

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 7/00 (2006.01)

F03D 11/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610139900.X

[43] 公开日 2007年5月23日

[11] 公开号 CN 1966973A

[22] 申请日 2006.9.18

[21] 申请号 200610139900.X

[30] 优先权

[32] 2005.11.18 [33] US [31] 11/282127

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 C·巴布 R·泰希曼

A·阿瓦利亚诺 L·C·卡默

K·G·皮尔斯

D·S·佩塞特斯基 P·戈歇尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 廖玲玲

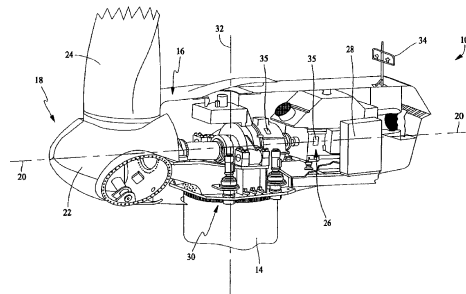
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

[54] 发明名称

用于风力涡轮制动的方法和设备

[57] 摘要

一种用于制动包括至少一个耦合到转子(18)的转子叶片(24)的风力涡轮(10)的方法。该方法包括基于该风力涡轮的部件的设计参数选择性控制至少一个转子叶片相对风向的俯仰角度,以便有助于减小由于制动引发到所述风力涡轮部件内的作用力。



1. 一种配置为耦合到电力网的风力涡轮系统，所述风力涡轮包括：

包括至少一个转子叶片（24）的转子（18）；

叶片俯仰促动器（38）；以及

耦合到所述叶片俯仰促动器的处理器（42），所述处理器配置为至少部分基于所述风力涡轮的部件的设计参数选择性控制所述至少一个转子叶片相对风向的俯仰角度，以便有助于减小引发到风力涡轮部件内的作用力。

2. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于：所述处理器（42）配置为使用所述叶片俯仰促动器（38）在第一位置和第二位置之间改变所述至少一个转子叶片（24）相对风向的俯仰角度。

3. 根据权利要求2所述的系统，其特征在于：所述处理器（42）配置为使用所述叶片俯仰促动器（38）在所述第一位置和所述第二位置之间变化所述转子叶片俯仰角度的改变速率。

4. 根据权利要求2所述的系统，其特征在于：所述处理器（42）配置为响应所述电力网内的网异常改变所述至少一个转子叶片的俯仰角度。

5. 根据权利要求2所述的系统，其特征在于：所述处理器（42）配置为通过使用所述叶片俯仰促动器（38）改变所述至少一个转子叶片的俯仰角度以空气动力学方式制动所述转子。

6. 根据权利要求2所述的系统，其特征在于：所述处理器（42）配置为以第一速率改变所述至少一个转子叶片（24）的俯仰角度并随后使用所述叶片俯仰促动器（38）以低于所述第一速率的第二速率改变所述至少一个转子叶片的俯仰角度。

7. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于：进一步包括耦合

到所述处理器(40)和所述叶片俯仰促动器(38)的用于在所述电力网的网异常过程中向所述处理器和所述叶片俯仰促动器中的至少一个供应能量的储能源。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于:所述储能源包括液压蓄能器、发电机、弹簧、电容器以及电池中的至少一个。

9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述风力涡轮(10)进一步包括耦合到所述风力涡轮部件的用于测量所述风力涡轮部件的参数的传感器(35)。

10. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:所述叶片俯仰促动器(38)包括电动机、液压缸,弹簧以及伺服机构中的至少一个。

用于风力涡轮制动的方法和设备

技术领域

关于联邦政府资助研究&开发的声明

如由能源部/国家可再生能源实验室分部所授予的合同 No. DE-AC36-98GO10337 的条款所规定的，美国政府对本发明享有一定的权利。

本发明大致涉及风力涡轮，并且更具体涉及用于风力涡轮制动的方法和设备。

背景技术

至少某些公知的风力涡轮可能包括冗余的制动系统以满足安全需要。例如，至少某些公知的风力涡轮包括盘式制动器以便有助于阻止风力涡轮转子克服全部的风扭矩，以及储能源，例如液压蓄能器、存储的弹簧能量、电容器、和/或电池，以便能够在动力故障的过程中进行制动。此外，至少某些公知的风力涡轮还包括通过将转子叶片俯仰到羽状位置内以空气动力学方式对转子进行制动的制动系统。这种制动系统还可以包括在动力故障的过程中能够使转子叶片俯仰的储能源。然而，将转子叶片俯仰到羽状位置内来通过空气动力学方式对转子进行制动可能将振动应力或其他作用力引发 (induce) 到风力涡轮和/或其关联部件内，例如塔架，这可能损坏这些部件和/或使这些部件产生故障。此外，至少某些公知的风力涡轮以有助于尽可能快地降低转子速度的恒定速率将转子叶片俯仰到羽状位置内。然而，这种俯仰角度的恒定改变速率可能增加引发到风力涡轮和/或其关联部件内的振动应力或其他作用力的量或者强度。

发明内容

一方面，提供了一种用于制动包括至少一个耦合到转子的转子叶片的风力涡轮的方法。该方法包括至少部分基于风力涡轮的部件的设计参数选择性控制该至少一个转子叶片相对风向的俯仰角度，以便有助于减小由于制动引发到风力涡轮部件内的作用力。

另一方面，一种配置为耦合到电力网的风力涡轮制动系统包括：包括至少一个转子叶片的转子、叶片俯仰促动器以及耦合到叶片俯仰促动器的处理器。该处理器配置为至少部分基于风力涡轮的部件的设计参数选择性控制该至少一个转子叶片相对风向的俯仰角度，以便有助于减小引发到风力涡轮部件内的作用力。

