



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101842583 A

(43) 申请公布日 2010.09.22

(21) 申请号 200880113693.8

地址 丹麦伦纳斯考

(22) 申请日 2008.08.29

(72) 发明人 P·富格尔桑格 S·博夫

(30) 优先权数据

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

07388060.1 2007.08.29 EP

代理人 原绍辉

(85) PCT申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2010.04.28

F03D 1/06(2006.01)

(86) PCT申请的申请数据

F03D 7/02(2006.01)

PCT/DK2008/000311 2008.08.29

F03D 11/00(2006.01)

(87) PCT申请的公布数据

W02009/026927 EN 2009.03.05

(71) 申请人 LM 玻璃纤维制品有限公司

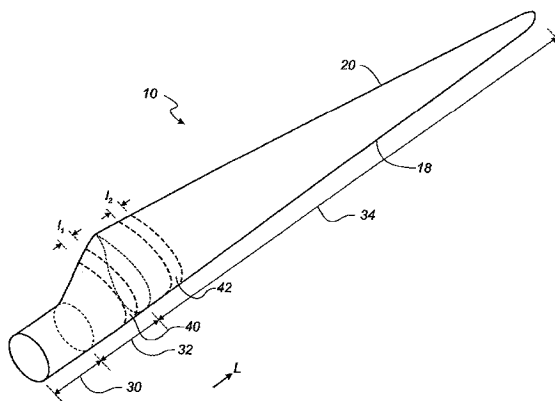
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于设有隔障产生装置的风力涡轮机转子的叶片

(57) 摘要

一种用于风力涡轮机 (2) 转子的叶片 (10)，所述转子具有大体上水平的转子轴，所述转子包括叶毂 (8)，所述叶片 (10) 在被安装到所述叶毂 (8) 上时大体上沿径向方向从所述叶毂上延伸出来。所述叶片包括：包括前缘 (18) 和后缘 (20) 以及压力侧和吸力侧的外形轮廓，所述外形轮廓在受到入射空气流的冲击时会产生升力。所述外形轮廓被分成：位于最接近所述叶毂的位置处的具有大体上呈圆形的外形轮廓的根部区域 (30)；位于最远离所述叶毂的位置处的具有产生升力的外形轮廓的翼面区域 (34)；和介于所述根部区域 (30) 与所述翼面区域 (34) 之间的过渡区域 (32)。所述过渡区域 (32) 的外形轮廓沿径向方向从所述根部区域的所述圆形外形轮廓逐渐变为所述翼面区域的所述产生升力的外形轮廓。所述吸力侧至少包括第一区段 (40、42)，所述第一区段大体上沿所述入射空气流的方向延伸，且所述第一区段被定位在交叉流的区段中。所述第一区段 (40、42) 包括适于产生空气流隔障的第一隔障产生装置 (x06)，所述空气流隔障大体上沿所述入射空气流的方向延伸，所述空气流隔障的强度和长度足以有效地减少交叉流。



1. 一种用于风力涡轮机 (2) 转子的叶片 (10), 所述转子具有大体上水平的转子轴, 所述转子包括叶毂 (8), 所述叶片 (10) 在被安装到所述叶毂 (8) 上时大体上沿径向方向从所述叶毂上延伸出来, 所述叶片包括:

- 包括前缘 (18) 和后缘 (20) 以及压力侧和吸力侧的外形轮廓, 所述外形轮廓在受到入射空气流的冲击时会产生升力, 其中所述外形轮廓被分成:

- 位于最接近所述叶毂的位置处的具有大体上呈圆形的外形轮廓的根部区域 (30);
- 位于最远离所述叶毂的位置处的具有产生升力的外形轮廓的翼面区域 (34); 和
- 介于所述根部区域 (30) 与所述翼面区域 (34) 之间的过渡区域 (32), 所述过渡区域 (32) 的外形轮廓沿径向方向从所述根部区域的所述圆形外形轮廓逐渐变为所述翼面区域的所述产生升力的外形轮廓,

其特征在于,

第一隔障产生装置 (x 06) 被布置在所述叶片 (10) 的所述吸力侧上, 所述第一隔障产生装置位于所述过渡区域 (32) 中或位于所述翼面区域 (34) 的最接近所述过渡区域 (32) 的部分中, 所述第一隔障产生装置 (x06) 适于沿第一条带产生空气流隔障, 所述第一条带大体上沿所述叶片 (10) 的横向方向在所述叶片 (10) 的所述吸力侧上延伸。

2. 根据权利要求 1 所述的叶片, 其中所述第一条带 (40、42) 具有宽度, 所述宽度处在介于 20cm 与 2m 之间, 或介于 25cm 与 1.5m 之间, 或 30cm 与 1m 之间, 的间隔内。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片, 其中所述第一隔障产生装置被布置而使得在所述第一隔障产生装置的径向侧上并不设置隔障产生装置。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述翼面区域 (34) 的最接近所述过渡区域 (32) 的所述部分被定位在所述叶片的内 50%、35% 或 25% 范围内。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述第一隔障产生装置仅被布置在所述过渡区域 (32) 中。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述隔障产生装置 (x06) 适于产生这样的空气流隔障, 所述空气流隔障至少从所述叶片 (10) 的最大相对外形轮廓厚度区域和所述后缘 (20) 延伸出来。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述隔障产生装置适于产生大体上从所述叶片 (10) 的所述前缘 (18) 延伸至所述后缘 (20) 的空气流隔障。

8. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述叶片进一步包括被布置在所述叶片 (10) 的所述吸力侧上而位于所述过渡区域 (32) 中或位于所述翼面区域 (34) 的最接近所述过渡区域 (32) 的部分中的附加隔障产生装置 (x06), 所述附加隔障产生装置 (x06) 适于沿附加条带产生空气流隔障, 所述附加条带大体上沿所述叶片 (10) 的横向方向在所述叶片 (10) 的所述吸力侧上延伸。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片, 其中所述第一隔障产生装置 (x06) 和 / 或所述第二隔障产生装置 (x06) 包括多个紊流产生装置, 如多个涡流发生器。

