



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105134496 B

(45)授权公告日 2018.10.19

(21)申请号 201510275807.0

(22)申请日 2015.05.26

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105134496 A

(43)申请公布日 2015.12.09

(30)优先权数据  
2014-111426 2014.05.29 JP  
2015-004715 2015.01.14 JP

(73)专利权人 株式会社东芝  
地址 日本东京都

(72)发明人 田中元史 志村尚彦 大迫俊树  
山田敏雅 松田寿 大西祐太  
中山真哉

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002  
代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

F03D 9/25(2016.01)

F03D 7/04(2006.01)

(56)对比文件

US 2012/0280501 A1,2012.11.08,  
CN 101730796 A,2010.06.09,  
US 2012/0068469 A1,2012.03.22,  
US 2014/0042745 A1,2014.02.13,  
JP 特开2007-317656 A,2007.12.06,  
US 2012/0280501 A1,2012.11.08,  
WO 2012/081704 A1,2012.06.21,  
CN 102913386 A,2013.02.06,  
CN 102913399 A,2013.02.06,

审查员 杜美璐

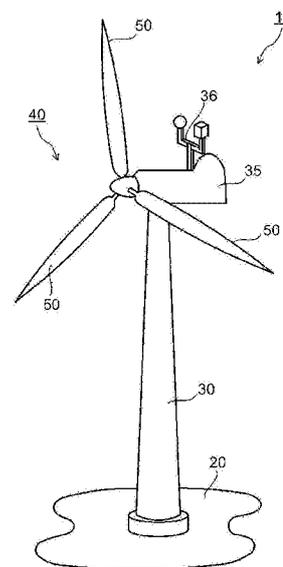
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

## (54)发明名称

风力发电系统和风力发电方法

## (57)摘要

一种风力发电系统具有风车、升力改进设备、电力发电机、存储设备以及控制器。所述风车在接收到气流时旋转。所述升力改进设备具有运行和停止的能力,所述升力改进设备在运行时增加所述风车的叶片的升力。所述电力发电机通过所述风车的旋转来生成电力,并且在抑制所述风车的旋转的方向上生成力矩。所述存储设备存储指示所述电力发电机的与所述电力发电机的旋转速度有关的所述力矩的特性的多个特性图。所述控制器通过切换和使用所述存储设备的与所述升力改进设备的运行或停止的状态对应的所述多个特性图来控制所述电力发电机的发电量。



1. 一种风力发电系统,包括:

风车,其被配置为在接收到气流时旋转;

升力改进设备,其具有运行状态和非运行状态,所述升力改进设备在所述运行状态时增加所述风车的升力;

电力发电机,其被配置为利用抑制所述风车的旋转的力矩而通过所述风车的旋转来生成电力;

控制数据库,其包括存储设备,所述存储设备存储至少第一控制图和第二控制图,所述第一控制图指示当所述升力改进设备处于所述运行状态时所述电力发电机的旋转速度和力矩之间的关系,所述第二控制图指示当所述升力改进设备处于所述非运行状态时所述电力发电机的旋转速度和力矩之间的关系,所述第一控制图不同于所述第二控制图;以及

控制器,其被配置为响应于所述升力改进设备处于所述运行状态根据所述第一控制图以及响应于所述升力改进设备处于所述非运行状态根据所述第二控制图来控制所述电力发电机的发电量,

其中,所述第一控制图和所述第二控制图中的所述旋转速度具有低速度旋转区域、中速度旋转区域和高速度旋转区域,并且

其中,针对所述中速度旋转区域中的任何旋转速度,当所述第一控制图和所述第二控制图中的所述旋转速度彼此相同时,所述第一控制图的所述中速度旋转区域中的所述力矩大于所述第二控制图的所述中速度旋转区域中的所述力矩。

2. 根据权利要求1所述的风力发电系统,

其中,所述特性图具有使所述低速度旋转区域的一侧更强的特性。

3. 根据权利要求1所述的风力发电系统,

其中,当所述电力发电机在所述升力改进设备的所述停止状态和所述运行状态中的所述旋转速度相同时,使用使在所述运行状态中比在所述停止状态中输出的所述力矩更大的所述特性图。

4. 根据权利要求1所述的风力发电系统,

其中,所述风车包括多个叶片,并且

所述升力改进设备是多个气流生成设备,每个设备被布置在相应的叶片处并且包括所述叶片上的第一电极和所述叶片中的第二电极,所述设备被配置为通过在所述第一电极和所述第二电极之间施加电压生成等离子体的流动,以增大对所述叶片的升力。

5. 一种风力发电系统中的风力发电方法,所述风力发电系统具有:风车,其被配置为在接收到气流时旋转;升力改进设备,其具有运行状态和非运行状态,所述升力改进设备在所述运行状态时增加所述风车的升力;以及电力发电机,其被配置为利用抑制所述风车的旋转的力矩而通过所述风车的旋转来生成电力,所述风力发电方法包括:

存储控制数据库,所述控制数据库包括第一控制图和第二控制图,所述第一控制图指示当所述升力改进设备处于所述运行状态时所述电力发电机的旋转速度和力矩之间的关系,所述第二控制图指示当所述升力改进设备处于所述非运行状态时所述电力发电机的旋转速度和力矩之间的关系,所述第一控制图不同于所述第二控制图;以及

