



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103238259 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201180058480. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 10. 05

H02J 3/38(2006. 01)

H02J 7/35(2006. 01)

(30) 优先权数据

F03D 7/04(2006. 01)

61/389, 816 2010. 10. 05 US

61/485, 384 2011. 05. 12 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2013. 06. 04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/054943 2011. 10. 05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/048012 EN 2012. 04. 12

(73) 专利权人 艾利肯获取有限公司

地址 美国宾夕法尼亚州

(72) 发明人 欧来阁·S·费什曼

乌尔里克·K·W·施瓦布

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限

公司 11225

代理人 黄威 王智

(56) 对比文件

US 2010/0156188 A1, 2010. 06. 24,

US 2010/0156188 A1, 2010. 06. 24,

US 2007/0133241 A1, 2007. 06. 14,

WO 2006/090111 A3, 2006. 11. 09,

KR 10-2008-0001828 A, 2008. 01. 04,

审查员 王亚丽

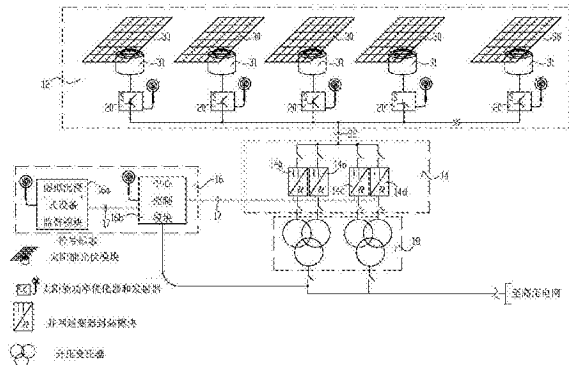
权利要求书4页 说明书7页 附图7页

(54) 发明名称

高压能源采集和转换可回收能源实用规模的电力系统及用于该系统的可视监控和控制系统

(57) 摘要

一种具有高压可回收能源采集网络的可回收能源实用规模的电力系统,所述可回收能源采集系统由直流链路连接至集中并网多相同步调节电流源逆变器系统。采集系统包括分布的可回收能源功率优化器和发射器,用于控制向并网多相同步调节电流源逆变器系统的发送可回收能源。可提供用于三维视觉导向的虚拟现实显示命令和控制环境的虚拟沉浸式监控和控制系统。



CN 103238259 B

1. 一种可回收能源、实用规模的电力系统,包括:

高压可回收能源采集网络,所述高压可回收能源采集网络包括:

多行可回收能源收集器,所述多行可回收能源收集器的每一行有 DC 输出;

多个可回收能源功率优化器和发射器,所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个连接至多行可回收能源收集器的至少一个 DC 输出的行功率优化器输入,多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有并行连接至 DC 链路的高压 DC 输出,所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个 DC-DC 变换器,所述 DC-DC 变换器具有可变频率控制谐振逆变器,所述可变频率控制谐振逆变器具有通过隔离变压器连接至行 DC 输出的谐振逆变器输入和连接至整流器输入的谐振逆变器输出,所述整流器具有连接至正整流器输出和负整流器输出的输出,所述正整流器输出和负整流器输出连接至 DC 链路;

集中并网多相同步调节电流源逆变器系统,所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统具有多个并网逆变器封装模块,每个所述多个并网逆变器封装模块具有连接至 DC 链路的输入。

2. 根据权利要求 1 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中多行可回收能源收集器的每一行包括多个太阳能光伏模块,并且所述至少一个 DC-DC 变换器包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器具有连接至所述至少一行功率优化器的每个的行逆变器输入和连接至 DC 链路的 DC 链路输出;以及

处理器,用于感测和监控所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

3. 根据权利要求 1 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中多行可回收能源收集器的每一行包括多个太阳能光伏模块,并且所述至少一个 DC-DC 变换器包括:

四个 DC-DC 变换器,所述四个 DC-DC 变换器包括独立的第一和第二对 DC-DC 变换器,所述四个 DC-DC 变换器的每一个 DC-DC 变换器具有连接至所述至少一个行功率优化器的每个的行逆变器输入,和正负整流器输出,第一对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至 DC 链路的正整流器输出,第二对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至 DC 链路的负整流器输出,所述第一对独立的 DC-DC 变换器的负整流器输出和第二对独立的 DC-DC 变换器的正整流器输出共同一起连接至 DC 链路;

处理器,用于感测和监控所述四个 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述四个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;

收发器,所述收发器连接至天线,所述天线用于发射和接收多个高压可回收能源采集系统数据和多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据。

4. 根据权利要求 1 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,进一步包括中心控制系统,所述中心控制系统包括:

用于在多个所述可回收能源功率优化器和发射器与多个所述并网逆变器封装系统进行通信的装置;以及

用于发射和接收多个高压可回收能源采集系统数据和多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据的装置。

5. 根据权利要求 3 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中所述处理器通过

改变所述可变频率控制谐振逆变器的工作频率来控制所述四个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

6. 根据权利要求 1 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中多个可回收能源收集器的每一个包括多个具有整流 dc 输出的风力涡轮驱动 AC 发电机,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个还包括:

处理器,用于感测和监控所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

7. 一种从实用规模的可回收能源系统中采集、转换、监控和控制可回收能源的方法,该可回收能源系统包括:高压可回收能源采集网络,所述高压可回收能源采集网络包括:多行可回收能源收集器,所述多行可回收能源收集器的每一行有 DC 输出;集中并网多相同步调节电流源逆变器系统,所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统具有多个并网逆变器封装模块,所述方法包括步骤:

通过分布在高压可回收能源采集系统内的多个可回收能源功率优化器和发射器,来优化所述多行可回收能源收集器的收集器 DC 输出至最大功率点,所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个 DC-DC 变换器,所述 DC-DC 变换器具有可变频率控制谐振逆变器,所述可变频率控制谐振逆变器具有通过隔离变压器连接至所述收集器 DC 输出的至少一个的谐振逆变器输入和连接至整流器输入的谐振逆变器输出,所述整流器具有连接至正整流器输出和负整流器输出的输出,所述正整流器输出和负整流器输出连接至具有 DC 输出的 DC 链路;以及

通过 DC 链路将所述多个可回收能源功率优化器和发射器的 DC 输出并行连接至所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统。

8. 一种可回收能源、实用规模的电力系统,包括:

高压可回收能源采集网络,所述高压可回收能源采集网络包括:

多行可回收能源收集器,所述多行可回收能源收集器的每一行有行 DC 输出;

多个可回收能源功率优化器和发射器,所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个连接至多行可回收能源收集器的至少一个 DC 输出的行功率优化器输入,所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个 DC-DC 变换器,所述 DC-DC 变换器具有可变频率控制谐振逆变器,所述可变频率控制谐振逆变器具有通过隔离变压器连接至行 DC 输出的谐振逆变器输入和连接至整流器输入的谐振逆变器输出,所述整流器具有连接至正整流器输出和负整流器输出的用于高压 DC 输出的输出,所述 DC 输出并行连接至 DC 链路;

集中并网多相同步调节电流源逆变器系统,所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统具有多个并网逆变器封装模块;以及

虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统,用来监控和控制所述高压可回收能源采集系统和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统。

9. 根据权利要求 8 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中

其中多行可回收能源收集器的每一行包括多个太阳能光伏模块,并且所述至少一个 DC-DC 变换器包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器具有连接至所述功率优化器的行

逆变器输入和连接至 DC 链路的 DC 链路输出 ;以及

处理器,用于感测和监控所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

10. 根据权利要求 8 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中多行可回收能源收集器的每一行包括多个太阳能光伏模块,并且所述至少一个 DC-DC 变换器包括:

