



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116062163 B

(45) 授权公告日 2024.03.12

(21) 申请号 202310103717.8

B64C 27/72 (2006.01)

(22) 申请日 2023.02.10

B64C 27/46 (2006.01)

B64C 27/22 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116062163 A

(43) 申请公布日 2023.05.05

(73) 专利权人 南京航空航天大学

地址 210001 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72) 发明人 陈喆 周旭 招启军 崔壮壮

任斌武 林沐阳

(56) 对比文件

CN 102167156 A, 2011.08.31

CN 109533316 A, 2019.03.29

CN 112478154 A, 2021.03.12

CN 112977814 A, 2021.06.18

CN 115180117 A, 2022.10.14

US 2019118935 A1, 2019.04.25

审查员 黄达飞

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理师 孙玲

(51) Int. Cl.

B64C 27/54 (2006.01)

B64C 27/59 (2006.01)

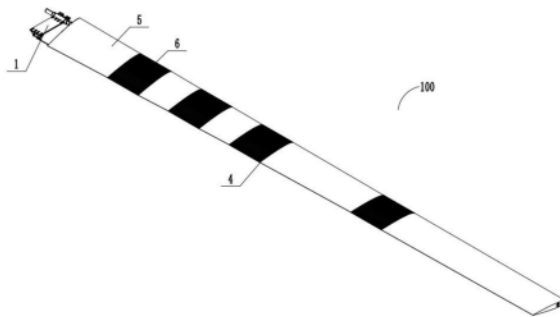
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种旋翼飞行器及其变负扭桨叶

(57) 摘要

本发明公开一种变负扭桨叶,包括操纵组件和复合桨叶,复合桨叶包括第一桨叶和第二桨叶,第一桨叶为刚性结构,第二桨叶包括形变层、叶栅和柔性蒙皮。当驱动器推动复合桨叶的叶根后缘时,与驱动器相连的第一桨叶或第二桨叶绕主轴转动,继而带动所有与主轴活动连接的第一桨叶和第二桨叶转动,第二桨叶包括利用叶栅相连的形变层,使得第二桨叶能够发生形变,形成层压弹性体结构,第二桨叶的形变层产生剪切变形使得复合桨叶两端能够实现相对转动,复合桨叶整体发生扭转变形,离心力传递至与主轴固连的复合桨叶部分,并通过主轴传递至桨毂,复合桨叶的径向载荷利用形变层的受压实现传递。本发明还提供一种包含上述变负扭桨叶的旋翼飞行器。



1. 一种变负扭桨叶,其特征在于,包括:

操纵组件,所述操纵组件包括主轴和驱动器,所述主轴能够与桨毂相连,所述驱动器与所述主轴相连,所述主轴还能够与自动倾斜器的拉杆相连;

复合桨叶,所述主轴与所述复合桨叶的前缘相连,所述驱动器的输出端与所述复合桨叶的后缘传动相连,所述驱动器能够推动所述复合桨叶的后缘;所述复合桨叶包括第一桨叶和第二桨叶,所述第一桨叶和所述第二桨叶相连,距离所述操纵组件最远的所述第一桨叶或所述第二桨叶与所述主轴固连,其余的所述第一桨叶、所述第二桨叶均可转动地与所述主轴相连;所述第一桨叶为刚性结构,所述第二桨叶包括形变层、叶栅和柔性蒙皮,所述形变层由弹性材质制成,所述形变层的数量为多层,所述形变层沿所述主轴的方向平行排列,相邻的所述形变层利用所述叶栅间隔相连,所述叶栅与所述第一桨叶的截面形状相一致,所述柔性蒙皮包覆在所述形变层和所述叶栅的外部,且所述柔性蒙皮能够与所述第一桨叶相连。

2. 根据权利要求1所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述第一桨叶和所述第二桨叶间隔设置,距离所述操纵组件最远和最近的均为所述第一桨叶,所述驱动器的输出端与距离所述操纵组件最近的所述第一桨叶的后缘相连。

3. 根据权利要求2所述的变负扭桨叶,其特征在于:靠近所述操纵组件的所述第二桨叶的长度较远离所述操纵组件的所述第二桨叶的长度长。

4. 根据权利要求1所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述形变层为空心圆柱状结构,所述形变层和所述叶栅均套装于所述主轴上。

5. 根据权利要求1所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述形变层由橡胶材质制成,所述叶栅由金属材质制成,所述形变层与所述叶栅硫化相连。

