

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710108793.9

[51] Int. Cl.

H02J 9/00 (2006.01)

H02K 21/00 (2006.01)

H02P 9/04 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 12 月 5 日

[11] 公开号 CN 101083403A

[22] 申请日 2007.5.31

[21] 申请号 200710108793.9

[30] 优先权

[32] 2006.5.31 [33] US [31] 11/421405

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 T·埃登费尔德

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 彭 武 刘华联

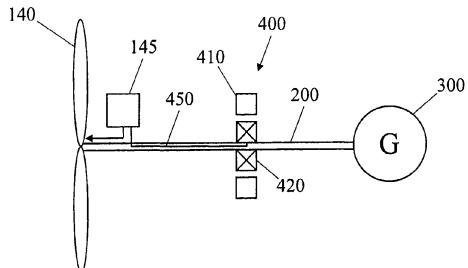
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 7 页

[54] 发明名称

应急倾角驱动器电源

[57] 摘要

本发明公开了一种应急倾角驱动器电源，该应急倾角驱动器电源包括用于产生电力的辅助发电机(400；500)，其中该辅助发电机(400；500)是永久励磁多极发电机，适于当被以风力转子速度驱动时产生用于风轮机(100)的倾角驱动器(145)的充足的电力，并且其中辅助发电机(400；500)连接到风轮机(100)的至少一个倾角驱动器电机(145)。



1. 一种应急倾角驱动器电源，包括用于产生电力的辅助发电机(400; 500)，

其中所述辅助发电机(400; 500)是永久励磁多极发电机，适于当被以风力转子速度驱动时产生用于风轮机(100)的倾角驱动器(145)的充足的电力，并且

其中所述辅助发电机(400; 500)连接到所述风轮机(100)的至少一个倾角驱动器(145)。

2. 根据权利要求1所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述辅助发电机(400; 500)设计用于12到50 rpm，并且/或者所述辅助发电机(400; 500)具有12到60个极(410, 420; 510, 520)。

3. 根据权利要求1或2所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述辅助发电机是环式发电机(500)，并且所述环式发电机(500)的转子绕组(520)安装到所述风轮机(100)的毂(130)上，并且所述环式发电机(500)的定子磁体(510)安装到所述风轮机(100)的机舱(120)上。

4. 根据权利要求1或2所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述辅助发电机(400; 500)安装到所述风轮机(100)的低速转子轴(200)上。

5. 根据上述权利要求中的任意一项所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述辅助发电机(400; 500)是无刷三相同步发电机，并且所述至少一个倾角驱动器电机(145)是无刷三相异步电机。

6. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述辅助发电机(400; 500)是DC发电机，并且所述至少一个倾角驱动器电机(145)是DC电机。

7. 根据上述权利要求中的任意一项所述的应急倾角驱动器电源，其特征在于，所述应急倾角驱动器电源包括至少一个其它永久励磁多极辅助发电机(400; 500)，所述辅助发电机适于当被以风力转子速度驱动时产生用于所述风轮机(100)的倾角驱动器(145)的充足的电力，并且连接到所述风轮机(100)的至少一个倾角驱动器电机(145)。

8. 一种风轮机(100)，包括：

用于将电力供给到公共电网的主发电机（300），以及
根据上述权利要求中的任意一项所述的应急倾角驱动器电源
(400, 450; 500, 550)。

9. 根据权利要求 8 所述的风轮机，其特征在于，所述风轮机还包括变速箱（600），其中所述辅助发电机（400; 500）在所述变速箱（600）与轴（220）的主轴承（210）之间或在所述变速箱（600）与安装在所述轴（220）上的滑环变压器（700）之间安装到低速转子轴（200）上。

10. 一种用于在紧急情况下将电力供给到风轮机的至少一个倾角驱动器的方法，包括以下步骤：

在风轮机中设置永久励磁多极辅助发电机，

以在从 12 到 50 rpm 的范围内的低速驱动所述辅助发电机，以产生电力，以及

在紧急情况下，将所述电力供给到所述至少一个倾角驱动器，以将至少一个转子叶片从风中转出。

应急倾角驱动器电源

技术领域

本发明涉及一种用于风轮机的应急倾角驱动器电源。

背景技术

典型地，现代风轮机具有带可调节的倾角的转子叶片。转子叶片可借助于布置在转子毂中的倾角驱动器绕其纵轴转动。典型地，倾角驱动器被电地或液压地致动。通过调节转子叶片的倾角，可以控制风轮机的发电，并且可实现转子的空气动力学的制动。尤其是，转子叶片当移动到顺桨（feather）位置时产生制动转矩。由此，转子叶片保证转子不进一步加速，因而，转子叶片形成用于风轮机的空气动力学制动。

转子叶片的空气动力学制动效果还用于在紧急情况下制动转子，例如，当驱动系统出现故障时或当风轮机处于失控状态时。因此，非常重要的事是，即使当风轮机例如由于闪电而被损坏或处于失控状态时，应急系统绝对可靠地工作。尤其是，甚至在停电情况下也要求倾角驱动器工作。

目前，毂中的蓄电池用于存储在紧急情况下供给到倾角驱动器的电力。因而，即使当用于倾角驱动器的正常电源不起作用时，转子叶片也能在紧急情况期间转出风外。然而，用作蓄电池的蓄电器（accumulators）非常重，并且需要用于正常工作的稳定的温度条件。而且，它们的寿命有限，并且它们需要经常维护。另外，需要用于蓄电池的再充电的复杂的充电电路。

发明内容

考虑到上述情况，提供一种应急倾角驱动器电源。该应急倾角驱动器电源包括用于产生电力的辅助发电机，其中该辅助发电机是永久励磁多极发电机，适于当被以风力转子速度驱动时产生用于风轮机的倾角驱动器的充足的电力。而且辅助发电机连接到风轮机的至少一个倾角驱动器电机。

