



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1840899 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 01

(21) 申请号 200610071977. 8

CN 1575379 A, 2005. 02. 02, 全文.

(22) 申请日 2006. 03. 31

审查员 张玉春

(30) 优先权数据

11/094952 2005. 03. 31 US

(73) 专利权人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 W·W·-L·林 S·R·芬

D·-J·库特斯特拉

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周备麟 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F03D 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5499904 A, 1996. 03. 19, 说明书第 4 栏第 61 行至第 11 栏第 8 行、图 2-12.

US 20020148114 A1, 2002. 10. 17, 摘要、图 1.

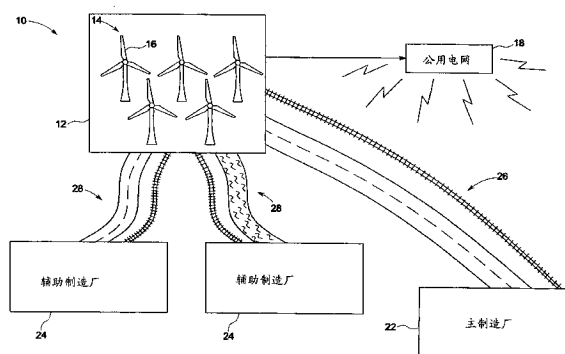
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

制造风动涡轮叶片的装置和方法

(57) 摘要

一种为风力农场地区 (12) 上的设施制造风动涡轮叶片 (16) 的方法。按照本发明的方法, 在主制造厂 (22) 制造风动涡轮叶片 (16) 的主要零件例如叶根部分和翼梁缘条, 在比主制造厂 (22) 更接近风力农场地区 (12) 的辅助制造厂制造辅助零件例如叶片外壳。可以在风力农场 (12) 附近的装配站里将制成的主要零件和辅助零件组装起来。



1. 一种用以制造安装在风力农场地区 (12) 的风动涡轮叶片 (16) 的方法,该方法包括如下步骤:

在主制造厂 (22) 制造至少一个风动涡轮叶片 (16) 的结构件,其中所述主制造厂包括中央生产基地,风动涡轮叶片 (16) 被制造成具有长度 L 和宽度 W,长度 L 和宽度 W 中的至少一个超过地方当局制定的至少一个运输范围;和

在辅助制造厂 (24) 制造风动涡轮叶片 (16) 的外壳件 (42),其中所述辅助制造厂包括一个或多个现场生产工地。

2. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于,还包括将上述至少一个结构件和外壳件 (42) 供给靠近风力农场地区 (12) 的装配站。

3. 根据权利要求 2 的方法,其特征在于,上述的供给至少一个结构件和外壳件 (42) 的步骤包括将至少一个结构件从主制造厂 (22) 运输到该装配站。

4. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于,还包括在风力农场地区 (12) 将该至少一个结构件和外壳件 (42) 装配起来的步骤。

5. 根据权利要求 2 的方法,其特征在于,上述的供给至少一个结构件和外壳件 (42) 的步骤包括将该至少一个结构件和外壳件 (42) 交付给货运公司运输。

6. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于,所述的至少一个结构件包括多个翼梁缘条 (48,50)。

7. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于,所述的至少一个结构件包括风动涡轮叶片 (16) 的叶根部分 (38)。

8. 根据权利要求 1 的方法,其特征在于,还包括在该辅助制造厂制造风动涡轮叶片 (16) 的抗剪腹板 (52),其中,上述的辅助制造厂 (24) 比主制造厂 (22) 更靠近风力农场地区 (12)。

9. 根据权利要求 6 的方法,其特征在于,还包括借助于自动化纤维填筑工艺制成翼梁缘条 (48,50)。

10. 根据权利要求 7 的方法,其特征在于,还包括借助于自动化工艺过程制成叶根部分 (38),所述的工艺包括带缠绕法,或纤维填筑法,或带填筑法,或丝束填筑法,或编织法,或浸渍法,或丝缠绕法,或其组合。

