

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 7/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200680019351.0

[43] 公开日 2008年5月28日

[11] 公开号 CN 101189430A

[22] 申请日 2006.5.22

[21] 申请号 200680019351.0

[30] 优先权

[32] 2005.5.31 [33] JP [31] 159848/2005

[32] 2005.7.5 [33] JP [31] 196548/2005

[32] 2005.8.30 [33] JP [31] 249524/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/310138 2006.5.22

[87] 国际公布 WO2006/129509 日 2006.12.7

[85] 进入国家阶段日期 2007.11.30

[71] 申请人 富士重工业株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 吉田茂雄

[74] 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司

代理人 何立波 张天舒

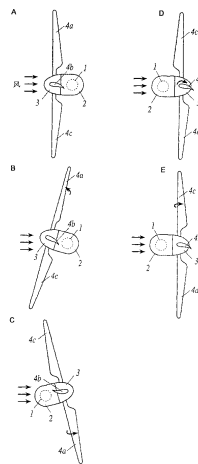
权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图 28 页
按照条约第 19 条的修改 4 页

[54] 发明名称

水平轴风车

[57] 摘要

本发明提供一种水平轴风车，其如果超过安全风速，则放松偏航制动器，同时使所有叶片成为顺桨(图 1A)。然后，将叶片一片一片地按顺序成为逆桨(图 1B→C→D→E)。之后，保持所有叶片的逆桨状态直至恢复运行模式。在上述过程中，机舱(2)偏航旋转而将转子配置在塔架(1)的下风侧，所有叶片的前缘朝向上风侧(图 1E)。另一种水平轴风车，使机舱旋转而变角为与风向呈 90deg 左右的固定角度后，利用偏航制动器保持，使所有叶片同时成为逆桨后，放松偏航制动器。另一种水平轴风车，在使所有叶片成为顺桨后，放松偏航制动器，使 1 片叶片从顺桨向平桨侧变角，在机舱的偏航角位移为 30deg 左右时，使该 1 片叶片恢复顺桨。



1. 一种逆风型的水平轴风车，其具有：
转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；
机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；
塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；
独立桨距控制装置，其分别独立地控制上述叶片的桨距角；以
及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，
其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的第 1 控制动作：
第 1 步骤，其在风速超过上述规定值时，使所有的上述叶片成为顺桨，
第 2 步骤，其在上述第 1 步骤后，使上述叶片一片一片地按顺序成为逆桨；以及第 3 步骤，其在上述第 2 步骤后，将所有的上述叶片保持为逆桨状态，直至上述运行模式的恢复，

上述偏航控制装置具有下述的第 2 控制动作：在风速超过上述规定值时，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，通过执行上述第 1、第 2 控制动作，使上述转子被吹向上述塔架的下风侧。

2. 根据权利要求 1 所述的水平轴风车，其特征在于，

上述偏航控制装置，在上述独立桨距控制装置执行上述第 2 步骤之前，执行上述第 2 控制动作。

3. 根据权利要求1所述的水平轴风车，其特征在于，

上述偏航控制装置，在上述独立桨距控制装置执行上述第1步骤之前或与其同时，执行上述第2控制动作。

4. 一种逆风型的水平轴风车，其具有：

转子，其具有轮毂和至少2片或2片以上的叶片；

机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；

塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；

桨距控制装置，其控制上述叶片的桨距角；以及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，

其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

上述桨距控制装置具有由下述步骤组成的第1控制动作：第1步骤，其使所有的上述叶片成为顺桨，第3步骤，其在上述第1步骤之后，使所有的上述叶片成为逆桨；以及下述步骤，即，从上述第3步骤之后，将所有的上述叶片保持为逆桨状态，直至上述运行模式的恢复，

上述偏航控制装置具有由下述步骤组成的第2控制动作：第2步骤，其与上述第3步骤同步地，将上述机舱的偏航角控制在规定的偏航角范围内，该规定的偏航角范围使上述转子避开正面风及背面风；以及下述步骤，即，从上述第2步骤之后至恢复上述运行模式之前，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，执行上述第1、第2控制动作。

5. 根据权利要求1所述的水平轴风车，其特征在于，

上述规定的偏航角范围，相对于上风侧为+75~+110deg 或 -

75~ - 110deg。

6. 根据权利要求 1 所述的水平轴风车，其特征在于，
在上述第 3 步骤中，上述桨距控制装置同时使所有的上述叶片成为逆桨。

7. 一种逆风型的水平轴风车，其具有：
转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；
机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；
塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；
独立桨距控制装置，其分别独立地控制上述叶片的桨距角；以
及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，
其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的第 1 控制动作：
第 1 步骤，其在风速超过上述规定值时，使所有的上述叶片成为顺桨，
第 2 步骤，其在上述第 1 步骤之后，仅使 1 片上述叶片从顺桨向平桨侧变角，在上述机舱产生偏航角位移后，使上述 1 片叶片恢复为顺桨；
以及第 3 步骤，其在上述第 2 步骤之后，将所有的上述叶片保持为顺桨状态，直至上述运行模式的恢复，

上述偏航控制装置具有下述第 2 控制动作：在风速超过上述规定值时，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，执行上述第 1 控制动作，在上述第 2 步骤执行前执行上述第 2 控制动作，通过在上述第 2 步骤及上述第 3 步骤

中实现上述机舱的偏航角位移，使上述转子被吹向上述塔架的下风侧。

水平轴风车

技术领域

本发明涉及一种逆风型水平轴风车在暴风时的待机。

背景技术

众所周知，所谓水平轴风车广泛地应用于商用。通常的水平轴风车的结构为，具有：转子，其是从轮毂呈放射状地安装至少2片或2片以上的叶片而成；机舱（nacelle），其与轮毂连接，同时经由沿大致水平方向延伸的主轴而轴支撑该转子；以及塔架（tower），其沿大致铅垂方向设置，同时可自由偏航旋转地支撑机舱。

并且，当前在水平轴风车中还设有以下控制单元：偏航驱动单元，其可自由地驱动控制机舱的偏航（yaw）旋转；偏航制动器，其对偏航旋转进行制动；以及主轴制动器等，其对转子旋转进行制动。

另外，当前的商业风车的大多采取逆风型的水平轴风车的结构。逆风型的水平轴风车，是配置在塔架的上风侧的转子进行旋转而发电的结构。

通常，风车的设计强度受到在暴风中处于待机状态时所承受的负载较大影响。必须假定同时产生停电的情况而设定暴风时的风车负载。下面，说明与水平轴风车的待机方法相关的具有代表性的现有技术1~5。

（现有技术1）

现有技术1是通常的逆风·失速控制风车，在暴风时由制动器固定主轴而进行待机。基本上在待机时将偏航固定。通过进行偏航控制而使转子与风向平行，实现负载的降低。即使能够控制偏航，在进行偏航控制所需的电源被切断的情况下、或与偏航控制相关的某个设备发生故障的情况下，也有可能承受来自全方位的暴风。由此，必须假定来自全方位的暴风而进行设计。通常，在失速控制器的情况下，在

产生来自正面及背面的暴风时产生很大的负载。

（现有技术 2）

现有技术 2 是通常的逆风·桨距控制器，在暴风时，使转子空转、将偏航固定而进行待机。在桨距控制器中，控制偏航而使转子朝向上风侧，实现负载降低，但这是以具有偏航控制所必需的电源、同时各设备无故障地进行工作为前提的。通常在桨距控制器的情况下，在横向风及来自斜前方 / 后方的暴风时，产生很大的负载。图 3 所示的模型 A 是现有技术 2 的待机状态。

（现有技术 3）

现有技术 3 是逆风·桨距控制器，在暴风时，在确保所有叶片成为顺桨后，通过偏航控制使机舱方位角反转大约 180 (deg)，由扭矩较小的偏航制动器进行保持而待机（例如，参照非专利文献 1、专利文献 2）。由此，在暴风时，转子被吹向下风侧，能够减少作用在塔架上的负载。现有技术 3 的待机状态，在外观上与现有技术 5 相同。图 3 所示的模型 B，是现有技术 3 及 5 的待机状态。

（现有技术 4）

现有技术 4 是顺风风车·桨距控制器，在暴风时，确保所有叶片成为顺桨，使转子空转，以自由偏航的方式进行待机。由此，在暴风时，转子被吹向下风侧，能够减少作用在塔架上的负载。图 3 所示的模型 C 是现有技术 4 的待机状态。

（现有技术 5）

现有技术 5 是专利文献 1 所述的顺风风车·桨距控制器，在确保所有叶片顺桨后，一片一片地使叶片的桨距角改变大约 180 (deg)，以自由偏航的方式在暴风时待机。与从叶片前缘受风的情况相比，在从后缘受风的情况下，由于最大升力系数大幅减少，另外偏航保持扭矩也较小，所以在其他部位产生的负载变小。现有技术 5 的待机状态，在外观上与现有技术 3 相同。图 3 所示的模型 B，是现有技术 3 及 5 的待机状态。

专利文献 1：特开 2006-16984 号公报

专利文献 2：WO2003/58062

非专利文献 1: 柴田昌明、林义之, 《用于降低设计负载的新观念》, 第 25 次纪念风能利用研讨会, 平成 15 年 11 月 20 日, p.225-227

发明内容

在 2MW 级的风车中, 根据上述的现有技术, 只要配合风车的规模而良好地进行设计, 就能够避免强度问题。但是, 由于今后如果进一步大型化, 则叶片的刚性会逐渐降低, 固有振动频率降低, 所以特别在叶片后缘附近承受暴风的情况下, 可以预想会发生颤动而容易出现在叶片上产生很大负载的问题。

在具有上述的低刚性叶片的情况下, 在现有技术 1~3 的逆风型水平轴风车中, 不管是否在暴风时为待机状态, 都无法避免来自叶片后缘附近的暴风, 会产生颤动。预想发生的颤动的模式为下述两个种类。

失速颤动: 在叶片的失速区域中, 相对于迎角的升力倾斜为负, 在该区域中的空气动力项产生负衰减效果, 提高不稳定倾向。即使是扭曲刚性高的叶片也会产生这种模式。

弯折·扭曲复合颤动: 由于叶片为不对称的长大构造物, 所以在弯折时会复合发生扭曲。特别在叶片后缘附近承受暴风的情况下, 叶片承受负载而弯折, 由于这种情况与扭曲复合, 因而空气流入叶片的迎角变化, 容易产生不稳定倾向。这种模式在扭曲刚性高的叶片中几乎不会发生。

在逆风型风车中, 通过如现有技术 3 那样确保所有叶片顺桨后, 使转子被吹向塔架的下风侧而形成待机状态, 能够大幅降低暴风时的负载。这是逆风风车的一个理想的待机状态。

但是, 在为了在暴风时使转子朝向塔架的下风侧而使用偏航电动机驱动机舱的偏航旋转的现有结构中, 在产生台风等暴风时同时发生向偏航电动机的电源供给切断、包括偏航电动机在内的偏航驱动系统发生故障的情况下, 由于将转子配置在塔架的下风侧的动力消失, 所以无法成为使转子被吹向塔架下风侧的待机状态。

本发明就是鉴于上述的现有技术中的问题而提出的，其课题在于，在逆风型的水平轴风车中，在暴风时，即使偏航驱动单元无法工作，也能够确保转子被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态降低风车的暴风时设计负载。

用于解决上述课题的技术方案 1 所述的发明是一种逆风型的水平轴风车，其具有：

转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；

机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；

塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；

独立桨距控制装置，其分别独立地控制上述叶片的桨距角；以及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，

其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

(1) 上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的控制动作：
第 1 步骤，其在风速超过上述规定值时，使所有的上述叶片成为顺桨，
第 2 步骤，其在上述第 1 步骤后，使上述叶片一片一片地按顺序成为逆桨；以及第 3 步骤，其在上述第 2 步骤后，将所有的上述叶片保持为逆桨状态，直至恢复上述运行模式，

(2) 上述偏航控制装置具有下述的控制动作：在风速超过上述规定值时，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，通过执行上述 (1)、(2) 的控制动作，使上述转子被吹向上述塔架的下风侧。

技术方案 2 所述的发明是具有下述特征的技术方案 1 所述的水平轴风车：上述偏航控制装置，在上述独立桨距控制装置执行上述第

2 步骤之前，执行上述（2）的控制动作。

技术方案 3 所述的发明是具有下述特征的技术方案 1 所述的水平轴风车：上述偏航控制装置，在上述独立桨距控制装置执行上述第 1 步骤之前或与其同时，执行上述（2）的控制动作。

用于解决上述课题的技术方案 4 所述的发明是一种逆风型的水平轴风车，其具有：

转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；

机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；

塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；

桨距控制装置，其控制上述叶片的桨距角；以及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，

其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

（1）上述桨距控制装置具有由下述步骤组成的控制动作：第 1 步骤，其使所有的上述叶片成为顺桨，第 3 步骤，其在上述第 1 步骤之后，使所有的上述叶片成为逆桨；以及下述步骤，即，从上述第 3 步骤之后，将所有的上述叶片保持为逆桨状态，直至恢复上述运行模式，

（2）上述偏航控制装置具有由下述步骤组成的控制动作：第 2 步骤，其与上述第 3 步骤同步地，将上述机舱的偏航角控制在规定的偏航角范围内，该规定的偏航角范围使上述转子避开正面风及背面风；以及下述步骤，即，从上述第 2 步骤之后至恢复上述运行模式之前，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，执行上述（1）、（2）的控制动作。

技术方案 5 所述的发明是具有下述特征的技术方案 4 所述的水平轴风车：上述规定的偏航角范围，相对于上风侧为+75~+110(deg)

或 $-75 \sim -110$ (deg)。

技术方案 6 所述的发明是具有下述特征的技术方案 4 所述的水平轴风车：在上述第 3 步骤中，上述桨距控制装置同时使所有的上述叶片成为逆桨。

用于解决上述课题的技术方案 7 所述的发明是一种逆风型的水平轴风车，其具有：

转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；

机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；

塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；

独立桨距控制装置，其分别独立地控制上述叶片的桨距角；以及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，

其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

(1) 上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的控制动作：
第 1 步骤，其在风速超过上述规定值时，使所有的上述叶片成为顺桨，
第 2 步骤，其在上述第 1 步骤之后，仅使 1 片上述叶片从顺桨向平侧变角，在上述机舱产生偏航角位移后，使上述 1 片叶片恢复为顺桨；
以及第 3 步骤，其在上述第 2 步骤之后，将所有的上述叶片保持为顺桨状态，直至恢复上述运行模式，

(2) 上述偏航控制装置具有下述第 2 控制动作：在风速超过上述规定值时，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，

作为上述待机模式，执行上述 (1) 的控制动作，在上述第 2 步骤执行前执行上述 (2) 的控制动作，通过上述第 2 步骤及上述第 3 步骤中实现上述机舱的偏航角位移，使上述转子被吹向上述塔架的

下风侧。

发明的效果

根据技术方案 1 所述的发明，在风速超过规定值，为准备用于发电等的风车运行而进行待机时，通过由第 1 步骤使所有叶片成为顺桨，能够降低由暴风产生的负载载荷。利用该第 1 步骤，成为所有叶片的后缘朝向塔架侧的状态，通过由之后的第 2 步骤使叶片一片一片地按顺序成为逆桨，成为叶片的前缘朝向塔架侧的状态。在所有的叶片同时反转的情况下，转子会产生过旋转而引起重大事故，但由于在第 2 步骤中叶片一片一片地按顺序成为逆桨，所以能够将由暴风加载的负载抑制为不产生问题的水平。另外，在第 2 步骤中，在使叶片一片一片地从顺桨经由平桨而移动至逆桨状态的过程中，可以使由风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩增大。然后，利用第 3 步骤，将所有的上述叶片保持逆桨状态，直至恢复运行模式。

另一方面，由于控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值容许下述的偏航旋转，即，因由风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，所以可以使机舱利用风力进行偏航旋转，以使转子从塔架的上风侧配置在下风侧的方式使机舱旋转，从而使转子被吹向塔架的下风侧。

由于如果转子配置在塔架的下风侧，则利用第 2 步骤的完成，成为所有叶片的前缘朝向塔架侧的状态，利用第 3 步骤保持该状态，所以所有的叶片从前缘受风，能够避免颤动的产生而降低向叶片施加的负载。

由于如上所示，机舱利用风力进行偏航旋转而使转子被吹向塔架的下风侧，所以即使偏航驱动单元无法工作，也能够确保转子及叶片后缘被吹向下风侧的待机状态，从而产生下述效果，即，利用该待机状态而从叶片的后缘避开暴风，减少颤动的产生，进而降低叶片等的暴风时的设计负载。

在技术方案 1 所述的发明中，在第 2 步骤完成后执行上述 (2) 的控制动作的情况下，由于产生充分的围绕摆动轴的扭矩以利用风况

使机舱旋转，所以能够使机舱旋转而将转子配置在塔架的下风侧，成为待机状态。

在技术方案 1 所述的发明中，优选在执行第 2 步骤之前执行上述 (2) 的控制动作。由于在第 2 步骤的将每 1 片叶片从顺桨经过平桨而变换为逆桨状态的过程中，由风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩较大，所以通过在此时使偏航制动器减弱，能够更可靠地使机舱旋转而使转子配置在塔架的下风侧，转换至待机状态。

在技术方案 1 所述的发明中，更优选在执行第 1 步骤之前或与其同时执行上述 (2) 的控制动作。由此，能够通过由从第 1 步骤至第 3 步骤的任一个中的风力所产生的向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩，更可靠地使机舱旋转而使转子配置在塔架的下风侧，转换至待机状态。

根据技术方案 4 所述的发明，在风速超过规定值，准备用于发电等的风车运行而进行待机时，通过利用第 1 步骤使所有叶片成为顺桨，能够降低暴风导致的负载。利用该第 1 步骤，成为所有叶片的后缘朝向塔架侧的状态，通过在之后的第 3 步骤中使所有叶片成为逆桨，从而成为叶片前缘朝向塔架侧的状态。

由于利用第 2 步骤，与第 3 步骤同步地控制机舱的偏航角度，使转子处于避让正面风及背面风的规定偏航角范围内，所以能够在叶片从顺桨状态经由完全平桨而成为逆桨的桨距变角过程中，抑制转子的旋转轴沿风向偏离的量、由暴风导致的转子的过旋转、由暴风产生的负载。

