



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102865188 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201210201486. 6

(22) 申请日 2012. 06. 18

(30) 优先权数据

PA201170309 2011. 06. 17 DK

(71) 申请人 远景能源(丹麦)有限公司

地址 丹麦锡尔克堡

(72) 发明人 迈克尔·弗里德里奇 彼得·格雷伯

(74) 专利代理机构 广州新诺专利商标事务所有
限公司 44100

代理人 罗毅萍

(51) Int. Cl.

F03D 1/06 (2006. 01)

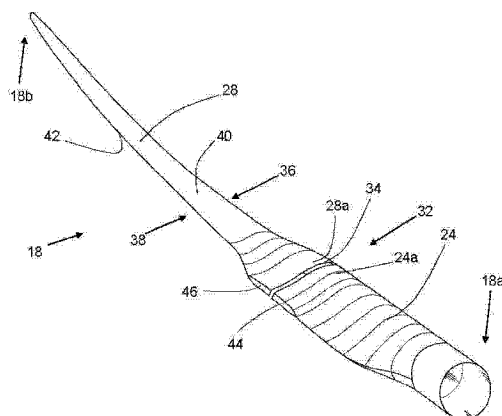
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

风力涡轮机叶片

(57) 摘要

本发明描述了一种用于部分变桨距风力涡轮机的叶片,其中该叶片具有设于叶片俯仰连接位处的截平的空气动力学翼型。截平的尾缘用于防止俯仰时在部分变桨距叶片的内、外叶片段的尾缘之间形成尾缘间隙,因此当俯仰部分变桨距叶片时,减轻了空气泄露等的负面影响。



1. 一种至少 35 米长的部分变桨距风力涡轮机叶片,该风力涡轮机叶片具有空气动力学翼型,所述翼型具有前缘和尾缘,所述风力涡轮机叶片包括:

内叶片段;和

外叶片段,

所述内叶片段和所述外叶片段在俯仰连接位处联接,使得所述外叶片段可相对于所述内叶片段俯仰,

其中,所述风力涡轮机叶片包括设于所述俯仰连接位处的截平的翼型,其中,所述截平的翼型设于所述尾缘处。

2. 如权利要求 1 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述内叶片段和所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,所述翼型在其尾缘处截平,其中,设置所述截平的尾缘,使得当所述外叶片段相对于所述内叶片段在小于或等于预定角度俯仰时,沿着所述叶片的纵轴凸出的所述外叶片段的截平的尾缘表面,相交于所述内叶片段的截平的尾缘表面。

3. 如权利要求 1 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,

所述内叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,所述叶片翼型在其尾缘处截平,所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的未截平的叶片翼型;或

所述内叶片段包括在所述俯仰连接位处的未截平的叶片翼型,所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,所述叶片翼型在其尾缘处截平;

其中,设置所述截平的尾缘表面,使得当所述外叶片段相对于所述内叶片段在小于或等于预定角度俯仰时,沿着所述叶片的纵向方向凸出的所述截平的尾缘表面相交于未截平的叶片翼型的表面。

4. 如权利要求 1 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,设置所述截平的翼型,使得当沿着所述叶片的纵轴凸出时,对于大于预定角度的所述外叶片段的桨距角,第一个所述叶片段的压力侧的表面相交于第二个所述叶片段的吸力侧的表面,其中,俯仰限制在小于或等于正常运转下的预定角度,以对于小于所述预定角度的桨距角,防止在叶片段的尾缘之间的俯仰连接位处形成尾缘间隙。

5. 如权利要求 2,3 或 4 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述预定角度在 4 至 12 度之间。

6. 如权利要求 5 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述预定的桨距角为 8 度。

7. 如权利要求 1-4 任一权利要求所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述内叶片段在所述俯仰连接位处的弦长大致等于所述外叶片段在所述俯仰连接位处的弦长。

8. 如权利要求 1-4 任一权利要求所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,至少一个所述叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,其中,所述截平的翼型从所述俯仰连接位处延伸,延伸的距离等于所述至少一个叶片段的总的纵向长度的 2% 至 50% 之间。

9. 如权利要求 8 所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述截平的翼型从所述俯仰连接位处延伸,延伸的距离等于所述至少一个叶片段的总的纵向长度的 10%。

10. 如权利要求 1-4 任一权利要求所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述叶片包括具有未截平的尾缘和外壳件的基础叶片,所述外壳件在所述俯仰连接位处围绕所述基础叶片,其中,所述外壳件形成具有所述截平的尾缘的空气动力学翼型。

11. 如权利要求 1-4 任一权利要求所述的部分变桨距风力涡轮机叶片,其特征在于,所述风力涡轮机叶片的空气动力学翼型具有最大厚度 T 和从所述翼型的前缘至尾缘的弦长 C ,其中所述 T/C 的比值至少为 0.2。

12. 一种风力涡轮机,其包括如权利要求 1-4 任一权利要求所述的部分变桨距风力涡轮机叶片。

风力涡轮机叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风力涡轮机叶片,特别涉及一种部分变桨距风力涡轮机叶片。

