



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102597507 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 12

(21) 申请号 201080002810. 0

(22) 申请日 2010. 10. 29

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2011. 03. 31

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2010/069318 2010. 10. 29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02012/056564 JA 2012. 05. 03

(73) 专利权人 三菱重工业株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 一濑秀和 若狭强志

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 高培培 车文

(51) Int. Cl.
F03D 7/04(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2000-87841 A, 2000. 03. 28, 说明书
第 15-27 段, 图 1-4.

JP 特开 2000-87841 A, 2000. 03. 28, 说明书
第 15-27 段, 图 1-4.

CN 1784544 A, 2006. 06. 07, 说明书第 4 页第
3-22 行, 第 8 页第 18-26 行, 图 1-2.

JP 特开平 6-276584 A, 1994. 09. 30, 全文.

US 2008/0150283 A1, 2008. 06. 26, 全文.

JP 特开 2010-127235 A, 2010. 06. 10, 全文.

US 2008/0247872 A1, 2008. 10. 09, 全文.

US 2006/0132993 A1, 2006. 06. 22, 全文.

审查员 龚洋

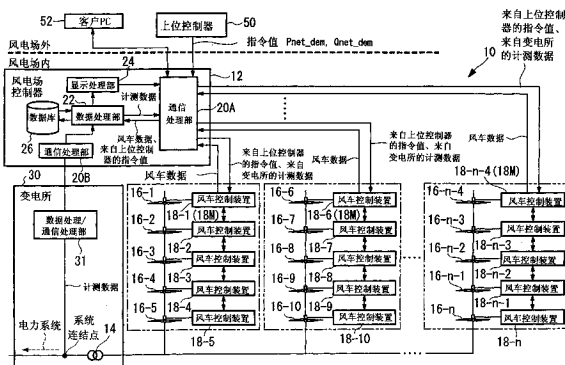
权利要求书1页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法

(57) 摘要

风车控制装置 (18) 设置于构成风电场 (10) 的多个风力发电装置 (16) 的每一个上, 将作为控制对象的风力发电装置 (16) 的风车数据发送到其它风力发电装置 (16) 的风车控制装置 (18), 且从其它风力发电装置 (16) 的风车控制装置 (18) 接收与该其它风力发电装置 (16) 相关的风车数据。而且, 风车控制装置 (18) 基于作为控制对象的风力发电装置 (16) 的风车数据、及其它风力发电装置 (16) 的风车数据来控制作为控制对象的风力发电装置 (16), 因此, 可以根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制的变更。



CN 102597507 B

1. 一种控制装置, 设置于构成风电场的多个风力发电装置的每一个上, 多个所述风力发电装置基于预定确定的基准分成多组;

所述控制装置具备:

发送单元, 将与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据发送到其它所述风力发电装置;

接收单元, 接收从其它所述风力发电装置发送来的与该其它所述风力发电装置相关的数据; 及

控制单元, 基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据, 来控制作为控制对象的所述风力发电装置,

所述接收单元接收与作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据,

所述控制单元基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据, 来控制作为控制对象的所述风力发电装置,

所述基准能够根据风况或所述风力发电装置的运转状态进行变更。

2. 如权利要求 1 所述的控制装置, 其中,

与所述风力发电装置相关的数据中包含该风力发电装置的风速及风向,

所述控制单元根据与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据, 生成所述风电场内的风速及风向中至少任意一个的分布, 且基于所生成的该分布来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

3. 一种风电场, 具备分别设置有权利要求 1 或 2 所述的控制装置的多个风力发电装置。

4. 如权利要求 3 所述的风电场, 其中,

具备管理与多个所述风力发电装置相关的数据的管理装置,

设置于多个所述风力发电装置的每一个上的所述控制装置中的规定的控制装置所具备的所述发送单元, 将与作为该规定的控制装置的控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据发送到所述管理装置。

5. 一种控制方法, 由设置在构成风电场的多个风力发电装置的每一个上的控制装置进行控制, 所述风力发电装置的控制方法包括:

第一工序, 多个所述风力发电装置基于预定确定的基准分成多组, 所述基准能够根据风况或所述风力发电装置的运转状态进行变更;

第二工序, 进行与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据向其它所述风力发电装置的发送、及从作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置发送来的与该其它所述风力发电装置相关的数据的接收; 及

第三工序, 基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及接收到的与作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据, 来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,由多个风力发电装置构成并且向电力系统供给电力的风电场正在普及。

[0003] 从这种风电场供给的电力根据风况而发生变动,因此,作为用于电力系统的稳定化的风力发电装置的控制,已知有输出限制、缓变率控制、无效电力控制、频率控制等。

[0004] 对于这些风力发电装置的控制如非专利文献 1 所记载,通过如下动作而实现,即,风电场控制器对构成风电场的风力发电装置和电力系统的联系点(以下称为“系统连结点”。)的从风力发电装置向电力系统供给的电力、电压、频率、及功率因数等计测数据和与风力发电装置相关的数据进行比较运算,将各种指令值发送给风力发电装置。

[0005] 在此,参照图 9 对以往的风电场的风力发电装置和风电场控制器之间的数据的流向进行详细说明。另外,图 9 中上侧的图为整体图,图 9 中下侧的图为现有的风车控制装置的构成图。

[0006] 风电场控制器 300 例如从设于电力公司的上位控制器 302 接收表示作为风电场整体的有效电力量及无效电力量的目标值的指令值 P_{net_dem} 、 Q_{net_dem} 。另外,风电场控制器 300 接收由变电所 310 所具备的数据处理/通信处理部 306 检测到的表示在系统连结点的有效电力、无效电力、电压、及频率的计测数据,且经由对各风力发电装置 304 每一个设置的风车控制装置 308 接收与各风力发电装置 304 相关的数据即风车数据。另外,风车数据是指例如从风力发电装置 304 输出的电力的频率、电压、电流、有效电力、无效电力、功率因数、叶片的桨距角、转子的转速、运转模式、风速、风向、液压、温度、对预先确定的设备作用的载荷、各种传感器异常的有无、警报、及其它运转状态等。

[0007] 而且,风电场控制器 300 基于来自上位控制器 302 的指令值及接收到的各种数据相对于构成风电场 310 的全部多个风力发电装置 304 计算向风力发电装置 304 的指令值(系统有效电力指令值 cP 、系统无效电力指令值 cQ 等),且发送给设于各风力发电装置 304 的风车控制装置 308。而且,风车控制装置 308 基于接收到的指令值,通过自身所具备的主控制装置 312 来控制作为控制对象的风力发电装置 304。

[0008] 专利文献 1:美国专利第 7679215 号说明书

[0009] 专利文献 2:美国专利第 7638839 号说明书

[0010] 专利文献 3:美国专利第 7531911 号说明书

[0011] 专利文献 4:美国专利申请公开第 2010/0138058 号说明书

[0012] 专利文献 5:美国专利申请公开第 2010/0094474 号说明书

[0013] 专利文献 6:专利第 4470933 号公报

[0014] 专利文献 7:日本特开 2010-178468 号公报

[0015] 专利文献 8:日本特开 2010-130762 号公报

[0016] 专利文献 9 :日本特开 2010-84545 号公报

[0017] 非专利文献 1 :ポールソレンセン (Poul Sorensen)、另外 2 名、「来自 160MW 风电场的风电场控制经验 (WIND FARM CONTROL Experience from a 160MW wind farm)」、[online]2006 年 2 月 9 ~ 10 日、ECPE 探讨可再生的能量 (ECPE Seminar Renewable Energies)[平成 22 年 8 月 25 日检索]、网址 <URL :<http://www.univ-lehavre.fr/recherche/greah/documents/ecpe/sorensen.pdf>>