附图说明

图 1 是示范性风力涡轮的示范性实施例的透视图；

图 2 是图 1 所示的风力涡轮的一部分的部分断面透视图；

图 3 是用于图 1 和图 2 所示的风力涡轮的控制系统的示范性实施例的示意框图；

图 4 是显示用于制动图 1 和图 2 所示的风力涡轮的方法的示范性实施例的流程图；

图 5 是显示图 4 所示的方法的一部分的实例的图表；

图 6 是显示施加在图 1 和图 2 所示的风力涡轮的塔架上的风速以及各种力矩之间差异的示范性数据表示的图表。

元件列表：

10	风力涡轮
12	风力发电机
14	塔架
16	主体
18	转子
20	转轴
22	枢轴

24	叶片
26	发电机
28	系统
30	偏转系统
32	转轴
34	风速计
35	传感器
36	俯仰系统
38	促动器
40	总线
42	处理器
44	RAM
46	装置
48	处理器
50	装置
52	传感器界面
54	方法
56	控制
58	控制
60	检测
61	改变
62	第一速率
63	图表
64	第二速率
66	风速
68	力矩
70	力矩

具体实施方式

如本申请所使用的，术语“叶片”倾向于代表任何在相对周围流体运动时提供反作用力的装置。如本申请所使用的，术语“风力涡轮”倾向于代表从风能产生转动能的，并且更具体是风的动能转换成机械能的任何装置。如本申请所使用的，术语“风力发电机”倾向于代表能够从由风能产生的转动能产生电力，并且更具体是将从风的动能转换的机械能转换成电力的任何风力涡轮。如本申请所使用的，术语“风车”倾向于代表任何出于除产生电力以外的预定目的，例如（但不局限于）汲取流体和/或研磨物质而使用由风能产生的转动能，并更具体是由风的动能转换成的机械能的风力涡轮。

图 1 是示范性风力涡轮 10 的示范性实施例的透视图。图 2 是风力涡轮 10 的一部分的部分断面透视图。本申请所描述并显示的风力涡轮 10 包括用于从风能产生电力的风力发电机 12。然而，在某些实施例中，除了或者替换风力发电机 12，风力涡轮 10 可以包括任意类型的风力涡轮，例如（但不局限于）风车（未图示）。此外，本申请所描述并显示的风力涡轮 10 包括水平轴配置。然而，在某些实施例中，除了或代替水平轴配置，风力涡轮 10 可以包括竖直轴配置（未图示）。风力涡轮 10 可以耦合到电力网（未图示），以便从其接收电力来驱动风力涡轮 10 和/或其关联部件的操作和/或用于向其供应风力涡轮 10 所产生的电力。尽管在图 1 和图 2 中仅显示了一个风力涡轮 10，但在某些实施例中可以将多个风力涡轮 10 聚集到一起，有时称为“风力农场”。

在某些实施例中，风力发电机 12 安装在塔架 14 上，然而，在某些实施例中，除了或代替安装在塔台上的风力发电机 12，风力涡轮 10 包括接近地面和/或水面的风力发电机（和/或其他类型的风力涡轮）。可以基于本领域公知的因素和条件选择塔架 14 的高度。风力发电机 12 包括主体 16，有时称为“吊舱”，以及耦合到主体 16 以

便绕旋转轴 20 相对主体 16 旋转的转子（一般由 18 所标识）。转子 18 包括枢轴 22 和从枢轴 22 径向向外延伸以便将风能转换成转动能的多个叶片 24（有时称为“翼面”）。尽管在本申请中转子 18 描述并显示为具有三个叶片 24，但转子 18 可以具有任意数量的叶片 24。叶片 24 可以分别具有任意长度（无论在本申请中是否描述）。例如，在某些实施例中，一个或多个转子叶片 24 大约 0.5 米长，而在某些实施例中一个或多个转子叶片 24 大约 50 米长。叶片 24 长度的其他实例包括 10 米或者更少、大约 20 米、大约 37 米以及大约 40 米。其他实例还包括长大约 50 到大约 100 米之间的转子叶片。

不管在图 1 中如何显示转子叶片 24，转子 18 可以具有任意形状的叶片 24，并且可以具有任意形式和/或任意配置的叶片 24，无论这些形状、类型和/或配置是否在本申请中进行了描述和/或显示。转子叶片 24 的另一类型、形状和/或配置的实例是具有包含在管道（未图示）内的涡轮（未图示）的管道式转子（未图示）。转子叶片 24 的另一类型、形状和/或配置的另一实例是打蛋形(darrieus)风力涡轮，有时称为“打蛋器”涡轮。转子叶片 24 的另一类型、形状和/或配置的又一实例是桶形(savonius)风力涡轮。转子叶片 24 的另一类型、形状和/或配置的再一实例是用于汲水的传统风车，例如（但不限于）具有木制闸板和/或纤维帆布的四叶片转子。此外，在某些实施例中，风力涡轮 10 是其内转子 18 面向逆风方向以便利用风能的风力涡轮，并且/或者可以是其中转子 18 以便面向顺风方向以利用能量的风力涡轮。当然，在任何实施例中，转子 18 不必精确面向逆风方向和/或顺风方向，而是可以一般以任意角度（可以是可变的）相对风向面向，以便从其利用能量。

风力发电机 12 包括耦合到转子 18 以便从由转子 18 产生的转动能产生电力的发电机 26。发电机 26 可以是任何适当类型的发电机，例如（但不局限于）绕线转子感应发电机。发电机从转子 18 的转动能产生电力的一般性操作是本领域公知的，并且因而在本申请中将