响应于所述升力改进设备处于所述运行状态根据所述第一控制图以及响应于所述升力改进设备处于所述非运行状态根据所述第二控制图来控制所述电力发电机的发电量,

其中,所述第一控制图和所述第二控制图中的所述旋转速度具有低速度旋转区域、中速度旋转区域和高速度旋转区域,并且

其中,针对所述中速度旋转区域中的任何旋转速度,当所述第一控制图和所述第二控制图中的所述旋转速度彼此相同时,所述第一控制图的所述中速度旋转区域中的所述力矩大于所述第二控制图的所述中速度旋转区域中的所述力矩。

## 风力发电系统和风力发电方法

### 技术领域

[0001] 本文描述的实施例大体涉及一种风力发电系统和一种风力发电方法。

### 背景技术

[0002] 阻碍风力发电的普及的因素之一是地域限制,例如,在日本。

[0003] 地域限制之一在于,在日本,风速和风向由于其山地气候而快速变化,并且因此,难以维持风力发电系统的稳定输出。

[0004] 以上因素使每风车的发电效率下降,从而导致风力发电系统的引入成本的增加。

[0005] 除了以上,在陆地小的日本,随着风力发电普及,开始出现位置环境的问题,并且在靠近私人住宅或社区的位置是不可避免的情况下,易于出现与噪声有关的各种麻烦。

[0006] 作为使输出稳定或解决如以上的噪声问题的措施,公开了一种提供升力改进设备的技术,升力改进设备例如通过使安装在风车叶片上的电极生成等离子体来控制气流。

[0007] 然而,关于对如以上的升力改进设备的使用,升力改进设备不一定要求在良好的风力条件下致动,并且在稍后将升力改进设备提供即添加到现有风车的情况下,风车初始地被设计为能够在没有升力改进设备的情况下以最大效率生成电力,即使在添加升力改进设备的情况下,有时效率也未改进很多。

### 附图说明

[0008] 图1是实施例的风力发电系统的外部透视图;

[0009] 图2是示出了图1的风力发电系统的气流生成设备的配置的视图;

[0010] 图3是示出了实施例的风力发电系统的控制系统的配置的图;

[0011] 图4是示出了实施例的风力发电系统的电力发电机力矩特性(控制图)的图;并且

[0012] 图5是示出了控制图的另一范例的图。

### 具体实施方式

[0013] 实施例的风力发电系统具有风车、升力改进设备、电力发电机、存储设备和控制器。风车在接收到气流时旋转。升力改进设备具有运行和停止的能力并且在运行时增加风车的叶片的升力。电力发电机通过风车的旋转来生成电力,并且在抑制风车的旋转的方向上生成力矩。存储设备存储指示待由电力发电机生成的与电力发电机的旋转速度有关的力矩的特性的多个特性图。控制器通过切换和使用存储设备的与升力改进设备的运行或停止的状态对应的多个特性图来控制电力发电机的发电量。

[0014] 待由实施例解决的问题是提供一种能够改进效率并且还使升力改进设备安装在其上的风力发电系统的效率最大化的风力发电系统和风力发电方法。

[0015] 在下文中,将参考附图详细描述实施例。

[0016] 图1是示出了实施例的风力发电系统的配置的视图,而图2是示出了图1的风力发电系统的气流生成设备的配置的视图。

[0017] 如图1中所示,该实施例的风力发电系统10具有安装在地面20上的塔30、安装在塔30的顶部上的机舱35、安装在机舱35的上表面上的风向风速仪36、作为在接收到来自前面的风时旋转的风车的风车叶片40等等。

[0018] 电力发电机150(参见图3)等等容纳在机舱35中。

[0019] 电力发电机150被提供具有从机舱35伸出的旋转轴,并且风车叶片40由该旋转轴支撑。

[0020] 换言之,风车叶片40由从机舱35伸出的电力发电机150的旋转轴支撑。

[0021] 然而,以上配置是在风车不具有增速齿轮的情况下的配置,并且在风车具有增速齿轮的情况下,风车叶片由增速齿轮支撑。

[0022] 风向风速仪36测量风向和风速并且将每个测得的数据传送到控制器110(参见图3)。以可自由旋转的方式来支撑风车叶片40。当接收到气流时,风车叶片40旋转。

[0023] 风车叶片40主要由三个风车叶片主体50和提供在每个风车叶片主体50中的气流生成设备60构建。

[0024] 尽管在该范例中描述了其中利用三个叶片构成风车叶片40的范例,但是叶片的数目可以是两个、四个或五个或更多个,并且其数目是不受限制的。

[0025] 风车叶片主体50由介电材料构建,所述介电材料具有风车叶片主体50的外部形状。

[0026] 由于能够引用由合成树脂凝固的玻璃纤维的诸如GFRP(玻璃纤维增强塑料)的介电材料,但是介电材料不限于此,并且在使用构建风车叶片主体的已知介电材料时就足够。

