



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102797624 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201210167417. 8

(22) 申请日 2012. 05. 18

(30) 优先权数据

13/112148 2011. 05. 20 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 C·A·凯罗尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李强 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F03D 1/06(2006. 01)

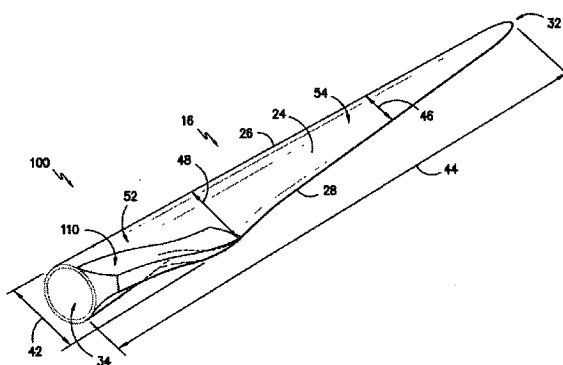
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 11 页

(54) 发明名称

风力涡轮机及用于风力涡轮机中的转子叶片组件

(57) 摘要

本发明公开一种转子叶片组件和用于减小风力涡轮机的转子叶片的分离区域的方法。该转子叶片组件包括转子叶片,转子叶片具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸。该转子叶片组件还包括从根部沿大致展向的方向朝着尖端延伸的襟翼。襟翼包括内表面和外表面,内表面适应性安装在压力侧、吸力侧或者后缘中的至少一个上,压力侧或者吸力侧中的至少一侧和外表面形成了大致连续的气动表面。



1. 一种用于风力涡轮机的转子叶片组件,所述转子叶片组件包括:

转子叶片,所述转子叶片具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸;以及,

襟翼,所述襟翼从所述根部沿所述大致展向的方向朝着所述尖端延伸,所述襟翼包括内表面和外表面,所述内表面适应性地安装在所述压力侧、所述吸力侧或者所述后缘中的至少一个上,所述压力侧或者所述吸力侧中的至少一侧和所述外表面形成大致连续的气动表面。

2. 根据权利要求1所述的转子叶片组件,其特征在于,所述襟翼具有沿所述展向的方向朝着所述尖端大致减小的横截面面积。

3. 根据权利要求1和2中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述襟翼沿大致弦向的方向延伸且不超过所述转子叶片的最大弦长。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述襟翼的所述外表面包括压力侧部分和吸力侧部分。

5. 根据权利要求4所述的转子叶片组件,其特征在于,所述襟翼的所述外表面还包括在所述压力侧部分与所述吸力侧部分之间延伸的平面部分。

6. 根据权利要求5所述的转子叶片组件,其特征在于,所述平面部分沿所述大致展向的方向延伸。

7. 根据权利要求5和6中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述平面部分大致垂直于所述转子叶片的当地弦长。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述平面部分延伸不超过所述转子叶片的最大弦长。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述内表面适应性地安装在所述压力侧和所述后缘上。

10. 根据权利要求1至8中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述内表面适应性地安装在所述吸力侧和所述后缘上。

11. 根据权利要求1至8中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述内表面适应性地安装在所述压力侧、所述吸力侧和所述后缘上。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述外表面和所述压力侧形成大致连续的气动表面。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的转子叶片组件,其特征在于,所述外表面和所述吸力侧形成大致连续的气动表面。

14. 一种风力涡轮机,其包括:

多个转子叶片,所述多个转子叶片中的每一个均具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸;以及,

襟翼,所述襟翼从所述多个转子叶片中的至少一个的所述根部沿所述大致展向的方向朝着所述尖端延伸,所述襟翼包括内表面和外表面,所述内表面适应性地安装在所述多个转子叶片中的至少一个的所述压力侧、所述吸力侧或者所述后缘中的至少一个上,所述多个转子叶片中的至少一个的所述压力侧或者所述吸力侧中的至少一侧和所述外表面形成大致连续的气动表面。

15. 一种用于减小风力涡轮机的转子叶片的分离区域的方法,所述方法包括:

将襟翼安装在转子叶片上,所述转子叶片具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸,所述襟翼从所述根部沿所述大致展向的方向朝着所述尖端延伸,所述襟翼包括内表面和外表面,所述内表面适应性地安装在所述压力侧、所述吸力侧或者所述后缘中的至少一个上,所述压力侧或者所述吸力侧中的至少一侧和所述外表面形成大致连续的气动表面;以及,

旋转所述风力涡轮机上的所述转子叶片。

风力涡轮机及用于风力涡轮机中的转子叶片组件

技术领域

[0001] 本发明总体而言涉及风力涡轮机的转子叶片,并且更具体地涉及安装在转子叶片上的襟翼。

背景技术

[0002] 风力被认为是目前可获得的最清洁、最环保的能源之一,并且在这点上,风力涡轮机受到越来越多的关注。现代风力涡轮机通常包括塔架、发电机、齿轮箱、机舱、以及一个或者多个转子叶片。转子叶片利用已知的翼型原理捕获风的动能。转子叶片传递转动能形式的动能,以使得轴旋转,该轴将转子叶片联接至齿轮箱,或者如果未使用齿轮箱,则该轴将转子叶片直接联接至发电机。然后,发电机将机械能转换成可配置到公用电网的电能。

[0003] 一般而言,为了能够捕获增加的动能,转子叶片的尺寸逐渐增加。然而,典型风力涡轮机的转子叶片的形状因转子叶片的轮廓而导致较大的分离区域。具体而言,转子叶片的邻近根部并包括根部的内部的轮廓可以造成这样的分离。在一些情况下,该内部可以包括转子叶片的40%、50%或者更多。分离区域通过产生阻力而导致较显著的能量损失。进一步地,随着转子叶片的尺寸增加,这些损失也被放大。

[0004] 因此,提供改进的转子叶片组件将是有利的。例如,期望提供减小或者消除邻近转子叶片根部的分离区域的转子叶片组件。

发明内容

[0005] 本发明的方面和优点将在下面的说明中部分地进行阐述,或者通过说明而变得明显的,或者通过本发明的实践而得以认识。

[0006] 本发明的一个实施方式公开一种风力涡轮机的转子叶片组件。该转子叶片组件包括转子叶片,转子叶片具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸。该转子叶片组件还包括从根部沿大致展向的方向朝着尖端延伸的襟翼。襟翼包括内表面和外表面,内表面适应性地安装在压力侧、吸力侧或者后缘中的至少一个上,压力侧或者吸力侧中的至少一侧和外表面形成了大致连续的气动表面。

[0007] 本发明的另一实施例公开了一种风力涡轮机。该风力涡轮机包括:多个转子叶片,所述多个转子叶片中的每一个均具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸。该风力涡轮机还包括襟翼,所述襟翼从所述多个转子叶片中的至少一个的所述根部沿所述大致展向的方向朝着所述尖端延伸,所述襟翼包括内表面和外表面,所述内表面适应性地安装在所述多个转子叶片中的至少一个的所述压力侧、所述吸力侧或者所述后缘中的至少一个上,所述多个转子叶片中的至少一个的所述压力侧或者所述吸力侧中的至少一侧和所述外表面形成大致连续的气动表面。

