



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105003391 A

(43) 申请公布日 2015. 10. 28

(21) 申请号 201510195774. 9

(22) 申请日 2015. 04. 23

(30) 优先权数据

14165663. 7 2014. 04. 23 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 P. B. 埃内福尔德森 A. G. 冈萨莱斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 周春梅 傅永霄

(51) Int. Cl.

F03D 11/00(2006. 01)

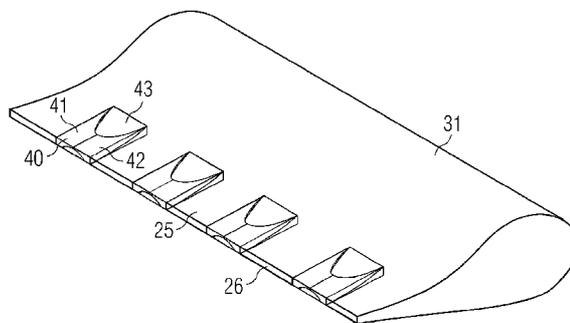
权利要求书1页 说明书7页 附图18页

(54) 发明名称

风力涡轮机的流偏转装置

(57) 摘要

本发明公开了一种风力涡轮机的流偏转装置。本发明涉及一种风力涡轮机(10)的转子叶片(20),其中,所述转子叶片(20)包括用于影响气流(44)的流偏转装置(40),所述气流(44)从所述转子叶片的前缘部分(27)流动到所述转子叶片的后缘部分(25)。所述流偏转装置(40)根据所述转子叶片(20)的弯曲被动地改变其构型。此外,所述气流(44)受到影响,从而使在所述转子叶片(20)上的载荷降低。此外,本发明涉及一种降低在风力涡轮机(10)的转子叶片(20)上的载荷的方法。



1. 一种风力涡轮机(10)的转子叶片(20),其中
 - 所述转子叶片(20)包括用于影响气流(44)的流偏转装置(40),所述气流(44)从所述转子叶片的前缘部分(27)流动到所述转子叶片的后缘部分(25),
 - 所述流偏转装置(40)根据所述转子叶片(20)的弯曲被动地改变其构型,以及
 - 所述气流(44)受到影响,从而使在所述转子叶片(20)上的载荷降低。
2. 根据权利要求1所述的转子叶片(20),
其中
 - 所述流偏转装置(40)包括至少一个盖子(41、42),
 - 所述盖子(41、42)在所述转子叶片(20)的卸载状态下与基板(43)齐平,由此防止所述气流(44)在所述盖子(41、42)与所述基板(43)之间流动,以及
 - 所述盖子(41、42)在所述转子叶片(20)的加载状态下向外折叠,由此在所述盖子(41、42)与所述基板(43)之间为所述气流(44)打开流通道(45)。
3. 根据前述权利要求中的一项所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)设置在所述转子叶片(31)的压力侧上。
4. 根据前述权利要求中的一项所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)设置在所述转子叶片的所述后缘部分(25)中。
5. 根据前述权利要求中的一项所述的转子叶片(20),
其中
 - 所述流偏转装置(40)包括第一表面部(48)和第二表面部(49),以及
 - 当所述转子叶片(20)的弯曲在预定阈值弯曲值之上时,所述第一表面部(48)和/或所述第二表面部(49)折叠起来,由此引导所述气流(44)远离所述转子叶片(20)的表面。
6. 根据权利要求1所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)设置在所述转子叶片(32)的抽吸侧上。
7. 根据权利要求6所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)相对于安装至所述转子叶片(20)的所述表面的涡流发生器(46)设置在上游。
8. 根据权利要求6或7中的一项所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)是用于风力涡轮机的现有转子叶片的加装套件的一部分。
9. 根据权利要求1所述的转子叶片(20),
其中所述流偏转装置(40)根据所述转子叶片(20)的弯曲连续改变其构型。
10. 一种用于降低在风力涡轮机(10)的转子叶片(20)上的载荷的方法,其中,从所述转子叶片的前缘部分(27)流动到所述转子叶片的后缘部分(25)的气流(44)被动地受流偏转装置(40)影响,所述方法包括以下步骤:
 - 由所述转子叶片(20)的弯曲引发所述流偏转装置(40)的构型的改变,以及
 - 影响所述气流(44),从而使在所述转子叶片(20)上的载荷降低。
11. 根据权利要求10所述的方法,
其中将所述流偏转装置(40)加装到所述风力涡轮机(10)。
12. 根据权利要求10或11中的一项所述的方法,
其中,所述流偏转装置(40)根据所述转子叶片(20)的弯曲连续改变其构型。

风力涡轮机的流偏转装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括用于影响流过转子叶片的气流的流偏转装置的风力涡轮机的转子叶片。此外,本发明涉及一种降低在风力涡轮机的转子叶片上的载荷的方法。

背景技术

[0002] 风力涡轮机的大型转子叶片的设计受限于诸多因素。对于细长的转子叶片,最重要的设计挑战之一是在极端载荷的情况期间在转子叶片的顶端部分与风力涡轮机的塔架的表面之间的间隙。这是为了避免在转子叶片与塔架之间的碰撞,这是由于转子叶片通常具有一定弹性。维持足够的转子叶片塔架间隙的问题通常从结构设计的角度解决。特别地,这涉及通过增加转子叶片的主梁的硬度而导致的转子叶片的硬度的增加。

[0003] 然而,这是一个纯结构解决方案,导致转子叶片质量更高,由此导致转子叶片成本更高以及使风力涡轮机的转子叶片和轮毂部件的疲劳载荷更高。

[0004] 从空气动力学上讲,高顶端偏转的问题已经通过以下方式得以解决:

1)增加叶片的细长度。该解决方案的缺点在于,在风力涡轮机的正常操作期间,空气动力学性能也将受到影响并且风力涡轮机的结构建筑高度可能显著减小。

[0005] 2)降低转子叶片朝向顶端部分的气动扭曲。该解决方案的缺点是损失了正常操作期间的性能。

[0006] 3)使用活动挡片。该解决方案的缺点在于,需要在转子叶片中采用活动元件。即,例如,问题在于,由于转子叶片的寿命可以轻易超过 20 或者 25 年,这些活动元件的维修可能复杂且昂贵。

发明内容

[0007] 由此,需要提供降低风力涡轮机的转子叶片的偏转的方法,从而保持在风力涡轮机的转子叶片与塔架之间的足够的间隙并且避免在转子叶片与塔架之间的碰撞。

[0008] 该目的通过独立权利要求实现。从属权利要求描述了本发明的有利发展和修改。

[0009] 根据本发明,提供了一种风力涡轮机的转子叶片,其中,转子叶片包括用于影响气流的流偏转装置,气流从转子叶片的前缘部分流动到转子叶片的后缘部分。流偏转装置根据转子叶片的弯曲被动地改变其构型。气流受到影响,从而使在转子叶片上的载荷降低。

[0010] 换言之,风力涡轮机的转子叶片经受弯曲。这可以,例如,由作用在转子叶片上的风载荷引起。转子叶片的弯曲被动地引发流偏转装置的构型的改变。因此,气流受到影响,从而使在转子叶片上的载荷降低。

[0011] 风力涡轮机涉及一种可以将风能(即来自风的动能)转换为机械能(其随后用于发电)的装置。风力涡轮机还表示为风力发电站。

[0012] 转子叶片包括顶端部分和根部分。

[0013] 顶端部分称为转子叶片围绕转子叶片的顶端的部分。特别地,顶端部分的体积至多包括整个转子叶片的体积的 10% 的部分。

[0014] 同样,根部分称为转子叶片围绕转子叶片的根部的部分。特别地,根部分的体积至多包括整个转子叶片的体积的 10%。

[0015] 此外,转子叶片包括具有前缘的前缘部分以及具有后缘的后缘部分。

[0016] 此外,前缘部分称为转子叶片围绕前缘的部分。同样,后缘部分称为转子叶片围绕后缘的部分。

[0017] 此外,将转子叶片的弦限定为在转子叶片的每一展向位置处在前缘与后缘之间的直线。后缘的各自的弦具有最大长度的点表示为转子叶片的肩部。

[0018] 也表示为转子叶片的中心线的翼展从顶端部分延伸至根部分。如果转子叶片为直转子叶片,则翼展为直线。作为替代实施方式,如果转子叶片具有弯曲的即扫掠形状,则翼展也是弯曲的,由此沿循转子叶片的形状。

[0019] 此外,可以将转子叶片分为过渡部分和翼面部分。过渡部分称为转子叶片在根部与肩部之间的展向部分。翼面部分称为转子叶片在肩部与顶端部分之间的展向部分。过渡部分与翼面部分相邻。

[0020] 最后,抽吸侧和压力侧可以归属于转子叶片。抽吸侧也称为转子叶片的上表面,而压力侧也称为转子叶片的下侧。

[0021] 本发明的一个重要方面在于,转子叶片包括影响流过转子叶片的气流的流偏转装置。

[0022] 第一组常规流偏转装置在风力涡轮机不同的操作条件下维持其形状、其取向和其构型。换言之,不论风力涡轮机处于闲置状态还是处于极端载荷下(例如由于阵风影响风力涡轮机,尤其是影响转子叶片),它们的外观和它们的结构均保持不变。

[0023] 第二组常规流偏转装置根据阈值(其是预定的并且取决于风力涡轮机的某些参数)来改变其形状和/或其取向和/或其构型。要注意的是,这些参数不包括,例如转子叶片的弯曲度,即弯曲。换言之,常规的流偏转装置由某种外部调节,即外部机构启动。

[0024] 本发明的流偏转装置根据转子叶片的弯曲被动地改变其构型。转子叶片的弯曲是指转子叶片沿其纵向轴线的弯曲度,即沿其从转子叶片的根部分到顶端部分延伸的翼展的弯曲度。

[0025] 要注意的是,流偏转装置的构型被动地发生改变。为了引发构型的改变,不向流偏转装置施加诸如电信号、气动信号、水力信号和/或机械信号的外部刺激。

[0026] 特别地,转子叶片在转子叶片的卸载状态下在展向方向上可以包括小弯曲度。在转子叶片例如由作用在转子叶片上的风力导致的的载荷状态下,转子叶片弯曲,即,朝风力涡轮机的塔架弯曲。流偏转装置根据弯曲度程度改变其构型。由于流偏转装置构型的改变,从转子叶片的前缘部分流动到后缘部分的气流受到影响,尤其是被偏转,从而使在转子叶片上的载荷并由此使总体在风力涡轮机上的载荷降低。

[0027] 因此,转子叶片的弯曲降低。由此,在转子叶片的顶端部分与塔架之间维持了足够的间隙以便避免在转子叶片与塔架之间的碰撞。气流的偏转可以例如使得气流朝转子叶片的抽吸侧偏转。作为替代实施方式,气流还可能被偏转远离抽吸侧。一个重要的方面在于,通过气流的偏转,风力涡轮机的载荷降低。

[0028] 流偏转装置的被动启动的优势在于,不需要用于流偏转装置的启动的外部能源供应。

[0029] 为解决在转子叶片与塔架之间维持足够间隙的问题提供纯空气动力的解决方案的另一优势在于,不需要显著改变叶片结构和转子叶片的质量。

[0030] 流偏转装置通过转子叶片的弯曲启动这一事实的另一优势在于,它可以设计为使流偏转装置仅在极端载荷下对气流的方向作用并且在风力涡轮机的正常操作下不对气流作用或影响。

[0031] 流偏转装置的进一步优势在于,它相对便宜和耐用,由此维护流偏转装置的需要低。

[0032] 具有流偏转装置的转子叶片的另一优势在于,转子叶片的顶端部分的偏转减小,由此可能进行转子叶片和风力涡轮机作为整体的更积极的操作。这导致风力涡轮机产能的增加。

