



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117682116 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 12

(21) 申请号 202410082842.X

B64U 50/12 (2023.01)

(22) 申请日 2024.01.19

B64U 10/20 (2023.01)

(71) 申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72) 发明人 马越 步智恒 唐牧城 严骁
徐丽丽 史中杰

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理有限公司 11385

专利代理师 和成

(51) Int.Cl.

B64U 20/70 (2023.01)

B64U 20/20 (2023.01)

B64U 20/60 (2023.01)

B64U 30/30 (2023.01)

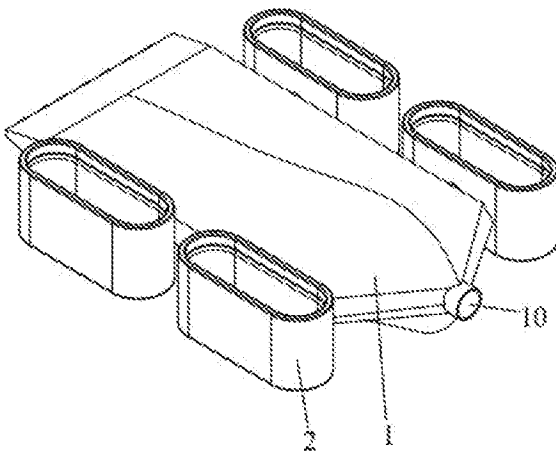
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种基于康达效应的全柔性机体无人机

(57) 摘要

本发明公开了一种基于康达效应的全柔性机体无人机,包括柔性机体总成、环形推进器、变构机构、涡轮喷气发动机、油箱、蓄电池和控制器;柔性机体总成整体呈流线型机翼形状,包括上变形机体、下变形机体和周围支撑机体,上变形机体和下变形机体内部间隔设有多个柔性索,柔性机体总成的两侧对称设有多个环形推进器,各环形推进器分别连接有一个变构机构,环形推进器的侧壁内部设有气腔,内侧面设有环形狭缝,涡轮喷气发动机的输出端与高压歧管的输入端连接,高压歧管设有分别与各环形推进器的气腔连通的多个输出端。本发明提高无人机的续航和负载能力,减少噪音,能够实现更复杂的外形结构变化,在特定飞行任务阶段中使无人机获得更优的气动特性。



1. 一种基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 包括柔性机体总成、环形推进器、变构机构、涡轮喷气发动机、油箱、蓄电池和控制器;

所述柔性机体总成整体呈流线型机翼形状, 包括上变形机体、下变形机体和周围支撑机体, 所述上变形机体和所述下变形机体分别设置于所述周围支撑机体的上方和下方, 所述上变形机体和所述下变形机体的外缘均固定于所述周围支撑机体上, 并与所述周围支撑机体合围形成内腔; 所述上变形机体和所述下变形机体均采用形状记忆材料制作而成; 所述上变形机体和所述下变形机体内部间隔设有多个柔性索, 各所述柔性索沿无人机前后方向延伸设置, 所述柔性索一端固定连接在所述上变形机体或所述下变形机体的前端, 另一端连接在以舵机自锁机构驱动的卷绕结构上, 所述舵机自锁机构和所述卷绕结构安装在所述内腔的后端;

所述柔性机体总成的两侧对称设有多个所述环形推进器, 各所述环形推进器分别铰接于所述柔性机体总成上, 各所述环形推进器分别连接有一个所述变构机构, 所述变构机构用于驱动调节所述环形推进器与所述柔性机体总成的铰接角度; 所述环形推进器为环柱形, 所述环形推进器的侧壁内部设有气腔, 所述环形推进器向上的一端为推进器头部, 向下的一端为推进器尾部, 所述环形推进器的内侧面靠近所述推进器头部位置开设有朝向所述推进器尾部并与所述气腔连通的环形狭缝, 用以向所述推进器尾部排出气流;

所述涡轮喷气发动机安装在所述内腔的中部, 所述涡轮喷气发动机的进气端连接进气管, 所述进气管向外伸出所述内腔的前端, 所述涡轮喷气发动机的输出端与高压歧管的输入端连接, 所述高压歧管设置于所述内腔内, 所述高压歧管设有分别与各所述气腔连通的多个输出端, 所述高压歧管的各输出端分别设有一个流量控制机构;

所述油箱、所述蓄电池和所述控制器安装在所述周围支撑机体上, 所述油箱用于给所述涡轮喷气发动机提供油源, 所述蓄电池用于给无人机整机供电, 所述控制器分别与所述变构机构、所述涡轮喷气发动机、所述舵机自锁机构和所述流量控制机构信号连接。

2. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述柔性机体总成的两侧各设有两个所述环形推进器。

3. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述控制器上搭载有通信模块、GPS传感器、陀螺仪、气压传感器和温湿度传感器。

4. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述油箱和所述蓄电池设置于所述内腔内并沿前后方向依次设置, 所述控制器设置于所述周围支撑机体的后端。

5. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述变构机构包括伺服电机、主动齿轮和从动齿圈, 所述伺服电机安装在所述周围支撑机体上, 所述主动齿轮固定于所述伺服电机的输出轴上, 所述从动齿圈固定于所述环形推进器的外侧壁上, 所述主动齿轮与所述从动齿圈内啮合, 通过所述伺服电机驱动所述从动齿圈转动, 以调节所述环形推进器与所述柔性机体总成的铰接角度。

6. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述上变形机体、所述下变形机体和所述周围支撑机体均为形状记忆聚合物复合材料。

7. 根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机, 其特征在于: 所述进气管、所述高压歧管、所述油箱和所述环形推进器采用碳纤维材料制造。

8.根据权利要求1所述的基于康达效应的全柔性机体无人机,其特征在于:所述上变形机体与所述下变形机体上下对称设置,所述上变形机体内的所述柔性索与所述下变形机体内的所述柔性索上下对称设置,每对对称的所述柔性索共用一个所述卷绕结构。

一种基于康达效应的全柔性机体无人机

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,特别是涉及一种基于康达效应的全柔性机体无人机。

背景技术

[0002] 传统无人机(UAV)通过螺旋桨或喷气发动机驱动,能进行垂直起飞和降落,不需要长跑道或特定的起降区域,因此在城市环境中可以更灵活地起飞和降落。柔性化无人机能比固定构型无人机具有更强的适应性,允许外形结构改变并穿越狭窄空间,执行更多种类任务。柔性无人机受其可变构型限制,在强风或复杂气流等飞行环境下,可能影响其气动性能;柔性无人机一般以蓄电池做主要能源,现有蓄电池的能量密度较小,限制了柔性无人机的续航能力和负载能力。多数无人机在采用柔性材料或可变构型设计时,仅有部分机体采用柔性材料,可变形能力不足。此外,外置的旋转动力部件会产生更多噪音,也会产生一些安全隐患。因此,为了解决上述无人机所存在的不足,有必要设计一种全柔性机体无人机。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种基于康达效应的全柔性机体无人机,以解决上述现有技术存在的问题,提高无人机的续航和负载能力,减少噪音,能够实现更复杂的外形结构变化,在特定飞行任务阶段中使无人机获得更优的气动特性。

[0004] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0005] 本发明提供一种基于康达效应的全柔性机体无人机,包括柔性机体总成、环形推进器、变构机构、涡轮喷气发动机、油箱、蓄电池和控制器;

[0006] 所述柔性机体总成整体呈流线型机翼形状,包括上变形机体、下变形机体和周围支撑机体,所述上变形机体和所述下变形机体分别设置于所述周围支撑机体的上方和下方,所述上变形机体和所述下变形机体的外缘均固定于所述周围支撑机体上,并与所述周围支撑机体合围形成内腔;所述上变形机体和所述下变形机体均采用形状记忆材料制作而成;所述上变形机体和所述下变形机体内部间隔设有多个柔性索,各所述柔性索沿无人机前后方向延伸设置,所述柔性索一端固定连接在所述上变形机体或所述下变形机体的前端,另一端连接在以舵机自锁机构驱动的卷绕结构上,所述舵机自锁机构和所述卷绕结构安装在所述内腔的后端;

[0007] 所述柔性机体总成的两侧对称设有多个所述环形推进器,各所述环形推进器分别铰接于所述柔性机体总成上,各所述环形推进器分别连接有一个所述变构机构,所述变构机构用于驱动调节所述环形推进器与所述柔性机体总成的铰接角度;所述环形推进器为环柱形,所述环形推进器的侧壁内部设有气腔,所述环形推进器向上的一端为推进器头部,向下的一端为推进器尾部,所述环形推进器的内侧面靠近所述推进器头部位置开设有朝向所述推进器尾部并与所述气腔连通的环形狭缝,用以向所述推进器尾部排出气流;

[0008] 所述涡轮喷气发动机安装在所述内腔的中部,所述涡轮喷气发动机的进气端连接

进气管,所述进气管向外伸出所述内腔的前端,所述涡轮喷气发动机的输出端与高压歧管的输入端连接,所述高压歧管设置于所述内腔内,所述高压歧管设有分别与各所述气腔连通的多个输出端,所述高压歧管的各输出端分别设有一个流量控制机构;

[0009] 所述油箱、所述蓄电池和所述控制器安装在所述周围支撑机体上,所述油箱用于给所述涡轮喷气发动机提供油源,所述蓄电池用于给无人机整机供电,所述控制器分别与所述变构机构、所述涡轮喷气发动机、所述舵机自锁机构和所述流量控制机构信号连接。

[0010] 优选地,所述柔性机体总成的两侧各设有两个所述环形推进器。

[0011] 优选地,所述控制器上搭载有通信模块、GPS传感器、陀螺仪、气压传感器和温湿度传感器。

[0012] 优选地,所述油箱和所述蓄电池设置于所述内腔内并沿前后方向依次设置,所述控制器设置于所述周围支撑机体的后端。

[0013] 优选地,所述变构机构包括伺服电机、主动齿轮和从动齿圈,所述伺服电机安装在所述周围支撑机体上,所述主动齿轮固定于所述伺服电机的输出轴上,所述从动齿圈固定于所述环形推进器的外侧壁上,所述主动齿轮与所述从动齿圈内啮合,通过所述伺服电机驱动所述从动齿圈转动,以调节所述环形推进器与所述柔性机体总成的铰接角度。

