



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104454378 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410476604. 3

(22) 申请日 2014. 09. 18

(30) 优先权数据

13184993. 7 2013. 09. 18 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 S. 奥埃勒曼斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李晨 胡斌

(51) Int. Cl.

F03D 11/00(2006. 01)

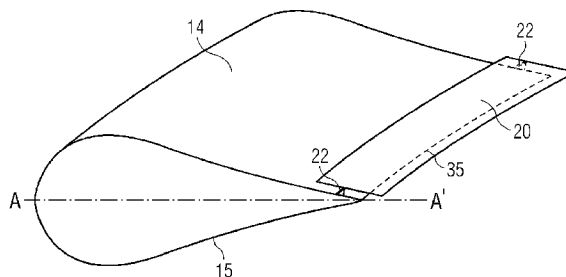
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

降低噪声排放的设备

(57) 摘要

本发明涉及一种降低噪声排放的设备, 该噪声排放由风力涡轮机转子叶片产生。该设备包括风力涡轮机转子叶片和降噪装置, 降噪装置被附接到风力涡轮机转子叶片。风力涡轮机转子叶片包括转子叶片吸力侧、转子叶片压力侧、转子叶片前缘部和具有转子叶片后缘的转子叶片后缘部。降噪装置包括面向转子叶片后缘部的内表面以及与内表面相对的外表面。降噪装置包括前缘和后缘, 两者都连接内表面和外表面。降噪装置被连接装置连接在转子叶片后缘部。由此, 内表面示出了到风力涡轮机转子叶片的至少一侧的预定距离。最后, 预定距离以这样的方式被选择, 即在转子叶片后缘部处产生的声波被内表面反射, 使得由风力涡轮机转子叶片产生的噪声排放得以降低。



1. 用以降低由风力涡轮机转子叶片(11)产生的噪声排放的设备(10),其中,

- 所述设备(10)包括所述风力涡轮机转子叶片(11)和降噪装置(20),所述降噪装置(20)被附接到所述风力涡轮机转子叶片(11);
- 所述风力涡轮机转子叶片(11)包括转子叶片吸力侧(14)、转子叶片压力侧(15)、转子叶片前缘部(12)和具有转子叶片后缘(35)的转子叶片后缘部(13);
- 所述降噪装置(20)包括内表面(23)和外表面(24),所述内表面(23)面向所述转子叶片后缘部(13),所述外表面(24)与所述内表面(23)相对;
- 所述降噪装置(20)包括前缘(27)和后缘(28),两者都连接所述内表面(23)和所述外表面(24);
- 所述降噪装置(20)被连接装置(22)连接在所述转子叶片后缘部(13),由此所述内表面(23)示出了到所述风力涡轮机转子叶片(11)的至少一侧的预定距离(21);并且
- 所述预定距离(21)以这样的方式被选择,即在所述转子叶片后缘部(13)处产生的声波(31)被所述内表面(23)反射,使得由所述风力涡轮机转子叶片(11)产生的噪声排放得以降低。

2. 根据权利要求1所述的设备(10),其中,
所述风力涡轮机转子叶片(11)包括尖端(16)、根部(17)和肩部(18),
所述转子叶片后缘部(13)在所述肩部(18)和所述尖端(16)之间延伸,
所述转子叶片后缘部(13)被分为邻近所述肩部(18)的内半部(32)和邻近所述尖端(16)的外半部(33),并且
所述降噪装置(20)位于所述外半部(33)中。

3. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,
在垂直于所述转子叶片后缘(35)的平面中,第一线(372)从所述转子叶片后缘(35)延伸至所述内表面(23)的第一点(371),而所述第一点(371)距离所述转子叶片前缘部(12)最近,

在垂直于所述转子叶片后缘(35)的所述平面中,第二线(382)从所述转子叶片后缘(35)延伸至所述内表面(23)的第二点(381),而所述第二点(381)距离所述转子叶片前缘部(12)最远,并且

所述降噪装置(20)以这样的方式与所述转子叶片后缘部(13)连接,即在所述第一线(372)和所述第二线(382)之间的角度(36)大于70度,具体地大于100度。

4. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,
所述降噪装置(20)包括尖侧(43)和根侧(44),所述尖侧(43)面向所述风力涡轮机转子叶片(11)的尖端(16),所述根侧(44)面向所述风力涡轮机转子叶片(11)的根部(17),并且

所述降噪装置(20)连续地通过所述尖侧(43)和/或通过所述根侧(44)与所述转子叶片后缘部(13)连接。

5. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,所述内表面(23)和/或所述转子叶片后缘部(13)的面向所述内表面(23)的那个表面包括吸声材料,使得所述声波(31)被至少部分地吸收。

6. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,所述内表面(23)大体上平行于所

述转子叶片后缘部(13)的面向所述内表面(23)的那个表面。

7. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),
其中,所述后缘(28)包括锯齿(29),并且 / 或者
其中,所述前缘(27)包括锯齿(29),并且 / 或者
其中,所述转子叶片后缘部(13)包括锯齿(29),并且
其中,所述锯齿(29)具体地是大体上周期性的锯齿。

8. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,
所述连接装置(22)被附接到支撑结构(25),并且
所述支撑结构(25)被附接到所述转子叶片后缘部(13),所述支撑结构(25)具体地包
括平板形状。

9. 根据前述权利要求的一个所述的设备(10),其中,所述设备(10)包括
第一降噪装置(41),所述第一降噪装置(41)与所述转子叶片吸力侧(14)连接,和 / 或
第二降噪装置(42),所述第二降噪装置(42)与所述转子叶片压力侧(15)连接。

10. 制造根据前述权利要求的一个所述的降低噪声排放的设备(10)的方法。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,

其中,所述方法包括以下步骤:

a) 铸造所述风力涡轮机转子叶片(11),

b) 将预制的降噪装置(20)作为加装件附接到所述风力涡轮机转子叶片(11),和 / 或在
所述设备(10)的制造期间将预制的降噪装置(20)附接到所述风力涡轮机转子叶片(11)。

降低噪声排放的设备

技术领域

[0001] 本发明涉及降低噪声排放的设备,噪声排放由风力涡轮机转子叶片产生。具体地,该设备包括降噪装置,降噪装置在风力涡轮机转子叶片的转子叶片后缘部被连接到风力涡轮机转子叶片。此外,本发明涉及制造这种设备的方法。

背景技术

[0002] 低噪声排放水平的实现在风力涡轮机转子叶片和风力涡轮机的研发中是关键和非常重要的设计参数。这是由于这样的事实,即风力涡轮机的噪声排放水平设置了对于风力涡轮机是否允许被建造和风力涡轮机被允许多么靠近地建造在居住区域附近的限制。因此,由于上述限制,噪声排放水平可设置对于风力涡轮机的转子的旋转频率的限制。此外,转子直径也可能受噪声约束所限制。

[0003] 通过旋转风力涡轮机转子叶片而产生的噪声排放代表着由风力涡轮机在工作中产生的总噪声排放的显著一部分。因此,已经做了显著的努力以研发减轻并降低由风力涡轮机转子叶片产生的噪声的解决方案。在欧洲专利申请 EP 2309119A1 中已经公开了被附接到风力涡轮机转子叶片或与风力涡轮机转子叶片成为一体的锯齿状板在某种程度上可具有对于噪声排放水平的有利效果。

[0004] 然而,存在迫切的需要以提供降低由风力涡轮机转子叶片产生的噪声排放的改进措施。具体地,该措施应当可以替换和补充用于风力涡轮机转子叶片的现有噪声排放装置。

