



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103688436 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201280034496. 3

代理人 黄威 王智

(22) 申请日 2012. 05. 13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02J 3/36 (2006. 01)

61/485, 384 2011. 05. 12 US

H02J 3/38 (2006. 01)

PCT/US2011/054943 2011. 10. 05 US

13/253, 629 2011. 10. 05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/037680 2012. 05. 13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/155126 EN 2012. 11. 15

(71) 申请人 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 北京金信立方知识产权代理

有限公司 11225

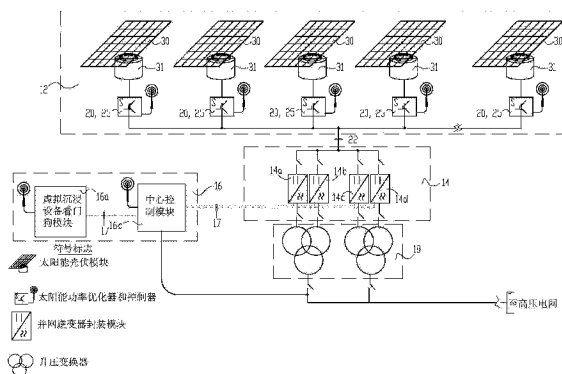
权利要求书6页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

高压能源采集和变换可回收能源的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网络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。采集网络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。



1. 可回收能源、实用规模电力系统,包括:

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行功率优化器输入,所述行功率优化器输入连接至至少一个所述多行可回收能源收集器的所述 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连接至系统 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被设置为将单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出连接至所述系统 DC 链路,所述系统 DC 链路具有连接至系统 DC 链路接地线的单个电中性线;以及

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,所述多个并网逆变器封装模块的每一个具有连接至所述系统 DC 链路的输入。

2. 根据权利要求 1 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个具有行逆变器输入和变换器对 DC 链路输出,所述行逆变器输入连接至所述至少一个行功率优化器输入,并且所述变换器对 DC 链路输出连接至所述高压 DC 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 或 2 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,所述逆变器控制器用于控制所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的连通频率。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,所述逆变器控制器用于在维持固定的近共振频率的同时控制周期内所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的导通时间。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,所述逆变器控制器用于在近共振频率范围内控制所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的连通频率,以及将固定频率维持在非共振范围内的同时控制周期内所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的导通时间。

6. 根据权利要求 1 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

4 个 DC-DC 变换器的组合,所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个包括独立的第一和第二对 DC-DC 变换器,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的每一个具有连接至所述至少一个行功率优化器输入的每一个的行逆变器输入,和由单个整流器提供的正变换器输出和负变换器输出,第一对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至单个正高压输出的正变换器输出,所述正高压输出连接至所述系统 DC 链路,以及第二对独立的 DC-DC 变换器平行连接至单个负高压输出

的负变换器输出,所述负高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述第一对独立的 DC-DC 变换器的负变换器输出和所述第二对独立的 DC-DC 变换器的正变换器输出共同一起连接至所述单个电中性线。

处理器,用于感测和监控所述 4 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 4 个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;以及

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。

7. 根据权利要求 1 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

多个 DC-DC 变换器的组合,所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个具有连接至所述至少一个行功率优化器输入的每一个的行逆变器输入,以及成对的整流器,所述成对的整流器的每一个包括正整流器和负整流器,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的所述正整流器的正输出一起平行连接至所述单个正高压输出,所述单个正高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的所述负整流器的负输出一起平行连接至所述单个负高压输出,所述单个负高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的所述正整流器的负输出和所述多个 DC-DC 变换器的组合的所述负整流器的正输出一起连接至所述单个电中性线。

处理器,用于感测和监控所述 4 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 4 个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;以及

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。

8. 根据权利要求 1 或 2 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括:

装置,用于在所述多个太阳能优化器和发射器和所述多个并网逆变器封装模块之间进行通信;

装置,用于发送和接收多个高压可回收能源采集网络数据和多个集中并网多相同步调节电流逆变器系统数据。

9. 根据权利要求 6 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个进一步包括变频可控谐振逆变器,所述变频可控谐振逆变器具有连接至所述行逆变器输入的谐振逆变器输入和通过隔离变压器连接至所述单个整流器的输入的谐振逆变器输出,所述单个整流器具有连接至所述正整流器和负整流器输出的输出,以及用于通过改变所述变频可控谐振逆变器的工作频率来将所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点的处理器。

10. 根据权利要求 7 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个进一步包括变频可控谐振逆变器,所述变频可控谐振逆变器具有连接至所述行逆变器输入的谐振逆变器输入和通过隔离变压器器连接至所述成对整流器的输入的谐振逆变器输出,以及用于通过改变所述变频可控谐振逆变器的工作频率来将所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点的处理器。

