

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F03D 9/00 (2006.01)

H02P 9/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810179642.7

[43] 公开日 2009 年 6 月 3 日

[11] 公开号 CN 101446269A

[22] 申请日 2008.11.28

[21] 申请号 200810179642.7

[30] 优先权

[32] 2007.11.28 [33] US [31] 11/946085

[71] 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 L·克尔伯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 曾祥菱 刘华联

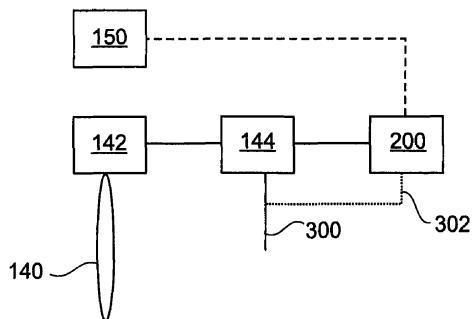
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元

[57] 摘要

一种用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元包括：电机(142)，其布置成用于调整风力涡轮机转子叶片(140)的俯仰角；紧急电源单元(200)，其用于向电机(142)供应电力；以及控制器(144)，其构造用于在电力故障的情况下控制电机(142)使用来自紧急电源单元(200)的电力来调整俯仰角。紧急电源单元(200)包括燃料电池。



1. 一种用于风力涡轮机(100)的紧急俯仰驱动单元，其包括：

-电机(142)，其布置成用于调整风力涡轮机转子叶片(140)的俯仰角；

-紧急电源单元(200)，其用于向所述电机供应电力，所述紧急电源单元包括燃料电池(210)；

-控制器(144)，其构造成用于在电力故障的情况下控制所述电机使用来自所述紧急电源单元的电力来调整所述俯仰角。

2. 根据权利要求1所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述紧急电源单元(200)还包括诸如电容器(220)的能量缓冲器。

3. 根据权利要求2所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述电容器(220)在尺寸方面设定为且可操作地连接为用于向所述电机(142)供应电力，以使所述俯仰角到达顺桨位置，可选地，所述电容器(220)还在尺寸方面设定为且可操作地连接为用于使所述燃料电池达到工作状态。

4. 根据权利要求2或3所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述控制器(144)还构造成用于在电力故障的情况下：

-控制所述燃料电池(210)以被加热至工作温度范围内的温度，以及

-在所述燃料电池温度低于所述工作温度范围时从所述能量缓冲器(220)供应电力来调整所述俯仰角。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述紧急俯仰驱动单元还包括用于将所述燃料电池加热至工作温度的加热系统，所述加热系统适于且被控制为用于在所述风力涡轮机的正常操作期间将所述燃料电池持续地加热至操作温度。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述加热系统适于将冷却系统的废热供应至所述燃料电池，所

述冷却系统用于冷却所述风力涡轮机的部件，诸如发电机和/或传动装置。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述紧急电源单元(200)包括燃料电池充电单元，所述燃料电池充电单元包括：

-电解装置，其用于产生待供应至所述燃料电池的燃料箱的燃料；以及

-用于向所述电解装置供电的电源。

8. 根据权利要求 7 所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述电源可操作地连接为用于从由所述风力涡轮机的发电机所供给的变换器的中间电路供应电力。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的紧急俯仰驱动单元，其特征在于，所述紧急电源单元可操作地连接至所述涡轮机的转子的方位角驱动器，用于向所述方位角驱动器供应电力。

10. 一种用于使风力涡轮机停机的方法，其包括：

-检测电力故障的发生，

-将电力从包括燃料电池(210)的紧急电源单元(200)供应至电机(142)；以及

-使用所述电机(142)调整风力涡轮机转子叶片(140)的俯仰角。

11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

-在发生电力故障的情况下，将所述燃料电池(210)加热至所述燃料电池的工作温度范围内的温度；以及

-在所述燃料电池温度低于所述工作温度范围时将电力从电容器(220)供应至所述电机(142)。

用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元

技术领域

本发明涉及具有停机系统的风力涡轮机，尤其是紧急俯仰(pitch)驱动单元。本发明还涉及用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元和用于使风力涡轮机停机的方法。