制造风动涡轮叶片的装置和方法

[0001] 发明领域

[0002] 本发明总的涉及风力涡轮机,尤其涉及风动涡轮叶片。本发明的具体实施例为使制造质量和运输最佳化提供了建造多件大型风动叶片的装置和方法。

背景技术

[0003] 风力涡轮机通常被认为是环境安全而且理想的能源。总体说来,风力涡轮机利用风能为动力并将该动能转变成电能,它以一种几乎无污染的方式发出电力。为了获得最高的发电效率并简单化与输电网络的连接,常常将多台风力涡轮机彼此靠近安装在相关技术中称之为“风力农场”的地方,这些风力农场位于风力较强的地方例如近海区域和平原地带。

[0004] 用于发电的风力涡轮机通常具有一个装有多个沿径向伸出的叶片的转子。这些叶片吸取风的动能,又使传动轴和发电机的转子转动。由于发电机的转子与定子的电磁关系促使转子的动能转换成电能。总之,转子的转动在发电机内感应产生电流,从而发出电力。

[0005] 上述的风力发电装置产生的电量取决于风力涡轮机吸取风能的能力,作为一个例子,风动涡轮叶片的效力越大,该涡轮机发出的电力越多。在设计风力涡轮机的叶片时发现,增加涡轮叶片的长度可增加风力涡轮机的电力输出量。

[0006] 然而,现在的叶片结构受到基础设施方面的限制。例如,为地面基地的风力农场设计的叶片最大长度常常受限于运输干线例如公路和桥梁的尺寸,因为,即使不是无能为力,也很难于将叶片从制造厂运输到风力农场地区。作为一个特殊例子来说,这种结构的设计可能限制通过隧道和桥下运输叶片所允许的最大叶片弦宽。因此必须根据最佳的长度考虑减小最大弦宽,以满足上述的运输和基础设施的要求。

[0007] 另外,在风力涡轮机设计过程中通常希望保持良好的质量控制标准,尤其是在叶片长度增加的情况下更是如此。遗憾的是,在单一的制造厂里制造整体风动叶片的传统技术可能要求某些叶片零件在位于风力农场的地区制造,以便使叶片结构不受运输的限制。但是,制造商通常更难于在上述的只生产少量叶片的现场生产工地投资建立为最佳质量控制所必需的基础设备(例如,无损检验设备,自动化生产设备等)。

[0008] 因此,很需要提出能改善大型风动涡轮叶片的制造质量和运输要求的制造方法和装置。

[0009] 本发明概述

[0010] 本发明提出一种克服了上述问题的制造风动涡轮叶片的新型方法。简言之,按照本发明的一个方面,一种用以制造安装在风力农场地区的风动涡轮叶片的方法包括:在主制造厂制造风动涡轮叶片的至少一个结构件,并在辅助制造厂制造风动涡轮叶片的外壳件,所述的辅助制造厂位于比主制造厂更靠近风力农场的地方。本发明的方法还包括将上述结构件和外壳件运送至靠近风力农场地区的装配站。

[0011] 附图简述

[0012] 如果参看附图阅读下面的详细说明,就会更清楚地了解本发明的上述的和其他的

特征、外貌和优点,所有的附图中同样的标号代表相同的部件,附图中:

[0013] 图 1 简单示出按照本技术的一个示例性实施例制造厂相对于风力农场的地理关系;

[0014] 图 2 示出按照本发明的一个示例性实施例的风力涡轮机总成图;

[0015] 图 3 是按照本技术的一个示例性实施例的风动涡轮叶片总成的透视图;

[0016] 图 4 是沿图 3A-4 线的风力涡轮机的风动叶片的横剖视图;和

[0017] 图 5 是按照本技术的一个示例性实施例的制造风动涡轮叶片的方法的有代表性的流程。

[0018] 详细说明

[0019] 本发明提供一种使制造质量和运输达到最佳化的制造多件风动涡轮叶片的方法,该方法包括在优质承制厂里制造风动涡轮叶片的主要结构件,并运输较小的叶片零件而不是长距离运输整体的叶片,从而获得优质的零件和最佳的设计。下面参看图 1~6 说明本发明的某些实施例。

