平方向”)。

[0010] 所提出的尖端的主要优点在于,同时降低了引入阻力并改变了(通常是增加了)净升力,同时卸载了较高速度条件下机翼弯曲力矩和/或机翼扭转力矩(这是由设备在尖端施加的中和力矩以及相关联的对升力分布的修改所造成的),从而允许在总体上降低了结构质量,并允许飞行包络线的可能扩展。

[0011] 第一部分偏离翼型(或“主翼”)平面。

[0012] 因此,第一表面通过减少尖端上的气流并将由翼型产生的涡流重新引导远离翼型来减小阻力。在基本操作情况(“标称”的飞行状态)下,第二表面可以利用从翼型流出并由第一表面引导的涡流来提供升力。因此,该形成件的重量被附加的升力大致抵消,从而在没有净损失的情况下提供了设备的稳定性和控制益处。

[0013] 第二表面经由第一表面与主翼隔开足够远的距离,使得第二表面不会对主翼或第一表面的操作造成显著的干扰。这种间隔可能大于主翼MAC的50%。空气重定向形成件引导并利用向后的环形/螺旋形气流(“螺旋式涡流”),从而使阻力降低并且提高升力。

[0014] 为了进一步最大程度地利用气流,并且由于传统的空气动力稳定性的原因,第二表面可以结合一定量的“掠度”。

[0015] 机翼扭转的被动控制可以由当前的空气重定向形成件的后部来提供。在飞行期间,高效的机翼通常趋于产生向前俯仰力矩。空气重定向构造的后部可以通过提供比其重量略小的升力来抵消这种影响。在较高速度下,当翼尖开始进一步扭曲时,空气重定向形成件可能会减小其迎角,并且取决于所选的翼型截面,可以防止机翼过度扭曲。这将具有扩大安全飞行速度的作用。主动控制(如在下一段落所描述的)将进一步增强这种优势,并且尤其是在飞行器的情况下,将减少所有飞行条件下对微调空气动力的依赖性。

[0016] 可选地,第一表面和/或第二表面的旋转位置和/或平移位置相对于翼型是可控制的,从而提供了额外的飞行控制表面。

[0017] 各种类型的控制都是可能的。具体来说,控制可以包括以下控制中的任何一者或多者:

[0018] -使整个设备或设备的至少一部分(例如,第二部分)围绕翼型的中心延伸轴线(称为“跨距轴线”)旋转。这种形式的控制运动将改变围绕跨距轴线的力矩。将空气重定向形成件的第一部分定位成靠近机翼末端(无论是将其定位在翼尖本身内部还是其外部)意味着关于跨距轴线的旋转也会提供关于作为整体的飞行器的翼弦轴线的力矩;在翼尖后面产生的力可以提供俯仰控制和侧倾控制两者(当在两个翼尖上同步以用于俯仰控制时用作虚拟升降舵,当没有被同步以用于侧倾控制时用作虚拟副翼,或者当用于俯仰和侧倾控制两者时用作混合式“升降副翼”。这种形式的主动控制对于速度变化的条件下控制翼尖的迎角(以及由此因此控制所生成的局部升力和俯仰力矩)尤其有用。甚至可能希望在该设备的后部上引入负升力,以便将飞机结构维持在安全的负载条件下。

[0019] -使设备或设备的至少一部分(例如,第二部分)围绕偏航轴线旋转,从而在有限的范围内用作用于提供偏航控制的虚拟舵。这通常具有侧倾和可能的偏航耦合。

[0020] -使设备或设备的至少一部分(例如,第二部分)围绕翼弦轴线旋转。这使得第二部分相对于翼型(或者,对于飞行器的情况为相对于“主翼”)产生的角度是稳定的中性角、上反角或下反角,并且由此影响翼型的稳定性。这可以有损于减轻“荷兰滚(dutch roll)”,并动态优化螺旋稳定性和空气动力效率,并有助于进行协调转向。这种形式的控制尽管仅具