10. 根据权利要求 9 所述的叶片, 其中所述多个紊流产生装置适于提供这样的涡系, 所述涡系的高度对应于分开的空气流的交叉流的高度, 所述交叉流是在所述风力涡轮机叶片的正常使用过程中固有地形成的。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的叶片, 其中所述紊流产生装置包括两对轮叶涡流发生

器。

12. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片,其中所述第一隔障产生装置(x06)和/或所述第二隔障产生装置(x06)包括多个边界层控制装置。

13. 根据权利要求12所述的叶片,其中所述边界层控制装置包括用于在所述叶片的内部与所述叶片的外部之间进行吹送或者进行抽吸的多个通风孔(206、306)。

14. 根据权利要求13所述的叶片,其中所述通风孔(206)被大体上布置在所述叶片轮廓的切向位置处。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片,其中所述第一隔障产生装置和/或所述第二隔障产生装置包括被布置在所述叶片的所述前缘处的缝翼(406)。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的叶片,其中所述第一区段(40、42)和/或所述第二区段(40、42)包括被布置在所述后缘(20)处且被布置在所述叶片的所述压力侧上的格尼襟翼。

17. 风力涡轮机转子,所述风力涡轮机转子包括多个,优选两个或三个,根据权利要求1-16所述的风力涡轮机叶片(10)。

18. 风力涡轮机(2),所述风力涡轮机包括多个根据权利要求1-16所述的叶片(8)或者根据权利要求17所述的风力涡轮机转子。

用于设有隔障产生装置的风力涡轮机转子的叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于风力涡轮机转子的叶片,所述转子具有大体上水平的转子轴,所述转子包括叶毂,被安装到所述叶毂上的所述叶片大体上沿径向方向从所述叶毂上延伸出来,所述叶片包括:包括前缘和后缘以及压力侧和吸力侧的外形轮廓,所述外形轮廓在受到入射空气流的冲击时会产生升力,其中所述外形轮廓被分成:位于最接近所述叶毂的位置处的具有大体上呈圆形的外形轮廓的根部区域、位于最远离所述叶毂的位置处的具有产生升力的外形轮廓的翼面区域、和介于所述根部区域与所述翼面区域之间的过渡区域,所述过渡区域的外形轮廓沿径向方向从所述根部区域的所述圆形外形轮廓逐渐变为所述翼面区域的所述产生升力的外形轮廓。

背景技术

[0002] 水平轴线风力涡轮机包括设有多个叶片 - 通常设有两个或三个叶片 - 的转子,所述叶片沿径向从叶毂上延伸出来。叶片具有相对于叶片的纵向或径向方向呈横向的外形轮廓。叶片包括位于最接近叶毂的位置处的具有大体上呈圆形的外形轮廓的根部区域、位于最远离所述叶毂的位置处的具有产生升力的外形轮廓的翼面区域、和介于所述根部区域与所述翼面区域之间的过渡区域,所述过渡区域的外形轮廓沿径向方向从所述根部区域的所述圆形外形轮廓逐渐变为所述翼面区域的所述产生升力的外形轮廓。所述产生升力的外形轮廓设有吸力侧和压力侧以及前缘和后缘,以使得该叶片在正常使用过程中,即在转子的风力旋转过程中,受到从前缘流向后缘的入射空气流的冲击,由此在吸力侧(背风侧处)产生比压力侧(迎风侧处)更低的压力,从而使得在吸力侧与压力侧之间形成了压力差,由此产生了升力。

[0003] 理想情况下,空气流在叶片的整个纵向长度范围内都会保持附着到叶片表面上的状态。然而,实际上,空气流会在叶片的吸力侧分开开来,这会导致增加拖曳力、减小升力,并由此导致减少产生的能量。这种空气流的分开通常沿横向方向出现在外形轮廓的最大厚度位置与后缘之间,且通常出现在根部区域或过渡区域处,这些位置处的外形轮廓是不理想的且具有最大的相对叶片厚度。

[0004] 伴随这种流的分开可导致空气流出现大体上停滞的涡系,这种涡系由于转子的旋转力会朝向叶片的尖端传播。分开的空气流的这些交叉流动会在叶片的更大的纵向延伸范围上减小升力,由此严重损害叶片的功能。

[0005] W02005/035978 披露了一种叶片,所述叶片设有平面元件,所述元件从叶片的吸力侧伸出并从叶片的前缘延伸至后缘。该平面元件被布置在横向流的区段中以便防止横向流朝向叶片尖端传播。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种用于风力涡轮机转子的新型叶片,所述叶片克服或改善了至少一个现有技术中所存在的缺点或者提供了另一种有用的可选方式。

[0007] 根据本发明的第一方面,该目的是通过被布置在所述叶片的所述吸力侧上的第一隔障产生装置实现的,所述第一隔障产生装置位于所述过渡区域中或位于所述翼面区域的最接近所述过渡区域的部分中,所述第一隔障产生装置适于沿第一条带产生空气流隔障,所述第一条带大体上沿所述叶片的横向方向在所述叶片的所述吸力侧上延伸。因此,所述第一隔障产生装置被布置在这样的区段中,所述区段包括所述过渡区域和所述翼面区域的最接近所述过渡区域的部分。所述第一隔障装置优选被布置在第一区段中,所述第一区段被定位在交叉流区段中。在叶片用于风力涡轮机转子的过程中,这种交叉流可能是叶片设计所固有的。空气流的隔障必须具有足够的强度和长度,以便有效地减少交叉流。由此使得通过防止交叉流通过所述第一区段的空气流隔障而减少或防止了在分开的空气流区域中出现的交叉流,这种交叉流例如是由于不同叶片半径处的不同入射空气流速度导致产生的压力差造成的,且尤其出现在叶片根部的区域中。由此使得可能防止分开的流沿叶片的纵向方向或径向方向朝向叶片尖端传播,且尤其防止了分开的流沿叶片的外形轮廓区域传播。