[0027] 注意,整个风车叶片主体50不需要由介电材料构建,而是在其中提供气流生成设备60的至少部分由介电材料构建时就足够。

[0028] 换言之,在其被配置为气流生成设备60的电极彼此不导电并且气流生成设备60和风车叶片主体50的电极不导电时就足够。

[0029] 气流生成设备60被设置为能够由操作员通过对开关111的开/关操作来运行/停止,并且气流生成设备60用作通过在运行时使风车叶片主体50稳定或不稳定地生成气流来增加风车叶片主体50(风车叶片40)的升力的升力改进设备。

[0030] 关于气流生成设备60的运行/停止的切换操作,切换可以在电力发电机150的旋转速度的测得值达到预定旋转速度时执行,或者可以不手动执行而由风力传感器的计时器控制或检测自动执行。

[0031] 气流生成设备60利用第一电极61、与第一电极61隔开设置的第二电极62、经由线路64在第一电极61与第二电极62之间施加电压的放电电源63构成。

[0032] 第一电极61是具有平板形状的平板电极,并且被埋在风车叶片主体50中。

[0033] 注意,以以下方式提供第一电极61:其中的一个主表面暴露在表面上从而与风车叶片主体50的叶片上表面50a上的外部空气接触,即与风车叶片主体50的背面上的外部空气接触。

[0034] 注意,可以以暴露在风车叶片主体50的腹面上的表面上的方式设置第一电极61。

[0035] 另外,第一电极61的形状不限于平板形状,而是能够为具有诸如圆形形状、矩形形状等的横截面的条形形状。

[0036] 第二电极62是平板形状的平板电极,并且与第一电极隔开设置在比第一电极61距

风车叶片主体50的表面更深的位置处,在气流流动的方向上从第一电极61移位的位置处。

[0037] 注意,在这种情况下,可以将第二电极62设置在与气流流动的方向相反的方向上从第一电极61移位的位置处。

[0038] 另外,当以暴露在与风车叶片主体50的叶片上表面50a相同的表面上的方式提供第一电极61的一个主表面时,可以以以下方式将第二电极62与第一电极61隔开设置:其中的一个主表面暴露在与风车叶片主体50的叶片上表面50a相同的表面上和在气流流动的方向或其相反的方向上从第一电极61移位的位置处。

[0039] 另外,第二电极62的形状不限于平板形状,而是能够为具有诸如圆形形状、矩形形状等的横截面的条形形状。

[0040] 注意,第二电极62的形状可以与第一电极61的形状相同。

[0041] 放电电源63用作电压施加机构并且在第一电极61与第二电极62之间施加电压。

[0042] 放电电源63输出具有例如脉冲波形(正、负极性,正和负双极性(交流电压))波形或交流(正弦、断续正弦)波形的电压。

[0043] 此处,例如,将风车叶片40制造为如下。当通过借助于诸如预浸渍和树脂传递的制造方法将树脂浸渍到玻璃纤维的堆叠中来制作风车叶片主体50时,例如,将金属箔带或金属平板堆叠在纤维之间以形成气流生成设备60的第一电极61和第二电极62,并且制造了风车叶片40。注意,风车叶片40的制造方法不限于以上。

[0044] 此处,将描述由气流生成设备60生成气流的原理。

[0045] 从放电电源63在第一电极61与第二电极62之间施加电压,并且当电位差变得等于或大于预定阈值时,在第一电极61与第二电极62之间引起放电。

[0046] 在这两个电极暴露于风车叶片主体50的叶片上表面50a上的情况下,该放电被称为电晕放电,并且在电极中的至少一个被埋在风车叶片主体50中的情况下,该放电被称为阻挡放电,并且产生低温等离子体。

[0047] 换言之,气流生成设备60通过放电等离子体的动作来生成气流。

[0048] 在以上放电中,由于能够仅将能量给予气体中的电子,所以能够通过利用对气体的少许加热来使气体电离以产生电子和离子。

[0049] 所产生的电子和离子由电场驱动,并且结果电子和离子与气体分子碰撞,运动动量转移到气体分子。

[0050] 换言之,能够通过施加放电在电极的附近生成气流AF。

[0051] 该气流AF的大小和方向是能够通过改变诸如待施加到电极的电压、频率、电流波形和占空比的电流-电压特性控制的。

[0052] 注意,尽管气流生成设备60被设置为在沿着风车叶片主体50的叶片上表面50a的前缘到后缘的方向上生成气流AF,但是能够通过电极的设置方法来改变气流的方向。

[0053] 随后,将参考图3描述该实施例的风力发电系统的控制系统。

[0054] 如图3中所示,该实施例的风力发电系统的控制系统具有放电电源63、风速传感器100、风向传感器101、旋转速度传感器102、表面压力传感器103、力矩传感器104、控制器110、开关111、控制数据库120、气流生成设备60、螺旋角驱动机构130、偏航角驱动机构140以及电力发电机150。

[0055] 电力发电机150通过风车叶片主体50的旋转来生成电力,并且在抑制风车叶片40

的旋转的方向上生成力矩。

[0056] 风速传感器100是测量流动到风车叶片40的的风的速度的传感器。

[0057] 风向传感器101是测量流动到风车叶片40的的风的风向的传感器。

[0058] 这些风速传感器100和风向传感器101利用例如提供在图1中示出的机舱35的上侧表面上的风向风速仪36等构成。

[0059] 旋转速度传感器102是测量风车叶片40的旋转速度并且被提供在例如机舱35内的传感器。

[0060] 表面压力传感器103测量风车叶片40的风车叶片主体50中的叶片上表面50a的压力,并且表面压力传感器103例如通过将多个半导体压力传感器提供到叶片上表面50a来构建。

