

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102606385 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 25

(21) 申请号 201210018606. 9

(22) 申请日 2012. 01. 20

(30) 优先权数据

11151803. 1 2011. 01. 24 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 P. B. 埃尼沃尔德森

J. J. O. 克里斯滕森 J. 斯特格

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 崔幼平

(51) Int. Cl.

F03D 1/06 (2006. 01)

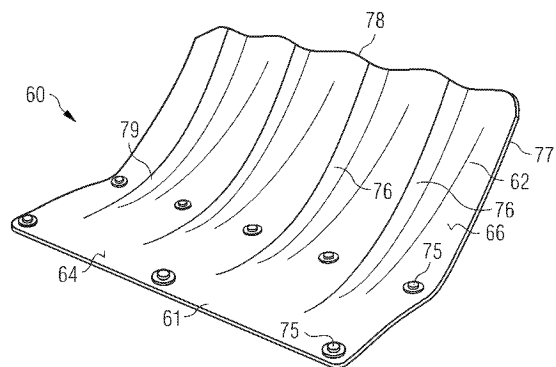
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 8 页

## (54) 发明名称

风力涡轮机转子叶片元件和风力涡轮机转子叶片

## (57) 摘要

本发明涉及风力涡轮机转子叶片元件和风力涡轮机转子叶片。描述了一种风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),其包括彼此连接的第一部分(51、61、81)和第二部分(52、62、82)。所述第一部分(51、61、81)包括面向风力涡轮机转子叶片(5)的表面的后表面(53、63),并且所述第二部分(52、62、82)包括顶表面(56、66),该项表面(56、66)与所述第一部分(51、61、81)的所述后表面(53、63)形成 90° 至 180° 之间的角度(57)。



1. 一种风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),包括彼此连接的第一部分(51、61、81)和第二部分(52、62、82),

特征在于

所述第一部分(51、61、81)包括面向风力涡轮机转子叶片(5)的表面的后表面(53、63),并且所述第二部分(52、62、82)包括顶表面(56、66),该项表面(56、66)与所述第一部分(51、61、81)的所述后表面(53、63)形成 $90^{\circ}$ 至 $180^{\circ}$ 之间的角度(57)。

2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述第一部分(51、61、81)包括顶表面(54、64),该项表面(54、64)与所述第二部分(52、62、82)的顶表面(56、66)形成 $90^{\circ}$ 至 $180^{\circ}$ 之间的角度(58)。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述第二部分(52、62、82)的顶表面(56、66)与所述第一部分(51、61、81)的后表面(53、63)或顶表面(54、64)形成 $110^{\circ}$ 至 $160^{\circ}$ 之间的角度(57)。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述第一部分(51、61、81)和所述第二部分(52、62、82)被制成单件。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

其包括位于所述第一部分(51、61、81)和所述第二部分(52、62、82)之间的过渡部分(79)。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

其包括被连接到所述第一部分(51、61、81)和所述第二部分(52、62、82)的多个楔(90)。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述第二部分(52、62、82)和/或所述过渡部分(79)包括多个褶皱(76、86)。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述第一部分(51、61、81)的后表面(53、63)包括与具体风力涡轮机转子叶片(5)的表面部分的曲度对应的曲度。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80),

特征在于

所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)包括多个转子叶片元件构件,每个构件包括所述第一部分(51、61、81)的一部分和所述第二部分(52、62、82)的一部分。

10. 一种包括根据权利要求1-9中任一项所述的风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)的风力涡轮机转子叶片(5)。

11. 根据权利要求10所述的风力涡轮机转子叶片(5),

特征在于

所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)被连接到所述叶片(5)以使得所述第一部分(51、61、81)的后表面(53、63)面向所述叶片(5)的表面。

12. 根据权利要求 10 或权利要求 11 所述的风力涡轮机转子叶片(5),

特征在于

所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)通过双面胶带和 / 或结构性胶黏剂和 / 或螺钉(75)和 / 或螺栓和螺纹孔被连接到所述叶片(5)。

13. 根据权利要求 10-12 中任一项所述的风力涡轮机转子叶片(5),

特征在于

所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)的所述第一部分(51、61、81)的所述后表面(53、63)具有一定曲度以使得其在所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)被连接到所述转子叶片(5)的位置处遵循所述叶片(5)的表面曲度。

14. 根据权利要求 10-13 中任一项所述的风力涡轮机转子叶片(5),

特征在于

所述转子叶片(5)包括跨度方向(11)、根部(13)和肩部(14),并且所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)沿跨度方向(11)在所述根部(13)和所述肩部(14)之间被连接到所述转子叶片(5)。

15. 根据权利要求 10-14 中任一项所述的风力涡轮机转子叶片(5),

特征在于

所述转子叶片(5)包括后缘(21),并且所述风力涡轮机转子叶片元件(50、60、80)在所述后缘(21)处被连接到所述转子叶片(5)。

## 风力涡轮机转子叶片元件和风力涡轮机转子叶片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及具有有利的空气动力学特性的风力涡轮机转子叶片元件和风力涡轮机转子叶片。

### 背景技术

[0002] 现在从现有技术文献中广泛公知的是,改变风力涡轮机转子叶片的外形,也改变了其空气动力学特征。而且对于转子叶片而言,向叶片的表面增加扰流器/古奈襟翼(Gurney flap)会增强所述特征。其示例如下:

WO 2010/066501 A 公开了一种风力涡轮机转子叶片,其具有附接在叶片的压力侧上的导流装置。形成了流动表面,以便对于每个横向截面而言,在端点处与入流表面相切的端点切线在交叉点处穿过成形轮廓,在该交叉点成形轮廓具有与成形轮廓相切的外形切线,并且使得在外形切线和端点切线之间的角度是至少 45 度。

[0003] WO 2007/118581 A 公开了一种转子叶片,其中叶片的内侧部分在叶片的压力侧上设有导流装置以便延迟气流的分离且增加叶片的空气动力学性能。

[0004] WO 2004/097215 A 公开了通过改变后缘外形来改变转子叶片的后缘处的空气动力学特性的各种方案。

[0005] EP 1 845 258 A 公开了一种转子叶片,其具有设置在转子叶片的过渡部分内的古奈襟翼装置。襟翼装置具有凹曲度并且被设置在叶片的压力侧上的后缘处。

