

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103026057 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 03

(21) 申请号 201080068569. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 10. 18

F03D 1/06 (2006. 01)

(30) 优先权数据

10172377. 3 2010. 08. 10 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 02. 08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/065646 2010. 10. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02012/019655 EN 2012. 02. 16

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 S·E·尼尔森 C·特鲁

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 薛峰 傅永霄

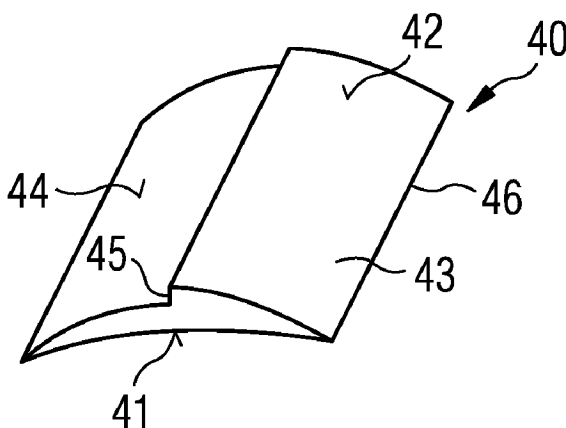
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 8 页

(54) 发明名称

转子叶片元件和用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法

(57) 摘要

本发明公开一种转子叶片元件和一种用于提高风力涡轮机转子叶片的效率的方法。描述了一种适于安装在风力涡轮机转子叶片(5)上的转子叶片元件(40、50、60)。风力涡轮机转子叶片(5)包括尾缘(21)、吸力侧(33)和压力侧(35)。所述叶片元件(40、50、60)包括尾缘(46、56)、第一表面(41)和第二表面(42)。第一表面(41)形成了压力侧表面部分。第二表面(42)包括吸力侧表面部分(43)和接触表面(44)。



1. 一种适于安装在风力涡轮机转子叶片(5)上的转子叶片元件(40、50、60),其中所述风力涡轮机转子叶片(5)包括尾缘(21)、吸力侧(33)和压力侧(35),

其特征在于

所述叶片元件(40、50、60)包括尾缘(46、56)、第一表面(41)和第二表面(42),所述第一表面(41)形成了压力侧表面部分,所述第二表面(42)包括吸力侧表面部分(43)和接触表面(44)。

2. 如权利要求1所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括尾缘凸缘(45),该尾缘凸缘(45)位于所述接触表面(44)与所述吸力侧表面部分(43)之间,并且该尾缘凸缘(45)适于将所述叶片元件(40、50、60)附接到所述风力涡轮机转子叶片(5)的尾缘(21)。

3. 如权利要求1或2所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述第一表面(41)包括一弯曲部分,和/或所述吸力侧表面部分(43)包括一弯曲部分,和/或所述接触表面(44)包括一弯曲部分。

4. 如权利要求1至3之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括弹性材料。

5. 如权利要求1至4之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括塑性材料、和/或热塑性材料、和/或复合结构。

6. 如权利要求1至5之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)具有在0.4 m至1.0 m之间的长度。

7. 如权利要求1至6之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括用于将所述转子叶片元件(40、50、60)固定到所述转子叶片(5)的双面胶合带(57)。

8. 如权利要求1至7之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括锯齿形尾缘(56)。

9. 如权利要求1至8之一所述的转子叶片元件(40、50、60),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60)包括翼翅(49)。

10. 一种转子叶片(5),包括至少一个如权利要求1至9之一所述的转子叶片元件(40、50、60)。

11. 如权利要求10所述的转子叶片(5),

其特征在于

所述转子叶片(5)包括梢端(22),所述转子叶片元件(40、50、60)沿着所述转子叶片

(5) 的尾缘(21) 的整个长度延伸, 或者, 所述转子叶片元件(40、50、60) 沿着从所述梢端(22) 测量的所述转子叶片(5) 的尾缘(21) 的至少 8m 的长度延伸。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的转子叶片(5),

其特征在于

所述转子叶片元件(40、50、60) 通过胶合剂和 / 或通过双面粘合带(57) 固定到所述转子叶片(5)。

13. 一种风力涡轮机(1), 包括至少一个如权利要求 10 至 12 之一所述的转子叶片(5)。

14. 一种用于提高包括尾缘(21) 的风力涡轮机叶片(5) 的效率的方法,

其特征在于,

将至少一个如权利要求 1 至 9 之一所述的转子叶片元件(40、50、60) 安装到所述风力涡轮机转子叶片(5) 的尾缘(21)。

15. 如权利要求 14 所述的方法,

其特征在于

通过胶合剂和 / 或通过双面粘合带(57) 将所述至少一个转子叶片元件(40、50、60) 固定到所述转子叶片(5)。

转子叶片元件和用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及转子叶片元件(特别是风力涡轮机转子叶片元件)、风力涡轮机转子叶片、风力涡轮机以及用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法。

背景技术

[0002] 用于提高风力涡轮机转子叶片效率以及改变风力涡轮机转子叶片空气动力学轮廓的叶片元件以及安装到叶片尾缘的这类元件根据专利文献是公知的。其例子为 EP 1 314 885 B、EP 2 195 525 A、WO 2009/026929 A1、EP 2 031 242 A1、US 2010/143151 A、EP 1 775 464 A 和 US 5, 328, 329 A。类似于常规弹性尾缘或锯齿形边缘的基本特征根据所引用的文献也是已知的。

[0003] 在 US 2010/0143151 A1 中公开了一种风力涡轮机叶片,其包括从叶片尾缘延伸的渗透性襟翼。该襟翼能够被改装到现有的叶片,并可与叶片的外表面齐平。

[0004] 在 US 5, 328, 329 中提供了一种宽度延伸器,其用于对现有的风机叶片进行修改,以便使得风机叶片能够以更低速度旋转,由此减小与风机叶片相关的噪声,同时保持适当的工作效率。该宽度延伸器沿着现有的风机叶片的尾缘例如通过胶接被固定地连接。