[0014] 优选地,所述上变形机体、所述下变形机体和所述周围支撑机体均为形状记忆聚合物复合材料。

[0015] 优选地,所述进气管、所述高压歧管、所述油箱和所述环形推进器采用碳纤维材料制造。

[0016] 优选地,所述上变形机体与所述下变形机体上下对称设置,所述上变形机体内的所述柔性索与所述下变形机体内的所述柔性索上下对称设置,每对对称的所述柔性索共用一个所述卷绕结构。

[0017] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0018] 本发明提供一种基于康达效应的全柔性机体无人机,通过涡轮喷气发动机作为动力源,吸入低压空气燃烧产生高压气体,通过高压歧管分流,并通过环形推进器高速喷出,在康达效应和引射效应下产生高流量气体升力,推进无人机运动。在柔性机体总成不变构时,通过操纵变构机构和流量控制机构来调节环形推进器所产生升力的方向和大小,实现无人机的运动自由度控制。通过舵机自锁机构和卷绕结构对柔性索的卷绕程度进行调节,可将柔性机体总成调节为所需的气动外形,能够实现更复杂的外形结构变化,从而使无人机在特定飞行任务阶段中可以获得更优的气动特性。采用燃油驱动的涡轮喷气发动机,燃油能源的能量密度显著高于目前市售所有的电池,故能提高续航时间并获得更大的推重比,提高其负载能力。将涡轮喷气发动机安装在内腔的中部,在涡轮喷气发动机不外置的情况下不会产生翼尖扰流,故在空气中产生的噪音更小。

附图说明

[0019] 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。

- [0020] 图1为本发明提供的基于康达效应的全柔性机体无人机的立体结构示意图；
- [0021] 图2为本发明提供的基于康达效应的全柔性机体无人机的俯视结构示意图；
- [0022] 图3为本发明提供的基于康达效应的全柔性机体无人机的主视结构示意图；
- [0023] 图4为本发明提供的基于康达效应的全柔性机体无人机的侧视结构示意图；
- [0024] 图5为图4中B-B剖面结构示意图；
- [0025] 图6为图4中A部分的放大结构示意图；
- [0026] 图7为图5中C部分的放大结构示意图；
- [0027] 图8为本发明中环形推进器的立体结构示意图；
- [0028] 图9为本发明中环形推进器的俯视结构示意图；
- [0029] 图10为图9中D-D剖面结构示意图；
- [0030] 图11为本发明中环形推进器的主视结构示意图；
- [0031] 图12为图11中E-E剖面结构示意图；
- [0032] 图13为本发明中高压歧管与涡轮喷气发动机的连接结构立体示意图；
- [0033] 图14为本发明中高压歧管与涡轮喷气发动机的连接结构俯视示意图；
- [0034] 图15为图14中F向结构示意图。
- [0035] 图中：1-柔性机体总成、110-上变形机体、120-下变形机体、130-周围支撑机体、2-环形推进器、210-气腔、220-推进器头部、230-推进器尾部、240-环形狭缝、3-涡轮喷气发动机、4-油箱、5-蓄电池、6-控制器、7-内腔、8-柔性索、9-卷绕结构、10-进气管、11-高压歧管、1101-第一输出端、1102-第二输出端、1103-第三输出端、1104-第四输出端、12-流量控制机构。

具体实施方式

[0036] 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。

[0037] 本发明的目的是提供一种基于康达效应的全柔性机体无人机,以解决现有技术存在的问题,提高无人机的续航和负载能力,减少噪音,能够实现更复杂的外形结构变化,在特定飞行任务阶段中使无人机获得更优的气动特性。

[0038] 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。

[0039] 如图1-图15所示,本实施例提供一种基于康达效应的全柔性机体无人机,包括柔性机体总成1、环形推进器2、变构机构、涡轮喷气发动机3、油箱4、蓄电池5和控制器6；

[0040] 柔性机体总成1整体呈流线型机翼形状,包括上变形机体110、下变形机体120和周围支撑机体130,上变形机体110和下变形机体120分别设置于周围支撑机体130的上方和下方,上变形机体110和下变形机体120的外缘均固定于周围支撑机体130上,并与周围支撑机体130合围形成内腔7；上变形机体110和下变形机体120均采用形状记忆材料制作而成；上变形机体110和下变形机体120内部间隔设有多个柔性索8,各柔性索8沿无人机前后方向延伸设置,柔性索8一端固定连接在上变形机体110或下变形机体120的前端,另一端连接在以

舵机自锁机构驱动的卷绕结构9上,舵机自锁机构和卷绕结构9安装在内腔7的后端;

