



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101030752 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 18

(21) 申请号 200710005547. 0

(22) 申请日 2003. 11. 13

(30) 优先权数据

2002-332463 2002. 11. 15 JP

(62) 分案原申请数据

200380103329. 0 2003. 11. 13

(73) 专利权人 轻风株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 伊藤瞭介 佐藤清 田村秀章

川上胜史

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

公司 11127

代理人 李辉

(51) Int. Cl.

H02P 9/00 (2006. 01)

H02J 7/32 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2002-315395 A, 2002. 10. 25, 全文.

JP 2000-249036 A, 2000. 09. 12, 全文.

同上.

CN 2076614 U, 1991. 05. 08, 全文.

JP 平 1-142274 A, 1989. 06. 05, 全文.

同上.

JP 2002-136192 A, 2002. 05. 10, 全文.

JP 2001-268994 A, 2001. 09. 28, 全文.

李勤. 无刷双馈风力发电机系统的研究. 浙江大学硕士学位论文. 2002, 18-22.

审查员 郭亮

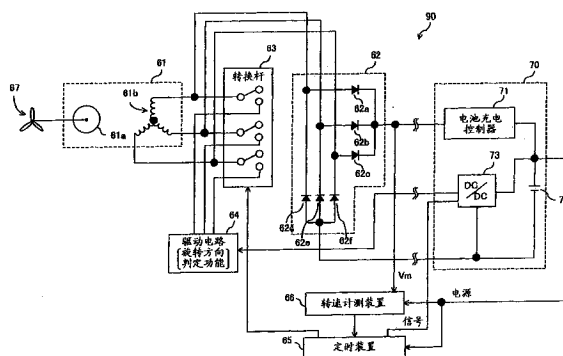
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 13 页

(54) 发明名称

风力发电装置

(57) 摘要

本发明提供一种风力发电装置, 其在风速传感器检测到规定值以上的风速时, 由定时装置启动待机定时功能, 并在待机定时期间结束时, 转换到比待机定时期间还短的驱动定时功能, 仅在驱动定时期间内, 通过转换继电器将发电机转换成电动机, 通过驱动电路进行用于起动辅助的旋转驱动。在驱动定时期间结束之后再次成为待机定时期间, 重复这样的动作。在此期间, 由转速计测装置根据三相通电绕组的输出电压 V_m 监视转子的转速, 在该转子的转速成为大于等于规定的转速时, 开始三相发电机的发电和对电池的充电。



1. 一种升力型固定俯仰水平轴风车,该风车特征在于,具有短路单元,在以大于等于运转极限风速的风吹来时,将发电机的输出直接进行短路,使风车的旋翼缓慢地继续旋转;

其中,当将发电机的输出短路来进行电磁制动时,旋翼并不完全停止,而是正对着风向继续缓慢地旋转。

2. 根据权利要求1所述的升力型固定俯仰水平轴风车,其特征在于,该风车还具有判定单元,通过将由上述短路单元所产生的短路电流与规定的阈值进行比较,来判定是否再次开始风车的运转。

3. 根据权利要求1所述的升力型固定俯仰水平轴风车,其特征在于,在由于电池电压的降低或发电机输出电压的上升而不能进行必要的风车的停止控制时,将风力发电机的输入直接进行短路。

4. 根据权利要求1所述的升力型固定俯仰水平轴风车,其特征在于,所述风车还具有:存储单元,存储与过去风速的变化倾向有关的信息;和

控制单元,根据该存储单元所存储的信息来预测以后的风速,使风车的旋转高速地跟踪风速的变化。

风力发电装置

[0001] 本申请是原案申请号为 200380103329.0 的发明专利申请（国际申请号：PCT/JP03/14463，申请日：2003 年 11 月 13 日，发明名称：风力发电装置）的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及风力发电装置。

背景技术

[0003] 以往，风力发电装置有各种各样的形式，并且对应其形式分别具有不同的特性。例如，如果按支撑风车的轴的安装方向来分类的话，可分为其轴的安装方向是垂直的垂直轴型、和其轴的安装方向是水平的水平轴型。在垂直轴型中有 savonius 型、darius 型等，在水平轴型中有螺旋桨型等。

[0004] 此外，如果按照以作为使风车旋转的转矩的阻力或者升力中的哪一种起主导作用来进行分类的话，可以将风车装置分为：形状上是以阻力为主的阻力型、形状上是以升力为主的升力型、在形状上阻力和升力产生同程度作用的阻力 / 升力并用型。例如，上述的 savonius 型就属于阻力型，上述的 darius 型、螺旋桨型属于升力型。

[0005] 阻力型风车具有的优点是，例如，即使在称为微风低速风中，风车也可良好地进行旋转，由此即使风速很低也可以发电，但是其也具有明显的缺点，即，如果要进行大功率发电，则在结构上要求装置的大型化，所以不具有经济性。

[0006] 此外，阻力型风车会导致以下的问题：即，如果为了使风车能够在低风速中开始旋转而增大旋翼面积，则在强风时，从旋翼的旋转方向吹来的风力就会成为减速阻力，而且旋翼的面积增加，该减速阻力大，由此发电效率会降低。

[0007] 对此，升力型风车具有的优点是，在结构上不仅适用于小功率发电，而且也容易适用于大功率发电，不仅如此，例如，根据不同情况，即使是小型的升力型风车，在 12.5 米 / 秒的风速下也可发出功率为 400W 的电力。

[0008] 然而，升力型风车具有如下的问题，作为能够使风车为了发电而开始旋转的风速的旋转起始风速必须是高速的风力，由于风车具有这样的特性，所以升力型风车在低速风中是不能旋转的，因此不能够取得良好的发电效率。

[0009] 此外，升力型风车与阻力型风车一样，如果为了在低风速的条件下能够开始旋转而加大相对风向的旋翼的仰角角度，则在强风时阻力作用会加强，对风车的旋转形成阻力，从而导致风车的旋转效率降低。

[0010] 但是，为了解决上述升力型风车的问题而公开了如下方法，在风车上设置旋翼角度的调节功能，利用该调节功能，与以往的旋翼角度固定型的风车相比，即使在低的风速的情况下也可以开始旋转（例如，参考专利文献 1）。

[0011] [专利文献 1] 特开 8-322297 号「风力发电装置」（摘要、代表性附图）

[0012] 然而，近年来从保护地球环境的观点来看，对小型的风力发电装置的期望正在不断升高，在这样的小型风力发电装置中，由于装有旋翼角度调节功能而会导致装置成本升

高,而与本来所期望的通过实现小型化来降低成本的出发点背道而驰,因此不能认为是一种最佳的风力发电装置。

发明内容

[0013] 本发明的第一课题是提供一种可以抑制强风时的噪音或振动的风力发电装置。

[0014] 本发明的第二课题是提供一种可以在强风时控制转速,同时维持发电的风力发电装置。

[0015] 本发明的第三课题是提供一种可以在强风时控制转速,同时维持发电,并且可以将蓄电池的充放电电流的变化抑制到最小限度的风力发电装置。

[0016] 本发明的第四课题是提供一种带有起动辅助功能的风力发电装置,即使风速很低也可以开始旋转,该起动辅助功能可适用于小型化,并且能进一步节省起动辅助旋转时的电源功率。

[0017] 本发明的风力发电装置之一,其特征在于,具有:永磁铁式发电机,与借助风力向正方向旋转的旋转翼的旋转轴连动来进行发电;起动辅助单元,通过把该发电机转换成电动机,来实施使上述旋转轴向正方向旋转的起动辅助旋转;和发电机还原单元,在停止了由该起动辅助单元实施的上述起动辅助旋转后,将上述电动机还原成发电机。

[0018] 本发明的风力发电装置之二,其特征在于,具有:整流电路,与产生交流电压的风力发电机连接;直流-直流转换电路,与上述整流电路连接、且包括至少一个开关元件,利用上述开关元件的接通、断开控制,转换上述整流电路的直流输出电压水平;转速检测单元,检测上述风力发电机转速;信号产生单元,产生表示上述风力发电机的限制转速的信号的限制转速;比较单元,将表示从上述转速检测单元所得到的检测速度的信号与表示从上述限制转速信号产生单元所得到的限制转速的信号进行比较;开关控制电路,对上述开关元件进行控制,以使上述直流-直流转换电路的输出段的电压达到规定值,并且还对上述开关元件进行控制,使其响应表示上述检测速度高于上述限制转速的上述比较单元的输出,使上述直流-直流转换电路的输出电压上升;起动辅助单元,实施将该风力发电机转换成电动机而使上述旋转轴向正方向旋转的起动辅助旋转;和发电机还原单元,当该起动辅助单元的上述起动辅助旋转停止后,将上述风力电动机还原成上述发电机。

[0019] 本发明的风力发电装置之三,其特征在于,具有:整流电路,与产生交流电压的风力发电机连接;直流-直流转换电路,与上述整流电路连接、且包括至少一个开关元件,利用上述开关元件的接通、关闭控制,转换上述整流电路的直流输出电压水平;直流-交流转换电路,与上述直流-直流转换电路连接;转速检测单元,检测上述风力发电机的转速;限制转速信号产生单元,产生表示上述风力发电机的限制转速的信号;比较单元,将表示从上述转速检测单元所得到的检测速度的信号与表示从上述限制转速信号产生单元所得到的限制转速的信号进行比较;控制电路,用于控制上述直流-交流转换电路,并且,对上述直流-交流转换电路进行控制,使其响应表示上述检测速度高于上述限制转速的情况的上述比较单元的输出,使上述直流-交流转换电路的输出电压上升;起动辅助单元,实施通过将该风力发电机转换成电动机而使上述旋转轴向正方向旋转的起动辅助旋转;和发电机还原单元,当该起动辅助单元的上述起动辅助旋转停止后,将上述风力电动机还原成上述发电机。

[0020] 本发明的风力发电装置之四,其特征在于,包括:风车;交流发电机,具有由上述风车驱动旋转的转子;整流电路,与上述交流发电机连接;电功率转换电路,与上述整流电路连接;蓄电池或电容器,与上述电功率转换电路连接;旋转检测器,用来检测上述风车转速;基准转速设定器,用来设定上述风车的基准转速;控制电路,与上述旋转检测器、上述基准转速设定器和上述电功率转换电路连接,当从上述旋转检测器所得到的检测转速超过上述基准转速时,控制上述电功率转换电路,使其增大上述电功率转换电路的输入电压与输出电压之比;起动辅助单元,实施将该交流发电机转换成电动机而使上述旋转轴向正方向旋转的起动辅助旋转;和发电机还原单元,当该起动辅助单元的上述起动辅助旋转停止时,将上述交流电动机还原成上述发电机。