11. 根据权利要求 1 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述多行可回收能源

收集器的每一个包括多个风力涡轮机驱动的 AC 发电机,所述风力涡轮机驱动的 AC 发电机具有整流的 dc 输出,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个具有行逆变器输入和变换器对 DC 链路输出,所述行逆变器输入连接至所述至少一个行功率优化器输入,以及所述变换器对 DC 链路输出连接至所述高压 DC 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。

12. 利用实用规模可回收能源系统采集、变换、监控和控制可回收能源的方法,包括: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;以及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,所述方法包括将所述多行可回收能源收集器的所述 DC 输出优化至最大功率点的步骤,使多个可回收能源功率优化器和发射器分布在所述高压可回收能源采集网络内,并且使多个可回收能源功率优化器和发射器被设置成提供具有单个电中性线的单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出,以及通过系统 DC 链路将单个正和负高压 DC 输出和所述多个可回收能源功率优化器和发射器的所述单个电中性线连接至所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统,所述系统 DC 链路具有正、负和公共总线,所述正、负和公共总线分别连接至所述单个正高压 DC 输出、所述单个负高压 DC 输出和单个电中性线。

13. 可回收能源、实用规模电力系统,包括:

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行功率优化器输入,所述行功率优化器输入连接至至少一个所述多行可回收能源收集器的所述 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连接至系统 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被设置将单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出连接至所述系统 DC 链路,所述系统 DC 链路具有连接至系统 DC 链路的接地线的单个电中性线;以及

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,所述多个并网逆变器封装模块的每一个具有连接至所述系统 DC 链路的输入,以及

虚拟沉浸式监控系统 and 中心控制系统,用于监控和控制所述高压可回收能源采集网络和所述集中并网多相同步调节电流源逆变器系统。

14. 根据权利要求 13 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个具有行逆变器输入和变换器对 DC 链路输出,所述行逆变器输入连接至至少一个行功率优化器,并且所述变换器对 DC 链路输出连接至所述高压 DC 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,以及用于将所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点。

15. 根据权利要求 13 或 14 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,所述逆变器控制器用于控制所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的连通频率。

16. 根据权利要求 13 或 14 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,用于在维持固定的近共振频率的同时控制周期内所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的导通时间。

17. 根据权利要求 13 或 14 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括逆变器控制器,所述逆变器控制器用于在近共振频率范围内控制所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的连通频率,以及在将固定频率维持在非共振范围内的同时控制周期内所述多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个中的多个逆变器开关设备的导通时间。

18. 根据权利要求 13 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

4 个 DC-DC 变换器的组合,所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个包括独立的第一和第二对 DC-DC 变换器,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的每一个具有连接至所述至少一个行功率优化器输入的每一个的行逆变器输入,和由单个整流器提供的正变换器输出和负变换器输出,第一对独立的 DC-DC 变换器具有平行连接至单个正高压输出的正变换器输出,所述正高压输出连接至所述系统 DC 链路,以及第二对独立的 DC-DC 变换器平行连接至单个负高压输出的负变换器输出,所述负高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述第一对独立的 DC-DC 变换器的负变换器输出和所述第二对独立的 DC-DC 变换器的正变换器输出共同一起连接至所述单个电中性线。

处理器,用于感测和监控所述 4 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 4 个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;以及

收发器,所述收发器连接至天线,所述天线用于将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发送至所述虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统,以及从所述虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统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。

19. 根据权利要求 13 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述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,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

多个 DC-DC 变换器的组合,所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个具有连接至所述至少一个行功率优化器输入的每一个的行逆变器输入,以及成对的整流器,所述成对的整流器的每一个包括正整流器和负整流器,4 个 DC-DC 变换器的组合的所述正整流器的正输出一起平行连接至单个正高压输出,所述正高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的所述负整流器的负输出一起平行连接至单个负高压输出,所述负高压输出连接至所述系统 DC 链路,所述 4 个 DC-DC 变换器的组合的所述正整流器的负输出和所述多个 DC-DC 变换器的组合的所述负整流器的正输出一起连接至所述单个电中性线。

处理器,用于感测和监控所述 4 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 4 个 DC-DC 变换器的每一个在最大功率点;以及

收发器,所述收发器连接至天线,所述天线用于将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发送至所述虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统,以及从所述虚拟沉浸式监控系统和中心控制系统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。

20. 根据权利要求 13 或 14 所述的可回收能源、实用规模电力系统,进一步包括:

用于在所述多个太阳能优化器和发射器和所述多个并网逆变器封装模块之间进行通信的装置;

用于发送和接收多个高压可回收能源采集网络数据和多个集中并网多相同步调节电流逆变器系统数据的装置;