因而，提供作为用于紧急情况的能量存储器的蓄电池就显得不必要了。取而代之的是，辅助发电机利用风力转子的转动能量调节转子叶片的倾角用于空气动力学制动。永久励磁发电机不依赖于外部电源，以便使其即使在风轮机系统完全断电的情况下也能适当地工作。而且，辅助发电机可以是简单和可靠设计的，以便使其与电池能量存储器相比削减维护强度。最终，这种应急倾角驱动器电源比基于电池的电源更可靠，这对于应变系统是极其重要的问题。

从独立权利要求、说明书和附图，将清楚本发明的其他方向、优点和特征。

根据本发明的第一方面，提供一种倾角驱动器电力后备。该倾角驱动器电力后备包括具有永磁体的后备多极发电机。该后备发电机设计成在低转子速度下产生用于倾角驱动器的充足的电力。而且，该后备发电机连接到风轮机的倾角驱动器。

因而，提供作为用于紧急情况的能量存储器的蓄电池就显得不必要了。取而代之的是，后备发电机供给从由风力转子捕获的风能产生的电力。因而，为了将转子叶片从风中转出而给倾角驱动器供给能量。由于永久励磁后备发电机不依靠外部电源，所以即使在完全断电的情况下也保证了其操作。而且，后备发电机所需的维护与蓄电池能量存储器相比显著减少。最终，倾角驱动器后备比蓄电池后备更可靠地工作。

根据本发明的另一个方面，提供一种具有风力转子的风轮机，该风力转子具有至少一个转子叶片。可通过倾角驱动器调节该至少一个转子叶片的倾角。而且，风力转子连接到用于驱动主发电机的低速转子轴。风轮机还包括可由转子轴驱动的主发电机和连接到倾角驱动器的永久励磁多极辅助发电机。

因而，即使当没有外部电力可用时，例如，在电网完全故障的情况下，风轮机也适于将其转子叶片倾入到顺桨 (feathered) 位置。而且，与蓄电池后备系统相比，显著降低了维护强度，即，时间和成本。这提高了用于例如近海 (off-shore) 位置的偏远地带的这种风轮机的可用性。最终，后备发电机系统比蓄电池后备系统更可靠 (robust)，从而使采用这种辅助发电机的风轮机更适于例如近海条件的苛刻的环境条件。

根据本发明的另一方面，提供了一种用于在紧急情况下给风轮机的至少一个倾角驱动器提供电力的方法。该方法包括以下步骤：在风轮机中设置永久励磁多极后备发电机，以在从 12 到 50 rpm 的范围内的低速操作后备发电机，以产生电力，并且在紧急情况下，将如此产生的电力供给到倾角驱动器以将转子叶片倾入到顺桨位置。

附图说明

在说明书的以下部分中较具体地阐述对本领域的技术人员的本发明的完全和使能性公开，包括其最佳方式，以及对附图的参照，在附图中：

图 1 是风轮机的示意图；

图 2 是根据本发明的实施例的应急电源的方块图；

图 3 是根据本发明的另一个实施例的应急电源的方块图；

图 4 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 5 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 6 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 7 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 8 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 9 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 10 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 11 是根据本发明的又一个实施例的应急电源的方块图；

图 12 是根据本发明的实施例用于在紧急情况下供给电力的方法的流程图；

图 13 是根据本发明的另一个实施例用于在紧急情况下供给电力的方法的流程图。

具体实施方式

现在将详细参照本发明的各种实施例，本发明的一个或多个示例示于图中。每个示例都是通过本发明的说明的方式提供的，并且不意在作为本发明的限制。例如，说明或描述为一个实施例的一部分的特征可用在其他实施例上或与其他实施例结合使用，以产生另一个实施例。本发明意在包括这种修改和变型。

图 1 是风轮机的示意图。风轮机 100 包括塔 100，在该塔的顶端处安装有机舱 120。机舱容纳传动系，主发电机连接到该传动系。在机舱 120 的横向端部上安装有承载三个转子叶片 140 的毂 130。可通过典型地容纳在毂 130 内的倾角驱动器调节转子叶片 140。

图 2 是根据本发明的实施例的应急电源的方块图。其中，风轮机的转子叶片 140 从风捕获能量并将其转换成转动能量。因此，当风速超过一最小风速时，风轮机的风力转子，即毂 130 和转子叶片 140，开始转动。典型地，由于风力转子的大的质量和直径，风力转子的转速较低，例如，在从 12 到 50 rpm 的范围内。尤其是，对于较大的风轮机，转子转速典型地变得较小，虽然转子叶片的顶端速度甚至会增大。从风捕获的转动能量经由轴 200 传递到主发电机 300。轴 200 由于其连接到毂 130 而是低速轴，并且因此，也在 12 到 50 rpm 的速度范围内转动。而且，风轮机包括用于调节转子叶片 140 的倾角的倾角驱动系统 145。典型地，倾角驱动系统 145 布置在转子毂 130 内，但替代方案在本领域中也是已知的，并且本发明也可采用那些替代方案。在正常操作期间，倾角驱动器 145 由主发电机 300 经由供给线路（未示出）供电。典型地，低速轴 200 形成为空心轴，并且供给线路容纳在空心轴内。

而且，设有辅助发电机 400。辅助发电机 400 是永久励磁多极发电机，该发电机适于经由供给线路 450 给倾角驱动器 145 供给充足的电力。辅助发电机 400 包括形成发电机的定子的永磁体 410。典型地，永磁体 410 固定到机舱 120 内的涡轮机的主框架上。辅助发电机还包括安装到低速轴 200 上的绕组 420。当低速轴 200 由风力转子驱动时，绕组 420 以轴 200 的转速相对于固定的永磁体 410 转动。永磁体 410 的磁场在绕组 420 中感应出电流，该电流可用于给倾角驱动器 145 提供能量。为了给倾角驱动器 145 供给充足的电力，辅助发电机 400 适合于轴 200 的低转速，例如 12 到 50 rpm。为此目的，辅助发电机 400 是具有 12 到 60 个极的多极发电机，以便即使在低速下也能产生充足的电力。