四个 DC-DC 变换器,所述四个 DC-DC 变换器包括独立的第一和第二对 DC-DC 变换器,所述四个 DC-DC 变换器的每一个 DC-DC 变换器具有连接至所述行功率优化器的行逆变器输入,和正负整流器输出,第一对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至 DC 链路的正整流器输出,第二对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至 DC 链路的负整流器输出,所述第一对独立的 DC-DC 变换器的负整流器输出和第二对独立的 DC-DC 变换器的正整流器输出共同一起连接至 DC 链路;

处理器,用于感测和监控所述四个 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述四个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;

收发器,所述收发器连接至天线,所述天线用于在所述虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统之间往返发射和接收多个高压可回收能源采集系统数据和多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据。

11. 根据权利要求 8 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中所述中心控制系统包括:

用于在多个所述可回收能源功率优化器和发射器与多个所述并网逆变器封装系统进行通信的装置;

用于发射和接收多个高压可回收能源采集系统数据和多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据的装置;

用于与所述虚拟沉浸式监控系统进行通信的装置。

12. 根据权利要求 8 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中虚拟沉浸式监控系统包括虚拟沉浸式设备监督计算机系统,所述虚拟沉浸式设备监督计算机系统用于收集所述高压可回收能源采集系统数据和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据;用于在三维视觉导向的虚拟现实显示环境中所述高压可回收能源采集系统数据和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据的可视显示;以及基于对多行可回收能源收集器的有效辐照,对注入高压电网的电功率输出进行预测。

13. 根据权利要求 10 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中所述处理器通过改变所述可变频率控制谐振逆变器的工作频率来控制所述四个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

14. 根据权利要求 8 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中多个可回收能源收集器的每一个包括多个具有整流 dc 输出的风力涡轮驱动 AC 发电机,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个还包括:

处理器,用于感测和监控所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个的行逆变器输入的电压和电流,以及用于控制所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

15. 根据权利要求 14 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统,其中虚拟沉浸式监控系统包括虚拟沉浸式设备监督计算机系统,所述虚拟沉浸式设备监督计算机系统用于收

集所述高压可回收能源采集系统数据和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据；以及用于在三维视觉导向的虚拟现实显示环境中所述高压可回收能源采集系统数据和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据的可视显示。

16. 根据权利要求 12 中所述的可回收能源、实用规模的电力系统，其中处理器通过改变所述可变频率控制谐振逆变器的工作频率来控制所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点。

17. 一种从实用规模的可回收能源系统中采集、转换、监控和控制可回收能源的方法，所述可回收能源系统包括：高压可回收能源采集网络，所述高压可回收能源采集网络包括：多行可回收能源收集器，所述多行可回收能源收集器的每一行有行 DC 输出；多个可回收能源功率优化器和发射器，所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个连接至多行可回收能源收集器的至少一个行 DC 输出的的行功率优化器输入，多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一个 DC-DC 变换器，所述 DC-DC 变换器具有可变频率控制谐振逆变器，所述可变频率控制谐振逆变器具有通过隔离变压器连接至行 DC 输出的谐振逆变器输入和连接至整流器输入的谐振逆变器输出，所述整流器具有连接至正整流器输出和负整流器输出的输出，所述正整流器输出和负整流器输出具有连接至 DC 链路的高压 DC 输出；集中并网多相同步调节电流源逆变器系统，所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统具有多个并网逆变器封装模块；所述方法包括步骤：在三维视觉导向虚拟现实显示环境中的虚拟沉浸式监控，以及中心地控制所述高压可回收能源逆变器系统和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统与所述三维视觉导向虚拟现实显示环境的通信。

高压能源采集和转换可回收能源实用规模的电力系统及用于该系统的可视监控和控制系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求申请号为 61/389,816、申请日为 2010 年 10 月 5 日和申请号为 61/485,384、申请日为 2011 年 5 月 12 日的美国临时申请的优先权,每个都合并引用在本申请中。

技术领域

[0003] 本申请总体上涉及可回收能源实用规模的电力系统 (renewable energy, utility size electric power systems), 尤其是, 高压能量采集和转换可回收能源的采集和转换系统, 以及用于所述系统的可视监控和控制系统。

背景技术

[0004] 在此所用的术语“可回收能源电力系统”指的是使用大量互连的光伏模块形成太阳能发电厂或发电站 (solar farm or power plant) 的实用规模的电力系统, 或者是使用大量互连的风力涡轮发电机形成的风力发电厂或发电站。

[0005] 实用规模 (从 5 到 100 兆瓦特 (MW_e) 输出量不等) 的太阳能光伏电力系统包括大量太阳能光伏电力收集器, 例如太阳能光伏模块, 其提供 DC (直流) 电力来配置 DC 给 AC 逆变器, 逆变器将 DC 电力转换成 AC 电力。

[0006] 实用规模的风力系统包括大量电互连的风力涡轮发电机。风力涡轮机驱动的发电机组件可以是其输出轴适当地耦合到发电机上的风力涡轮机。众所周知的一种是行业指定的类型 4 风力涡轮发电机电力系统, 其中发电机是具有可变频率、可变电压输出的永磁同步发电机 (synchronous permanent magnet generator), 所述可变频率、可变电压输出提供给整流器, 整流器整流后的输出 DC 链路 (link) 提供 DC 给 AC 逆变器。之后逆变器输出电流通过线路变压器 (line transformer) 进行变换, 将逆变器输出电压电平变换成栅级电压 (grid voltage) 电平。

[0007] 对于无论是太阳能或风力可回收能源的实用规模的电力系统, 所述电力系统组件明显比传统住宅 (residential) 或商业规模的发电站分散在更多的土地上, 从而使得电力系统的物理可视化和控制的挑战超过了用于传统规模的发电站的类型 1 线路集中控制板 (line centralized control boards)。

[0008] 本发明的一个目的是提供用于高压可回收能源采集网络与集中并网多相同步调节电流源逆变器系统 (centralized grid synchronized multiphase regulated current source inverter system) 相结合的的监控和控制系统。其中可回收能源采集是在采集网络中被分配地功率优化 (power optimized)。

[0009] 本发明的另一个目的是提供高压能源采集与集中并网多相同步调节电流源逆变器系统的结合, 以及用于实用规模的可回收能源系统的可视监控和控制系统。

[0010] 本发明的另一个目的是提供用于可回收能源实用规模的电力系统的能量 (power)

收集、转换、监控和控制系统,其包括可被系统操作者用于电力系统的集中输入输出控制和监控的三维视觉导向的虚拟现实显示环境(a three dimensional, visually-oriented, virtual reality display environment)。

发明内容

[0011] 本发明的一个方面是可回收能源实用规模的电力系统。该系统具有高压可回收能源采集网络和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统。高压可回收能源采集网络具有多行(multiple strings)可回收能源收集器,每行有DC输出和分布在采集网络上的多个可回收能源功率优化器(power optimizer)。每个可回收能源功率优化器具有至少一个连接至多行可回收能源收集器的至少一个的能源收集器行(string)的功率优化器输入。每个多个可回收能源功率优化器和发射器(transmitter)具有连接至DC链路的高压DC输出。集中并网多相同步调节电流源逆变器系统连接至DC链路,并具有多个可被连接至输电网络(electrical grid)的并网逆变器封装模块(grid inverter package modules)。

[0012] 本发明的另一个方面是可回收能源实用规模的电力系统。该系统具有高压可回收能源采集网络;集中并网多相同步调节电流源逆变器系统;用于监控和控制所述高压可回收能源采集网络和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统的虚拟沉浸式(virtual immersion)监控系统和中心控制系统。多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一行功率优化器输入,所述功率优化器输入连接至多行可回收能源收集器至少一行的DC输出。多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有连接至DC链路的高压DC输出。多相同步调节电流源逆变器系统网络被连接至DC链路,并具有多个并网变换器封装模块。