用于与所述虚拟沉浸式监控系统通信的装置。

21. 根据权利要求 13 或 14 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述虚拟沉浸式监控系统包括虚拟沉浸设备看门狗计算机系统,所述虚拟沉浸设备看门狗计算机系统,用于收集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;用于在三维视觉导向虚拟现实环境中视觉显示所述多个高压可回收能源采集系统数据和所述多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据;以及用于基于所述多行可回收能源收集器的有效辐射,预测用于注入到高压电网的来自所述高压可回收能源采集网络的电功率输出。

22. 根据权利要求 18 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个进一步包括变频可控谐振逆变器,所述变频可控谐振逆变器具有连接至所述行逆变器输入的谐振逆变器输入和通过隔离变压器连接至所述单个整流器的输入的谐振逆变器输出,所述单个整流器具有连接至所述正整流器和负整流器输出的输出,以及所述处理器用于通过改变所述变频可控谐振逆变器的工作频率来将所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点。

23. 根据权利要求 19 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个进一步包括变频可控谐振逆变器,所述变频可控谐振逆变器具有连接至所述行逆变器输入的谐振逆变器输入和通过隔离变压器器连接至所述成对整流器的输入的谐振逆变器输出,以及所述处理器用于通过改变所述变频可控谐振逆变器的工作频率来将所述 4 个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点。

24. 根据权利要求 13 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述多行可回收能源收集器的每一个包括多个风力涡轮机驱动的 AC 发电机,所述风力涡轮机驱动的 AC 发电机具有整流的 dc 输出,并且所述多个可回收能源功率优化器和发射器的每一个包括:

至少一对 DC-DC 变换器,所述至少一对 DC-DC 变换器的每一个具有行逆变器输入和变换器对 DC 链路输出,所述行逆变器输入连接至所述至少一个行功率优化器输入,以及所述变换器对 DC 链路输出连接至所述高压 DC 输出;以及

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,以及用于将所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点。

25. 根据权利要求 13 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述虚拟沉浸式监

控系统包括虚拟沉浸设备看门狗计算机系统,所述虚拟沉浸设备看门狗计算机系统用于收集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;以及用于在三维视觉导向虚拟现实环境中视觉显示所述多个高压可回收能源采集系统数据和所述多个集中并网多相同步调节电流源逆变器系统数据。

26. 根据权利要求 24 所述的可回收能源、实用规模电力系统,其中,所述至少两个 DC-DC 变换器的每一个进一步包括变频可控谐振逆变器,所述变频可控谐振逆变器具有连接至所述至少一个行逆变器输入的每一个的谐振逆变器输入和通过隔离变压器器连接至单个整流器的输入的谐振逆变器输出,所述单个整流器具有连接至所述正整流器和负整流器输出的输出,以及所述处理器用于通过改变所述变频可控谐振逆变器的工作频率来将所述至少一个 DC-DC 变换器的每一个控制在最大功率点。

27. 利用实用规模可回收能源系统采集、变换、监控和控制可回收能源的方法,包括: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;以及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行功率优化器输入,所述行功率优化器输入连接至至少一个所述多行可回收能源收集器的所述 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连接至系统 DC 链路的高压 DC 输出,并且多个可回收能源功率优化器和发射器被设置成提供具有单个中性线的单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出,并且所述单个正高压 DC 输出、所述单个负高压 DC 输出和所述单个电中性线被连接至所述系统 DC 链路的正、负和公共总线;以及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;所述方法包括以下步骤:在三维视觉导向虚拟现实环境中虚拟沉浸式监控所述高压可回收能源采集网络,以及中心控制所述高压可回收能源采集网络和所述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环境进行通信。

高压能源采集和变换可回收能源的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

技术领域

[0001] 本申请总体上涉及可回收能源实用规模的电力系统,尤其涉及高压能源采集和变换可回收能源收集和变换系统,以及用于所述系统的可视监控和控制系统,该系统采用直流-直流(DC-DC)变换器。

背景技术

[0002] 在此所用的术语“可回收能源电力系统”指的是使用大量互联的光伏模块形成的太阳能发电厂或发电站,或者是使用大量互联的风力涡轮发电机形成的风力发电厂或发电站的实用规模的电力系统。

[0003] 实用规模(从 5-100 兆瓦特(MWe)范围的输出容量)的太阳能光伏电力系统包括大量太阳能光伏电力收集器,诸如太阳能光伏模块,其为并列的直流-交流(DC-AC)逆变器提供直流(DC)电源,并列的 DC-AC 逆变器将该 DC 电源转为交流(AC)电源。

[0004] 实用规模的风力系统包括大量电互联的风力涡轮发电机。风力涡轮驱动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。各种类型的发电机系统都可以耦合到风力涡轮机上。总所周知的一种这样的系统是行业指定的类型 4 风力涡轮机发电电力系统,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,该可变频率、可变电压输出被提供给整流器,整流器整流后的输出 DC 链路被提供给 DC-DC 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,线路变压器将该逆变器输出电压电平变换成电网电压(grid voltage)电平。