[0020] 图 1 示出按照本发明的示例性实施例的风动叶片零件的各制造厂相对于风力农场 12 的地理关系 10。在风力农场 12 装有多台风力涡轮机 14,每台风力涡轮机具有多片风动叶片 16。在风力农场 12 的风力涡轮机 14 可对公用输电网络 18 集中供电。风力农场 12 最好设置在风力较强的地区例如近海区域和平原地带。

[0021] 风动叶片 16 是分成多个零件在多个制造厂里制造的。所述制造厂包括一个制造主要零件的主制造厂 22 和一个或多个制造辅助零件的辅助制造厂 24。一示例性的主制造厂 22 包含一个生产风动叶片 16 的主要零件的生产基地,而辅助制造厂 24 包含制造风动叶片的辅助零件的现场生产工地(即比较靠近风力农场 12 的地方)。下面再介绍风动叶片的主要零件和辅助零件的组装问题。在主制造厂 22 和辅助制造厂 24 制造的零件分别通过运输路线 26 和 28 运输至风力农场地区 12,所述的运输路线 26 和 28 可包含公路、铁路、或水路。特别是,运输路线 26 还包括桥梁和隧道。在一个实施例中,主要零件和辅助零件可交给货运公司,由他们运往风力农场地区 12。从制造厂 22 和 24 运来的零件在靠近风力农场地区的装配站组装起来,然后安装到风力涡轮机上。在一个实施例中,风动叶片零件在风力农场地区的组装是由制造辅助结构件的辅助制造厂完成的。

[0022] 在一个实施例中,主制造厂 22 是一种为分布在各种地区的多个风力农场制造风动叶片主要零件的中央生产基地,它拥有自动化生产车间、内设检验室和测试室,该测试室既拥有例如破坏性试验设备又拥有无损检测设备例如超声检测仪。在上述的中央生产基地生产较小的结构件有利于将这些主要结构件较方便地运输到在地理上相隔较远的风力农场地区,同时又保证了这类零件的结构质量和完整性。在某些实施例中,主制造厂和/或辅助制造厂可包括订合同的制造厂商,在这种情况下,只要建立起风力农场,就不需要风动涡轮叶片制造商涉及上述制造厂的费用问题。

[0023] 图 2 示出包含本发明各个方面的风力涡轮机 14,该风力涡轮机 14 具有一个含有多个向外伸出的叶片 16 的转子 30,它还具有一个安装在塔台 34 顶部的机舱 32,上述转子 30 与装在机舱 32 内的发电机(未示出)传动连接。塔台 34 使叶片 16 是露在风中,叶片 16 吸收风能,并将此能量转变成转子 30 绕轴线 36 的转动,再通过发电机将上述的转动转换成电能。正如前面所述,叶片吸收风能的效率连同其他因素一起正比于叶片 16 的长度 L(见

图 3), 为了使长度大的叶片具有刚性, 最好使叶片具有较宽的最大弦宽 W (见图 4)。

[0024] 图 3 和 4 示出按照本发明制造的风动涡轮叶片 16 的各个零件。图 3 是示出叶片 16 的叶根部分 38 和叶身部分 40 的透视图, 叶根 38 是一个横截面大致为圆形的圆柱段, 而且是叶片 16 的承受弯曲负荷的主要结构件, 在一个实施例中, 叶根部分 38 通常是在主制造厂 22 采用自动化工艺过程, 例如丝缠绕法、带缠绕法、编织法、浸渍法或自动化的纤维 / 丝束 / 带填筑法制成的。叶身 40 具有如图 4 清楚所示的翼面横截面。按照本发明制造的风动叶片 16 具有长度 L 和宽度 W , 以致使叶片的长度和宽度以及运输车辆的尺寸都超过地方当局制定的允许运输范围, 这就可使风力涡轮机 14 吸收最大的风能并发出更多的电能。当然, 正如熟悉本技术的人们所知, 运输限制是随地理位置变化的, 并且受到特定管辖区域的法则的管制。