附图说明

- [0021] 图 1 是表示本发明第一实施方式的风力发电装置的方框图。
- [0022] 图 2 是表示本发明第二实施方式的风力发电装置的方框图。
- [0023] 图 3 至图 6 是对本发明第一以及第二实施方式的转速检测电路进行说明的图。
- [0024] 图 7 是具有本发明第三实施方式中的起动辅助功能的风力发电装置的电路方框图。
- [0025] 图 8 是表示风力发电装置中的起动辅助功能的动作的流程。
- [0026] 图 9 是表示作为第四实施方式的通过把定时装置作成独立电路而能够进一步节省自身消耗电功率的风力发电装置的电路方框图。
- [0027] 图 10 是表示利用风速传感器来监视起动辅助功能的动作开始的定时的一例的电路方框图。
- [0028] 图 11 至图 13 是对基于停止时的短路电流的风速测定进行说明的图。
- [0029] 图 14 是对针对无电源以及开路故障的辅助停止电路进行说明的图。
- [0030] 图 15 是用于说明额定电功率控制的图。

具体实施方式

- [0031] 下面,结合附图对本发明的实施方式进行说明。
- [0032] 图 1 是表示本发明第一实施方式的风力发电功率控制装置的图。
- [0033] 该装置包括:风力发电机 1,整流电路 2,作为输出电流控制单元以及直流-直流转换单元的 DC-DC 转换器 (converter) 3,逆变器 (inverter) 4,负荷 5,连接保护装置 6,商用电源连接端子 7,充电电路 8,蓄电池 9,旋转控制电路 10,上限转速设定用固定负荷 11,和开关 12。
- [0034] 风力发电机 1 是一种公知的交流发电机,其具有与风车 13 相接合的由永磁铁构成的转子 14、和具有 3 相的电枢绕组 15 的定子。此外,这种交流发电机可以是外磁型和内磁型的任何一种。
- [0035] 整流电路 2 作为与风力发电机 1 的电枢绕组 15 连接的交流-直流转换单元,其是一种公知的 3 相桥式整流电路,可根据风车 13 以及转子 14 的旋转,将在电枢绕组 15 中所产生的 3 相交流电压转换为直流电压。整流电路 2 的输出电压,例如,具有小于等于 50V 的较低的值。

[0036] 连接在整流电路 2 上的 DC-DC 转换器 3, 把整流电路 2 的输出电压转换为比其高的电压 (例如 350V)、且将转换器 3 的输出电压控制成恒定电压, 并且对输出电压进行调整, 使得能够根据本发明进行输出电流的控制。由此, 转换器 3 除具有直流转换的功能之外, 还具有作为根据本发明来限制转速的电流控制单元的功能。

[0037] 连接在转换器 3 上的逆变器 4, 可把从转换器 3 输出的直流电压转换为商用频率 (例如 50Hz) 的正弦波交流电压, 例如, 逆变器 4 可由公知的桥式逆变器、半桥式逆变器等来构成。

[0038] 连接在逆变器 4 上的负荷 5 是风力发电系统内的交流负荷。在逆变器 4 与商用连接端子 7 之间连接的连接保护装置 6, 具有在商用电源侧发生停电时用于把风力发电系统侧从商用侧断开的开关和进行连接所需要的各种公知设备。

[0039] 连接在逆变器 4 上的充电电路 8, 对逆变器 4 的输出电压或从商用连接端子 7 提供的电压进行整流, 对蓄电池 9 进行充电。另外, 如虚线所示, 也可以把充电电路 8 与转换器 3 连接, 利用转换器 3 的直流输出电压对蓄电池 9 进行充电。在蓄电池 9 处于未充满电时, 蓄电池 9 作为风量发电系统内的负荷来发挥功能。为了把蓄电池 9 的电功率供给负荷 5, 蓄电池 9 通过作为放电单元的二极管 16 与逆变器 4 的输入端子连接。另外, 还可将蓄电池输出专用的逆变器连接在蓄电池 9 与负荷 5 之间。

[0040] 转速限制负荷 11 用于把风力发电机 1 的转速限制在上限值之内, 其通过开关 12 与整流电路 2 连接。该负荷 11 也可以与转换器 3 的输出端子、或逆变器 4 的输出端子、或电枢绕组 15 的输出端子连接。

[0041] 旋转控制电路 10 包括: 转速检测器 17、标准模式信号发生器 18、昼夜转换模式信号发生器 19、限制转速信号发生器 20、上限转速信号发生器 21、第 1 比较器 22 及第 2 比较器 23、和模式选择开关 S1、S2。

[0042] 转速检测器 17 与电枢绕组 15 的输出线 15a 连接, 并检测发电机 1 的输出交流电压的频率, 输出具有与该频率相对应的电压值的速度检测信号 V_s 。

[0043] 标准模式信号发生器 18 是产生标准信号 M1 的发生器, 所述标准信号 M1 表示用标准模式来执行发电机 1 的转速的限制。在此处, 所谓标准模式是指: 在整个 1 天中的同一条件下, 即在 24 小时内的同一条件下, 执行转速的抑制的模式。

[0044] 昼夜转换模式信号发生器 19, 内置定时器 19a, 产生昼夜转换模式信号 M2 的发生器, 所述昼夜转换模式信号 M2 例如包括: 表示作为白天的 8 点~20 点的第一时间段的例如高电平信号, 和表示作为夜间的 20 点~8 点的第二时间段的例如低电平信号。此外, 也可以不由定时器 19a 来设定第一时间段以及第二时间段的区别, 而用光敏元件、太阳能发电等自动地进行白天、夜间的判定来形成昼夜转换模式信号。

[0045] 标准模式信号发生器 18 通过标准模式选择开关 S1 与限制转速信号发生器 20 连接, 昼夜转换模式信号发生器 19 通过昼夜转换模式选择开关 S2 与限制转速信号发生器 20 连接, 择一地接通开关 S1、S2。此外, 也可以不用设置开关 S1、S2, 而择一地使标准模式信号发生器 18 和昼夜转换模式信号发生器 19 工作, 择一地输出信号 M1、M2。

[0046] 限制转速信号发生器 20 按照指定的模式产生由与限制转速成比例的电压构成的限制转速信号 V_{r1} 或 V_{r2} 。

[0047] 第一比较器 22 的一个输入端子与速度检测器 17 连接, 另一个输入端子与限制转

速信号发生器 20 的输出线路 29 连接。因为线路 29 成为第一基准电压 V_{r1} 或是第二基准电压 V_{r2} , 所以在从速度检测器 17 获得的转速检测信号 V_s 高于第一基准电压 V_{r1} 或是第二基准电压 V_{r2} 的期间内, 输出线路 32 上可以获得高电平的比较输出, 通过把该输出输送到转换器 3, 可用来抑制发电机 1 的转速的上升。

[0048] 第二比较器 23 的一个输入端子与速度检测器 17 连接, 而另一个输入端子与上限转速信号发生器 21 连接。上限转速信号发生器 21 产生由高于第一基准电压 V_{r1} 的第三基准电压 V_{r3} 构成的上限转速信号。因此, 在转速检测信号 V_s 已高于第三基准电压 V_{r3} 时, 比较器 23 将高电平输出送到线 33, 把开关 12 控制为接通。当开关 12 接通后, 电阻值较低的负荷 11 与整流电路 2 连接, 发电机 1 的输出电流, 即电枢电流增大, 通过电枢反作用所引起的电磁制动作用来抑制发电机的转速的上升。在通过利用第一比较器 22 的输出对转换器 3 的控制不能把发电机 1 的转速抑制在希望值时, 进行利用第二比较器 23 的控制。

[0049] 在只利用第一比较器 22 的输出的转速抑制动作不能够把转速限制在希望值内, 检测转速 V_s 高于第三基准电压 V_{r3} 时, 第二比较器 23 的输出使开关 12 接通, 使发电机 1 的输出电流增大, 从而可抑制转速的上升。由此, 在本实施方式中, 利用转换器 3 和辅助负荷 11 两者, 可以平滑且精细地抑制转速的上升。

[0050] 根据第一实施方式, 可解决本发明的第一课题。

[0051] 图 2 是表示本发明第二实施方式的风力发电装置的方框图。

[0052] 图 2 中所示的实施方式的风力发电装置包括: 风车 41; 具有利用该风车 41 旋转的转子的交流发电机 42; 与该交流发电机 42 连接的整流电路 43; 平滑用电容器 44; 与该平滑用电容器 44 连接的电功率转换电路 45; 与该电功率转换电路 45 连接的蓄电池 46; 与该蓄电池 46 连接的负荷 47; 用来检测风车 41 转速的转速检测器 48, 即速度检测器; 用来检测电功率转换电路 45 的输入电压, 即电容器 44 的电压的输入电压检测电路 49; 和控制电路 50。

[0053] 电功率转换电路 45 构成为, 与连接在平滑用电容器 44 上的第一以及第二直流电源线 51、52 连接, 可以改变输入电压 V_{in} 与输出电压 V_{out} 之比 V_{out}/V_{in} 。此外, 在本实施方式中, 尽管蓄电池 46 也兼具有平滑用电容器的作用, 但是也可以将平滑用电容器与蓄电池 46 连接。

[0054] 转速检测器 48 可用公知的方法检测出风车 41、即发电机 42 转子的转速, 输出转速检测信号 F_d 。

[0055] 输入电压检测电路 49 检测出电功率转换电路 45 的输入电压 V_{in} , 并输出电压检测信号 V_{in} 。在此处, 为了便于说明而用 V_{in} 表示输入电压检测电路 49 的输入电压与输出电压这两者。该输入电压 V_{in} 相当于发电机 42 的输出电压。

[0056] 控制电路 50 与转速检测器 48、电压检测电路 49 和电功率转换电路 45 连接, 当从旋转检测器 48 得到的检测转速 F_d 超过基准转速 F_r 时, 对电功率转换电路 45 进行控制, 以便增大电功率转换电路 45 的输入电压 V_{in} 与输出电压 V_{out} 之比 V_{out}/V_{in} 。

[0057] 下面更进一步地进行详细说明, 控制电路 50 包括: 用来设定相当于风车 41 的限制转速的基准转速 F_r 的基准转速设定器 53; 作为发电机输出电压判定单元的电压决定表 54, 其可决定由转速检测器 48 所检测出的检测转速 F_d 的状态下, 能够从发电机 42 获得最大功率的发电机 42 的输出电压; 求出检测转速 F_d 与基准转速 F_r 之间的差 ΔF 的作为减法单元的减法器 55; 作为系数产生单元的系数表 56, 其当转速差 ΔF 小于等于零时, 将 1 作为

系数值发送,而当转速差 ΔF 大于零时,将比 1 小的值作为系数值发送;作为乘法单元的乘法器 57,其在从发电机输出电压决定表 54 中得到的决定输出电压 $V1$ 上乘以从系数表 56 中得到的系数 K ,从而形成校正电压指令信号 $V2$;作为第二减法单元的减法器 58,其可求出从乘法器 57 获得的输入电压指令信号 $V2$ 与从输入电压检测电路 49 获得的检测电压 V_{in} 的差 ΔV_{in} ;第二减法器 58;以及作为控制信号形成电路的控制运算器 59 和脉冲发生器 60,其根据从第二减法器 58 获得的电压差 ΔV_{in} ,形成控制电功率转换电路 45 的信号,以便使输入电压检测电路 49 的输出电路 49 的输出 V_{in} 接近校正电压指令信号 $V2$ 。另外,可以将基准转速设定器 53 设置在控制电路 50 之外。