[0008] 进一步地,所述襟翼具有沿所述展向的方向朝着所述尖端大致减小的横截面积。

[0009] 进一步地,所述襟翼沿大致弦向的方向延伸且不超过所述转子叶片的最大弦长

[0010] 进一步地,所述襟翼的所述外表面包括压力侧部分和吸力侧部分。

[0011] 进一步地,所述襟翼的所述外表面还包括在所述压力侧部分与所述吸力侧部分之间延伸的平面部分。

[0012] 进一步地,所述内表面适应性地安装在所述压力侧、所述吸力侧和所述后缘上。

[0013] 本发明的另一个实施方式公开一种用于减小风力涡轮机的转子叶片的分离区域的方法。该方法包括:将襟翼安装在转子叶片上,并且旋转风力涡轮机上的转子叶片。其中该转子叶片具有定义压力侧、吸力侧、前缘和后缘的外表面,并且在尖端和根部之间沿大致展向的方向延伸。襟翼从根部沿大致展向的方向朝着尖端延伸。襟翼包括内表面和外表面,内表面适应性地安装在压力侧、吸力侧或者后缘中的至少一个上,压力侧或者吸力侧中的至少一侧和外表面形成大致连续的气动表面。

[0014] 参照下面的说明和所附权利要求,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。包括在该说明书内并构成该说明书的一部分的附图示出了本发明的实施方式,并且与该说明一起用于解释本发明的原理。

附图说明

[0015] 对于本领域技术人员而言,在该说明书中参照附图阐述了本发明的充分和能够实现的公开,其包括本发明的最佳实施方式,在附图中:

[0016] 图 1 是一种常规构造的风力涡轮机的侧视图;

[0017] 图 2 是根据本发明的一个实施方式的转子叶片组件的俯视透视图;

[0018] 图 3 是图 2 的转子叶片组件的仰视透视图;

[0019] 图 4 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的俯视透视图;

[0020] 图 5 是图 4 的转子叶片组件的仰视透视图;

[0021] 图 6 是根据本发明的一个实施方式的转子叶片组件的剖视图;

[0022] 图 7 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的剖视图;

[0023] 图 8 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的剖视图;

[0024] 图 9 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的剖视图;

[0025] 图 10 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的剖视图;以及,

[0026] 图 11 是根据本发明的另一个实施方式的转子叶片组件的剖视图。

[0027] 附图标记列表:

[0028]

10	风力涡轮机	44	翼展
12	塔架	46	当地弦长
14	机舱	48	最大弦长
16	转子叶片	52	内侧区域
18	转子毂	54	外侧区域
22	压力侧	100	转子叶片组件
24	吸力侧	110	襟翼
26	前缘	112	内表面
28	后缘	114	外表面
32	叶片尖端	122	压力侧部分
34	叶片根部	124	吸力侧部分
42	弦长	126	平面部分

具体实施方式

[0029] 现在将详细地参照本发明的实施方式,其中在图中示出了实施方式的一个或者多个实例。提供每个实例是用于解释本发明,而不是限制本发明。实际上,对于本领域技术人员显而易见的是,在不背离本发明的范围或者精神的情况下能够对本发明做出各种修改和变化。例如,作为一个实施方式的一部分显示或描述的特征能够用于另一个实施方式以产生又一个实施方式。因此,本发明意欲覆盖落入所附权利要求以及它们的等同物的范围内的这些修改和变化。

[0030] 图 1 示出常规构造的风力涡轮机 10。风力涡轮机 10 包括塔架 12,机舱 14 安装在塔架 12 上。多个转子叶片 16 安装在转子毂 18 上,转子毂 18 与旋转主转子轴的主凸缘连接。风力涡轮机的动力产生和控制部件容纳在机舱 14 内。为说明性目的而提供图 1 的视图,以使本发明置于用途的示例性领域中。应想到的是,本发明不局限于任何特定类型的风力涡轮机的构造。

[0031] 参照图 2 至图 11,根据本发明的转子叶片 16 可以包括形成压力侧 22 和吸力侧 24 的外表面,其中压力侧 22 和吸力侧 24 在前缘 26 与后缘 28 之间延伸,并且转子叶片 16 可以从叶片尖端 32 延伸至叶片根部 34。如本领域中通常已知的,外表面通常可以是具有大致气动轮廓的气动表面。

[0032] 在一些实施方式中,转子叶片 16 可以包括多个单独叶片段,这些叶片段按照首尾相连的顺序从叶片尖端 32 排列至叶片根部 34。单独叶片段中的每一个均可以唯一地构造,使得多个叶片段形成具有设计气动纵断面轮廓、长度和其它所需特性的完整的转子叶片 16。例如,叶片段中的每一个的气动纵断面轮廓均可以对应于相邻叶片段的气动纵断面轮廓。这样,各叶片段的气动纵断面轮廓可以形成转子叶片 16 的连续的气动纵断面轮廓。或者,转子叶片 16 可以形成为具有设计气动纵断面轮廓、长度和其它所需特性的单一的整

体叶片。

[0033] 在示例性实施方式中,转子叶片 16 可以是弯曲的。转子叶片 16 的弯曲可以使转子叶片 16 沿大致翼向的方向和 / 或沿大致边缘向的方向发生弯曲。翼向的方向通常可以被解释为气动升力作用在转子叶片 16 上的方向 (或者相反的方向)。边缘向的方向与翼向的方向大致垂直。转子叶片 16 的翼向弯曲也被称作预弯曲,而边缘向弯曲也被称作扫掠。因此,弯曲的转子叶片 16 可以是预弯曲和 / 或扫掠。弯曲使转子叶片 16 在风力涡轮机 10 的运行期间能够更好地承受翼向载荷和边缘向载荷,并且还可以在风力涡轮机 10 的运行期间为转子叶片 16 提供远离塔架 12 的间隙。

[0034] 转子叶片 16 还可以限定分别沿弦向的方向和展向的方向延伸的弦长 42 和翼展 44。如图 2 至图 5 所示,在转子叶片 16 的整个翼展 44 上,弦长 42 可以变化。因此,如下所述,可以沿着翼展 44 在转子叶片 16 上的任意点处为转子叶片 16 限定当地弦长 46。进一步地,如图所示,转子叶片 16 可以限定最大弦长 48。

[0035] 此外,转子叶片 16 可以限定内侧区域 52 和外侧区域 54。内侧区域 52 可以是转子叶片 16 的从根部 34 延伸的展向部分。例如,在一些实施方式中,内侧区域 52 可以包括翼展 44 自根部 34 的约 33%、40%、50%、60%、67%、或者任何百分比或百分比之间的范围、或者任何其它合适的百分比或百分比之间的范围。外侧区域 54 可以是转子叶片 16 的从尖端 32 延伸的展向部分,并且在一些实施方式中,可以包括转子叶片 16 在内侧区域 52 与尖端 32 之间的剩余部分。另外地或者可供选择地,在一些实施方式中,外侧区域 54 可以包括翼展 44 自尖端 32 的约 33%、40%、50%、60%、67%、或者任何百分比或百分比之间的范围、或者任何其它合适的百分比或百分比之间的范围。

[0036] 如图 2 至图 11 所示,本发明还可以涉及转子叶片组件 100。转子叶片组件 100 可以包括襟翼 110 和转子叶片 16。襟翼 110 是位于转子叶片组件 100 的内侧区域 52 中并安装在转子叶片 16 上的通常静止的襟翼。襟翼 110 沿着展向的方向从根部 34 向尖端 32 延伸。因此,襟翼 110 的一端定位在根部 34 处,而另一端定位在根部 34 与尖端 32 之间的内侧区域 52 中。如下所述,襟翼改变了转子叶片 16 的邻近根部 34 的一部分的轮廓。该改变减小或者消除了转子叶片 16 的该部分中的任何分离区域,并且还减小了与转子叶片 16 相关联的阻力,而提高了转子叶片 16 的性能。