[0008] 根据第一有利实施例,所述第一条带具有宽度,所述宽度处在介于 20cm 与 2m 之间,或介于 25cm 与 1.5m 之间,或 30cm 与 1m 之间,的间隔内。通常情况下,所述条带的纵向延伸范围为约 50cm。根据第二有利实施例,所述第一隔障产生装置在所述第一隔障产生装置的径向侧上并没设置隔障产生装置,即没有隔障产生装置与所述第一条带或所述第一隔障产生装置邻接。隔障产生装置的使用会增加布置了所述隔障产生装置的所述区段中的所述叶片的拖曳力(且在一些情况下甚至会增加升力与拖曳力之比)。通过仅将所述隔障产生装置布置在条带中,使得确保了所述隔障产生装置仅在较小的叶片区域中增加了拖曳。

[0009] 根据又一有利实施例,所述第一区段且可选地附加的区段(或等效地所述第一条带和可选的附加条带)被定位在所述叶片的内 50% 范围内,或所述叶片的内 35% 范围内,或甚至位于所述叶片的内 25% 范围内,即处在与所述叶毂相距达叶片长度的 50%、35% 或 25% 的径向距离范围内。与之相关的事实是:通常起始于最大弦长位置处的翼面部分通常位于与根部相距达叶片长度的约 20% 的径向距离处。根据另一可选实施例,所述翼面区域的最接近所述过渡区段的所述部分具有达到且包括 3 米、或 2 米或 1.5 米或 1 米的纵向延伸范围。

[0010] 根据一个有利实施例,所述第一隔障产生装置仅被布置在所述过渡区域中。由此使得所述隔障产生装置不会损害所述叶片的所述翼面区域的功能。所述隔障产生装置优选被布置以使得分开的流的交叉流不会传播进入翼面区域内。

[0011] 根据一个优选实施例,所述隔障产生装置适于产生这样的空气流隔障,所述空气流隔障至少从所述叶片的最大相对外形轮廓厚度区域和所述后缘延伸出来,即所述隔障至少从与翼面外形轮廓的最大厚度位置(或等效地与最大厚度-弦长比的位置)相对应的区域延伸至所述后缘。由此使得所述隔障产生装置有效地防止了交叉流在所述叶片的所述吸力侧上延伸通过所述外形轮廓的该区域,在该位置处通常会出现分离且这一部分地由于离心力的作用-会朝向所述叶片尖端传播。

[0012] 根据另一实施例,所述隔障产生装置适于产生大体上从所述叶片的所述前缘延伸至所述后缘的空气流隔障。

[0013] 根据又一实施例,所述叶片进一步包括被布置在所述叶片的所述吸力侧上而位于

所述过渡区域中或位于所述翼面区域的最接近所述过渡区域的部分中的附加隔障产生装置,所述附加隔障产生装置适于沿附加条带产生空气流隔障,所述附加条带大体上沿所述叶片的横向方向在所述叶片的所述吸力侧上延伸。所述附加隔障产生装置优选被布置在附加区段中,所述附加区段被定位在附加交叉流的区段中,所述附加交叉流是在超出所述第一区段(或所述第一条带),即远离所述叶毂,的半径处产生的。在所述叶片用于风力涡轮机转子中的过程中,这种交叉流可能是所述叶片设计所固有的。所述叶片当然还可具有第三区段或第三条带,所述第三区段或第三条带具有第三隔障产生装置。所述附加隔障产生装置(和所述第三隔障产生装置)的布置当然还可对应于与所述第一隔障产生装置相关的前述实施例。

[0014] 在根据本发明的第一实施例中,所述第一隔障产生装置和/或所述第二隔障产生装置包括多个紊流产生装置,如多个涡流发生器。因此,通过使用被动控流装置可在所述第一区段和/或所述附加区段中产生具有固有紊流结构的隔障,即涡系在所述叶片的表面处朝向所述后缘传播,所述隔障防止了交叉流传播超出相应区段的范围。所述多个紊流产生装置优选适于提供这样的涡系,所述涡系的尺寸,如高度,对应于所述交叉流的尺寸,如高度。即,所述涡系的高度应该至少如同所述交叉流的高度或如同所述分离或分开的流的分离高度或分开高度一样大,从而防止所述交叉流与所述第一条带交叉。根据另一实施例,所产生的涡系的高度大体上等于与所述叶片交叉的所述空气流边界层的高度。

[0015] 根据一个有利实施例,所述紊流产生装置包括两对轮叶涡流发生器。该实施例提供了这样的空气流隔障,所述空气流隔障的强度和宽度足以防止分离的空气流的交叉流沿所述叶片的径向方向传播。所述轮叶涡流发生器可根据具体实施方式中结合图9进行的描述被布置。

[0016] 因此,所述紊流产生装置或涡流发生器的尺寸和/或形状应该被选择以便提供具有高度的紊流,所述紊流用作隔障以便高效地防止出现所述交叉流。必须注意到:所述涡流发生器通常产生这样的涡系,所述涡系的高度朝向所述叶片的所述后缘而增长。

[0017] 在根据本发明的另一实施例中,所述第一隔障产生装置和/或所述第二隔障产生装置包括多个边界层控制装置。因此,所述边界层控制装置可产生附加流的区带,所述附加流的区带通过“捕获”所述交叉流的方式而对于分离的交叉流形成了隔障。

[0018] 在根据本发明的又一实施例中,所述边界层控制装置包括用于在所述叶片的内部与所述叶片的外部之间进行吹送,例如吹送空气射流或吹送射流,或者进行抽吸的多个通风孔。由此使得可以特别简单的方式形成所述附加流的区带。从所述通风孔中通换出的空气被用于对边界层进行赋能和再次赋能以便保持所述流附着到所述叶片的外表面上。

[0019] 所述通风孔可被大体上布置在所述叶片轮廓的切向位置处。这可通过具有这样的轮廓的叶片实现,具有这种轮廓的叶片的厚度朝向所述叶片的所述后缘呈步阶式多次减小。所述孔还可具有相对于所述叶片的轮廓成一定角度的取向。然而,所述孔不应具有沿所述轮廓法线的取向,这是因为这种取向将产生新的分离的流,所述分离的流会朝向所述叶片的所述尖端传播。因此,所述孔的取向优选具有朝向所述叶片的所述后缘的梯度,以确保被通换的空气大体上朝向所述后缘而不是朝向所述叶片的所述尖端进行传播。

[0020] 根据另一实施例,所述第一隔障产生装置和/或所述第二隔障产生装置包括被布置在所述叶片的所述前缘处的缝翼。所述缝翼通常指向下,即指向所述叶片的所述压力侧,