### 发明内容

[0006] 本发明的第一目标是提供一种风力涡轮机转子叶片元件,其能够被附接于风力涡轮机转子叶片并且增强风力涡轮机转子叶片的空气动力学特性。本发明的第二目标是提供具有增强的空气动力学特性的风力涡轮机转子叶片。

[0007] 第一目标通过如权利要求 1 所述的风力涡轮机转子叶片元件来实现。第二目标通过如权利要求 10 所述的风力涡轮机转子叶片来实现。从属权利要求限定了本发明的进一步改良。所有描述的特征单独地或与彼此任意结合均是有利的。

[0008] 本发明的风力涡轮机转子叶片元件包括第一部分和第二部分。第一部分和第二部分彼此连接。第一部分包括面向风力涡轮机转子叶片的表面的后表面。第二部分包括顶表面,该项表面与第一部分的后表面形成 90° 和 180° 之间的角度,优选地在 110° 和 160° 之间的角度。此外,第一部分能够包括顶表面,该项表面与第二部分的顶表面形成 90° 至 180° 之间的角度,优选地在 110° 至 160° 之间的角度。

[0009] 在第一和/或第二部分的后表面或顶表面包括曲度的情况下,第一部分和第二部分之间的角度能够被确定为在第一部分的后表面或顶表面处的切线和第二部分的顶表面或顶表面处的切线之间的角度。可替代地,连接第一或第二部分的前边缘与后边缘的平面能够被定义为用于确定第二部分的顶表面和第一部分的后表面或顶表面之间的角度的参考平面。

[0010] 本发明的叶片元件能够有利地被附接到风力涡轮机转子叶片,优选地附接到风力涡轮机转子叶片的后缘,以便改进叶片的能量捕获特征。使用本发明的叶片元件,能够增强风力涡轮机转子叶片的空气动力学特性。

[0011] 本发明的风力涡轮机转子叶片元件可以是扰流器、导流装置或襟翼。可以制备第一部分以便附接。第二部分可以从第一部分或从叶片的表面的曲度以特定角度抬升。优选地,第一部分具有足够尺寸以便叶片元件能够被牢固地固定到叶片的表面。这可以例如通过双面胶带和 / 或结构性胶黏剂和 / 或螺钉和 / 或螺栓和螺纹孔等来固定。此外,第一部分可以具有曲度以便其在安装位置处准确地遵循叶片的表面曲度。因此,叶片可以附接有并不具有相同曲度的各种叶片元件或叶片元件的构件。

[0012] 第二部分是影响整个转子叶片的空气动力学特征的部分。如上所述,第二部分以一定角度从叶片的曲度抬升。对于各种叶片元件或叶片元件的构件而言,第二部分的形状、尺寸以及所述角度可以与安装在同一转子叶片上的其他叶片元件或叶片元件的构件不同。

[0013] 有利地,第一部分和第二部分能够被制成单件。可替代地,第一部分和第二部分能够是彼此连接的独立元件。此外,风力涡轮机转子叶片元件可以包括位于第一部分和第二部分之间的过渡部分。大体而言,可以由注塑成型的热塑性塑料、真空成型的热塑性塑料、模制的结构性塑料、玻璃纤维增强塑料(GRP)等来制造本发明的风力涡轮机转子叶片元件。

[0014] 风力涡轮机转子叶片元件能够包括连接到第一部分和第二部分的多个楔。所述楔可以支持第一部分和第二部分之间的角度。这增加了转子叶片元件在变化的空气动力学负载条件下的稳定性。

[0015] 有利地,第二部分和 / 或过渡部分可以包括多个褶皱。这样的褶皱增加了构造的刚度,由此能够以较薄的材料制成转子叶片元件。

[0016] 对于包括楔的转子叶片元件而言,第二部分和 / 或过渡部分的结构褶皱水平能够被减小,或者可替代地能够制成没有褶皱的转子叶片元件。

[0017] 优选地,第一部分的后表面能够包括与具体的风力涡轮机转子叶片的表面部分的曲度相对应的曲度。这具如下优点,即:在安装位置处转子叶片元件精确地配合到转子叶片的表面上且准确地遵循叶片的表面曲度。

[0018] 此外,风力涡轮机转子叶片元件包括多个转子叶片元件构件,每个构件包括第一部分的一部分和第二部分的一部分。这意味着能够通过沿转子叶片的表面在转子叶片的跨度方向对齐多个转子叶片元件构件来安装转子叶片元件。将转子叶片元件构件对齐于且附接到风力涡轮机转子叶片的表面使得容易将转子叶片元件安装在转子叶片处。

[0019] 对于一种制造本发明的叶片元件构件的方法,构件可以由较长件的叶片元件(例如模制叶片元件)制成,该较长件的叶片元件继而被切成适当长度。

[0020] 本发明的风力涡轮机转子叶片包括如上所述的风力涡轮机转子叶片元件。大体而言,本发明的转子叶片具有与本发明的风力涡轮机转子叶片元件相同的优点。

[0021] 风力涡轮机转子叶片元件被连接到转子叶片以使得第一部分的后表面面向转子叶片的表面。例如,风力涡轮机转子叶片元件能够通过双面胶带和 / 或结构性胶黏剂和 / 或螺钉和 / 或螺栓和螺纹孔被连接到转子叶片。

[0022] 优选地,风力涡轮机转子叶片元件的第一部分的后表面可以具有一定曲度以使得其在风力涡轮机转子叶片元件被连接到转子叶片的位置处遵循叶片的表面曲度。

[0023] 转子叶片可以包括跨度方向、根部和肩部。有利地,风力涡轮机转子叶片元件沿跨度方向在根部和肩部之间被连接到转子叶片。这意味着,转子叶片元件可以位于距根部的距离小于根部和肩部之间的距离处。

