

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102112733 A

(43) 申请公布日 2011.06.29

(21) 申请号 200980130865.7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009.06.26

F03D 1/06 (2006.01)

(30) 优先权数据

0814108.7 2008.08.01 GB

12/231,610 2008.09.03 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011.02.01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2009/050749 2009.06.26

(87) PCT申请的公布数据

W02010/013025 EN 2010.02.04

(71) 申请人 维斯塔斯风力系统集团公司

地址 丹麦兰讷斯

(72) 发明人 T·弗龙斯基 M·汉考克

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 蔡洪贵

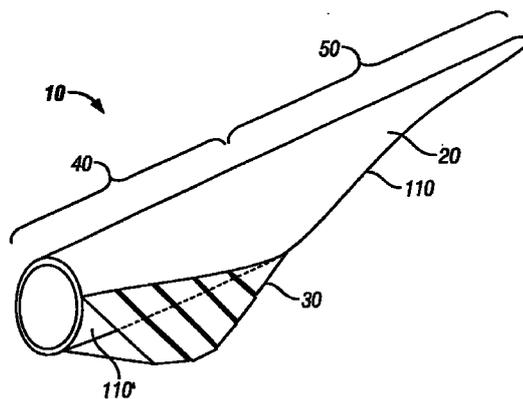
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

(54) 发明名称

分段的转子叶片伸出部

(57) 摘要

提供了一种风力涡轮机转子叶片伸出部 (30)。该伸出部包括在展向方向上彼此相邻设置的多个区段 (130)。相邻区段之间的连接部被设置成将在其上流过的流体的中断降到最低,并且抑制区段之间纵向负载的传递。每个区段包括第一表面 (140) 和第二表面 (150)。第一表面在伸出部的近端区域与第二表面彼此分开以及第一表面在伸出部的远端区域 (170) 连接到第二表面,由此形成在使用时所述伸出部连接到上面的转子叶片 (10) 的平滑表面。



1. 一种风力涡轮机转子叶片伸出部,所述伸出部被配置成能够连接到转子叶片,所述伸出部包括在展向方向上彼此相邻设置的多个区段,相邻区段之间的连接部被设置成抑制在区段之间的负载传递,其中,每个区段包括第一表面和第二表面,第一表面在伸出部的近端区域与第二表面彼此分开以及第一表面在伸出部的远端区域连接到第二表面,由此形成在使用时所述伸出部连接到上面的转子叶片的延伸拖尾部。

2. 如权利要求 1 所述的伸出部,其特征在于,所述区段包括纤维加强塑料、热塑性材料、木材及层压材料构成的组中的一种。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的伸出部,其特征在于,每个区段的第一和第二表面由单一、折叠的材料片形成。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的伸出部,其特征在于,每个区段的第一和第二表面彼此结合,从而获得两个表面之间固定的相对位置。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的伸出部,其特征在于,每个区段的第一和第二表面使用铰接头彼此结合,从而使得两个表面之间能够相对旋转。

6. 如前述权利要求任一所述的伸出部,其特征在于,在大致弦向方向延伸的相邻区段的横向缘包括配合的突出部分,所述突出部分被设置成可滑动地相互连接,从而允许相邻区段之间的纵向相对运动。

7. 如权利要求 6 所述的伸出部,其特征在于,还包括设置在相邻区段之间的密封装置,从而防止流体穿过区段泄漏。

8. 如权利要求 7 所述的伸出部,其特征在于,密封装置包括刷状密封及唇状密封构成的组中的一种,其中,所述密封装置设置在相邻区段的配合的、突出部分之间。

9. 如权利要求 7 或 8 所述的伸出部,其特征在于,密封装置的密封元件包括弹性体材料。

10. 如权利要求 1-5 任一所述的伸出部,其特征在于,在大致弦向方向延伸的相邻区段的横向缘包括平坦的、或者大致平坦的轮廓,并且所述区段彼此间隔开。

11. 如权利要求 10 所述的伸出部,其特征在于,还包括设置在相邻区段之间的密封装置,从而抑制流体穿过区段泄漏。

12. 如权利要求 11 所述的伸出部,其特征在于,密封元件是弹性体密封、可膨胀密封、波纹管密封以及迷宫密封构成的组中的一种。

13. 一种风力涡轮机转子叶片,包括:

结构性一致的叶片部,所述叶片部包括:

前导部,其配置成接收入射到转子叶片上的流体;以及

拖尾部,其设置在前导部的下游并且被配置成从前导部平稳地传送在其上通过的流体,其中,叶片部的根部区域被配置成能够连接到风力涡轮机的轴毂、以及叶片部被配置成平稳地将经受的负载传送到叶片部的根部区域以传递到轴毂;以及

根据前述权利要求任一所述的伸出部,其中,所述伸出部被配置成可以附接到叶片部的拖尾部。

14. 如权利要求 13 所述的转子叶片部,其特征在于,所述伸出部附接到拖尾部的根部区域。

15. 如权利要求 13 或 14 所述的转子叶片部,其特征在于,所述伸出部与拖尾部之间的

连接部可包括形成在伸出部与拖尾部之一上的纵向延伸突出部,以及形成在伸出部与拖尾部另一个上的配合的、纵向延伸保持凹口。

16. 如权利要求 13 或 14 所述的转子叶片部,其特征在于,所述伸出部与拖尾部之间的连接部包括连接到伸出部和拖尾部中的每个上的纵向延伸垫,其中,所述垫包括比伸出部和拖尾部的各自材料具有更大顺应性的材料。