[0061] 注意,能够在不具有表面压力传感器103的情况下构建风力发电系统10。

[0062] 力矩传感器104被提供在电力发电机150中并且将力矩测量为抑制旋转轴(风车叶片40)的旋转的负载(在下文中,被称为“电力发电机力矩”,因为力矩与风车侧的旋转力矩不同)。

[0063] 力矩传感器104不一定要是直接测量力矩的力矩传感器,而是可以通过将电力输出除以角速度来计算力矩的力矩传感器。

[0064] 控制数据库120基于诸如风速、风向、旋转速度、表面压力和电力发电机力矩的测得值来存储诸如仰角、雷诺(Reynolds)数、力矩、偏航角、螺旋角和表面压力的数据,以及具有不同特性的多个控制图(图4的曲线41、42)。

[0065] 换言之,控制数据库120是存储指示待由电力发电机150生成的与电力发电机150的旋转速度有关的力矩的特性的多个特性图的存储设备。

[0066] 利用存储器、硬盘设备等来构成控制数据库120。

[0067] 另外,对于控制数据库120而言,数据输入等能够经由未示出的键盘、鼠标、外部输入接口等。

[0068] 控制器110基于从诸如风速传感器100、风向传感器101、旋转速度传感器102、表面压力传感器103和力矩传感器104的每个传感器输出的信息和存储在控制数据库120中的数据来计算仰角、雷诺数、风车侧的旋转力矩、偏航角、螺旋角、表面压力等等。

[0069] 另外,控制器110基于以上描述的的计算的结果来控制气流生成设备60、螺旋角驱动机构130、偏航角驱动机构140、电力发电机150和放电电源63。

[0070] 控制器110主要利用例如计算设备(CPU)、只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)等等构成。

[0071] CPU通过使用存储在ROM或RAM中的程序、数据等等来运行各种计算处理。

[0072] 例如,通过计算机设备来实现由控制器110运行的处理。

[0073] 控制器110以能够输入/输出电信号的方式连接到以下中的每个设备:开关111、风速传感器100、风向传感器101、旋转速度传感器102、表面压力传感器103、力矩传感器104、控制数据库120、气流生成设备60、螺旋角驱动机构130、偏航角驱动机构140、电力发电机150和放电电源63。

[0074] 在气流生成设备60中,由于开关111的开操作,如以上所描述的,从由控制器110控制的放电电源63在第一电极61与第二电极62之间施加电压,并且气流生成设备60进入运行

状态并且在沿着从叶片上表面50a的前缘到后缘的方向上生成气流,使得引起高升力状态。

[0075] 另外,在气流生成设备60中,由于开关111的关操作,停止从由控制器110控制的放电电源63对在第一电极61与第二电极62之间的电压的施加,并且气流生成设备60进入驱动停止的状态,使得不生成沿着从叶片上表面50a的前缘到后缘的方向上的气流。

[0076] 根据气流生成设备60的驱动/停止状态,控制器110切换和使用控制数据库120的多个特性图(图4的曲线41、42)以控制电力发电机150的发电量。

[0077] 针对例如每个气流生成设备60,控制器110控制诸如施加到电极的电压、频率、电流波形和占空比的电流电压特性等。

[0078] 螺旋角驱动机构130基于来自控制器110的信息来控制与风车叶片40的旋转速度对应的风车叶片40的风车叶片主体50的角。

[0079] 偏航角驱动机构140基于来自控制器110的信息来使机舱35转动(旋转),以便将风车转子调节到风向。

[0080] 在下文中,将参考图4描述该实施例的操作。图4是示出了该实施例的风力发电系统的旋转速度力矩曲线的图。

[0081] 通常,如果忽略摩擦力等,则风力发电系统通过由以下公式(1)所确定的旋转速度和发电量来运行。

[0082]  $I(d\omega/dt) = TW - TM \dots$  (公式1)

[0083] 此处,“I”指示风车的转动惯量,“ $\omega$ ”指示风车的角速度,“TW”指示风车的力矩,并且“TM”指示电力发电机的力矩。由风力和叶片的性能确定的风车力矩是取决于那时的风力条件而确定的量。

[0084] 由于电力发电机力矩与电力发电机的发电量有关,所以能够通过控制发电量来自由地控制电力发电机力矩。

[0085] 例如,当没有生成电力时,即,当电力发电机的输出端子打开时,在忽略摩擦力的情况下,电力发电机力矩变为“0”(零),并且当风吹动时,风车的旋转速度无限地增加。

[0086] 换言之,如果调节输出阻抗,即,由于调节生成多少电力,能够控制电力发电机力矩TM。

[0087] 不具有气流生成设备60的共同风力发电系统具有控制图,所述控制图提前通过与旋转速度对应的如图4中所示的曲线41来改变力矩,并且控制生成力矩,即,电力发电机150的发电量。