不进行详细描述。在某些实施例中，风力涡轮 10 包括耦合到风力发电机 12 的某些或所有部件以便一般性控制风力发电机 12 和/或其某些或所有部件（无论这些部件是否在本申请中进行描述和/或显示）的操作的一个或多个控制系统 28。在示范性实施例中，控制系统 28 安装在风力发电机 12 上。然而，附加或备选地，一个或多个控制系统 28 可远离风力涡轮 10 的风力发电机 12 和/或其他部件。控制系统 28 可用于（但不限于）整个系统监测和控制，包括例如俯仰以及速度调节、高速轴以及偏转制动应用、偏转以及泵浦发动机应用和/或故障监测。在某些实施例中可以使用备选的分布式或中央式控制体系。

在某些实施例中，风力发电机 12 可以包括用于对转子 18 的旋转进行制动，以便例如减缓转子 18 的旋转，制动转子 18 克服全部风扭矩和/或减小从发电机 26 产生的电力的盘式制动器（未图示）。此外，在某些实施例中，风力发电机 12 可以包括用于绕转轴 32 旋转风力发电机 12 以改变转子 18 的偏转，并且更具体用于改变由转子 18 所面向的方面的偏转系统 30，以便例如调节转子 18 所面向的方向和风向之间的角度。偏转系统 30 可以耦合到控制系统 28，以便由其控制。在某些实施例中，风力发电机 12 可以包括用于测量风速和/或风向的风速计 34。在某些实施例中，风速计 34 可以耦合到控制系统 28，以便向控制系统 28 发送测量结果来对其进行处理。例如并且尽管风速计 34 可以耦合到控制系统 28 以便向其发送测量结果来控制风力涡轮 10 的其他操作，但风速计 34 可以向控制系统 28 发送测量结果以便使用偏转系统 30 控制和/或改变转子 18 的偏转。作为备选方案，风速计 34 可以直接耦合到偏转系统 30，以便控制和/或改变转子 18 的偏转。风力涡轮 10 还可以包括耦合到风力农场 10 和/或电力网的一个或多个部件上的一个或多个其他传感器 35（无论这些部件是否在本申请中进行了描述或显示），以便测量这些部件的参数、传感器 35 可以包括（但不局限于）配置为测量位移、偏转、

俯仰、力矩、应变、压力、扭曲、损坏、故障、转子扭矩、转子速度、电力网内的网异常和/或供应到风力涡轮 10 任何部件的动力异常。尽管示范性传感器 35 在本申请中显示为耦合到风力涡轮 10 的各种部件，例如塔架 14、叶片 24 和枢轴 22，但本申请所显示的传感器 35 不限于各传感器所显示为耦合到的部件，也不局限于在这些部件上所示的位置。更确切地，传感器 35 可以在其任何位置耦合到风力涡轮 10 和/或电力网的任何部件，以便测量其任意参数，无论这些部件、位置和/或参数是否在本申请中进行了描述和/或显示。风力涡轮 10 的一般性操作，并且更具体的风力发电机 12，是本领域所公知的，并且因而将不在本申请中进行详细描述。

风力发电机 12 包括可变的叶片俯仰系统 36，以便择性控制，包括（但不局限于）改变转子叶片 24 相对风向的俯仰角度。俯仰系统 36 可以耦合到控制系统 28 以便由其控制。在某些实施例中，叶片 24 的俯仰角度由俯仰系统 36 单独控制。俯仰系统 36 包括一个或多个耦合到枢轴 22 和叶片 24 的促动器 38，以便通过相对枢轴 22 旋转叶片 24 来改变叶片 24 的俯仰角度。促动器 38 可以包括任何适当的结构、配置、排列、装置和/或部件，无论是否在本身情中进行了描述和/或显示，例如（但不局限于）电动机、液压缸、弹簧和/或伺服机构。此外，促动器 38 可以由任何适当的手段驱动，无论是否在本申请中进行描述和/或显示，例如（但不局限于）液压流体、电力、电化学动力和/或机械动力，例如（但不局限于）弹簧作用力。附加或备选地，促动器 38 可以由从转子 18 的旋转惯性和/或在耦合到风力涡轮 10 的电力网的网异常过程中向风力涡轮 10 的部件，例如（但不局限于）控制系统 28 和/或俯仰系统 36 供应能量的储能源（未图示）提取的能量所驱动。例如，公用电力网的网异常包括（但不限于）动力故障、欠压状态、过压状态和/或频率不符状态。同样，储能源在网异常过程中能够使叶片 24 俯仰。尽管在在在某些实施例中可以使用其他储能源，该储能源包括液压蓄能器、发电机、存储的弹

簧能量、电容器和/或电池。储能源可以位于风力涡轮 10 内、邻近和/或远离风力涡轮 10 的任意位置。在某些实施例中，储能源存储从转子 18 的旋转惯性提取的能量、存储在风力涡轮 10 转换器（未图示）内和/或其他辅助能量源的能量，例如（但不局限于）耦合到风力涡轮 20 的辅助风力涡轮（未图示）、太阳能电池板和/或水利发电设施。

图 3 是控制系统 28 的示范性实施例的示意框图。在某些实施例中，控制系统 28 包括总线 40 或传达信息的其他通信装置。一个或多个处理器 42 耦合到总线 40 以处理信息，包括来自风速计 34 和/或传感器 35 的信息。控制系统 28 还可以包括一个或多个随即存取存储器（RAM）44 和/或其他存储装置 46。RAM44 和存储装置 46 耦合到总线 40，以便存储并传输信息以及要由处理器 42 运行的指令。RAM44（和/或如果包括的存储装置 46）还用于在处理器 42 运行指令的过程中存储临时变量或其他中间信息。控制系统 28 还可以包括一个或多个只读存储器（ROM）48 和/或耦合到总线 40 的其他静态存储装置以便存储并向处理器 42 提供静态（即，不变的）信息和指令。输入/输出装置 50 可以包括本领域公知的任何装置以便向控制系统 28 提供输入数据并且/或者提供输出，例如（但不局限于）偏转控制和/或俯仰控制输出。指令可以经以有线或无线方式存取一个或多个可电存取介质等的远程连接从存储装置，例如（但不局限于）磁盘、只读存取器（ROM）集成电路、CD-ROM 和/或 DVD，提供到存储器。在某些实施例中，可以使用硬连线电路代替或组合软件指令。因而，指令序列的运行不限于任何硬件电路和软件指令的特定组合，无论是否在本申请中进行了描述和/或显示。控制系统 28 还可以包括允许控制系统 28 与风速计 34 和/或传感器 35 通信的传感器界面 52。传感器界面 52 可以是或可以包括，例如一个或多个将模拟信号转换成处理器 48 所使用的数字信号的模数转换器。