[0025] 图 4 是叶片 16 沿图 3 的 4-4 线的横剖视图。叶片 16 具有一个做成带有前缘 44 和后缘 46 的翼面段形状的外壳 42。前缘 44 和后缘 46 之间的距离 W 称为叶片 16 的弦宽; 该弦宽沿叶片 16 的长度是变化的, 然而, 据认为叶片 16 的最大长度 L 至少部分地取决于叶片 16 的最大弦宽 W 。外壳 42 可由轻质芯料例如泡沫材料和轻木制成, 在一个实施例中, 外壳 42 是在辅助制造厂里采用纸成本的真空辅助树脂移动横制法 (VARTM) 制成。叶片 16 还具有纵向的承受弯曲负荷的结构件 48 和 50, 在相关技术中该两种零件称为“翼梁缘条”(spar cap)。在一个实施例中, 翼梁缘条 48 和 50 是由连续的纤维增强复合材料例如碳质复合材料制成。在某些其他的实施例中, 翼梁缘条 48 和 50 由玻璃纤维或其他的连续纤维制成。上述翼梁缘条 48 和 50 可采用例如自动化的纤维填筑法来制造。在翼面段内翼梁缘条 48 和 50 之间安装一个或多个纵向大梁 52 (称为抗剪腹板), 该大梁 52 用于承受对风动涡轮叶片 16 的气动剪切负荷。在典型的实施例中, 主要零件指的是风动涡轮叶片的主要结构件或气动负荷承力件例如叶根部分和翼梁缘条。外壳、抗剪腹板和连接盖板 (未示出) 则是叶片的辅助结构件的实例, 辅助零件也可承受气动负荷, 但这种负荷比主要零件所承受的负荷小得多。

[0026] 按照本发明的实施例, 在主制造厂 22 里制造风动叶片的较小的主要零件例如叶根部分和翼梁缘条。在一个实施例中, 主制造厂具有自动化的制造能力以及无损检验能力, 这有利于主要零件的质量控制和可靠性, 并省去了在现场制造厂的严格检测过程, 这可兼顾多件叶片结构的质量。而且, 主制造厂拥有检测设备, 有利于对中央地区各风力农场所需的主要结构件进行质量检测。这些较小的结构件可以更有效地装在卡车或铁路车辆上并运送到靠近风力农场 12 的装配站。上述这些主要零件的质量和结构完整性的确是倍受关注的, 因为它们是承受载荷的支撑构件。在靠近风力农场 12 的装配站, 可用成本较低的工艺来制造大的辅助结构件, 所述工艺包括对形成翼面的外壳 42 和抗剪腹板 52 进行真空辅助浸渍或湿式层压的工艺。然后将抗剪腹板 52 安装在翼梁缘条 48 和 50 之间并连接到外壳和翼梁缘条上。运输较小的零件更加方便了, 尤其是通过原先限制风动涡轮叶片的最大允许尺寸 (W 和 L) 的桥梁和隧道以及桥下的运输更为有效。本发明的技术由于在靠近风力农场处制造叶片 16 的最大零件即外壳 42 而克服了上述问题, 故可不用考虑对叶片最大弦宽的限制而获得最佳的翼面设计。采用上述的现场装配技术有可能达到无限的叶片长度和最大的叶片弦宽, 例如叶片最大弦宽可以从长度为 50 米的叶片的 3.6 米左右变化到例如在近海地域使用的长达 100 米的叶片的 8 米左右。

[0027] 在记住图 1 ~ 4 的同时参看图 5, 图 5 是按照本发明的一个实施例制造风动涡轮叶片的典型方法 54 的流程图。该方法 54 包括在例如主制造厂制造叶片的主要零件例如叶根部分和翼梁缘条 (方框 56), 如上所述, 该制造厂拥有自动化生产设备和内设的检验设备。方框 58 表示在一个或多个现场的低成本制造厂制造辅助零件, 该辅助零件包括例如外壳和抗剪腹板。由于这些零件不是很重要的结构件, 所以其结构完整性就不会像对叶片的主要零件那么重视。方框 60 表示通过例如货车将主要零件和辅助零件运送到靠近风力农场的装配站。如上所述, 本发明允许通过公路、水路或铁路将较小的结构件从优质制造厂运输到风力农场地区, 因此, 高级制造厂可具有通往水路或铁路仓库的入口。最后, 方框 62 表示在靠近风力农场地区处将主要零件和辅助零件组装成完整的叶片。由于在较为靠近风力农场的工地制造较大的辅助零件例如叶片外壳, 故可减轻由于基础设施限制所造成的对叶片尺寸的限制。例如, 通过水路或在一个短的路程内运输 50 米长的叶片就比通过公路从中央生产基地和更远的主制造厂运输同样的叶片要容易得多。

