



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113677887 A

(43) 申请公布日 2021.11.19

(21) 申请号 202080030701.3

(22) 申请日 2020.04.24

(30) 优先权数据

1905852.8 2019.04.26 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.10.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2020/061504 2020.04.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/216927 EN 2020.10.29

(71) 申请人 叶片动力学有限公司

地址 英国汉普郡

申请人 LM风力发电公司

(72) 发明人 M·慕克吉 M·W·尼尔森

M·伦德-拉弗里克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李陵峰 王玮

(51) Int.Cl.

F03D 1/06 (2006.01)

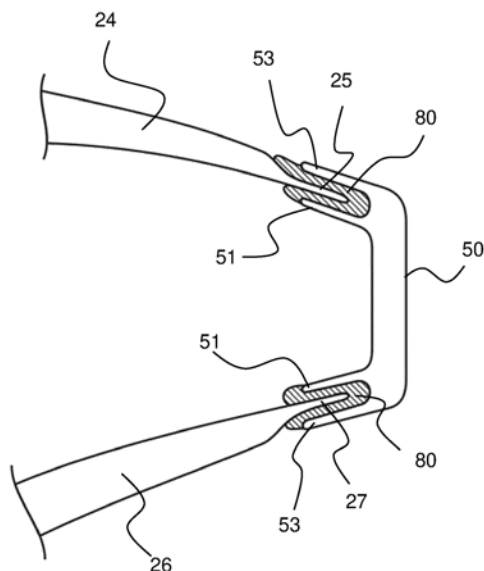
权利要求书2页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

风力涡轮机叶片以及用于生产风力涡轮机叶片的方法

(57) 摘要

公开了一种风力涡轮机叶片及用于其制造的方法。风力涡轮机叶片包括逆风侧壳体部件、顺风侧壳体部件、前边缘和后边缘。平背腹板布置在后边缘处,其将逆风侧壳体部件与顺风侧壳体部件耦合,其中,平背腹板包括具有凹槽的至少一个U形端区段,逆风侧壳体部件和/或顺风侧壳体部件插入到所述凹槽中并由粘合剂结合到U形端区段。



1. 一种风力涡轮机叶片, 包括:
 - 逆风侧壳体部件,
 - 顺风侧壳体部件,
 - 前边缘和后边缘,
 - 平背腹板, 所述平背腹板布置在所述后边缘处, 其将所述逆风侧壳体部件与所述顺风侧壳体部件耦合, 其中, 所述平背腹板包括具有凹槽的至少一个U形端区段, 所述逆风侧壳体部件的至少部分和/或所述顺风侧壳体部件的至少部分插入到所述凹槽中并结合到所述U形端区段。
2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述平背腹板包括在第一端处的第一U形端区段和在第二端处的第二U形端区段。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述逆风侧壳体部件的厚度和/或所述顺风侧壳体部件的厚度朝向所述相应壳体部件的所述后边缘逐渐缩减。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述逆风侧壳体部件的表面和/或所述顺风侧壳体部件的表面与所述平背腹板的所述U形端区段的邻近表面对准。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述平背腹板在其长度上具有变化的几何形状。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述平背腹板的所述U形端区段与所述平背腹板的中间区段之间的角度在所述平背腹板的所述长度上变化, 特别是其中, 所述风力涡轮机叶片具有有着正平背角度的区段和有着负平背角度的区段。
7. 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U形端区段包括第一臂和第二臂, 其中, 所述U形端区段的所述臂中的至少一个通过形式锁定连接、特别是通过舌部和槽连接、连接到所述逆风侧壳体部件或所述顺风侧壳体部件。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片, 其中, 所述平背腹板包括纤维增强层压体。
9. 一种风力涡轮机, 包括根据前述权利要求中任一项所述的风力涡轮机叶片。
10. 一种用于制造风力涡轮机叶片的方法, 所述方法包括以下步骤:
 - 提供逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件, 每个壳体部件具有前边缘端和后边缘端,
 - 提供具有一个或多个U形端区段的平背腹板, 每个端区段包括凹槽,
 - 将粘合剂施加到所述平背腹板的所述相应U形端区段的所述凹槽中和/或到所述逆风侧壳体部件和所述顺风侧壳体部件的所述相应后边缘端上,
 - 将所述平背腹板推到所述逆风侧壳体部件和所述顺风侧壳体部件上, 使得所述逆风侧壳体部件和所述顺风侧壳体部件的至少部分插入到所述平背腹板的所述相应U形端区段的所述凹槽中, 以形成所述风力涡轮机叶片的后边缘的至少部分。
11. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 所述平背腹板被推到模具中的所述壳体部件上, 所述模具闭合以用于连接所述壳体部件。
12. 根据权利要求10所述的方法, 其中, 在所述逆风侧壳体部件和所述顺风侧壳体部件已连接并从模具移除之后, 所述平背腹板被推到所述壳体上。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 通过使用平背腹板夹具将所述平背腹板推到所述壳体部件上, 所述平背腹板夹具包括具有用于所述平背腹板的支承表面的壁

并且其特别地通过使用夹持件被推到所述平背腹板上。

14. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其中, 生产所述平背腹板包括在模具中形成纤维增强层压体的步骤。

15. 根据权利要求14所述的方法, 其中, 所述平背腹板的所述U形端区段的所述凹槽通过将插入件放置在所述纤维增强层压体中或所述纤维增强层压体上而被生产, 其中, 所述插入件在固化之后移除。

风力涡轮机叶片以及用于生产风力涡轮机叶片的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种风力涡轮机叶片以及涉及一种其生产的方法。风力涡轮机叶片包括沿至少一个接头结合的逆风侧部件和顺风侧部件。风力涡轮机叶片的轮廓实施为平背轮廓。

背景技术

[0002] 随着风力涡轮机和风力涡轮机叶片的尺寸增加,叶片载荷(即,应变、弯矩、剥离载荷等)增加,特别是沿着后边缘增加。为此及其他原因,后边缘的设计是对于风力涡轮机效率的重要因素。

[0003] 在后边缘处包括平背轮廓的风力涡轮机叶片可以具有提高效率。优化的轮廓包括沿叶片的翼型区域的后边缘的变化的几何形状。作为壳体部件的集成部件生产的平背轮廓中可能需要圆化的角部(corner)。这对空气动力学性能是不利的。

[0004] 文件EP 2 341 241 A1示出了风力涡轮机叶片,其中,后边缘包括预制板。由于该预制板,能够提供具有尖锐角部的平坦后边缘。

[0005] 然而,组装承受高载荷并且几何形状和强度上能够缩放的风力涡轮机叶片也是困难的。

[0006] 特别地,提供分开的平背腹板轮廓可能具有挑战性,所述平背腹板轮廓与壳体部件一起形成承受高机械力的结构。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的是提供一种具有平背轮廓的风力涡轮机叶片,其产生好的空气动力学性能并承受高载荷。

[0008] 本发明的另一个目的是提供一种制造平背风力涡轮机叶片的改进的方法,所述方法实现平背腹板相对于其他壳体部件的准确且有效的放置和粘合。

[0009] 本发明的目的根据本文提出的权利要求中的一个或多个通过风力涡轮机叶片以及通过生产风力涡轮机叶片的方法来实现。

[0010] 本发明的优选实施例是从属权利要求、描述和附图的主题内容。

[0011] 本发明涉及一种风力涡轮机叶片,其包括逆风侧壳体部件、顺风侧壳体部件、前边缘和后边缘。

[0012] 风力涡轮机叶片通常包括根部区域、具有尖部的翼型区域、压力侧、吸力侧和在前边缘与后边缘之间延伸的弦线。

[0013] 每个壳体部件通常包括芯部,例如聚合物泡沫,所述芯部用嵌入在聚合物树脂中的玻璃和/或碳纤维层层压而成。芯部可以不延伸通过风力涡轮机叶片的整个长度,特别地,尖部端区域可以仅包括纤维增强层压体。逆风侧壳体部件通常是逆风侧壳体半部件。顺风侧壳体部件通常是顺风侧壳体半部件。

[0014] 逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件中的每个通常包括前边缘端和后边缘端,其