[0005] 对于无论是太阳能还是风力可回收能源的实用规模的电力系统,该电力系统组件明显比传统的住宅或商业规模的发电站分散在更多的土地上,从而使对该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典型的一条线路的集中化的控制板(typical one line centralized control board)。

[0006] 本发明的一个目的是为与集中并网多相调节电流源逆变器系统相结合的高压可回收能源采集网络提供监控和控制系统,其中在采集网络中通过结合 DC-DC 变换器,该可回收能源采样可被分配地进行功率优化。

[0007] 本发明的另一个目的是提供与集中并网多相调节电流源逆变器系统相结合的高压能源采集,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。

[0008] 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电能收集、变换、监控和控制系统,其包括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

[0009] 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调节电流源逆变器系统。该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到多行可回收能源收集器的至少一个的能源收集器行的功率优化器输入。多个可回收能源功率优化器和发射器中的每一个具有连接到系统DC链路的高压DC输出。多个可回收能源电力优化器和发射器被排列成组(are arranged in combination),其向该系统DC链路提供单个正高压(single positive high voltage)DC输出和单个负高压(single negative high voltage)DC输出,该系统DC链路具有连接到该系统DC链路的电接地(electrical ground)上的单个中性线(single electrical neutral)。集中并网多相调节电流源逆变器系统连接到该系统DC链路,并且具有多个可被连接至高压电网(high voltage electrical grid)的并网逆变器封装模块。

[0010] 本发明的另一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采集网络;集中并网多相调节电流源逆变器系统;和用于监控和控制该高压可回收采集网络和集中并网多相调节电流源逆变器系统的虚拟沉浸式系统和中心控制系统。该高压可回收能源采集网络具有多行可回收能源收集器,每行具有DC输出,以及多个可回收能源电力优化器和发射器。该多个可回收能源电力优化器和发射器中的每一个具有至少一行功率优化器输入,该功率优化器输入连接至该多行可回收能源收集器中的至少一行的DC输出。多个可回收能源电力优化器和发射器被排列成组,其向该系统DC链路提供单个正高压DC输出和单个负高压DC输出,该系统DC链路具有连接到该系统DC链路的电接地上的单个中性线。集中并网多相调节电流源逆变器系统连接到该系统DC链路,并且具有多个并网逆变器封装模块。

[0011] 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、变换、监控和控制可回收能源的方法。该可回收能源包括高压可回收能源采集网络。该采集网络包括多行可回收能源采集器,多个可回收能源收集器中的每一个具有DC输出。该采集网络还包括多个可回收能源电力优化器和发射器。该多个可回收能源电力优化器和发射器中的每一个具有至少一行功率优化器输入,该功率优化器输入连接至该多行可回收能源收集器中的至少一行的DC输出。多个可回收能源电力优化器和发射器被排列成组,其向该系统DC链路提供单个正高压DC输出和单个负高压DC输出,该系统DC链路具有连接到该系统DC链路的电接地上的单个中性线。该可回收能源系统还包括集中并网多相调节电流源逆变器系统,其连接至系统DC链路并具有多个并网逆变器封装模块。本发明中,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,并且通过与三维视觉导向的虚拟现实显示环境进行通信,该高压可回收能源采集网络 and 该集中并网多相调节电流源逆变器系统被中心地控制。

[0012] 本发明的上述和其它方面在说明书和权利要求书中进一步阐述。

附图说明

[0013] 为了说明本发明,显示在附图中的是目前优选的形式;然而,应当理解本发明并不限于所述的具体排列和方式。

[0014] 图1是用于收集和变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的一个实施例的简化单行方块图。

[0015] 图 2 (a) 是可用于本发明中的太阳能功率优化器和发射器的一个实施例的图解。

[0016] 图 2(b)是可用于本发明中的太阳能功率优化器和发射器的另一个实施例的图解。

[0017] 图 3 (a)是可用于图 2 (a)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。

[0018] 图 3 (b)是可用于图 2 (b)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 变换器的光伏行电压为低时,图 3 (a)和图 3 (b)所示的谐振 DC-DC 变换器的变换器电流接近共振的波形。

[0020] 图 5 图解了当连接至 DC-DC 变换器的光伏行电压为高时,图 3 (a)和图 3 (b)所示的谐振 DC-DC 变换器的变换器电流非共振的波形。

[0021] 图 6 所示的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联的一个实施例。

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

[0023] 图 8 是用于收集和变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的一个实施例的简化单行方块图。

具体实施方式

[0024] 图 1 是用于收集和变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的一个实施例的简化单行方块图。在本实施例中,有高压太阳能光伏能源收集(也指“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。升压变换器 18 将在并网逆变器封装模块(GrIP) 14a-14d 中的逆变器的输出从高压电网隔离。

[0025] 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在专利号为 8, 130, 518 的美国专利中有进一步描述。

