



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102348889 A

(43) 申请公布日 2012. 02. 08

(21) 申请号 200980139276. 5

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 08. 21

F03D 1/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F03D 11/00 (2006. 01)

61/189, 950 2008. 08. 22 US

F03D 11/02 (2006. 01)

61/202, 189 2009. 02. 04 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 03. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2009/004768 2009. 08. 21

(87) PCT申请的公布数据

W02010/021732 EN 2010. 02. 25

(71) 申请人 自然动力概念公司

地址 美国夏威夷州

(72) 发明人 约翰·彼得雷

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 田军锋 邹伟艳

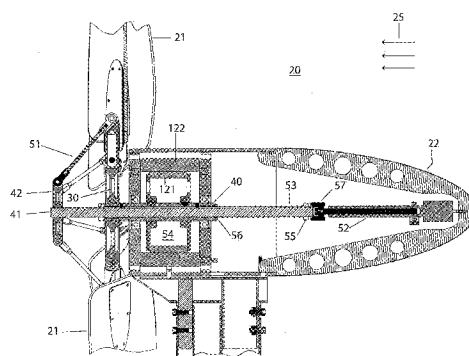
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 12 页

(54) 发明名称

折叠叶片涡轮机

(57) 摘要

一种具有翼板的涡轮机，所述翼板构造成从主流体流中抽取功。致动器使翼板在第一位置与第二位置之间或其间的任意位置枢转或折叠，在第一位置其翼展大致垂直于流动方向，而在第二位置其翼展大致平行于流动方向。可变的几何形状允许翼板将尺寸形成为用于相对较弱的风力，并在相对较强的风力下保持操作而不会损坏。在极端条件下，翼板可以完全折叠以保证安全。



1. 一种涡轮机,所述涡轮机用于从由上游方向至下游方向运动的流体中获取能量,所述涡轮机包括:

(A) 驱动轴,所述驱动轴具有转动轴线、第一端和第二端,所述第二端沿所述转动轴线远离所述第一端;

(B) 驱动轮毂,所述驱动轮毂在靠近所述驱动轴的所述第一端处耦联于所述驱动轴;以及

(C) 多个翼板,各所述翼板具有沿翼展的翼板轴线,各所述翼板耦联于所述轮毂,使得

(i) 所述翼板构造成响应于流体流施加绕驱动轴转动轴线的转动力矩,以及

(ii) 所述翼板能够在第一位置与第二位置之间枢转,在所述第一位置,所述翼板的轴线大体平行于流动方向,而在所述第二位置,所述翼板的轴线大致垂直于流动方向;以及

(D) 致动器,所述致动器耦联于所述翼板,从而使所述翼板在所述第二位置与所述第一位置之间运动。

2. 如权利要求 1 所述的涡轮机,还包括滑动组件,所述滑动组件将所述致动器耦联于所述翼板,所述致动器组件包括:

(A) 大体圆柱形的滑动轴,所述滑动轴布置成与所述驱动轴同心,所述滑动轴具有靠近所述驱动轴的第一端的第一端以及靠近所述驱动轴的第二端的第二端,所述滑动轴构造成沿所述驱动轴的转动轴线平移;

(B) 滑动轮毂,所述滑动轮毂在靠近所述第一端处耦联于所述滑动轴;

(C) 多个拉杆,所述多个拉杆中的每一个耦联于所述滑动轮毂并且耦联于所述翼板,使得所述滑动轴的平移使所述翼板在所述第一位置与所述第二位置之间运动。

3. 如权利要求 2 所述的涡轮机,其中,所述致动器布置成使所述滑动轴平移。

4. 如权利要求 2 所述的涡轮机,其中,所述致动器在靠近所述滑动轴的第二端处耦联于所述滑动轴。

5. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述驱动轴的第一端布置成位于所述驱动轴的第二端的下游方向。

6. 如权利要求 1 所述的涡轮机,还包括偏置装置,所述偏置装置用于使所述翼板偏置至所述第二位置。

7. 如权利要求 6 所述的涡轮机,其中,所述偏置装置包括弹簧,所述弹簧在靠近所述滑动轴的第二端处耦联于所述滑动轴。

8. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器是电气的。

9. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器是液压的。

10. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器是气动的。

11. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器能够操作以将所述叶片设置于在所述第一位置与所述第二位置之间的多个位置中的任意位置。

12. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器能够操作以在所述驱动轴转动的同时将所述叶片设置于在所述第一位置与所述第二位置之间的多个位置中的任意位置。

13. 如权利要求 1 所述的涡轮机,其中,所述致动器能够操作以使所述翼板向所述第一位置运动,以防止不安全的操作情况。

14. 如权利要求 1 所述的涡轮机,还包括耦联于所述驱动轴的发电机。

15. 如权利要求 1 所述的涡轮机,还包括发电机,所述发电机具有转子,所述转子在所述驱动轴的第一端与第二端之间耦联于所述驱动轴。
16. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在船舶结构上。
17. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在浮标结构上。
18. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在适于从波浪中获取能量的浮标上。
19. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在海洋之上。
20. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在易受大风影响的地方。
21. 如权利要求 1 所述的涡轮机,布置在易受飓风影响的地方。

## 折叠叶片涡轮机

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2008 年 8 月 22 日提交的标题为“Fine Arts Innovation”的美国临时专利申请 61/189,950 以及 2009 年 2 月 4 日提交的标题为“Folding Blade Turbine”的美国临时专利申请 61/202,189 的优先权,两份专利申请的公开内容通过参引整体结合入本文。

### 背景技术

[0003] 据美国能源部的记载,现代风力驱动发电机诞生于二十世纪七十年代晚期。见美国能源部 2008 年 7 月的“20% Wind Energy by 2030”。直至二十世纪七十年代早期,风能仅占有很小的市场份额,为碾磨谷物和泵水提供机械动力,以及为农用电池充电提供电力。除了电池充电器及通过较大发电机的少量实验之外,1850 年和甚至 1950 年的风车与它们源于的原始设备区别很小。截至 2008 年 7 月,风能占美国总发电量的近 1%。

[0004] 如图 1 中图示的,绝大多数现代风力涡轮机典型地具有安装在 60 至 80 米的塔 12 顶部处的直径为 10 至 80 米的三叶片转子 10。2006 年美国安装的平均涡轮机可以生产近 1.6 兆瓦的电能。涡轮机功率输出通过在叶片绕转子轮毂 11 旋转时使叶片 10 绕其长轴线转动以改变相对于相关风的迎角(斜度)来进行控制。涡轮机通过使舱体 13 绕塔转动(偏转)而指向风中。涡轮机典型地以 30 至 150 台机器的阵列(电厂)的形式安置。(用于叶片斜度的)斜度控制器调节功率输出及转子速度以防止结构性部件过载。一般地,涡轮机将在风速为约 5.36 米/秒时开始发电,并在风速为约 12.52 至 13.41 米/秒(28 至 30 英里每小时)时达到最大功率输出。在风速为约 22.35 米/秒(50 英里每小时)时,涡轮机将使叶片倾斜或顺流以停止发电及转动。

[0005] 在二十世纪八十年代,使用来自于其他工业的低成本零件生产机械的方法通常奏效,但是很笨重、维护成本高并且电网友好性差。加利福尼亚风能走廊中使用了小直径机器,大部分为密集布置的阵列,这在乡村环境中很不美观。这些密集布置的阵列通常也阻挡来自邻近涡轮机的风,给下风位机器带来大量的湍流。对由湍流引起的结构性载荷了解很少,导致重要零件的频繁失效及早期失效。结果影响可靠性及可用性。

### 发明内容

[0006] 本发明的目标是为了提供一种能够在大范围主风条件下操作并能经受风暴的改进的涡轮机。本发明的其他目标是:

[0007] (i) 提供一种能够在从柔风以及烈风条件乃至飓风强度下进行受控操作的改进的涡轮机;