[0037] 襟翼 110 包括内表面 112 和外表面 114,如图 2 至图 11 所示。内表面 112 适应性地安装在压力侧 22、吸力侧 24 或者后缘 28 中的至少一个上。因此,内表面 112 的气动轮廓与压力侧 22、吸力侧 24 或者后缘 28 中的至少一个相符合,使得当襟翼 110 安装在转子叶片 16 上时,较少的或者没有空气在内表面 112 与压力侧 22、吸力侧 24 和 / 或后缘 28 之间通过。

[0038] 例如,图 2 至图 7 以及图 9 示出了适应性地安装在转子叶片 16 的压力侧 22、吸力侧 24 和后缘 28 上的内表面 112 的各实施方式。图 6 示出了内表面 112 的一个实施方式,其安装在吸力侧 24 和压力侧 22 的相对最小部分上。图 7 示出了内表面 112 的一个实施方式,其安装在吸力侧 24 的相对实质部分和压力侧 22 的相对最小部分上。图 9 示出了内表面 112 的另一个实施方式,其安装在吸力侧 24 和压力侧 22 的相对最小部分上。

[0039] 进一步地,图 8 示出了适应性地安装在压力侧 22 和后缘 28 上的内表面 112 的一个实施方式,其中内表面 112 安装在压力侧 22 的相对实质部分上。图 10 和图 11 示出了适

应性地安装在压力侧 22 上的内表面 112 的各实施方式,其中内表面 112 安装在压力侧 22 的相对实质部分上。

[0040] 如上所述,在一些实施方式中,内表面 112 可以安装在压力侧 22 和 / 或吸力侧 24 的相对实质部分上。可以相对于当地弦长 46 来限定该部分。例如,内表面可以安装在压力侧 22 和 / 或吸力侧 24 上的当地弦长 46 的约 20%和约 60%之间,例如在约 20%和约 50%之间,例如在约 20%和约 40%之间,例如在约 20%和约 30%之间。在其它实施方式中,内表面 112 可以安装在压力侧 22 和 / 或吸力侧 24 的相对最小部分上。还可以相对于当地弦长 46 来限定该部分。例如,内表面可以安装在压力侧 22 和 / 或吸力侧 24 上的当地弦长 46 的约 0%和约 20%之间,例如在约 0%和约 15%之间,例如在约 0%和约 10%之间,例如在约 0%和约 5%之间。

[0041] 应理解的是,内表面 112 可以适应性地安装在压力侧 22、吸力侧 24 或者后缘 28 中的任何一个或者多个上,并且内表面 112 还可以安装在压力侧 22、吸力侧 24 或者后缘 28 中的任何一个或者多个的相对实质部分或者相对最小部分上。进一步地,应理解的是,上述相对实质部分和相对最小部分不局限于上述公开的范围,而任何合适的范围或者百分比均在本发明的范围和精神内。

[0042] 如图 2 至图 11 所示,襟翼 110 的外表面 114 与转子叶片 16 的外表面中的一个或者多个一起形成了大致连续的气动表面。例如,外表面 114 与压力侧 22 或者吸力侧 24 中的至少一个形成了大致连续的气动表面。大致连续的气动表面是具有大致连续气动轮廓的表面。因此,当两个表面形成了大致连续的气动表面时,在两个表面的交汇处,气动轮廓中存在较小中断。如图 2 至图 7 以及图 9 所示,例如,外表面 114 和吸力侧 24 形成了大致连续的气动表面。进一步地,在图 2 至图 11 中,外表面 114 和压力侧 22 形成了大致连续的气动表面。

[0043] 襟翼 110 的外表面 114 可以包括压力侧部分 122 和 / 或吸力侧部分 124。压力侧部分 122 如上所述可以与转子叶片 16 的压力侧 22 一起形成大致气动表面,而吸力侧部分 124 如上所述可以与吸力侧 24 一起形成大致气动表面。在一些实施方式中,如图 11 所示,襟翼 110 的外表面 114 可以仅包括压力侧部分 122 和吸力侧部分 124,压力侧部分 122 和吸力侧部分 124 可以在襟翼 110 的两个大致弦向端部处相遇。

[0044] 然而,在其它实施方式中,外表面 114 还可以包括另外的表面。例如,在一些实施方式中,如图 2 至图 10 所示,外表面 114 还可以包括平面部分 126。平面部分 126 可以在压力侧部分 122 与吸力侧部分 124 之间延伸,或者在压力侧部分 122 或吸力侧部分 124 之一与内表面 112 之间延伸。

[0045] 在示例性实施方式中,平面部分 126 沿着大致展向的方向延伸。因此,在一些实施方式中,平面部分 126 可以大致平行于转子叶片 16 的翼展 44 而延伸。然而,或者根据需要或者要求,平面部分 126 可以相对于翼展 44 以任何合适的角度延伸。在另外可供选择的实施方式中,平面部分 126 可以相对于转子叶片 16 以任何合适的角度延伸。

[0046] 进一步地,如图所示,在一些实施方式中,平面部分 126 大致垂直于转子叶片 16 的当地弦长 46。因此,当平面部分 126 例如沿着大致展向的方向延伸时,在任何位置处的平面部分 126 可以大致垂直于那个位置处的当地弦长 46。然而,或者,平面部分 126 可以以任何合适的角度定位成相对于转子叶片 16 垂直或者具有任何其它合适的角度。

[0047] 在一些实施方式中,如图 2 至图 10 所示,襟翼 110 可以沿着大致弦向的方向延伸,但不超过转子叶片 16 的最大弦长 48。在这些实施方式中,在沿大致展向的方向上顺着襟翼 110 的任何位置处,襟翼 110 延伸不超过转子叶片 16 的最大弦长 48。在襟翼 110 包括平面部分 126 的实施方式中,平面部分 126 可以延伸不超过转子叶片 16 的最大弦长 48。在襟翼 110 仅包括压力侧部分 122 和吸力侧部分 124 的实施方式中,压力侧部分 122 和吸力侧部分 124 均延伸不超过转子叶片 16 的最大弦长 48。然而,在其它实施方式中,如图 11 所示,根据需要或者要求,襟翼 110 可以沿大致弦向的方向延伸超过转子叶片 16 的最大弦长 48。在这些实施方式中,在沿大致展向的方向上顺着襟翼 110 的任何位置处,襟翼 110 可以延伸超过转子叶片 16 的最大弦长 48。

[0048] 在一些实施方式中,如图 2 至图 5 所示,襟翼 110 可以具有沿展向的方向朝着尖端 32 大致减小的横截面面积。然而,或者,襟翼 110 可以具有沿展向的方向朝着尖端 32 大致增加的横截面面积,或者可以具有大致恒定的横截面面积。

[0049] 本发明还可以涉及用于减小风力涡轮机 10 的转子叶片 16 的分离区域的方法。如上所述,该方法包括步骤:将襟翼 110 安装至转子叶片 16 上。该方法还包括:旋转风力涡轮机 10 上的转子叶片 16。

[0050] 本书面说明利用实例来公开本发明,包括最佳实施方式,并且还能够使本领域技术人员实施本发明,包括制造和使用任何装置或者系统并进行任意组合的方法。本发明的可专利范围由权利要求限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这些其它实例包括与权利要求的文字语言相同的结构元素,或者如果它们包括与权利要求的文字语言无实质差别的等同结构元素,则它们在权利要求的范围内。

