

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
F03D 1/06 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480029621.7

[43] 公开日 2006年11月22日

[11] 公开号 CN 1867771A

[22] 申请日 2004.10.7

[21] 申请号 200480029621.7

[30] 优先权

[32] 2003.10.10 [33] DE [31] 10347802.7

[86] 国际申请 PCT/EP2004/011187 2004.10.7

[87] 国际公布 WO2005/035978 德 2005.4.21

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.10

[71] 申请人 再生动力系统股份公司

地址 德国汉堡

[72] 发明人 彼得·奎尔 马克·佩切

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
标事务所  
代理人 张兆东

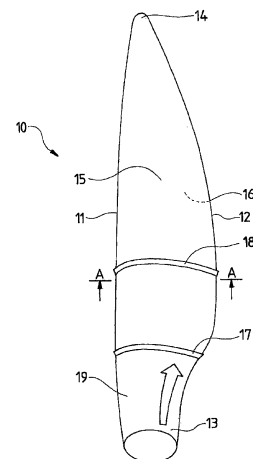
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 2 页

### [54] 发明名称

用于风力设备的转子叶片

### [57] 摘要

本发明涉及一种用于风力设备的转子叶片，具有一个在其走向上具有从叶根朝外向叶尖逐渐减小的相对厚度的叶型，其中所述叶型具有一个前缘和一个后缘以及一个抽吸侧和一个压力侧并且在入流时通过运动的空气相对于压力侧在抽吸侧产生一个导致动压头的负压，并且转子叶片在抽吸侧具有一个用于优化叶型的环流的装置，其特征在于：所述装置包括至少一个基本上沿流动方向定向的、从抽吸侧突出的面状元件，所述面状元件设置在一个在叶型抽吸侧上从叶根朝叶尖延伸的横向气流的区域内，其中，所述面状元件的高度和长度选择成使所述面状元件能有效地降低所述横向气流。



1. 一种用于风力设备的转子叶片，具有一个在其走向上具有一个基本上从叶根朝外向叶尖逐渐减小的相对厚度的叶型，其中所述叶型具有一个前缘和一个后缘以及一个抽吸侧和一个压力侧并且在入流时通过运动的空气相对于压力侧在抽吸侧产生一个导致动压头的负压，并且转子叶片在抽吸侧具有一个用于优化叶型的环流的装置，其特征在于：所述装置包括至少一个基本上沿流动方向定向的、从抽吸侧（15）突出的面状元件（17、18），所述面状元件设置在一个在叶型抽吸侧（15）上从叶根（13）朝叶尖（14）延伸的横向气流的区域内，其中，所述面状元件（17、18）的高度和长度选择成使所述面状元件（17、18）有效地降低所述横向气流。

2. 按权利要求1所述的转子叶片，其特征在于：所述面状元件至少在一个在叶型抽吸侧上在叶型的最大相对厚度的区域与叶型的后缘之间延伸的横向气流的区域内。

3. 按上述权利要求之一所述的转子叶片，其特征在于：所述面状元件的长度在转子叶型的抽吸侧的整个宽度上延伸。

4. 按上述权利要求之一所述的转子叶片，其特征在于：所述面状元件在其纵伸上直线地构成。

5. 按权利要求4所述的转子叶片，其特征在于：所述面状元件的定向与切线走向的偏差不超过 $10^\circ$ ，所述切线贴在具有与元件位置对应的转子叶片半径的圆上。

6. 按权利要求1至3之一所述的转子叶片，其特征在于：所述面状元件设计成使该面状元件在其纵伸的方向上随着半径的旋转曲线延伸，所述半径等于面状元件前端部至转子的旋转轴线的距离。