根据本发明的一个实施例，绕组 420 是三相绕组，并且永磁体 410 由于轴的转动而在三相绕组 420 中感应出交流 (AC) 电场。该 AC 电压具有线性电压/速度特性，并且经由空心轴 200 中的供给线路 450

提供到风轮机的毂部分。在此，AC 电压可经由连接器（未示出）供给到二极管电桥(diode-bridge)。二极管电桥将 AC 电压转换成直流(DC)电压，该直流电压继而被供给到倾角驱动器 145 的 DC 电机。

由于辅助发电机 400 的线性速度/电压相关性，DC 电机 145 的角速度取决于风力转子速度。因而，如果风力转子超速，则叶片 140 将较快地顺桨(feathered)。或者，辅助发电机 400 也可形成为 DC 发电机，从而不需要用于 AC/DC 转换的二极管电桥。

根据本发明的另一个实施例，辅助发电机是无刷三相同步发电机。这种发电机紧凑并且几乎没有磨损。而且，当怠速(无负载操作)时，它几乎不从低速轴 200 消耗转动能量。可选择地，倾角驱动电机可以是无刷三相异步电机。该电机是简单和紧凑设计的，并且几乎没有磨损，并且仅需要很小的维护。

图 3 是根据本发明的另一个实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 2 所示的实施例，但辅助发电机 500 形成为环式发电机 500。辅助环式发电机 500 的绕组 520 安装到低速轴 200 上，而永磁体 510 相对于轴 200 固定。辅助环式发电机 500 的绕组 520 经由供给线路 550 连接到倾角驱动器 145。因此以上关于图 2 所做的说明适用于图 3 所示的实施例，尤其是关于发电机类型和倾角电机类型的特定实现。

图 4 是根据本发明的又一实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 2 所示的实施例，但图 4 所示的传动系还包括变速箱 600。低速轴 200 变速箱 600 的驱动端侧，并且高速轴 220 从变速箱 600 的输出侧延伸。高速轴 220 连接到主发电机 300，例如双馈送(double-feed)异步发电机。而且，示出低速轴 200 支承在主轴承 210 上。辅助发电机 400 的绕组 420 在变速箱 600 与主轴承 210 之间的位置处安装到低速轴上，并且经由供给线路 450 连接到倾角驱动器 145。因此关于图 2 所作的说明适用于图 4 所示的实施例，尤其是关于发电机类型和倾角电机类型的特定实现。

图 5 是根据本发明的又一实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 4 所示的实施例，但辅助发电机 500 形成为环式发电机 500。辅助环式发电机 500 的绕组 520 安装到低速轴 200 上，而永磁体 510 相对于轴 200 固定。辅助环式发电机 500 的绕组 520 经由供给线路 550

连接到倾角驱动器 145。环式发电机 500 安装在变速箱 600 与主轴承 210 之间。而且，因此关于图 2 所作的说明适用于图 5 所示的实施例，尤其是关于发电机类型和倾角电机类型的特定实现。

图 6 是根据本发明的又一实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 4 所示的实施例。然而，在图 6 所示的实施例中，低速轴 200 延伸通过变速箱 600，并且具有安装在其输出侧端部上的滑环变压器 700。典型地，滑环变压器 700 经由变压器（未示出）联接到电网。替代地或额外地，滑环变压器 700 可连接到主发电机 300（图 6 中的虚线）。滑环变压器 700 适于将电力供给到毂 130 内的装置。为此目的，供给线路（未示出）从滑环变压器 700 通过空心轴 200 延伸到毂。在该实施例中，辅助发电机 400 在变速箱 600 的输出端处在变速箱与滑环变压器之间安装到低速轴 200 上。而且，因此关于图 2 所作的说明适用于图 6 所示的实施例，尤其是关于发电机类型和倾角电机类型的特定实现。

图 7 是根据本发明的另一实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 6 所示的实施例，但辅助发电机 500 形成为环式发电机 500。环式发电机 500 安装在变速箱 600 与滑环变压器 700 之间。而且，因此关于图 2 所作的说明适用于图 7 所示的实施例，尤其是关于发电机类型和倾角电机类型的特定实现。

图 8 是根据本发明的又一实施例的风轮机的方块图。其中转子叶片 140 安装到毂 130 上。可通过倾角驱动器 145 调节转子叶片 140 的倾角。转子毂 130 连接到支承在轴承 210 上的驱动轴 200。驱动轴 200 驱动风轮机的主发电机 300，以便产生用于公共电网的电力。设有后备发电机 500，以在紧急情况下，例如当主发电机 300 不能提供充足的电力以操作倾角驱动器 145 时，给倾角驱动器 145 供给电力。后备发电机 500 形成为永久励磁的多极环式发电机，其中后备发电机 500 的永磁体 510 布置在面对毂 130 的机舱 120 的端部侧上。发电机绕组 520 设置在毂 130 处并且面对布置在机舱 120 处的永磁体 510。当转子毂 130 相对于机舱 120 转动时，永磁体 510 在绕组 520 中感应出电压。后备发电机 500 设计成在例如 12 到 50 rpm 的低转速下产生充足的电力，以便使倾角驱动器 145 可被操作。在该情境中，因此应理解，关于图 2 所作的说明适用于图 8 所示的实施例，尤其是关于发电机

类型和倾角电机类型的特定实现。

图 9 是根据本发明的又一实施例的风轮机的方块图。基本构造类似于图 8 所示的实施例，但倾角驱动器后备系统包括另一个后备发电机 400。另一个后备发电机 400 在发电机 300 与主轴承 210 之间安装到低速轴 200 上。应理解，该特定实施例反映了更普通的安全概念，该安全概念包括提供至少两个后备发电机。由于这种冗余，提高了倾角驱动器电力后备系统的可靠性，并且即使后备发电机中的一个被损坏，转子叶片 140 也能从风中转出。在该情境中，应理解，可进一步提高后备系统的可靠性，因为若干后备发电机分别是不同的发电机设计。此外，后备发电机可放置在不同位置处。例如，第一后备发电机可以是安装在毂与机舱之间的环式发电机，并且第二后备发电机可以在变速箱与滑环变压器之间安装在低速轴上。在这方面，可采用关于图 2 所述的发电机和倾角电机的不同实现。