[0041] 柔性机体总成1的两侧对称设有多个环形推进器2,各环形推进器2分别铰接于柔性机体总成1上,各环形推进器2分别连接有一个变构机构,变构机构用于驱动调节环形推进器2与柔性机体总成1的铰接角度;环形推进器2为环柱形,环形推进器2的侧壁内部设有气腔210,环形推进器2向上的一端为推进器头部220,向下的一端为推进器尾部230,环形推进器2的内侧面靠近推进器头部220位置开设有朝向推进器尾部230并与气腔210连通的环形狭缝240,用以向推进器尾部230排出气流;

[0042] 涡轮喷气发动机3安装在内腔7的中部,涡轮喷气发动机3的进气端连接进气管10,进气管10向外伸出内腔7的前端,涡轮喷气发动机3的输出端与高压歧管11的输入端连接,高压歧管11设置于内腔7内,高压歧管11设有分别与各气腔210连通的多个输出端,高压歧管11的各输出端分别设有一个流量控制机构12;

[0043] 油箱4、蓄电池5和控制器6安装在周围支撑机体130上,油箱4用于给涡轮喷气发动机3提供油源,蓄电池5用于给无人机整机供电,控制器6分别与变构机构、涡轮喷气发动机3、舵机自锁机构和流量控制机构12信号连接。

[0044] 环形推进器2工作原理是基于康达效应和引射效应,康达效应(Coanda Effect)是描述流体因粘性附着于固相界面上流动的效应,引射效应是描述低速高压流体在黏性作用下被高速低压流体带动一起流动的效应。高压歧管11将涡轮喷气发动机3燃烧产生的高压气体以相同的流量输送到每个环形推进器2的环形柱状空壳内部的气腔210,空气由环形柱状空壳一端的环形狭缝240喷出,将高压气体转化为高速气体,高速气体沿环形柱状空壳内环面流动,由此减小环形柱状空壳内部的气压,带动环形柱状空壳另一端的常压空气随高速气体共同流动,产生远大于进气口输入的气体流量,继而提升机体整体产生的总气流量,实现较大的推重比,最终提升续航能力、负载能力,而提供动力的涡轮喷气发动机3位于机体的内部,可有效减小噪音。

[0045] 柔性机体总成1以形状记忆聚合物复合材料为主要结构,高强度轻量化柔性索8在上变形机体110和下变形机体120内部多自由度密排,提供主动变构操纵传动力结构的同时提高结构的强度。通过舵机自锁机构和卷绕结构9调节柔性索8张力和在结构内部的长度,实现结构的高效主动驱动。周围支撑机体130不设置气动变形功能,主要承载涡轮喷气发动机3、高压歧管11等部件的安装载荷。柔性机体总成1通过胶合、铆接、焊接等方式与其他部件相互固连。油箱4、进气管10、高压歧管11、环形推进器2等结构均采用高强度轻量化材料制造,以降低整机重量,尽可能提升无人机的负载能力。柔性机体总成1整体呈流线型机翼形状,能够使机体具有更大升力。

[0046] 涡轮喷气发动机3具有不低于8的推重比,以航空煤油或柴油作为能源,自主吸气和压气,燃烧产生的高压气体输送至高压歧管11。油箱4容量应能令涡轮喷气发动机3以最高设计转速运行至少30分钟。高压歧管11将燃烧产生的高压气体以相同的流量输送到每个环形推进器2处。在高压歧管11的各输出端内部设置有流量控制机构12,流量控制机构12为多叶片式流量控制机构,通过调节流量大小以改变对应的环形推进器2的升力。其中多叶片式流量控制机构的具体结构属于现有技术,在此不在赘述,可参见可调光阑结构,也可参见专利CN109114137A中的虹膜变径机构。环形推进器2以康达效应原理进行设计,总体呈环柱形,通过变构装置与柔性机体总成1相连,内部中空并与高压歧管11连接,通过朝向推进器

尾部230的环形狭缝240将高压气体转化为高速气体,沿环形推进器2内侧面流动,由此减小环柱内部的气压,带动推进器头部220常压空气随高速气体共同流动,从而在各个推进器尾部230产生远大于排气端输入的气体流量。控制器能接收遥控指令,感知飞行状态和所需环境参数,并控制涡轮喷气发动机3、流量控制机构12和变构机构完成给定指令。

[0047] 本实施例中,柔性机体总成1的两侧各设有两个环形推进器2。高压歧管11设有分别与四个气腔210连通的四个输出端,分别为第一输出端1101、第二输出端1102、第三输出端1103和第四输出端1104。涡轮喷气发动机3安装在机体中央,进气端置于无人机前端从正前方进气,沿机体轴线纵向布置。高压歧管11连接于涡轮喷气发动机3的输出端,沿机体轴线对称布置,高压歧管11的各输出端连接到机体四角方向。流量控制机构12安装于高压歧管11各个输出端内部,通过伺服电机驱动的多叶片式流量控制机构控制高压歧管11的各输出端内部孔径,用以调节输出端的流量。油箱4安装在涡轮喷气发动机3下方,与涡轮喷气发动机3相连。