[0018] 在此,例如电力系统的频率(以下称作“系统频率”。)低的情况等下,切换风力发电装置 304 的运转模式,风力发电装置 304 进行将用于使降低的系统频率恢复的电力进一步向电力系统供给的控制。即,在系统频率低的情况下,风力发电装置 304 切换为将比通常更多的电力向电力系统供给的运转模式。而且,向该运转模式的切换从系统频率降低起在短时间(数秒以内)进行,必须使降低的系统频率迅速恢复。另外,在构成风电场 310 的多个风力发电装置 304 发生故障的情况或风况发生变化的情况等下,为了稳定地供给电力而有时要求风力发电装置 304 的控制迅速地变更。

[0019] 但是,在上述现有的控制方法中,由于通过风电场控制器 300 生成所有用于控制多个风力发电装置 304 的指令值,所以在风电场 310 由数十~数百这样多个风力发电装置 304 构成的情况下,风电场控制器 300 的指令值的生成耗费时间。另外,各风车控制装置 308 将各风力发电装置 304 的风车数据向风电场控制器 300 发送,但由于风电场控制器 300 为一台一台地按顺序接收,故而风车数据中产生时间延迟。因此,在现有的对风力发电装置的控制中,有时不能迅速地对构成风电场 310 的风力发电装置 304 进行控制变更。

发明内容

[0020] 本发明是鉴于这种情况而创立的,其目的在于,提供可根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制的变更的风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法。

[0021] 为了解决所述课题,本发明的风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法采用以下发明。

[0022] 本发明第一方面的风力发电装置的控制装置,设置于构成风电场的多个风力发电装置的每一个上,具备:发送单元,将与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据发送到其它所述风力发电装置;接收单元,接收从其它所述风力发电装置发送来的与该其它所述风力发电装置相关的数据;及控制单元,基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

[0023] 根据本发明,构成风电场的多个风力发电装置的每一个上设置有控制装置,通过该控制装置所具备的发送单元将与作为控制对象的风力发电装置相关的数据向其它所述风力发电装置发送,且通过接收单元接收与其它风力发电装置相关的数据。

[0024] 由此,设于各风力发电装置上的控制装置共用与构成风电场的其它风力发电装置相关的数据。另外,与风力发电装置相关的数据是指从风力发电装置输出的电力的频率、电压、电流、有效电力、无效电力、功率因数、叶片的桨距角、转子的转速、运转模式、风速、风向、液压、温度、对预先确定的设备作用的载荷、各种传感器的异常的有无、警报、及其它运

转状态等。即,与风力发电装置相关的数据表示风力发电装置的运转状况。

[0025] 而且,利用控制单元,基于与作为控制对象的风力发电装置相关的数据、及由接收单元接收到的与其它风力发电装置相关的数据来控制作为控制对象的风力发电装置。因此,控制单元根据其它风力发电装置的运转状况、换言之根据风电场的运转状况来控制作为控制对象的风力发电装置。另外,对于控制装置,由于对每个风力发电装置设置,所以风力发电装置的控制难以产生时间延迟。

[0026] 如以上说明,构成风电场的各风力发电装置通过分别设置的控制装置,基于与自身相关的数据及与其它风力发电装置相关的数据被单独地控制。因此,本发明可以根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更。

[0027] 另外,本发明的控制装置也可以为,多个所述风力发电装置基于预先确定的基准分成多组,所述接收单元接收与作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据,所述控制单元基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与作为控制对象的所述风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据,来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

[0028] 根据本发明,多个所述风力发电装置基于预先确定的基准分成多组。另外,预先确定的基准是指设置风力发电装置的位置、风速、及风力发电装置有无故障。

[0029] 而且,通过接收单元接收与作为控制对象的风力发电装置所属的组中包含的其它所述风力发电装置相关的数据。

[0030] 由此,控制单元基于与作为控制对象的风力发电装置所属的组中包含的其它风力发电装置相关的信息来控制作为控制对象的风力发电装置,因此,本发明能够更迅速且高效地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更。

[0031] 另外,本发明的控制装置也可以为,所述基准可根据风况或所述风力发电装置的运转状态进行变更。

[0032] 根据本发明,用于将多个风力发电装置分成多组的基准可根据风况或风力发电装置的运转状态进行变更,因此,可以根据风电场的状况变更分组的风力发电装置,能够更有效地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更。

[0033] 另外,变更组的情况是指例如在风力发电装置发生了故障的情况、风况发生了变化的情况等。

[0034] 另外,本发明的控制装置也可以为,与所述风力发电装置相关的数据中包含该风力发电装置的风速及风向,所述控制单元根据与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据,生成所述风电场内的风向及风速中至少任意一个的分布,且基于所生成的该分布来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

[0035] 根据本发明,基于根据与风力发电装置相关的数据生成的风电场内的风向及风速中至少任意一个的分布来控制作为控制对象的风力发电装置,因此,可以根据时刻变化的风电场的风况更迅速地进行风力发电装置的控制变更。

[0036] 另外,本发明提供一种风电场,具备分别设有如上所述的控制装置的多个风力发电装置。

[0037] 根据本发明,构成风电场的多个风力发电装置分别设有上述记载的控制装置,因

此,本发明中可以根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更。

[0038] 另外,本发明的风电场也可以为,具备管理与多个所述风力发电装置相关的数据的管理装置,设置于多个所述风力发电装置的每一个上的所述控制装置中的规定的控制装置所具备的所述发送单元,将与作为该规定的控制装置的控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及由所述接收单元接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据发送到所述管理装置。

[0039] 根据本发明,管理装置从规定的控制装置接收与风力发电装置相关的数据,因此,不需要从构成风电场的全部多个风力发电装置的控制装置接收与风力发电装置相关的数据。因此,本发明能够降低与管理装置的各种数据的发送接收相关的处理负荷。

[0040] 另外,本发明的风力发电装置的控制方法,由设置在构成风电场的多个风力发电装置的每一个上的控制装置进行控制,其中,包括:第一工序,进行与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据向其它所述风力发电装置的发送、及从其它所述风力发电装置发送来的与该其它所述风力发电装置相关的数据的接收;及第二工序,基于与作为控制对象的所述风力发电装置相关的数据、及接收到的与其它所述风力发电装置相关的数据,来控制作为控制对象的所述风力发电装置。

[0041] 根据本发明,构成风电场的各风力发电装置通过分别设置的控制装置,基于与自身相关的数据及与其它风力发电装置相关的数据被单独地控制。因此,本发明可以根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更。

[0042] 根据本发明,具有可以根据风电场的运转状况更迅速地进行构成风电场的风力发电装置的控制变更的优良的效果。

附图说明

[0043] 图 1 是表示本发明实施方式的风电场的构成的块图;

[0044] 图 2 是表示本发明实施方式的风车控制装置的构成的块图;

[0045] 图 3 是表示由本发明实施方式的副控制装置执行的可变参数运算程序的处理的流程的流程图;