[0088] 通常,对旋转速度-力矩的该控制图进行设定,使得风车的圆周速度比可以变为“5”至“7”优选地“6”,从而能够取出最大的风力能量。然而,当气流生成设备60工作时,与气流生成设备60不工作时的时间相比较,风车力矩TW变得更大,并且因此,当实际上使用常规旋转速度-电力发电机力矩特性即控制图时,存在旋转速度变大并且导致风车的圆周速度比偏离最佳值的问题,这使效率下降。

[0089] 因此,在该实施例的风力发电系统中,控制数据库120具有两条曲线41、42作为多个控制图,如图4中所示。

[0090] 曲线41是指示不使气流生成设备60工作的时间(停止时间)旋转速度与力矩之间的关系的曲线(特性、函数)。

[0091] 曲线42是指示使气流生成设备60工作的时间(在运行时)旋转速度与力矩之间的

关系的曲线(特性、函数)。

[0092] 附图标记“a”、“b”指示其中应当控制电力发电机150的旋转的目标范围。

[0093] 当电力发电机150的旋转速度被分成低速度旋转区域(在下文中,被称为“低速度区域”)、中速度旋转区域(在下文中,被称为“中速度区域”)和高速度旋转区域(在下文中,被称为“高速度区域”),在附图标记“a”、“b”的范围中,在例如气流生成设备60运行的状态中,控制器110使用具有使中速度区域的力矩比气流生成设备60停止的状态中的中速度区域的力矩更大的特性的特性图(曲线42)。

[0094] 针对停止时间的曲线41被设定以不在旋转速度等于或小于预定旋转速度时生成力矩,并且在旋转速度等于或大于额定旋转速度时使力矩极其大,以便阻止旋转速度的任何进一步增加以导致破坏。

[0095] 在中速度区域中,力矩和旋转速度几乎为一阶函数的形状(线性形状)并且连接到前两者。

[0096] 相比之下,使气流生成设备60工作(在运行时)的情况下的曲线42与在旋转速度等于或小于预定旋转速度以及等于或大于额定旋转速度时的曲线41相同,但是在中速度区域中,曲线在低速度区域侧上使力矩很大并且甚至当旋转速度改变时施加几乎恒定的(相同的)力矩,使得曲线可以逐渐地接近曲线41。

[0097] 为何在低速度区域侧上使电力发电机力矩更大的原因尤其在于,由于气流生成设备60,风车力矩的增加比在低速度区域侧上更大,并且对于曲线41而言,与不具有气流生成设备60的情况相比较,旋转速度变得更高。

[0098] 以上对应于比设计的值更大的圆周速度比的值,并且因此风车的发电效率变得更差。当风车叶片40的旋转速度变高时,风车叶片40的力矩增加比由于气流生成设备60而变小,该特性变得与不具有气流生成设备60的原始情况下的特性不同,并且因此,使曲线42逐渐地接近曲线41。

[0099] 另外,气流生成设备60消耗一些能量并且可能损坏,并且可能存在驱动时取决于风力条件等而不使设备工作的情况。

[0100] 因此,两个控制图(曲线41、42)被设定(提前存储)为控制数据库120中的控制信息。

[0101] 结合对气流生成设备60的驱动(已经对动作开关进行开操作)或停止(已经对动作开关进行关操作),控制器110切换和使用控制数据库120的控制图(曲线41、42),并且控制电力发电机150的发电量。

[0102] 如以上所描述的,根据该实施例,通过切换待使用的控制图(曲线41、42)(也被称为控制条件、控制信息、控制函数、控制曲线等),结合对诸如气流生成设备60的升力改进设备的驱动或停止,能够在其中风力条件良好并且不需要使气流生成设备60工作和其中风力条件不好并且需要使气流生成设备60工作的两种情况下将圆周速度比例维持在“6”附近的同时进行驱动,使得能够改进风力发电系统10的发电效率,并且另外,能够使发电效率最大化,并且结果,能够增加发电量。

[0103] 尽管已经描述了特定实施例,但是这些实施例仅通过举例的方式呈现,并且不旨在限制本发明的范围。实际上,可以以各种其他形式来实现本文描述的新颖的实施例;另外,在不脱离本发明的精神的情况下,可以做出本文描述的实施例的形式的各种任务、替代

和变化。随附的权利要求书和其等价要件旨在涵盖如将落入本发明的范围和精神内的这种形式或修改。

[0104] 在以上描述的实施例中,描述了其中将通过放电等离子体的动作来生成气流的气流生成设备60提供为升力改进设备的范例,但是除以上之外,可以采用使用MEMS元件的合成射流,例如,可以使用副翼等。通过在叶片中提供孔并且驱动设置在孔中的MEMS元件,使用MEMS元件的合成射流能够射出并且从孔吸取空气。

[0105] 另外,在以上描述的实施例中,尽管采用了曲线42,曲线42通过甚至当旋转速度在中速度区域中改变时施加几乎恒定的(相同的)力矩来逐渐地接近曲线41,实际上通过并在在停止时间处将曲线41向上移动做出的曲线可以被采用为针对驱动时间的曲线43(其中使电力发电机力矩完全高于停止时间的曲线41的特性图),如图5中所示。