[0028] 显然, 上述的技术为改善可靠性和获得更轻型的结构而使叶片主要结构件具有更高的性能和更均匀的质量。因此, 本发明的技术排除了对大多数气动结构的最佳翼面设计的限制。

[0029] 虽然上面仅仅示出和说明本发明的某些特征, 但是, 熟悉本技术的人们将会做出许多的改进和变更。因此, 应当明白, 所附权利要求书要包含所有符合本发明实际精神的这些改进和变更。

[0030] 零件标号与名称一览表

[0031]	10	(叶片零件制造厂与风力农场的) 地理关系
[0032]	12	风力农场
[0033]	14	风力涡轮机
[0034]	16	风动叶片
[0035]	18	公用输电风路
[0036]	22	主制造厂
[0037]	24	辅助制造厂
[0038]	26	运输线路
[0039]	28	运输线路
[0040]	30	转子
[0041]	32	机舱
[0042]	34	塔台
[0043]	36	转动轴线
[0044]	38	叶片的叶根部分
[0045]	40	叶片的叶身
[0046]	42	叶片外壳
[0047]	44	叶片的前缘
[0048]	46	叶片的后缘
[0049]	48	翼梁缘条
[0050]	50	翼梁缘条

[0051]	52	抗剪腹板
[0052]	54	风动涡轮叶片的制造方法
[0053]	56	方法 54 的第一步骤
[0054]	58	方法 54 的第二步骤
[0055]	60	方法 54 的第三步骤
[0056]	62	方法 54 的第四步骤