[0013] 本发明的另一方面是从实用规模的可回收能源系统中采集、转换、监控和控制可回收能源的方法。所述可回收能源系统包括高压可回收能源采集网络,所述采集网络包括多行可回收能源收集器,多行可回收能源收集器的每一个具有DC输出。采集网络还包括多个可回收能源功率优化器和发射器。多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个具有至少一行功率优化器输入连接至多行可回收能源收集器的至少一行的DC输出。多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个都具有连接至DC链路的高压DC输出。可回收能源系统还包括集中并网多相同步调节电流源逆变器系统,其连接至DC链路并具有多个并网逆变器封装模块。本发明中的高压可回收能源采集网络的虚拟沉浸式监控在三维视觉导向的虚拟现实显示环境中执行。通过与三维视觉导向的虚拟现实显示环境进行通信,高压可回收能源采集网络和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统被中心地控制。

[0014] 上述发明的方面被进一步阐述在本发明书和权利要求书中。

附图说明

[0015] 为了说明本发明的目的,下面显示在附图中的的是目前优选的形式;它应被理解为但并不限于所示的具体排列和方式。

[0016] 图1是用于收集和转换太阳能的可回收能源实用规模的电力系统以及用于电力系统的本发明的监控和控制系统的实施例的单行简化方框图。

[0017] 图2是用于本发明某些实施例中的太阳能功率优化器和发射器的一个实施例图

解。

[0018] 图 3 是可用于图 2 中所示的太阳能功率优化器和发射器的谐振 DC-DC 变换器的一个实施例图解。

[0019] 图 4 图解了当连接至 DC-DC 变换器输入的光伏行电压 (photovoltaic string voltage) 为低电压时, 图 3 中所示的谐振 DC-DC 变换器的变换器电流近共振 (near resonance) 的波形。

[0020] 图 5 图解了当连接至 DC-DC 变换器输入的光伏行电压 (photovoltaic string voltage) 为高电压时, 图 3 中所示的谐振 DC-DC 变换器的变换器电流非共振 (off resonance) 的波形。

[0021] 图 6 所示是太阳能发电厂的太阳能光伏模块与用于本发明的太阳能功率优化器和发射器之间互连的一个实施例。

[0022] 图 7 是本发明的三维视觉导向的虚拟现实显示环境的一个三维可视显示图的简化的黑白演绎。

[0023] 图 8 是用于收集和转换风能的可回收能源实用规模的电力系统以及用于电力系统的本发明的监控和控制系统的单行简化方框图。

具体实施方式

[0024] 图 1 是用于收集和转换太阳能的可回收能源实用规模的电力系统以及用于电力系统的本发明的监控和控制系统的单行简化方框图。在本实施例中, 有高压太阳能光伏能源收集 (也是指“采集”) 网络 12; 集中并网多相同步调节电流源逆变器系统 14; 以及可选的虚拟沉浸式监控和控制系统 16。升压变压器 18 (step-up transformer) 将在并网逆变器封装模块 (GrIP) 14a-14d 中的变换器的输出从高压输电网络电隔离开。

[0025] 可选的高压太阳能光伏能源采集网络和集中并网多相同步调节电流源逆变器系统进一步在申请号为 12/542, 891 (公开号为 2009/0302686) 美国专利申请中有描述, 所述申请的全文被合并引用在本说明书中。

[0026] 虚拟沉浸式监控和控制系统包括虚拟沉浸式设备监督 (VIEW, virtual immersion equipment watchdog) 模块 16a 和中心控制模块 16b。

[0027] 图 2 显示了图 1 中在高压太阳能光伏能源收集系统 12 的多个实施例中采用的太阳能功率优化器和发射器 (SPOT) 的一个实施例。图 2 中的 SPOT 20 包括多个 DC-DC 变换器 20a (本实施例中为四个)、处理器 20b (本实施例中实例为微处理器 μP)、以及收发器 (transceiver) 20c (在本实施例中为具有发射和接收天线 20c' 的射频 RF 收发器)。

[0028] 图 2 中的四个 DC-DC 变换器将可变光伏“行”(string) 电压和电流变换为平行固定高电压 (例如 1250 伏特 DC)。在本实施例中如图 2 中所示, 两个变换器的正 (+) 输出并联在一起, 另外两个变换器的负 (-) 输出并联在一起, 形成通用 (中性) 电路 (common (neutral) circuit)。四个变换器的剩余四个输出被如图 2 所示共同连接在一起。变换器的平行正负输出被并联连接 (被夹紧) 至高 DC 电压上的 DC 链路 (图 1 和 2 中显示为 DC 链路总线 (DC link bus) 22), 所述高 DC 电压是每个 DC-DC 变换器的输出电压的两倍 (例如 1.25kV DC)。参见图 1 的单行框图, 其中多个太阳能功率优化器和发射器 (如图 2 所示) 可被连接至多个太阳能光伏模块 30。

[0029] 图3是可用于图2中的太阳能优化器和发射器20的DC-DC变换器的一个图解实施例。每个DC-DC变换器包括两部分:并联谐振全桥逆变器20a'(a series resonant full bridge inverter)和滤波器和整流器的组合输出20a"(a combination output filter and rectifier section 20a")。这两部分通过高频(范围在10kHz-20kHz)变压器 T_x 与彼此隔离。在随着逆变器工作频率变化的端子1和2处,电源(power)从输入光伏行源(input photovoltaic string source)获取。输入电流(I_{dc})和电压(E)由图2中的处理器20b测量,处理器调整逆变器的工作频率,从而DC-DC变换器在最大功率点值(maximum power point value)处运行。变换器的输入逆变器的工作频率在近共振变化,其被图3中的电感器 L_{tank} 和电容器 C_{tank} 的值限定,形成串联谐振环路。随着频率接近谐振点,逆变器从输出光伏行处获得更多电流,引起光伏行电压降低。如下面进一步描述的,处理器20b的功能之一是将光伏行电压和电流的数学上的结果维持在最大功率点值。图4图示了当输出光伏行电压为低电压时的近谐振逆变器输出电流。图5示出了当输出光伏行电压为高电压时的非谐振逆变器输出电流。

[0030] 处理器20b可以是微处理器,所述微处理器与I/O设备通信,I/O设备为每个DC-DC变换器20a在输入处获取行电压和电流。处理器在每个变换器的输入处监控行电压和电流,每个变换器的控制操作通过执行用于最大功率点跟踪(MPPT)算法(maximum power point tracking algorithm)的计算机代码,来从每个太阳能光伏模块采集最大功率。例如,算法可包括“干扰观测法(disturb and observe)”子程序,通过该子程序DC-DC变换器的工作频率有少量变化,且MPPT算法决定是否随着频率扰动增加或减少采集的功率。

[0031] 若在本发明具体实施例中采用收发器20c,该收发器20c发送电力系统(power system)数据给虚拟沉浸式监控和控制系统。该电力系统数据可以包括:行电压量、行电流量、行功率量、SPOT输出电流量、SPOT工作温度以及SPOT运行状态数据,所述SPOT运行状态数据例如否SPOT在来自所有输入光伏行的完全最大输出功率(full maximum input power)下工作,还是在来自输出光伏行的至少一部分的有限的最大输出功率(limited maximum input power)下工作。收发器20c接收包括电力系统数据:电力系统限制命令数据(power system limit command data)和电力系统的开关机或控制。电力系统开关机状态可被例如测知是否特定DC-DC变换器是在可选的震荡状态(在此状态电力系统开机)而被确定。远程电力系统开关机命令(来自中心控制模块)可被用于促进SPOR的维护。一种收发器20c进行发射和接收的方法是通过网格无线电系统(mesh radio system)。

[0032] 图2中所示的本发明的一个实施例采用了太阳能功率优化器和发射器,每个光伏行31可包括20~25之间的光伏模块。取决于太阳能能源系统参数,如太阳辐照量、阴影、环境恶化(environmental deterioration)等,每行的输出通常在1到10安培DC(在400到1000伏特DC)。一组四个太阳能光伏模块行可连接至图2中所示的行SPOT,对于最大值为25000瓦特的每个具有四行输入的SPOT,以生成大约200到6250“瓦特/输入行”。