发明内容

[0005] 该目标由独立权利要求实现。从属权利要求描述了本发明的有利的改进和修改。

[0006] 根据本发明,提供了一种降低由风力涡轮机转子叶片产生的噪声排放的设备。该设备包括风力涡轮机转子叶片和降噪装置,该降噪装置被附接到风力涡轮机转子叶片。风力涡轮机转子叶片包括转子叶片吸力侧、转子叶片压力侧、转子叶片前缘部和具有转子叶片后缘的转子叶片后缘部。降噪装置包括内表面和外表面,内表面面向转子叶片后缘部,外表面与内表面相对。降噪装置包括前缘和后缘,两者都连接内表面和外表面。降噪装置被连接装置连接在转子叶片后缘部。由此,内表面示出了到风力涡轮机转子叶片的至少一侧的预定距离。最后,预定距离以这样的方式被选择,即在转子叶片后缘部处产生的声波被内表面反射,使得由风力涡轮机转子叶片产生的噪声排放得以降低。

[0007] 风力涡轮机转子叶片被布置和制备成作为风力涡轮机的一部分。风力涡轮机是能够将风能(即来自风的动能)转换为机械能的设备。有利地,机械能随后被用以发电。风力涡轮机也指的是风力发电厂或风力充电机。此外,风力涡轮机也可指风力涡轮机发动机。

[0008] 转子叶片后缘应该理解为位于转子叶片后缘部的外围的棱边或边缘。转子叶片后缘部是风力涡轮机转子叶片的包括转子叶片后缘和邻近区域的那个区域或部分。示例性地,对于整个风力涡轮机转子叶片的区域,转子叶片后缘部可占据 20%,特别是 10%的区域。类似地,转子叶片前缘部也应理解为转子叶片前缘周围的部分或区域。

[0009] 降噪装置可大体上平行于风力涡轮机转子叶片的至少一侧。然而,其也可以倾斜于风力涡轮机转子叶片的至少一侧。因此,重要的是,降噪装置与风力涡轮机转子叶片之间的距离保持恒定或机械稳定,这由概念“预定”表示。

[0010] 由上述降噪装置减轻和降低的噪声可原则上来自于或产生于风力涡轮机转子叶片的任何区域。然而具体地,导致噪声的声波在转子叶片后缘部处产生。甚至更具体地,声波在转子叶片后缘处产生。

[0011] 预定距离和由此的降噪装置关于风力涡轮机转子叶片的位置可被选择在风力涡轮机转子叶片的边界层的内侧或边界层的外侧。

[0012] 边界层是靠近风力涡轮机转子叶片表面的区域,在那里,风的平均流动速度比该区域的外侧更小。边界层可以是层流的和湍流的。有利地,边界层在转子叶片前缘部处以层流开始,随后过渡成为湍流边界层。该过渡可例如在转子叶片前缘部和转子叶片后缘之间的弦线的三分之一后。有利地,在转子叶片前缘部处,边界层的厚度在几毫米的范围内,而在转子叶片后缘部处,边界层的厚度在几厘米的范围内。如果风流从风力涡轮机转子叶片的表面分离,这被称为脱流(stall)。

[0013] 将降噪装置定位在边界层内侧的优点是阻力更低,并且来自降噪装置的可能的自身噪声由于降低的平均流动速度而被降低。

[0014] 将降噪罩(shield)定位在边界层外侧的优点是全部的边界层被保护,并且来自降噪装置可能的自身噪声由于边界层外侧更低的湍流而被降低。

[0015] 降噪装置的一般优点是,当边界层薄时,在低风速时,降噪装置可作为附加的翼型。这是由于降噪装置在边界层外侧延伸的事实,在边界层外侧,降噪装置是起空气动力学作用的(aerodynamically active)。因此,相比于没有降噪装置的风力涡轮机转子叶片,风力涡轮机在低风速时工作可以产生更大的功率。

[0016] 降噪装置可包括聚氨酯和 / 或三维打印塑料。

[0017] 在有利的实施例中,风力涡轮机转子叶片包括尖端、根部和肩部。此外,转子叶片后缘部在肩部和尖端之间延伸,并且转子叶片后缘部被分为邻近肩部的内半部和邻近尖端的外半部。有利地,降噪装置位于外半部中。

[0018] 在根部,风力涡轮机转子叶片有利地被附接到风力涡轮机的轮毂。尖端的特征在于其是风力涡轮机转子叶片的距离根部最远的那部分。

[0019] 肩部邻近转子叶片后缘部。特别地,风力涡轮机转子叶片的弦线在肩部所在的位置是最大或最长的。

[0020] 内半部和外半部的概念应该这样理解,即转子叶片后缘部的 50% 位于内半部中并且转子叶片后缘部的 50% 位于外半部中。换句话说,转子叶片后缘部实际上通过内半部和外半部而被切为两个相等的部分。

[0021] 在替代实施例中,转子叶片后缘部被分为三个相等的部分,即内三分之一、中间三分之一和外三分之一。内三分之一邻近肩部,外三分之一邻近尖端,中间三分之一位于内三分之一和外三分之一之间。有利地,降噪装置位于外三分之一中。

[0022] 降噪装置位于外半部或者外三分之一中是有利的,其原因在于风力涡轮机转子叶片的旋转速度朝着尖端是最高的。因此,噪声排放也可能朝着尖端是最高的。由此,把降噪装置朝着尖端放置是有利的。

[0023] 在另一个有利实施例中,在垂直于转子叶片后缘的平面中,第一线从转子叶片后缘延伸至内表面的第一点。该第一点距离转子叶片前缘部最近。类似地,在这个平面中,第二线从转子叶片后缘延伸至内表面的第二点。该第二点距离转子叶片前缘部最远。有利的是,降噪装置以这样的方式和转子叶片后缘部连接,即在第一线和第二线之间的角度大于70度,具体地大于100度。

[0024] 换句话说,有利的是,把降噪装置关于转子叶片后缘放置或布置使得足够大的角度区域被降噪装置覆盖。因此,在转子叶片后缘部(特别是转子叶片后缘)处产生的声波被内表面反射。角度区域应该理解为中心在后缘处。

[0025] 在另一个有利实施例中,在垂直于转子叶片后缘的平面中,第三线可从转子叶片后缘画到内表面,其中,第三线大体上垂直于转子叶片后缘部的面向内表面的那个表面。

[0026] 于是,在第一替代方案中,第一点和第二点关于第三线和内表面的交点位于不同侧。描述性地说明,第一点位于转子叶片后缘“前面”,从而前缘位于转子叶片后缘“前面”,并且第二点位于转子叶片后缘“后面”,从而后缘位于转子叶片后缘“后面”。这个替代方案的优点在于由降噪装置覆盖的尽量大的角度区域,这意味着声波可以大程度地被反射。

[0027] 在第二替代方案中,第一点和第二点都位于转子叶片后缘的“前面”,从而前缘和后缘都位于转子叶片后缘的“前面”。降噪装置关于风力涡轮机转子叶片的这种布置方式可能是足够的,因为大部分的声波可能在上游方向被辐射,即朝着转子叶片前缘部的方向。

[0028] 一般地,有利的是,降噪装置关于风力涡轮机转子叶片的位置以及具体地第一线和第二线之间的角度被如此选择,使得它们与风的局部流动方向对准。

[0029] 在另一个有利实施例中,降噪装置包括尖侧和根侧,尖侧面面向风力涡轮机转子叶片的尖端,根侧面面向风力涡轮机转子叶片的根部。此外,降噪装置连续地通过尖侧和/或通过根侧与转子叶片后缘部连接。