[0008] (ii) 提供一种具有可控的变化几何形状的改进的涡轮机;以及

[0009] (iii) 提供改进的涡轮机,其叶片可以在处于柔风条件下的第一位置与处于过功率风力条件下的第二位置之间以可控的方式折叠,在第一位置其翼展(从根部至尖部的长度)大体垂直于(成直角)主气流,而在第二位置其翼展大体平行于主气流。

[0010] 这些及其他目标通过提供改进的轴流式涡轮机而达到,其叶片可在完全延伸的位置操作,使其翼展在相对柔和的风力条件下将方位确定为大体垂直于主气流。叶片可以折叠至关闭位置,使其翼展在诸如大洋风暴的相对强烈的风力条件下将方位确定为大体平行于主气流。致动机构以可控的方式将叶片在从延伸位置至部分折叠或完全折叠位置的范围上定位。涡轮机优选地可操作成使叶片处于延伸位置、部分折叠及完全折叠位置。

[0011] 涡轮机利用驱动轴将来自于叶片的力矩传递至发电机或其他能量利用装置。与驱动轴同心的滑动轴连接于控制叶片折叠角度的拉杆及滑动轮毂。滑动轴、滑动轮毂及拉杆与叶片一同转动,从而涡轮机保持为可操作使叶片处于折叠位置。

#### 附图说明

[0012] 将参照附图,其图示了(一位或多位)发明者构想的本发明的优选实施方式。

[0013] 图 1 图示了现有技术风力涡轮机。

[0014] 图 2a 及 2b 分别是折叠叶片涡轮发电机的后视图及侧视图,其叶片处于完全延伸位置。

[0015] 图 3a 及 3b 分别是折叠叶片涡轮发电机的后视图及侧视图,其叶片处于完全折叠位置。

[0016] 图 4 是折叠叶片涡轮机的主要组件的分解图。

[0017] 图 5 是涡轮发电机的局部横截面图,示出了处于完全延伸位置的叶片。

[0018] 图 6 是涡轮发电机的局部横截面图,示出了处于完全折叠位置的叶片。

[0019] 图 7 是用于涡轮发电机的驱动组件的分解图。

[0020] 图 8 是用于涡轮发电机的滑动组件的分解图。

[0021] 图 9 是涡轮发电机中的致动器与滑动轴之间的耦联的横截面图。

[0022] 图 10 是涡轮发电机中的涡轮机叶片的分解图。

[0023] 图 11A、11B 及 11C 分别是图 10 所示的涡轮机叶片的侧视、正视及仰视图。

[0024] 图 12 是用于涡轮发电机的发电机组件的转子及定子的横截面图。

#### 具体实施方式

[0025] 图 2a 及 2b 分别是示例性折叠叶片涡轮发电机 20 的后视图及侧视图,其中涡轮机叶片 21 处于完全延伸位置。叶片 21 安装于轴颈支承在舱体 22 内的轴(未示出)上。舱体 22 安装于柱杆 23 上,柱杆 23 又可以安装于任意种类的基础机构上。此安装可以允许涡轮发电机响应于改变的风向而转动,从而涡轮发电机(例如叶片的转动轴线)保持指向主风的方向。

[0026] 涡轮机可以安装在任意位置,但优选的基础为船舶结构,例如已超出其使用寿命的石油钻井平台,或也可获取波能的浮标。船舶位置周期性地经历诸如烈风(39 至 54mph 或 63 至 87km/h,持续的)及飓风(大于 74mph 或 119km/h,持续的)的极端天气情况。

[0027] 涡轮机叶片 21 包括翼板,所述翼板成形为在存在主风 25 时产生绕转动轴线 24 的转矩。图 2a 及 2b 中示出的涡轮发电机可以称为“轴流式”涡轮机,因为叶片成形为在主风 25 的方向与转动轴线 24 对齐时转动。优选地,叶片成形为在设置于舱体 22 的下风侧时正常工作。(本文描述中的术语“前”及“后”分别指在涡轮发电机在此正常操作位置时的上

风方向及下风方向。例如,在正常工作中,叶片 21 在舱体 22 的“后”方及“下风位”。该指定仅为便于描述而非意于限制本发明的范围。)在完全延伸位置,叶片的沿翼面翼展的长轴线在与主气流方向垂直(成直角)的方向上。

[0028] 图 3A 及 3B 分别是示例性折叠叶片涡轮发电机 20 的后视图及侧视图,其中涡轮机叶片 21 处于完全折叠位置。此处,叶片 21 的长轴线平行于转动轴线,也是主风的方向。各叶片 21 均枢转地安装于随叶片 21 一同转动的驱动轮毂 30。叶片可在延伸位置与折叠位置之间枢转同时转动,如下文充分讨论的那样。

[0029] 图 4 是图 2A、2B、3A 及 3B 所示的涡轮发电机 20 的主要组件的分解图。除了前面提到的叶片 21、舱体 22、柱杆 23 及驱动轮毂 30 之外,此图还图示了驱动轴 40、滑动轴 41 及滑动轮毂 42。叶片 41 枢转地安装于驱动轮毂 30,驱动轮毂 30 又焊接于或不然则附接于驱动轴 40。驱动轴 40 又轴颈支承在舱体 22 内。

[0030] 图 5 是示例性涡轮发电机 20 的局部横截面图,示出了舱体 22、驱动轮毂 30、驱动轴 40、滑动轴 41 和滑动轮毂 42,其中叶片 21 处于完全延伸位置。滑动轴 41 比驱动轴 40 长,并与驱动轴 40 同心。滑动轴在前(向上风位方向进入舱体 22)及后(向下风位方向出离舱体 22)两个方向均延伸超过驱动轴 40。滑动轮毂 42 在驱动轮毂 30 的后(下风)侧附连于滑动轴 41 的后端。滑动轴 41 的前端耦联于致动器(未示出),这在下文进一步讨论。拉杆 51 将滑动轮毂 42 连接至叶片 21,这在下文进一步详细讨论。发电机组件 54 既耦联于舱体 22 又耦联于驱动轴 41,这也会在下文进一步详细讨论。弹簧 53 围绕滑动轴 41 安装在(i)靠近滑动轴前端固定于滑动轴 53 的前轴环 55 与(ii)靠近驱动轴 40 前端的座 56 之间。致动器 52 耦联于滑动轴 53 的前端,这也会在下文进一步详细讨论。该致动器为线式,其具有沿其长轴线伸缩的中心轴,所述长轴线在图 5 中的方位中与滑动轴 53 同轴。图中示出叶片为完全延伸的位置,与图 6 相比,图 5 示出致动器 52 为缩回位置,滑动轴 41 位于相对前方的位置。弹簧 53 受到相对柔和的压迫,这抵抗安装于致动器 52 后端的推力轴承 57 而将滑动轴向前偏置。

[0031] 图 6 是示例性涡轮发电机 20 的局部横截面图,示出为叶片 21 处于完全折叠位置。此处,与图 5 中的位置相比,致动器 52 及滑动轴 41 和滑动轮毂 42 在向后方向上延伸。拉杆 51 向后向内移位。叶片 21 绕其驱动轮毂连接件 60 枢转至折叠位置。弹簧 53 相对大幅压缩。驱动轴 40 及驱动轮毂 30 保持相对于图 5 中示出的那些相同的轴向位置。

[0032] 图 7 是包括上述驱动轴 40 及驱动轮毂 30 的示例性驱动组件的分解图。驱动轮毂 30 包括用于各叶片(未示出)的基台(station)。示例性基台具有用于枢转销 71 的安装孔 70。各枢转销 71 穿过叶片(未示出)上的安装结构,并且将叶片枢转地保持在其基台中,同时环 72 将枢转销保持在驱动轮毂 30 中。衬套环 73 保持用于同心滑动轴(未示出)的前后轴承 74。扣环 75a、75b 与发电机组件(图 5,项目 54)或其他固定结构接合以限制驱动轴 40 的轴向运动。驱动轴 40 中的槽 76 设置成用以接收键(图 12,项目 125),所述键将驱动轴 40 锁定于发电机(未示出)的转子,这在下文进一步讨论。螺钉 77 将驱动轴 40 转动地耦联于滑动轴(未示出),同时允许滑动轴相对于驱动轴 40 轴向移动。