[0026] 该虚拟沉浸式监控和控制系统包括虚拟沉浸设备看门狗(WIEW)模块 16a 和中心控制模块 16b。

[0027] 图 2 示出了可以被用于图 1 中的高压太阳能光伏能源收集网络 12 中的太阳能功率优化器和发射器(SPOT)的一个实施例。图 2 (a) 中的 SPOT 包括多个 DC-DC 变换器 20a (本实施例中有 4 个);处理器 20b (本实施例中被描述为微处理器(μP));以及收发器 20c (本实施例中被描述为具有发射和接收天线 20c' 的射频 RF 收发器)。

[0028] 图 2 (a) 中的 4 个 DC-DC 变换器将可变光伏“行”电压和电流转换成平行固定的高电压(例如 1250 伏特 DC)。在本实施例中如图 2 (a)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。如图 2 (a)所示这 4 个变换器的剩余 4 个输出被共同一起连接以形成公共端(中性)电路(common circuit)。变换器的平行正负输出被串联连接(被夹紧)至高 DC 电压(例如,2.5kV DC)上的系统 DC 链路(图 1 和图 2 (a)中显示为 DC 链路总线 22),该高 DC 电压是每个 DC-DC 变换器输出电压(例如,1.25kV DC)的两倍。参见图 1 的单行方块图,其中多个太阳能电力优化器和发射器(如图 2 (a)所示)可

被连接至多个太阳能光伏模块 30。因此,图 2 (a) 中的 4 个 DC-DC 变换器的组合可被描述为图右侧的第一对变换器和图左侧的第二对变换器,其中第一对变换器的正输出连接形成单个正高压 DC 输出;第二对变换器的负输出连接形成单个负高压 DC 输出;并且第一对变换器的正输出连接连同第二对变换器的负输出连接形成连接至系统 DC 链路的公共端的单个中性连接。在本发明的其它实施例中,任何偶数个 DC-DC 变换器都可以被布置成输出端互联以获取单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出,该单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出具有与该 4 个 DC-DC 变换器的实施例相似的连接至系统 DC 链路的单个中性连接。

[0029] 图 3 (a) 是可用于图 2 (a) 中的太阳能功率优化器和发射器 20 中的 DC-DC 变换器的一个图解实施例。每个 DC-DC 变换器有两部分组成:串联谐振全桥逆变器 20a' (a series resonant full bridge inverter) (本实施例中显示为半导体开关设备 Q1 至 Q4), 以及滤波器和单个整流器的组合输出部分 20a''。这两部分通过高频(10kHz 到 20kHz 的范围)变压器 Tx 被彼此隔离。从位于端子 1 和 2 上的光伏行源的输入端获取的电源随逆变器工作频率而变化。输入电流 (I_{dc}) 和电源 (E) 由图 2 (a) 中的处理器 20b 测量,该处理器调整逆变器的工作频率使得 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共振附近变化,共振由图 3 (a) 中的形成串联谐振环的感应器 Ltank 和电容器 Ctank 的值限定。随着频率接近共振点,逆变器从输入光伏行获得更多的电流,导致光伏行电压下降。如下面进一步描述的,处理器 20b 的一个功能为将光伏行电压和电流的数学结果维持在最大功率点值处。图 4 示出了当输入光伏行电压为低时接近共振时的逆变器输出电流,以及图 5 示出了当输入光伏行电压为高时非共振时的逆变器输出电流。

[0030] 处理器 20b 可以是与 I/O 设备通信的微处理器,该 I/O 设备感测每个 DC-DC 变换器 20a 的输入端的行电压和电流。该处理器在每个变换器的输入出行电压和电流,并且通过执行具有最大功率点跟踪(MPPT)算法的计算机代码来控制对每个变换器的操作以从每个太阳能光伏模块行采集最大功率。例如,该算法可包括“扰动观察”子程序,通过该子程序 DC-DC 变换器的工作频率可以有少量变换,并且该 MPPT 算法决定是否随着频率扰动增加或减少采集的功率。

[0031] 如果在本发明具体实施例中采用收发器 20c,该收发器 20c 发送电力系统数据给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 工作温度和 SPOT 工作状态数据,诸如是否 SPOT 在来自所有输入光伏行的全最大输入功率(full maximum input power)下工作,还是在来自至少一些输入光伏行的有限输入功率下运行。收发器 20c 接收电力系统数据,该电力系统数据包括电力系统限制命令数据和电力系统的开关机状态或控制。例如,可以通过检测是否特定的 DC-DC 变换器处于可操作的震荡状态(电力系统处于开机状态)来确定电力系统的开机或关机状态。远程电力系统的开机或关机命令(来自中心控制模块)可用于促进 SPOT 的维修。一种收发器 20c 发送和接收的方法是通过网格无线电系统(mesh radio system)。