[0046] 图 4 是表示由本发明实施方式的副控制装置执行的风况预测程序的处理的流程的流程图;

[0047] 图 5 是表示本发明实施方式的风况图之一例的图;

[0048] 图 6 是在本发明实施方式的风电场中以输电线为基准对风力发电装置进行了分组后的情况的示意图;

[0049] 图 7 是在本发明实施方式的风电场中以风速为基准对风力发电装置进行了分组后的情况的示意图;

[0050] 图 8 是表示在本发明实施方式的风电场中风力发电装置发生了故障的情况下的风力发电装置的分组的示意图;

[0051] 图 9 是对于现有的风电场的风车控制装置和风电场控制器之间的数据的流向进行说明所需的图。

具体实施方式

[0052] 下面,参照附图对本发明的风力发电装置的控制装置、风电场、及风力发电装置的控制方法之一实施方式进行说明。

[0053] 图 1 是表示本发明实施方式的风电场 10 的整体构成的图。风电场 10 具备:风电场控制器(以下称为“WFC”。)12,管理风电场 10 整体的控制,例如由 SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition:数据采集与监控系统)构成;多个风力发电装置 16-1~n,通过具备多个叶片的转子的旋转进行发电并经由变压器 14 与系统连接;及风车控制装置 18-1~n,分别设置于多个风力发电装置 16 上。

[0054] 另外,在以下的说明中,在将各风力发电装置 16 进行区分的情况下,在标号的末尾标注 1~n 中任一个,在不将各风力发电装置 16 进行区分的情况下,省略 1~n。另外,在将风车控制装置 18 进行区分的情况下,在标号的末尾标注 1~n 中任一个,在不将风车控制装置 18 进行区分的情况下,省略 1~n。

[0055] WFC12 具备通信处理部 20A、20B、数据处理部 22、显示处理部 24、及数据库 26。

[0056] 通信处理部 20A 接收如下所述对风电场 10 的指令值,即从设于电力公司等上位控制器 50 发送的表示向电力系统供给的有效电力的目标值的系统有效电力指令值 Pnet_dem(在系统连结点的指令值)、及表示向电力系统供给的无效电力的目标值的系统无效电力指令值 Qnet_dem(在系统连结点的指令值)等。另外,通信处理部 20A 接收从风车控制装置 18 发送的与风力发电装置 16 相关的数据即风车数据。

[0057] 另外,风车数据是指从风力发电装置 16 输出的电力的频率、电压、电流、有效电力、无效电力、功率因数、叶片的桨距角、转子的转速、运转模式、风速、风向、液压、温度、对预先确定的设备作用的载荷、各种传感器异常的有无、警报、及其它运转状态等。即,风车数据表示风力发电装置 16 的运转状况。

[0058] 另一方面,通信处理部 20B 经由变电所 30 接收风电场 10 向电力系统供给的电力的频率、电压、有效电力、无效电力等计测数据。另外,变电所 30 通过数据处理/通信处理部 31 检测系统连结点的上述计测数据。

[0059] 数据处理部 22 进行经由通信处理部 20A、20B 接收到的各种数据向数据库 26 的存储、存储于数据库 26 的各种信息的读出等对各种数据的各种处理。即,WFC12 通过数据处理部 22 及数据库 26 进行风车数据的管理。

[0060] 而且,通信处理部 20A 向各风车控制装置 18(本实施方式中为后述的主风车控制装置 18M)发送来自上位控制器 50 的在系统连结点的指令值、及来自变电所 30 的系统连结点的计测数据。各风车控制装置 18 接收到来自上位控制器 50 的指令值及来自变电所 30 的计测数据后,运算分别以自身为控制对象的风力发电装置 16 的指令值。

[0061] 显示处理部 24 对存储于数据库 26 的各种数据以能够在设于客户 PC(Personal Computer:个人电脑)52 上的图像显示装置进行显示的方式进行处理,并且将处理后的各种数据经由通信处理部 20A 向客户 PC52 发送。

[0062] 在此,本实施方式中,构成风电场 10 的风力发电装置 16 分组为多个组。另外,一个组中包含的风力发电装置 16 的数量例如为 10 台以下,图 1 中作为一例表示将风力发电装置 16 每 5 台分一组的情况。

[0063] 而且,风车控制装置 18 从作为控制对象的风力发电装置 16 所属的组中包含的其

它风力发电装置 16 的风车控制装置 18 接收该其它风力发电装置 16 的风车数据。另外,作为风车控制装置 18 控制对象的风力发电装置 16 是指与图 1 所示的风车控制装置 18 的末尾的编号相同的风力发电装置 16,风力发电装置 16 和风车控制装置 18 为一对一的关系。

[0064] 图 2 是表示本实施方式的风车控制装置 18 的构成和风电场内的数据的交换的块图。

[0065] 风车控制装置 18 具备通信处理部 40、副控制装置 42、主控制装置 44、及存储部 46。

[0066] 通信处理部 40 将作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据向其它风车控制装置 18 发送,并且接收从其它风车控制装置 18 发送来的该其它风力发电装置 16 的风车数据。另外,通信处理部 40 经由风电场控制器 12 接收来自上位控制器 50 的指令值及来自变电所 30 的计测数据。

[0067] 另外,本实施方式的通信处理部 40 向与作为控制对象的风力发电装置 16 相同的组中包含的其它风车控制装置 18 同时发送(广播发送或多点发送)作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据。因此,通信处理部 40 接收同一组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据。

[0068] 另外,各组中设定有用于与其它组进行通信的风车控制装置 18(以下称为“主风车控制装置 18M”)。图 1 的例中,将风车控制装置 18-1、6、…、n-4 设为主风车控制装置 18M。

[0069] 主风车控制装置 18M 经由通信处理部 40 将同一组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据向其它组的主风车控制装置 18M 发送,并且从其它组中包含的主风车控制装置 18M 接收其它组中包含的风力发电装置 16 的风车数据。而且,主风车控制装置 18M 经由通信处理部 40 向同一组中包含的其它风车控制装置 18 发送接收到的其它组中包含的风力发电装置 16 的风车数据。由此,各风车控制装置 18 共用构成风电场 10 的其它风力发电装置的风车数据。

[0070] 另外,主风车控制装置 18M 将作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据与同一组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据一同发送到 WFC12。另一方面,WFC12 将来自上位控制器 50 的在系统连节点的指令值及来自变电所 30 的计测数据向主风车控制装置 18M 发送,主风车控制装置 18M 向同一组中包含的其它风车控制装置 18 发送上述指令值及计测数据。由此,WFC12 在与主风车控制装置 18M 之间进行各种数据的发送接收,因此,不需要与构成风电场 10 的多个风力发电装置 16 分别进行用于计算向各风力发电装置 16 的指令值的各种数据的发送接收,从而与各种数据的发送接收相关的处理负荷降低。

[0071] 另外,对在各装置间发送接收的风车数据附加有表示取得数据的日期和时间的时标。本实施方式的风车控制装置 18 作为一例每隔预先确定的时间间隔(例如每 0.1 秒间隔)对其它风车控制装置 18 发送风车数据。

[0072] 另外,各装置间的各种数据的通信可以是有线通信,也可以是无线通信,但例如优选使用 NASPI(North American Synchro Phasor Initiative:北美同步相量倡议)等提倡的通信方式、由 IEC61850 规定的通信方式、实时系统用的数据分布服务(Data Distribution Service)等进行。