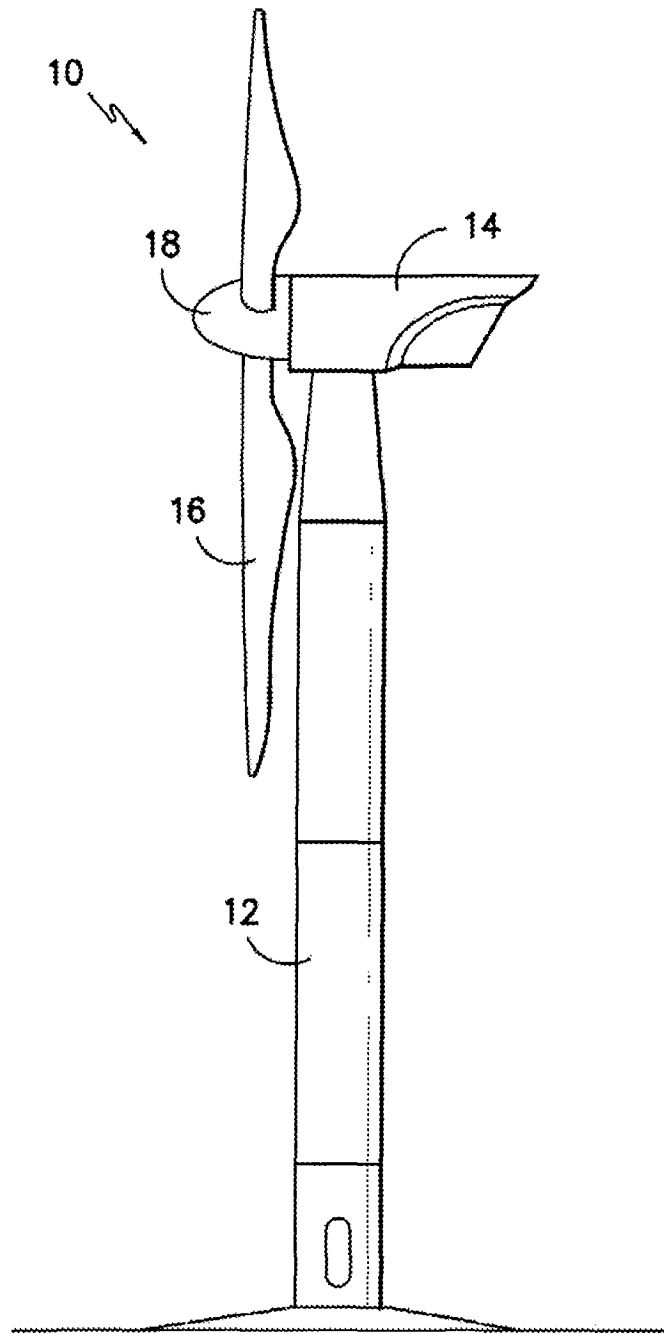


图 1 现有技术

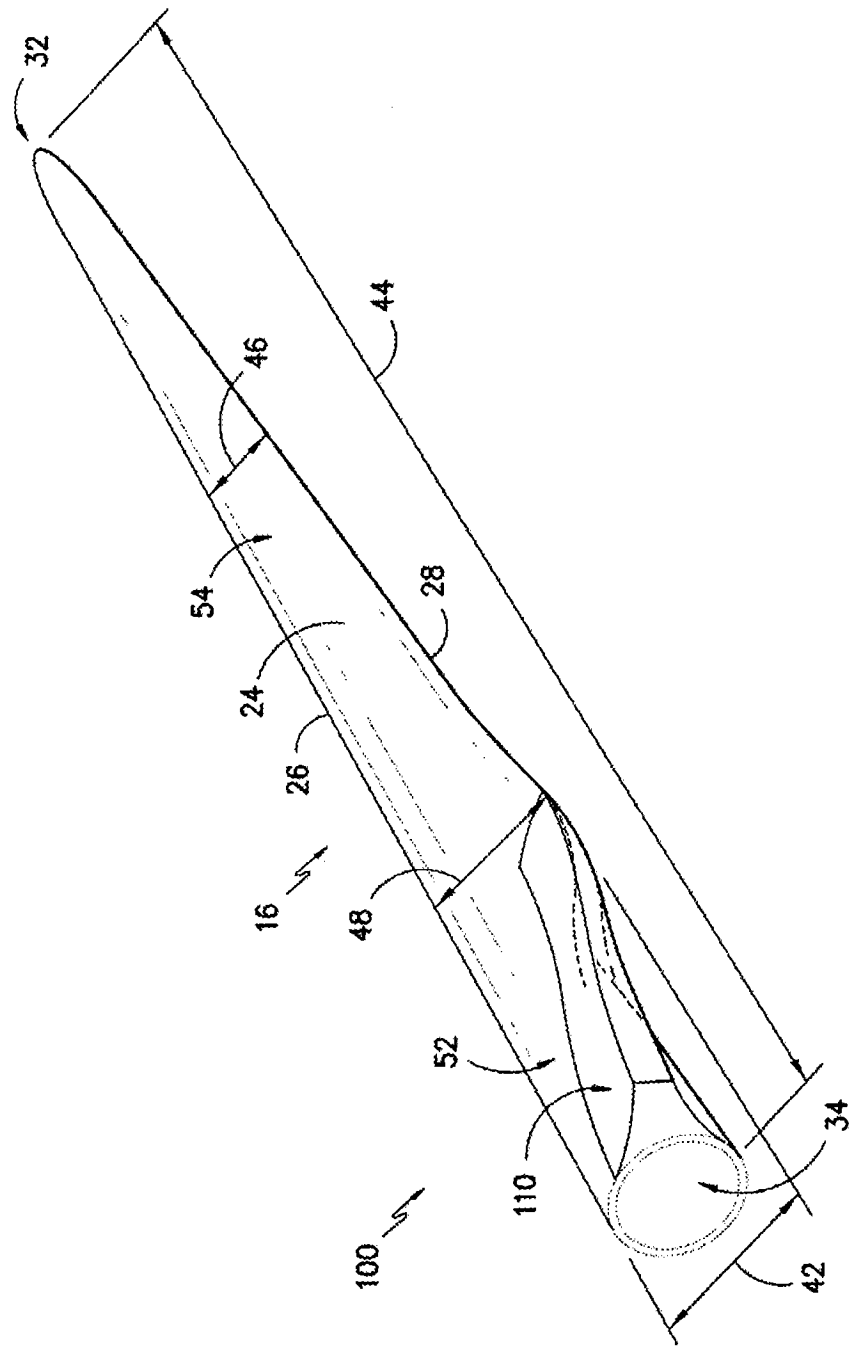


图 2