[0048] 本实施例中,控制器6上搭载有通信模块、GPS传感器、陀螺仪、气压传感器和温湿度传感器,接收飞行指令并控制各执行器作动实现飞行运动目标。

[0049] 本实施例中,油箱4和蓄电池5设置于内腔7内并沿前后方向依次设置,控制器6设置于周围支撑机体130的后端。

[0050] 本实施例中,变构机构包括伺服电机、主动齿轮和从动齿圈,伺服电机安装在周围支撑机体130上,主动齿轮固定于伺服电机的输出轴上,从动齿圈固定于环形推进器2的外侧壁上,主动齿轮与从动齿圈内啮合,通过伺服电机驱动从动齿圈转动,以调节环形推进器2与柔性机体总成1的铰接角度。

[0051] 本实施例中,上变形机体110、下变形机体120和周围支撑机体130均为形状记忆聚合物复合材料。高强度轻量化柔性索8在卷绕结构9的末端固连,柔性索8的抗弯强度和卷绕刚度能在卷绕结构9上做整圈缠绕且不发生断裂和疲劳效应。当舵机自锁机构不旋转驱动时,形状记忆聚合物复合材料的主体结构不受外部应力影响,保持原有的外形结构。当舵机自锁机构旋转驱动时,高强度轻量化柔性索8在主体结构内长度减少,对主体结构产生与所凸方向相反的应力,使柔性机体总成1的上变形机体110和下变形机体120的表面变形为接近平面的结构。通过变换上变形机体110和下变形机体120的结构,能针对不同的飞行任务需求获得不同的气动特性。

[0052] 本实施例中,进气管10、高压歧管11、油箱4和环形推进器2采用碳纤维材料制造,以实现足够的强度、耐高温性能和轻量化。

[0053] 本实施例中,上变形机体110与下变形机体120上下对称设置,上变形机体110内的柔性索8与下变形机体120内的柔性索8上下对称设置,每对对称的柔性索8共用一个卷绕结构9。上变形机体110与下变形机体120内的高强度轻量化柔性索8在竖直投影方向上相互靠近布置,并每对共用同一个以舵机自锁机构驱动的卷绕结构9,其在卷绕结构9上形成导程相同的两段螺旋缠绕。当卷绕结构9的舵机旋转时,上变形机体110与下变形机体120产生上下方向上对称的柔性变形。在其他实施例中,上变形机体110与下变形机体120也可采用非对称式布局,或上变形机体110与下变形机体120分别使用独立的卷绕结构9,即可实现更为复杂的上下变形机体的柔性变构。

[0054] 本实施例中,蓄电池5为各个用电执行器提供能源,控制器向涡轮喷气发动机3发

出起动指令,涡轮喷气发动机3在电起动后开始稳定运转,吸入前端空气并输出高压气体到高压歧管11,高压歧管11将高压气体输送到四个环形推进器2中,在环形狭缝240处转化为高速气体喷出,在环形推进器2中产生升力。需要改变运动状态时,控制器向变构装置、流量控制机构12、舵机自锁机构发出指令,对应的执行器改变伺服电机的旋转位置、叶片结构的孔径或柔性机体总成的外形,以调节无人机的运动状态。

[0055] 本领域技术人员应当理解,在保证无人机结构强度和刚度合理的前提下,柔性机体总成的上、下变形机体和周围支撑机体均可以通过合理外形设计改变其结构强度和气动特性,以使无人机实现更复杂的外形结构变化。

[0056] 本领域技术人员应当理解,通过流量控制机构的调节,无人机即拥有与常见的采用对称布局的四旋翼飞行器相同的运动控制特性,能够实现垂直起降、平飞、横摆、倾转、俯仰、偏航6自由度运动。在已经起飞悬停或正进行平飞的过程中,可以通过变构装置改变环形推进器的方向,使从轴线竖直向上的状态变为头部向无人机前端倾斜的状态,以实现更高的平飞航速。在本发明所述的基于康达效应的全柔性机体无人机的任一特定实施例中,柔性机体总成、进气管、高压歧管和环形推进器等涉及气动特性和高压气体输送的部件,都需要经过设计和实验标定验证,以确保其能达到足够的升重比。