[0005] 在 EP 2 195 525A、WO 2009/026929 A1 和 EP 2 031 242 A1 中提供了一种用于安装在风力涡轮机叶片上的叶片元件。该叶片元件具有的形状使得,通过将其安装在风力涡轮机叶片的第一纵向部分,该叶片元件将第一纵向部分的轮廓从具有基本上尖的尾缘和第一弦长的第一翼面轮廓改变成具有钝尾缘的变化后的翼面轮廓。变化后的翼面轮廓为具有基本上尖的尾缘和第二弦长(其大于第一弦长)的假想翼面轮廓的截平轮廓。

[0006] 在 EP 1 775 464 A2 中公开了一种具有叶片转子的风力涡轮机,其通过包括一组柔性刚毛减小了噪声。该组柔性刚毛在叶片的空气动力学轮廓的尾缘上排列成至少一排,且在该尾缘上突出出来。

[0007] 在 EP 1 314 885 B1 中公开了一种用于提高风力涡轮机转子效率的方法和设备。该风力涡轮机转子包括连接到每个风力涡轮机转子叶片的锯齿形面板、每个面板上的上表面和下表面、每个面板上的多个跨度方向上的周期性缺口、用于将锯齿形面板连接到风力涡轮机转子的每个风力涡轮机转子叶片上的尾缘的装置,从而使得锯齿形面板从尾缘延伸到尾缘后方的气流中。每个风力涡轮机转子叶片上的锯齿相对于每个风力涡轮机转子叶片上的安装表面具有不同于 0° 的角度。每个锯齿形面板上的锯齿形具有给定的硬度,从而允许锯齿的角度响应于每个风力涡轮机转子叶片的尾缘处的气流的速度和角度由于这些锯齿和锯齿面板的弯曲而被动变化。

发明内容

[0008] 本发明的第一个目的是要提供一种转子叶片元件,其提高了风力涡轮机转子叶片的效率,并且减少了风力涡轮机转子叶片操作期间的噪声。本发明的第二个目的是要提供一种在操作期间效率提高、噪声减少的风力涡轮机转子叶片。第三个目的是要提供一种在

操作期间效率提高、噪声减少的风力涡轮机。本发明的第四个目的是要提供一种用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法。

[0009] 第一个目的通过权利要求 1 所述的转子叶片元件而得以解决。第二个目的通过权利要求 10 所述的转子叶片而得以解决。第三个目的通过权利要求 13 所述的风力涡轮机而得以解决。第四个目的通过权利要求 14 所述的用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法而得以解决。各从属权利要求限定了本发明进一步的改进。所有描述的特征单独地或彼此任意组合地均是有利的。

[0010] 本发明的转子叶片元件适于安装在风力涡轮机转子叶片上。所述风力涡轮机转子叶片包括尾缘、吸力侧和压力侧。所述叶片元件包括尾缘、第一表面和第二表面。所述第一表面形成了压力侧表面部分。所述第二表面包括吸力侧表面部分和接触表面。优选地，所述接触表面适于将所述转子叶片元件连接到所述转子叶片的压力侧。

[0011] 本发明的转子叶片具有的优点在于其易于装配到转子叶片。而且，其优选地可具有使所述转子叶片的尾缘表面或尾缘自然延长的形状。所述转子叶片可包括弦长，其被定义成从叶片尾缘到前缘的长度。本发明的转子叶片元件通过将本发明的转子叶片元件连接到叶片尾缘可延长所述转子叶片的弦长。

[0012] 而且，本发明的转子叶片元件提高了转子叶片的效率，并减少了由转子叶片尾缘产生的空气动力学噪声。此外，本发明的转子叶片元件能够被改装到现有的转子叶片。由于叶片元件可由轻质材料制成和 / 或可在尺寸上受到限制，则例如，如果叶片元件从一高度离开或者从转子叶片掉落，均能确保高的安全水平。

[0013] 优选地，本发明的转子叶片元件可包括适于将转子叶片元件附接到风力涡轮机转子叶片尾缘的尾缘凸缘。优选地，所述尾缘凸缘位于本发明转子叶片元件的接触表面与吸力侧表面部分之间。例如，所述尾缘凸缘可具有边缘形状。

[0014] 所述尾缘凸缘具有的优点在于，转子叶片元件的吸力侧表面部分可与配备有本发明转子叶片元件的风力涡轮机转子叶片的吸力侧齐平。由于存在尾缘凸缘，转子叶片元件的吸力侧表面部分可形成一平坦的吸力侧表面，其具有风力涡轮机转子叶片的吸力侧。

[0015] 所述第一表面可包括一弯曲部分，优选为凹形弯曲部分。该弯曲部分能够适于延长风力涡轮机转子叶片的压力侧。本发明的转子叶片元件的吸力侧表面部分也可包括一弯曲部分，优选为凸形弯曲部分。吸力侧表面部分的弯曲部分可对应于风力涡轮机转子叶片的吸力侧的弯曲部分。该弯曲部分能够适于延长转子叶片的吸力侧表面。而且，本发明的转子叶片元件的接触表面可包括一弯曲部分，优选为凸形弯曲部分。接触表面的弯曲部分可对应于叶片的压力侧的弯曲部分。有利地，接触表面能够适于被附接到风力涡轮机转子叶片的压力侧的一部分。

[0016] 此外，转子叶片元件可包括弹性材料。例如，转子叶片元件可包括塑性材料和 / 或热塑性材料和 / 或复合结构，例如包括玻璃纤维。优选地，本发明的转子叶片元件可由塑性材料和 / 或热塑性材料和 / 或复合结构（例如像玻璃纤维）制成。

[0017] 本发明的转子叶片元件可沿着叶片的尾缘弹性弯曲或变形，从而顺从操作期间其所附接的叶片的动态弯曲部分。叶片元件在转子叶片的操作期间可进一步出现与空气动力学影响（例如风速或风阻）有关的弹性弯曲或变形。