[0033] 图 8 是包括前面提到的滑动轴 41、滑动轮毂 42、弹簧 53 及前轴环 55 的示例性滑动组件的分解图。滑动轴 41 支承轴向凹槽 84,驱动轴组件的螺钉(图 7,项目 77)延伸至该轴向凹槽 84 中,这在下文进一步讨论。滑动轮毂 42 包括用于各拉杆(未示出)的基台,

所述基台具有用于拉杆销 81 的安装孔 80。各拉杆销 81 穿过拉杆中相应的孔,并将拉杆枢转地保持在其基台中,同时环 82 将拉杆销保持于滑动轮毂 42 中。

[0034] 图 9 是滑动轴 41 与致动器 52 之间的示例性耦联的横截面图。螺栓 91 及帽 92 将推力轴承 94 保持于致动器 52。扣环 95 将推板 93 保持在致动器 52 上的适当位置。滑动轴 41 的前端座置在位于推板 93 后部的有斜面的凹部中。

[0035] 图 10 是示例性涡轮机叶片 21 的分解图,图 11A、11B 及 11C 分别是图 10 所示的涡轮机叶片的侧视、正视及仰视图。互补夹板 100 穿过翼板 101 根部的前后表面彼此附连。夹板之一支承中空圆柱形套筒 102,套筒 102 的轴线沿翼板的翼展对齐。穿过附连在圆柱形套筒 102 外部上的焊接螺母 103b 的定位螺钉 103a 将有凹槽的圆柱形杆 104 保持在圆柱形套筒 102 内。长度较短的杆 104 在靠近端部处沿中央轴线部分地钻出(或铸造成具有中空部)。杆 104 的一部分延伸超过翼板 101 的根部,并且用来将叶片耦联于驱动轮毂的第一组安装孔沿径向延伸穿过这一部分。穿过第一组安装孔并座置在驱动轮毂(图 5,项目 30)中的叶片销(图 7,项目 71)将叶片耦联于驱动轮毂。杆 104 的相对端具有第二组径向孔,用来将叶片耦联于拉杆(未示出)。穿过拉杆(图 5,项目 51)并座置在第二组安装孔中的拉杆销 105 将叶片耦联于拉杆。此布置仅为示例性的,也可以使用其他用于安装叶片的布置。

[0036] 图 12 图示了上文参照图 5 提到的示例性发电机组件 54。发电机组件 54 包括转子 121 及定子 122。转子 121 优选地包括永磁体或电磁体,而定子 122 优选地包括导电线圈。定子 122 相对于舱体 22 固定,而转子 121 绕中央轴线 123 转动。组装后,扣环 75a 将轴承 124 保持在交流发电机壳体支撑件中,并允许驱动轴(未示出)绕中央轴线 123 转动。转子 121 中的键 125 与驱动轴(图 7,项目 76)中的槽配合,从而转换转动能用来发电。气隙塞 125 露出观察口,用于检查转子 121 与定子 122 的对齐。

[0037] 示例性涡轮机可以具有 7 个长度近似为 51 英寸的叶片、长度近似为 9 英寸的拉杆、长度近似为 28 英寸的滑动轴、长度近似为 12 英寸的驱动轴、由纽约的 Ultra Motion of Cutchogue 制造的型号为 DB. 125-HT23-8-2N0-TSS/4 的 8 英寸冲程步进式马达致动器以及由法国 Alxion Automatique of Colombes 制造的型号为 300STK4M 的交流发电机组件。此示例不意味着限制本发明,而是可以按比例缩放为并适于广泛类型的风力源及应用。对于较大型的机器,致动器 52 可以是液压或气动式。上述 Ultra Motion 的致动器具有可调整传感器,用于指示在全开及全闭位置的停止位置。其他传感器或替代的致动器可以用于提供轴位置的电子测量,这又是叶片折叠角的测量。

[0038] 认为,示例性折叠叶片涡轮发电机 20 的操作根据上文的结构及描述是不言自明的;但是,此处进行一些观察以便于理解。

[0039] 图 5 图示了具有处于完全延伸位置的叶片 21 的涡轮发电机。名义上,舱体 22 及叶片 21 将方位确定成使主气流 25 的方向大体平行于叶片转动轴线,叶片转动轴线是滑动轴 41 及驱动轴 40 的转动轴线。叶片 21 优选将位于舱体 22 的下风位。叶片 21 的空气动力学形状使其产生绕转动轴线的力矩,力矩又使驱动轮毂 30、驱动轴 40 及转子 121 转动。转子磁体的转动场在定子 122 的线圈中感应出电流。

[0040] 叶片优选地成形为有效地从在安装场所典型吹来的风中抽取能量。弹簧 53 优选地将尺寸形成为对于高达与涡轮发电机额定操作速度相应的最大名义速度的风将叶片 21

保持在打开位置。更具体的,弹簧 53 使滑动轴 41 向前偏置,这又使滑动轮毂 42 向前偏置,并使拉杆 51 向外偏置。当风速超过最大名义速度时,在叶片 21 上的轴向空气动力学载荷克服了弹簧 53 的力,叶片将折叠。叶片 21 的折叠改变了涡轮机的总体几何形状。通过比较图 2a 和 3a 可以看出,叶片 21 的折叠使涡轮机暴露的截面减少。此折叠减少了叶片 21 暴露于风中的面积,这又减少了将空气动力学载荷减小到使弹簧 53 的力平衡的点。可以设置液压阻尼以使振动最小化。在部分折叠或完全折叠位置,叶片 21 可以继续从主风中吸收能量并由此维持操作。由于依托在滑动轴 41 的槽(图 8,项目 84)中的螺钉(图 7,项目 77)继续将滑动轴 41 转动地锁定于驱动轴 40,因此滑动轴 41 继续转动。涡轮机翼板可以成形为在风速相对较低时使暴露面积相对较高用于操作,并且涡轮机翼板在高风力时可以折叠以保持额定水平的能量抽取而不会有过功率或损坏的情况。

[0041] 致动器 52 也可以用于将叶片从完全延伸位置向如图 6 中示出的完全折叠位置或其间的任意位置折叠。更具体的,致动器 52 的延伸使滑动轴 41 向后移位。滑动轴 41 的向后移位使滑动轮毂 42 向后移动。拉杆 51 又向后下方拉动叶片 21 的杆(图 10,项目 104),这使叶片 21 绕其在驱动轮毂 30 中的安装点 60 向折叠位置枢转。滑动杆 41 的向后移位也使弹簧 53 压缩。

[0042] 致动器 52 可以以各种模式控制。在第一模式下,致动器 52 可以手动操作从而将叶片设置在期望的折叠角。这种模式对于维修、运输及诊断操作是期望的。在第二模式中,涡轮发电机可以监测转动轴的转速并使叶片折叠以防止诸如超速的不安全的操作。可以监测诸如交流发电机温度或电力输出水平的其他安全参数。

[0043] 上文描述的实施方式意于为说明性而非限制性的。可以进行各种修改而不脱离本发明的范围。本发明的范围不应当由上文描述限定,而应当仅根据下文权利要求及其等同方案限定。