图 10 是根据本发明的又一实施例的应急电源的方块图。基本构造类似于图 4 所示的实施例，但应急电源还包括例如连接器的开关装置 800。在正常操作期间，连接器 800 处于打开状态，以便使辅助发电机 400 急速运行。因而，仅由辅助发电机 400 从低速轴 200 提取非常小量的转动能量。在正常操作期间，从主发电机 300 供给用于倾角驱动器 145 的电力。然而，在紧急情况下，连接器 800 闭合并且倾角驱动器 145 连接为辅助发电机 400 的负载。由于轴 200 的转动，辅助发电机 400 产生供给到倾角驱动器 145 的电力。如上所述，连接器 800 可连接到一转换器（未示出），该转换器用于将来自发电机 400 的电力转换成适用于倾角驱动器 145 的电力。

图 11 是根据本发明的又一实施例的风轮机的方块图。基本构造类似于图 9 所示的实施例，但此应急电源还包括例如连接器的第一开关装置 810 和第二开关装置 820。在正常操作期间，第一和第二连接器 810、820 处于打开状态，以便使后备发电机 400、500 急速运行。因而，仅由后备发电机 400、500 从系统提取非常小量的转动能量。在正常操作期间，从主发电机 300 供给用于倾角驱动器 145 的电力。然而，在紧急情况下，连接器 810、820 中的一个或两个闭合并且倾角驱动器 145 连接为后备发电机 400、500 中的一个或两个的负载。后备发电机 400、500 将系统的转动能量转换成供给到倾角驱动器 145

的电力。作为另一个可选特征，安装在变速箱 600 与主轴承之间的第二后备发电机 400 连接到机舱驱动器 900。机舱驱动器 900 可相对于风轮机塔 110 转动机舱 120。因而，机舱 120 可从风中转出。

应理解，以上参照图 2 至 11 所述的实施例包括许多特征，这些特征关于彼此是非排他的，并且可组合或包括在任何其它实施例中。例如，本发明的运行可独立于变速箱。虽然被描述为应变系统，但应理解，辅助发电机可用于在正常操作期间给倾角驱动器供给能量。

图 12 是根据本发明的实施例用于在紧急情况下供给电力的方法的流程图。在第一个步骤中，提供永久励磁多极发电机作为倾角驱动器电力后备系统（步骤 S1201）。例如，可通过改进现有风轮机提供后备发电机，以便使目前安装的蓄电池后备可被除去。接下来，用在 12 到 50 rpm 的范围内的低速驱动后备发电机（步骤 S1202）。由于后备发电机适于甚至在低速下提供充足的电力，因而所产生的电力供给到倾角驱动器以调节转子叶片的倾角（步骤 S1203）。

图 13 是根据本发明的另一个实施例在紧急情况下供给电力的方法的流程图。尤其是，提供后备发电机（S1301）和以低速驱动后备发电机（S1302）的开始步骤与步骤 S1201 和 S1202 相同。然而，如果在步骤 S1303 中例如通过风轮机控制器检测到紧急情况，则闭合连接器，并且在后备发电机与倾角驱动器之间建立电连接（步骤 S1304）。最后，电力从后备发电机供给到倾角驱动器（步骤 S1305），并且转子叶片从风中转出，因而空气动力学地制动风轮机。

书面的说明使用包括最佳方式的示例说明了本发明，并且还使本领域的技术人员能够利用本发明。虽然按照各种特定实施例说明了本发明，但本领域的技术人员将认识到，可用权利要求书的精神和范围内的变型实施本发明。尤其是，上述实施例的相互不排斥的特征可相互结合。本发明的可专利范围由权利要求书限定，并且可包括本领域的技术人员可想到的其它示例。如果这种其它示例具有不背离权利要求书的文字语言的结构元件，或者如果它们包括具有与权利要求书的文字语言具有非本质区别的等效结构元件，则这种其它示例意在落入权利要求书的范围内。

附图标记说明

-
- 100 风轮机
 - 110 塔
 - 120 机舱
 - 130 轼
 - 140 转子叶片
 - 145 倾角驱动器
 - 200 低速转子轴
 - 210 主轴承
 - 220 高速轴
 - 300 主发电机
 - 400 辅助发电机
 - 410 永磁体
 - 420 绕组
 - 450 到倾角驱动器的供给线路
 - 480 到机舱驱动器的供给线路
 - 500 辅助环式发电机
 - 510 永磁体
 - 520 绕组
 - 550 到倾角驱动器的供给线路
 - 600 变速箱
 - 700 滑环变压器
 - 800 开关/连接器
 - 810 第一开关/连接器
 - 820 第二开关/连接器
 - 900 机舱驱动器