6. 根据权利要求1所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述操纵组件还包括夹板,所述夹板具有与所述主轴相适配的凸起,所述夹板的数量为两块,两块所述夹板以所述主轴的轴线为对称轴对称设置,两块所述夹板螺栓连接并固定所述主轴,且两块所述夹板之间设置垫板,所述拉杆可转动地与所述夹板相连,所述驱动器固定于所述夹板上。

7. 根据权利要求6所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述拉杆为T形,所述夹板具有缺口,所述拉杆与所述夹板之间设置轴承。

8. 根据权利要求6所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述驱动器为直线舵机,所述驱动器的输出端利用连杆与所述复合桨叶相连。

9. 根据权利要求8所述的变负扭桨叶,其特征在于:所述连杆的一端利用球铰与所述驱动器的输出端相连,所述连杆的另一端可滑动地与所述复合桨叶转动相连,所述连杆相对于所述复合桨叶的转动轴线平行于所述主轴的轴线方向,所述连杆相对于所述复合桨叶的滑动轴线平行于所述主轴的轴线方向。

10. 一种旋翼飞行器,其特征在于:包括权利要求1-9任一项所述的变负扭桨叶。

一种旋翼飞行器及其变负扭桨叶

技术领域

[0001] 本发明涉及飞行器及其周边配套设技术领域,特别是涉及一种旋翼飞行器及其变负扭桨叶。

背景技术

[0002] 倾转旋翼机是一种将固定翼飞机与直升机融为一体的新型飞行器,既具有直升机的垂直起降和空中悬停的能力,又具有螺旋桨飞机的高速巡航飞行能力,未来在军用和民用领域有很大的应用前景。但是旋翼在不同飞行模式下有不同的设计需求,直升机模式下,负扭转可以改变流场中诱导速度的分布,提高直升机模式悬停时的效率,但过大的旋翼负扭会导致根部失速的发生;而固定翼模式高速前飞时,旋翼入流较大,需要较大的桨叶负扭保证每个翼型剖面都有较高的迎角进而产生足够的升力。同一副旋翼显然无法发挥出倾转旋翼机在两种模式下的性能。

[0003] 可见,倾转旋翼机设计的难点之一是旋翼/螺旋桨的设计。旋翼在直升机模式下提供升力,在飞机模式下提供前进动力。从旋翼性能和飞行效率的角度出发,二者对旋翼桨叶的设计要求存在矛盾。为了提高旋翼/螺旋桨系统在不同模式下的工作效率,目前有两类技术路线。目前较容易实现的是通过改变旋翼在不同飞行模式下的工作转速,进而提高气动效率。直升机模式下旋翼转速较高,具备足够的升力实现垂直起飞;固定翼模式下降低旋翼转速,减小飞行过程中的阻力与消耗。但该方法难以保证两种工作转速都在发动机的性能范围内,甚至是发动机较优的工作转速附近。

[0004] 除此以外,旋翼变体技术是一个提高倾转旋翼机效率的实现途径。变直径技术是其中之一。直升机模式下旋翼半径较大,以产生更大的拉力实现飞行;固定翼模式下缩短旋翼半径,减小旋翼桨尖速度和截面积,此时的推进性能更优。但该方法对桨叶结构带来了较大的改变,尤其是对旋转部件而言,旋翼半径、结构特性等的改变可能会带来不可预估的动力学问题。

[0005] 因此,旋翼变扭转是一个可行的提高旋翼性能途径。目前,诸多学者从理论层面对旋翼/螺旋桨变转速与变直径技术进行了深入的分析,但是,理论分析如何通过机械设备进行实现是需要解决的重要问题。

[0006] 以变转速技术为例,改变发动机涡轮的出轴转速,在传动机构不发生改变的情况下,可以直接改变旋翼的旋转速度;或者,改变发动机出轴至旋翼之间的传动比,实现单一出轴速度下旋翼的不同转速。前者在传动过程中可以实现旋翼转速的平稳变化,对传动机构带来的过载和冲击较低,但另一方面,发动机的转速改变会导致例如油耗、推重比等特性参数的改变,尤其可能带来发动机效率的降低。后者采用变传动比的形式,保证发动机处于最佳的工作转速,但传动机构中传动比的改变必然是由传动链路的改变导致的,会使得传递机构产生冲击载荷,影响结构寿命。直径技术涉及旋翼三维结构的改变,包含了旋翼伸长或缩短的机械机构,驱动装置等,会导致旋翼在工作过程中旋翼刚度、质量分布、结构特性的改变。同时,每片桨叶额外的变展长机构和驱动机构都将成为旋转部件中的额外负担,可