17. 如权利要求 13 或 14 所述的转子叶片部,其特征在于,所述伸出部与拖尾部之间的连接部包括螺栓或类似的固定机构,所述螺栓或类似的固定机构配置成穿过一个部分中形成的导引孔并且相对于另一部分被保持,其中,导引孔在展向方向上是细长的。

18. 如权利要求 13-17 任一所述的转子叶片部,其特征在于,所述叶片部包括截头形轮廓,由此拖尾部的根部区域被设置成接收伸出部。

19. 如权利要求 13-17 任一所述的转子叶片部,其特征在于,所述叶片部是风力涡轮机转子叶片。

20. 一种风力涡轮机转子叶片,包括:

结构性一致的叶片部,所述叶片部包括:

被配置成可以连接到风力涡轮机的轴毂的根部;

远离所述根部的末端部;以及

在所述根部与所述末端部之间延伸的纵向结构性元件,其中,所述叶片部被配置成提供从末端到根部沿着叶片部最后部表面的连续承载路径,在使用时纵向负载沿着所述路径传递;以及

可附接到根部的最后部表面的伸出部,其中,所述伸出部被配置成为所述叶片部提供流线型伸出表面,同时抑制负载在所述叶片部中以及从所述叶片部的传递。

21. 一种风力涡轮机设备,包括由塔架支承的转子轴毂,所述设备包括如权利要求 13-20 任一所述的转子叶片,其中,每个转子叶片被附接到转子轴毂。

分段的转子叶片伸出部

技术领域

[0001] 本发明涉及到用于风力涡轮机设备的转子叶片领域。特别地,本发明涉及到用于延伸所述转子叶片的一部分的弦向尺寸的装置。

背景技术

[0002] 风力涡轮机设备不断发展,以使得设备能够获取以及随后能够转换越来越多的由风力转换成电力所表示的能量量。尤其地,期望增加叶片接受风力的表面面积,从而能够更有效地获取所述能量。然而,在设置具有增加的表面面积的转子叶片的同时,叶片结构也会经受增加的载荷。

[0003] 叶片设计包含叶片多个特征的最优化。这种最优化通常包括所使用的机翼截面的选择以及沿着叶片展向长度的机翼截面的变化、叶片的弯度以及叶片沿着展向长度的扭转。由于叶片穿过空气的速度随着与转子轴毂的距离而增加,因此转子叶片的几何形状在展向方向上改变。此外,随着与转子轴毂的距离增加,空气变得“更加平滑”,换句话说,来自于其它主体(例如转子轴毂自身或者其它相邻叶片)的干涉更小。

[0004] 为了获得在叶片根部区域(即叶片近端)内的叶片最优设计,期望延长弦向尺寸,从而补偿该区域内更慢的切向速度。然而,叶片尺寸的增加会引起结构性问题。

[0005] 图 1 显示了一种传统类型的转子叶片 2,其包括基本上在叶片长度上延伸的承载翼梁元件 4,该翼梁元件 4 与叶片 2 的外部表面 6 相连接。该外部表面通常以平滑形式配置,从而使得空气(或其它流体)以流线形方式从该表面上方通过。转子叶片在运行中经受巨大的结构性载荷,不仅由于施加到叶片上的空气动力学负载而且由于转子叶片自身结构的大小和重量。这些负载主要被传递到翼梁元件 4 并且从翼梁元件传递到风力涡轮机的轴毂(未示出)。

[0006] 在运行中,风力涡轮机的转子叶片 2 旋转通过基本垂直定向的平面。由此,各个叶片经受大量的循环载荷。特别地,沿着叶片 2 的最前部或者“前导”缘 8 以及沿着叶片 2 的最后部或者“拖尾”缘 10 会经受波动的拉伸及压缩负载。在接下来,这些特定的负载被称为“缘向负载”。缘向负载在转子叶片 2 的根部区域内是最明显的,例如在叶片最靠近风力涡轮机轴毂 30% 的位置(一旦安装之后)。

[0007] 当前导缘 8 和拖尾缘 10 都经受缘向负载时,拖尾缘的位置距离转子叶片 2 的中心轴线越远,则由此转子叶片拖尾缘 10 经受的应力越高。此外,通过以局部方式增加转子叶片 2 根部区域内的弦向尺寸(如图 1 中所示),拖尾缘 10 会展现出凸出的轮廓(当以平面方式观察时)。由此,当沿着上述轮廓经受缘向负载时,由拖尾缘 10 限定边界的材料也会受到增加的、波动的应力。特别地,抗弦向负载施加到材料上,有力地压缩拖尾缘 10,从而导致该材料弯曲变形。

[0008] 在一些转子叶片中,横截面从在最大弦向尺寸区域内表现出的翼形改变为在转子叶片根部内变成的圆形横截面。这种改变意味着由拖尾缘 10 所表现出的曲率更加极端(当以平面方式观察时)。由于曲率更加极端,由拖尾缘所限定边界的材料所经受的波动应力也