背景技术

在紧急情况下需要风力涡轮机快速停机以防止损坏涡轮机。需要停机的紧急情况例如可为闪电、诸如发电机等风力涡轮机构件的故障、或吸收所产生的电能的网络的故障。

停机操作通常包括使转子叶片的俯仰角到达顺桨(feathered)位置，即由风施加到转子上的转矩减小的位置。而且，可使转子停止且可将风力装置吊舱旋转成使风不能吹到。

执行这些任务所必需的紧急电力通常取自电力网络。但是，紧急情况也可能会伴有网络故障，因此不能提供网络电力用于停机。在这种情况下，需要从紧急或备用电力系统供应电力。常规地，利用蓄电池，例如铅蓄电池来实现这种紧急电力系统。

然而，铅蓄电池具有很多缺点：它们相对较重且占据大量空间。而且，由于铅蓄电池不能无限次地充电和放电，因此铅蓄电池的充电和放电性能随着时间而恶化。因为紧急电力系统是安全链的关键部分，所以铅蓄电池的低涓流寿命是潜在的安全风险。而且，低涓流寿命以及再循环或处理的高成本还意味着较高的维修成本。这种成本增加了风力设备及其操作的成本。

US 6,819,086 描述了一种用于向风力设备供应紧急电力的布置。在电力故障的情况下，可供应足够的紧急电力来使风力设备的转子叶片复位并避免损坏整个系统。这通过使用一个或多个电容器来完成。

另外，US 5,907,192 描述了在公共电网故障的情况下，使用所储存的旋转能来使叶片俯仰并制动风力涡轮机。

然而，仍然需要替代的紧急电源用于风力涡轮机，特别是需要一种紧凑但具有高能量储存容量、环保、易于维修、可靠和/或具有快速响应时间的紧急电源，

发明内容

鉴于上文所述，提供一种根据权利要求 1 所述的用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元，根据权利要求 15 所述的风力设备和根据权利要求 18 所述的用于使风力涡轮机停机的方法。

通过权利要求、说明书和附图，本发明的其它方面、优点和特征将变得显而易见。

根据本发明的第一方面，一种用于风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元包括：电机，其布置成调整该风力涡轮机转子叶片的俯仰角；紧急电源单元，用于向电机供应电力；以及控制器，其构造成在电力故障的情况下控制电机使用来自紧急电源单元的电力来调整俯仰角，例如调整至顺桨位置。紧急电源单元包括燃料电池。这允许具有高能量密度的经济的、长期可靠且环保的能量储存。

根据本发明的第二方面，风力设备包括至少一个风力涡轮机和停机系统。而且，停机系统包括：电气促动器，其布置成促动风力涡轮机的构件至停机配置；主要电源，其用于向风力设备供应电力；次要电源单元，其用于至少向停机系统供应电力以及可能向风力设备的其它部件供应电力；以及控制器，其构造成在主要电源故障的情况下控制促动器使用来自次要电源单元的电力将风力涡轮机的构件促动到停机配置。次要电源单元包括燃料电池。风力涡轮机构件可为转子叶片，且停机配置可为转子叶片的俯仰角配置，例如处于顺桨位置。

根据本发明的第三方面，一种用于使风力涡轮机停机的方法包括：检测电力故障的发生；尤其是在发生电力故障的情况下，从包括燃料电池的紧急电源单元向电机供应电力；以及通过电机来调整风力