能成为飞行过程中的安全隐患。

[0007] 北方工业大学与清华大学采用温度记忆金属制造扭力管,实现桨叶在两种温度下的不同扭转分布情况。而对于复杂的旋翼流场而言,空气气流速度大,热量很快被气流带走,在旋翼的局部区域实现温度的改变并保持有较大难度,且采用记忆金属价格较高。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种旋翼飞行器及其变负扭桨叶,以解决上述现有技术存在的问题,利用机械结构实现桨叶的变扭转,提升旋翼飞行器的飞行性能。

[0009] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种变负扭桨叶,包括:

[0010] 操纵组件,所述操纵组件包括主轴和驱动器,所述主轴能够与桨毂相连,所述驱动器与所述主轴相连,所述主轴还能够与自动倾斜器的拉杆相连;

[0011] 复合桨叶,所述主轴与所述复合桨叶的前缘相连,所述驱动器的输出端与所述复合桨叶的后缘传动相连;所述复合桨叶包括第一桨叶和第二桨叶,所述第一桨叶和所述第二桨叶相连,距离所述操纵组件最远的所述第一桨叶或所述第二桨叶与所述主轴固连,其余的所述第一桨叶、所述第二桨叶均可转动地与所述主轴相连;所述第一桨叶为刚性结构,所述第二桨叶包括形变层、叶栅和柔性蒙皮,所述形变层由弹性材质制成,所述形变层的数量为多层,所述形变层沿所述主轴的方向平行排列,相邻的所述形变层利用所述叶栅间隔相连,所述叶栅与所述第一桨叶的截面形状相一致,所述柔性蒙皮包覆在所述形变层和所述叶栅的外部,且所述柔性蒙皮能够与所述第一桨叶相连。

[0012] 优选地,所述第一桨叶和所述第二桨叶间隔设置,距离所述操纵组件最远和最近的均为所述第一桨叶,所述驱动器的输出端与距离所述操纵组件最近的所述第一桨叶的后缘相连。

[0013] 优选地,靠近所述操纵组件的所述第二桨叶的长度较远离所述操纵组件的所述第二桨叶的长度长。

[0014] 优选地,所述形变层为空心圆柱状结构,所述形变层和所述叶栅均套装于所述主轴上。

[0015] 优选地,所述形变层由橡胶材质制成,所述叶栅由金属材质制成,所述形变层与所述叶栅硫化相连。

[0016] 优选地,所述操纵组件还包括夹板,所述夹板具有与所述主轴相适配的凸起,所述夹板的数量为两块,两块所述夹板以所述主轴的轴线为对称轴对称设置,两块所述夹板螺栓连接并固定所述主轴,且两块所述夹板之间设置垫板,所述拉杆可转动地与所述夹板相连,所述驱动器固定于所述夹板上。

[0017] 优选地,所述拉杆为T形,所述夹板具有缺口,所述拉杆与所述夹板之间设置轴承。

[0018] 优选地,所述驱动器为直线舵机,所述驱动器的输出端利用连杆与所述复合桨叶相连。

[0019] 优选地,所述连杆的一端利用球铰与所述驱动器的输出端相连,所述连杆的另一端可滑动地与所述复合桨叶转动相连,所述连杆相对于所述复合桨叶的转动轴线平行于所述主轴的轴线方向,所述连杆相对于所述复合桨叶的滑动轴线平行于所述主轴的轴线方向。

[0020] 本发明还提供一种旋翼飞行器,包括上述的变负扭桨叶。

[0021] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0022] 本发明的变负扭桨叶,操纵组件的主轴能够与桨毂相连,带动复合桨叶转动,主轴利用拉杆与自动倾斜器相连,自动倾斜器能够带动主轴和复合桨叶转动,实现对桨距的操纵;主轴与复合桨叶的桨尖尖端的前缘相连,驱动器的输出端与复合桨叶的桨根的后缘相连,从而能够驱动所述复合桨叶发生扭转改变。具体地,复合桨叶包括第一桨叶和第二桨叶,当驱动器推动复合桨叶的叶根后缘时,与驱动器相连的第一桨叶或第二桨叶绕主轴转动,继而带动所有与主轴活动连接的第一桨叶和第二桨叶转动,第二桨叶包括利用叶栅相连的形变层,使得第二桨叶能够发生形变,形成层压弹性体结构,第二桨叶的形变层产生剪切变形使得复合桨叶两端能够实现相对转动,复合桨叶整体发生扭转变形,离心力传递至与主轴固连的复合桨叶部分,并通过主轴传递至桨毂,复合桨叶的径向载荷利用形变层的受压实现传递。还需要说明的是,第一桨叶为刚性结构,保证了复合桨叶的结构强度,第二桨叶的叶栅与第一桨叶的截面形状相一致,叶栅进一步提高了复合桨叶的结构强度,利用柔性蒙皮包覆形变层和叶栅,保证了复合桨叶的流线型设计,降低了变负扭桨叶的飞行阻力。本发明利用机械结构实现了复合桨叶的扭转变化,在不改变复合桨叶半径的前提下,提高了变负扭桨叶的工作可靠性。