相应地增加。

[0009] 由此,期望提供一种装置,用于以局部的方式增加叶片的弦长,从而提高转子叶片的空气动力学性能,同时将结构性载荷的对应增加降到最低。

发明内容

[0010] 根据第一方面,本发明提供了一种风力涡轮机转子叶片伸出部,所述伸出部被配置成能够连接到转子叶片,所述伸出部包括在展向方向上彼此相邻设置的多个区段,相邻区段之间的连接部被设置成抑制在区段之间的负载传递,其中,每个区段包括第一表面和第二表面,第一表面在伸出部的近端区域与第二表面彼此分开以及第一表面在伸出部的远端区域连接到第二表面,由此形成在使用时所述伸出部连接到上面的转子叶片的延伸拖尾部。

[0011] 通过提供附接到转子叶片的伸出部,转子叶片自身能够获得最佳的、大的空气动力学根部弦长,同时保持基本上平直的负载路径,聚集的缘向负载从叶片的外侧区域沿着所述路径进行传递。转子叶片由此能够在结构上以最优方式进行配置。伸出部仅仅由于伸出部自身产生的空气动力学及重力负载而对转子叶片的整体结构性载荷具有加成,该伸出部以悬臂方式附接到所述转子叶片。此外,伸出部包括多个区段,所述区段在各个相邻区段之间具有连接部,该连接部抑制了纵向负载沿着伸出部的传递。由于这些连接部仅仅被轻轻地加载,因此伸出部能够容易地拆卸以及重新组装,这使得转子叶片能够被更加容易地运输。

[0012] 各个区段的第一和第二表面可包括纤维加强塑料材料(例如玻璃纤维加强塑料(GFRP))、热塑性材料、木材以及层压或其它合成材料构成的组中的一种或多种。这些材料的使用使得伸出部能够尽可能地保持轻质并且由此使得对转子叶片整体重量的加成尽可能地小。这样的话,缘向载荷中的任意另外的增加都能够降到最低。

[0013] 各个区段的第一和第二表面可由单一、折叠的或者适当形成的材料片形成,或者两个表面可被结合在一起,从而使得两个表面之间获得固定的相对位置。在这种配置下,所述表面之间的任意运动都是由形成表面的材料的柔韧性所引起的。可选择地,两个表面可以通过铰接接头而彼此结合,由此允许两个表面之间的相对转动。

[0014] 相邻区段的横向缘(即在大致弦向方向上延伸)可包括配合的突出部分,所述突出部分被设置成可滑动地相互连接从而允许相邻区段之间的纵向相对运动。这种配置抑制了纵向负载在区段之间的传递,同时形成了卷绕路径用于两个部分之间的流体流动(在全厚度方向),由此抑制了相邻区段之间的流体进入或者排出。可以在相邻区段之间设置密封装置,用于进一步抑制泄漏。特别地,可以在相邻区段的配合的、突出部分之间设置刷形密封或者唇形密封。可选择地,密封装置的密封元件可以由比区段材料具有更大柔韧性的材料形成,所述密封元件包括配合的、突出部分,以便直接地与相邻区段的对应表面相互作用,从而使得一旦安装之后密封元件被置于各个表面的平面之中。密封装置可以包括弹性体材料。

[0015] 可选择地,相邻区段的横向缘包括平坦的、或者大致平坦的轮廓并且所述区段可以边缘地彼此间隔开。可以在相邻区段之间设置密封元件,例如弹性体密封、可膨胀密封、波纹管密封或者迷宫密封。

[0016] 根据第二方面,本发明提供了一种风力涡轮机转子叶片,包括:

[0017] 结构性一致的叶片部,所述叶片部包括:

[0018] 前导部,其配置成接收入射到转子叶片上的流体;以及

[0019] 拖尾部,其设置在前导部的下游并且被配置成从前导部平稳地传送在其上通过的流体,其中,叶片部的根部区域被配置成能够连接到风力涡轮机的轴毂、以及叶片部被配置成平稳地将经受的负载传送到叶片部的根部区域以传递到轴毂;以及

[0020] 根据前述权利要求任一所述的伸出部,其中,所述伸出部被配置成可以附接到叶片部的拖尾部,例如在其根部区域内。

[0021] 伸出部与拖尾部之间的连接部可被配置成以允许纵向自由度。这样的话,从拖尾部的最后缘到伸出部的缘向负载的传递能够降到最低。连接部可包括形成在伸出部与拖尾部之一上的纵向延伸突出部,以及形成在伸出部与拖尾部另一个上的配合的、纵向延伸保持凹口。组装时,突出部(或键)置于保持凹口(或键槽)中,从而使得伸出部和拖尾部牢固地彼此连接,能够使得它们之间有一定程度的相对纵向运动,例如在 1mm 到 10mm 的范围内。

[0022] 可选择地,连接部可包括以固定方式结合到伸出部和拖尾部中的每个上的纵向延伸伸垫,其中形成垫的材料能够在伸出部与叶片部之间形成一定程度的相对运动,例如在 1mm 到 10mm 的范围内。

[0023] 伸出部可以使用螺栓或类似的固定机构而连接到拖尾部,所述螺栓或类似的固定机构配置成穿过一个部分中形成的孔并且相对于另一部分被保持,其中所述孔在展向方向是细长的,由此在伸出部与叶片部之间形成一定程度的相对运动,例如在 1mm 到 10mm 的范围内。