中,通常相应的前边缘端在叶片的前边缘处连接,并且相应的后边缘端在后边缘或叶片处连接,后者例如涉及平背腹板的使用。

[0015] 根据本发明的一个方面,平背腹板布置在后边缘处,以用于将逆风侧壳体部件与顺风侧壳体部件沿其长度的至少部分耦合,其中,平背腹板包括具有凹槽的至少一个U形端区段,逆风侧壳体部件的至少部分和/或顺风侧壳体部件的至少部分插入到所述凹槽中并优选地通过粘合剂结合到U形端区段。

[0016] 因此,在优选实施例中,本发明涉及一种风力涡轮机叶片,包括:

- 逆风侧壳体部件,
- 顺风侧壳体部件,
- 前边缘和后边缘,以及
- 平背腹板,所述平背腹板布置在后边缘处,其将逆风侧壳体部件与顺风侧壳体部件耦合,其中,平背腹板包括具有凹槽的至少一个U形端区段,逆风侧壳体部件的至少部分和/或顺风侧壳体部件的至少部分插入到所述凹槽中并结合到U形端区段。

[0017] 如在叶片的翼展方向上可见,平背腹板将通常从根部端延伸,或从根部附近(诸如在翼展方向上距根部端不远于5米、上至40米、诸如上至30米)延伸。因此,平背腹板优选地具有5-50米、更优选地10-40米、最优选地15-35米的长度。

[0018] 平背腹板将通常包括第一U形端区段(诸如,上部U形端区段)、以及相对的第二U形端区段(诸如,下部端区段)、以及在第一与第二U形端区段之间延伸的中间区段。中间区段将通常沿基本上平背腹板的整个高度和/或基本上叶片的平背后边缘的整个高度延伸。如在叶片的横截面图中可见,中间区段将通常基本上竖直延伸。

[0019] 因此,平背腹板优选地形成叶片的后边缘的几何形状的至少部分。此外,平背腹板以机械方式连接壳体部件,特别地,平背腹板可以是支承结构的集成部件。

[0020] 优选地,平背腹板在两端处包括U形端区段。在优选实施例中,平背腹板包括在平背腹板的第一端处(例如,在平背腹板的上端处)的第一U形端区段和在平背腹板的第二端处(例如,在平背腹板的下端处)的第二U形端区段。

[0021] 通过使用具有U形端区段的平背腹板,所述U形端区段例如通过胶合固定到壳体的端上,能够实现改进的机械连接。平背腹板能够用作风力涡轮机叶片的机械结构的集成部件,并可以不仅仅用作覆盖件。

[0022] 因此,与已知的风力涡轮机叶片相比,本发明允许减少叶片内部的腹板的数量和/或厚度。

[0023] 优选地,平背腹板包括注入有树脂的纤维材料的一个或多个层,诸如,纤维增强层压体。根据优选实施例,凹槽具有在10 mm与30 mm之间、优选地在18 mm与22 mm之间的宽度w。凹槽可以具有在50 mm与300 mm之间、优选地在150 mm与200 mm之间的深度d。

[0024] 平背腹板的U形端区段可以包括第一臂(诸如,外臂)和相对的第二臂(诸如,内臂),在其之间限定凹槽。每个臂可以以45与135度之间、诸如70与110度之间的角度从中间区段延伸。在优选实施例中,第一臂基本上平行于第二臂延伸。

[0025] 结合的平背腹板能够设置有尖锐角部,从而产生更好的空气动力学性能。

[0026] 此外,叶片壳体的铺设和注入循环时间能够减少,因为壳体中通常需要的纤维层能够部分地分布到平背腹板中,并分开地模制。

[0027] 根据本发明的优选实施例, 逆风侧壳体部件和/或顺风侧壳体部件包括薄的端区段。在一个实施例中, 薄的端区段具有不多于50%、诸如不多于25%的相应壳体部件的最大厚度的厚度。薄的端区段可以具有100-300 mm的长度和10-30 mm的厚度。在一些实施例中, 逆风侧壳体部件的厚度和顺风侧壳体部件的厚度朝向相应壳体部件的后边缘端逐渐缩减。

[0028] 优选地, 逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件的这种相应的薄的端区段被接收在平背腹板的U形端区段的相应凹槽中, 从而导致接头的较小的厚度。

[0029] 特别地, 通过提供具有薄的外表面的逆风侧壳体部件和/或顺风侧壳体部件, U形端区段的外臂的表面能够与壳体的邻近表面对准。因此, 能够避免接头处的平背腹板与壳体之间的台阶。

[0030] 在优选实施例中, 逆风侧壳体部件的表面(优选地逆风侧壳体部件的外表面)和/或顺风侧壳体部件的表面(优选地顺风侧壳体部件的外表面)与平背腹板的U形端区段的邻近表面对准。在一些实施例中, 逆风侧壳体部件的表面(优选地逆风侧壳体部件的外表面)和/或顺风侧壳体部件的表面(优选地顺风侧壳体部件的外表面)与平背腹板的U形端区段的邻近表面(优选地与U形端区段的相应外臂的外表面)齐平。

[0031] 优选地, 平背腹板在其长度上具有变化的几何形状。由于平背腹板可以作为分开的构件生产, 因此其能够实施成具有优化的空气动力学特性的任何三维形状。

[0032] U形端区段的尺寸能够优化, 使得壳体端与U形端区段的凹槽之间的结合间隙能够适应(tailored)后边缘的结构要求, 并准确地匹配叶片的相应区段处的空气动力学要求。

[0033] 平背腹板的外边缘/外角部能够(例如通过具有尖锐的逆风侧后边缘角部和圆化的顺风侧后边缘角部)适应成最大化空气动力学效率。通过为平背腹板提供对应地成形的模具, 能够容易地实现期望的形状。

[0034] 特别地, 当构件被组装时, 平背腹板的U形端区段到中间区段的角度能够沿与风力涡轮机叶片的后边缘相对应的该部件的长度变化。因此, 在优选实施例中, 平背腹板的U形端区段与平背腹板的中间区段之间的角度, 诸如U形端区段的外臂与平背腹板的中间区段之间的角度, 在平背腹板的长度上变化, 特别地, 其中, 风力涡轮机叶片具有有着正平背角度的区段和有着负平背角度的区段。

[0035] 风力涡轮机叶片能够设置有具有正平背角度的区段和具有负平背角度的区段。

[0036] 根据优选实施例, U形端区段的至少一个臂通过形式锁定连接(特别是通过舌部和槽连接)连接到逆风侧壳体部件或顺风侧壳体部件。在一些实施例中, 壳体部件中的一个或两个包括布置在壳体部件的两侧上(例如, 在壳体部件的内表面和外表面之内)的槽。设置在U形端区段的臂中的一个或两个上的对应的舌部可以接合槽, 从而在平背腹板与壳体部件之间形成形式锁定连接。

[0037] 根据这个实施例, 平背腹板50能够卡(snap)到叶片上。形式锁定连接将平背腹板50保持在位置中, 直到粘合剂固化。

[0038] 形式锁定连接能够确保平背腹板与壳体之间的限定的位置。形式锁定连接还能够用于将平背腹板卡到壳体上。形式锁定连接能够将构件保持在位置中, 直到粘合剂固化。

[0039] 然而, 根据本发明的另一个实施例, 平背腹板仅通过粘合剂与壳体部件连接。根据本发明的这个实施例, 不必需施加任何形式锁定装置。对于本发明的这个实施例, 能够使用平背腹板夹具, 所述夹具将构件保持在位置中, 直到粘合剂固化。

[0040] 本发明进一步涉及一种风力涡轮机,其包括前面描述的风力涡轮机叶片。

[0041] 在另一个方面中,本发明涉及一种用于生产风力涡轮机叶片的壳体部件的方法,所述方法包括以下步骤:

- 制造逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件,
- 制造具有包括凹槽的U形端区段的平背腹板,
- 将壳体部件放置在彼此上,
- 将粘合剂施加到平背腹板的端区段的凹槽中和/或到壳体部件上,
- 将平背腹板推到壳体部件上。

[0042] 在一个实施例中,一种用于制造风力涡轮机叶片的方法包括以下步骤:提供逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件,每个壳体部件具有前边缘端和后边缘端,提供具有一个或多个U形端区段的平背腹板,每个端区段包括凹槽,将粘合剂施加到平背腹板的相应U形端区段的凹槽中和/或到逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件的相应后边缘端上,将平背腹板推到逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件上,使得逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件的至少部分插入到平背腹板的相应U形端区段的凹槽中,以形成风力涡轮机叶片的后边缘的至少部分。