[0030] 换句话说,降噪装置可以以这种方式设计,即其逐渐过渡到已有的转子叶片后缘部。由此避免了可能发展或泄露噪声的降噪装置的端部。另外或替代地,可通过用多孔金属泡沫(例如 retimet 或 recemat)来代替降噪装置的顺翼展方向的边缘而降低噪声。通过这种方式,尖部旋涡散开,已经表明这样会有效地减轻或甚至消除边缘噪声。

[0031] 在另一个有利的实施例中,内表面和/或转子叶片后缘部的面向内表面的那个表面包括吸声材料,使得声波被至少部分地吸收。

[0032] 换句话说,用吸收材料处理内表面和/或转子叶片后缘部的面向内表面的那个表面,以增强声波在经处理的表面处的吸收。一方面,在转子叶片后缘部处产生的声波可直接被经处理的表面至少部分地吸收。另一方面,声波可首先被反射,并随后至少部分地被处理表面吸收。

[0033] 吸声材料可包括穿孔的和/或网状的面板。例如,穿孔板可包括冲压铝、机械打孔碳纤维复合材料、激光打孔或微开孔板。作为块状材料,毡纤维、陶瓷泡沫、陶瓷纤维或金属壳陶瓷空心球也是有利的。

[0034] 具体地,吸声材料可作为单层或双层出现。它们也可被称为吸声衬垫。

[0035] 在另一个有利实施例中,内表面大体上平行于转子叶片后缘部的面向内表面的那个表面。

[0036] 平行表面的优点是制造起来简单。

[0037] 在另一个有利实施例中,后缘包括锯齿,并且/或者前缘包括锯齿,并且/或者转子叶片后缘部包括锯齿。具体地,该锯齿是周期性锯齿。

[0038] 锯齿状的转子叶片后缘部因为降噪的作用而被知晓,如在例如欧洲专利申请 EP 0652367A1 中所公开的。此外,所知晓的是,如在例如欧洲专利 EP 1314885B1 中所公开的,锯齿状的转子叶片后缘部可改善风力涡轮机转子的效率。因此,有利的是,对于降噪装置的后缘和前缘也使用锯齿,并且替代地把这些锯齿与锯齿状的转子叶片后缘部结合。换句话说,降噪装置可以被添加到已有的锯齿状转子叶片后缘部,该锯齿状转子叶片后缘部出于降噪目的等等已经带有锯齿。也可以用降噪装置来替换锯齿状的转子叶片后缘部。

[0039] 因而,降噪装置所附接到的转子叶片后缘部可以是平面或锯齿状的。

[0040] 在另一个有利实施例中,连接装置被附接到支撑结构。该支撑结构被附接到转子叶片后缘部,该支撑结构具体地包括平板形状。

[0041] 该支撑结构的优点是降噪装置可简单高效地与风力涡轮机转子叶片分开地制造,并可随后被附接到风力涡轮机转子叶片。

[0042] 在另一个有利实施例中,该设备包括第一降噪装置和/或第二降噪罩,该第一降噪装置与转子叶片吸力侧连接,该第二降噪罩与转子叶片压力侧连接。

[0043] 情况可能是这样,即对于在工作噪声下的风力涡轮机转子叶片,在转子叶片吸力侧的噪声排放相比于在转子叶片压力侧的噪声辐射更加显著。于是有利的是,至少(在吸力侧)安装第一降噪装置;第二个降噪装置是可选的。

[0044] 此外,本发明涉及制造这种降低噪声排放的设备的方法。

[0045] 该方法有利地包括以下步骤:

a) 铸造风力涡轮机转子叶片,

b) 将预制的降噪装置作为加装件附接到风力涡轮机转子叶片,和/或在该设备的制造期间将预制的降噪装置附接到风力涡轮机转子叶片。

[0046] 如果降噪装置在制造期间被附接到风力涡轮机转子叶片,则有利的是,降噪装置是风力涡轮机转子叶片的一体化部分,降噪装置与风力涡轮机转子叶片一起铸造。

[0047] 本发明的上述限定方面和进一步方面从下文将要描述的实施例的示例是明显的,并参考实施例的示例进行解释。

附图说明

[0048] 现在参考附图仅以示例的方式描述本发明的实施例,附图如下:

图 1 示出了降低噪声排放的设备,其包括风力涡轮机转子叶片和降噪装置,

图 2 以透视图示出了这样的设备的一部分,

图 3 示出了源自于风力涡轮机转子叶片的转子叶片后缘的声波,

图 4 示出了被降噪装置覆盖的角度区域,以及降噪装置的内表面相对于风力涡轮机转子叶片一侧的预定距离,

图 5 示出了在边界层内侧的第一降噪装置和第二降噪装置,

图 6 示出了具有封闭尖侧和封闭根侧的降噪装置,

图 7 以第一视图示出了具有封闭根侧的降噪装置,

图 8 以第二视图示出了具有封闭根侧的降噪装置,

图 9 示出了锯齿状降噪装置的第一实施例，
图 10 示出了锯齿状降噪装置的第二实施例，并且
图 11 示出了锯齿状降噪装置的第三实施例。

具体实施方式

[0049] 图 1 示出了降低由风力涡轮机转子叶片 11 产生的噪声排放的设备 10。设备 10 包括风力涡轮机转子叶片 11 和降噪装置 20。风力涡轮机转子叶片 11 包括根部 17 和尖端 16。根部 17 和尖端 16 实际上被转子叶片纵向轴线 19 连接。此外，风力涡轮机转子叶片 11 包括转子叶片前缘部 12 和转子叶片后缘部 13。转子叶片后缘部 13 包括转子叶片后缘 35。转子叶片后缘 35 应该理解为棱边或边缘或线，而转子叶片后缘部 13 和转子叶片前缘部 12 的每者应该理解为风力涡轮机转子叶片 11 的区段或区域或部分。转子叶片后缘 35 从风力涡轮机转子叶片 11 的肩部 18 延伸至尖端 16。此外，转子叶片后缘部 13 被另外分为内半部 32 和外半部 33，内半部 32 邻近肩部 18，外半部 33 邻近尖端 16。由此，转子叶片后缘部 13 的 50% 包括内半部 32，并且转子叶片后缘部 13 的 50% 包括外半部 33。在图 1 所示的本发明的具体示例中，降噪装置 20 在转子叶片后缘部 13 的外半部 33 中被附接到转子叶片后缘部 13。

[0050] 图 2 以透视图示出了图 1 中所示的设备 10 的一部分。此外，图 1 的设备 10 沿着切割线 A 至 A' 在图 2 中示出。在这个视图中，风力涡轮机转子叶片 11 的转子叶片吸力侧 14 和转子叶片压力侧 15 变得明显。在图 2 中，降噪装置 20 大体上包括平板形状，并包括两个连接装置 22。

[0051] 在图 3 中，具有转子叶片前缘部 12 和转子叶片后缘 35 的风力涡轮机转子叶片 11 再次被示出。此外，可以看到声波 31 产生或者来自于转子叶片后缘 35 处。

[0052] 在图 4 中，示出了转子叶片后缘部 13 以及被连接装置 22 附接或连接到转子叶片后缘部 13 的降噪装置 20。降噪装置 20 包括内表面 23，内表面 23 面向转子叶片后缘部 13 的表面。此外，降噪装置 20 包括与内表面 23 相对的外表面 24。此外，降噪装置 20 包括前缘 27，前缘 27 面向风力涡轮机转子叶片 11 的转子叶片前缘部 12。此外，降噪装置 20 包括与前缘 27 相对的后缘 28。

