



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102691615 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201210089640. 5

(22) 申请日 2012. 03. 22

(30) 优先权数据

13/053532 2011. 03. 22 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 L·博内

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F03D 1/06(2006. 01)

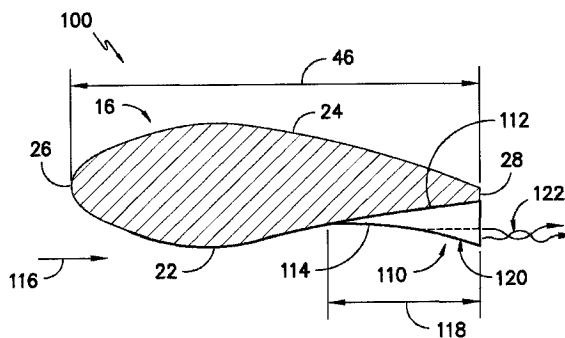
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于风力机中的转子叶片的提升装置

(57) 摘要

本发明公开一种用于转子叶片的提升装置和一种用于增加风力机转子叶片的升力的方法。所述转子叶片具有外表面,所述外表面限定了在前缘和后缘之间延伸的压力侧和吸入侧。所述提升装置包括配置成安装到所述转子叶片所述压力侧的第一气动表面,以及配置成与流经所述提升装置的风相互作用的相对第二气动表面。所述提升装置通常在所述风的流向上具有逐渐增加的截面积。所述提升装置配置成增加所述转子叶片的升力。



1. 一种用于风力机 (10) 的转子叶片组件 (100), 所述转子叶片组件 (100) 包括:
一个转子叶片 (16), 所述转子叶片具有外表面, 所述外表面限定了在叶尖 (32) 与叶根 (34) 之间延伸的压力侧 (22)、吸入侧 (24)、前缘 (26) 和后缘 (28); 以及
一个提升装置 (110), 配置成增加所述转子叶片组件 (100) 的升力, 所述提升装置 (110) 包括安装到所述转子叶片 (16) 压力侧 (22) 的第一气动表面 (112), 其以及相对的第二气动表面 (114), 所述第二气动表面配置成与流经所述转子叶片组件 (100) 的风相互作用,

其中所述提升装置 (110) 通常在所述风的流向 (116) 上具有逐渐增加的截面面积。

2. 根据权利要求 1 所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述提升装置 (110) 进一步包括限定于所述第二气动表面 (114) 中的一个通道 (120), 所述通道 (120) 配置用于减少与所述转子叶片 (16) 相关的噪声。

3. 根据权利要求 2 所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 进一步包括多个通道 (120)。

4. 根据权利要求 3 所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述多个通道 (120) 包括具有第一展弦比的第一通道 (126) 和具有第二展弦比的第二通道 (128)。

5. 根据权利要求 2 到 4 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述通道 (120) 通常在所述风的所述流向 (116) 上具有逐渐增加的面积。

6. 根据权利要求 1 到 5 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述提升装置 (110) 具有一个长度 (118), 且其中所述长度 (118) 在所述转子叶片 (16) 的局部翼弦 (46) 的 25% 到 50% 的范围内, 所述长度 (118) 位于沿着安装有所述第一气动表面 (112) 的所述转子叶片 (16) 的任意翼展向 (44) 位置。

7. 根据权利要求 1 到 6 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述第一气动表面 (112) 安装于所述转子叶片 (16) 的内板区域 (52) 内。

8. 根据权利要求 1 到 7 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述第一气动表面 (112) 安装成与所述转子叶片 (16) 的后缘 (28) 相邻。

9. 根据权利要求 1 到 8 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述提升装置 (110) 进一步包括第一层 (132) 和第二层 (134), 所述第一层 (132) 包括所述第一气动表面 (112), 且所述第二层 (134) 包括所述相对的第二气动表面 (114)。

10. 根据权利要求 9 所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述第一层 (132) 由吸声材料构成, 且所述第二层 (134) 至少比所述第一层 (132) 硬或坚固。

11. 根据权利要求 9 到 10 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述第一层 (132) 具有在约 0.6 到约 1.0 范围内的吸收系数。

12. 根据权利要求 9 到 11 中任一权利要求所述的转子叶片组件 (100), 其特征在于, 所述第二层 (134) 为声学非多孔层。

13. 一种用于转子叶片 (16) 的提升装置 (110), 所述转子叶片 (16) 具有外表面, 所述外表面限定了在前缘 (26) 与后缘 (28) 之间延伸的压力侧 (22) 和吸入侧 (24), 所述提升装置 (110) 包括:

配置成安装到所述转子叶片 (16) 所述压力侧 (22) 的第一气动表面 (112) 以及配置成与流经所述提升装置 (110) 的风相互作用的相对第二气动表面 (114),

其中所述提升装置 (110) 通常在所述风的流向 (116) 上具有逐渐增加的截面面积, 以及

其中所述提升装置 (110) 配置成增加所述转子叶片 (16) 的升力。

14. 根据权利要求 13 所述的提升装置 (110), 其特征在于, 进一步包括限定在所述第二气动表面 (114) 中的一个通道 (120), 所述通道 (120) 配置成减少与所述转子叶片 (16) 相关的噪声。

15. 一种用于增加风力机 (10) 的转子叶片 (16) 的升力的方法, 所述方法包括:

将一个提升装置 (110) 安装到一个转子叶片 (16) 的压力侧 (22), 所述转子叶片 (16) 的外表面限定了在叶尖 (32) 与叶根 (34) 之间延伸的所述压力侧 (22)、吸入侧 (24)、前缘 (26) 和后缘 (28), 所述提升装置 (110) 包括安装到所述转子叶片 (16) 所述压力侧 (22) 的第一气动表面 (112), 其以及配置成与流经所述转子叶片 (16) 的风相互作用的相对第二气动表面 (114), 且所述提升装置 (110) 通常在所述风的流向 (116) 上具有逐渐增加的截面面积; 以及