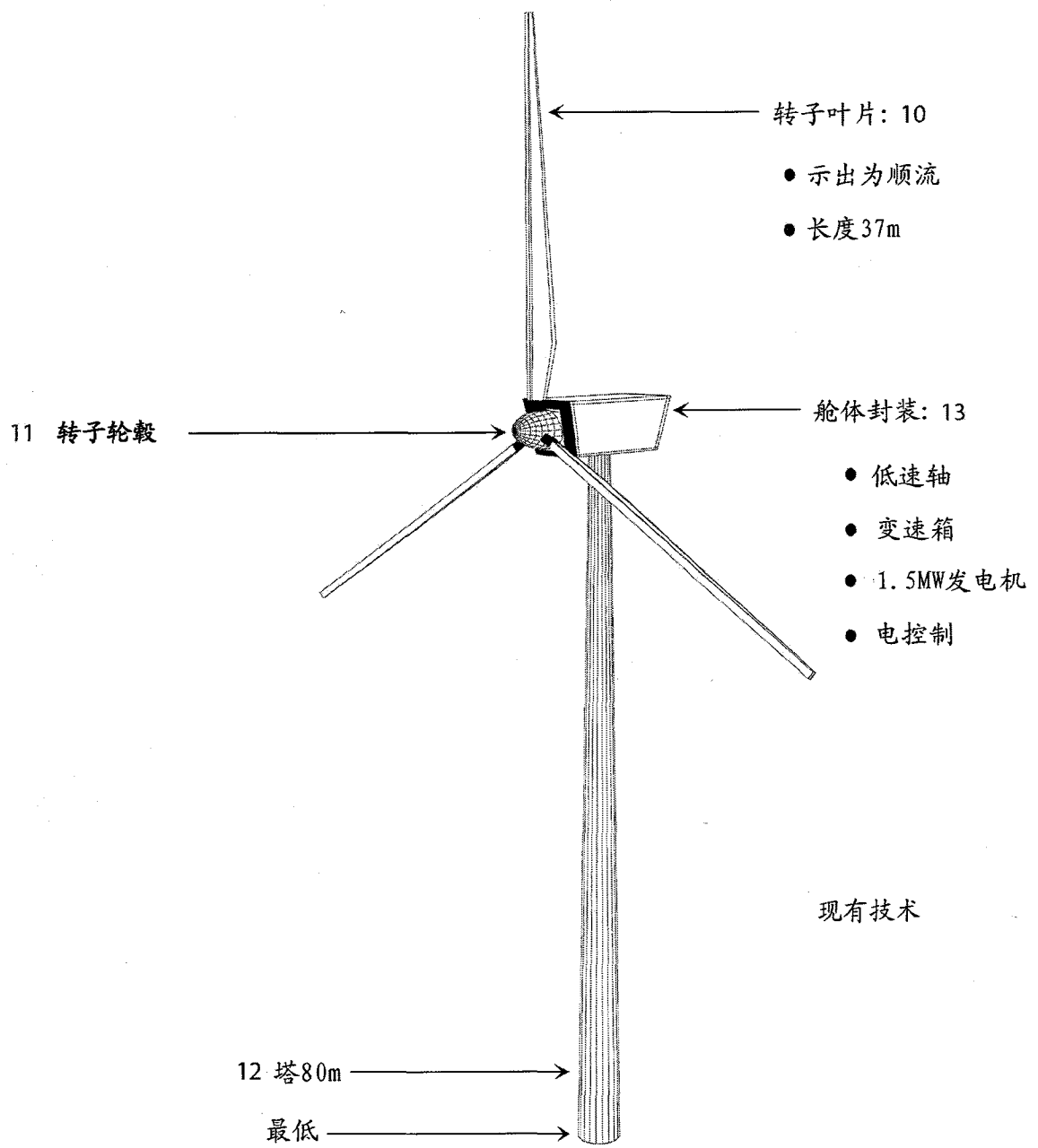


图 1

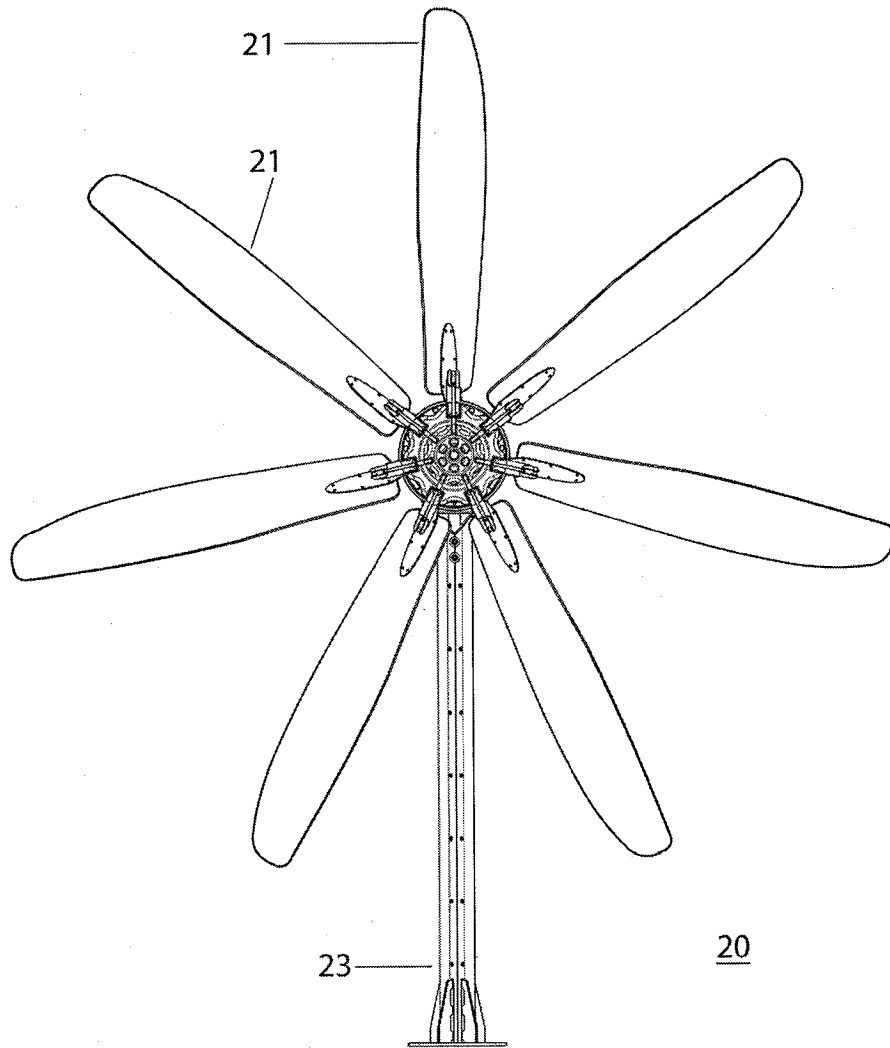


图 2A