涡轮机转子叶片的俯仰角，例如调整至顺桨位置。

通过使用燃料电池，可提供一种紧急电源，其具有比某些当前使用的系统更长的使用寿命，更小的大小和重量，更简单和/或更环保。

附图说明

在本说明书的其余部分，包括参考附图，针对本领域技术人员更具体地陈述了本发明的全面的且许可的公开内容以及其最佳方式，在附图中：

图 1 是根据本发明的风力涡轮机的示意图；

图 2 是图 1 的风力涡轮机的紧急俯仰驱动单元的示意图；

图 3 是风力涡轮机的另一紧急俯仰驱动单元的示意图；

图 4 是紧急俯仰驱动单元的紧急电源的示意图；

图 5a 是其内布置有燃料电池和开关箱的风力涡轮机的可旋转轮毂的示意图；

图 5b 是其内布置有紧急电源的风力涡轮机的可旋转轮毂的示意图。

部件列表：

- | | |
|-----|----------------|
| 100 | 风力涡轮机 |
| 110 | 塔架 |
| 120 | 舱室 |
| 130 | 轮毂 |
| 132 | 滑环 |
| 140 | 叶片 |
| 142 | 电机/促动器/叶片俯仰驱动器 |
| 144 | 控制器 |
| 150 | 方位角驱动器 |

-
- 200 紧急电源单元/次要电源单元
 - 210 燃料电池
 - 220 电容器
 - 230 开关箱
 - 300 电力网络
 - 302 电线

具体实施方式

现在将更详细地参考本发明的各种实施例，本发明的一个或多个示例在附图中示出。在附图中，相同或类似的部件具有相同的附图标记。每个示例都以解释本发明的方式提供，并不意图限制本发明。例如，作为一个实施例的一部分说明或描述的特征，诸如缓冲电容器，用于电容器的充电系统或用于燃料电池的充电系统，可用于其它实施例中以得到另外的实施例。预期本发明包括这些修改和变化。

图 1 是风力涡轮机的示意图。风力涡轮机 100 包括塔架 110，舱室 120 安装在塔架 110 的顶端上。舱室容纳传动系，主发电机(未图示)连接到该传动系。载有三个转子叶片 140 的可旋转轮毂 130 安装到机器舱室 120 的侧端。转子叶片 140 可由俯仰驱动器来调整，俯仰驱动器通常容纳于轮毂 130 内。然而，俯仰驱动器的部分，尤其是电源，也可布置于其它位置，例如在舱室 120 的其它部分中而不是在轮毂 130 中，在塔架 110 的脚部，或与涡轮机 100 在空间上分开。

参看图 2，俯仰驱动器包括电机/促动器 142。可为涡轮机的每个转子叶片 140 提供一个电机或者为涡轮机的所有转子叶片提供一个电机。在任何情况下，电机 142 布置成用于促动转子叶片 140 的俯仰角。特别地，电机 142 适于使转子叶片到达停机配置，即顺桨位置，其为由风力施加到转子上的转矩减小的位置。

电机 142 典型地由电力网络 300(主要电源)供电。然而，也提供紧急电源单元 200(次要电源)，以便在主要电源 300 的电力故障的情况下

向电机供应电力。而且，控制器 144 可操作地连接到电机 142 和电源 200、300。控制器 144 构造成在正常操作期间控制电机 142 使用来自电力网络 300 的电力来促动俯仰角。在电力故障的情况下，控制器 144 构造成控制电机 142 使用来自紧急电源单元 200 的电力来促动俯仰角。

因此，电机 142、控制器 144 和紧急电源单元 200 是紧急俯仰驱动单元的一部分。如果需要使风力涡轮机停机，那么紧急俯仰驱动器调整转子叶片的俯仰角，从而使转子叶片达到停机配置。停机可包括促动停机系统的其它部件，例如使转子停止，或使风力设备吊舱旋转成风不能吹到。这些部件(未图示)也可由紧急电力单元 200 供电。

紧急电源单元 200 包括燃料电池。这允许大量能量在较小单元中的可靠能量储存。燃料电池在下文中更详细地描述。

紧急电源单元 200 可连接到外部电源 300(经由用虚线表示的电线 302)或连接至某些其它电源，例如，用于供应能量以便保持燃料电池处于工作温度和/或使燃料电池达到工作温度。

而且，紧急电源单元 200 还可连接到转子的方位角驱动器 150。这将允许使用紧急电源 200 在特别恶劣的风力条件下将转子驱动为远离潜在危险的方位角位置。可使用来自风力传感器(未图示)的信号来控制方位角驱动器 150，并且也可使用燃料电池向风力传感器供电。

