



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01811421.0

[43] 公开日 2003 年 8 月 20 日

[11] 公开号 CN 1437685A

[22] 申请日 2001.6.6 [21] 申请号 01811421.0

[30] 优先权

[32] 2000. 6. 19 [33] FR [31] 00/07813

[86] 国际申请 PCT/FR01/01747 2001. 6. 6

[87] 国际公布 WO01/98655 法 2001. 12. 27

[85] 进入国家阶段日期 2002. 12. 19

[71] 申请人 热蒙特股份有限公司

地址 法国库伯瓦

[72] 发明人 让-马克·卡尼尼 伊夫·米莱

帕特里克·布吕泽尔

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利  
商标事务所

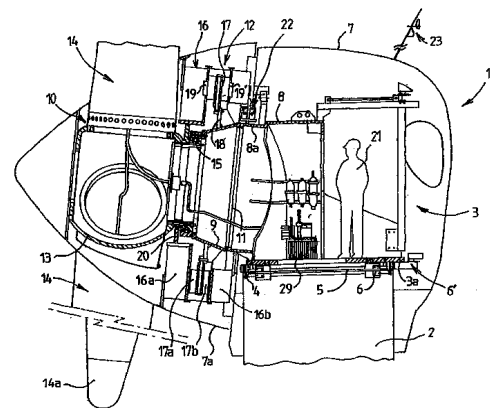
代理人 刘志平

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 一种用风能发电的系统

[57] 摘要

该系统包括一吊舱(3)，该吊舱安装成可围绕支座(2)顶部的垂直轴旋转，并且该系统安装一旋转部分(10)，该旋转部分围绕基本上水平的轴线、在一大直径轴承内旋转。旋转部分(10)包括一固定叶片(14)的轮毂(13)。系统带有一包括呈圆盘形状的定子(17)和转子(16)的发电机(12)。转子(16)利用一连接件(20)与靠近轴承(15)的轮毂(13)固定，因此，由风施加到旋转部分(10)上的力就直接传递到轴承(15)上，而不会通过发电机(12)。



1. 一种用风能发电的系统，该系统包括：一垂直支座（2），该支座带有一与支承表面固定的底端部分；一吊舱（3），安装成可围绕支座（2）顶端部分上的垂直轴转动；一旋转部分（10），包括一轮毂（13）和两个或多个与轮毂（13）固定的基本上沿径向的叶片（14）；一轴承（15），在轴承内的吊舱（3）的旋转部分（10）旋转且该轴承有一大致水平的轴；以及一发电机（12），包括一与吊舱（3）固定的定子（17）和一利用大致与旋转部分（10）的旋转轴垂直的固定件（20）与旋转部分（10）的轮毂（13）固定的转子（16），该系统的特征是：

转子（16）和定子（17）二者都有各自的工作部分，每个工作部分都呈安装有对立的电磁件（19，19'）的圆盘的形式；

旋转部分（10）在单个轴承（15）内的吊舱（3）上旋转，该轴承的直径比与表面的旋转部分（10）的轴线垂直的横断面内的内切（inscribed）圆的直径小20%，其中的表面由叶片（14）连接到轮毂（10）的面积形成；以及

将转子（16）与轮毂（13）固定的固定件（20），沿着轴承（15）的轴线方向与轴承（15）靠近。

2. 根据权利要求1所述的系统，其特征是：将转子（16）与轮毂（13）连接的固定件（20）是环形件，且该固定件有一个将该固定件与轮毂（13）和滚动轴承（15）的旋转内滚道连接的内部部分，该内部部分沿着轮毂（13）和轴承（15）的轴线方向在轮毂（13）和轴承（15）之间，固定件（20）与二者的连接都是例如利用拉杆的刚性连接。

3. 根据权利要求1或2所述的系统，其特征是：该系统包括第一组件，其包括一可旋转地安装在支座（2）顶端上面的主框架（8）；一第二组件，其在接合面（11）与第一组件固定，且包括在支承框架（9）上的由定子（17）、转子（16）和轴承（15）构成的发电机（12）；以及第三组件，其在轴承（15）的位置与第二组件连接且包括旋转部分（10）的轮毂（13）和叶片（14）；三个组件通过法兰相互连接，

