



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102694382 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201210075517. 8

(22) 申请日 2012. 03. 21

(30) 优先权数据

11158992. 5 2011. 03. 21 EP

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 J. 贝克 K. D. H. 马德森

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 薛峰

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006. 01)

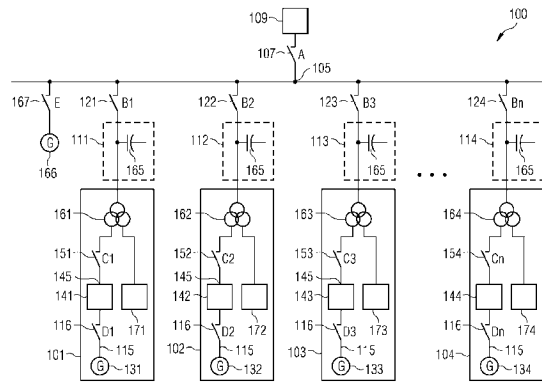
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

与公用电网断开期间控制电能生产设施操作的方法和装置

(57) 摘要

本发明涉及与公用电网断开期间控制电能生产设施操作的方法和装。具体地,描述了一种特别是在能量将被传输到的公用电网(109)故障期间操作包括至少一个风力涡轮机(101, 102, 103, 104)的电能生产设施(100)的方法,所述方法包括:将公用电网(109)从风力涡轮机(101, 102, 103, 104)断开;经由电缆(111, 112, 113, 114)将外部发电机(166)连接到风力涡轮机的辅助设备(171, 172, 173, 174),以将有功功率(P)传输给辅助设备,其中所述电缆连接到风力涡轮机的变换器(141, 142, 143, 144),所述变换器支持无功功率(Q)。进一步描述了相应的装置。



1. 一种特别是在能量将被传输到的公用电网(109)故障期间操作电能生产设施(100)的方法,其中所述电能生产设施包括至少一个风力涡轮机(101,102,103,104),所述方法包括:

- 将所述公用电网(109)从所述风力涡轮机(101,102,103,104)断开;
- 经由电缆(111,112,113,114)将外部发电机(166)连接到所述风力涡轮机的辅助设备(171,172,173,174),以将有功功率(P)传输给所述辅助设备;

其中所述电缆经由变压器(161,162,163,164)连接到所述风力涡轮机的变换器(141,142,143,144),其中所述变换器支持无功功率(Q)。

2. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

- 将所述外部发电机(166)到所述风力涡轮机的所述辅助设备(171,172,173,174)之后,将所述变换器(141,142,143,144)连接到所述电缆(111,112,113,114)。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,进一步包括:

- 由所述外部发电机(166)在所述电缆(111,112,113,114)的至少两个导体之间施加电压,以将能量供应给所述辅助设备(171,172,173,174),从而产生无功功率。

4. 根据权利要求3所述的方法,进一步包括:

- 由连接到所述电缆(111,112,113,114)的所述变换器(141,142,143,144)吸收产生的无功功率(Q)。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,进一步包括:

- 经由另一电缆(111,112,113,114)将所述外部发电机(166)连接到包括在所述电能生产设施中的另一风力涡轮机的另一辅助设备;

- 将所述外部发电机连接到所述另一风力涡轮机的所述另一辅助设备之后,将所述另一风力涡轮机的另一变换器(141,142,143,144)连接到所述另一电缆,其中所述另一变换器支持无功功率。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,进一步包括:

- 在所述外部发电机产生的有功功率(P)比无功功率(Q)多的操作区域(303)中操作所述外部发电机。

7. 根据前一权利要求所述的方法,其中,在所述操作区域中,所述外部发电机产生与无功功率(Q)的至少2倍特别是10倍一样多的有功功率(P)。

8. 根据权利要求6或7所述的方法,其中,在所述操作区域中,所述无功功率(Q)的量小于一阈值。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中传输到所述辅助设备的所述有功功率(P)的量小于由所述电缆(111,112,113,114)产生的所述无功功率(Q)的量,特别是小于由所述电缆(111,112,113,114)产生的所述无功功率(Q)的量的两倍。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述外部发电机(166)吸收的所述无功功率(Q)的量小于所述电缆产生的所述无功功率(Q)的量,特别是小于所述电缆产生的所述无功功率(Q)的量的两倍。

11. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述变换器吸收的所述无功功率的量是所述电缆产生的所述无功功率的量的至少80%,特别地至少90%。