规定的偏航角范围是包括 ± 90 (deg) 的范围，为了避让暴风，优选处于比包括 ± 90 (deg) 的范围更窄的范围，但如果范围过窄，则控制的需要很长时间。例如，通过实现规定的偏航角范围为相对于上风侧 $+75 \sim +110$ (deg) 或 $-75 \sim -110$ (deg)，能够得到足够的躲避暴风效果。

如上所示，通过执行第 1~第 3 步骤，一边避让暴风一边成为使叶片的前缘朝向塔架侧的状态后，保持所有叶片为逆桨状态，直至恢复运行模式，同时控制偏航制动器产生下述制动值：其容许因由风力

向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转。因此，只要强风持续，就能够使机舱承受横风或斜风，产生由该风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩，机舱偏航旋转以使得转子配置在塔架的下风侧，从而使转子被吹向塔架的下风侧。

由于如果转子配置在塔架的下风侧，则成为所有叶片的前缘朝向塔架侧的状态并保持该状态，所以所有叶片从前缘承受风，能够避免颤动的发生，减少叶片的负载。

通过上述动作，能够确保一边避让暴风一边使叶片后缘被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态，具有能够躲避来自叶片后缘的暴风、减少颤动发生、且降低叶片等在暴风时的设计负载的效果。

在技术方案4所述的发明中，优选在第3步骤中，桨距控制装置使所有叶片同时成为逆桨。这是由于能够将所有叶片迅速地转移至逆桨状态。另外，在不具有独立桨距控制装置而只能统一控制叶片桨距角度的风车中也能够执行。在此情况下，不需要对每1片操纵桨距角的复杂的顺序。

根据技术方案7所述的发明，在风速超过规定值，准备用于发电等的风车运行而进行待机时，通过在第1步骤中使所有叶片成为顺桨，能够降低由暴风产生的负载。通过该第1步骤，成为所有叶片的后缘朝向塔架侧的状态。

在之后的第2步骤中，仅使1片叶片从顺桨向平桨侧变角。通过仅使该1片叶片变角，转子出现空气动力不平衡，使由风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩变大。通过控制偏航制动器产生容许因该扭矩形成的偏航旋转的控制值，能够得到机舱的偏航角位移。

然后，使该1片叶片恢复为顺桨，保持所有叶片为顺桨状态直至运行模式的恢复，但由于在第2步骤中，机舱相对于风向得到偏航角位移，控制偏航制动器产生下述制动值：其容许因由风力向机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，所以能够得到进一步的偏航角位移而将转子配置在塔架的下风侧，使转子被吹向塔架的下风侧。

如果希望从机舱正对风向的状态使机舱利用风力反转，则在机

舱开始偏航旋转之前需要较大的风力,在成为高风速之后才开始偏航旋转,所以会产生急剧的偏航旋转,使风车承受很大的负载。但是,由于根据本发明,在第2步骤完成时,机舱并不是正对风向,而是产生偏航角位移,所以能够通过比较平缓的偏航旋转得到偏航角位移,从而可以将转子配置在塔架的下风侧。

由于如果将转子配置在塔架的下风侧,则利用第2步骤的完成,成为所有叶片的后缘朝向塔架侧的状态,利用第3步骤保持该状态,所以所有叶片从后缘受风,与叶片前缘朝向上风侧的情况相比,由风作用的升力大幅减少。其结果,作为暴风时的待机姿态,调整为可以使叶片及塔架处于承受最小负载的状态待机的待机姿态。

由于如上所示,机舱利用风力平缓地向下风侧反转,然后利用风力进行偏航旋转而使转子被吹向塔架的下风侧,所以即使偏航驱动单元无法工作,也能够确保转子及叶片前缘被吹向下风侧的待机状态,具有通过该待机状态降低风车在暴风时的设计负载的效果。

附图说明

图1A是从上方观察本发明实施方式1的逆风型水平轴风车的俯视图。

图1B是从上方观察本发明实施方式1的逆风型水平轴风车的俯视图。

图1C是从上方观察本发明实施方式1的逆风型水平轴风车的俯视图。

图1D是从上方观察本发明实施方式1的逆风型水平轴风车的俯视图。

图1E是从上方观察本发明实施方式1的逆风型水平轴风车的俯视图。

图2是表示本发明实施方式1的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构的框图。

图3A是记载本发明或现有技术的待机状态所涉及的模型A、B、C的条件的表。

图 3B 是记载本发明或现有技术的待机状态所涉及的模型 A、B、C 的条件的表。

图 4 是表示分析的条件所涉及的风力状况的曲线图。

图 5 是表示机舱方位角的分析结果的曲线图。

图 6 是表示转子旋转速度的分析结果的曲线图。

图 7 是表示叶片扭曲位移的分析结果的曲线图。

图 8 是表示叶片根部颤动弯折的分析结果的曲线图。

图 9 是表示叶片根部扭矩的分析结果的曲线图。

图 10 是表示偏航扭矩的分析结果的曲线图。

图 11 是表示偏航水平力的分析结果的曲线图。

图 12A 是从上方观察本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 12B 是从上方观察本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 12C 是从上方观察本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 12D 是从上方观察本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 13A 是表示本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构的框图。

图 13B 是表示偏航角—桨距角平面坐标上的过旋转存在区域和避开过旋转存在区域的控制步骤的图。

图 14A 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 14B 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 14C 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 14D 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 14E 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。

图 15 是表示本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构的框图。

图 16 是表示分析的条件所涉及的风力状况的曲线图。

图 17 是表示偏航角的分析结果的曲线图。

图 18 是表示叶片弯折力矩的分析结果的曲线图。

图 19 是表示偏航水平力的分析结果的曲线图。

图 20 是表示分析条件所涉及的风力状况的曲线图。

图 21 是表示机舱方位角的分析结果的曲线图。

具体实施方式

下面，参照附图说明本发明的实施方式。下面仅为本发明的实施方式，并是限定本发明。

（实施方式 1）

首先，说明本发明的实施方式 1 的逆风型水平轴风车。

图 1 是从上方观察本发明实施方式 1 的逆风型水平轴风车的俯视图。图 2 是表示本发明实施方式 1 的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构中，与本发明相关的部分的框图。

如图 1 所示，本实施方式的水平轴风车具有塔架 1、机舱 2、轮毂 3、以及 3 片叶片 4a~4c。

机舱 2 经由与轮毂 3 连接的主轴（省略图示）而轴支撑由轮毂 3 和叶片 4a~4c 组成的转子。塔架 1 可自由偏航旋转地支撑机舱 2。

另外，在机舱 2 的外表面，安装未图示的风速计及风向计。

在机舱 2 的内侧，收容未图示的增速器、发电机及主轴制动器等动力传递装置，这些各动力传递装置与主轴连结。

主轴的前端向机舱 2 的外部突出，在该主轴的前端，以与主轴一起旋转的方式安装转子。

转子在中心部具有与主轴连结的轮毂 3，在轮毂 3 的旋转方向的外周面，以放射状安装 3 片叶片 4a~4c。另外，叶片 4a~4c 的叶片

形状不对称地形成。

如图 2 所示, 本实施方式的水平轴风车的控制部由风向计 10、风速计 13、控制装置 16a、桨距驱动装置 11、偏航驱动装置 14 构成。控制装置 16a 具有独立桨距控制装置 12a 和偏航控制装置 15a。

偏航驱动装置 14 检测机舱 2 的偏航角, 驱动偏航旋转, 同时具有未图示的偏航制动器, 其对偏航旋转进行制动。偏航控制装置 15a 向偏航驱动装置 14 发出控制信号, 控制机舱 2 的偏航角。

桨距驱动装置 11 独立地旋转驱动叶片 4a~4c 的桨距角。独立桨距控制装置 12a 向桨距驱动装置 11 发出控制信号, 分别独立地控制各叶片 4a~4c 的桨距角。各叶片 4a~4c 在至少 180 度内分别独立地被自由控制。

此外, 所谓桨距角, 是叶片相对于轮毂 3 的安装角度, 在本说明书中, 具有最大效率的角度为 0deg。

通常, 在商业用的风力发电中, 考虑机械强度、发电效率及安全方面, 存在适于发电的风速区域, 在超过其上限即安全风速的风速区域中不进行发电, 而是控制为以尽可能减少风力负载的姿态进行待机, 从而避开暴风。下面, 说明本实施方式的水平轴风车的运行模式及待机模式。

(运行模式)

在适于发电的风速区域中, 基于由风向计 10 检测出的风向, 偏航控制装置 15a 进行控制而将转子配置在塔架 1 的上风侧, 基于由风速计 13 检测出的风速及转子转速等, 独立桨距控制装置 12a 控制叶片 4a~4c 成为适当的桨距角, 使转子受风而进行旋转。该转子的旋转力传递至与轮毂 3 连接的主轴, 从而传递至与主轴连结且收容在机舱 2 内部的发电机, 由此, 将旋转运动的动能变换为电能。在偏航驱动装置 14 接收来自偏航控制装置 15a 的控制信号而使机舱 2 旋转时, 解除或放松偏航制动器, 在将机舱 2 保持在固定方向上时, 使偏航制动器扭矩最大。

(待机模式)

在台风等暴风时, 如果由风速计 13 检测出风速超过安全风速,

则偏航控制装置 15a 控制偏航制动器而产生规定的制动值, 该规定的制动值容许机舱 2 的下述偏航旋转, 即, 因由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转, 同时, 独立桨距控制装置 12a 使所有叶片 4a~4c 顺桨 (第 1 步骤)。转子停止, 发电中断。

由此, 减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的风力负载。规定的制动值, 设定为低于将机舱 2 保持在固定方向上的制动值。在使规定的制动值为固定值的情况下, 使其成为在假定为风速超过安全风速的风时机舱 2 不会急剧偏航旋转程度的高值。另外, 规定的制动值也可以与机舱 2 的偏航旋转对应而变动。例如, 可以如下变动: 为了容许机舱 2 即使在由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩小时也偏航旋转而使该规定的制动值减小, 另一方面, 为了将机舱 2 的偏航旋转的角速度限制为小于或等于固定值而使该规定的制动值增大。

然后, 独立桨距控制装置 12a 使叶片 4a~4c 一个一个按顺序成为逆桨 (第 2 步骤)。

然后, 独立桨距装置 12a 将所有叶片 4a~4c 保持为逆桨状态, 直至上述运行模式的恢复 (第 3 步骤)。

在这里, 再次参照图 1, 说明上述控制动作的执行及与之相伴的风车动作。

首先, 通过执行上述第 1 步骤, 如图 1A 所示, 所有叶片 4a~4c 成为顺桨, 转子的旋转停止, 偏航制动器产生容许上述偏航旋转的规定的制动值。

此时, 由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩, 如果大于偏航制动器扭矩, 则机舱 2 开始运动, 如果小于偏航制动器扭矩, 则机舱 2 停止在固定角度上。

然后, 进入第 2 步骤。首先, 如图 1B 所示, 为了使桨距角反转而启动叶片 4a。以叶片 4a 的桨距角通过平桨角的时刻为峰值而围绕偏航轴的扭矩增大。在该叶片 4a 的变角过程中, 由于对叶片 4a 产生升力而转子的旋转力也变大, 但由于维持顺桨状态的另外 2 片叶片 4b、4c 对转子的旋转发挥制动力, 所以即使在不使用另外的主轴制动器单元的情况下, 转子也不会发生急剧旋转。

进而，使叶片 4a 变角而如图 1C 所示，使其成为逆桨，然后使叶片 4a 保持逆桨状态，直至运行模式的恢复。

如果在该叶片 4a 的变角过程中机舱开始偏航旋转，则例如如图 1B→C 所示，机舱 2 进行偏航旋转，转子配置在塔架 1 的下风侧。

然后，第 2 片叶片 4b 与第 1 片叶片 4a 相同地，从顺桨变角为逆桨，然后保持逆桨状态直至运行模式的恢复（图 1D）。

然后，第 3 片叶片 4c 与第 1 片、第 2 片的叶片 4a、4b 相同地，从顺桨变角为逆桨，然后保持逆桨状态直至恢复运行模式（图 1E）。

假如在第 1 片叶片 4a 的变角过程中机舱 2 不开始偏航旋转，则在使第 2 片、第 3 片叶片 4b、4c 从顺桨变角为逆桨的过程中，相同地，存在使机舱 2 偏航旋转的机会，由此可以高可靠性地最终确保图 1E 所示的状态，即，转子配置在塔架 1 的下风侧，所有叶片 4a~4c 的前缘朝向上风处的待机姿态。

由于偏航制动器成为容许上述偏航旋转的规定的制动值，所以机舱 2 与风向变化对应而绕偏航轴滑动，转子被吹向下风侧。

在发生暴风的待机模式中，能够使所有叶片 4a~4c 从前缘受风，避免颤动的产生，减少向叶片 4a~4c 加载的负载。

根据以上所示的本实施方式的水平轴风车，由于机舱 2 利用风力进行偏航旋转，使转子被吹向塔架 1 的下风侧，所以即使偏航驱动单元不发挥作用，也能够确保转子及叶片后缘被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态，从叶片后缘避开暴风而减少颤动产生，进而能够减少叶片等在暴风时的设计负载。

由于成为转子被吹向下风侧的待机状态，所以即使在风向变化的情况下，也由于机舱 2 进行偏航旋转以使得转子始终位于下风侧，所以能够避开作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的载荷而减少负载。由此，例如即使在台风等暴风时，也不需要用于维持水平轴风车姿态的特别的控制单元，能够始终将转子配置在塔架 1 的下风侧，将由于风力而承受的负载抑制到最小。进而，由此能够大幅降低水平轴风车的设计强度，可以提高设计自由度，能够实现成本降低。

另外，根据本实施方式的水平轴风车，例如在台风等暴风时，

首先通过使所有叶片 4a~4c 的桨距角成为顺桨状态，能够减少由风作用在各叶片 4a~4c 上的阻力。其结果，能够减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载。

另外，由于通过独立桨距控制装置 12a 使成为顺桨的各叶片 4a~4c 的桨距角一片一片地按顺序成为逆桨，所以与使所有叶片同时反转的情况相比，能够将作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载的增加抑制在最小限度。其结果，能够防止在叶片 4a~4c 上产生过量的阻力及升力，能够有效地防止转子过旋转。

（实施方式 2）

下面，说明本发明的实施方式 2 的逆风型水平轴风车。

图12 是从上方观察本发明实施方式 2 的逆风型水平轴风车的俯视图。

如图 12 所示，本实施方式的水平轴风车具有塔架 1、机舱 2、轮毂 3 和 3 片叶片 4a~4c。

机舱 2 经由与轮毂 3 连接的主轴（省略图示）而轴支撑由轮毂 3 和叶片 4a~4c 组成的转子。塔架 1 可自由偏航旋转地支撑机舱 2。

另外，在机舱 2 的外表面，安装未图示的风速计及风向计。

在机舱 2 的内侧，收容未图示的增速器、发电机及主轴制动器等动力传递装置，这些各动力传递装置与主轴连结。

主轴的前端向机舱 2 的外部突出，在该主轴的前端，以与主轴一起旋转的方式安装转子。

转子在中心部具有与主轴连结的轮毂 3，在轮毂 3 的旋转方向的外周面，以放射状地安装 3 片叶片 4a~4c。另外，叶片 4a~4c 的叶片形状不对称地形成。

图 13A 是本实施方式 2 的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构中，与本发明相关的部分的框图。

如图 13A 所示，本实施方式的水平轴风车的控制部由风向计 10、风速计 13、控制装置 16b、桨距驱动装置 11、偏航驱动装置 14 构成。控制装置 16b 具有桨距控制装置 12b 和偏航控制装置 15b。

偏航驱动装置 14 检测机舱 2 的偏航角，驱动偏航旋转，同时具有对偏航旋转进行制动的未图示的偏航制动器。偏航控制装置 15b 向偏航驱动装置 14 发出控制信号而控制机舱 2 的偏航角。

桨距驱动装置 11 对叶片 4a~4c 的桨距角进行旋转驱动。桨距控制装置 12b 向桨距驱动装置 11 发出控制信号，控制叶片 4a~4c 的桨距角。各叶片 4a~4c 在至少 180 度内被自由地控制。

叶片 4a~4c 的桨距控制，可以是独立地控制每个叶片，也可以仅能够统一控制所有叶片。叶片 4a~4c 的桨距控制，不需要能够独立地对每个叶片进行控制，只要能够进行 180 度旋转，也可以对所有叶片统一控制。在后者的情况下，仪器及控制装置的结构可以简化。当然，也可以能够独立地控制每个叶片。

图 13B 是表示偏航角—桨距角平面坐标中的过旋转存在区域和避开过旋转存在区域的控制步骤的图。如图 13B 所示，在使横轴为偏航角、纵轴为桨距角的平面坐标上，分布有在风速为 40 (m/sec) 的风况下转子达到大于或等于 20 (rpm) 转速的过旋转存在区域 B1、B2。基于图 13B，在本实施方式中，将为了避开过旋转存在区域 B1、B2 的 +75~+110 (deg) 或 -75~-110 (deg) 确定为偏航角范围 A，如下所述执行待机模式。在偏航角范围 A 内，无论桨距角为多少，都不会达到过旋转。

此外，在桨距角为 90 (deg) 时，叶片 4a~4c 的后缘朝向塔架 1 侧，在桨距角为 -90 (deg) 时，叶片 4a~4c 的前缘朝向塔架 1 侧。在偏航角为 0 (deg) 时，转子位于塔架 1 的上风侧，从正面受风。

通常，在商业用的风力发电中，考虑机械强度、发电效率及安全方面，存在适于发电的风速区域，在逆风风速超过其上限的风速区域中不进行发电，而是为了避开暴风，控制为以尽可能减少风力负载的姿态进行待机。下面，说明本实施方式的水平轴风车的运行模式及待机模式。

(运行模式)

在适于发电的风速区域中，基于由风向计 10 检测出的风向，偏航控制装置 15b 进行控制而将转子配置在塔架 1 的上风侧，基于由风

速计 13 检测的风速及转子转速等，桨距控制装置 12b 控制叶片 4a~4c 成为恰当的桨距角，使转子受风而进行旋转。该转子的旋转力传递至与轮毂 3 连接的主轴，从而传递至与主轴连结且收容在机舱 2 内部的发电机，由此，将旋转运动的动能变换为电能。在偏航驱动装置 14 接收来自偏航控制装置 15b 的控制信号而使机舱 2 旋转时，放开或放松偏航制动器，在将机舱 2 保持在固定方向上时，使偏航制动器扭矩最大。

