



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101482091 B

(45) 授权公告日 2013.01.02

(21) 申请号 200910001400.3

审查员 王舒妍

(22) 申请日 2009.01.12

(30) 优先权数据

61/020,455 2008.01.11 US

(73) 专利权人 西门子子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 H·斯蒂斯达尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 温大鹏

(51) Int. Cl.

F03D 1/06 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2007045244 A1, 2007.04.26, 全文.

US 2007297896 A1, 2007.12.27, 全文.

WO 2007115861 A1, 2007.10.18, 全文.

US 2004013512 A1, 2004.01.22, 全文.

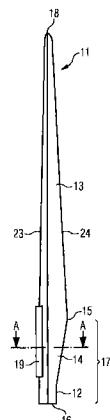
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

转子叶片

(57) 摘要

本发明涉及一种转子叶片，转子叶片(11)具有叶片表面，叶片具有圆柱形根部部分(12)、翼面部分(13)以及将根部部分(12)和翼面部分(13)连接在一起的过渡部分(14)，其中叶片包括在过渡部分(14)到翼面部分(13)之间的边界处的台肩(15)，其特征在于：叶片(11)包括元件(19)，元件(19)基本上配置在圆柱形根部部分(12)和/或过渡部分(14)处，并且在元件(19)和叶片(11)的表面之间形成细槽(20)。



1. 一种具有叶片表面的转子叶片 (11), 叶片具有圆柱形根部部分 (12)、翼面部分 (13) 以及将根部部分 (12) 和翼面部分 (13) 连接在一起的过渡部分 (14), 其中叶片包括在过渡部分 (14) 到翼面部分 (13) 之间的边界处的台肩 (15),

其特征在于：

叶片 (11) 包括元件 (19), 元件 (19) 基本上配置在圆柱形根部部分 (12) 和 / 或过渡部分 (14) 处, 并且在元件 (19) 和叶片 (11) 的表面之间形成细槽 (20)。

2. 如权利要求 1 所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 还延伸到翼面部分 (13)。

3. 如权利要求 1 所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在平面视图中具有矩形或梯形形状。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在平面视图中具有非矩形或非梯形形状, 而元件 (19) 的导前边缘 (21) 和拖尾边缘 (22) 相互不平行对准。

5. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 相对于叶片 (11) 的导前边缘 (23) 配置, 使得叶片 (11) 的导前边缘 (23) 平行对准元件 (19) 的导前边缘 (21)。

6. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 相对于叶片 (11) 的导前边缘 (23) 配置, 使得叶片 (11) 的导前边缘 (23) 以不平行的方式对准元件 (19) 的导前边缘 (21)。

7. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 相对于叶片 (11) 的导前边缘 (23) 配置, 使得叶片 (11) 的导前边缘 (23) 平行对准元件 (19) 的拖尾边缘 (22)。

8. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 相对于叶片 (11) 的导前边缘 (23) 配置, 使得叶片 (11) 的导前边缘 (23) 以不平行的方式对准元件 (19) 的拖尾边缘 (22)。

9. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在截面中的形状是平的。

10. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在截面中的形状是弯曲的。

11. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在截面中的形状是弧形弯曲的。

12. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 通过紧固装置紧固在叶片 (11) 的表面上, 以确保元件 (19) 和叶片 (11) 表面之间形成细槽 (20)。

13. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 在叶片 (11) 的导前边缘 (23) 和 / 或拖尾边缘 (24) 之上至少部分伸出。

14. 如权利要求 1-3 任一项所述的转子叶片, 其特征在于, 元件 (19) 的导前边缘配置在叶片 (11) 的导前边缘 (23) 的前部, 并且从叶片根部朝着叶片尖端观看, 元件 (19) 顺时针弯曲, 使得元件的导前边缘 (21) 和拖尾边缘 (22) 之间的角度在 30° 和 75° 之间。

## 转子叶片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种转子叶片，特别是如权利要求 1 所述的风力涡轮机的转子叶片。

### 背景技术

[0002] 风力涡轮机的转子叶片是公知的。公知的风力涡轮机转子叶片在 EP1845258A1 中披露，包括圆柱形根部部分、翼面部分和根部部分和翼面部分之间的过渡部分，其中作为过渡部分和翼面部分之间的边界线的台肩终止于转子叶片的尖端。