且被用于使迎流角和翼面升力产生局部变化,由此导致所述流保持附着到所述叶片的表面上。所述流的该附上的“隧道”形成了隔障,在所述隔障处,所述交叉流被捕获且因此受力而加入到流向所述后缘的保持附着的流上,而不是朝向所述尖端流向外。因此,所述缝翼还可被示作边界层控制装置。

[0021] 根据一个优选实施例,所述第一区段和 / 或所述附加区段被布置在所述翼面区域的最接近所述叶毂的部分中。即,所述区段位于刚刚超出所述过渡区段的位置处。这使得可高效地截断来自所述根部区域的仍然存在的交叉流。

[0022] 根据另一优选实施例,所述第一区段和 / 或所述第二区段被布置在所述过渡区段中。由于用于风力涡轮机的叶片所处的特殊条件,因此尤其在所述叶片的该区域中出现了干扰性的交叉流。具有隔障产生装置的所述区段因此防止了交叉流朝向所述叶片尖端传播。

[0023] 在根据本发明的另一实施例中,所述第一区段和 / 或所述第二区段包括被布置在所述后缘处且被布置在所述叶片的所述压力侧上的格尼襟翼。这可进一步改善所述叶片的性能。通常情况下,所述格尼襟翼被用作所述隔障产生装置的附加件。然而,如果在接近所述后缘的位置处出现了分离的话,则设置所述格尼襟翼本身就足够了。

[0024] 当然,所述第一和 / 或所述附加区段,或者所述第一和 / 或所述附加条带,可包括所述流隔障产生装置中的任何装置的组合。

[0025] 在根据本发明的一个实施例中,所述叶片包括仅位于所述第一区段中且可选地位于附加交叉流的所述附加区段中的隔障产生装置。

[0026] 根据第二方面,本发明提供了一种风力涡轮机转子,所述风力涡轮机转子包括多个,优选两个或三个,根据前述实施例中任一项所述的风力涡轮机叶片。根据第三方面,本发明提供了一种风力涡轮机,所述风力涡轮机包括多个根据前述实施例中任一项所述的叶片或者根据本发明的第二方面所述的风力涡轮机转子。

附图说明

[0027] 下面将结合附图对本发明进行详细描述,其中:

[0028] 图 1 示出了风力涡轮机;

[0029] 图 2 是根据本发明的风力涡轮机叶片;

[0030] 图 3 是翼面外形轮廓的示意图;

[0031] 图 4 示出了根据本发明的第一实施例的叶片部段,所述叶片部段具有隔障产生装置;

[0032] 图 5 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第二实施例的外形轮廓;

[0033] 图 6 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第三实施例的外形轮廓;

[0034] 图 7 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第四实施例的外形轮廓;

[0035] 图 8 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第五实施例的外形轮廓;和

[0036] 图 9 示出了用于提供空气流隔障的根据本发明的轮叶涡流发生器的布置。

具体实施方式

[0037] 图 1 示出了根据所谓“丹麦概念”的常规的现代风力涡轮机,所述风力涡轮机具有

支柱 4、短舱 6 和具有大体上水平的转子轴的转子。该转子包括叶毂 8 和从叶毂 8 沿径向延伸的三个叶片 10, 每个叶片具有最接近叶毂的叶片根部 16 和最远离叶毂 8 的叶片尖端 14。

[0038] 图 3 示出了用多个参数描述的风力涡轮机的典型叶片的翼面外形轮廓 50 的示意图, 所述参数通常用于限定翼面的几何形状。翼面外形轮廓 50 具有压力侧 52 和吸力侧 54, 所述压力侧和所述吸力侧在使用过程中 - 即在所述转子的旋转过程中 - 通常分别面向所述迎风侧和所述背风侧。所述翼面 50 具有弦长为 c 的弦 60, 所述弦在叶片的前缘 56 与后缘 58 之间延伸。翼面 50 具有厚度 t , 所述厚度被定义为压力侧 52 与吸力侧 54 之间的距离。翼面的厚度 t 沿弦 60 产生变化。与对称外形轮廓的偏离程度由弧线 62 表示, 所述弧线是穿过翼面外形轮廓 50 的中线。可通过从前缘 56 向后缘 58 画内切圆的方式找出该中线。该中线沿着这些内切圆的中心且与弦 60 的偏离程度或距离被称作翘曲 f 。也可用被称作上翘和下翘的参数来定义这种不对称, 所述参数被分别定义为弦 60 与吸力侧 54 的距离和弦与压力侧 52 的距离。

[0039] 翼面外形轮廓通常由以下参数表征: 弦长 c 、最大翘曲 f 、最大翘曲 f 的位置 d_f 、最大翼面厚度 t 、最大厚度 t 的位置 d_t 和头部半径 (未示出), 所述最大翼面厚度是沿翘曲中线 62 的内切圆的最大直径。这些参数通常被定义为与弦长 c 之比。

[0040] 理想情况下, 当翼面 50 受到沿叶片的大体上横向的方向从前缘 56 流向后缘 58 的入射空气流的冲击时, 在吸力侧 54 处产生了比压力侧 52 更低的压力, 从而在吸力侧 54 与压力侧 52 之间产生了压力差, 由此产生了升力。然而, 实际上, 空气流会出现分开, 这会导致增加拖曳力、减小升力。这种分开通常在最大厚度位置 d_t 与翼面 60 的后缘 58 之间出现在吸力侧 54 处。

[0041] 图 2 示出了根据本发明的风力涡轮机的一个实施例的示意图。风力涡轮机叶片 10 具有常规风力涡轮机叶片的形状且包括最接近叶毂的根部区域 30、最远离叶毂的具有外形轮廓的区域或翼面区域 34 和介于根部区域 30 与翼面区域 34 之间的过渡区域 32。叶片 10 包括在该叶片被安装在叶毂上时面向叶片 10 的旋转方向的前缘 18, 和面向前缘 10 的相对方向的后缘 20。