[0024] 此外,转子叶片能够包括后缘,并且风力涡轮机转子叶片元件可以在后缘处被连接到转子叶片。

[0025] 本发明的优点在于转子叶片元件增强了转子叶片的空气动力学特性并且继而确保了较高的产能。

[0026] 此外,因为转子叶片元件被分段成多个构件,所以本发明的优点在于,不论是在工厂还是在已经安装的转子叶片上现场翻新,其均易于安装。

[0027] 此外,因为构件尺寸相对较小,所以本发明的优点在于如果例如应该从叶片拆下一个构件,则与较大扰流器相比这样的构件掉落到地面的冲击更小。

[0028] 构件的褶皱构造的优点在于其确保了仅使用相对少的材料产生坚固且刚性的构造。

## 附图说明

[0029] 结合附图从实施例的下述描述中将显而易见到本发明的其他特征、特性和优点。所有提到的特征单独地或彼此任意结合地均是有利的。

[0030] 图 1 示意性示出了风力涡轮机。

[0031] 图 2 以平面图示意性示出了由叶片跨度和叶片弦所限定的平面上的转子叶片。

[0032] 图 3 示意性示出了贯穿图 2 所示叶片的翼型部分的弦向截面。

[0033] 图 4 以截面图示意性示出了本发明的风力涡轮机转子叶片元件。

[0034] 图 5 以截面图示意性示出了本发明的风力涡轮机转子叶片元件的变型。

[0035] 图 6 以透视图示意性示出了风力涡轮机转子叶片的一部分。

[0036] 图 7 以透视图示意性示出了叶片元件。

[0037] 图 8 以透视图示意性示出了转子叶片元件或转子叶片元件构件的三种不同变型。

[0038] 图 9 以透视图示意性示出了本发明的风力涡轮机转子叶片元件的另一变型。

[0039] 图 10 以另一透视图示意性示出了图 9 的转子叶片元件。

## 具体实施方式

[0040] 图 1 示意性示出了风力涡轮机 1。风力涡轮机 1 包括塔 2、机舱 3 和毂 4。机舱 3 位于塔 2 的顶部上。毂 4 包括多个风力涡轮机叶片 5。毂 4 被安装于机舱 3。此外,毂 4 被枢转地安装以使其能够绕旋转轴线 9 旋转。发电机 6 位于机舱 3 内部。风力涡轮机 1 是直接驱动风力涡轮机。

[0041] 图 2 示出了通常用于三叶片转子中的风力涡轮机叶片 5。不过,本发明不限于三叶片转子的叶片。实际上,其还可以被应用到其他转子,例如单叶片转子或双叶片转子。

[0042] 图 2 所示的转子叶片 5 包括具有圆筒形外形的根部 13 和尖端 12。尖端 12 形成叶片 5 的最外侧部分。根部 13 的圆筒形外形用于将叶片 5 固定到转子毂 4 的轴承。转子叶片 5 还包括被限定为其最大外形深度(即叶片 5 的最大弦长)的位置的所谓的肩部 14。具有空气动力学成形外形的翼型部分 15 在肩部 14 和尖端 12 之间延伸。过渡部分 17 在肩部

14 和圆筒形根部 13 之间延伸,在过渡部分 17 中从翼型部分 15 的空气动力学外形向根部 13 的圆筒形外形产生过渡。

[0043] 叶片 5 的跨度由附图标记 11 标明。沿跨度方向在肩部 14 和根部 13 之间的距离由附图标记 16 标明。本发明的转子叶片元件优选地被置于沿跨度方向在根部和肩部之间的转子叶片处。这意味着沿跨度方向在转子叶片元件和根部 13 之间的距离小于沿跨度方向在肩部 14 和根部 13 之间的距离。

[0044] 图 3 示出了贯穿转子叶片的翼型截面 15 的弦向横截面。图 3 示出的空气动力学外形包括凸起吸力侧 23 和较少凸起压力侧 25。从叶片的前缘 19 延伸到其后缘 21 的点划线示出了外形的弦。虽然图 3 中压力侧 25 包括凸起段 27 和凹入段 29,不过还可以实现为根本没有凹入段,只要吸力侧 23 比压力侧 25 更凸出即可。

[0045] 在翼型部分 15 中的吸力侧 23 和压力侧 25 还将分别被称为转子叶片 5 的吸力侧和压力侧,不过严格地讲,叶片 5 的圆筒形部分 13 没有显示出压力或吸力侧。

[0046] 图 4 以截面图示意性示出本发明的风力涡轮机转子叶片元件 50。叶片元件 50 包括第一部分 51 和第二部分 52。第一部分 51 包括顶表面 54 和后表面 53。第二部分 52 包括顶表面 56 和后表面 55。

[0047] 当叶片元件被连接到风力涡轮机转子叶片时,则第一部分 51 的后表面 53 面向风力涡轮机转子叶片 5 的表面。

[0048] 第二部分的顶表面 56 与第一部分 51 的后表面 53 形成角度 57,该角度 57 在  $90^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  之间,优选地在  $110^{\circ}$  至  $160^{\circ}$  之间。此外,第二部分 52 的顶表面 56 与第一部分 51 的顶表面 54 形成角度 58,该角度 58 在  $90^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  之间,优选地在  $110^{\circ}$  至  $160^{\circ}$  之间。

[0049] 在图 4 中,第一部分 51 和第二部分 52 被制成单件或一体形成。可替代地,第一部分 51 和第二部分 52 能够是被彼此连接的独立元件。

[0050] 图 5 以截面图示意性示出了本发明的风力涡轮机转子叶片元件的变型 60。叶片元件 60 包括具有顶表面 64 和后表面 63 的第一部分 61。其还包括具有顶表面 66 和后表面 65 的第二部分 62。

[0051] 后表面 63 包括与风力涡轮机转子叶片表面的曲度相对应的曲度。第一部分 61 包括前边缘 68 和后边缘 69。第二部分 62 在前边缘 68 处连接到第一部分 61。在叶片元件 60 被制成单件的情况下,前边缘 68 位于第一部分 61 和第二部分 62 之间的过渡处。