[0033] 在第一替代实施方式中,流偏转装置的构型的改变在转子叶片的特殊弯曲程度下开始。

[0034] 转子叶片的该特殊弯曲程度的特征可以在于转子叶片的弯曲阈值。换言之,存在于用于低于阈值的转子叶片的弯曲的流偏转装置的第一构型和用于超出阈值的转子叶片的弯曲的流偏转装置的第二构型。

[0035] 对于超出阈值的转子叶片的弯曲,流偏转装置可以逐渐改变其构型。

[0036] 作为替代实施方式,构型的改变还可以通过阈值下的一种快动作启动。在这种情况下,对于增加的超出阈值的转子叶片的弯曲,可能不会进一步改变流偏转装置的构型。

[0037] 在第二个替代实施方式中,流偏转装置根据转子叶片的弯曲连续地改变其构型。

[0038] 换言之,不存在在转子叶片的弯曲的特定阈值下启动的快动作。由此,流偏转装置的构型相对于或者根据转子叶片的弯曲连续改变,而不是具有用于低于阈值的转子叶片的弯曲的流偏转装置的第一构型和用于超出阈值的转子叶片的弯曲的流偏转装置的第二构型。

[0039] 连续改变构型的优势在于,用于流偏转装置的启动的预定阈值并不是必须指定的,而是流偏转装置在广泛的转子叶片的弯曲范围内启动。

[0040] 在另一有利实施例中,流偏转装置包括至少一个盖子,并且该盖子在转子叶片的卸载状态下与基板齐平。由此,防止气流在盖子与基板之间流动。在转子叶片的加载状态下,盖子向外折叠,由此在盖子与基板之间为气流打开流通道。

[0041] 这类偏转装置的优势在于,其易于制造并且当流通道打开时其在偏转气流时是有效的。

[0042] 特别地,流偏转装置可以包括第一盖子和第二盖子。两个盖子都具有相似的形状并且可以彼此相对设置。流偏转装置可以相对于剩余的转子叶片这样设置,从而使盖子的上表面大体上平行于转子叶片的后缘部分的表面。

[0043] 转子叶片的加载状态必须被理解,从而使转子叶片的弯曲发生。如果转子叶片弯曲,则流通道在流偏转装置处打开。因此,从前缘部分流动到后缘部分的气流在流偏转装置处偏转。与转子叶片弯曲的转子叶片的加载状态相比,在转子叶片的卸载状态下,该流通道关闭并且气流在盖子的上表面之上流动。

[0044] 在一个有利实施例中,流偏转装置设置在转子叶片的压力侧上。

[0045] 有利地,气流偏转,从而使其朝转子叶片的抽吸侧偏转。

[0046] 在另一有利实施例中,流偏转装置设置在转子叶片的后缘部分中。

[0047] 根据转子叶片这一具体设计,可以确定流偏转装置沿着后缘部分的最佳位置和延伸。

[0048] 有利地,流偏转装置靠近转子叶片的顶端部分设置。流偏转装置可以,例如,具有相对于转子叶片的总长度的 10% 的展向延伸,但也可以具有更长的延伸。

[0049] 流偏转装置可以包括多个单元,多个单元彼此直接邻接设置或者可能彼此隔开。

[0050] 将若干组单元设置在一起还可能是有利的,由此具有多个彼此隔开的流偏转装置。

[0051] 在另一有利实施例中,流偏转装置包括第一表面部和第二表面部。当转子叶片的弯曲在预定阈值弯曲值之上时,第一表面部和 / 或第二表面部折叠起来,由此引导气流远离转子叶片的表面。

[0052] 虽然流偏转装置有利地连续改变其构型,但如果超出预定阈值弯曲值,如果第一表面部和 / 或第二表面部发生显著的折叠,则可能是有益的。换言之,如果实现了转子叶片一定的弯曲,则实现了关于气流的流偏转装置的显著影响。

[0053] 如果至少一个表面部折叠,则可以确定偏转角。可以将偏转角视为流偏转装置构型改变的测量量。

[0054] 在一个有利实施例中,流偏转装置设置在转子叶片的抽吸侧上。

[0055] 将流偏转装置定位在抽吸侧处的优势在于,能够使沿着抽吸侧流动的气流停止(stall)。在正常操作条件下,在风力涡轮机的转子叶片处通常不期望气流停止。然而,在极端载荷下,如果引发停止,则是有益的,因为这会导致转子叶片载荷降低并且由此降低转子叶片的弯曲。

[0056] 在另一有利实施例中,流偏转装置相对于安装至转子叶片的表面的涡流发生器设置在上游。

[0057] 这是有利的,因为在转子叶片的卸载状态下,涡流发生器是活动的并且防止气流过早停止。由此,升力系数增加并且可以从气流提取更多能源。然而,在极端载荷条件下,进一步增加转子叶片的升力系数有负面影响或者可能有负面影响。

[0058] 由此,在加载状态下有利的是,相对于涡流发生器位于上游的流偏转装置启动并且使气流远离涡流发生器偏转,由此导致过早停止,由此导致转子叶片的载荷降低。

[0059] 在另一有利实施例中,流偏转装置是用于风力涡轮机的转子叶片的加装套件的一部分。

[0060] 由于流偏转装置的基本设计和构思,因此流偏转装置可以轻易附接至现有的操作中的风力涡轮机的转子叶片。由此,加装转子叶片并且更新风力涡轮机非常适宜。

[0061] 本发明进一步致力于一种降低在风力涡轮机的转子叶片上的载荷的方法,其中,从转子叶片的前缘部分流动到转子叶片的后缘部分的气流被动地受流偏转装置影响。该方法包括以下步骤:

- 由转子叶片的弯曲引发流偏转装置的构型的改变;以及
- 影响气流,从而使在所述转子叶片上的载荷降低。

[0062] 要注意,引发流偏转装置的构型的改变的步骤和影响气流的步骤可以同时发生。可以将流偏转装置的构型的改变视为气流偏转的原因或者理由。气流偏转的结果是转子叶

片的载荷降低。

[0063] 在有利的实施例中,流偏转装置被加装到风力涡轮机。

[0064] 由此,还可以将所提出的转子叶片的载荷降低的方法施用至现有的并且在操作中的风力涡轮机的转子叶片。

[0065] 在另一有利实施例中,流偏转装置根据转子叶片的弯曲连续地改变其构型。

[0066] 如果流偏转装置,例如以连续方式打开或者折叠(而不是,例如在预定阈值下快动),这是有利的。这允许根据转子叶片的弯曲程度增加流偏转装置对气流的影响。

附图说明

[0067] 现参照附图,仅通过示例的方式对本发明的实施例进行描述,在附图中:

图 1 示出了风力涡轮机;

图 2 示出了在卸载状态下的风力涡轮机的转子叶片;

图 3 示出了一组在图 2 的卸载转子叶片上的流偏转装置;

图 4 示出了在加载状态下的图 2 的转子叶片;

图 5 示出了在图 4 的转子叶片的加载状态下的图 3 的流偏转装置;

图 6A-6C 示出了流偏转装置在转子叶片上的有利位置;

图 7 示出了流偏转装置的第一实施例;

图 8 示出了在图 7 中示出的流偏转装置的部件的细节图;

图 9A 和 9B 示出了在两种不同构型下的第一实施例的流偏转装置;

图 10A 和 10B 示出了在第一构型和第二构型下的沿着流偏转装置流动的气流;

图 11A-11C 示出了第二实施例的流偏转装置的优选位置;

图 12A 和 12B 示出了流偏转装置对流过转子叶片的气流的影响;

图 13A 和 13B 示出了在第二实施例中的流偏转装置;以及

图 14 示出了在另一视图中的图 13B 的流偏转装置。

具体实施方式

[0068] 附图中的图示的形式是示意性的。要注意的是,在不同的图中,相似或者相同的元件可以设有相同的附图标记。

[0069] 在图 1 中,示出了风力涡轮机 10。风力涡轮机 10 包括机罩 12 和塔架 11。机罩 12 安装在塔架 11 顶部处。机罩 12 借助于偏航轴承安装为相对于塔架 11 可旋转。将相对于塔架 11 的机罩 12 的旋转轴线称为偏航轴线。

[0070] 风力涡轮机 10 还包括具有一个或多个转子叶片 20 的轮毂 13。优选地,风力涡轮机 10 包括三个转子叶片 20。轮毂 13 借助于主轴承安装为相对于机罩 12 可旋转。轮毂 13 安装为绕转子旋转轴线 14 可旋转。

[0071] 风力涡轮机 10 进一步包括主轴线,主轴线利用发电机 15 的转子连接轮毂 13。如果轮毂 13 直接连接至发电机 15 的转子,则风力涡轮机称为无齿轮、直接驱动风力涡轮机。作为替代实施方式,轮毂 13 还可以经由变速箱连接至发电机 15 的转子。该类型的风力涡轮机通常称为齿轮式风力涡轮机。

[0072] 发电机 15 容纳在机罩 12 内。其包括转子和定子。发电机 15 设置并且准备用于

将来自转子的旋转能转换为电能。

[0073] 在图 1 的具体示例中,风力涡轮机 10 包括三个转子叶片 20(图 1 描绘了其中的两个转子叶片 20)。转子叶片 20 借助于俯仰轴承安装为相对于轮毂 13 可旋转。转子叶片 20 由此可以绕俯仰轴线 16 倾斜以便相对于在风力涡轮机 10 上冲击的风流优化取向。每一转子叶片 20 包括根部分 23 和顶端部分 21。根部分 23 是指离轮毂 13 最近的转子叶片 20 的部分。顶端部分 21 是指转子叶片 20 离轮毂 13 最远的部分,由此与根部分 23 相对。

[0074] 图 2 示出了风力涡轮机一些选定部件。示出了塔架 11、机罩 12 和轮毂 13。机罩 12 安装在塔架 11 顶部上并且轮毂 13 安装为相对于机罩 12 可旋转。图 2 图示了一个安装至轮毂 13 的转子叶片 20。在转子叶片 20 的顶端部分 21 与塔架 11 的表面之间的间隙 33 可以被分配至风力涡轮机。在图 2 中,间隙 33 相对大,因为事实上转子叶片 20 相对直。

[0075] 在图 2 中的转子叶片 20 是指转子叶片 20 的卸载状态。要注意,图 2 的转子叶片 20 被绘制为直转子叶片 20。作为替代实施方式,转子叶片 20 还可以在转子叶片 20 的卸载状态下预弯曲远离塔架 11。转子叶片 20 包括靠近顶端部分 21 定位的流偏转装置 40。多个流偏转装置 40 彼此相邻设置,从而形成流偏转装置 40 的条带。

[0076] 图 3 示出了在图 2 中示出的转子叶片 20 的部分的细节图。可以识别流偏转装置 40 的条带。此外,可以看出流偏转装置 40 关闭。图 3 示出了流偏转装置 40 的第一构型。

[0077] 图 4 示出了与图 2 相同的风力涡轮机的部件。然而,在图 4 中,转子叶片 20 示出为处于相当大的载荷的状态。因此,转子叶片 20 沿着其纵向轴线弯曲,由此使顶端部分 21 朝向塔架 11 偏转。因此,在顶端部分 21 与塔架 11 的表面之间的间隙 33 减小。如果转子叶片 20 进一步朝塔架 11 弯曲,则在转子叶片 20 与塔架 11 之间存在碰撞的危险。这可能导致风力涡轮机的非期望的停止和对风力涡轮机部件的结构损坏。

[0078] 图 5 示出了流偏转装置 40 的第二构型,流偏转装置 40 设置为靠近在图 4 中示出的转子叶片 20 的顶端部分 21。由于流偏转装置 40 构型的改变,转子叶片 20 的弯曲减小。这是由于气流偏转并且在转子叶片上的载荷降低。