[0057] 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。

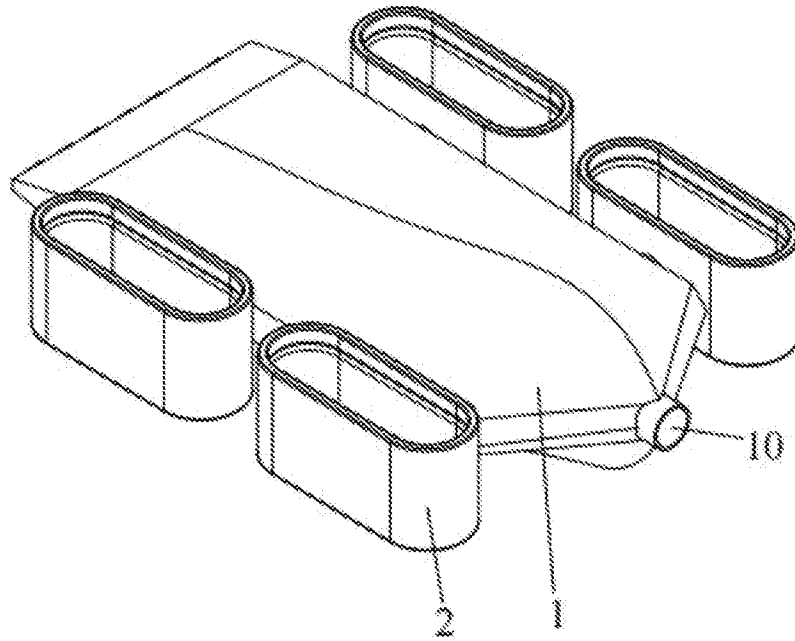


图1

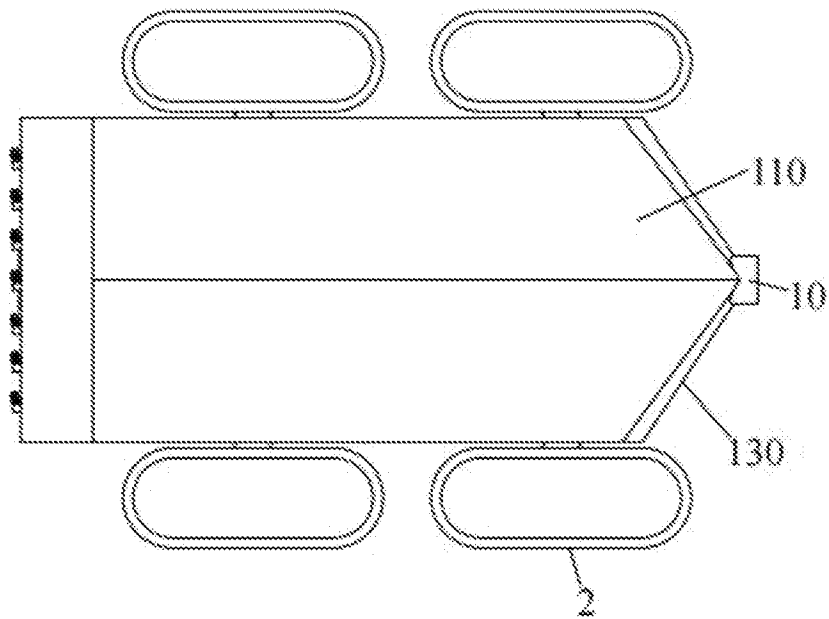


图2

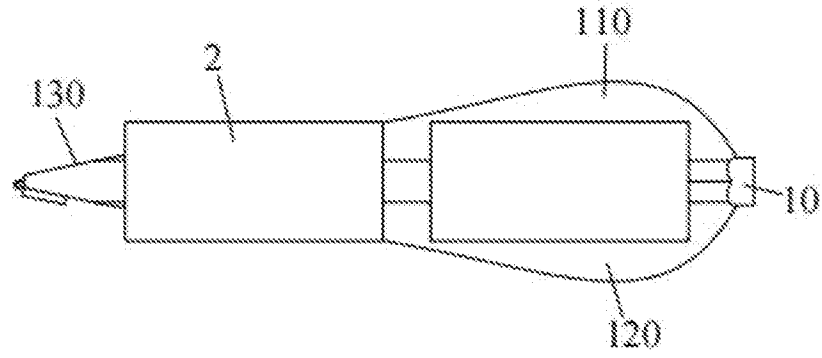


图3

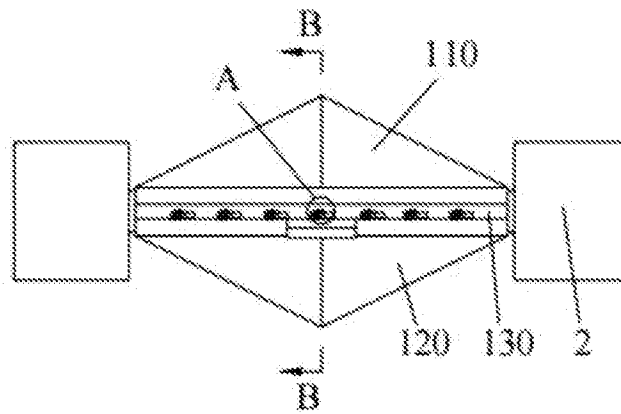


图4