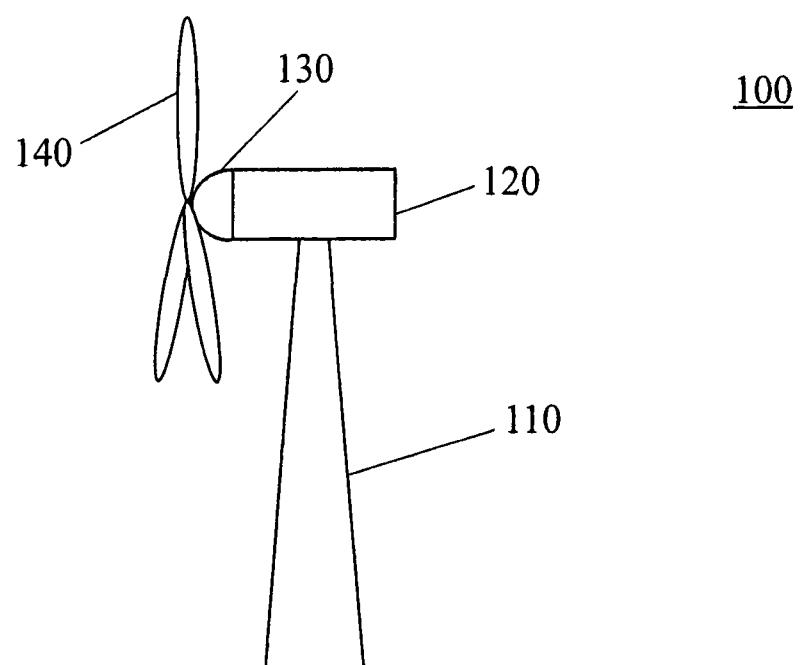


图 1

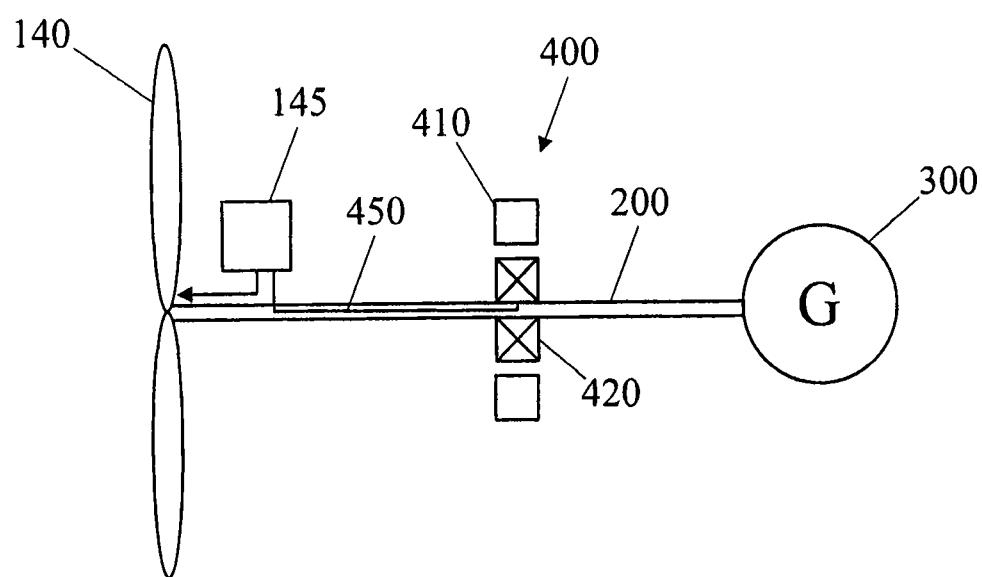
