

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102748204 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201210115691. 0

(22) 申请日 2012. 04. 19

(30) 优先权数据

11162978. 8 2011. 04. 19 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 P. B. 埃内沃尔德森

J. J. O. 克里斯滕森 C. 特鲁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 薛峰

(51) Int. Cl.

F03D 1/06 (2006. 01)

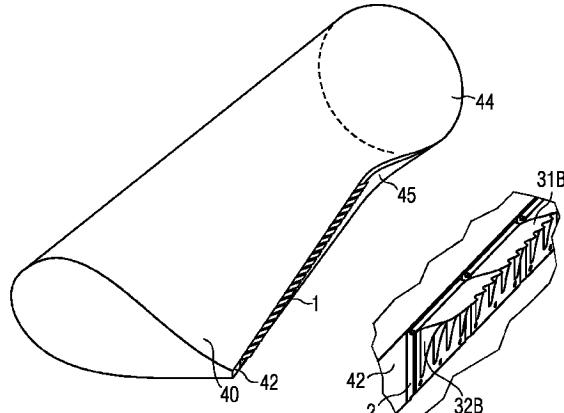
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 10 页

(54) 发明名称

用于风力涡轮机叶片的扰流器

(57) 摘要

本发明涉及用于风力涡轮机叶片的扰流器。本发明的用于风力涡轮机转子叶片的扰流器包括：基座构件，其包括用于安装到转子叶片表面上的安装面；和可拆卸地连接到基座构件上的空气动力构件。本发明的风力涡轮机包括附接到轮毂的多个转子叶片，其中，至少一个转子叶片包括这种安装在转子叶片表面条上的扰流器，表面条包括沿转子叶片吸力侧的长度和 / 或沿转子叶片尾缘的长度。本发明的构造风力涡轮机的方法包括步骤：制造转子叶片；将本发明扰流器的基座构件安装到转子叶片上；将转子叶片连接到风力涡轮机的轮毂；将扰流器的空气动力构件连接到基座构件上；其中，至少将基座构件安装到转子上的步骤是在将转子叶片连接到轮毂的步骤之前执行的。



1. 一种用于风力涡轮机(5)的转子叶片(4)的扰流器(1),所述扰流器(1)包括:
基座构件(2),所述基座构件(2)包括用于安装到所述转子叶片(4)的表面上的安装面(20A、20B、20C);以及
空气动力构件(3),用于可拆卸地连接到所述基座构件(2)上。
2. 根据权利要求1所述的扰流器,其中,所述安装面(20A、20B、20C)被布置为朝向所述转子叶片(4)的吸力侧(40)上的表面和/或朝向所述转子叶片(4)的尾缘(42)上的表面。
3. 根据权利要求2所述的扰流器,其中,所述基座构件(2)的所述安装面(20A、20B、20C)包括凹形表面(20A)和/或平坦表面(20B)和/或凸形表面(20C)。
4. 根据前述权利要求之一所述的扰流器,其中,所述基座构件(2)包括用于容纳紧固件(6)的至少一个通孔(21),该紧固件(6)用于将所述基座构件(2)安装到所述转子叶片(4)上。
5. 根据前述权利要求之一所述的扰流器,其中,所述空气动力构件(3)包括用于与基座构件(2)连接的连接元件(3),以及当所述空气动力构件(3)与所述基座构件(2)连接时被布置为从所述转子叶片(4)向外突起的波形元件(31A、31B)。
6. 根据前述权利要求之一所述的扰流器,包括在基座构件(2)和空气动力构件(3)的连接元件(30)之间的卡扣配合连接件(22)和/或凸舌-凹槽连接件(23)。
7. 根据权利要求6所述的扰流器,其中,所述空气动力构件(3)包括增强元件(32A、32B),所述增强元件(32A、32B)被布置在所述连接元件(30)和所述波形元件(31A、31B)之间。
8. 根据权利要求6或7所述的扰流器,其中,所述空气动力构件(3)包括刚性的波形元件(31A、31B)。
9. 根据前述权利要求之一所述的扰流器,其中,所述空气动力构件(3)包括闭合主体。
10. 根据前述权利要求之一所述的扰流器,包括多个基座构件(2)和/或多个空气动力构件(3)。
11. 一种风力涡轮机(5),包括附接到轮毂(7)的多个转子叶片(4),其中,至少一个转子叶片(4)包括根据权利要求1至10之一所述的扰流器(1),所述扰流器被安装在所述转子叶片(4)的表面条上,所述表面条包括沿所述转子叶片(4)的吸力侧(40)的长度和/或沿所述转子叶片(4)的尾缘(42)的长度。
12. 根据权利要求10所述的风力涡轮机,其中,所述表面条开始于所述转子叶片(4)的肩部区域(45)并在叶片梢端(46)的方向上延伸。
13. 根据权利要求10或11所述的风力涡轮机,包括:在所述扰流器(1)的基座构件(2)的安装面(20A、20B、20C)和所述表面条之间的粘合层,所述粘合层用于与所述表面条粘合连接;和/或穿过基座构件(2)插入所述转子叶片(4)的多个紧固件(6),所述紧固件(6)用于与所述转子叶片(4)螺纹连接和/或铆接。
14. 一种构造风力涡轮机(5)的方法,所述方法包括步骤:
制造转子叶片(4);
将根据权利要求1至10之一所述的扰流器(1)的基座构件(2)安装到所述转子叶片(4)上;

将所述转子叶片(4)连接到所述风力涡轮机(5)的轮毂(7)；
将所述扰流器(1)的空气动力构件(3)连接到所述基座构件(2)上；
其中，至少将所述基座构件(2)安装到所述转子叶片(4)上的步骤是在将所述转子叶片(4)连接到所述轮毂(7)的步骤之前执行的。

15. 根据权利要求 14 所述的方法，包括步骤：

从安装在转子叶片(4)上的扰流器(1)的基座构件(2)拆下空气动力构件(3)，其中所述转子叶片(4)连接到所述风力涡轮机(5)的轮毂(7)；以及

将替换的空气动力构件(3)连接到所述基座构件(2)上，以改变所述转子叶片(4)的空气动力特性。

用于风力涡轮机叶片的扰流器

技术领域

[0001] 本发明描述了一种用于风力涡轮机转子叶片的扰流器、风力涡轮机以及构造风力涡轮机的方法。

背景技术

[0002] 通过对转子叶片的型面进行修改，可以改变风力涡轮机转子叶片的空气动力特性。这种空气动力改变可以包括对转子叶片一侧的某种“延伸”，例如，从叶片吸力侧（即叶片的背风侧）延伸的扰流器。这可以用于降低在转子叶片在移走叶片在其中运动的空气时产生的涡流量，和 / 或降低转子叶片所产生的噪声量。然而，在制造过程中对转子叶片的这种改进不易进行，这是由于转子叶片通常在真空抽吸过程中由玻璃纤维复合材料制成，这使得它自身不适于形成转子叶片表面的薄平面延伸。因此，对一些现有技术方法进行了改进，其中，是在形成转子叶片后将一个或多个扰流器安装到该转子叶片上。然而，增加这种相对薄因而易破的部件使得运输转子叶片和将转子叶片安装到轮毂上更加困难，因此也更加昂贵。既有的替代方案是在转子叶片已安装到轮毂上之后将扰流器附接到转子叶片上。然而，一旦转子叶片在轮毂上就位，随时间流逝而需要进行的扰流器改进或维修昂贵且耗时，因为必须先从转子叶片卸下扰流器，然后必须安装新的或替换的扰流器。

发明内容

[0003] 因此，本发明的一个目的是要提供一种能够克服上述问题的扰流器。

[0004] 本发明的目的通过权利要求 1 所述的扰流器、权利要求 11 所述的风力涡轮机和权利要求 14 所述的构造风力涡轮机的方法来实现。

[0005] 根据本发明，用于风力涡轮机转子叶片的扰流器包括：基座构件，所述基座构件包括用于安装到转子叶片表面上的安装面；以及用于可拆卸地连接到所述基座构件上的空气动力构件。