7. 按上述权利要求之一所述的转子叶片，其特征在于：所述转子叶片在其叶型的抽吸侧上具有多个面状元件。

8. 按权利要求7所述的转子叶片，其特征在于：在转子叶片的抽吸

侧上的面状元件设置在一个从叶根一直延伸至转子叶片的一半长度处的区域内。

9. 按权利要求 7 所述的转子叶片, 其特征在于: 在转子叶片的抽吸侧上的面状元件设置在一个从叶根一直延伸至转子叶片的三分之一长度处的区域内。

10. 按权利要求 8 或 9 所述的转子叶片, 其特征在于: 至少一个面状元件设置在一个从叶根出发在一个过渡区域那边的区域内, 叶根的叶型在所述过渡区域内过渡到一个产生动压头的叶型。

11. 按权利要求 8 至 10 之一所述的转子叶片, 其特征在于: 至少一个面状元件设置在一个从叶根出发在一个过渡区域这边的区域内, 叶根的叶型在所述过渡区域内过渡到一个产生动压头的叶型。

12. 按上述权利要求之一所述的转子叶片, 其特征在于: 所述面状元件至少局部设计成透气的, 例如以格栅的形式或者通过孔。

13. 按上述权利要求之一所述的转子叶片, 其特征在于: 所述面状元件由金属例如优质钢或铝、由塑料、由复合材料例如 GFK 或 CFK 或者由这些材料的组合制成。

14. 按上述权利要求之一所述的面状元件, 其特征在于: 所述面状元件在风力设备的成型的转子叶片上可以基本上沿流动方向定向并且可以从抽吸侧突出地设置, 并且所述面状元件的高度和长度选择成使得所述面状元件能有效地降低从叶根朝外延伸的横向气流。

15. 按权利要求 14 所述的转子叶片, 其特征在于: 所述面状元件的朝向转子叶片的侧面在其安装位置上适配于转子叶型的轮廓曲线。

16. 按权利要求 14 所述的转子叶片, 其特征在于: 所述面状元件是能弹性或塑性变形的, 并且在其安装位置上可以适配于转子叶型的轮廓曲线。

## 用于风力设备的转子叶片

### 技术领域

本发明涉及一种按权利要求 1 的前序部分所述的用于风力设备的转子叶片，包括一个用于优化环流的装置。

### 背景技术

风力设备具有一个带有一个或多个转子叶片的转子。每个转子叶片的叶型具有一个基本上从叶根朝外向叶尖逐渐减小的相对厚度。所述叶型成型为构成一个抽吸侧和一个压力侧，因此在环流时通过运动的空气相对于压力侧在抽吸侧产生一个负压。在压力侧和抽吸侧之间的压力差导致动压头 (Auftrieb)，所述动压头使转子旋转，所述旋转又用于驱动一个产生电流的发电机。

转子的高效率继而风力设备的高收益的前提条件是，在转子叶片的整个区域上垂直于转子叶片轴线的叶型的尽可能不受干扰的环流。

但是在已知的转子叶片中可以观察到，贴近的气流在抽吸侧上分裂并且产生一个驻流区 (Totwassergebiet)，该驻流区降低转子叶片的动压头并且通过提高转子叶片阻力的方式制动转子叶片。驻流区通常称为分离的气流的区域。这两个因素将低了风力设备的收益。

沿流动方向看，通常在叶型的最大相对厚度的那边发生气流分裂 (Strömungsabriß)。通常至少涉及靠近叶根的区域。

一种已知的降低气流分裂和优化环流的装置是涡流发生器 (Vortexgenerator)。这些涡流发生器通常由板材、棒材或型材制成，它们安装在转子叶片的抽吸侧并且局部有限地产生涡流，所述涡流降低了环流的大面积分裂。这样的涡流发生器例如由 WO 0015961 已知。这些已知的涡流发生器的缺点在于，它们仅轻微地改善了风力设备的收益，因为它们本身产生阻力并且另外产生很响的噪声。

### 发明内容

本发明的目的是，实现一种用于风力设备的转子叶片，它具有相对

于现有技术明显改善的环流特性。该目的通过权利要求 1 的特征部分的特征解决。

在下面详细说明确定的该目的的解决方案基于如下认识，即尤其是在叶根的区域内在叶型的抽吸侧上产生干扰的气流，所述气流沿转子叶片的横向方向朝叶尖延伸。基本上出现在分离的气流的区域内的横向气流可以归咎于在不同叶片半径时因不同的入流速度而产生的压力差，并且所述横向气流被特别强烈地在叶根区域引起。除了这些因素之外，在转子叶片上作用的离心力对所述横向气流的产生也有责任。