[0043] 因此,平背腹板可以在其自身模具中相对于壳体部件离线生产,并且然后结合到壳体,其中,U形端区段确保鲁棒性的机械连接。

[0044] U形区段确保通道的几何形状能够符合、匹配和过渡逆风后边缘和顺风后边缘。

[0045] 根据本发明的实施例,平背腹板被推到模具中的壳体上,所述模具闭合以用于连接壳体部件。平背腹板能够在标准叶片闭合过程中结合到叶片上。

[0046] 根据这个实施例,叶片可以不移动到用于仅施加平背腹板的另一个工位。

[0047] 然而,根据本发明的另一个实施例,从模具移除连接的壳体部件之后,平背腹板被推到壳体上。根据本发明的这个实施例,在模制叶片之后执行平背腹板的结合。

[0048] 这有助于释放叶片模具,以用于后续壳体制造,以便最大化生产量。此外,在分开的步骤中结合腹板壳体,对后边缘的开放区域的可视检查是可能的。

[0049] 根据本发明的实施例,通过使用平背腹板夹具将平背腹板推到壳体部件上。

[0050] 在另一个方面中,本发明涉及一种通过上述方法能够获得的风力涡轮机叶片。

[0051] 本公开进一步涉及一种平背腹板夹具,其用于将平背腹板结合到壳体。

[0052] 平背腹板夹具包括具有用于平背腹板的支承表面的至少一个壁并且其被推到平背腹板上。特别地,平背腹板夹具包括夹持件。利用夹持件,能够在压力下保持壁。期望的弦向压力确保了有效的结合和胶合剂的均匀分布。

[0053] 壁的形状可以与平背腹板的形状相对应。

[0054] 平背腹板夹具还可以包括若干壁区段。壁可以实施为是能够枢转的。

[0055] 根据本发明的实施例,平背腹板夹具集成在用于生产叶片壳体的模具中。

[0056] 平背腹板可以通过在分开的模具中形成纤维增强层压体来生产。

[0057] 为了在平背腹板的端区段中形成凹槽,能够在纤维增强层压体中放置插入件,所述插入件在固化之后被移除。插入件能够实施为模制泡沫,其在固化之后被移除。在一些实施例中,插入件可以包括硅酮材料。

[0058] 此外,能够使用模制无孔塑料插入件,例如,硅酮模具。这种模具是可重复使用的。

[0059] 根据本发明的实施例,用层压体的至少一个纤维层覆盖插入件。在固化之后,在插入件的区域中切断此至少一层,以便打开凹槽。这种方法有助于纤维增强层的铺设。

[0060] 本文关于本发明的风力涡轮机叶片描述的实施例和特征可以同样应用于本文关于用于生产本发明的风力涡轮机叶片的方法描述的实施例和特征,并且可以与本文关于用于生产本发明的风力涡轮机叶片的方法描述的实施例和特征组合。

附图说明

[0061] 下文将关于附图更详细地描述本公开的实施例。这些图示出了实施本发明的一种方式,并且不应被解释为对落在所附权利要求集的范围内的其他可能实施例的限制。

[0062] 图1是图示示例性风力涡轮机的示意图,

图2是图示示例性风力涡轮机叶片的示意图,

图3更详细地示出了在后边缘处具有平背轮廓的风力涡轮机叶片,

图4是风力涡轮机叶片的后边缘区域的横截面图,

图5是在平背腹板与壳体之间具有舌部和槽连接的实施例的风力涡轮机叶片的后边缘区域的横截面图,

图6是整个风力涡轮机叶片的横截面图,

图7是平背腹板夹具的使用的示意图,

图8是根据本发明的实施例的风力涡轮机叶片的后边缘区域的横截面图,其中,壳体的边缘包括接头的区域中的平坦区段,

图9为平背角度如何在叶片的长度上变化的图示,

图10是用于制造平背腹板的模具的横截面图,

图11示出了从模具移除之后的平背腹板,

图12是示出根据本发明的实施例的生产风力涡轮机叶片的步骤的流程图。

具体实施方式

[0063] 图1图示了根据所谓的“丹麦概念”的常规的现代逆风风力涡轮机2,其具有塔架4、机舱6以及具有基本上水平的转子轴的转子。转子包括毂部8和从毂部8径向延伸的三个叶片10,每个叶片具有最靠近毂部的叶片根部16和最远离毂部8的叶片尖部14。

[0064] 图2示出了示例性风力涡轮机叶片10的示意图。风力涡轮机叶片10具有常规的具有根部端17和尖部端15的风力涡轮机叶片的形状,并且包括最靠近毂部的根部区域30、最远离毂部的成轮廓或翼型区域34、以及在根部区域30与翼型区域34之间的过渡区域32。叶片10包括前边缘18和后边缘20,当叶片安装在毂部上时,前边缘18面向叶片10的旋转方向,后边缘20面向前边缘18的相对方向。

[0065] 翼型区域34(也称为成轮廓区域)具有关于产生升力的理想的或近乎理想的叶片形状,而根部区域30由于结构的考虑具有基本上圆形或椭圆形的横截面,这例如使得将叶片10安装到毂部更容易且更安全。根部区域30的直径(或弦)可以沿整个根部区域30是恒定的。过渡区域32具有从根部区域30的圆形或椭圆形形状向翼型区域34的翼型轮廓逐渐变化的过渡轮廓。过渡区域32的弦长通常随着距毂部的增加的距离 r 而增加。翼型区域34具有翼型轮廓,所述翼型轮廓具有在叶片10的前边缘18与后边缘20之间延伸的弦。弦的宽度随着

距毂部的增加的距离 r 而减小。

[0066] 叶片10的肩部40被限定为叶片10具有其最大弦长的位置。肩部40通常设置在过渡区域32与翼型区域34之间的边界处。

[0067] 应注意到,叶片的不同区段的弦通常不位于共同的平面中,因为叶片可能扭转和/或弯曲(即,预弯),从而提供具有相应地扭转和/或弯曲的线路(course)的弦平面,这是最常见的情况,以便补偿取决于距毂部的半径的叶片的局部速度。

[0068] 风力涡轮机叶片10包括叶片壳体,所述叶片壳体可以包括通常由纤维增强聚合物制成的两个叶片壳体部件,第一叶片壳体部件24和第二叶片壳体部件26。第一叶片壳体部件24通常是压力侧或逆风叶片壳体部件。第二叶片壳体部件26通常是吸力侧或顺风叶片壳体部件。第一叶片壳体部件24和第二叶片壳体部件通常沿结合线或胶合接头28胶合在一起,所述结合线或胶合接头沿叶片10的后边缘20和前边缘18延伸。通常,叶片壳体部件24、26的根部端具有半圆形或半椭圆形的外部横截面形状。

[0069] 后边缘20可以实施为平背后边缘,其中,边缘是平坦的以便实现更好的空气动力学性能。与尖锐边缘设计相比,这种构造提高了风力涡轮机叶片的效率。

[0070] 图3更详细地示出了在后边缘处具有平背轮廓的风力涡轮机叶片10。后边缘20具有平坦的轮廓。平坦的轮廓提高了空气动力学效率,并且也有助于减小弦宽度。

[0071] 平背轮廓由平背腹板50提供,所述平背腹板连接逆风侧壳体部件24与顺风侧壳体部件26。将关于以下附图更详细地解释这个平背腹板的细节。

[0072] 图4是风力涡轮机叶片的后边缘区域的横截面图。逆风侧壳体部件24通过平背腹板50在后边缘处与顺风侧壳体部件26连接。

[0073] 平背腹板50包括形成后边缘的几何形状的中间区段56。为了将平背腹板50结合到壳体部件24、26,平背腹板50包括U形端区段51,所述U形端区段相对于中间区段56成角度,使得壳体部件24、26的端能够插入到U形端区段51的内臂52与外臂53之间的凹槽54中。

[0074] U形端区段51用粘合剂结合到壳体部件24、26。因此,壳体部件24、26在其内表面处以及还在其外表面处结合到平背腹板。这种类型的接头产生承受高作用力和剪切载荷的连接。