以吸收由旋转部分(10)上的风通过第二组件施加到第一组件上的力,第一组件封装着各种系统元件。

4. 根据权利要求1至3中任何一项所述的系统,其特征是:转子和定子呈圆盘型式的工作部分由空隙分开,空隙的宽度是可调的,因此,沿着与旋转部分(10)上的风施加的轴向力相反的方向,定子(17)在转子(16)和旋转部分(10)上施加一轴向力。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的系统,其特征是:该系统还包括一用于旋转部分(10)的机械制动器(22),该制动器由圆盘制动器构成,该圆盘制动器的圆盘与发电机(12)的转子(16)固定,且该圆盘包括多个卡钳,用于使围绕吊舱(3)的框架(8)的一部分的外周边分布的圆盘制动。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征是:该系统还包括一气动制动系统,该气动制动系统由与连接到轮毂(13)的叶片(14)的端部反向的叶片(14)的径向端部(14a)构成,该端部适于围绕对应的径向叶片的纵轴旋转且与一个系统连接,该系统在风速或者旋转部分(10)的转速起作用时,使叶片的端部(14a)枢轴转动。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的系统,其特征是:轴承(15)是一个滚动轴承,吊舱(3)包括一个润滑滚动轴承(15)的系统。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的系统,其特征是:轴承(15)实际上沿轴向靠近轮毂(13),因此,系统的旋转部分(10)与带有很小悬臂的吊舱(3)的框架(8)固定。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的系统,其特征是:转子(16)的工作部分呈装有永久磁铁的圆盘型式,这些永久磁铁沿着转子(16)的工作部分的圆周方向分布。

## 一种用风能发电的系统

本发明涉及一种用风能发电的系统。

从风中捕获能量的系统、象已知的风能系统是本领域公知的，该系统包括一垂直支座和一吊舱，其中，支座的底端与地面、海床或者浮动的平台固定，安装的吊舱能围绕支座顶端一部分上的垂直轴转动。系统的旋转部分安装在吊舱上，围绕基本上水平或略倾斜于水平线的轴线旋转，该旋转部分包括一轮毂和两个或者多个与轮毂固定且相对轮毂的旋转轴、沿径向延伸的叶片。轮毂在一个或者多个轴承内的吊舱上旋转。从风能产生的电流，通过系统的旋转部分、由例如同步发电机的发电机捕获，该发电机可以包括一个或者多个与吊舱固定的定子和一个或多个与系统旋转部分的轮毂固定的转子。

风能系统制造商遇到的一个问题是：在对发电机尺寸进行限制的同时，可以获得高的发电效率，这一点对吊舱尺寸是个冲击。本领域公知的圆盘发电机，为包括一个或多个转子和一个或多个定子的机械，其中，定子上有装着相互作用产生电流的磁铁或电磁元件的对立的环形面，该机械的优点在于可以在一个小的体积内得到一个相对大的机械工作表面面积。如果发电机的转子直接与系统的旋转部分固定，这些系统所具有的独特优势就是无需使用机械速度倍增器。

但是，直到现在这一技术也没有在工业上常规使用，这是因为难于设计出用在旋转部分和转子上的旋转固定件，这些固定件能将阻碍力和/或平衡力、特别是轴向力施加到旋转部分上，以保持转子或多个转子相对定子圆盘的位置。

风能系统的旋转部分受到风施加的力，即使设置一个或者多个止推轴承补偿施加到旋转部分上的轴向力，风所施加的力也会使轮毂和其旋转支承装置弯曲。

如果发电机转子与风能系统的旋转部分固定，由风施加到旋转部

分上的力，就会被直接传递到发电机的转子，因而，难于设计出使一个或者多个转子盘面对一个或者多个定子盘且将发电机空隙的宽度保持在小而精确的数值的圆盘机械。

而且，在风能系统工作当中，系统的旋转部分、特别是转子会受到导致这些元件在使用中疲劳失效的交变力和变形的影响。

本领域公知的用风能发电的系统包括一传统的径向通量同步发电机，该发电机的旋转部分在例如是滚动轴承的轴承内的吊舱上旋转，其中，轴承固定在和吊舱固定的管形轴上，且旋转部分有一略倾斜于水平线的轴。系统旋转部分的轮毂与管形支承件固定，该支承件在轴承的外滚道上旋转，且将发电机径向转子安装在与安装叶片的轮毂反向的端部的一部分上。在这种情况下，风通过叶片和轮毂施加力，使转子围绕与轴承轴线垂直的轴、相对旋转部分的轴承转动。