12. 一种在能量将被传输的公用电网断开期间控制电能生产设施操作的装置,其中所

述电能生产设施包括至少一个风力涡轮机,所述装置包括:

- 用于将所述公用电网(109)从所述风力涡轮机(101,102,103,104)断开的开关(107);和
- 用于经由电缆(111,112,113,114)和经由变压器(161,162,163,164)将外部发电机(166)连接到所述风力涡轮机的辅助设备(171,172,173,174)的开关(131,132,133,134),以将有功功率传输给所述辅助设备;

其中所述电缆连接到所述风力涡轮机的变换器,所述变换器支持无功功率(Q)。

13. 根据权利要求 12 所述的装置,进一步包括:

- 适于将有功功率(P)供应给所述辅助设备的所述外部发电机(166)。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的装置,进一步包括:

- 适于消耗由所述电缆(111,112,113,114)产生的无功功率(Q)的所述变换器(166)。

## 与公用电网断开期间控制电能生产设施操作的方法和装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在与能量被传输的公用电网断开期间控制电能生产设施操作的方法和装置,其中所述电能生产设施包括至少一个风力涡轮机。

### 背景技术

[0002] 在公用电网故障(例如短路或失灵)期间,包括一个或多个风力涡轮机的风力发电厂可能因为风力涡轮机不能在正常发电状态下提供其有功功率而与电网断开。公用电网和风力发电厂之间的这种断开也可被称为孤岛(islanding)。倘若风力涡轮机与公用电网断开,风力涡轮机不必在风力涡轮机正常产生能量并向公用电网供应产生的电能的正常发电状态下操作。然而,同样在这种孤岛情况下,风力涡轮机的一些辅助设备,例如用于偏航的偏航发动机、控制设备等,可能因安全原因需要电能进行操作。

[0003] 在传统的系统中,柴油发电机可能被用来向风力涡轮机的辅助设备供应电能。

[0004] 然而,已观察到,在非生产状态,即或例如在公用电网与风力涡轮机断开的情形操作风力涡轮机是困难的或者会引起问题。

[0005] 可能需要在公用电网断开期间控制包括至少一个风力涡轮机的电能生产设施操作的方法和装置,其中,将以可靠的和成本效益好的方式向风力涡轮机的辅助设备提供电能。

### 发明内容

[0006] 该需求通过各独立权利要求所述的主题得以满足。本发明的有利实施例由各从属权利要求描述。

[0007] 根据实施例,提供了一种在能量将被传输到的公用电网的故障期间操作包括至少一个风力涡轮机(特别地,包括风力涡轮机塔、安装在风力涡轮机塔上的吊舱,其中吊舱支撑连接着一个或多个转子叶片的转子轴,其中转子轴也被连接到发电机(变速箱可被连接在转子轴和发电机之间),以将转动能转变成电能,该电能被供应给完全变流器,转换所有的能量以便聚集电网电压和频率)的电能生产设施(被设计用于产生待供应到公用电网的电能,公用电网将电能分配给一个或多个用电设备)的方法。

[0008] 其中,该方法包括:将公用电网从风力涡轮机断开(特别地,利用开关,例如电源开关);经由电缆(包含至少两个特别是三个用于传导至少两相特别是三相的电流、电能或电能量流的导体)将外部发电机(例如内燃机,特别地,柴油发动机)连接(特别地,利用开关,例如电源开关)到(特别是经由变压器)风力涡轮机的辅助设备(例如致动器,例如偏航致动器,转子叶片俯仰角致动器,控制器,测量装置等),以将有功功率(其可通过形成电流、电压和电压与电流之间的夹角的余弦的乘积获得)传输给辅助设备,其中电缆经由变压器(用于将变换器处的低压,例如 600 V 到 800 V 变压成在集电电网处的中压,特别在 5 KV 到 50 KV 之间)连接到风力涡轮机的变换器(用于将连接到转子轴(可能通过传动箱)的风力涡轮机发电机传输的特别可变频率的能量流转换成待传输到公用电网的特别固定频率,例如 50

Hz 或 60 Hz 的能量流),其中变换器支持无功功率(其被定义成电流、电压和电压与电流之间的夹角的正弦的乘积)。

[0009] 特别地,无功功率可由施加在电缆的至少两条导体之间的电压产生,其中特别地,电缆可提供特别分布式电容,造成在流经电缆或被施加到电缆(不同导体)的电压和电流之间的相对相移。