逆风型风车的运行模式中的桨距角、偏航角的存在区域，大致为图 13B 中的运行区域 R。

（待机模式）

在台风等暴风时，如果由风速计 13 检测出风速超过安全风速（例如 25（m/sec）），则桨距控制装置 12b 使所有叶片 4a~4c 成为顺桨（第 1 步骤）。转子停止，发电中断。由此，减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的风力负载。

然后，偏航控制装置 15b 使机舱 2 转动而变角为偏航角范围 A 内的固定角度，利用偏航制动器使机舱 2 的偏航角保持为该固定角度（第 2 步骤 S2）。

然后，在机舱 2 的偏航角保持在偏航角范围 A 内的状态下，桨距控制装置 12b 使所有叶片 4a~4c 同时成为逆桨（第 3 步骤 S3）。

桨距控制装置 12b 从第 3 步骤 S3 之后保持所有叶片 4a~4c 的逆桨状态直至上述运行模式的恢复。偏航控制装置 15b 控制偏航制动器产生下述制动值（制动力），该制动值容许下述的偏航旋转，即，因由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转。

该制动值设定为低于在将机舱 2 保持在固定方向时的制动值。另外，该制动值为在假定风速超过安全风速时，机舱 2 不会过度地偏航旋转程度的高值。该制动值也可以与机舱 2 的偏航旋转对应而变动。例如，可以如下变动：为了容许机舱 2 即使在由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩小时也偏航旋转而使该制动值减小，另一方面，为了将机舱 2 的偏航旋转的角速度限制为小于或等于固定值而使该制动值增大。

在这里，一边参照图 12，一边说明上述控制动作的执行及随之产生的风车动作。

首先，通过执行上述第 1 步骤 S1，如图 12A 所示，所有叶片 4a~4c 成为顺桨，转子的旋转停止。

然后，利用第 2 步骤 S2，风车成为图 12B 所示的姿态。即，成为机舱 2 的偏航角相对于风向为大致 90 (deg)，转子旋转面大致与风向平行的姿态。在该姿态下，即使切换叶片的桨距角，也不会产生较大的升力。在第 2 步骤 S2 中，也可以使机舱 2 向某一侧转动。图 12B 表示从上方观察机舱 2 而使其顺时针旋转，位于 +75~+110 (deg) 的偏航角范围 A 中的状态。可以预先设定进行顺时针旋转还是逆时针旋转，但优选在第 2 步骤 S2 开始时，选择并确定能够最短时间内移动至偏航角范围 A 中的旋转方向。

然后，利用第 3 步骤，如图 12C 所示，使叶片 4a~4c 同时变角至逆桨。在该过程中不会产生较大的升力，可以不使转子过旋转地安全成为逆桨。

然后，保持逆桨状态直至恢复上述运行模式，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值容许机舱 2 的下述偏航旋转，即，因由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转。如果由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩大于偏航制动器扭矩，则机舱 2 旋转，转子如图 12D 所示配置在塔架 1 的下风侧，转子被吹向塔架 1 的下风侧。由此，能够确保转子及叶片 4a~4c 后缘被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态，从叶片后缘避开暴风而减少颤动产生，进而能够减少其在暴风时的设计负载。

通过将偏航制动器的制动值设定得比较高，即使风速超过安全风速，在由风产生的偏航扭矩的负载比较小的情况下，也可以使机舱 2 不进行偏航旋转而使其待机。在此情况下，只要风向不变化，就维持如图 12C 所示的待机状态。在此情况下，由于不产生转子的过旋转且风速较低，所以能够将风车的负载抑制得较小。即使机舱 2 不追随风向而风向改变，参考图 13B 可知，也不会进入过旋转存在区域 B1、B2 中，所以不会产生转子的过旋转，因风速较低，所以能够将

风车的负载抑制得较小。

另一方面，通过将偏航制动器的制动值设定得比较低，如果风速超过安全风速，则可以以使机舱 2 追随风向的方式待机。

如果通过风速计 13 在固定期间内检测出小于或等于安全风速的风速，则恢复为运行模式。偏航控制装置 15b 使机舱 2 旋转而使转子朝向上风侧。例如，如果在恢复为运行模式时风车为图 12D 的状态，则偏航控制装置 15b 首先使机舱 2 旋转 180 (deg) 而使转子朝向上风侧。另外，例如如果在恢复为运行模式时风车为图 12C 的状态，则偏航控制装置 15b 首先使机舱 2 逆时针旋转 90 (deg) 而使转子朝向上风侧。

下面，参照图 13B 的偏航角—桨距角平面坐标进行说明。

坐标（偏航角、桨距角）在运行模式中大致位于运行区域 R。通过执行待机模式的第 1 步骤 S1，坐标移动至点 P1 或其周围。由于第 1 步骤 S1 能够瞬间降低对转子的风力负载，所以优选以检测出安全风速为触发立即执行。

然后，通过执行第 2 步骤 S2，坐标移动至点 P2 或其周围。参照图 13B 可知，即使从运行区域 R 开始执行第 2 步骤 S2，也能够离开过旋转存在区域 B1。在本实施方式中，控制流程为在第 1 步骤 S1 结束后开始第 2 步骤 S2，但并不限于此，第 2 步骤 S2 也可以以检测出安全风速为触发立即执行。即，可以是第 1 步骤 S1 和第 2 步骤 S2 同时开始，或第 2 步骤 S2 在第 1 步骤 S1 完成前开始，或者两者具有同时进行的期间。

然后，通过执行第 3 步骤 S3，坐标移动至点 P3 或其周围。此时，重要的是不进入过旋转存在区域 B1、B2 中，更重要的是尽可能地远离过旋转存在区域 B1、B2 而绕开。其通过第 2 步骤 S2 和第 3 步骤 S3 的同步而实现。在本实施方式中采用下述控制流程：在第 2 步骤 S2 的前半部分的变角过程中，使机舱 2 转动至偏航角范围 A 内的目标固定角度，在后半部分的保持过程中，利用偏航制动器使该机舱 2 固定保持为该固定角度，在该保持过程中执行全部的第 3 步骤 S3。第 2 步骤 S2 在第 3 步骤 S3 结束的同时或在其之后结束，然后

放松偏航制动器。另外，偏航角范围 A 与桨距角无关地，为固定范围。根据本实施方式，能够远离过旋转存在区域 B1、B2 而绕开，移动至点 P3 或其周围，是优选的实施方式。

并不限于此，也可以在第 2 步骤 S2 中进行的偏航角变化时执行第 3 步骤 S3，以选择过旋转存在区域 B1、B2 之外的区域（进而是转子转速更慢的区域）的方式，使偏航角及桨距角同时变角而进行控制。另外，也可以以使偏航角范围 A 根据桨距角而产生宽窄变化的方式确定。也可以在第 3 步骤 S3 即将完成之前使第 2 步骤 S2 结束，放松偏航制动器。只要是能够避让（优选尽可能远地避让）过旋转存在区域 B1、B2，将偏航角及桨距角从点 P1 或其周围的区域移动至点 P3 或其周围的区域，则不限于本实施方式。优选在过旋转存在区域 B1 和过旋转存在区域 B2 的正中间穿过。

然后，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值容许下述的偏航旋转，即，因由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转，如果由风力向机舱 2 加载的围绕偏航轴的扭矩大于偏航制动器扭矩，则如图 13B 中的箭头 D 所示，机舱 2 旋转，转子配置在下风侧。如果使机舱 2 旋转的强风持续，则转子被吹向下风侧，就图 13B 来说，该风车的坐标大致位于待机区域 W 中，风车在所述待机状态下等待暴风的停止。

根据上述的本实施方式的水平轴风车，即使没有独立桨距控制装置以及复杂的转向操纵顺序，也能够确保在躲避暴风的同时使转子及叶片后缘被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态，从叶片后缘避开暴风而减少颤动的产生，并且能够减少叶片等在暴风时的设计负载。

由于叶片在暴风时成为被吹向下风侧的待机状态，所以即使在风向变化的情况下，由于机舱 2 偏航旋转而使转子位于下风侧，所以能够减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载而减少载荷。由此，例如即使在台风等暴风时，也不需要用于维持水平轴风车姿态的特别的控制单元，能够使转子配置在塔架 1 的下风侧，将由于风力而承受的负载抑制到最小。进而，由此能够大幅降低水平轴风车的设计强度，

可以提高设计自由度，能够实现成本降低。

另外，根据本实施方式的水平轴风车，例如在台风等暴风时，首先通过使所有叶片 4a~4c 的桨距角成为顺桨状态，能够减少由风作用在各叶片 4a~4c 上的阻力。其结果，能够减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载。

另外，由于使通过桨距控制装置 12b 而成为顺桨的各叶片 4a~4c，移动至躲避相对于转子的正面风及背面风的规定偏航角范围内，在此基础上，使桨距角同时成为逆桨，所以与不进行上述偏航控制，且在存在转子受到正面风或背面风的可能性的状态下使所有叶片同时反转的情况相比，能够更可靠地避免在叶片 4a~4c 及塔架 1 上作用过大负载的危险。其结果，能够防止在叶片 4a~4c 上产生过大的阻力及升力，能够有效地防止转子过旋转。

（实施方式 3）

下面，说明本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车。

图 14 是从上方观察本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车的俯视图。图 15 是表示本发明实施方式 3 的逆风型水平轴风车所搭载的控制部的结构的框图。

如图 14 所示，本实施方式的水平轴风车具有塔架 1、机舱 2、轮毂 3、以及 3 片叶片 4a~4c。

机舱 2 经由与轮毂 3 连接的主轴（省略图示）而轴支撑由轮毂 3 和叶片 4a~4c 组成的转子。塔架 1 可自由偏航旋转地支撑机舱 2。

另外，在机舱 2 的外表面，安装未图示的风速计及风向计。

在机舱 2 的内侧，收容未图示的增速器、发电机及主轴制动器等动力传递装置，上述各动力传递装置与主轴连结。

主轴的前端向机舱 2 的外部突出，在该主轴前端，以与主轴一起旋转的方式安装转子。

转子在中心部具有与主轴连结的轮毂 3，在轮毂 3 的旋转方向的外周面，以放射状安装 3 片叶片 4a~4c。另外，叶片 4a~4c 的叶片形状不对称地形成。

如图 15 所示，本实施方式的水平轴风车的控制部由风向计 10、风速计 13、控制装置 16c、桨距驱动装置 11、偏航驱动装置 14 构成。控制装置 16c 具有独立桨距控制装置 12c 和偏航控制装置 15c。

偏航驱动装置 14 检测机舱 2 的偏航角，驱动偏航旋转，同时具有对偏航旋转进行制动的未图示的偏航制动器。偏航控制装置 15c 向偏航驱动装置 14 发出控制信号而控制机舱 2 的偏航旋转。

桨距驱动装置 11 独立地对叶片 4a~4c 的桨距角进行旋转驱动。独立桨距控制装置 12c 向桨距驱动装置 11 发出控制信号，分别独立地控制各叶片 4a~4c 的桨距角。各叶片 4a~4c 分别在至少 180 度范围内被独立地自由控制。

通常，在商业用的风力发电中，考虑机械强度、发电效率及安全方面，存在适于发电的风速区域，在超过其上限即安全风速的风速区域中不进行发电，而是为了避开暴风，进行控制以尽可能减少风力负载的姿态进行待机。下面，说明本实施方式的水平轴风车的运行模式及待机模式。

（运行模式）

在适于发电的风速区域中，基于由风向计 10 检测出的风向，偏航控制装置 15c 进行控制而将转子配置在塔架 1 的上风侧，基于由风速计 13 检测出的风速及转子转速等，独立桨距控制装置 12c 控制叶片 4a~4c 成为适当的桨距角，使转子受风而进行旋转。该转子的旋转力传递至与轮毂 3 连接的主轴，从而传递至与主轴连结且收容在机舱 2 内部的发电机，将旋转运动的动能变换为电能。在偏航驱动装置 14 接收来自偏航控制装置 15c 的控制信号而使机舱 2 旋转时，解除或放松偏航制动器，在将机舱 2 保持在固定方向上时，使偏航制动器最大。

（待机模式）

（第 1 步骤）在台风等暴风时，如果由风速计 13 检测出风速超过安全风速，则独立桨距控制装置 12c 使所有叶片 4a~4c 成为顺桨。由此，减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的风力负载。转子停止，发电中断。

(第2步骤)然后,偏航控制装置15c控制偏航制动器产生下述的规定制动值,该制动值容许机舱2的下述偏航旋转,即,因由风力向机舱2加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转,同时独立桨距控制装置12c使1片叶片4a从顺桨向平桨侧变角。

规定的制动值设定为低于将机舱2保持为固定方向时的制动值。在使规定的制动值为固定值的情况下,使其成为在假定风速超过安全风速时机舱2不会急剧偏航旋转的较高值。另外,规定的制动值也可以与机舱2的偏航旋转对应而变动。例如,可以如下变动:为了容许机舱2即使在由风力向机舱2加载的围绕偏航轴的扭矩小时也偏航旋转而使该规定的制动值减小,另一方面,为了将机舱2的偏航旋转的角速度限制为小于或等于固定值而使该规定的制动值增大。

在叶片4a从顺桨向平桨侧变角的情况下,变角后的角度为平桨(0deg)~45deg左右。该角度影响所得到的偏航角位移。

基于偏航控制装置15c检测出的机舱2的偏航角,在机舱2的偏航角位于为30deg左右时,独立桨距控制装置12c使1片叶片4a恢复顺桨。

优选该偏航角位移大于或等于30deg。这是因为如果从正对风向的状态开始利用风力使机舱反转,则直至机舱开始偏航旋转需要较大的风力,在成为高风速之后开始偏航旋转,所以会产生急剧的偏航旋转,使风车承受很大的负载。

以使该偏航角位移大于或等于30deg的方式,设定使叶片4a在从顺桨向平桨侧变角情况下的变角后角度、和用于容许机舱2的偏航旋转的制动值。

(第3步骤)然后,保持所有叶片4a~4c处于逆桨状态,直至恢复上述运行模式。

在这里,再次参照图14,说明上述控制动作的执行及与之相伴的风车动作。

首先,通过执行上述第1步骤,如图14A所示,所有叶片4a~4c成为顺桨,转子的旋转停止。

然后,进入第2步骤。控制偏航制动器产生容许机舱2的偏航

旋转的制动值，同时如图 14B 所示，将叶片 4a 向平桨侧竖立，绕偏航轴的扭矩增大。通过该叶片 4a 向平桨侧变角，叶片 4a 上产生升力而使转子的旋转力增大，但由于维持顺桨状态的另外 2 片叶片 4b、4c 对转子的旋转产生制动力，所以即使在不使用另外的主轴制动器单元的情况下，也不会产生急剧的转子旋转。

通过叶片 4a 向平桨侧的变角和偏航制动器控制，如图 14C 所示，机舱 2 得到相对于风向 40~89 (deg) 的偏航角位移。此时，如果风向固定，则使相对于风向的偏航角为“初始偏航角”。

然后，如图 14D 所示，叶片 4a 恢复顺桨状态，之后使所有叶片 4a~4c 保持顺桨状态，直至恢复运行模式。此时，由于得到初始偏航角，所以向机舱 2 加载偏航扭矩。另外，由于偏航制动器容许机舱 2 的偏航旋转，所以如图 14D→E 所示，进一步得到偏航角位移，转子配置在塔架 1 的下风侧。

然后在待机模式中，由于偏航制动器产生容许上述偏航旋转的规定制动值，所以机舱 2 与风向变化对应而绕偏航轴滑动，转子被吹向塔架的下风侧。

在发生暴风的待机模式中，所有叶片 4a~4c 从后缘受风，与叶片前缘朝向上风侧的情况相比，大幅降低由风产生的升力，其结果，作为暴风时的待机状态，调整为可以向叶片 4a~4c 及塔架 1 施加最小负载的状态进行待机的姿态。

根据上述所示的本实施方式的水平轴风车，由于机舱 2 利用风力而偏航旋转，使转子被吹向塔架 1 的下风侧，所以即使偏航驱动单元无法工作，也能够确保转子及叶片后缘被吹向下风侧的待机状态，通过该待机状态，能够减少叶片在暴风时的设计负载。

由于转子成为被吹向下风侧的待机状态，所以即使在风向变化的情况下，也由于机舱 2 进行偏航旋转而使得转子始终位于下风侧，所以能够避免作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载而减少载荷。由此，例如即使在台风等暴风时，也不需要用于维持水平轴风车姿态的特别的控制单元，能够始终将转子配置在塔架 1 的下风侧，将由于风力而承受的负载抑制到最小。进而，由此能够大幅降低水平轴风车的

设计强度，可以提高设计自由度，能够实现成本降低。

另外，根据本实施方式的水平轴风车，例如在台风等暴风时，首先通过使所有叶片 4a~4c 的桨距角成为顺桨状态，能够减少由作用在各叶片 4a~4c 上风产生的阻力。其结果，能够减少作用在叶片 4a~4c 及塔架 1 上的负载。

（实施例 1）

为了验证假设叶片的大型化而由待机状态产生的颤动等，对于通常不产生颤动的直径 80m（相当于 2MW）的风车，使叶片刚性大幅降低而制成模型 A、B、C。模型 A、B、C 的条件及待机姿态记载在图 3 所示的表中。

分别对于模型 A、B、C，分析在图 4 所示的风况下的机舱方位角（图 5）、转子旋转速度（图 6）、叶片扭曲位移（图 7）、叶片根部襟翼弯折（图 8）、叶片根部扭矩（图 9）、偏航扭矩（图 10）、偏航水平力（图 11），输出曲线图。另外，在图 3 所示的表中记载分析结果的要点、分布范围、评价。

如图 3 所示的表中所记载，模型 A 相当于现有技术 2 的待机状态。模型 B 是本发明实施方式 3 的实施例的待机状态，现有技术 3 及 5 的待机状态也与其相当。模型 C 是本发明实施方式 1 及 2 的实施例的待机状态，现有技术 4 及 6 的待机状态也与其相当。

作为本发明实施方式 1 及 2 的实施例的待机状态的模型 C，对于叶片的颤动弯折 / 扭曲及偏航水平力来说，具有良好的减少负载的效果。另外，与通常的逆风设备（模型 A）相比，大幅改善偏航扭矩。