安装着转子叶片的轮毂（相对轴承以悬臂形式固定），在轴承和风能系统的支承结构上施加了很高的扭矩。

因为现在流行使用高性能的永久磁铁，因而可以设想制造装有永久磁铁的转子的圆盘发电机，且可以制做限制发电机的重量和总长的圆盘机械转子和定子。

因此，制造能使用永久磁铁圆盘发电机结构的风能系统，是很有益的。

因此，本发明的目的是设计一种用风能发电的系统，该系统包括一垂直支座，其底端部分与支承表面固定；一吊舱，该吊舱围绕支座顶端部分上的垂直轴转动；一旋转部分，包括一轮毂和两个或者多个与轮毂固定的大致径向的叶片；一轴承，在该轴承内，吊舱的旋转部分旋转，且该轴承有一基本上水平的轴线；以及一发电机，包括一与吊舱固定的定子和一利用大致垂直于旋转部分的旋转轴的固定件、与旋转部分的轮毂固定的转子，该系统能利用小体积吊舱产生高的设备功率。

根据上述目的：

转子和定子都有各自的工作部分，每一个都呈装有对立电磁元件

的圆盘形式；

旋转部分在单个轴承内的吊舱上旋转，轴承的直径比垂直于表面的旋转部分轴线的横断面的内切（接）圆的直径小20% (less than 20% less than)，所述表面由叶片与轮毂连接的面积形成。

将转子固定到轮毂的固定件，沿着轴承的轴线方向靠近轴承。

为了说明本发明，下面借助示例、参照附图说明本发明中发电系统的实施例。

唯一的附图是本发明风能系统上面部分在垂直平面内的横断面正视图。

图1表示本发明中风能系统的上面部分。

风能系统1有一竖直支座2，图1仅表示出该支座的顶端部分。

图1仅表示出的支座2的顶端部分可以很高，例如可以是40米到50米高，支座的下部与风能产生位置上的固定块、海底或者离岸安装的浮动平台固定。

在图1所示的支座2的顶部，安装了一个包括一平台3a的吊舱3，其中平台安装在支座2的顶部、可沿滚动环4转动，同时平台由拉杆（tie-rods）固定，这样吊舱3能够围绕支座2的垂直轴转动且由支座2的顶端部分支承着。圆盘制动器5常用于制动吊舱，其中，圆盘制动器包括围绕着与平台3a固定的圆环的周边分布的卡钳，吊舱借助于驱动齿轮马达6'围绕支座2的垂直轴转动。

平台3带有一流线型外壳7或者流线型罩，以保护吊舱内部风能系统的元件。

吊舱的平台3a主要支承着吊舱的主框架8；一液压输送系统29，用于使吊舱围绕支座的垂直轴转动的系统的制动器6和后面将说到的制动器，该制动器使吊舱的旋转部分减速和停止；一冷却风能系统发电机的系统；一容纳风能系统的控制器件的箱体；以及容纳着对发电机产生的电流进行处理的电转换器和在操作中调节风能系统的各种附件的箱体。

发电机定子17的支承框架9采用截头圆锥形筒形件，并且通过圆柱

形连接部分8a与吊舱的主框架8固定。圆柱形连接部分8a和发电机定子部分的框架9这样设置：它们的轴线同心且略倾斜于水平线，而且它们在略倾斜于垂直线的接合平面11内连接起来。

风能系统有一旋转部分10，该旋转部分包括一围绕轴线旋转的轮毂13，该轴线略倾斜于水平线且为单个轴承（最好是大滚动轴承）和框架9和连接部分8a共用。

作用在与轮毂13固定的风能系统旋转部分的叶片14上的风力，使系统的旋转部分10旋转。

如实施例所示，轮毂13有三个固定各个叶片14的环形平面，叶片围绕轮毂的轴线、以大致 $120^\circ$ 的角度在轮毂13的三个平面上分布，轮毂的三个平面构成一个三棱镜形，其在垂直于旋转部分10轴线的平面内的横断面是一个在垂直于轮毂轴线的平面内的等边三角形且它们的轴线在此相互对中。

风能系统的旋转部分10还包括系统发电机12的转子16，其中，系统的定子17利用与支承框架9的轴线垂直的环形法兰18与支承框架9固定。

转子16和定子17每个都分别包括两个元件16a、16b和17a、17b，它们的工作面采用对立的圆盘形式。双转子16有两个圆盘工作面，其中一个在元件16a上且面对着定子元件17a的工作面，另一个在元件16b上且面对着定子元件17b的工作面。定子元件17a和17b分别在支承件的各个相反侧面上，该支承件与法兰18固定，法兰将定子固定到框架9上。