[0033] 图6图示了本发明的一个采用太阳能功率优化器和发射器的互连可回收能源实用规模的电力系统的实施例。最大数量的太阳能功率优化器和发射器,例如20个,可共享每个SPOT“水平的”总线21a、21b、21c.....21x,见图6中所示。例如SPOT水平总线21a具有20个连接至总线的太阳能功率优化器和发射器 $21a_1 \dots 21a_{20}$ 。这些互连的20个太阳能功率优化器和发射器以及连接至这些20个太阳能功率优化器和发射器的光伏模块,

包括光伏能源采集阵列 21, 所述光伏能源采集阵列 21 表征在图 1 中图示出的高压光伏能源采集网络 12 的一部分, 并能从太阳能辐射产生 500kW 的最大值。光伏能源采集阵列 21 可包括 4(光伏) 行光伏模块, 该 4(光伏) 行光伏模块连接至在阵列 21 中的每一个 20 个太阳能功率优化器和发射器, 其中每个光伏行由大约 20 到 25 个串联的光伏模块组成。光伏模块的四个光伏行的组合可被看做由大约 80 到 100 个模块组成的光伏“组 (cluster)”, 由此阵列 21 内具有 20 个太阳能功率优化器和发射器, 总共有 1600 到 2000 个光伏模块被连接至 SPOT 水平总线 21a。其它每个包括 SPOT 水平总线 21b.....21x(其中“x”是一个变量, 代表最后一个包括光伏采集网络 23 的总线和阵列) 的光伏能源采集阵列, 其也可从太阳能辐射产生 500kw 的最大值; 图 6 中没有示出这些阵列中的光伏行连接至太阳能功率优化器和发射器。每个 SPOT 水平总线各自连接至 SPOT “垂直”总线 (图 6 中的 26a、26b、26c.....26x), 以连接至在集中并网多相同步调节电流源逆变器系统 14 中的并网逆变器封装模块 (14a、14b、14c 和 14d)。根据连接至每个太阳能功率优化器和发射器的光伏模块阵列提供最大 10 安培 DC, 这种实际的排列会将形成每根 SPOT 垂直总线的导体的尺寸限制在 200 安培 DC 的最大电流容量。

[0034] 图 1 中的中心控制模块 16b 包括用于在多个太阳能优化器和发射器之间进行通信的电路, 在集中并网多相同步调节电流源逆变器系统内的逆变器模块, 以及用于发送和接收电力系统数据, 例如: 收集从每个 SPOT 发送的数据; 优选地通过例如安全以太网 (secure Ethernet) 的安全数据链路 17(图 1 中虚线所示) 与并网逆变器封装模块 14a-14d 进行通信; 如果在本发明具体实施例中使用三维视觉导向的虚拟现实显示环境的话, 通过例如 VIEW 计算机系统与三维视觉导向的虚拟现实显示环境进行通信; 监控被集中逆变器系统 (centralized inverter system) 注入 (injected) 网络 (grid) 中的高压 (HV) 输电网络电压; 监控采集 12 和变换 14 系统之间的 DC 链路上的电压; 控制发送至每个并网逆变器封装模块的设置 DC(set DC) 输入电流量, 其中设置 DC 输入电流量是设定以匹配采集 12 系统产生的电流供应与变换 14 系统的需求; 以及控制相对于 AC 栅极电压 (grid voltage) 相位注入 (injected into) 到网络中的 AC 电流相位。

[0035] 本发明的一个实施例, 能源变换系统 14 包括多个逆变器封装模块。图 1 和 6 的系统实施例中图示了四个并网逆变器封装模块 14a-14d, 通常本发明其它实施例的并网逆变器封装模块的总数在 3 到 40 的范围内。并网逆变器封装模块包括电路, 用于: 将并网逆变器封装额定功率 (图 1 实施例中为 2500kW) 从 DC 变换成 AC; 将并网逆变器封装操作参数发送 (报告) 给中心控制模块和三维视觉导向的虚拟现实显示环境 (例如 VIEW 计算机); 从中心控制模块接收操作参数, 例如上述的设置 DC 输入电流量设定值 (set point) 和并网逆变器封装的输出相位角。发送的操作参数可包括: 送至并网逆变器封装模块的 DC 输入电流; 来自并网逆变器封装模块的 AC 输出相位电流; 来自并网逆变器封装模块的 AC 输出相位电压; 来自并网逆变器封装模块的 AC 输出功率; 来自并网逆变器封装模块的输出频率; 在并网封装模块冷却子系统 (如果使用的话) 中的冷却剂 (如果使用的话) 的温度; 以及所选择的并网逆变器封装电路元件的温度。

[0036] 本发明的一个实施例, 虚拟沉浸式监控系统是包括 VIEW 计算机系统的三维视觉导向的虚拟现实显示环境, 其用于: 收集采集系统的信息; 用下面进一步描述的三维虚拟现实来呈现收集的采集信息; 基于对太阳能能源可回收电力系统的有效行辐照 (available

string irradiation), 预测注入电网的电功率输出。

[0037] 图 7 中所示的本发明的虚拟沉浸式监控系统的关键要素, 是在 VIEW 计算机虚拟单元上的高压太阳能光伏能量收集网络的部分显示出的三维图像的简化黑白图示。在图示中, 光伏模块 30 形成了光伏行, 该光伏行相对于已安装的动态外部环境是可视的, 该动态外部环境包括例如组件的动态实时云阴影 (dynamic real time cloud shading of components)。图中所示 SPOT20 的相对位置, 与从连接至 SPOT20 的输入的光伏行的导体 91 以及连接 SPOT20 输出的 DC 链路 22 连同在一起 (along with)。每个 SPOT 可被封闭在大约 12×12×6 英寸的外壳内, 图 7 所示, 该外壳顶部具有用于光伏行输入的四条连接 (connection), 其中三条经过 (除了在 SPOT 水平总线底部的 SPOT) 在 SPOT 外壳的侧面或 SPOT 外壳的底部的输入和输出导体 (图 2 中所示的正、负和中性 (普通) 的)。每个光伏模块的光伏组可被安装在一个结构支撑架 (structural supporting rack) 上, 可充当与光伏组相关联的太阳能功率优化器和发射器的固定结构 (mounting structure) (在架的下面或侧面)。所有的颜色解码元件、云可视化 (cloud visualizations)、以及其他下述可视沉浸式监控系统的显示元件都由 VIEW 计算机可视显示单元提供的电力系统的三维图像中完成, 该 VIEW 计算机可视显示单元是三维视觉导向的虚拟现实显示环境的一个元件。

[0038] 提供了本发明的虚拟沉浸式监控和控制系统的用于太阳能电力的两个典型实施例。一个实施例采用了固定倾斜追踪光伏阵列 (fixed-tilt tracking photovoltaic arrays), 另一个采用了双轴追踪光伏阵列 (dual-axis tracking photovoltaic arrays), 图 1 的基座 32 所示。太阳能发电厂场所的精确三维描述并入 VIEW 计算机显示模型中。操作者的对 VIEW 计算机显示模型的视图可被提供在合适的计算机可视输出装置上, 例如视频监控器, 从无约束地穿过三维空间的虚拟摄像头视图 (virtual camera view) 上看到。操作者可通过合适的计算机输入装置控制摄像头穿过三维空间的运转, 所述计算机输入装置例如手持控制器 (handheld controller)、操纵杆或追踪球 (trackball)。所述运转可通过光伏阵列, 并可选地提供在预置的太阳能发电厂独立部件的三维空间轨道上运行。