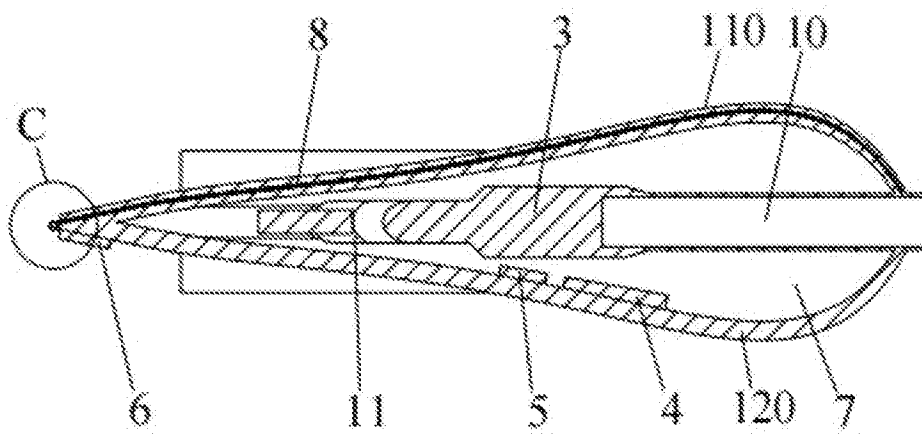


图5

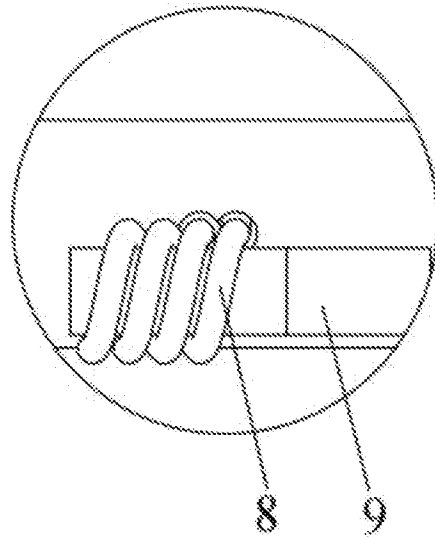


图6

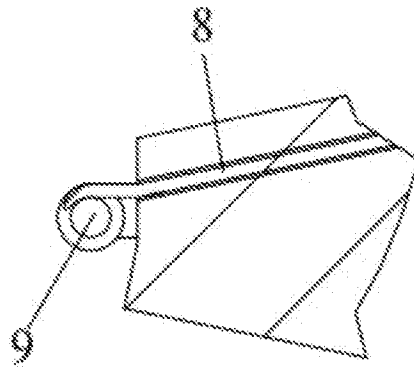


图7

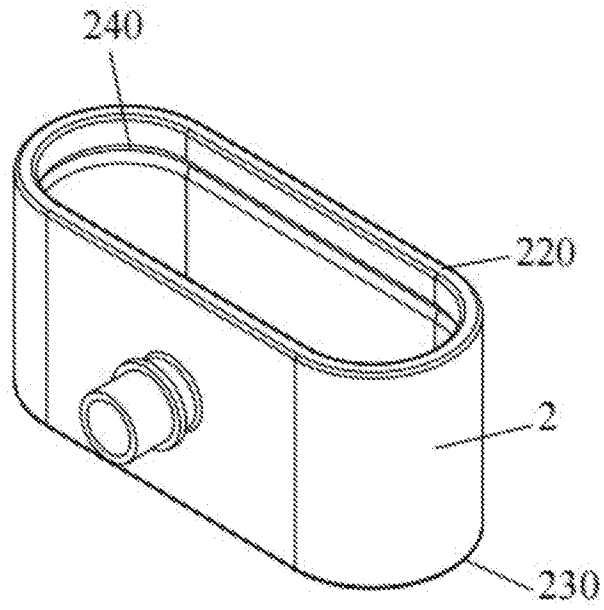


图8

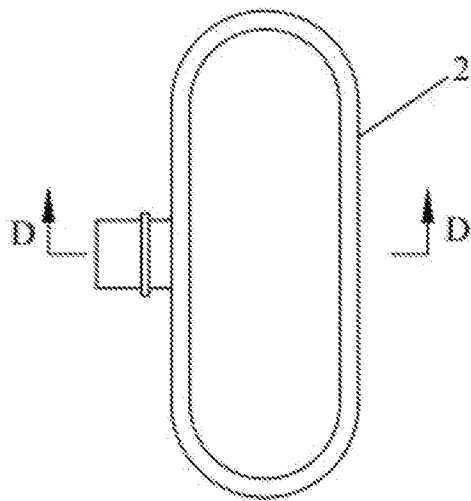


图9

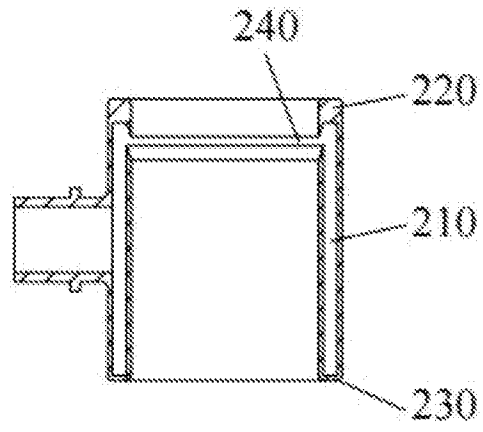