有降低围绕跨距轴线的力矩的能力,但也有可能以类似于围绕跨距轴线的旋转的方式来实现侧倾和俯仰控制。假设机翼长且纵横比高,则该控制方法将优先产生侧倾效果。

[0021] 可以使用在翼尖设备之上或之内的铰接铰链或者在与翼型(或对于飞行器的情况为“主翼”)的接合处的铰接铰链来实现控制运动。可替代地,除了铰链,可以通过使该形成件的一部分(例如,连接结构)变形(即,控制该部分的形状)来实现控制运动。这可以称为机翼挠曲或机翼变形—即弯曲、扭曲、膨胀、收缩、增厚或这些中的一者或多者的任意组合,或者该形成件的至少一部分的其他变形—并且可以代替铰链被使用,从而使得旋转(弯曲或扭曲)覆盖该形成件的该部分的整个长度,而不是集中在铰链上。

[0022] 这些控制方法中的一种或多种控制方法可用于提供对飞行器的总体姿态控制,以优化沿着机翼的局部气流和效率,或卸载整个机翼结构上的结构力。

[0023] 优选地,空气重定向形成件被设置成如下设备:该设备与翼型的尖端部分分离但可连接到翼型的尖端部分。该设备可被形成为单个部件,该单个部件具有作为连续弯曲掠度的表面,或者该设备可以由多个连接部分(例如,以一定角度彼此连接的笔直部分)形成。可以选择该设备的任何表面的曲率来调整空气入射到该设备上的局部入射角。

[0024] 翼型可以是产生空气动力的任何结构,包括涡轮叶片、螺旋桨和转子盘、测量设备、或风能产生设备。在优选情况下,翼型可以是飞行器(例如,固定翼飞行器)的机翼。一种应用是用于高效率飞行器。显著的示例包括竞赛滑翔机和太阳电发电高空伪卫星(solar-electric high altitude pseudo-satellites,HAPS)。具体地,HAPS将受益于由于在主翼上以降低的阻力产生更好的升力而造成的较高的空气动力效率,由于卸载主要结构而造成的更低的质量,以及尤其由于以高速度反向操作扭力而造成的较高的气流速度限制,由于主动抵消荷兰滚所引起的更高姿态稳定性(可能会增加操作上限),甚至是增加安装光伏面板的面积方面的微小好处。可替代地,翼型可以是风筝、汽车、轮船和任何其他交通工具的一部分。实际上,本发明的空气重定向形成件可被提供用于任何翼型应用,以实现有意的空气动力产生和/或调节。

[0025] 将翼型的气动升力表面(“翼型的主表面”)称为位于并定义“水平平面”指,第一表面可以被设置为水平的或接近水平的表面,与水平方向偏离小于45度(并且任选地,小于30度或小于20度)的,并且该形成件的第一部分可以以水平方向或接近水平的方向从翼型的主表面的尖端部分突出。

[0026] 类似地,第二表面可以是水平的或接近水平的。在空气重定向装置的第二部分的位置是可控制的情况下,这可以改变第二表面与水平平面的关系。

[0027] 空气重定向形成件的第一部分和/或第二部分可以基本上平行于翼型的延伸轴线地延伸。

[0028] 可替代地,空气重定向形成件的至少第一部分可以沿着与翼型穿过环境空气的方向相反的方向从翼型的主表面向后延伸。在翼型是机翼的情况下,空气重定向设备的第一部分距飞行器的机身最远的一端可以在机翼的尖端略内侧或略外侧。

[0029] 空气重定向表面的第二部分与第一部分相比更远离飞行器的机身。在前后方向上,它可以与机翼的中心轴线成一直线,或者可以相对于该轴线向前(“向前掠”)或向后(“向后掠”)定位。它可以在机翼的水平平面内、在其上方或者在其下方。

[0030] 在翼型是飞行器的机翼的情况下,第一和/或第二表面可以是水平的,或者沿上反

角或下反角的方向倾斜。在空气重定向设备的第二部分的位置是可控制的情况下,倾斜的程度可取决于该受控的位置。

[0031] 空气重定向形成件的第一部分和第二部分通过连接结构连接,该连接结构的最大厚度小于空气重定向结构的第一部分和/或第二部分的厚度或翼弦长度,因此该连接结构可与第一部分和第二部分区分开。