使所述转子叶片 (16) 在所述风力机 (10) 上旋转。

用于风力机中的转子叶片的提升装置

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及风力机转子叶片,更确切地说,涉及配置在转子叶片上的提升装置。

背景技术

[0002] 风能被认为是目前可用的最清洁、最环保的能源之一,在这一方面,风力机已获得广泛关注。现代风力机通常包括塔架、发电机、齿轮箱、机舱以及一片或多片转子叶片。转子叶片使用已知的翼型理论来捕获风的动能。转子叶片以转动能的形式传输动能,从而驱动一个轴,所述轴将转子叶片连接到齿轮箱,或者,如果未使用齿轮箱,则直接连接到发电机。之后,发电机将机械能转化成电能,从而输送到公用电网中。

[0003] 由于转子叶片和风力机通常能够捕获所增加的动能,因此与风力机运行相关的噪声可能会以类似方式增加。因此,在很多情况下,已知的风力机和转子叶片可能要求对所捕获的动能加以权衡,以阻止有过多的相关噪声产生。此外,已知的风力机和转子叶片设计成仅可在某一运行点处获得最大升力及相关噪声。因此,在升力增加而相关噪声保持不变或减少的情况下,这些风力机和转子叶片无法准确调整至多个运行点和/或多个延伸的范围。

[0004] 因此,需要一种改良的转子叶片组件和一种用于转子叶片组件的提升装置。例如,需要不对参数加以权衡便可阻止有过多噪声产生的转子叶片组件和提升装置。此外,需要能够增加升力并减少相关噪声的转子叶片组件和提升装置。

发明内容

[0005] 以下说明将部分阐明本发明的各方面内容和优点,或者,这些方面内容和优点在说明中可能是显而易见的,或者通过实践本发明能够推导出。

[0006] 在一项实施例中,公开了一种用于风力机的转子叶片组件。所述转子叶片组件包括:一个转子叶片,所述转子叶片具有外表面。所述外表面限定了在叶尖与叶根之间延伸的压力侧、吸入侧、前缘和后缘;以及一个配置成增加所述转子叶片组件升力的提升装置,所述提升装置包括安装到所述转子叶片所述压力侧的第一气动表面,以及配置成与流经所述转子叶片组件的风相互作用的相对第二气动表面,其中所述提升装置通常在所述风的流向上具有逐渐增加的截面面积。

[0007] 进一步的,所述提升装置进一步包括限定于所述第二气动表面中的一个通道,所述通道配置成减少与所述转子叶片相关的噪声。

[0008] 进一步的,所述的转子叶片组件包括多个通道。

[0009] 进一步的,所述多个通道包括具有第一展弦比的第一通道和具有第二展弦比的第二通道。

[0010] 进一步的,所述通道通常在所述风的所述流向上具有逐渐增加的面积。

[0011] 进一步的,所述提升装置具有一个长度,且其中所述长度在所述转子叶片的局部

翼弦的 25% 到 50% 的范围内,所述长度位于沿着安装有所述第一气动表面的所述转子叶片的任意翼展向位置。

[0012] 进一步的,所述第一气动表面安装于所述转子叶片的内板区域内。

[0013] 进一步的,所述第一气动表面安装成与所述转子叶片的所述后缘相邻。

[0014] 进一步的,所述提升装置进一步包括第一层和第二层,所述第一层包括所述第一气动表面,且所述第二层包括所述相对的第二气动表面。

[0015] 进一步的,所述第一层由吸声材料构成,且所述第二层至少比所述第一层硬或坚固。

[0016] 进一步的,所述第一层具有在约 0.6 到约 1.0 范围内的吸收系数。

[0017] 进一步的,所述第二层为声学非多孔层。

[0018] 在另一项实施例中,公开了一种用于转子叶片的提升装置。所述转子叶片具有外表面,所述外表面设有在前缘和后缘之间延伸的压力侧和吸入侧。所述提升装置包括第一气动表面,其经配置成安装到所述转子叶片的所述压力侧;以及相对的第二气动表面,其经配置以与流经所述提升装置的风相互作用。所述提升装置通常在所述风的流向上具有逐渐增加的截面面积。所述提升装置经配置以增加所述转子叶片的升力。

[0019] 进一步的,所述的提升装置包括设于所述第二气动表面中的一个通道,所述通道配置成减少与所述转子叶片相关的噪声。

[0020] 进一步的,所述的提升装置包括多个通道。

[0021] 进一步的,所述多个通道包括具有第一展弦比的第一通道和具有第二展弦比的第二通道。

[0022] 进一步的,所述通道通常在所述风的所述流向上具有逐渐增加的面积。

[0023] 进一步的,所述的提升装置包括第一层和第二层,所述第一层包括所述第一气动表面,且所述第二层包括所述相对的第二气动表面。

[0024] 进一步的,所述第一层由吸声材料构成,且其中所述第二层至少比所述第一层硬或坚固。

[0025] 在又另一项实施例中,公开了一种用于增加风力机转子叶片的升力的方法。所述方法包括将提升装置安装到转子叶片的压力侧。所述转子叶片具有外表面,所述外表面设有在叶尖与叶根之间延伸的压力侧、吸入侧、前缘和后缘。所述提升装置包括第一气动表面,其安装到转子叶片的压力侧;以及相对的第二气动表面,其经配置以与流经转子叶片组件的风相互作用,且所述提升装置通常在风的流向上具有逐渐增加的截面面积。所述方法进一步包括使转子叶片在风力机上旋转。

[0026] 参考以下说明和所附权利要求书可以更深入地了解本发明的这些以及其他特征、方面和优点。附图并入本说明书并构成本说明书的一部分,展示了本发明的各实施例,并与具体说明一起解释本发明的原理。

附图说明

[0027] 本说明书参考附图,针对所属领域一般技术人员,完整且可实现地揭示了本发明,包括其最佳模式,其中:

[0028] 图 1 为根据本发明的一项实施例的风力机的侧视图;

- [0029] 图 2 为根据本发明的一项实施例的转子叶片组件的俯视图；
 [0030] 图 3 为根据本发明的一项实施例的转子叶片组件的后视图；
 [0031] 图 4 为根据本发明的一项实施例的转子叶片组件沿着图 2 中的线 4--4 截得的截面图；
 [0032] 图 5 为根据本发明的一项实施例的提升装置的仰视图；
 [0033] 图 6 为根据本发明的一项实施例的提升装置的后视图；
 [0034] 图 7 为根据本发明的另一项实施例的提升装置的仰视图；
 [0035] 图 8 为根据本发明的另一项实施例的提升装置的后视图；以及
 [0036] 图 9 为根据本发明的一项实施例的提升装置的侧视图。
 [0037] 部件符号列表：

[0038]

参考标号	部件	参考标号	部件
10	风力机	12	塔架
14	机舱	16	转子叶片
18	转子轮毂	22	压力侧
24	吸入侧	26	前缘
28	后缘	32	叶尖
34	叶根	42	翼弦
44	翼展	46	局部翼弦
52	内板区域	54	外板区域
100	转子叶片组件	110	提升装置
112	第一气动表面	114	第二气动表面
116	流向	118	长度
120	通道	122	排出流
126	第一通道	128	第二通道
132	第一层	134	第二层

[0039]

具体实施方式

[0040] 现在将详细参考本发明的各实施例，附图中将展示本发明实施例的一个或多个实

例。各个实例用以解释本发明而非限定本发明。事实上,在不脱离本发明的范围或精神的前提下,所属领域的一般技术人员可轻易对本发明作各种修改和变化。例如,作为一项实施例的一部分进行说明或图示的特征可用于其他实施例中,从而得到另一项实施例。因此,本发明应涵盖所有基于所附权利要求书和其等效物的范围内的修改和变化。

[0041] 图 1 所示为采用常见结构的风力机 10。风力机 10 包括塔架 12,塔架 12 上安装有机舱 14。多片转子叶片 16 安装在转子轮毂 18 上,而转子轮毂 18 连接到转动主转子轴的主法兰上。风力机的发电和控制部件设置在机舱 14 内。图 1 仅作图示目的,以示例性地说明本发明。应了解,本发明不局限于任何特定类型的风力机配置。

[0042] 参考图 2,根据本发明,转子叶片 16 可包括外表面,其设有在前缘 26 与后缘 28 之间延伸的压力侧 22 和吸入侧 24(见图 3 到图 5 和图 7),且转子叶片 16 可从叶尖 32 延伸至叶根 34。外表面通常可为具有一般的气动轮廓的气动表面,如本领域所熟知。

[0043] 在某些实施例中,转子叶片 16 可包括从叶尖 32 到叶根 34 以端对端的次序对齐的多个单独的叶片段。每个单独的叶片段均以唯一的方式配置,由此,多个叶片段构成一个具有设计好的气动廓线、长度和其他所需特性的完整转子叶片 16。例如,每个叶片段的气动廓线可与相邻叶片段的气动廓线相对应。因此,这些叶片段的气动廓线可形成转子叶片 16 连续的气动廓线。或者,可将转子叶片 16 形成为具有设计好的气动廓线、长度和其他所需特性的单个整体性叶片。

[0044] 在各示例性实施例中,转子叶片 16 可以弯曲。弯曲转子叶片 16 可以使转子叶片 16 通常在挥舞方向 (flapwise direction) 和 / 或在摆振方向 (edgewise direction) 上弯曲。挥舞方向通常可解释为气动升力作用于转子叶片 16 上的方向 (或反方向)。摆振方向通常垂直于挥舞方向。转子叶片 16 在挥舞方向上的弯曲也称为预弯曲,而在摆振方向上的弯曲也称为扫掠。因此,弯曲的转子叶片 16 可能是预弯曲和 / 或扫掠。弯曲可使转子叶片 16 在风力机 10 运行期间承受更大的挥舞方向负载和摆振方向负载,且可在风力机 10 运行期间进一步使转子叶片 16 远离塔架 12。

[0045] 转子叶片 16 可进一步设有翼弦 42 和翼展 44。如图 2 和图 4 所示,翼弦 42 可在转子叶片 16 的翼展 44 范围变化。因此,如下文所述,转子叶片 16 的局部翼弦 46 可设于转子叶片 16 沿翼展 44 的任何位置处。

[0046] 此外,转子叶片 16 可设有内板区域 52 和外板区域 54。内板区域 52 可为转子叶片 16 从叶根 34 伸出的翼展向部分。例如,在某些实施例中,内板区域 52 可大致包括从叶根 34 算起、翼展 44 的 33%、40%、50%、60%、67%,或其间的任意百分数或任意范围的百分数,或任意其他合适的百分数或任意其他合适范围的百分数。外板区域 54 可为转子叶片 16 从叶尖 32 伸出的翼展向部分,且在某些实施例中,外板区域 54 可包括转子叶片 16 在内板区域 52 与叶尖 32 之间的其余部分。此外 (或者),在某些实施例中,外板区域 54 可大致包括从叶尖 32 算起、翼展 44 的 33%、40%、50%、60%、67%,或其间的任意百分数或任意范围的百分数,或任意其他合适的百分数或任意其他合适范围的百分数。

[0047] 如图 2 到图 9 所示,本发明可进一步涉及转子叶片组件 100。转子叶片组件 100 可包括提升装置 110 和转子叶片 16。通常情况下,提升装置 110 可安装到转子叶片 16 的外表面,且可增加转子叶片 16 和转子叶片组件 100 的升力。此外,如下文所述,提升装置 110 可包括各种特征,用于减少与转子叶片 16 和转子叶片组件 100 相关的噪声。