图10

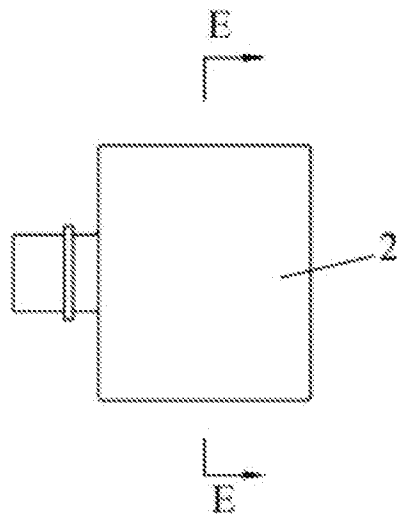


图11

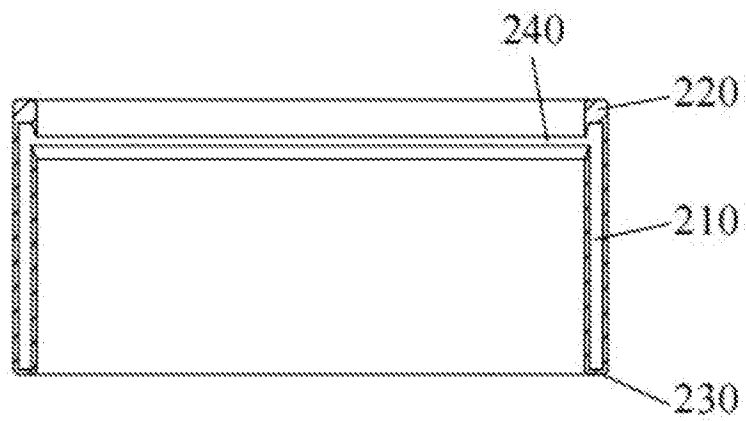


图12

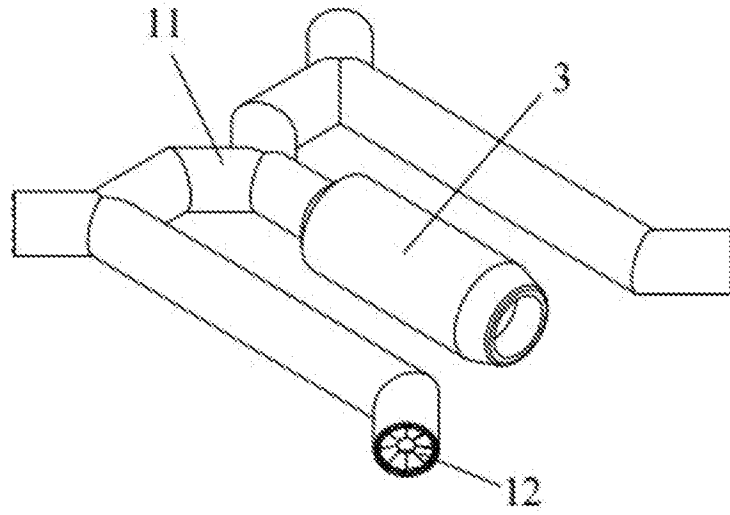


图13

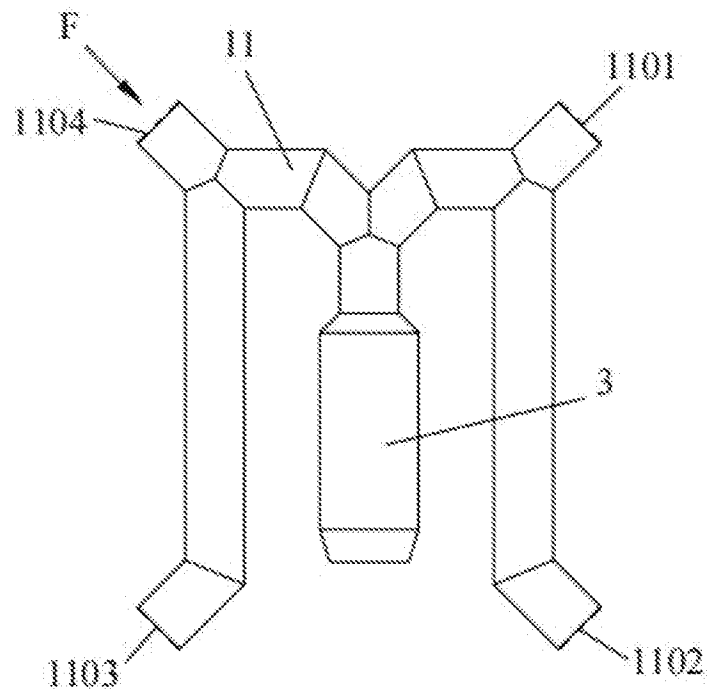


图14

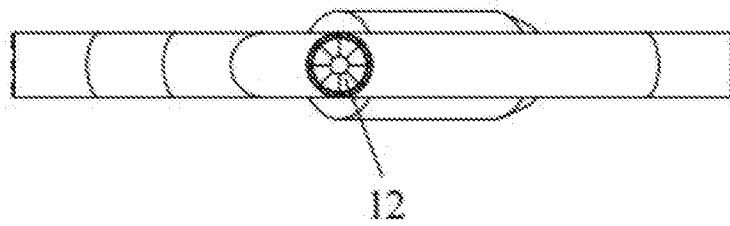


图15