由例如钕铁硼（Nd Fe B）材料制成的永久磁铁19和19'，沿着围绕工作面圆周的连续位置、与双转子16的元件16a和16b的工作面固定。

朝着相对应的转子元件16a和16b的工作面的定子元件17a和17b的工作面包含绕组，该绕组插入由磁板金属缠绕带构成的定子铁芯的凹槽内。

在转子工作面上使用永久磁铁，可以制造出具有很小磁极距的发电机12。这样可以减小给定设备功率的发电机12的质量和整体尺寸。

双转子16的元件16a和16b的磁体19和19'比转子元件16a和16b自身的整个厚度薄，转子质量的大部分由钢强度件构成，在该钢强度件上嵌有永久磁铁，该钢强度件提供转子的机械强度。

转子元件16a和16b的强度件沿着转子的环形外周边部分相互连接，这样，装有永久磁铁19和19'的转子元件16a和16b的工作面在一定距离处彼此相对，这一距离大于定子17的总厚度。这样就可以使用图中所示的发电机的结构，即定子在转子16的元件16a和16b之间。由此制造出一种结构紧凑的发电机组件，其总工作面面积对应于转子和定子元件的工作面面积的总和。

转子元件16a的前加强件，即朝向包括风能系统的轮毂13和叶片14组件的侧面的元件，与通常是环形的法兰20固定，借助该环形法兰，转子16与轮毂13固定，且与轴承15的旋转内部固定。

轴承15是一种滚动轴承，该轴承有一外部滚道和一内部滚道，其中，外部滚道与支承框架9同轴且刚性地固定到支承框架9的前端部分上，内部滚道相对轴承15的滚动元件上的外滚道旋转。

借助于固定法兰20和轴承15的旋转内滚道，例如利用拉杆将轮毂13和转子16组装在一起，该拉杆为坚固和刚性组件装备了轴承15、转子16和装有同心叶片14的轮毂。

轴承15是一个大的滚动轴承，其直径基本上等于或者略小于等边三角形的内切圆直径，该等边三角形构成的三棱镜形表面的横断面，由叶片14连接到轮毂13的平面形成。就所有情况而论，轴承的直径，即通过滚动件中心的圆的直径，只略小于（小于20%或者最好小于10%）由叶片连接面形成的表面的横断面的内切圆的直径。

再者，从图中可以看出，转子16的环形连接法兰20有一个在轮毂13和轴承15的旋转内滚道之间的内圈部分，并且沿着轴承15、转子16和轮毂13的共同轴线方向直接靠近轴承15。

转子固定件20通过例如拉杆刚性固定到轮毂13和轴承15上。

在吊舱内部包括风能系统传感元件的组件，由吊舱外壳7进行保护，该外壳有一个与系统的旋转部分10固定的前端部分7a。在与平台



3a固定的吊舱流线型罩部分和与系统的旋转部分10固定的流线型罩部分7a之间设置一密封件。

风能系统的叶片14安装在轮毂13上的方式，或者是以固定方式安装，否则就是以风速和系统旋转速度起作用时，它们的叶距自动变化，以及如果系统的旋转速度或者风速达到一个标准值，叶距周期变化的方式安装。这样使系统的操作绝对安全。

值得注意的是，利用单个大轴承15安装风能系统的旋转部分和用于定子的中空支承架和轴承15，能让工人21从内侧接近叶片14与轮毂13连接的区域，进行例如检查和修理。

风能系统的每个叶片14都带有一端部14a，该端部利用一联动装置围绕径向纵轴旋转，该联动装置为系统旋转部分提供气动制动，在风速或者旋转部分10的转速或者如果旋转部分在超速状态下运转的离心力起作用时，系统叶片14的端部14a在风能系统的总控制系统的控制之下围绕叶片的纵轴枢轴转动。

风能系统还包括一个圆盘制动器型式的机械制动器22，其圆盘制动器的圆盘与转子同轴且与转子16的元件16b固定。圆盘制动器22还包括围绕吊舱的主框架8的连接部分8a的外周边分布的卡钳，该卡钳与固定在转子上的圆盘相互咬合，使转子和风能系统的旋转部分的整体制动或者使风能系统停止工作。

气动制动器和机械制动器的结合使得风能系统中更安全。而且，圆盘制动器与系统发电机12的转子成为一体，可以制造一个结构紧凑的装置且能够节约吊舱的内部空间。

再者，吊舱装有天线，天线上固定一风向标23和确定风的准确方向和速度的风速计，以达到控制风能系统的目的。

当风向标23提供的信息起作用时，风能系统利用控制吊舱位置的系统，使系统迎风设置。如果角度差大于系统位置和风向标监测到的风向之间的值，电齿轮马达会使吊舱围绕支座2的垂直轴旋转，直到吊舱的前端迎着风为止。吊舱的运动受到液压圆盘制动器5、6的阻碍和制动。在自动程序使吊舱停止和使吊舱恢复到其原始位置之前，吊舱