[0052] 前边缘 68 和后边缘 69 限定将前边缘 68 连接于后边缘 69 的平面 70。在第一部分的后表面 63 具有曲度的情况下,第二部分的顶表面 66 与平面 70 形成  $90^{\circ}$  至  $180^{\circ}$  之间的角度 67,优选地在  $110^{\circ}$  至  $160^{\circ}$  之间。在这种情况下,平面 70 被看作是后表面 63 以便确定第一部分 61 的后表面 63 和第二部分 62 的顶表面 66 之间的精确角度。

[0053] 图 6 以透视图示意性示出了风力涡轮机转子叶片 5 的一部分。风力涡轮机转子叶片 5 包括本发明的叶片元件 50、60。叶片元件 50、60 在叶片 5 的肩部 14 和根部 13 之间被连接到转子叶片 5 的表面。叶片元件 50、60 被定位成靠近转子叶片 5 的后缘 21 并且沿跨度方向延伸。

[0054] 图 7 以透视图示意性示出了叶片元件 60。第一部分 61 包括多个螺钉以便将叶片元件 60 连接到风力涡轮机转子叶片 5 的表面。过渡部分 79 位于第一部分 61 和第二部分 62 之间,限定了第一部分 61 和第二部分 62 之间的过渡。

[0055] 第二部分 62 包括侧边缘 77 和前边缘 78。过渡部分 79 和第二部分 62 包括多个褶皱 76。褶皱 76 被形成为使得它们平行于第二部分 62 的侧边缘 77 延伸。此外,褶皱 76 被形成为使得它们给予第二部分 62 的前边缘 78 波状形状。

[0056] 图 8 以透视图示意性示出了转子叶片元件或转子叶片元件构件的三种不同变型 60a、60b 和 60c。叶片构件 60a、60b 和 60c 能够被附接在叶片 5 的三个不同位置。三种不同的叶片元件构件 60a、60b 和 60c 相互间在第一部分 61 (或更精确地第一部分 61 的后表面)和第二部分 62 (或更精确地第二部分 62 的顶表面)之间的角度方面是不同的。第一叶片元件构件 60a 的角度 67a 小于第二叶片元件构件 60b 的角度 67b。角度 67b 小于第三叶片元件构件 60c 的角度 67c。

[0057] 图 9 和图 10 以透视图示意性示出了本发明的风力涡轮机转子叶片元件的另一变型 80。叶片元件 80 包括第一部分 81 和第二部分 82。第一部分 81 包括前边缘 88a 和后边缘 89a。第二部分 82 包括前边缘 88b 和后边缘 89b。第一部分 81 和第二部分 82 在第二部分 82 的后边缘 89b 和第一部分 81 的前边缘 88a 处彼此连接。

[0058] 转子叶片元件构件 80 包括多个楔 90 以便在变化的空气动力学负载条件下支持第一部分 81 和第二部分 82 之间的角度。对于包括楔 90 的这种叶片元件构造而言,可以减小第二部分 82 的褶皱 86 的水平,或者可替代地可以制造没有褶皱 86 的第二部分 82。

[0059] 大体而言,叶片元件 50、60、80 能够被看作是叶片元件构件或者能够被看作是叶片元件的一部分。对于一种制造叶片元件构件的方法,构件可以由较长件的模制叶片元件制成,该较长件的模制叶片元件继而切成适当长度从而形成叶片元件构件。