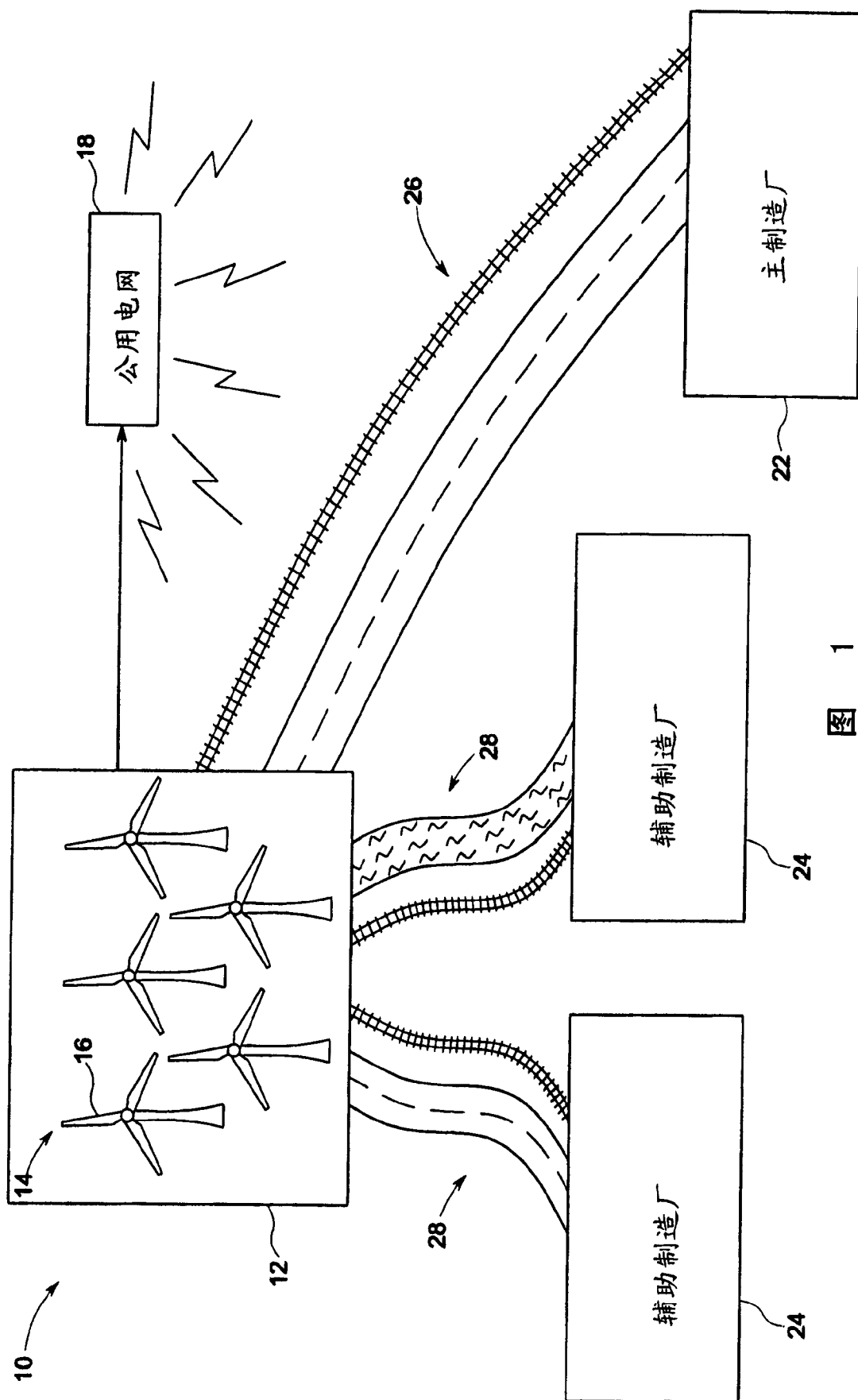


图 1

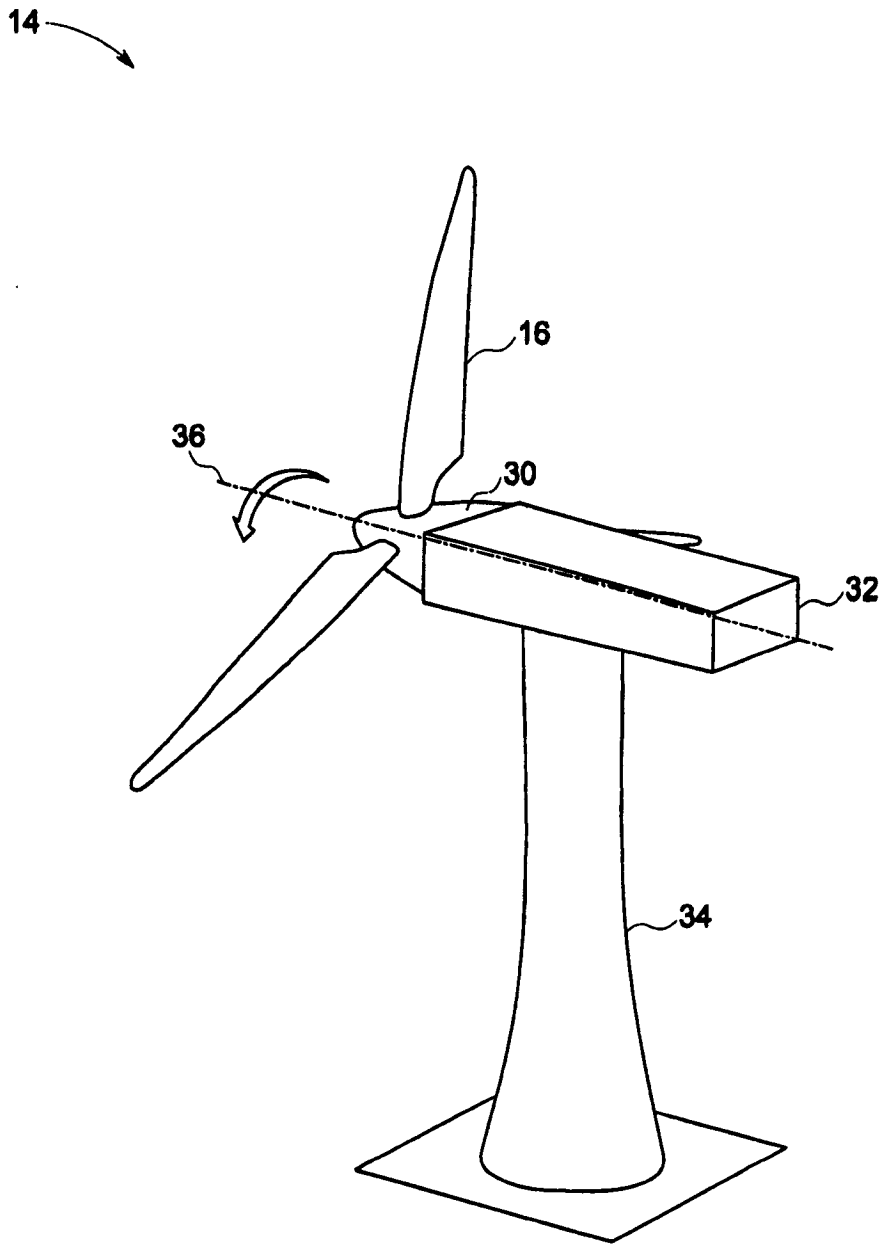