[0023] 与此同时,本发明还提供一种包含上述变负扭桨叶的旋翼飞行器,本发明利用机械结构实现了复合桨叶的扭转变化,提高了旋翼飞行器的适应性。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为本发明的变负扭桨叶的结构示意图;

[0026] 图2为本发明的变负扭桨叶的第二桨叶的结构示意图;

[0027] 图3为本发明的变负扭桨叶的第二桨叶的部分结构示意图;

[0028] 图4为本发明的变负扭桨叶的操纵组件的结构示意。

[0029] 其中,100为变负扭桨叶;

[0030] 1为操纵组件,2为主轴,3为驱动器拉杆,4为复合桨叶,5为第一桨叶,6为第二桨叶,601为形变层,602为叶栅,603为柔性蒙皮,7为夹板,8为垫板,9为连杆,901为横杆,902为纵杆,10为拉杆。

具体实施方式

[0031] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 本发明的目的是提供一种旋翼飞行器及其变负扭桨叶,以解决上述现有技术存在

的问题,利用机械结构实现桨叶的变扭转,提升旋翼飞行器的飞行性能。

[0033] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0034] 本发明提供一种变负扭桨叶100,包括操纵组件1和复合桨叶4,其中,操纵组件1包括主轴2和驱动器3,主轴2能够与桨毂相连,驱动器3与主轴2相连,主轴2能够与自动倾斜器的拉杆10相连;主轴2与复合桨叶4的前缘相连,驱动器3的输出端与复合桨叶4的后缘传动相连;复合桨叶4包括第一桨叶5和第二桨叶6,第一桨叶5和第二桨叶6相连,距离操纵组件1最远的第一桨叶5或第二桨叶6与主轴2固连,其余的第一桨叶5、第二桨叶6均可转动地与主轴2相连;第一桨叶5为刚性结构,第二桨叶6包括形变层601、叶栅602和柔性蒙皮603,形变层601由弹性材质制成,形变层601的数量为多层,形变层601沿主轴2的方向平行排列,相邻的形变层601利用叶栅602间隔开,且形变层601与叶栅602相连,叶栅602与第一桨叶5的截面形状相一致,柔性蒙皮603包覆在形变层601和叶栅602的外部,且柔性蒙皮603能够与第一桨叶5相连。

[0035] 本发明的变负扭桨叶100,操纵组件1的主轴2能够与桨毂相连,带动复合桨叶4转动,主轴2利用拉杆10与自动倾斜器相连,自动倾斜器能够带动主轴2和复合桨叶4转动,实现对桨距的操纵;主轴2与复合桨叶4的桨尖尖端的前缘相连,驱动器3的输出端与复合桨叶4的桨根的后缘相连,从而能够驱动所述复合桨叶4发生扭转改变。具体地,复合桨叶4包括第一桨叶5和第二桨叶6,当驱动器3推动复合桨叶4的叶根后缘时,与驱动器3相连的第一桨叶5或第二桨叶6绕主轴2转动,继而带动所有与主轴2活动连接的第一桨叶5和第二桨叶6转动,第二桨叶6包括利用叶栅602相连的形变层601,形成层压弹性体结构,形变层601产生形变使得相邻的叶栅602发生相对转动,第二桨叶6能够发生形变,第二桨叶6的形变层601产生剪切变形使得复合桨叶4两端能够顺利实现相对转动,复合桨叶4整体发生扭转变形,离心力传递至与主轴2固连的复合桨叶4部分,并通过主轴2传递至桨毂,复合桨叶4的径向载荷利用形变层601的受压实现传递。还需要说明的是,第一桨叶5为刚性结构,保证了复合桨叶4的结构强度,第二桨叶6的叶栅602与第一桨叶5的截面形状相一致,叶栅602进一步提高了复合桨叶4的结构强度,利用柔性蒙皮603包覆形变层601和叶栅602,保证了复合桨叶4的流线型设计,降低了变负扭桨叶100的阻力。本发明利用机械结构实现了复合桨叶4的扭转变化,在不改变复合桨叶4半径的前提下,提高了变负扭桨叶100的工作可靠性。