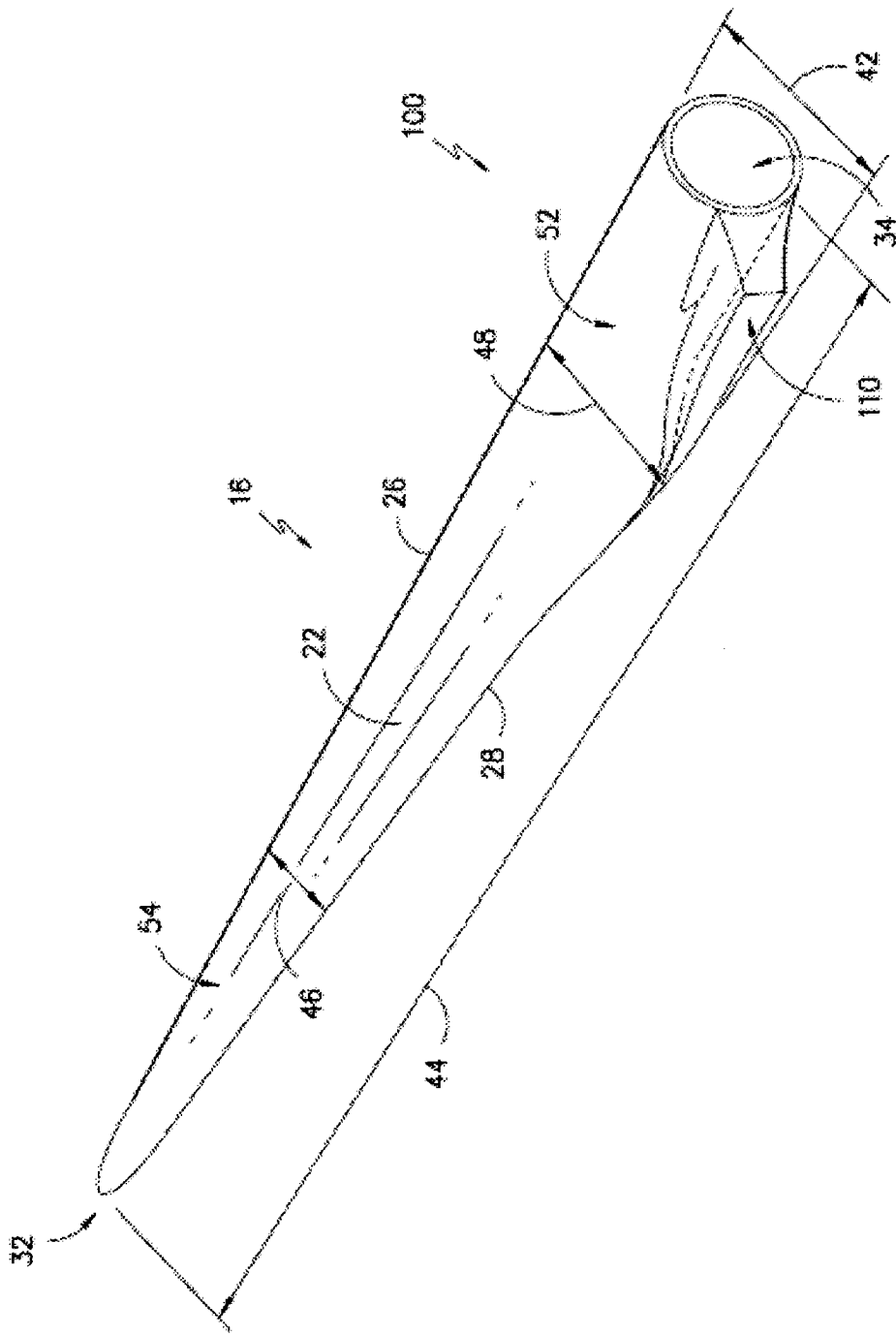


图 3

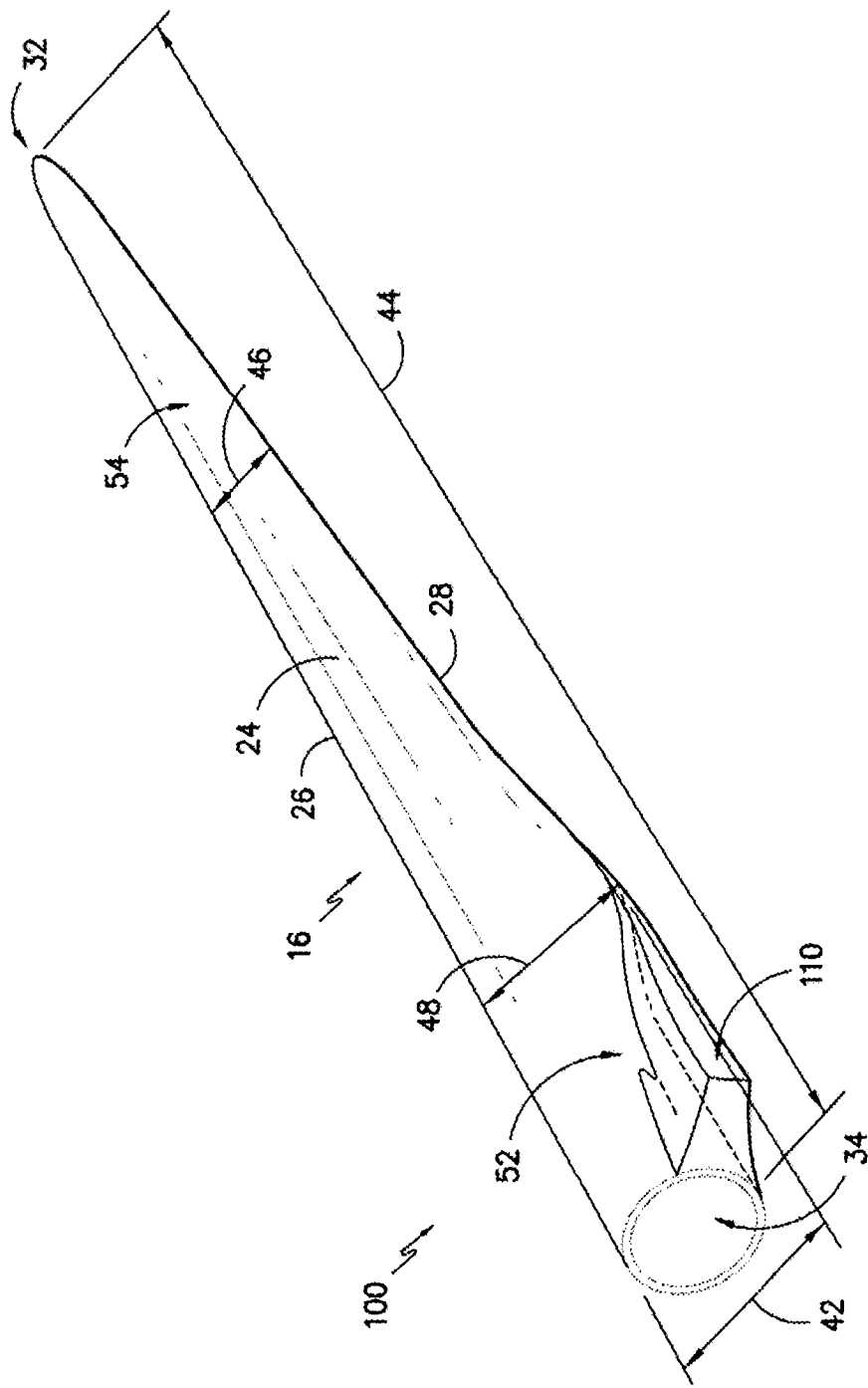


图 4