[0010] 特别地,由施加到电缆的电压发出的无功功率可能是不受欢迎的并且可能引起问题,特别是在当没有公用电网连接以平衡无功功率时。特别地,产生在风力发电厂集电电网的电缆(或一条或多条电缆)中的无功功率可能比用于操作辅助设备需要的有功功率大,其可能导致柴油机发电功率因数(其可被定义成在电压 V 和电流 I 之间的夹角  $\Phi$  的余弦)低于 0.7,其反过来可能需要相对大的柴油发电机。

[0011] 特别地,功率因数 PF 也可被定义成

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

其中:

PF 是功率因数

P 是以 W 为单位的有功功率

S 是以 VA 为单位的表观功率

Q 是以 VAR 为单位的无功功率。

[0012] 因而,在传统的系统中,可能需要非常昂贵的柴油发电机。然而,柴油发电机可能仅仅针对有功功率和无功功率的特别值而在保存和稳定的区域中操作。特别地,传统的柴油发电机在 0.2 pu (20%)以上可能是不稳定的。因而,pu 也被称为每单位并且被定义成实际产生的功率除发电机标称功率。发电机的标称功率也表示为基数功率。实例:如果具有标称功率 1.0 MW 的发电机传输 0.2 MW——于是每单位值是 0.2 MW/1.0 MW = 0.2 pu——其又是标称功率的 20%。

[0013] 根据本发明的实施例,风力涡轮机的变换器消耗由连接外部发电机和辅助设备的电缆产生的无功功率。特别地,变换器通过适当地转换包括在变换器内的一个或多个功率晶体管可适于消耗或吸收无功功率。特别地,变换器可包括第一组功率晶体管,其将从连接到转子轴的风力涡轮机的发电机接收的可变频率交流(AC)能量流、电流或电压转换成基本直流(DC)能量信号、电流或电压,其也可被称为 DC 链。进一步,变换器可包括第二组功率晶体管,其被转换,使得基本 DC 能量信号、电压或电流被转换成待供应给公用电网的基本固定频率的 AC 能量信号、电压或电流。通过适当地转换第二组功率晶体管,变换器可吸收由施加到电缆的电压产生的或由于电缆产生的无功功率。

[0014] 进一步,可能需要控制系统,例如 SCADA 系统控制无功功率,使发电机以稳定的方式运行,特别是在稳定的操作区域中运行。西门子 WebWPS SCADA 系统从标准的因特网 web 浏览器提供远程控制和多种状态视图和有用的报告。状态视图呈现出诸如电和机械数据、操作和故障状态、气象资料数据和电网电站数据之类的信息。进一步的信息可从如下网址获得:

<http://www.energy.siemens.com/hq/en/power-generation/renewables/>

wind-power/wind-turbines/swt-3-6-120.htm。

[0015] 进一步地,根据实施例,控制方法或操作方法也可以控制外部发电机,例如柴油发电机的起动,控制方法或操作方法也可控制电缆、变压器和涡轮机的电网变换器的连接。

[0016] 根据本发明的实施例,操作方法进一步包括:在将外部发电机连接到风力涡轮机的辅助设备之后,将变换器连接到电缆(特别是使用开关,例如电源开关)。因而,可以保存方式得到风力涡轮机的空闲操作状态。特别地,在风力涡轮机的正常操作状态(其中,能量被产生并供应给电网),变换器可连续连接到公用电网,以将固定频率的能量流提供给公用电网。从而,特别地,一旦在公用电网中发生故障,变换器使用在电缆和变换器之间的开关可很快地从电网断开。因而,根据实施例,在将外部发电机连接到风力涡轮机的辅助设备之后,变换器可仅仅重新连接到电缆,其中这种连接外部发电机包括将电缆连接到外部发电机。

[0017] 根据实施例,所述方法进一步包括:通过外部发电机在电缆的至少两条导体之间施加电压,以将能量供应给辅助设备,因而产生无功功率,其中特别地,电缆引入了导致在电压和电流之间产生相移的特殊分布式电容,从而产生无功功率。

[0018] 根据本发明的实施例,操作方法进一步包括吸收(或消耗)由连接到电缆的变换器产生的无功功率。因而,产生的无功功率的吸收或消耗可包括适当地转换包括在变换器内的一个或多个功率晶体管。因而,由外部发电机吸收产生的无功功率可被减少,从而也能够减少、外部发电机的尺寸和费用。这另外能够实现外部发电机的安全操作。