图 4 是显示用于制动风力涡轮 10 的方法 54 的示范性实施例的流程图。方法 54 包括使用控制系统 28 和/或俯仰系统 36 对一个或多个

个转子叶片 24 的俯仰角度进行选择性控制 56。例如，对叶片 24 的俯仰角度进行选择性控制 56 包括（但不限于）选择叶片 24 的俯仰角度，改变叶片 24 的俯仰角度和/或控制叶片 24 的俯仰角度改变的速率。某些俯仰角度和/或俯仰角度的改变可以将振动应力和/或其他作用力引发到风力涡轮 10 的部件内（无论这些部件是否在本申请中进行了描述和/或显示），可能导致这些部件的损坏和/或故障。例如，某些俯仰角度和/或俯仰角度的改变可能产生损坏和/或使叶片 24 和/或风力涡轮 10 的其他部件出现故障的叶片 24 之间俯仰角度的不平衡。另一实例包括由某些俯仰角度和/或俯仰角度的改变引起的塔架 14 中能够损坏塔架 14 和/或使塔架 14 出现故障的弯曲力矩。此外，某些俯仰角度和/或俯仰角度的改变可以引发引起风力涡轮 10 的部件，例如（但不局限于）叶片 24、枢轴 22、塔架 14 和风力发电机 12 之间的互连件、塔架 14 的台板（未图示）、风力涡轮 10 的基座（未图示）、风力涡轮 10 的变速箱、风力涡轮 10 的轴承和/或风力涡轮 10 的动力传动系统损坏和/或故障的负载。

因而，在某些实施例中，方法 54 包括至少部分基于风力涡轮 10 和/或电网的一个或多个部件的设计参数并且/或者至少部分基于由风速计 34 和/或一个或多个传感器 35 测量的风力涡轮 10 和/或电网的一个或多个部件的参数对叶片 24 的俯仰角度进行选择性控制 58。因而，叶片 24 的俯仰角度控制可以选为有助于减小或消除引发到风力涡轮 10 的一个或多个预定部件的振动应力和/或其他作用力。例如，可以选择叶片 24 的俯仰角度、叶片 24 的俯仰角度的改变和/或叶片 24 的俯仰角度改变速率，以减小或消除引发到风力涡轮 10 的一个或多个部件内的振动应力和/或其他作用力。风力涡轮 10 的一个或多个部件的设计参数可以包括（但不局限于）部件的尺寸、形状、硬度、应变、加压和/或强度，包括任何安全因素。由风速计 34 和/或传感器 35 测量的风力涡轮 10 的一个或多个部件的参数包括（但不局限于）位移、偏转、俯仰角度、力矩、风速、风向、应变、应

力、扭转、损坏、故障、转子扭矩和/或转子速度。

如上文所描述的，在某些实施例中对叶片 24 的俯仰角度进行控制 56 包括改变叶片 24 的俯仰角度。在某些实施例中，改变叶片 24 的俯仰角度以便以空气动力学方式制动转子 18。更具体地，叶片 24 从相对风向成角度以使风驱动转子 18 旋转的第一位置改变到第二位置，有时称为“羽状位置”，也就是说相对风向成角度以使风对转子 18 的旋转进行减速。因而，转子叶片 24 的俯仰角度从第一位置到第二位置的改变 56 有助于以空气动力学方式制动转子 18。尽管第一位置可以包括其他俯仰角度，但在某些实施例中叶片 24 相对风向所成的角度在大约 -5° 和大约 5° 之间。此外，尽管第二位置可以包括其他俯仰角度，但在某些实施例中叶片 24 相对风向成角度在大约 85° 和大约 95° 之间。在某些实施例中，并且例如，在控制系统 28 对电力网内的网异常进行检测 60 时，控制系统 28 命令俯仰系统 36 改变转子叶片 24 的俯仰角度，由此响应该网异常以空气动力学方式制动转子 18。在网异常的情况下，能量可以从储能源提取并供应到控制系统 28 和/或俯仰系统 36 以便其进行操作。

为了进一步有助于减小或消除引发到风力涡轮 10 的一个或多个部件内的振动应力和/或其他作用力，并且如上文所描述的，在某些实施例中，方法 56 包括对转子叶片 24 的俯仰角度改变速率进行变化 61。例如，在某些实施例中，叶片 24 的俯仰角度的改变速率可以随叶片 24 在第一位置和第二位置之间移动而进行变化 61，以便以空气动力学方式制动转子 18。这种改变速率的变化包括（但不局限于）各特定改变速率的时间，可以至少部分基于风力涡轮 10 和/或电力网的一个或多个部件的设计参数并且/或者至少部分基于由风速计 34 和/或一个或多个传感器 35 所测量的风力涡轮 10 和/或电力网的一个或多个部件的参数。因而，可以选择包括（但不局限于）各种特定速率改变的时间在内的改变速率的变化，以便有助于减小或消除引发到风力涡轮 10 的一个或多个预定部件内的振动应力和/或其他作用