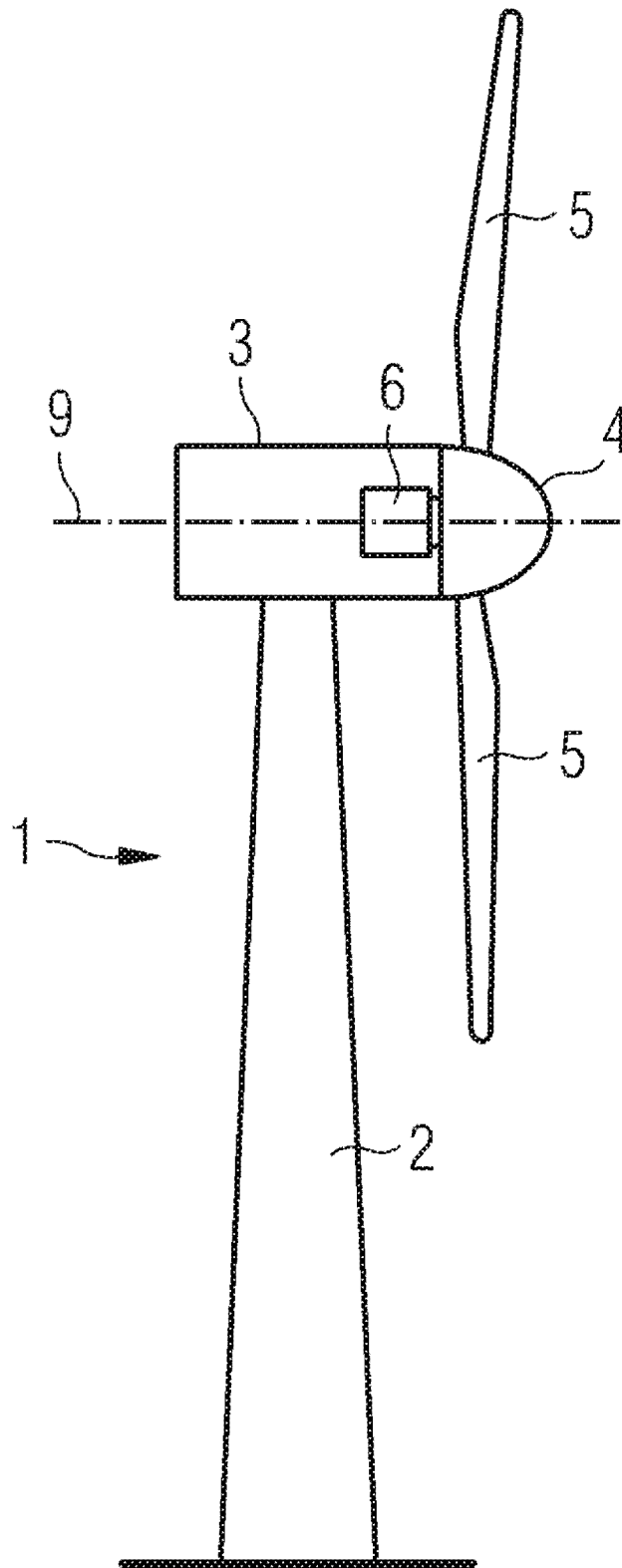


图 1

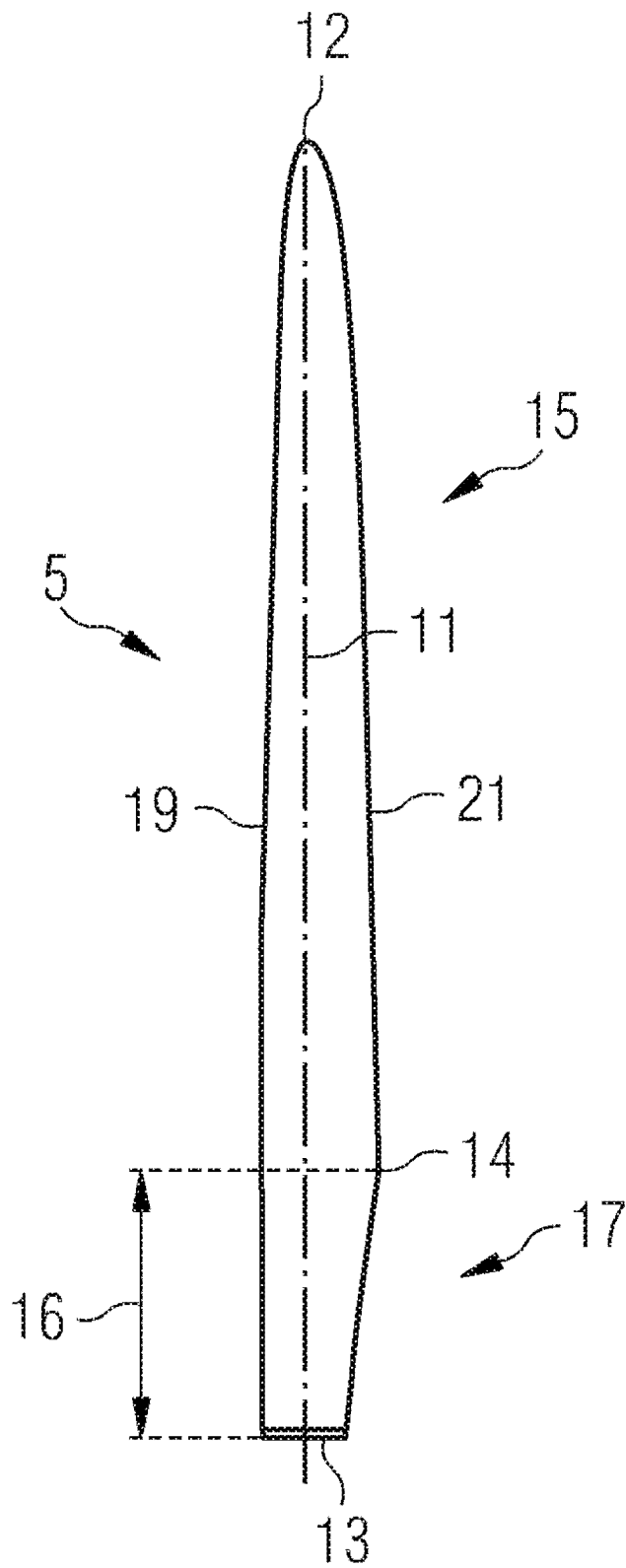


图 2

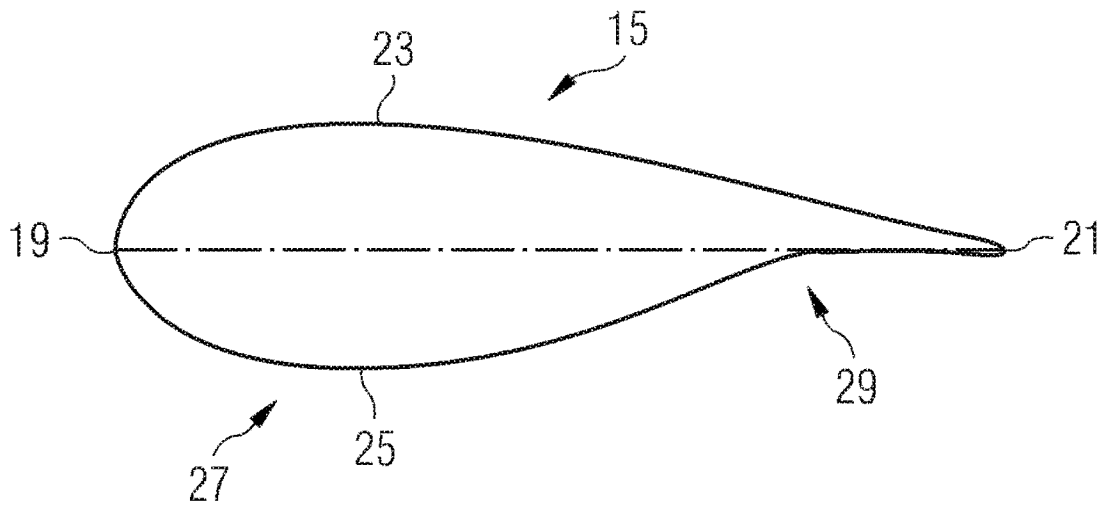