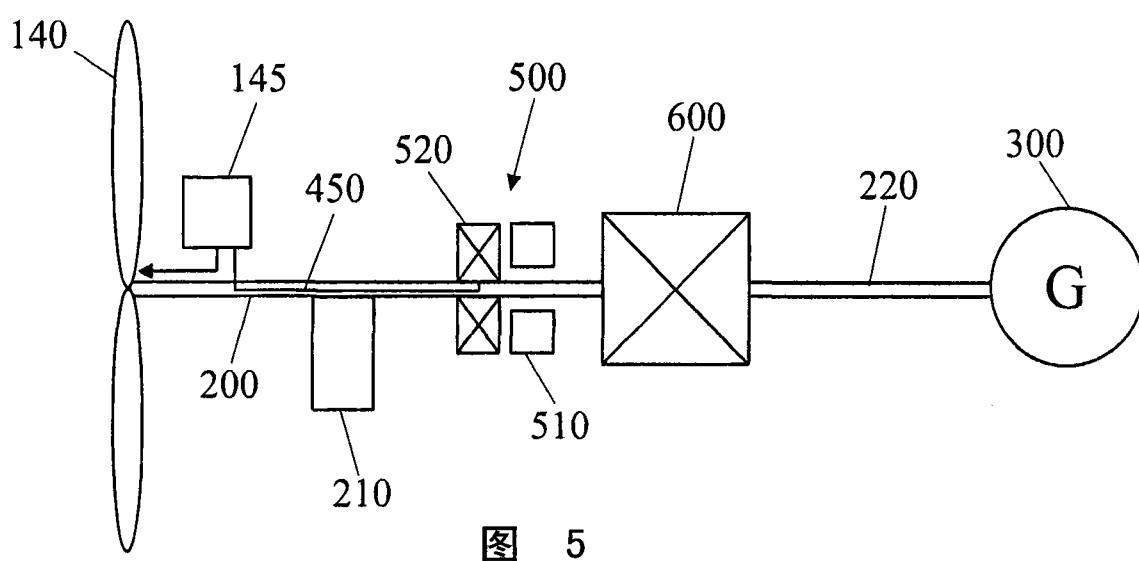
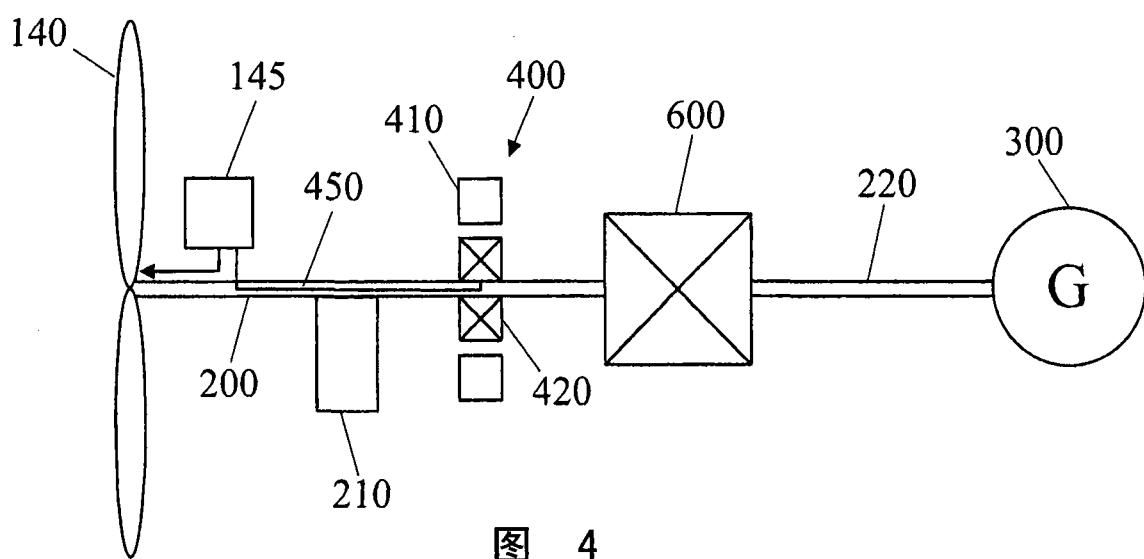
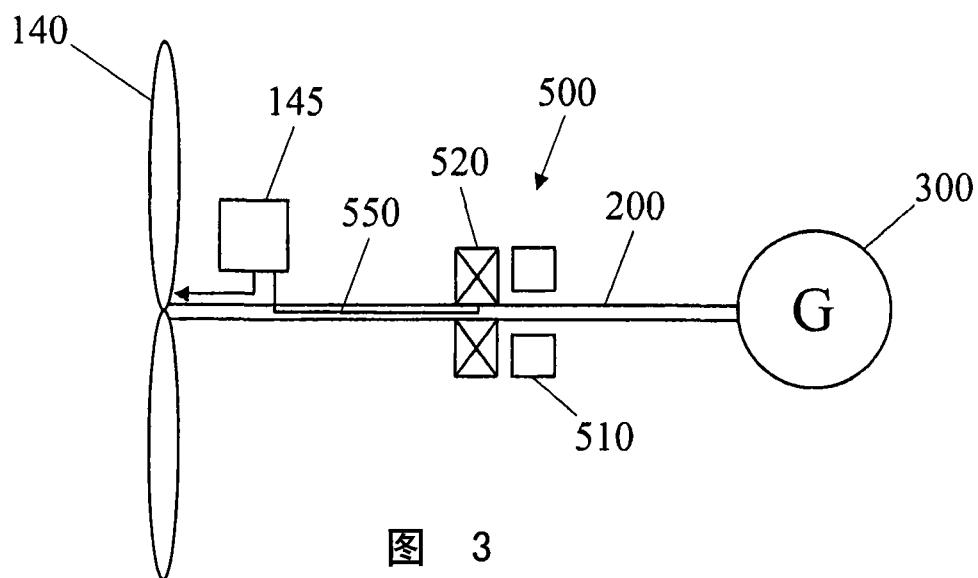