[0075] 因此,平背腹板50能够实施为叶片的承载结构的集成构件。

[0076] 在这个实施例中,在壳体部件24、26之间放置腹板60,所述腹板布置为邻近平背腹板。

[0077] 图5是根据本发明另一个实施例的后部的横截面图,其中,平背腹板50还通过舌部和槽连接连接到壳体部件14、16。

[0078] 壳体部件24、26包括布置在壳体的两侧上的槽11。在U形端区段51的臂52、53处的对应舌部55接合槽11,从而在平背腹板50与壳体部件24、26之间形成形式锁定连接。

[0079] 根据这个实施例,平背腹板50能够卡到叶片上。形式锁定连接将平背腹板50保持在位置中,直到粘合剂固化。

[0080] 然而,根据本发明的这个实施例,必需提供具有槽11的壳体部件24、26。

[0081] 图6是整个风力涡轮机叶片10的横截面图。根据本发明的这个实施例,壳体部件24、26仅通过平背腹板50在后边缘的区域中连接。耦合壳体部件24、26的另外的腹板61、62从后边缘间隔开。

[0082] 这是有可能的,因为平背腹板50是风力涡轮机叶片10的承载结构的集成部件。

[0083] 随着几何形状朝向尖部过渡,内部凸缘61、62可以逐渐缩减下来(taper away),并且平背腹板50凸缘可以逐渐缩减消失(taper out)。

[0084] 图7是平背腹板夹具70的使用的示意图。平背腹板夹具包括壁71,其作用为用于平背腹板50的支承表面。

[0085] 壁71能够分成段。壁71(相应地每个壁区段)是能够枢转的,使得壁能够容易地倾斜到平背腹板50。

[0086] 将壁71倾斜之后,可以收紧夹持件72,以便实现期望的弦压力以挤出胶合剂以及实现期望的胶合剂分布。

[0087] 图8是根据本发明实施例的风力涡轮机叶片的后边缘区域的横截面图,其中,壳体的边缘包括在接头的区域中的平坦区段。

[0088] 壳体部件24、26各自包括薄的端区段25、27,其中,壳体的外表面是薄的。

[0089] 平背腹板50的U形端区段51通过粘合剂80结合到壳体的薄的端区段25、27。由于薄的表面,能够避免平背腹板50的外臂53与邻近壳体之间的外表面上的台阶。而外臂53与壳体的邻近表面对准。

[0090] 图9为平背角度可以在叶片的长度上如何变化的图示。由于平背腹板50能够设置有任何期望的几何形状,因此能够容易地提供在一个区段中具有正平背角度并且在另一个区段中具有负平背角度的平背后边缘。

[0091] 平背腹板50的宽度也可以在其长度上变化。特别地,平背腹板50还可以延伸到尖部和/或到叶片的根部端。

[0092] 图10是用于制造平背腹板50的模具81的横截面图。模具50能够被提供有三维形状,其是平背腹板50的形状的负型(negative)。

[0093] 纤维(例如,玻璃纤维或碳纤维)层被插入到模具81中。然后注入树脂并固化以形成层压体。

[0094] 为了提供具有U形端区段51的平背腹板50,在纤维层之间放置插入件82。

[0095] 根据本发明的这个实施例,插入件82被至少一个层压体层57覆盖。这个过程有助于纤维层的施加,因为纤维层能够被拉到模具81的边缘。

[0096] 在树脂固化之后,覆盖插入件82的该至少一个层压体层57被切断并且插入件82被移除。

[0097] 如图11中所示,平背腹板50被生产,所述平背腹板包括成角度的U形端区段51,每个U形端区段包括用于结合到壳体部件的凹槽54。

[0098] 根据本发明的优选实施例,凹槽具有在10 mm与30 mm之间、优选地在18 mm与20 mm之间的宽度w。凹槽可以具有在50 mm与300 mm之间、优选地在150 mm与200 mm之间的深度d。

[0099] 图12是示出根据本发明实施例的生产风力涡轮机叶片的步骤的流程图。

[0100] 首先,在模具中制造逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件100。

[0101] 将具有包括凹槽的U形端区段的平背腹板作为分开的构件离线制造101。

[0102] 将壳体部件在模具中放置在彼此之上102。

[0103] 为了将平背腹板结合到壳体部件,将粘合剂施加到平背腹板的端区段的凹槽中

和/或到壳体部件的端区段上103。

[0104] 然后,将平背腹板被推到壳体部件上104。对于这个步骤,如前所描述的,可以使用平背腹板夹具。

[0105] 在固化粘合剂之后,具有平背轮廓的风力涡轮机叶片被生产,其中,平背腹板是承载结构的集成部件。

[0106] 已经参考优选实施例描述了本发明。然而,本发明的范围不限于所图示的实施例,并且能够在不脱离本发明的范围的情况下进行改变和修改。

[0107] 参考标记列表

- 2 风力涡轮机
- 4 塔架
- 6 机舱
- 8 毂部
- 10 叶片
- 11 槽
- 14 叶片尖部
- 15 尖部端
- 16 叶片根部
- 17 根部端
- 18 前边缘
- 20 后边缘
- 24 第一叶片壳体部件(逆风/压力侧壳体部件)
- 25 叶片的薄的端区段
- 26 第二叶片壳体部件(顺风/吸力侧部件)
- 27 叶片的薄的端区段
- 28 结合线/胶合接头
- 30 根部区域
- 32 过渡区域
- 34 翼型区域
- 40 肩部
- 50 平背腹板
- 51 U形端区段
- 52 内臂
- 53 外臂
- 54 凹槽
- 55 舌部
- 56 中间区段
- 57 层压体层
- 60 腹板
- 61 腹板

- 62 腹板
- 70 平背腹板夹具
- 71 壁
- 72 夹持件
- 80 粘合剂
- 81 用于生产平背腹板的模具
- 82 插入件
- 100 制造逆风侧壳体部件和顺风侧壳体部件
- 101 制造具有包括凹槽的U形端区段的平背腹板
- 102 将壳体部件放置在彼此上
- 103 将粘合剂施加到平背腹板的端区段的凹槽中和/或到壳体部件上
- 104 将平背腹板推到壳体部件上。