[0079] 图 6A 至 6C 示出了在本发明的第一实施例中的转子叶片 20。转子叶片 20 包括由根部分 23 围绕的根部 24。与根部分 23 相对的是围绕转子叶片 20 的顶端 22 的顶端部分 21。转子叶片 20 进一步包括由后缘部分 25 围绕的后缘 26 和由前缘部分 27 围绕的前缘 28。图 6A 至 6C 示出了在转子叶片 20 的压力侧 31 上的俯视图。

[0080] 弦 35 可以归属于转子叶片 20 的每一展向位置,其中,弦是在后缘 26 与前缘 28 之间的直线。在弦 35,即弦 35 的长度最大时的转子叶片 20 的点称为转子叶片 20 的肩部 34。

[0081] 图 6A 示出了流偏转装置 40 的第一布置。此时,流偏转装置 40 被放置为靠近顶端部分 21。

[0082] 在图 6B 中,后缘部分 25 的两个区域均设有流偏转装置 40。一方面,靠近顶端部分 21 的后缘部分 25 的区域配置有流偏转装置 40;以及另一方面,大概在肩部 34 与顶端部分 21 之间的中间中的后缘部分 25 的部分配置有流偏转装置 40。

[0083] 图 6C 示出了流偏转装置 40 在转子叶片 20 上的第三优选布置。在该实施例中,几乎沿着其从肩部 34 到顶端部分 21 的整个长度,后缘部分 25 配置有流偏转装置 40。

[0084] 图 7 示出了流偏转装置 40 的第一具体实施例。流偏转装置 40 包括第一盖子 41、第二盖子 42 和基板 43。可以看出,多个流偏转装置 40 沿着在后缘部分 25 中的后缘 26 按

照在彼此之间具有间隔或者间隙的方式一个接一个地设置。在图 7 中,流偏转装置 40 被放置在转子叶片的压力侧 31 上。图 7 示出了流偏转装置包括由于关闭的盖子 41、42 导致的关闭的流通道的构型。该构型涉及具有小的弯曲或者根本不弯曲的卸载转子叶片的情况。

[0085] 图 8 示出了流偏转装置 40 的部件的细节图。出于清晰,流偏转装置 40 的单个部件彼此分离示出。可以看出,第一盖子 41 和第二盖子 42 成形为使得它们与基板 43 齐平。

[0086] 特别地,两个盖子 41、42 与基板 43 齐平的构型是指关闭的流通道的情况,见图 9A。

[0087] 与此相反,当第一盖子 41 和第二盖子 42 打开时,如图 9B 示例性地示出的,流通道 45 打开。

[0088] 关闭的或者打开的流通道 45 的影响可见于图 10A 和 10B。

[0089] 在图 10A 中,风力涡轮机的转子叶片的后缘部分 25 示出为包括平背后缘 26。气流 44 沿着转子叶片的抽吸侧 32 和压力侧 31 流动。流偏转装置 40 集成在靠近后缘 26 的压力侧 31 处。因此,沿着抽吸侧 32 的气流 44 未受干扰,换言之,未偏转;然而,在压力侧 31 上的气流 44 随着流偏转装置 40 的构型的改变而改变。

[0090] 这意味着,通过打开如图 10B 所示的在流偏转装置 40 的第二构型中的流通道 45,沿着压力侧 31 的气流 44 朝抽吸侧 32 偏转。因此,转子叶片的载荷降低。

[0091] 图 11A 至 11C 示出了具有在本发明的第二实施例中的流偏转装置 40 的转子叶片 20。不具有流偏转装置 40 的转子叶片 20 具有与图 6A 至 6C 所示相同的形状和设计。然而,在图 11A 至 11C 中,示出了在转子叶片 20 的抽吸侧 32 上的俯视图。在本发明的该第二实施例中的流偏转装置 40 位于相对靠近前缘 28 的转子叶片 20 的抽吸侧 32 上。从图 11A 至 11C 可以看出,流偏转装置 40 可以包括前缘 28 从肩部 34 到顶端部分 21 的几乎整个长度,或者仅覆盖靠近顶端部分 21 相对小的部分,或者可以包括沿着前缘部分 27 的若干部分。显然,流偏转装置 40 的其他构型和布置也是可能的。

[0092] 图 12A 示出了位于转子叶片 20 的抽吸侧 32 处的流偏转装置 40。流偏转装置 40 被放置在涡流发生器 46 的略上游处,其中,上游是相对于从前缘 28 流动到后缘 26 的气流 44 而言的。图 12A 表示转子叶片的卸载、未弯曲或者略弯曲的状态。流偏转装置不影响或者偏转气流 44,由此涡流发生器 46 位于气流 44 的边界层内,这导致涡流发生器 46 的最佳技术效果和气流 44 的延时停止。

[0093] 然而,在图 12B 中,流偏转装置 40 处于第二构型中,从而导致折叠,换言之,远离转子叶片的表面。因此,气流 44 偏转远离转子叶片的抽吸侧 32。由此,涡流发生器 46 不再位于气流 44 的边界层内,从而导致气流 44 的过早停止。

[0094] 图 13A 和 13B 图示了流偏转装置 40 的第二实施例。图 13A 示出了流偏转装置 40 的第一表面部 48 和第二表面部 49。可以看出,这导致流偏转装置 40 的平整的第一构型。

[0095] 与此相反,图 13B 示出了流偏转装置 40 折叠,从而导致第一表面部 48 的折叠和第二表面部 49 的折叠。

[0096] 这导致偏转角 47,可以见于图 14,偏转角 47 大于零度。要注意,在超过 50 米直到 100 米的通常尺寸的转子叶片中,流偏转装置 40 几毫米的折叠可能足以使气流显著地和实质地偏转并且足以对转子叶片的载荷造成显著影响。