下面按照每一个项目进行评价。

（1）机舱方位角（参照图 5）

平顺地偏航的模型 B、C，基本上追随风向。在后缘朝向上风侧的模型 B 中，在前半部分（0~150（sec））叶片振动，偏航也随其摆动。

（2）旋转速度（参照图 6）

平顺地偏航的模型 B、C，基本上转子缓慢地空转，但在使后缘

朝向上风侧的模型 B 中，在前半部分（0~150（sec））中叶片振动，转子也随其摆动。

（3）叶片扭曲位移（参照图 7）

具有与叶片根部扭矩大致相同的评价。

（4）叶片根部襟翼弯折（参照图 8）

全部具有伴随转子旋转而产生的负载摆动。模型 B 的前半部分（0~150（sec））以较短周期摆动。

（5）叶片根部扭矩（参照图 9）

全部具有伴随转子旋转的负载摆动。在模型 B 的前半部分（0~150（sec））及模型 A 的 200sec 附近等，在从转子后缘承受暴风的情况下，产生较大扭矩。通常由于在安全上不容许桨距机构扭曲，所以需要使桨距机构及叶片的构造能够承受上述扭矩。

（6）偏航扭矩（参照图 10）

在平顺地偏航的模型 B、C 的情况下，将偏航扭矩的振幅限制得较小，在脱离上述限制的情况下，通过偏航滑动而减少负载。在模型 B、C 中，与保持偏航的模型 A 的情况相比，大幅降低负载。

（7）偏航水平力（参照图 11）

偏航水平力对塔架和地基的设计有很大的影响。在使偏航平顺的模型 B、C 中，基本上具有降低负载的趋势，但在从后缘受风的模型 B 中产生较大振动，相反负载增加。该相反的倾向在叶片刚性显著降低时可以看出。

（实施例 2）

对于叶片片数为 3 片、转子直径为 80m、独立桨距控制的逆风型水平轴风车，进行下述（1）（2）的分析。

（1）对初始偏航角的动作的分析

将对初始偏航角 θ_{y0} 进行各种变更而在特定的风况下产生的偏航角、转子弯折力矩、偏航水平力的变化进行分析。适用于本分析的风况如图 16 所示。是风向固定，风速在 60 秒内从 10（m/s）至 70（m/s）变化的风况。

初始偏航角 θ_{y0} 设定为 5、15、30、45 (deg) 这 4 种。叶片全部处于顺桨（桨距角大约为 86 度），偏航制动器扭矩为 400 (kNm)。

表示图 16 所示的风况下对应于各初始偏航角 θ_{y0} 的偏航角变化、转子弯折力矩、偏航水平力变化的曲线，分别按顺序在图 17、图 18、图 19 中表示。

如图 17 所示，由于横轴 0 (sec) 处的偏航角是初始偏航角 θ_{y0} ，所以各曲线图为 5、15、30、45 (deg) 的点。

在 $\theta_{y0}=5$ (deg) 及 $\theta_{y0}=15$ (deg) 时，以比较大的振幅进行多次摆动，直至转子稳定在下风侧。与之相对，在 $\theta_{y0}=30$ (deg) 及 $\theta_{y0}=45$ (deg) 中，在转子转向下风侧时的摆动较小，迅速地使转子稳定在下风侧。

在 $\theta_{y0}=5$ (deg) 时，维持初始偏航角大约 48 秒后，然后开始急剧偏航旋转，同时转子弯折力矩、偏航水平力的值急剧上升。

在 $\theta_{y0}=15$ (deg) 时，相对于 $\theta_{y0}=5$ (deg) 时，变化略有缓和，但维持初始偏航角大约 36 秒后，然后开始偏航旋转，同时转子弯折力矩、偏航水平力的值上升。

相对于上述 2 例，在 $\theta_{y0}=30$ (deg) 及 $\theta_{y0}=45$ (deg) 时，仅在大约 25 秒左右维持初始偏航角，然后在比较早的时期开始旋转转动，控制转子弯折力矩、偏航水平力的值处于比较低的水平。

对于上述 4 个例子，将偏航急剧变化时刻、偏航急剧变化时的风速、转子弯折力矩的最大值和偏航水平力的最大值汇总在表 1 中。

(表 1)

| 初始偏航角 (θ_{y0}) | 5deg | 15deg | 30deg | 45deg |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 偏航急剧变化时刻 (参照图 17) | 48sec | 36sec | 24sec | 26sec |
| 偏航急剧变化时的风速 (参照图 16) | 约 65m/sec | 约 45m/sec | 约 28m/sec | 约 30m/sec |
| 转子弯折 | 4,000kNm | 2,000kNm | 1,100kNm | 1,100kNm |

| | | | | |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|
| (参照图 18) | | | | |
| 偏航水平力 (参照图 19) | 1,500kN | 600kN | 300kN | 300kN |

根据上述结果，在初始偏航角 θ_{y0} 较小的情况下，转子维持在上风侧位置直至达到高风速，由于急剧进行偏航变角，所以可以说产生较大的负载。在本分析例的情况下，如果初始偏航角 θ_{y0} 大于或等于 30 (deg)，则能够降低负载。

(2) 由桨距变角产生的动作的分析

将 3 片叶片的桨距角设为 θ_{b1} 、 θ_{b2} 、 θ_{b3} 。使 θ_{b1} 进行 86、60、45、30 (deg) 这各种变更，使 $\theta_{b2}=86$ (deg)、 $\theta_{b3}=86$ (deg)，对在图 20 所示的风况下的机舱方位角（偏航角）的变化进行分析。分析结果的曲线图如图 21 所示。假定安全风速为 25m/sec，具有图 20 所示的风速、风向固定的风况。适用于本分析的叶片的顺桨桨距角为 86 (deg)。如图 21 所示，对于所有例子，都从初始机舱方位角为 0deg 开始，即，从转子正对风向的状态开始，偏航制动器扭矩始终为 400 (kNm)。

在 $\theta_{b1}=86$ (deg) 及 $\theta_{b1}=60$ (deg) 的例子中，机舱方位角没有变化。

与之相对，在 $\theta_{b1}=45$ (deg) 的例子中，在大约 11 秒后，机舱方位角变化至大致 45 度，稳定在该角度上，在 $\theta_{b1}=30$ (deg) 的例子中，在大约 11 秒后，机舱方位角变化至大致 77 度，稳定在该角度上。

在本分析中，通过使所有叶片顺桨后，仅 1 片叶片的桨距角 (θ_{b1}) 返回至大致 45 (deg)，能够得到大于或等于 30 (deg) 的初始偏航角。

(3) 总结

总结上述 (1) (2) 的分析例的结果可知，通过使所有叶片顺桨后，仅使 1 片叶片的桨距角 (θ_{b1}) 返回至大致 45 (deg)，能够得到大于或等于 30 (deg) 的初始偏航角 θ_{y0} ，将其恢复至顺桨的桨

距角而使所有叶片顺桨后，能够避免机舱急剧转动，降低向风车加载的载荷。

由于在上述（1）（2）的分析例中得到的数值，依赖于水平轴风车的形状及大小和偏航制动器扭矩的值，所以并非通用值。

此外可知，在所有叶片成为顺桨后，通过将偏航制动器扭矩控制为恰当值，而仅使1片叶片的桨距角适当地返回平桨侧，能够得到合适的初始偏航角 θ_{y0} ，能够避免机舱急剧转动，降低向风车加载的载荷。

另外，通过模仿上述（1）（2）的分析例，对每个水平轴风车进行分析或试验，能够确定 θ_{b1} 及偏航制动器扭矩的最佳值，可以广泛应用本发明实施方式3所涉及的技术。

此外，在2005年5月31日提出的特愿2005-159848号的全部公开内容，全部并入本说明书中。此外，在2005年7月5日提出的特愿2005-198548号的全部公开内容，全部并入本说明书中。此外，在2005年8月30日提出的特愿2005-240524号的全部公开内容，全部并入本说明书中。

工业实用性

本发明用于风力发电等风能产业。特别地，适于即使在暴风时偏航驱动单元无法工作，也能够确保使转子被吹向下风侧的待机状态。

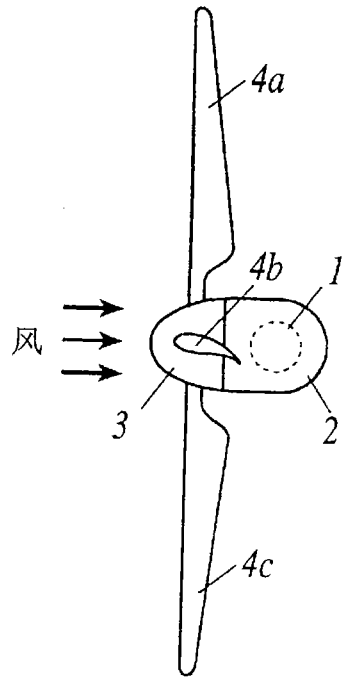


图 1A

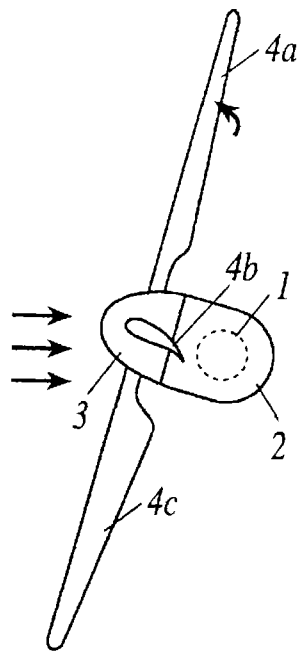


图 1B

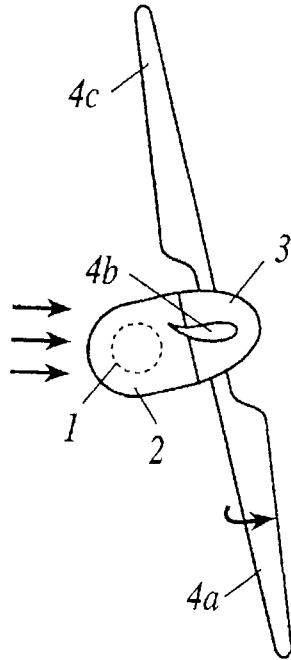


图 1C

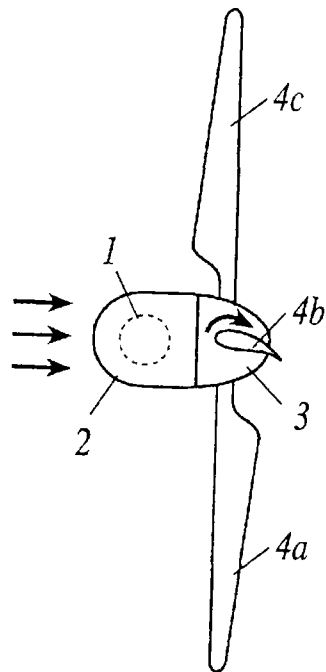


图 1D

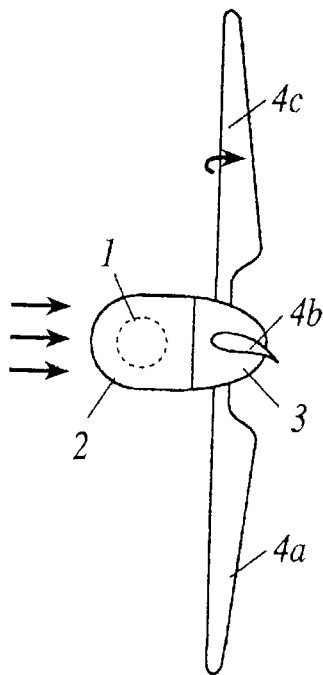


图 1E

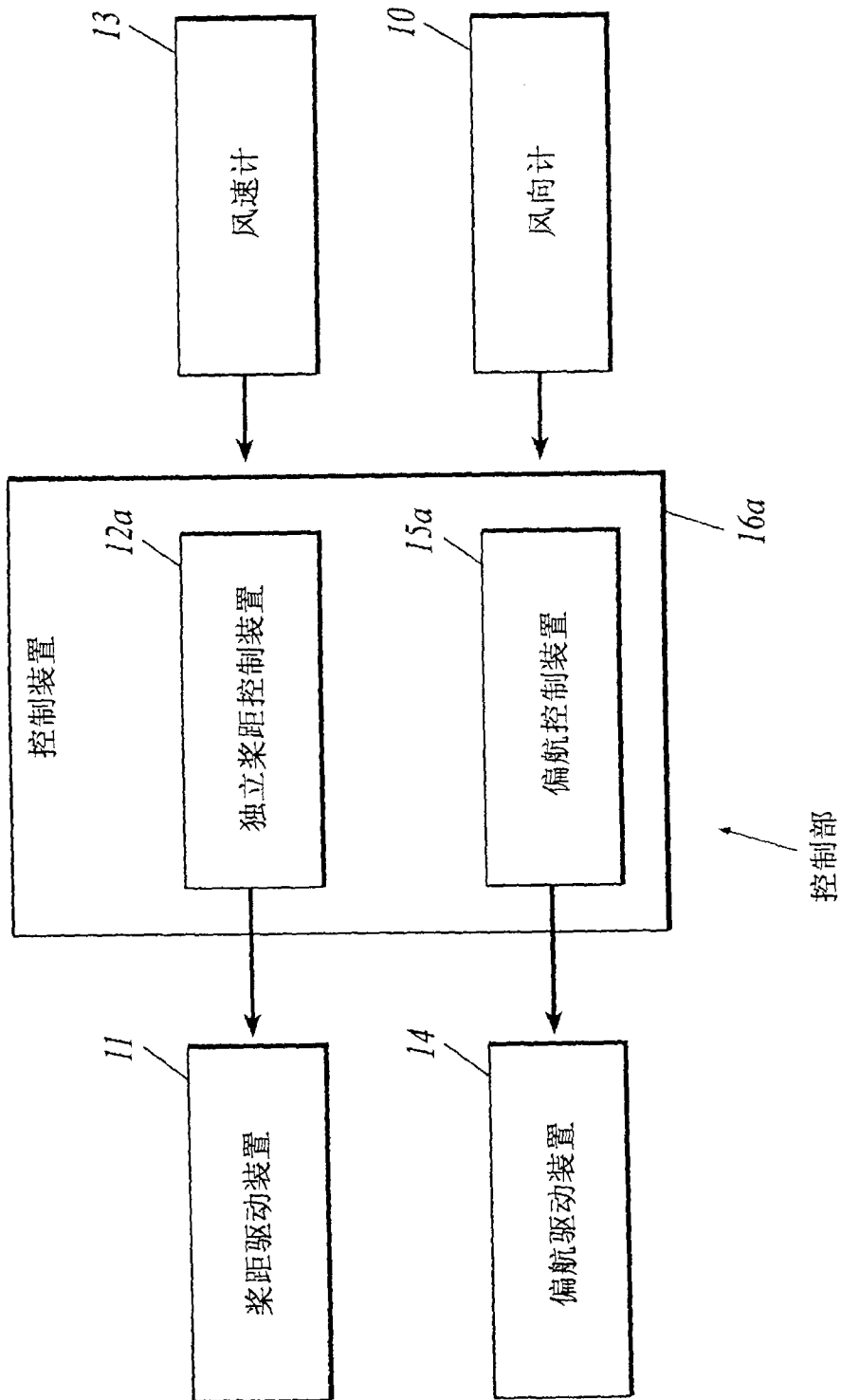


图 2

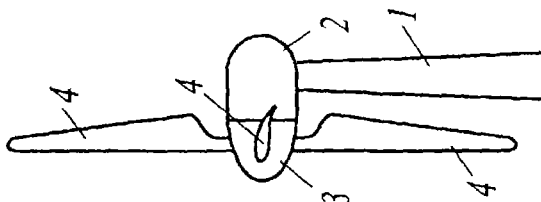
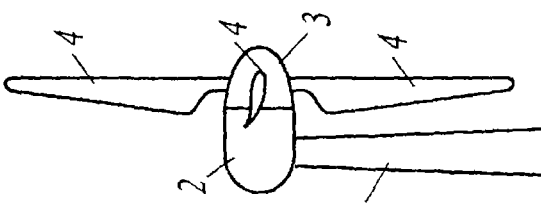
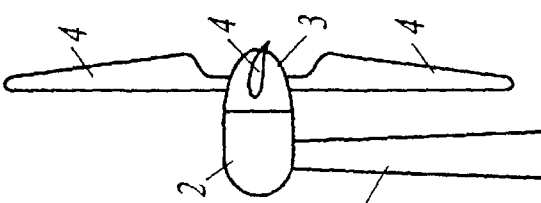
| 模型名 | A | B | C |
|---|---|--|---|
| 所属技术 | 现有技术 2 | 现有技术 3、5 本发明实施例 (实施方式 3) | 现有技术 4 本发明实施例 (实施方式 1、2) |
| 待机状态模式图 1: 塔架 2: 机舱 3: 轮毂 4: 叶片 |  <p>(不追随风向)</p> |  <p>风</p> |  <p>风</p> |
| 通用条件 | 叶片片数: 3 片、转子直径: 80m、风况: 参照图 4 | | |

图 3A

| 模型名 | A | B | C |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| 待机偏航制动器 | 固定 | 400kNm | 1,000kNm |
| 待机桨距角 | 87deg | 87deg | -97deg |
| 机舱方位角 (图 5) | 固定 | 追随风向 | 追随风向 |
| 叶片扭曲位移 (图 7) | -0.5~+0.7deg | -0.5~0.6deg | -0.4~0.4deg |
| 叶片襟翼弯折 (图 8) | -6~5MNm, 非常好 | -7~6MNm, 好 | -5~6MNm, 非常好 |
| 翼扭矩 (图 9) | -0.2~1.6MNm, 较差 | -2.2~2.4MNm, 较差 | -0.4~0.6MNm, 非常好 |
| 偏航扭矩 (图 10) | -2.8~2.8MNm, 较差 | -0.4~0.4MNm, 非常好 | -1.0~1.0MNm, 好 |
| 偏航水平力 (图 11) | ~0.58MN, 好 | ~0.64MN, 较差 | ~0.37MN, 非常好 |
| 分析结果 | | | |