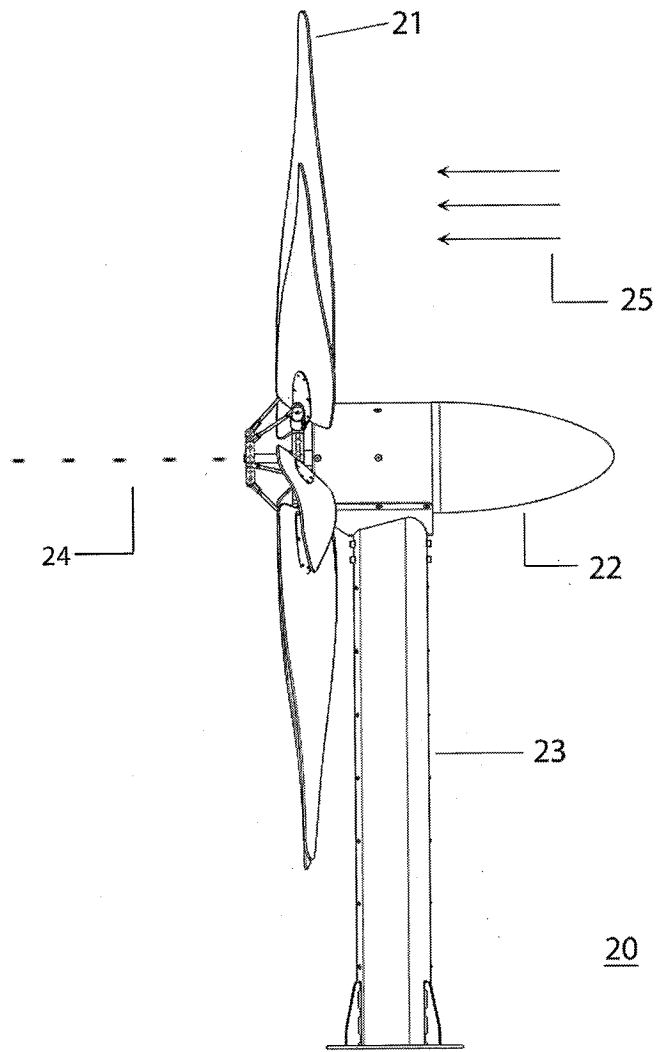


图 2B

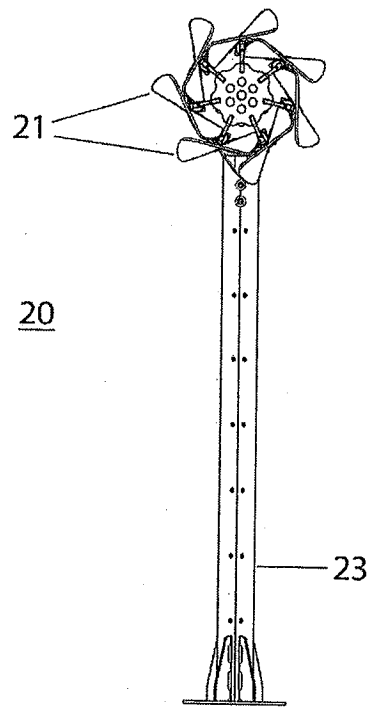


图 3A

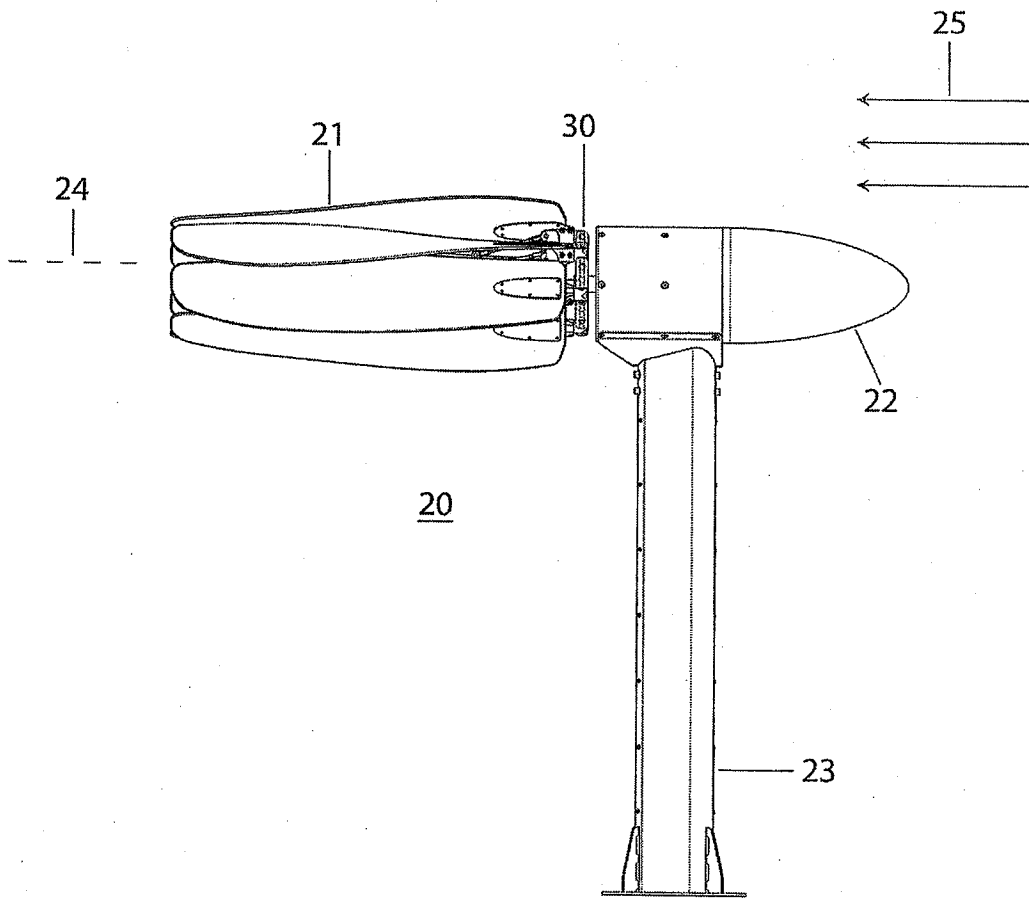