[0042] 翼面区域 34 (也被称作外形轮廓区域) 具有在产生升力方面理想化或几乎理想化的叶片形状, 而根部区域 30 则具有大体上圆形或椭圆形的外形, 这减少了阵风带来的载荷且使得能够更容易也 safer 地将叶片 10 安装到叶毂上。根部区域 30 的直径沿整个根部区域 30 是大体上恒定的。过渡区域 32 具有从根部区域 30 的圆形形状或椭圆形形状逐渐变为翼面区域 34 的翼面形状的形状。过渡区域 32 的宽度通常随着与叶毂之间距离 L 的增加而大体上线性地增加。

[0043] 翼面区域 34 具有翼面外形轮廓, 所述翼面外形轮廓具有在叶片 10 的前缘 18 与后缘 20 之间延伸的弦。弦的宽度随着与叶毂之间距离 L 的增加而减少。应该注意到: 位于叶片的不同部段中的弦并不一定要位于共同的平面中, 这是因为叶片可能是扭曲和 / 或弯曲的 (即预弯的), 因此使得弦平面具有相应的扭曲和 / 或弯曲的延伸路线, 当为了补偿叶片的局部速度时, 这种情况最为常见, 所述局部速度取决于距离叶毂的半径。

[0044] 由于根部区域 30 和过渡区域 32 的外形轮廓是不理想的 (就产生升力这方面而言), 因此在这些区域中通常会出现流的分开。由于转子产生的旋转力, 空气流的分开会朝向叶片 10 的尖端 14 传播。因此, 叶片 10 设有适于产生空气流隔障的多个隔障产生装置,

所述空气流隔障沿所述弦向延伸且防止了分开的空气流的交叉流传播超出这些隔障。所述隔障产生装置优选被布置以便形成至少从最大厚度位置延伸至叶片 10 的后缘 18 的空气流隔障。

[0045] 所述隔障产生装置被布置在具有第一纵向延伸范围 1_1 的第一区段 40 中和 / 或被布置在具有第二纵向延伸范围 1_2 的第二区段或附加区段 42 中。纵向延伸范围 1_1 、 1_2 约为 0.5 至 1 米。所述隔障产生装置被布置在第一区段 40 中,且可选的附加区段 42 可以是图 4- 图 8 所示实施例中的任何实施例或其组合。此外,两个区段 40、42 中的隔障产生装置并不一定是相同类型的。

[0046] 图 4 示出了根据本发明的第一实施例的叶片部段 100 (即第一区段或第二区段的叶片部段),所述叶片部段具有隔障产生装置。外形轮廓具有前缘 102 和后缘 104,且第一组涡流发生器 106 和第二组涡流发生器 108 被布置在叶片部段 100 的吸力侧上。涡流发生器 106、108 在此处被描述为轮叶型发生器,但它们可以是任何其它类型的涡流发生器。涡流发生器 106、108 产生了包括固有紊流结构的空气流隔障,即涡系在叶片表面处朝向后缘 104 传播,这防止了分开的空气流的交叉流传播超出其中布置了涡流发生器 106、108 的区段。

[0047] 图 5 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第二实施例的外形轮廓 200。在该实施例中,隔障产生装置包括用于在叶片内部与叶片外部之间进行吹送或抽吸的多个通风孔 206。通风孔 206 可用于产生附着的流的区带。从通风孔 206 中通换出的空气用于为边界层赋能和再次赋能以便保持流被附着到叶片的外表面上。该附着的流的区带通过“捕获”交叉流的方式用作分离的交叉流的隔障,所述交叉流因此受力而加入流向后缘 204 的附着流,而不是朝向尖端流出。在该实施例中,通风孔 206 被大体上布置在外形轮廓 200 的表面的切向位置处。通风孔 206 可沿叶片的纵向方向被设置成一系列孔或者被设置成沿纵向延伸的槽。

[0048] 图 6 示出了具有以通风孔 306 的形式存在的隔障产生装置的第三实施例的外形轮廓 300。该实施例对应于图 5 所示第二实施例,不同之处在于:通风孔 306 并未被布置在外形轮廓表面的切向位置处。相反地,孔 306 的取向与表面成一定角度,但仍具有指向外形轮廓 300 的后缘 304 的梯度,由此确保了通换的空气大体上朝向外形轮廓的后缘 304,而不是朝向叶片的叶片尖端,进行传播。

[0049] 图 7 示出了根据本发明的具有隔障产生装置的第四实施例的外形轮廓 400。在该实施例中,隔障产生装置包括被布置在外形轮廓的前缘 402 处的缝翼 406。缝翼向下指向外形轮廓 402 的压力侧且用于使迎流角和翼面升力产生局部变化,由此导致所述流保持附着到所述叶片的表面上。该流的该附着的“隧道”形成了隔障,在所述隔障处,该交叉流被捕获且因此受力而加入到流向后缘 404 的保持附着的流上,而不是朝向所述尖端向外流出。

[0050] 图 8 示出了根据本发明的第五实施例的外形轮廓 500。在该实施例中,隔障外形轮廓 600 附加地设有格尼襟翼 510,所述格尼襟翼被布置在压力侧上而位于外形轮廓 500 的后缘 504 处。这可进一步改善叶片的性能。

[0051] 图 9 示出了两对轮叶涡流发生器的布置,如图所示的涡流发生器特别适于产生空气流隔障,以便防止分开的空气流出现交叉流。该布置包括第一对轮叶涡流发生器 70 和第二对轮叶涡流发生器 75,所述第一对轮叶涡流发生器包括第一轮叶 71 和第二轮叶 72,所述

第二对轮叶涡流发生器包括第一轮叶 76 和第二轮叶 77。轮叶被设计成从叶片表面伸出的三角形平面元件且被布置以使得轮叶的高度朝向叶片的后缘是增加的。轮叶具有最大高度 h ，在轮叶对布置中，该最大高度位于介于弦长的 0.5% 与 1% 之间的间隔内。轮叶被布置以便相对于叶片的横向方向具有介于 15 度与 25 度之间的角度 b 。角度 b 通常为约 20 度。轮叶对中的轮叶被布置以使得端点，即最接近叶片后缘的点，所具有的间距 s 处在最大高度的 2.5 至 3.5 倍的间隔范围内，通常为最大高度的约三倍 ($s = 3h$)。轮叶具有对应于轮叶最大高度的 1.5 倍与 2.5 倍之间倍数的长度 l ，通常为最大高度的约两倍 ($l = 2h$)。轮叶对被布置而具有对应于轮叶最大高度 h 的 4 倍与 6 倍之间倍数的径向或纵向间距 z ，通常为最大高度的约五倍 ($z = 5h$)。