图 2

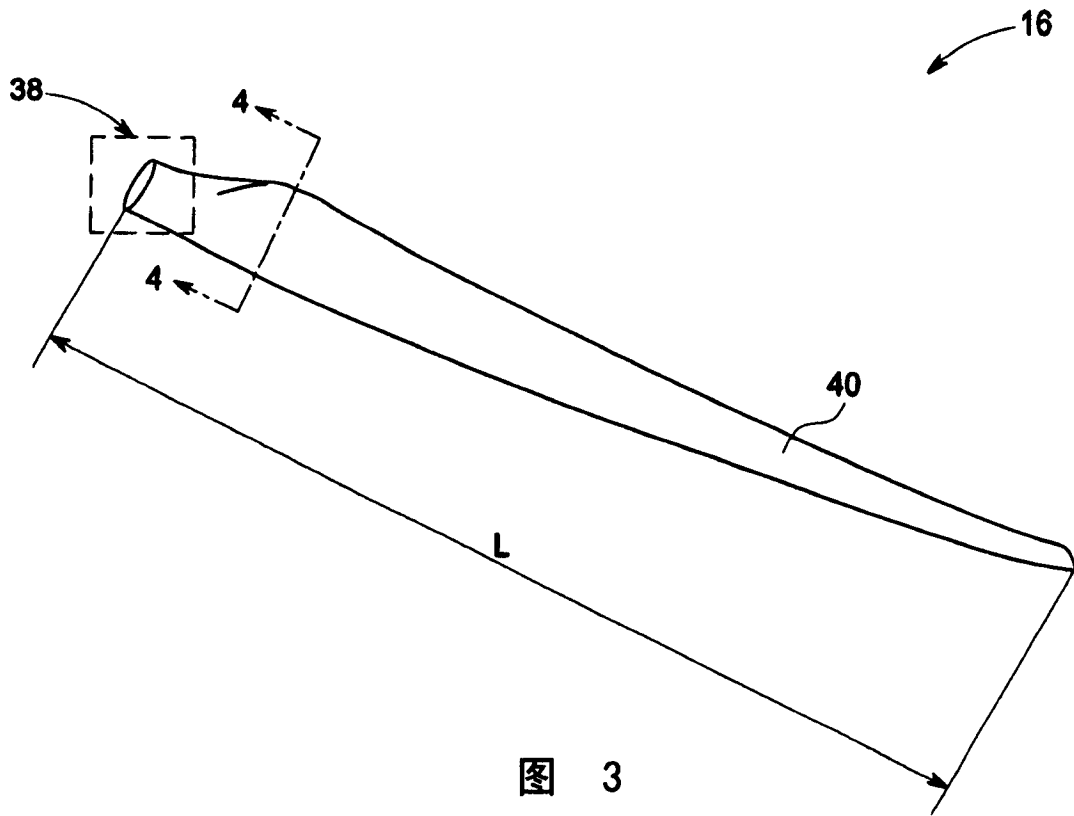


图 3