[0024] 叶片部可包括截头形轮廓,由此拖尾部的根部区域被配置成接收伸出部。由此,叶片部可以被设计成具有减轻的重量以及基本上平直的最后缘。

[0025] 可选择地,叶片部可以是完整的风力涡轮机转子叶片。伸出部附加到所述转子叶片能够增加所获得的局部弦长。

[0026] 根据第三方面,本发明提供一种风力涡轮机转子叶片,包括:

[0027] 结构性一致的叶片部,所述叶片部包括:

[0028] 被配置成可以连接到风力涡轮机的轴毂的根部;

[0029] 远离所述根部的末端部;以及

[0030] 在所述根部与所述末端部之间延伸的纵向结构性元件,其中,所述叶片部被配置成提供从末端到根部沿着叶片部最后部表面的连续承载路径,在使用时纵向负载沿着所述路径传递;以及

[0031] 可附接到根部的最后部表面的伸出部,其中,所述伸出部被配置成为所述叶片部提供流线型伸出表面,同时抑制负载在所述叶片部中以及从所述叶片部的传递。

[0032] 通过提供具有分离的叶片部和伸出部的转子叶片,能够获得很多优点:

[0033] • 在使用中,沿着转子叶片拖尾缘作用的结构性负载被移动到更加靠近转子叶片的中心轴线,由此减小了这种力作用在其上的杠杆臂。

[0034] • 由于伸出部和叶片部可以单独地运输到安装场地,因此转子叶片的运输变得更加容易。如果转子叶片的最大宽度降低的话,那么运输成本通常也会降低。

[0035] • 通过仅仅改变伸出部,可以对转子叶片的设计进行优化以用于特定的场地位置;这样提高了特定产品的灵活性。

[0036] • 伸出部的特别轻质的配置减小了转子叶片的质量,进一步降低了成本。

[0037] • 由此在转子叶片可安装到其上的风力涡轮机设备的轴毂上经受了较低的重力负载。

[0038] • 转子叶片的叶片部基本上比已有的转子叶片更加狭窄,使得用于叶片制造的主外壳模具也相应地更加狭窄。由此,模具占用更小的空间并且尤其是需要更小的烤炉来固化叶片。

[0039] • 损坏的伸出部能够容易地进行更换。

[0040] 根据第四个方面,本发明提供了一种风力涡轮机设备,该设备包括由塔架支承的转子轴毂,其中一个或多个前述转子叶片附接到转子轴毂。

[0041] “结构性一致”指的是相关部件(这里指转子叶片的主要部分)提供了有效整体式元件,该元件有效地传递结构性负载,从而使得负载变成分散负载,由此避免产生局部应力集中或者其它局部载荷现象。

[0042] “流线型表面”指的是以平滑方式变化的连续表面,相关流体流在该表面上方平滑地流过,并且所述流体流的流线型很少被破坏或者没有被破坏。

[0043] “连续承载路径”指的是承载路径沿着其设置的最后部表面不包括任何会导致产生应力集中或其它局部载荷现象的中断(“凹口”)。

附图说明

[0044] 通过示例并且参考附图对本发明作进一步详细描述,其中:

[0045] 图 1 表示现有技术 d 转子叶片,该叶片在弦向长度上具有展向变化;

[0046] 图 2 表示图 1 中转子叶片的横截面(沿 X-X 方向);

[0047] 图 3 显示了转子叶片的示意图,该叶片具有与之附接的伸出部;

[0048] 图 4 显示了转子叶片的示意性横截面;

[0049] 图 5 显示了另一个转子叶片的示意性横截面;

[0050] 图 6 显示了转子叶片伸出部;

[0051] 图 7 显示了用于伸出部的连接装置的细节;以及

[0052] 图 8 显示了伸出部区段之间的示例性连接部的细节。

具体实施方式

[0053] 图 3 显示了包括叶片部 20 与伸出部 30 的转子叶片 10。叶片部 20 的近端或“根部”端 40 被配置成连接到风力涡轮机设备的转子轴毂(未示出),而叶片部 20 的远端 50 从根部端 40 开始延伸并且由此被支承。该远端部 50 表示叶片 10 的“末端”。转子叶片 10 的长度可以在 20 到 150 米的长度范围内,但是通常在 20 到 70 米的范围内。伸出部 30 附接到根部端 40 的最后部区域。在所示实施例中,伸出部 30 附接到极端的近端位置,靠近该转子叶片在使用时与转子轴毂相连接的位置,然而伸出部 30 可以向着叶片末端而与该极端近端位置间隔开。

[0054] 图 4 显示了示意图,该示意图表示出转子叶片 10 的根部端 40 的横截面。上表面

(如图中所示)代表叶片部 20 的抽吸侧 60 以及下表面(如图中所示)代表叶片部 20 的压力侧 70。同时显示出叶片部 20 的典型结构。显示出承载翼梁元件 80,该元件具有位于其上游的前导部 90 以及位于其下游的拖尾部 100。

[0055] 转子叶片 10 的叶片部 20 可由多个子部件组成。然而,子部件以这样一种方式彼此连接,即结构负载在一个子部件和与之相邻的任一子部件之间易于传递。这样,有效地提供了整体式元件,从而获得了结构上的一致。

[0056] 转子叶片 10 的叶片部 20 可代表现有叶片,或者可选择地代表特殊设计的叶片。图 4 代表后一种示例,特殊设计的叶片的拖尾部 100 在根部端 40 被截平,由此代表了与伸出部 30 相附接的最后部表面 110'。