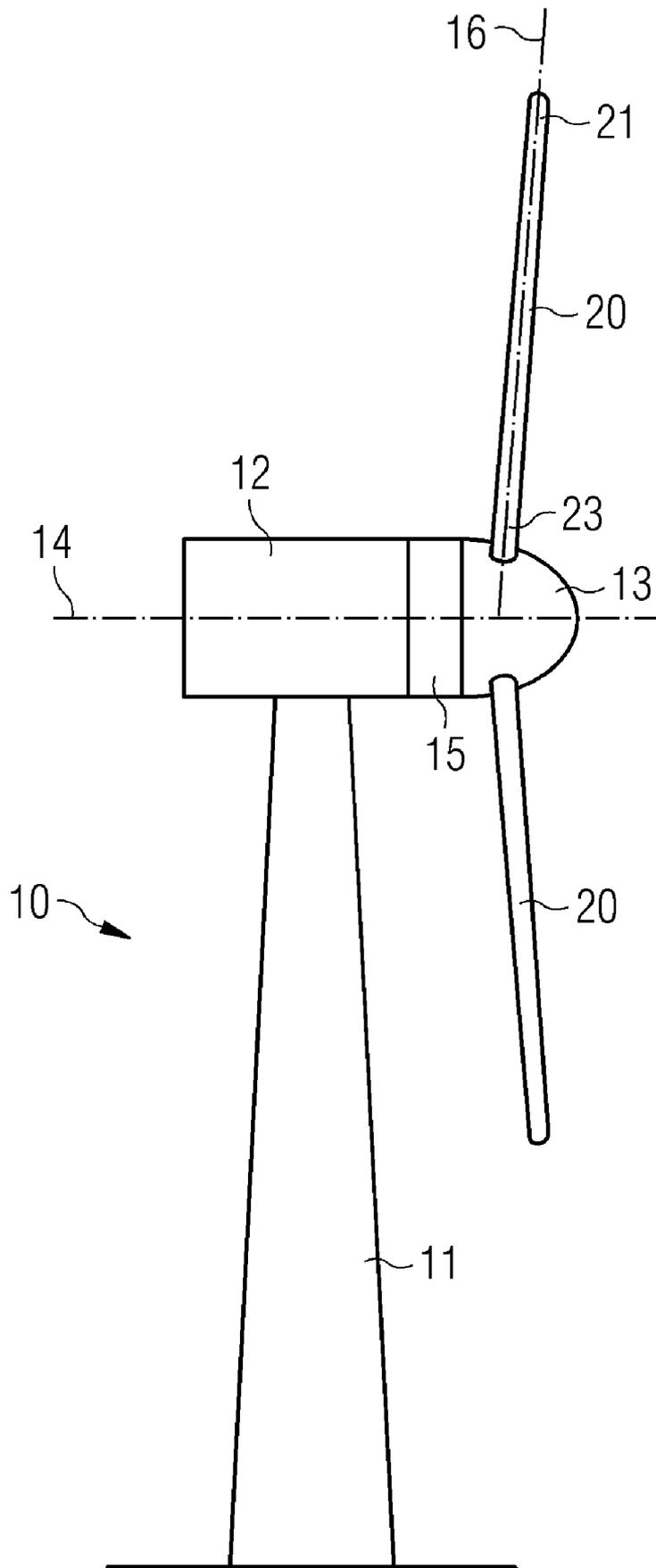


图 1

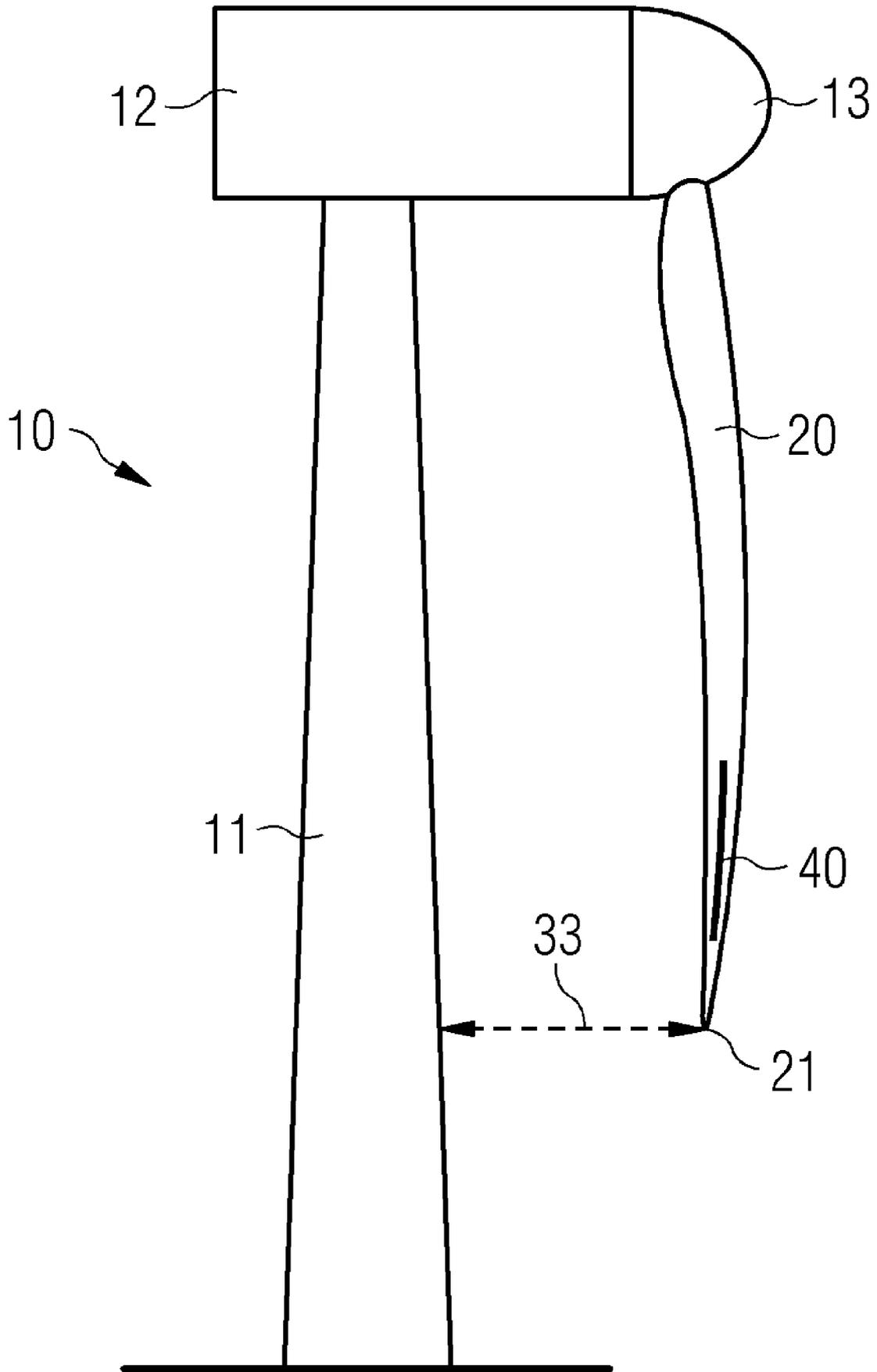


图 2

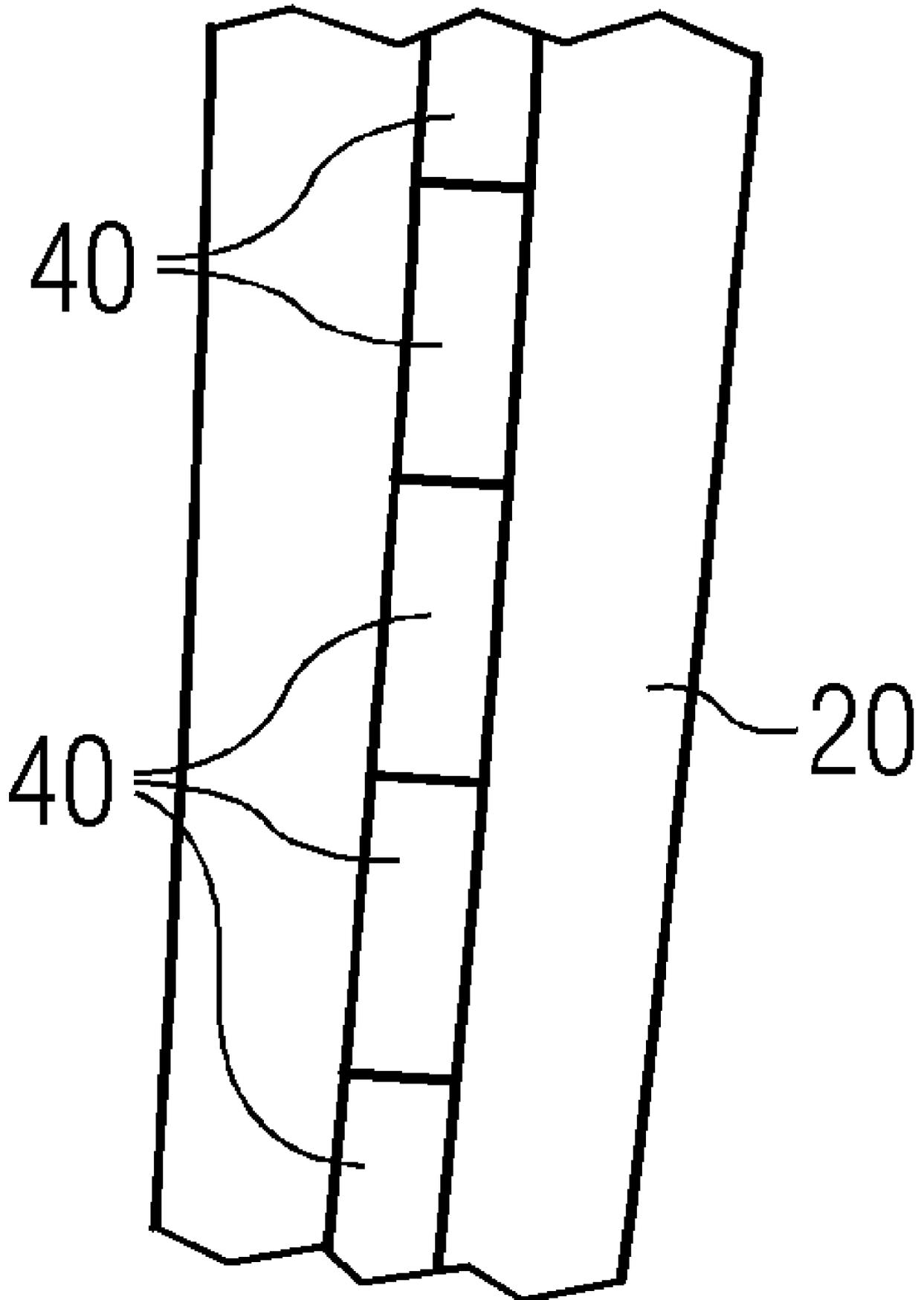


图 3

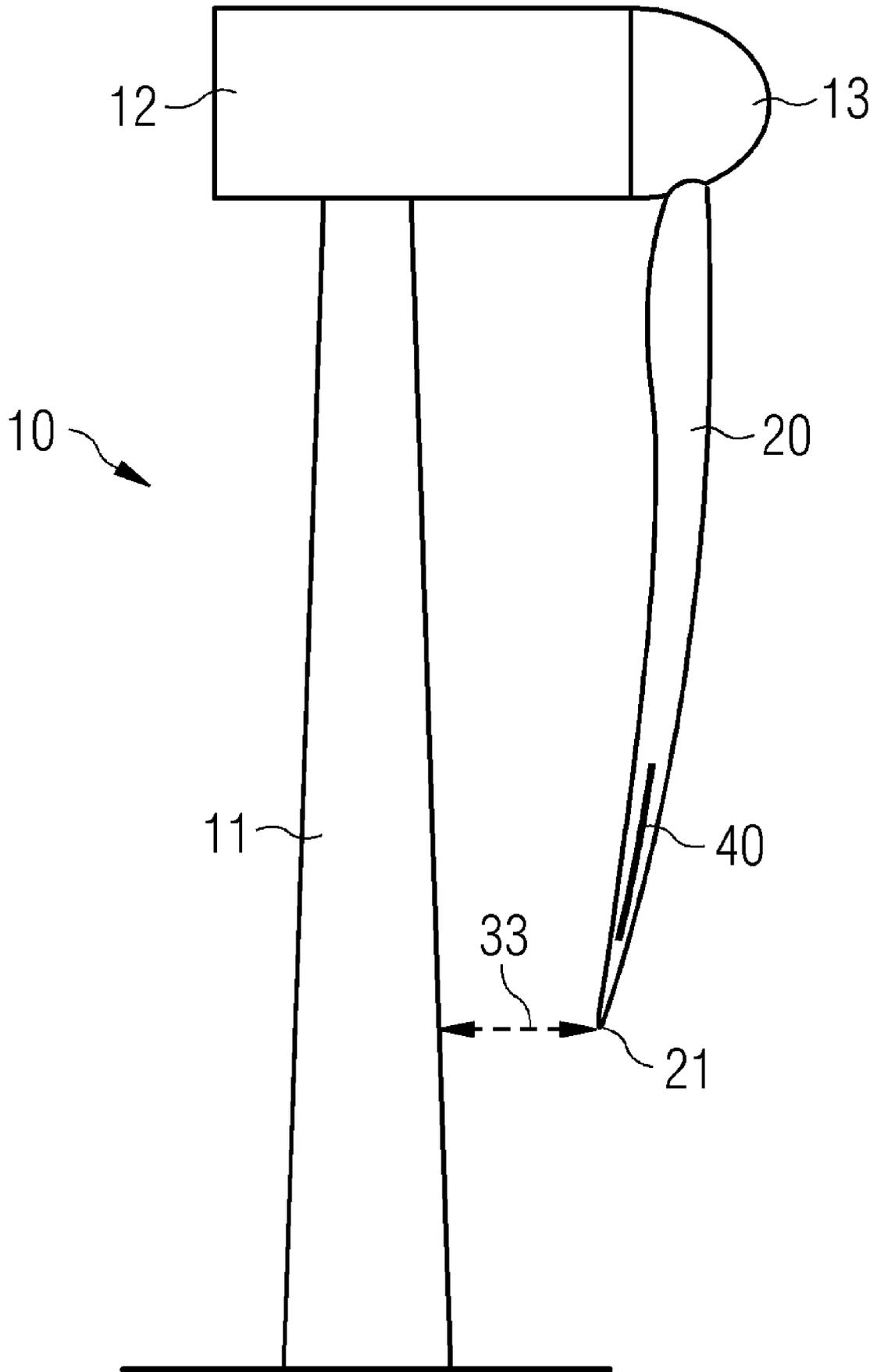


图 4