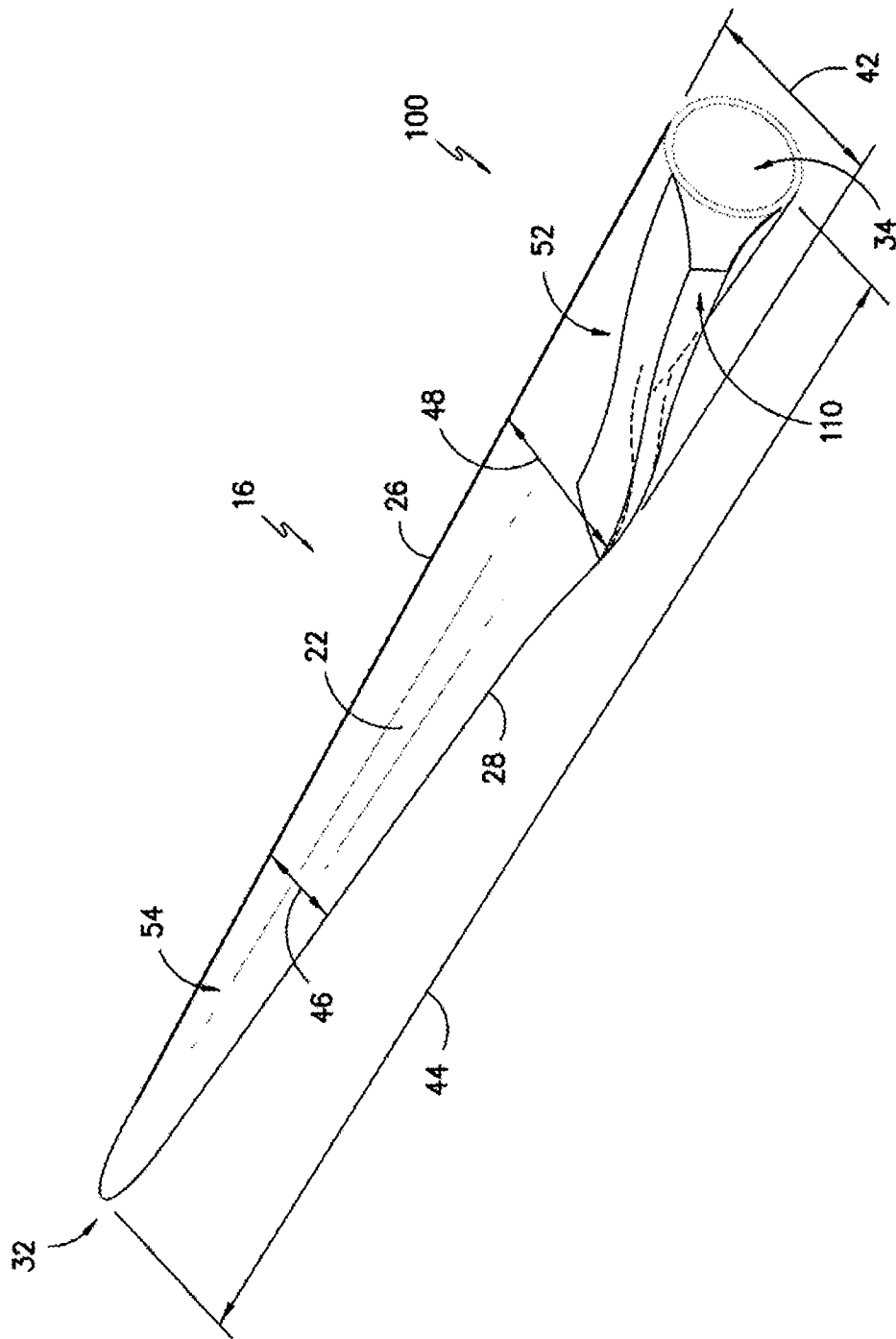


图 5

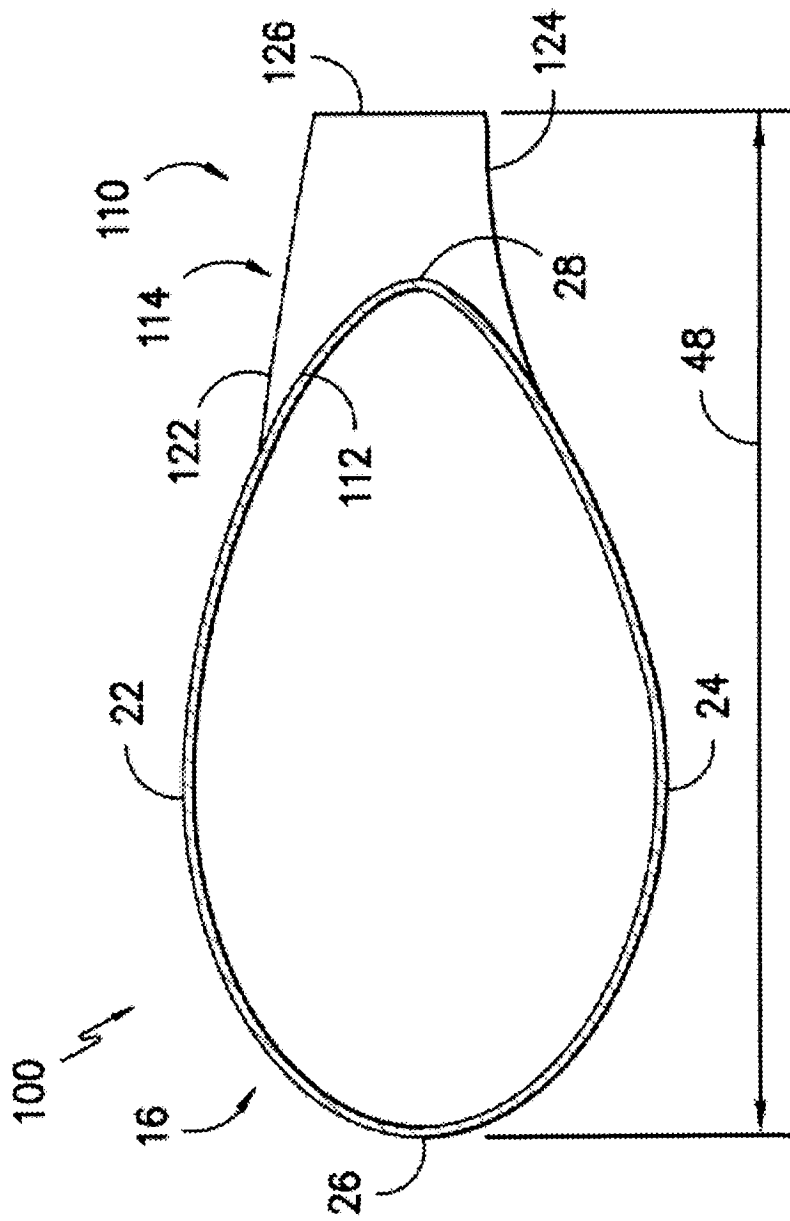


图 6

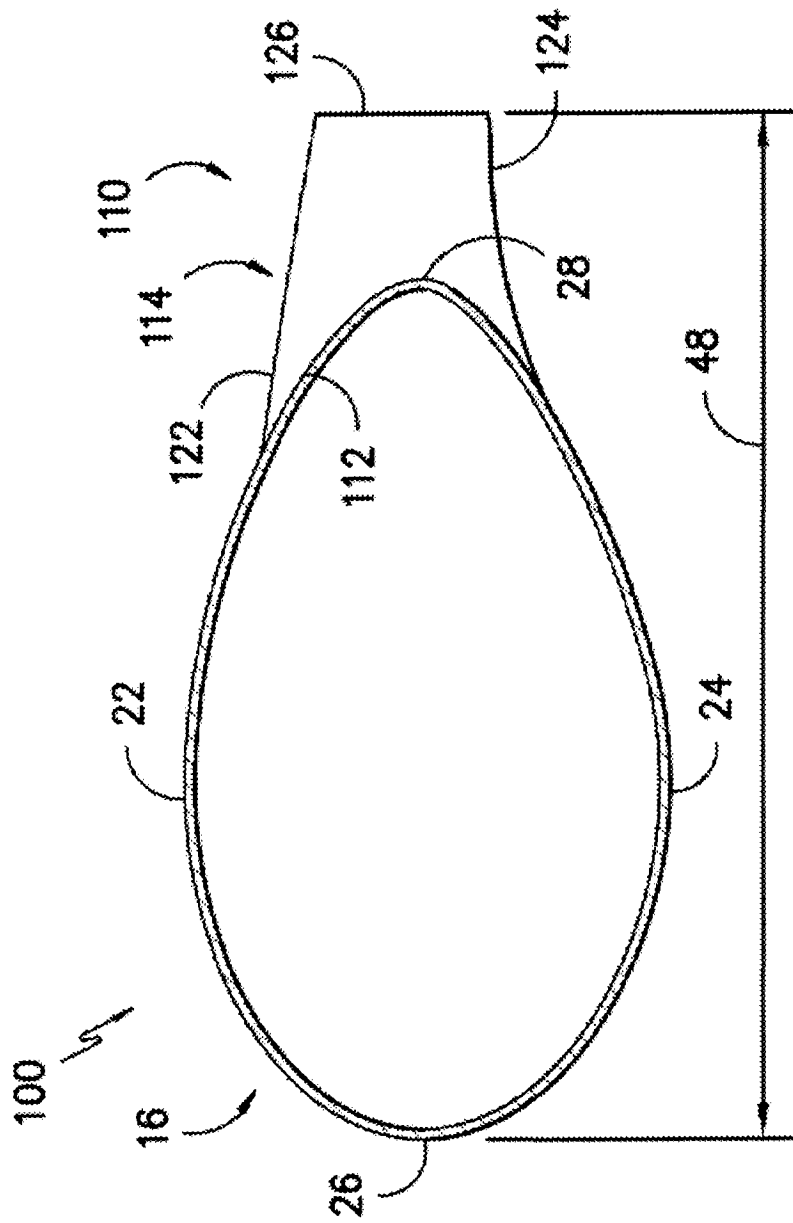