[0006] 根据本发明的风力涡轮机转子叶片扰流器的优点在于，空气动力构件可以容易地与基座构件连接并且可以同样容易地从基座构件拆下，例如用另一空气动力构件将其更换。此外，由于扰流器实质上包括两个独立部件，即基座构件和空气动力构件，因此可以使设计更加灵活，因为各种不同形状的空气动力构件可以附接到一个或多个“通用”基座构件，反之亦然。以此方式，任何时候，甚至当转子叶片已在风力涡轮机轮毂上就位时，也可修改或调整转子叶片的空气动力特性。

[0007] 根据本发明，具有附接到轮毂的多个转子叶片的风力涡轮机具有至少一个包括这种扰流器的转子叶片，所述扰流器安装在转子叶片的表面条（带、长度、边沿）上，所述表面条包括沿转子叶片吸力侧的长度和 / 或沿转子叶片尾缘的长度。

[0008] 根据本发明的风力涡轮机的优点在于，可以在构造完风力涡轮机之后的任何时候改变它的空气动力特性，因为从基座构件替换、增加或移除一个或多个空气动力构件简单且不复杂。

[0009] 根据本发明，构造风力涡轮机的方法包括步骤：制造转子叶片；将根据本发明的扰流器的基座构件安装到所述转子叶片上；将所述转子叶片连接到所述风力涡轮机的轮毂；将所述扰流器的空气动力构件连接到所述基座构件上；其中，至少所述将基座构件安装到转子上的步骤是在将所述将转子叶片连接到所述轮毂的步骤之前执行的。

[0010] 此方法的优点在于，基座构件可以安装到转子叶片上，从而为空气动力构件做好准备，但是，由于基座构件能够相对平坦且坚固，因此这些在将转子叶片安装到轮毂的步骤中将不需要任何特别的处理或照管，从而构造过程的这个部分不会减缓。然后，一旦转子叶片就位，就可以容易地执行附接空气动力构件的步骤，也可容易地执行增加、替换或移除空气动力构件的后续步骤。

[0011] 本发明的特别有利的实施例和特征由从属权利要求给出，这将在下文的描述揭露。在一种权利要求类型的上下文中描述的特征可以同样地应用于另一种权利要求类型。可以适当地结合不同权利要求类型的特征，以获得进一步的实施例。

[0012] 为了实现有利地减小噪声或有利地提高转子叶片的空气动力特性（由此也提高风力涡轮机的效率），应该将扰流器安装到转子叶片上，从而扰流器可以有效减小阻力、减小移动的空气团中的涡流等。因此，在本发明的特别优选实施例中，将基座构件的安装面布置为朝向转子叶片的吸力侧和/或朝向转子叶片的尾缘表面，从而可以将空气动力构件（其被安装到基座构件上）布置为有效地用作转子叶片吸力侧和/或尾缘的“延伸”。

[0013] 为了获得最佳性能，面向风的转子叶片表面通常以下述方式弯曲，即需要最小的力来转动转子叶片（以及轮毂）。这意味着至少在吸力侧的转子叶片表面不是平坦的，而是遵循弯曲的轮廓。该弯曲轮廓不需要连续，即，该弯曲轮廓可以沿叶片的吸力侧表面弯曲为各种程度。因此，在本发明的优选实施例中，将基座构件的安装面成形为遵循叶片吸力侧的轮廓，并因此包括凹形表面和/或平坦表面和/或凸形表面。例如，基座构件可以在第一区域具有实质上凹入的安装面（以匹配相应地凸起的转子叶片表面区域）和/或在第二区域具有实质上凸起的安装面（以匹配相应地凹入的转子叶片表面区域）和/或在另一区域具有实质上平坦的安装面（以匹配相应地平坦的转子叶片表面区域，例如在相邻的凸形和凹形转子叶片表面区域之间的过渡部分处）。以此方式，基座构件可以有利地适应各种叶片表面形状。

[0014] 基座构件应该被牢固地紧固到转子叶片表面。因此，在本发明的另一优选实施例中，基座构件包括用于容纳紧固件的至少一个通孔，该紧固件用于将基座构件安装到转子叶片上。这种紧固件可以是用于与转子叶片表面螺纹连接和/或铆接的其它适合的紧固件，例如螺钉、螺栓、铆钉等。优选地，将基座构件安装到转子叶片表面上，从而在基座构件和转子叶片表面之间实质上不存在间隙。应该确保转子叶片表面和基座构件之间的平滑过渡，从而不会不利地影响转子叶片的空气动力特性，并且从而使得雨水不会聚集在转子叶片和基座构件之间的腔穴中。因此，替代上述其它紧固件或除了上述其它紧固件之外，可以在基座构件的安装面和转子叶片表面之间使用粘合层，用于与转子叶片粘合连接。

[0015] 空气动力构件被安装到基座构件上，并且也用作转子叶片表面的延伸。因此，在本发明的特别优选实施例中，空气动力构件包括用于与基座构件连接的连接元件和被布置为当空气动力构件与基座构件连接时从转子叶片向外突起的波形元件。

[0016] 空气动力构件应该与基座构件牢固地连接，同时可以从基座构件被拆下，从而以

后可以去除或替换空气动力构件。因此，在根据本发明的扰流器的特别优选实施例中，扰流器包括在基座构件和空气动力构件之间的卡扣配合连接件和 / 或凸舌 - 凹槽连接件。当然，额外地或替代性地，可以使用其它类型的连接装置。例如可以使用一类 Velcro[®] 紧固件，只要该连接装置确保在空气动力构件和基座构件之间形成紧密和牢固的配合即可。

[0017] 波形元件可以是形成为具有波状型面的平面元件。替代性地或额外地，波形元件可以具有波状轮廓。当然，波形元件可实质性包括平面条，该平面条在转子叶片被风转动时呈现波形或波状形状。

[0018] 优选将空气动力元件形成为降低移动空气团中的涡流，例如通过确保更平滑的空气流。这可以通过相对薄的波形元件来实现。然而，为了确保波形元件本身不会被风过度弯曲或变形，空气动力元件优选包括增强元件，所述增强元件被布置在连接表面和波形元件之间。

[0019] 如上所述，当转子叶片被风转动时，可以扭曲波形元件的表面轮廓。然而，在本发明的优选实施例中，空气动力元件包括刚性的波形元件，从而通过设计有意地实现空气动力元件的波状形状，并且在转子叶片转动期间保持该形状。

[0020] 代替使用由增强件支撑的相对薄的波形元件，空气动力构件可包括闭合的扰流器主体。闭合的扰流器主体可以是中空的或实心的，这取决于制造扰流器所选择的材料。可以利用挤压成型、铸造、注塑成型中的一种或多种技术制造扰流器的部件。例如，可以在注塑成型过程中用相对重和硬的材料制造基座构件，并且在挤压成型过程中用较轻的材料制造空气动力构件。此外，可以分别制造波形以及和空气动力构件的任何增强元件，然后以合适方式将它们接合，或者可以将空气动力构件制造为整体式或单件式构件。

[0021] 根据本发明的扰流器可以包括与相应的单个空气动力构件连接的单个基座构件。然而，为了更灵活，例如为了可以替换或移除一个或多个特定的空气动力构件，根据本发明的扰流器优选包括多个基座构件和 / 或多个空气动力构件。例如，可以使用一些基座构件来准备沿叶片吸力侧边缘的不均匀的、狭窄的段或条带。基座构件可以具有不同形状的安装面，以配合转子叶片表面，和 / 或可以不同角度或方位安装基座构件，以便获得沿转子叶片的弯曲边缘的弯曲的扰流器路径。或者，基座构件可以具有能够适应于转子叶片表面的轻微轮廓变化同时仍与空气动力构件牢固连接的柔性安装面。