[0018] 用轻质材料制造叶片元件以及限制叶片元件的尺寸，那么，例如，如果叶片元件从

一高度掉落或从转子叶片落下,确保了高的安全水平。通常,本发明的转子叶片元件能够通过注塑模制法制造。

[0019] 此外,转子叶片元件可具有 0.4m 至 1.0m 之间的长度,例如在其尾缘处具有该长度。通常,本发明的转子叶片元件在附接到转子叶片时能够为一个长的条片或能够例如被分段成大致 0.4m 至 1.0m 长的段。这使叶片元件更易于操作。而且,转子叶片元件能够基本沿着转子叶片尾缘的全部长度或仅沿着最远端部分(例如从叶片的梢端测量最远为 8m)延伸。

[0020] 本发明的转子叶片元件可包括用于将转子叶片元件固定到转子叶片的双面粘合带。有利地,双面粘合带能够位于接触表面处。本发明的转子叶片元件能够被制备成用于转子叶片并且例如通过双面粘合带安装到转子叶片上。替代性地,其能够被制备成用于转子叶片并且通过胶合剂或者胶合剂与双面粘合带的组合而被安装到转子叶片上。转子叶片元件能够从工厂被安装(例如胶合或粘附)到转子叶片上或者能够进行改装。

[0021] 转子叶片元件可具有锯齿状或笔直的尾缘。

[0022] 更进一步地,对于本发明的各个实施例,叶片元件可被设计成包括翼翅,对于从一高度落下的叶片元件而言,该翼翅可确保减少叶片元件穿过开放空间的掉落速度。这反过来增大了配备有本发明转子叶片元件的涡轮机附近人员的安全性。因此,本发明的转子叶片元件有利地可包括翼翅。

[0023] 本发明的转子叶片包括至少一个如前所述的转子叶片元件。例如,一个转子叶片元件能够被附接到转子叶片的尾缘。替代性地,例如形成为分段的多个转子叶片元件可被附接到转子叶片的尾缘。

[0024] 更进一步地,转子叶片可包括梢端。转子叶片元件可沿着转子叶片尾缘的整个长度延伸。替代性地,转子叶片元件可沿着转子叶片尾缘的从梢端测量的 8m 的长度延伸。

[0025] 转子叶片元件能够通过胶合剂和 / 或通过胶带(例如,通过双面粘合带)固定到转子叶片。

[0026] 本发明的风力涡轮机包括至少一个如前所述的转子叶片,优选为三转子叶片。通常,本发明的转子叶片和本发明的风力涡轮机具有如前在本发明转子叶片元件的情况下所述相同的优点。

[0027] 本发明的用于提高风力涡轮机转子叶片效率的方法与包括尾缘的转子叶片有关。至少一个如前所述的本发明转子叶片元件被安装到风力涡轮机转子叶片的尾缘。优选地,至少一个转子叶片元件通过胶合剂和 / 或通过胶带(例如通过双面粘合带)固定到转子叶片。而且,至少一个转子叶片元件可被安装到新制造的转子叶片的尾缘,或者可被改装到已使用或先前制造的转子叶片的尾缘。

[0028] 本发明的方法与先前描述的本发明的转子叶片元件具有相同的优点。

[0029] 根据下文结合附图对实施例所作的描述,本发明进一步的目的、性能和优点将变得清楚。所有提到的特征单独地或彼此任意组合地均是有利的。

附图说明

[0030] 图 1 示意性地示出了风力涡轮机。

[0031] 图 2 以叶片跨度和叶片弦线限定的平面上的俯视图示意性地示出了转子叶片。

- [0032] 图 3 示意性地示出了穿过图 2 所示叶片的翼面部分的弦向截面。
- [0033] 图 4 示意性地示出了配备有多个本发明转子叶片元件的转子叶片。
- [0034] 图 5 以透视图示意性地示出了本发明的转子叶片元件。
- [0035] 图 6 以透视截面图示意性地示出了具有本发明转子叶片元件的风力涡轮机转子叶片。
- [0036] 图 7 以透视图示意性地示出了本发明风力涡轮机转子叶片的一部分的进一步的变型。
- [0037] 图 8 以透视图示意性地示出了配备有双面粘合带的图 7 的转子叶片元件。
- [0038] 图 9 示意性地示出了具有翼翅的本发明转子叶片元件的另一变型。

具体实施方式

[0039] 图 1 示意性地示出了风力涡轮机 1。风力涡轮机 1 包括塔架 2、机舱 3 和轮毂 4。机舱 3 位于塔架 2 之上。轮毂 4 包括多个风力涡轮机叶片 5。轮毂 4 被安装到机舱 3。此外，轮毂 4 被枢转安装成，使其能够绕旋转轴线 9 旋转。发电机 6 位于机舱 3 内。风力涡轮机 1 为直驱式风力涡轮机。

[0040] 图 2 示出了一种风力涡轮机叶片 5，其通常用在三叶片转子中。然而，本发明不应被限制到用于三叶片转子的叶片。事实上，其同样可被实施在其他转子例如单叶片转子或双叶片转子中。

[0041] 图 2 所示的转子叶片 5 包括梢端 22 和具有圆柱形轮廓的根部 23。梢端 22 形成叶片的最外部分。根部 23 的圆柱形轮廓用于将叶片固定到转子轮毂 4 的轴承。转子叶片 5 进一步包括所谓的肩部 24，其被限定成最大轮廓深度（即，叶片的最大弦长）的位置。在肩部 24 与梢端 22 之间延伸的是具有空气动力学成形轮廓的翼面部分 25。在肩部 24 与圆柱形根部 23 之间延伸的是过渡部分 27，在过渡部分 27 中，从翼面部分 25 的空气动力学轮廓过渡到根部 23 的圆柱形轮廓。叶片 5 的跨度由附图标记 28 表示。