[0036] 此处还需要解释说明的是,当第二桨叶6的数量为一组且位于距离操纵组件1最近的位置时,驱动器3的输出端与第二桨叶6的部分叶栅602相连,使得其余叶栅602能够发生相对转动,避免影响第二桨叶6发生形变。

[0037] 在本具体实施方式中,第一桨叶5和第二桨叶6的数量均为多段,第一桨叶5和第二桨叶6间隔设置,距离操纵组件1最远和最近的均为第一桨叶5,方便主轴2和驱动器3的连接,驱动器3的输出端与距离操纵组件1最近的一段第一桨叶5的后缘相连,主轴2与距离操纵组件1最远的一段第一桨叶5固定连接。在实际应用中,可以根据扭转改变的具体需求设置第一桨叶5和第二桨叶6的数量,提高了变负扭桨叶100的灵活适应性。以图1为例,设置了五段第一桨叶5和四段第二桨叶6。

[0038] 在实际应用中,可使靠近操纵组件1的第二桨叶6的长度较远离操纵组件1的第二桨叶6的长度长,变负扭桨叶100在固定翼模式下扭转更加剧烈,且扭转集中在复合桨叶4的

根部位置,因此,可在靠近复合桨叶4根部位置处设置段长较长的第二桨叶6,以期在飞行时实现更大的负扭转。同时,可使多段第二桨叶6集中分布在靠近复合桨叶4桨根的区域,进而通过在邻近桨根的位置更密集地布置第二桨叶6的方式,实现桨根位置的大扭转变形。合理布置层压弹性体结构的位置,在需要重点改变负扭转分布的位置布置相应长度的结构实现连续变形,有利于提升变负扭桨叶100以及飞行器的飞行性能,当局部区域需要的变形量较大时,相应的第二桨叶6的长度可以根据需求增长。

[0039] 具体地,形变层601为空心圆柱状结构,形变层601和叶栅602均套装于主轴2上,方便安装定位。

[0040] 为了保证形变层601能够产生一定的剪切变形,形变层601由橡胶材质制成,叶栅602由金属材质制成,形变层601与叶栅602硫化相连,提高了第二桨叶6的结构整体性,进而保证了变负扭桨叶100的结构强度。

[0041] 更具体地,操纵组件1还包括夹板7,夹板7具有与主轴2相适配的凸起,详见图4,方便固定主轴2,夹板7的数量为两块,两块夹板7以主轴2的轴线为对称轴对称设置,两块夹板7螺栓连接并固定主轴2,且两块夹板7之间设置垫板8,提高夹板7与主轴2的连接牢固性,拉杆10可转动地与夹板7相连,驱动器3固定于夹板7上,夹板7为驱动器3提供了稳定支撑。

[0042] 其中,拉杆10为T形,夹板7具有缺口,避免影响拉杆10转动,拉杆10与夹板7之间设置轴承,保证了二者相对转动顺畅性。

[0043] 在本具体实施方式中,驱动器3为直线舵机,驱动器3的输出端利用连杆9与复合桨叶4相连,驱动器3带动连杆9推动复合桨叶4的后缘,使复合桨叶4顺利发生扭转改变。

[0044] 进一步地,驱动器3的数量为两组,连杆9包括相连的横杆901和纵杆902,横杆901平行于主轴2的轴线方向,纵杆902垂直于横杆901设置,纵杆902连接两根横杆901,一根横杆901的两端利用球铰与驱动器3的输出端相连,另外一根横杆901可滑动地与复合桨叶4转动相连,连杆9相对于复合桨叶4的转动轴线平行于主轴2的轴线方向,连杆9相对于复合桨叶4的滑动轴线平行于主轴2的轴线方向,复合桨叶4能够相对于连杆9的横杆901转动,同时复合桨叶4还能够相对于连杆9的横杆901产生轴向运动,避免影响复合桨叶4的扭转变形,提高了变负扭桨叶100的工作可靠性。

[0045] 本发明的变负扭桨叶100,利用机械结构实现了复合桨叶4的扭转变化,可实现性较强;其次不改变复合桨叶4沿半径方向的结构特性,可应用于直升机无铰式桨毂上,提高了变负扭桨叶100的适应性。

[0046] 更进一步地,本发明还提供一种旋翼飞行器,包括上述的变负扭桨叶100,本发明利用驱动器3驱动复合桨叶4,将直升机旋翼固有的总距操纵与旋翼扭转的改变解耦开来,负扭转的改变不影响原有的操纵,提高了旋翼飞行器的适应性。另外,在特定飞行模式下,旋翼飞行器的桨叶会变化到对应的扭转分布上,变负扭桨叶100工作时不会受到类似于桨毂位置的交变载荷,延长了使用寿命。