[0053] 由于降噪装置 20 以机械稳定的方式被连接到转子叶片后缘部 13，内表面 23 的特征在于到转子叶片后缘部 13 的表面的预定距离 21。在图 4 示出的示例中，内表面 23 大体上平行于内表面 23 所面向的转子叶片后缘部 13 的那个表面。然而，在替代实施例中，降噪装置 20（即其内表面 23）也可关于转子叶片后缘部 13 的面向平面是倾斜的。

[0054] 本发明的重要方面是：在内表面 23 和转子叶片后缘部 13 之间的预定距离 21 被以这样的方式选择，即声波 31 被内表面 23 反射，该声波 31 在转子叶片后缘部 13 处产生，具体在转子叶片后缘部 13 的转子叶片后缘 35 处产生。这样的好处是由风力涡轮机转子叶片 11 产生的噪声排放被减轻和降低。

[0055] 本发明的设备 10 的重要设计参数是由降噪装置 20 覆盖且中心在转子叶片后缘 35 处的角度区域。这个角度区域被如下限定：

第一点 371 和第二点 381 被分配给内表面 23。第一点 371 被定义为在垂直于转子叶片后缘 35 的平面上距离转子叶片前缘部 12 最近的点。第二点 381 距离转子叶片前缘部 12

最远。然后,第一线 372 从转子叶片后缘 35 延伸至第一点 371。类似地,第二线 382 从转子叶片后缘 35 延伸至第二点 381。给定这些定义,可以确定在第一线 372 和第二线 382 之间的角 36,其中,角 36 的中心在第一线 372 和第二线 382 的交点处,即在转子叶片后缘 35 处。在图 4 所示的有利实施例中,角 36 是 95 度。

[0056] 在图 5 中,示出了具有转子叶片吸力侧 14 和转子叶片压力侧 15 的风力涡轮机转子叶片 11。此外,示出了风力涡轮机转子叶片 11 的边界层 34。边界层 34 可被理解为靠近风力涡轮机转子叶片 11 的表面的区域,在那里,风的平均流动速度显著地小于远离风力涡轮机转子叶片 11 的表面的外部区域。注意到吸力侧 14 的边界层 34 和压力侧 15 的边界层 34 在转子叶片后缘处合并,并继续向下游延续。吸力侧 14 和压力侧 15 处的边界层厚度在下游轻微增加。

[0057] 将降噪装置 20 布置在边界层 34 内是有利的。此外,有利的是,关于转子叶片吸力侧 14 来布置第一降噪装置 41 并且关于压力侧 15 来布置第二降噪装置 42。

[0058] 图 6 示出了具有转子叶片后缘 35 的转子叶片后缘部 13。此外,其示出了具有前缘 27、后缘 28、尖侧 43 和根侧 44 的降噪装置 20。尖侧 43 被定义为面向风力涡轮机转子叶片 11 的尖端 16,并且根侧 44 被定义为面向风力涡轮机转子叶片 11 的根部 17。

[0059] 在图 6 示出的有利实施例中,可以看到降噪装置 20 在尖侧 43 和根侧 44 是封闭的。这种布置方式的优点是边缘噪声可以被高效且显著地减轻。注意到降噪装置 20 在前缘 27 和后缘 28 处却是打开的。这是重要的,因为风应当能够在降噪装置 20 和风力涡轮机转子叶片 11 的转子叶片后缘部 13 之间流动。

[0060] 图 7 和图 8 从两种不同的角度示出了风力涡轮机转子叶片的转子叶片后缘部 13。特别地,风力涡轮机转子叶片的转子叶片吸力侧 14 被示出。降噪装置 20 通过多个连接装置 22 被附接到转子叶片后缘部 13。面向转子叶片前缘的前缘 27、与前缘 27 相对的后缘 28、面向风力涡轮机转子叶片的尖部的尖侧 43 以及面向风力涡轮机转子叶片的根部的根侧 44 可属于降噪装置 20。

[0061] 在图 7 和图 8 中应该说明的特定特征是过渡根侧 44。换句话说,降噪装置 20 在根侧 44 处连续地与后缘部 13 连接。

[0062] 图 9、图 10 和图 11 示出了锯齿状的降噪装置 20 的有利实施例。在每幅图中,降噪装置 20 被安装在支撑结构 25 上,支撑结构 25 包括平板形状。支撑结构 25 的优点是更好的机械稳定性和制造的容易性。具体地,不是将预制的降噪装置 20 直接安装或附接到转子叶片后缘部 13 (这在实践中可能是棘手和困难的),而是可以事先(即单独地)通过连接装置 22 将降噪装置 20 附接到支撑结构 25,并且随后将具有降噪装置 20 的支撑结构 25 直接地连接或附接到风力涡轮机的转子叶片后缘部 13。如果支撑结构 25 具有例如在图 9 至 11 中所示的平板形状,则将支撑结构 25 附接到转子叶片后缘部 13 是容易执行的。

[0063] 在图 9 中,降噪装置 20 包括位于降噪装置 20 的前缘 27 处的锯齿 29。图 10 中,降噪装置 20 包括位于降噪装置 20 的后缘 28 处的锯齿。在图 11 中,降噪装置 20 在前缘 27 和后缘 28 两处都包括锯齿。锯齿 29 可具有任意的形状或轮廓。然而,有利的是,锯齿 29 包括大体周期性的结构。