[0032] 该设备的第一部分可具有逐渐减小的最小厚度,但是该最小厚度的方向可与翼型主翼弦方向的方向偏离(通常被定义为平行于侧向平面内的自由气流,但通常与该侧向平面偏离俯仰角)。名义上,沿翼弦方向的长度将沿设备减小,除了以下一组实施方案以外:如果翼尖设备具有极限掠度,使得它垂直于主翼笔直地向后延伸,则沿该翼弦方向(近似于自由气流方向)的长度实际上可增加,即使该设备的局部最小厚度尺寸将仍趋于降低。该设备的连接部分或第二部分中的一些(并且可能是全部)在主翼型翼弦的方向(近似于自由气流方向)上的长度可以比主翼型本身更大。

[0033] 可选地,连接结构可以被设置成至少两个连接的连接部件(它们可以彼此一体形成,或者可分离但连接在一起)。每一连接部件通常可以在具有垂直于水平平面的分量的方向上延伸(例如,具有作为该方向的延长方向)。可选地,连接到空气重定向形成件的第一部分的一个连接部件的延长方向可远离空气重定向形成件的第一部分延伸,并且具有沿第一方向横向于水平平面的分量;并且连接到空气重定向形成件的第二部分的第二连接部件的延长方向可远离空气重定向形成件的第二部分延伸,并且具有以相同的第一方向横向于水平平面的分量。

[0034] 例如,在翼型是飞行器的机翼的情况下,第一连接部件和第二连接部件两者都可以远离空气重定向形成件的相应第一部分和第二部分地大致“向下”(例如,由飞行器机身内的人所感知的)突出。第一连接部件和第二连接部件可以在第一连接部件和第二连接部件的分别在空气重定向形成件的第一部分和第二部分远端的端部(直接地或经由第三连接部件)彼此连接。

附图说明

[0035] 现在将仅出于示例的目的,参考以下附图来描述本发明的各实施例,在附图中:

[0036] 图1是本发明的第一实施例的定位在飞行器机翼的尖端部分的设备的俯视立体图;

[0037] 图2是图1的设备的俯视图;

[0038] 图3是图1的设备的进一步的俯视立体图;

[0039] 图4是在每个机翼上包括图1的设备的飞行器的视图;

[0040] 图5是在每一机翼的尖端部分包括作为本发明的第二实施例的设备的飞行器的主视图;

[0041] 图6是包括图5的设备的图5的飞行器的机翼的尖端部分的视图;以及

[0042] 图7是图5的飞行器的机翼的端部视图。

具体实施方式

[0043] 首先参考图1至图4,示出了具有两个固定机翼1的飞行器。该飞行器的机身(未示

出)处于图4中所指示的中心位置3。与该飞行器的中心机身距离最远的每一机翼1的相应尖端部分设置有空气重定向形成件2,该空气重定向形成件2连接到该机翼的该尖端部分。

[0044] 图1是一个机翼1中的尖端部分的放大图。机翼具有被指示为标记“4”的中心延长方向,该中心延长方向远离飞行器的机身延伸。

[0045] 机翼1的下侧(如图1所示)是定义或近似为水平平面的空气动力表面。例如可选地,机翼1的升力表面可以是平坦的,或者可以是弯曲的,但是水平平面可以由连线(cord)(连接机翼1的前缘和后缘的假想直线)定义。应注意的是,相应的水平平面是相关于每一机翼1来定义的,并且由于上反角或下反角设计,两个水平平面通常彼此不相同。在实践中,所描述的飞机也可能沿翼展方向扭曲(一种在航空航天产业中称为“洗出(washout)”的设计特征)。出于以下清楚描述的目的,忽略了这种扭曲。

[0046] 设置在每一机翼1的尖端部分处的空气重定向形成件2通常形成为这样的设备:该设备首先被构造,然后被附接到机翼1的尖端部分。应注意的是,在该实施例的变型中,空气重定向形成件2可以作为机翼1的制造过程的一部分来构造,例如与机翼一体形成。