在转子叶片的叶根区域内存在的、从当前的空气动力学不利的叶型的环流中的分离流被横向气流朝叶尖方向带动，即带动到空气动力学更有效的叶型的区域内。此外，横向气流也干扰贴近在转子叶片上的有效的气流，即所述横向气流产生导致这些气流提前分裂的紊流。

因此按本发明，用于风力设备的转子叶片设有一个用于优化叶型的环流的装置，所述装置包括至少一个基本上沿流动方向定向的、从抽吸侧突出的面状元件，所述面状元件设置在已提及的在叶型抽吸侧从叶根朝外延伸的横向气流的区域内，其中，所述装置的高度和长度选择成使所述装置有效地降低所述横向气流。

由于通过所述面状元件降低横向气流，所以阻止了在转子叶片的抽吸侧上的提前的气流分裂。如此改善的环流使得相应装备的风力设备的收益明显提高，而不必担心工作噪声的增加。

各面状元件的必要高度和长度及其在转子叶片的抽吸侧上的最佳位置当然随着其与转子旋转轴线的距离、叶型厚度、转子宽度、大多数可预期的入流速度等而发生变化。

最佳配置可以最简单地按经验确定，例如人们在转子叶片上在不同半径位置上布置一系列以其一端固定在叶片上的羊毛丝，并且在露天试验中依据羊毛丝的自由端部的定向可见相应的流动特性。通过这种方式可以相对容易地试验按本发明的元件在不同半径位置上对流动特性的影响，并且因此确定按本发明的面状元件的最佳数量和位置及其可能的尺寸设计。

为了确定面状元件的必要高度，羊毛丝必要时还可以布置在不同长度的例如以棒形式的间隔件上，以便确定通过横向气流产生的驻流区的高度并且从而确定需要拦截的横向气流的高度。

通过这种靠近方式（Herangehensweise），可以按经验确定按本发明的各面状元件的最佳高度和长度和/或其在给定转子叶片上的最佳位置。在相应的系列试验中，因此对于任意转子叶片类型均可找到按本发明的各面状元件的最佳尺寸和位置。

从飞机制造中早就已知一些设置在支承面的抽吸侧上的、阻止横向气流的面状元件。这些元件尤其应用在其支承面布置成箭头形的飞机中。在此提出的问题是，由于倾斜布置在支承面前缘上而产生一个使环流支承面的空气朝支承面尖端方向偏转的压力梯度。未分离的横向气流又干扰支承面的环流并且因此降低动压头，因为沿着机翼的气流不再流动到其上方。为了降低横向气流，因此在这样的支承面上使用一些垂直设置的称之为边界层围栏的障碍。

所述边界层围栏与此处按本发明提出的用于风力设备转子叶片的元件有明显的特征区别。因为在箭头形支承面上主要在支承面前缘的区域内引起所述未分离的横向气流，所以边界层围栏正好设置在该区域内。它们经常甚至在支承面前缘周围一直延伸到支承面的压力侧上。

按本发明的用于风力设备转子叶片的面状元件相反降低因其它现象引起的已经分离的横向气流，所述横向气流主要在转子叶片的最大叶型厚度的区域内产生并且在最大叶型厚度的下游区域内引起气流分裂。对于这些元件，仅布置在转子叶片前缘区域内没有意义。

在本发明的一种优选的结构中规定，面状元件至少在一个在叶型抽吸侧上在叶型的最大相对厚度的区域与叶型的后缘之间延伸的横向气流的区域内。所述横向气流涉及上述的、由于在转子叶片的抽吸侧上的在靠近叶根的区域与靠近叶尖的区域之间的入流速度差和由此造成的压力梯度以及转子叶片上的离心力而产生的气流。