[0058] 电压决定表 54 由存储器构成,存储转速 F_d 与获得最大电功率的发电机输出电压 $V1$ 的关系。在电压决定表 54 中,既可以存储相对于全部转速 F_d 的电压 $V1$,也可以存储分阶段所选择的转速 F_d 和其电压 $V1$ 。当在表 54 中没有对应检测转速 F_d 的数据时,可使用接近检测转速 F_d 的转速的数据。此外,也可以不使用表 54,而将运算式存储在存储器中。再将检测转速 F_d 代入运算式来决定电压 $V1$ 。

[0059] 电压 $V1$ 表示能够从发电机 42 得到最大功率的发电机 42 的输出电压以及电功率转换电路 45 的输入电压。

[0060] 电压决定表 54 将从转速检测器 48 得到的检测转速 F_d 作为地址信号进行使用,输出表示与此相对应的目标电压 $V1$ 的信号。当不是强风的时候,从表 54 输出的电压 $V1$ 成为发电机 42 的目标输出电压。

[0061] 第一减法器 55 通过从转速检测器 48 获得的检测转速 F_d 中减去基准转速 F_r 来求出 ΔF ,即 $F_d - F_r = \Delta F$ 。 ΔF 在对应 $\Delta F \leq 0$ 时存储系数 $K = 1$,对应 $\Delta F > 0$ 时存储比 1 小的系数 K 。当第一运算器 55 的输出 $\Delta F > 0$ 时,选择满足 $0 < K < 1$ 的系数。可将此时的 K 值取为 $1/\Delta F$ 。由此,在 $\Delta F > 0$ 时,将 ΔF 的值作为地址,输出与 ΔF 的值对应的系数 K 。也可以不用将表示多个 ΔF 的值与多个系数 K 的值关系的数据存储在存储器中,而存储表示 ΔF 与 K 之间关系的运算式,再把 ΔF 的值代入该运算式,从而来决定系数 K 。

[0062] 乘法器 17 将电压 $V1$ 乘以系数 K 求出 $KV1 = V2$,并将其输出,电压 $V1$ 是从表 54 输出的,系数 K 是从表 56 输出的。 $V2$ 是在强风时进行校正的电压指令信号。

[0063] 第二乘法器 58 进行 $V_{in} - V2 = \Delta V_{in}$ 的运算,输出表示输入电压检测信号 V_{in} 与电压指令信号 $V2$ 之差的信号。

[0064] 以 Δv_{in} 作为输入的控制运算器 59,例如是由公知的比例积分电路 (PI 电路) 构成,并形成对应于 ΔV_{in} 的通电率信号 Don 。总而言之,可得到与使 Δv_{in} 平滑的信号相当的通电率信号 Don ,即负荷指令信号。

[0065] 作为开关控制信号形成单元的脉冲发生器 60 形成具有由通电率信号 Don 所指定的宽度的脉冲的控制信号 V_g ,并输送到电功率转换电路 45 的开关 $Q1$ 的栅极。

[0066] 根据第二实施方式,可解决本发明的第二以及第三课题。

[0067] 在已有技术中,多数采用的方式是,通过设置在发电机旋转轴上的转速传感器等来检测旋转信号。在本发明的实施发明中,不使用旋转传感器,而使用一种利用包含在发电机的输出中的脉冲电流信号来测定转速的电路。由此只用两线式的电线,就可以在控制设备侧计测到正确的转速。

[0068] 在以每分钟旋转 N 圈的永磁铁式发电机中 (结合图 3),磁铁的极数 P 与交流输出

频率 F 的关系是：

[0069] $F = N/60 \times P$ (Hz)。

[0070] 在具有三相绕组的发电机中,全波整流输出信号是如图 4 所表示的那样。

[0071] 例如,在将风力发电机直接连接在蓄电池上时,由于发电机的整流输出被电池的电压所固定,所以很难对电压的脉冲电流进行检测。为此如图 5 那样,通过将二极管正向地从电线的 + 端子插入到电池的 + 端子之间,可在风速弱而导致发电机的转速低的状态下,即在发电机的输出峰值没有达到电池的电压的状态下,也能够根据发电机的输出电压 V1 的脉冲电流,对转速进行计测。

[0072] 当风速变强,使得发电机的输出电压超出电池的电压而可进行充电时,输出电压 V1 变得平坦,所以计测转速困难。为此如图 5 那样,插入电流计测用微小电阻 R,根据充电电流的脉冲电流,对转速进行计测。

[0073] 图 6 是合成电路的图,该合成电路可对从微风时的电压波形的放大器和弱风时以上的电流波形的放大器输出的信号进行合成,以便稳定地对前风速区域进行转速的计测。即,通过 OR 将来自电阻 R 的电流波形和电压波形 V1 导入运算放大器 100,可使用其中任一者来计测转速。

[0074] 图 7 是具有第三实施方式中的起动辅助功能的风力发电装置的电路方框图。

[0075] 在图 7 中,风力发电装置 90 包括:三相交流发电机 61;三相全波整流电路 62;转换继电器 63;驱动电路 64;定时装置 65;和转速计测装置 66。

[0076] 此外,借助该风力发电装置 90 来进行蓄电的负荷电路 70 由电池充电控制器 71、电池 72 以及 DC-DC 转换器 73 构成。

[0077] 三相交流发电机 61 具有:由永磁铁构成的转子 61a、以及由环绕该转子 61a 的三相通电绕组 61b 构成的定子。转换继电器 63 用来在由受风吹而旋转的风车 67 带动转子 61a 旋转、在定子 61b 中产生三相交流电进行发电的发电模式,和由驱动电路 64 向定子 61b 通电、使转子 61a 旋转、由此来使风车开始旋转的起动辅助模式之间进行模式转换。

[0078] 即,发电模式与附图中的转换继电器 63 的连动开关是接通的状态相对应,起动辅助模式与同连动开关是关闭的状态相对应。在该起动辅助模式中,三相交流发电机 61 根据来自驱动电路 64 的指示,进行起动辅助用的断续旋转动作。

[0079] 三相全波整流电路 62 在发电模式、即把三相交流发电机 61 作为发电机并使其工作时,风车 67 受到规定以上风速的风而产生旋转,由此导致转子 61a 旋转,根据该转子 61a 的旋转,将在通电绕组 61b 中产生的三相交流电压,经三相全波整流电路 62 转换成直流电压后,提供给后段的负荷电路 70。

[0080] 转换继电器 63,根据来自驱动电路 64 的指示,把 3 个连动开关转换到电压输出侧(发电时)、或电压输入侧(起动辅助时)。

[0081] 驱动电路 64 通过来自定时装置 65 的计时定时信号来起动,根据转子 61a 的惯性力旋转中的通电绕组 61b 所输出的电压,对作为电动机转子 61a 的旋转方向进行判定,校正到正确的旋转方向,在使电动机进行起动辅助用的正式旋转的同时,还通过来自定时装置 65 的另外的计时定时信号进行停止驱动动作。在这里,虽然驱动动作停止,但是在驱动动作的惯性作用下,风车 67 在一定期间仍可以旋转。

[0082] 定时装置 65 具有:作为第一计时单元的计时功能,根据来自转速计测装置 66 的通

知,以将发电模式转换成起动辅助模式的时刻为基准,对旋转驱动电动机的规定的时间进行计时;和作为第二计时单元的计时功能,对在作为该第一计时单元的计时功能结束之后起对电动机的驱动动作休止期间进行计时;。

[0083] 另外,通过上述作为第一计时单元的计时功能来计时的规定时间,例如为 6 秒,通过上述作为第二计时单元的计时功能来计时的规定的旋转驱动动作休止时间,例如为 54 秒。也可预先将其中任一计时期间数据预先以硬件或软件的方式设定在定时装置中。此外,在上述的旋转驱动动作休止期间中,经常把整体的驱动模式转换为发电模式(连动开关向着发电时的接点方向转换的状态)。

[0084] 转速计测装置 66,当在发电模式中三相交流发电机 61 进行发电时,通过参照电压 V_m 来监视转子 61a 的转速 N ,该电压 V_m 是从通电绕组 61b 中输出、并通过三相全波整流电路 62 整流后得到的,当转速 N 低于规定的转速 N_a 时,把驱动模式已从发电模式转换成了起动辅助模式的情况通知给定时装置 65。

[0085] 此外,转速计测装置 66,在起动辅助模式中,对作为电动机的三相交流发电机 61 的转子 61a 的转速 N 进行监视,当该转速 N 超过规定的转速 N_b 时,把驱动模式已从起动辅助模式转换成了发电模式的情况通知给定时装置 65。

[0086] 上述规定的转速 N_a 例如是 100rpm、电压 $V_m (= V_{ma})$ 例如是 2V,该电压 V_m 来自与所述 $N_a = 100\text{rpm}$ 的转速相对应的三相全波整流电路 62。电压 $V_{ma} = 2\text{V}$ 的值作为转速检测用的阈值,可预先以硬件或软件的方式设定在转速计测装置 66 中。

[0087] 此外,上述规定的转速 N_b 例如是 200rpm。另外,该转速是表示在起动辅助模式下进行旋转的风车,在受到完全值得进行发电的风压时,以大于等于电动机的旋转力进行旋转时的转速。

[0088] 负荷电路 70 的电池充电控制器 71 被设置在三相全波整流电路 62 的后段,其用来监视电池 72 的充电状况,根据其充电状况决定是否把从三相全波整流电路 62 所提供的直流电压供应给电池 72。

[0089] 此外,负荷电路 20 的 DC-DC 转换器 73,取出电池 72 的电压,把已转换成最合适电压的电压提供给驱动电路 64、定时装置 65、以及转速计测装置 66。在起动辅助模式下,用来驱动三相交流发电机 61 并使其作为电动机的电功率,利用向驱动电路 64 供给电压来实现。

[0090] 图 8 是表示在上述构成的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置中的起动辅助功能的动作的流程。另外,通过图 7 的驱动电路 64、定时装置 65、转速计测装置 66、在电池充电控制器 71 的各装置中安装的逻辑电路、或是未图示的 CPU、以及存储在此 CPU 中内置的存储器里的处理程序来进行处理。

[0091] 在图 8 中,首先通过转速计测装置 66 来判别风车的转速,即判定转子 61a 的转速 N 是否低于规定的转速 N_a (步骤 S1)。

[0092] 然后,如果转子 61a 的转速 N 大于等于规定的转速 N_a 时(步骤 S1“否”),则仍旧继续监视转子 61a 的转速 N 。

[0093] 由此,如果在发电模式下三相交流发电机 61 处于发电旋转中,则继续发电。此外,如果在起动辅助模式下,作为电动机的转子 61a 处于断续旋转的驱动动作休止期间中、并转换到发电模式进行惯性旋转时,则继续该惯性旋转。