[0047] 设备2包括第一部分21,该第一部分21用于将由机翼1生成的涡流引导远离机翼1,这可以减小阻力并且可以在主机翼上维持更高的总升力。第一部分21的下表面是机翼1的空气动力升力表面(下表面)的延续。

[0048] 设备2还包括第二部分22,该第二部分22可以利用由第一部分21引导远离机翼1的涡流来产生升力。更一般地,在该实施例的变型中,它可以从气流产生局部空气动力,该局部空气动力或者是正的(例如,传统上是针对重力矢量“向上”)或者是负的(例如,传统上是朝向地面“向下”)。第二部分22经由第一部分21与机翼1间隔开。

[0049] 设备2的第一部分21和第二部分22通过连接结构23连接。连接结构23将设备的第一部分21和第二部分22保持在间隔开的构造中。在实践中,该实施方式可以将21、22和23融合在单一连续的形状和结构中,并且出于解释的目的,限定它们之间的边界是任意的。

[0050] 设备2的第一部分21和第二部分22两者,或者至少它们的相应下表面都基本上在水平平面内。

[0051] 连接结构23具有关键的空气动力作用,并且还将后部部分连接至主翼。优选地,连接结构23沿着远离机翼1并且朝向第二部分22的方向使涡流运动。连接结构23向下倾斜,并且还向后掠。向下倾斜意味着沿具有向下分量的方向(也就是说,沿着横向于机翼的水平面的方向并远离翼尖的方向上,从机翼的上表面朝向机翼的下表面)突出。向后掠意味着沿具有向后方向分量的方向(也就是说,沿着垂直于中心延长方向4的水平平面内并且总体上朝向飞行器的后方的方向)突出。

[0052] 如图2和图3中最清楚地示出的,设备2在其接触机翼1的位置附近具有其最大翼弦(在从机翼1的前缘到后缘的方向上延伸)。在沿方向4的连续位置处,设备2(并且因此,机翼1和设备2的组合)在前缘和后缘之间具有缩窄(减小)的最小距离(局部“厚度”),这通常对应于翼弦的减小。连接结构23可能因尺寸最小而最薄(局部厚度),但是对于具有更大极限掠角的实施方式而言,该部分可以沿机翼1的弦向方向延伸,这意味着按照严格的解释,此时的翼弦可能最长,即使前缘和后缘彼此最接近。第二部分22的翼弦可以大于或小于主翼1的翼弦。在图1中,方向A指示机翼翼弦方向,而箭头D指示特定局部位置处的最小局部厚度的方向。

[0053] 设备2的第一部分21可以相对于机翼1具有固定的位置关系。但是,可选地,设备2的第二部分22可以设置有致动器(未示出)以相对于机翼1运动,该致动器是可控的(通常基于在飞行器的机身内生成并且被传送到该致动器的信号是可控的)。因此,设备2的第二部分22的控制表面(例如,下表面)可以用作控制表面,以用于在飞行员的控制下操纵飞行器。

[0054] 如图2中的双向箭头所指示的,在一种可能性中,设备2的第二部分22的位置可以绕偏航轴线运动,例如通过铰接或挠曲来运动。

[0055] 在该实施例中,设备2在机翼1的尖端的外侧,并且总体上远离该飞行器的机身延伸,例如第二部分22的外尖端总体上在“垂直方向”上(即垂直于水平方向上)与机翼5的中心轴线4间隔开。然而,在该实施例的变型中,设备2可以部分地或完全地从机翼1向后(即,在空气流动远离机翼1的方向上)突出或在机翼的外边缘的内侧。

[0056] 转至图5至图7,其示出了本发明的第二实施例。与第一实施例中的部件相对应的部件的附图标记要多100。在该第二实施例中,从机身103朝向相应的翼尖向外延伸的飞行器的每一机翼101在尖端部分设置有设备102。该设备可以与机翼101分开构造,并且随后被附接到机翼101。如上所述,每一机翼101定义相应的水平平面。

[0057] 设备102包括第一部分121和第二部分122。这两者均基本上位于对应机翼101的水平平面上。第一部分121包括表面(例如下表面),该表面用作机翼101的空气动力升力表面的延续,并将由机翼101产生的涡流引导远离机翼101,以减小阻力。第二部分122可以利用由第一部分121引导远离机翼101的涡流来产生升力。