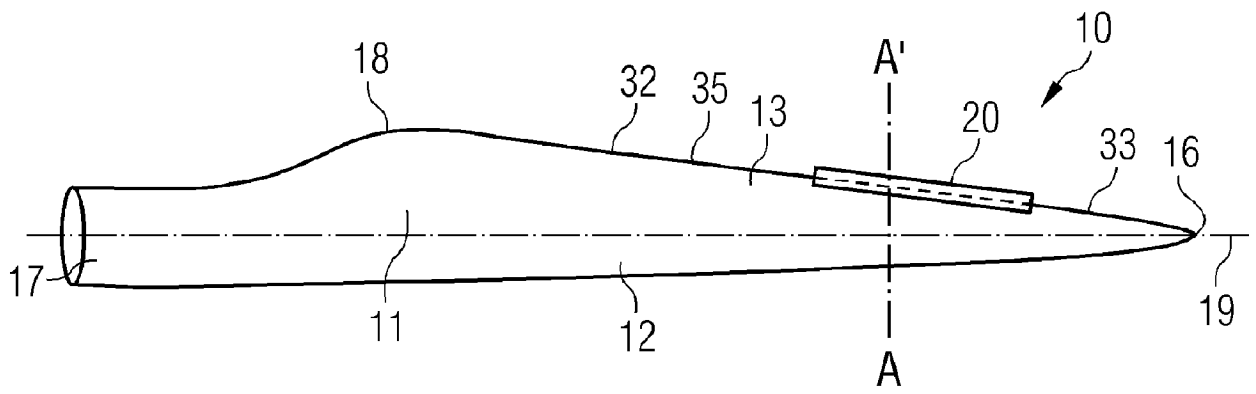


图 1

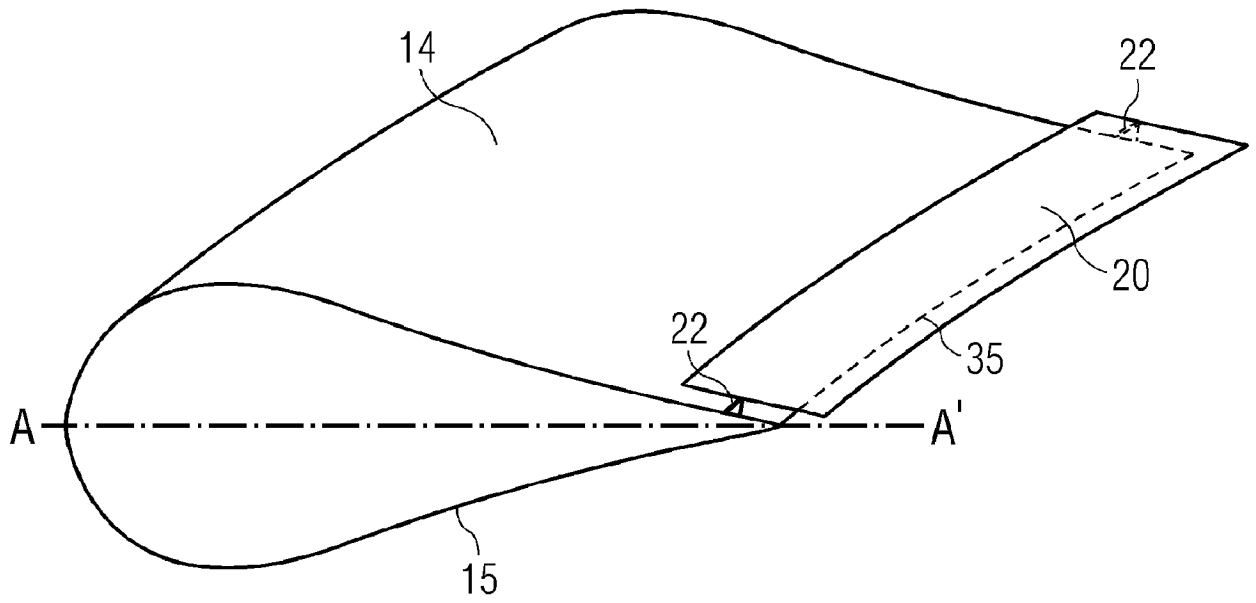


图 2

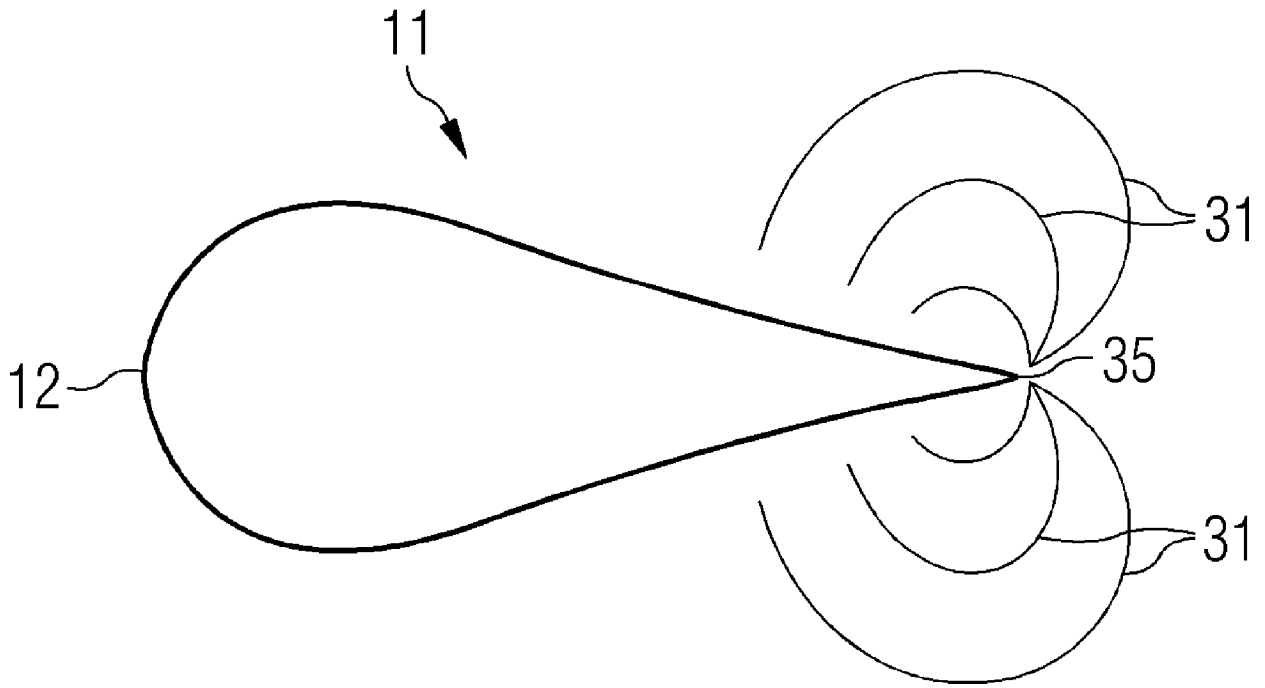