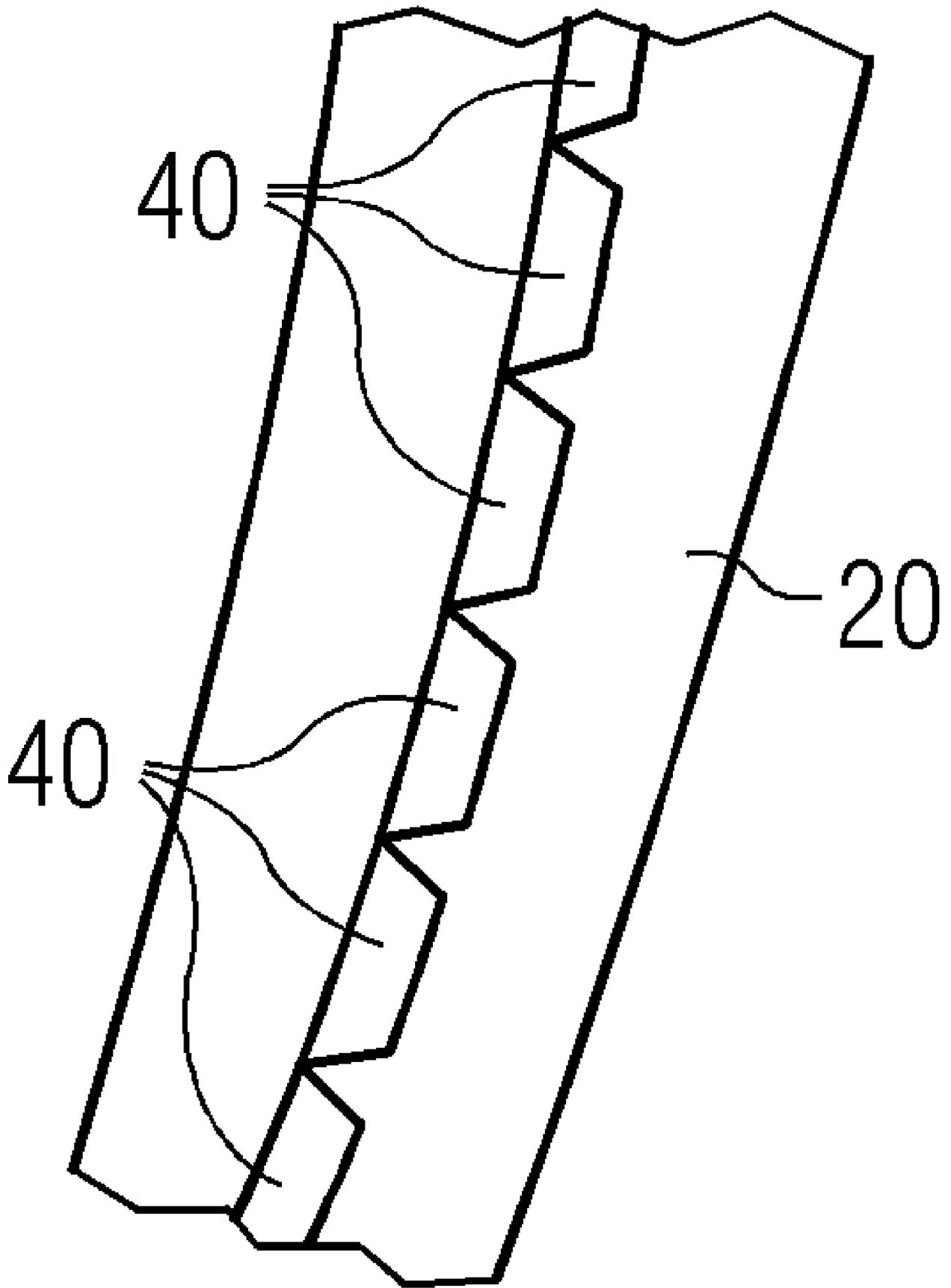


图 5

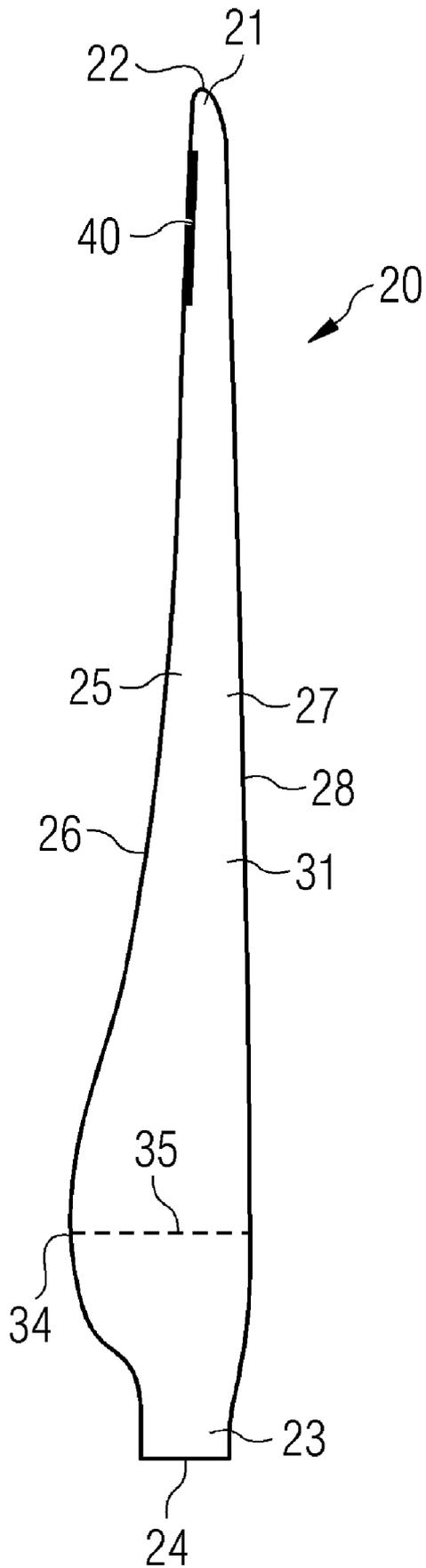


图 6A

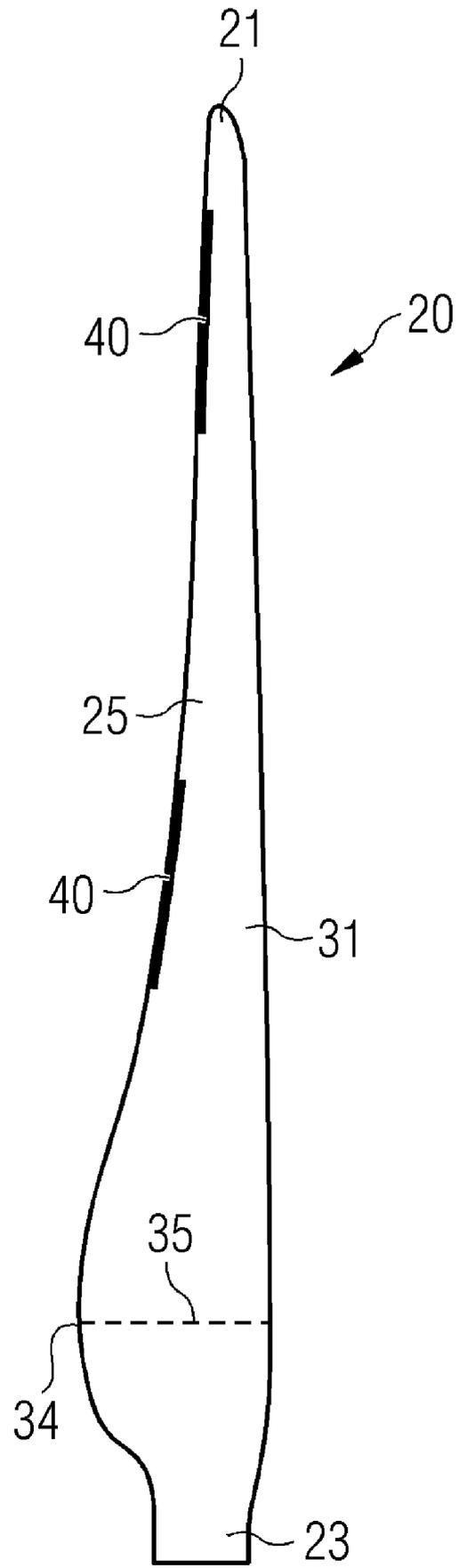


图 6B

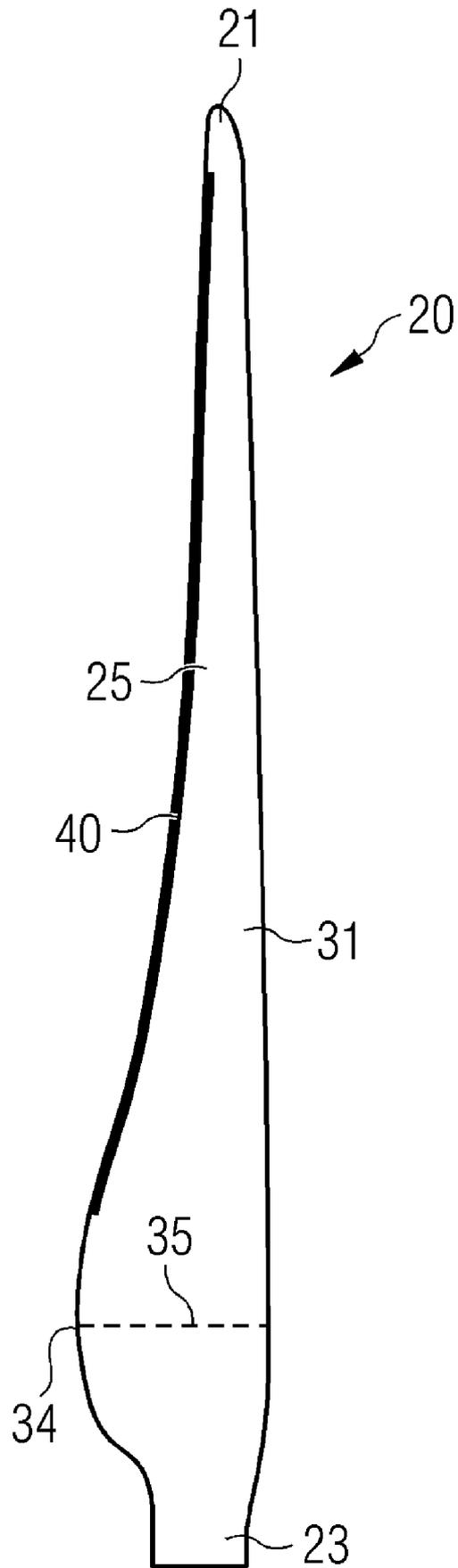


图 6C

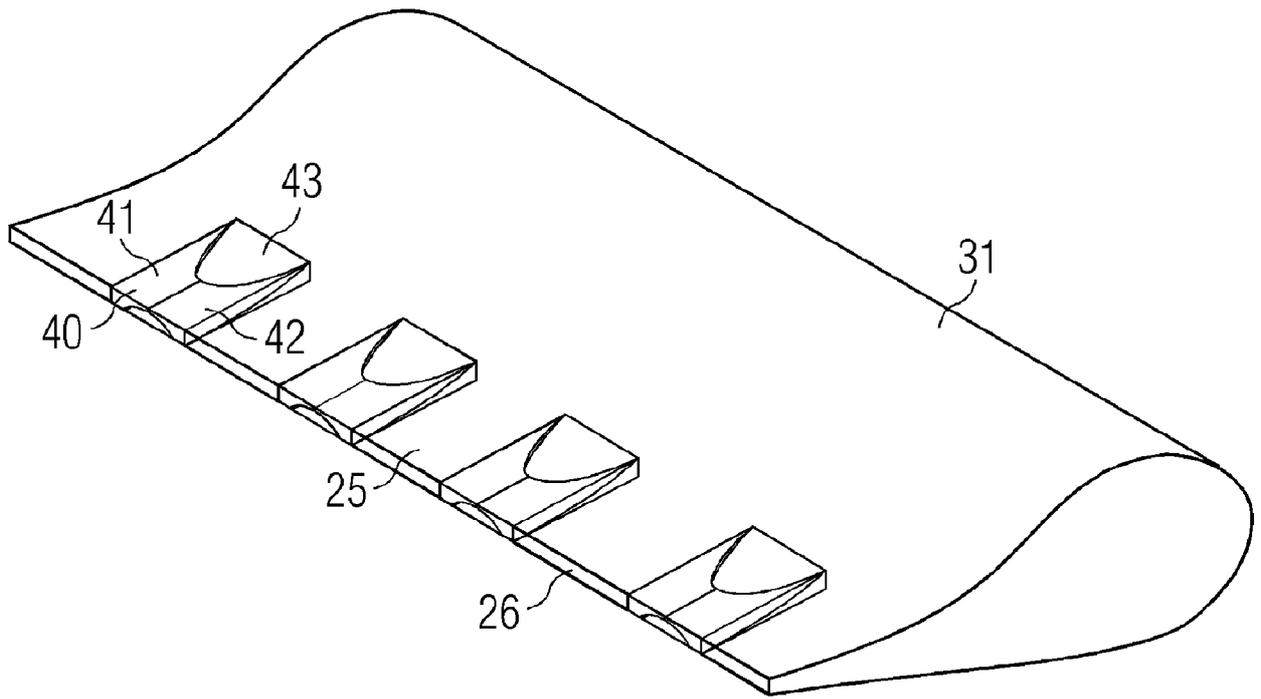


