

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102859183 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 02

(21) 申请号 201180021609. 1

代理人 李鹏松 谭祐祥

(22) 申请日 2011. 04. 27

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

F03D 1/06 (2006. 01)

10161196. 0 2010. 04. 27 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 29

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/056633 2011. 04. 27

(87) PCT申请的公布数据

W02011/134985 EN 2011. 11. 03

(71) 申请人 LM 玻璃纤维制品有限公司

地址 丹麦科灵

(72) 发明人 B. 伦德 J-G. 耶雷米亚茨

L. E. 詹森 M. 尼尔森 M. M. 安瓦尔

S. K. 拉达克里什南

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

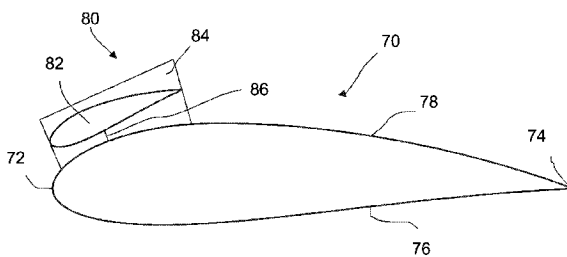
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 29 页

(54) 发明名称

设有辅助翼组件的风力涡轮机叶片

(57) 摘要

本发明涉及用于具有实质上水平的转子轴的风力涡轮机的转子的风力涡轮机叶片,该转子包括桨毂,当叶片安装到桨毂上时从桨毂沿实质上径向方向延伸。风力涡轮机叶片包括成型轮廓,成型轮廓限定前缘和后缘、连接前缘和后缘的压力侧和吸入侧,成型轮廓在由进入的空气流冲击时生成升力;以及位于叶片上的辅助翼组件,辅助翼组件包括由支撑装置支撑的辅助翼装置,支撑装置将辅助翼装置定位成离叶片的表面有距离。



1. 用于具有实质上水平的转子轴的风力涡轮机的转子的风力涡轮机叶片,所述转子包括桨毂,所述叶片在安装到所述桨毂上时从所述桨毂沿实质上径向方向延伸,所述风力涡轮机叶片包括:

成型轮廓,其限定前缘和后缘,连接前缘和后缘的压力侧和吸入侧,所述成型轮廓在由进入的空气流冲击时生成升力,以及

位于所述叶片上的辅助翼组件,所述辅助翼组件包括由支撑装置支撑的辅助翼装置,所述支撑装置将所述辅助翼装置定位成离所述叶片的表面有距离。

2. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括壁,所述壁阻挡沿实质上垂直于所述支撑件的方向流动的空气。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼组件包括延伸超过所述辅助翼装置的表面的端板或小翼,所述端板沿远离所述叶片表面的方向和 / 或沿朝所述叶片的方向延伸。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,将所述支撑装置在所述辅助翼装置的一个端部处附接到所述辅助翼装置,和 / 或所述支撑装置在所述辅助翼装置的压力侧处附接到所述辅助翼装置。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括在所述支撑装置紧固到所述叶片上的区域处适合于所述叶片的支撑脚。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括连接到所述辅助翼装置上的具有第一宽度的第一部分和具有小于所述第一宽度的第二宽度的第二部分,所述第二部分将所述第一部分连接到所述叶片,其中可选地将所述第二部分经由具有大于所述第二宽度的第三宽度的第三部分连接到所述风力涡轮机叶片的表面。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼组件为包括包括所述辅助翼装置的吸入侧和所述支撑装置的第一部分,及包括所述辅助翼装置的压力侧的第二部分。

8. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼组件为包括包括所述辅助翼装置的压力侧和所述支撑装置的第一部分,及包括所述辅助翼装置的吸入侧的第二部分。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的风力涡轮机叶片,其中,提供多个第一部分,以及所述多个第一部分分别包括具有不同几何形状脚,各个脚均构造成特定成型轮廓。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼装置和所述支撑装置由可组装的单独的装置构成,和 / 或所述辅助翼装置可经由适配器模块附接到所述支撑装置,将所述适配器模块可释放地连接到所述支撑装置,要不将所述适配器模块与所述支撑装置整体结合。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼装置包括多个独立的辅助翼装置。

12. 根据权利要求 11 所述的风力涡轮机叶片,其中,两个相邻的辅助翼装置经由公共的支撑装置连接。

13. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼装置包括腹板和 / 或轻木面板和 / 或负载承载结构,如主叠层。

14. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述辅助翼装置包括被布置穿过所述辅助翼的两个横梁,所述横梁被构造用以承载负载,且有利地被连接到所述辅助翼组件的支撑装置。

15. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括将所述辅助翼装置与所述叶片的表面相连的条,所述条可选为可调整的,例如,长度可调整的。

16. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括包含杆端部的连接件,所述杆端部经由螺栓附接到所述叶片的外壳部分。

17. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,附接所述辅助翼组件,以便将所述辅助翼装置定位和定向在相对于所述叶片的固定位置。

18. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,可分离地联接支脚到所述支撑装置。

19. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述叶片设有用于附接所述支撑装置的局部加强件,如附加的叠层或金属插入件。

20. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,可选地用用于提供所述支撑装置与所述叶片的表面之间的间距的一个或多个橡胶盘和 / 或用于分配来自于螺母的负载的垫圈,通过使用螺母和螺栓器件将所述辅助翼组件的支撑装置附接到所述风力涡轮机叶片。

21. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片,其中,所述支撑装置包括两个支撑腿。

22. 将如在前述权利要求的任一项中所述的辅助翼组件改造到风力涡轮机叶片的表面的方法。

23. 根据权利要求 22 所述的方法,其中,将所述辅助翼装置的位置定位和定向在相对于所述叶片的所期望的位置,且然后固定以便保持相对于所述叶片的所期望的位置。

24. 根据权利要求 22 或 23 所述的方法,其中,在所述叶片的表面中形成缺口或磨削的槽,以便收纳所述支撑装置的一部分,例如,支撑脚。

25. 根据权利要求 22 至 24 中任一项所述的方法,其中,在将所述辅助翼组件改造到所述叶片之前提供所述叶片的局部加强件。

设有辅助翼组件的风力涡轮机叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及包括辅助翼组件的风力涡轮机叶片。此外,本发明涉及用于具有实质上水平的转子轴的风力涡轮机的转子的叶片或叶片的部分,该转子包括桨毂,叶片在安装到桨毂上时从桨毂上实质上沿径向方向延伸,叶片具有带末端和根端的纵向方向和横向方向,其中叶片还包括:成型轮廓,其包括压力侧和吸入侧,以及具有弦的前缘和后缘,弦具有在前缘与后缘之间延伸的弦长,该成型轮廓在由进入的空气流冲击时生成升力。本发明还涉及将辅助翼组件改造到风力涡轮机叶片的表面的方法。

背景技术

[0002] 理想地,翼型类型的风力涡轮机叶片形状类似于飞机机翼的外形。在风力涡轮机转子上,叶片的弦平面宽度以及其一阶导数随着离桨毂的距离减小而连续地增大。这导致叶片理想的是在桨毂附近相对宽。在必须将叶片安装到桨毂上时,这又导致了问题,且此外,由于叶片的大表面积,故这在叶片工作期间引起大的负载,如,风暴负载。

[0003] 因此,多年来,叶片的构造已经朝一定形状发展,其中叶片由最接近桨毂的根区、包括最远离桨毂的生成升力的外形的翼型区和在根区与翼型区之间的过渡区构成。翼型区具有相对于生成升力理想的或几乎理想的叶片形状,而根区具有实质上圆形的截面,这减小了风暴负载,且使得容易且安全地将叶片安装到桨毂。优选地,根区的直径沿整个根区恒定。由于圆形截面,故根区并未有助于风力涡轮机的能量生产,且实际上由于阻力而使其略微降低。如名称所揭示的那样,过渡区具有从根区的圆形形状逐渐地变化成翼型区的翼型外形的形状。典型地,过渡区中的叶片的宽度随离桨毂的距离增大而实质上线性地增大。

[0004] 举例来说,用于风力涡轮机的风力涡轮机叶片随着时间推移而变得越来越大,且现在它们可能超过 60 米长,提高了对优化空气动力性能的需求。风力涡轮机叶片设计成具有至少 20 年的使用寿命。因此,风力涡轮机叶片的总体性能甚至很小的变化也可在风力涡轮机的寿命内累积成经济收益的高增长,这超过了关于此类变化的附加制造成本。多年来,研究的焦点区域已经集中于改善叶片的翼型区,但在近几年间,越来越多的焦点已经集中于还改善叶片的根区和过渡区的空气动力性能。

发明内容

[0005] 随着风力涡轮机的效用要求的提高,需要提高成型轮廓或风力涡轮机叶片的效用或性能。

[0006] 这通过本发明的一个方面实现,本发明的该方面涉及用于具有水平的转子轴的风力涡轮机的转子的风力涡轮机叶片,该转子包括桨毂,当叶片安装到桨毂上时从桨毂沿实质上径向方向延伸。风力涡轮机叶片包括成型轮廓,该成型轮廓限定前缘和后缘,连接前缘和后缘的压力侧和吸入侧,该成型轮廓在由进入的空气流冲击时生成升力。叶片还包括位于叶片上的辅助翼组件,该辅助翼组件包括由支撑装置支撑的辅助翼装置,支撑装置将辅助翼装置定位成离叶片的表面有距离(即,具有间距)。所构想的是,辅助翼装置改善了叶

片的空气动力性能。

[0007] 优选地,辅助翼组件沿叶片纵向地或径向地延伸。在当前的上下文中,沿纵向延伸意思是辅助翼组件部分实质上沿叶片的纵向方向延伸。因此,辅助翼组件部分典型地具有第一侧和第二侧,以及第一纵向端部(最接近根端)和第二纵向端部(最接近末端)。

[0008] 有利地,将该成型轮廓分成:根区,其具有最接近桨毂的实质上圆形或椭圆形的外形;翼型区,其具有最远离桨毂的生成升力的外形;以及在根区与翼型区之间的可选的过渡区,过渡区具有从根区的圆形外形或椭圆形外形沿径向方向逐渐地变化成生成升力的翼型区外形的外形。

[0009] 有利地,辅助翼组件永久地附接到风力涡轮机叶片的表面,且不可主动地控制辅助翼组件。因此,前表面的定向是不可调整的。辅助翼组件在组装或安装时可调整;优选地,当已经执行安装时,辅助翼组件的定向为固定的。

[0010] 当由进入的空气流冲击风力涡轮机叶片时,成型轮廓生成升力。当叶片安装到风力涡轮机上时,风力涡轮机的桨毂由于升力而开始旋转。由进入的流意思表示叶片的正常使用(即,在风力涡轮机转子上旋转)期间在叶片区段处的入流状态。因此,当通过叶片的局部区段看时,进来的流为由轴向风速和旋转分量合成形成的入流。

[0011] 将辅助翼有利地与具有压力侧和吸入侧以及前缘和后缘的翼型外形形成。

[0012] 在说明书各处,有时将术语成型轮廓(profiled contour)用于描述辅助翼组件所附接的主叶片区段(即,叶片自身)的外部形状。

[0013] 支撑装置可包括阻挡沿实质上垂直于支撑件的方向流动的空气的壁。将这构想成朝限制辅助翼装置周围的区域中的流分离的后缘导流。因此,有利地将壁沿叶片的横向方向或叶片的边缘方向定向。

[0014] 辅助翼组件可包括延伸超过辅助翼装置的表面的端板。将端板构想成,例如,通过延伸辅助翼装置的有效长宽比,且因此增大了由辅助翼承载的负载以改善辅助翼装置周围的空气流。此外,端板或小翼减小了辅助翼的端部处的末梢涡度。

[0015] 此外,使用的端板在没有从风力涡轮机叶片脱离或破坏的情况下改善或提高了辅助翼组件可经受的负载水平。

[0016] 在一种具体实施方式中,端板为沿远离叶片的表面的方向和/或沿朝叶片的方向延伸的小翼。在这些具体实施方式中,例如,小翼以与叶片有间距地附接到辅助翼。辅助翼装置可包括一个或多个端板,且端板可相对于叶片沿相同的方向或不同的方向延伸。一个或多个端板还可用作流屏障器件,如失速防护装置,其例如防止沿叶片的纵向方向的传播中的分离。将流屏障器件有利地实质上沿叶片的边缘方向定向。

[0017] 在一种具体实施方式中,将支撑装置在辅助翼装置的一个端部处附接到辅助翼装置和/或将支撑装置在辅助翼装置的压力侧处附接到辅助翼装置。可取决于叶片和辅助翼装置的所期望的空气动力性质来选择支撑装置与辅助翼装置的附接点。

[0018] 在一种具体实施方式中,支撑装置包括在支撑装置紧固到叶片上的区域处适合于成型轮廓的支撑脚。将支撑脚构想成改善辅助翼装置与叶片的附接力。适合于成型轮廓意思是脚实质上配合到(fit to)叶片,或换言之,脚的曲率实质上对应于叶片的曲率。

[0019] 在一种具体实施方式中,支撑装置包括连接到辅助翼装置上的具有第一宽度的第一部分和具有小于第一宽度的第二宽度的第二部分,第二部分将第一部分连接到叶片。将

宽度中的差异构想成允许辅助翼装置在被连接到叶片上时,在风力涡轮机工作期间,相比于没有第二部分的装置受到了较低的负载。将第二部分构想成分配源于辅助翼装置安装于其上的叶片中的移动的负载。还将第一部分和第二部分的组合构想成向支撑件提供更大的灵活性。

[0020] 在一种具体实施方式中,第二部分经由第三部分连接到风力涡轮机的表面,第三部分具有大于第二宽度的第三宽度。将第三部分构想成进一步改善辅助翼装置的强度,且在受到负载时减小辅助翼装置分离的风险。

[0021] 在一种具体实施方式中,支撑脚可从支撑装置分离。将可分离的支撑脚构想成在将组件安装在叶片上时允许附接支撑脚和随后附接辅助翼装置。

[0022] 在一种具体实施方式中,叶片包括用于收纳脚的缺口或磨削的槽。因而,脚的外表面可与成型轮廓齐平,因而防止脚从叶片分离且减小噪音。为了提供沿叶片的横向方向的逐渐过渡,脚还可有锥度。为了除去叶片的表面上的不连续性,还可用粘合剂或其他适合的材料密封脚。

[0023] 风力涡轮机叶片可设有用于将支撑装置附接到叶片自身上的局部加强件。例如,局部加强件可包括纤维材料(例如,玻璃纤维)或木材或另一适合材料的附加层。局部加强件可布置在风力涡轮机叶片的外壳部分的外表面和/或内表面处。

[0024] 支撑装置脚可由设有例如 90 度的弯的支撑装置形成,以便支撑装置的下部形成脚。

[0025] 支撑装置脚可通过螺母和螺栓器件附接到风力涡轮机叶片。螺母和螺栓器件可设有用于提供脚与叶片表面之间的间距的橡胶盘。螺母和螺栓器件还可设有用于分配来自于螺母的负载的垫圈。

[0026] 在另一种具体实施方式中,支撑装置包括连接件,连接件包括杆端部,杆端部经由螺栓附接到叶片的外壳部分。

[0027] 在一种具体实施方式中,辅助翼组件为包括第一部分和第二部分的组件,第一部分包括支撑装置和辅助翼装置的吸入侧,而第二部分包括辅助翼装置的压力侧,要不,辅助翼组件为包括第一部分和第二部分的组件,第一部分包括辅助翼装置的吸入侧,而第二部分包括支撑装置和辅助翼装置的压力侧。在一种具体实施方式中,提供了多个第一部分,且多个第一部分分别包括具有不同几何形状脚,各个脚均构造成特定的成型轮廓。

[0028] 在一种具体实施方式中,支撑装置包括将辅助翼装置与叶片的表面相连的条。在一种具体实施方式中,条例如在长度上可调整。在一种具体实施方式中,可调整的条包括螺纹条、具有圆柱的条和/或联锁的条。

[0029] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置和支撑装置由可组装的单独的装置构成。

[0030] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置可经由适配器模块附接到支撑装置,适配器模块可释放地连接到支撑装置,要不,适配器模块与支撑装置整体结合。

[0031] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置可相对于支撑装置移动。优选地,辅助翼装置可在安装好时仅相对于支撑装置移动,且可调整辅助翼装置的相对位置。在风力涡轮机工作期间,辅助翼装置的定向相对于叶片是固定的。

[0032] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置和/或支撑装置由钢、复合材料、铝、塑料或其他材料或它们的组合制成。特定的材料选择可取决于辅助翼装置的特定应用,例如,可选

择一种材料用于将在海上工作的风力涡轮机,而可选择另一种材料用于岸基涡轮机。

[0033] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置包括多个独立的辅助翼装置。如果相对长的辅助翼装置将被安装在叶片,则可能优选采用若干短的辅助翼装置来替代一个长的辅助翼装置。这还可帮助减小来自于叶片的扭曲和弯曲的负载的作用,因为在一个辅助翼部分上的负载不会平移至辅助翼装置的其他部分。

[0034] 在一种具体实施方式中,两个相邻的辅助翼装置经由公共的支撑装置(如公共端板)连接。将此构想成使辅助翼装置的安装简便,且还可减少用于将辅助翼装置紧固到叶片上的支撑装置的数目。