图 3

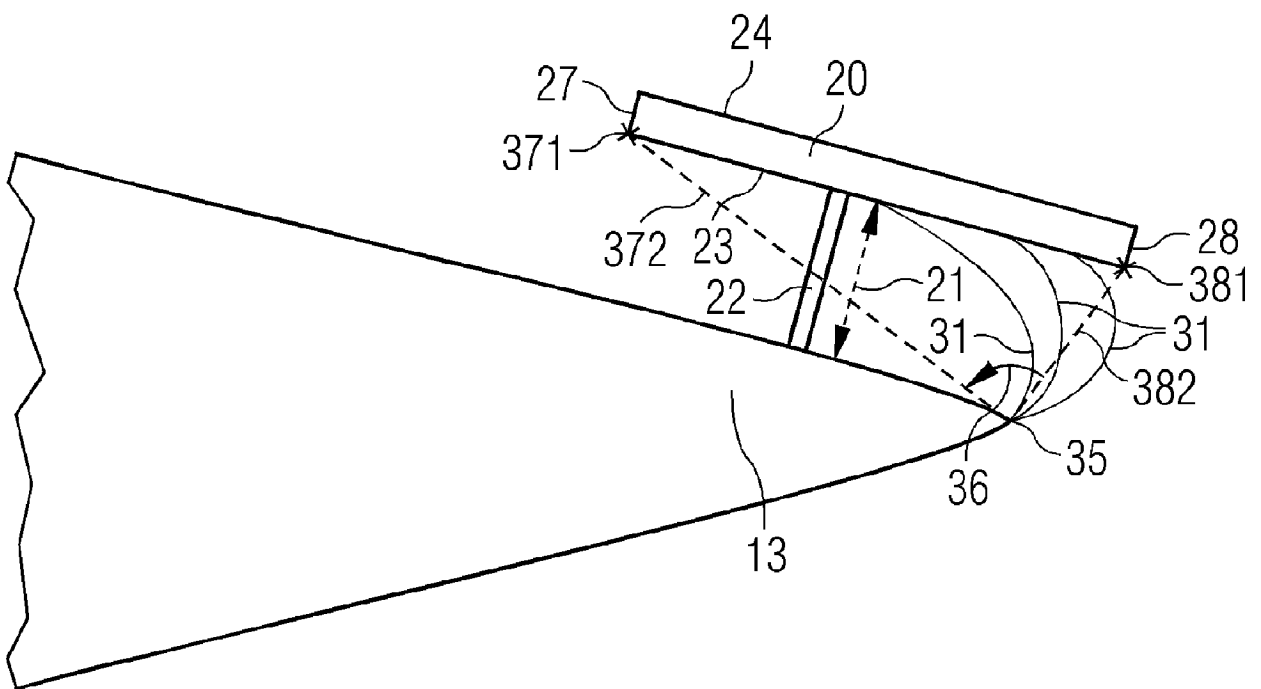


图 4

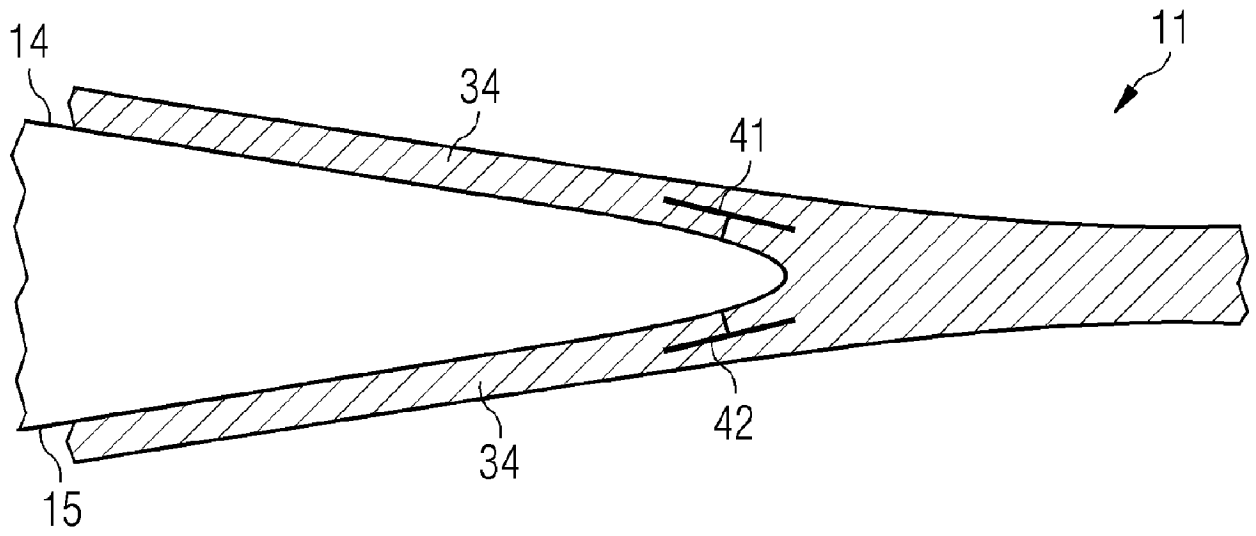


图 5

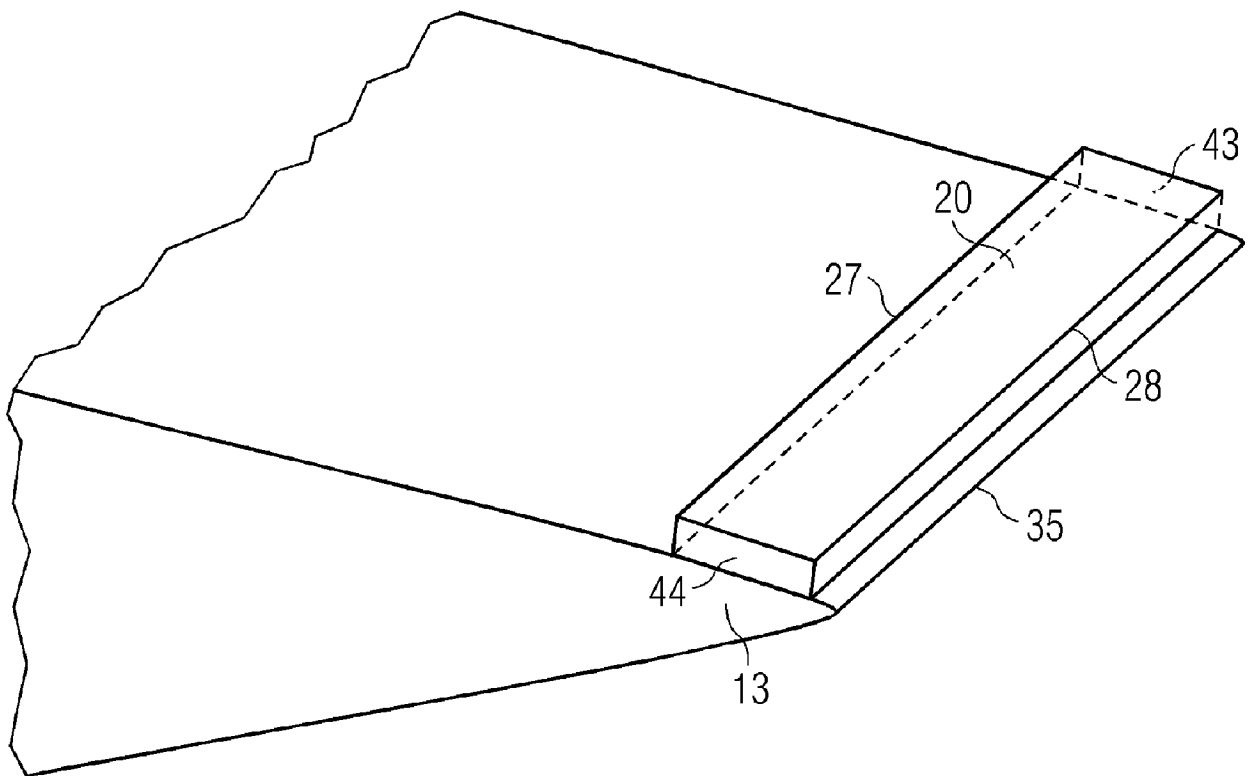