[0042] 穿过转子叶片翼面截面 25 的弦向横截面被示于图 3 中。图 3 所示的空气动力学轮廓包括凸起的吸力侧 33 和不太凸起的压力侧 35。从叶片的前缘 29 延伸至其尾缘 21 的点划线示出了轮廓的弦线 38。尽管压力侧 35 在图 3 中包括凸形区段 37 和凹形区段 39，但压力侧 35 也可以被实施成根本不具有凹形区段，只要吸力侧 33 比压力侧 35 更为凸起即可。

[0043] 翼面部分 25 中的吸力侧 33 和压力侧 35 也被分别称为转子叶片 5 的吸力侧和压力侧，尽管严格而言，叶片 5 的圆柱形部分 23 并未表现出压力侧或吸力侧。

[0044] 图 4 示意性地示出了风力涡轮机转子叶片 5。多个本发明的转子叶片元件 40 被附接和固定到涡轮机叶片 5 的尾缘 21。转子叶片元件 40 被连接到尾缘 21 且靠近梢端 22。优选地，本发明的转子叶片元件 40 覆盖 8m（从梢端 22 测量）的尾缘 21 或至少沿着 8m（从梢端 22 测量）的尾缘 21 延伸。

[0045] 图 5 以透视图示意性地示出了本发明的转子叶片元件 40。转子叶片元件 40 包括尾缘 46、第一表面 41 和第二表面 42。第一表面 41 形成了压力侧表面部分，其能够适于与转子叶片 5 的压力侧 35 齐平。第二表面 42 包括能够适于与转子叶片 5 的吸力侧 33 齐平的吸力侧表面部分 43 以及用于将转子叶片元件 40 连接到转子叶片 5 的压力侧 35 的接触表面 44。

[0046] 本发明的转子叶片元件 40 进一步包括尾缘凸缘 45, 其优选地具有配合到转子叶片 5 的尾缘 21 的边缘形状。

[0047] 第一表面 41 具有与转子叶片 5 的压力侧 35 的一部分的弯曲部分对应的凹形弯曲部分, 以使转子叶片 5 在其弦线 38 上延长。吸力侧表面部分 43 具有与转子叶片 5 的吸力侧 33 的凸形弯曲部分对应的凸形弯曲部分, 以与吸力侧 33 齐平并使吸力侧 33 沿弦线方向 38 延长。接触表面 44 具有一凸形弯曲部分, 其对应于接触表面 44 适于附接到的压力侧 35 的凹形区段 39 的弯曲部分。

[0048] 图 6 示出了本发明的转子叶片 5 的一部分, 在该转子叶片 5 上安装有本发明的转子叶片元件 40。本发明的转子叶片元件 40 利用其接触表面 44 在尾缘 21 处胶合或粘附到转子叶片 5 的压力侧 35 的凹入部分 39。尾缘 21 被附接到尾缘凸缘 45。

[0049] 吸力侧 33 和转子叶片元件 40 的吸力侧部分 42 形成一平滑表面, 尤其地具有相同的凸形曲率。理想地, 从转子叶片 5 的吸力侧 33 到转子叶片元件 40 的吸力侧部分 42 存在平滑变化。第一表面 41 提供了到转子叶片 5 的压力侧 35 的平滑变化, 且在转子叶片 5 的尾缘 21 处延长了压力侧 45。

[0050] 图 7 和图 8 示出了具有锯齿形尾缘 56 的本发明转子叶片元件 50 的进一步变型。在图 7 中以截面透视图示出了转子叶片元件 50 的一部分。在图 8 中以第二表面 42 上的透视图示出了转子叶片元件 50。在图 7 和图 8 中, 转子叶片元件 50 的尾缘 56 具有锯齿形状。而且, 在图 8 中, 接触表面 44 包括双面粘合带 57, 例如, 用于将转子叶片元件 50 连接到转子叶片 5 的压力侧 35, 如图 6 所示。

[0051] 图 9 示意性地示出了本发明的转子叶片元件 60 的另一变型。叶片元件 60 包括翼翅 49, 翼翅 49 将确保在叶片元件 60 例如从一高度掉落时减少了叶片元件 60 穿过开放空间的掉落速度。这增大了涡轮机附近人员的安全性。