[0019] 根据本发明的实施例,操作方法进一步包括:经由另一电缆(或一个或多个另外的电缆)将外部发电机连接到包括在电能生产设施内的另一风力涡轮机(或一个或多个另外的风力涡轮机)的另一辅助设备(或一个或多个另外的辅助设备);并且在将外部发电机连接到所述另一风力涡轮机的另一辅助设备之后,将所述另一风力涡轮机的另一变换器(一个或多个另外的变换器)连接到所述另一电缆,其中所述另一变换器(或所述一个或多个另外的变换器)支持无功功率。因而,在公用电网的断开情形期间,包括大量风力涡轮机的电能生产设施根据实施例可操作。

[0020] 特别地,执行涉及单个风力涡轮机的连接和断开可接连地执行。

[0021] 根据实施例,操作方法进一步包括:在外部发电机产生的有功功率比无功功率多的操作范围或操作区域(例如,其可表征为由电压和电流点或者由限定无功功率(Q)和有功功率(P),例如 P-Q 示意图的点限定的面积或区域)中操作外部发电机。因而,外部发电机不必支持过量的无功功率,因而简化了外部发电机并且减少了外部发电机的成本,并且与此同时实现外部发电机的更加安全的操作。

[0022] 根据实施例,在操作区域中,外部发电机产生与无功功率的至少 2 倍特别是 10 倍一样多的有功功率。因而,外部发电机可专门适于向辅助设备供应电能,因而不需要外部发电机被配置用于消耗由电缆产生的无功功率。

[0023] 根据实施例,在外部发电机的操作区域中,无功功率的量低于阈值。特别地,该阈值可等于 0.3 每单位 kVAR。因而,外部发电机可在稳定的操作区域中操作,从而改进所述方法的可靠性并且也增加外部发电机的耐久性。

[0024] 根据本发明的实施例,传输到辅助设备的有功功率的量小于由电缆产生的无功功率,特别是小于由电缆产生的无功功率的两倍。因而,当电缆产生大量无功功率时,所述方

法可被特别地应用,由此扩大了所述操作方法的范围。

[0025] 根据实施例,外部发电机吸收的无功功率的量小于由电缆产生的无功功率的量,特别是小于由电缆产生的无功功率的量的两倍。因而,外部发电机不必支持大量的无功功率,从而简化了外部发电机,特别是使得能够缩减外部发电机的尺寸。

[0026] 根据本发明的实施例,变换器吸收的无功功率的量至少是由电缆产生的无功功率的量的 80%,特别地至少 90%。因而,由电缆产生的大部分或特别地基本上全部的无功功率被变换器消耗或吸收。因而,外部发电机不需要吸收无功功率。

[0027] 应该理解的是,关于用于操作电能生产设施所公开、描述、使用或应用的任何特征(单独或以任何组合)也可以(单个地或以任何形式组合)被应用,用于或使用到根据本发明实施例的控制电能生产设施操作的装置,反之亦然。

[0028] 根据实施例,提供一种在能量将被传输的公用电网断开期间控制包括至少一个风力涡轮机的电能生产设施操作的装置,所述装置包括:用于从风力涡轮机断开公用电网的开关;和用于经由电缆和经由变压器将外部发电机连接到风力涡轮机的辅助设备的开关,以将有功功率传输给辅助设备;其中电缆连接到风力涡轮机的变换器,所述变换器支持无功功率。

[0029] 根据实施例,所述装置进一步包括适于将有功功率供应给辅助设备的所述外部发电机(例如柴油发电机)。特别地,柴油发电机可为非常可靠的发电机,然而其可能不支持无功功率或者其可被配置成在主要产生有功功率的操作范围操作,但是其中较少的无功功率被产生或消耗。外部发电机可在电缆的两个导体之间施加电压,因而产生不需要的无功功率。

[0030] 根据本发明的实施例,变换器适于消耗由施加到电缆的电压产生的无功功率。因而,使用变换器而不是使用外部发电机或安装其它的补偿设备——例如并联电抗器来消耗无功功率可能更容易和更加节省成本。

[0031] 根据实施例,提供如上所述的包括根据实施例的所述装置的风力涡轮机。

[0032] 应注意,本发明的实施例已参照不同主题进行描述。特别地,一些实施例参照方法类型权利要求进行描述,而其他实施例参照设备类型权利要求进行描述。然而,本领域技术人员根据以上并根据以下描述应获悉,除非另有说明,除了属于一种类型主题的各特征的任一组合之外,另外,与不同主题有关的各特征之间的任一组合,特别是方法类型权利要求的各特征与设备类型权利要求的各特征之间的任一组合,被视为通过本申请而公开。