[0057] 转子叶片 10 的叶片部 20 可以通过单独地形成纵向延伸的、结构性翼梁 80 连同两个半壳而制造完成。第一个半壳提供了叶片 10 的抽吸表面 60 以及第二个半壳提供了叶片 10 的压力表面 70。翼梁及两个半壳部件进行组装并且结合在一起,从而形成内聚性单元。在这个示例中,转子叶片 10 经受的主要负载是由翼梁 80 所承载。

[0058] 在可选示例中,每个半壳部件自身都得到加强并且前述示例的单独翼梁被纵向腹板所替代,纵向腹板在转子叶片 10 的叶片部 20 进行组装时被结合到各个半壳。可选择地,腹板可被省略,在这种情况下,载荷被加强半壳所承载,如图 5 中所示。翼梁随后有效地与转子叶片 10 成一体并且该内聚性单元以更加分散的方式承载任意载荷。

[0059] 在通常使用中,一旦在风力涡轮机设备中进行组装,则转子叶片 10 的根部端 40 比末端 50 行进得更慢,并且由此在其上方通过的流体也相应地更慢。为了在转子叶片 10 上获得优选的空气动力学载荷模式,期望增加叶片 10 在根部端 40 的弦向长度。由此,如图 3 中所示,伸出部 30 在叶片部 20 的根部端 40 附接到最后部表面 110',该表面 110' 从转子叶片 20 的拖尾部 100 的最后部缘 110 开始延伸。伸出部 30 提供了转子叶片 10 的叶片部 20 的抽吸表面 60 以及转子叶片 10 的叶片部 20 的对应压力表面 70 的延伸部分。这些表面 60、70 的延伸部分允许在转子叶片 10 的主要部分 20 上建立起的流动模式得到延伸。

[0060] 伸出部 30 在图 6 中进一步详细描述。伸出部 30 包括多个区段 130a、130b、130c、130d、130e,在该示例中设置了 5 个区段,然而也可以使用更多或更少个区段。

[0061] 在这个实施例中,相邻区段在展向方向上边缘彼此间隔开,如图所示。每个区段 130a-e 包括两个表面,第一表面 140a-e 以及第二表面 150a-e。对于任意特定区段,例如 130a,第一表面 140a 在伸出部 30 的远端区域 160 连接到第二表面 150a。表面 140a、150a 在伸出部 30 的近端区域 170 彼此分开。

[0062] 所述表面由轻质材料形成,从而使得伸出部 30 对转子叶片 10 整体重量的加成降到最低,以及对由此经受的缘向负载的加成降到最低。示例性薄膜材料非限制性地包括:纤维加强聚合物(例如玻璃纤维加强塑料材料)、热塑性材料、木材以及层压材料。

[0063] 在远端区域 160 内,表面 140a、150a 之间的连接部可以是铰接连接,从而使得两个表面相对彼此移动或者弯曲。可选择地,连接部可以是结合连接部或者两个表面可以由单一折叠的或者其它方式形成的片状材料形成,从而抑制两个表面之间的相对旋转。

[0064] 如图所示,伸出部 30 以悬臂方式连接到叶片部 20 并且被叶片部 20 所支承。各个表面 140a、150a 与拖尾部 100 的最后部表面 110' 的连接优选地是允许一定的纵向自由度的连接。

[0065] 图 7a、7b 和 7c 显示了部分连接装置示例, 每一个都显示出可在叶片部 20 与伸出部 30 之间使用的一些纵向自由度。在图 7a 中所示的连接装置类型中, 在叶片部 20 和伸出部 30 的各个配合表面上形成互配的键以及相联系的键槽。在这个特定示例中, 在第一表面 (例如 140a) 的下侧上形成大致圆柱形键或者突出元件 200, 以及在叶片部 20 的配合表面上形成对应的、大致圆形截面凹口 210。在装配时, 突出元件滑入到凹口中并且第一表面 140a 保持一定自由度以便相对于叶片部 20 滑动 (沿纵向)。

[0066] 在另一个实施例中, 如图 7b 中所示, 在叶片部 20 的配合表面与第一或第二表面 140a、150a 之间设置有弹性体或类似的屈从性垫 220。垫 220 结合到各个配合表面并且由相比叶片部 20 或表面 140a、150a 中任一的材料具有更大柔韧性的材料制成。这种柔韧性允许配合表面之间的有限的相对运动, 例如 1mm 到 10mm 的范围。

[0067] 在另一个实施例中, 如图 7c 中所示, 连接装置包括螺栓 230 或者类似的固定设置, 它们需要将轴穿过在一个或各个表面中形成的孔。特别地, 在该示例中, 在伸出部 30 的第一表面 140a 中设置细长导引孔 240 并且自叶片部 20 的配合表面中设置有接收孔 250。在装配时, 配合表面对齐以及螺栓 230 穿过导引孔 240 并且保持 (通过卡式螺母或者一些这样的装置) 在接收孔 250 中。间隙得以保持从而使得螺栓 230 在细长孔 240 中获得纵向移动。这样, 在伸出部 30 与叶片部 20 之间获得纵向运动自由度。可以获得 0.1mm 到 10mm 的相对纵向运动。

[0068] 为了在转子叶片 10 上保持流线型的或者“平稳的”流体流动, 期望将区段 130a-e 之间的流体流动的进入或排出降到最低。然而, 还期望在展向方向保持运动自由度, 从而使得纵向负载、特别是缘向负载不在区段之间进行传递。由此, 在相邻区段之间设置密封装置。密封装置示例在图 8a 到 8e 中进行显示。