[0047] 本发明中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

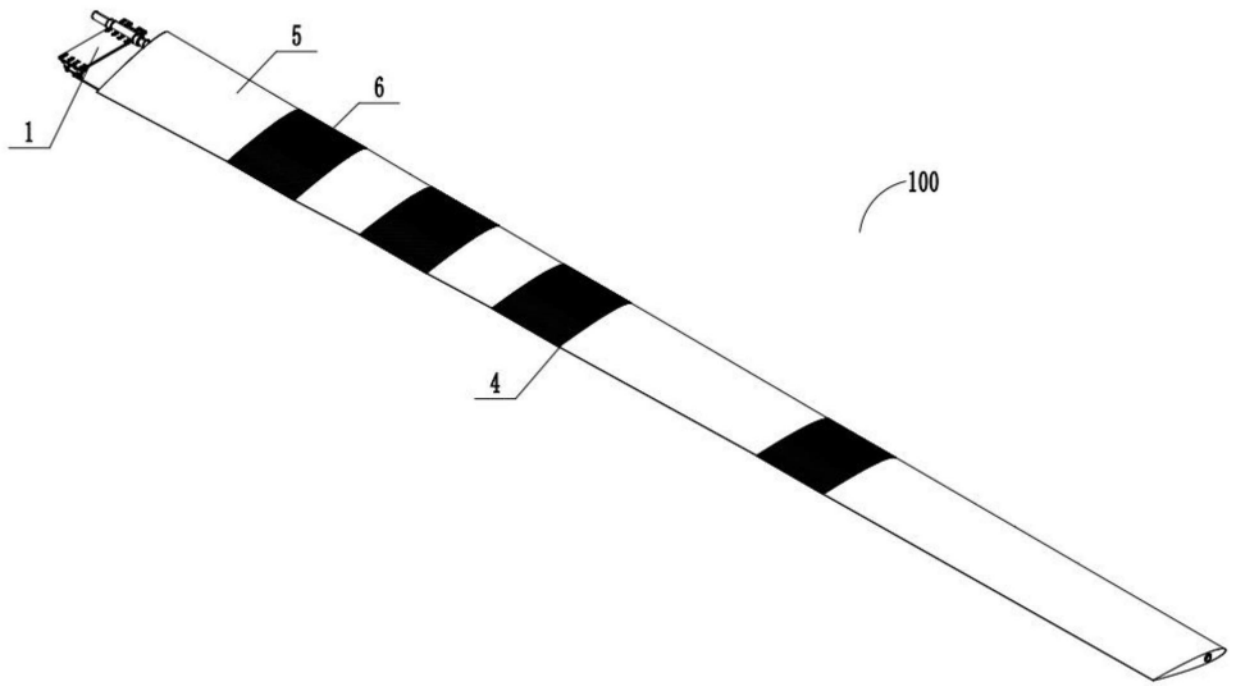


图1

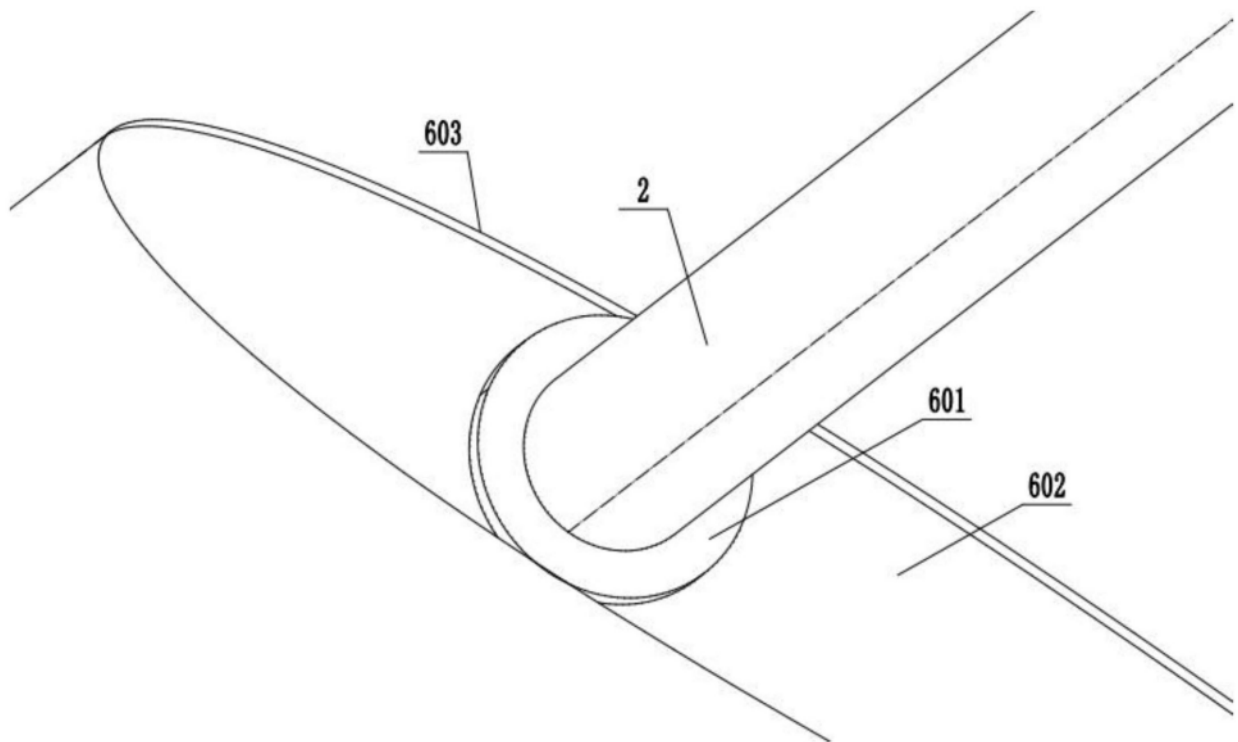


图2