力。例如，改变速率的变化可以有助于减小或消除叶片俯仰不平衡和/或其影响。

图 5 是显示对叶片 24 的俯仰角度改变速率进行变化 61 的一个实例的图表 63。在图 5 的示范性实施例中，叶片 24 从第一位置俯仰到第二位置以便以空气动力学方式制动转子 18。随着叶片 24 从第一位置俯仰到第二位置，俯仰角度以第一速率 62 改变并随后以小于第一速率 62 的第二速率 64 改变。更具体地，并且例如，在控制系统 28 在大约 t_0 时刻检测公用电网内的网异常，控制系统 28 命令俯仰系统 36 将一个或多个叶片 24 的俯仰角度以第一速率 62 从第一位置向第二位置移动。一旦转子 18 的旋转已经减慢预定量，控制系统 28 在 t_1 时刻命令俯仰系统 36 将以第二速率 64 移动叶片 24 的俯仰角度，直到叶片 24 在 t_2 时刻处于第二位置。在某些实施例中，第一速率 62 有助于尽可能快地减小转子 18 的速度和/或扭矩，而减小的第二速率 64 有助于减小或消除引发到风力涡轮 10 的一个或多个部件内的振动应力和/或其他作用力。例如，第二速率 64 有助于对塔架 14 的振动进行减震。图 6 是显示在使用图 5 所示的叶片 24 俯仰角度改变的变化变化的塔架 14 上所施加的力矩减小的示范性数据表示的图表。更具体地，图 6 显示了使用恒定的叶片 24 俯仰角度改变速率塔架 14 上所施加的风速 66、力矩 68 和使用图 5 所示的叶片 24 俯仰角度变换的变化变化的塔架 14 所施加的力矩 70 之间的差异。

上文所描述和/或显示方法和系统对于制动风力涡轮是费用低廉并有效的。更具体地，通过至少部分基于风力涡轮的一个或多个部件的确定的设计参数和测量参数中的至少一个选择性控制一个或多个转子叶片的俯仰角度，本申请所描述和/或显示的方法和系统有助于减小或消除引发到风力涡轮部件内的作用力。此外，本申请所描述和/或显示的方法和系统有助于在风力涡轮转子的制动过程中通过变化转子叶片俯仰角度的改变速率减小或消除引发到风力涡轮部件内的作用力。因而，本申请所描述和/或显示的方法和系统可以有助

于减小风力涡轮部件的损坏和/或故障，同时仍有助于有效制动风力涡轮转子。同样地，本申请所描述和/或显示的方法和系统的技术效果可以包括有助于减小或消除引发到风力涡轮部件内的作用力，以便有助于减小风力涡轮部件的损坏和/或故障，同时还有助于有效制动风力涡轮转子。

尽管针对风力涡轮，并且更具体是制动风力发电机转子，对本申请所描述和/或显示的系统和方法进行了描述和/或显示，但本申请所描述和/或显示的系统和方法的实现不限于风力发电机并且通常也不限于风力涡轮。更确切地，本申请所描述和/或显示系统和方法适用于制动具有一个或多个叶片的任何转子。

在本申请中详细描述和/或显示了系统和方法的示范性实施例。本系统和方法不限于本申请所描述的特定实施例，而是，各系统的部件以及各方法的步骤可以独立并且与本申请所描述的其他部件和步骤分开应用。各部件以及各方法步骤还可以与其他部件和/或方法步骤组合使用。

在介绍本申请所描述和/或显示的组件和方法的组成部分/部件/等时，冠词“一”、“一个”、“该”、“所述”以及“至少一个”倾向于是指存在一个或多个组成部分/部件/等。术语“包含”、“包括”以及“具有”倾向于是包括性并且意味着除了所列的组成部分/部件/等外还可以存在附加组成部分/部件/等。