[0022] 类似地，在根据本发明的扰流器中可使用若干空气动力构件。例如，独立的空气动力构件可以与多个基座构件中的每个连接。同样地，空气动力构件可以跨越两个或多个基座构件，或者两个或多个空气动力构件可以安装在单个基座构件上。任意这种结合都是可能的。此外，基座构件可以安装到转子叶片的吸力侧和 / 或转子叶片的尾缘上，从而空气动力构件可以相应地安装到转子叶片的吸力侧和 / 或尾缘上。

[0023] 如上所述，优选将扰流器布置为遵循沿转子叶片表面的狭窄条或带的“扰流器路径”。优选地，这种带或表面条起始于转子叶片的肩部区域并在转子梢端的方向上延伸。

[0024] 根据本发明的扰流器可以简单和直接地修正或改变转子叶片的空气动力特性，因此改变风力涡轮机的空气动力特性。因此，根据本发明的方法优选还包括：从安装在转子叶片的扰流器的基座构件拆下空气动力构件的步骤，所述转子叶片与风力涡轮机轮毂连接；以及将替换的空气动力构件连接到基座构件上，以改变空气动力特性。例如，在某点上可能需要替换受损的空气动力构件，通过使用不同类型的空气动力构件来调节风力涡轮机所产

生的噪声大小,将一个或多个额外的空气动力构件附接到“位置保持器”基座构件上,或者从转子叶片移除一个或多个空气动力构件。在每种情况中,都容易进行修改,因为工程技术人员可以相对容易地接近扰流器,例如他可以用绳子从在轮毂中的进入开口下降到指向下方的转子叶片的扰流器。空气动力构件可以相对小,因而工程技术人员不必携带大的部件。此外,由于空气动力构件可以仅通过凸舌-凹槽或卡扣配合连接件与基座构件连接,因此工程技术人员不需携带用于维护步骤的笨重的工具或器械。

附图说明

[0025] 根据下文的详细描述,并结合附图考虑,本发明的其它目的和特征将变得明显。然而,应该理解,附图仅是为了示例说明的目的而设计的,不应作为对本发明的限制。

[0026] 图 1 示出了风力涡轮机的转子叶片;

图 2 示出了根据本发明实施例的风力涡轮机转子叶片扰流器的横截面和前视图;

图 3 示出了图 2 扰流器的透视图;

图 4 示出了图 2 和图 3 扰流器的分解图;

图 5 示出了用于本发明扰流器各种实施例的基座构件的横截面图;

图 6 示出了本发明扰流器各种实施例的横截面图;

图 7 示出了安装到风力涡轮机转子叶片的吸力侧的根据本发明一个实施例的扰流器;

图 8 示出了安装到风力涡轮机转子叶片尾缘的根据本发明另一实施例的扰流器;

图 9 示出了根据本发明的风力涡轮机。

[0027] 附图中,相同的附图标记始终表示相同的对象。图中的对象不一定是按比例绘制的。

具体实施方式

[0028] 图 1 示出了风力涡轮机的转子叶片 4。转子叶片 4 包括根部端 44,所述根部端 44 通常具有圆形横截面并且附接到风力涡轮机轮毂的相应轴承。在从根部 44 到肩部区域 45 的过渡部分,叶片变得较宽和较扁平,之后朝向梢端 46 逐渐变得较窄和较薄。叶片 4 被成形为具有与翼面的横截面类似的横截面,从而风可以使转子叶片 4 移动,转子继而使得轮毂(以及发电机转子)旋转。为此,叶片 4 具有“吸力侧”40 和“压力侧”,吸力侧 40 具有在叶片 4 转动时面向背风侧的实质上凸形的表面,压力侧具有在叶片 4 转动时面向迎风侧的实质上凹形的表面。当空气移动时出现的涡流或扰动会导致额外的不期望阻力和不适宜程度的噪声。当叶片 4 转动时,一个长缘 43(前缘 43)领先,而另一个长缘 42“尾随”,因此被称作尾缘。

[0029] 图 2 示出了根据本发明实施例的风力涡轮机转子叶片扰流器 1 的横截面 A-A' 和前视图。该图示出了可以利用紧固件 6 紧固到转子叶片上的基座构件 2 以及通过连接元件 30 以可拆卸方式与基座构件 2 连接的空气动力构件 3。从侧面(如左图所示),空气动力构件 3 包括具有波状平面表面的波状元件 31A,该表面被增强元件 32A 支撑。在右图中,扰流器 1 的前视图示出了波状元件 31A 的波状性质,以及插入穿过连接元件 30 和基座构件 2 的多个紧固件 6。

[0030] 图 3 示出了图 2 的扰流器 1 的透视图。连接元件 30 的局部截面示出了基座构件

2的可能实现方式,在此情况中是既轻且结构上坚固的网状或格子结构。用于容纳紧固件6的通孔21以适当间隔形成在所述格子结构的交叉处。

[0031] 图4示出了图2和3的扰流器1的分解图。这里,可以清楚地看到基座构件2的格子结构。该图示出了连接元件30的卡扣配合衬套22的可能实现方式。该卡扣配合衬套22可以卡扣配合到通孔21的下缘上,从而使得空气动力构件3在该处牢固地连接到基座构件2。沿连接元件30的纵向缘的凸舌230和沿基座构件2边缘的相应凹槽231可以沿扰流器1的外缘连接为凸舌-凹槽连接。

[0032] 图5示出了根据本发明的扰流器的用于各种实施例的基座构件2的横截面图。每个实施例示出了穿过基座构件2格子结构的两个横截面。该图的A部分示出了具有凹形安装面20A、通孔21和用于与空气动力构件形成凸舌-凹槽连接的凹槽231的基座构件2。该图的B部分示出了具有平坦安装面20B、通孔21和用于与空气动力构件形成凸舌-凹槽连接的凹槽231的基座构件2。该图的C部分示出了具有凸形安装面20C、通孔21和用于与空气动力构件形成凸舌-凹槽连接的凹槽231的基座构件2。

[0033] 图6示出了根据本发明的扰流器1的各种实施例的横截面图,示出了在空气动力构件3和基座构件2之间可以形成的若干可能的连接类型。在适当位置处,示出了细节的放大视图。为简单起见,仅示出了一种波状元件31A和增强元件32A,并且显然可以使用这些元件的各种实现方式的结合来替代。前四种实现方式A-D示出了尤其有利的实施例,因为在这些实施例中的每个中,空气动力构件3仅通过卡扣配合或凸舌-凹槽连接方式(而不需要任何紧固件)与基座构件2可拆卸地连接。在这些实现方式的每一种中,可以利用任何适合的方法(例如利用粘合剂、螺钉、铆钉等)将基座构件2安装到转子叶片上。

[0034] 该图的A部分示出了具有被实现为与基座构件2的通孔21配合的卡扣配合连接件22的连接单元30。空气动力构件3和基座构件2的纵向缘形成为在凸舌-凹槽连接23中相遇。此实现方式适合相对柔韧的空气动力构件3,可以用相对小的力使所述空气动力构件3的纵向缘折叠并覆盖基座构件的边缘,以形成凸舌-凹槽连接23。当然,拆除空气动力构件3也同样简单。该图的B部分与A部分相似,并示出了不同的凸舌-凹槽连接23。该图还示出了凸舌-凹槽连接23的细节。该图的C部分与A和B部分相似,并示出了具有不同种类的卡扣配合连接件22'的扰流器1。该图的D部分示出了具有被实现为与基座构件2的通孔21配合的两个卡扣配合连接件22的连接单元30。此实现方式还可以具有在扰流器1的一个长边处的不同凸舌-凹槽连接23,以及沿波形元件31A下面的另一长边重叠的简单型面。该图还示出了卡扣配合连接件22的细节。

[0035] 该图剩余的E-G部分示出了各种实现方式,其中,紧固件6穿过空气动力构件3的连接元件30和基座构件2。为了改进空气动力特性,可以将紧固件6插入空气动力构件3的连接元件30的合适凹陷中。