[0003] 台肩和尖端之间的转子叶片的翼面部分的几何形状具有变化的弦长，其中相当线性、凹入或凸出的弦长分布。线性弦长分布容易制造，但是在总体年能量生产率具有缺陷。翼面部分的凸出弦长分布基本上相对于结构规格进行优化，并且具有高机械应力抗力和耐用性。转子叶片的凹入弦长分布通常相对于年能量生产进行优化。因此，转子叶片的所选弦长分布通常是在能量生产率和转子叶片的耐用性或成本之间的折衷。

[0004] 现有技术文件 WO2007/045244A1 披露一种转子叶片，具有根部部分和弦或翼面部分以及根部部分和翼面部分之间的过渡部分。根部部分分成两个分段，并且空气间隙形成在根部部分的两个分段之间。这减小了机械强度，并且由于根部部分难以制造，增加了制造成本。

[0005] 现有技术文件 EP1295032A1 披露一种风力涡轮机的转子叶片，包括用作涡流发电机的凸脊或构件。

[0006] 不过转子叶片的内侧部分和圆柱形根部部分不有助于年能量生产，并且因此此部分对于转子叶片的能量生产性能不太重要。

[0007] 另一方面，包括叶片根部部分的内侧部分对于转子叶片的结构整体性以及将转子叶片紧固在风力涡轮机转子处是必须的。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的在于增加特别是风力涡轮机转子叶片的转子叶片的年能量生产，而不降低转子叶片的结构整体性。

[0009] 本发明的目的将通过按照权利要求 1 的特征的转子叶片来解决。本发明的转子叶片包括叶片的表面，并且具有圆柱形根部部分、翼面部分和圆柱形根部部分和翼面部分之间的过渡部分。转子叶片还包括过渡部分和翼面部分边界处的台肩以及一种元件，该元件基本上配置在圆柱形根部部分和 / 或过渡部分处，并且在该元件和叶片表面之间形成细槽。换言之，细槽通过将二次空气动力型面安装在离开主叶片一个距离、最好是小距离处来形成。

[0010] 通过将永久连接的细槽安装在叶片的内侧部分上并且可以在台肩半径外侧某个距离处，可以增加内侧部分的提升系数。这将造成内侧部分更加显著地有助于能量生产。

[0011] 按照本发明，有利的是该元件还延伸到翼面部分。这可以甚至进一步增加对于本发明的至少某些实施例的能量生产率的影响。

[0012] 另外,有利的是该元件在平面视图中具有几乎矩形的形状。这意味着该元件可以是弯曲的,或者其截面具有平面形状,但是在平面视图是或多或少的矩形形状。

[0013] 按照另一实施例,有利的是该元件在平面视图中具有非矩形形状,而该元件的导前边缘和拖尾边缘不平行配置或相互对准。这可例如造成元件的翼形形状。特别是,与相对端相比,该元件在根部部分的根部端处具有较大的弦长。

[0014] 按照本发明的另一实施例,该元件相对于叶片的导前边缘配置,使得叶片的导前边缘平行对准元件的导前边缘。

[0015] 按照本发明的另一实施例,该元件相对于叶片的导前边缘配置,使得叶片的导前边缘不平行对准元件的导前边缘。

[0016] 按照本发明的另一实施例,该元件相对于叶片的导前边缘配置,使得叶片的导前边缘平行对准元件的拖尾边缘。

[0017] 按照本发明的另一实施例,该元件相对于叶片的导前边缘配置,使得叶片的导前边缘不平行地对准元件的拖尾边缘。

[0018] 另外,有利的是元件在截面中的形状是平的。这意味着元件是类似于板的平面元件。

[0019] 另外,有利的是元件在截面视图中的形状是弯曲的。这形成一种基本上跟随至少转子叶片的根部表面或转子叶片的过渡部分的形状,或者该形状可偏离叶片形状,使得元件和叶片表面之间的细槽得以变化。

[0020] 另外,有利的是元件通过紧固装置紧固在叶片表面上,以确保元件和叶片表面之间形成细槽,并确保细槽的宽度。

[0021] 另外,在任何所述的情况下,在风向上从逆风侧观看位于其操作位置上的叶片时,元件可至少部分在导前边缘和 / 或拖尾边缘之上伸出。

[0022] 此外,本发明的转子叶片可设计成使得元件的导前边缘配置在叶片的导前边缘的前部,并且从叶片根部部分朝着叶片尖端观看时,元件顺时针弯曲,使得元件的导前边缘和拖尾边缘之间的角度在  $30^{\circ}$  和  $75^{\circ}$  之间,特别是在  $40^{\circ}$  和  $50^{\circ}$  之间。