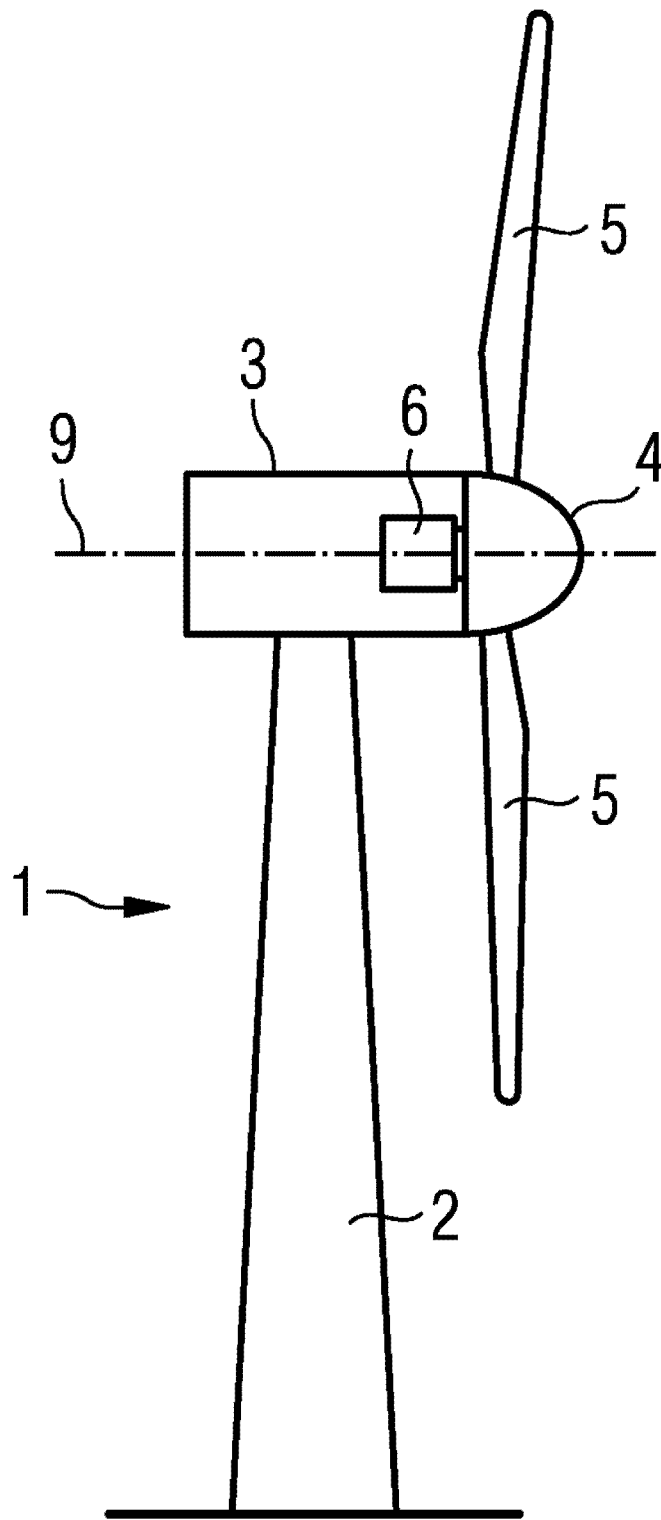


图 1

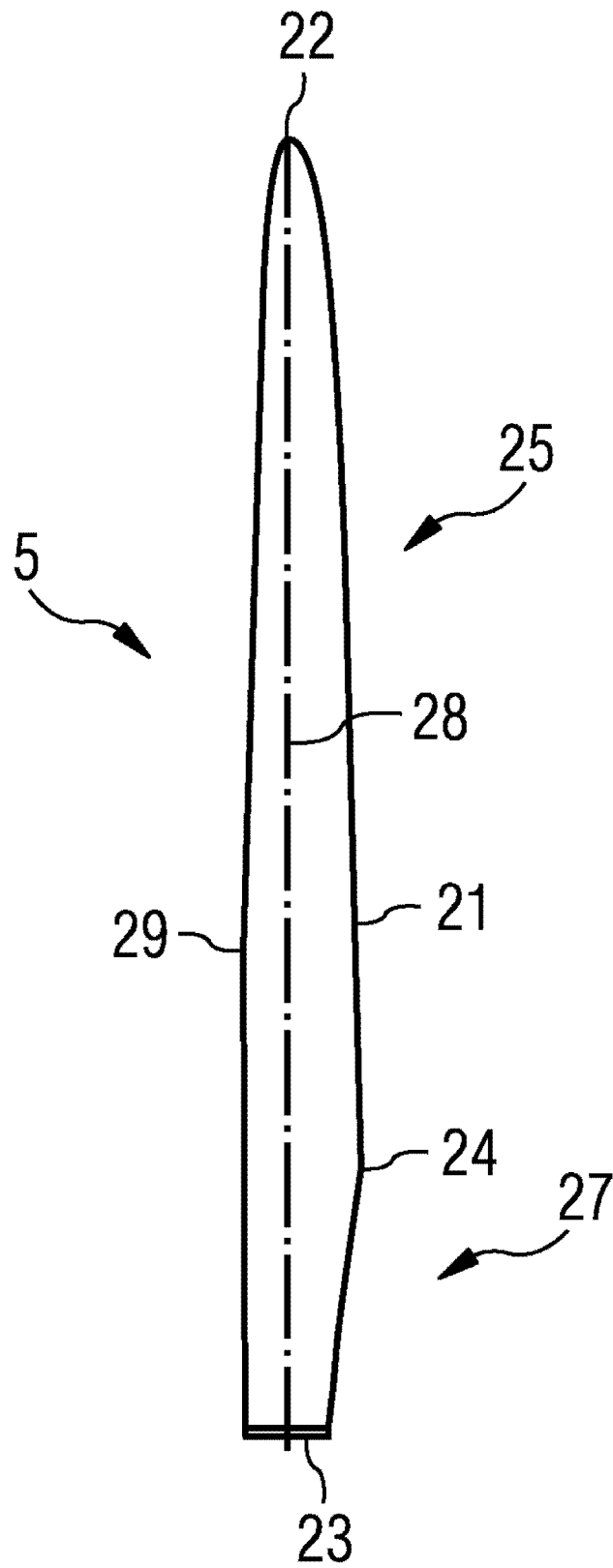


图 2