[0094] 另一方面,在步骤 S1 的判别中,若转子 61a 的转速 N 低于规定的转速 N_a (步骤

S1 “是”),此时会转换到起动辅助模式(步骤 S2)。即,通过转速计测装置 66 发出的通知来起动定时装置 65,并根据来自定时装置 65 的定时信号,驱动电路 64 开始工作。

[0095] 接下来,通过驱动电路 64,向在上述起动辅助模式下成为电动机的三相交流发电机 61 的通电绕组 61b 施加 1 个周期的三相交流电压,并立刻切断此后的附加电压,参照转子 61a 的此时 1 个周期的驱动所产生的惯性力旋转的旋转方向,判别是向着发电方向旋转即正方向的旋转、还是向着其相反方向的旋转(步骤 S3)。

[0096] 然后,若是正方向的旋转的话(步骤 S3 “是”),则重新开始继续对作为发电机的三相交流发电机 61 的通电绕组 61b 施加电压,且作为定时装置 65 的第一计时单元(以下称为运转定时)开始计时,例如开始 6 秒的计时,并判别该计时期间是否已结束(步骤 S5)。

[0097] 另一方面,在步骤 S3 中,若检测出的旋转方向是相反的旋转方向时,则改变对通电绕组 61b 的通电计时,在进行了反向旋转起动(向正旋转方向的起动)后(步骤 S4),转到上述步骤 S5 的处理。

[0098] 在步骤 S5 的判别处理中,当运转定时器的计时期间还没有结束时(步骤 S5“否”),随后判别转子 61a 的转速 N 是否低于规定的转速 N_b (步骤 S6)。

[0099] 下面,当转子 61a 的转速 N 低于规定的转速 N_b 时(步骤 S6 “否”),则返回到步骤 S5,并重复对运转定时器的计时期间是否结束进行判别。由此,当运转定时器处在计时期间中、且转子 61a 的转速 N 低于规定的转速 N_b 时,则在步骤 S3 或 S4 中,继续对开始的电动机进行旋转驱动,由此转子 61a、即风车的起动辅助旋转被加速。

[0100] 下面,在步骤 S5 中,当运转定时器的计时期间结束时(步骤 S5 “是”),则定时装置 65 的第二计时单元(以下称为待机定时器)开始计时,用来判别该计时期间是否已结束(步骤 S7),在计时期间结束之前,被设定成待机状态(步骤 S7 “否”)。

[0101] 由此,当转子 61a 的转速 N 低于规定的转速 N_b 、且运转定时器的计时期间已结束时,不用始终进行起动辅助的旋转驱动,可预先在待机定时器中设定规定期间、例如设定 54 秒的待机期间,使在该规定期间(54 秒)内、且没有风时的不起作用的起动辅助的旋转驱动停止。

[0102] 由此,若待机定时器计时期间为 54 秒,运转定时器的计时期间与其相对为 6 秒的话,则是整体的驱动期间的 $1/10$,在作为发电开始状态之前,与继续进行起动辅助的旋转驱动相比较,可发挥节电 $9/10$ 的效果。

[0103] 若上述的待机期间结束后(步骤 S7 “是”),再返回到步骤 S1,重复上述步骤 S1 ~ S7 的处理。

[0104] 由此,在步骤 S6 所进行的判别中,转子 61a 的转速在达到大于等于能够利用风力继续发电的转速 N_b 之前,进行 1 分钟 1 次,6 秒钟的起动辅助的旋转驱动。

[0105] 由此,在步骤 S6 所进行的判别中,当旋转的转子 61a 的转速在大于等于转速 N_b 时(步骤 S6 “是”),根据由转速计测装置 66 经定时装置 65 所发出的通知,停止驱动电路 64 的起动辅助的旋转驱动动作。即,驱动模式被转换成发电模式。

[0106] 电池充电控制器 71,会伴随着该转换而继续进行控制,通过电池充电控制器 71 来判别是否对发电功率进行充电(步骤 S8)。

[0107] 此处理中,要判别是否为可充电的状态,即,判别是否是对电池 72 已经进行了充分的充电,不需要再充电的情况,或在反复进行充电的过程中,由于风速减缓从三相交流发

电机不能得到充足的电功率来进行充电的情况。

[0108] 并且,当判别是可充电的状态后(步骤 S8“是”),对电池 72 进行充电(步骤 S9),并反复进行 S8 以及 S9 的处理。这样,三相交流发电机 11 可继续对电池 72 进行充电。

[0109] 在上述步骤 S8 的判别中,当不是可充电的状态时(步骤 S8“否”),转换到上述步骤 S7 的处理。这样,在风速减缓而不能从三相交流发电机得到充足的电功率来进行充电时,转换到步骤 S1 ~ S7 的起动辅助工作模式。此外,当风速足够用来充电、且对电池 72 的充电很充足时,电池充电控制器 71 对风车 67 进行自动控制,使得不能发电。

[0110] 这样,根据本发明,例如在 1 分钟 1 次这样短的期间间隔中,通过起动辅助功能进行起动辅助旋转,从而在可以旋转发电的弱风时引起旋转来发电,可极大克服发电效率低下的问题,同时,即使是对低风速时所产生的较大的风速变化,也可立刻加以应对而进行旋转,这样就可以提高发电效率,而不会失去发电的机会。

[0111] 图 9 是第四实施方式的水平轴风力发电装置的电路方框图,该水平轴风力发电装置通过把定时装置作成独立电路,可进一步节省自身消耗的电功率。在图 7 中所表示的例子中,由 DC-DC 转换器 73 始终向定时装置 65 供给电功率,但是在图 9 中所表示的例子中,定时装置 65 是接受电池 72 供给电功率来进行工作的,在进行转速计测装置 66 的条件判定的同时,还向 DC/DC 转换器 73 发送要求供给电功率的信号,从而可向驱动电路 64 进行电功率的供应。这样在使起动辅助功能起动之外,还可使 DC/DC 转换器 73 休止,由此可从整体上节省电功率的消耗。

[0112] 另外,在上述的说明中,通过对转换继电器 13 的连动开关进行转换,可进行发电模式与起动辅助模式之间的转换。但是也不仅限于使用继电器,例如,可以用光耦合器或 FET 半导体元件等来构成转换开关部。

[0113] 此外,在运转定时器、或待机定时器中所设定的计时期间,也不必如上述实施例中那样,固定限制成驱动 6 秒、休止 54 秒那样的设定期间,更不必将两者的相互关系固定限制在 1/10。例如,可根据 1 天的时间段、季节、地域等,适当地进行设定。

[0114] 此外,对于图 8 的起动辅助功能的工作设定没有进行特别说明,但是进行设定时,为了使上述例如每 1 分钟做 1 次起动辅助旋转的起动辅助功能的动作设定成进行常时工作,由此,在长期连续完全没有风的状态下等,就会不必要地消耗起动辅助功能用的电功率。

[0115] 为此,利用人工操作作用的开关或远程操作来设置工作作用的开关,借助该开关,可把起动辅助功能的工作设定切换成“设定”和“解除”中的任一者。

[0116] 并且,接受电源供应的电池电压,在检测出处于某规定值以下时,也可以增加自动停止向 DC/DC 转换器 73 提供电功率的电路。

[0117] 此外,结构可以是如下这样的,例如设置风速测定装置来计测风速,该风速测定装置是由风速传感器等风速检测装置、或是垂直轴碗形旋翼型风车等构成,当大于等于规定值以上的风吹来时,接通起动辅助功能的工作开关。此时,风速测定装置最好是检测出微风而工作的小型程度的装置。

[0118] 图 10 是一例表示利用这样的风速传感器来监视起动辅助功能的动作开始的定时的图。如该图所表示的那样,在带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置 90 上,把与其相分开的风速检测装置 80 设置在它的附近。

[0119] 风速检测装置 80 具有风速传感器 81 和风速判定部 82。在风速判定部 82 中,预先以硬件或软件的方式设置风速值,该风速值是用来使起动辅助功能预先开始进行工作的。风速判定部 82 把风速传感器 81 计测并输入出的风速值与上述预先设定的风速值进行比较,当输入风速值超过了设定风速值时,将已经成为起动辅助功能的工作定时通知给定时装置 65。

[0120] 这样,图 8 中步骤 S7 的待机定时器开始进行计时,开始随后的步骤 S1 ~ S9 的处理、即启动起动辅助功能开始工作。这样,在没有风时,可自动避免由于不必要的起动辅助功能的工作而导致的电力浪费。

[0121] 如上所述,按照本发明的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置,即使是在通常的升力型水平轴风力发电机不能旋转的低风速下,也可利用起动辅助功能进行起动辅助旋转,所以,通过该辅助旋转的惯性力,即使是在通常的升力型水平轴风力发电机不能开始旋转的低风速下,也能开始进行旋转。这样就可提供一种发电效率良好的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置。

[0122] 此外,由于同时用作发电机和起动辅助的电动机,所以不仅是一种带有起动辅助动力的风力发电机,而且还可以实现小型化。这样就可以提供一种价格低廉的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置。

[0123] 此外,作为起动辅助旋转,由于进行驱动动作休止期间长的断续旋转,所以能最大限度地用于起动辅助旋转的电功率抑制为低值,这样就可以提供一种带有起动辅助动力的风力发电机,同时提供能降低自身电功率消耗的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置。

[0124] 此外,在监视风速的同时,只在产生适当的风之后才使起动辅助功能工作,所以可提供一种更进一步降低用来起动辅助旋转的自身消耗电功率的带有起动辅助功能的旋翼角度固定升力型水平轴风力发电装置。

[0125] 根据第三以及第四实施方式,可解决本发明的第四课题。

[0126] 另外,上述的第一至第四实施方式是分别进行说明的,但是也可以将它们组合起来,构成具有各自优点的风力发电装置。此时,因为成为一种具有每个实施方式的优点的风力发电装置,所以可以组成性能更加优越的风力发电装置。即使对于下面说明的事项,情况也是同样的。

[0127] 通常在风力发电中,在运转界限风速以上时,要防止不能控制风车停止或减速而进行危险的高速旋转。在此方式中具有旋翼的俯仰控制和圆盘制动器、下降等机构的制动,但是,在升力型固定俯仰水平轴风车中,可使发电机的输出短路来进行电磁制动。为了判定回避危险用的自动停止,具有单独计测或是多个计测风速、转速、发电功率等值的方法(结合图 11)。

[0128] 在图 11 中,从充电控制电路起,判定发电功率的发电力判定部、和转速判定部与风速判定部分别进行测定,根据结果作是否进行充电的转换。

[0129] 在升力型固定俯仰水平轴风车中,当将发电机的输出短路来进行电磁制动时,旋翼并不完全停止,而是正对着风向继续缓慢地旋转。换言之,其原理是在短路电路中消耗旋转所产生的电功率。在停止时的低速旋转状态下,几乎得不到来自升力的旋转扭矩,而主要是来自阻力的旋转扭矩。即,该原理与螺旋桨型风速计的原理是相同的,风速和转速几乎成