[0052] 上文已经结合优选实施例对本发明进行了描述。然而，本发明的范围并不限于如图所示的实施例，且可在不偏离本发明的范围的情况下对本发明作出改变和变型。

[0053] 附图标记列表

[0054] 在附图标记中， x 表示特定实施例，因此，例如 402 表示第四实施例的前缘。

[0055]

2	风力涡轮机
4	支柱
6	短舱
8	叶毂
10	叶片
14	叶片尖端
16	叶片根部
18	前缘
20	后缘
30	根部区域
32	过渡区域
34	翼面区域
40	第一区段

2	风力涡轮机
42	第二区段 / 附加区段
50	翼面外形轮廓
52	压力侧
54	吸力侧
56	前缘
58	后缘
60	弦
62	弧线 / 中线
70	第一对轮叶涡流发生器
75	第二对轮叶涡流发生器
71、72、76、77	轮叶
x 00	叶片外形轮廓
x 02	前缘
x 04	后缘
x 06, 108	隔障产生装置
510	格尼襟翼 (Gurney flap)

[0056]

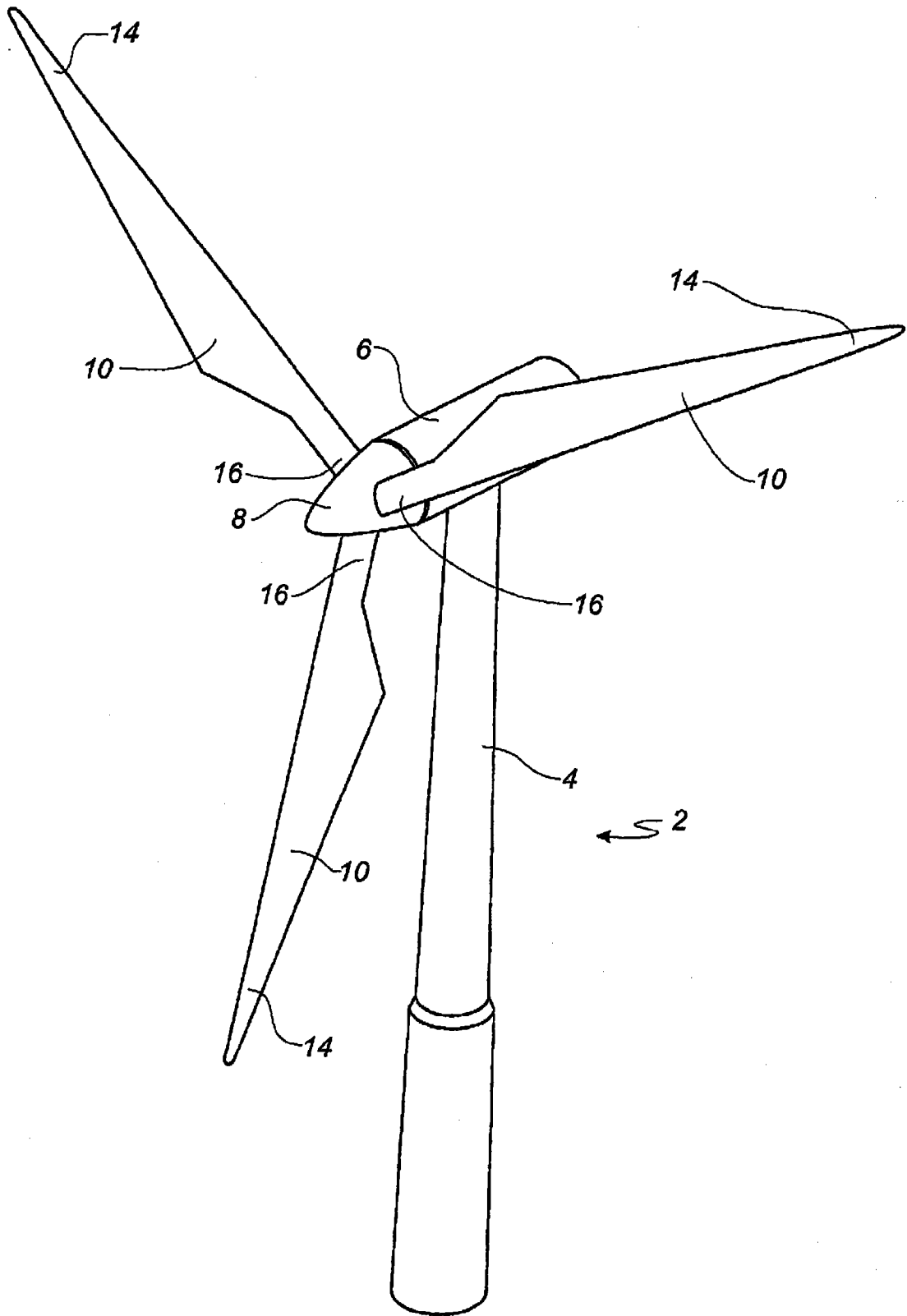


图 1

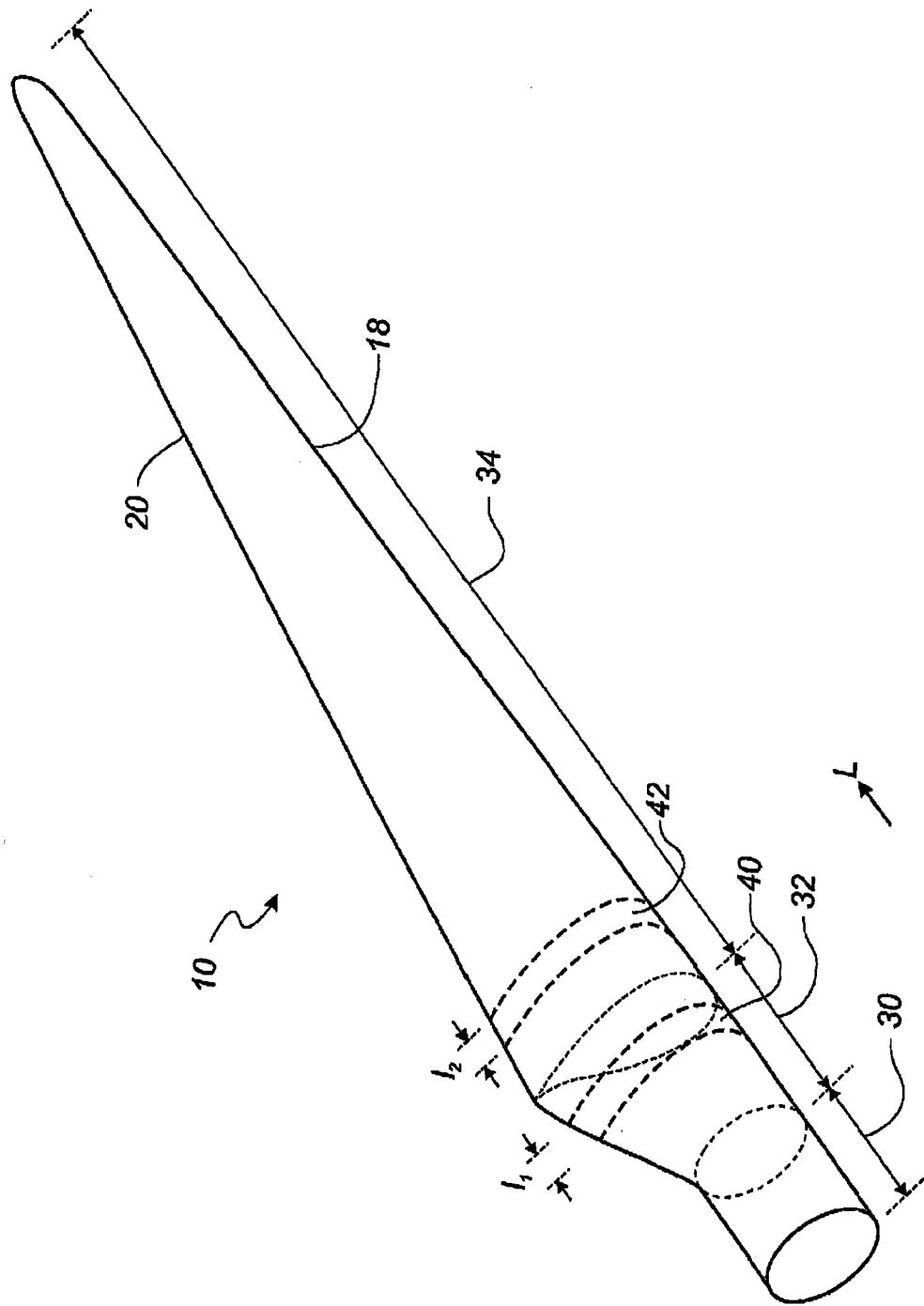


图 2

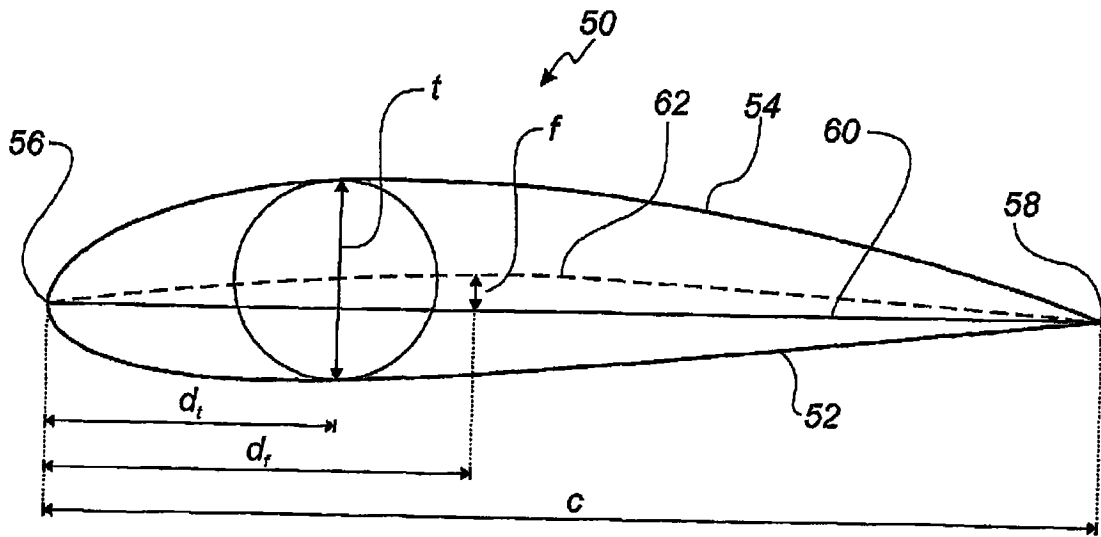