[0023] 其它有利的特征在附图和 / 或权利要求的描述中说明。

## 附图说明

[0024] 参考附图,从本发明的示例性实施例的以下描述中将明白本发明的所述和其它特征和优点,附图中:

[0025] 图 1 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的转子叶片的示意图;

[0026] 图 2 表示从边缘看到的叶片上的平面视图的转子叶片的示意图;

[0027] 图 3 表示从正风侧看到的叶片上的平面视图的转子叶片的示意图;

[0028] 图 4 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图;

[0029] 图 5 表示本发明转子叶片的截面 A-A 的示意图;

[0030] 图 6 表示从边缘看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图;

[0031] 图 7 表示从正风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图;

[0032] 图 8 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图;

[0033] 图 9 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图;

[0034] 图 10 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图；以及

[0035] 图 11 表示从背风侧看到的叶片上的平面视图的本发明转子叶片的示意图。

[0036] 具体实施方式

[0037] 图 1 示意表示从现有技术公知并从背风侧看到的平面视图的转子叶片。转子叶片 1 包括圆柱形根部部分 2、翼面部分 3 和将根部部分 2 和翼面部分 3 连接在一起的过渡部分 4。叶片 1 包括过渡部分 4 到翼面部分 3 之间的边界处的台肩 5。叶片通常在根部 6 处紧固在附图未示出的风力涡轮机的轮毂上。根部 6 和台肩 5 之间的叶片 1 的部分称为叶片 1 的内侧部分 7。如图 1a 所示，叶片 1 在台肩 5 的高度处具有最大弦长，这是由于弦长将分别从台肩 5 减小到尖端 8 并从尖端减小到根部 6。

[0038] 图 2 表示从转子叶片的导前边缘看到的图 1 转子叶片的示意图。可以看出叶片 1 的宽度 d 在根部部分 2 处几乎恒定，并且该宽度从根部部分 2 到尖端 8 连续减小。

[0039] 图 3 示意表示来自于正风侧的平面视图的图 1 转子叶片 1。可以看出，由于根部部分 2、内侧部分 7 以及翼面部分 3 相同，与图 1 没有显著差别。

[0040] 图 4 示意表示从叶片 11 的背风侧看到的平面视图的本发明转子叶片。转子叶片 11 包括圆柱形根部部分 12、翼面部分 13 以及将根部部分 12 和翼面部分 13 连接在一起的过渡部分 14。另外，叶片 11 包括在过渡部分 14 到翼面部分 13 之间的边界处的台肩 15。叶片 11 可在根部 16 处固定在风力涡轮机的转子或轮毂上。根部部分 16 和台肩 15 之间的叶片的部分称为叶片 11 的内侧部分 17。叶片 11 在台肩 15 的位置处具有最大弦长，这是由于弦长将分别从台肩 15 减小到尖端 18 并从尖端减小到根部 16。

[0041] 另外，叶片 11 包括另外的元件 19，在元件 19 和叶片 11 的表面之间形成细槽 20。细槽 20 通过将元件 19 离开叶片 11 的表面预定距离处紧固来形成。最好是，元件 19 包括或包含至少一个紧固元件，可以将元件 19 紧固在叶片 11 的表面上，同时在元件 19 和叶片 11 的表面之间形成预定细槽 20。

[0042] 从图 5 可以看到，元件 19 基本上具有叶片 11 表面的形状，但是它离开该表面配置在预定距离处，以便在元件 19 和叶片 11 的表面之间形成细槽 20。因此，元件 19 具有跟随叶片的弧形形状的弧形形状。元件 19 的配置使得元件 19 的一个边缘配置在叶片的边缘的高度处，并且元件 19 顺时针弯曲，使得元件的两个边缘之间的角度几乎是 45°。按照本发明的另一实施例，元件的两个边缘之间的角度可以变化。因此，30° 和 75° 范围内的角度是优选的。元件 19 的导前边缘 21 在叶片 11 的导前边缘 21 的高度处，而元件 19 的拖尾边缘 22 平行于叶片的导前边缘，但是不平行于叶片 11 的拖尾边缘 24。