图 7

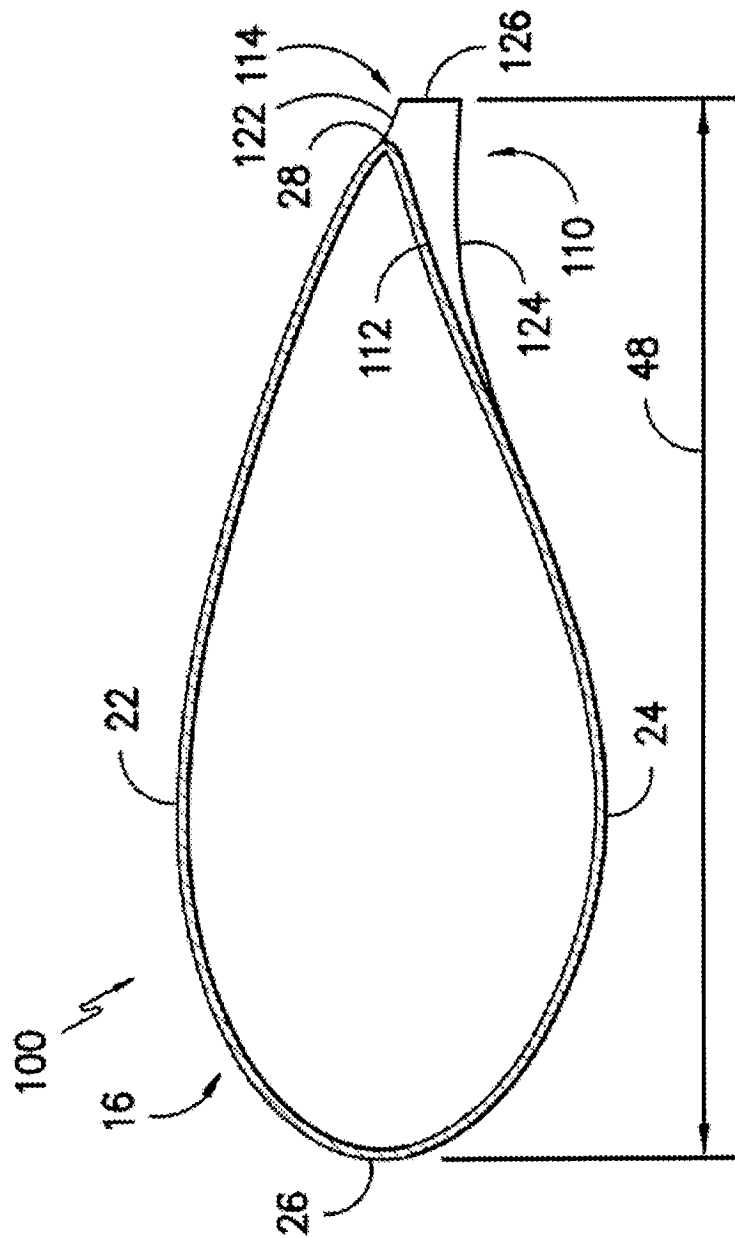


图 8

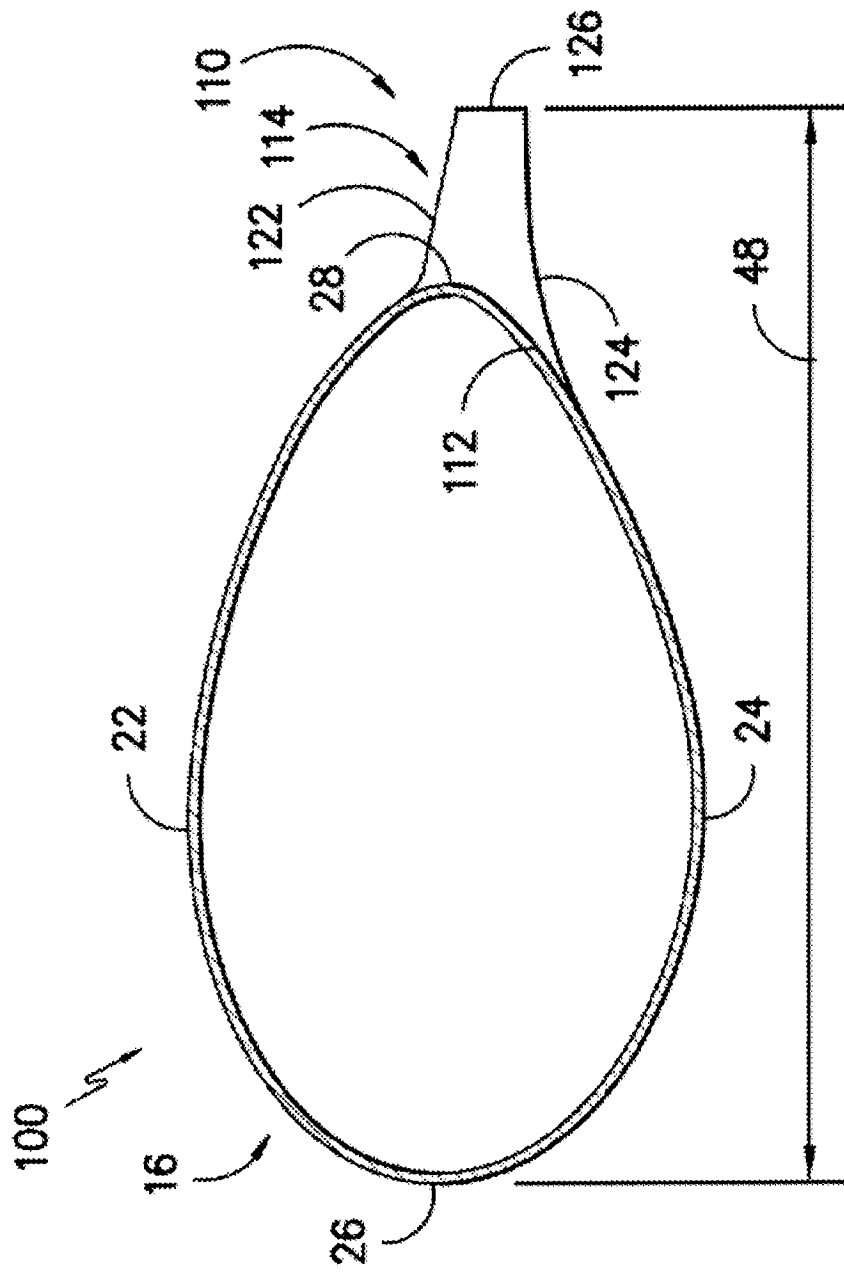