尽管已经依照各种特定实施例对本发明进行了描述，但是本领域技术人员应该意识到可以通过不脱离本权利要求的精神和范围的改型来实施本发明。

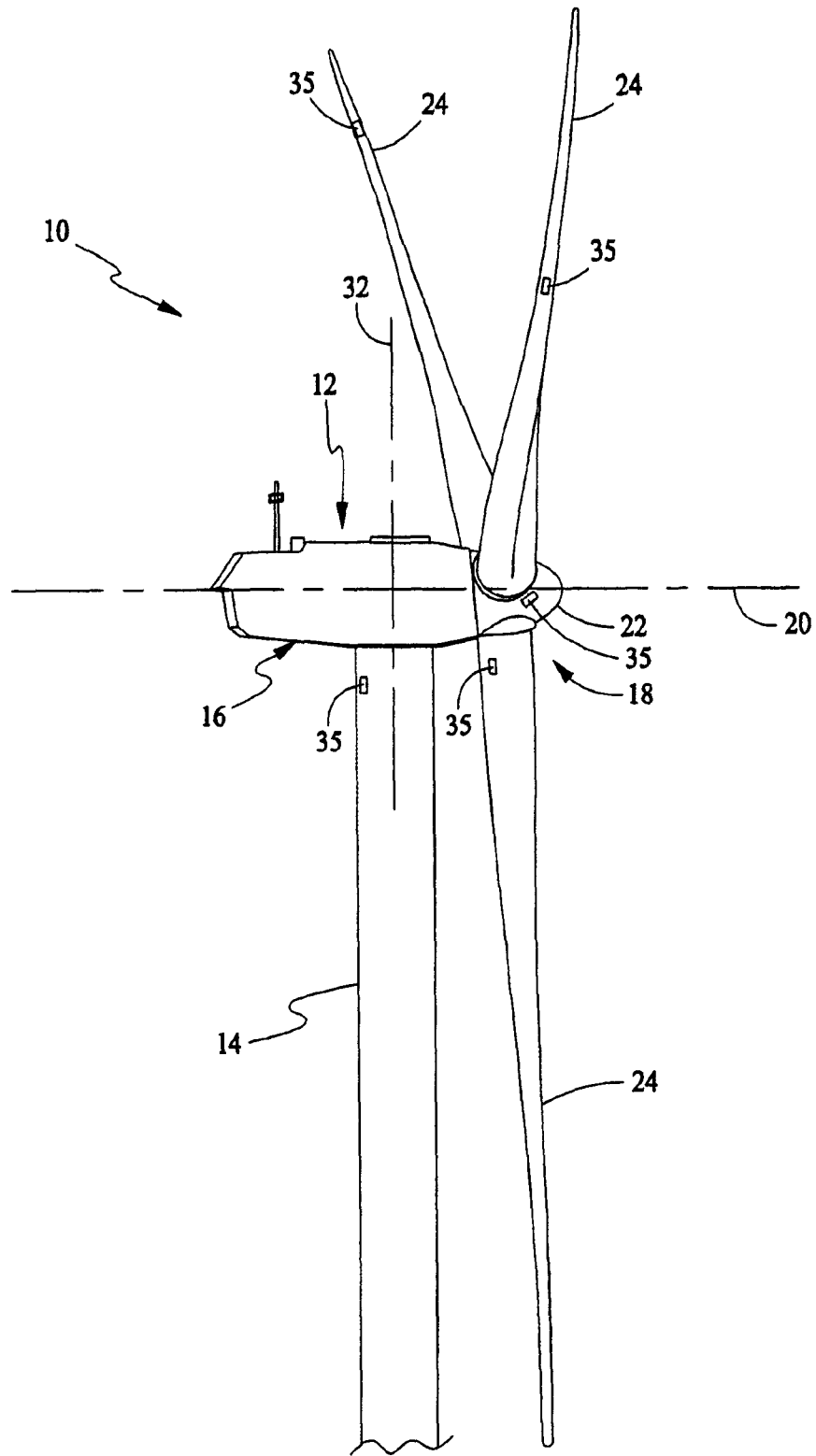


图 1