紧急俯仰驱动单元构造成在停机的情况下如下文所述进行操作：控制器 144 检测电力故障的发生；如果检测到电力故障，那么控制器将电力从紧急电源单元 200 供应至电机 142。为了进行这种操作，若需要，控制器 144 使燃料电池达到工作状态。如果燃料电池不处于工作状态(即尤其处于工作温度)和/或尚未使其达到工作状态，那么电机 142 可暂时从下文图 4 所示的电容器供应，或从某些其它能量储存装置或发电装置来供应。电容器也可提供能量用于使燃料电池达到工作状态。而燃料电池在达成工作状态后也可使电容器充电。

图 3 示出与图 2 的配置类似的配置，但是其中示出了三个电机

144，风力涡轮机的每个转子叶片设有一个电机。若需要，控制器 144 适于使用来自紧急电源 200 的电力来控制如图 2 所描述的所有三个电机 144。尽管在图 3 中未示出电力网络的连接，但也可提供如图 2 所示的这种连接。

另一方面，图 3 还示出了紧急电源 200 可向多于一个风力涡轮机的紧急俯仰驱动系统供应电力。这通过连接至紧急电源 200 的额外控制器 144 示意性地示出，控制器 144 中的每个控制器属于(例如)风电场的单独的风力涡轮机。

图 4 是紧急电源单元/次要电源单元 200 的示意图，其包括燃料电池 210、电容器 220 和开关箱 230。电容器 220 是可选的且可用于缓冲电力。在优选实施例中，电容器是电化学双层电容器或 UltraCap。电容器 220 在尺寸方面设定为缓冲足够的电力来驱动俯仰驱动电机，以使相应转子叶片达到停机配置。这意味着电力足以使转子叶片达到停机配置，而与转子叶片的开始配置无关，即与转子叶片当前所处的俯仰角无关。可使用另一能量缓冲器来替换电容器 220。例如，由风力涡轮发电机供应的变换器的中间电路可用作替换电容器 220 的能量缓冲器。

在另一实施例中，电容器 220 可操作地连接至燃料电池 210(经由电线 222)，用于传递将燃料电池 210 加热至工作温度所需的能量。

开关箱 230 允许从燃料电池 210 或电容器 220 提供电力。特别地，如果燃料电池处于工作状态，那么开关箱 230 允许电力从燃料电池 210 供应，但是如果不是这种情况，则从电容器 220 供应电力。这还允许快速停机操作，例如在燃料电池尚未达到工作温度的情况下。在风力涡轮机的正常操作期间，电容器使用来自网络的电力或来自风力涡轮机的电力来充电或保持充电。电容器也可使用燃料电池在网络故障期间充电。为此目的，电容器可切换地经由电力整流器(如果需要的话)连接到涡轮发电机(优选地连接至风力涡轮机的变换器的中间电路)或连接至电力网络，或者连接至燃料电池。

燃料电池 210 未详细示出，但可提供为例如在 J. Larminie 和 A. Dicks 的教材 “Fuel Cell Systems Explained” (第二版, 2003)或美国能源部的 “Fuel Cell Handbook” (第 7 版, 2004, 可从 National Technical Information Service, 美国商务部, 5285 Port Royal Road, Springfield, VA 22161) 或在由 Supramaniam Srinivasan 的 “Fuel Cells - From Fundamentals to Applications” 的教材(Springer, 2006)中所述的燃料电池。

燃料电池可例如为氢(H_2)或甲烷燃料电池。燃料电池可包括例如用于诸如氢气的压缩燃料的气槽，其在尺寸方面设定为用于向风力设备供应紧急电力。

燃料电池可例如为 PEMFC(质子交换膜燃料电池)、 PAFC(磷酸燃料电池)或 DMFC(直接甲醇燃料电池)。这些燃料电池可在较低的温度(小于 $200^{\circ}C$, $150^{\circ}C$, 甚至小于 $100^{\circ}C$)操作，并且因此可较快地到达工作状态。在一个实施例中，燃料电池是 PEMFC，其功率范围为 5-50kW，且操作温度为 $50 - 90^{\circ}C$; 和/或功率密度为大约 0.7 W / cm^2 。