[0039] 在太阳能发电厂的每个单独光伏行的功率输出可被显示在 VIEW 计算机可视显示单元上。每个光伏行可被 SPOT 引用 (referenced), 用来控制具有相关联行的 SPOT 通信性能参数的行与中心控制模块。太阳照射在太阳能发电厂的从早到晚的光线转换可给光伏模块提供变化的日晒水平, 并将影响双轴跟踪器 (如果用的话) 所面对的方向, 使其一直垂直于日射方向。本发明的虚拟沉浸式监控系统的一个实施例, 功率、电流和电压值的量通过合适的颜色强度 (color intensities) 范围来表征, 所述颜色强度是在 VIEW 计算机可视显示单元上的电力系统元件图像的颜色强度, 电力系统元件例如光伏模块、太阳能功率优化器和发射器、互联的电导体、与并网逆变器封装模块相关联的开关元件, 颜色强度和与电力系统元件相关联的功率、电流和电压值有一定关系。

[0040] 本发明的一个实施例, 光伏行模块额定输出的颜色编码由连续色谱 (color spectrum) 色度 (shade) 来完成, 该色谱范围从在总功率 (full power) 下用于行操作的亮蓝色色度到小于总功率下的更暗蓝色色度, 最终, 因功能行生成零功率而变成黑色。颜色转换与额定功率输出成线性关系。任何由于设备故障而不产生功率的行被可视地显示为红色, 以和产生零功率的普通行相区别。电力系统电导体可由绿色显示, 以表示通过其的电流大小, 其中亮绿色代表更高的电流水平, 更暗的绿色代表更低的电流水平。导体出现

失灵或故障时,显示红色。每个 SPOT 的外壳可由黄色色度来表示,更高的电流水平用亮黄色表示,更低的电流水平用更暗的黄色表示。出现失灵或故障的情况的 SPOT 的外壳用红色显示。逆变器、变压器、网络开关设备 (gird switchgear) 和其他的元件可由自然颜色 (natural colors) 来呈现。可在用于显示产生在适当单元中实时总电功率的可视显示的合适位置放置有源电表图象图标 (active meter graphic icon),例如千瓦。操作者可控制的可视显示指示图标可被操作者用于可视地在电表图象图标中显示功率输出的详细信息和具有唯一识别符的系统元件产生的能量,该唯一识别符是例如元件的编号。

[0041] 在虚拟沉浸式监控系统中,云图像 (the image of cloud) 可由光伏板表面生成的阴影来重构。阴影通过从太阳能发电厂的部分采集的光伏电力的降低的变量来检测。

[0042] 系统可包括预测算法的执行,基于相对于站点的云移动参数 (云方向和速度),该预测算法可视地显示在接近未来时间 (at near time in the future) 的系统的功率输出。

[0043] 在本发明的一个实施例模型中,可视化可通过在 VIEW 计算机可视显示单元上的专用可视层来完成,以使得通过接通或关闭所选择的显示层来激活设备 (例如,做成透明的光伏模块) 和突出 (highlight) 电力系统的不同阶段。

[0044] 图 8 是用于收集和转换风能的可回收能源实用规模的电力系统以及用于电力系统的本发明的监控和控制系统的实施例的单行简化方框图。变频 AC 电源由永磁同步发电机 (SG) 产生,被 AC-DC 变换器 51 整流,随后应用到风力功率优化器和发射器 (WPOT) 40 的输入。风力功率优化器和发射器将最佳负载应用到同步发电机,用于在最大功率点值运行风力涡轮机。风力功率优化器和发射器 40 与上述的太阳能功率优化器和发射器相似,除了其通常但不绝对的,采用单个 DC-DC 变换器 (如图 3 中所示) 来替代图 2 中所示用于太阳能功率优化器和发射器的四个 DC-DC 变换器。一个或更多个风力功率优化器和发射器的输出通过高压 DC 链路 42 连接至集中并网多相同步调节电流源逆变器系统 14,其中系统采用 3 个或更多个并网逆变器封装模块,例如图 8 中所示的模块 14a-14d。

[0045] 如果在本发明特定实施例中使用虚拟沉浸式监控系统。该虚拟沉浸式监控系统与一个或更多的风力功率优化器和变压器、以及并网逆变器封装模块相通信,以可视化地在 VIEW 计算机显示单元上描述风力发电厂的操作。三维视觉导向的显示环境包括风力发电厂的三维地形层 (terrain layer)。可使用通用型的风力发电机。取决于涡轮机的数量,可选用适当数量的并网逆变器封装,其中每个涡轮机具有大约 1.5MW 的输出,每个并网逆变器封装具有 2.5 兆瓦特 (MW) 的额定功率。虚拟沉浸式监控系统的可视化是可以被校准的,以使得并网逆变器封装可见 (in the foreground),以及涡轮机和至逆变器系统的链接都清晰可见。变压器可被放置在建筑物外面安装的逆变器的旁边。风力涡轮机的输出的可视化可以是功率计图象图标 (power meter graphic icon),该功率计图象图标是具有至少实时功率输出和可选的历史数据的数值或图像形式,被层放在三维视觉导向的显示环境上。

[0046] 上述描述的用于太阳能能源系统的虚拟沉浸式系统元件也可以被应用于用于风力能源系统的虚拟沉浸式系统,除非该元件特别强调该元件或功能唯一地用于太阳能能源而不是风力能源。