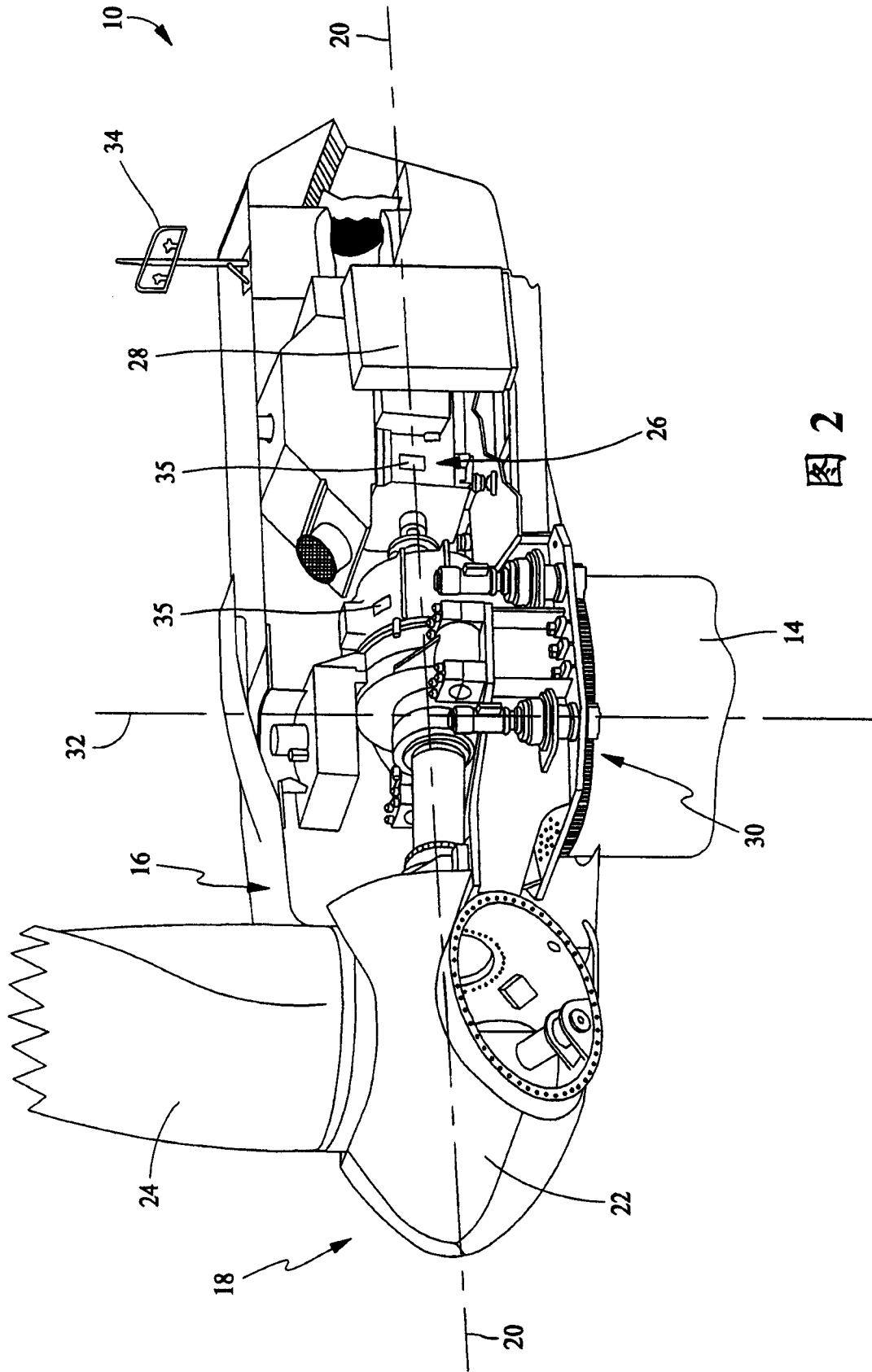


图 2

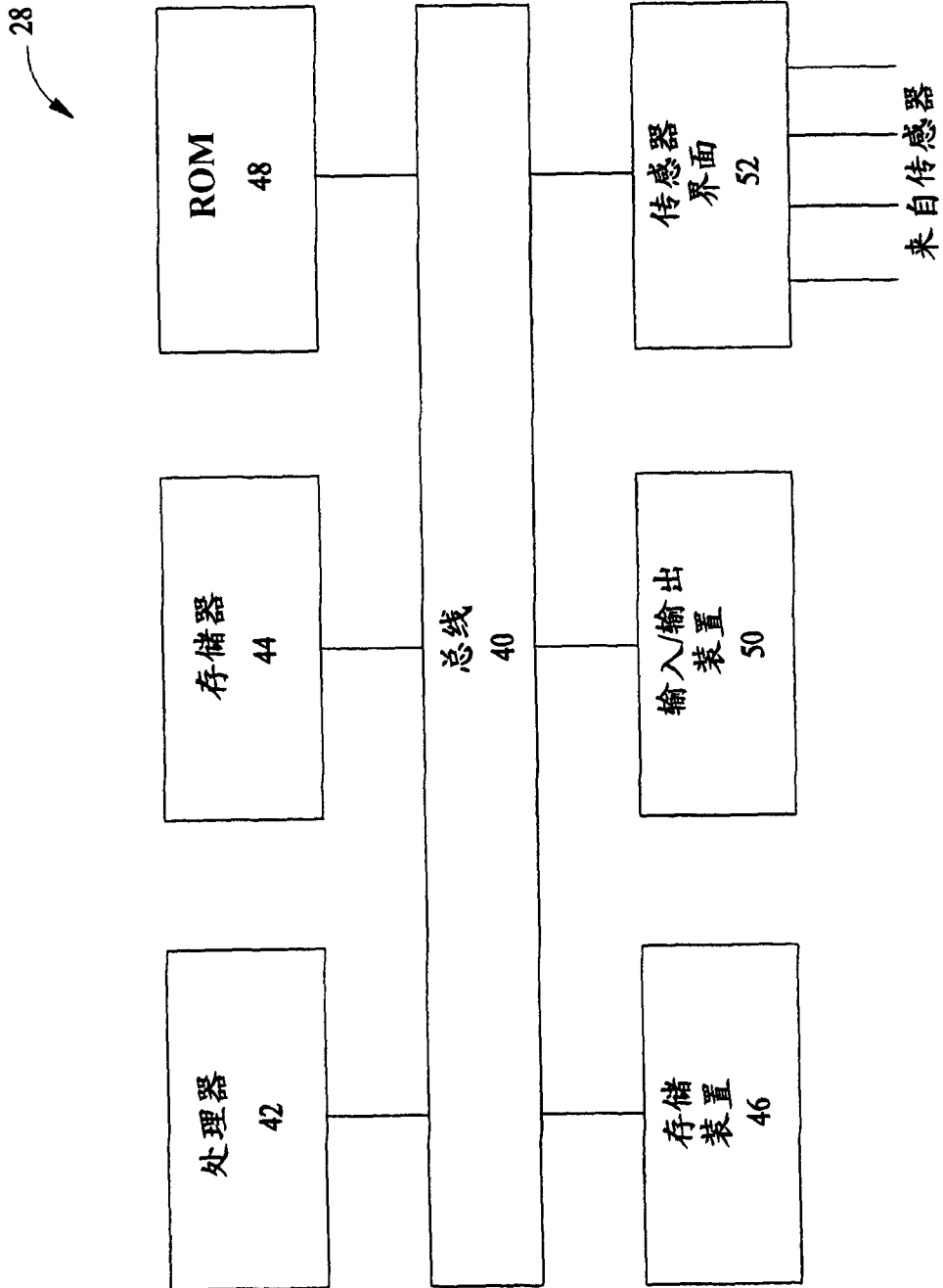


图 3

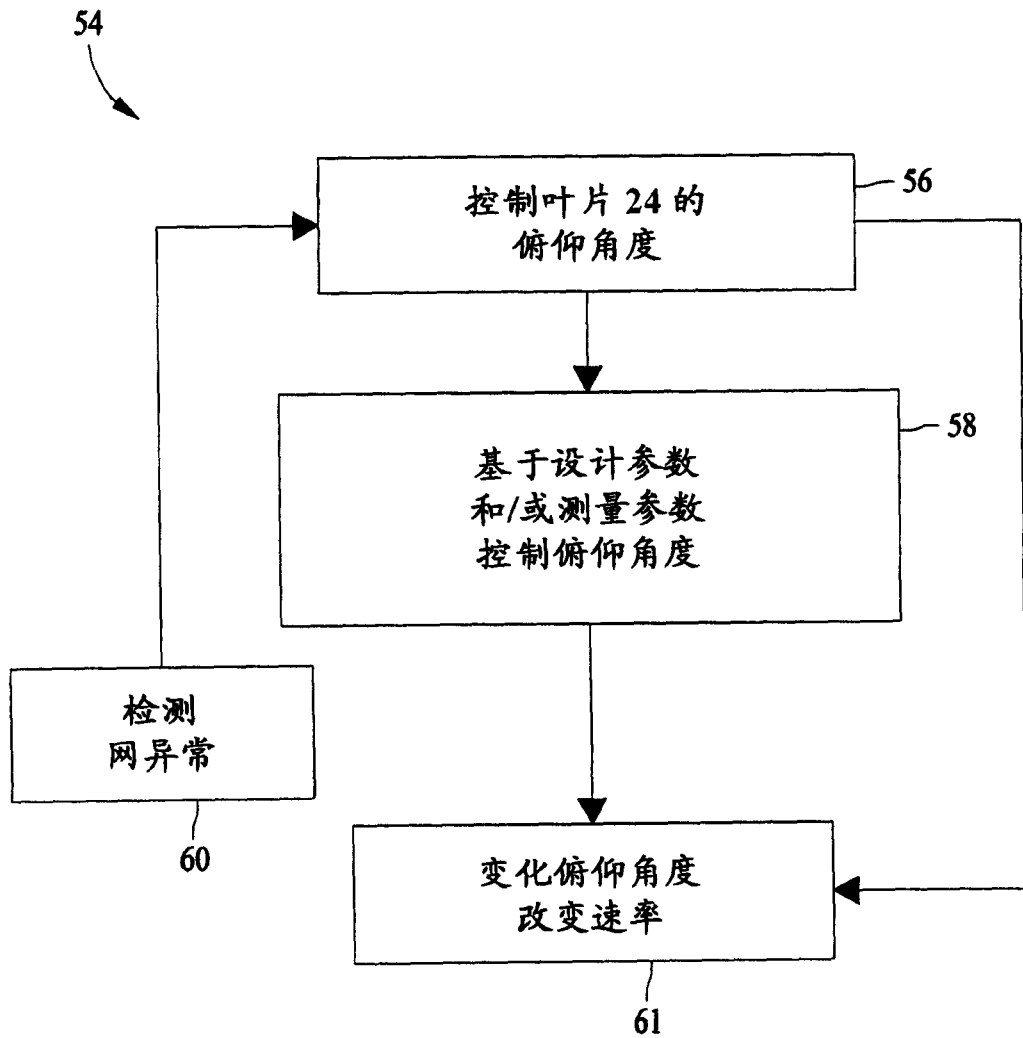