[0043] 从图 4、6 和 7 可以看出，元件的长度几乎等于过渡部分的长度或内侧部分的长度。元件 19 的下端靠近过渡部分的开始处定位，并且上端在翼面部分 13 内或多或少靠近台肩 15 定位。

[0044] 图 6 和 7 表示来自于不同方面的细槽形成元件 19 的配置。

[0045] 图 8-11 表示细槽形成元件的不同实施例及其相对于叶片 11 和叶片 11 的边缘的配置。图 8 表示元件 30 的配置，元件 30 具有几乎等于过渡部分 31 的长度的长度，并且元件 30 对准叶片 11 的导前边缘 32。这意味着元件 30 的导前边缘和拖尾边缘平行对准叶片 11 的导前边缘 32。

[0046] 图 9 表示元件 33 的另一配置，元件 33 具有在叶片 11 的长度方向上延伸的延长长

度，并且元件 33 的长度大于过渡部分 34 的长度，同时元件 33 对准叶片 11 的导前边缘 35。

[0047] 图 10 表示元件 36 的另一配置，元件 36 具有与图 8 所示的元件 30 几乎相同的长度，但是元件 36 对准叶片 1 的导前边缘 37。图 8-10 所示的元件在平面视图中具有矩形或梯形的形状。

[0048] 图 11 表示在平面视图中偏离矩形或梯形形状的元件 38，这是由于两个边缘（导前边缘 39 和拖尾边缘 40）不相互平行对准。因此，元件 38 类似于翼形。另外，元件 38 的导前边缘 39 和拖尾边缘 40 之间的角度是与叶片 11 的过渡部分 41 和元件 38 的导前边缘 39 之间表示的角度不相同的角度。换言之，元件 38 的拖尾边缘 40 和过渡部分 41 的拖尾边缘 42 之间的角度大于 90°。

[0049] 图 4-11 的所有实施例表示按照叶片表面形状在截面中是平或弯曲的元件，但是定位在离开叶片表面一定距离处。因此，预定细槽在元件和叶片表面之间形成。

[0050] 按照本发明的另一实施例，元件的弯曲形状从叶片表面的弯曲形状变化，使得细槽将改变距离和 / 或宽度。该元件的一个非常简单的实施例具有类似于板的平形状，并且在平面视图中具有矩形、梯形或非矩形形状。

[0051] 因此，元件和叶片表面之间细槽的截面宽度可以是空气动力形状，或者它可以简单地沿着元件的拱形表面具有几乎一致的宽度。按照另一实施例，该宽度变化，这是由于该元件例如只是平板，并且叶片的表面变化。

[0052] 按照本发明细槽的形成的另一有利的方面，在叶片制造过程中，元件或多个元件可以已经安装在叶片上，或者它可随后添加，例如在叶片安装之前添加。

[0053] 按照本发明的另一实施例，元件定位在叶片根部的区域内，并且可延伸到叶片台肩或者有点进一步向外，并且在台肩内侧一定距离处。

[0054] 元件的紧固可使得元件例如在元件的根部端和 / 或在元件的另一端处连接在叶片表面上。按照本发明的另一实施例，元件可包括一个或两个紧固装置，以便将元件在叶片表面处紧固。