图 3B

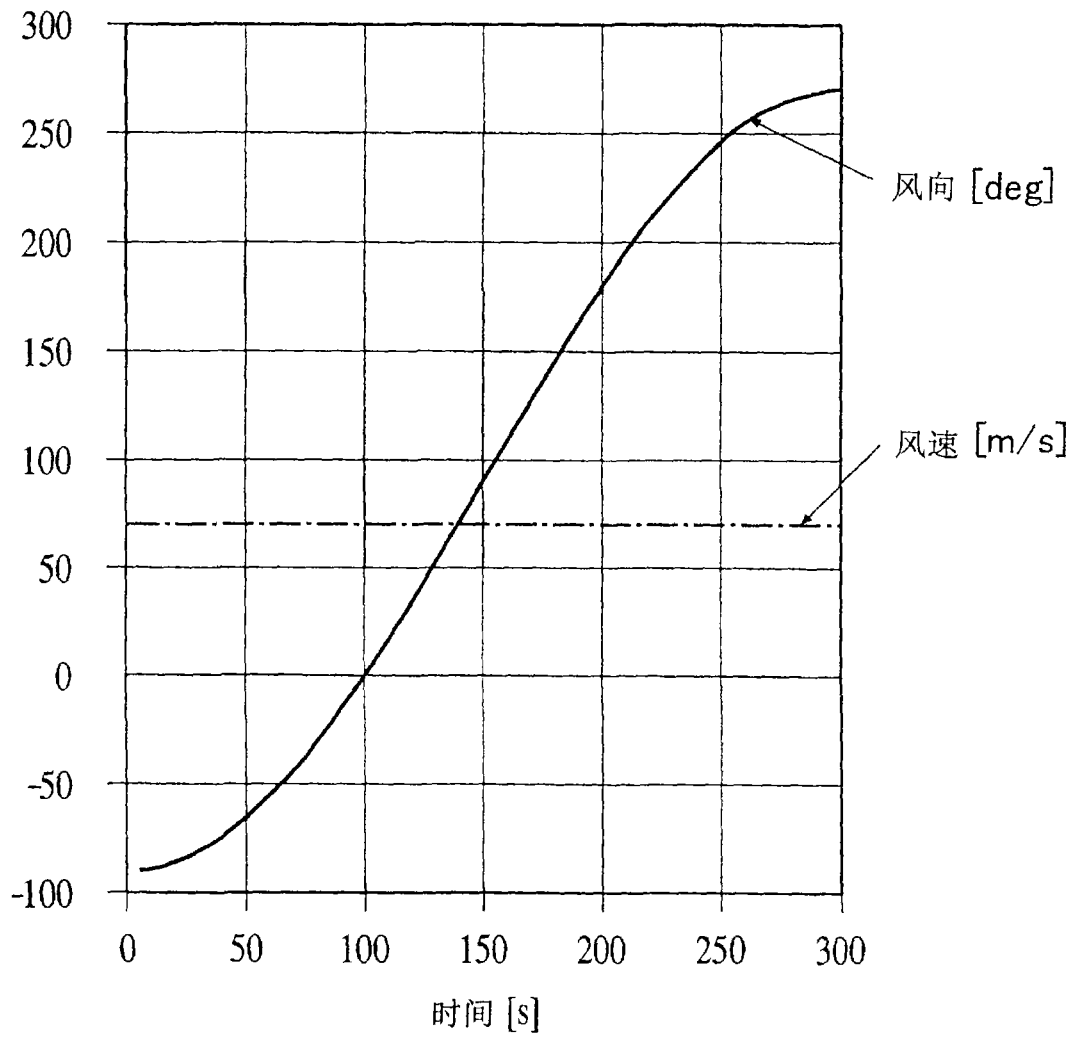


图 4

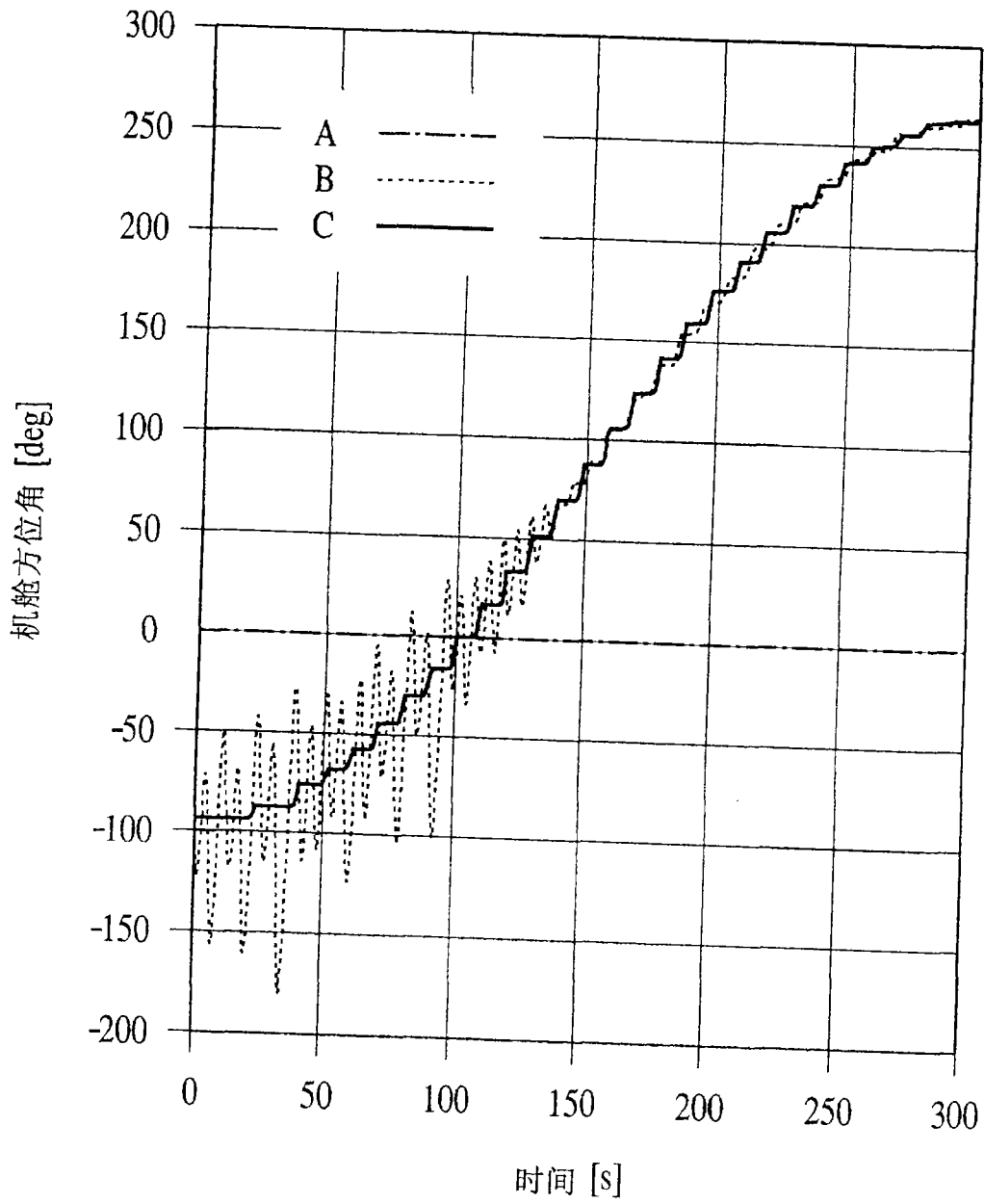


图 5

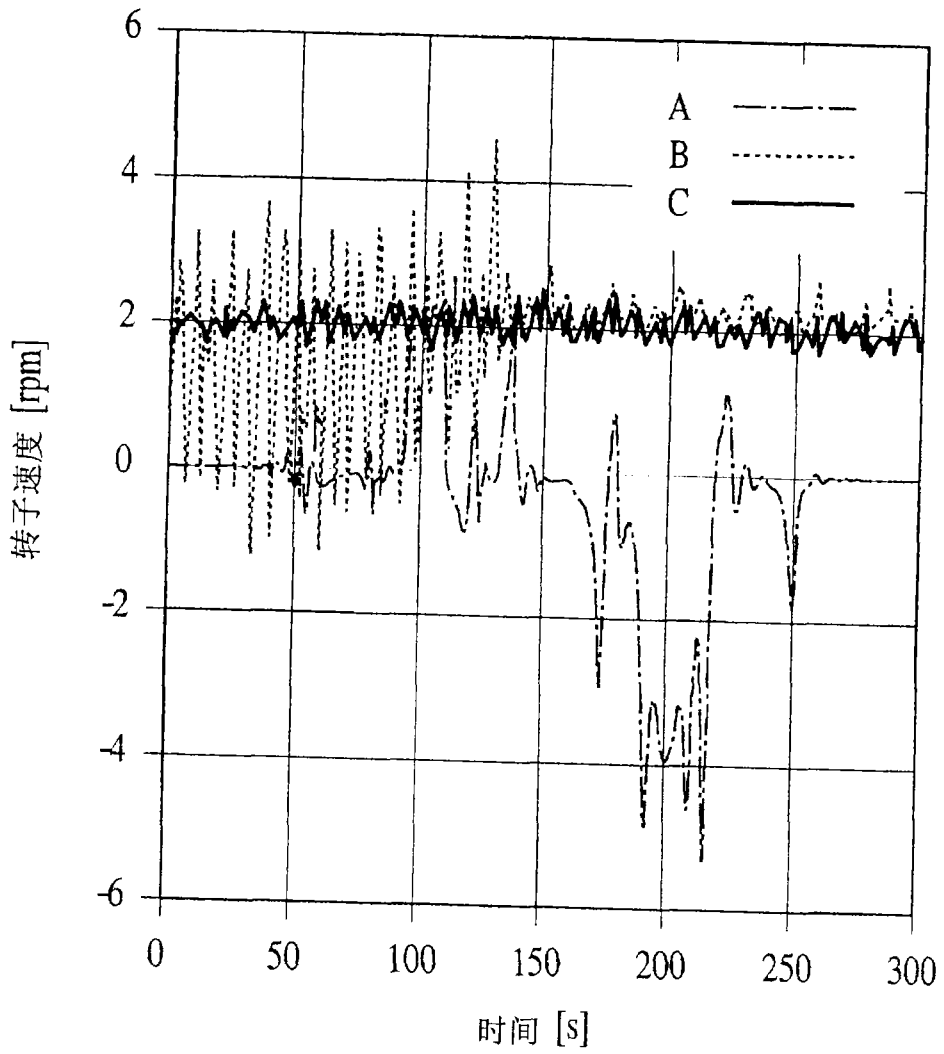


图 6

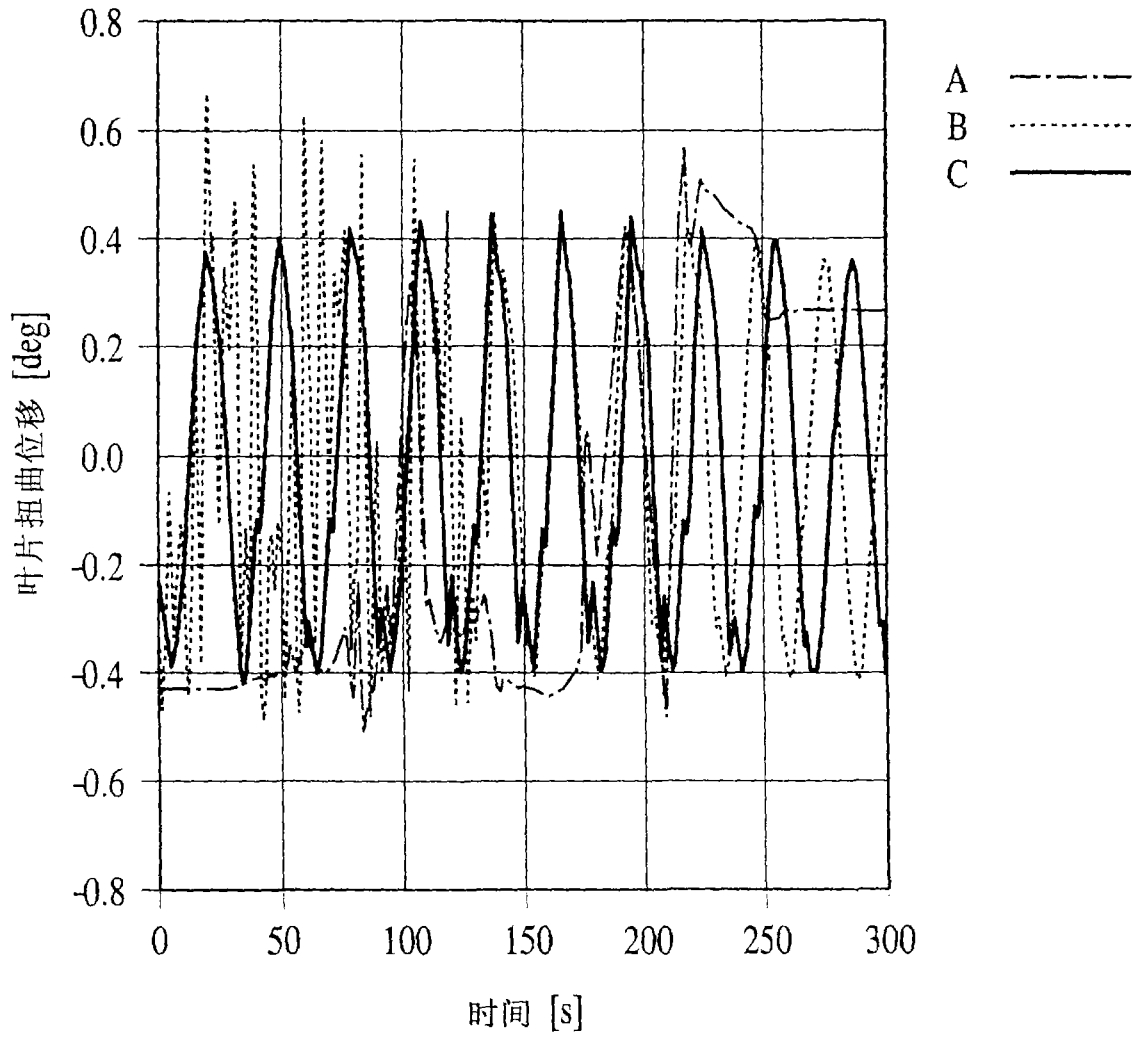


图 7

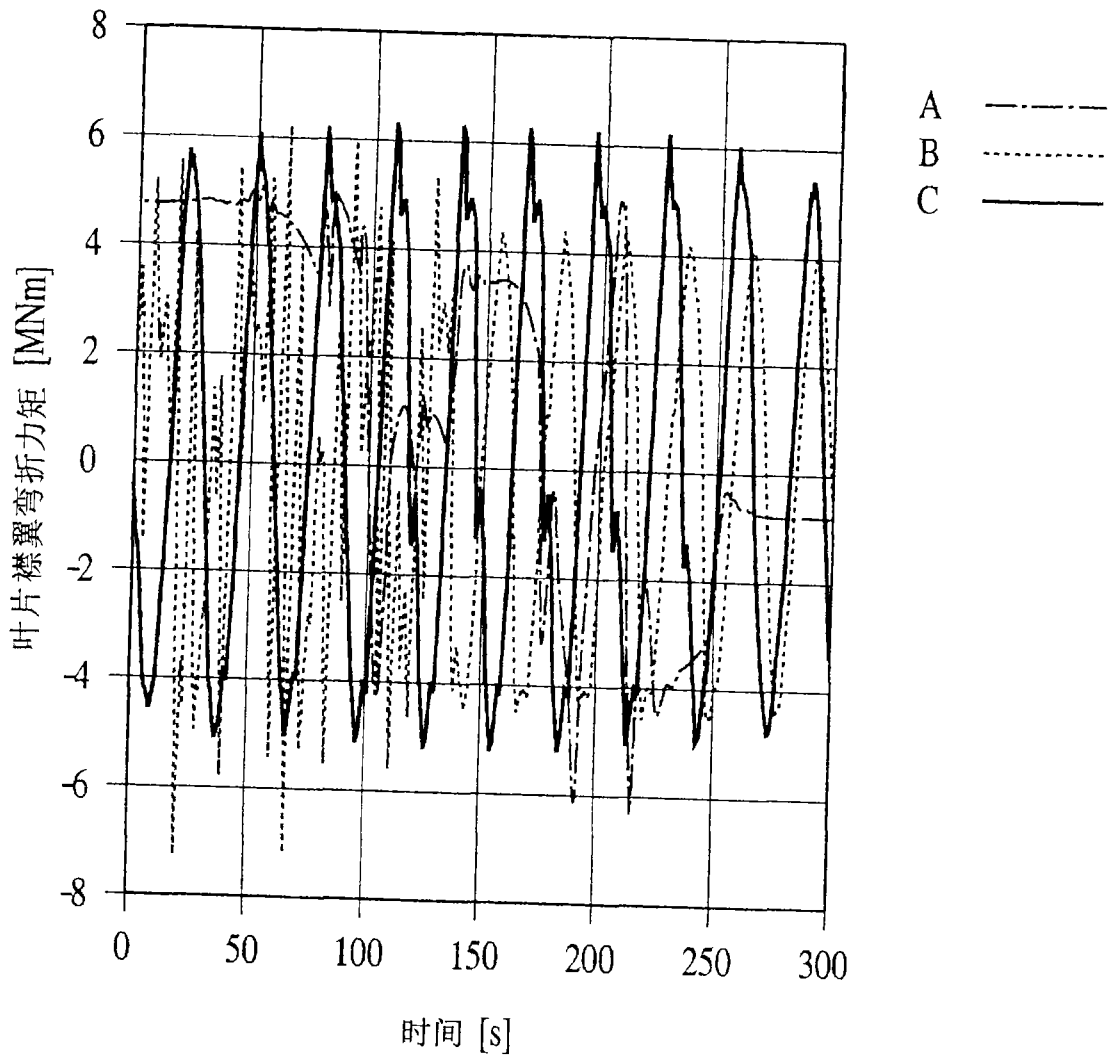


图 8

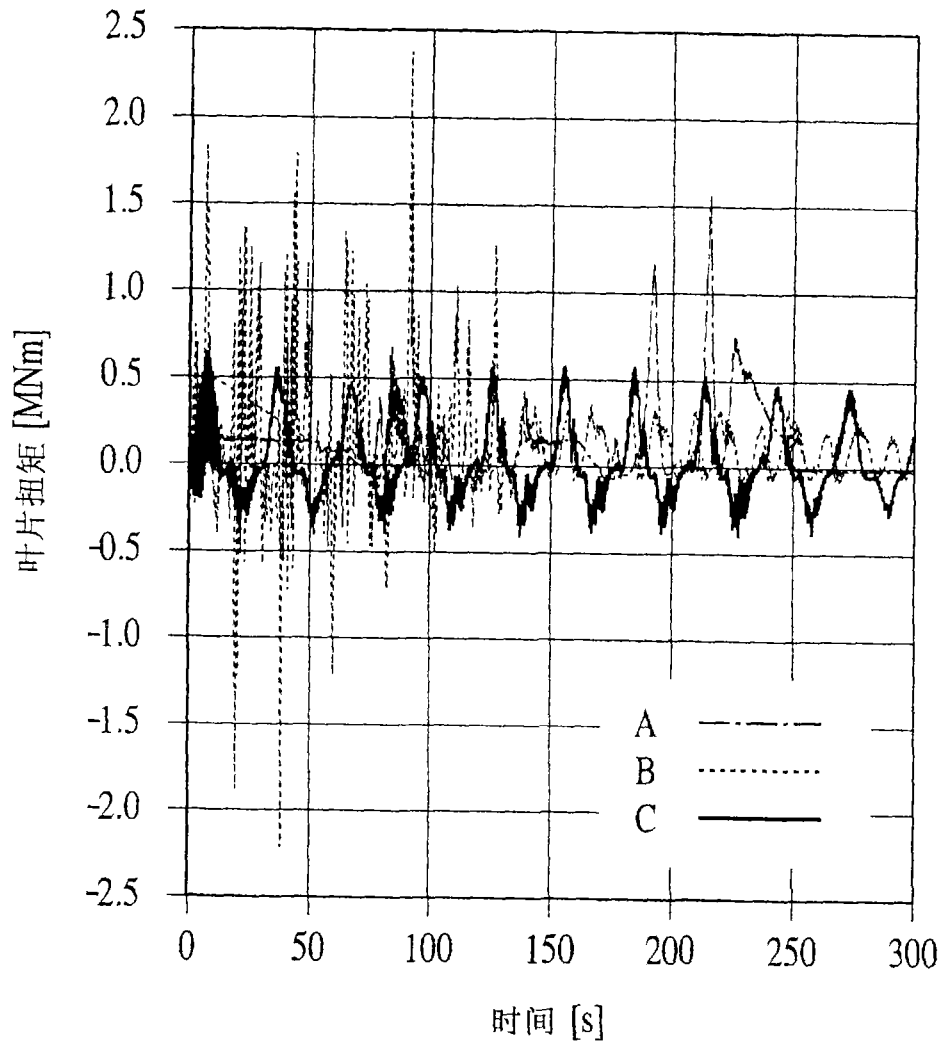


图 9

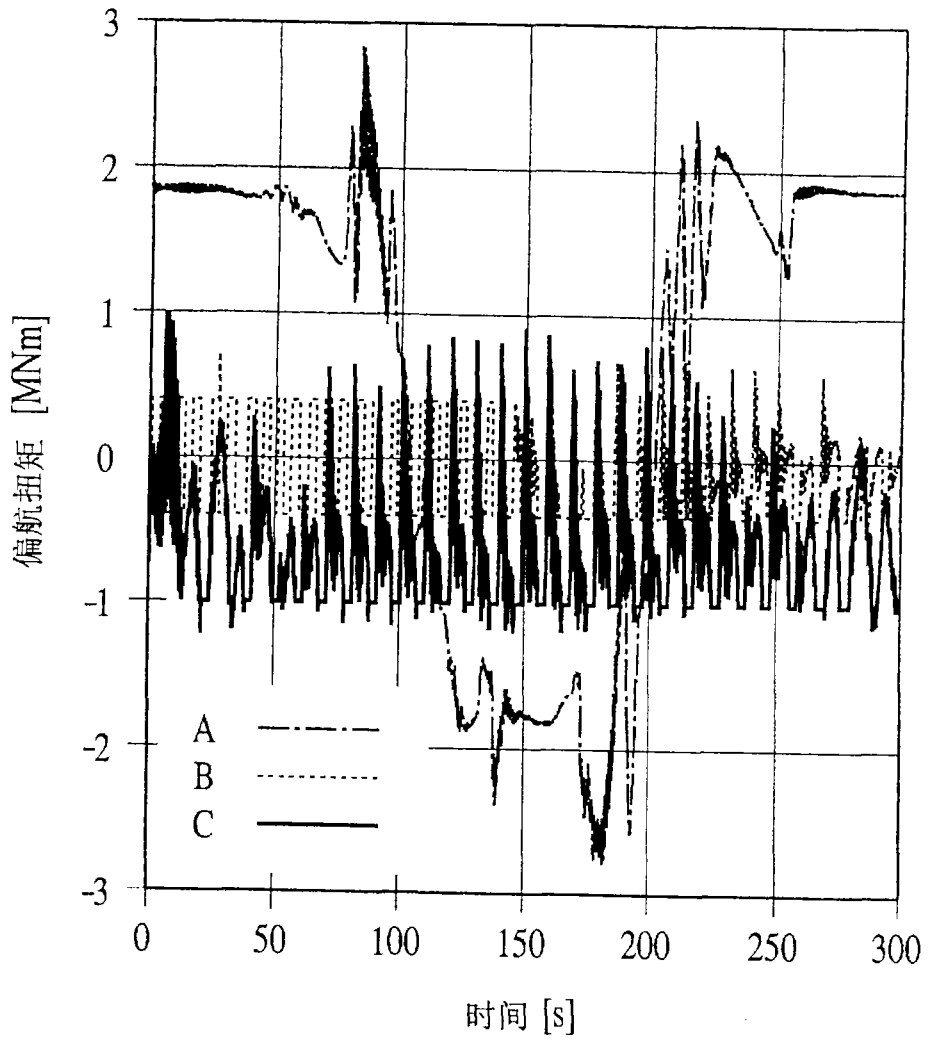