在本发明的一种特别优选的结构中，所述面状元件在转子叶型的抽吸侧的整个宽度上延伸。因此确保，即使没有认识到在转子叶片的抽吸

侧上的横向气流的精确走向，也可以阻止横向气流跨越到具有正常气流的区域上。

在本发明的另一优选的结构中，面状元件设计成使其在其纵伸上沿直线方向延伸。因此通过面状元件出现的阻力保持较小并且使噪声的发展最小。在一种特别优选的结构中，面状元件的定向这样进行，使得所述定向与切线走向的偏差不超过 $10^\circ$ ，所述切线贴在具有与元件位置对应的转子叶片半径的圆上。

在另一优选的结构中，面状元件设计成使其在其纵伸的方向上随着半径的旋转曲线延伸，所述半径等于面状元件前端部至转子的旋转轴线的距离。所述结构还使得通过面状元件出现的阻力保持较小和使噪声发展最小成为可能。

在本发明另一优选的结构中规定，转子叶片在其叶型的抽吸侧上具有多个面状元件。这当在一个按本发明的第一元件之后又产生一个相关的横向气流时是有意义的。所述多个面状元件在转子叶片上的最佳定位和尺寸设计可以如上所述地进行。

在本发明的另一优选的结构中，在转子叶片的抽吸侧上的面状元件设置在一个从叶根一直延伸至转子叶片的一半长度处的区域内。在此特别优选从叶根一直延伸至转子叶片的三分之一长度处的区域。

其中在一种特别优选的结构中，至少一个面状元件设置在一个从叶根出发在一个过渡区域那边的区域内，叶根的叶型在所述过渡区域内过渡到一个产生动压头的叶型。一个如此设置的元件例如适用于抑制一个已经产生的、从叶根区域中带过来的横向气流，并且因此避免干扰在该区域内贴近的层流。

在另一种优选的结构中规定，至少一个面状元件设置在一个从叶根出发在过渡区域这边的区域内，叶根的叶型在所述过渡区域内过渡到一个产生动压头的叶型。由于在转子叶片上的特殊关系，干扰的横向气流的主要部分在靠近叶根的区域产生，因为此处转子叶片由于较大的叶型厚度通常不具有利于流动的叶型。在该区域内设置一个按本发明的元件因此特别有效地阻止横向气流的产生，与前述元件不同，前述元件设

置成使得它们阻止已经产生的横向气流传播到转子叶片的带来功率的区域内。

在本发明的另一优选的结构中规定，面状元件至少局部设计成透气的，例如以格栅的形式或者通过设置在元件内的孔。一个具有这种结构的面状元件可以在合适的尺寸设计时比不中断的面状元件可能更好地降低出现的横向气流。另外通过这种结构也可以降低面状元件的重量。

在本发明的另一优选的结构中规定，面状元件由金属例如优质钢或铝、由塑料、由复合材料例如 GFK 或 CFK 或者由这些材料的组合制成。这种结构方式保证，所述元件不仅耐受大气条件，而且耐受使用条件下的机械负荷。当然可以使用满足耐气候性要求和稳定性的其它等效材料。

本发明不仅涉及转子叶片，也涉及面状元件，所述面状元件在风力设备的成型的转子叶片上可以基本上沿流动方向定向并且可以从抽吸侧突出地设置，并且所述面状元件的高度和长度选择成使得它们有效地降低从叶根朝外延伸的横向气流。这样的元件可以用于改装已经竖立的风力设备。

其中在一种优选的结构中规定，所述面状元件在其安装位置上构造成紧密连接至转子叶型的轮廓曲线。但是所述元件也可以是能弹性或塑性变形的，使得它仅在装配时才能在其安装位置上适配于转子叶型的轮廓曲线。