背景技术

[0002] 风力涡轮机叶片通常包括翼型,该翼型具有相对圆形的前缘和相对窄的尾缘,该叶片具有吸力侧(曝露于相对低的气压)和压力侧(曝露于相对高的气压)。

[0003] 在斯科尔特·瓦辛克(Scholte-Wassink)转让给 GE 能源(GE Energy)的美国专利申请号 US 2009/0148285 公开了一种具有多片段叶片的风力涡轮机,其中,外片段可相对内片断俯仰。美国专利 No. 5263846 中公开了一种用于飞机机翼的桨距控制组件。

[0004] 图 1 示出了部分变桨距风力涡轮机叶片的放大的俯仰连接位片段。部分变桨距风力涡轮机叶片 100 包括在俯仰连接位通过桨距系统 106 联接在一起的内叶片段 102 和外叶片段 104。通过桨距系统 106 的转动,外叶片段 104 可相对于内叶片段 102 俯仰。通过俯仰外叶片段 104 进入或远离涡轮机处的风的方向,外叶片段 104 的桨距角可控制,以调节风力涡轮机的运转。

[0005] 参见图 2,造成叶片性能的效率损失的部分变桨距叶片的一个特征是,沿着叶片的纵轴凸出时,邻近的叶片段的尾缘之间的产生的间隙。图 2 中,内、外叶片段 102, 104 具有共同的前缘 108,和各自的尾缘 110a, 110b,整个叶片 100 的压力侧用 112 表示,整个叶片 100 的吸力侧用 114 表示。当外叶片段 104 相对于内叶片段 102 俯仰时,沿着叶片 100 的长度方向可见,两个尾缘 110a, 110b 之间的总体叶片翼型中形成间隙(用 116 表示)。

[0006] 由于间隙 116 意味着外叶片段 104 的压力侧和邻近的内叶片段 102 的吸力侧之间没有障碍物,该尾缘间隙 116 的出现导致从叶片 100 的压力侧 112 至吸力侧 114 的空气泄露。

[0007] 弗里伯格(Friberg)转让给麦克唐纳道格拉斯(McDonnell Douglas)公司的美国专利 US 5518210 中公开了飞机机翼的邻近部分之间间隙的封合。D1 描述了一种机翼,其中,封板附接于翼型,使得偏转副翼产生的流向间隙被覆盖。通过表面和翼型之间的间隙防止气流泄露,降低了空气动力学阻力,提高了飞行效率。

[0008] 本发明的目的是提供一种部分变桨距叶片设计,在风力涡轮机运行中,降低了这种尾缘间隙的负面影响。

发明内容

[0009] 因此,提供一种至少 35 米长的部分变桨距风力涡轮机叶片,该风力涡轮机叶片具有空气动力学翼型,该翼型具有前缘和尾缘,该风力涡轮机叶片包括:

[0010] 内叶片段 ;和

[0011] 外叶片段,

[0012] 该内叶片段和外叶片段在俯仰连接位处联接,使得外叶片段可相对于内叶片段俯仰,其中,风力涡轮机叶片包括设于所述俯仰连接位处的截平的翼型,其中,该截平的翼型

设于尾缘处。

[0013] 俯仰连接位处的截平的翼型,用于缩小或防止内、外叶片段的尾缘之间的间隙的形成,当沿着叶片翼型的纵向方向看时,是指尾缘间隙。当一个叶片段的压力侧的表面相交于另一个叶片段的吸力侧表面时,产生这种间隙,因此,当沿着叶片的纵向方向看时,在邻近的叶片段的尾缘之间形成间隙。防止这种尾缘间隙的形成,阻止了在俯仰连接位处产生漩涡,并且防止由于间隙的出现,从叶片的压力侧至叶片的吸力侧的空气泄漏。

[0014] 例如,设置所述截平的翼型,使得,当沿着叶片的纵轴凸出时,对于大于预定角度的外叶片段的桨距角,第一个所述叶片段的压力侧的表面相交于第二个所述叶片段的吸力侧的表面,对于低于所述预定角度的桨距角,防止叶片段的尾缘之间的俯仰连接位处形成尾缘间隙。设定俯仰连接位处的截平部的尺寸,使得对于起初的预定范围的桨距角,可防止形成尾缘间隙或翼型间隙。如果这种预定范围的桨距角覆盖了涡轮机在可预测的风力条件下的最有可能的桨距角,则对于风力涡轮机产生的大多数总能量而言,出现在尾缘间隙的低效不会发生,该低效是由于尖端损失等等而产生。

[0015] 典型地,所述预定桨距角在 4 至 12 度之间,例如,在 6 至 10 度,或 8 度,或大约 8 度之间。

[0016] 因此,对于 0 度的桨距角和预定桨距角之间的角度,例如,8 度的俯仰,一个叶片段的表面侧和另一叶片段的压力侧之间没有交叉,这防止了尾缘间隙的形成以及任何相关的漩涡等等。优选地,在任何正的和负的预定桨距角之间,例如,-8 度至 +8 度之间,防止形成尾缘间隙。

[0017] 例如,所述内叶片段和所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,所述翼型在其尾缘处截平,其中设置所述截平的尾缘,使得当所述外叶片段相对于所述内叶片段俯仰时,沿着叶片的纵轴凸出的所述外叶片段的截平的尾缘表面相交于内叶片段的截平的尾缘表面。