[0035] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置的长度为 0.5 米至 5 米,或如 1 米至 3 米,或如 0.5 米至 1 米,或如 1 米至 2 米,或如 2 米至 3 米,或如 3 米至 4 米,或如 4 米至 5 米,有利地大约 2.5 米。一个或多个辅助翼装置的实际选择可取决于将安装辅助翼装置于其上的特定叶片。根据另一种具体实施方式,将辅助翼装置模块化地形成,以便辅助翼装置包括例如 0.5 米至 2 米的较小的辅助翼部分。辅助翼可例如包括有利地布置在彼此的纵向延伸部中的 2 个、3 个、4 个、5 个或甚至更多个辅助翼部分。模块构造使辅助翼更为灵活,且减小了辅助翼的端部处的剥落力。因此,模块部分具有较小的与叶片的表面断开的趋势。

[0036] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置包括位于辅助翼装置的外壳部分中的腹板和/或轻木面板和/或负载承载结构,如主叠层。所构想的是可以以与成型轮廓或主叶片自身的方式类似的方式构成辅助翼装置。

[0037] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置包括由硬质材料(如塑料或纤维加强的聚合物材料)覆盖的芯料。

[0038] 在一种具体实施方式中,辅助翼的吸入侧和压力侧由外壳形成,外壳可为实质上中空的。在另一种具体实施方式中,外壳可部分地填充有重量轻的材料。在又一种具体实施方式中,重量轻的材料为 PU 泡沫、PVC 泡沫或另一种泡沫聚合物。在又一种具体实施方式中,外壳可完全填充有重量轻的材料。

[0039] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置包括布置成穿过辅助翼的两个横梁,横梁布置成及适于承载负载。在一种具体实施方式中,辅助翼装置的横梁连接到支撑装置。原则上,仅可使用单个横梁,但使用两个横梁限制了辅助翼的移动,因而将辅助翼固定在相对于叶片的表面固定的位置和定向。

[0040] 在一种具体实施方式中,支撑装置可包括从辅助翼装置所附接的支撑装置的区域延伸的两个腿。支撑装置可包括两个以上的腿,如,三个、四个或甚至更多。腿有可能经由连接部分(如,脚等等)连接辅助翼装置被附接到风力涡轮机叶片的表面上的区域。

[0041] 在一种具体实施方式中,支撑装置可由成一件的材料制成。可处理一件材料以便确立所期望的几何形状。所期望的几何形状包括但不限于一个或多个腿、切口区域(如三角形区域),或几何形状的组合。支撑装置可由两件或多件材料制成,且可使用这些材料件确立所期望的几何形状。

[0042] 有利地,辅助翼布置成以便其沿叶片的过渡区的至少一部分延伸。其还可延伸到叶片的根部部分中,或仅沿根部部分布置。在另一种具体实施方式中,辅助翼还沿翼型区的内侧部分延伸。因此,辅助翼可沿根区的一部分、沿整个过渡区、以及沿叶片的翼型区的内侧部分延伸。

[0043] 有利地,辅助翼布置在叶片的前缘附近。

[0044] 本发明的一个方面涉及包括根据本发明的第一方面的一定数目(有利地两个或三个)风力涡轮机叶片或成型轮廓的风力涡轮机。

[0045] 根据本发明的另一个方面,本发明提供将根据任何前述具体实施方式的辅助翼组件改造到风力涡轮机叶片的表面的方法。

附图说明

[0046] 本发明将参照附图被更为详细地阐述,在附图中:

- 图 1 为风力涡轮机的示意图,
- 图 2 为风力涡轮机叶片的示意图,
- 图 3 为叶片的截面的示意图,
- 图 4 为设有辅助翼组件的叶片的示意图,
- 图 5 至 12 为辅助翼组件的示意图,
- 图 13 为设有辅助翼组件的叶片的示意图,
- 图 14 为辅助翼组件的一部分的示意图,
- 图 15 为辅助翼组件的一部分的示意图,
- 图 16 为具有两个辅助翼装置的辅助翼组件的一部分的示意图,
- 图 17 为辅助翼组件的示意图,
- 图 18 为辅助翼装置的截面示意图,
- 图 19 为辅助翼装置的截面示意图,
- 图 20 为辅助翼装置的截面示意图,
- 图 21 为辅助翼装置的截面示意图,
- 图 22 至 25 为辅助翼组件的具体实施方式的示意图,
- 图 26 为叶片和辅助翼装置的示意图,
- 图 27 为叶片的一部分和辅助翼组件的示意图,
- 图 28 为支撑装置与叶片之间的连接的放大视图,
- 图 29 为支撑装置的示意性局部视图,以及
- 图 30 为用于使支撑件与叶片相连的连接件的示意图。

具体实施方式

[0047] 图 1 为根据所谓“丹麦原理”的常规现代逆风风力涡轮机 2 的示意图,该风力涡轮机 2 具有塔架 4、机舱 6 和具有实质上水平的转子轴的转子。转子包括桨毂 8 和从桨毂 8 沿径向延伸的三个风力涡轮机叶片 10,叶片 10 分别具有最接近桨毂的叶片根部 16 和最远离桨毂 8 的叶片末梢 14。

[0048] 图 3 示出了绘制为具有各种参数的典型叶片或风力涡轮机叶片的翼型外形 50 的示意图,参数典型地用于限定翼型件的几何形状。翼型外形 50 具有压力侧 52 和吸入侧 54,在使用期间(即,在转子旋转期间),压力侧 52 和吸入侧 54 一般分别面朝迎风侧和背风侧。翼型件 50 具有弦 60,弦 60 具有在叶片的前缘 56 与后缘 58 之间延伸的弦长 c 。翼型件 50 具有厚度 t ,其限定为压力侧 52 与吸入侧 54 之间的距离。翼型件的厚度 t 沿弦 60 变化。

由拱弧线 62 指定从对称外形的偏离,拱弧线 62 为穿过翼型外形 50 的中线。通过从前缘 56 到后缘 58 绘制内切圆来找中线。中线沿着这些内切圆的中心,且自弦 60 的偏离或距离称为弧高 f 。还可通过使用称为上弧高和下弧高的参数来限定不对称,参数分别限定为离弦 60 和压力侧 54 及吸入侧 52 的距离。

[0049] 图 2 示出了风力涡轮机叶片 10 的具体实施方式的示意图。风力涡轮机叶片 10 具有常规风力涡轮机叶片的形状,且包括最接近桨毂的根区 30、最远离桨毂的外形区或翼型区 34 以及根区 30 与翼型区 34 之间的过渡区 32。风力涡轮机叶片 10 包括在风力涡轮机叶片安装到桨毂上时面对叶片 10 的旋转方向的前缘 18、以及面对前缘 18 相反方向的后缘 20。

[0050] 翼型区 34(也称为外形区)具有相对于生成升力的理想的或几乎理想的叶片形状,而根区 30 由于结构考虑而具有实质上圆形或椭圆形的截面,例如,这使得容易且安全地将风力涡轮机叶片 10 安装至桨毂。典型地,根区 30 的直径(或弦)沿整个根区域 30 是恒定的。过渡区 32 具有从根区 30 的圆形或椭圆形状 40 逐渐变成翼型区 34 的翼型外形 50 的过渡外形 42。典型地,过渡区 32 的宽度随离桨毂的距离 r 增大而实质上线性地增大。

[0051] 翼型区 34 具有翼型外形 50,翼型外形 50 具有在叶片 10 的前缘 18 与后缘 20 之间延伸的弦。弦的宽度随离桨毂的距离 r 增大而减小。

[0052] 一般而言,叶片的不同区段的弦不会处于公共平面内,因为叶片可能被扭曲和/或弯曲(即,预弯曲),因而给弦平面提供了对应的扭曲和/或弯曲路线,为补偿取决于自桨毂的半径的叶片局部速度,这是很经常的情况。

[0053] 图 4 为用于风力涡轮机的转子的翼型外形或叶片 70 的示意图。预计的风力涡轮机可为图 1 中所示的类型。叶片 70 限定前缘 72 和后缘 74、连接前缘 72 和后缘 74 的压力侧 76 和吸入侧 78。叶片 70 在由进入的空气流冲击时生成升力。叶片 70 包括位于叶片 70 上的辅助翼组件 80。辅助翼组件 80 包括由支撑装置 84 支撑的辅助翼装置 82,支撑装置 84 将辅助翼装置定位成离叶片 70 的表面有由线 86 指出的距离或间距。在图中,将辅助翼绘制为定位在叶片的翼型区处。然而,辅助翼典型地将布置在叶片的非理想区中,例如,沿叶片的过渡区和/或根区的至少一部分。然而,辅助翼还可延伸到叶片的翼型区的内侧部分中。

[0054] 所构想的辅助翼组件 80 的存在将改善叶片的空气动力性能。优选地,支撑装置 84 将辅助翼装置保持在固定位置且离叶片 70 的表面有距离。距离 86 可对于特定的叶片外形和叶片 70 上的辅助翼组件 70 的位置是独立的,即,距离 86 可取决于辅助翼组件 80 离叶片 70 的前缘 72 的距离。

[0055] 支撑装置 84 可构成壁,壁阻挡沿实质上垂直于支撑件 84 的方向流动的空气,即,沿叶片 70 的纵向方向的空气流。如果不允许或至少阻挡空气沿平行于叶片 70 的纵向方向的方向流动,则将其构想成减小流分离。因此,壁可作用为以便防止例如沿叶片的纵向方向或径向方向的传播中的分流。

[0056] 图 5 示意性地示出了辅助翼组件 80,所述辅助翼组件 80 包括端板 88,端板 88 延伸超过辅助翼装置 82 的表面,即,离叶片较远。在图 4 中,这为延伸超过辅助翼装置 82 的表面的支撑装置 84 的部分。将端板 88 构想成降低辅助翼装置 82 周围的区域中的流分离,或降低沿叶片的纵向方向的传播的分流。

[0057] 在图 4 中,端板或支撑件 84 沿远离叶片的表面的方向延伸。在其他具体实施方式中,可提供小翼,且小翼可沿朝叶片的表面的方向延伸。在一种具体实施方式中,可提供小翼,且小翼可沿远离叶片的方向延伸。这在图 6、7 和 8 中通过小翼 90 和 92 示出。在一种具体实施方式中,辅助翼组件 80 可包括如图 6 中所示沿两个方向延伸的小翼。小翼可从辅助翼装置的端部延伸,或小翼可在其他位置处从辅助翼装置的表面延伸,如由图 7 中的小翼 92 所示。

[0058] 图 4 示出了定位在前缘 72 附近的辅助翼组件 80。可通过若干因素影响叶片 70 上的辅助翼组件 80 的最佳位置。一个因素可为工作期间叶片的表面的变形。如果叶片由于入流的波动而弯曲或变弯,则存在辅助翼组件 80 从叶片 70 的表面松脱的风险。为了降低这种风险,辅助翼组件 80 可定位在变形可能性最小的区域或变形最小的区域处,这包括但不限于主叠层(即,位于叶片自身的外壳部分中的负载承载结构)处的区域。

[0059] 前缘 72 至辅助翼组件 80 的中心的距离可从前缘 72 至后缘 74 的距离(或弦长)的 1% 变化至 90%。可沿叶片 70 的表面测量该距离。在确定该距离时,辅助翼组件的中心可突出叶片 70 的表面。

[0060] 图 5 还示出了支撑装置 84 在辅助翼装置 82 的一个端部处附接到辅助翼装置 82。在图 6 和图 8 中,支撑装置 94 在辅助翼装置 82 的压力侧处附接到辅助翼装置 82。

[0061] 支撑装置 84 可在辅助翼装置 82 的端部处支撑或附接至辅助翼装置 82。在一种具体实施方式中,支撑装置 84 可包括在离辅助翼装置 82 的端部有距离处附接到辅助翼装置 82 上的至少一个部分,即,一个支撑件可类似于图 6 中所示的支撑件 94 附接,而另一个支撑件可类似于图 5 中所述的支撑件 84 附接。

[0062] 图 6 示出了端板 88 延伸超过辅助翼装置 82 的表面的辅助翼组件 80。小翼 90 从辅助翼装置 82 的端部延伸,以便在辅助翼组件 80 安装到叶片上时,小翼 90 沿朝叶片的表面的方向延伸。

[0063] 图 7 示出了小翼 92 从辅助翼装置 82 的表面延伸的辅助翼组件 80。小翼 92 从辅助翼装置 82 延伸,以便当辅助翼组件 80 安装到叶片上时,一些小翼 92 沿朝叶片的表面的方向延伸,而另一些远离叶片的表面延伸。

[0064] 图 8 示出了小翼 90 从辅助翼装置 82 的端部延伸的辅助翼组件 80。小翼 90 从辅助翼装置 82 延伸,以便在辅助翼组件 80 安装到叶片上时,小翼 90 沿朝叶片的表面的方向延伸。

[0065] 在图 9 中,支撑装置 84 可包括在支撑装置 84 紧固到叶片上的区域处适合于叶片的支撑脚 96。因此,支撑脚可弯曲,以便实质上沿着叶片的表面曲率。此外,可提供支撑装置 84 与叶片之间的支撑材料。例如,该材料可为橡胶材料。螺栓可提供成确立支撑装置 84 与叶片之间的机械紧固。这可与前述支撑材料和/或其他附接选择(如,粘胶或机械连接件)组合。参照图 27 至图 29 更为详细论述了辅助翼组件的紧固。

[0066] 在构成辅助翼组件的组件或预装件中,所构想的是较为便宜地仅更换一个部分,例如,底部模块或顶部模块,而替代了构建整个新的单元,以便使辅助翼组件适合特定的叶片。此外,可提供适用于多种叶片的支撑脚。不同的支撑部分可允许组件配合到辅助翼装置相对于叶片表面的不同位置。

[0067] 由于支撑脚 96 可从支撑装置 84 分离,故所构想的是支撑脚 96 可适于或构造成提

供与特定叶片的表面或叶片上的特定地点的良好、稳定连接。所构想的是,可提供多种脚装置,各个特定的脚装置均适用于特定的叶片或叶片上的特定地点。然后,辅助翼装置可提供成具有一个特定的外形,且当与不同的脚组合时,该组件可配合大量不同叶片或叶片上的大量不同位置。

[0068] 图 17 为具有支撑装置 84 的辅助翼组件 80 的示意图。支撑装置 84 可为本文所述的任何类型。这里所示的辅助翼组件 82 不包括延伸超过辅助翼装置 82 的吸入侧的表面的端板或小翼。

[0069] 图 10A 示意性地示出了支撑装置 98,所述支撑装置 98 包括具有第一宽度 102 的第一部分 100。第一部分 100 连接到辅助翼装置 82。支撑装置 98 还包括具有第二宽度 106 的第二部分 104。第二宽度 106 小于第一宽度 102。第二部分 104 经由第三部分 108 连接到叶片的表面,第三部分 108 具有大于第二部分 104 宽度的宽度 110。

[0070] 图 10B 示意性地示出了支撑装置 98,所述支撑装置 98 包括具有第一宽度 102 的第一部分 100。第一部分 100 连接到辅助翼装置 82。支撑装置 98 还包括具有第二宽度 106 的第二部分 104。第二宽度 106 小于第一宽度 102。第二部分 104 将第一部分 100 连接到叶片。

[0071] 大体上,优点在于较宽的第一部分将支撑件经由其他部分连接到辅助翼装置,例如,规定将较小的第二部分构想成确保例如变形造成的叶片表面的变化或移动引起的负载不会导致辅助翼组件从叶片分开。通过采用模块化设计,减小了辅助翼的刚度,且减轻了负载和应力。图 22 至图 25 中示出了支撑装置的其他几何形状。

[0072] 图 11 示意性地示出了辅助翼组件,所述辅助翼组件为包括第一部分 112 和第二部分 114 的组件,第一部分 112 包括支撑装置和辅助翼装置的吸入侧,而第二部分 114 包括辅助翼装置的压力侧。为了组装辅助翼组件,将第二部分 114 插入第一部分 112 中,且将两个部分 112、114 附连到彼此。该设计可设有或未设有支撑脚。

[0073] 图 12 示意性地示出了辅助翼组件,所述辅助翼组件为包括第一部分 116 和第二部分 118 的组件,第一部分 116 包括辅助翼装置的吸入侧,而第二部分 118 包括支撑装置和辅助翼装置的压力侧。为了组装辅助翼装置,将第一部分 116 插入第二部分 118 中,且两个部分 116、118 附连到彼此。

[0074] 图 11 和图 12 中所示的具体实施方式具有的共同之处在于辅助翼装置的一个部分连接到支撑装置,而辅助翼装置的第二部分附连到第一部分上以便形成辅助翼装置。

[0075] 所构想的是降低将辅助翼组件制造成两个部分的生产复杂性。将辅助翼装置与支撑装置之间的接头构想为很坚固的。在已经组装好辅助翼组件之后,可附接小翼或端板。

[0076] 有利地,可提供多个第一部分 114、118,且多个第一部分 114、118 分别包括具有不同几何形状脚。将这构想成在各个脚构造在特定叶片上或叶片上的特定地点上时提供多种附接可能性。通过使用不同的脚,可以以若干方式调整辅助翼组件,例如,通过将辅助翼组件定位在叶片的表面上的多种位置中的一个位置处。