比例。同时,短路电流也大体与风速成比例。

[0130] 从自动停止开始,用定时器继续维持规定时间停止状态,但是,在不具有风速测定功能的系统中,可以通过测定该短路电流(参照图 12,图 12 是停止时的短路电流判定电路,利用短路开关造成短路,可测定短路的结果流过的短路电流),对在还原时是否处于可开始运转的风速范围进行判定。将可安全运转的上限风速时的短路电流值取为阈值,如果短路电流值未达到该阈值时,则还原运转,如果短路电流值是在阈值以上时,则在规定时间继续保持停止状态(参照图 13)。

[0131] 电池的蓄电容量在正常状态下,充电控制电路也提供电源时,可以在高速旋转前使风车停止。在本实施方式中,电路是一种辅助的电路,在因电池的容量不足或断线、控制电路的故障等而不能进行停止控制时,可使风力发电机输入发生短路。

[0132] 判定为必须停止的要点是,电池电压的降低和发电机输出电压的上升。

[0133] 图 14 的电路是由风力发电机短路用 N 通道 FET 和施密特触发逆变器、以及 6V 电池构成。由于电池的电压低于规定值,或由于风力发电机处于开放状态输入电压超过了规定值而向 FET 栅极施加直流电位,造成短路。一旦该电路成为正常系统状态,就从短路状态自动还原到开放状态。由于施密特触发器是 CMOS 结构,另外还由于 FET 的栅极电路是绝缘的,所以几乎不会消耗小电池的电功率,从而可以在长的时间不更换电池的情况下工作。

[0134] 相对于风速的变化,为了成为最大功率点而进行输入电压指令的电功率转换方式是公知的。在现有技术中,采用使输入电压进行微小变化,在发电功率成为最大值之前改变输入电压的方法,但是,只要求出现在的电功率瞬时值,进行反馈即可。

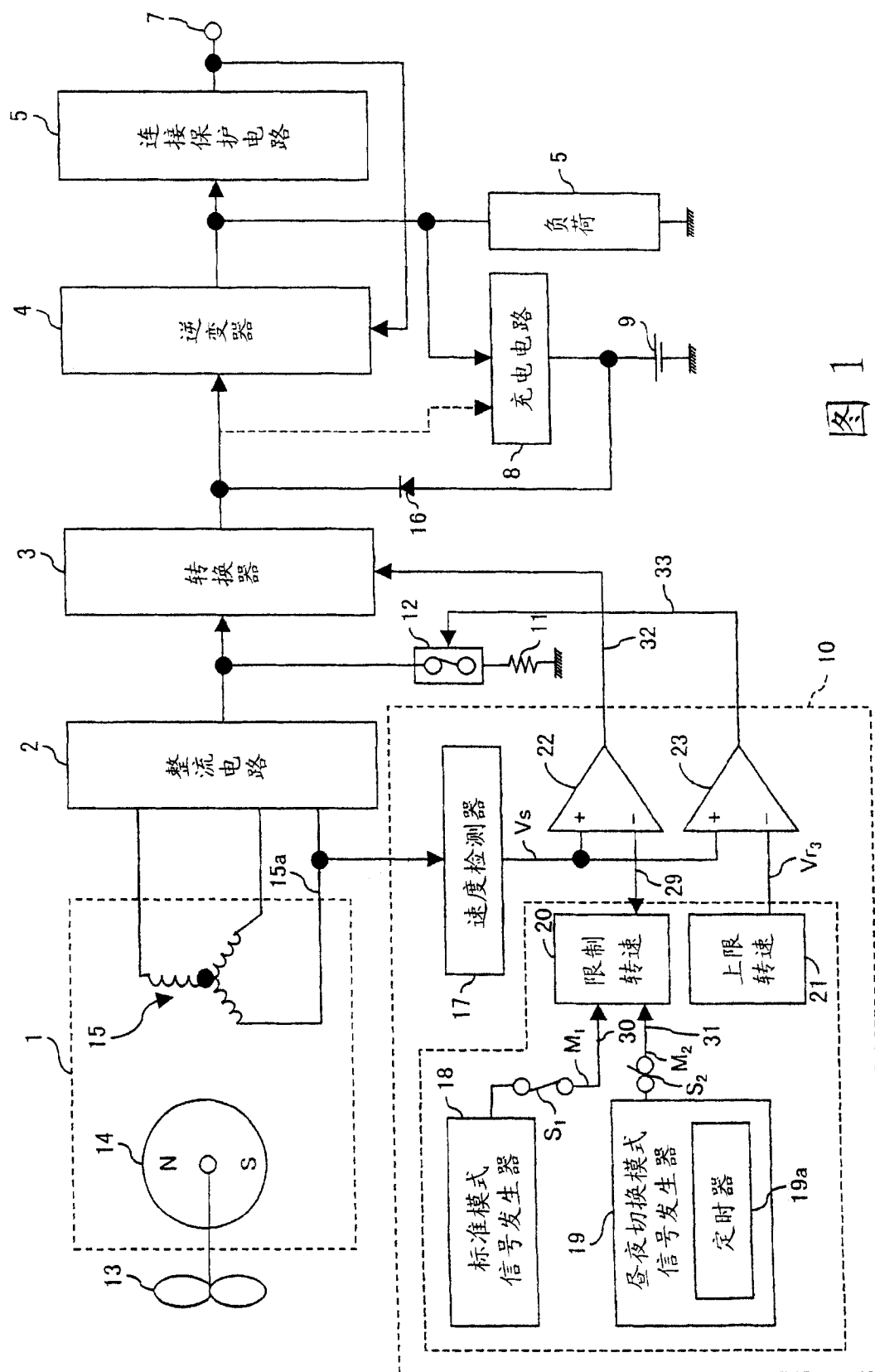
[0135] 在本实施方式中,在对过去的变化经过取最大电功率点的变化经过进行存储的基础上,预测风速的增加或减少、决定电压指令值,从而进行控制。因此,相对于风速变化,可实现响应的高速化,并提高效率。

[0136] 如果过去数秒的风速是增加趋势的话,则最大电功率点也有增加的趋势。利用该电功率增加量的斜率,可预测未来数秒之后的电功率量,并决定输入电压的指令值。如果风速是增加时,则决定输入电压的指令值要高于最大电功率点的电压值。由此,风车的负荷会暂时成为减轻的状态,转速的上升速度变快,可以很快地跟随风速的增加。此外,风速减少时,则进行相反的动作。

[0137] 图 15 是对于额定电功率控制进行说明的图。

[0138] 另外,在以设定的上限转速进行运转中,当风速增大而超过了额定电功率值时,就可以进行如下控制:不停止地进行降低上限转速的指令,即将输入指令电压转换成相对额定电功率(的 90%)的超过量差异的控制,而不是转换成与设定转速的差异的控制,以便不超过额定电功率。