[0073] 副控制装置 42 基于来自上位控制器 50 的指令值、来自变电所 30 的计测数据、及

作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据、及其它风力发电装置 16 的风车数据,进行计算用于控制作为控制对象的风力发电装置 16 的可变参数的可变参数运算处理。

[0074] 而且,主控制装置 44 基于由副控制装置 42 计算出的可变参数生成指令值,进行作为控制对象的风力发电装置 16 的控制。

[0075] 另一方面,存储部 46 具备半导体存储装置或磁存储装置,存储有后述的运算程序及风况预测程序等各种程序、各种数据。

[0076] 在此,参照图 3 对由副控制装置 42 进行的可变参数运算处理的详细进行说明。

[0077] 图 3 是表示进行可变参数运算处理时由副控制装置 42 执行的可变参数运算程序的处理的流程的流程图,可变参数运算程序被预先存储于存储部 46 的规定区域。另外,本程序与风电场 10 的运转的开始一同开始。

[0078] 首先,步骤 100 中,直至接收到来自其它风车控制装置 18 的风车数据之前为待机状态,在接收到风车数据时转移到步骤 102。另外,在此所说的接收到风车数据的情况是指从同一组中包含的全部风车控制装置 18 接收到数据、且从其它组的主风车控制装置 18M 接收到同时刻的其它组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据的情况。

[0079] 步骤 102 中,直至从变电所 30 接收到作为风电场 10 整体向电力系统供给的电力的计测数据之前为待机状态,在接收到计测数据时转移到步骤 104。另外,本步骤中接收的计测数据为与在步骤 100 中接收的风车数据同时刻的计测数据。

[0080] 步骤 104 中,计算可变参数。在本步骤中,基于作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据、同一组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据、及其它组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据,参照从变电所 30 接收到的计测数据(例如反馈),计算作为控制对象的风力发电装置 16 的可变参数。

[0081] 另外,可变参数的计算除了使用各风力发电装置 16 的每一个的风车数据外,例如还可以使用运转模式的初期设定值、运转模式用参数的初期设定值、成组的风力发电装置 16 的号机组合信息、风电场 10 内的风况信息(为后述的风况图及风况预测图,风况的预测值、风况的实测值、及预测值和实测值之间的误差)等。另外,这些信息对于各风力发电装置 16 共通,被存储于存储部 46。

[0082] 另外,上述运转模式存在通常运转模式、频率支持优先模式、电压支持优先模式、纵向风削减模式、输出削减模式等。

[0083] 频率支持优先模式是指用于使降低的系统频率恢复的运转模式。另外,电压支持优先模式是指用于使降低的系统电压恢复的运转模式。纵向风削减模式是指用于避免其它的风力发电装置 16 处于上风时其后流的风的紊乱造成的影响的运转模式。输出削减模式是指指定时间及输出且用于限制风力发电装置 16 的输出的运转模式。

[0084] 另外,运转模式用的参数为频率偏差、电压偏差、纵向风停止条件、输出限制设定、缓变率(ramp rate)设定、压降(Droop)设定、死区(Deadband)设定等。

[0085] 频率偏差是指根据相对于电力系统的基准频率(因地域而不同,为 50Hz 或 60Hz)的电力供给公司所示的指导原则、系统要求规定求出的从发电所(发电装置)输出的频率的容许偏差量。电压偏差是指将电力系统侧的额定电压(因风电场、地域而不同。)、风力发电装置 16 的额定输出电压(取决于风车形状。)的额定值设为 1p. u 时,根据电力供给公司所示的指导原则、系统要求规定求出的输出时的电压的容许偏差量(如 0.9p. u、1.1p. u

那样表现。)。输出限制设定是指为了将系统频率以及系统电压维持在指导原则、规定范围内(容许偏差内)而从风力发电装置 16 输出的有效电力、无效电力的控制设定量。缓变率是指在输出限制时控制为目标值之前的变化率。压降设定是指根据发电机输出和发电机频率的特性曲线得到的调速率。死区设定是指在要求 Primary Frequency Response (PFR) 的电力系统中相对于基准频率(例如美国为 60Hz)容许的频率范围。例如在死区以 0.036Hz 进行设定时,容许的频率范围为 59.964Hz ~ 60.036Hz。

[0086] 而且,本步骤中计算出的可变参数为转子的最佳转速、叶片的桨距角、输出值、机舱的回转方向、进行输出限制时的输出限制量(减载量)等。

[0087] 另外,本步骤中,基于同一组及其它组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据,仅以各组内的风力发电装置 16 为对象计算可变参数,以使配电损失最小化、电压下降最小化、及载荷最小化等为最佳。另一方面,本步骤中,也通过使用同一组及其它组中包含的风力发电装置 16 的风车数据计算如下可变参数,即使运转停止的运转指令值、切换运转模式的切换指令值等对其它风力发电装置 16 的运转也产生影响的可变参数。

[0088] 在下一步骤 106 中,将在步骤 104 计算出的可变参数向主控制装置 44 发送,结束本程序。主控制装置 44 中,基于接收到的可变参数生成用于控制风力发电装置 16 的指令值,且基于生成的指令值发控制风力发电装置 16。

[0089] 这样,风车控制装置 18 不等待由 WFC12 的处理而根据其它风力发电装置 16 的运转状况、换言之根据风电场 10 的运转状况来控制作为控制对象的风力发电装置 16。

[0090] 另外,风车控制装置 18 对于每个风力发电装置 16 设置,所以相比由 WFC12 生成用于各风力发电装置 16 的控制的指令值,风力发电装置 16 的控制很难产生时间延迟。

[0091] 另外,在本实施方式的风电场 10 中,进行预测风电场 10 内的风况的风况预测处理。

[0092] 图 4 是表示在进行风况预测处理时通过副控制装置 42 执行的风况预测程序的处理的流程的流程图,风况预测程序被预先存储于存储部 46 的规定区域。另外,本程序在风电场 10 开始运转的同时开始进行。另外,风况预测处理也可以由各风车控制装置 18 进行,且也可以仅由预先确定的风车控制装置 18 进行。

[0093] 首先,在步骤 200 中,从存储部 46 读出风况图。另外,在存储部 46 中未存储必要的风况图的情况下,从其它风车控制装置 18 读出存储于该风车控制装置 18 的风况图。

[0094] 在下一步骤 202 中,在接收到来自其它风车控制装置 18 的风车数据之前为待机状态,在接收到风车数据时转移到步骤 204。另外,在此所说的接收到风车数据的情况是指从所有的同一组中包含的风车控制装置 18 接收风车数据和从其它组的主风车控制装置 18M 接收同时刻的其它组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据的情况。

[0095] 在步骤 204 中,基于将设置各风力发电装置 16 的纬度、经度、及标高与用于识别风力发电装置 16 的号机编号建立关联的风车位置表数据、及各风力发电装置 16 的风车数据,更新通过在步骤 200 读出的风况图表示的风速及风向的信息,将更新后的风况图存储于存储部 46。另外,风车位置表数据被预先存储于存储部 46。

[0096] 另外,作为风况图的具体例,将各风力发电装置 16 的号机编号、纬度、经度、标高、风速、风速及风向的测定日期和时间建立关联。风况图也可以每隔规定时间间隔(例如每 0.1 秒)生成。