[0058] 第一部分121和第二部分122通过连接结构123连接,该连接结构具有第一连接部件123a和第二连接部件123b,第一连接部件123a和第二连接部件123b通过连接部件123c连接在一起。第一连接部件123a附接到设备102的第一部分121,但是从设备102向后(即,图7中的从左到右的方向;这是机翼101上的气流的大致方向)并且向下突出。第二连接部件123b附接到设备102的第二部分122,但是从设备102向前和向下突出。连接第一连接部件123a和第二连接部件123b的第三连接部件123c完全地位于设备102的第一部分121和第二部分122下方。

[0059] 可选地,设备102的至少第二部分122可以相对于第一部分121和机翼103运动。这是在致动器(未示出)的控制下完成的,该致动器通常是从飞行器机身内进行控制的。由此,设备102的第二部分122的控制表面(例如,下表面)可以用作控制表面,以用于在飞行员或自动驾驶仪的控制下操纵飞行器。

[0060] 例如,如图6中的箭头所示,设备102的第二部分122的下表面(控制表面)可沿侧倾轴线运动,例如,可通过铰接或挠曲来运动。替代地或附加地,如图7中的箭头所指示的,设备102的第二部分122的控制表面可以绕俯仰轴线运动,例如可以通过铰接或挠曲来运动。

[0061] 尽管仅详细描述了本发明的两个实施例,但是对技术人员明了的是,许多变型都可能在权利要求的范围内。例如,设备2、102的运动可以不限于设备2、102的第二部分22、122的运动。相反,第一部分21、121也可以相对于机翼1、101运动。

[0062] 此外,尽管图4和图6示出了具有两个机翼的飞行器,但是在其他实施例中,飞行器可以仅包括单个连续的机翼(例如,不被主飞行器机身截断)。作为本发明的实施例的设备可以设置在这种机翼的任一端,或更通常地设置在这种机翼的两端。