图 10

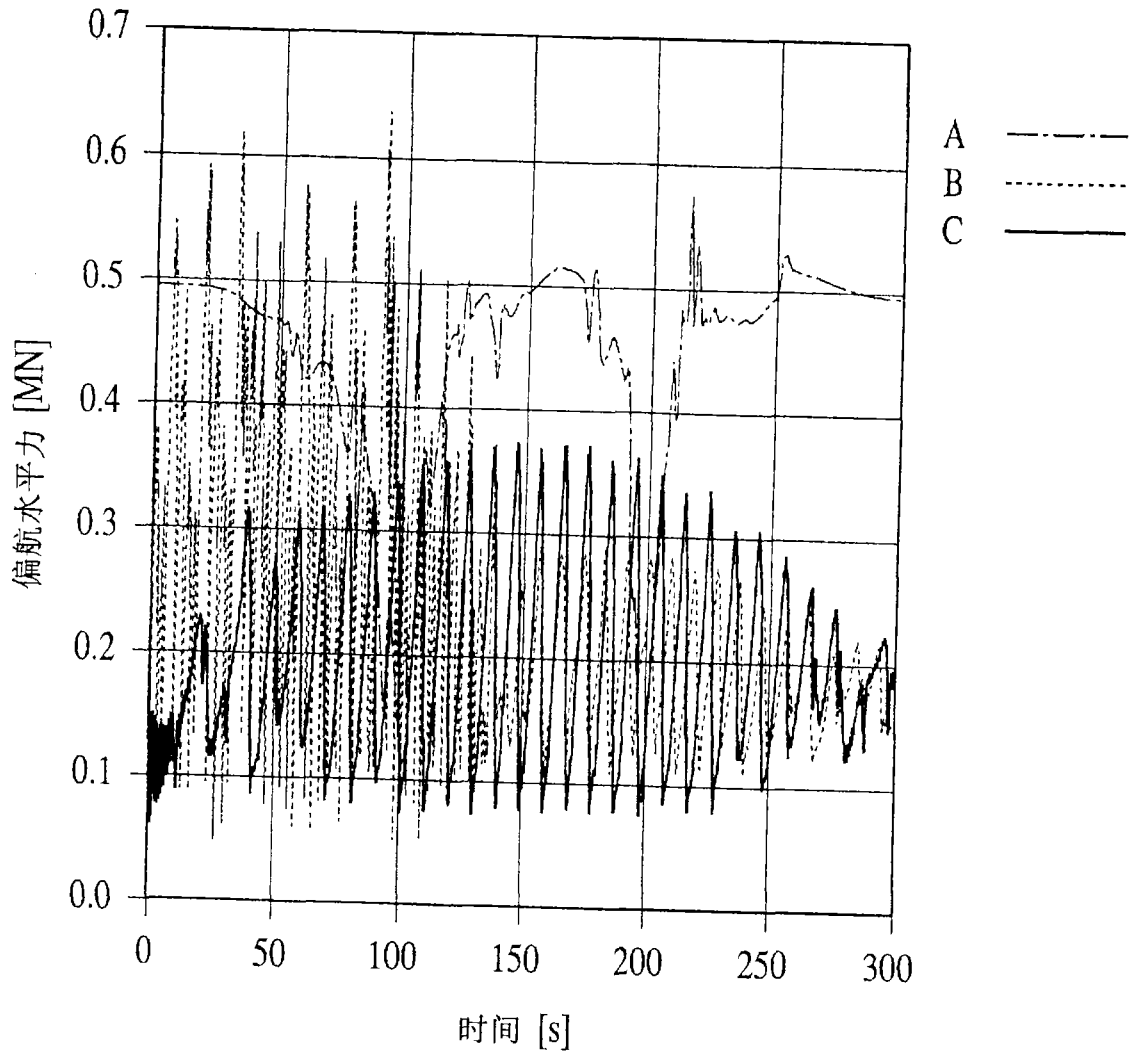


图 11

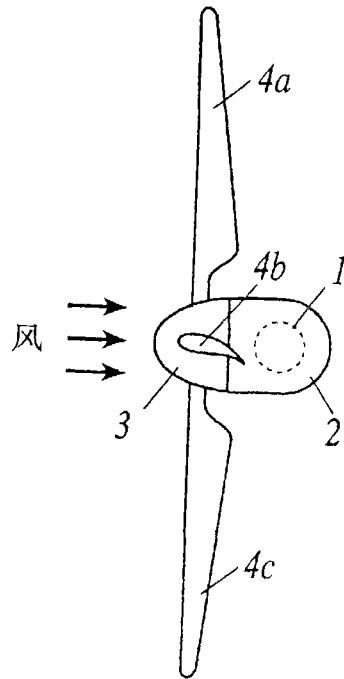


图 12A

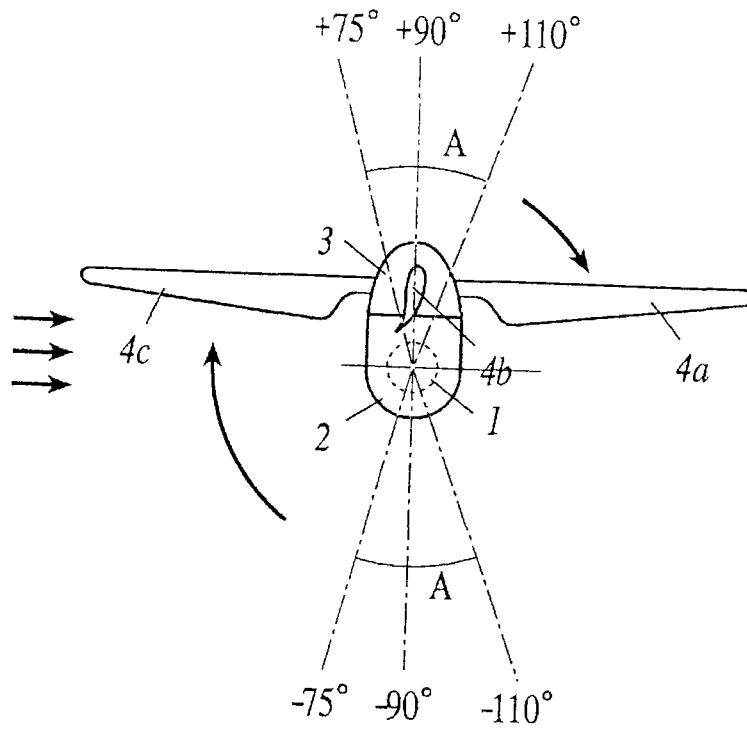


图 12B

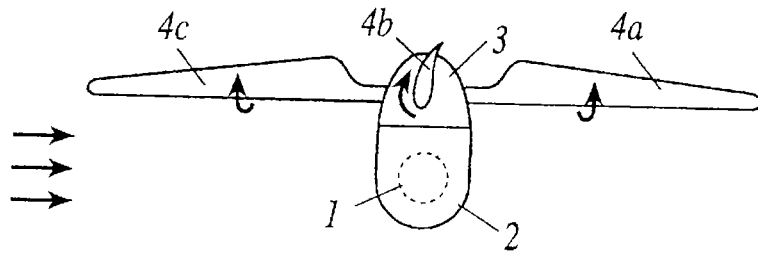


图 12C

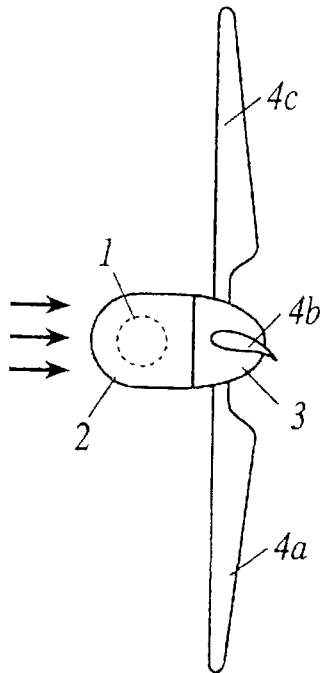


图 12D

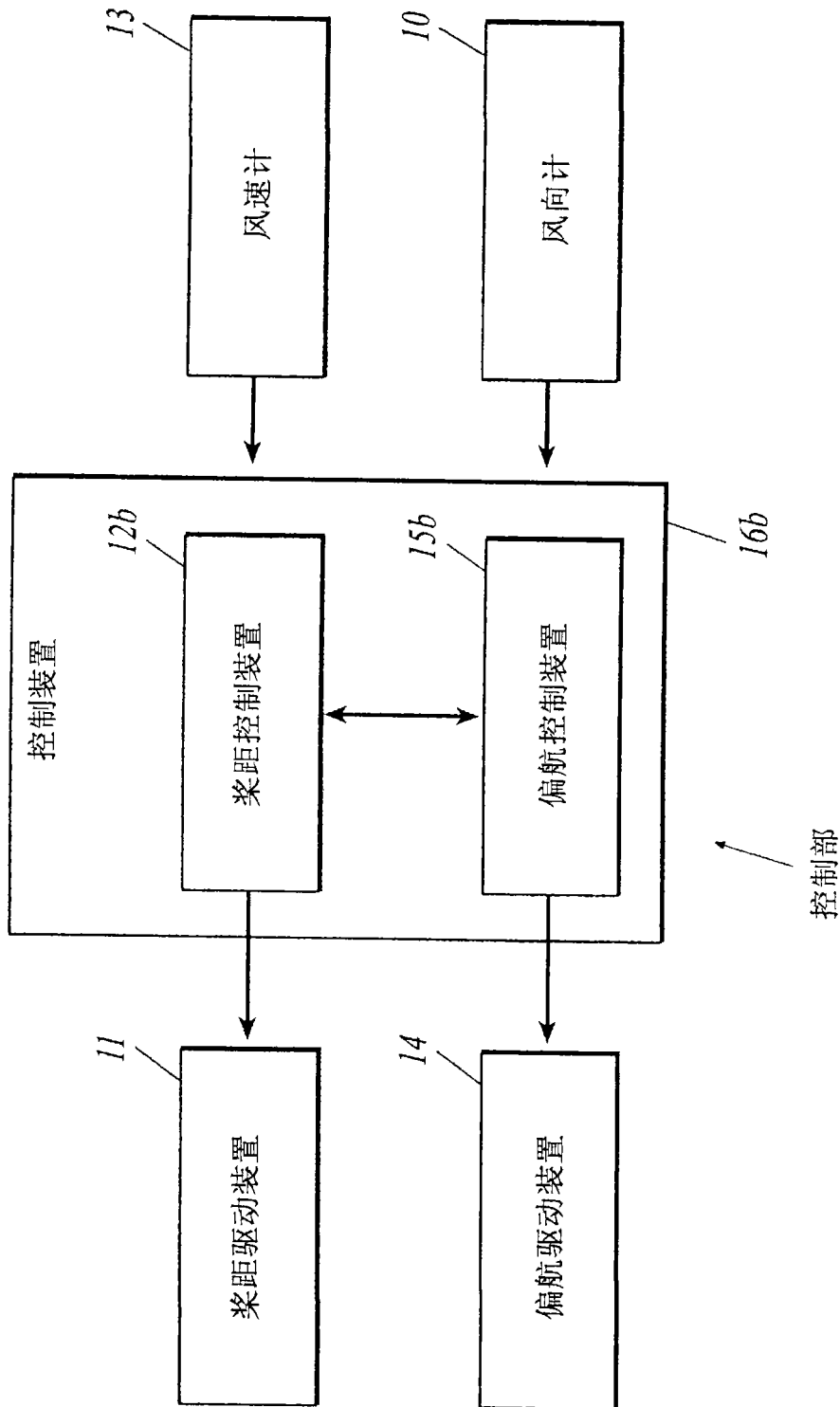
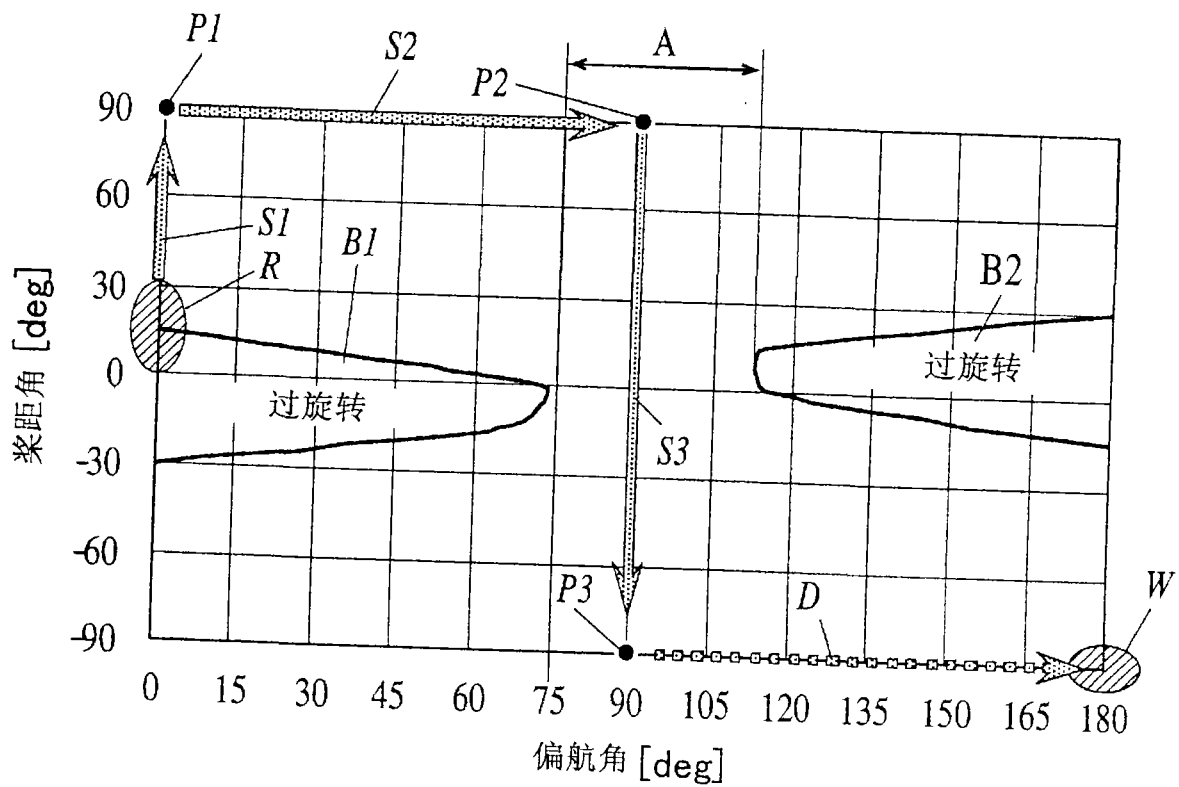