[0077] 图 13 为具有辅助翼组件 122 的叶片 120 的示意图。辅助翼组件 122 包括通过支撑装置 126 附接到叶片 120 上的辅助翼装置 124。支撑装置 126 由条构成。条将辅助翼装置 124 与叶片 120 的表面相连。

[0078] 有利地,条 126 可由可调整的条构成。将可调整的条构想成在将辅助翼组件已经

安装在叶片上的特定位置处时,允许人将辅助翼组件安装在叶片上以获得特定距离和定向,且用以允许调整来确立叶片表面与辅助翼装置之间的特定距离。大体上,所构想的是,辅助翼组件可定位在叶片上的多个部位处。叶片表面与辅助翼装置之间可存在各种最佳位置,这取决于辅助翼组件定位在叶片上的位置。

[0079] 有利地,可由螺纹条、具有圆柱的条和 / 或联锁条构成可调整的条。可使用其他形式的调整装置。

[0080] 将使用条构想成通过例如改变一个或多个条的长度来允许容易地调整辅助翼装置相对于叶片的位置。

[0081] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置和支撑装置由可组装的单独的装置构成。所构想的是制造单独的部分比必须将整个辅助翼组件制造成一件更容易。

[0082] 图 14 示意性地示出了具体实施方式,其中辅助翼装置 82 经由适配器模块或装置 129 可附接到或可分离地联接到支撑装置 128。适配器模块 129 可释放地连接到支撑装置 128。将适配器模块 129 的使用构想成允许使用用于不同叶片的若干不同支撑装置,同时使用较少数目的辅助翼装置外形。模块 129 可胶合或焊接或以其他方式附连到支撑装置 128。辅助翼装置 82 可胶合到适配器装置 129。所构想的是,在粘胶变硬之后可能通过调整组装好的辅助翼装置 82 和模块 129 相对于支撑件 128 的角来调整辅助翼装置。然而,典型地,不期望在施加粘胶之后使构件相对于彼此移动。

[0083] 图 15 示意性地示出了具体实施方式,其中辅助翼装置 82 类似于图 14 中所示那样经由适配器模块 129 可附接到或可分离地联接到支撑装置 128。在图 15 中,适配器模块 129 通过保持部件 130 附接到支撑装置 128。保持部件 130 可将模块 129 沿其整个外周支撑和保持或固持。保持部件 130 可由未示出的一定数目的独立保持部件构成。保持部件 130 可通过将保持部件 130 整体结合到支撑装置 128 中来紧固到支撑装置 128,例如,通过增加玻璃纤维层至支撑装置,从而将保持部件 130 紧固到支撑装置 128。

[0084] 在一种具体实施方式中,辅助翼装置可相对于支撑件移动。辅助翼装置可相对于支撑件移动的优点在于在将辅助翼组件安装到叶片上时可调整辅助翼装置。辅助翼装置相对于叶片的角可具有对组合的系统的空气动力和辅助翼装置与叶片的表面之间形成的狭槽的尺寸的影响。在图 14 上的具体实施方式中,在粘胶变硬之前可调整辅助翼装置 82 的定向,且固定辅助翼装置 82 的定向。

[0085] 辅助翼装置和 / 或支撑装置可由钢、复合材料、铝、塑料或其他材料或各种材料的组合制成。材料的选择可取决于叶片的材料和 / 或预期的装置寿命。另外,一些材料可更好地适用于某些环境。离岸环境中的条件与其他环境(如,乡村)中的条件之间存在明确的差异。

[0086] 图 16 示意性地示出了具体实施方式,其中支撑装置 132 用作用于两个辅助翼装置 82A 和 82B 的公共支撑件。优点在于在安装包括两个或多个辅助翼装置 82 的辅助翼组件时减少了支撑装置的数目。优点在于辅助翼组件可包括很多辅助翼装置,且叶片的变形造成的任何负载都不会引起辅助翼组件从叶片松脱。

[0087] 支撑装置在整个叶片外形表面(即,截面处的叶片外形周围)或表面上的少数点处附接到叶片。通过在单个点处进行附接,辅助翼和 / 或支撑件处的负载将或多或少独立于叶片截面的变形。

[0088] 图 18 为辅助翼装置 134 的示意性截面视图。辅助翼装置 134 与用于风力涡轮机的叶片类似地构造。辅助翼装置 134 包括腹板 136、轻木面板和主叠层 138, 即, 位于辅助翼装置 134 的外壳部分中的负载承载结构。

[0089] 图 19 为辅助翼装置 140 的示意性截面视图。芯料 142 由硬质材料 144 (如塑料或纤维增强的聚合物材料) 覆盖, 即, 由外壳覆盖。

[0090] 图 20 为辅助翼装置 146 的示意性截面视图。吸入侧和压力侧制造成没有芯料。辅助翼装置 146 可部分地或完全地填充有例如 PU 泡沫或另一重量轻的材料 148, 例如, 由表皮或外壳覆盖。另外, 可使用泡沫块 (例如, PVC) 来替代填充材料。

[0091] 图 21 为辅助翼装置 150 的示意性截面视图。辅助翼装置 150 包括穿过辅助翼 150 用于承载负载的两个横梁 152、154。然后, 外形 150 仅提供空气动力形状, 且可将其制造为低强度构造。横梁 152、154 可连接到这里看不见的支撑装置。

[0092] 图 18 至图 21 中所示的辅助翼装置的不同特征可以以任何有利的方式组合。

[0093] 图 22 至图 25 中所示的支撑装置可起到图 4 至图 16 中所示的任何支撑装置的作用。不同的支撑装置可结合到一个辅助翼组件中。

[0094] 图 22 为用于支撑辅助翼装置 82 的支撑装置的示意图。支撑装置 156 包括将装置连接到由虚线 162 指出的风力涡轮机表面上的两个腿 158 和 160。如图 10A 和图 10B 中的支撑装置那样, 支撑装置 156 为挠性的, 且在叶片由于扭曲和弯曲而变形时减小了辅助翼装置与叶片表面 162 分开的风险。两个腿 158 和 160 分别包括用于将支撑装置 156 牢固地附接到叶片表面 162 上的脚部分 164 和 166。在备选具体实施方式中, 支撑装置 156 可包括两个以上的腿, 如三个腿或四个腿。腿 158 和 160 相对细, 所以脚部分 164、166 使得有可能确立与风力涡轮机叶片表面 162 加强或更强的抓持或安装。

[0095] 图 23 为支撑装置 168 的示意图。支撑装置 168 包括两个切口区域 170 和 172。切口 170 和 172 减轻源于风力涡轮机叶片表面 162 的变形 (例如, 源于叶片根部变成椭圆形) 的支撑装置中的负载。支撑装置可包括两个、三个、四个或更多个切口区域。如图 23 中所示的切口区域可具有不同尺寸。在一种具体实施方式中, 两个或多个切口可具有类似或相等的尺寸和 / 或相同的面积。

[0096] 切口 170 和 172 示为具有直角三角形。在另一种具体实施方式中, 一个或多个切口区域可具有等腰三角形、正方形、矩形或任何其他多边形或它们的组合。此外, 一个或多个切口可具有圆形、椭圆形、卵形或其他平滑的形状或边缘。可使用组成支撑装置 168 的多个部分或多个元件来确立几何形状。

[0097] 图 24 为支撑装置 174 的示意图。支撑装置 174 包括两个腿 176 和 178。腿 176 和 178 相比腿 158 和 160 相对宽。腿 176 和 178 可在不使用如图 22 上的具体实施方式的脚部分 164 和 166 的情况下附接或安装到风力涡轮机叶片 162 的表面。

[0098] 在该具体实施方式中, 腿 176 和 178 位于辅助翼装置所附接的支撑装置 174 的部分的侧部处。

[0099] 图 25 示出了一种具体实施方式, 其中支撑装置 180 也包括两个腿 182 和 184, 但不同于图 24 中所示的具体实施方式, 腿 182 和 184 位于远离支撑装置的侧部的位置中。

[0100] 在图 22 至图 25 中所示的具体实施方式中, 辅助翼装置在所有的具体实施方式中都标示为 186 的支撑装置的部分处附接到支撑装置。支撑装置的部分 186 的特定形式可不

同于图 22 至图 25 中的示意性示图。此外,在特定具体实施方式中,图 22 至图 25 中的辅助翼装置的定向可不同于图中所示的。

[0101] 在图 22 至图 25 中所示的具体实施方式中,当前优选的是支撑装置具有由线 187A 指出的总体宽度,其范围为 900mm 至 1200mm,优选为大约 1000mm。在图 22 至图 25 中所示的具体实施方式中,辅助翼装置优选为具有由线 188 指出的总体宽度或弦长,其范围为 600mm 至 900mm,优选为大约 750mm。大体上,辅助翼装置的弦长为叶片的局部弦长的 5% 至 20%。支撑件可具有例如达到比辅助翼装置的弦长宽 20% 的宽度。

[0102] 在图 22 至图 25 中所示的具体实施方式中,辅助翼所附接的支撑装置的部分具有由线 187C 指出的高度,其在 200mm 至 400mm 的范围内,优选为大约 300mm。在图 22 至图 25 中所示的具体实施方式中,支撑装置优选为具有由线 187B 指出的总体高度,其范围为 600mm 至 800mm,优选为大约 700mm。

[0103] 图 26 示意性地示出了可如何描述在离叶片根部给定距离处的辅助翼装置 189 相对于风力涡轮机叶片区段 190 的定向和定位。图 26 示出了一些最相关的参数。一个参数为 G,其为辅助翼的后缘 189 与风力涡轮机叶片区段 190 的弦之间由线 191 指出的间隙的度量。另一个参数为 O,其为由线 192 指出的重叠。第三参数示为 D,其为由线 193 指出的偏转角。取决于空气动力,将存在以上参数的最佳组合。

[0104] 对于相对于特定所期望的距离(举例来说,离叶片根部有 10 米)中的入流定向的风力涡轮机叶片的特定区段,将期望在 14 度的入流角或冲角下获得 c_l 1.7。阻力应当尽可能小。对于此类方案,将存在给予所期望的升力的参数 G、O 和 D 的一个组合。如果若干组合产生相同的升力,则最期望的是选择给予最低阻力和 / 或最低最大升力的组合来减小最大负载。当考虑不同区段时,例如,离叶片根部 15m,最佳组合将为不同的。此外,辅助翼的形状以及辅助翼附近的风力涡轮机叶片的外形将具有对给予最佳升力的参数的组合的影响。

[0105] 从某种观点看,通过增大离叶片 190 的表面的距离而减小了辅助翼的积极作用。

[0106] 图 27 示意性地示出了辅助翼组件 194,其中一个侧部或腿安装到叶片 196。辅助翼组件 194 包括都标示为 198 的两个腿。两个腿 198 都包括相对于腿 198 的部分 202 弯曲 90 度的区域或部分 200,以便提供附接脚 200。可利用眼下辅助翼组件 194 将安装于其上的叶片的形状来选择部分 200 相对于部分 202 的角。因此,角可为除 90 度之外的角。可选择角,以便部分 200 与部分 200 将附接于其上的叶片 196 的部分实质上平行。螺栓 204 用于将部分 200 附接到叶片。螺母 206 锁定螺栓 204 和区域 200。橡胶盘 208 和 209 提供成用于确立部分 200 与叶片 196 的表面之间的距离,以便两者不会给予彼此破坏,且连接有些灵活。

[0107] 图 28 为部分 200 与叶片 196 之间的连接的放大视图。图 28 比图 27 示出了更多细节。

[0108] 在图 28 中,垫圈 210 定位在螺母 206 与橡胶盘 208 之间。在图 28 中,提供了标示为 206、212 和 226 的三个螺母。垫圈 210 分配来自于螺母 206 的负载。此外,垫圈 210 提供区域 200 与叶片之间的间距。在一种具体实施方式中,垫圈可为橡胶垫圈,或要不可由金属(如,钢、不锈钢)或塑料或任何其他适合的材料制成。

[0109] 橡胶盘 208 和 209 提供振动阻尼,且增大了区域 200 与叶片 196 之间的间距。在两个垫圈 214 和 216 之间设螺母 212。

[0110] 在叶片 196 的外表面处设加强件 218。加强件 218 设成确保叶片能够在使用风力涡轮机叶片期间固持辅助翼组件。传递至叶片与辅助翼组件之间的连接部的负载可引起叶片中的裂纹和破裂。加强件 218 分配来自于区域 200 与叶片 196 之间的连接部的负载和源于叶片的变形的负载。

[0111] 第二加强件 222 设在叶片 196 的内侧。第二加强件 222 向结构进一步提供强度。第二加强件 222 分配来自于区域 200 与叶片 196 之间的连接部的负载和源于叶片的变形的负载。

[0112] 图 29 为腿 198 的一部分和部分 200 的透视图。弯曲区段 224 包括从腿 198 到区域 200 的平滑过渡。区域 200 包括两个螺栓 204 和 220。可使用参照图 28 中所示的螺栓 204 描述的类似布置紧固螺栓 220。相比于图 28, 关于螺栓 204 和 220 的连接出于说明目的而简化图 29。

[0113] 关于具有对应于区域 200 的区域的支撑件的具体实施方式, 区域优选为具有 70mm 至 90mm 的范围内的宽度, 优选为大约 80mm, 以及 40mm 至 60mm 的范围内的长度, 优选为大约 50mm。

[0114] 图 30 示出了连接件 228 的具体实施方式。连接件 228 将支撑腿或脚 230 连接到风力涡轮机叶片的叶片外壳 248。螺栓 232 布置成穿过支撑腿或脚 230 中的孔。螺栓 232 将两个支撑板 234 和 235 连接到支撑腿或脚 230。可提供这里未示出的一个或两个另外的螺栓以确保板 234 和 235 的定向相对于支撑腿或脚 230 为固定的。通过两个螺母 236 和 238 固定螺栓 232。要不或与其组合, 板 234 和 235 可胶合到支撑腿或脚 230。

[0115] 螺栓 240 设在与螺栓 232 相对的支撑腿或脚 230 处。螺栓 240 将板 234 和 235 与杆端部 242 相连。螺栓 240 收纳在杆端部 242 中, 以便支撑腿或脚 230 可枢转。优选地, 支撑腿或脚 230 仅能够略微枢转, 以便允许调整支撑装置。通过两个螺母 244 和 246 将螺栓 240 保持在适当位置。

[0116] 杆端部 242 在叶片外壳 248 处经由贯穿螺栓 254 附接到风力涡轮机叶片。加强区域 250 和 252 提供成提高叶片外壳 248 的强度, 以便在将负载从辅助翼和 / 或支撑件传递至叶片外壳 248 时减小在叶片外壳中开裂的风险。

[0117] 有利地, 连接件 228 可用于连接支撑装置, 如图 24 和 25 中所示的那些。如果适合的话, 还可使用该连接件来附接其他类型的支撑装置。

[0118] 图 31 示出了用于将连接件 228 的杆端部安装到叶片的表面上的备选具体实施方式。例如, 叶片可包括夹层构造, 夹层构造包括内表皮 301 和外表皮 302 (例如, 包括加强纤维, 如玻璃纤维), 以及中间芯料 303 (例如, 由轻木或泡沫聚合物制成)。例如, 由钢制成的金属插入件 308 插入内加强叠层 305 与外加强叠层 304 之间的叶片中, 且通过螺栓 306 和螺母 307 插入。因此, 杆端部 342 可通过插过金属插入件 308 的主螺栓 309 连接到叶片。