[0018] 这个实施例中,内、外叶片段都包括截平部,以防止俯仰时形成尾缘间隙。边缘表面之间的相交或重叠,确保了叶片俯仰时不会形成间隙。

[0019] 例如,设置所述截平的尾缘,使得当所述外叶片段在 0 至 10 度的桨距角俯仰时,例如 0 至 8 度,所述截平的尾缘表面产生凸出的相交。

[0020] 这覆盖了大多数风力涡轮机的运转情形,以及最大部分的年度能量消耗。相交包括边缘表面完全成直线,或者沿着从涡轮机末端能看见的高度,沿着涡轮机纵向方向观看,边缘表面在一点交叉。

[0021] 例如,

[0022] 内叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,该截平的叶片翼型在其尾缘处截平,以及,所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的未截平的叶片翼型;或

[0023] 内叶片段包括在所述俯仰连接位处的未截平的叶片翼型,以及,外叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型,该截平的叶片翼型在其尾缘处截平;

[0024] 其中,设置所述截平的尾缘表面,使得当所述外叶片段相对于所述内叶片段俯仰时,沿着叶片的纵向方向凸出时,所述截平的尾缘表面相交于未截平的叶片翼型的表面。

[0025] 这个实施例中,叶片的内叶片段或外叶片段中仅有一个是截平的。设置截平部,使得未截平叶片段的尾缘与截平的尾缘表面重叠,以防止形成尾缘间隙。截平的尾缘表面可

相交于未截平叶片段的压力侧表面或吸力侧表面,这取决于哪个叶片段是截平的,以及俯仰的方向。例如,表面之间的重叠至少在外叶片段的俯仰角小于8度时产生,也就是,在涡轮机的大多数总能量产生时确保出现表面之间的重叠/相交。

[0026] 在一个实施例中,所述内叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的翼型。

[0027] 在这个实施例中,优选地,所述内叶片段包括截平的叶片翼型和未截平的叶片翼型,其中,所述截平的叶片翼型的弦长大致等于邻近的所述内叶片段的邻近的未截平的叶片翼型的弦长。

[0028] 如果内叶片段是截平的,优选地,截平部在邻近叶片的俯仰连接位产生,当移动远离俯仰连接位时,内叶片段相对未截平。

[0029] 附加地或可选择地,所述外叶片段包括在所述俯仰连接位处的截平的叶片翼型。

[0030] 一些实施例中,所述外叶片段包括截平的叶片翼型和未截平的叶片翼型,以及所述截平的叶片翼型和未截平的叶片翼型之间的过渡区域。

[0031] 可以理解的是,外叶片段上的任何截平部可设定尺寸,以近似于邻近的内叶片段的弦长。因此,如果大多数外叶片段具有比内叶片的相对小的弦长,则可沿着叶片的纵向长度方向,利用过渡区域为叶片翼型提供平滑的调整。

[0032] 截平段可设于一个叶片段或两个叶片段上。

[0033] 例如,所述俯仰连接位处的内叶片段的弦长大致等于所述俯仰连接位处的外叶片段的弦长。

[0034] 为了提高叶片设计的效率,优选地,在邻近的叶片段的空气动力学翼型之间,没有大量的不连续部。

[0035] 例如,叶片包括设于所述俯仰连接位处的外壳件,其中所述外壳件形成具有所述截平的尾缘的空气动力学翼型。

[0036] 截平段可以在俯仰连接位处或周围设置适当的外壳件或导流件的形式,对现有的叶片设计进行改进。

[0037] 例如,所述外壳件可设于至少一个叶片段周围,或设于俯仰连接位处的所述叶片段之间的间隙中。

[0038] 一个实施例中,设于所述俯仰连接位处的所述截平的翼型包括在所述俯仰连接位处的约4-5米之间的弦长,其中,所述翼型的截平末端的高度在所述俯仰连接位处至少为30厘米。

[0039] 优选地,至少一个叶片段在尾缘处包括在俯仰连接位处的截平的叶片翼型,其中,所述截平的翼型从所述俯仰连接位处延伸,延伸的距离等于所述至少一个叶片段的总的纵向长度的2%至50%之间,例如,5%至25%之间,或5%至15%之间,或5%至10%之间。

[0040] 实施例中,内叶片段包括截平的翼型,优选地,截平部沿着所述内叶片段从所述俯仰连接位纵向延伸,延伸的距离大致等于所述内叶片段的总的纵向长度的2%至50%之间,例如,5%至25%之间,或5%至15%之间,或5%至10%之间。可以理解的是,使用的实施例中,截平部甚至沿着大于内叶片段的总的纵向长度的50%或70%或90%,直至约100%的长度上延伸。

[0041] 实施例中,外叶片段包括截平的翼型,可选择地,截平部沿着所述外叶片段从所述俯仰连接位纵向延伸,延伸的距离大致等于所述外叶片段的总的纵向长度的2%至50%之

间,例如,5%至25%之间,或5%至15%之间,或5%至10%之间。

[0042] 可选择地,截平部设于俯仰连接位区域内,远离该区域的叶片段的翼型大致未改变。

[0043] 例如,风力涡轮机叶片的空气动力学翼型具有最大厚度 T 和从翼型的前缘至尾缘的弦长 C ,其中,进行截平,使得 T/C 至少为 0.1 或至少为 0.2 或至少为 0.3。例如,一个实施例中,截平翼型,使得该翼型具有最大 1.1 米的厚度,以及从前缘至截平的尾缘的弦长为 5 米。