[0036] E部分示出了一个实施例,其中,基座构件2被安装到转子叶片上,从而将对应螺母60固定在基座构件2的通孔中。之后,这些对应螺母60可以容纳通过连接元件30中的开口插入的螺纹螺栓6,以将空气动力构件3连接到基座构件2。为了从基座构件2上拆下空气动力构件3,可以简单地移除这些螺栓。该图的F部分示出了一个实施例,其中基座构件2具有螺纹衬套61,螺纹衬套61可以容纳通过连接元件30中的开口插入的合适的螺纹螺栓6,以将空气动力构件3连接到基座构件2。此实施例还包括在扰流器1的一个长边处

的凸舌 - 凹槽连接 23。该图的 G 部分示出了另一实施例，该实施例具有在扰流器 1 一个长边处的一个凸舌 - 凹槽连接 23 以及穿过连接元件 30 和基座构件 2 的开口插入转子叶片 4 主体中的对应向下紧固件 6。

[0037] 图 7 示出了被安装到风力涡轮机转子叶片 4 的吸力侧 40 的根据本发明实施例的扰流器 1。如图所示，扰流器 1 包括沿转子叶片 4 的边缘布置的许多基座构件 2 和许多空气动力构件 3。基座构件 2 可以全部相同，而空气动力构件 3 可以根据它们在整个扰流器中的位置而具有不同形式。可以使用前面描述的任意实现方式和连接工具。这里，进一步远离叶片根部 44 的空气动力构件 3 被成形为指向上方，而靠近叶片根部 44 的空气动力构件 3 被成形为指向下方，并且在扰流器 1 的长度上过渡平滑。放大图示出了空气动力构件 3 的不同实现方式。在该图的左上部，空气动力构件 3 的波形元件 31B 被布置为平坦薄片，该薄片具有延伸超过基座构件 2 的边缘的波状外缘。增强元件 32B 用于支撑或承托波形元件 31B。在该图的右下部，示出了替换类型的空气动力构件 3，其中，波形元件 31A 被布置为平坦薄片，该薄片具有与连接元件 30 成一定角度且延伸超过基座构件 2 的边缘的波状外缘。增强元件 32A 用于支撑或承托波形元件 31A。当然，视情况可以结合这两种类型的空气动力构件 3。

[0038] 图 8 示出了被安装到风力涡轮机转子叶片 4 的尾缘 42 上的根据本发明另一实施例的扰流器 1。这里，基座构件 2 被安装在转子叶片 4 沿肩部 45 的尾缘上。放大图示出了空气动力构件 3 可能的选择，在此情况下，利用上述被布置为平坦薄片的波形元件 31B，该薄片具有延伸超过基座构件 2 边缘，因而也超过尾缘的波状外缘。再次，增强元件 32B 用于支撑或承托波形元件 31B。如图所示，扰流器 1 的基座构件 2 可以与尾缘 42 一样宽。

[0039] 图 9 示出了根据本发明的风力涡轮机。这里，执行维护步骤。发电机已停止工作，因而轮毂不转动，并且从而使得一个叶片 4 指向下方。工程技术人员 8 已下降到该叶片 4 的肩部区域，并且可以增加、替换或移除扰流器 1 的一个或多个空气动力构件 3，从而可以改进转子叶片 4 的空气动力特性。维护过程可以很简短，尤其是对于已经利用卡扣配合和凸舌 - 凹槽连接方式连接空气动力构件 3 的扰流器 1，从而可以有利地最小化风力涡轮机 5 的停机时间。