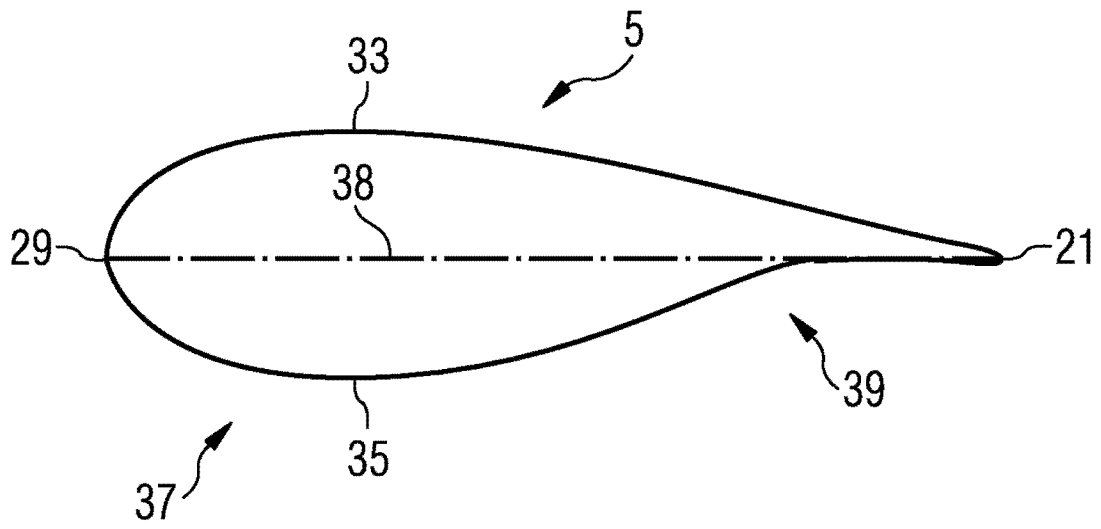


图 3

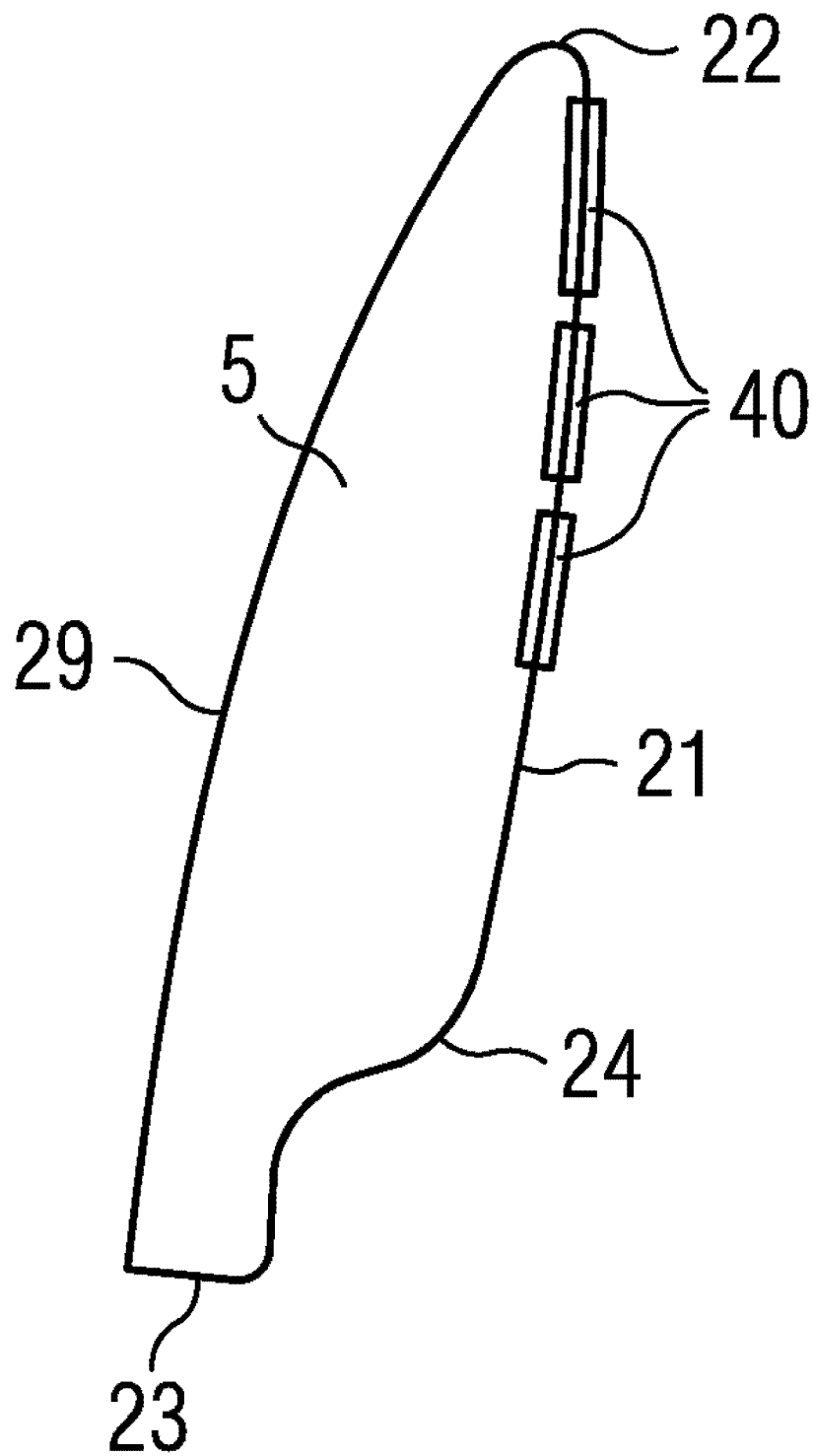


图 4

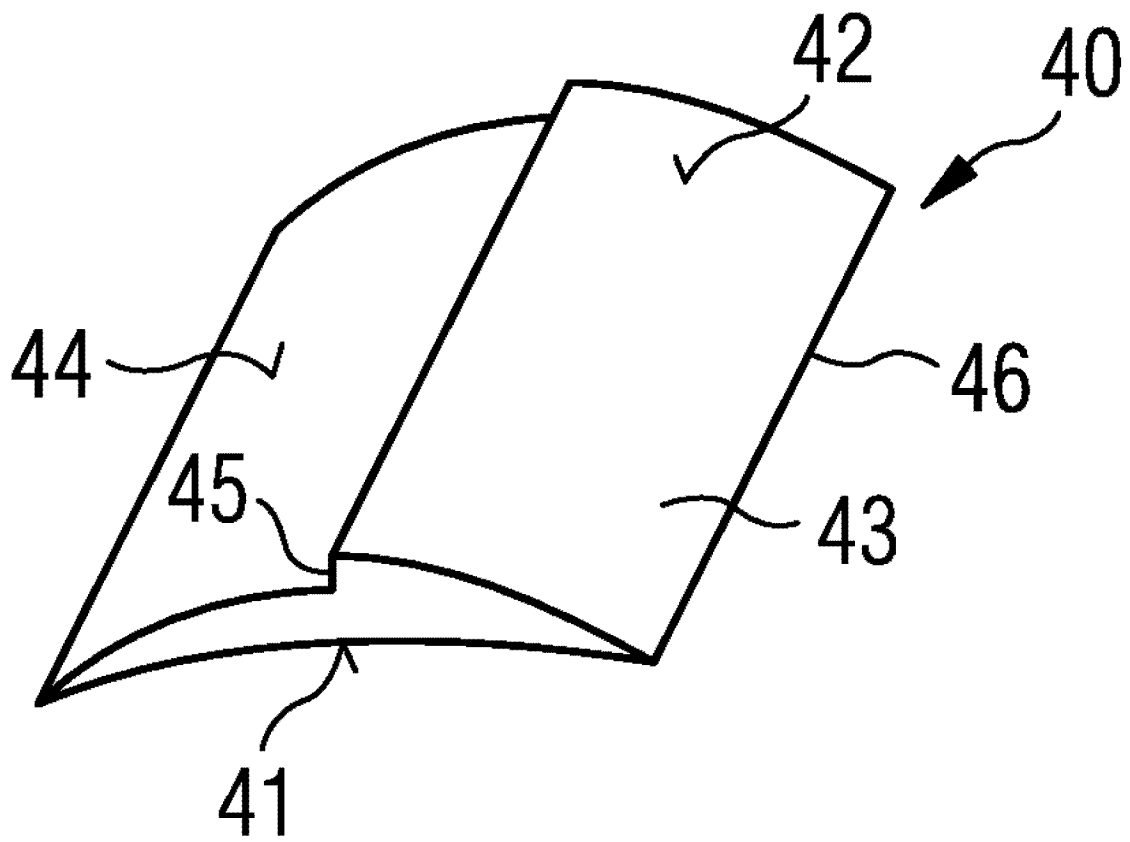