图 3B

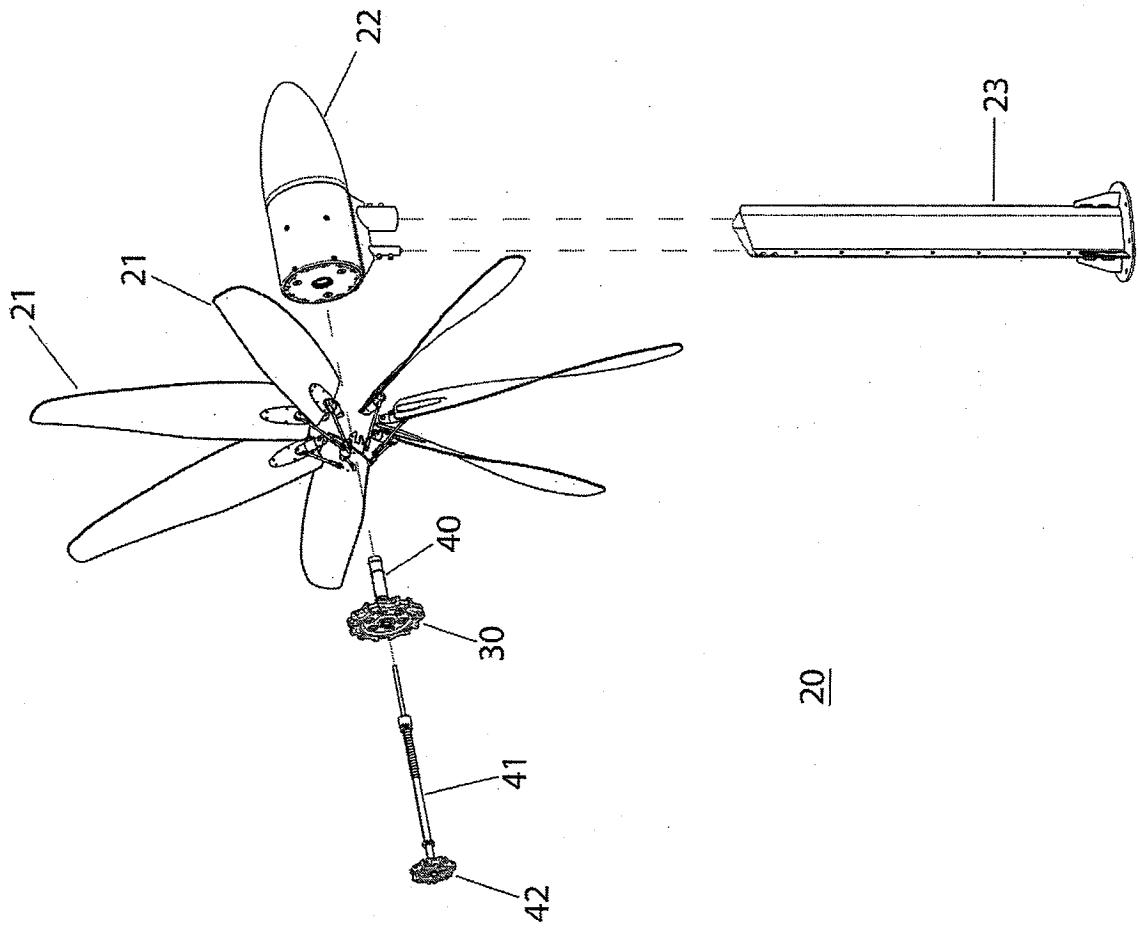


图 4

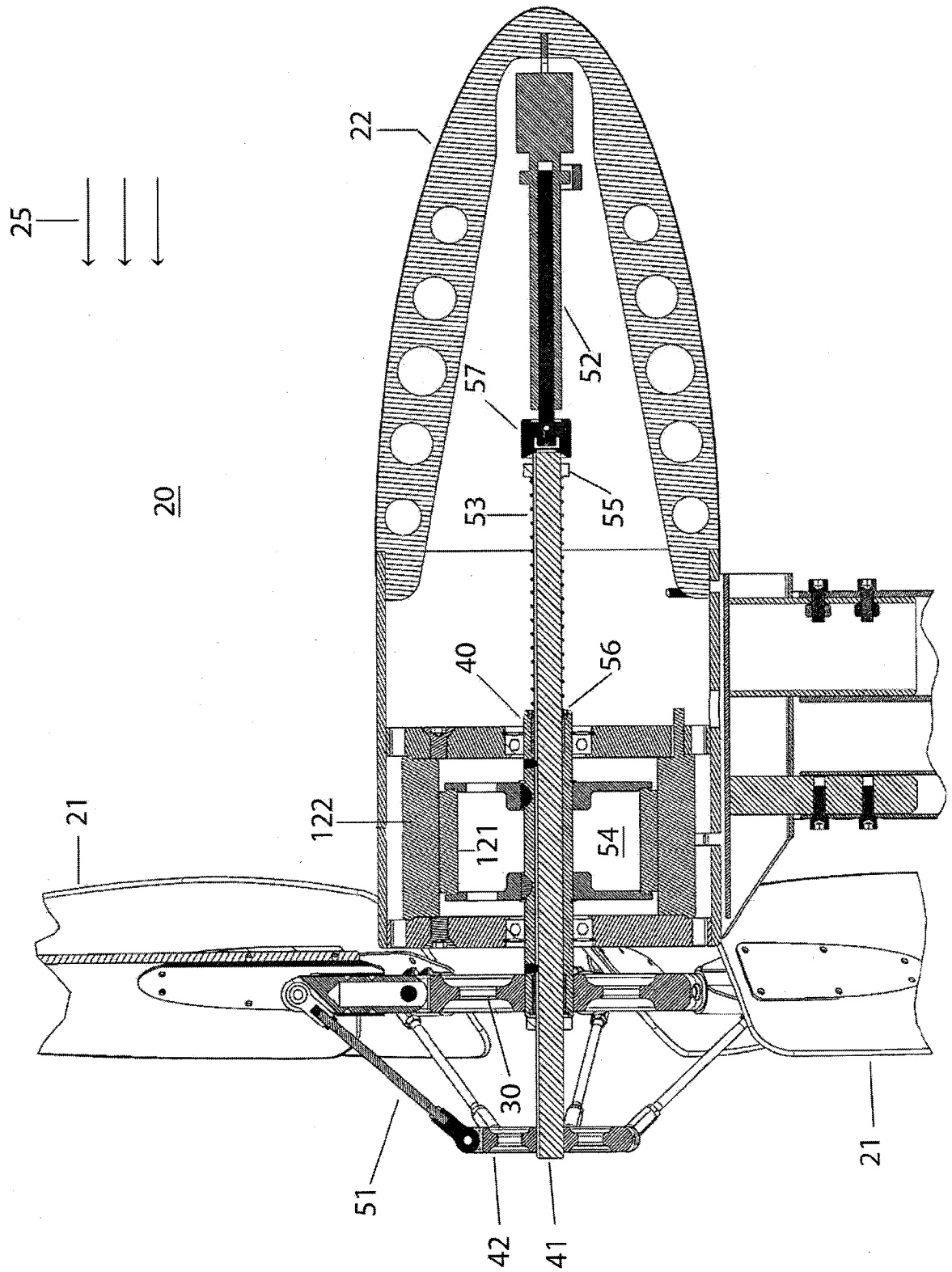


图 5