[0040] 尽管以优选实施例和优选实施例的变型的方式公开了本发明，但是应该理解，在不脱离本发明的范围的情况下，可以对本发明进行许多额外的改进和变型。

[0041] 为清楚起见，应该注意，本申请中使用的表示英语不定冠词的用语“一”并不排除多个，并且用语“包括”并不排除其它步骤或元件。

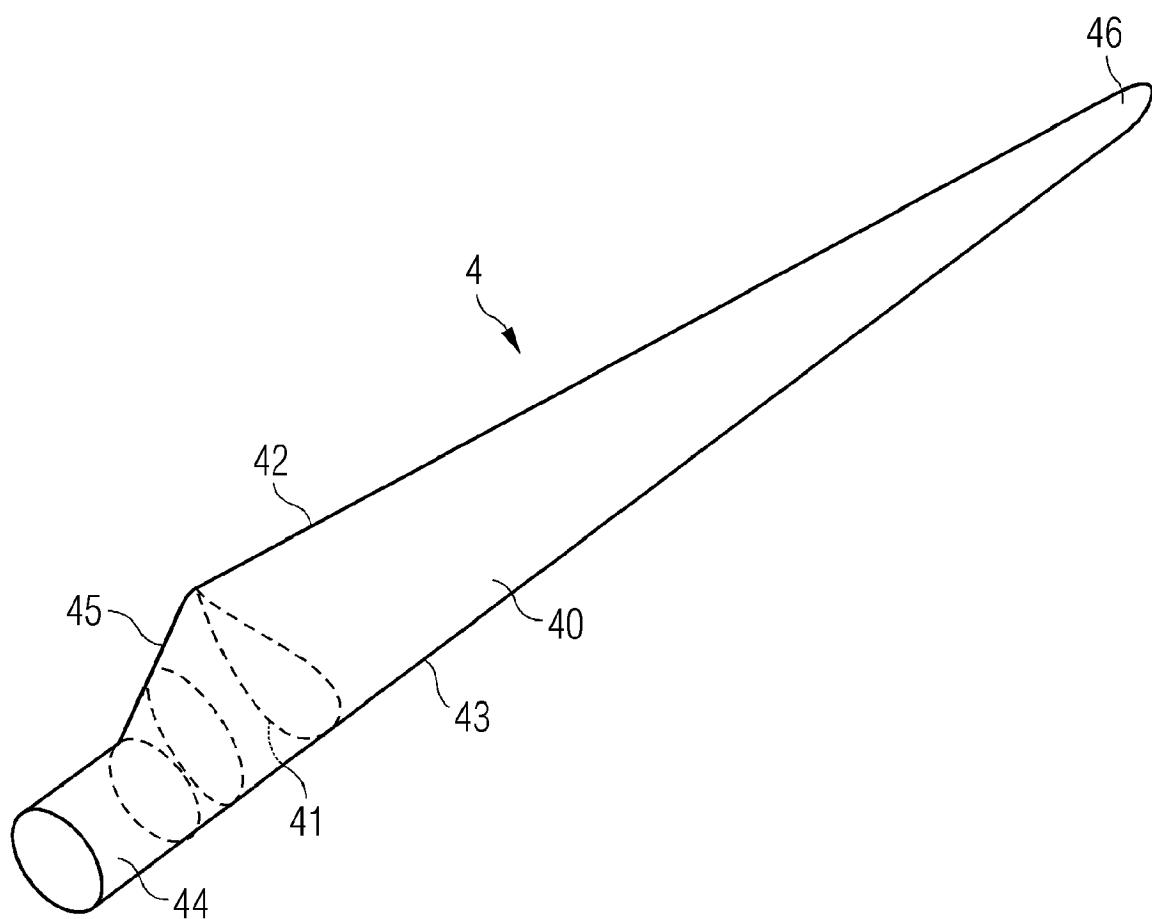


图 1

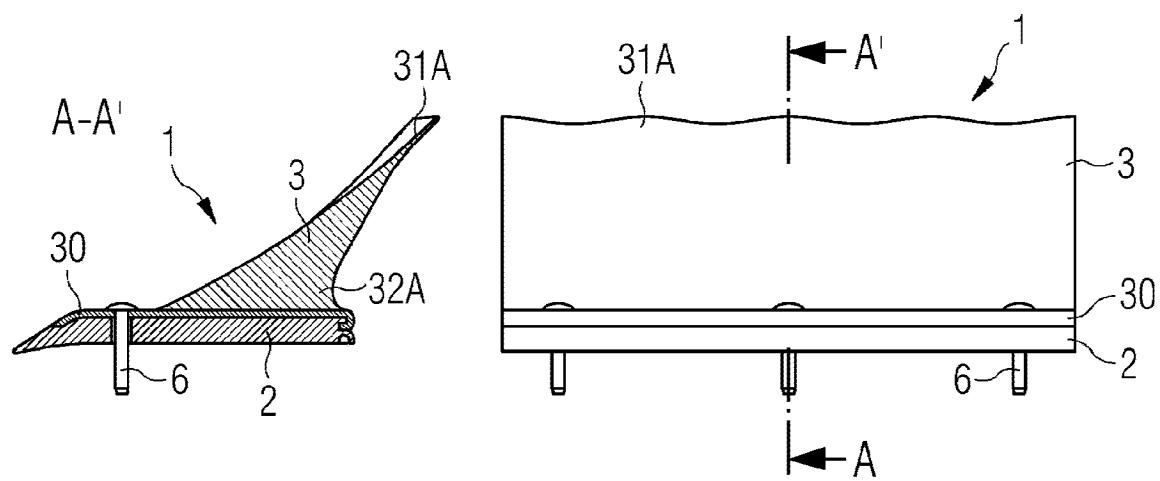


图 2

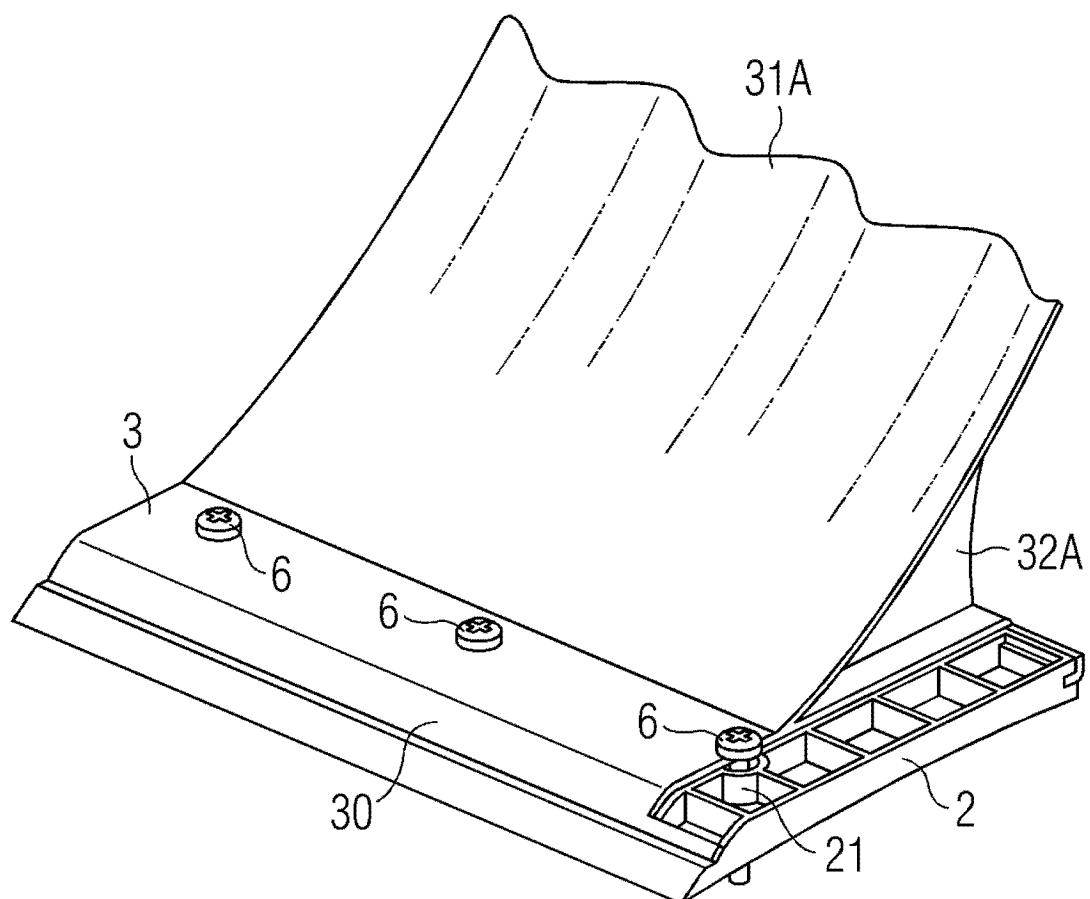