[0139] 实际上,如图 15 所表示的那样,是从比额定电功率低 10%左右电功率开始进行转换控制的,而不是从超过额定电功率起进行转换控制的。



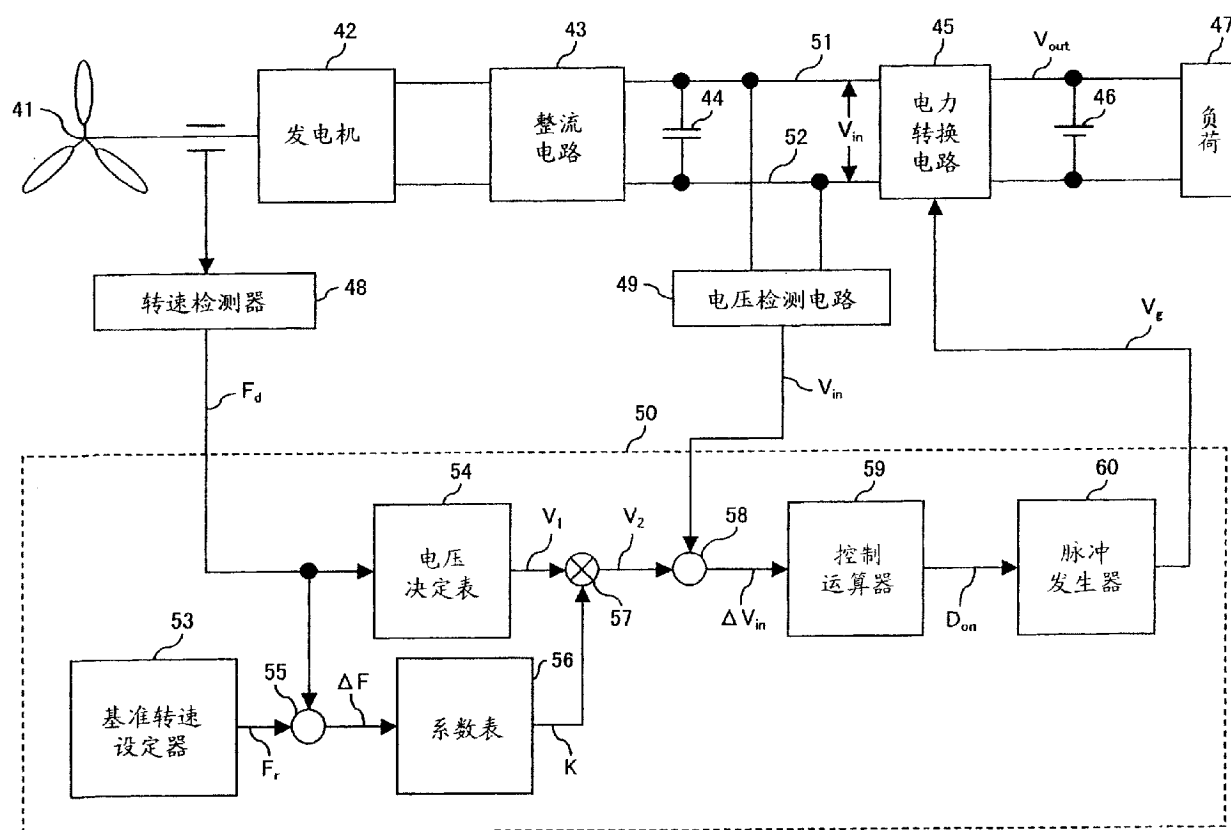


图 2

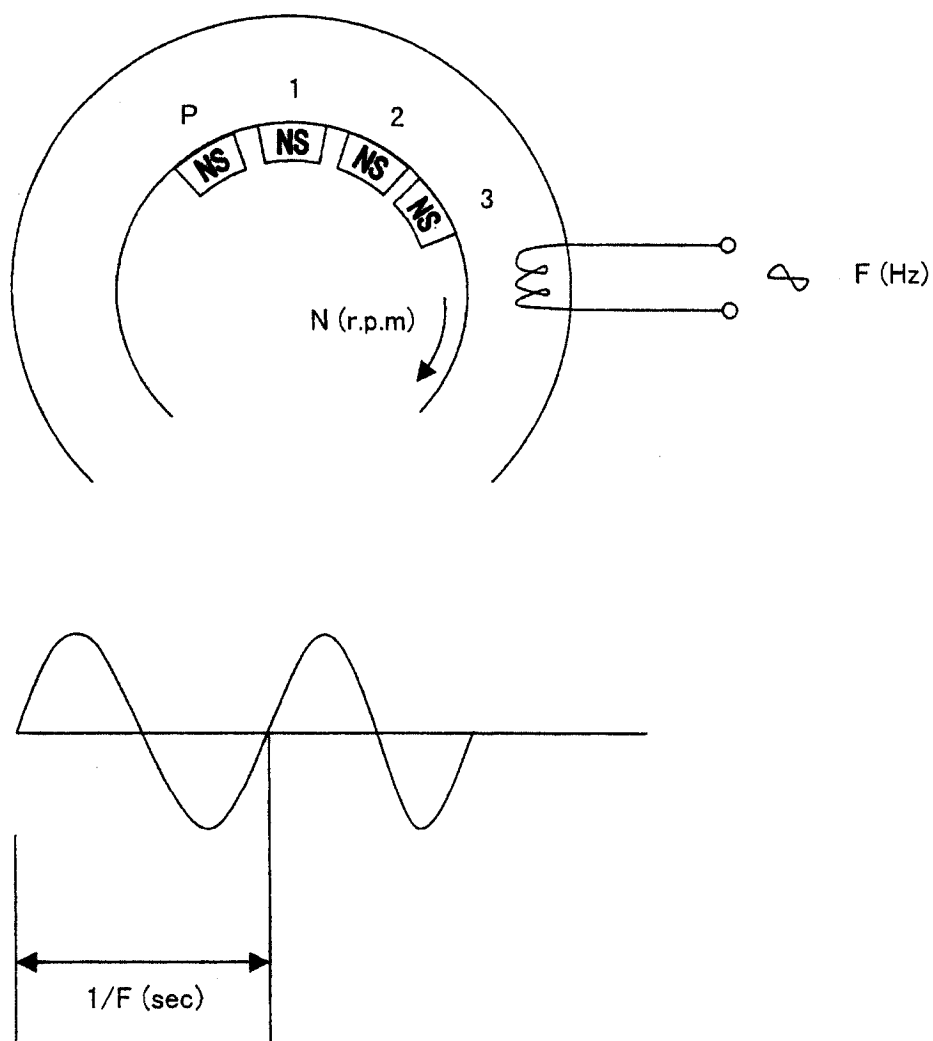


图 3

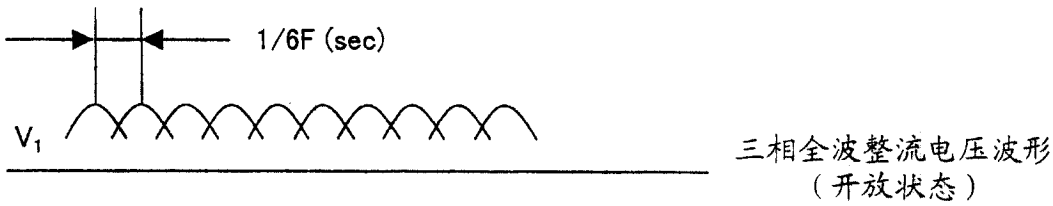


图 4

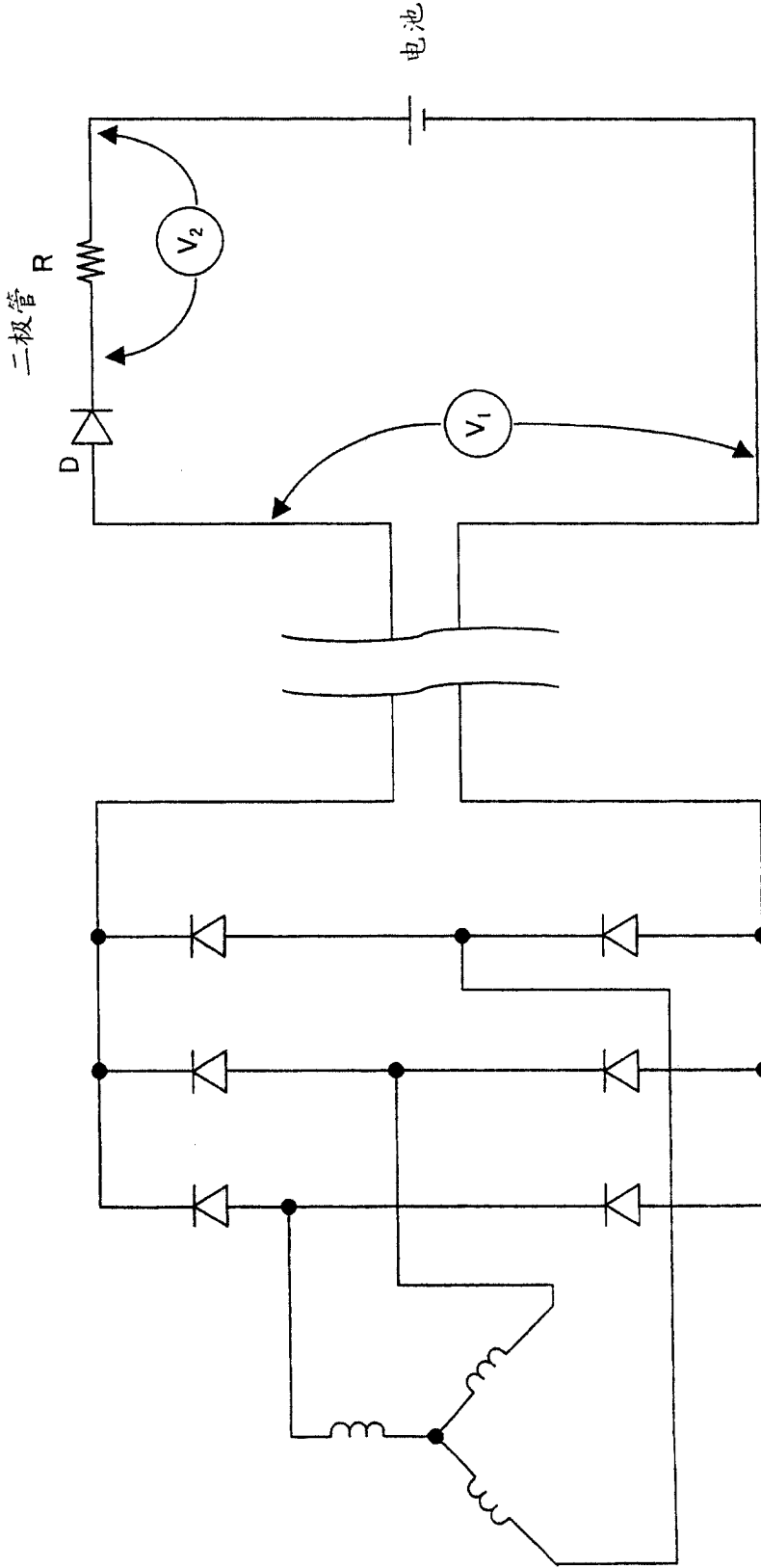
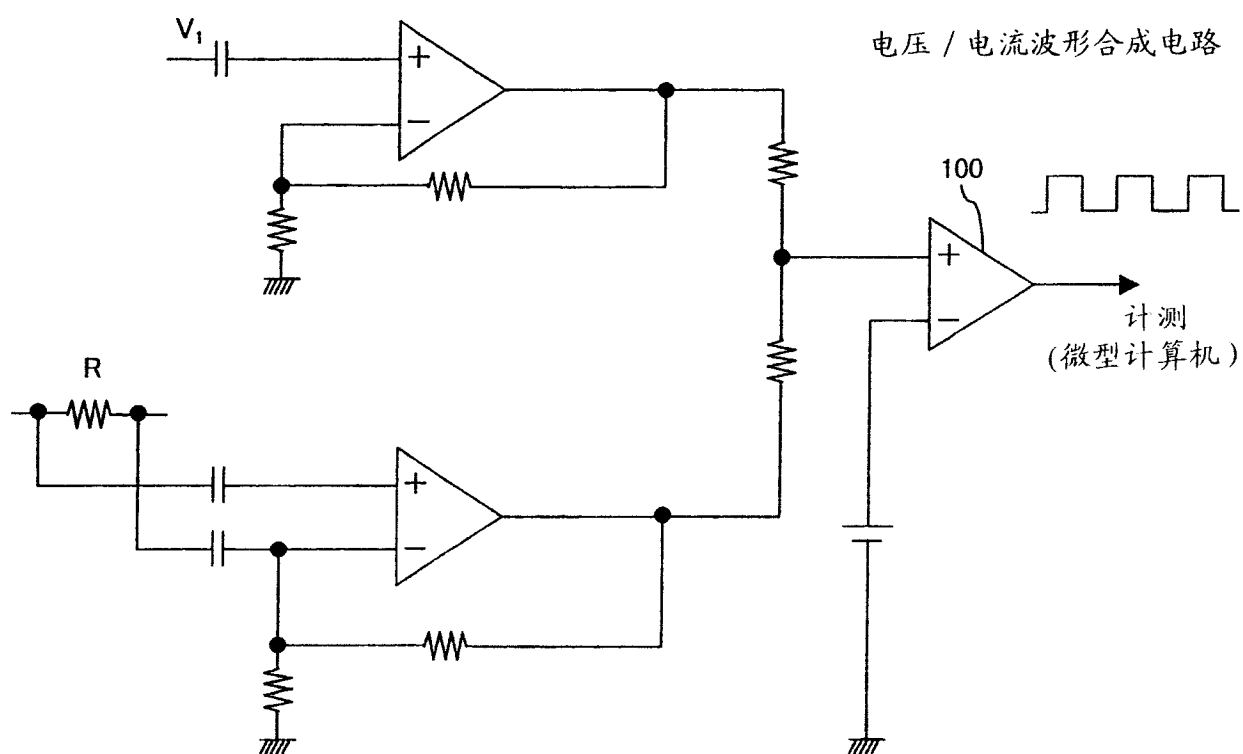