图 6

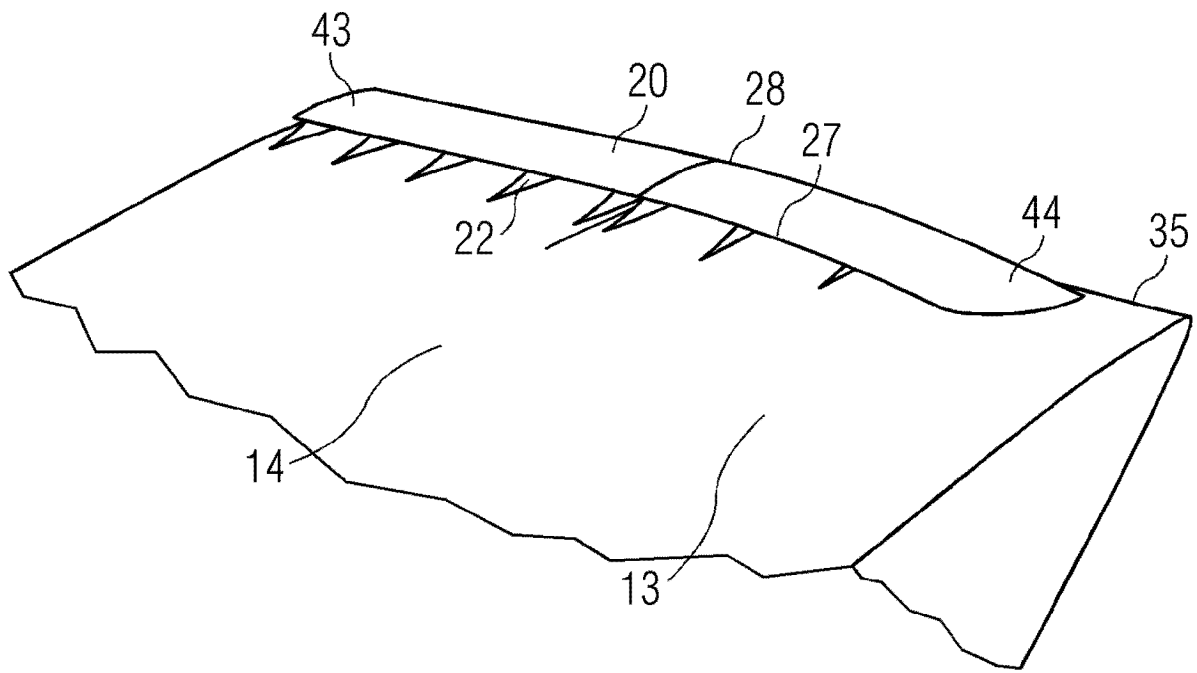


图 7

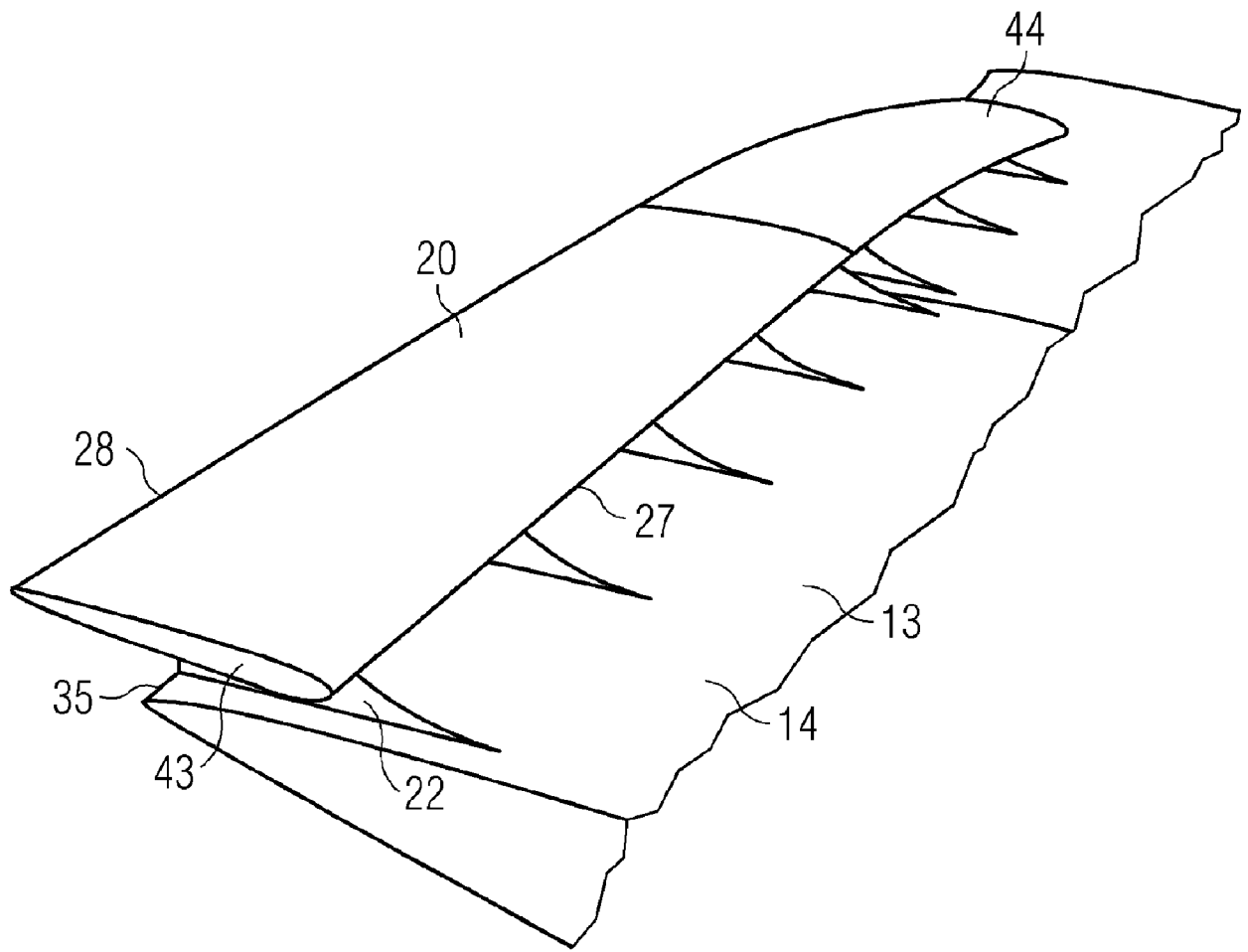


图 8