[0048] 提升装置 110 可包括第一气动表面 112 和相对的第二气动表面 114。第一气动表面 112 可经配置成安装到转子叶片 16 的外表面。因此,第一气动表面 112 的气动轮廓可类似于即将安装第一气动表面 112 的外表面的轮廓,这样,第一气动表面 112 通常与所述外表面配合在一起。

[0049] 在各示例性实施例中,第一气动表面 112 可经配置成安装到压力侧 22,并可安装到压力侧 22。或者,第一气动表面 112 可经配置成安装到转子叶片 16 的任意合适的外表面,并可安装到所述任意合适的外表面。

[0050] 此外,在某些示例性实施例中,如图 2 所示,第一气动表面 112 可经配置成安装于转子叶片 16 的内板区域 52 中,并可安装于内板区域 52 中。或者,第一气动表面 112 可经配置成安装于转子叶片 16 的外板区域 54 中,或转子叶片 16 的任意其他翼展向位置,并可安装于外板区域 54 中或转子叶片 16 的任意其他翼展向位置。

[0051] 此外,在某些示例性实施例中,第一气动表面 112 可经配置成安装成与转子叶片 16 的后缘 28 相邻,并可安装成与所述后缘 28 相邻。例如,在某些实施例中,如图 4 所示,第一气动表面 112 可安装成与后缘 28 相邻,从而使提升装置 110 延伸到后缘 28 且不会伸出后缘 28。在其他实施例中,第一气动表面 112 可安装成与后缘 28 相邻,从而使提升装置 110 不会延伸到后缘,或使提升装置 110 伸出后缘 28。或者,第一气动表面 112 可安装成与前缘 26 相邻,或可安装于与转子叶片 16 的任意外表面相邻的任意其他合适的位置。

[0052] 可使用任意合适的方法或装置安装第一气动表面 112。例如,可使用合适的粘合剂或机械紧固件安装第一气动表面 112。此外,安装第一气动表面 112 应理解成包括将提升装置整体加到转子叶片 16 中,从而形成转子叶片组件 100。

[0053] 如图 4 所示,相对的第二气动表面 114 可经配置以与流经转子叶片 16 和转子叶片组件 100 的风相互作用。例如,风通常可沿着流向 116 流过转子叶片组件 100。相对的第二气动表面 114 通常可具有气动轮廓,以与风相互作用。例如,第二气动表面 114 可具有气动轮廓,这样,当第一气动表面 112 安装到转子叶片 16 时,第二气动表面 114 从转子叶片 16 的外表面延伸。因此,流过外表面的风可进一步与第二气动表面 114 相互作用。

[0054] 在各示例性实施例中,如图 4 和图 9 所示,提升装置 110 通常可在风的流向 116 上具有逐渐增加的截面面积。因此,在一端,第一气动表面 112 与第二气动表面 114 之间可具有最小的间隔或厚度,而在另一端,第一气动表面 112 与第二气动表面 114 之间可具有最大的间隔或厚度。在多项示例性实施例中,截面面积可在与流向 116 相反的方向上逐渐变小,直至变成使第一气动表面 112 与第二气动表面 114 之间的间隔或厚度最小或不存在的端,这样,当第一气动表面 112 安装到转子叶片 16 的外表面时,外表面所暴露的部分与第二气动表面 114 通常可形成平坦的连续外表面。

[0055] 应理解,提升装置 100 的截面面积无需在流向 116 上不断增加。例如,只有截面面积的一部分或多个部分需要增加,而不是整个截面面积均需要增加。

[0056] 此外,提升装置 110 的截面面积逐渐增加可增加转子叶片组件 100 位于提升装置 110 截面面积最大的那端的总截面面积。例如,转子叶片组件 100 位于,例如,与后缘 28 相邻的那端的总截面面积可通过一个系数而增加,所述系数在 1 到 2 和 1 到 10 的范围内。换言之,由于增加了提升装置 110,因此在这一端的转子叶片组件 100 的总厚度可通过在 2 和 10 范围内的系数而增加。

[0057] 根据本发明,提升装置 110 可经配置以增加转子叶片 16 和转子叶片组件 100 的升力。例如,当提升装置 110 安装到转子叶片 16 时,可增加转子组件 100 针对给定风流所产生的升力。如上文所述,第二气动表面 114 可经配置以与流经转子叶片组件 100 的风相互作用。因此,第二气动表面 114 相对于转子叶片 16 的轮廓和方向可在与流经转子叶片组件 100 的风相互作用时产生升力,从而补充转子叶片 16 所产生的升力并增加转子叶片组件 100 的总升力。

[0058] 如图 4 所示,提升装置 110 可具有长度 118。长度 118 可为局部翼弦 46 的一部分,所述长度 118 位于沿着即将安装第一气动表面 112 或安装有第一气动表面 112 的转子叶片 16 的翼展向位置。例如,在各示例性实施例中,长度 118 可在局部翼弦 46 的 25%到 50%的范围内,长度 118 位于沿着即将安装第一气动表面 112 或安装有第一气动表面 112 的转子叶片 16 的任意翼展向位置。或者,提升装置 110 可具有相对于位于任意一个或多个翼展向位置的局部翼弦 46 的任意合适的长度 118 或任意合适范围的长度 118。

[0059] 如图 4 到图 8 所示,在某些实施例中,本发明的提升装置 110 可进一步包括设于第二气动表面 114 中的一个通道 120 或多个通道 120。通道 120 可经配置以减少与转子叶片 16 或转子叶片组件 100 相关的噪声。因此,在各示例性实施例中,当减少相关噪声时,提升装置 110 可使风力机 10 增加升力并产生更多电力。

[0060] 通道 120 可伸过提升装置 110 的长度 118 的一部分或整个长度 118。因此,流过第二气动表面 114 并流经转子叶片组件 100 的风的一部分可在遇到通道 120 时进入通道 120,并与之相互作用。通道 120 可产生切变流,且当在通道 120 中的风耗尽时增强切变流的扩散,如排出流 122 所示。因此,通道 120 与风相互作用并产生排出湍流 122,从而可减少与转子叶片组件 100 相关的噪声。