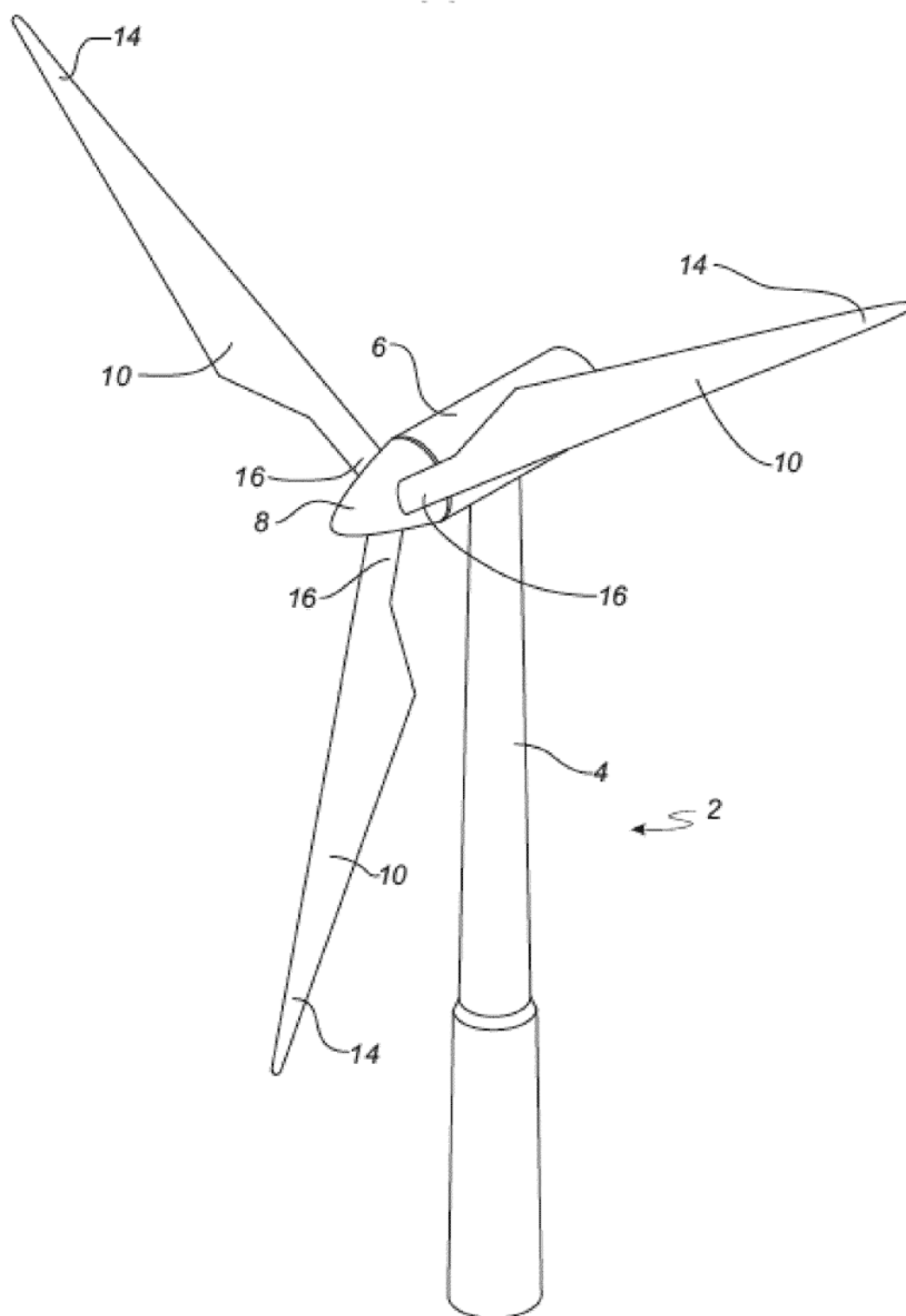


图 1

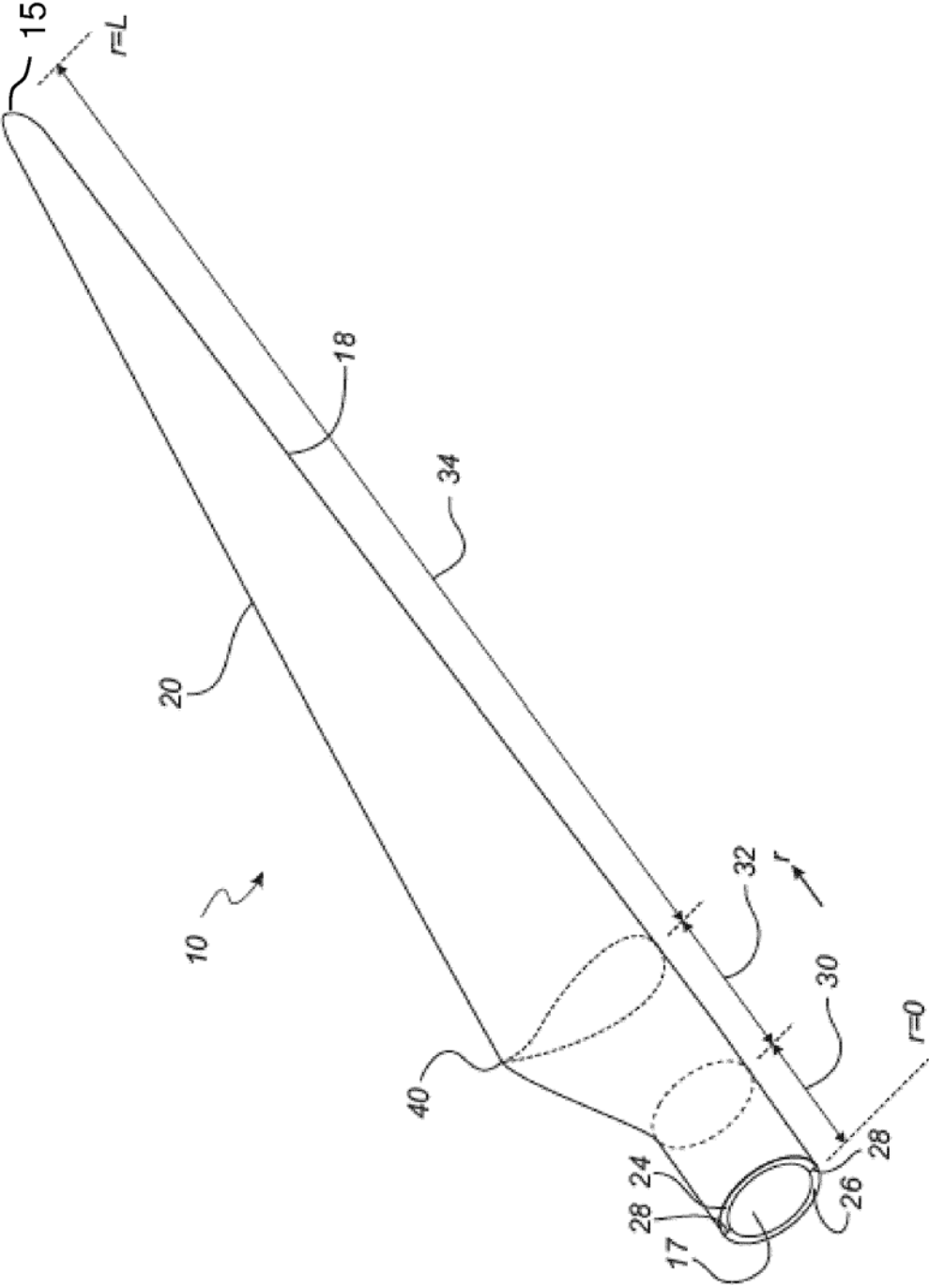


图 2

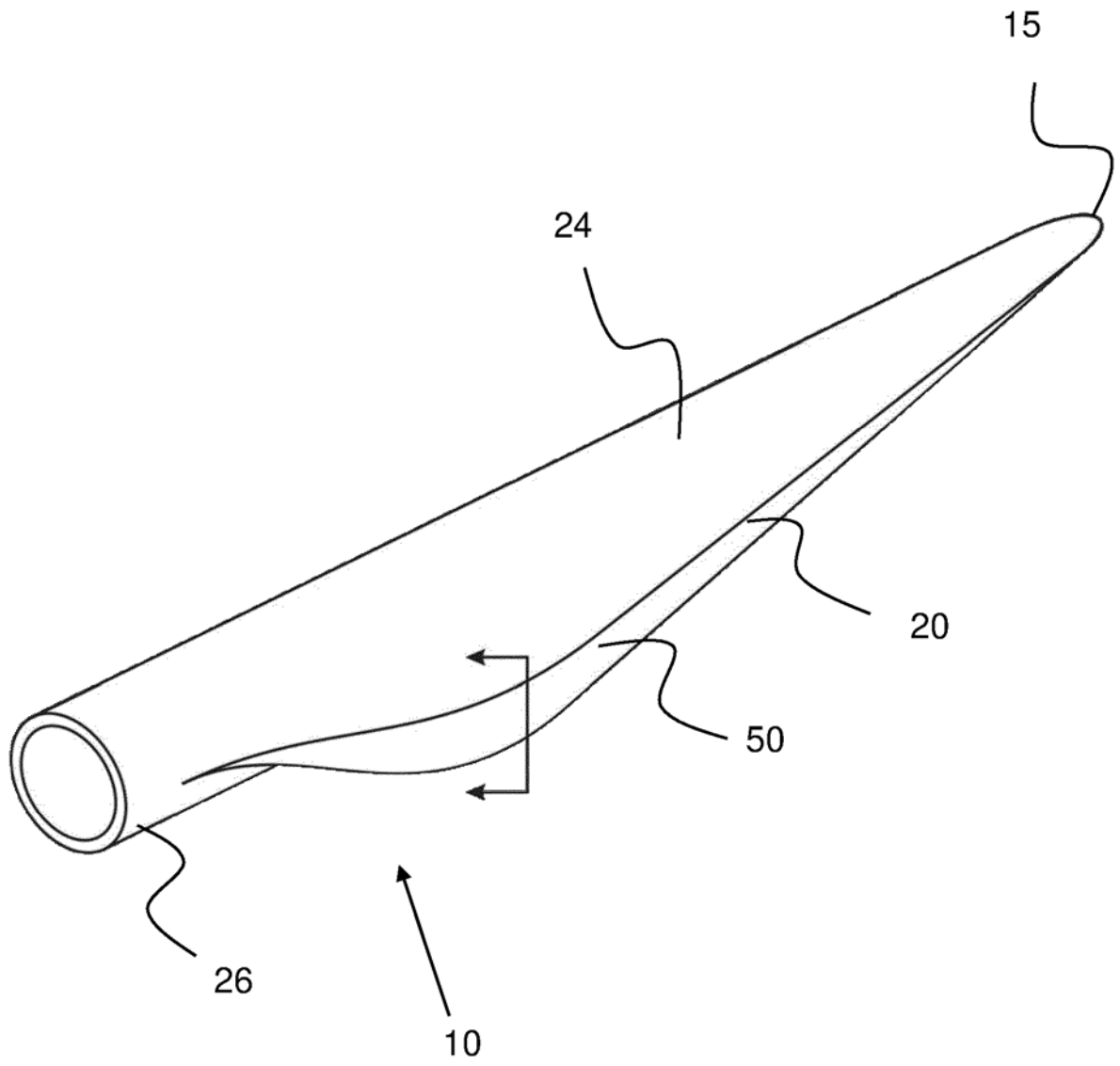


图 3