[0032] 图 2 (b) 示出了可选的太阳能功率优化器和发射器 (SPOT),该太阳能功率优化器和发射器用于图 1 中的高压太阳能光伏能源收集网络 12 的一些实施例中。图 2 (b) 中的 SPOT25 包括多个双整流器 DC-DC 变换器 25a (本实施例中为 4 个);处理器 20b (本实施例中描述为微处理器 (μP));以及收发器 20c (本实施例中描述为具有发射和接收天线

20c' 的射频 RF 收发器)。

[0033] 图 2 (b) 中的 4 个双整流器 DC-DC 变换器将可变光伏“行”电压和电流变换成平行固定高电压(例如 1250 伏特 DC)。在本实施例中如图 2 (b) 所示, 变换器的 4 个正(+)输出并联在一起形成至正 DC 链路的连接, 变换器的 4 个负(-)输出并联在一起形成至负 DC 链路的连接。如图 2 (b) 所, 这 4 个变换器的剩余八个输出被共同一起连接以形成至中性线(COMMON)的公共端连接(a common connection)。变换器的平行正负输出被并联连接(被夹紧)至高 DC 电压(例如, 2.5kV DC)上的系统 DC 链路(图 1 和图 2 (b) 中显示为 DC 链路总线 22), 该高 DC 电压是每个 DC-DC 变换器输出电压(例如, 1.25kV DC)的两倍。参见图 1 的单行方块图, 其中多个太阳能电力优化器和发射器(如图 2 (b) 所示)可被连接至多个太阳能光伏模块 30。因此, 图 2 (a) 中的 4 个 DC-DC 变换器的组合可被描述为 4 个 DC-DC 变换器组合, 每个变换器具有一对整流器, 一个整流器被指定为正整流器(REC2), 另一整流器被指定为负整流器(REC1)。所有正整流器的正输入被连接在一起形成单个正高压 DC 输出; 所有负整流器的负输入被连接在一起形成单个负高压 DC 输出; 负整流器的正连接连同正整流器的负连接被连接在一起形成至系统 DC 链路的公共端的单个中性连接。在本发明的其它实施例中, 任何偶数个 DC-DC 变换器都可以被布置成输出端互联以获取单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出, 该单个正高压 DC 输出和单个负高压 DC 输出具有与该 4 个 DC-DC 变换器的实施例相似的连接至系统 DC 链路的单个中性连接。

[0034] 图 3 (b) 是可用于图 2 (b) 中的太阳能功率优化器和发射器 25 中的 DC-DC 变换器的一个图解实施例。每个 DC-DC 变换器有两部分组成: 串联谐振全桥逆变器 25a' (本实施例中显示为半导体开关设备 Q1 至 Q4), 以及组合的两个(成倍或成对)输出滤波整流器和滤波器部分 25a''。这两部分通过高频(10kHz 到 20kHz 的范围)变压器 Tx 被彼此隔离。从位于端子 1 和 2 上的光伏行源的输入端获取的电源随逆变器工作频率而变化。输入电流(I_{dc})和电源(E)由图 2 (b) 中的处理器 20b 测量, 该处理器调整逆变器的工作频率使得 DC-DC 变换器在最大功率点值处运行。变换器的输入逆变器的工作频率在共振附近变化, 共振由图 3 (b) 中的形成串联谐振环的感应器 Ltank 和电容器 Ctank 的值限定。随着频率接近共振点, 逆变器从输入光伏行获得更过的电流, 导致光伏行电压下降。如下面进一步描述的, 处理器 20b 的一个功能为将光伏行的电压和电流的数学结果(mathematical product) 维持在最大功率点值处。图 4 示出了当输入光伏行电压为低时接近共振时的逆变器输出电流, 以及图 5 示出了当输入光伏行电压为高时非共振时的逆变器输出电流。

[0035] 对图 2 (a)、图 2 (b)、图 3 (a) 和图 3 (b) 中利用的 DC-DC 变换器的控制可以通过逆变器控制器改变 DC-DC 变换器中利用的逆变器部分的开关设备(本实施例中为半导体 Q1 至 Q4) 的连通频率来执行。

[0036] 对 DC-DC 变换器的另一种控制可以在每个周期内通过逆变器控制器改变 DC-DC 变换器中利用的逆变器部分的开关设备的传导时间(duration of conduction) 来执行, 同时维持固定的近共振频率(fixed near resonant frequency)。

[0037] 可选地, 对 DC-DC 变换器的另一种控制可以通过将改变连通频率和改变逆变器开关设备的导通时间(duration of conduction) 结合起来执行。也就是说, 变换器控制可以通过在一个范围内(in a first range) 改变逆变器开关设备的连通频率(commutation frequency), 以及在维持固定的共振频率在又一个范围(in a second range) 的同时在每