图 5

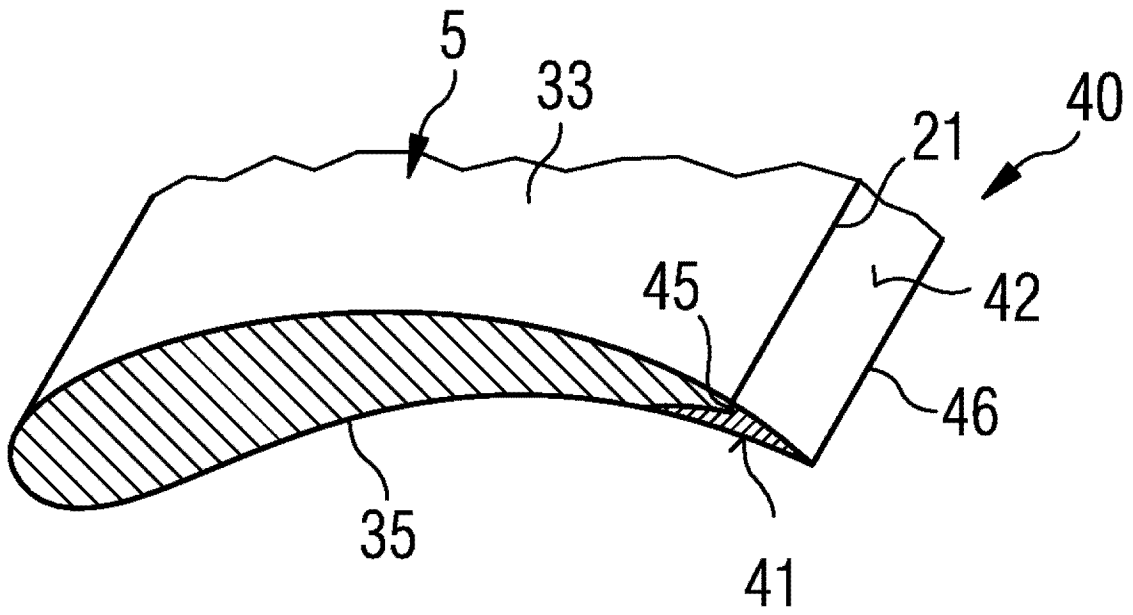


图 6

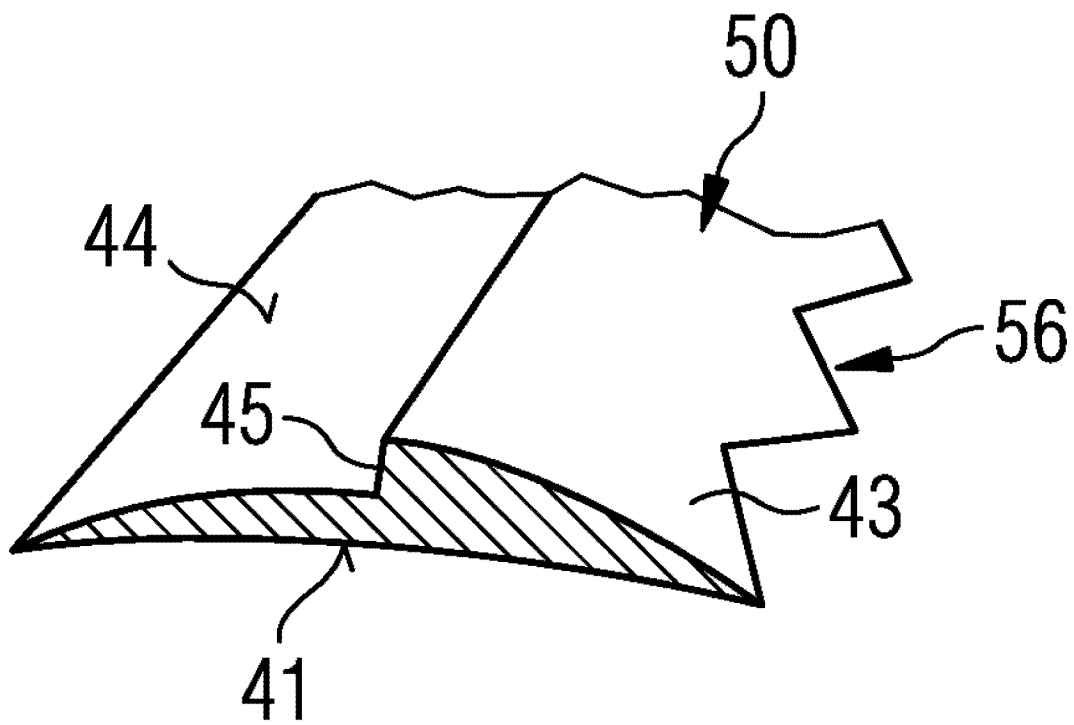