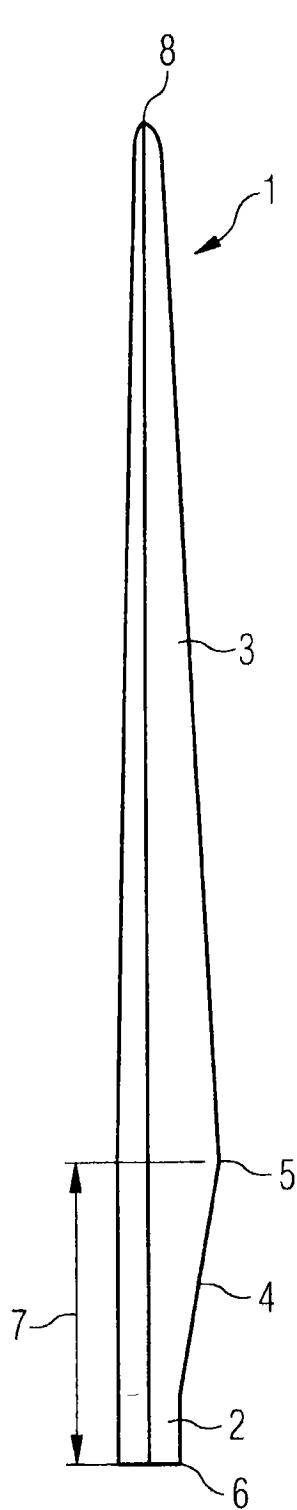


图 1

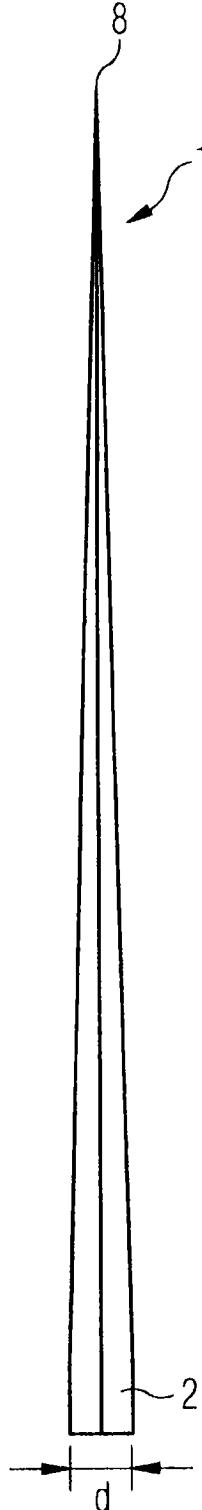


图 2

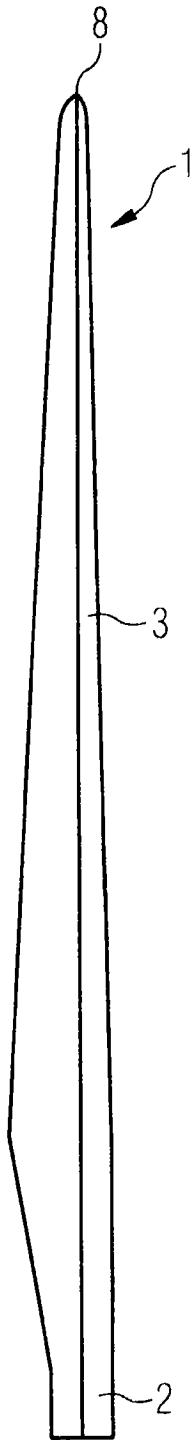