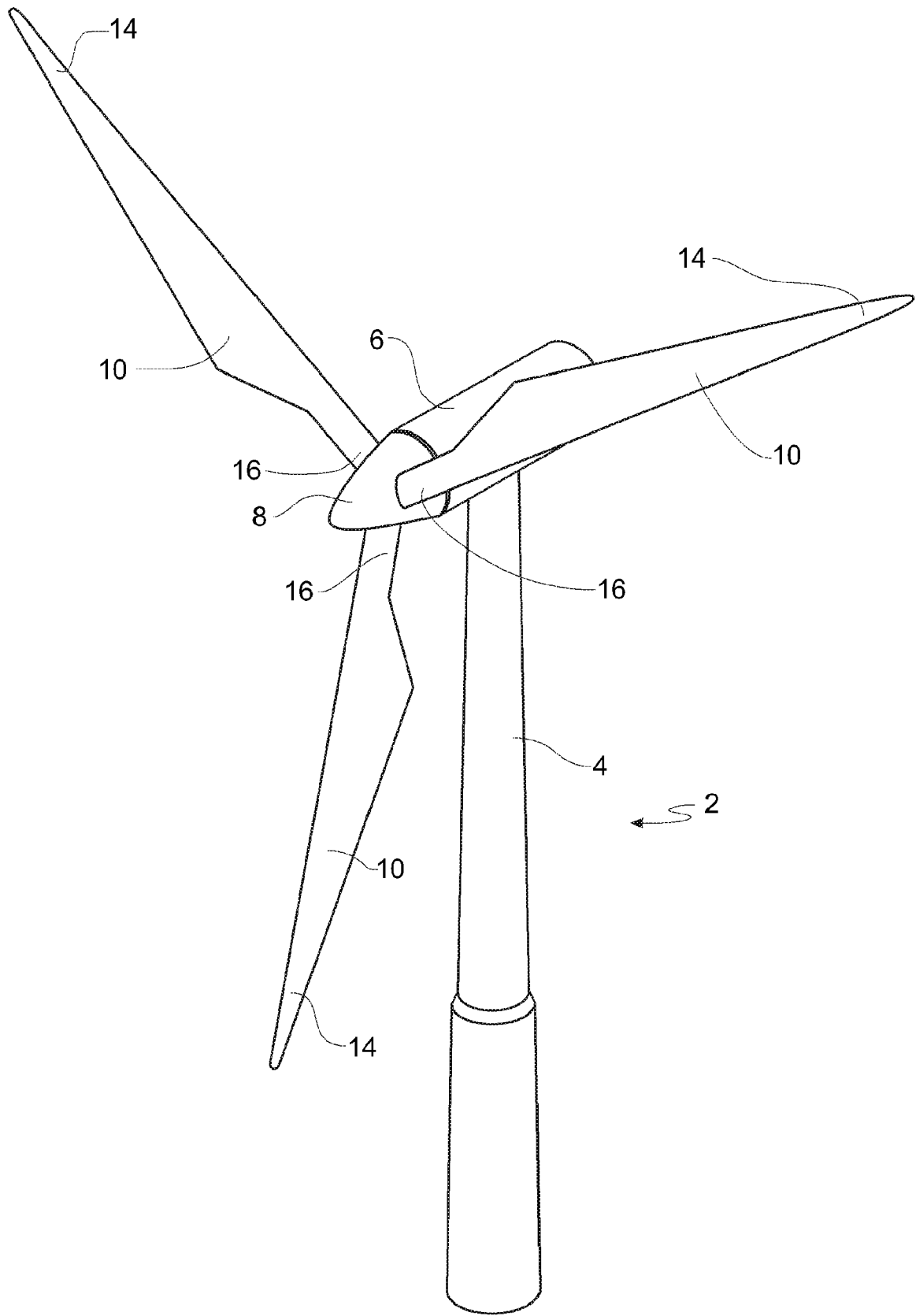


图 1

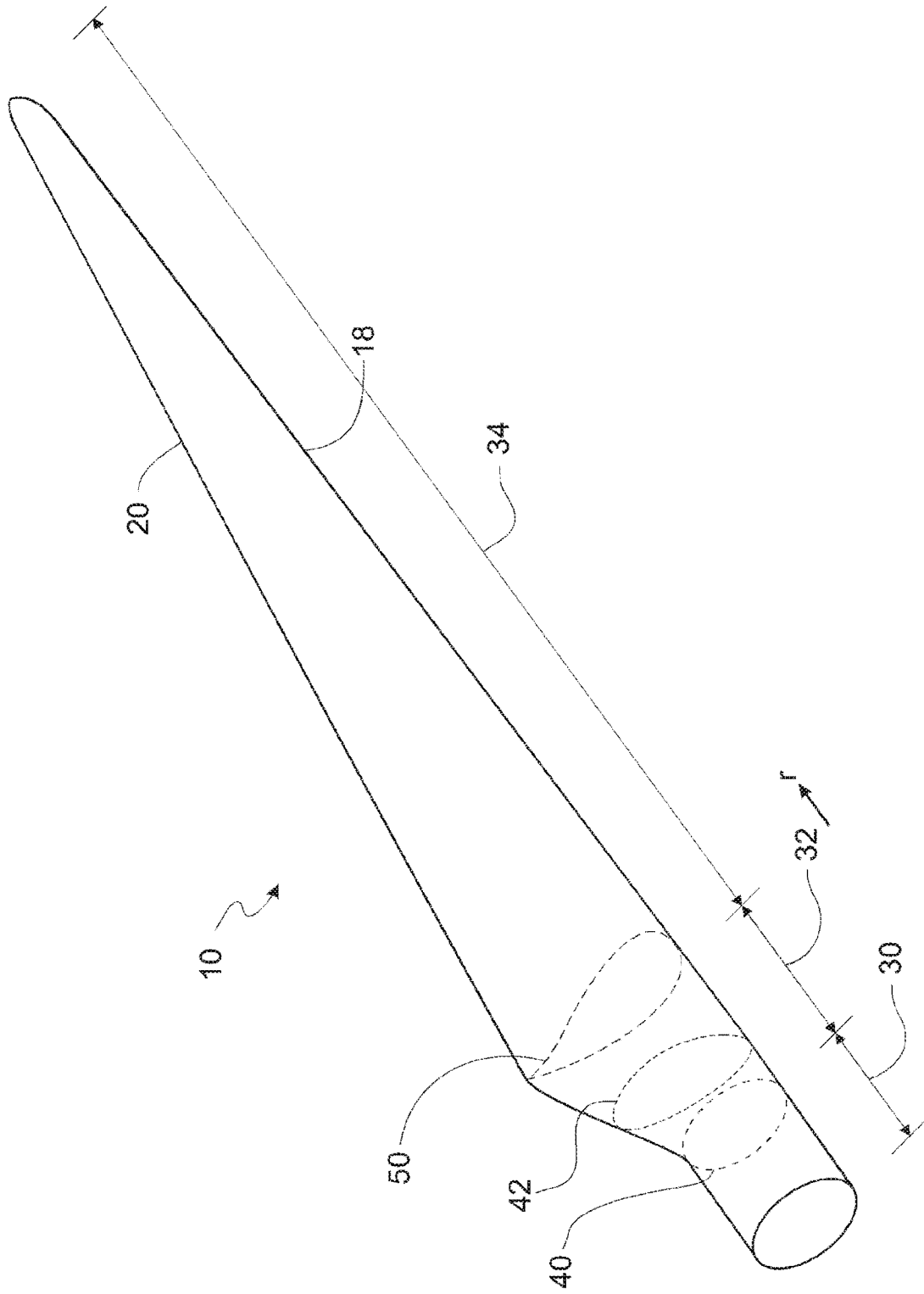


图 2

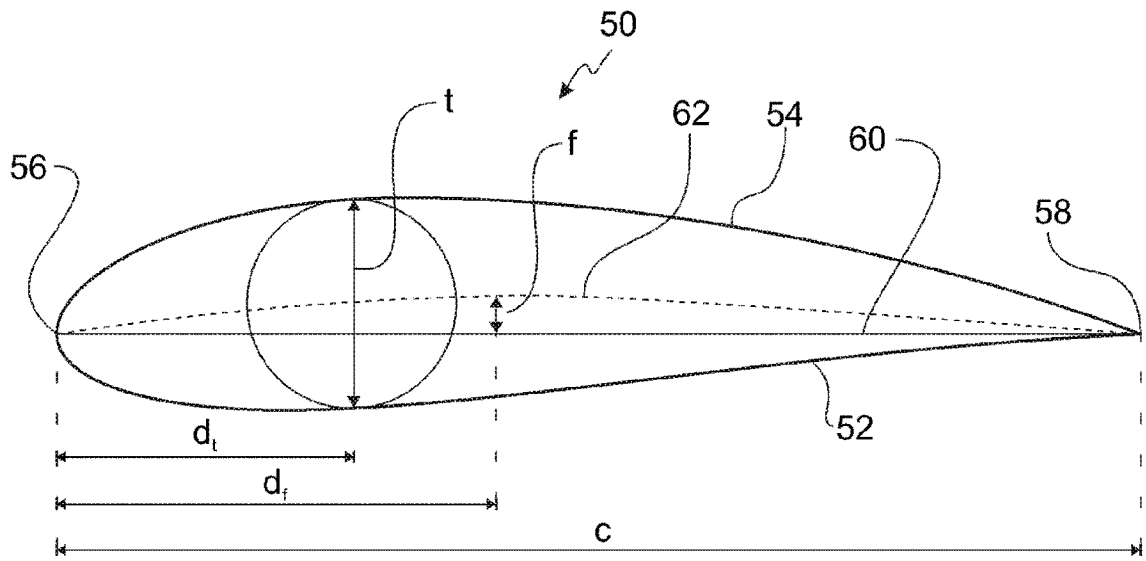


图 3

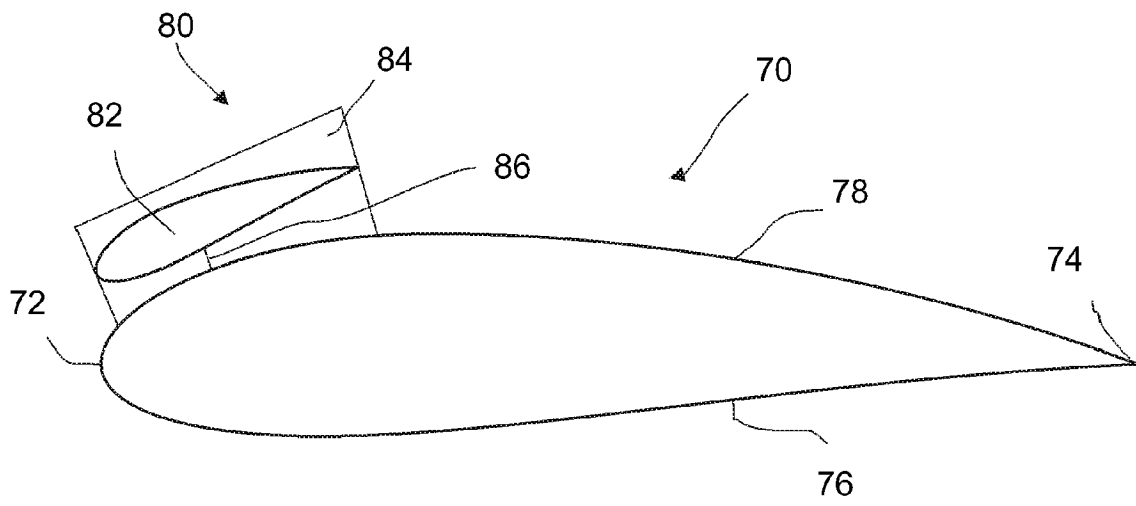


图 4

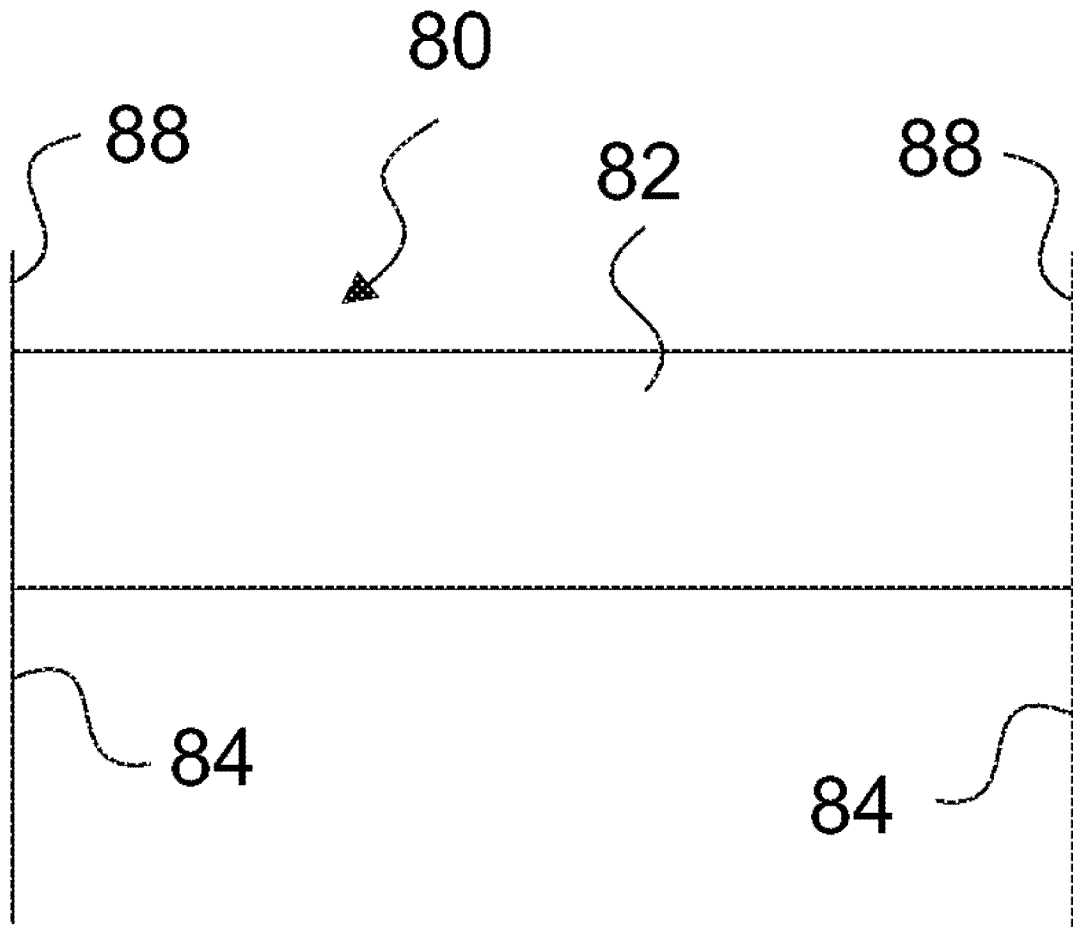


图 5

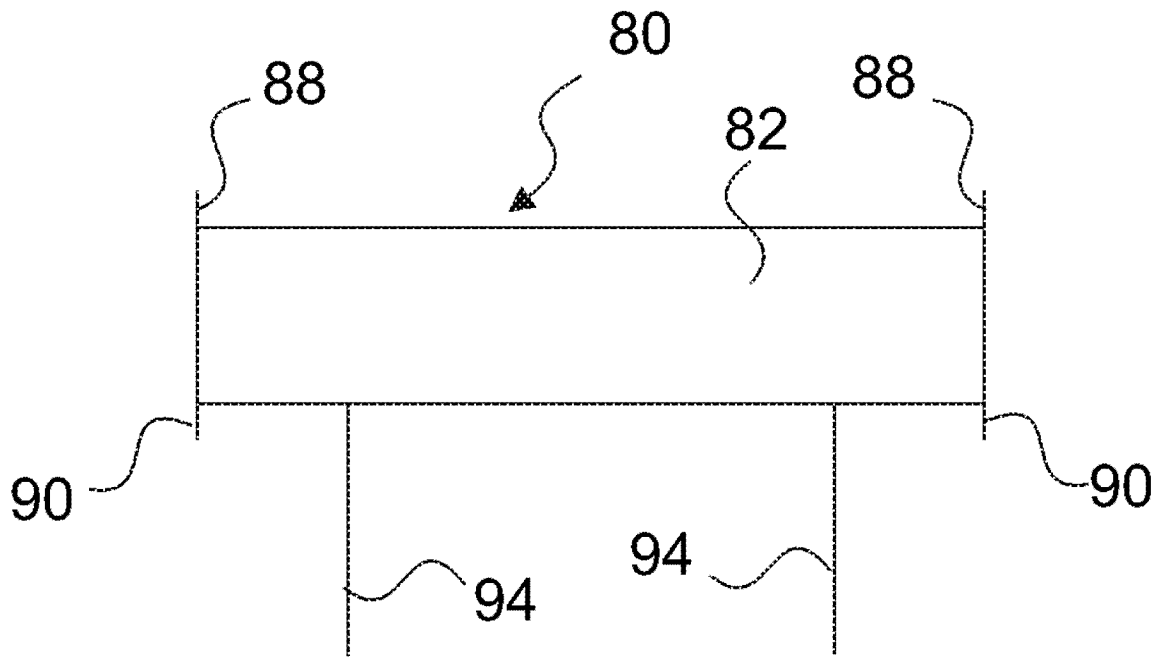


图 6