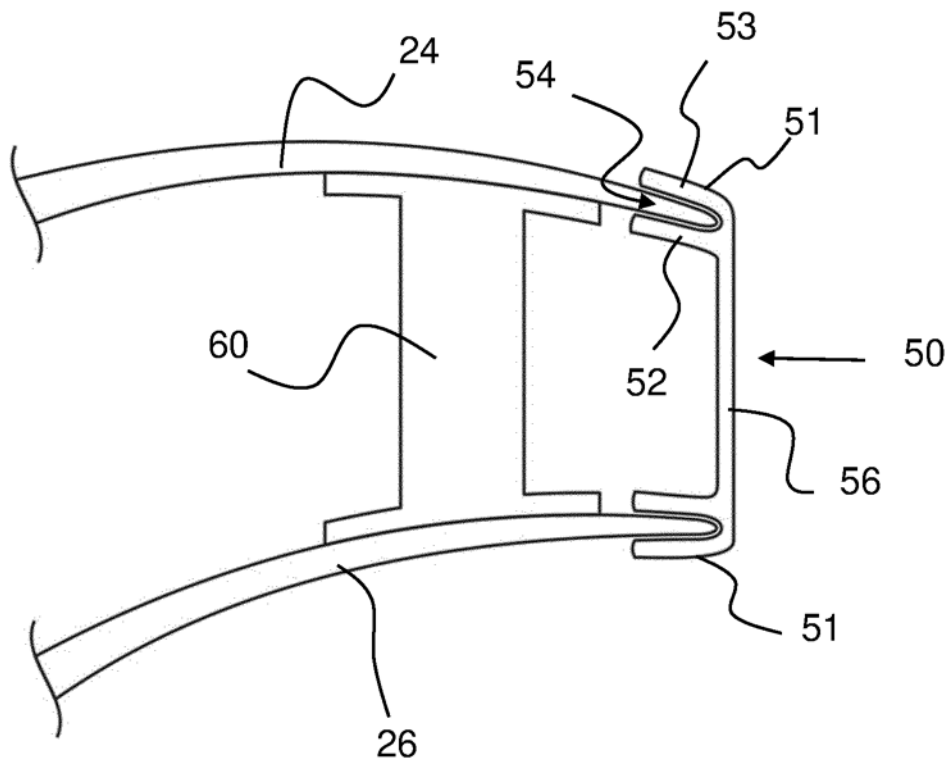


图 4

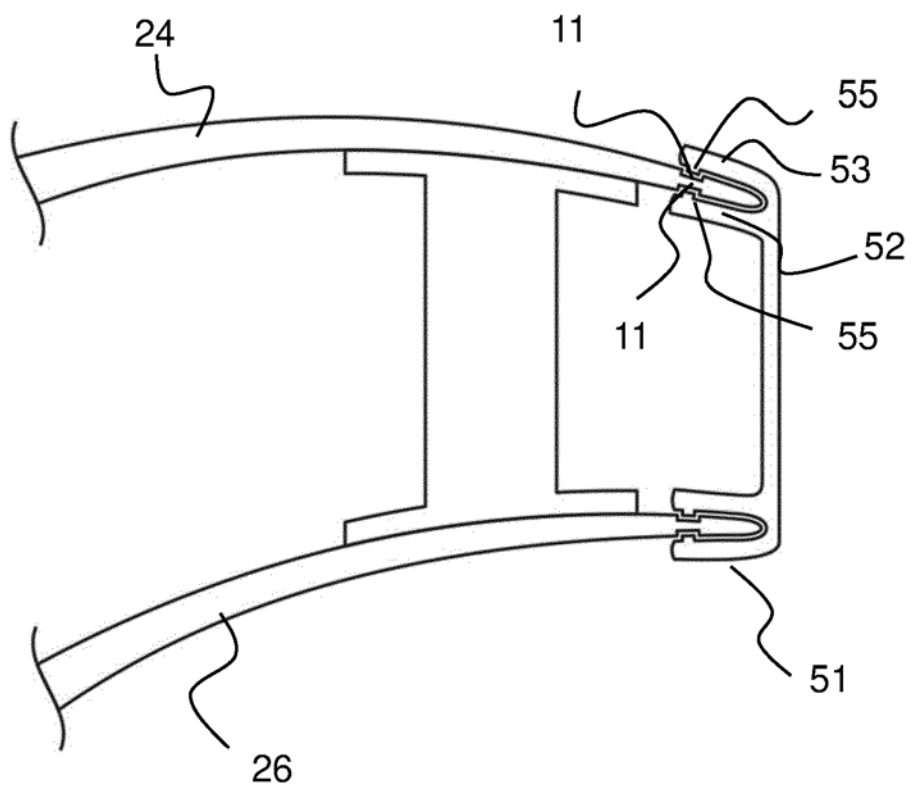


图 5

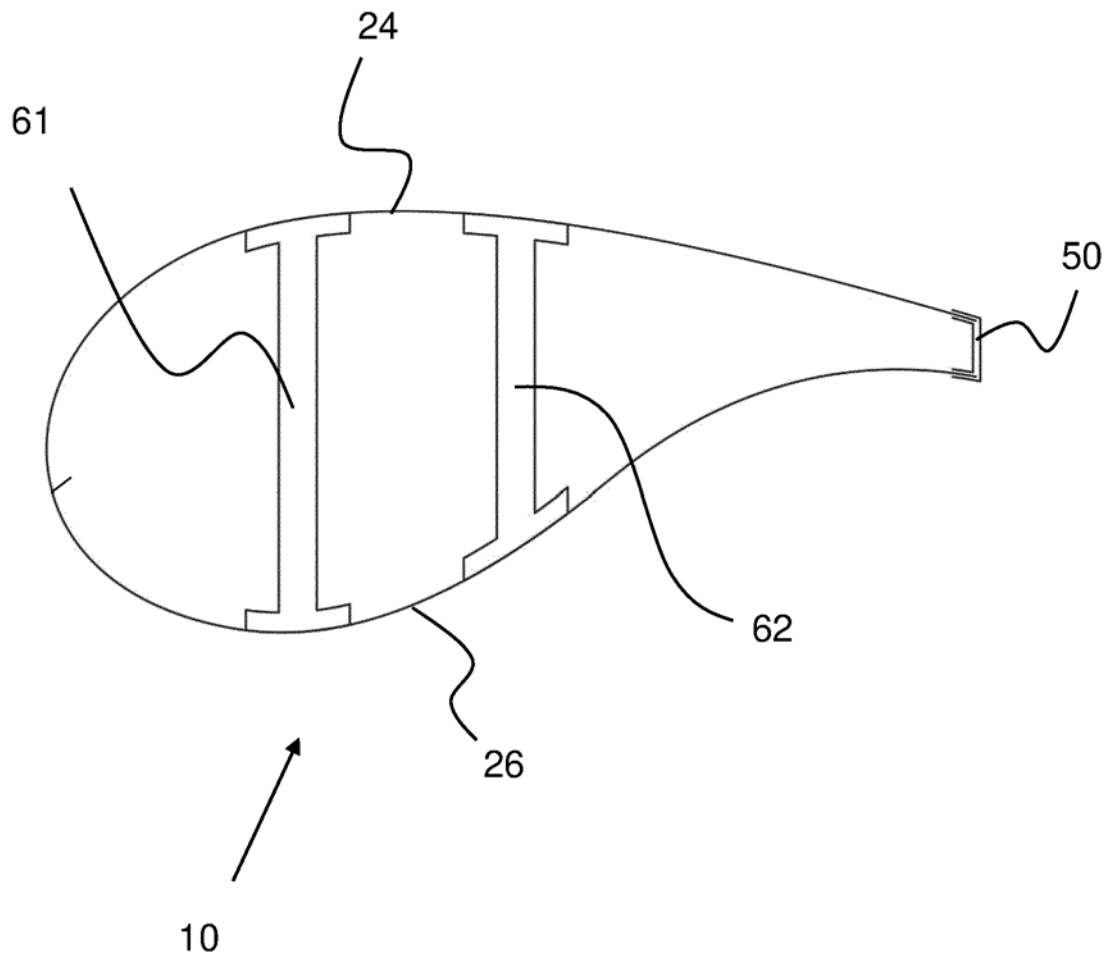


图 6