[0047] 本发明依据优选例子和实施例进行了描述。任何等价、替代的改进的方案,除去特别强调的那些,都可在本发明的范围之内。

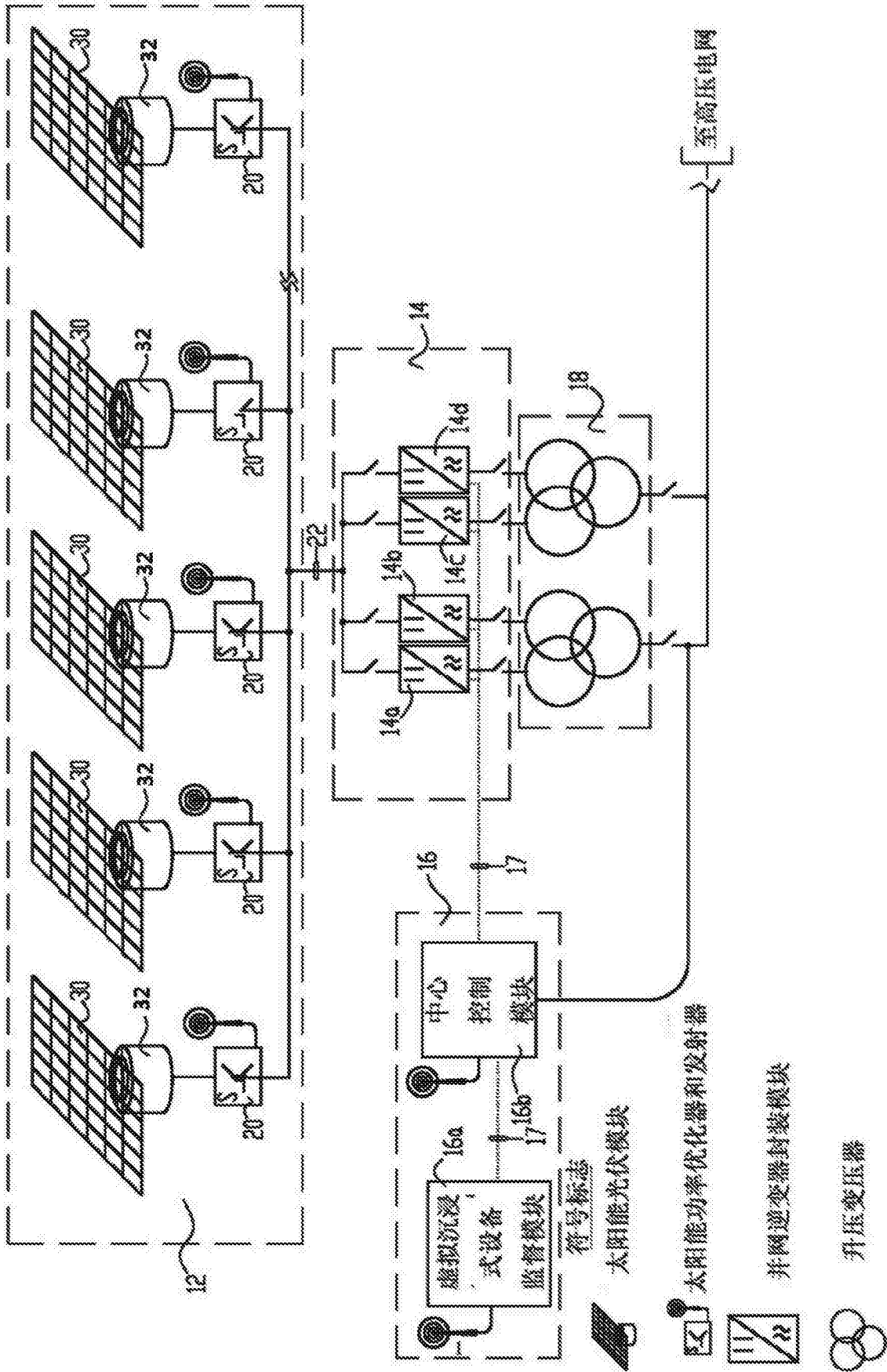


图 1

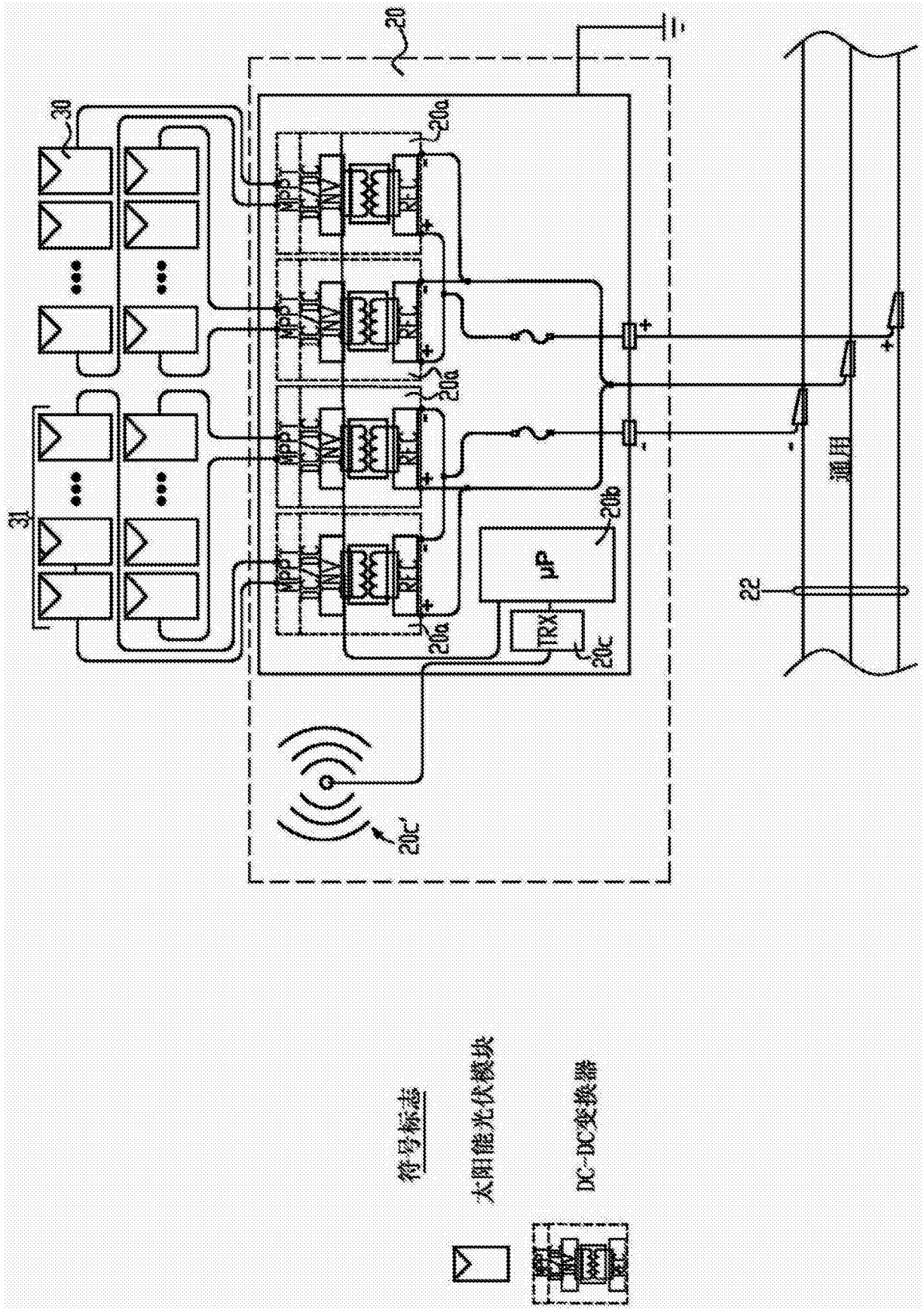