个周期内改变逆变器开关设备的导通时间来执行。可变频率范围在共振频率的附近,而逆变器开关设备的固定频率和可变动通时间在远离共振的范围内,。

[0038] 图 2 (a) 和图 2 (b) 所示的本发明的实施例利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 个光伏模块。取决于太阳能系统参数,诸如太阳辐照量、阴影或者环境恶化,每行的输出通常在 1-10 安培 DC (在 400-1000 伏特, DC)。一组 4 个太阳能光伏模块可被连接至图 2 (a) 和图 2 (b) 所示的多个 SPOT,以为具有 4 个行输入行的每个 SPOT 产生大约 200-6250 “瓦特 / 输入行”,最大值为 25000 瓦特。

[0039] 图 6 示出了利用本发明的太阳能功率优化器和发射器的可回收能源实用规模的电力系统的互联的实施例。最大数量的太阳能两个优化器和发射器,例如 20 个,可共享每个 SPOT“水平的”总线 21a、21b、21c...21x,如图 6 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 21a1 至 21a20。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 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,其表示图 1 图解示出的高压光伏能源收集网络 12 的一部分,并且能从太阳辐射产生 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)行光伏模块连接至阵列 21 中的 20 个太阳能功率优化器和发射器中的每一个,每个光伏行由大约 20-25 个光伏模块串联组成。光伏模块的 4 个光伏行的组合可被看做由大约 80-100 个模块组成的光伏“组”,由此在有 20 个太阳能功率优化器和组合器的阵列 21 内,共有 1600-2000 个光伏模块被连接至 SPOT 水平总线 21a。其他包括 SPOT 水平总线 21b...21x (其中 x 是个变量,代表包括光伏收集网络 23 的最后一个总线和阵列)的光伏能源采集阵列中的每一个也可以从太阳辐射产生 500kW 的最大值;图 6 没有示出这些其他阵列中连接至太阳能功率优化器和发射器的光伏行。每个 SPOT 水平总线分别连接至 SPOT “竖直”总线(图 6 中的 26a, 26b, 26c, ...26x),以连接至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)。基于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,这种实用的排列将形成每个 SPOT 竖直总线的导体尺寸限制为最大电流容量为 200 安培 DC。

[0040] 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和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之间进行通信的电路,以及用于发送和接收电力系统数据,诸如收集从每个 SPOT 发射的数据;优选地通过安全数据链路 17 (图 1 中虚线所示)诸如安全以太网与并网逆变器封装模块 14a-4b 进行通信;如果在本发明的具体实施例中使用三维数据导向的虚拟现实显示环境的话,通过例如 VIEW 计算机系统与三维数据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注入电网中的高压(HV)电网电压;以及监控采集系统 12 和变换系统 14 之间的 DC 链路 22 的电压;控制发送至每个并网逆变器封装模块的设定的 DC 输入电流量,其中设定的 DC 输入电流量是根据转换系统 14 的需求将其设定为与采集系统 12 产生的电流相匹配;以及相对于 AC 电网电压相位控制注入到电网中的 AC 电流相位。

[0041] 在本发明的一个实施例中,能源变换系统 14 包括多个并网逆变器封装模块。图 1 和图 6 的系统实施例中图示了 4 个并网逆变器封装模块 14a-14b,通常本发明的其它系统实施例中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,该电路用于:将逆变器封装额定功率(图 1 中的实施例为 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,诸如前一段所述的设定的 DC 输入电流量设定值和并网逆变器封装的输出相角(phase angle)。发送的操作参数包括:输入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 输出相电流(phase currents);来自并网逆变器封装模块的 AC 输出相电压;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;并网逆变器封装模块冷却子系统冷却剂(如果使用的话)温度;以及选择的并网逆变器封装电路组件温度。

[0042] 在本发明的一个实施例中,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,该 VIEW 计算机系统收集采集系统信息;利用下面进一步描述的三维虚拟现实技术呈现收集的采集信息;以及基于太阳能能源可回收系统的有效辐射,预测注入到电网的电功率输出。

[0043] 图 7 示出了本发明中虚拟沉浸式监控系统的关键因素,图 7 是在 VIEW 计算机可视显示单元上的高压太阳能光伏能源数据网络的部分显示出的三维图像的简化黑白图示。在该图示中,组成光伏行的光伏模块 30 相对于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影(dynamic real time cloud shading of components)。图示了 SPOT20 或 25 的相对位置,连同来自连接至 SPOT20 或 25 的输入端的光伏行的导体 91,以及 SPOT20 或 25 的输出端所连接的 DC 链路 22。每个 SPOT 可被封装在大约 12X12X6 的外壳内,如图 7 所示,该外壳顶部具有用于光伏行输入的 4 个链接,并且 3 个经过(除了位于 SPOT 水平总线末端的 SPOT)位于 SPOT 外壳侧面或 SPOT 外壳底部的输入和输出导体(如图 2 (a)或图 2 (b)所示的正、负和中性(公共端))。光伏模块的每个光伏组可被安装在一个结构支架上(structural supporting rack),该结构支架也可作为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)(在架子的下面或侧面)。所有的颜色解码元件、云可视化(cloud visualization)和其它下述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。