图 3

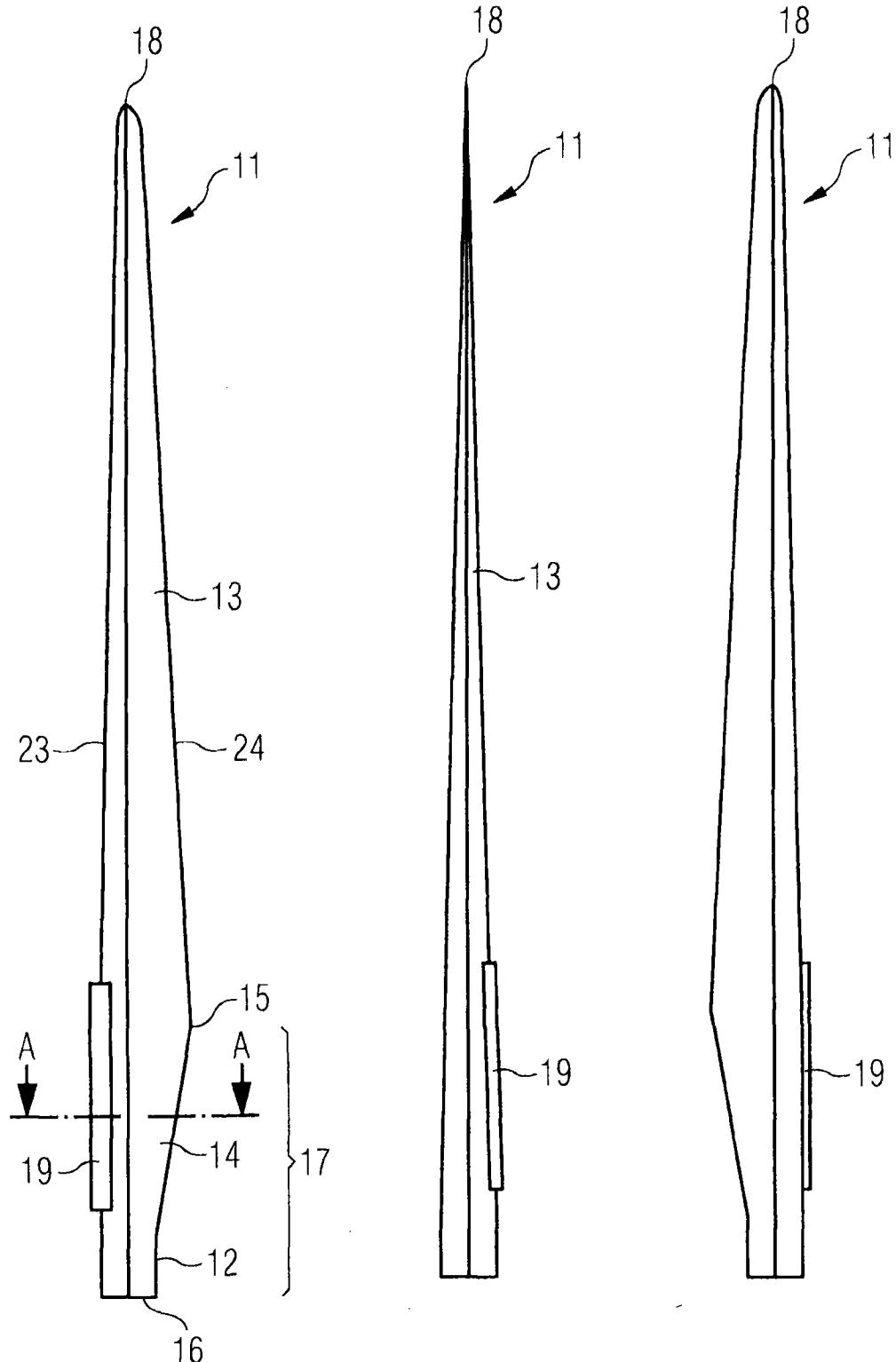


图 4

图 6

图 7

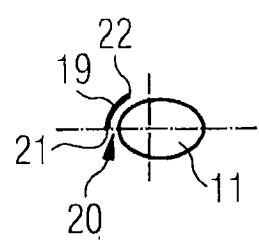