图 3

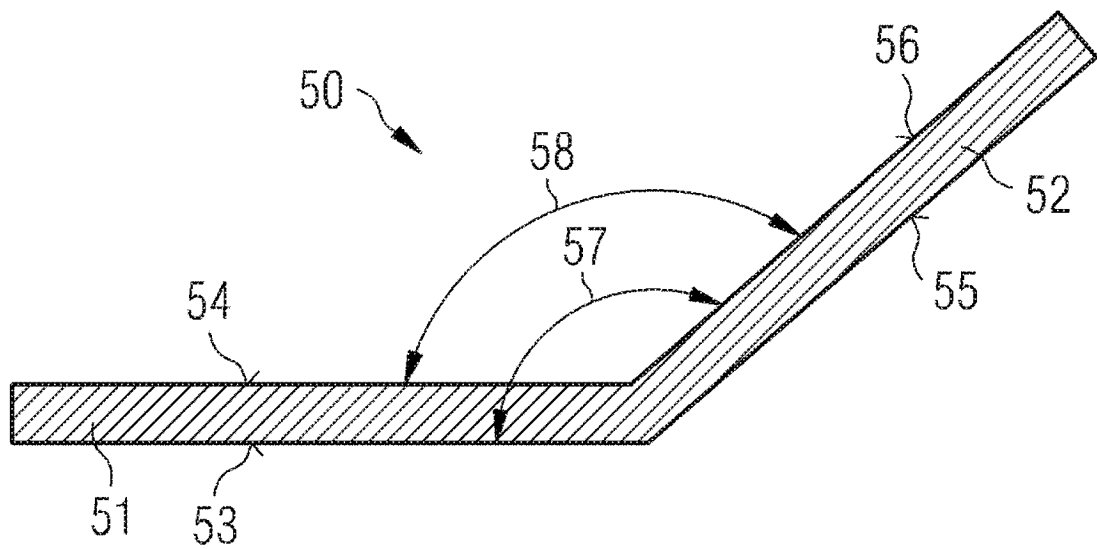


图 4

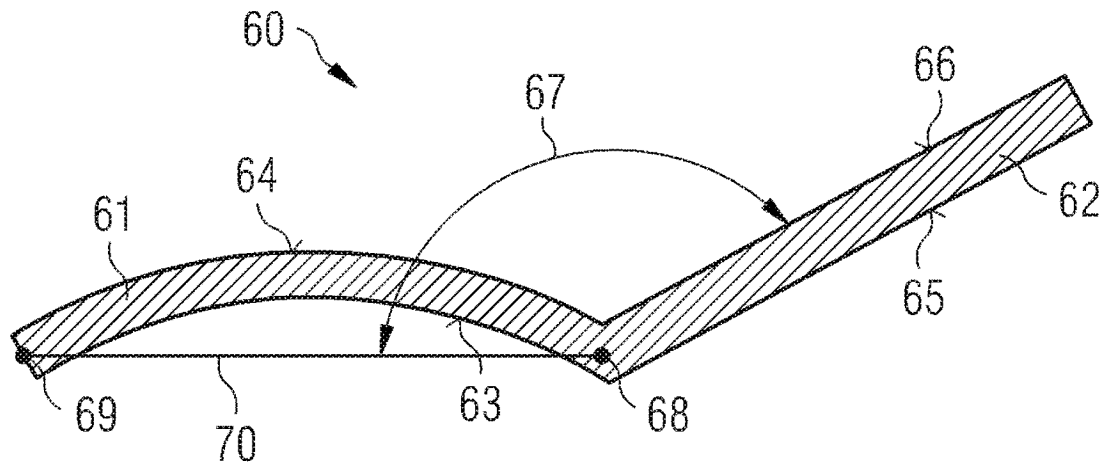


图 5