图 2

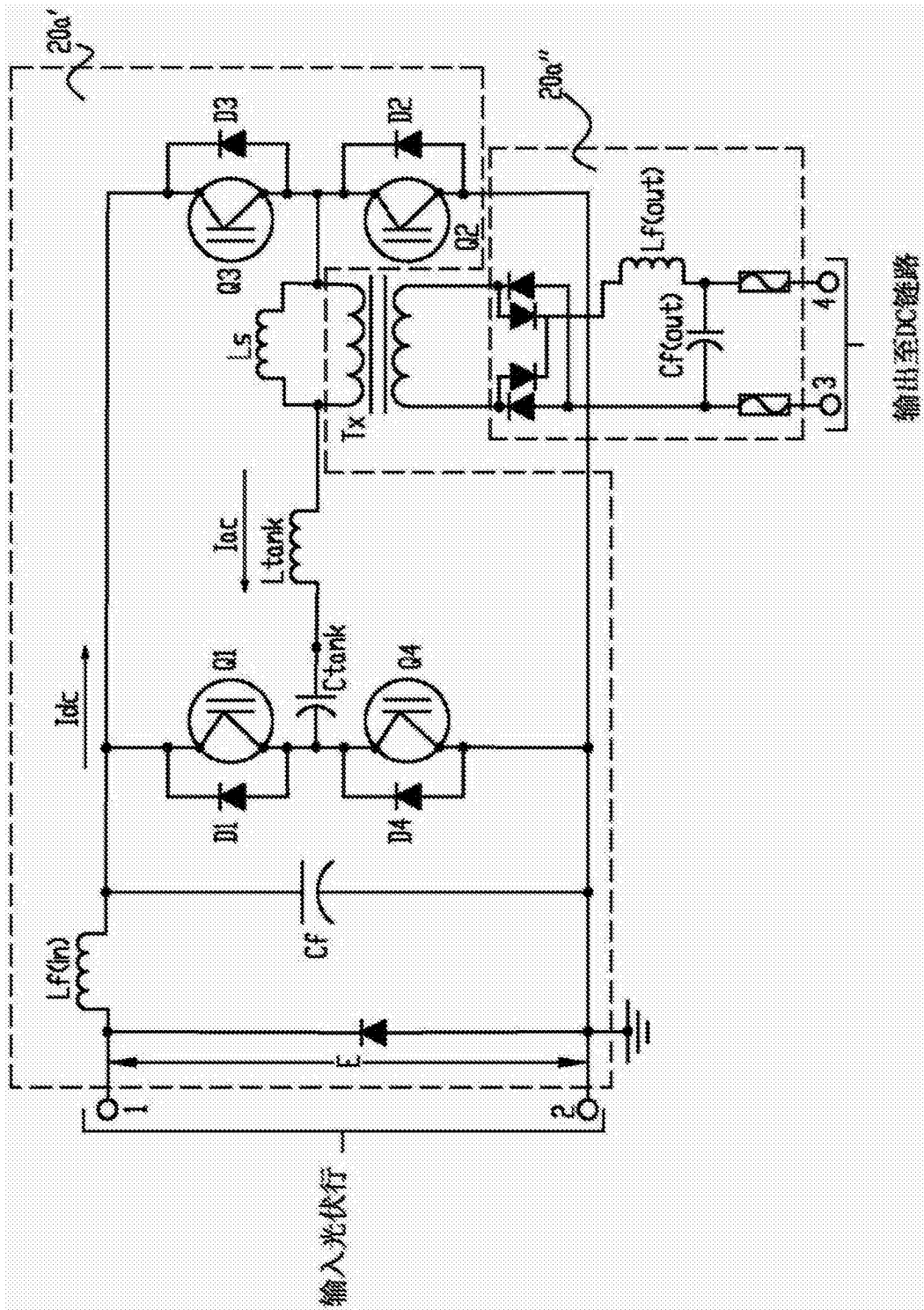


图 3

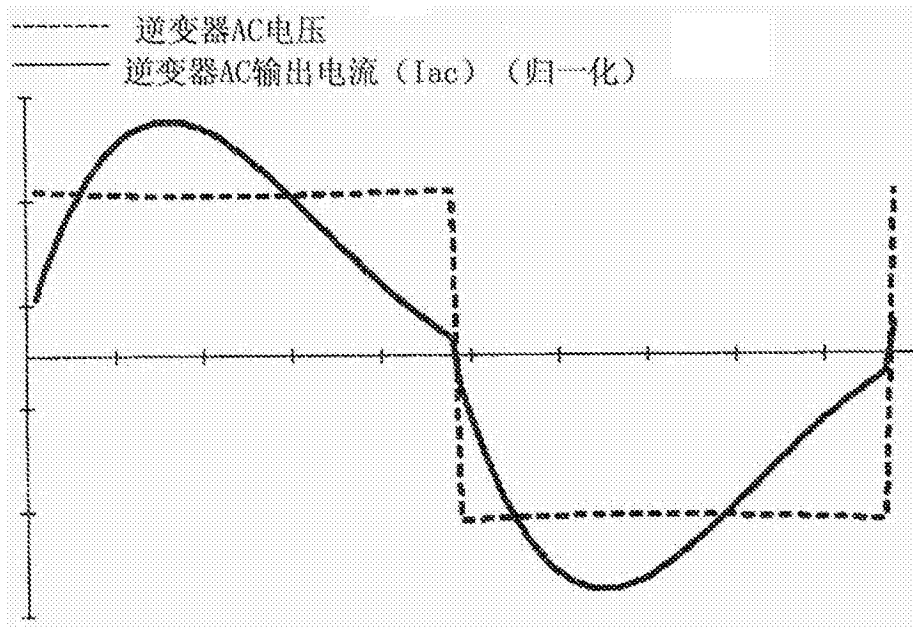


图 4

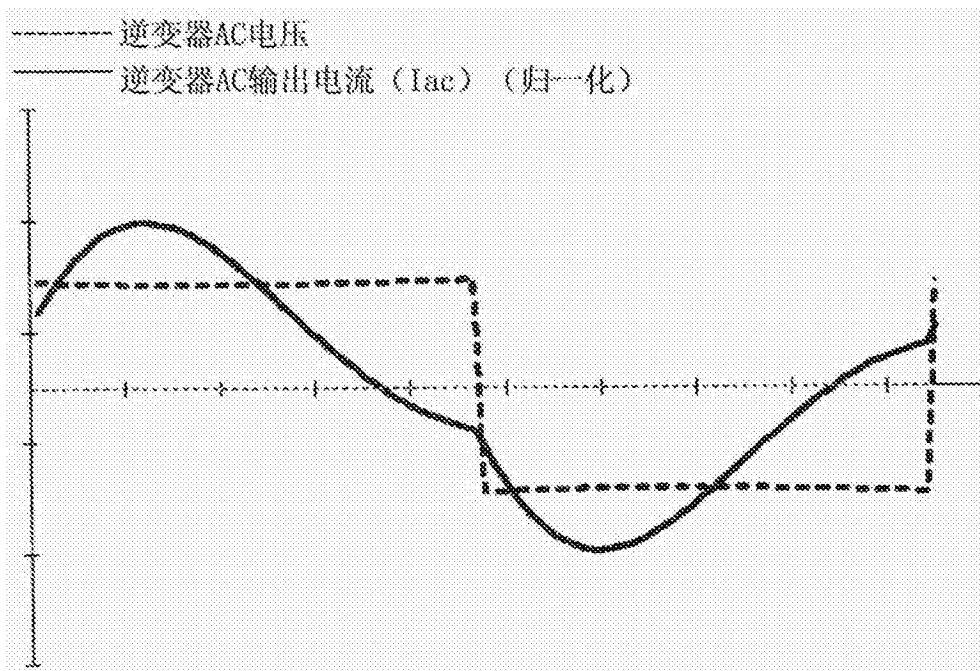