[0044] 一个实施例中,设于所述俯仰连接位处的所述截平的翼型包括在所述俯仰连接位处约 4-5 米之间的弦长,其中,所述翼型的截平末端的高度在所述俯仰连接位处至少为 30 厘米。

[0045] 进一步的增强的实施方式包括,但不限于以下的组合:内叶片段和/或外叶片段的整个长度被截平;内叶片段的翼型包括失速控制的叶片翼型,外叶片段包括俯仰控制的叶片翼型;所述内叶片段的表面积大致等于所述外叶片段的表面积;所述内叶片段约是整个风力涡轮机叶片长度的 $1/3$;风力涡轮机叶片进一步包括至少一个设于所述俯仰连接位处的失速围栏;风力涡轮机叶片进一步包括至少一个设于所述俯仰连接位处的桥接件,以在所述俯仰连接位处大致覆盖邻近的叶片段之间的空间。

[0046] 还提供一种风力涡轮机,包括根据如上所述的任何实施例的叶片。

[0047] 这种风力涡轮机包括涡轮机塔架,设于所述塔架顶部的机舱,转动安装于所述机舱上的转子轮毂,以及至少两个设于所述转子轮毂上的风力涡轮机叶片。

附图说明

[0048] 现在将描述本发明的实施例,仅通过举例方式,并参考相应的附图,其中:

[0049] 图 1 是现有技术的一部分变桨距叶片的已知的俯仰连接位的放大立体图;

[0050] 图 2 是俯仰时图 1 的俯仰连接位的横截面视图;

[0051] 图 3 是双叶片部分变桨距风力涡轮机的立体图;

[0052] 图 4 是根据本发明用于图 3 的风力涡轮机的风力涡轮机叶片的立体图;和

[0053] 图 5 是俯仰时图 4 的叶片的俯仰连接位的横截面视图;

[0054] 图 6 是由外壳件环绕以提供截平的尾缘的基本叶片的横截面视图。

具体实施方式

[0055] 参见图 3,部分变桨距双叶片风力涡轮机总体上用 10 表示。风力涡轮机 10 包括风力涡轮机塔架 12,设于所述塔架 12 顶部的机舱 14,设于所述机舱 14 处的转子轮毂 16。第一和第二部分变桨距转子叶片 18,20 设于所述转子轮毂 16 相对的两侧。图 2 中,示出的塔架 12 设于风力涡轮机基体 22 上,基体 22 可包括任何合适的风力涡轮机基座。可以理解的是,虽然示出的实施例描述本发明用于岸上风力涡轮机,但可以理解的是,本发明可同样应用于离岸环境的风力涡轮机。

[0056] 第一和第二部分变桨距转子叶片 18,20 各自包括叶片主体,该叶片主体具有安装于所述转子轮毂 16 的根末端 18a,20a 和远部尖端 18b,20b。转子叶片 18,20 包括设于所述根末端 18a,20a 处的各自的内叶片段 24,26,以及设于所述远部尖端 18b,20b 处的各自的

外叶片段 28, 30。转子叶片 18, 20 进一步包括设于每个叶片的内叶片段 24, 26 和外叶片段 28, 30 之间的连接位处的桨距系统(未示出)。

[0057] 桨距系统用于相对于内叶片段 24, 26 俯仰外叶片段 28, 30。图 3 中, 示出的转子叶片 18 未俯仰(也就是, 外叶片段 28, 30 以 0 度的桨距角俯仰)。可以理解的是, 内叶片段 24, 26 和外叶片段 28, 30 包括大致圆形的末端片段, 用于联接至相应的圆形的桨距系统。

[0058] 虽然示出的实施例是双叶片风力涡轮机设计, 可以理解的是, 本发明同样可应用于具有任何数量的部分变桨距叶片的风力涡轮机, 例如, 三叶片部分变桨距分力涡轮机。

[0059] 图 4 示出部分变桨距风力涡轮机叶片 18, 其具有根末端 18a 和尖端 18b, 以及内、外叶片段 24, 28。如参见图 3 所述, 内、外叶片段 24, 28 在俯仰连接位(用 32 表示)联接在一起, 其中, 内叶片段 24 的俯仰连接位末端 24a 和外叶片段 28 的俯仰连接位末端 28a 联接至桨距系统 34, 使得外叶片段 28 相对于内叶片段 24 俯仰。

[0060] 叶片 18 包括空气动力学翼型, 其具有用 36 表示的前缘(其总体上面向风)和用 38 表示的尾缘(其总体上远离风)。叶片 18 的上表面是叶片 18 的吸力侧(用 40 表示), 叶片的下表面是压力侧(用 42 表示)。在叶片 18 的转动过程中, 压力侧 42 将会在叶片主体的相对高的压力侧上, 吸力侧 40 曝露于比压力侧 42 低的空气压力下。

[0061] 叶片 18 包括在俯仰连接位 32 区域内的截平的叶片翼型。内叶片段 24 包括邻近俯仰连接位 32 的截平的尾缘 44, 以及外叶片段 28 包括邻近俯仰连接位 32 的截平的尾缘 46。设于俯仰连接位 32 处的截平部 44, 46 确保当外叶片段 28 俯仰时, 至少在俯仰角的起初范围内, 邻近的叶片段 24, 28 的尾缘之间不形成的尾缘间隙。