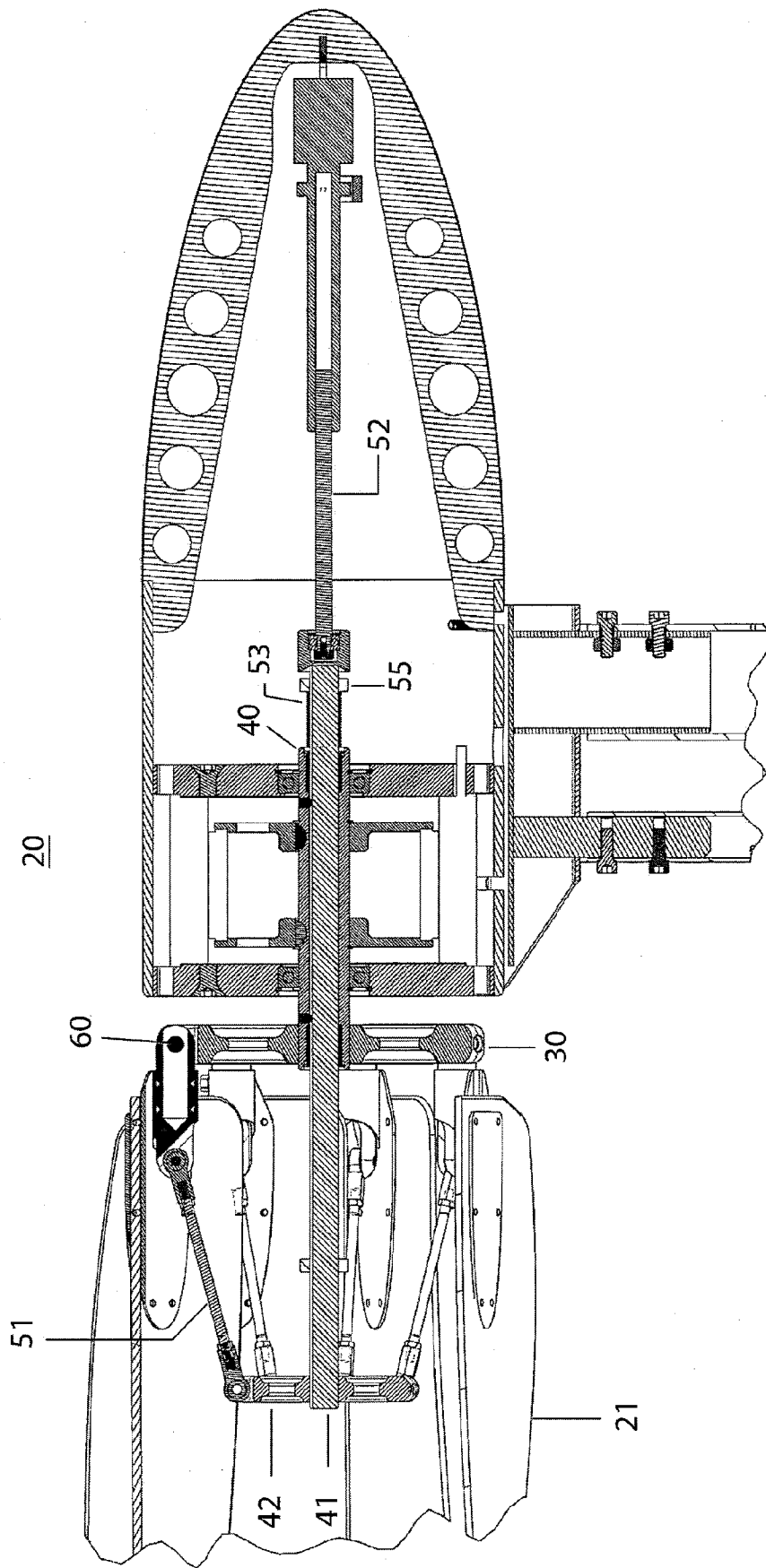


图 6



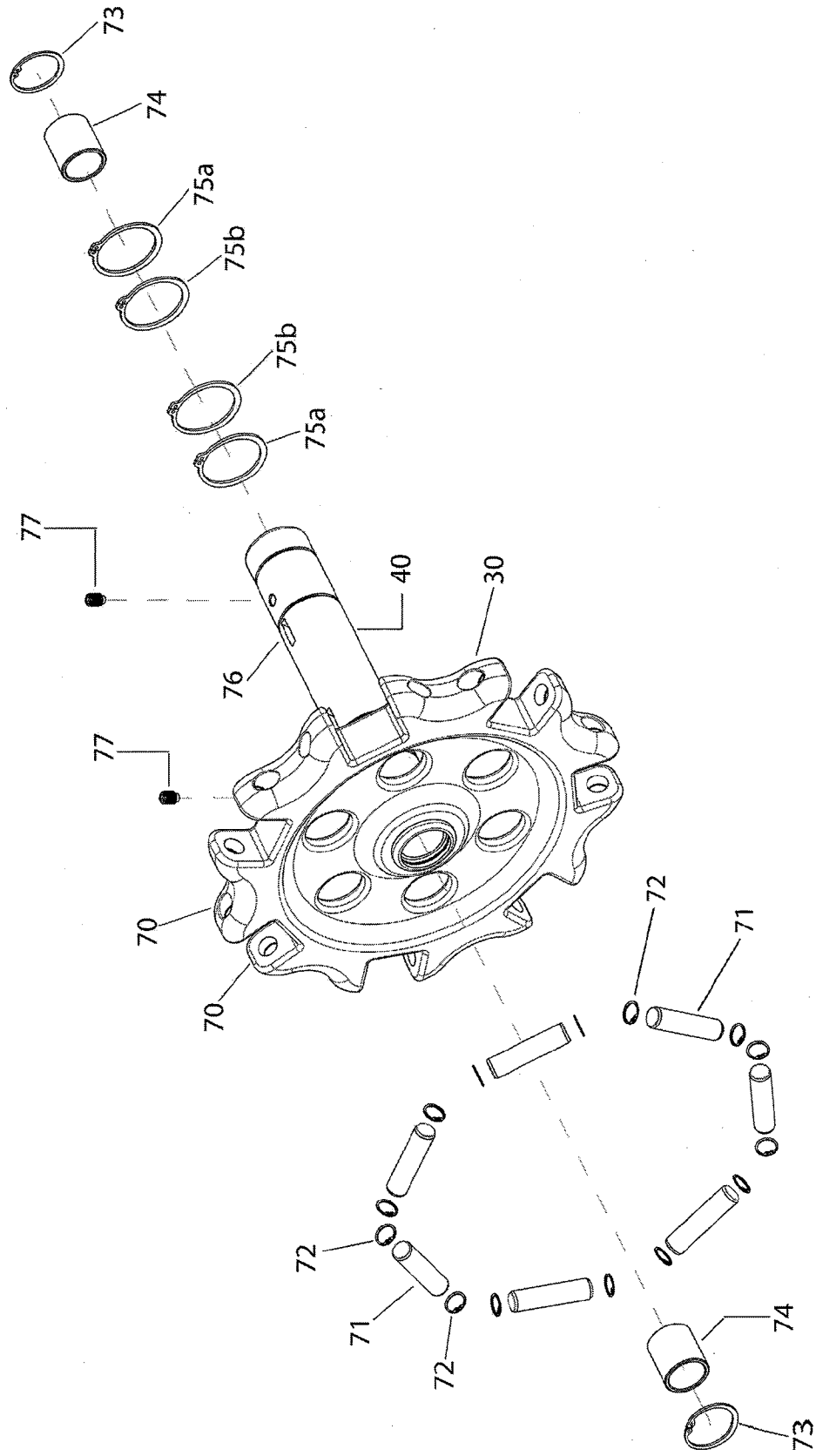


图 7

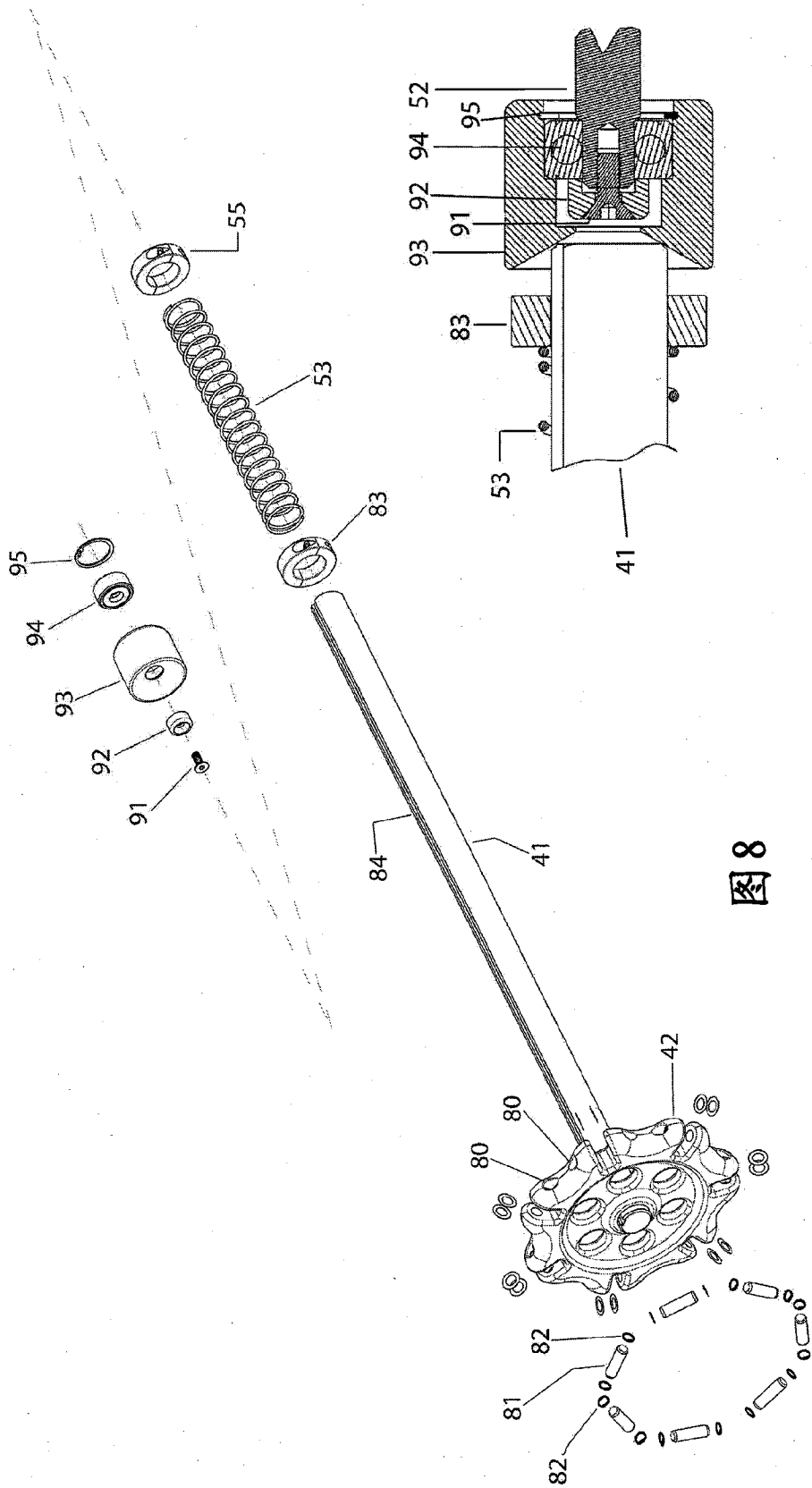