多个燃料电池(例如， PEMFC)可组合于堆叠中。在此情况下，堆叠在尺寸方面可设定为如下：

电极面积: $10 - 250 \text{ cm}^2$

额定功率: $0.01 - 250 \text{ kW}$

转换效率(化学能至电能): 大约 40 %

寿命: 3000 操作小时

性能降级率: $3 - 5 \text{ mV / 1000h}$.

燃料电池在尺寸方面设定为用于以 144 V 的电压向每个俯仰驱动电机供应 $50-140 \text{ A}$ 的电流，和/或向每个俯仰驱动电机供应 $4-9 \text{ kW}$ 的功率。如果(多个)燃料电池还应驱动方位角驱动器，那么燃料电池可具有高达上述尺寸两倍的尺寸。

如图 5a 所示，燃料电池 210 可布置于风力涡轮机的可旋转轮毂 130 中。这种布置允许燃料电池 210 由固定电线连接至俯仰驱动器

142，即不使用滑环进行连接。利用固定电线的这种连接可改进紧急俯仰驱动器的故障安全操作。

在图 5a 的实施例中，燃料电池 210 和开关箱 230 布置于轮毂中，而电容器 220 布置于涡轮机的其它部件中。因此，电容器 220 经由滑环 132 连接至燃料电池 210 和/或开关箱 230(如图 4 所示)。另外，外部电源经由电线 300、302 和滑环 132 连接至燃料电池 210 和/或开关箱 230。图 5b 示出替代布置，其中整个紧急电源单元 200(如果适用的话，包括电容器)布置于轮毂 130 中。在图 5a 和图 5b 的布置中，能量供应 300 经由滑环 132 和电线 302 连接至燃料电池。

可选地，燃料电池可设于风力涡轮机的其它部件中，例如舱室、底座，甚至可设于与风力涡轮机分开的外壳中。

在实施例中，燃料电池持续地保持在工作状态(工作温度)，以便在紧急情况下做好准备。在此情况下，燃料电池也可用于其它目的，例如用作能量缓冲器以补偿所产生的电力的短期或中期波动。

用于使燃料电池维持在工作温度的系统(第一加热系统)可有利地与用于冷却风力涡轮机的其它部件，特别是用于冷却发电机和/或传动装置的系统相组合。特别地，可存在供热器用于将冷却系统的废热供应至燃料电池。在此情况下，可选地，可提供第二加热系统，其独立于第一加热系统且可由外部源供电，例如，通过网络或电容器 220(经由供应源 222，参看图 4)来供电。

在可选实施例中，燃料电池在正常操作期间可大体上不处于工作状态，且可仅在紧急情况下使之达到工作状态。这减小了正常操作期间的电力消耗。

燃料电池可在正常操作期间由充电单元进行充电。为了对燃料电池进行充电，充电单元通常包括电解装置，其用于产生供应至燃料电池燃料箱的燃料；以及电源，其用于向电解装置供应电力，例如从网络或风力涡轮机供应电力。然后，若需要，电解装置可经由电力整流器可切换地连接至电力网络或连接至涡轮发电机。在一个实施例中，

存在用于充电的电解装置，以使与风力涡轮机相关联的(多个)燃料电池充电。电解装置可在正常操作期间可由来自风力涡轮机的电能供电(例如，由来自变换器的中间电路的直流电供电)。特别地，如果 H₂用作燃料，那么其可储存于高压容器中，例如压力在 130-150 巴。

这些书面描述使用示例来公开本发明，包括最佳方式，且还使得本领域技术人员能够实施和使用本发明。虽然在各种具体实施例中描述了本发明，但本领域技术人员将认识到的是，在权利要求书的精神和范围内，可对本发明进行修改。特别是，上文所述实施例的相互非排它性的特征可彼此组合。本发明的专利保护范围由权利要求限定，且可包括本领域技术人员能想到的其它示例。如果其它的实施例具有并非不同于权利要求的字面语言的结构元件，或者如果其它的实施例包括与权利要求的字面语言具有非实质不同的结构元件，则这些其它的实施例预期在权利要求的范围内。