图 3

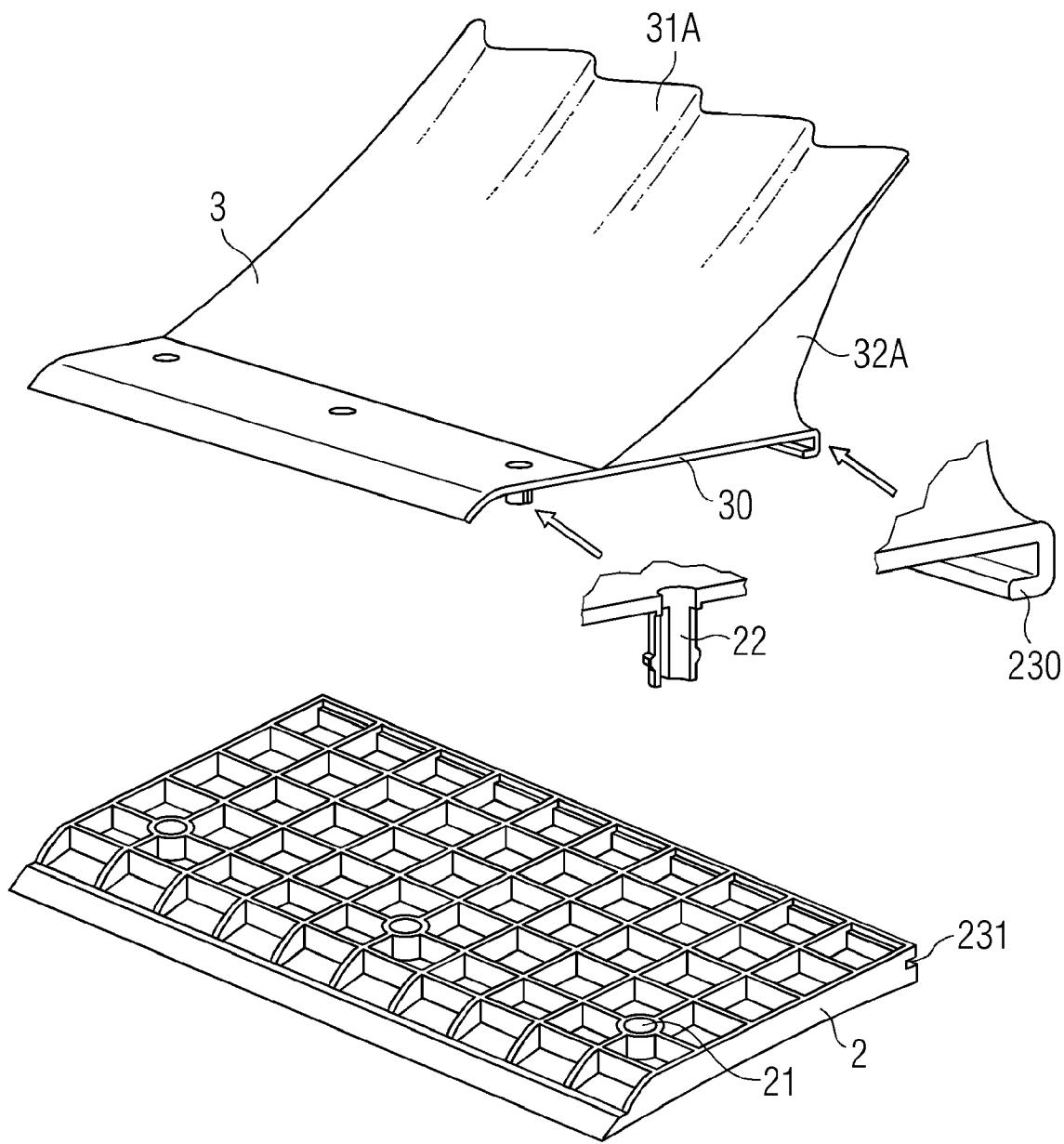


图 4

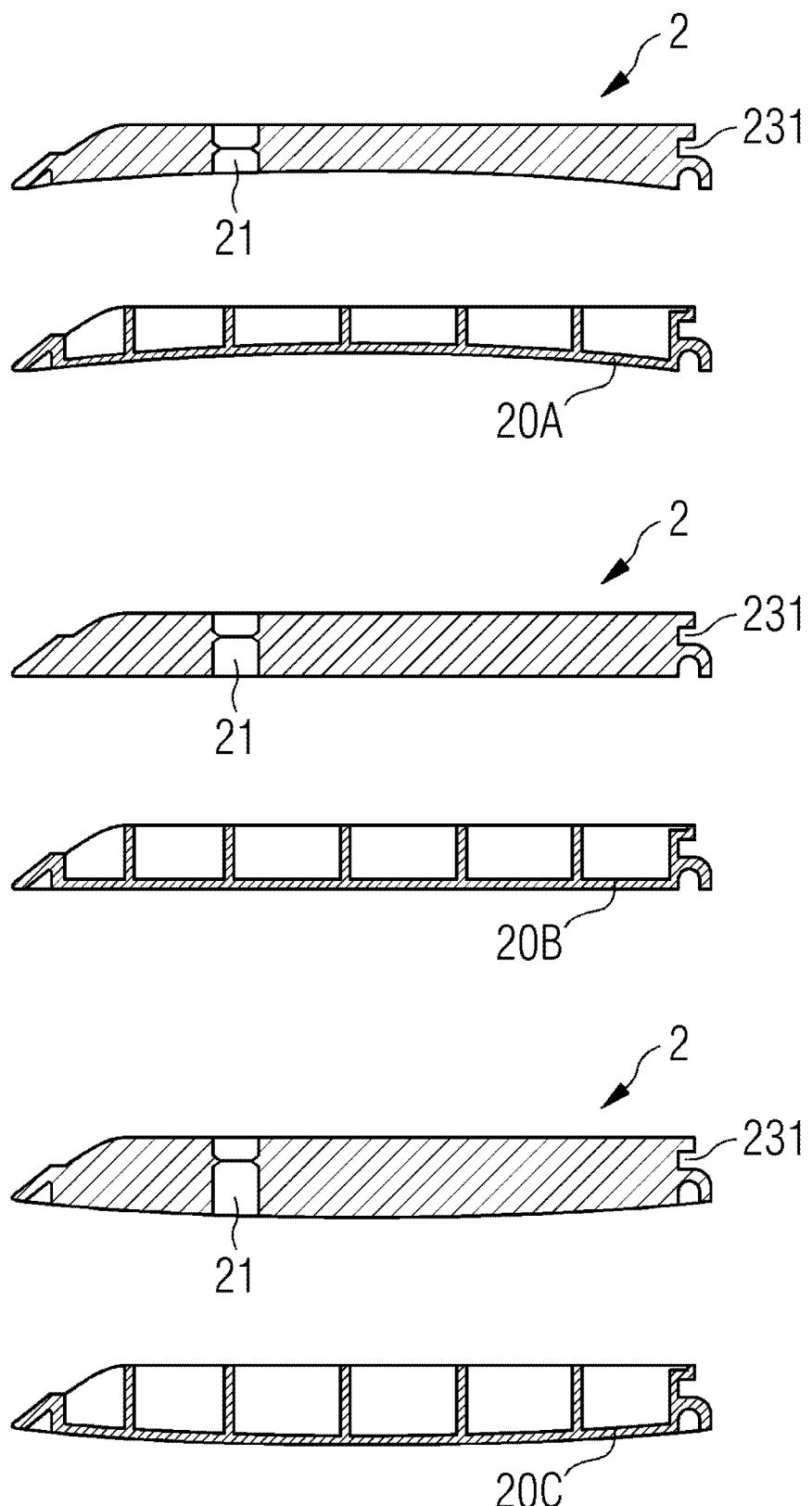
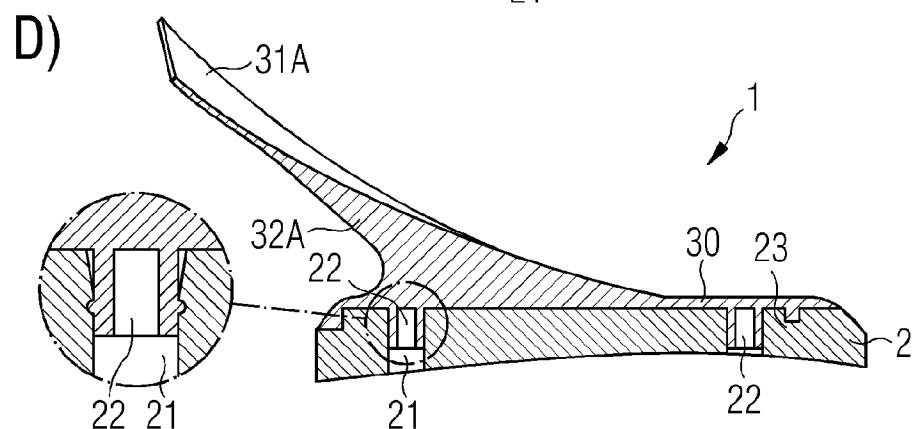
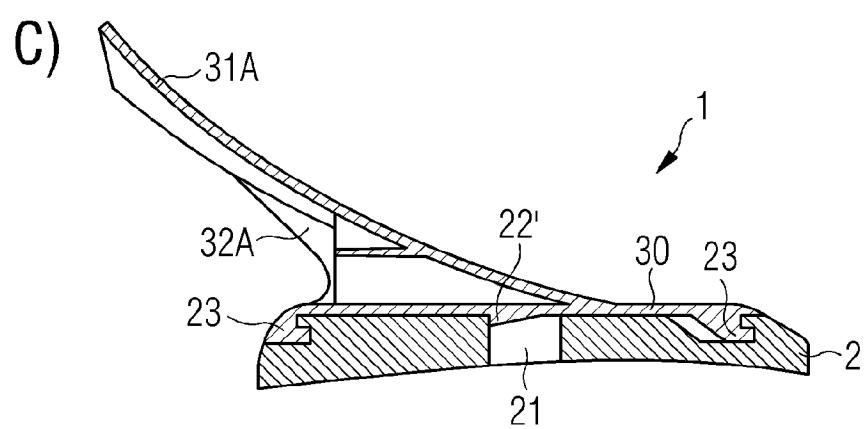
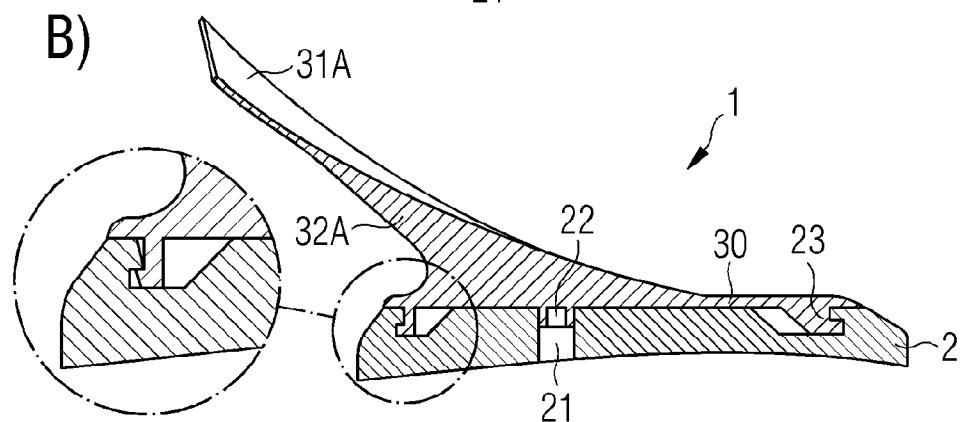
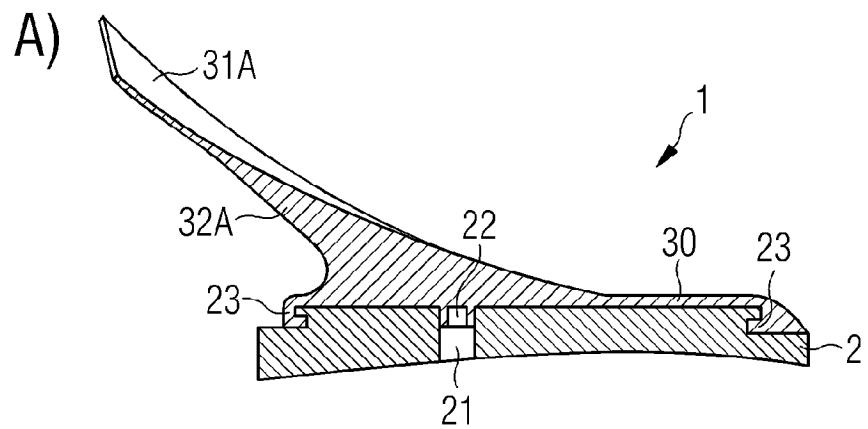