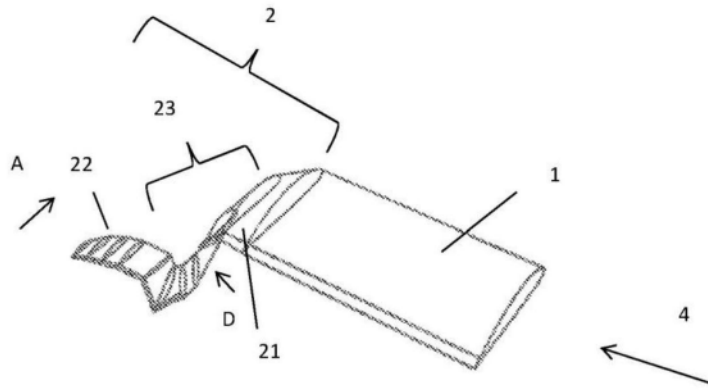


图1

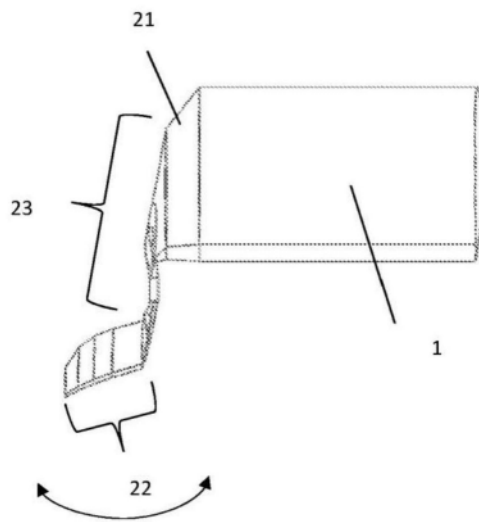


图2

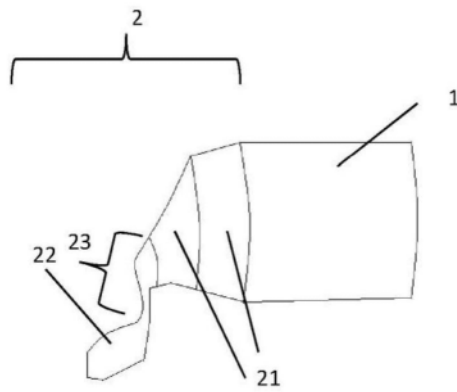


图3

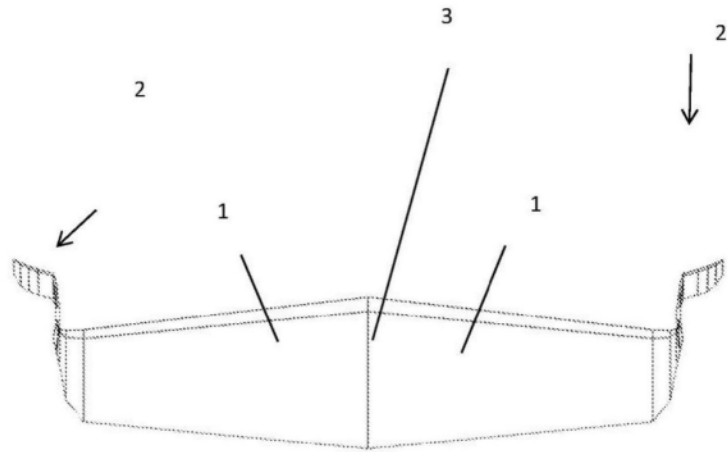


图4

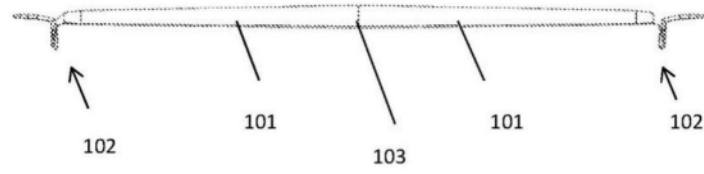


图5

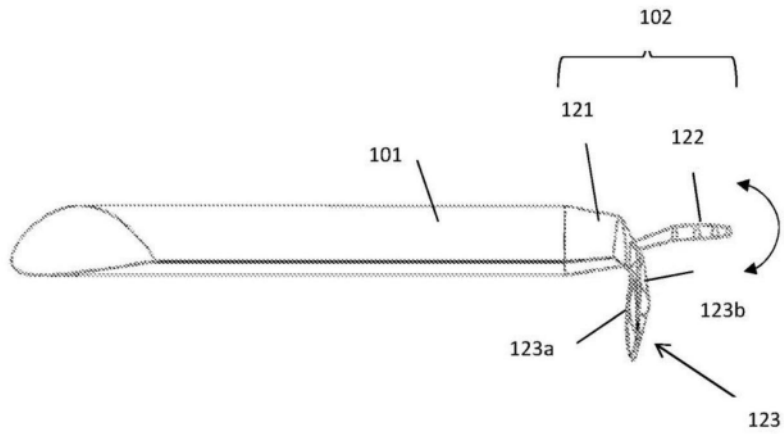


图6

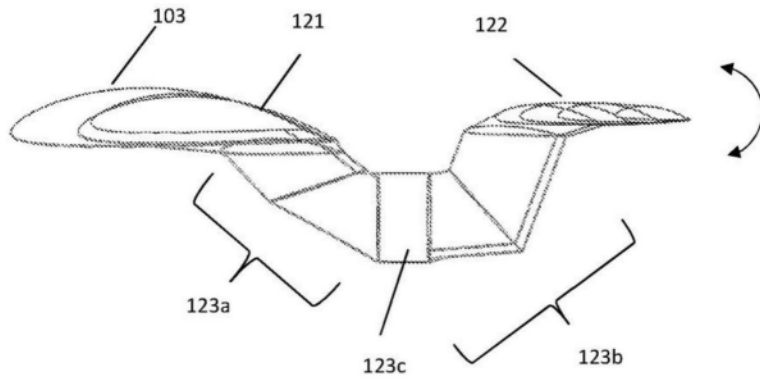


图7