图 13A



过旋转存在区域和桨距反转步骤

图 13B

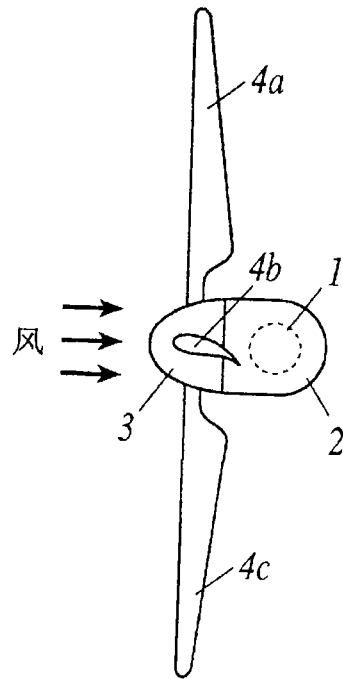


图 14A

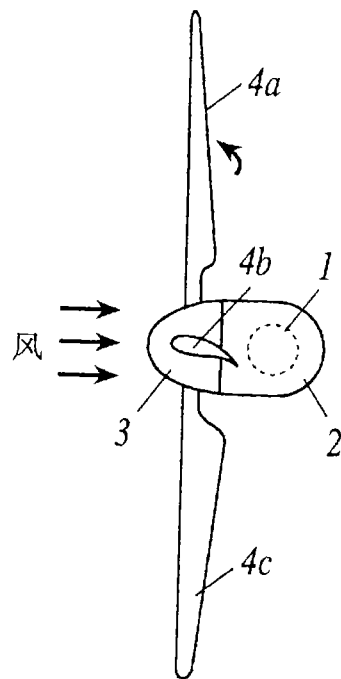


图 14B

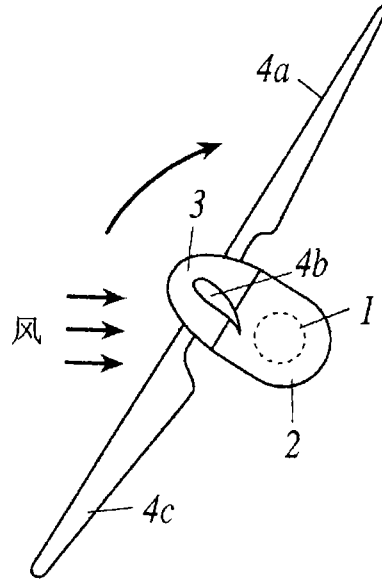


图 14C

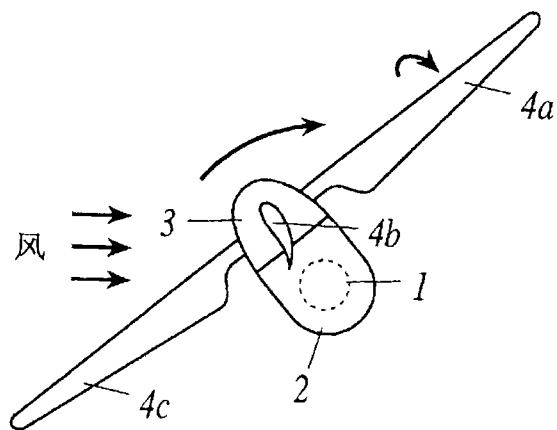


图 14D

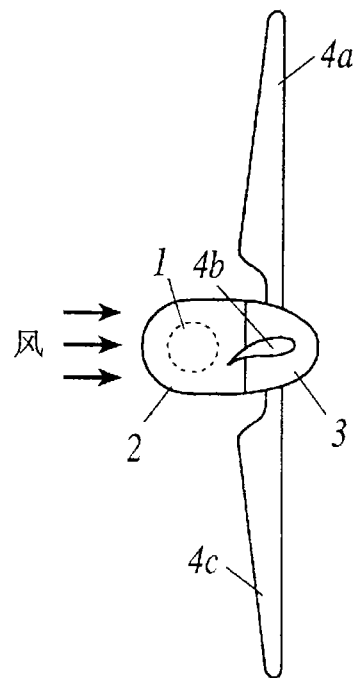


图 14E

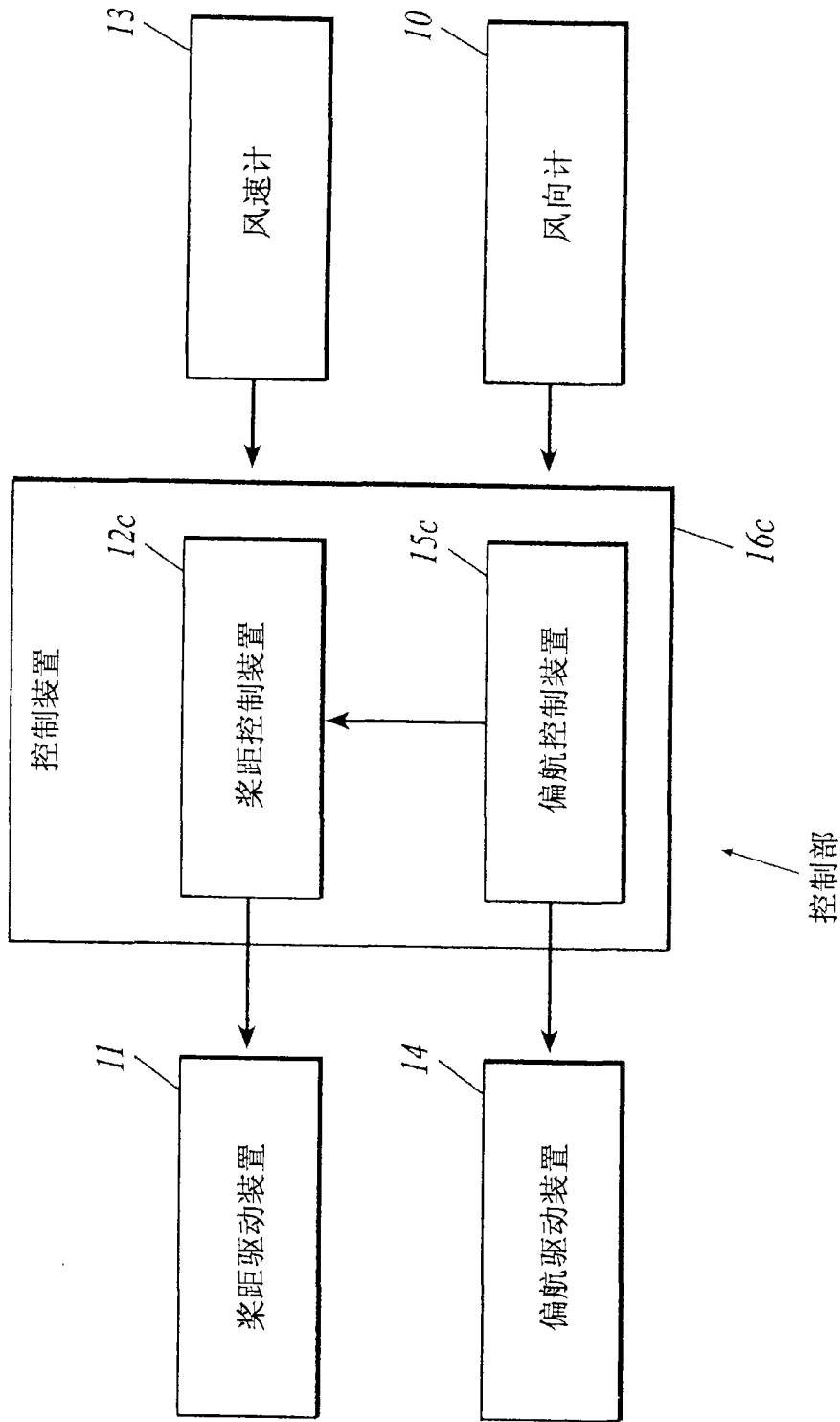


图 15

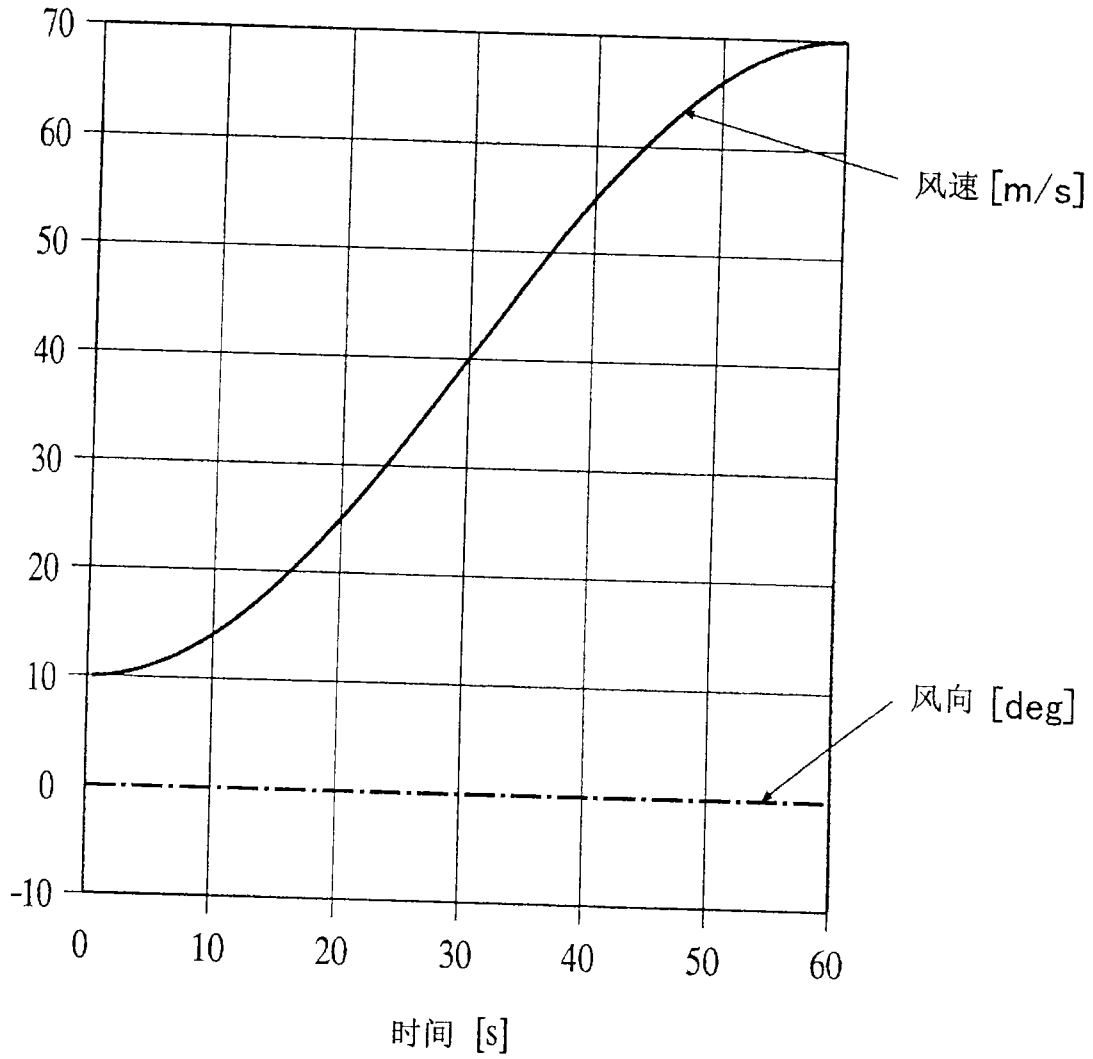


图 16

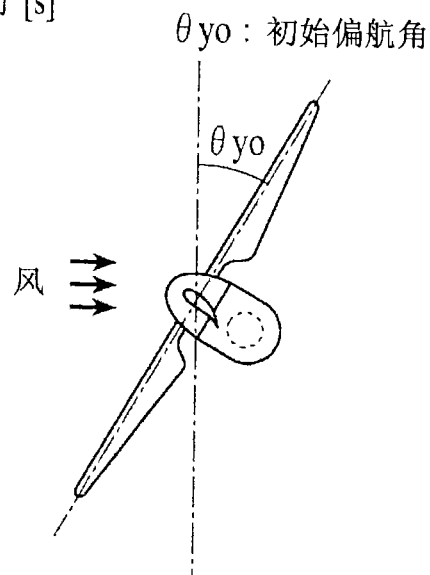
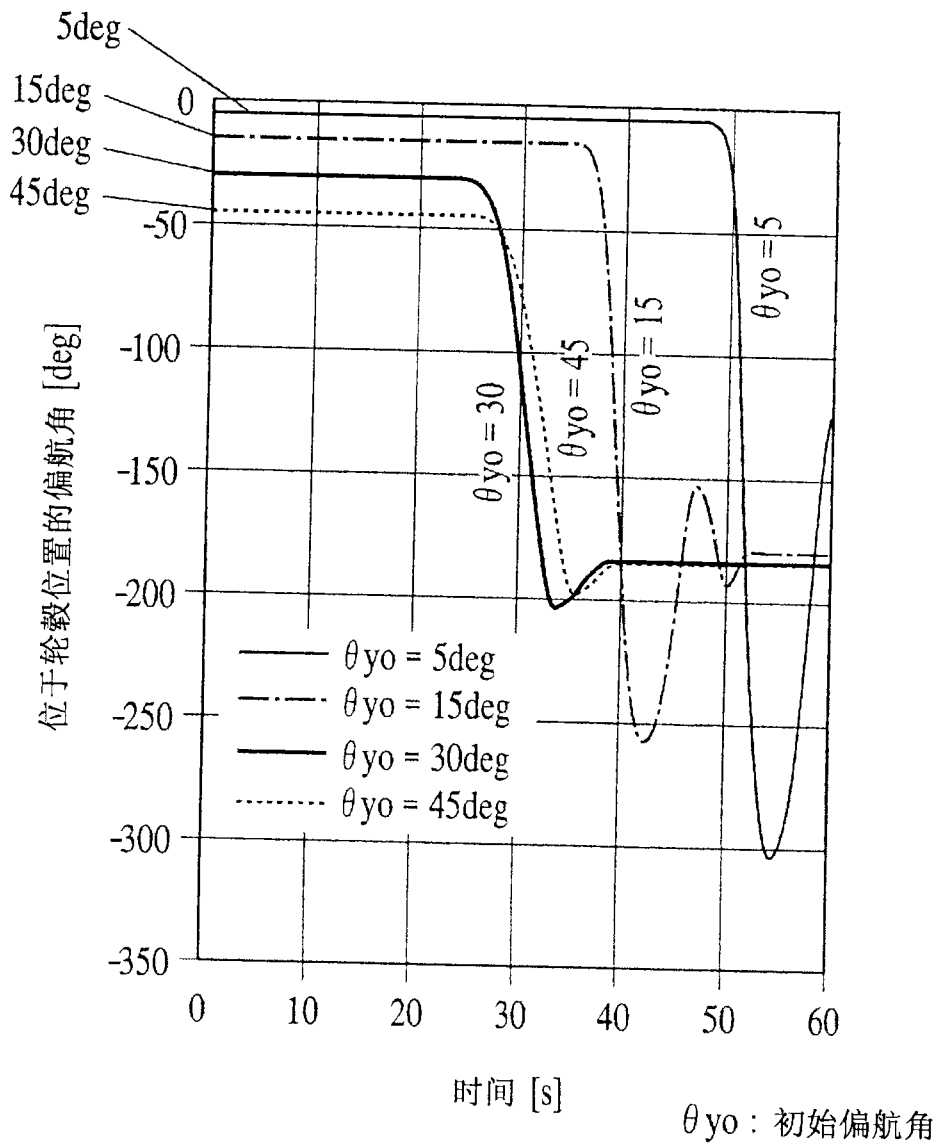