[0097] 另外, 风况图如图 5 的一例所示, 例如在客户 PC52 的图像显示装置中显示风电场 10 内的风况的情况下, 也可以进行如下处理以在视觉上能够容易地辨别风况 (风向及风速的分布), 所述处理为用黑点表示风力发电装置 16 的纬度及经度, 用黑点上付加的箭头的朝向表示风向, 并且用箭头的长度表示风速。

[0098] 在下一步骤 206 中, 通过计算规定时间后 (例如 0.2 秒后) 的风电场 10 内的风况, 得到预测了规定时间后的风电场 10 内的风况的预测值。具体而言, 例如读出多个存储于存储部 46 的每规定时间间隔的过去的风况图, 基于由读出的多个风况图表示的风速及风向、以及当前位置预测和实测的偏差来计算规定时间后的风电场 10 内的风况的预测值。

[0099] 而且, 本步骤中, 基于算出的风况的预测值生成与上述的风况图相同的风况预测图, 结束本程序。另外, 在风况预测图中, 在实测了风况预测图表示的规定时间后的风况的情况下, 也可以与该实测值一同新追加实测值和预测值之间的误差。该误差在下次预测时利用。

[0100] 在风况预测图由预先确定的风车控制装置 18 生成的情况下, 风况预测图被发送到与该风车控制装置 18 同一组中包含的其它风车控制装置 18、及其它组的主风车控制装置 18M。

[0101] 各风车控制装置 18 也使用接收到的风况预测图计算用于控制风力发电装置 16 的可变参数。由此, 各风车控制装置 18 生成由风况预测图表示的规定时间后的桨距角指令值及转速指令值等指令值。因此, 风车控制装置 18 可以根据时刻变化的风电场的风况更迅速地变更风力发电装置 16 的控制, 且进行高效的运转。

[0102] 另外, 风况图是通过从风车数据读出风速及风向而可以容易地生成的图, 因此, 各风车控制装置 18 也可以不生成风况预测图而仅生成风况图, 且也可以使用所生成的风况图计算用于控制风力发电装置 16 的可变参数。

[0103] 其次, 参照图 6 ~ 8 说明风力发电装置 16 的分组的例子。构成本实施方式的风电场 10 的多个风力发电装置 16 基于预先确定的基准分组成多个组。另外, 预先确定的基准可以根据风况及风力发电装置 16 的运转状况进行变更。图 6 ~ 8 中, 将各风力发电装置 16 间连结的虚线 60 表示在各组内进行风车数据的发送接收的通信线路。

[0104] 图 6 表示设分组的基准为连接各风力发电装置 16 的输电线 62 并将风力发电装置 16 分组的情况, 各风力发电装置 16 中, 按照与同一输电线 62 连接的风力发电装置 16 成组化。这样, 在以输电线 62 为基准分组时, 容易地应对输电线 62 的检修、及切断等输电线的异常的发生、以及与输电线 62 之下相连的风力发电装置 16 同时故障的异常的发生。

[0105] 图 7 是表示以风速的大小为分组的基准对风力发电装置 16 进行分组的情况的示意图, 各风力发电装置 16 中, 对附近的风速相同的每个风力发电装置 16 分组。该情况下, 例如为使风速高的组中包含的风力发电装置 16 与系统频率的降低相对应, 而设定为限制更多的有效电力而运转的频率支持优先模式, 为使风速低的组中包含的风力发电装置 16 与系统电压的降低相对应, 而设定为可将无效电力向电力系统供给的电压支持优先模式等, 与风速相对应的风力发电装置 16 的输出调节控制变得容易。

[0106] 图 8 是表示以风力发电装置有无发生故障为分组的基准对风力发电装置进行分组的情况的示意图。图 8 的例中表示的是下述情况, 各风力发电装置 16 如图 6 所示, 被分为每 4 台一组, 在风力发电装置 16-2 ~ 4 发生故障的情况下, 仅将风力发电装置 16-1 设为

一组的情况在进行输出调节控制时效率差,因此,将风力发电装置 16-1 编入风力发电装置 16-5 ~ 8 的组中。

[0107] 另外,作为分组的基准,不限于上述的基准,也可以使用风向、风力发电装置 16 的输出的大小、及对风力发电装置 16 作用的载荷的大小等其它基准。

[0108] 另外,分组的基准可根据风况或风力发电装置 16 的运转状态进行变更。

[0109] 具体而言,根据分组信息(当前的分组的基准、及分组的风力发电装置 16 的号机编号)、各风力发电装置 16 的风车数据、风况信息等判断分组基准有无变更。另外,该判断例如通过预先确定的风车控制装置 18(例如主风车控制装置 18M)进行。而且,在判断为需要变更分组基准时,由上述风车控制装置 18 生成新的分组基准、表示分组的风力发电装置 16 的号机编号的组的信息、表示作为各组的主风车控制装置 18M 的号机编号、及每一组的运转模式的信息等,并发送到其它风车控制装置 18。另外,上述信息由于也被发送到 WFC12,所以 WFC12 可以识别发送接收各种信息的主风车控制装置 18M。

[0110] 如以上说明,本实施方式的风车控制装置 18 分别设置于构成风电场 10 的多个风力发电装置 16 上,将作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据发送到其它风力发电装置 16 的风车控制装置 18,从其它风力发电装置 16 的风车控制装置 18 接收与该其它风力发电装置 16 相关的风车数据。而且,风车控制装置 18 基于作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据、及其它风力发电装置 16 的风车数据,来控制作为控制对象的风力发电装置 16,因此,可以根据风电场的运转状况更迅速地变更构成风电场的风力发电装置的控制。

[0111] 另外,风力发电装置 16 的控制不需要在 WFC12 下的指令值的运算,因此,即使 WFC12 发生故障,也能够维持由风电场 10 进行的发电。

[0112] 另外,本实施方式的风力发电装置 16 基于预先确定的基准分成多组。

[0113] 而且,本实施方式的风车控制装置 18 中,接收作为控制对象的风力发电装置 16 所属的组中包含的其它风力发电装置 16 的风车数据,且基于作为控制对象的风力发电装置 16 的风车数据、及接收到的上述风车数据来控制作为控制对象的风力发电装置 16,因此,能够更迅速且高效地进行构成风电场 10 的风力发电装置 16 的控制的变更。

[0114] 另外,风车控制装置 18 基于风力发电装置 16 的风车数据中包含的风电场内的风向及风速的分布来控制作为控制对象的风力发电装置 16,因此,可以根据时刻变化的风电场的风况更迅速地进行风力发电装置的控制的变更。

[0115] 另外,对于 WFC12,由于从主风车控制装置 18M 接收风力发电装置 16 的风车数据,因此,不需要从所有构成风电场 10 的多个风力发电装置 16 接收风车数据,从而降低与 WFC12 的各种数据的发送接收相关的处理负荷。

[0116] 如上,使用上述实施方式说明了本发明,但本发明的技术范围不限于上述实施方式所述的范围。在不脱离本发明主旨的范围内可对上述实施方式进行多种变更或改良,进行了该变更或改良的形式也包含于本发明的技术范围。

[0117] 例如,在上述实施方式中,对将构成风电场 10 的多个风力发电装置 16 分成多组的情况进行了说明,但本发明不限于此,也可以为不对风力发电装置进行分组的形式。