[0062] 参见图 5, 当外叶片段 28 相对于内叶片段 24 俯仰时, 示出在俯仰连接位 34 处的叶片 18 的横截面。设计截平的尾缘 44, 46, 使得当外叶片段 28 向上俯仰至预定最大角度(在用箭头 A 所示的正向), 邻近的叶片翼型的尾缘会在纵向方向上重叠, 以防止在俯仰连接位 32 处形成尾缘间隙。这防止了在俯仰连接位 32 处发生从叶片 18 的压力侧 42 至吸力侧 40 的空气泄漏。预定角度通常在 4 至 12 度之间, 例如, 在 6 至 10 度之间, 或 8 度。

[0063] 截平的表面 44, 46 可设计为一个高度, 使得叶片翼型重叠, 以在正常运转下, 防止在外叶片段 28 的任何典型桨距角形成尾缘间隙。可选择地, 设定截平的表面 44, 46 的尺寸, 以确保在起初的预定桨距角范围内没有尾缘间隙形成, 也就是, 在涡轮机运转过程中最可能用到的桨距角。可选择地, 桨距角可由这种正常运转下的最大预定角度限制。预定角度通常在 4 至 12 度之间例如, 在 6 至 10 度之间, 或 8 度。桨距角的范围是正向和负向。

[0064] 风力涡轮机叶片翼型包括从前缘 36, 38 至尾缘 44, 46 的弦长 C, 最大厚度 T (通常朝向翼型的前缘 36)。翼型的截平部通常在叶片上执行, T/C 比例为至少 20%, 例如, 翼型厚度约 1 米, 弦长约 5 米。

[0065] 在一个例子中, 设于俯仰连接位的截平的翼型包括在所述俯仰连接位处约 4-5 米的弦长, 其中, 所述翼型在所述俯仰连接位处的截平的尾缘表面末端的高度至少为 30 厘米。这种实施例确保在 -8 度至 +8 度的桨距角之间没有尾缘间隙形成, 该桨距角提供了一个范围的桨距角, 该范围的桨距角覆盖了大多数特定风力涡轮机的总能量产生。

[0066] 图 4 示出的实施例中, 外叶片段 28 包括变尖的过渡区域, 该区域从邻近俯仰连接位 32 的内叶片段 28 的截平部 46 的相对长的弦长过渡, 外叶片段 28 的剩余部的相对短的弦长朝叶片 18 的尖端 18b 延伸。在内叶片段 24 处, 叶片 18 具有沿着内叶片段 24 的大多

长度的的大致相同的弦长,远离圆形根末端 18a。截平部 44 处的弦长大致等于邻近的未截平部的弦长。可以理解的是,本发明的其他实施例可采用替代设计的截平部,在具有不同弦长的叶片的部分之间,可以包括或不包括过渡区域,这取决于期望的叶片设计构造。

[0067] 在替代的实施例中,尾缘的截平部可仅应用于叶片段 24,28 中的一个叶片段,也就是,内叶片段 24 是截平的,则外叶片段 28 是未截平的,反之亦然。这种情形下,未截平的叶片段的尾缘延伸越过截平的叶片段的截平的尾缘。设置截平部,使得当外叶片段俯仰时,至少在起初范围的桨距角,不形成尾缘间隙。

[0068] 如图 4 所示,叶片 18 的截平的片段从俯仰连接位 32 沿着叶片尾缘 38 的一部分延伸一段短的距离。例如,截平的尾缘从俯仰连接位 32 延伸的距离大致等于所述的叶片段的长度的约 10%。进一步可选择地,截平的尾缘可沿着内叶片段 24 的尾缘的整个长度延伸。

[0069] 如图 6 所示,叶片可设置为基础叶片 48,其具有尖的尾缘 50 并不具有截平的尾缘,以及在所述俯仰连接位处环绕一个或两个所述内和外叶片段的外壳件 52 或导流罩。所述外壳件 52 可成型为,在俯仰连接位处呈现具有截平的尾缘(44,64)的空气动力学翼型。使用外壳件 52 的好处是,截平的尾缘(44,64)可在现有的部分变桨距叶片设计上改进得到。

[0070] 本发明提供可一种新的部分变桨距叶片设计,其改进了风力涡轮机的运转性能。由于设定截平部尺寸,使得当外叶片段俯仰时,防止形成尾缘间隙,减轻了俯仰连接位处的漩涡和空气泄漏的影响,导致叶片效率提高。