[0061] 在各示例性实施例中,如图 4 到图 8 所示,通道 120 或其一部分通常可在风的流向 116 上具有逐渐增加的面积。或者,通道 120 或其一部分通常可在流向 116 上具有逐渐变小的面积,或在流向上具有不变的面积。此外,如图 4 到图 8 所示,在各示例性实施例中,通道 120 通常可为梯形。或者,通道 120 可为任意合适的多边形。

[0062] 各个通道 120 均具有类似的形状和大小,或者各组通道 120 可具有类似的形状和大小,或者各个通道 120 可具有单独的形状和大小。例如,在某些示例性实施例中,提升装置 110 可包括设于其中的多个通道 120。多个通道 120 可包括一个第一通道 126 和一个第二通道 128,或者多个第一通道 126 和多个第二通道 128,如图 7 和图 8 所示。在某些实施例中,第一通道 126 各自可具有第一展弦比,第二通道 128 各自可具有不同于第一展弦比的第二展弦比。此外(或者),第一通道 126 通常可具有相同或不同的长度、宽度和/或深度,第二通道 128 通常可具有相同或不同的长度、宽度和/或深度。此外,第一通道 126 的长度、宽度和/或深度可与第二通道 128 的长度、宽度和/或深度相同或不同。此外(或者),第一通道 126 通常可具有相同或不同的形状,第二通道 128 通常可具有相同或不同的形状。此外,第一通道 126 的形状可与第二通道 128 的形状相同或不同。在各示例性实施例中,第一通道 126 和第二通道 128 可通过提升装置 120 的宽度或宽度的任意部分进行交替。或者,第一通道 126 和第二通道 128 可设置成任意合适的构形或图案。

[0063] 此外,应理解,本发明并非局限于第一通道 126 和第二通道 128,事实上,任意合适数目的通道组均在本发明的范围和精神内。

[0064] 如图 9 所示,在某些实施例中,本发明的提升装置 110 可进一步包括第一层 132 和第二层 134。第一层 132 可包括第一气动表面 112,第二层 134 可包括相对的第二气动表面 114。

[0065] 第一层 132 或第二层 134 中的一层,例如各示例性实施例中的第一层 132,可由吸声材料构成。所述吸声材料可通过吸收一部分噪声来吸收与转子叶片 16 和转子叶片组件 100 相关的噪声。例如,所述吸声材料通常可为声学多孔材料。声学多孔材料允许空气透过所述材料,且声学多孔材料与空气之间的相互摩擦作用会吸收噪声、使噪声耗散,从而减少噪声。例如,所述声学多孔材料可为声学多孔单元泡沫材料,例如,聚氨酯泡沫、聚醚泡沫,三聚氰胺泡沫,或任意其他合适的泡沫。或者,所述声学多孔材料可为,例如,声学多孔天然纤维材料团,例如,木质纤维、椰子纤维,或任意其他合适的纤维。或者,所述声学多孔材料可为,例如,单层或多层织物材料,例如,棉布、亚麻布、大麻布,或任意其他合适的织物材料。然而,应理解,本发明的吸声材料并不限于上文所公开的材料,事实上,任意合适的吸声材料均在本发明的范围和精神内。

[0066] 此外,在各示例性实施例中,由吸声材料形成的层可具有吸收系数。在各示例性实施例中,所述吸收系数可在大约 0.6 到 1.0 的范围内。然而,应理解,所述吸收系数并不限于上文所公开的范围,事实上,任意合适的范围均在本发明的范围和精神内。

[0067] 第一层 132 或第二层 134 中的另一层,例如在各示例性实施例中的第二层 134 内,可由比第一层 132 或第二层 134 的材料更硬和 / 或更坚固的材料构成。这种材料可充当提升装置 110 的保护层和 / 或加强层或加固层。此外,在示例性实施例中,所述材料可为声学非多孔材料。因此,所述材料可为,例如,聚合物,例如,热塑料、纤维增强塑料或编织纤维增强塑料、金属,或任意其他合适的材料。此外,在各示例性实施例中,第一层 132 或第二层 134 中包括这种材料的另一层,与第一层 132 或第二层 134 相比相对较薄。

[0068] 应理解,本发明的提升装置 110 可在制造转子叶片 16 期间安装到转子叶片 16 中,或者加装到现有的转子叶片 16 中,从而形成转子叶片组件 100。转子叶片组件 100 包括转子叶片 16 和提升装置 110,从而可针对给定的风流增加升力且减少噪声。此外,将提升装置 110 添加到转子叶片 16 以形成转子叶片组件 100 可有效地阻止气动失速。例如,在一些实施例中,将通道 120 添加到提升装置 110 中可提供更有效的阻止。此外,将提升装置 110 添加到转子叶片 16 以形成转子叶片组件 100,这可向转子叶片组件 100 提供额外的结构弯曲强度和扭曲强度。在某些实施例中,这种额外的结构弯曲强度和扭曲强度可通过以下方式形成:增加的截面面积和由此增加的惯性。

[0069] 本发明进一步涉及一种用于增加风力机 10 的转子叶片 16 的升力的方法。如上文所述,所述方法可包括将提升装置 110 安装到转子叶片 16 的压力侧 22。如上文所述,所述方法进一步可包括使转子叶片 16 在风力机 10 上旋转。

[0070] 本说明书使用了各种实例来揭示本发明,包括最佳方式,同时也让所属领域的任何技术人员能够实践本发明,包括制造并使用任何装置或系统、并实施所结合的任何方法。本发明的保护范围由权利要求书界定,并可包括所属领域的一般技术人员想出的其他实例。如果其他此类实例的结构要素与本权利要求书的字面意义相同,或如果此类实例包括的等效结构要素与本权利要求书的字面意义无实质差别,则此类实例也属于本权利要求书的范围。