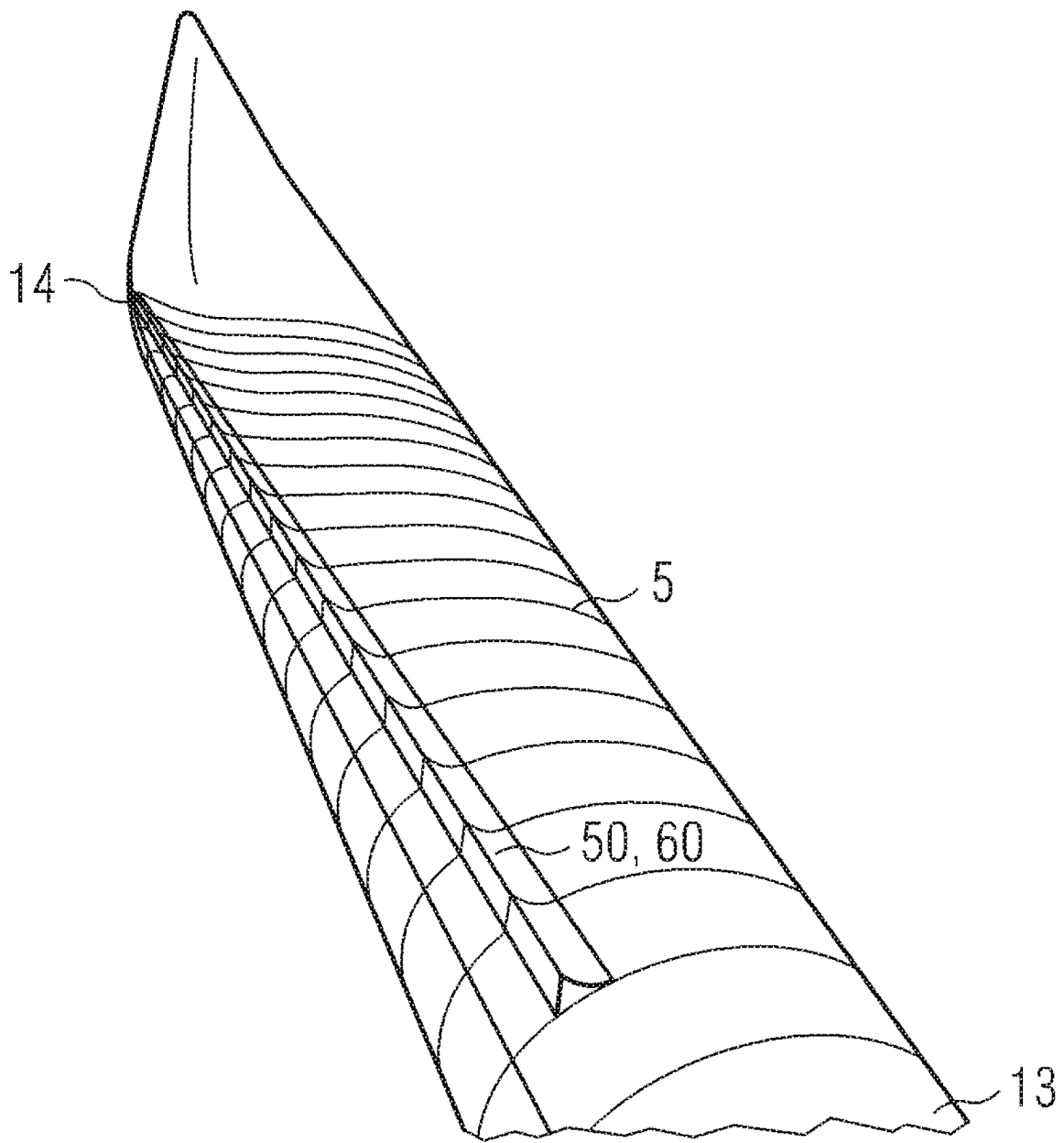


图 6

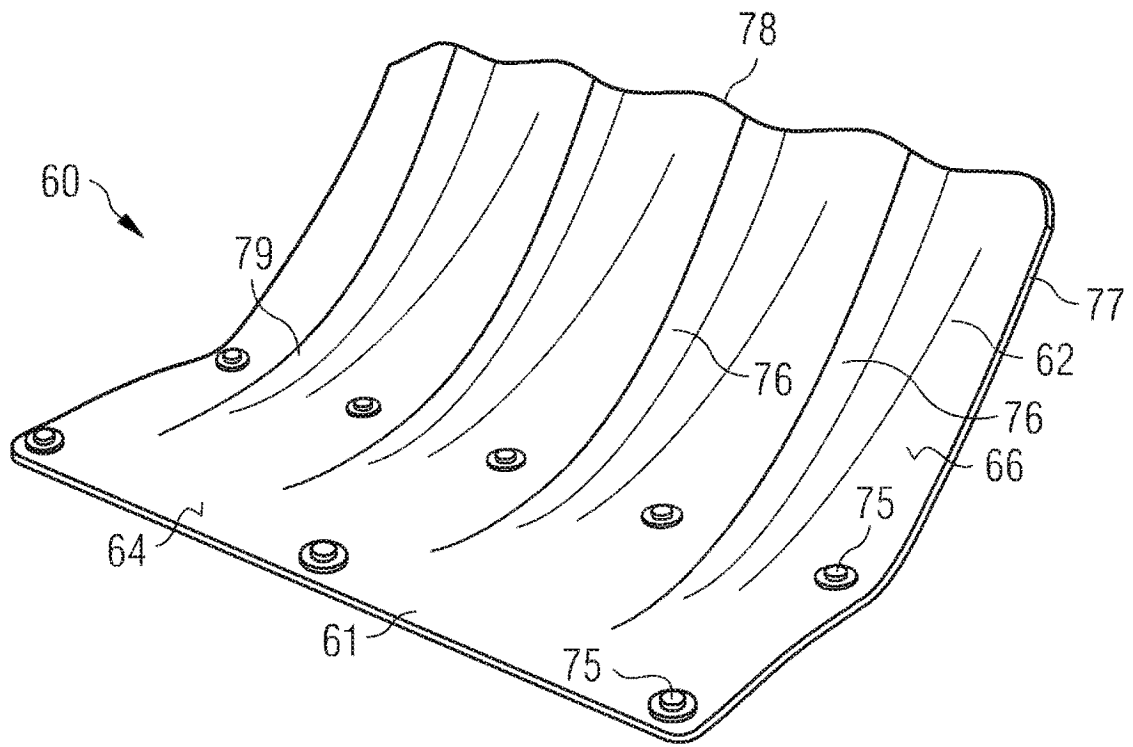


图 7

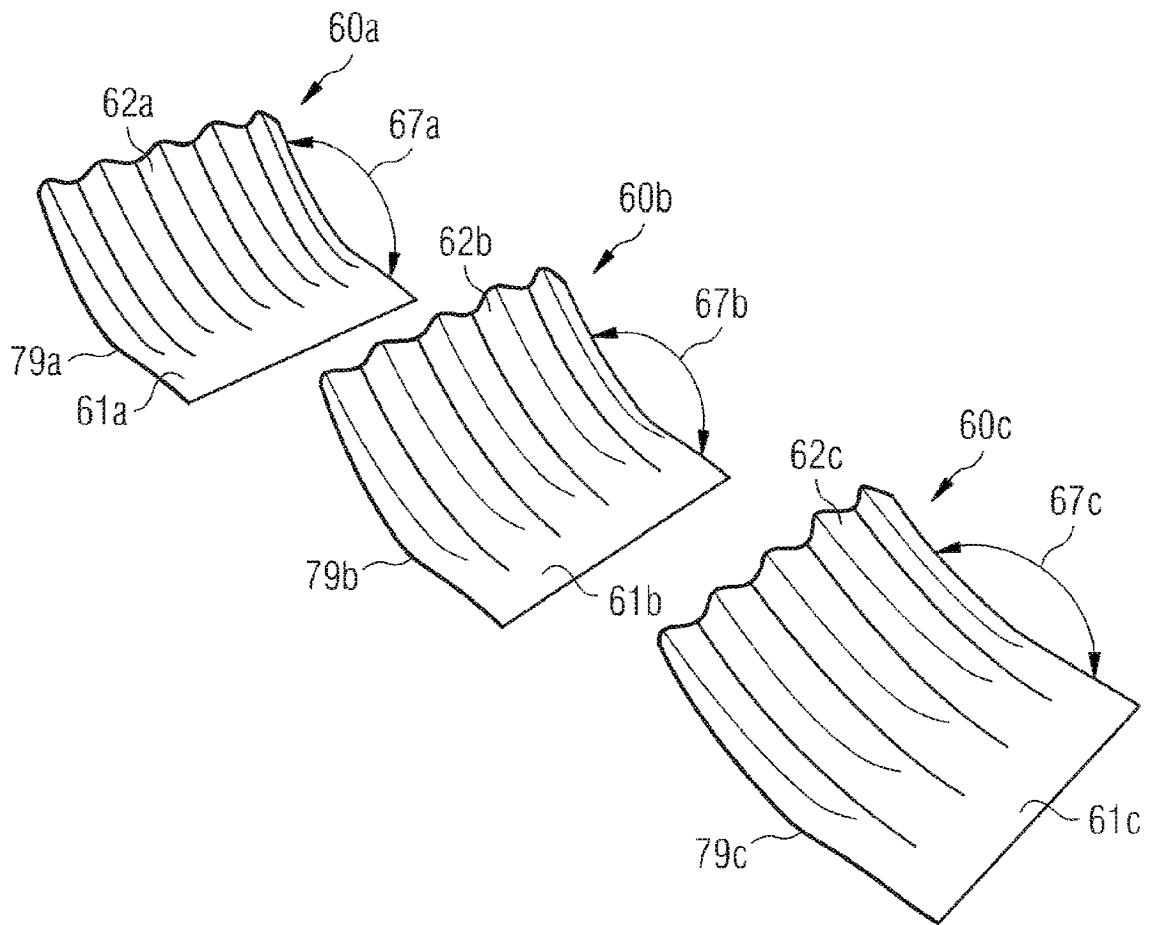