图 4

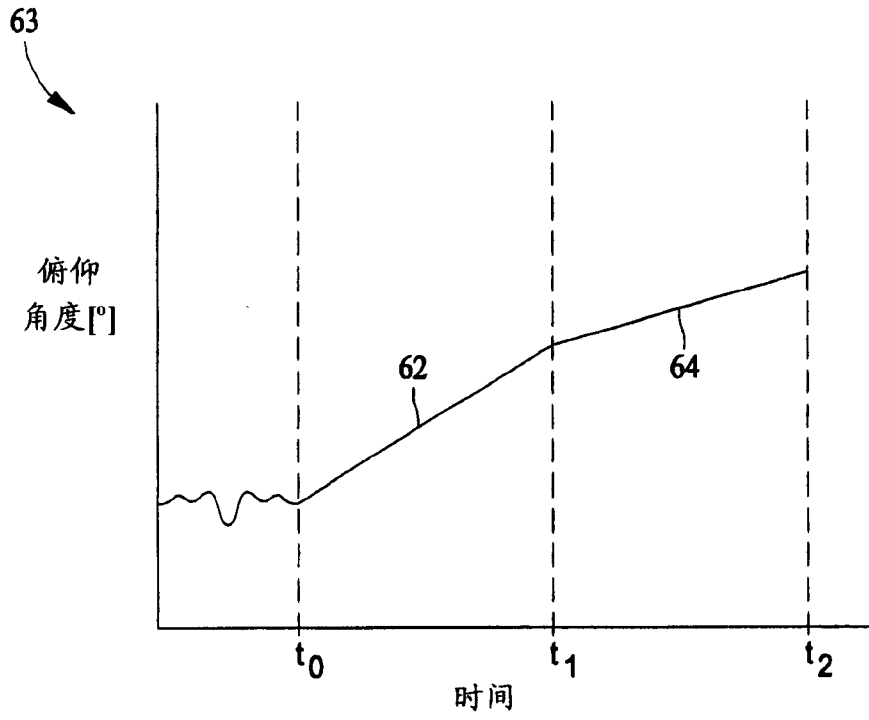


图 5

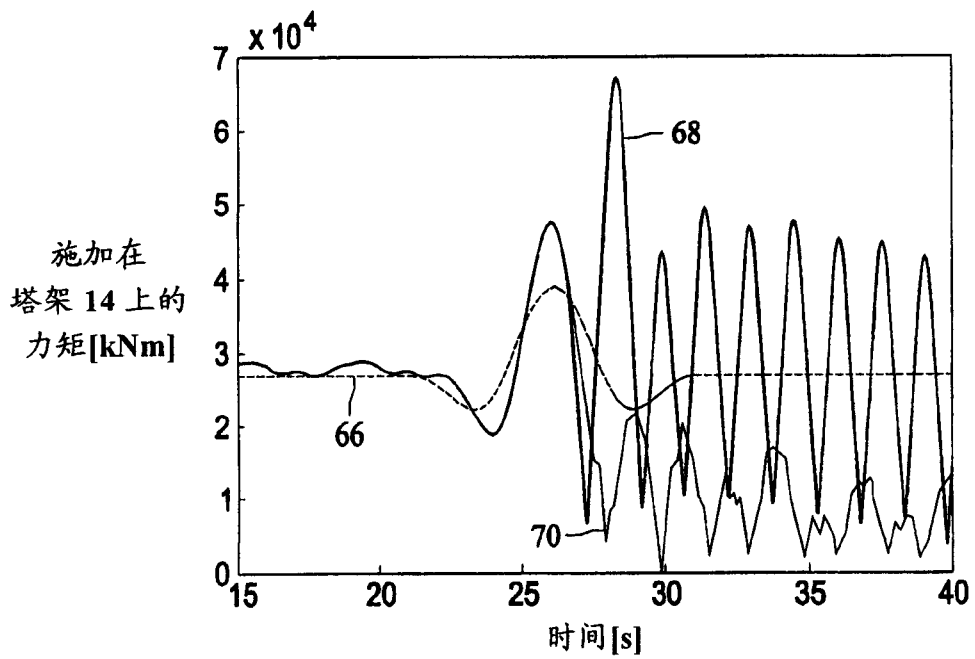


图 6