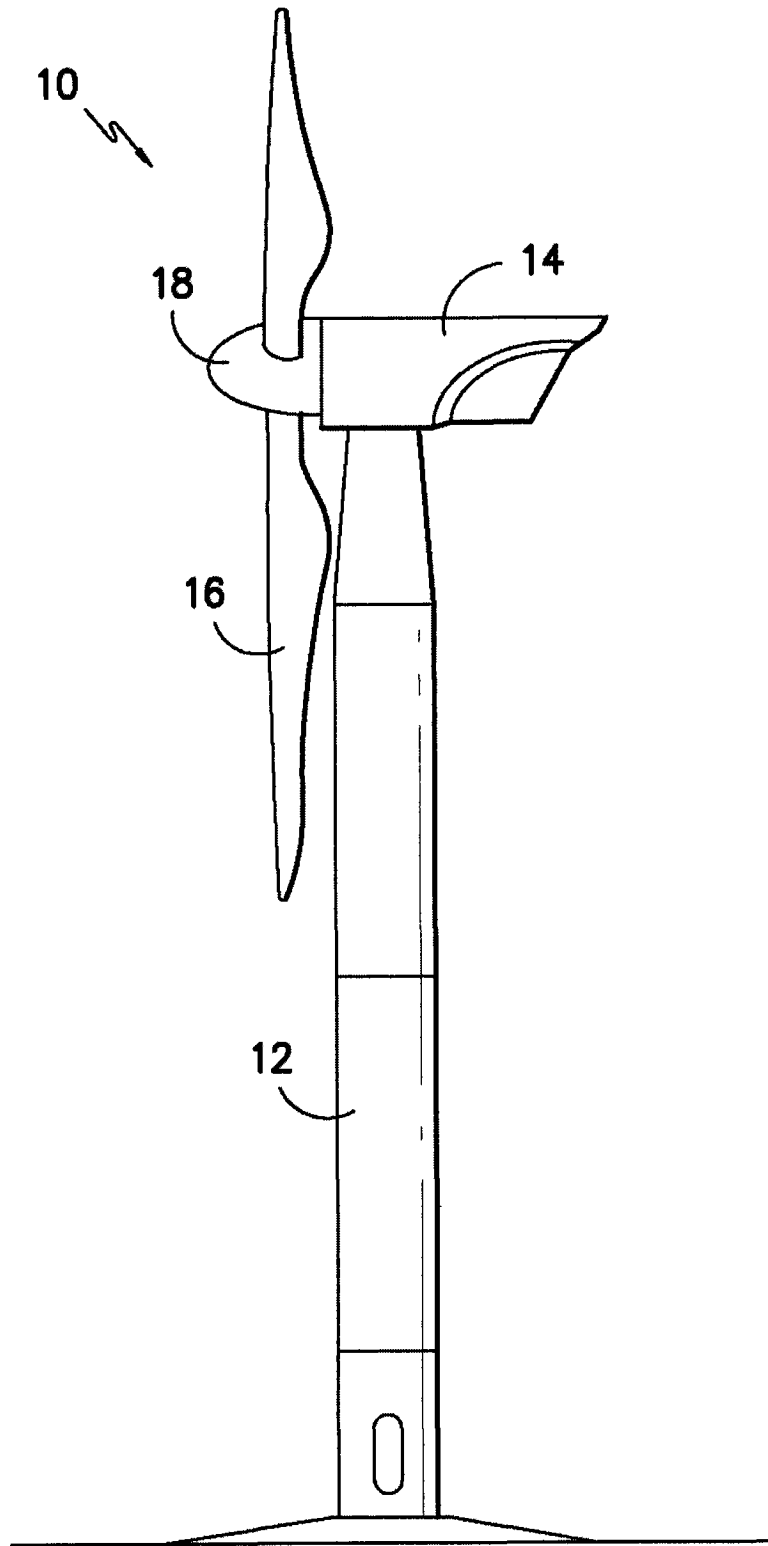


图 1

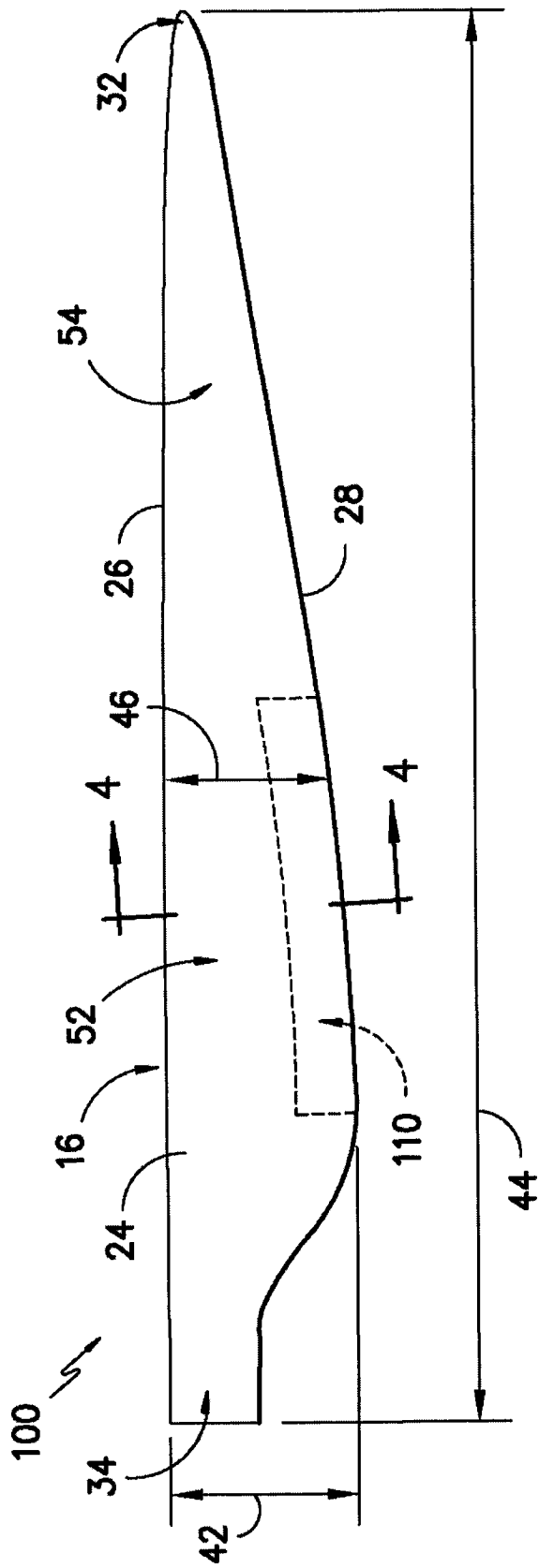


图 2

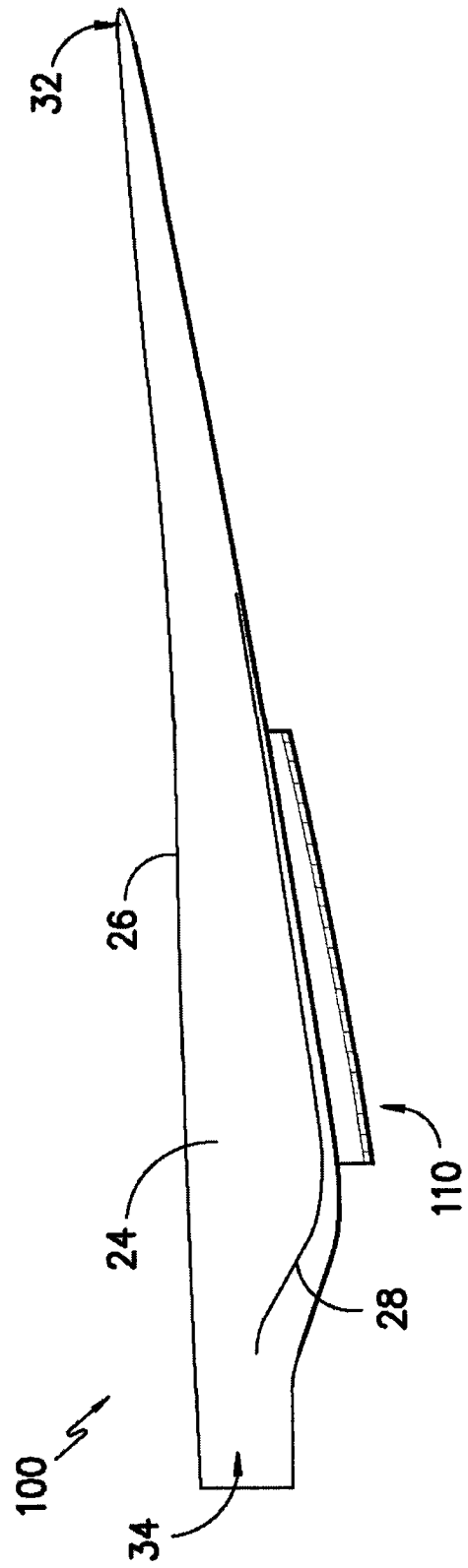


图 3