图 3

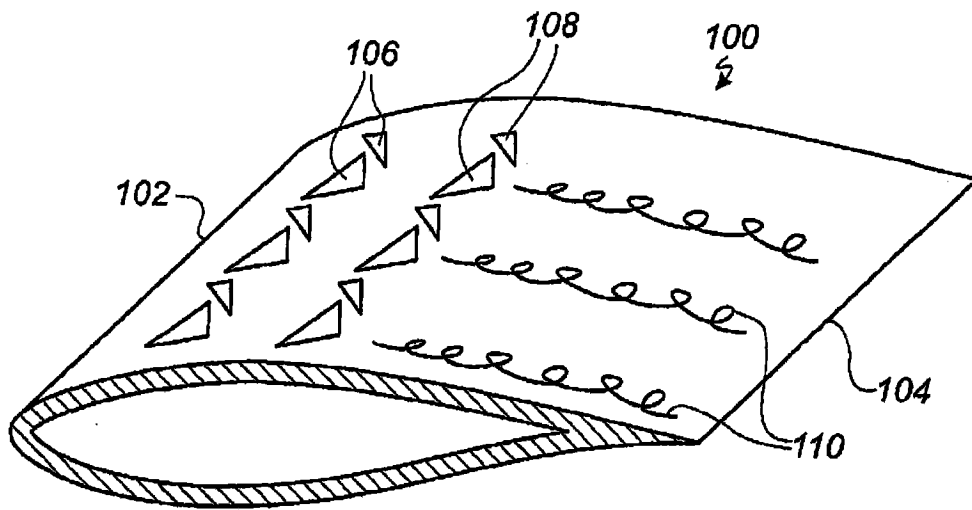


图 4

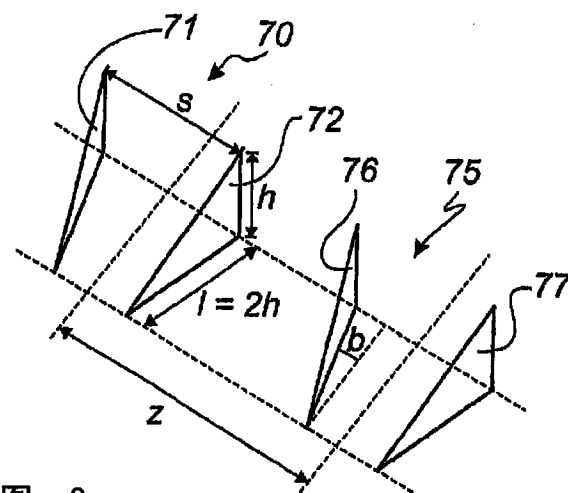


图 9

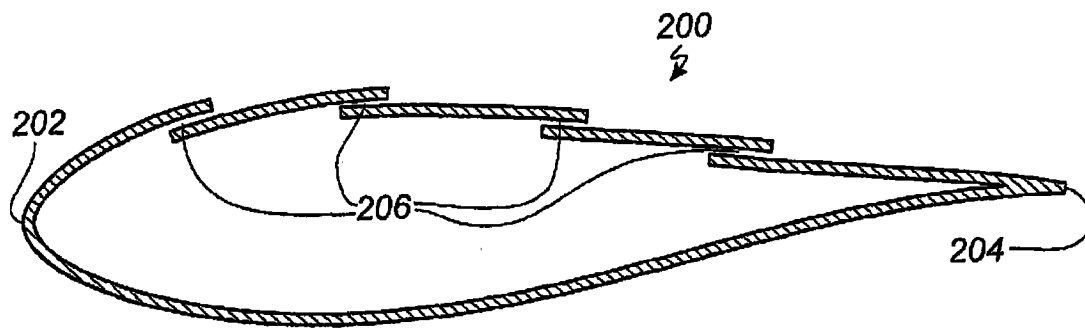


图 5

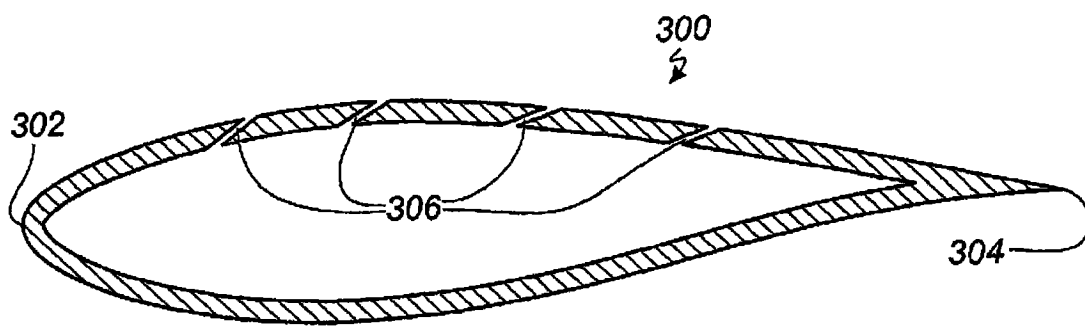


图 6

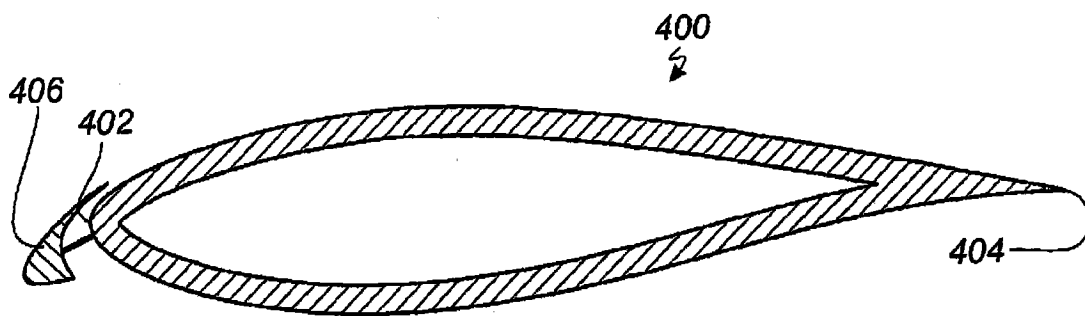


图 7

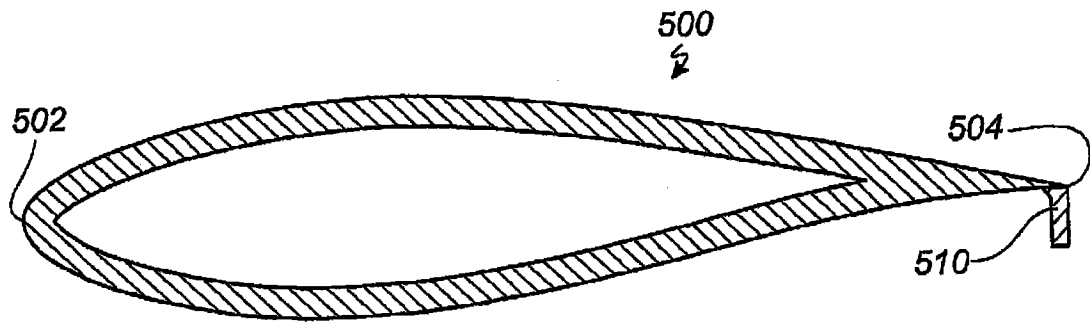


图 8