图 5



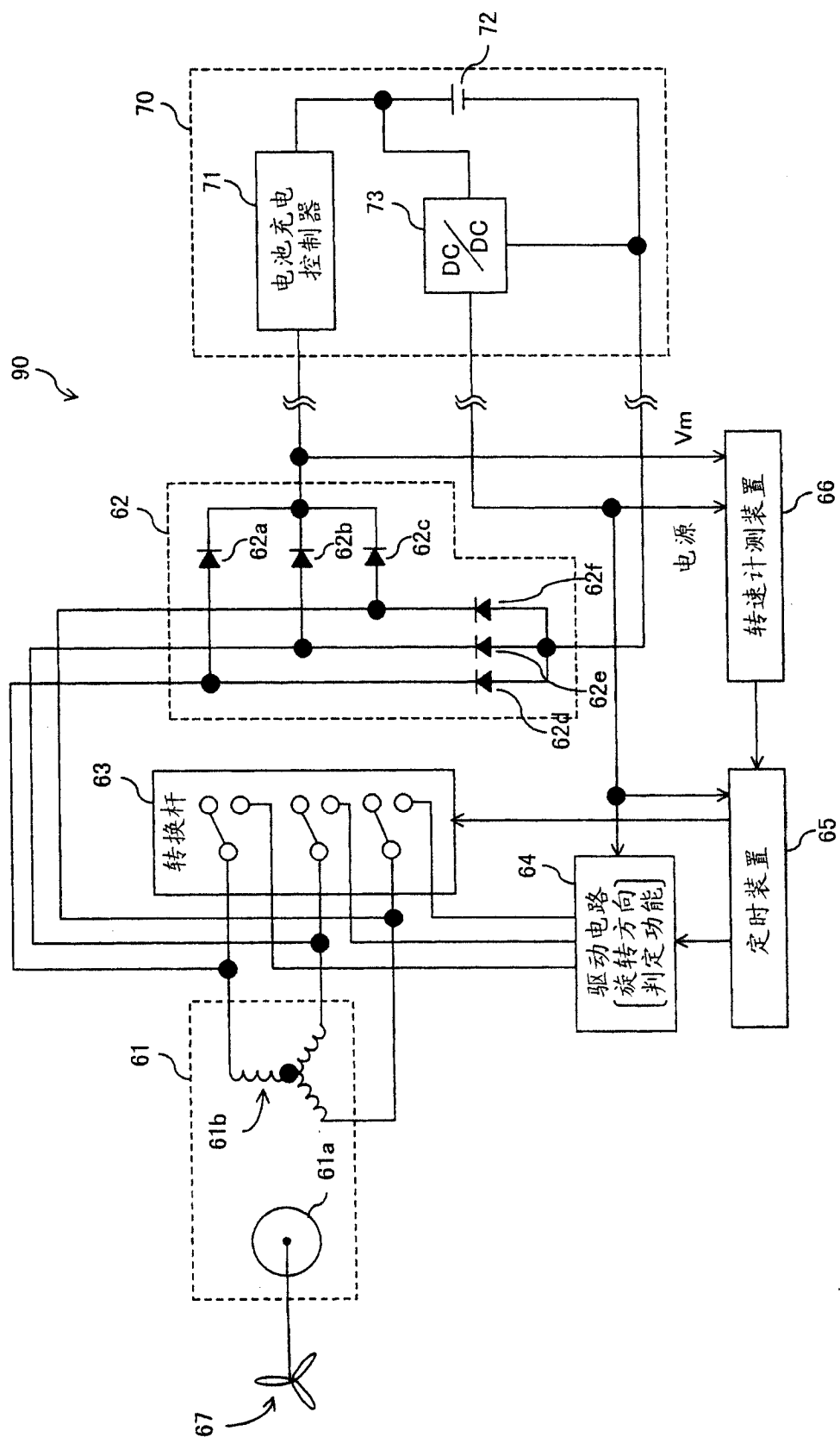


图 7

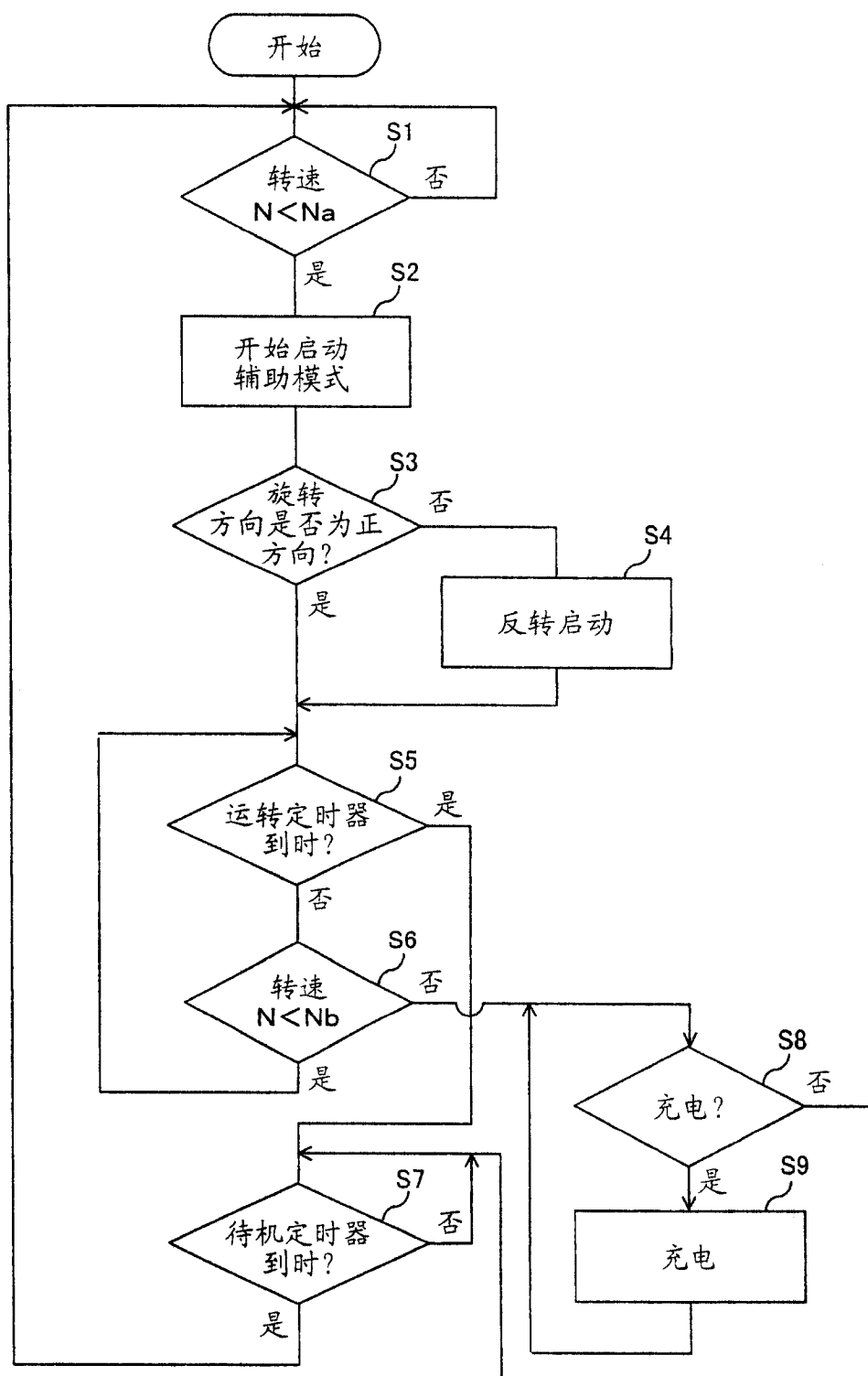


图 8

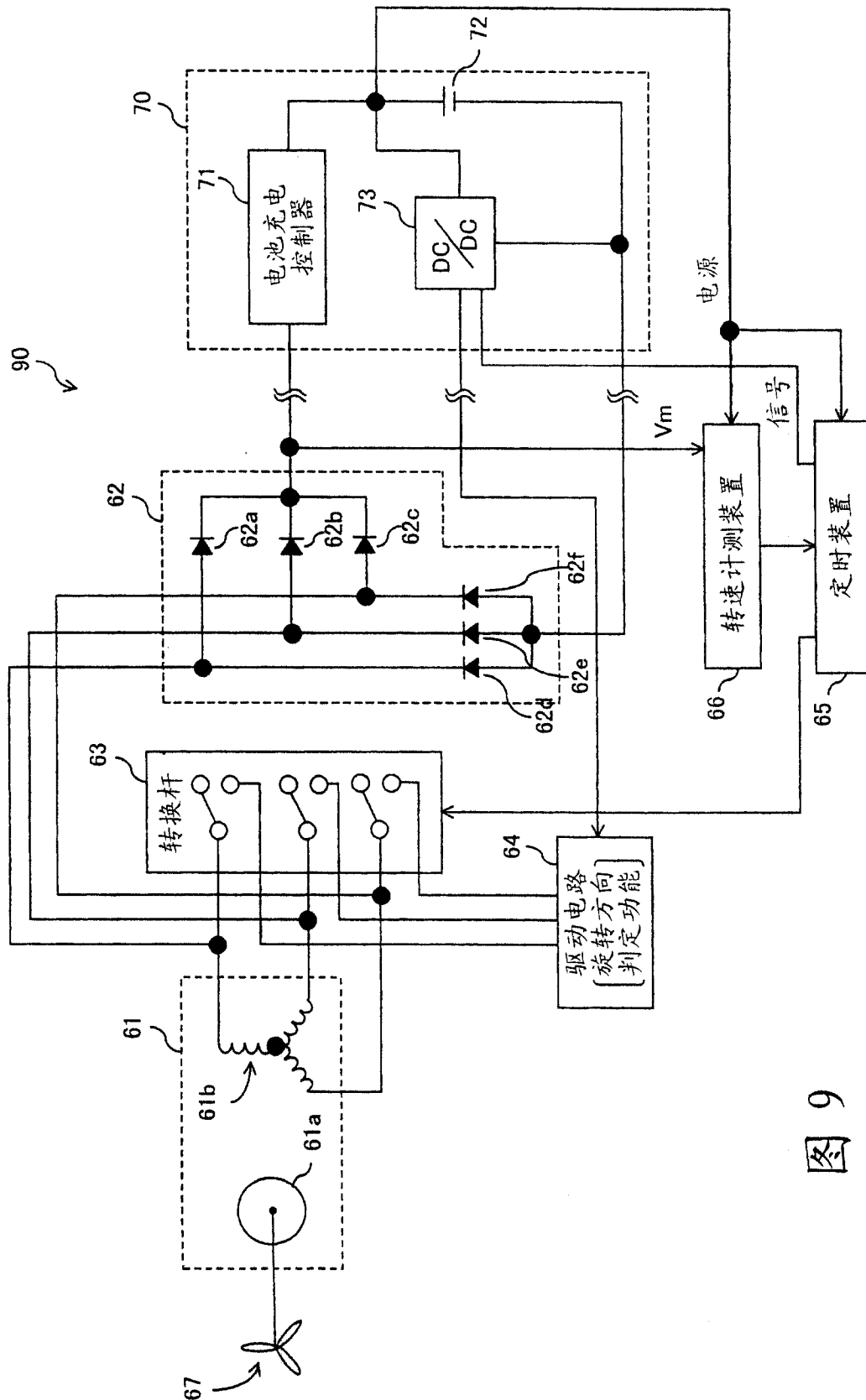


图 9

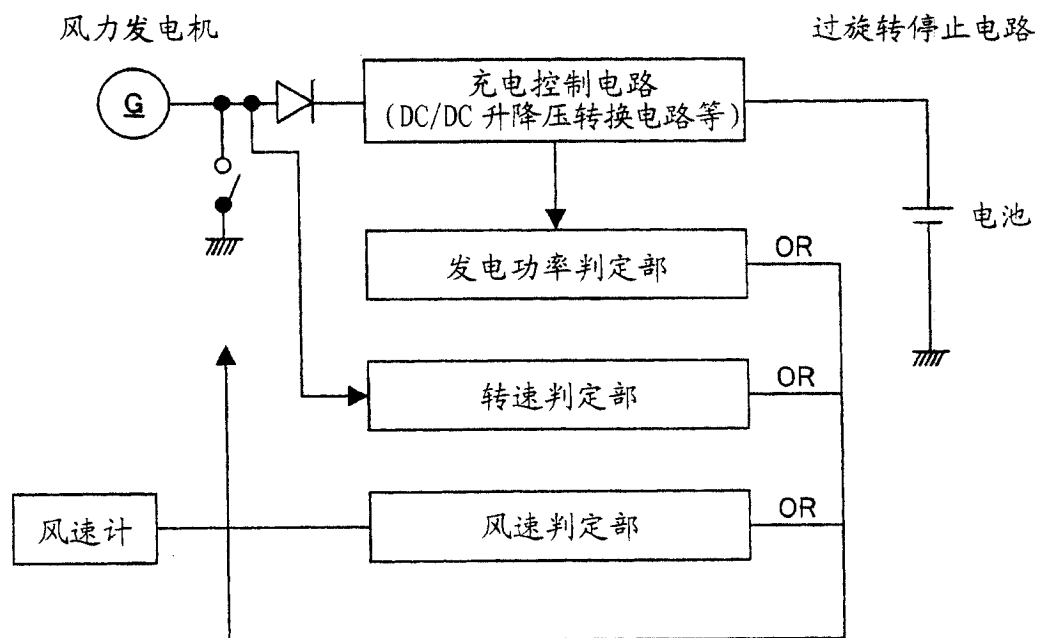