图 9

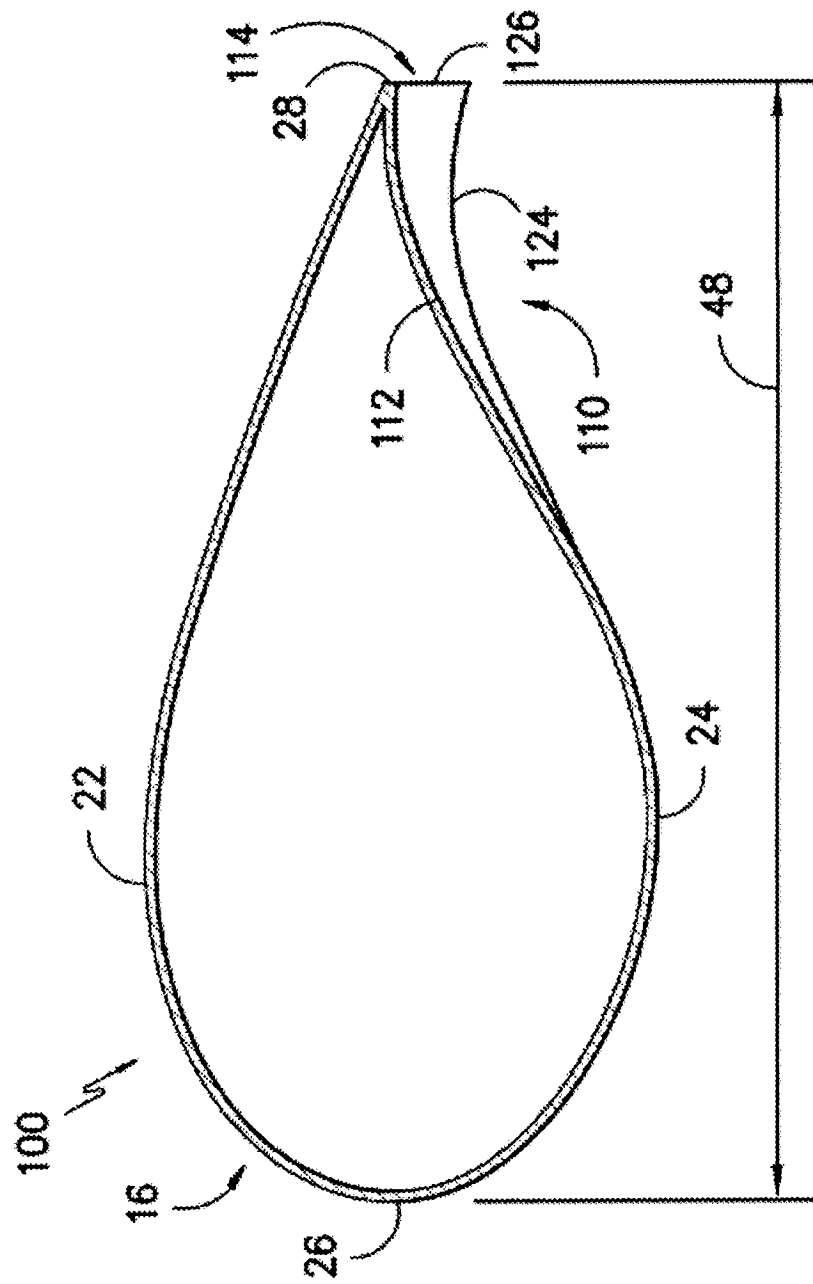


图 10

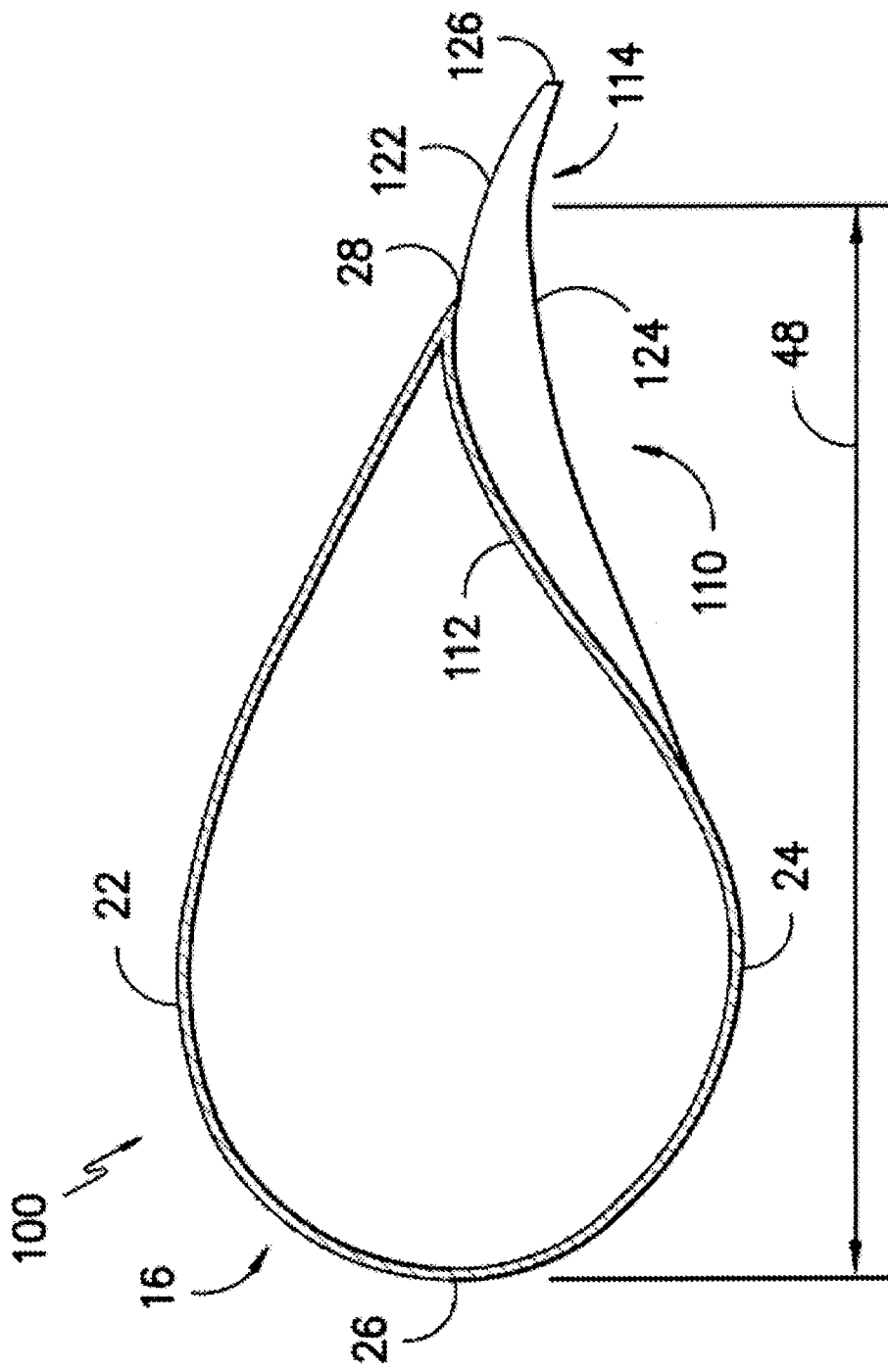


图 11