[0118] 另外,在上述实施方式中,对风车控制装置 18 根据各风力发电装置 16 的风速及风向生成风况图及风况预测图的情况进行了说明,但本发明不限于此,也可以为风车控制装置 18 仅根据各风力发电装置 16 的风速及风向中任一方生成风况图及风况预测图的形式。

另外,也可以根据标高及温度数据对风况图及风况预测图增加空气密度量。

[0119] 另外,在上述实施方式中,对各风车控制装置 18 从变电所 30 接收从系统连结点检测到的计测数据的情况进行了说明,但本发明不限于此,例如也可以为各风车控制装置 18 从变电所 30 经由 WFC12 及主风车控制装置 18M 接收计测数据的形式。

[0120] 标号说明

[0121] 10 风电场

[0122] 12WFC(风电场控制器)

[0123] 16 风力发电装置

[0124] 18 风车控制装置

[0125] 40 通信处理部

[0126] 42 副控制装置

[0127] 44 主控制装置

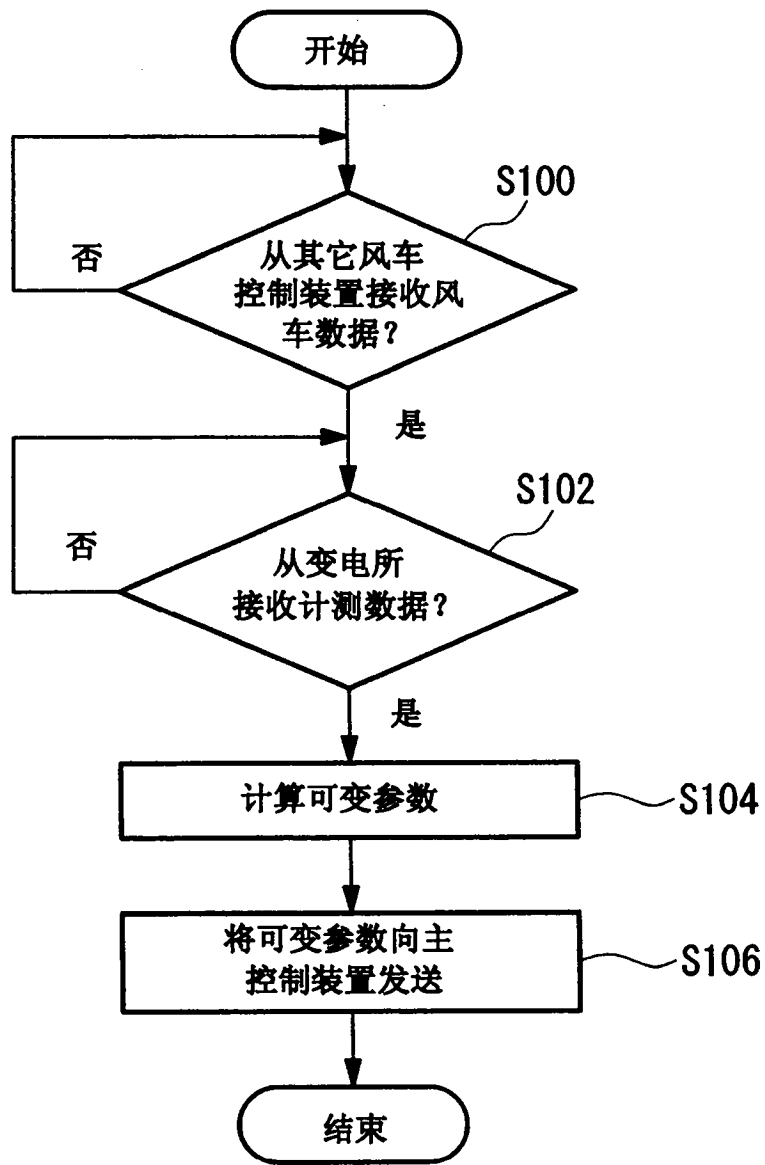