图 5

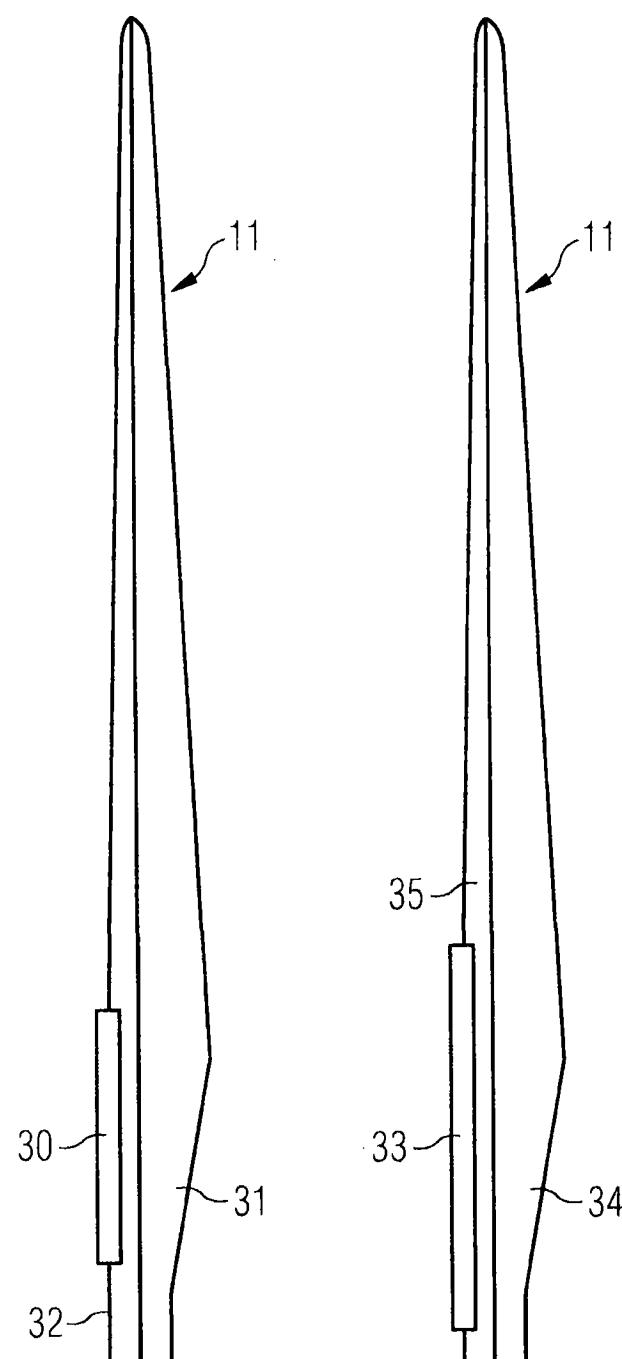


图 8

图 9

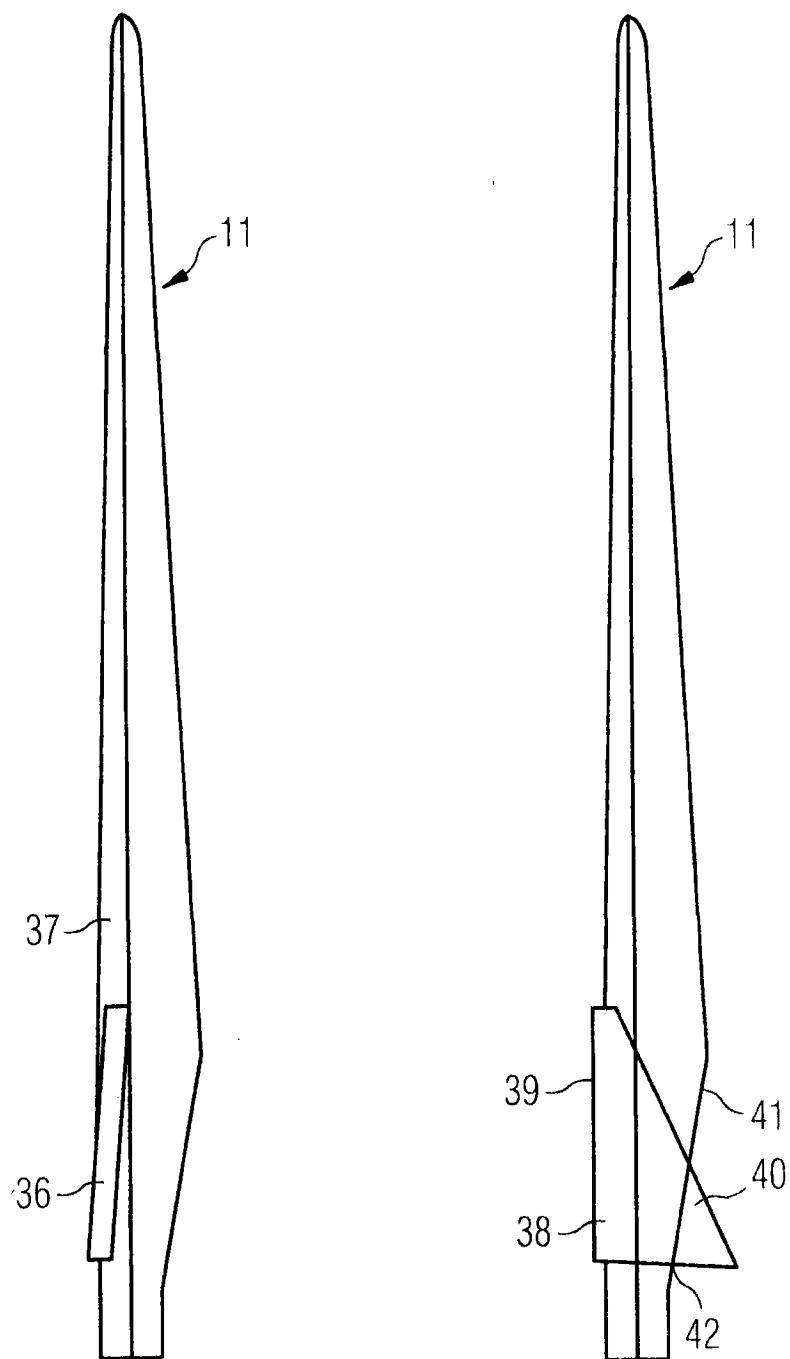


图 10

图 11