图 17

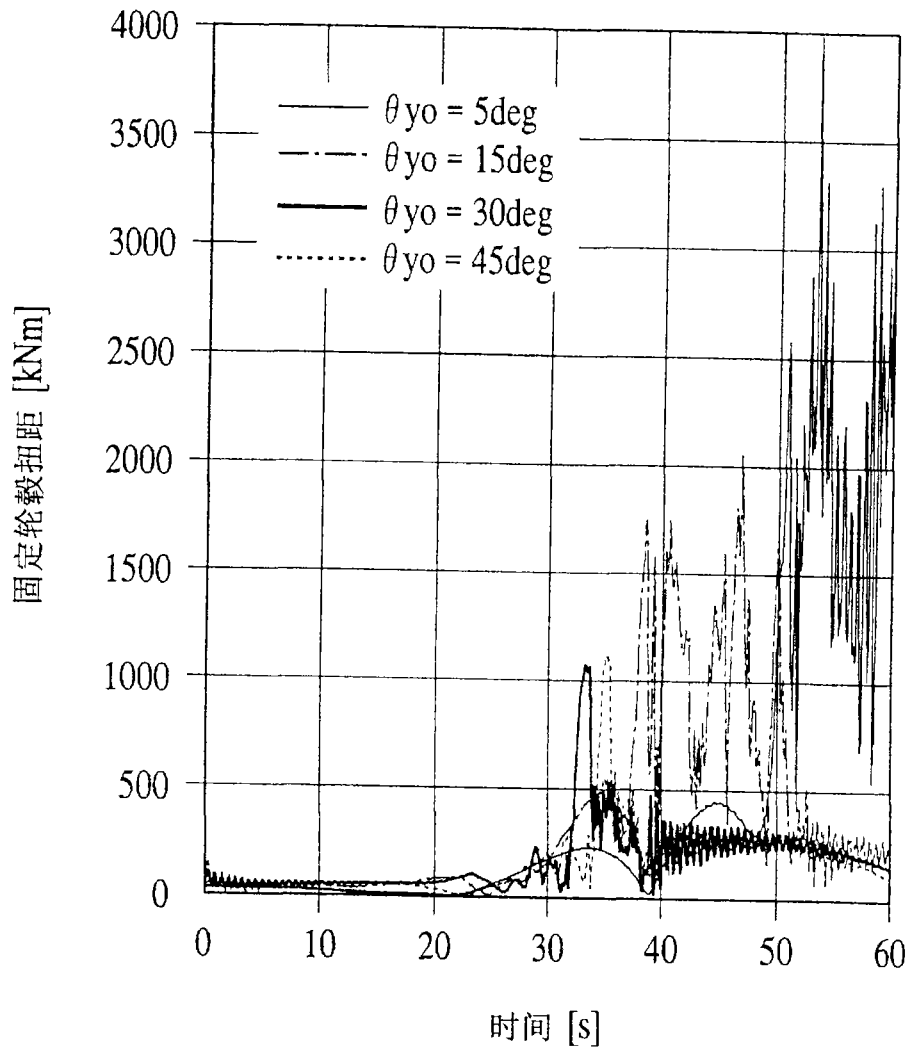


图 18

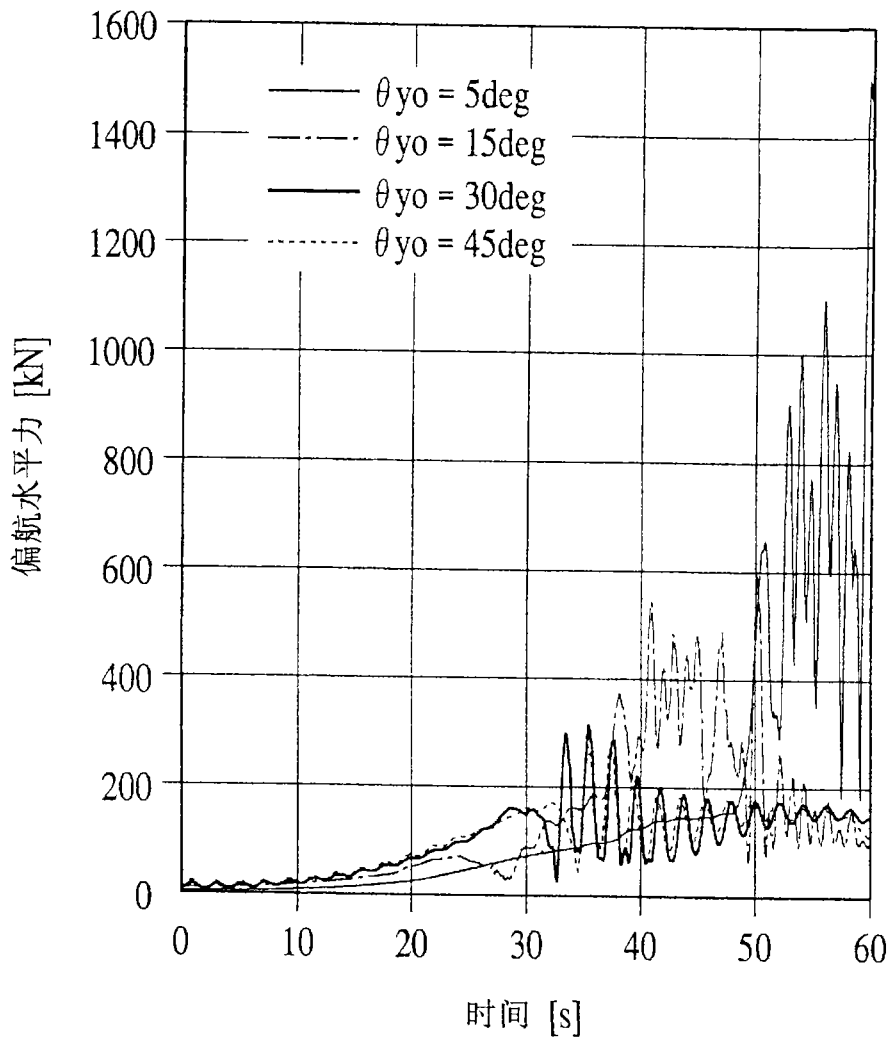


图 19

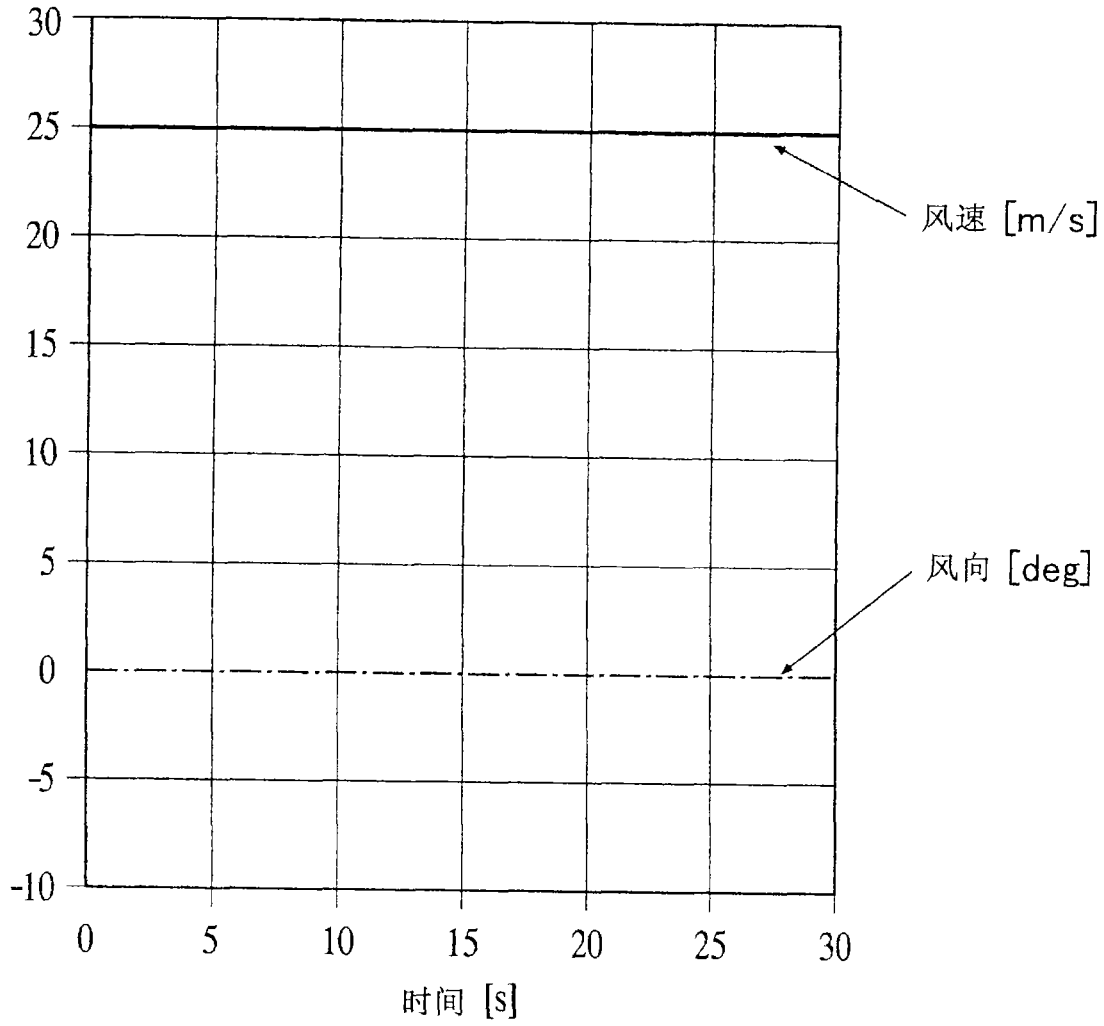


图 20

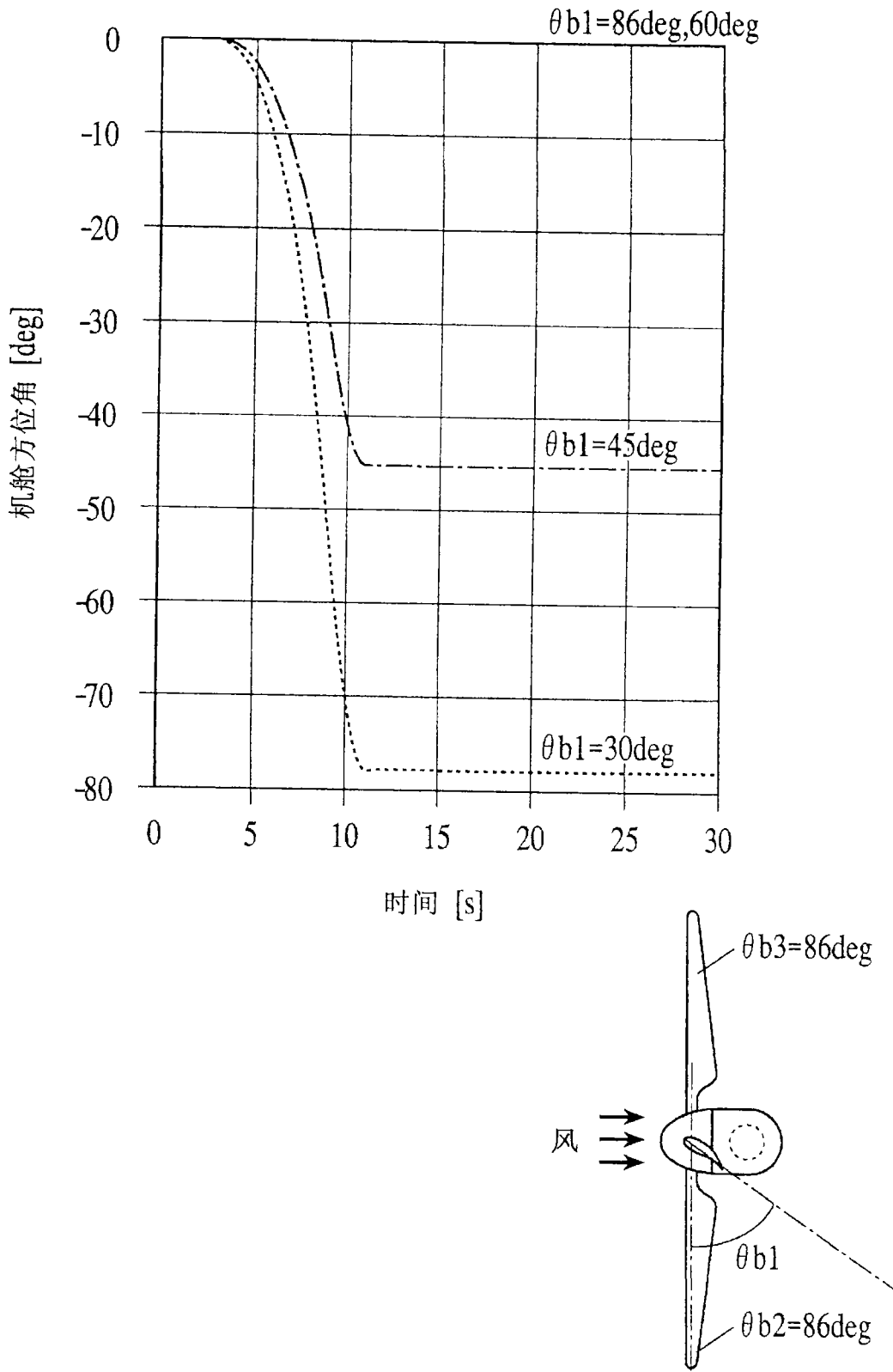


图 21

1. 一种逆风型的水平轴风车，其具有：
转子，其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片；
机舱，其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑；
塔架，其可自由偏航旋转地支撑上述机舱；
独立桨距控制装置，其分别独立地控制上述叶片的桨距角；以
及

偏航控制装置，其控制上述机舱的偏航旋转，
其具有下述两种模式：运行模式，其在风速小于或等于规定值
时，通过上述偏航控制装置的控制，将上述转子配置在上述塔架的上
风侧，经由上述转子的旋转而利用风力；以及待机模式，其在风速超
过上述规定值时进行待机，以准备恢复上述运行模式，

其特征在于，

上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的第 1 控制动作：
第 1 步骤，其在风速超过上述规定值时，使所有的上述叶片成为顺桨，
第 2 步骤，其在上述第 1 步骤后，使上述叶片一片一片地按顺序成为
逆桨；以及第 3 步骤，其在上述第 2 步骤后，将所有的上述叶片保持
为逆桨状态，直至上述运行模式的恢复，

上述偏航控制装置具有下述的第 2 控制动作：在风速超过上述
规定值时，控制偏航制动器产生下述制动值，该制动值允许下述的偏
航旋转，即，因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的
偏航旋转，

作为上述待机模式，通过执行上述第 1、第 2 控制动作，使上述
转子被吹向上述塔架的下风侧。

2. 根据权利要求 1 所述的水平轴风车，其特征在于，

上述偏航控制装置，在上述独立桨距控制装置执行上述第 2 步
骤之前，执行上述第 2 控制动作。

3. 根据权利要求 1 所述的水平轴风车, 其特征在于,

上述偏航控制装置, 在上述独立桨距控制装置执行上述第 1 步骤之前或与其同时, 执行上述第 2 控制动作。

4. 一种逆风型的水平轴风车, 其具有:

转子, 其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片;

机舱, 其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑;

塔架, 其可自由偏航旋转地支撑上述机舱;

桨距控制装置, 其控制上述叶片的桨距角; 以及

偏航控制装置, 其控制上述机舱的偏航旋转,

其具有下述两种模式: 运行模式, 其在风速小于或等于规定值时, 通过上述偏航控制装置的控制, 将上述转子配置在上述塔架的上风侧, 经由上述转子的旋转而利用风力; 以及待机模式, 其在风速超过上述规定值时进行待机, 以准备恢复上述运行模式,

其特征在于,

上述桨距控制装置具有由下述步骤组成的第 1 控制动作: 第 1 步骤, 其使所有的上述叶片成为顺桨, 第 3 步骤, 其在上述第 1 步骤之后, 使所有的上述叶片成为逆桨; 以及下述步骤, 即, 从上述第 3 步骤之后, 将所有的上述叶片保持为逆桨状态, 直至上述运行模式的恢复,

上述偏航控制装置具有由下述步骤组成的第 2 控制动作: 第 2 步骤, 其与上述第 3 步骤同步地, 将上述机舱的偏航角控制在规定的偏航角范围内, 该规定的偏航角范围使上述转子避开正面风及背面风; 以及下述步骤, 即, 从上述第 2 步骤之后至恢复上述运行模式之前, 控制偏航制动器产生下述制动值, 该制动值允许下述的偏航旋转, 即, 因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转,

作为上述待机模式, 执行上述第 1、第 2 控制动作。

5. (修改后) 根据权利要求 4 所述的水平轴风车, 其特征在于, 上述规定的偏航角范围, 相对于上风侧为 +75~+110deg 或 -

75~ - 110deg。

6. (修改后) 根据权利要求 4 所述的水平轴风车, 其特征在于, 在上述第 3 步骤中, 上述桨距控制装置同时使所有的上述叶片成为逆桨。

7. 一种逆风型的水平轴风车, 其具有:
转子, 其具有轮毂和至少 2 片或 2 片以上的叶片;
机舱, 其经由与上述轮毂连接的主轴对上述转子进行轴支撑;
塔架, 其可自由偏航旋转地支撑上述机舱;
独立桨距控制装置, 其分别独立地控制上述叶片的桨距角; 以及

偏航控制装置, 其控制上述机舱的偏航旋转,
其具有下述两种模式: 运行模式, 其在风速小于或等于规定值时, 通过上述偏航控制装置的控制, 将上述转子配置在上述塔架的上风侧, 经由上述转子的旋转而利用风力; 以及待机模式, 其在风速超过上述规定值时进行待机, 以准备恢复上述运行模式,

其特征在于,

上述独立桨距控制装置具有由下述步骤组成的第 1 控制动作:
第 1 步骤, 其在风速超过上述规定值时, 使所有的上述叶片成为顺桨,
第 2 步骤, 其在上述第 1 步骤之后, 仅使 1 片上述叶片从顺桨向平桨侧变角, 在上述机舱产生偏航角位移后, 使上述 1 片叶片恢复为顺桨;
以及第 3 步骤, 其在上述第 2 步骤之后, 将所有的上述叶片保持为顺桨状态, 直至上述运行模式的恢复,

上述偏航控制装置具有下述第 2 控制动作: 在风速超过上述规定值时, 控制偏航制动器产生下述制动值, 该制动值允许下述的偏航旋转, 即, 因由风力向上述机舱加载的围绕偏航轴的扭矩而产生的偏航旋转,

作为上述待机模式, 执行上述第 1 控制动作, 在上述第 2 步骤执行前执行上述第 2 控制动作, 通过上述第 2 步骤及上述第 3 步骤

中实现上述机舱的偏航角位移,使上述转子被吹向上述塔架的下风侧。