图 7

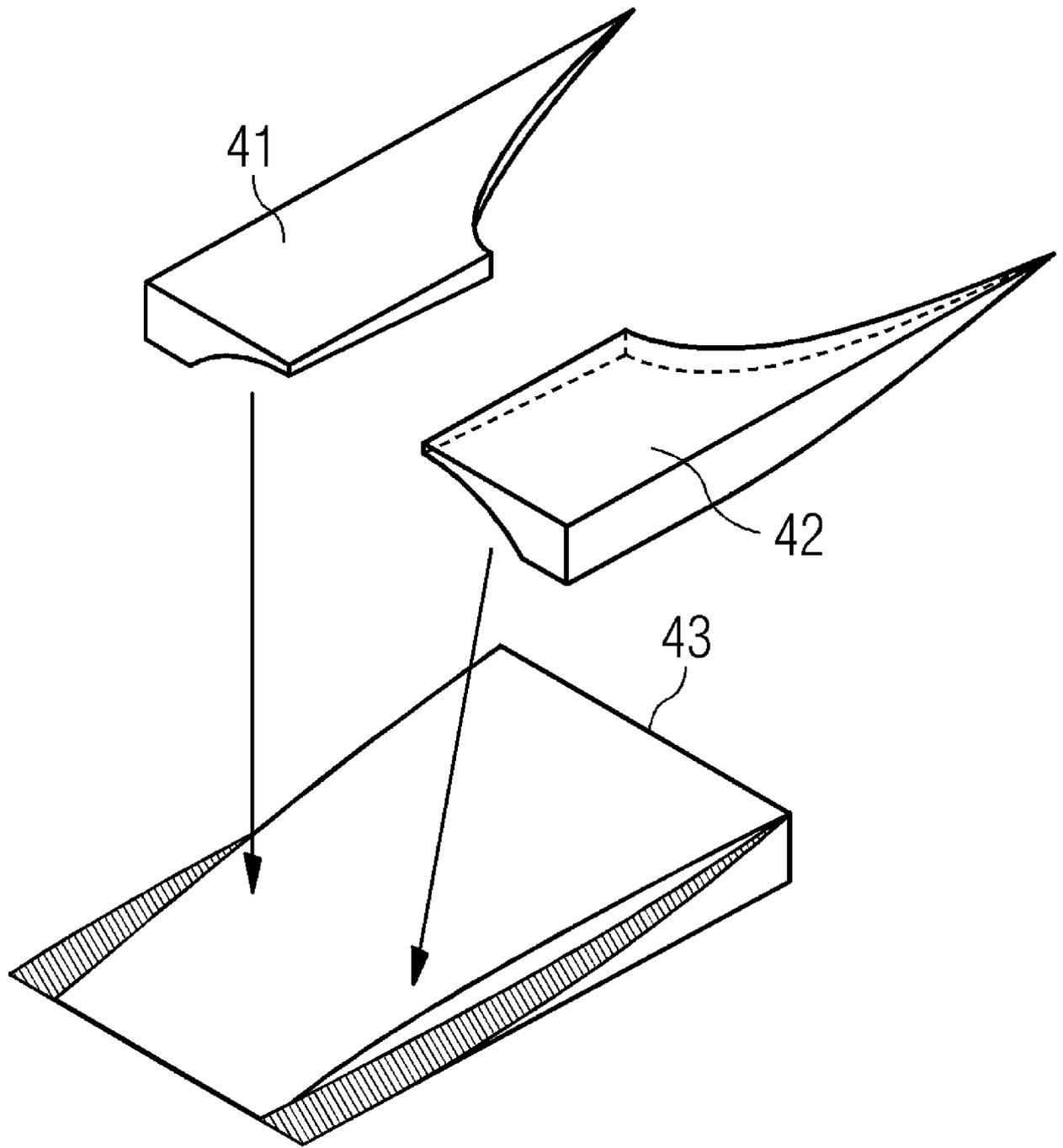


图 8

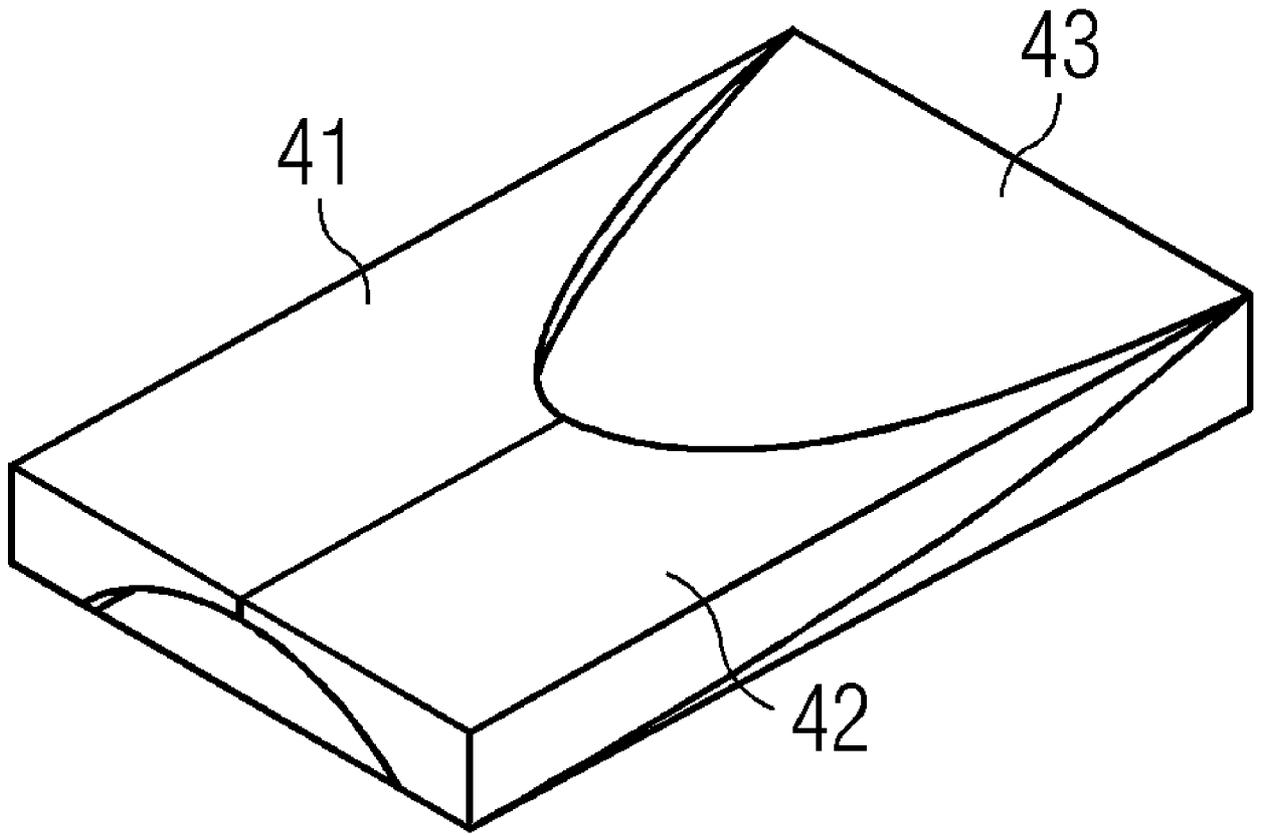


图 9A

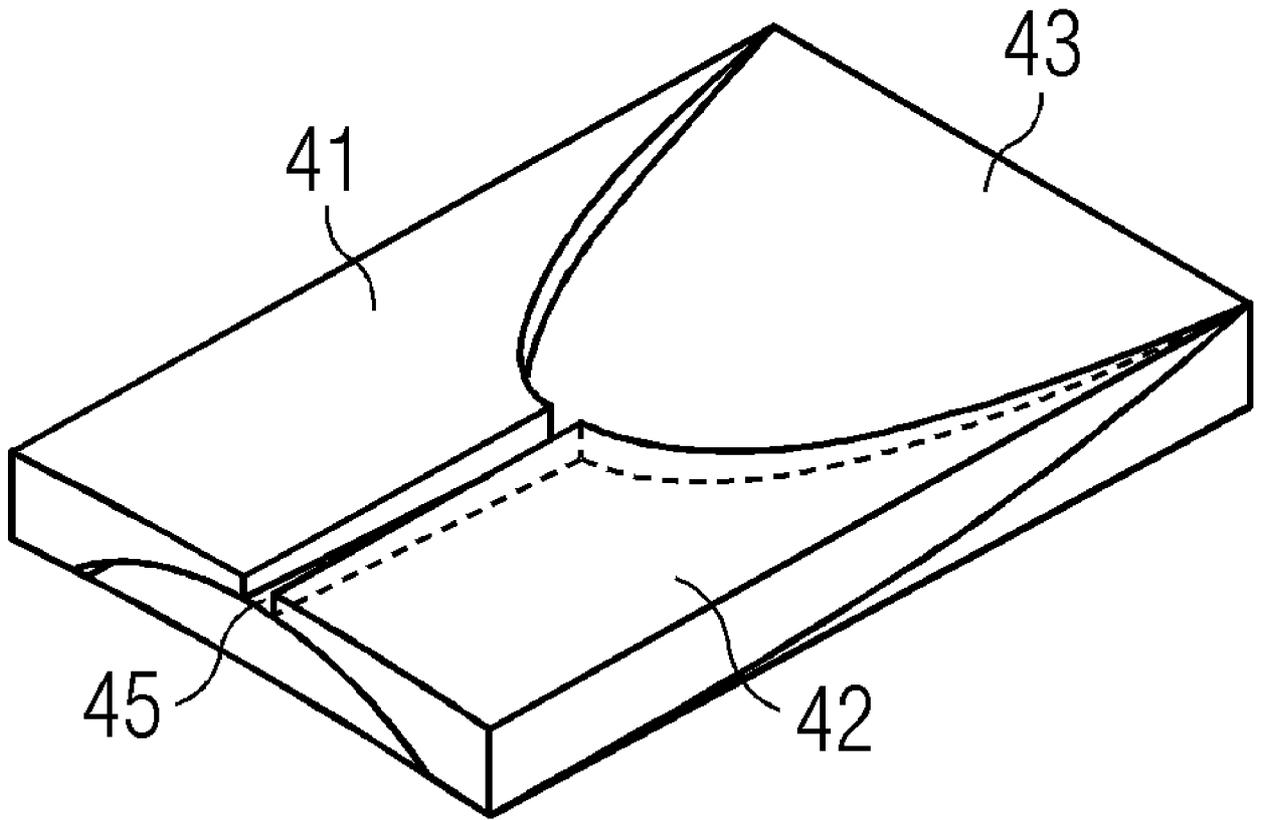


图 9B

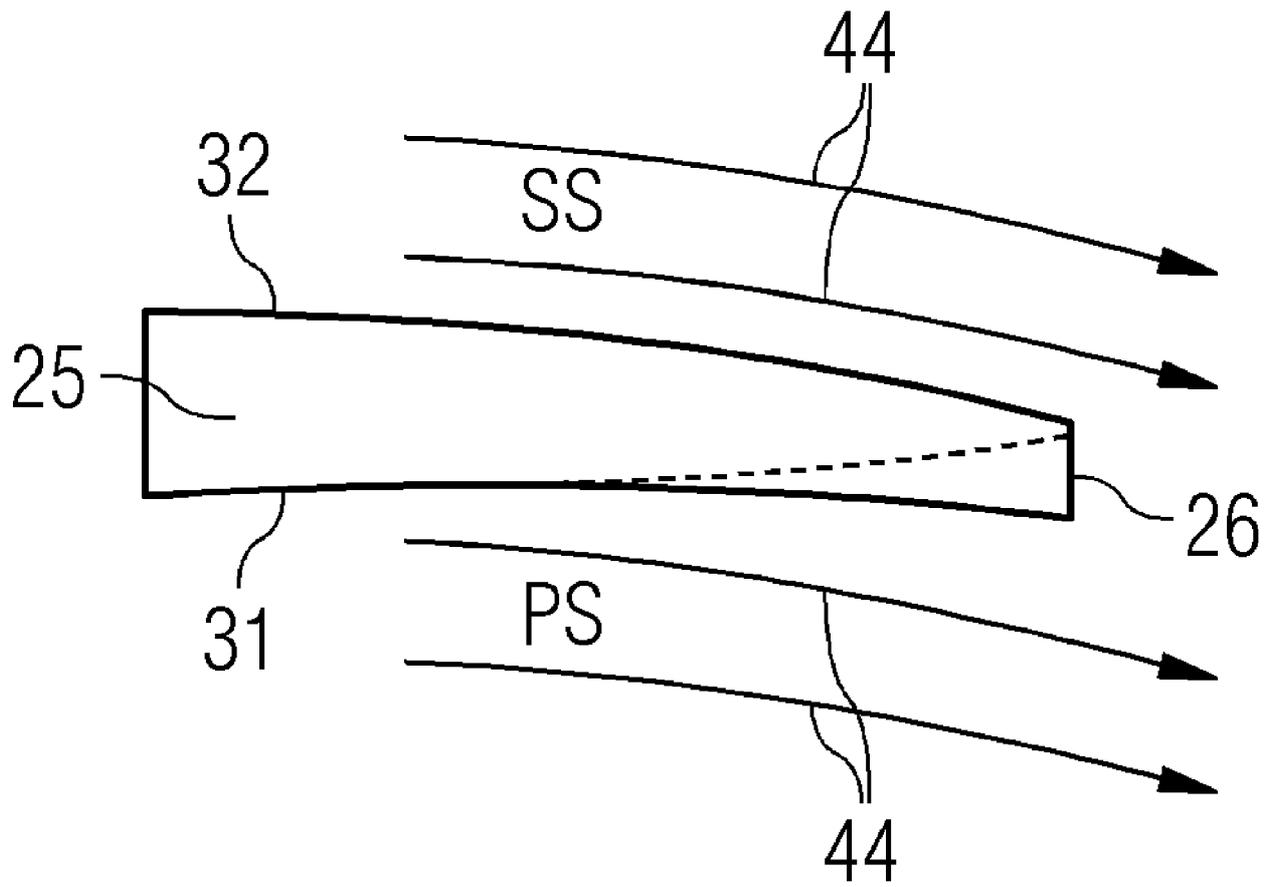