[0071] 本发明不限于本文描述的实施例,可在不脱离本发明的范围内修改和适用。

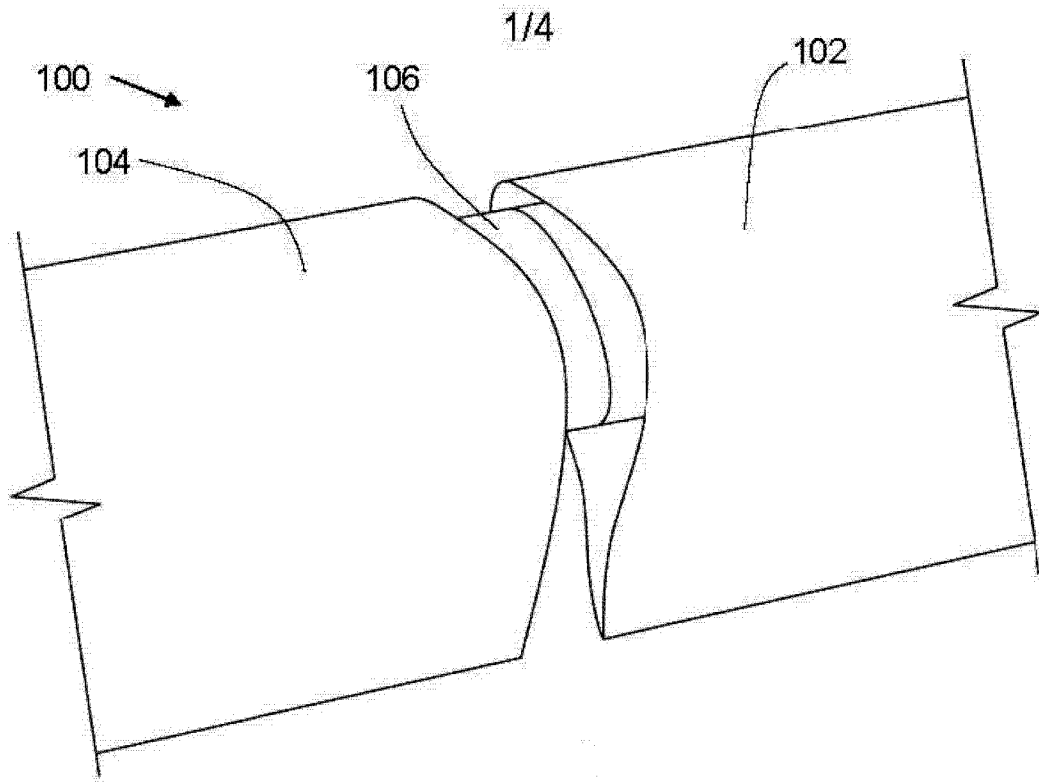


图 1(现有技术)

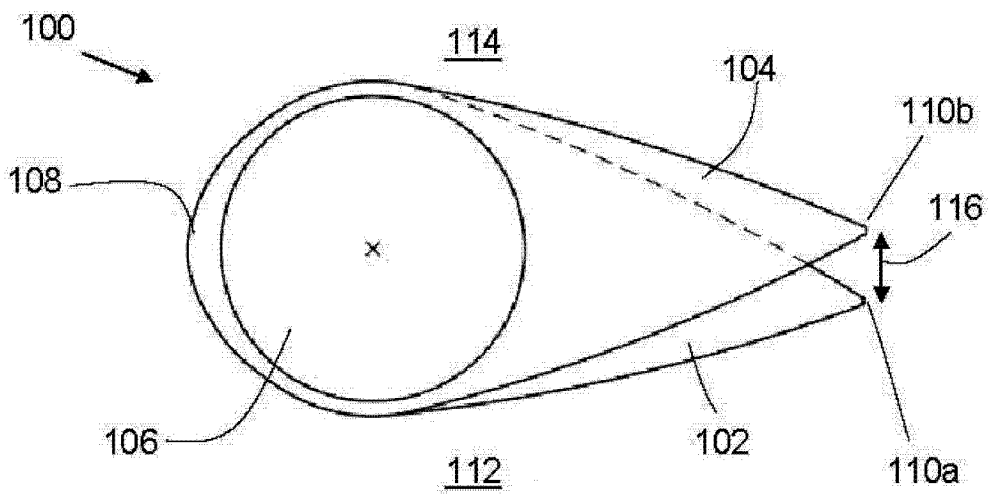


图 2(现有技术)