### 附图说明

在附图中示例和示意地在一种优选的实施方式中描述本发明。其中：

图 1 按本发明的风力设备的转子叶片的抽吸侧的俯视图，

图 2a 按图 1 的线 A-A 的剖视图，

图 2b 在另一结构中按图 1 的线 A-A 的剖视图。

### 具体实施方式

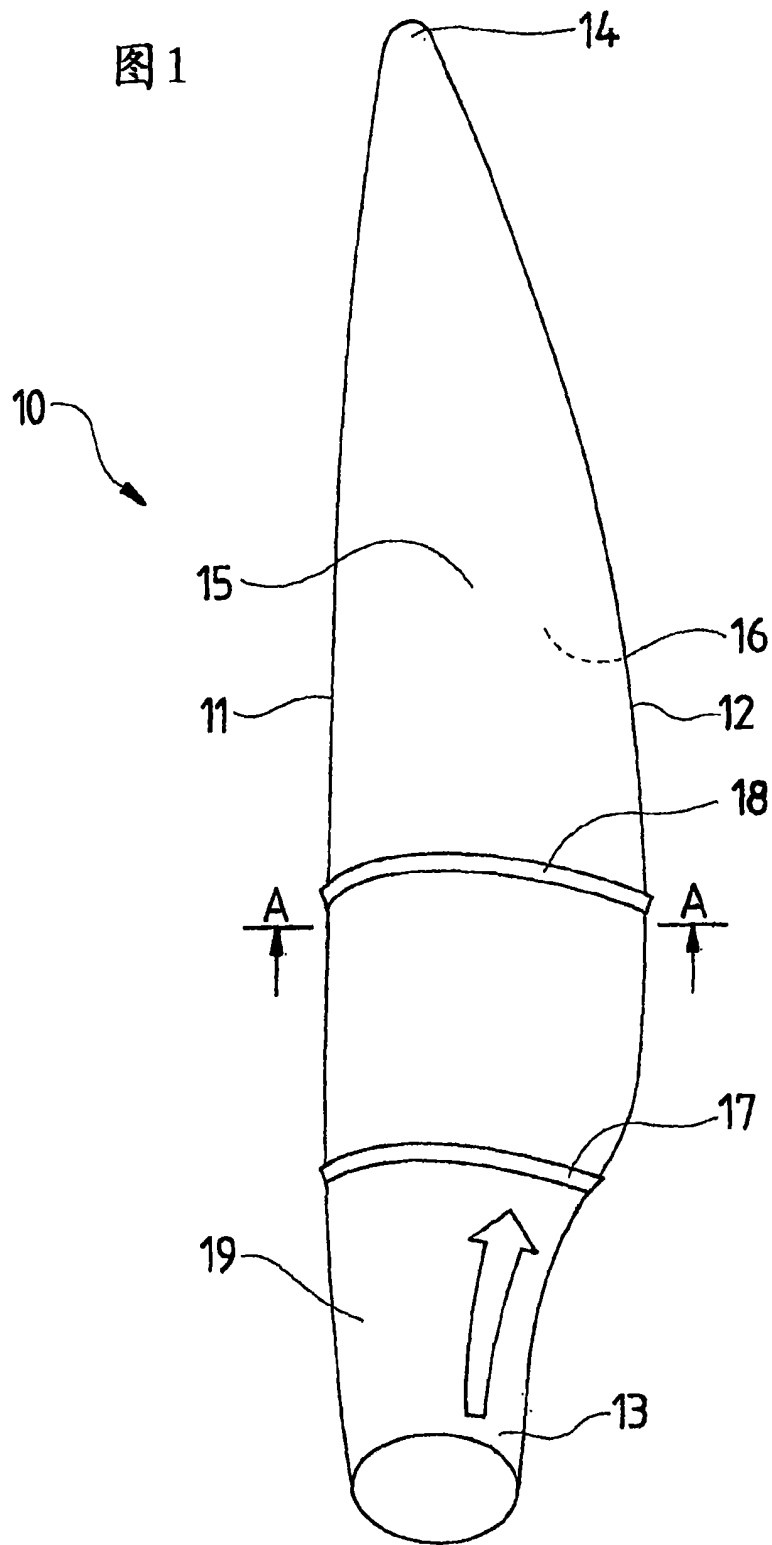
图 1 示出一个转子叶片 10，包括一个前缘 11、一个后缘 12、一个叶根 13、一个叶尖 14、一个抽吸侧 15 和一个压力侧 16。转子叶片在其走向上具有一个从叶根 13 朝外向叶尖 14 逐渐减小的相对厚度。前缘 11 指向转子叶片的旋转方向。在抽吸侧 15 上安装沿流动方向设置的面状元件