[0106] 在以上实施例中,将具有两种不同特性的控制图(曲线41、42)提前存储在控制数据库120中,并且控制器110切换与驱动条件对应的两个控制图(曲线41、42),但是能够在不使用控制数据库120的情况下进行控制,使得通过将电力发电机150的输出P除以电力发电机150的旋转速度 $\omega$ 获得的 $P/\omega$ 与电力发电机150的旋转速度 $\omega$ 之间的针对预定时间段平均的相关性可以在例如气流生成设备60停止的情况下和气流生成设备60运行的情况下变得不同。

[0107] 换言之,控制器110可以控制电力发电机150的发电量,使得指示电力发电机150的旋转速度与待由电力发电机150生成的力矩之间的关系可以在气流生成设备60停止的情况下和气流生成设备60运行的情况下变得不同。

[0108] 另外,以上描述的实施例中指示的控制系统的各自部件的一部分可以通过安装在诸如计算机的硬盘设备的存储设备中的程序来实现,并且本发明的功能可以由计算机通过将以上描述的程序存储在计算机可读电子介质中并且使计算机读取来自电子介质的程序来实现。

[0109] 电子介质包括例如诸如CD-ROM、闪速存储器、可移动介质等等的存储介质。另外,能够通过将部件分散地存储在经由网络连接的不同计算机中并且执行其中使各自的部件运行的计算机之中的通信来实现。