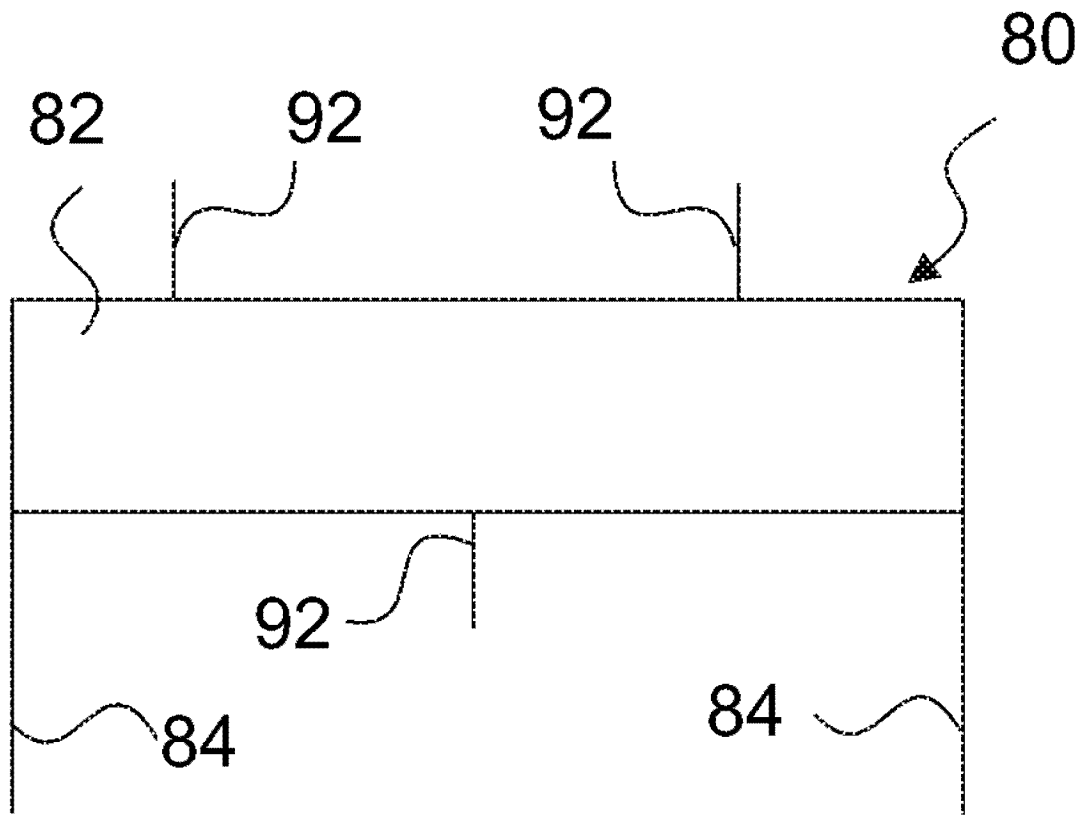


图 7

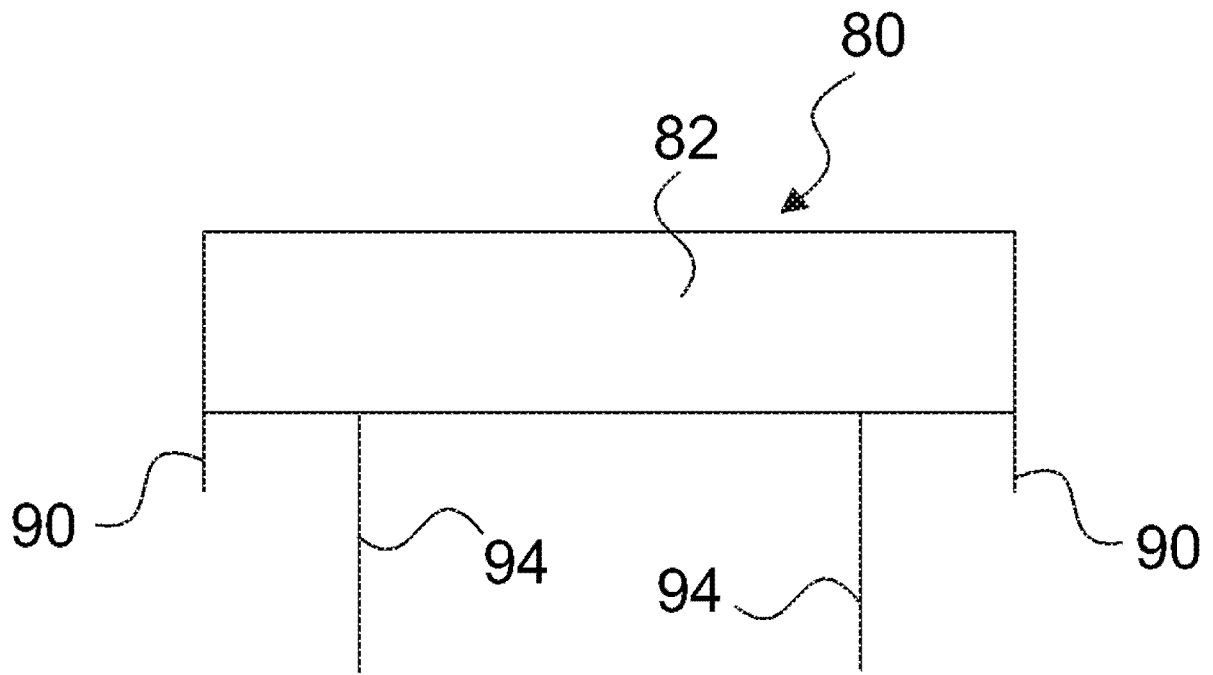


图 8

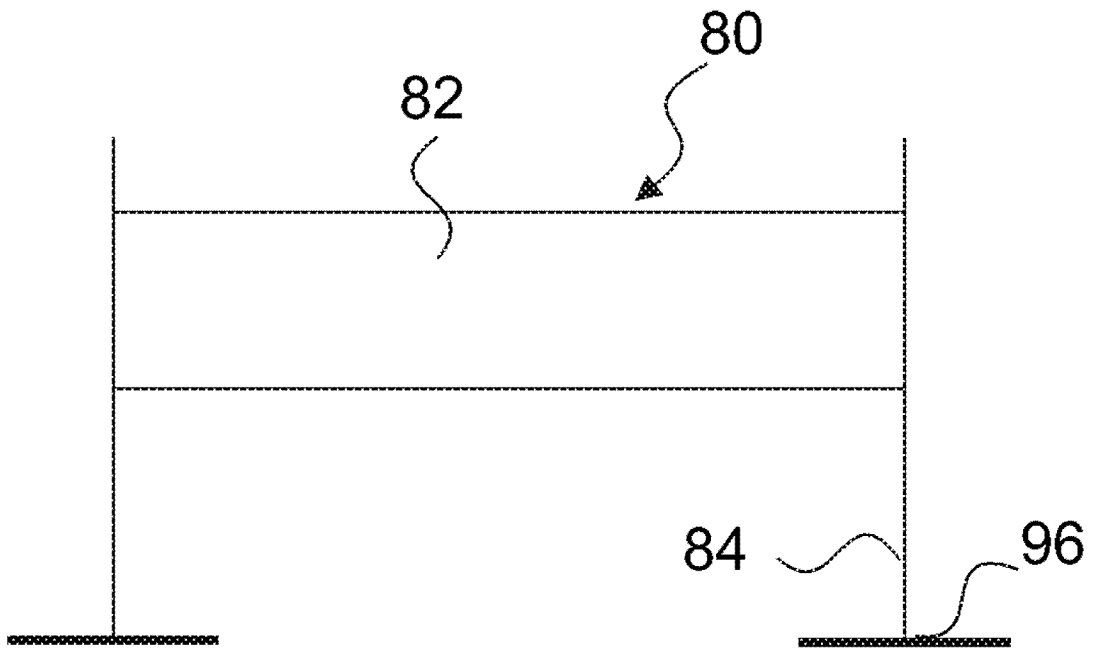


图 9

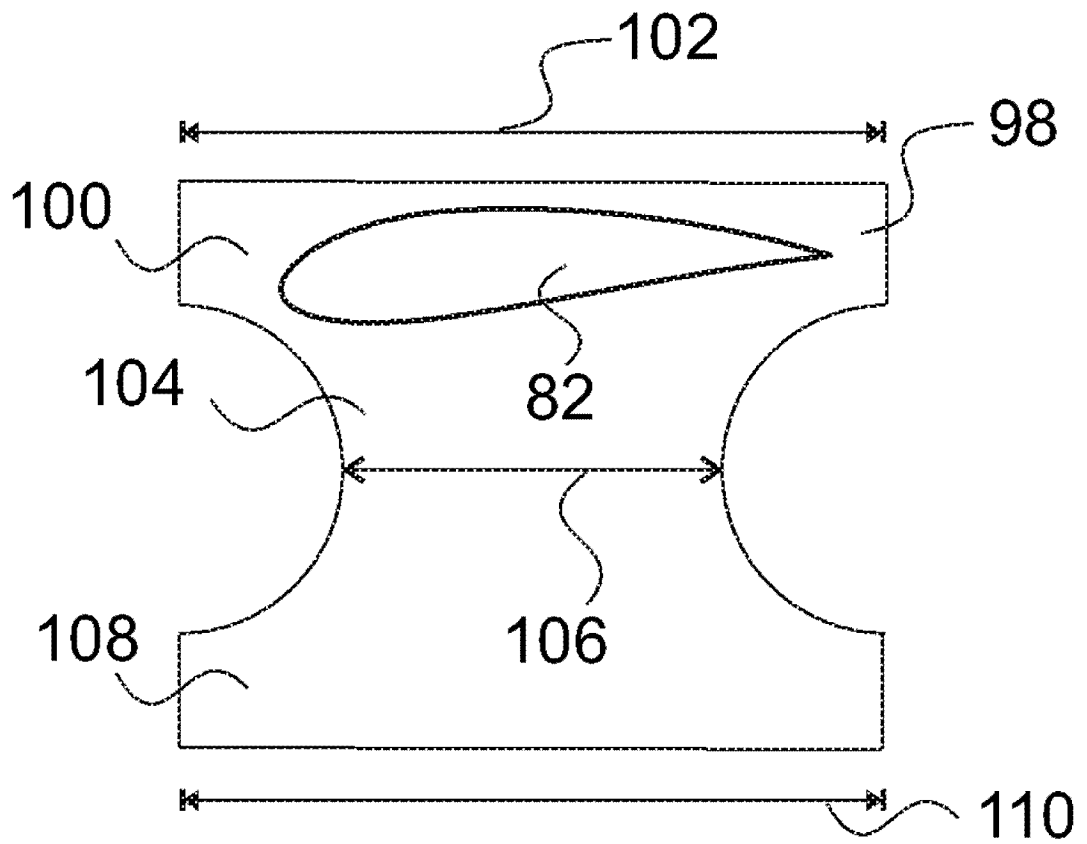


图 10A

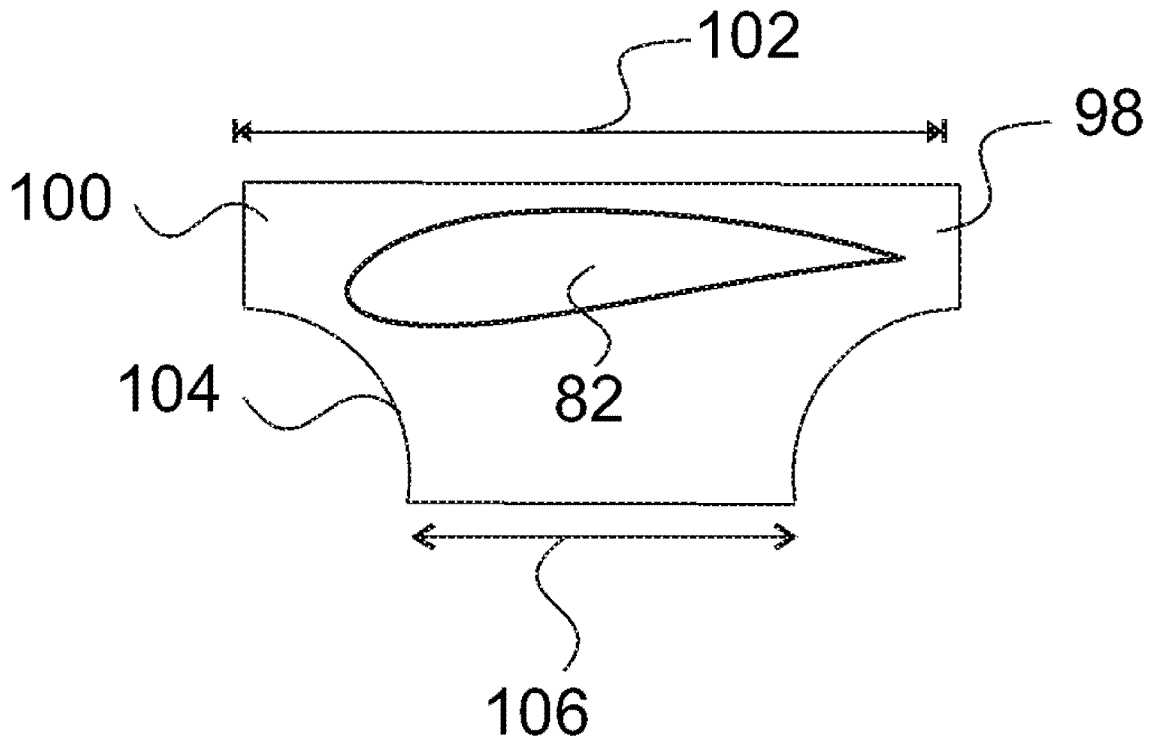


图 10B

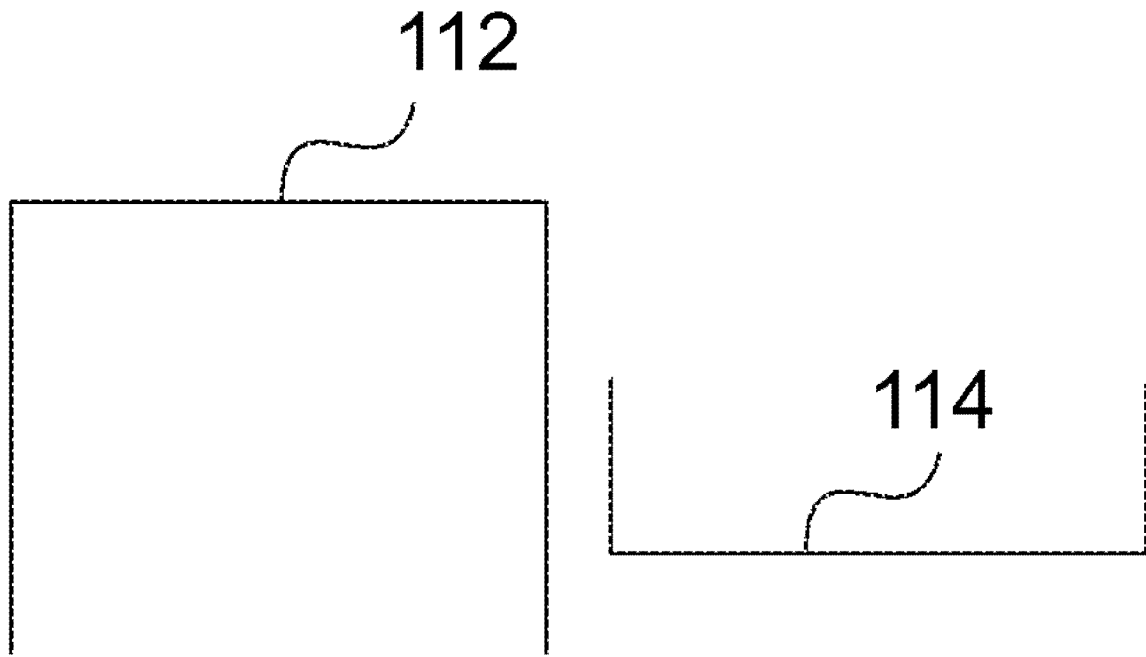


图 11

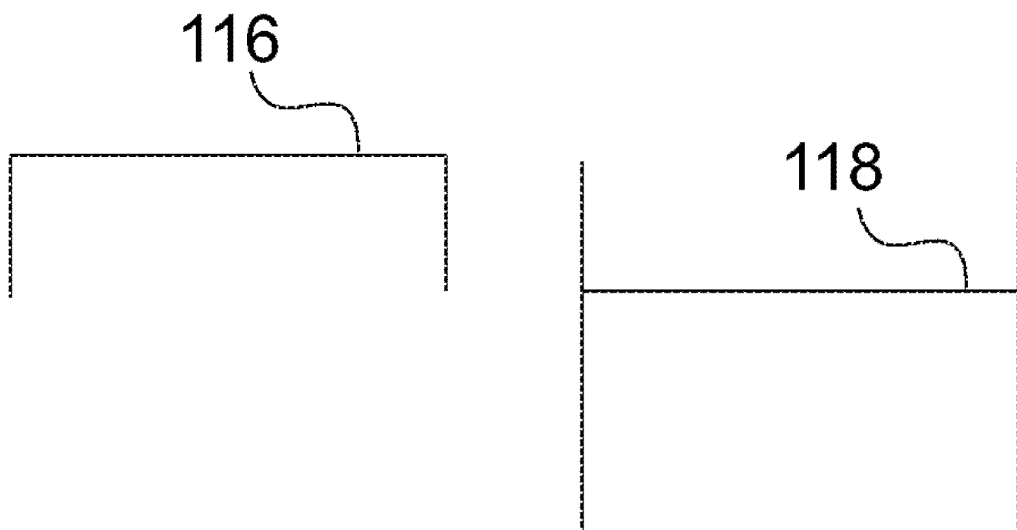