[0069] 在图 8a 中, 相邻区段的横向边缘设置有配合的轮廓。在一个区段例如 130c 上形成的突出部 260 被设置成与相邻区段例如 130b 上形成的凹口 270 相配合。在相邻区段 130b、130c 装配时, 提供了材料的重叠, 这抑制了流体流过各个表面的厚度。然而如图所示设置有间隙, 用于允许在区段之间保持展向方向上的自由度, 例如 0.1mm 到 2mm。图 8b 显示了与图 8a 中所示的类似配置, 其中在间隙中引入了额外的密封元件。优选地, 密封元件是如图所示的刷状密封 280 或者唇状密封, 任意一种都能允许一些移动并且由此在区段之间保持展向自由度。

[0070] 在图 8c 到 8e 中, 相邻区段的横向边缘不需要设置互配的轮廓。如图所示, 相邻区段的配合轮廓基本上是平坦的。在图 8c 中, 在相邻区段 130b、130c 的配合表面例如 140b、140c 之间设置两个弹性体密封元件 290。密封元件 290 结合到各个表面 140b、140c。相邻区段 130b、130c 由此能够经受它们之间的一些相对运动并且弹性密封元件 290 的屈从性适应了该运动, 同时在区段之间保持密封以防止泄漏。可以设置可膨胀和 / 或波纹管型密封元件 300 以代替弹性密封元件 290, 如图 8d 中所示, 或者可选择地, 可以设置迷宫密封元件 310, 如图 8e 中所示。

[0071] 在运行中, 转子叶片 10 经受运动的气流。空气流与转子叶片 10 之间的相互作用导致了施加到叶片上的负载并且叶片随后发生移动。当转子叶片 10 围绕着轴毂旋转时, 由于叶片 10 的展弦根据它在任意时间点的位置而有所不同, 则由此经受的载荷以恒定的方式改变。特别地, 缘向负载被引入到叶片部的各个横向缘中, 这些缘向载荷主要由转子叶片

10 的重量作用而产生。

[0072] 当流体在叶片 10 上通过时,在叶片 10 的叶片部 20 内保持主要负载路径。伸出部 30 的引入使得叶片部 20 能够保持更加恒定的弦部,而转子叶片 10 获得了更大的局部弦长,由此使得叶片的空气动力学性能得到最优。由此,叶片部 20 的最后部缘 110 与没有使用伸出部 30 的情况相比明显地更加平直。通过使最后部缘平直,通过在转子叶片 10 的极端拖尾缘周围引导负载而导致的弦向载荷得以降低并且转子叶片 10 的结构性载荷和设计得到加强。特别地,与转子叶片 10 相关的成本由此可以降低。

[0073] 在叶片部 20 的最后部分设置伸出部 30 能够改善转子叶片 10 的根部端 40 上的流体流动,从而使得在该根部区域 40 内获得最优的提升量、即转子叶片 10 的有效载荷。施加在伸出部 30 上的空气动力学负载通过连接装置传递到叶片部 20,而负载向伸出部 30 的传递得到抑制。

[0074] 事实上,当缘向负载从叶片部 20 的表面 110'、110 向伸出部 30 的传递被抑制(如果没有被阻止的话)时,伸出部 30 的负载是显著地轻的。由此,转子叶片 10 的根部端 40 可以引入弦向长度的显著增加,而不会在这个区域产生显著的载荷并且不需要对转子叶片 10 的剩余部分进行显著地强化以适应额外的载荷。

[0075] 已经参考特定示例及实施例对本发明进行描述。然而,应当理解的是,本发明没有局限于在此描述的特定示例,而是可以在依据权利要求的发明范围内进行设计和改变。