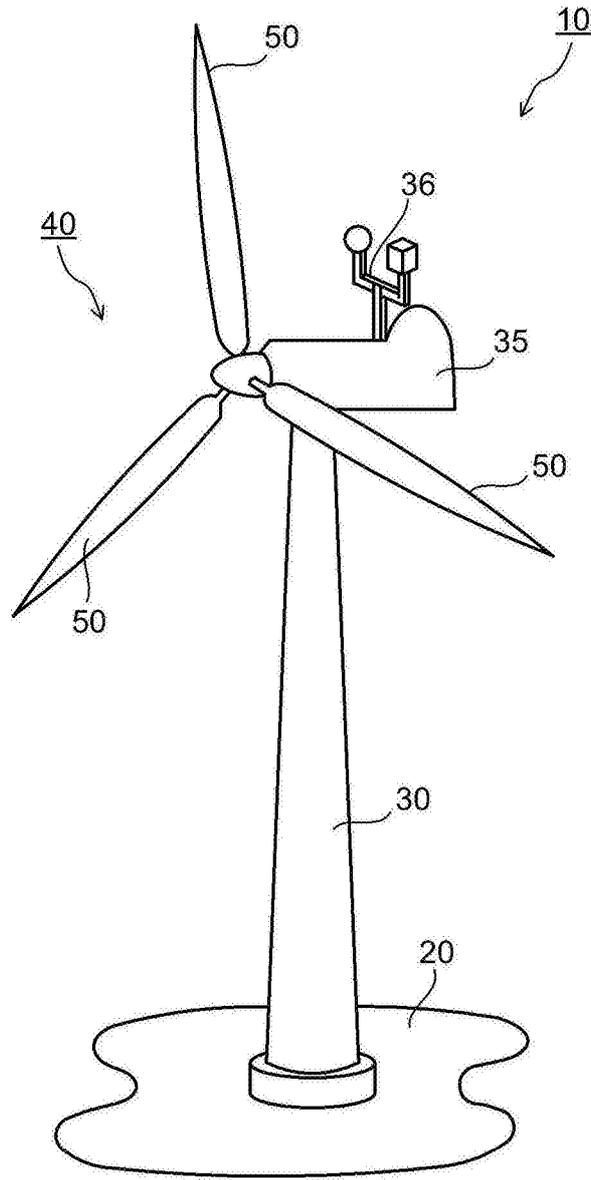


图1

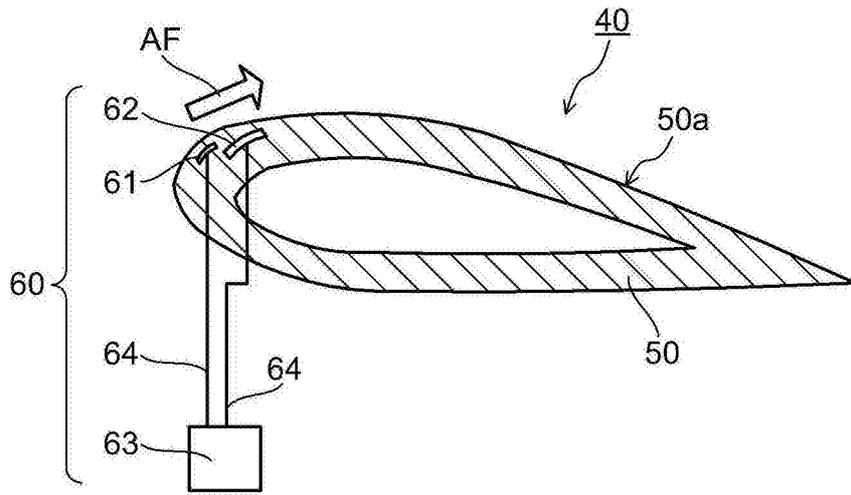


图2

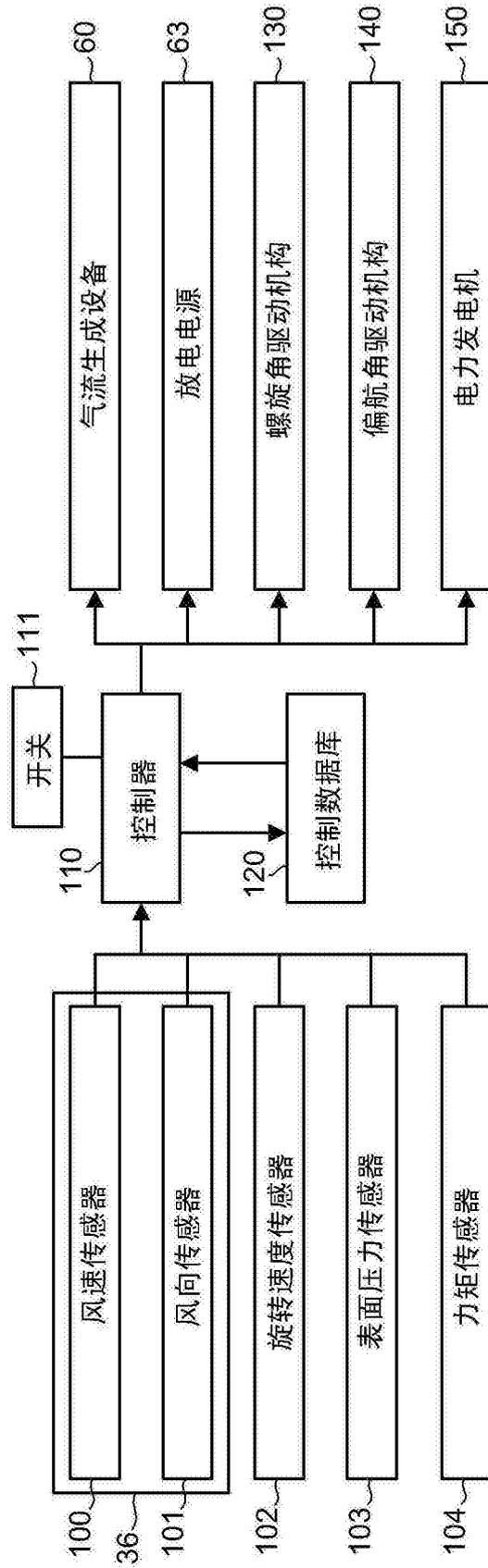