图 3

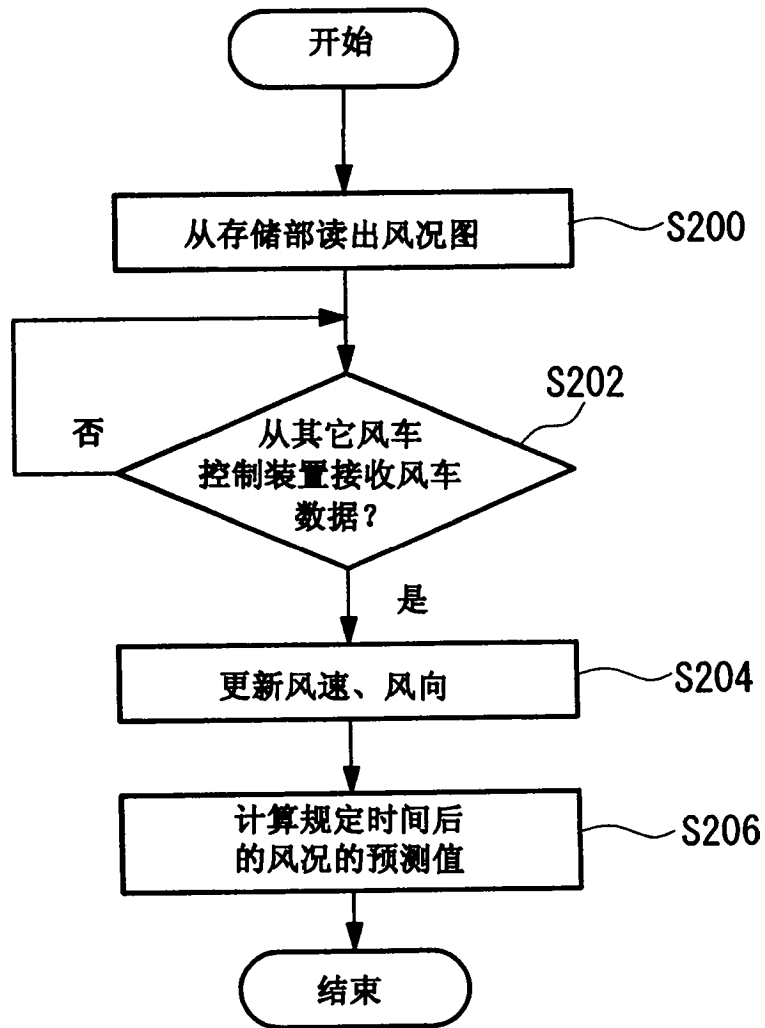


图 4

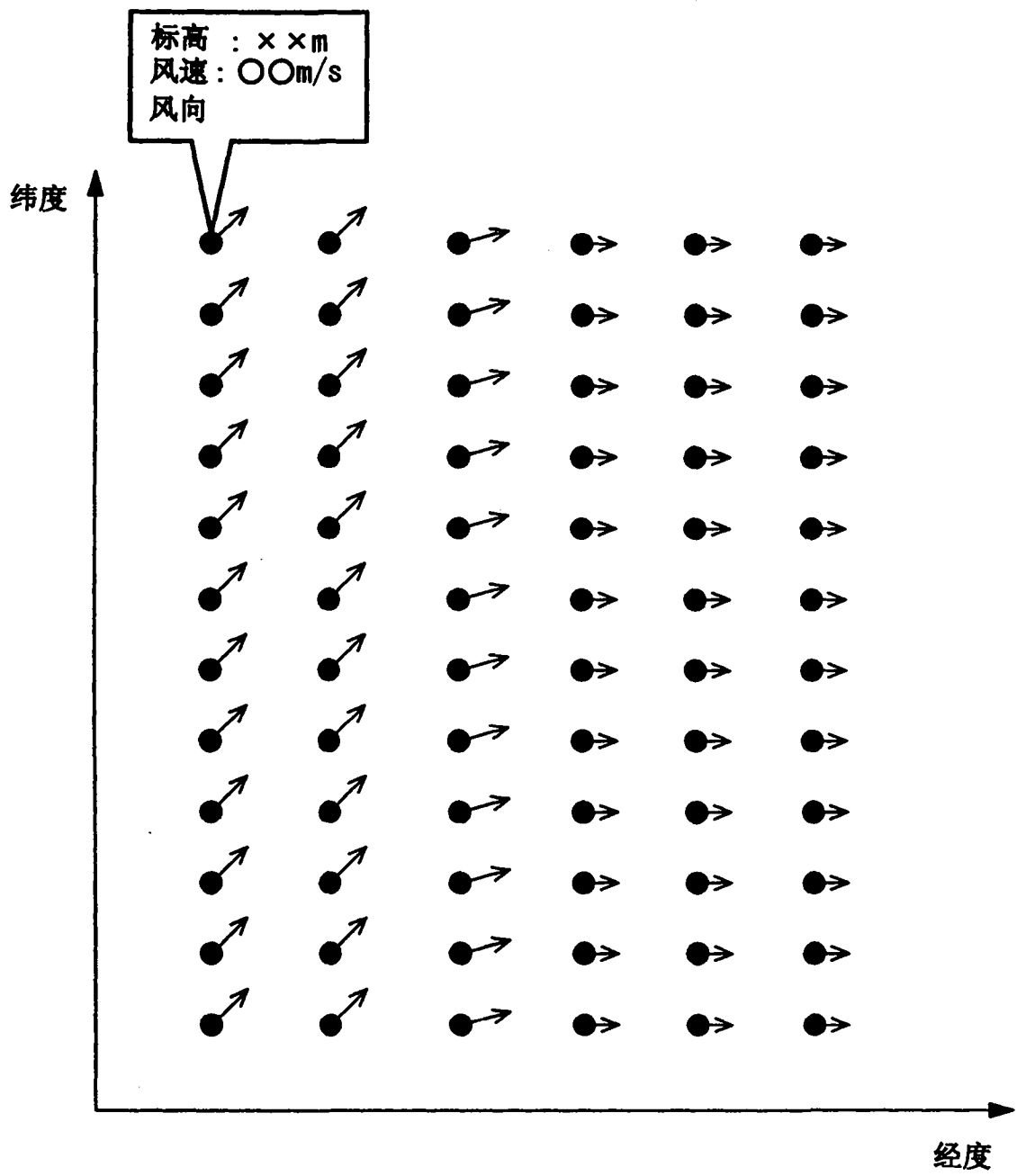


图 5

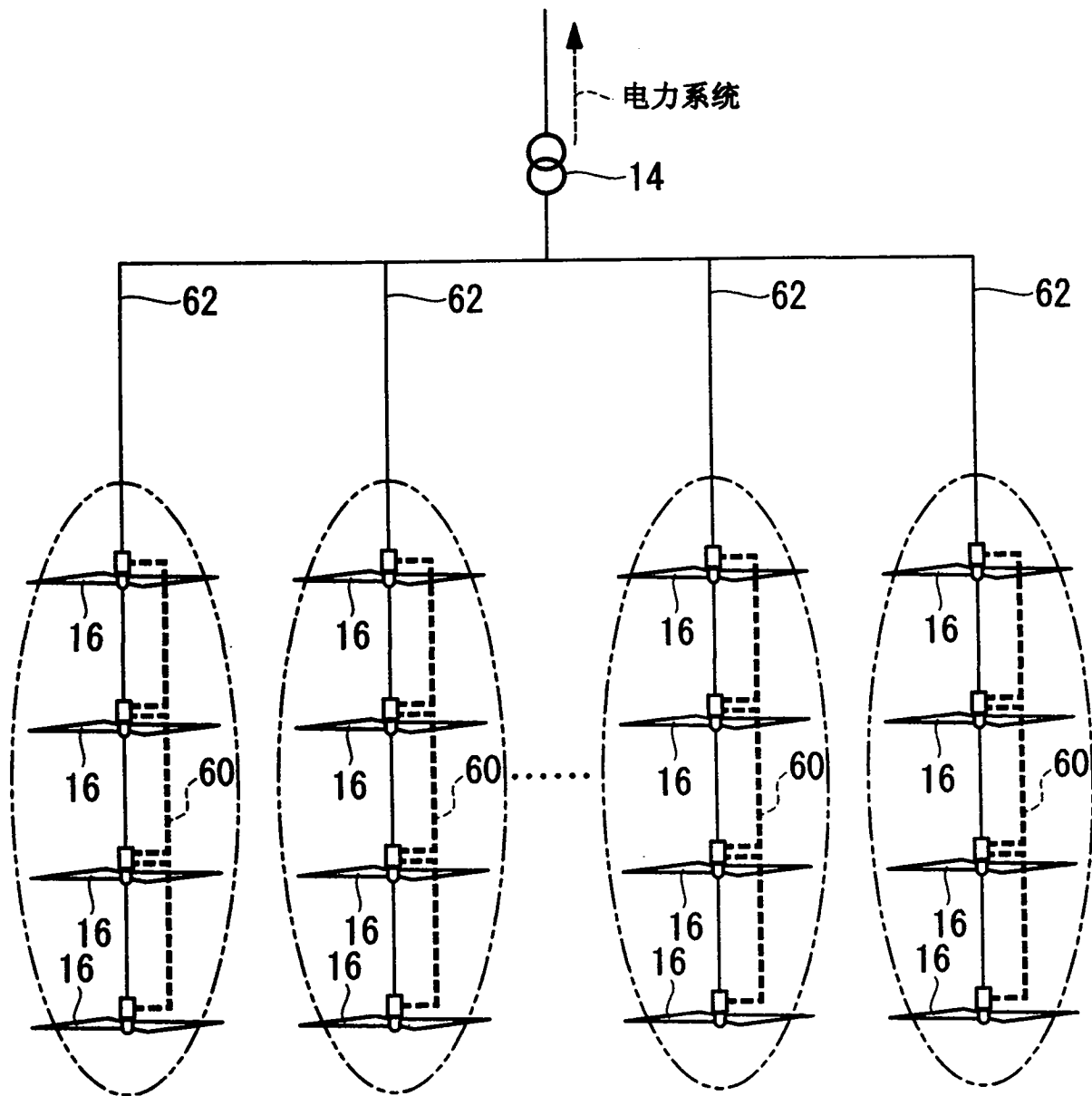


图 6

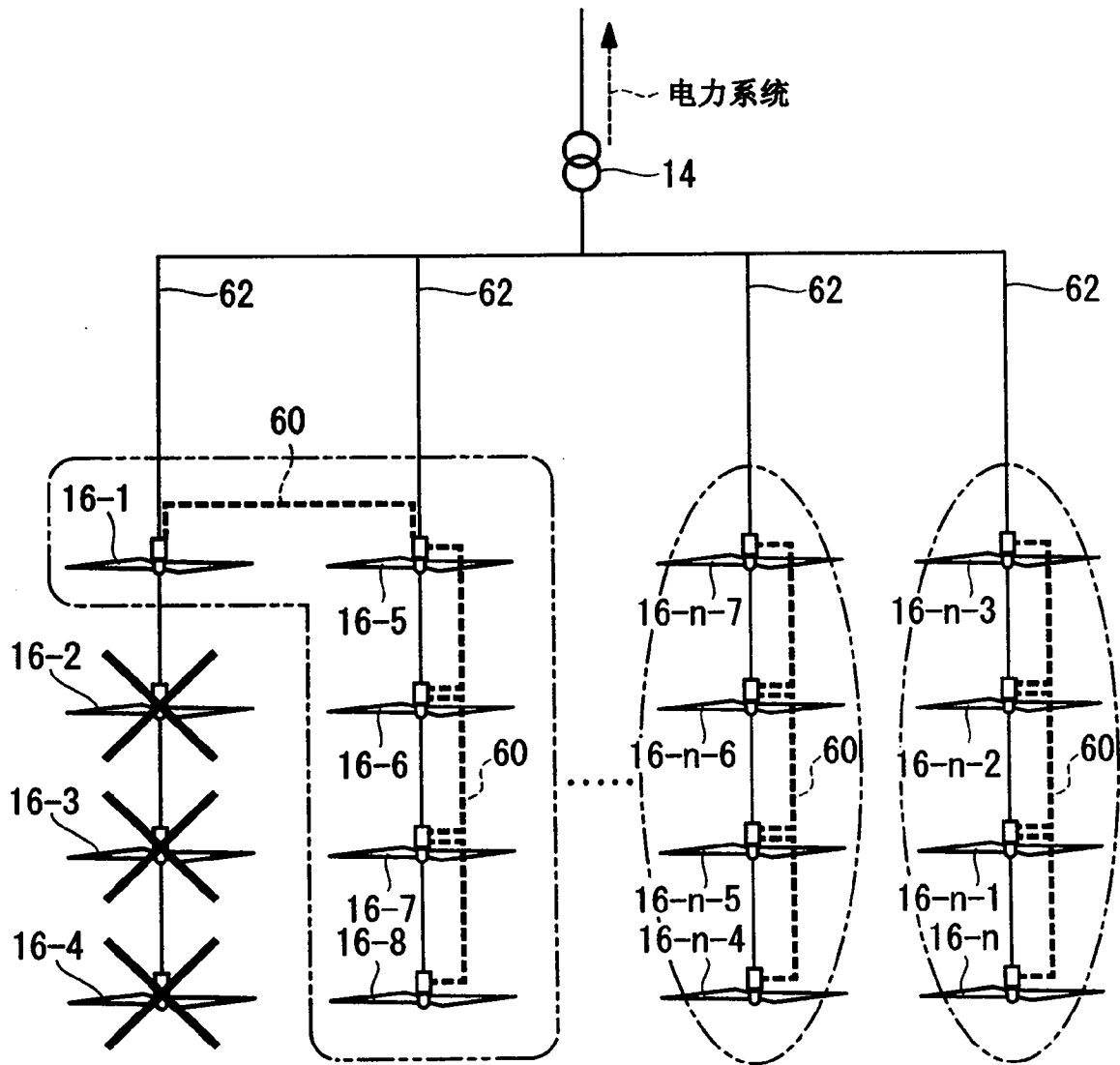


图 8

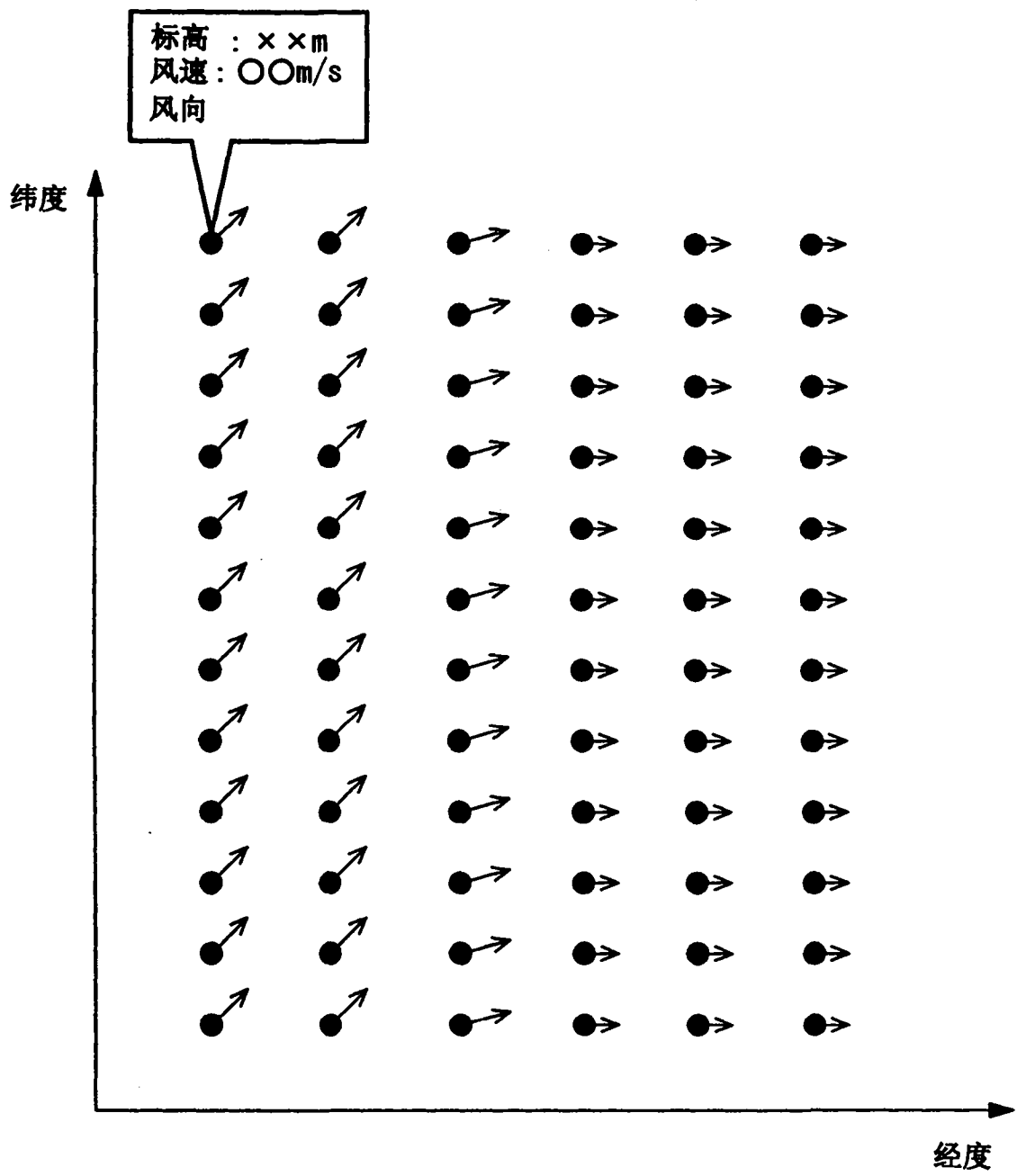


图 9