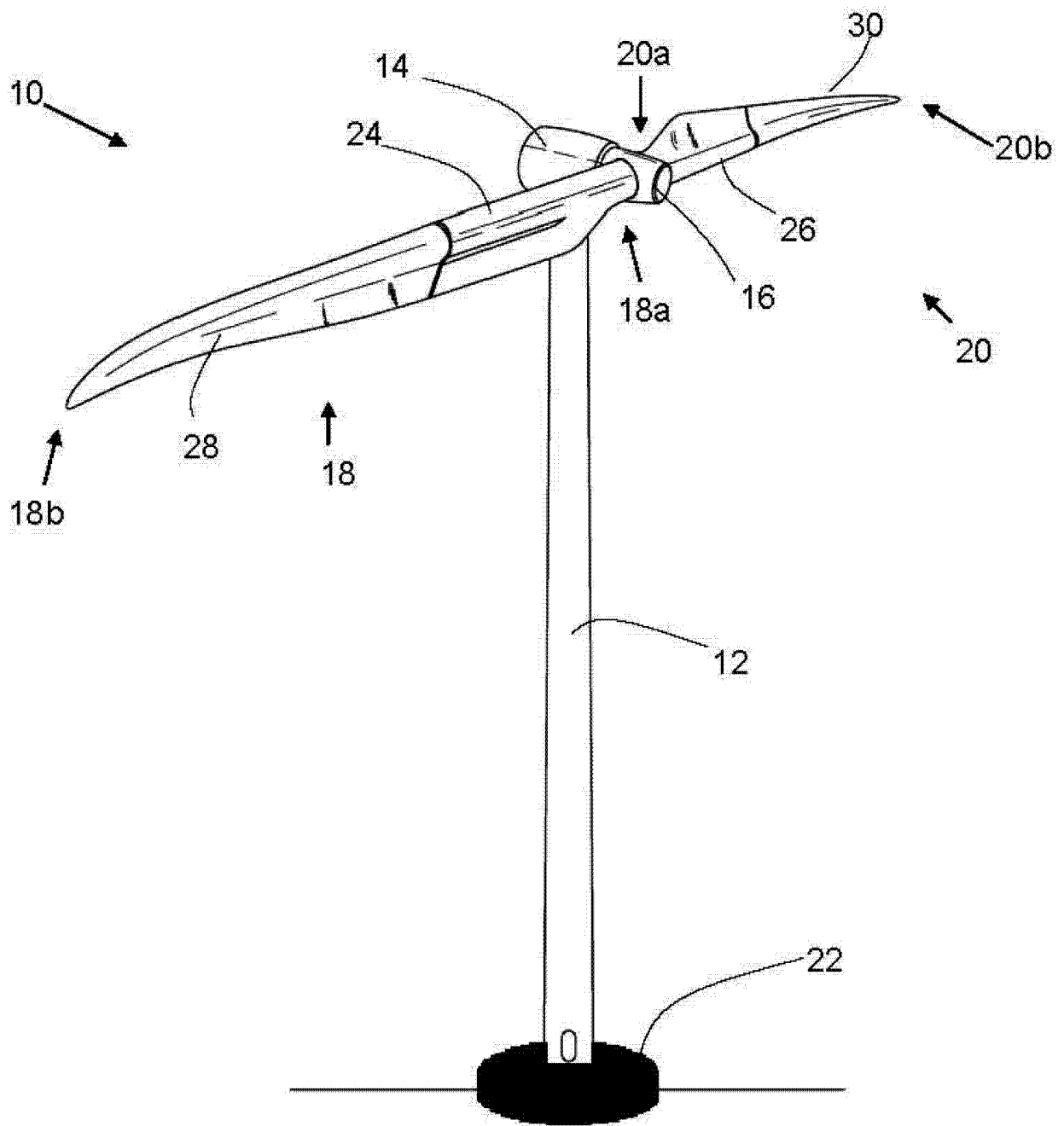


图 3

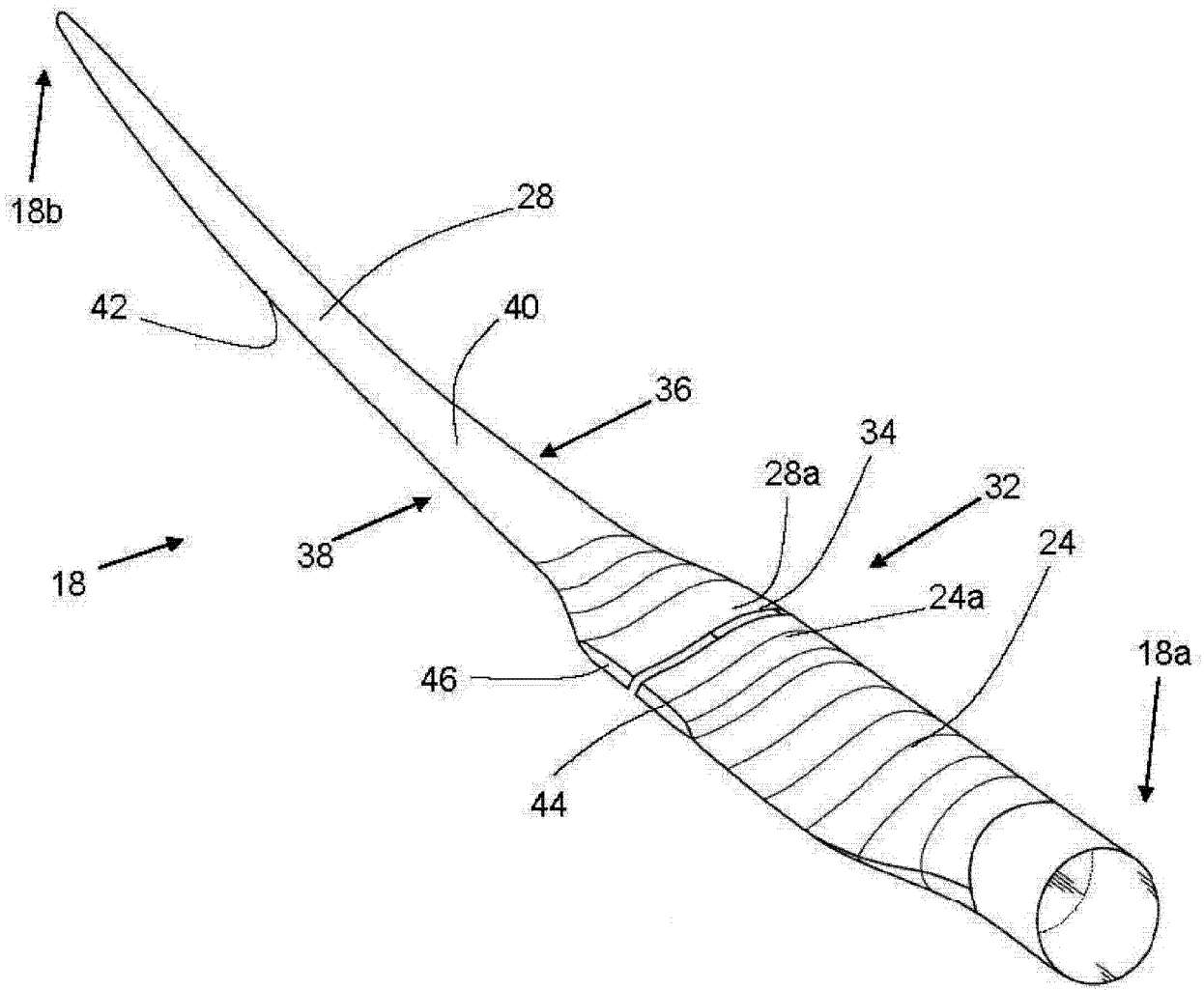


图 4