17 和 18，它们抑制在抽吸侧 15 上的横向气流并且因此阻止提前的气流分裂。一个过渡区域 19 的特点在于，叶根 13 的圆柱形叶型在此过渡到一个产生动压头的液滴形叶型。横向气流通过一个箭头表示。

图 2a 示出转子叶片的按图 1 的线 A - A 的剖视图，包括一个前缘 21、一个后缘 22、一个抽吸侧 25 和一个压力侧 26。在抽吸侧 25 上设置面状元件 27，它从前缘 21 一直延伸到后缘 22 并且从而在叶片的整个宽度上延伸以及抑制在抽吸侧 25 上的横向气流。

图 2b 示出转子叶片在另一结构中按图 1 的线 A - A 的另一剖视图，包括一个前缘 21、一个后缘 22、一个抽吸侧 25 和一个压力侧 26。在抽吸侧 25 上设置面状元件 28，它从前缘 21 一直延伸到后缘 22 并且具有倒圆的边缘。面状元件 28 具有一些孔 29，它们在合适的尺寸设计时有助于有效地抑制在抽吸侧 25 上的横向气流。



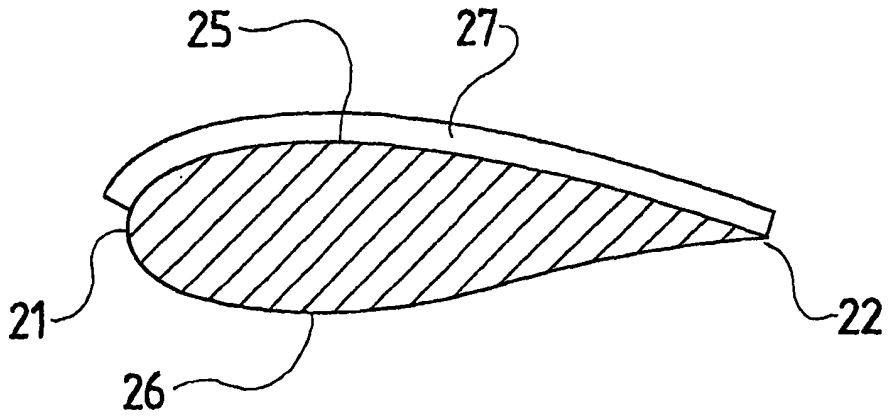


图 2a

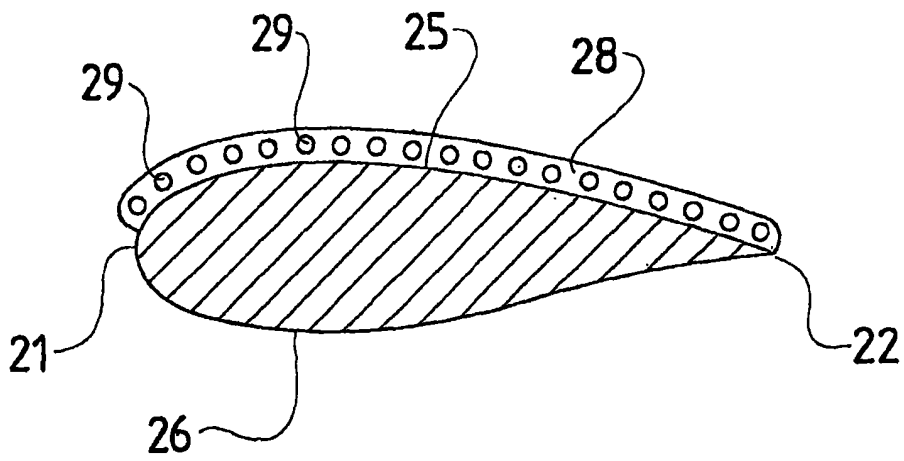


图 2b