图 5



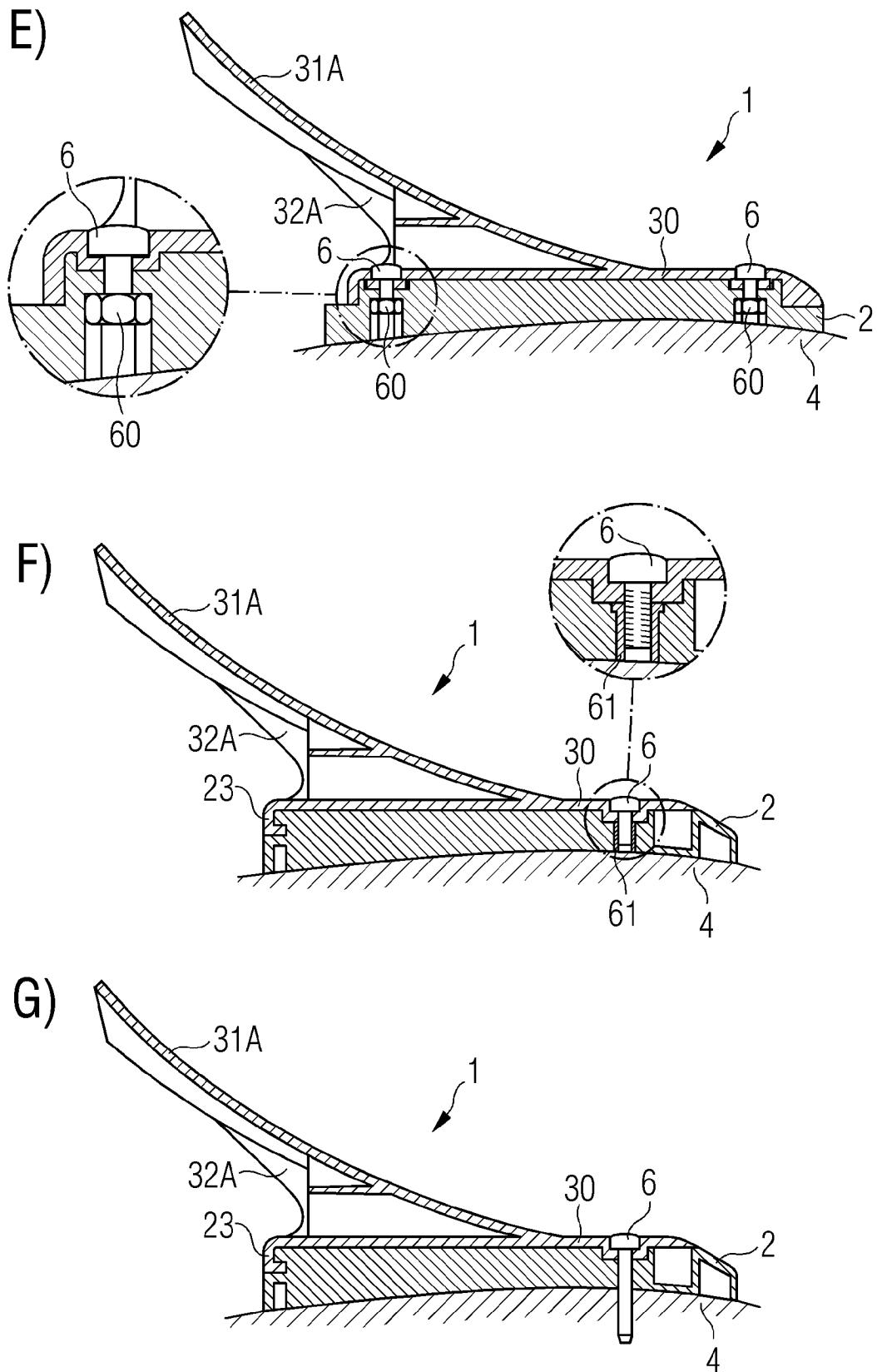


图 6

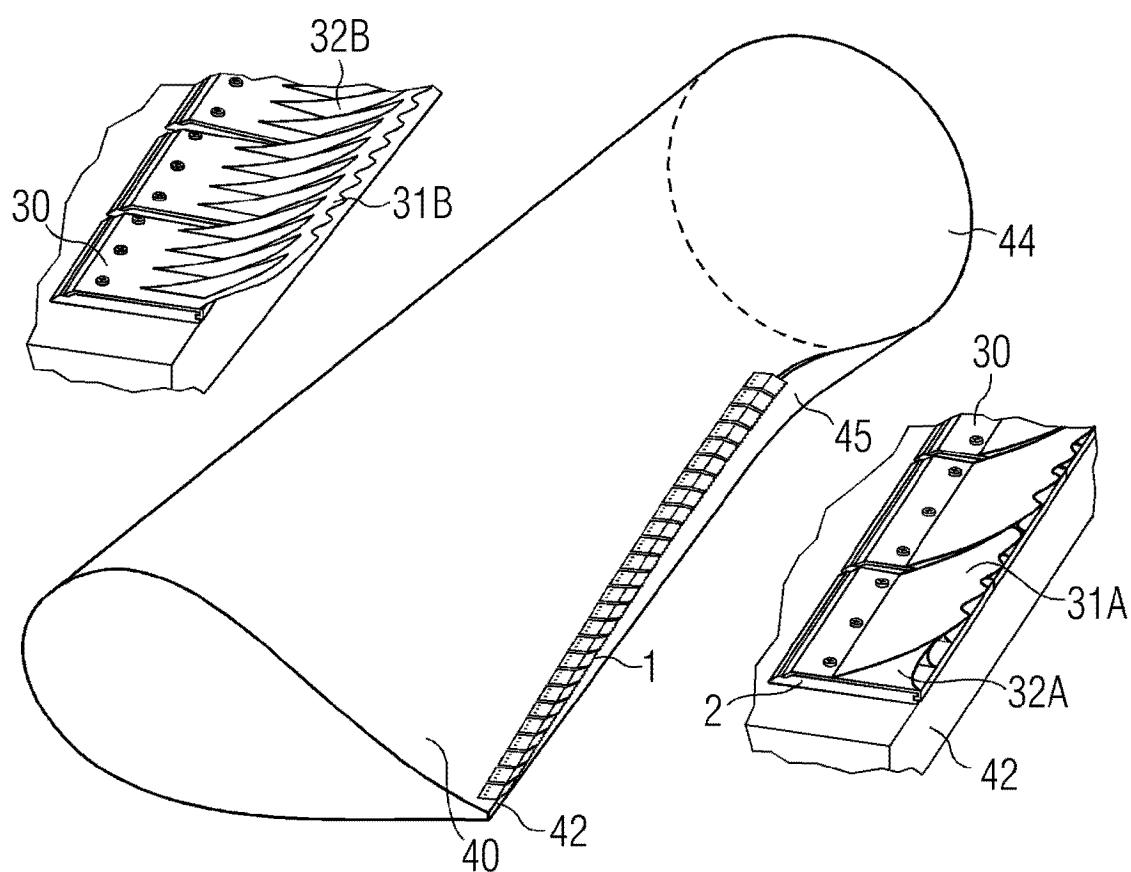