图 2



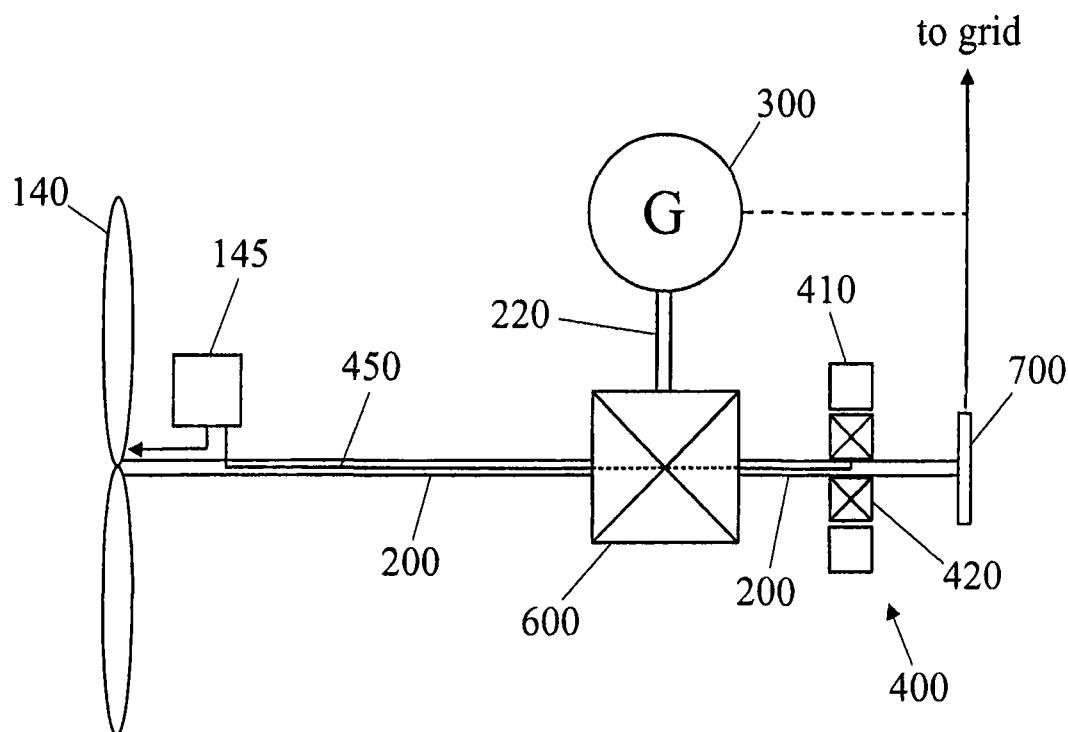


图 6

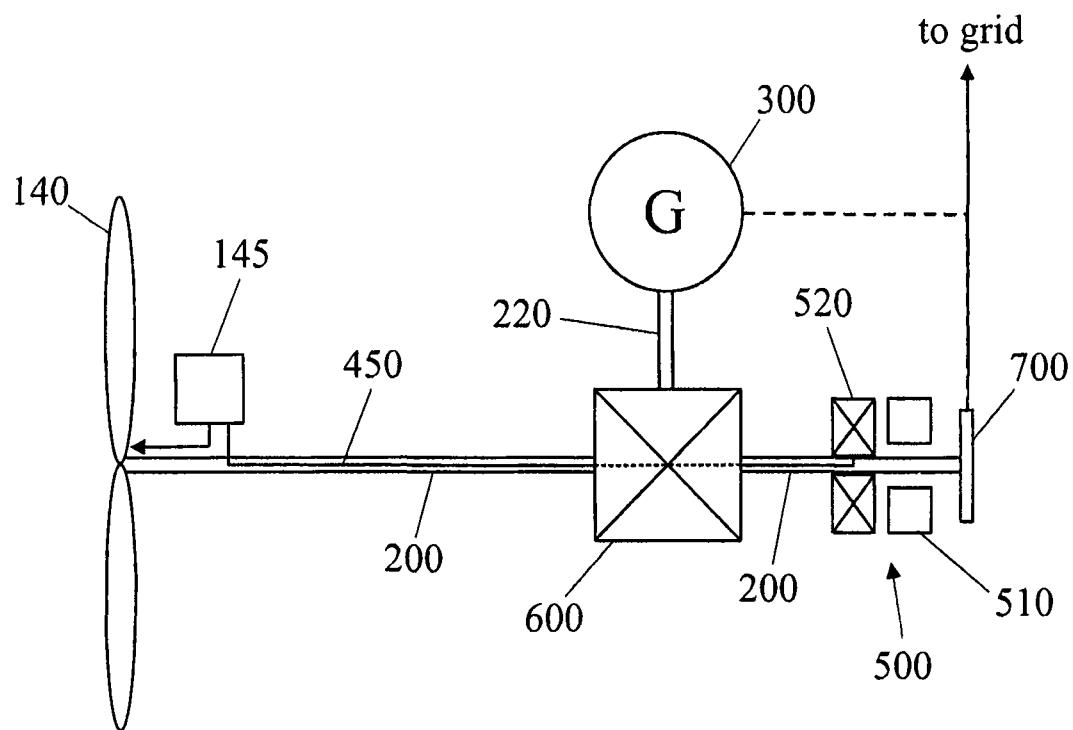


图 7

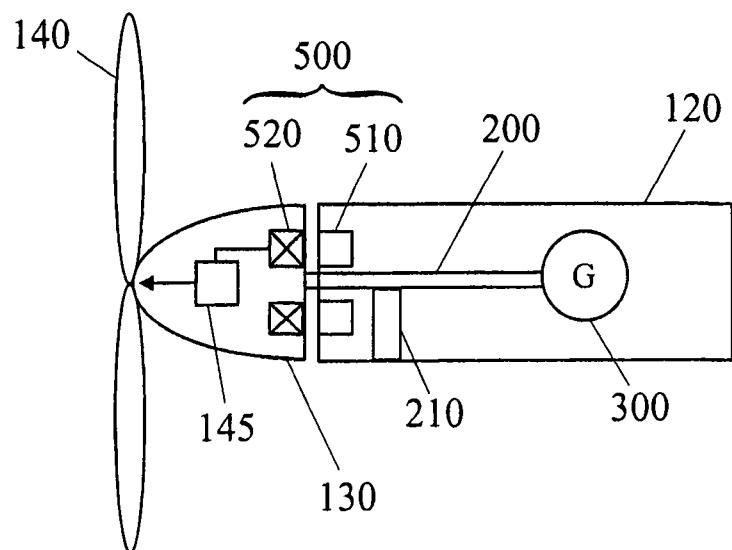


图 8

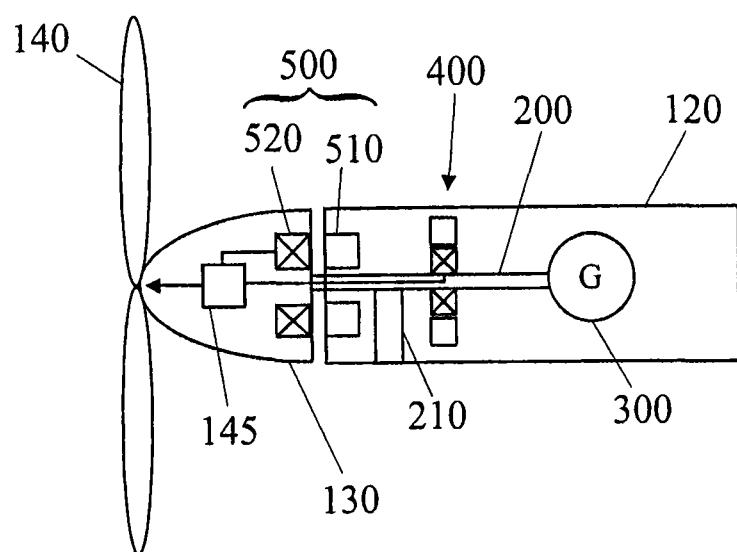