图 12

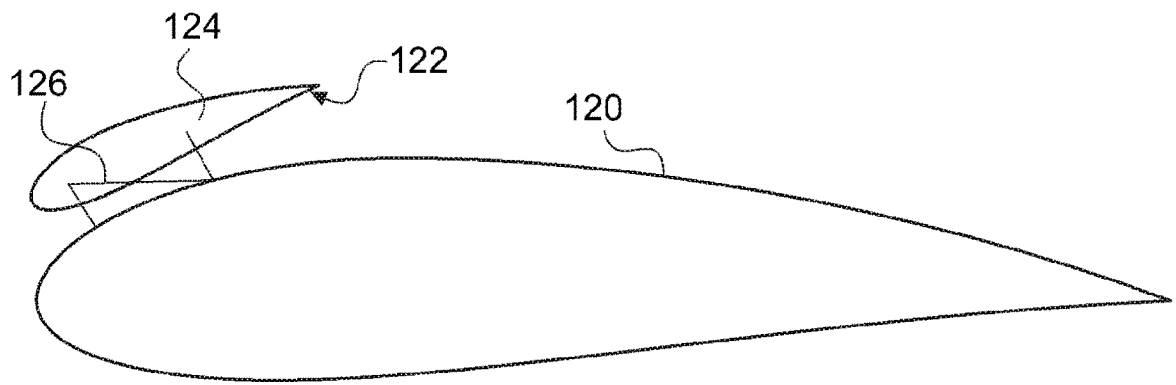


图 13

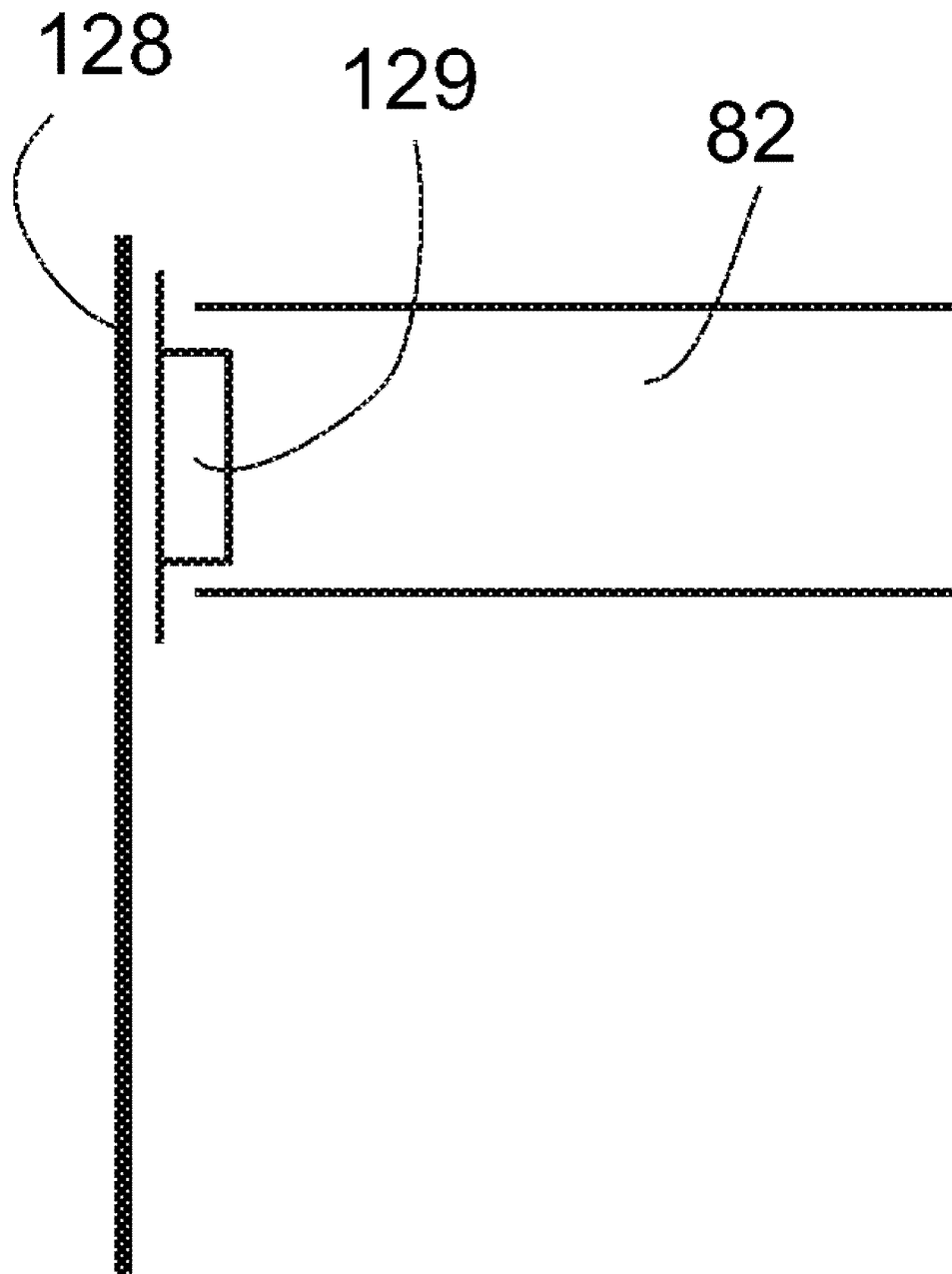


图 14

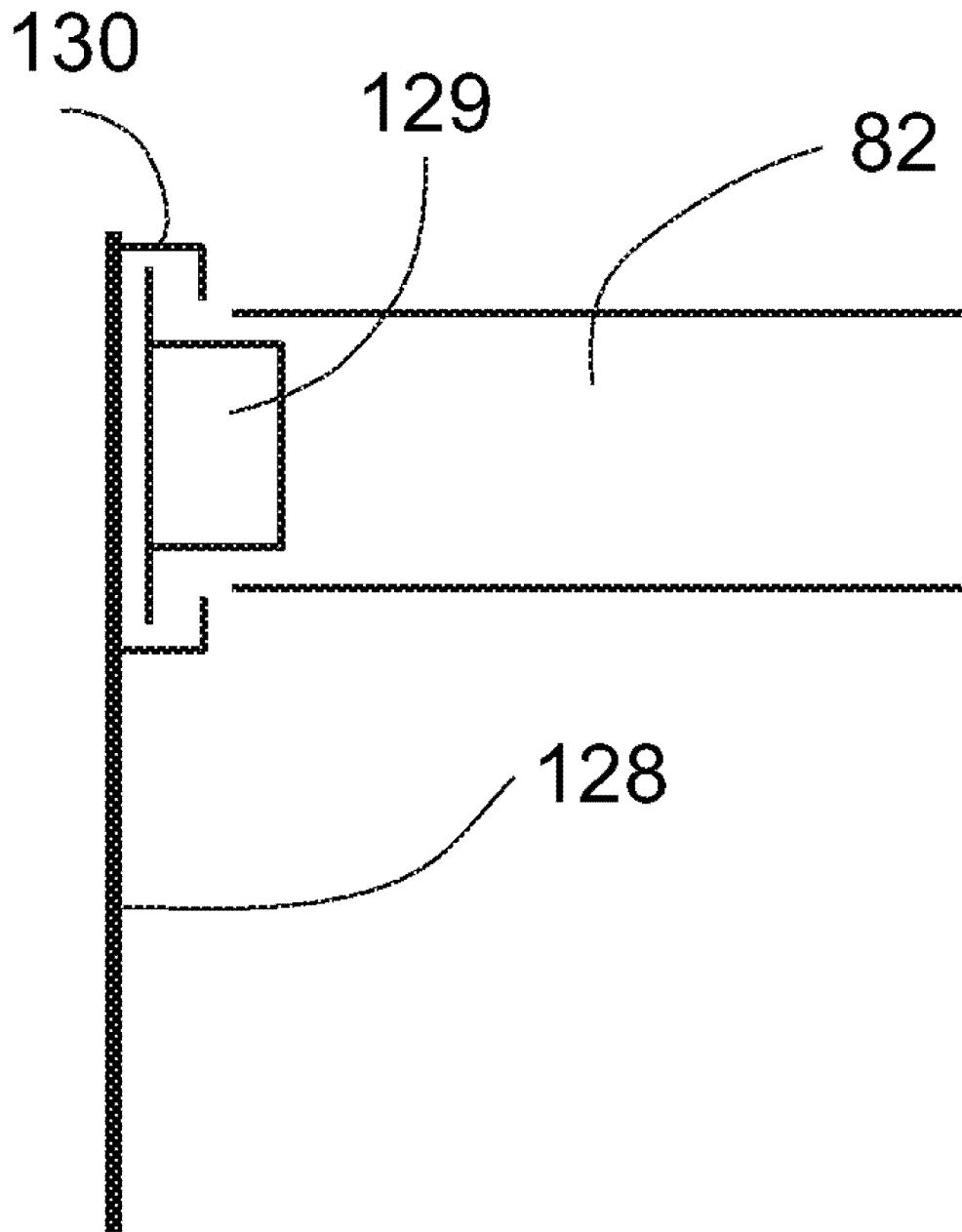


图 15

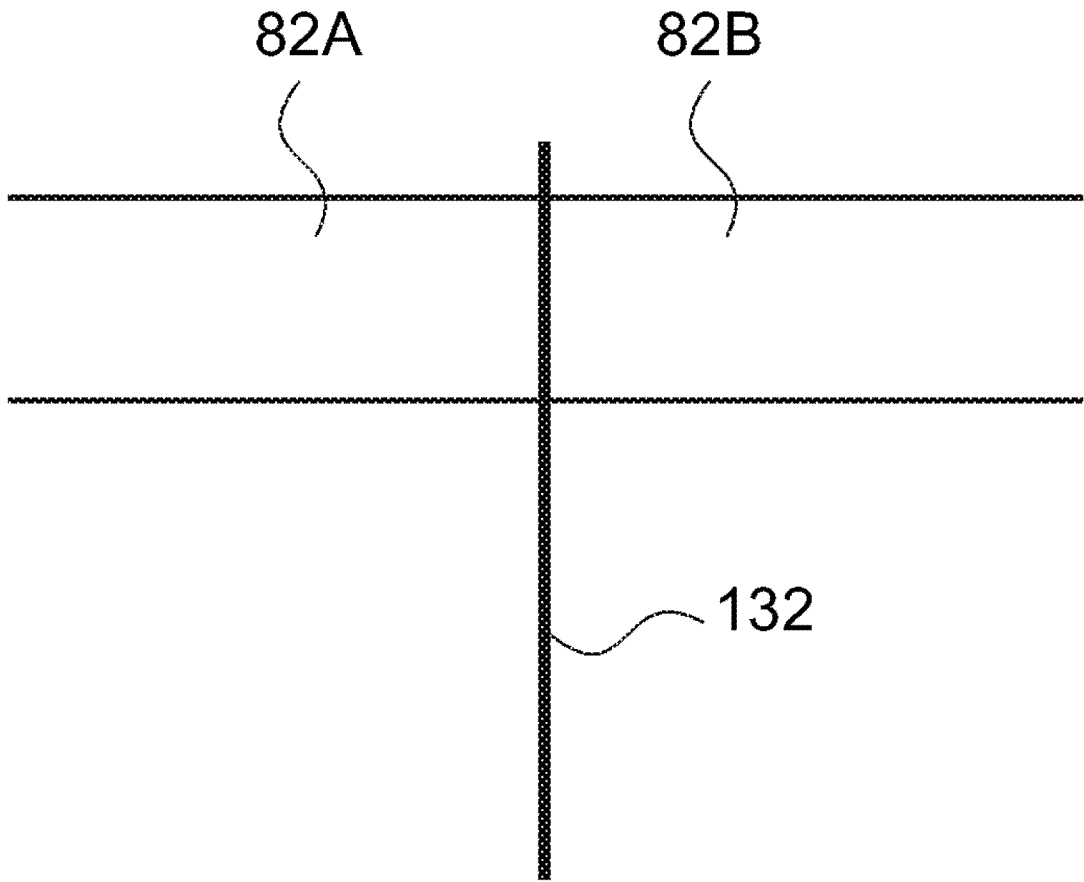


图 16

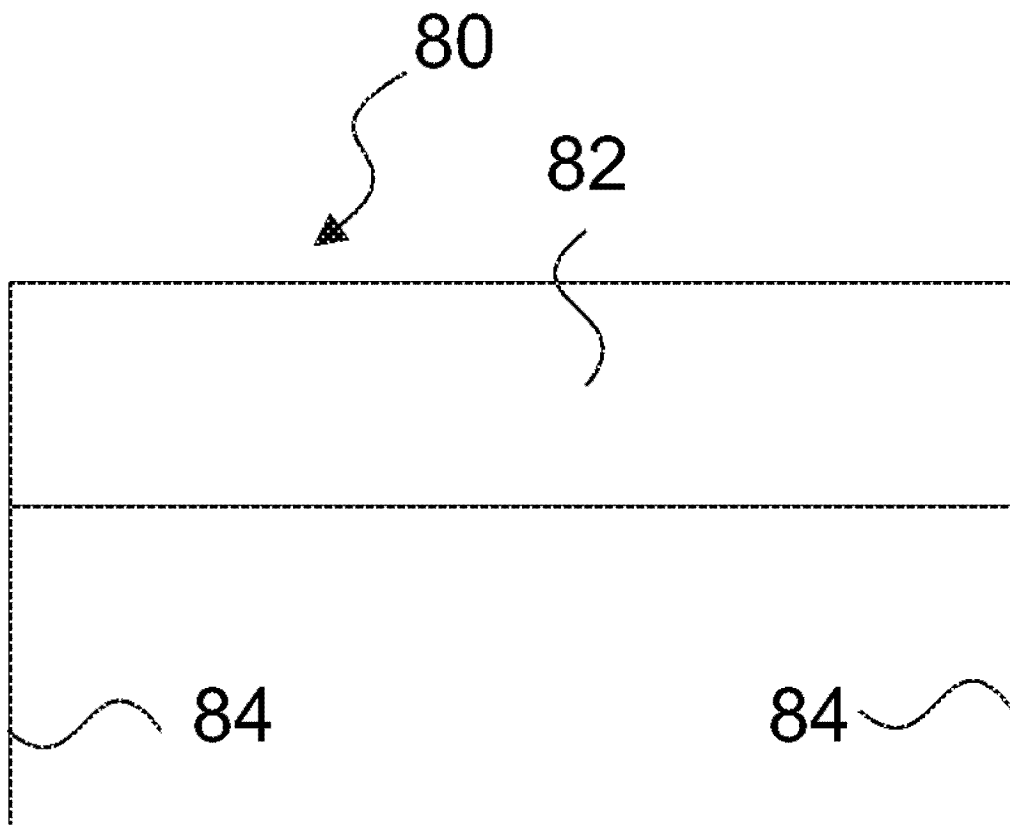


图 17

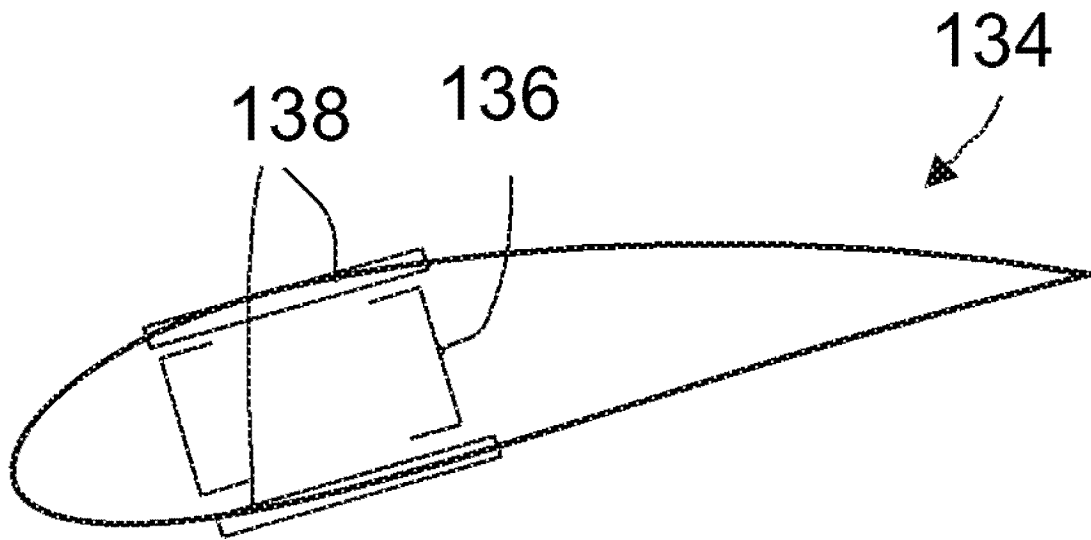