图 8

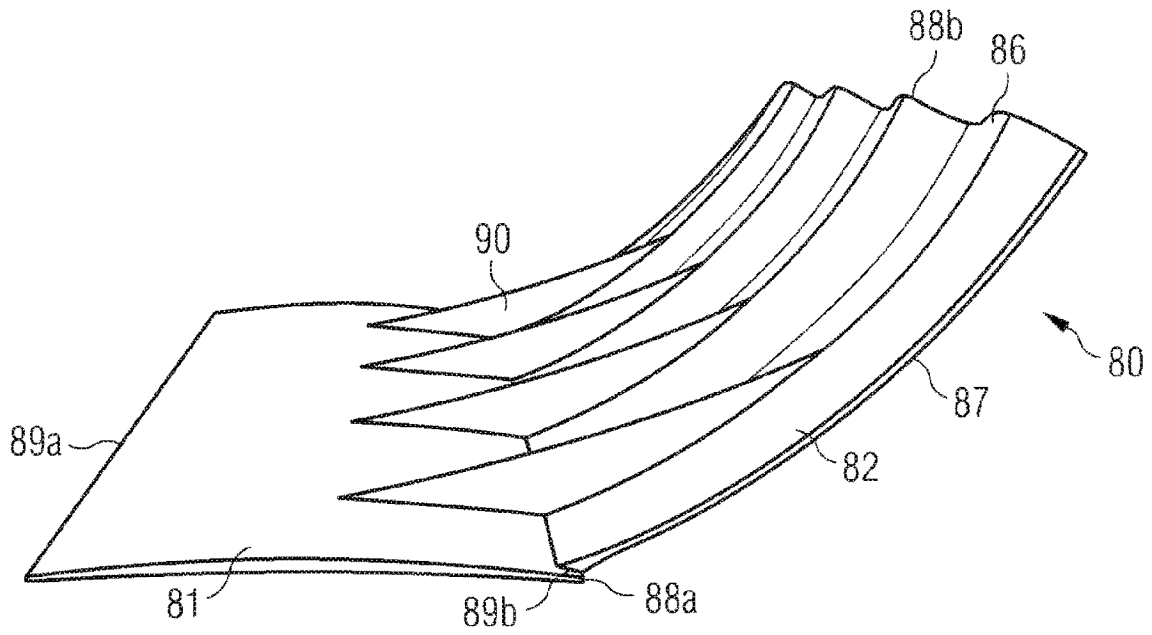


图 9

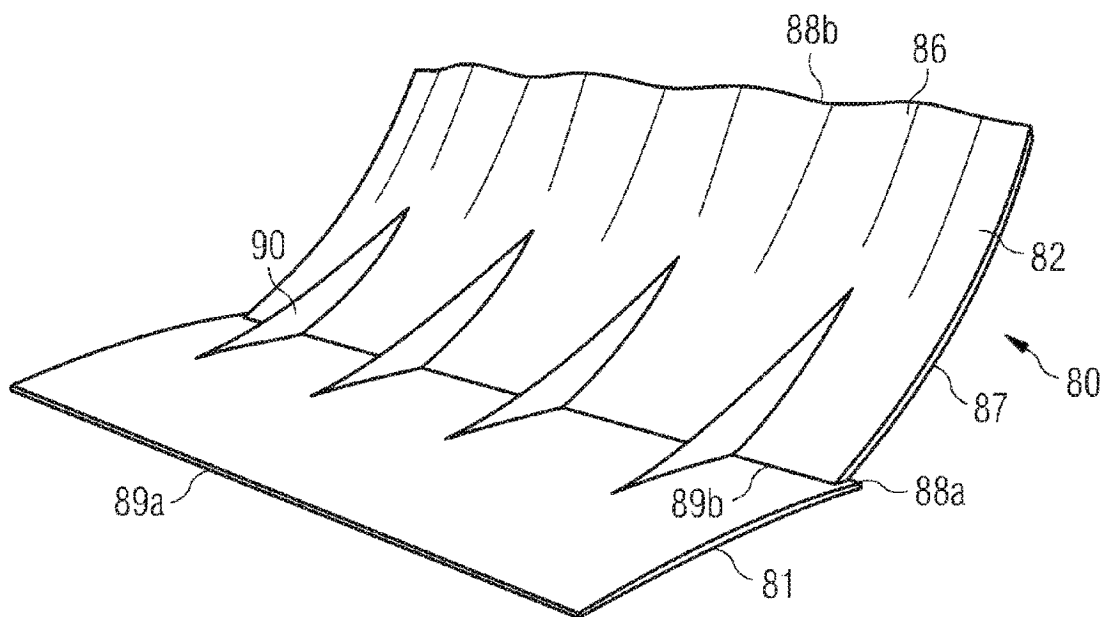


图 10