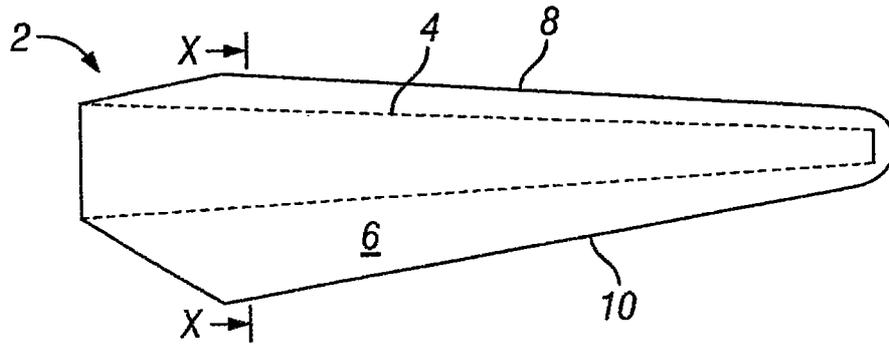


图 1 现有技术

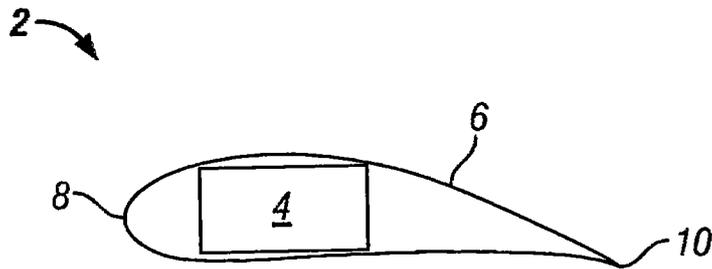


图 2 现有技术

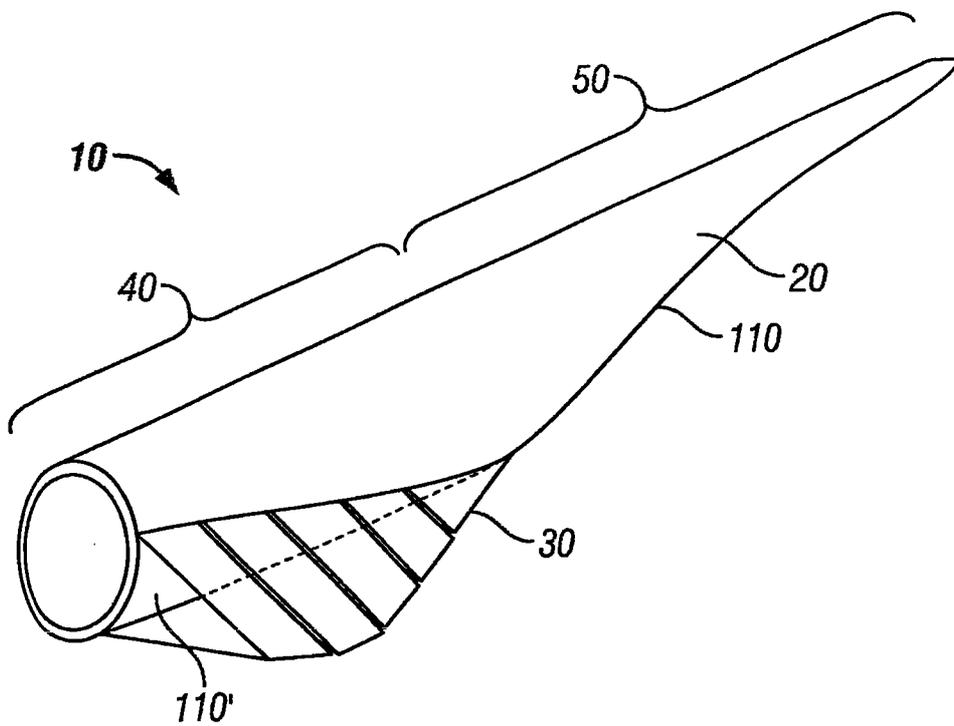


图 3

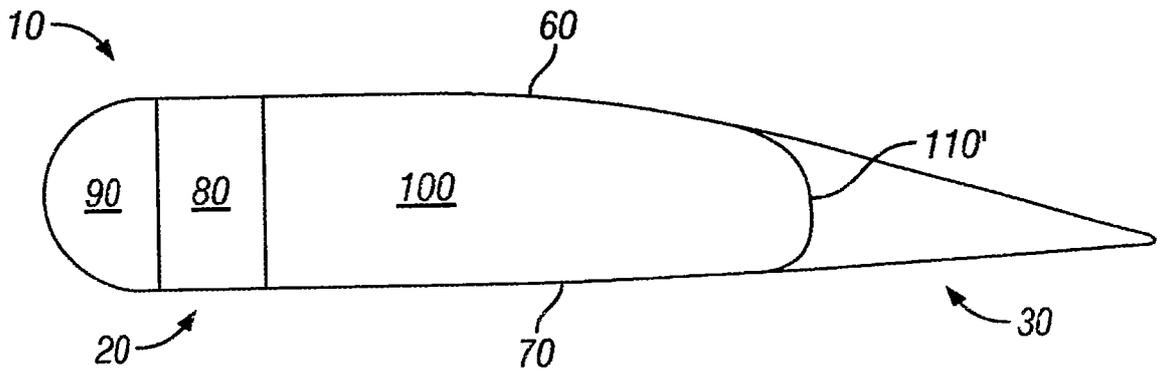


图 4

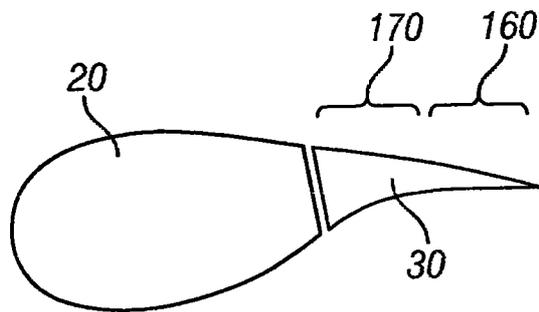


图 5