图 18

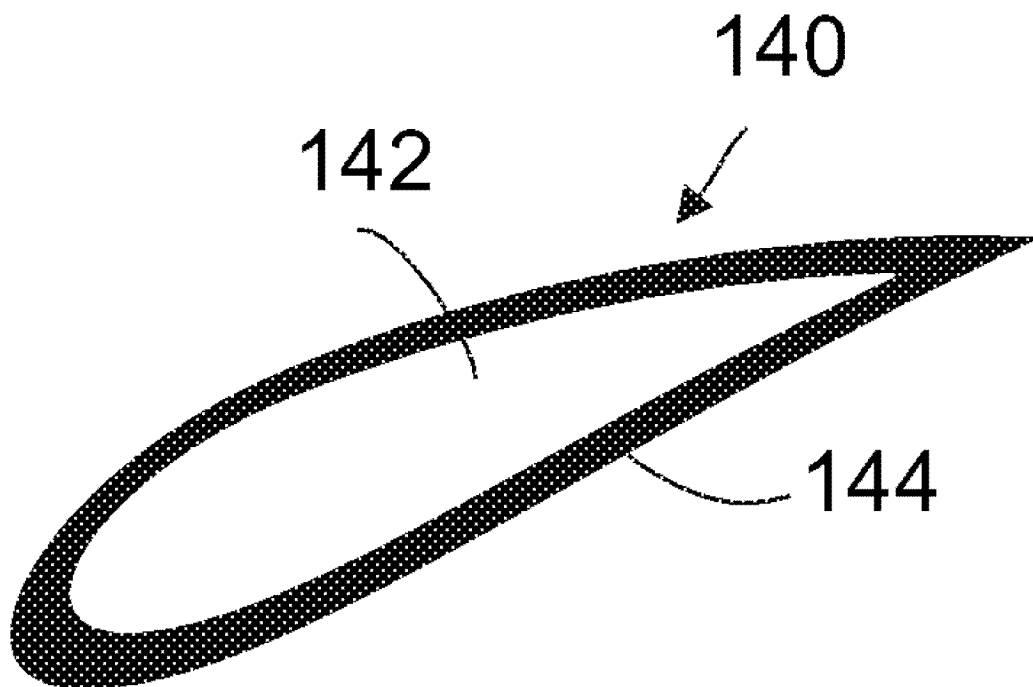


图 19

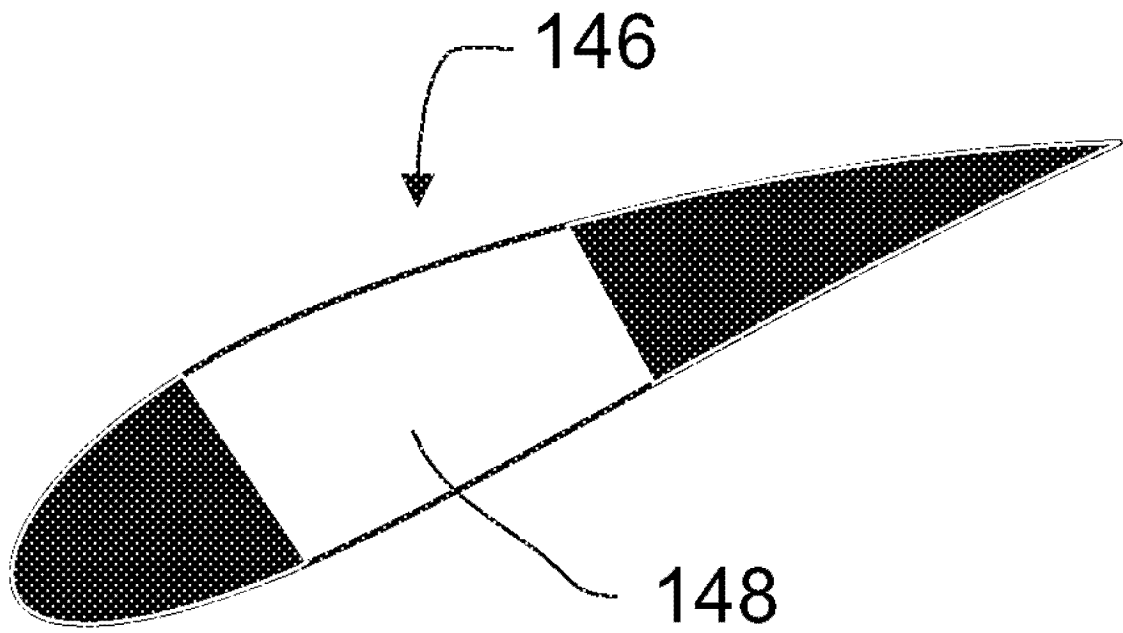


图 20

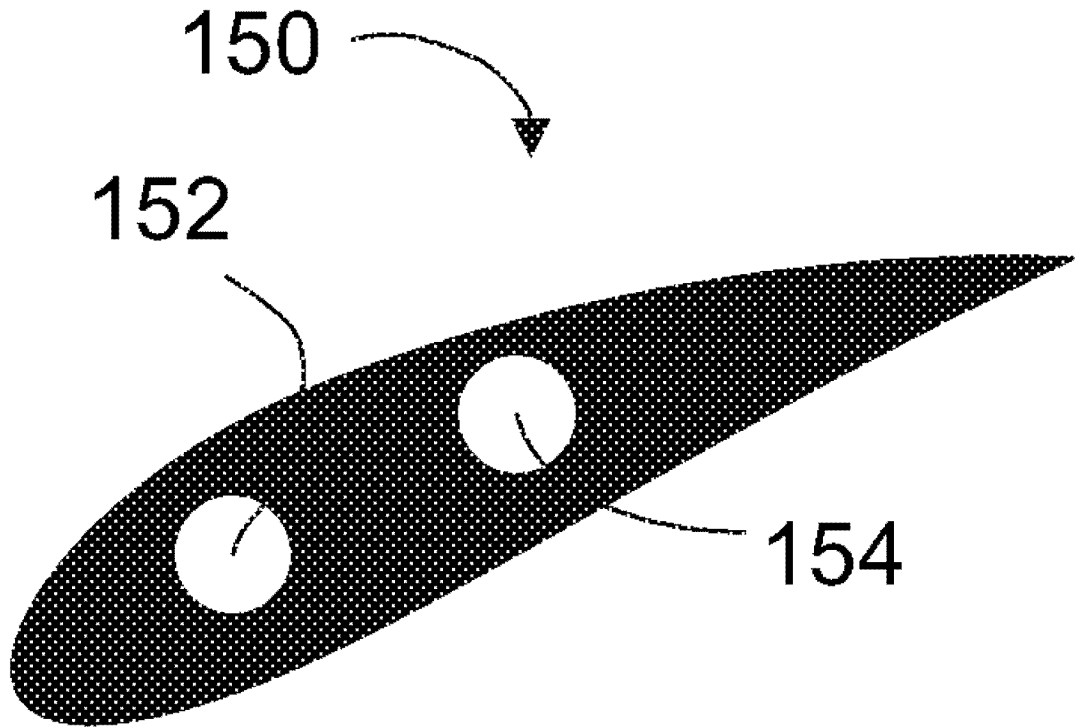


图 21

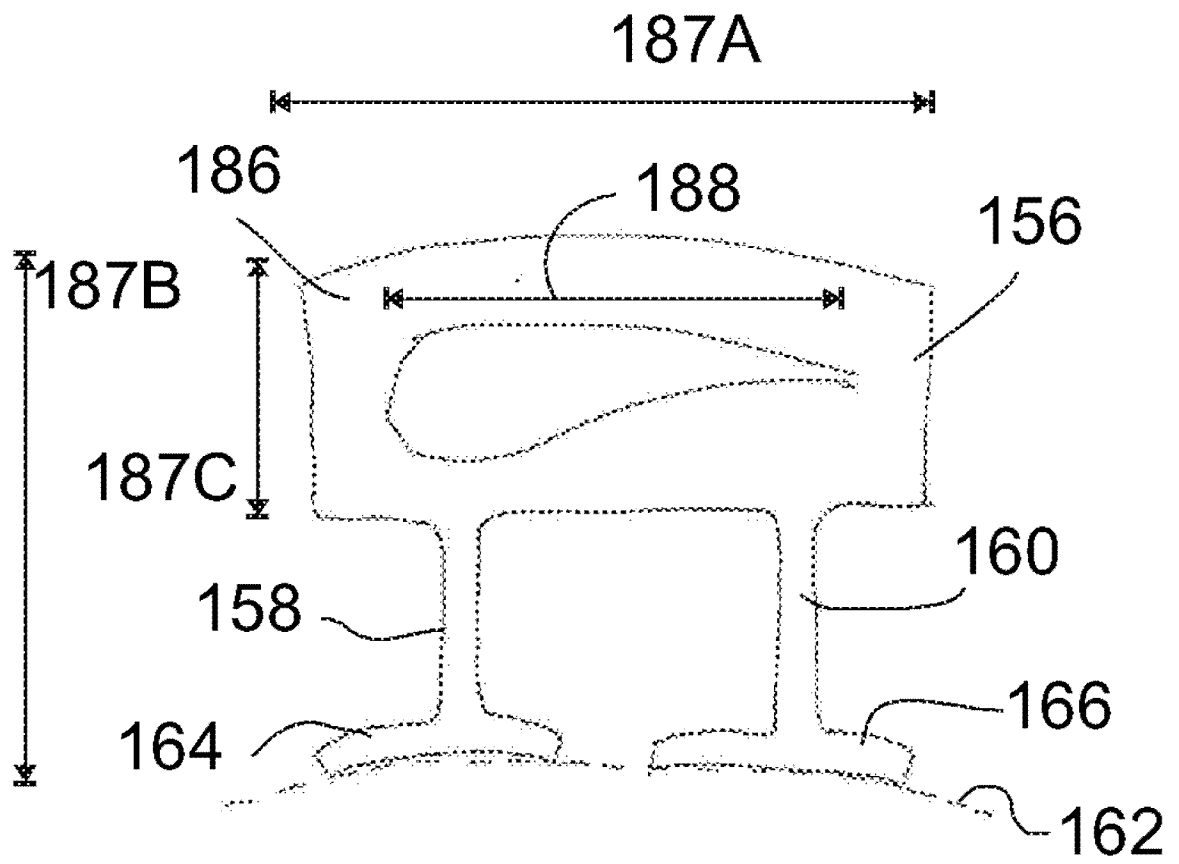


图 22

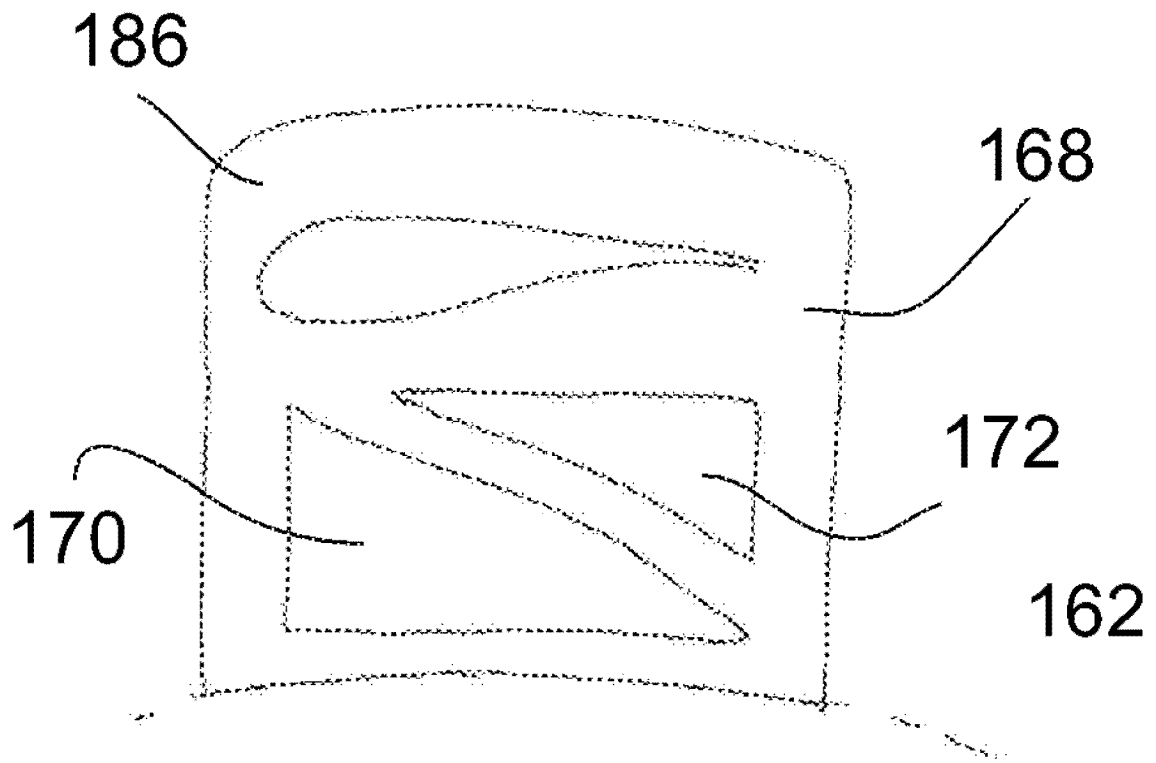


图 23

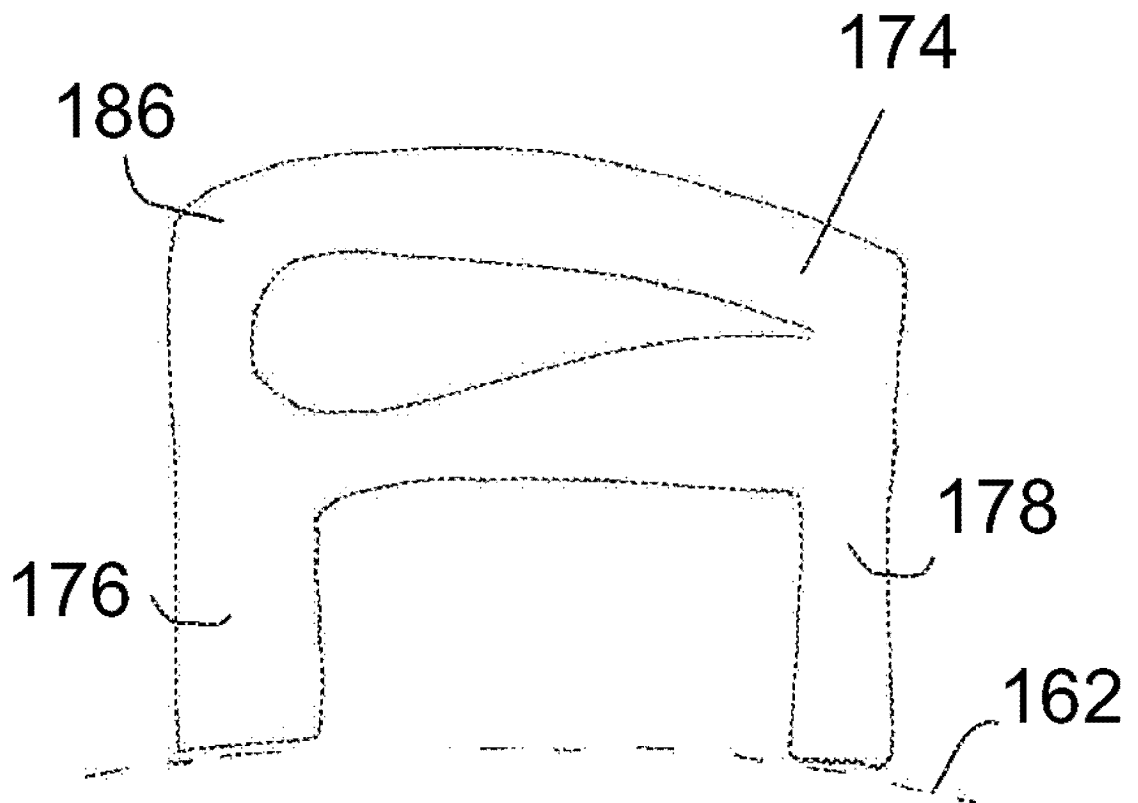