图 11

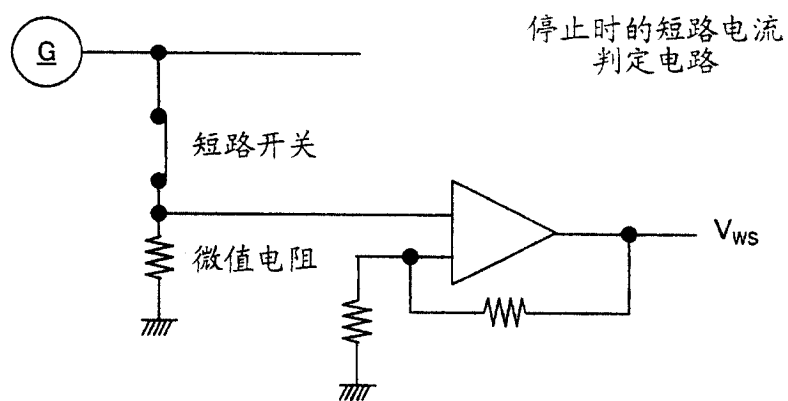


图 12

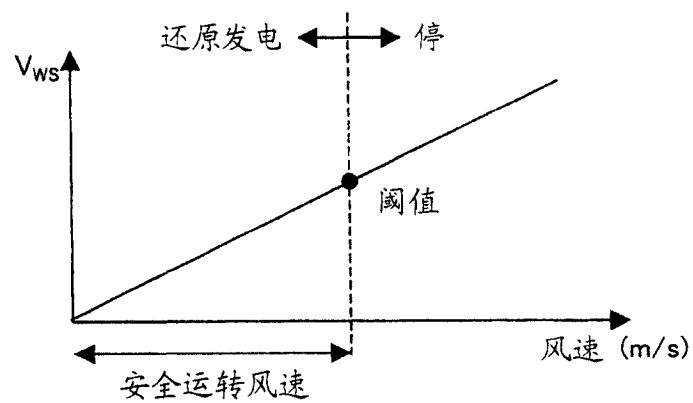


图 13

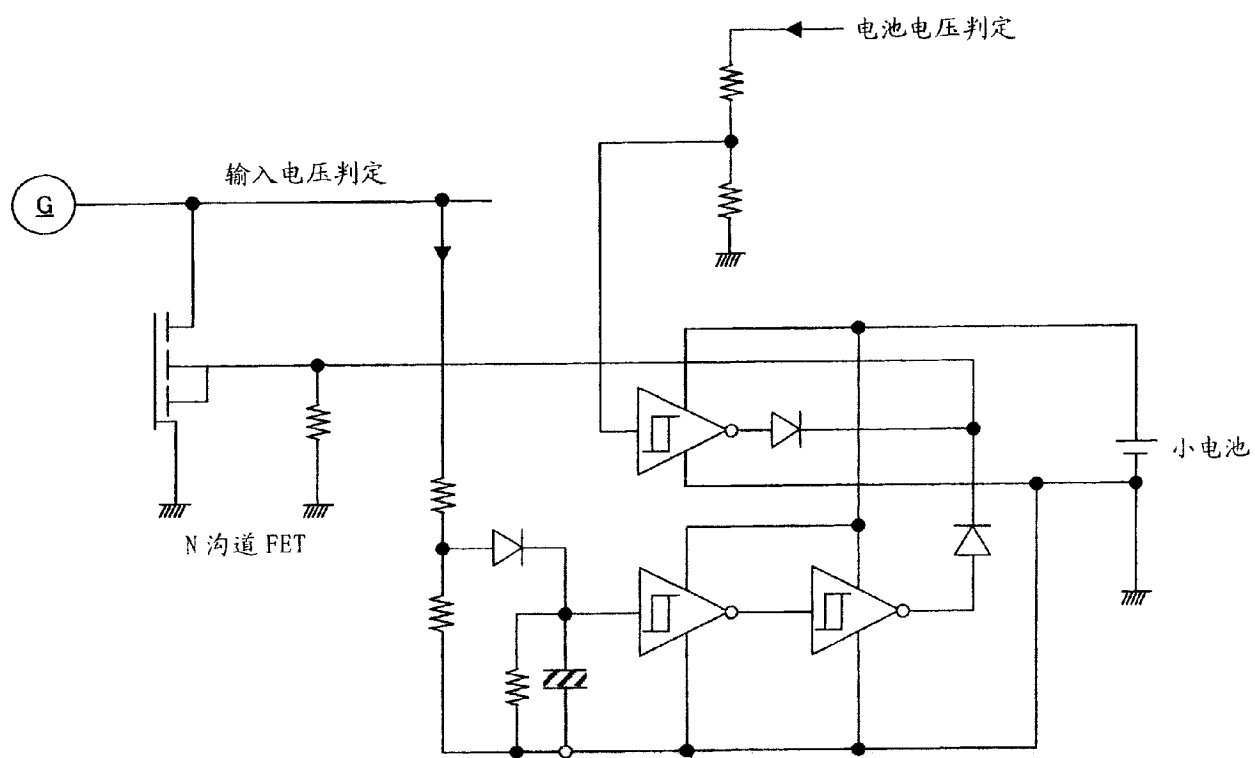


图 14

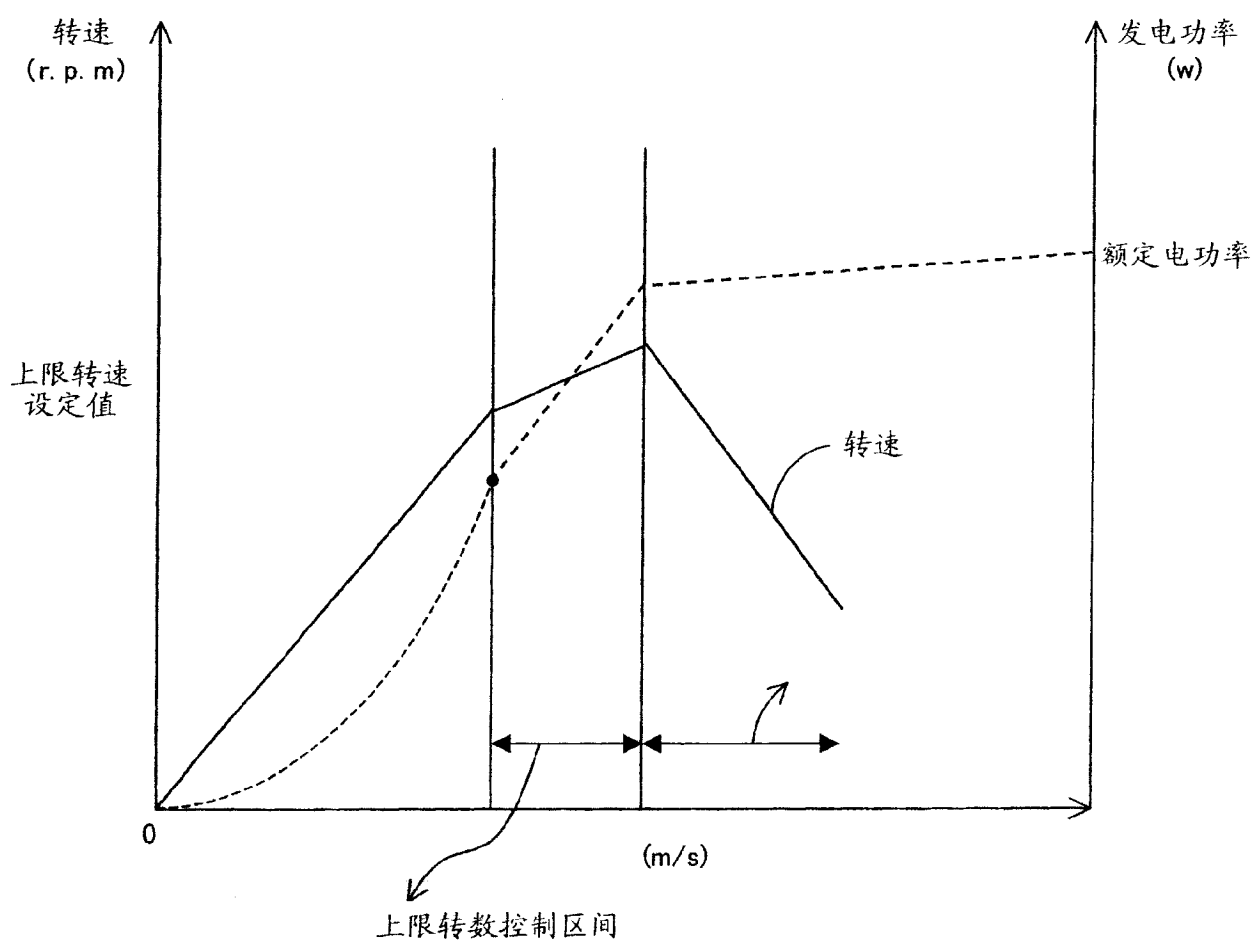


图 15