图 5

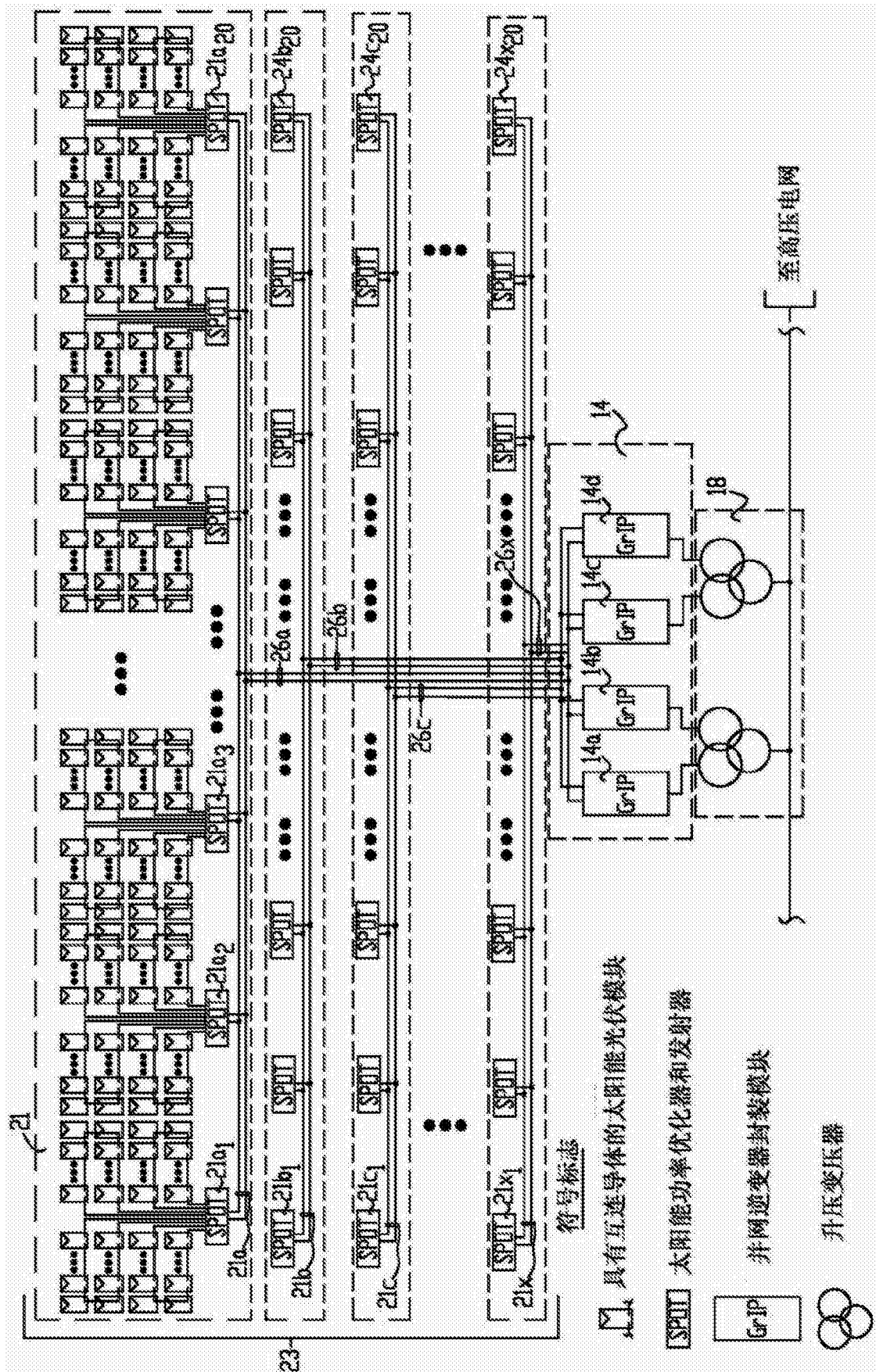


图 6

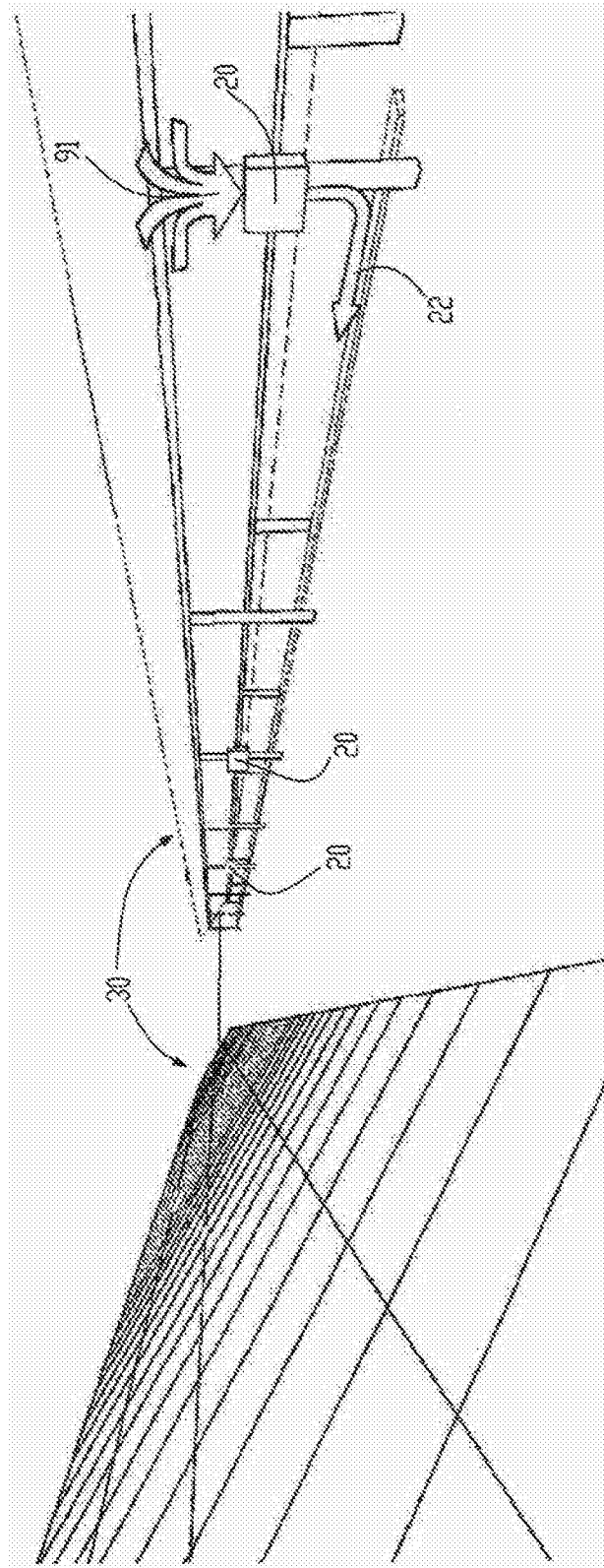


图 7

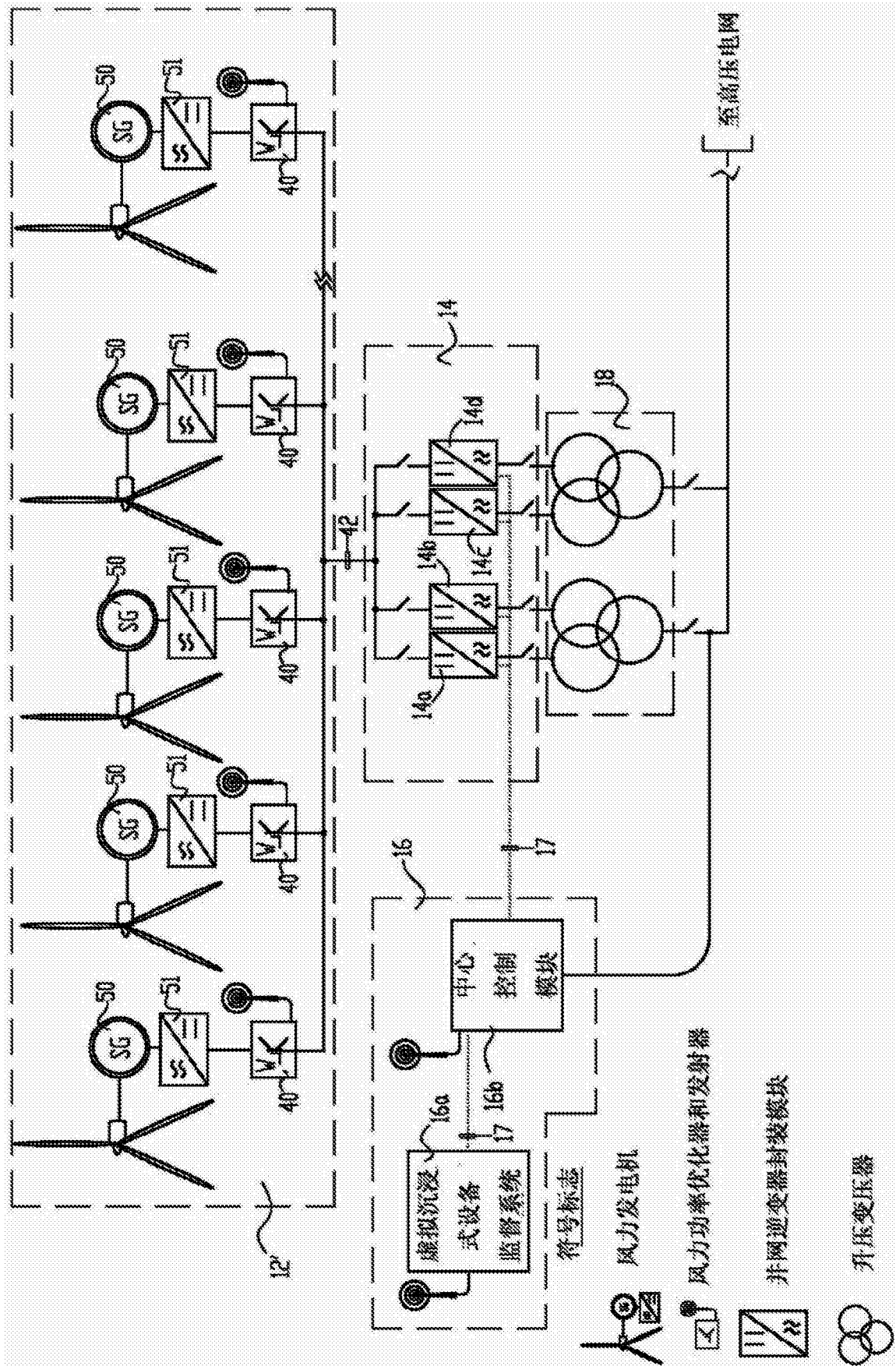


图 8