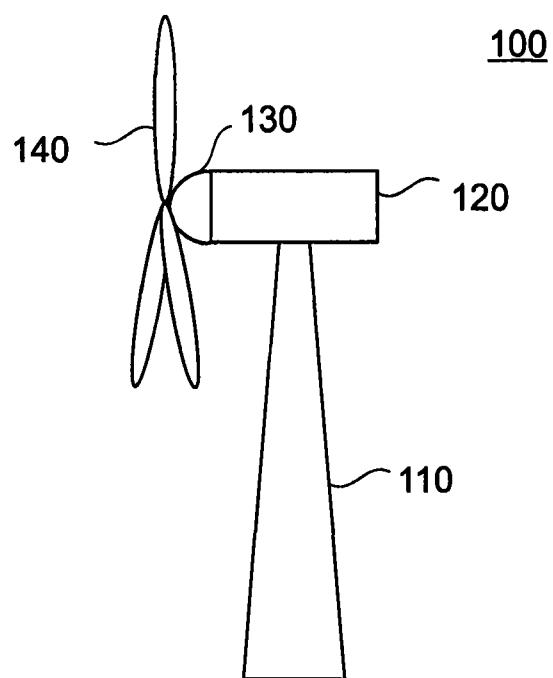


图 1

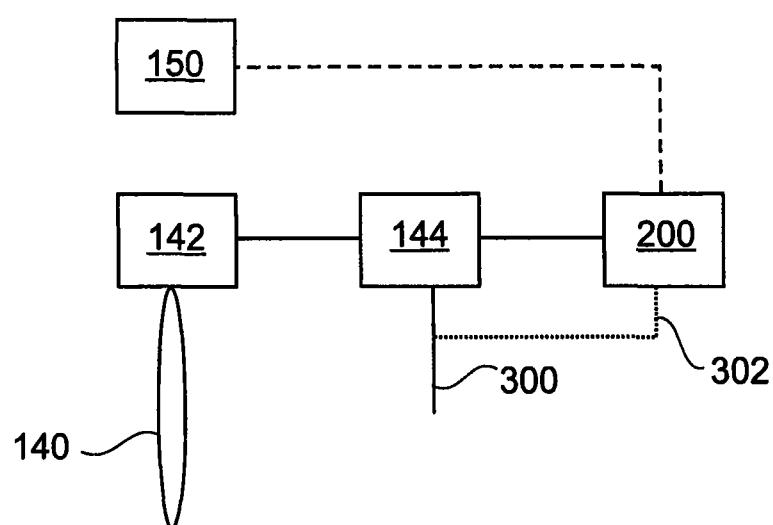


图 2

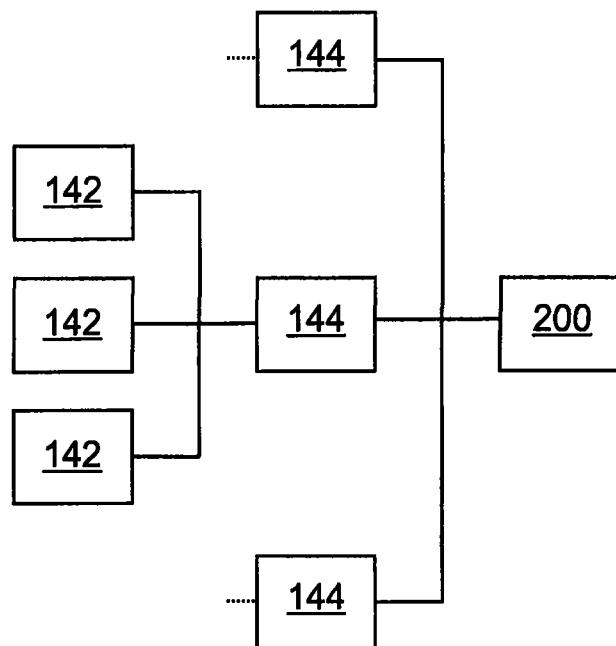


图 3