图 9

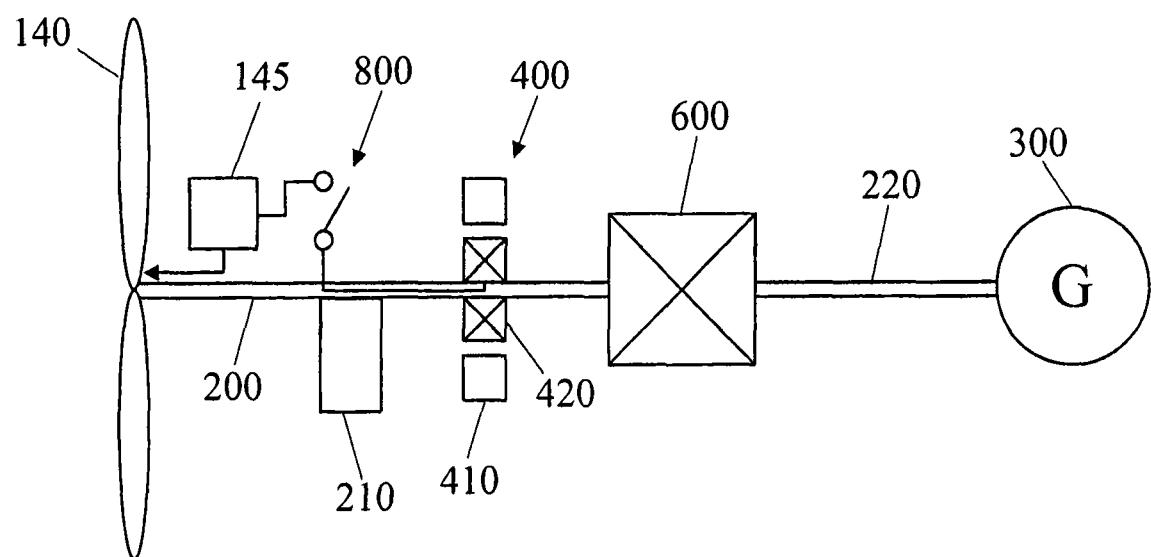


图 10

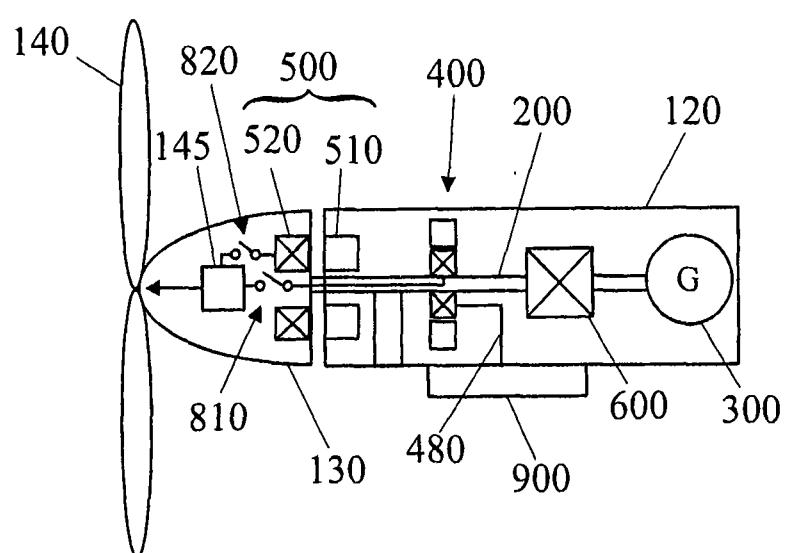


图 11

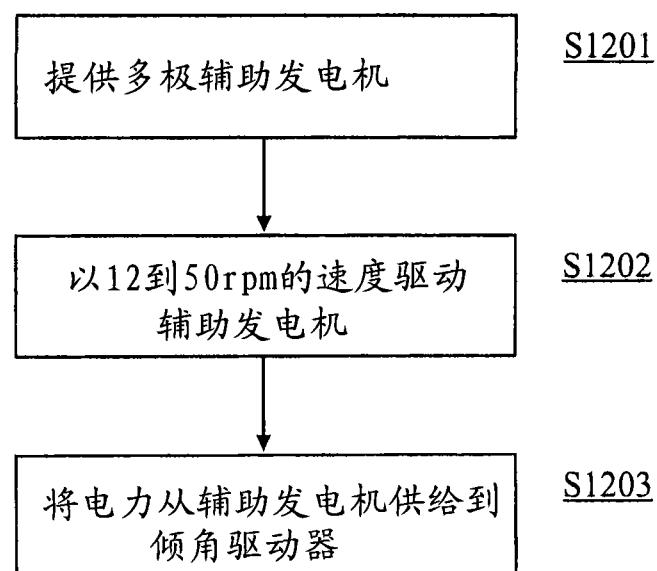


图 12

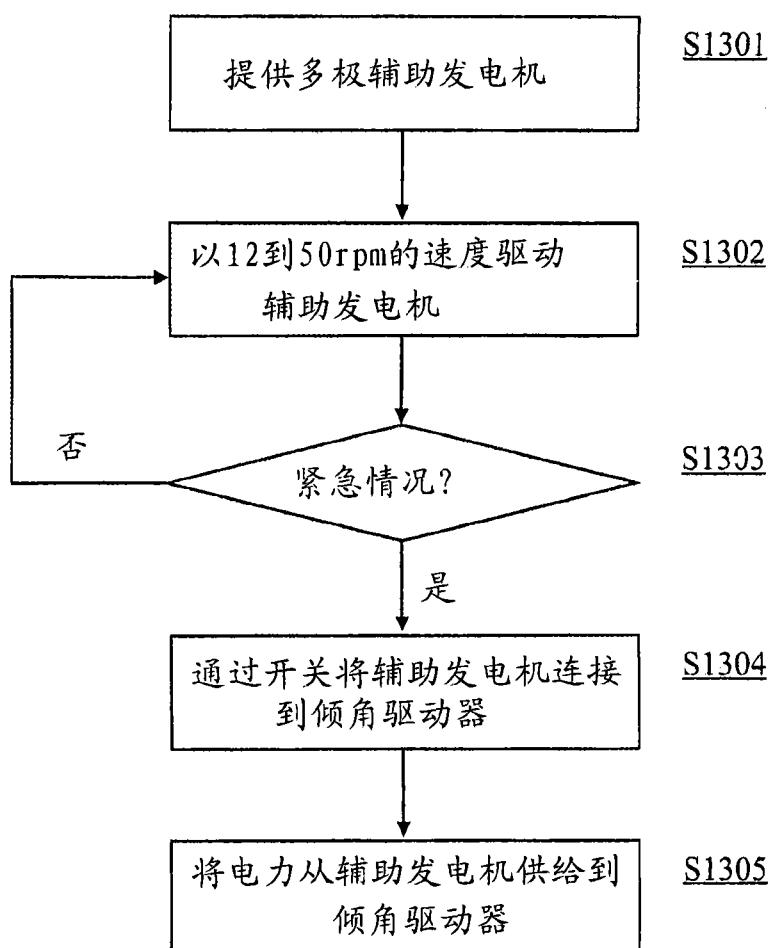


图 13