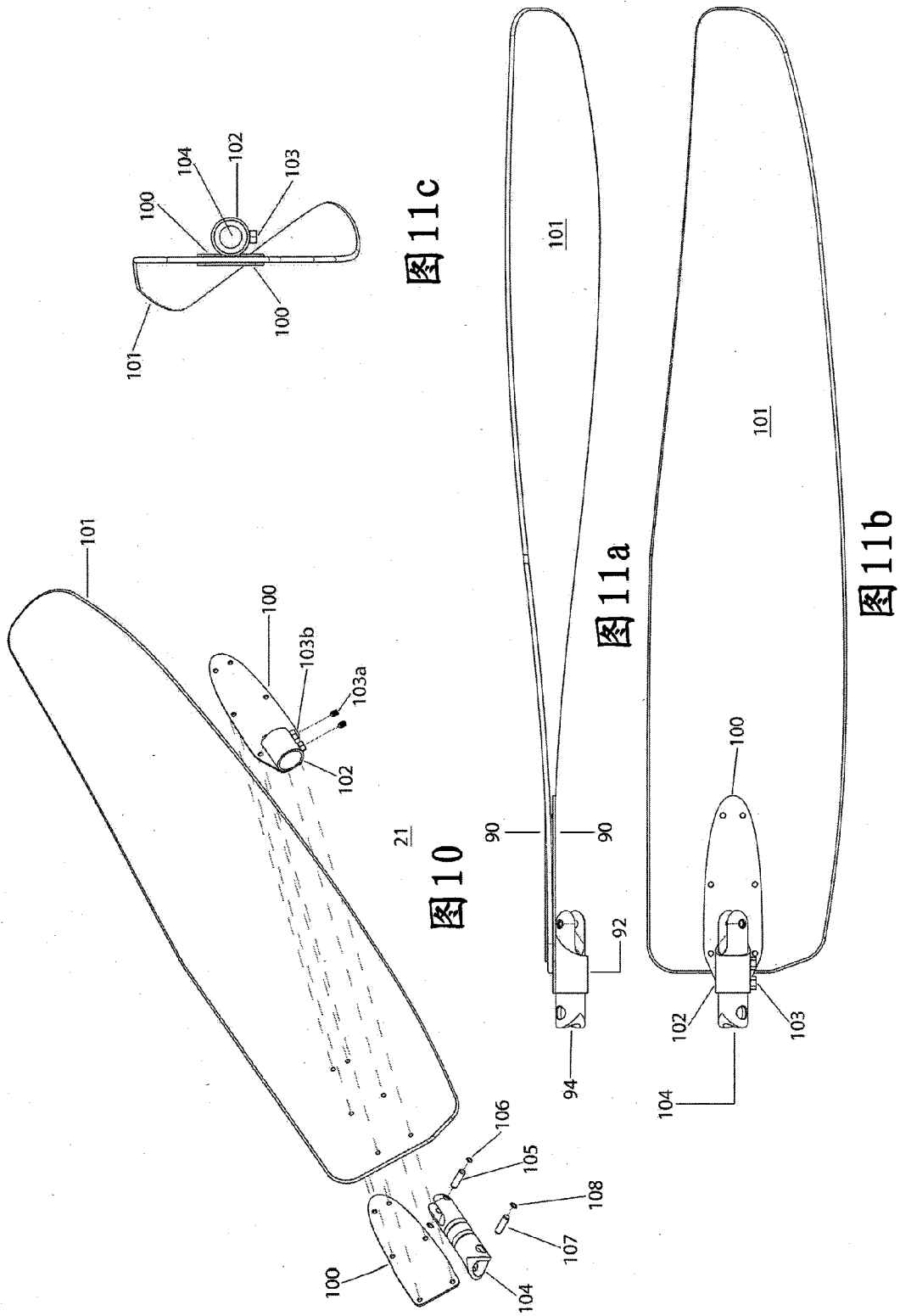


图8

图9



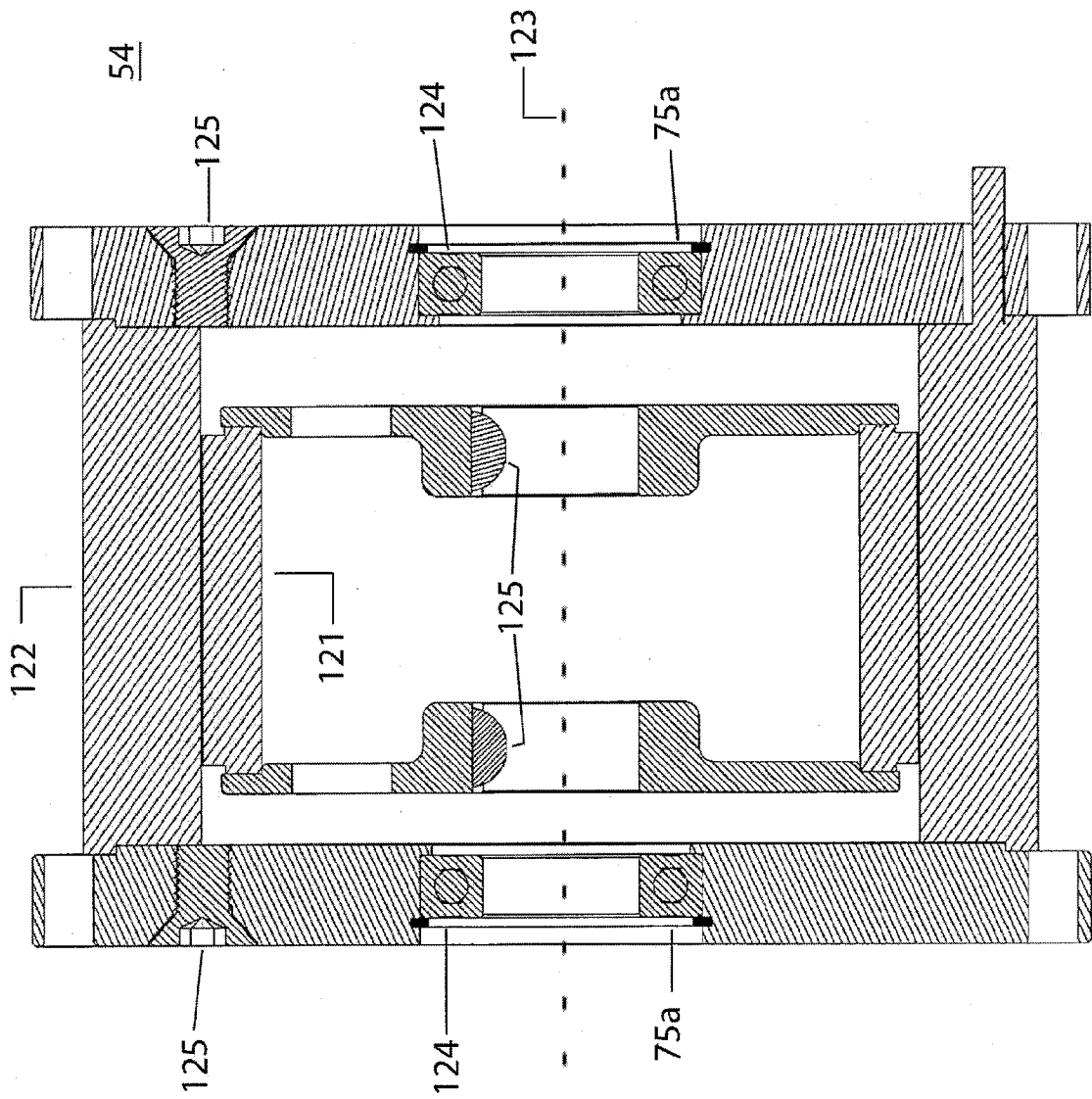


图 12