可以在其轴上旋转一圈的指定百分数或者指定的圈数（例如三圈），从而可以防止因连接吊舱3和支座2的电缆的连续扭转而引起的损坏。

在风能系统工作当中其前部迎着风，风在叶片14上的作用使旋转部分旋转。在定子17前面旋转的转子16，产生一个在定子绕组内引起电动势的旋转磁场。电流由电子器件再现和转换，将电流供应到电网。系统发电机的电控单元，控制电力元件以忽略系统旋转部分的旋转速度的恒定频率向电网供应电流，同时在风速和系统的旋转部分10的速度起作用时，使发电机的工作过程最优化。

发电机12的转子16与装有叶片14的轮毂13固定，因而直接驱动转子以旋转部分的速度旋转，这样可以避免使用例如倍增齿轮的机械传动系统。

风能系统旋转部分10的速度变化，由对发电机12供应的电流进行转换的电子器件进行补偿。

风不仅施加使风能系统旋转部分旋转的力，而且其轴向力必被吸收，这样，可以防止系统旋转部分的元件、特别是转子16移动和变形。

因为轮毂13和轴承15的旋转滚道之间是刚性连接，作用在轴承15上的轴向力由包括主框架8和支承框架9的吊舱的支承结构直接吸收。因此，转子的各个元件没有轴向运动，而且可以将空隙精确地保持为常值。

转子元件和定子元件之间的空隙可以调整，这样定子在转子上施加轴向电磁力，由此至少部分地补偿了风沿轴向的作用。因而轴承15受到最小的压力。再者，轮毂和轴承15之间沿着它们共同轴线的距离可以很小，这样靠近轴承15的轮毂和叶片14相对轴承15只伸出一点，由此进一步减小了作用在轴承15上的压力。

将转子16与轮毂13和轴承的旋转部分固定，使之直接靠近轴承，还可以减少使用当中转子16的明显变形和作用在其上的疲劳应力。

事实上，因为转子与轮毂13相连、直接与轴承15靠近，如果风通过叶片14、围绕与风能系统旋转部分10的旋转轴垂直的轴线将弯曲力施加到轮毂13上，转子16只发生一个很小的位移（实际上可以忽略不

计)。轴承15吸收弯曲力，该弯曲力不会传递到转子16上。这样可以防止转子16产生改变空隙和因疲劳导致转子退化的运动。

如上所述，将风能系统的旋转部分10利用单个大直径轴承安装在固定部分上和将发电机转子靠近轴承固定的一个优点是：将风作用在旋转部分上的力直接传递到吊舱3的固定部分，无需通过发电机结构，因此，发电机只受到较小的压力且其重量较轻。而且，构成轴承15的滚动轴承被经常加载，这样可以避免出现由于滚动元件不足以承载而被过早磨损的危险。

再者，构成轴承15的单个滚动轴承的正确操作是由自动润滑系统保证的，该自动润滑系统能够保证润滑油任何时候都能在滚动轴承的所有点上出现，而不必考虑旋转速度。

风能系统的结构是以多个组件为基础建立的，这些组件在连接法兰限定的接合平面内连接起来。

第一组件包括与平台3a固定的主框架8和其所容纳的上述元件，该组件在第一接合面的平面处、围绕支座2上面部分上的垂直轴旋转。第一组件通过法兰、在接合平面11处与第二组件连接。

包括支承框架9和由定子17、转子16和轴承15构成的发电机12的第二组件，通过法兰、在连接面11处与第一组件连接，并且在轴承15的位置与第三组件连接，第三组件除了包括旋转部分10的轮毂13和叶片14外，还包括所有相关的元件，例如气动制动器附件。风施加在第三组件上的力，通过第二组件、由第一组件吸收。

第一组件还封装着例如转换器、用于风能系统的控制单元和润滑冷却系统等部件。

风能系统的旋转部分10通过轴承15与支承框架9的端部连接，轴承的内、外滚道分别与旋转部分和支承框架9固定。

施加在轴承位置的旋转部分上的所有力，都被与平台固定的吊舱部分吸收。

本发明并不严格地局限于所描述的实施例。

因此，发电机可以包括单个的转子元件和单个的定子元件或者多

个转子元件和定子元件，利用邻近单个轴承位置（轴承内的旋转部分旋转）的固定件，使转子元件与风能系统旋转部分的轮毂固定。

本发明的风能系统可以包括任何对于系统无故障操作所必须的控制、调节或者安全系统。