[0033] 以上限定的各方面和本方面的进一步的各方面根据待在下文中描述的实施例的各实例是明显的,并参照实施例的各实例进行解释。本发明将在下文中参照实施例的各实例更详细描述,但本发明不限于实施例的各实例。

## 附图说明

[0034] 现在参考附图描述本发明的实施例。本发明不限于所描述的或所示的实施例。

[0035] 图 1 示意性地示出了根据本发明的实施例的电能生产设施;

图 2 描绘了一幅图表,其示出了外部发电机的操作条件;

图 3 示出了一幅功率容量曲线的图表,用于说明当用在根据本发明实施例的控制电能生产设施操作的方法或装置中时,外部发电机的操作范围。

## 具体实施方式

[0036] 附图中的图示是示意形式的。

[0037] 图 1 示意性地示出了根据实施例的电能生产设施 100, 包括风力涡轮机 101、102、103 和许多其它的如附图标记 104 表示的风力涡轮机。每个风力涡轮机 101、102、103、104 通过各自的电缆 111、112、113、114 和通过各自的开关 121、122、123、124 连接到公共连接点 105, 公共连接点 105 通过开关 107 连接到公用电网 109。在电网 109 和点 105 之间, 一个或多个变压器可被布置成将由风力涡轮机供应的电压转换到较高的电压。

[0038] 如下表 1 中在正常操作条件下图示, 其中风力涡轮机 101、102、103 和 104 通过公共连接点 105 将电能传输到公用电网 109, 开关 107 闭合并且开关 121、122、123、124 也闭合。

[0039] 表 1:

操作模式 开关位置	正常操作状态 (电网 109 连接)	故障操作状态 (电网 109 断开)
A (107)	闭合	打开
B (121-124)	闭合	逐个闭合*)
C (151-154)	闭合	逐个闭合*)
D (116)	闭合	打开
E (167)	打开	闭合*)

因而, 操作 / 转换的顺序可包括:

1. 检测电网由于电网上的某些故障断开
2. A 开关打开
3. 所有 B 开关打开
4. 柴油发电机起动
5. 当柴油发电机在操作中—E 开关闭合
6. B1 开关闭合, 电缆通过无功功率通电并且 1 号风力涡轮机中的辅助设备供应有来自柴油发电机的有功功率
7. C1 闭合, 风力涡轮机 1 中的变换器现在正通过无功功率(根据本发明的实施例, 这可能是关键点) 给电缆通电
8. 柴油发电机不再向电缆供应无功功率
9. 点 6 到 8 重复用于下一个风力涡轮机——逐个地
10. 当公用电网电压恢复时——开关 A 被接通——当风力发电厂中的集电电网上的电压与公用电网电压同步
11. 断开柴油发电机。

[0040] 风力涡轮机 101、102、103、104 中的每一个包括相应的发电机 131、132、133、134, 其经由电源线 115 并经由开关 116 将电能传输到相应的变换器 141、142、143、144。变换器 141、142、143、144 中的每一个将从发电机 131、132、133、134 传输的一般地可变频率的能量



流转换成供应给相应的输出端 145 的固定频率的能量流。供应给输出端 145 的固定频率的能量流经由相应的开关 151、152、153、154 供应给相应的变压器 161、162、163、164，风力涡轮机具有三绕组变压器。典型的，一个绕组在点 105 连接到集电电网(10-36 kV)，另一个绕组连接到全部的变换器 171-174 (典型 690 V)，并且最后一个绕组连接到辅助设备 171 到 174 (400/230 V)。因而能够经由电缆 111、112、113、114 将具有高电压的固定频率的能量流供应到公用电网 109。

[0041] 因而，在电能生产设施 100 的正常操作状态或操作条件下，开关 151、152、153 和 154 如在表 1 所示闭合。

[0042] 电缆 111、112、113、114 包括电容或电容器 165，其可能导致无功功率的产生。

[0043] 在公用电网 109 的故障条件期间，可能必须将电网 109 与电能生产设施 100 断开。从而，特别地，主开关 107 将被打开(比较表 1)。此外，将风力涡轮机 101、102、103、104 连接到公共连接点 105 的所有开关，即开关 121、122、123、124 将被打开。