图 7

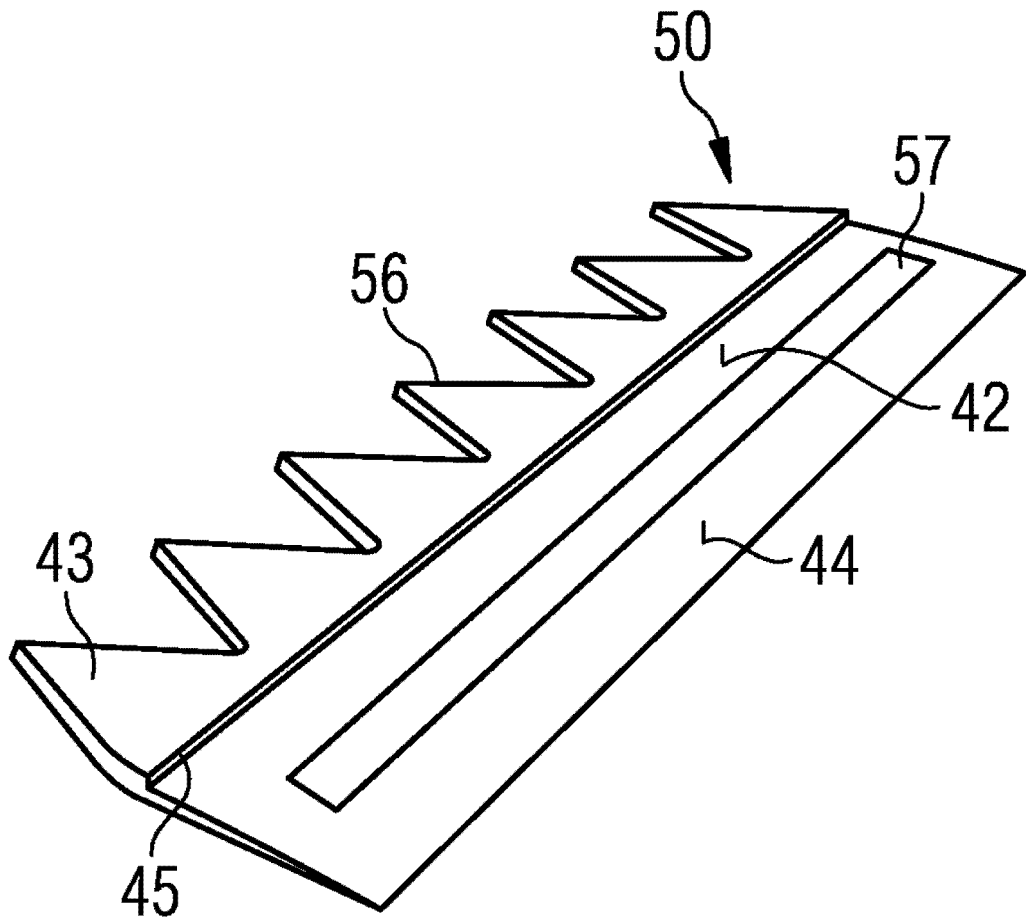


图 8

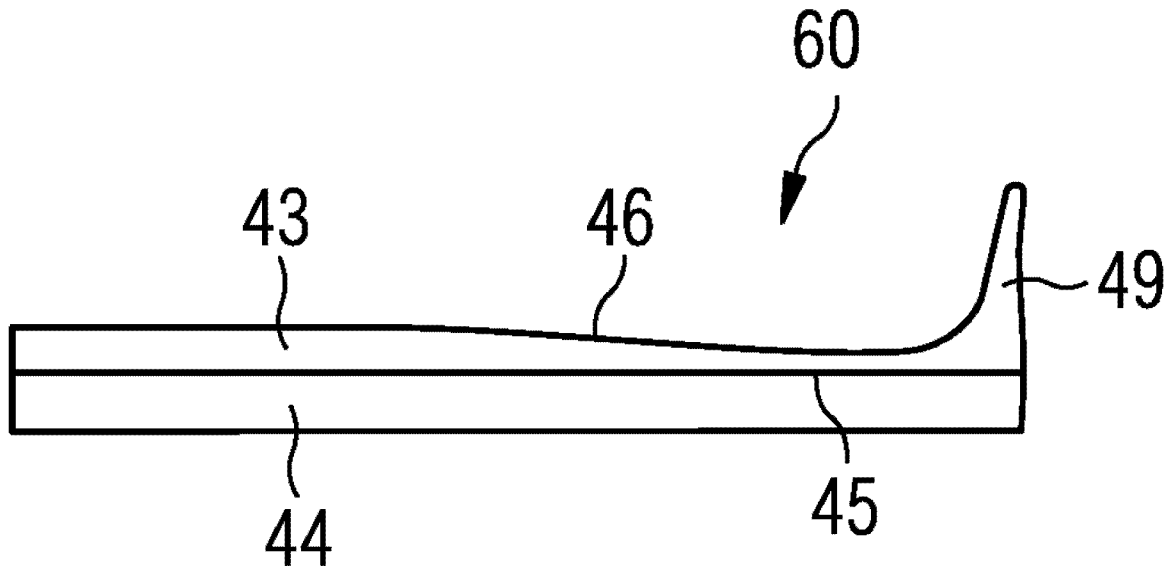


图 9