图3

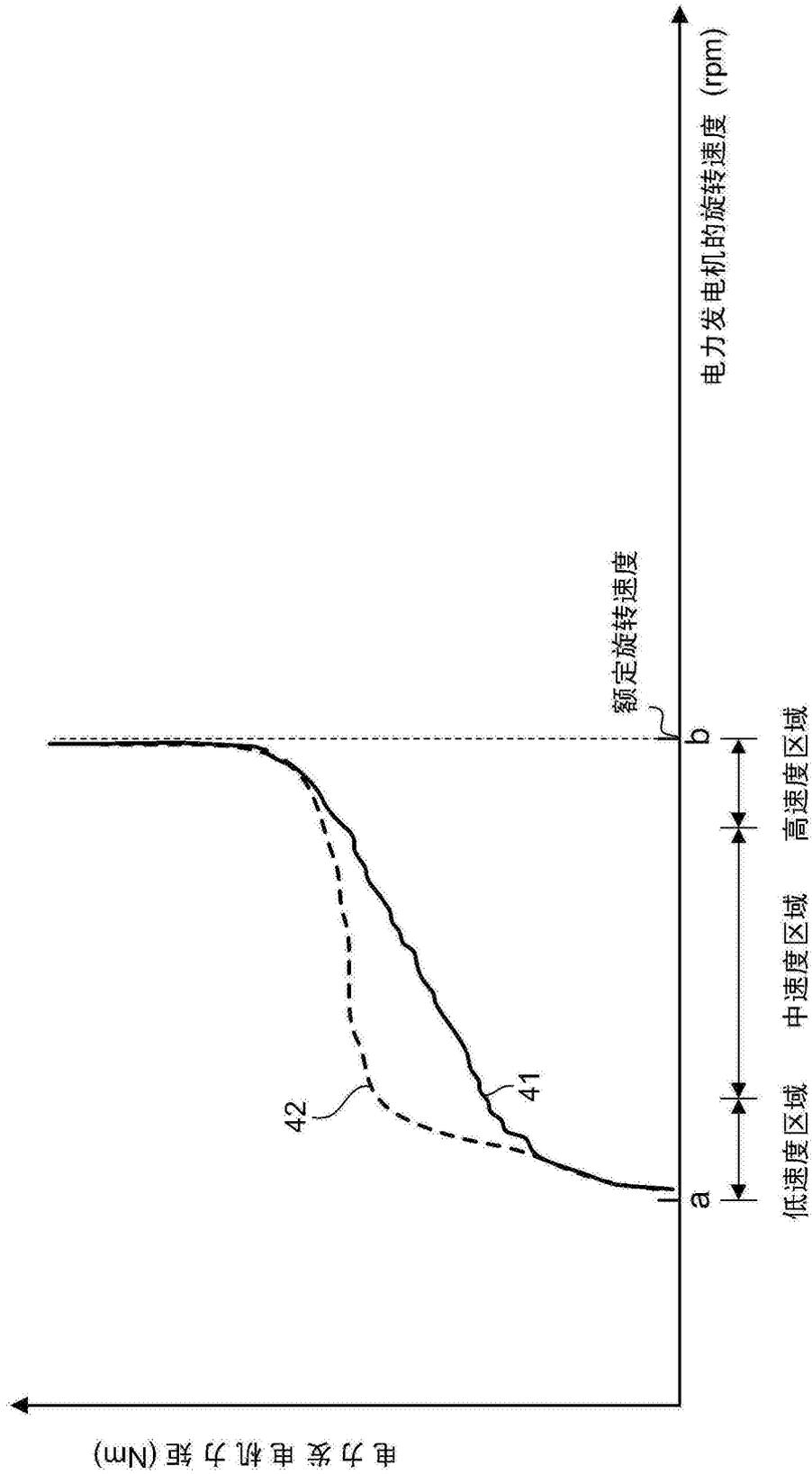


图4

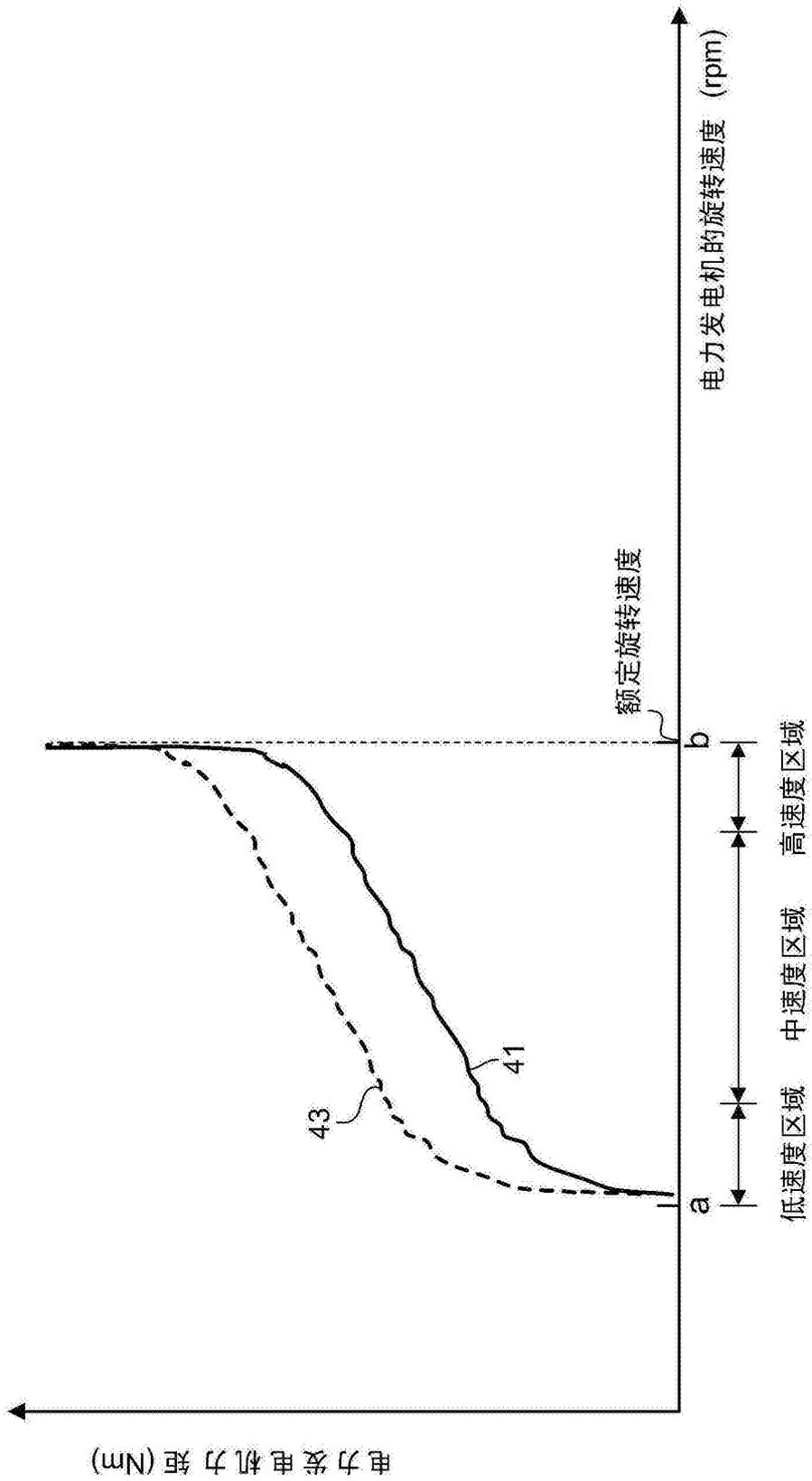


图5