[0044] 在那之后，外部发电机，这里为柴油发电机 166 可被起动。在柴油发电机 166 一处于操作中，开关 167 就可以被闭合。在那之后，将第一个风力涡轮机 121 连接到公共连接点 105 的开关 121 被闭合，并且由柴油发电机 166 产生的有功功率流经电缆 111，从而产生无功功率。流经电缆的有功功率被供应给第一风力涡轮机 101 的辅助设备 171。通过闭合开关 151，由于电缆 111 产生的无功功率，或者至少一部分无功功率被供给到变换器 141。因而，变换器 141 消耗由于通过电缆 111 的能量流产生的无功功率。因而，柴油发电机 166 可被设计用于中等的标称性能。特别地，柴油发电机 166 不必支持无功功率。

[0045] 图 2 示出了一幅图表，其中，无功功率 Q 示于横坐标(以 MVar 为单位)，有功功率 P 示于纵坐标(以 MW 为单位)。特别地，图 2 示出了图 1 所示柴油发电机 166 的电气特性。传统的柴油发电机的操作点由附图标记 201 标示，而用在电能生产设施的实施例中的柴油发电机 166 的操作点由附图标记 202 标示或标注。特别地，根据实施例用在图 1 中图示的电能生产设施 100 中的柴油发电机 166 的操作点具有零无功功率和 1 MW 有功功率。相反，传统地使用的外部发电机的操作点 201 具有 -2MVar 的无功功率。

[0046] 此外，如根据本发明的实施例使用的发电机 166 的尺寸(在电气特性方面)通过附图标记 204 标示，而传统地使用的外部发电机的尺寸(在电气特性方面)通过附图标记 203 标注。如根据图 2 可知，如根据本发明的实施例使用的发电机 166 的尺寸 204 比传统地使用的外部发电机的尺寸 203 小得多。因而，和传统的生产设备相比，使用具有尺寸 204 的发电机 166 可以减少电能生产设施 100 的成本。

[0047] 图 3 示出了稳态交流发电机功率性能曲线，其中无功功率示于横坐标，有功功率示于纵坐标。区域 301 代表不稳定的电压区域，区域 303 代表可接受的稳态操作区域并且区域 305 代表转子过热区域。图 3 代表典型的交流发电机的无功(kVAR)容量曲线。如从图 3 可观察到，当无功功率超出 0.2 每单元，外部发电机将在不稳定的电压区域 301 中操作。这必须避免。通过使用变换器 141、142、143、144 消耗无功功率，外部发电机 166 可以在可接受的操作区域 303 中操作。

[0048] 根据实施例，以下各项可能适用：

- 柴油发电机正常的操作点是 1 MW 有功功率和 -2 MVar 无功功率，并且为了发电机不在不稳定的电压区域中操作——无功功率不可以低于 -0.15 pu。这导致柴油发电机根据

$(-2 \text{ MVar}) / (-0.15 \text{ pu}) = 13.3 \text{ MVA}$  确定尺寸。这在上图中被示为黄色曲线；

- 本发明的柴油发电机的操作点是 1 MW 有功功率和 0 MVar 无功功率,因而发电机能够在“可接受的稳态区域”中操作。基于本发明的发电机的尺寸在上图中被示为蓝绿色曲线；

- 两种柴油发电机(曲线 203 和 204)之间的尺寸比率是大约 13 倍——其将导致相当大的成本减少。这可能是本发明的商业价值。

[0049] 应该注意,用语“包括”并不排除其它元件或步骤,表示英语不定冠词的用语“一”并不排除多个。此外,可以结合那些联系不同实施例描述的元件。还应注意,权利要求中的附图标记不应被理解成限制权利要求的范围。