图 10A

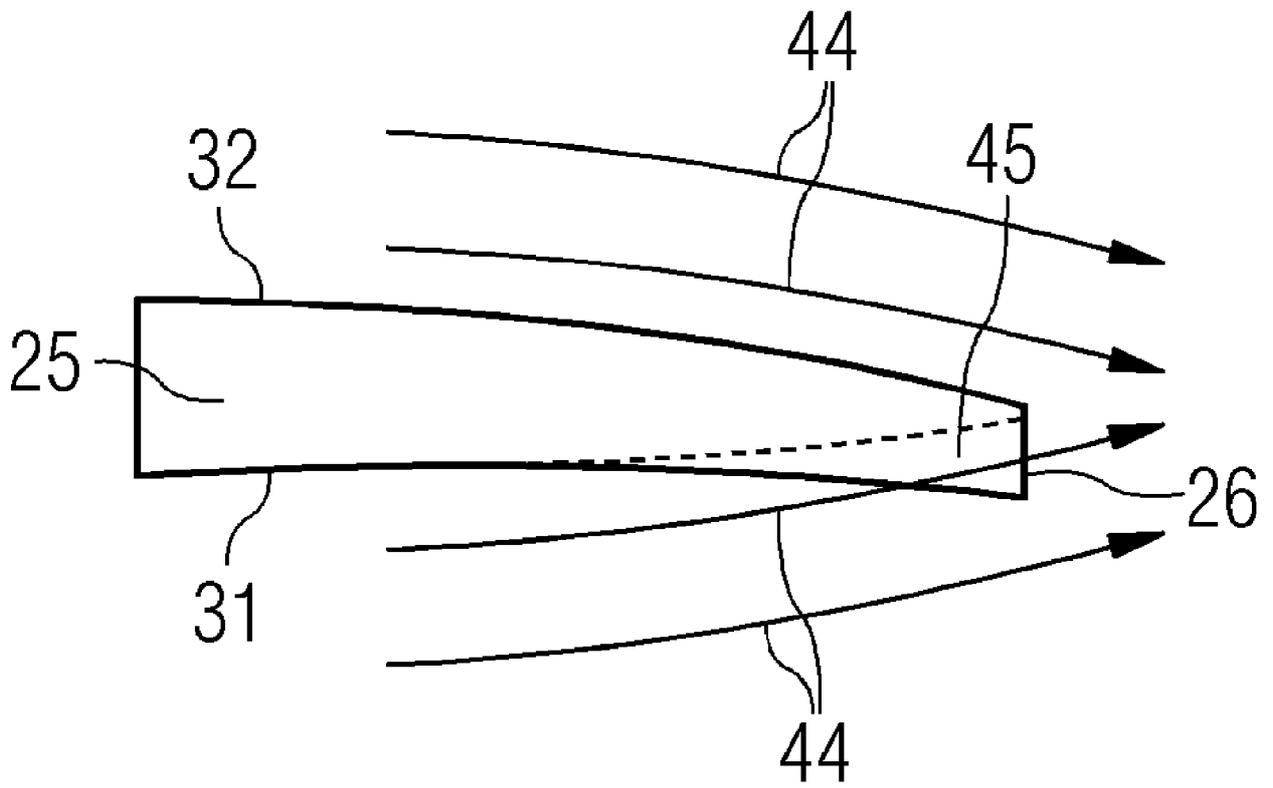


图 10B

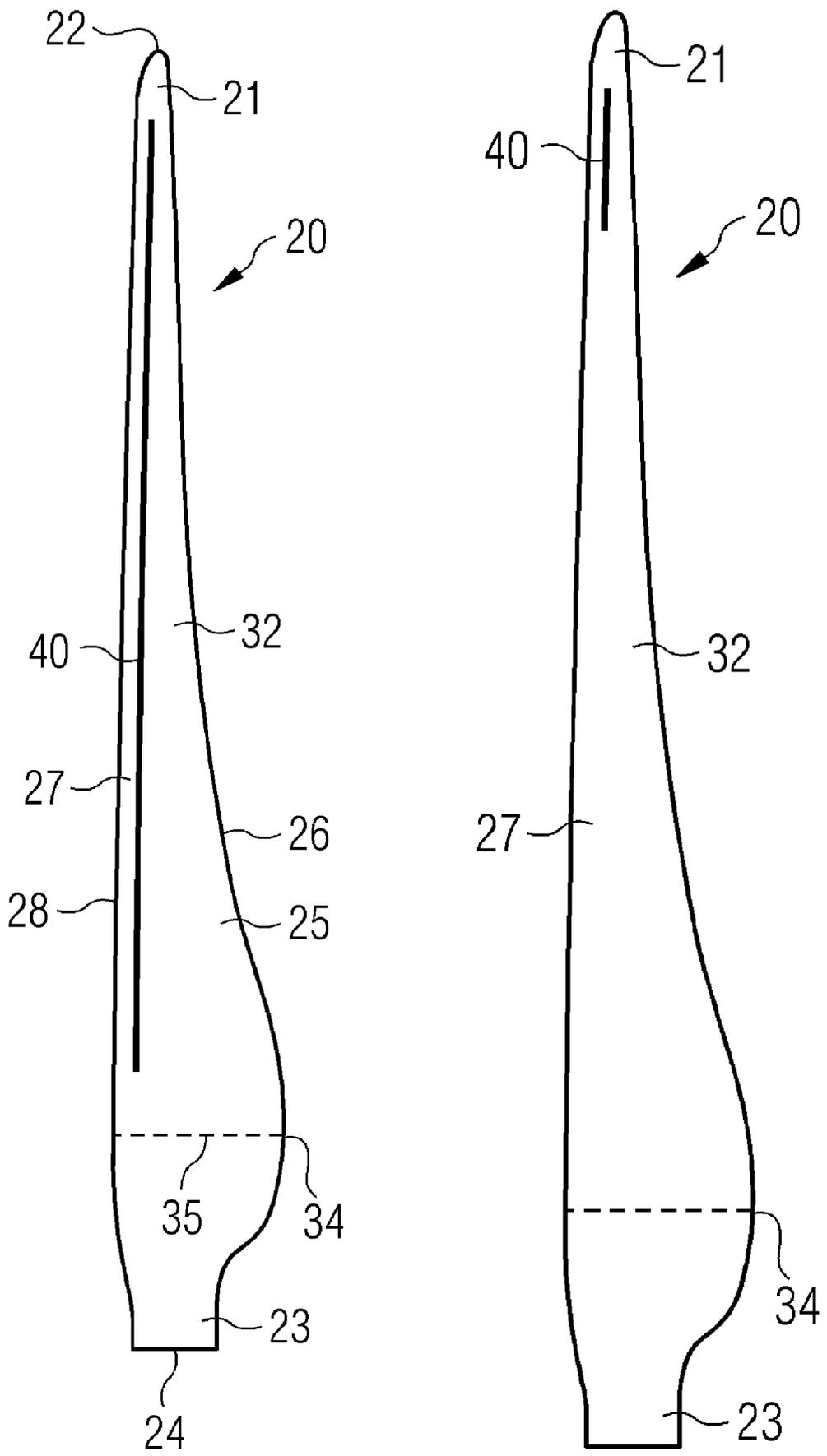


图 11A

图 11B

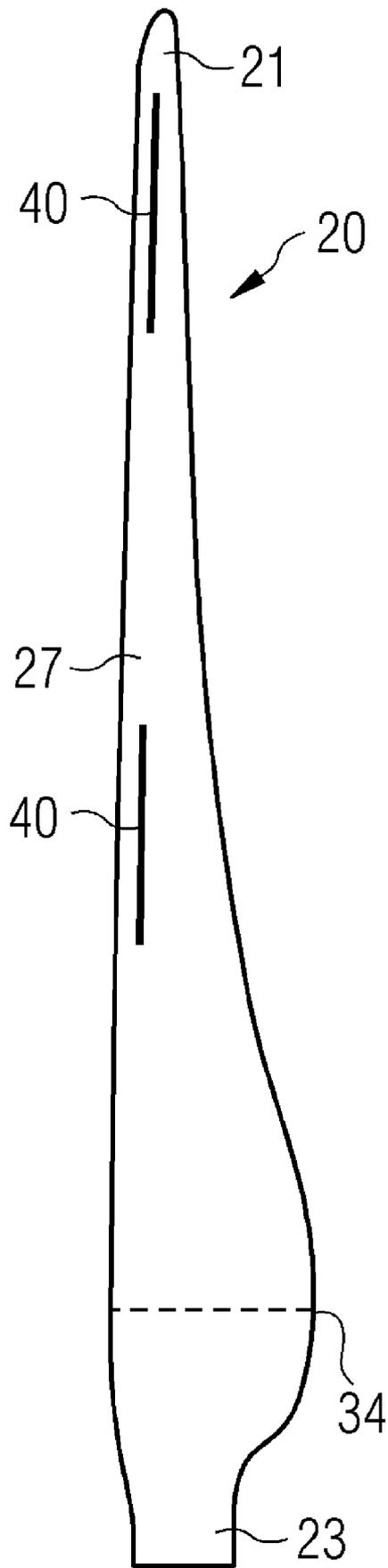


图 11C

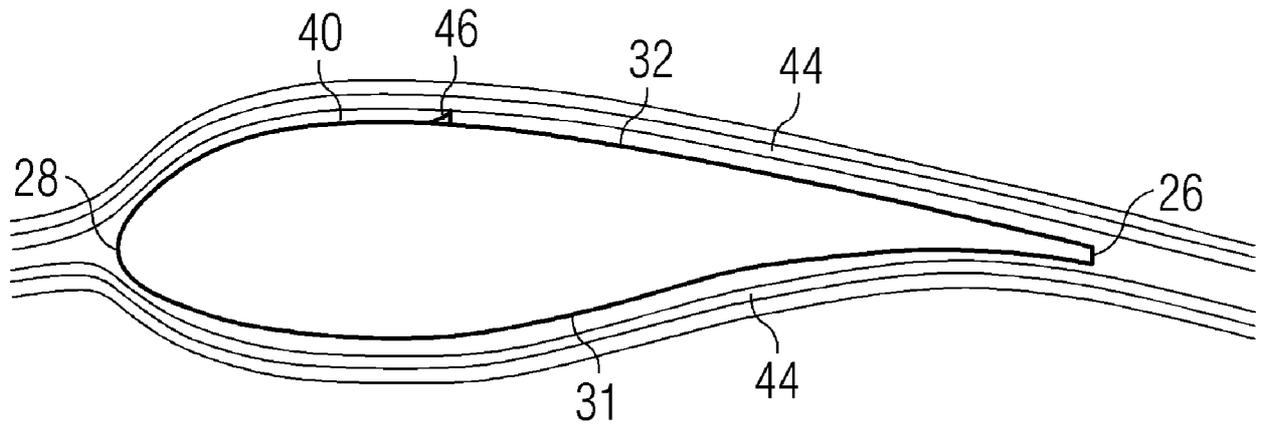