图 7

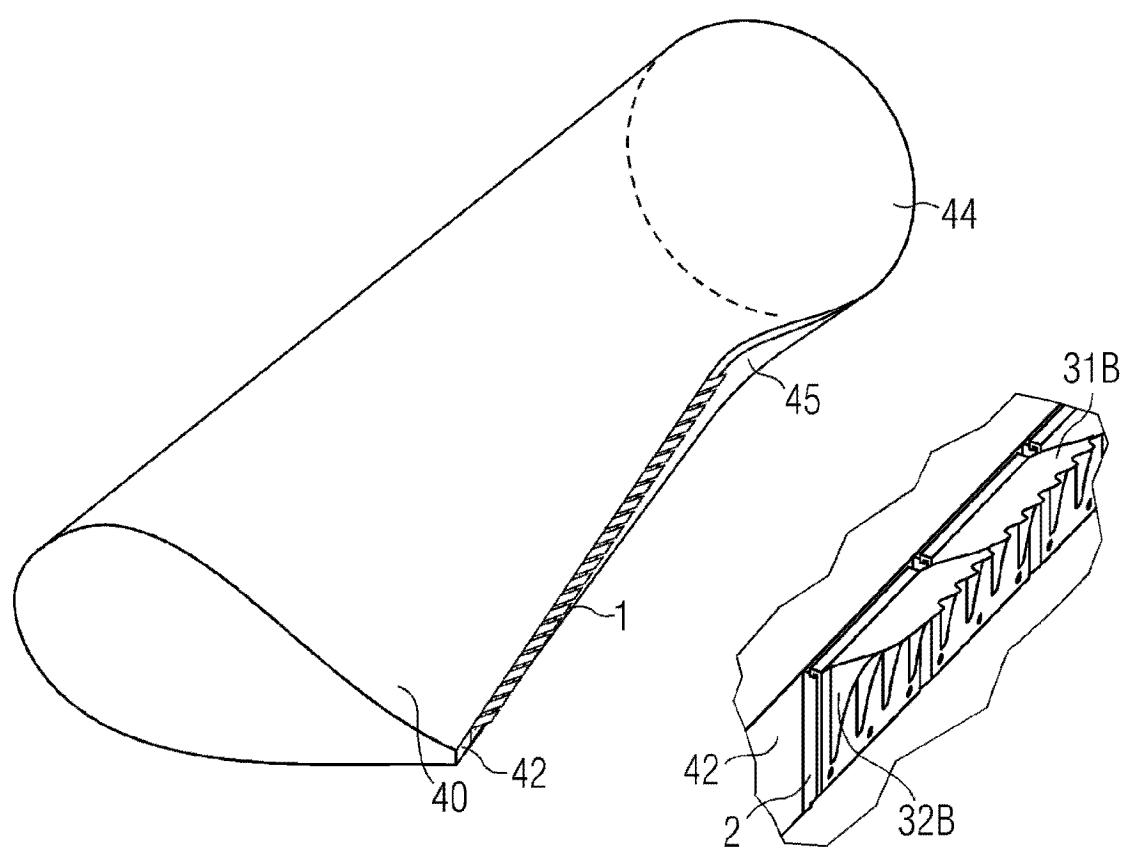


图 8

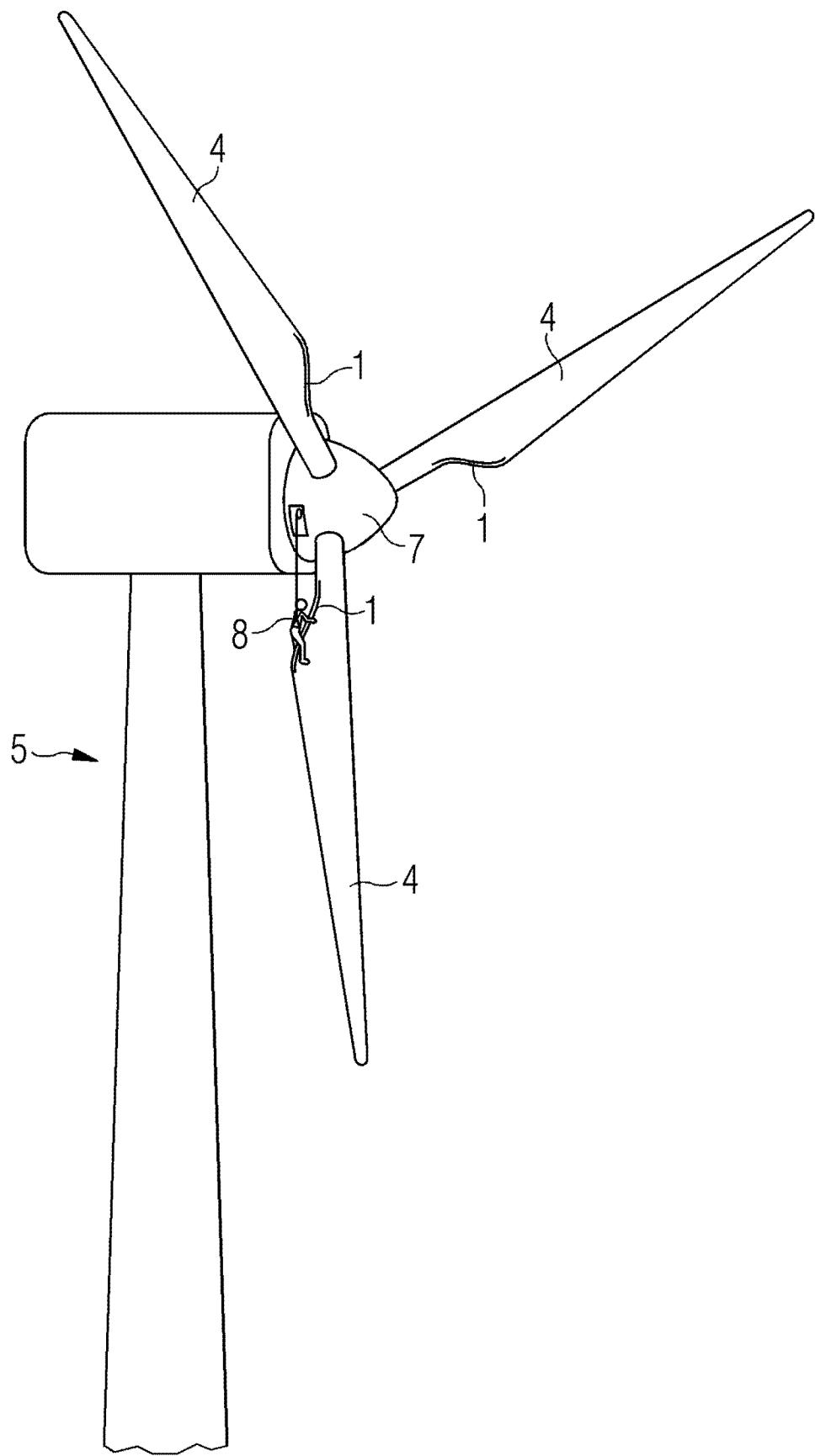


图 9