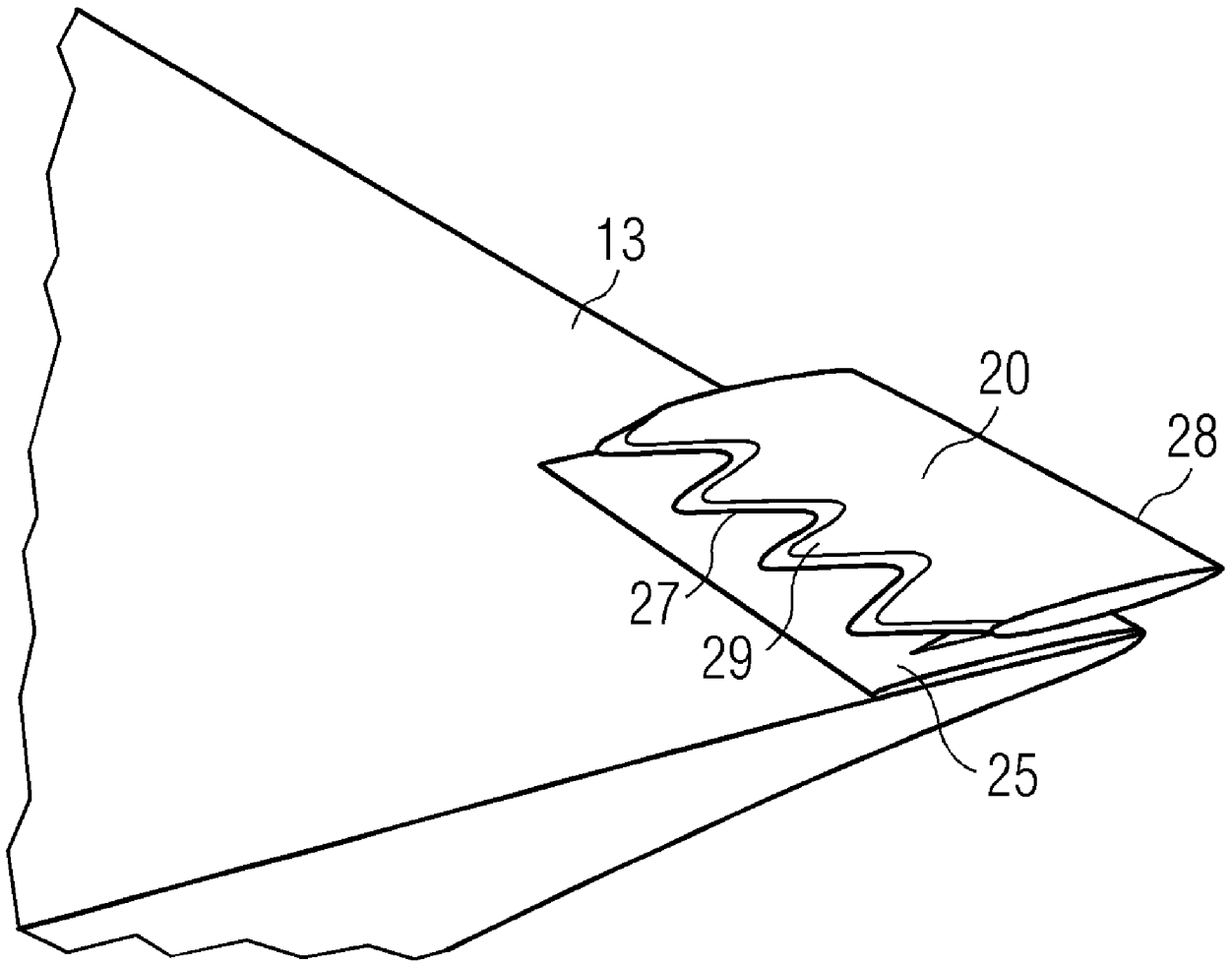


图 9

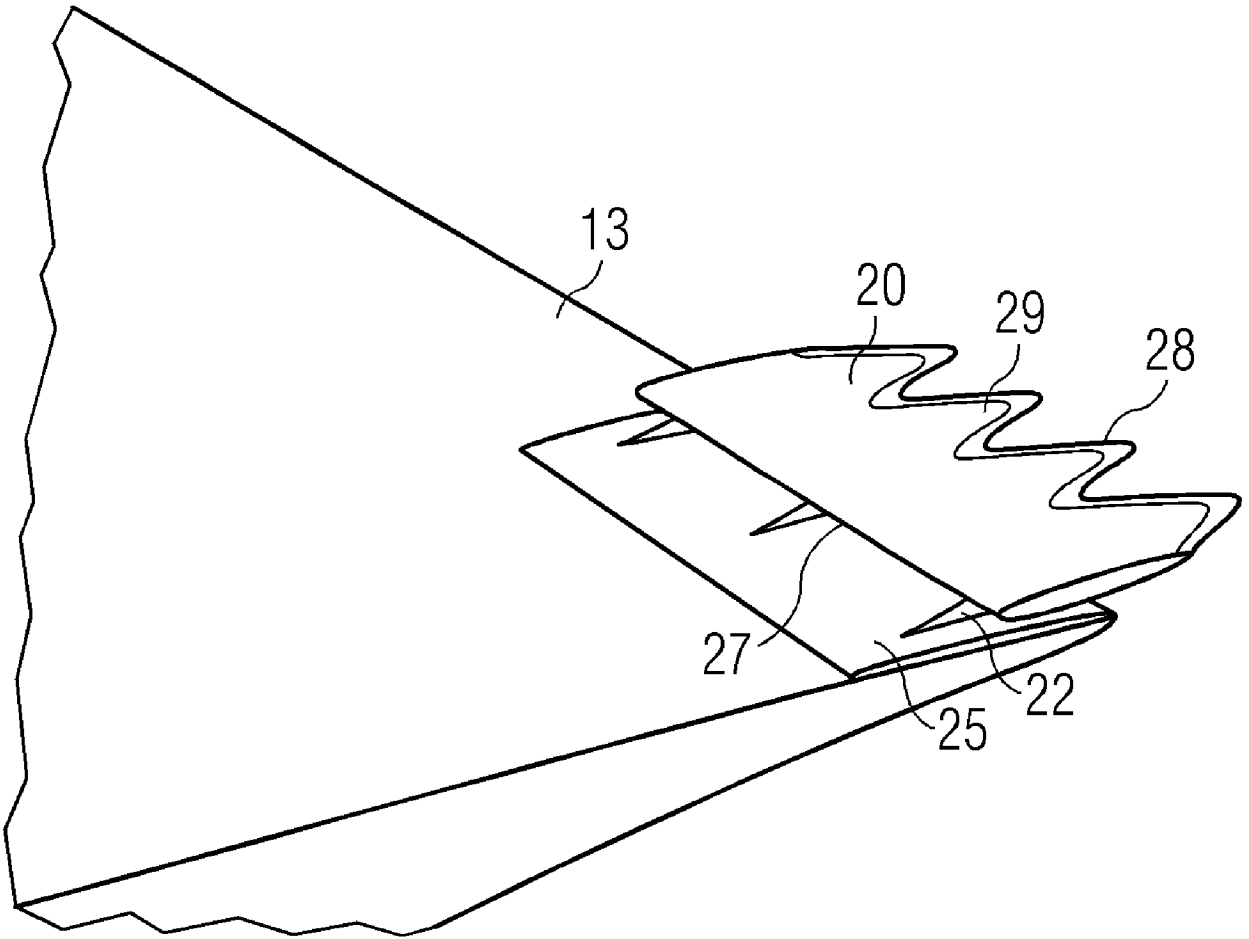


图 10

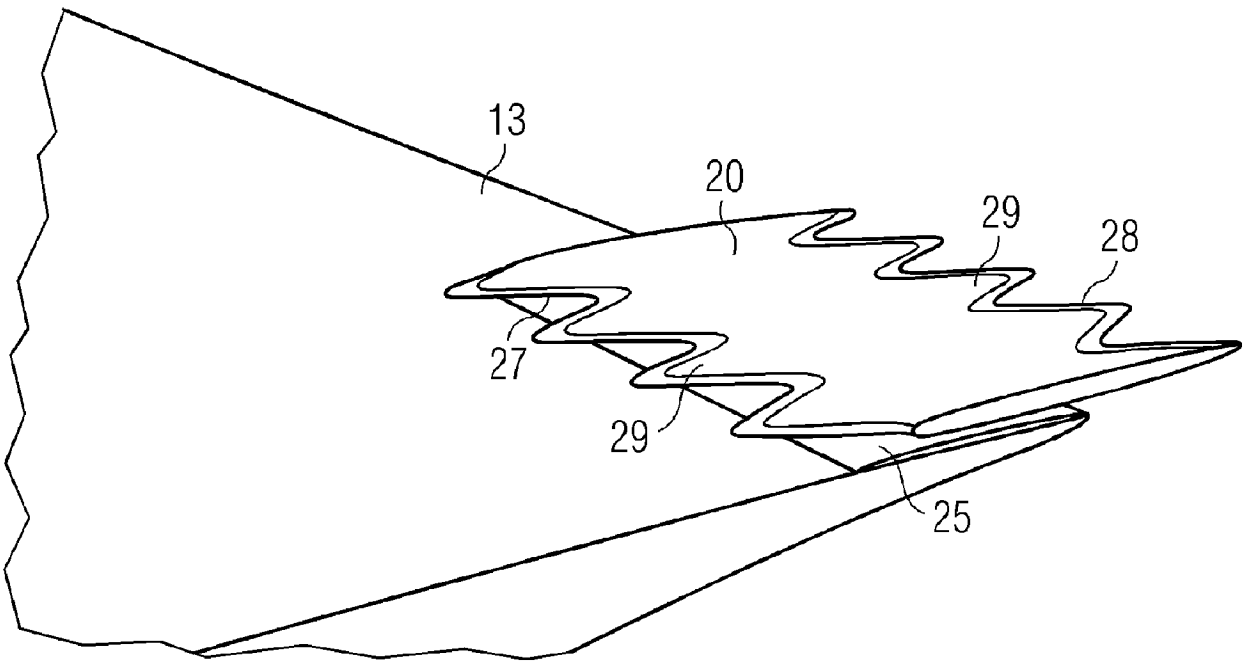


图 11