图 12A

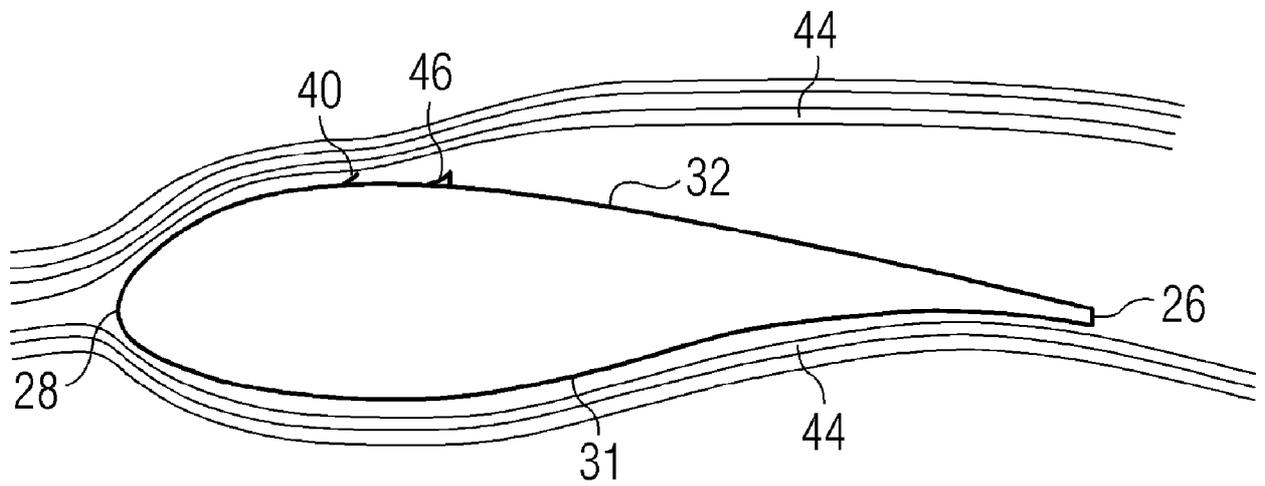


图 12B

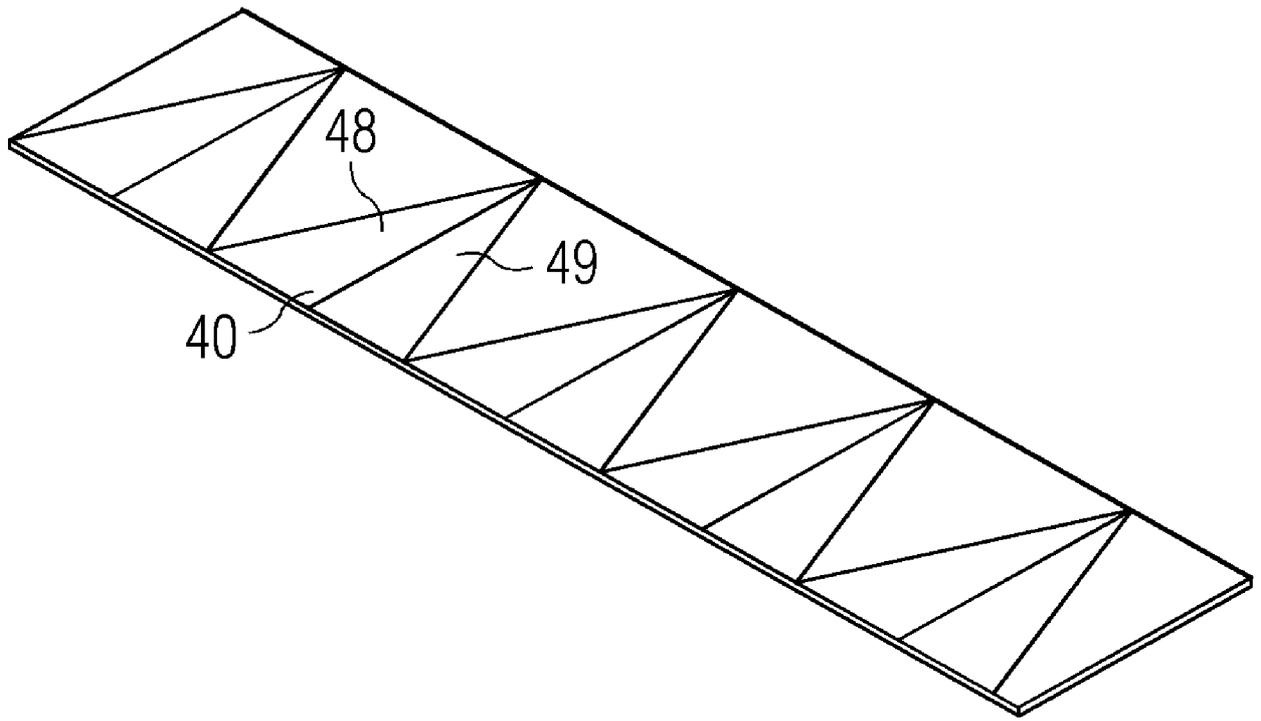


图 13A

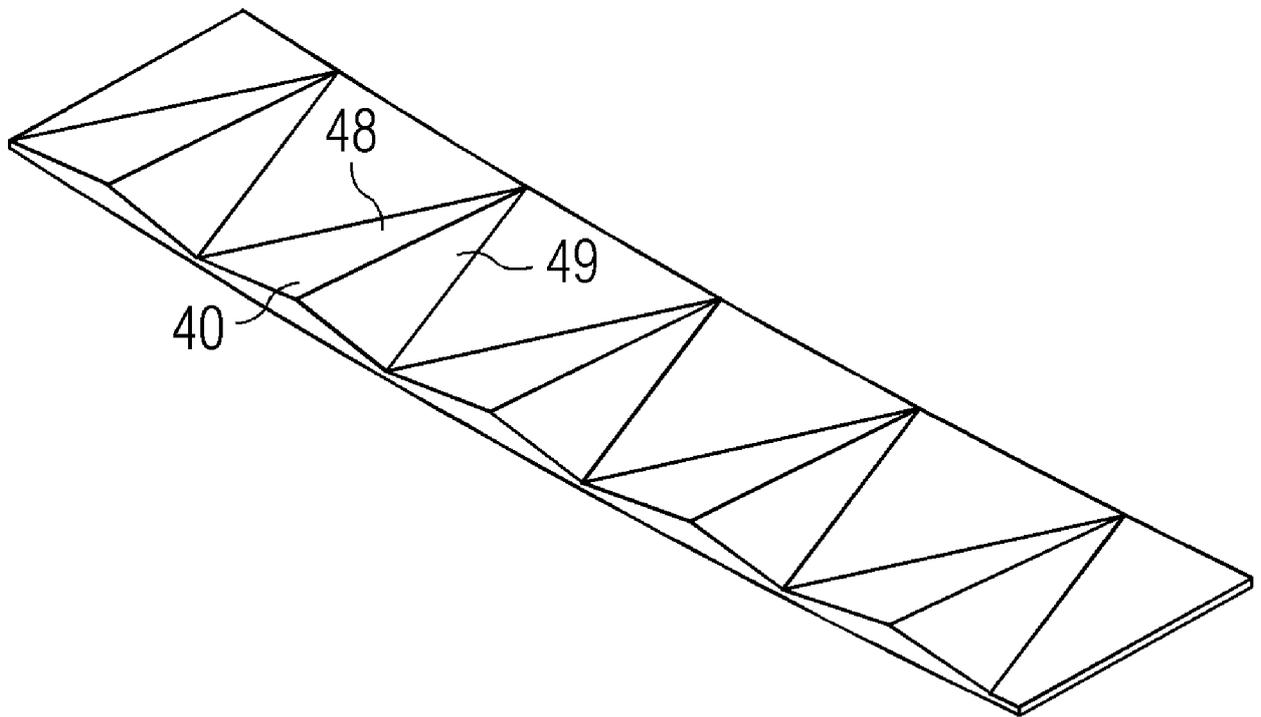


图 13B

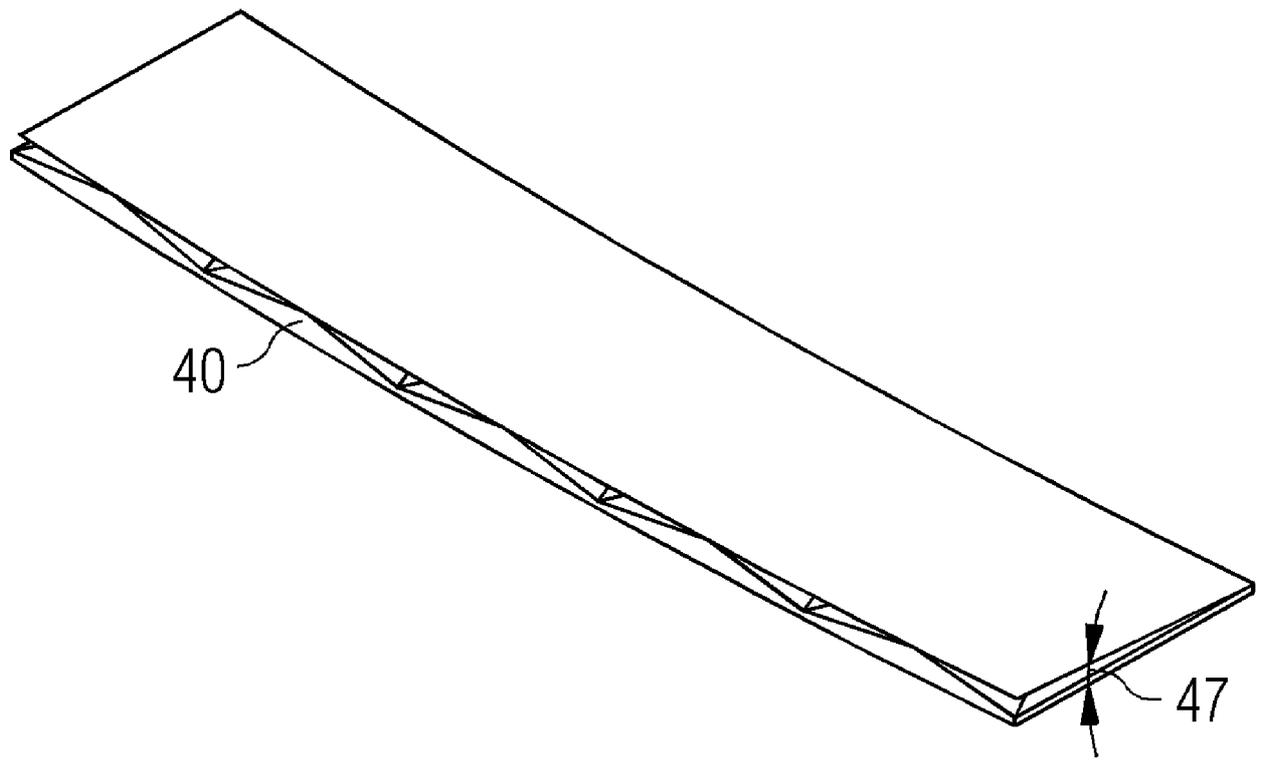


图 14