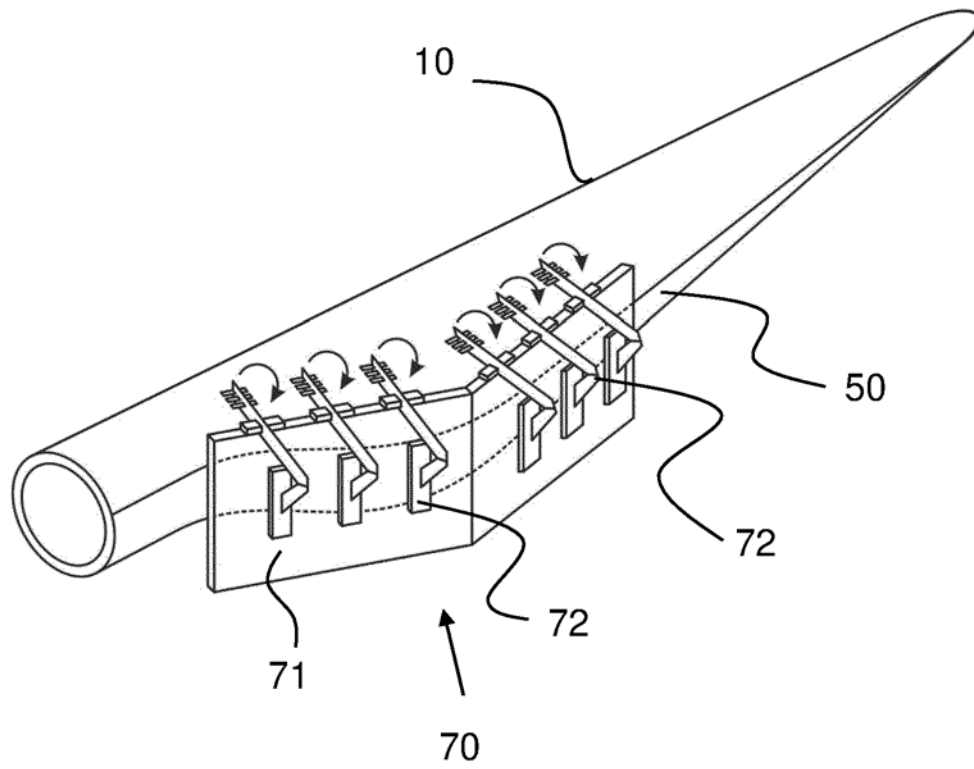


图 7

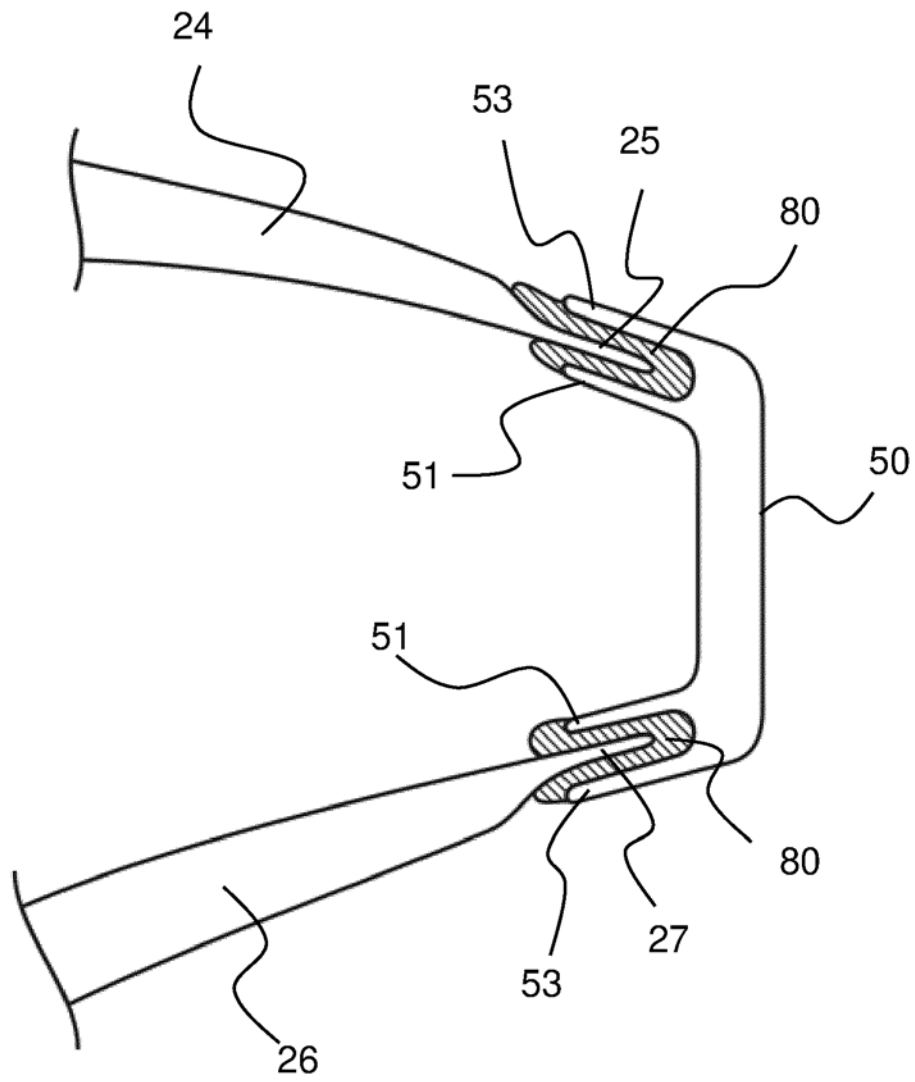


图 8

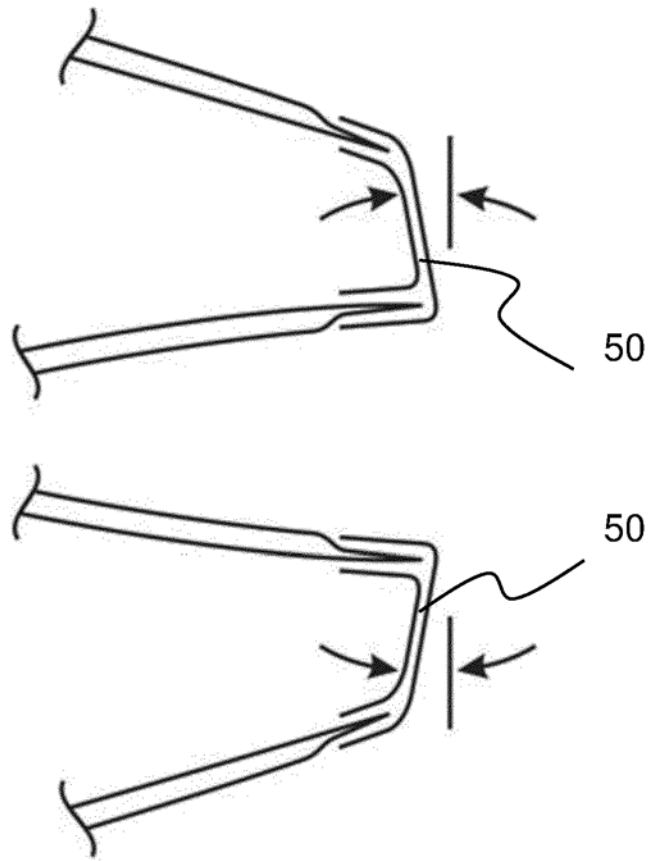