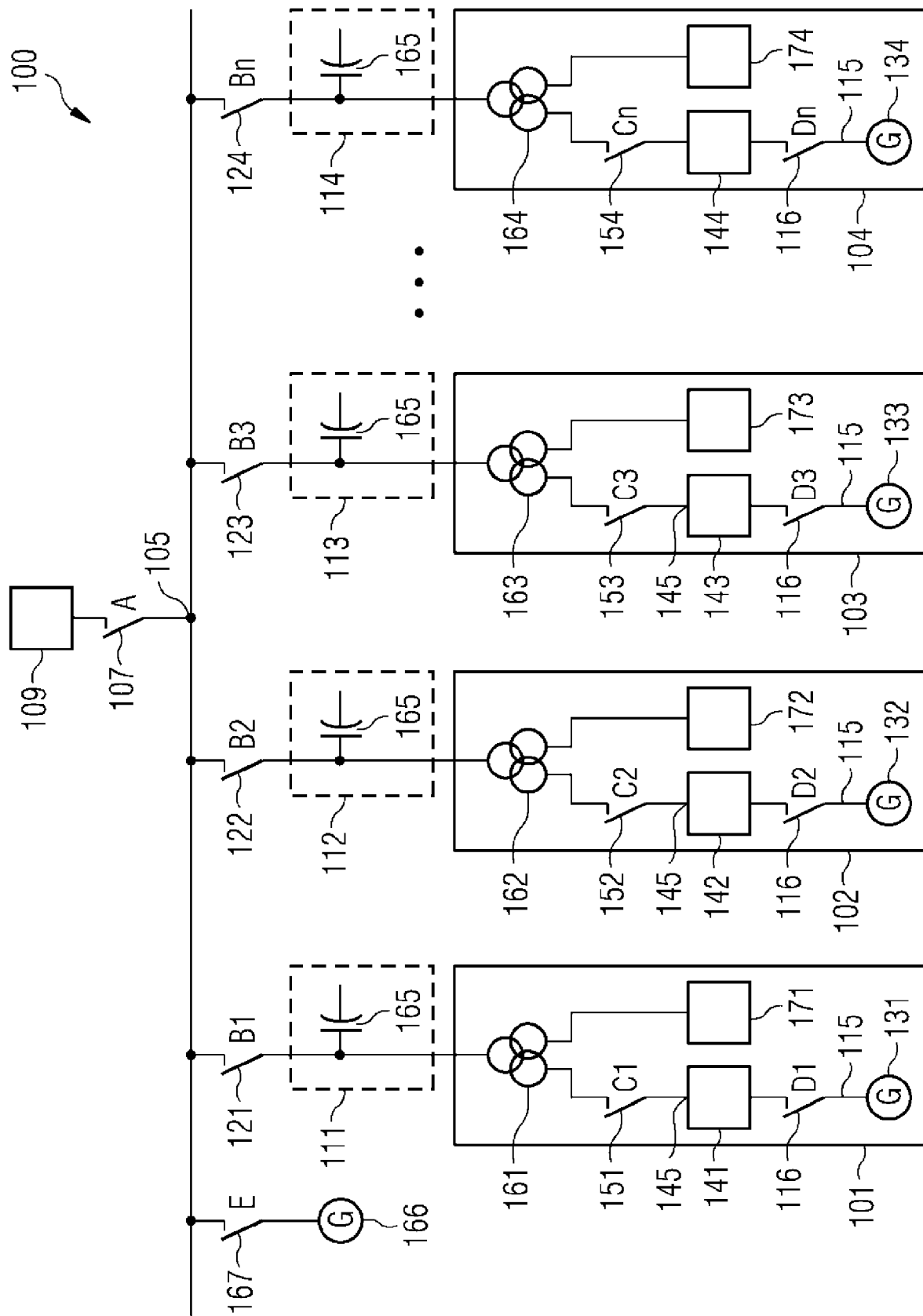


图 1

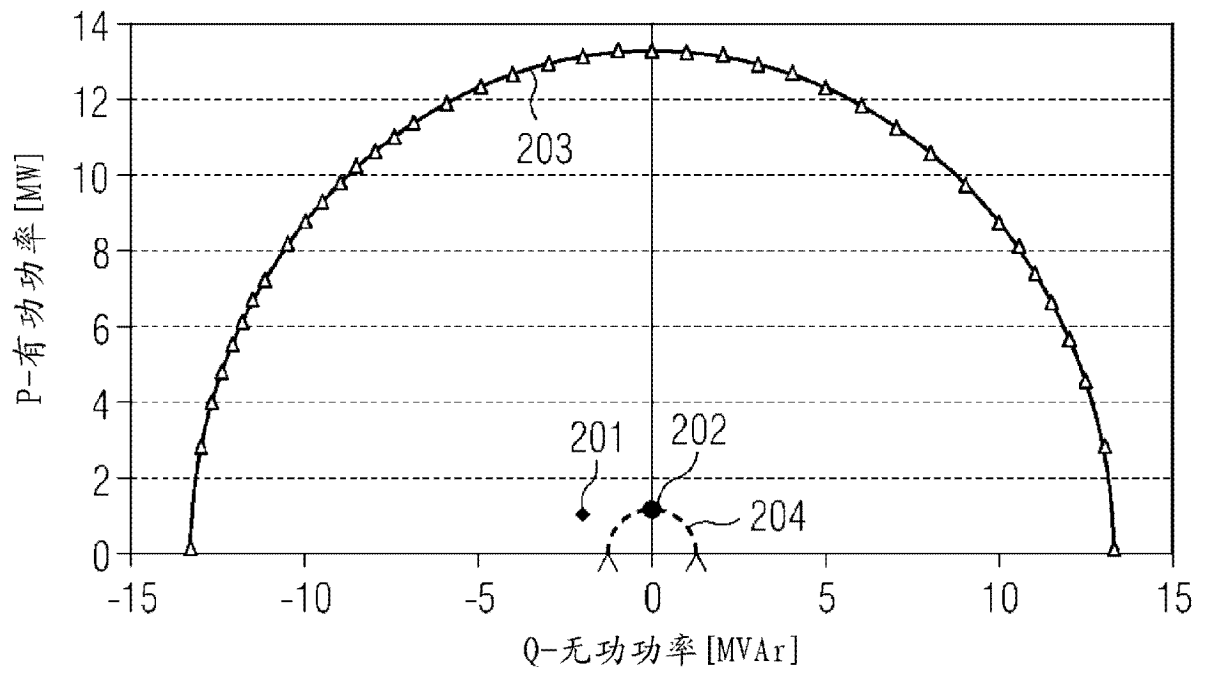