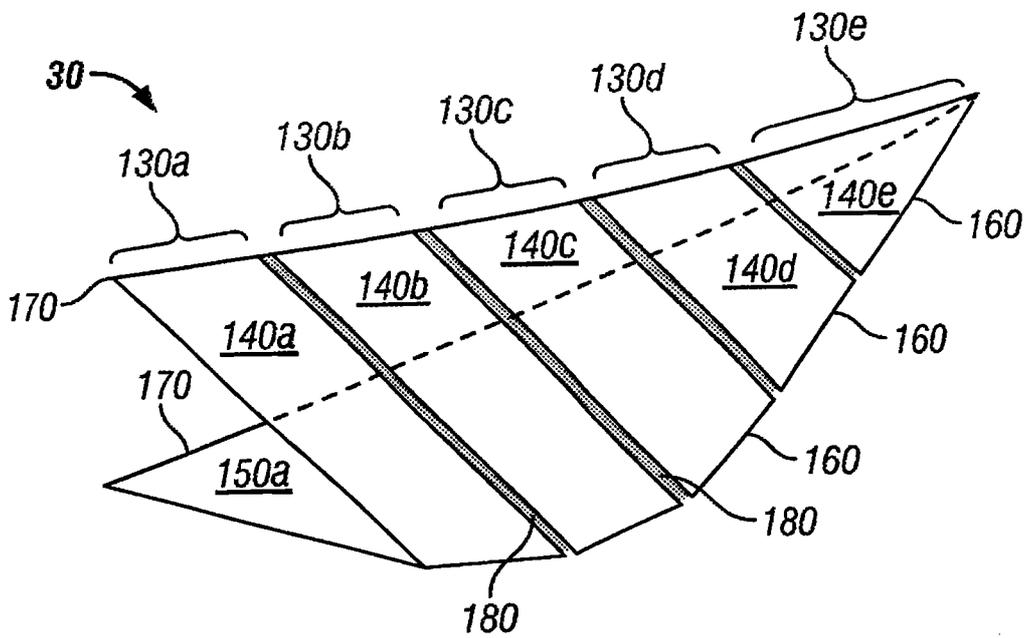


图 6

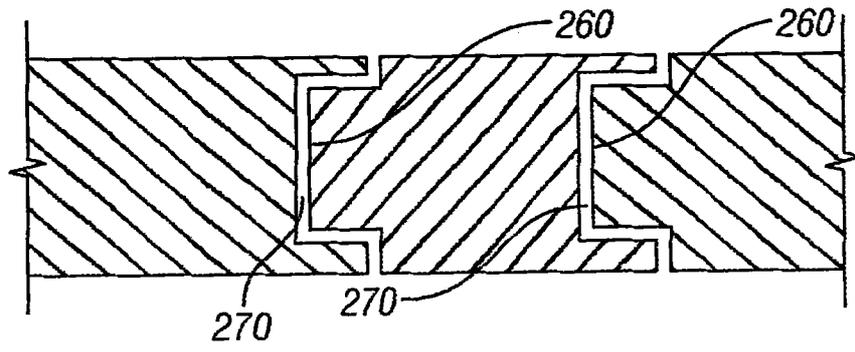


图 8a

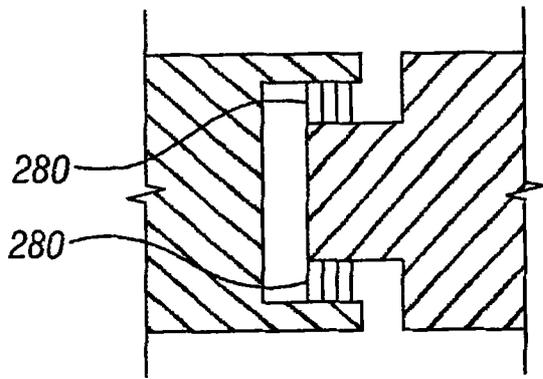


图 8b

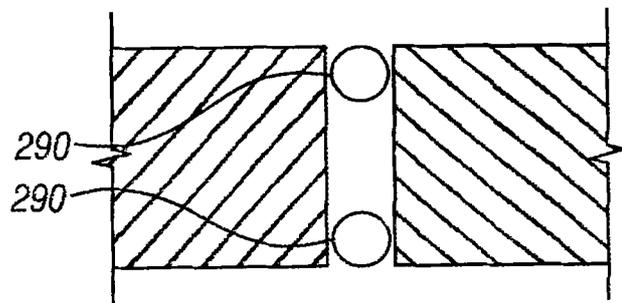


图 8c

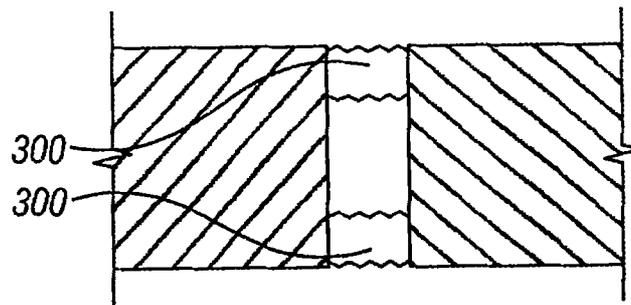


图 8d

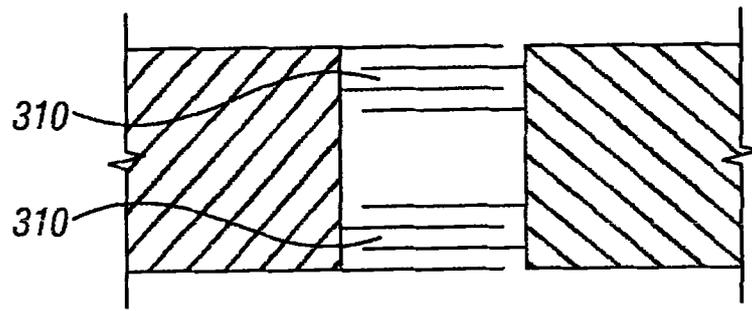


图 8e