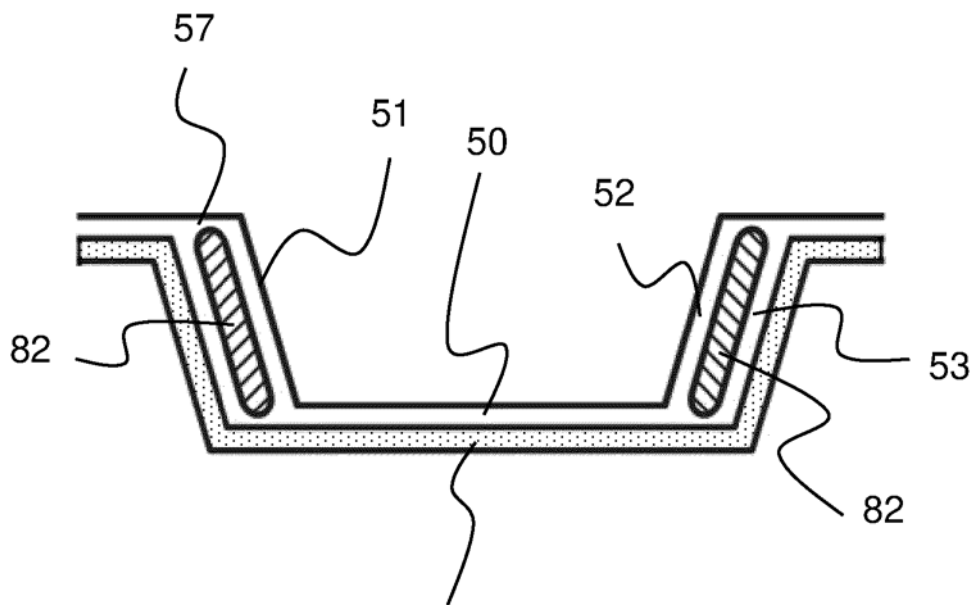


图 9



81

图 10

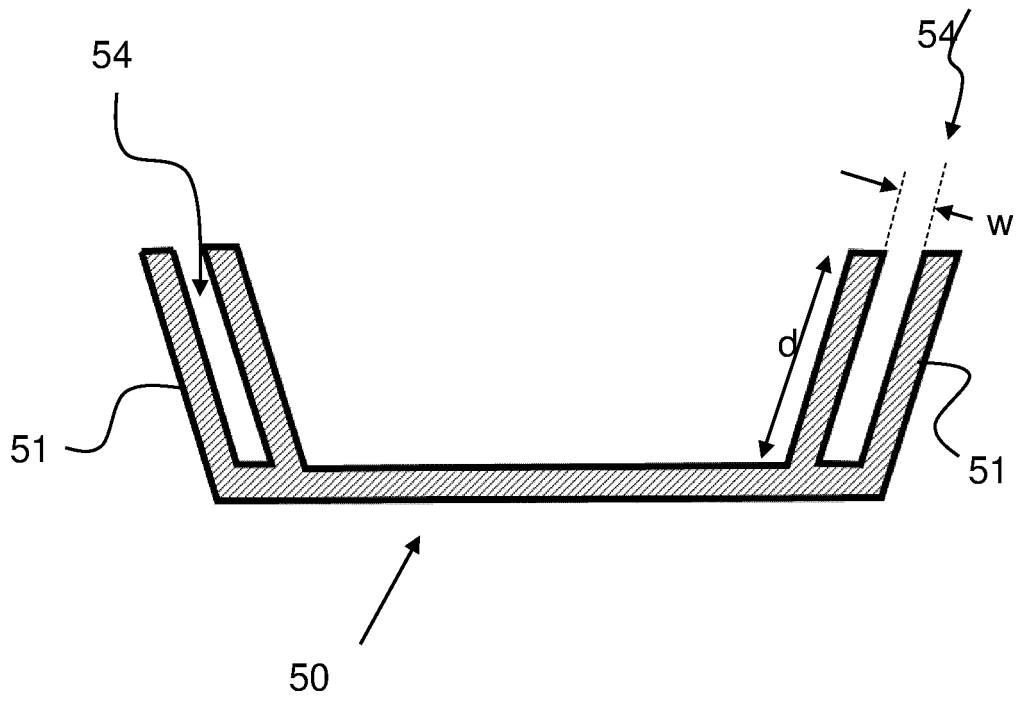


图 11

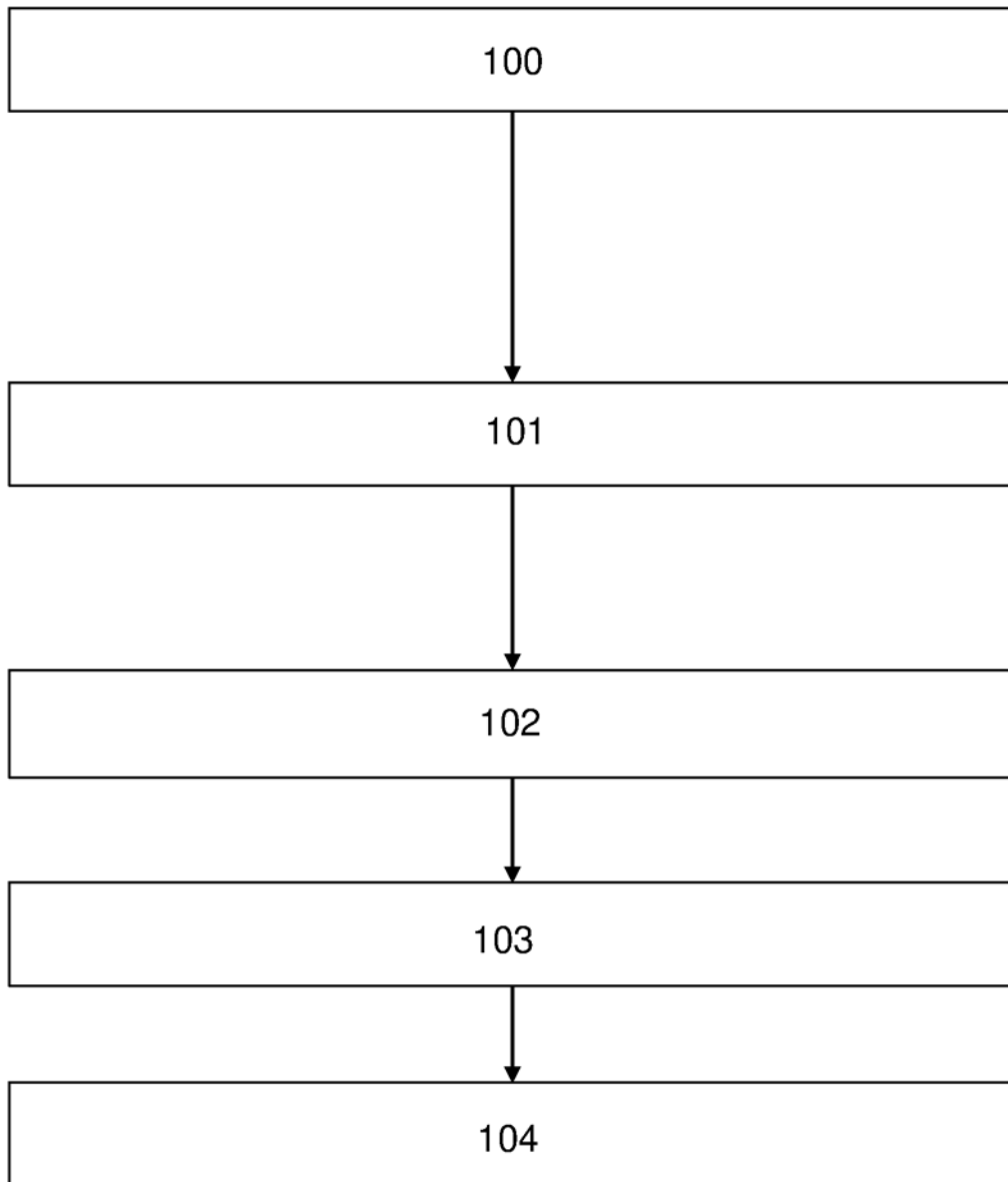


图 12