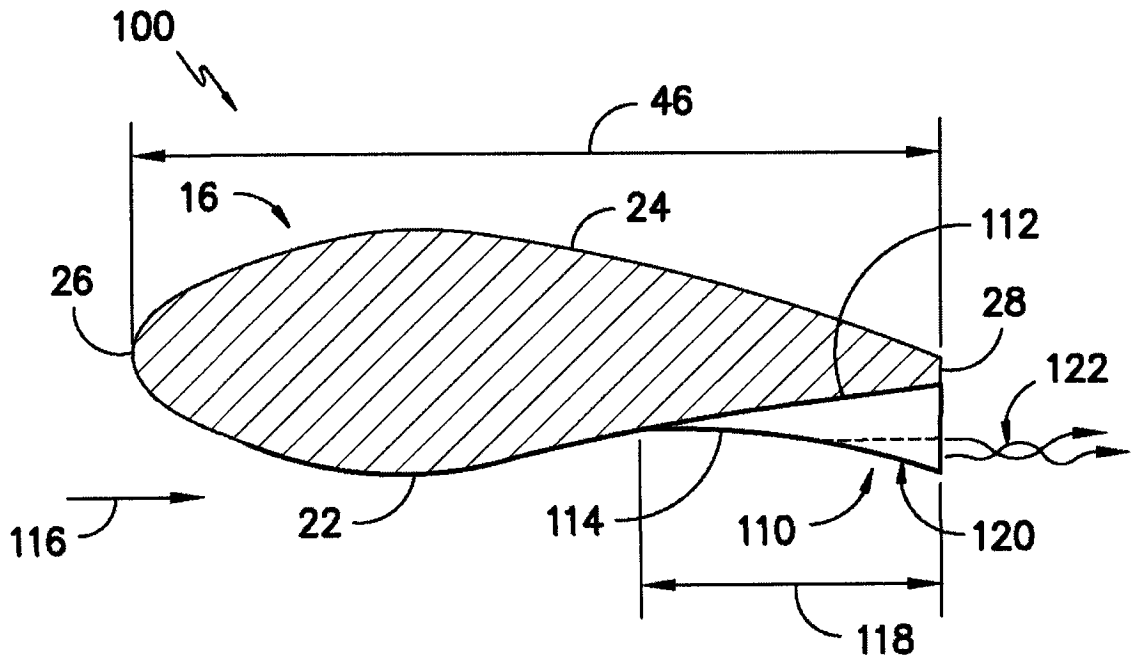


图 4

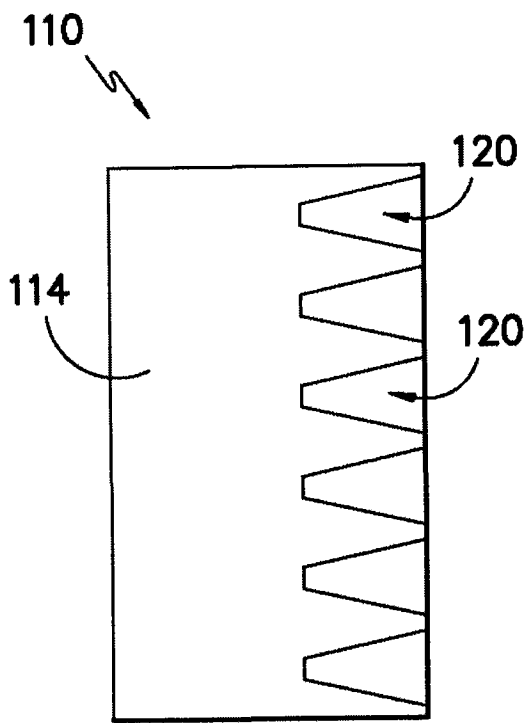


图 5

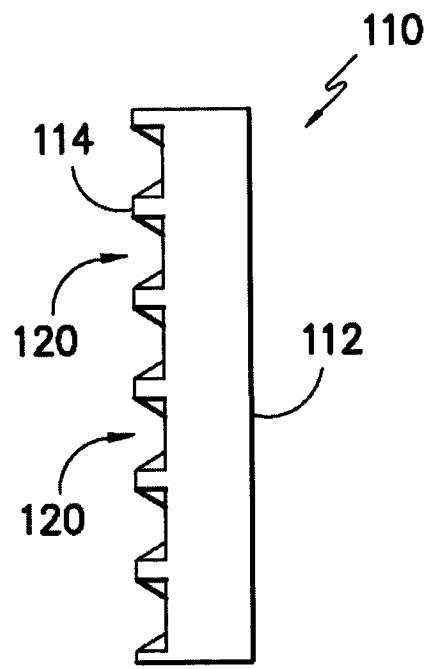


图 6