图 24

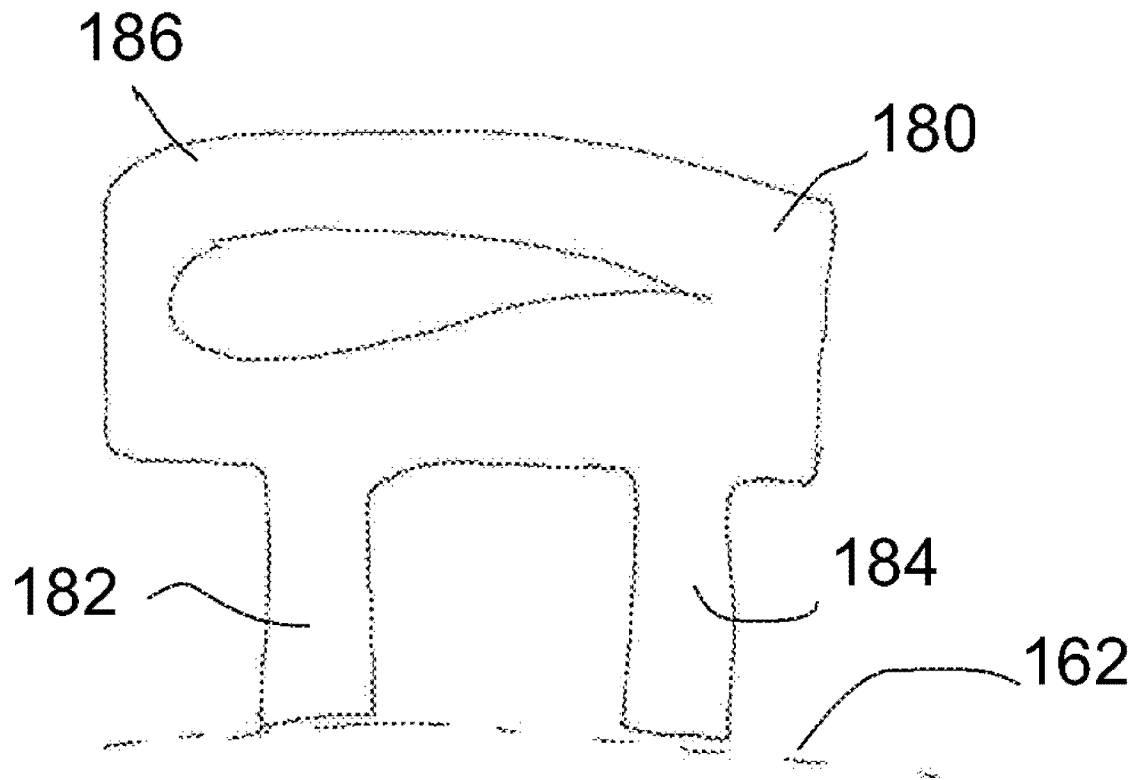


图 25

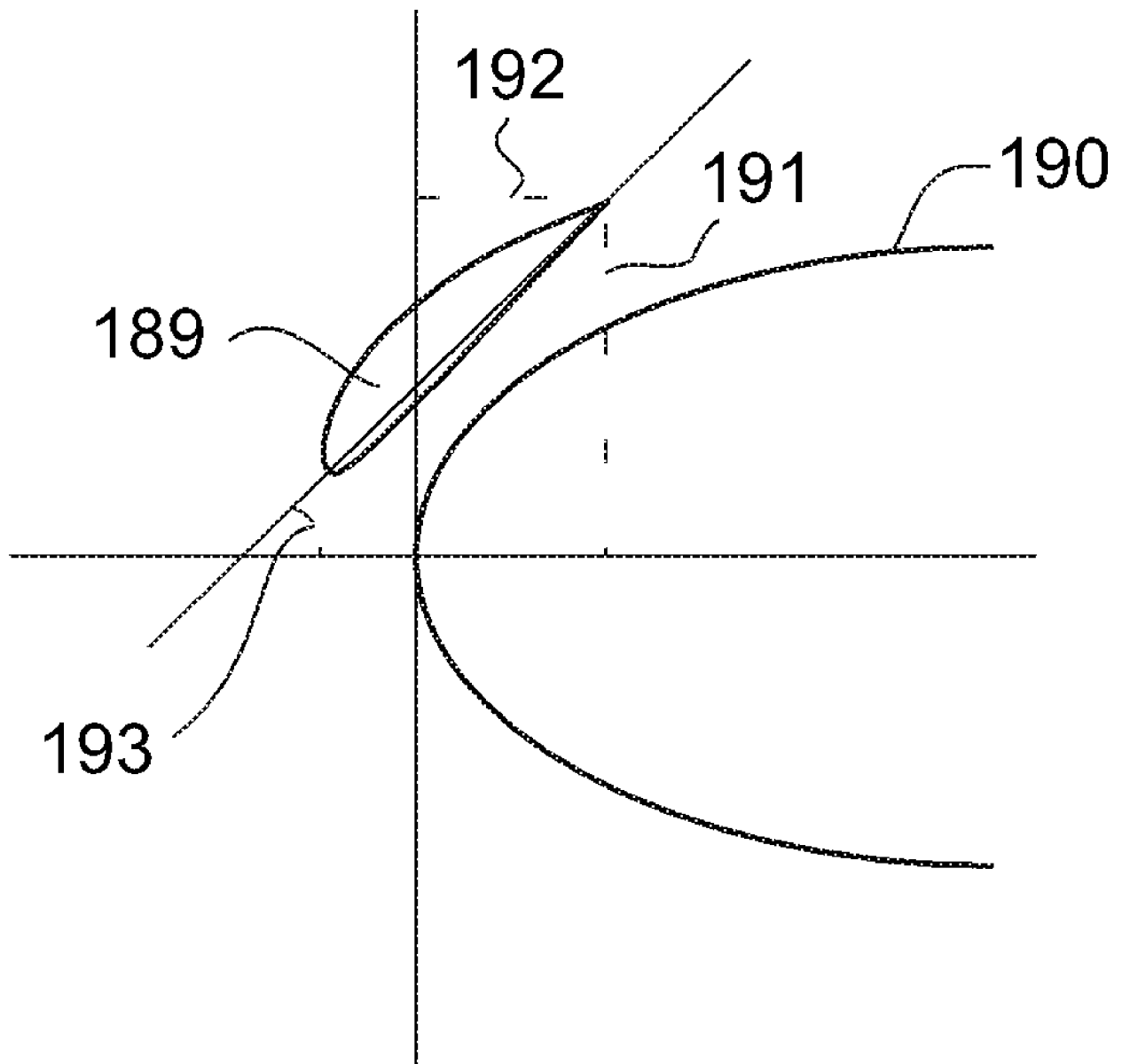


图 26

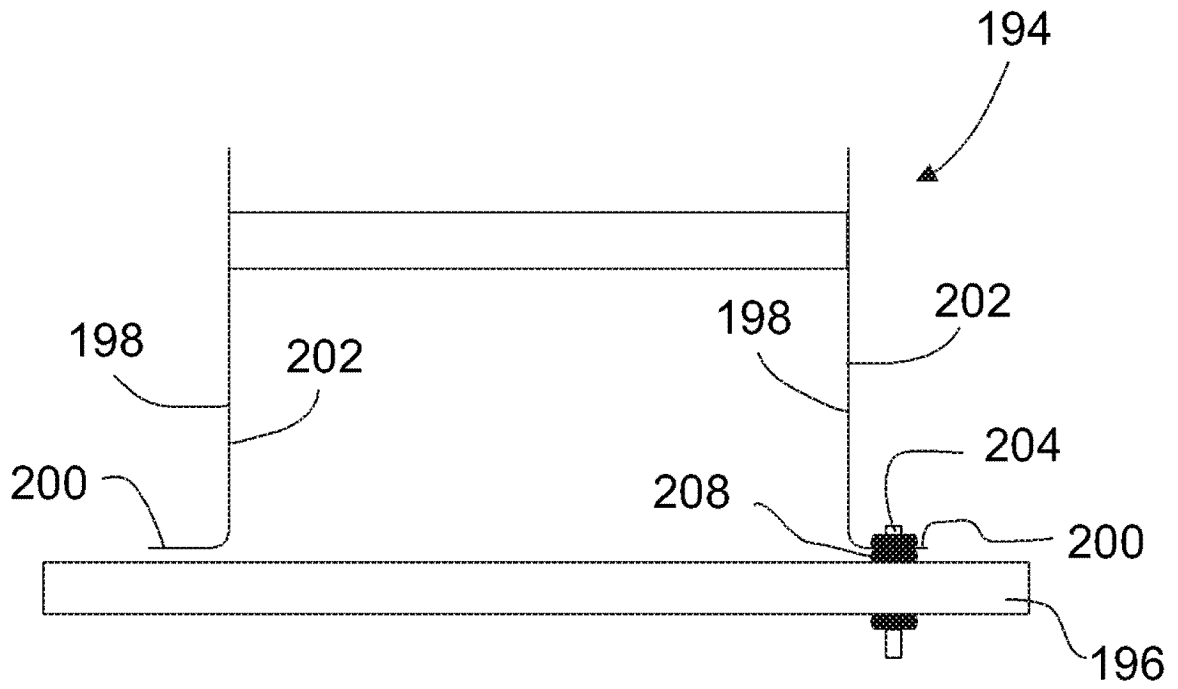


图 27

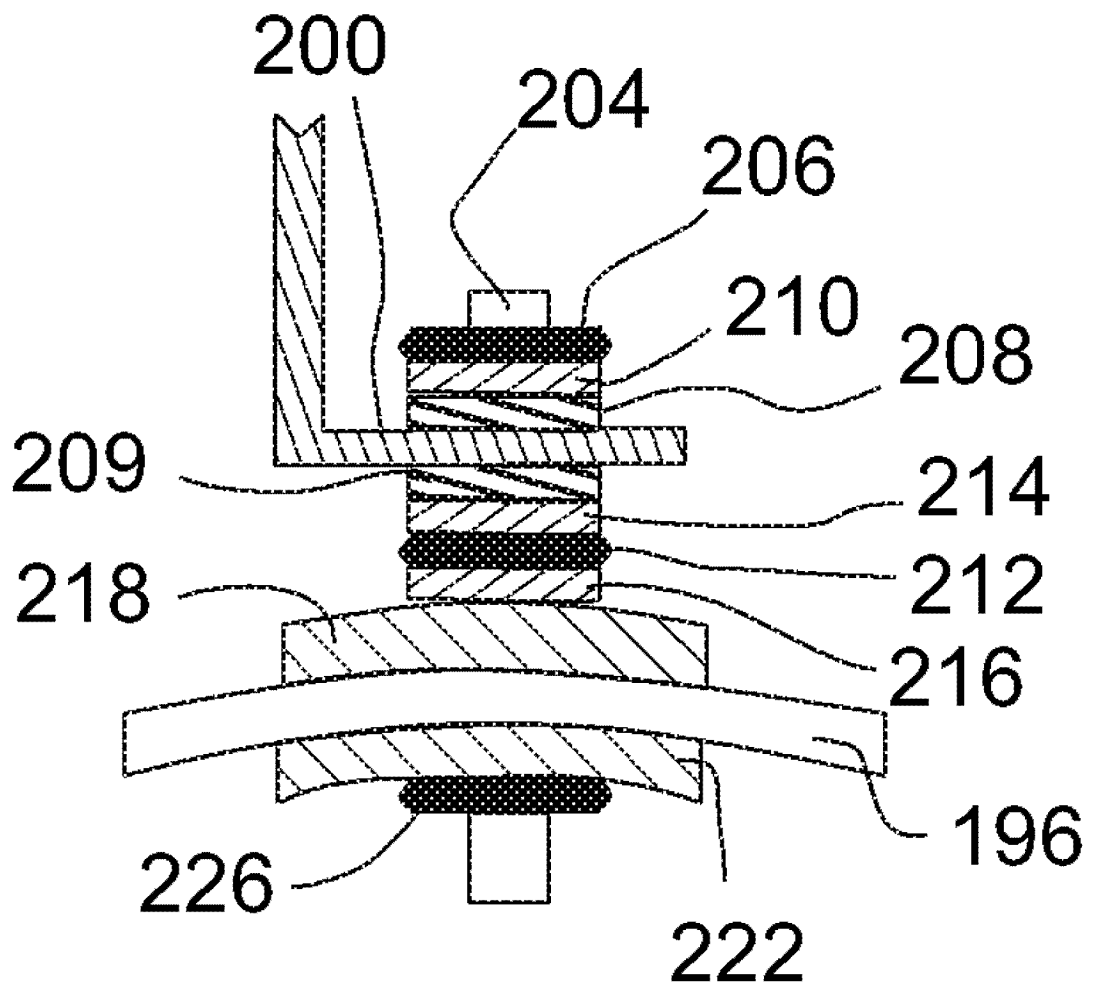


图 28

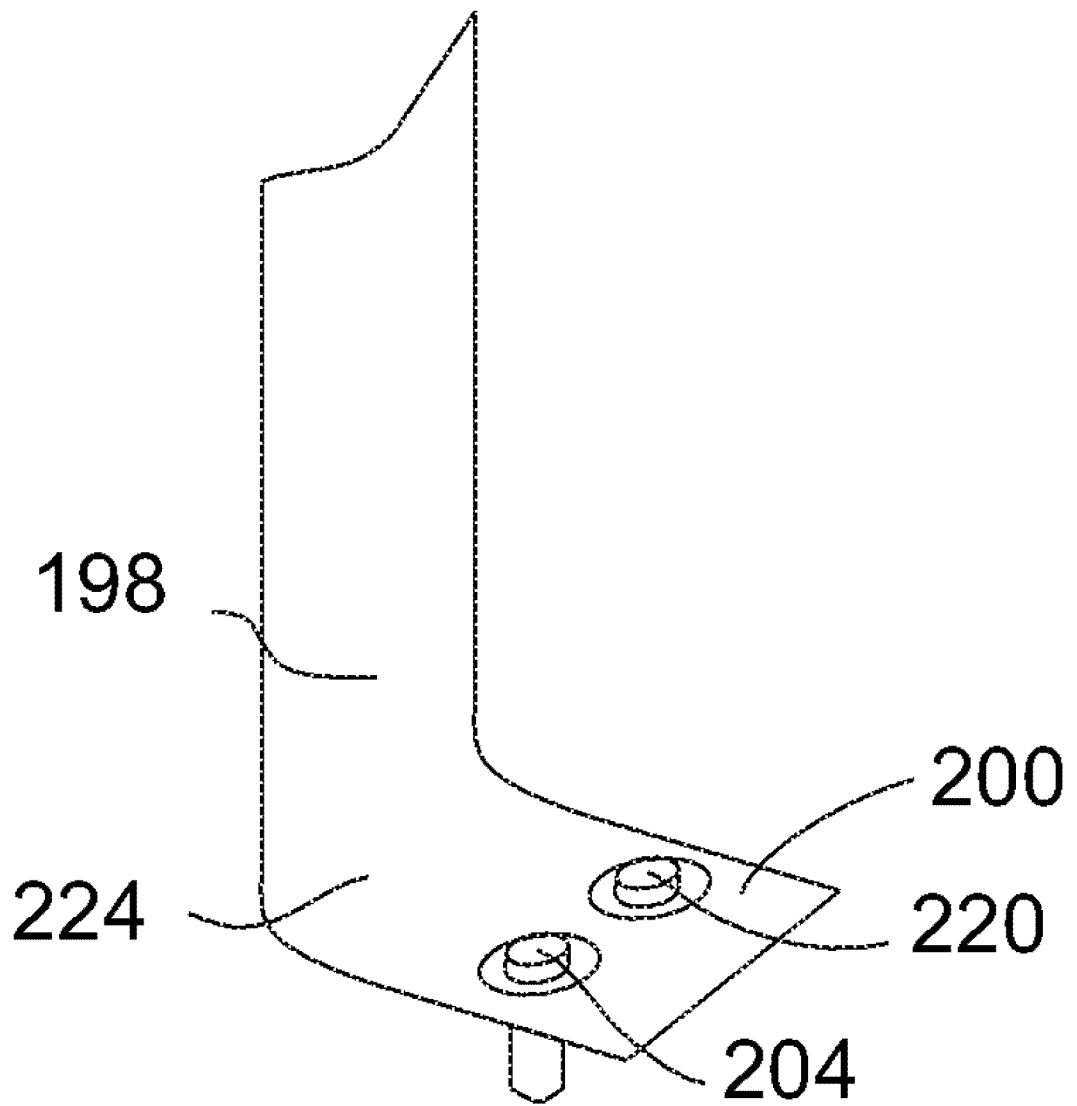


图 29

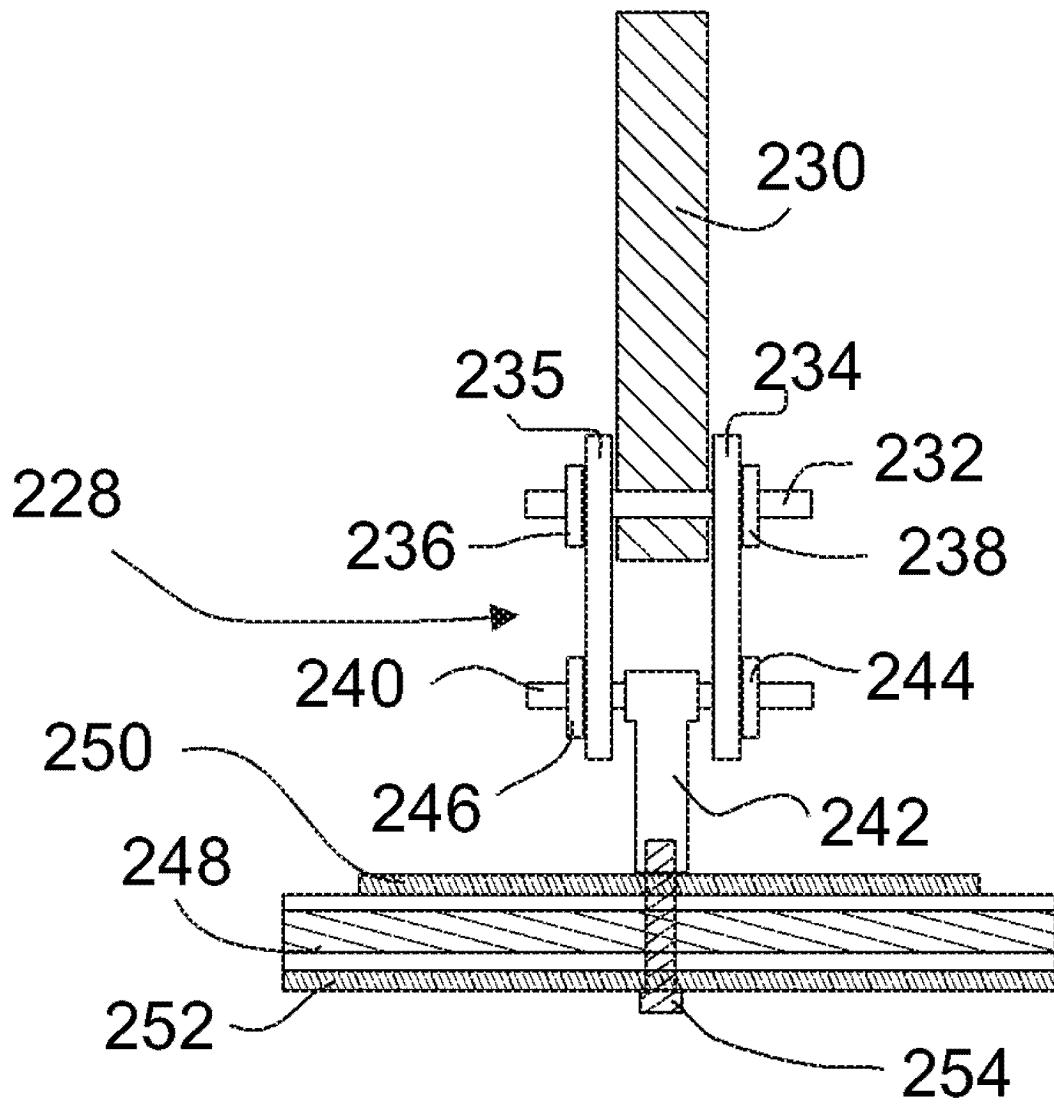


图 30