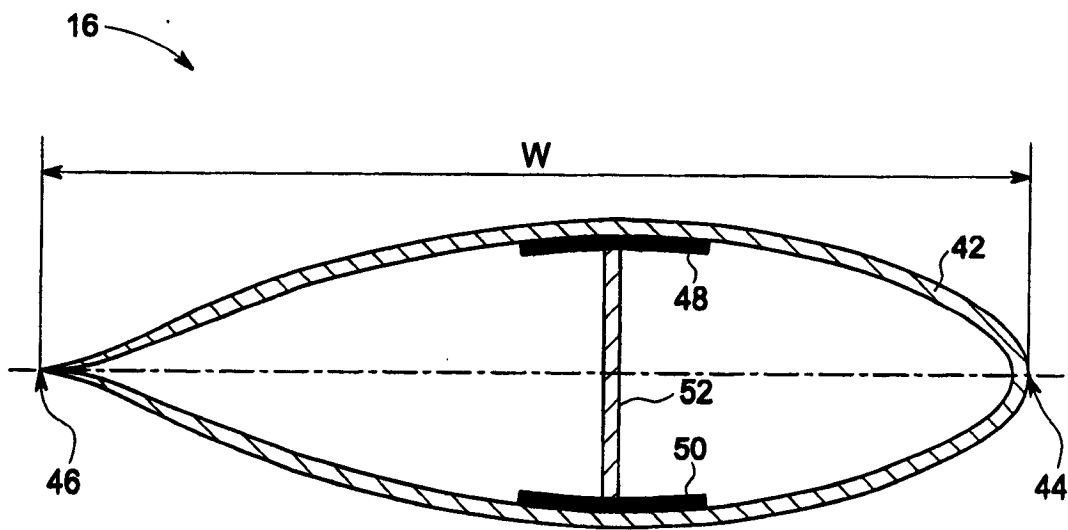


图 4

54 →

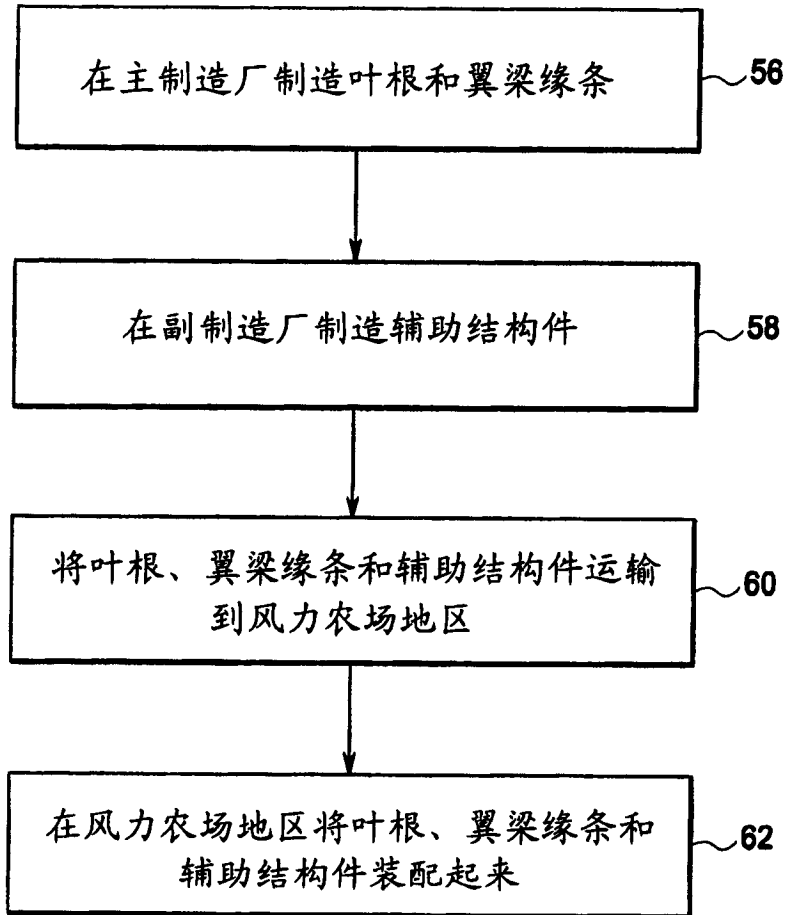


图 5