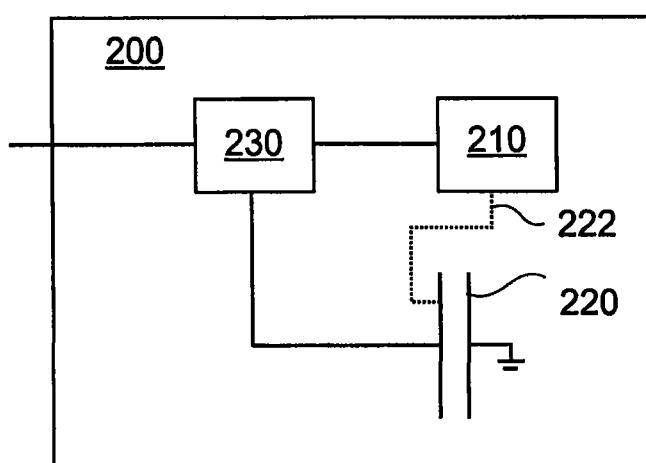


图 4

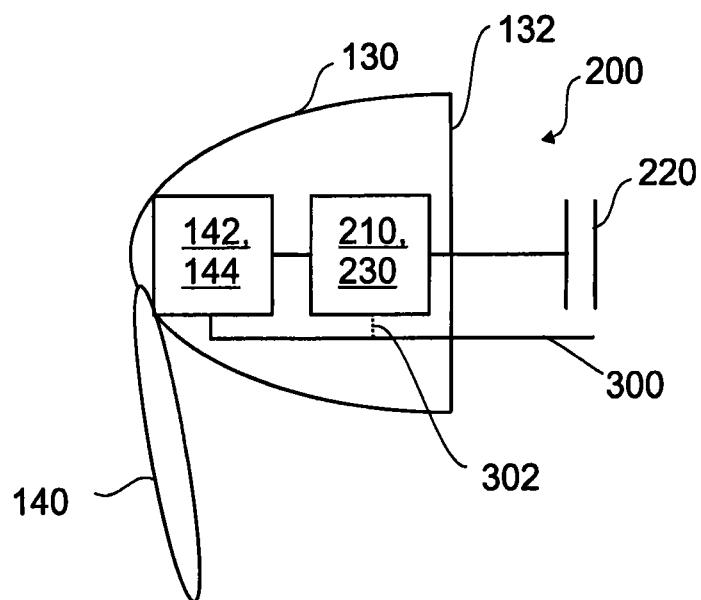


图 5a

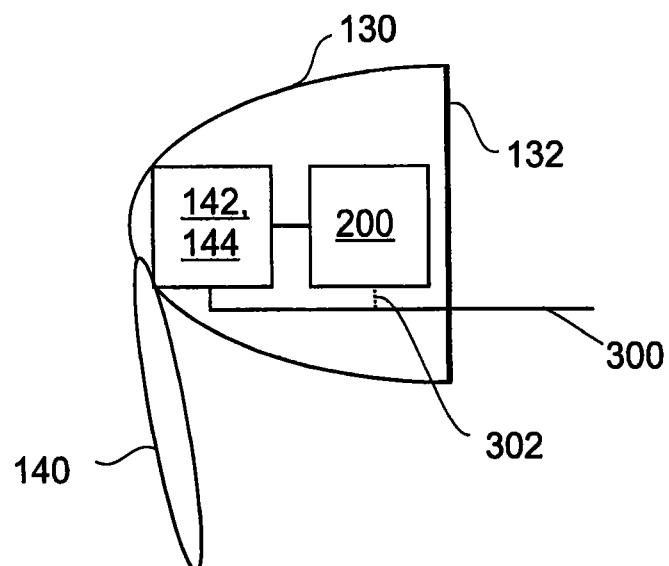


图 5b