图 2

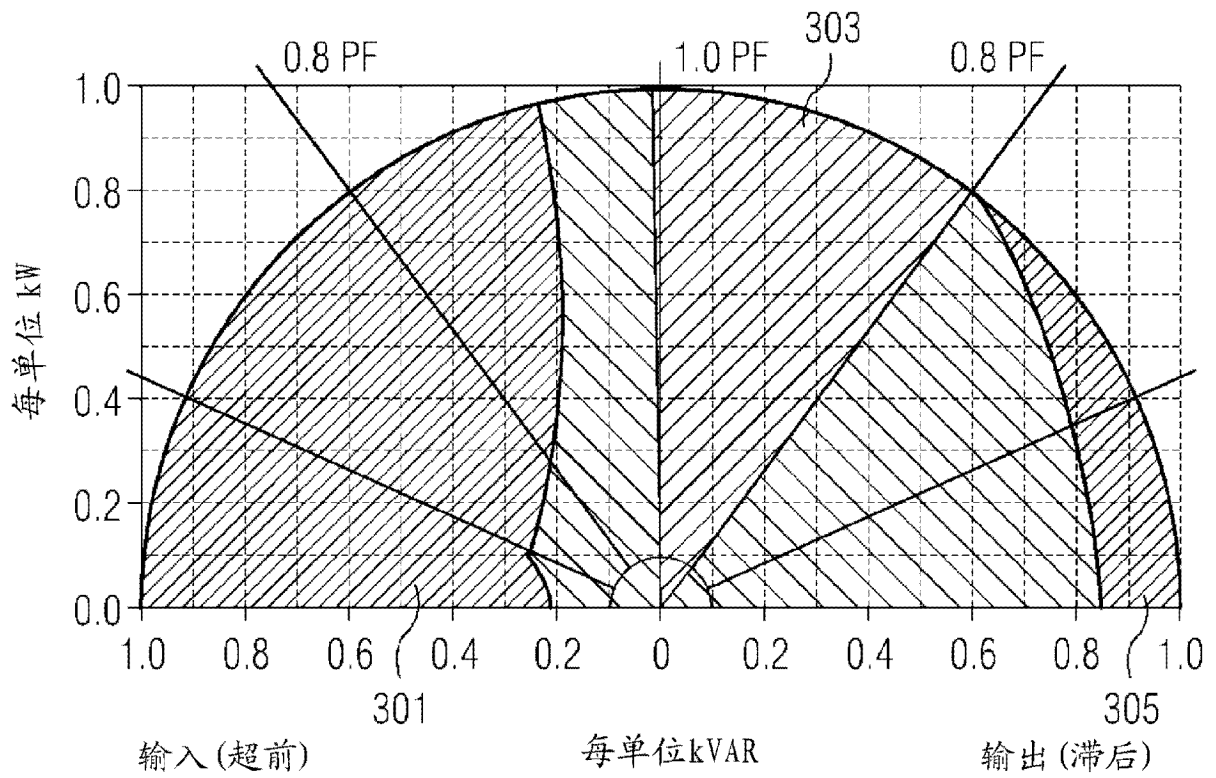


图 3