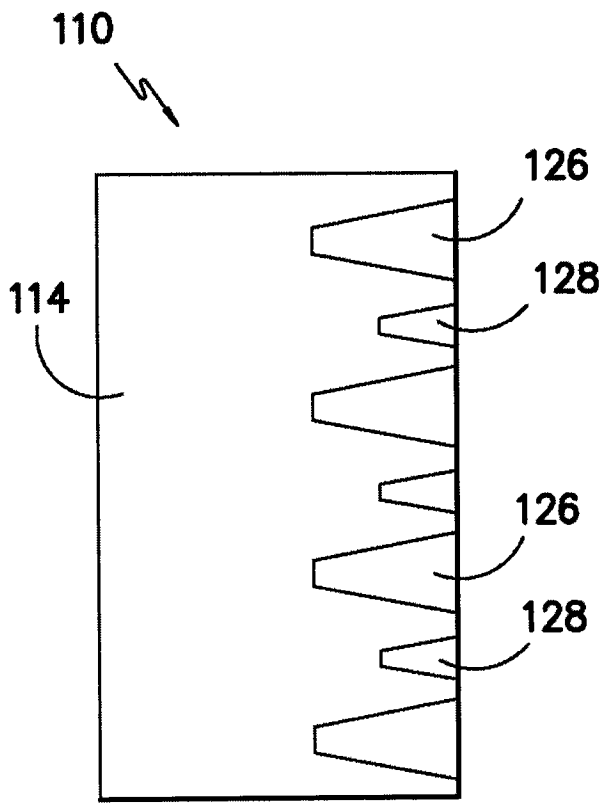


图 7

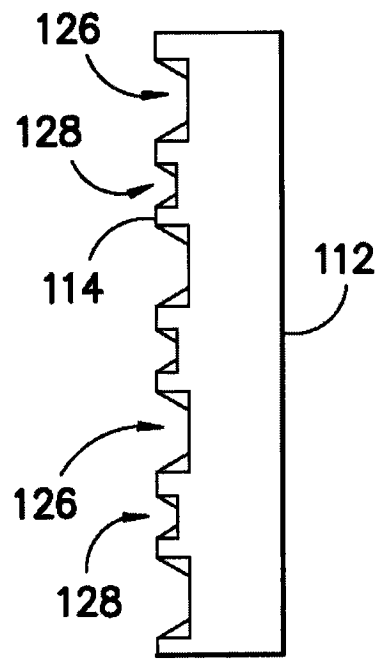


图 8

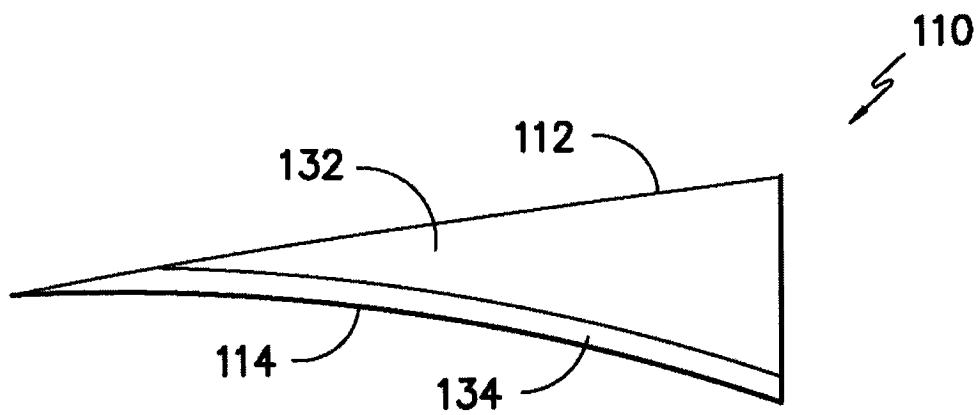


图 9