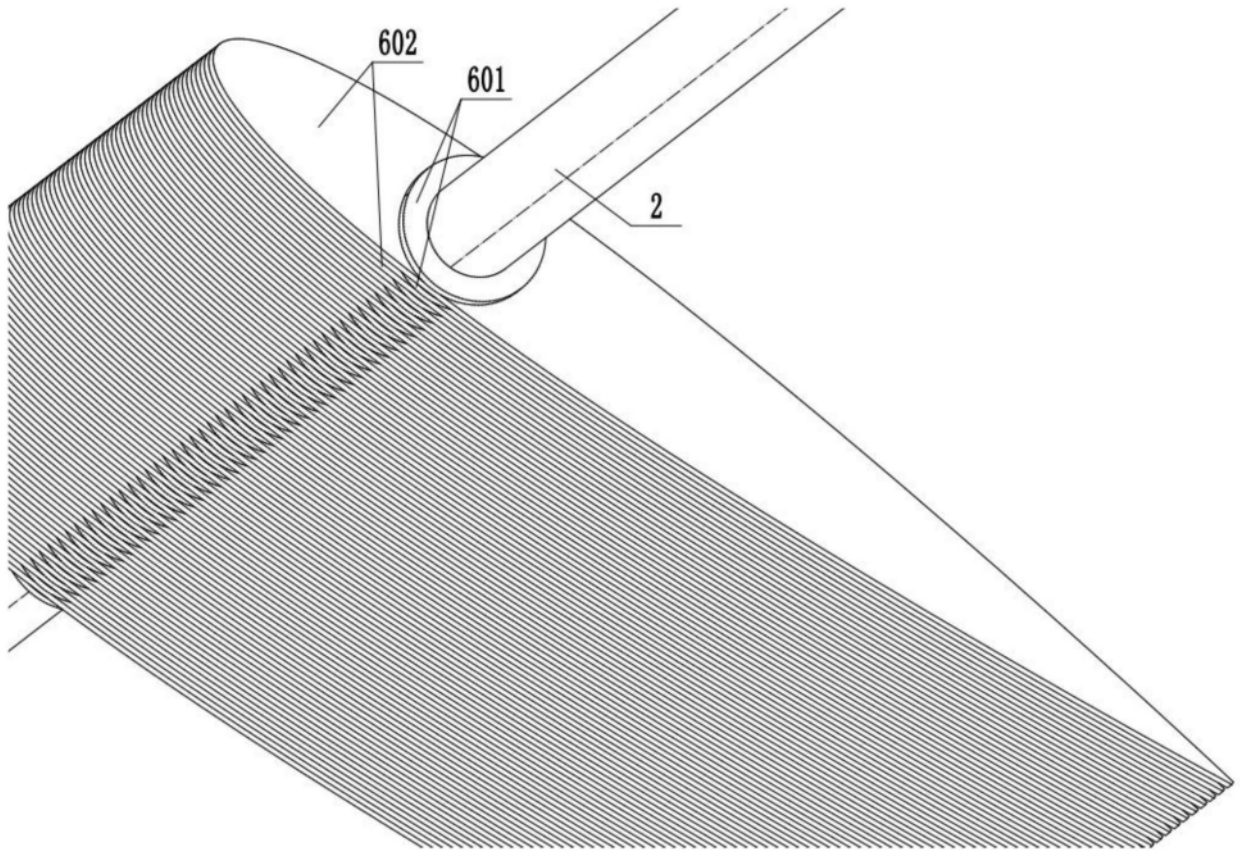


图3

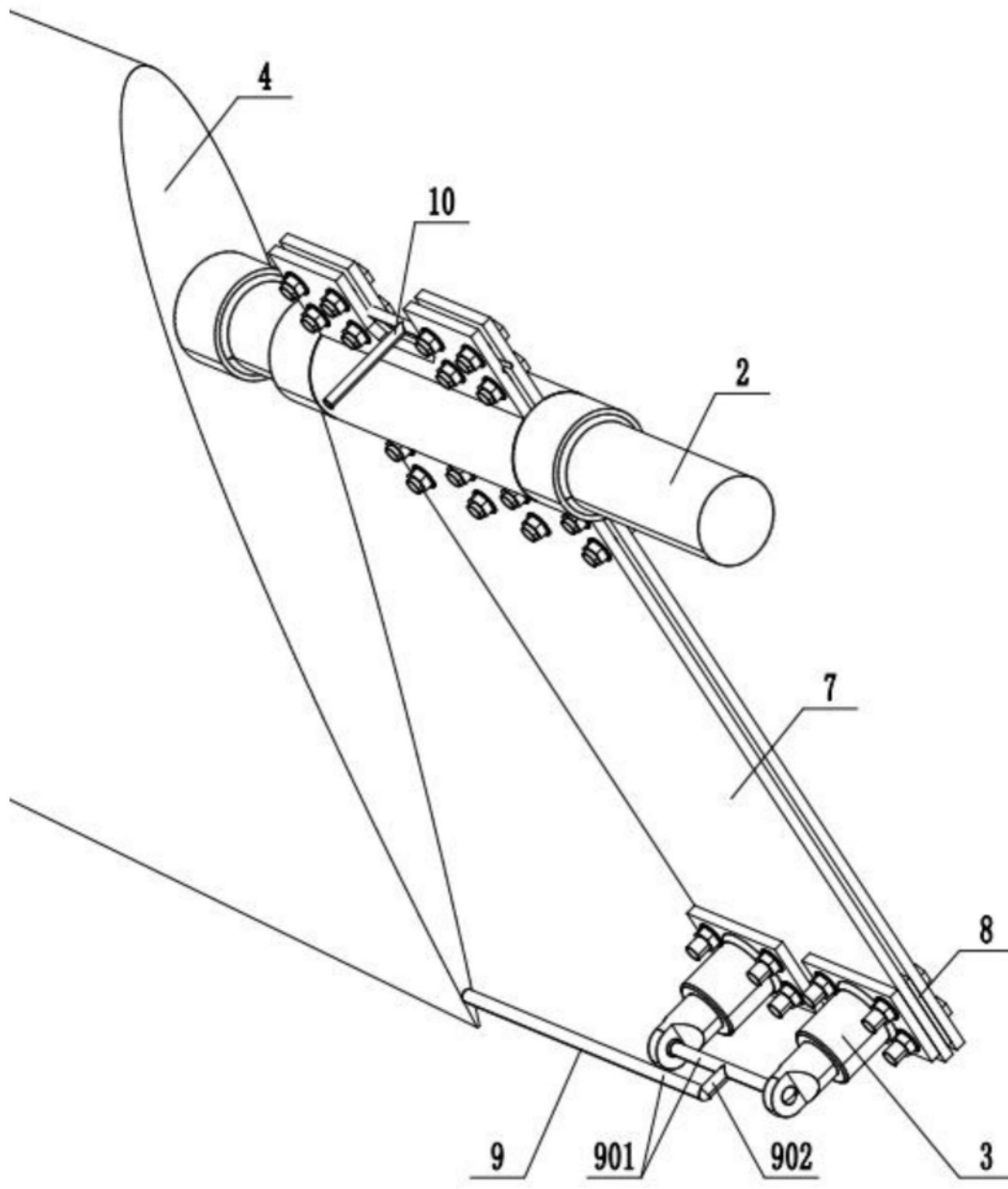


图4