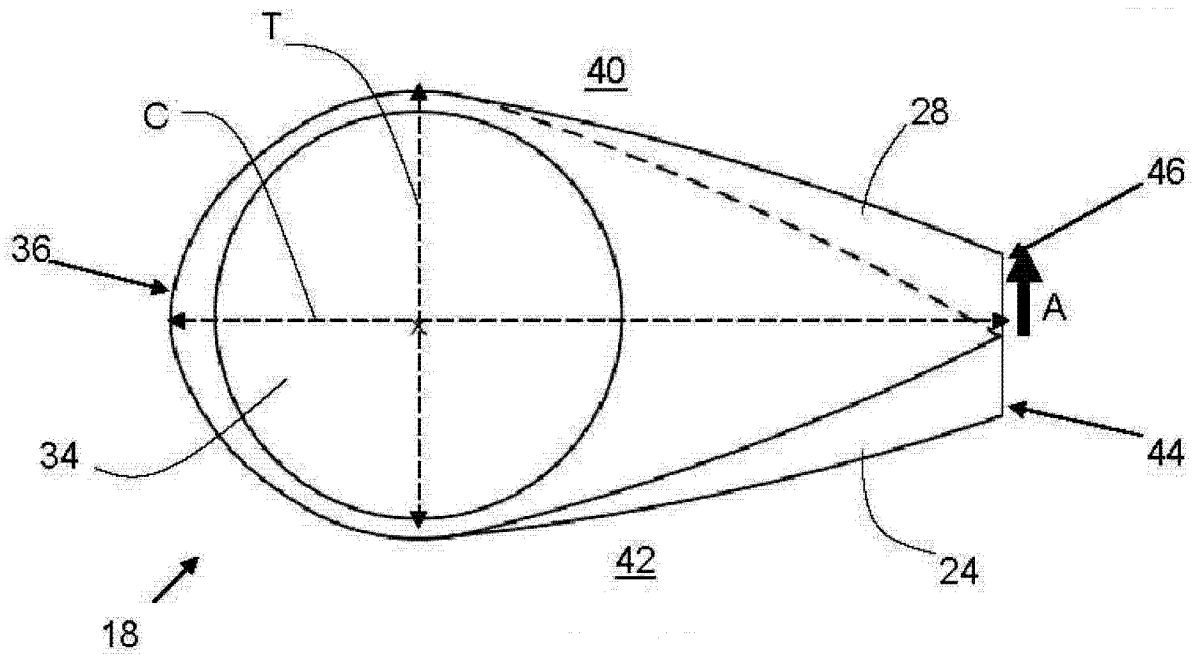


图 5

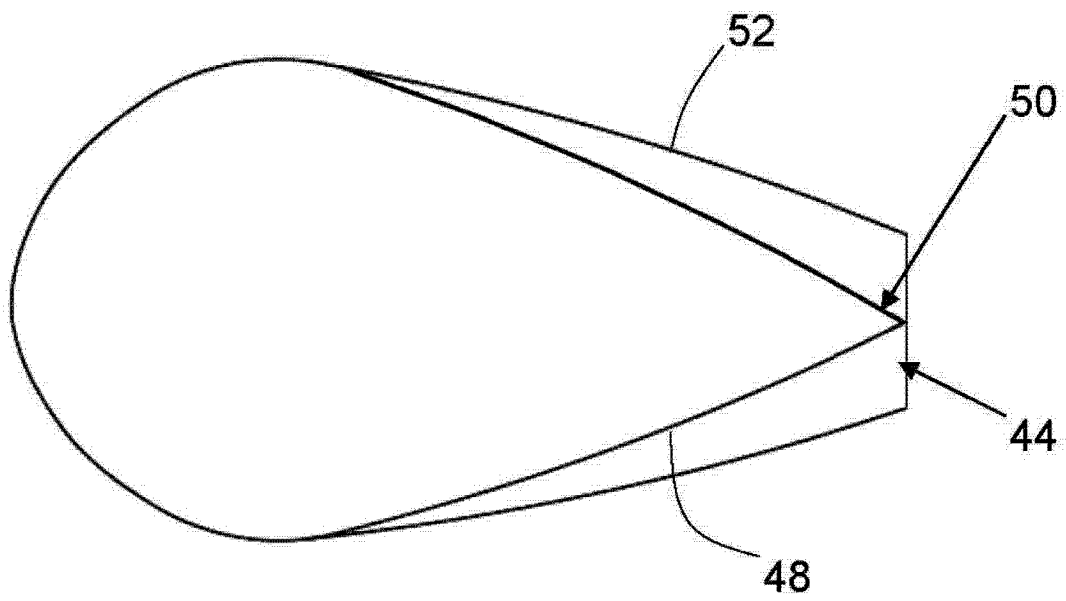


图 6