[0044] 本发明提供了用于太阳能电力的虚拟沉浸式监控和控制系统的两个实施例。如图 1 基座 31 所示的一个实施例利用固定倾斜追踪光伏阵列,另一个利用双轴追踪光伏阵列。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动,该计算机输入设备诸如手持控制器、操纵杆或追踪球。该运动可通过光伏阵列,并且可选地可在太阳能发电厂的独立组件的预定三维空间轨迹上。

[0045] 太阳能发电厂的每个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(references),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上的从早到晚的光线变换可以给光伏模块提供变化的光照水平,并且会影响双轴追踪器(如果用的话)所面对的方向,使其一直垂直于日照方向。在本发明的虚拟沉浸式监控系统的一个实施例中,功率、电流和电压值的大小通过合适的颜色强度范围来表征,用以形成 VIEW 计算机可视显示单元上的电力系统组件图像,电力系统组件诸如光伏模块、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的开关组件,颜色强度是与电力系统组件相关的功率、电流和电压量值的函数。

[0046] 在本发明的一个实施例中,光伏行模块的额定输出的颜色编码由连续色谱的阴影(shade)完成,该连续色谱范围从表示行以全功率运行的亮蓝色到小于全功率的暗蓝色,并且最后到黑色表示功能行产生零功率。颜色变换与额定功率输出成线性关系。由于设备故障而不产生功率的任何行被可视地显示为红色,以将其和产生零功率的正常行区分开。电力系统电导体可被显示绿色以表示通过其的电流大小,亮绿色表示更高的电流水平,暗绿色表示更低的电流水平。导体出现故障或失灵时显示为红色。每个 SPOT 可由黄色表示,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 SPOT 外壳用红色显示。逆变器、变压器、电网开关设备和其它组件可由自然颜色(natural color)呈现。可将有源电表图像图标(active meter graphic icon)诸如千瓦放置在可视显示(例如,在放在可视显示的角上)的合适位置,可视显示用于显示在合适单元中产生的实时总电功率。操作者可控的可视显示指示图标可被操作者用于可视地在电表图像图标中显示功率输出的详细信息和具有唯一标示符的系统元件产生的能量,该唯一标示符是诸如元件的编号。

[0047] 在虚拟沉浸式监控系统中,云图像(the image of a cloud)可有光伏板表面生成的阴影来重构。通过从太阳能发电场中的一部分采集的的光伏电功率的下降变量来检测阴影。

[0048] 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),该算法可视地显示接近未来时间(at near time in the future)(例如,实时的从现在起 10 分钟)的系统的功率输出。

[0049] 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,做成的透明的光伏模块)和突出(highlight)电力系统的不同阶段。

[0050] 图 8 是用于收集和变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的一个实施例的简化单行方块图。永磁同步发电机产生的变频 AC 功率被 AC-AC 变换器 51 整流,然后被应用到风力功率优化器和发射器(WPOT)40。风力功率优化器和发射器将最适负载应用到同步发电机,用于在最大功率点值处运行风力涡轮机。风力功率优化器和发射器与太阳能功率优化器和发射器相似,处理其通常但不绝对的,采用单个 DC-DC 变换器,而不是如图 2(a)或图 2(b)所示用于太阳能功率优化器和发射器的 4 个 DC-DC 变换器(或其它偶数个 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,其中该系统采用三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-14b。

[0051] 如果在本发明的特定实施例中使用了虚拟沉浸式监控系统,则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和并网逆变器封装模块通信,以可视化地在 VIEW 计算机显示单元上描述风力发电厂的运行。三维可视导向的显示环境包括风力发电厂的三维地形层(terrain layer)。可使用通用性的风力发电机。根据涡轮机的数量,可选择合适数量的并网逆变器封装,其中每个涡轮机有大约 1.5MW,并且每个并网逆变器封装有 2.5 兆瓦特(MW)的额定功率。虚拟沉浸式监控系统的可视化被排列,使得并网逆变器处在

前景 (foreground) 中, 并且涡轮机和至逆变器系统的连接都清晰可见。可将变压器放置在逆变器旁边, 并且放在放置逆变器的建筑物的外面。风力涡轮机的输出的可视化可以是功率计图像图标 (power meter graphic icon), 该功率计图像图标被层放在三维视觉导向的显示环境上, 具有至少实时功率输出和可选地具有数值或图像形式的历史数据。

[0052] 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到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元件或功能唯一地用于太阳能能源而不是风力能源。

[0053] 本发明依据优选例子和实施例进行了描述。除去特别强调的那些, 任何等价、替代和修改, 都可在本发明的范围之内。

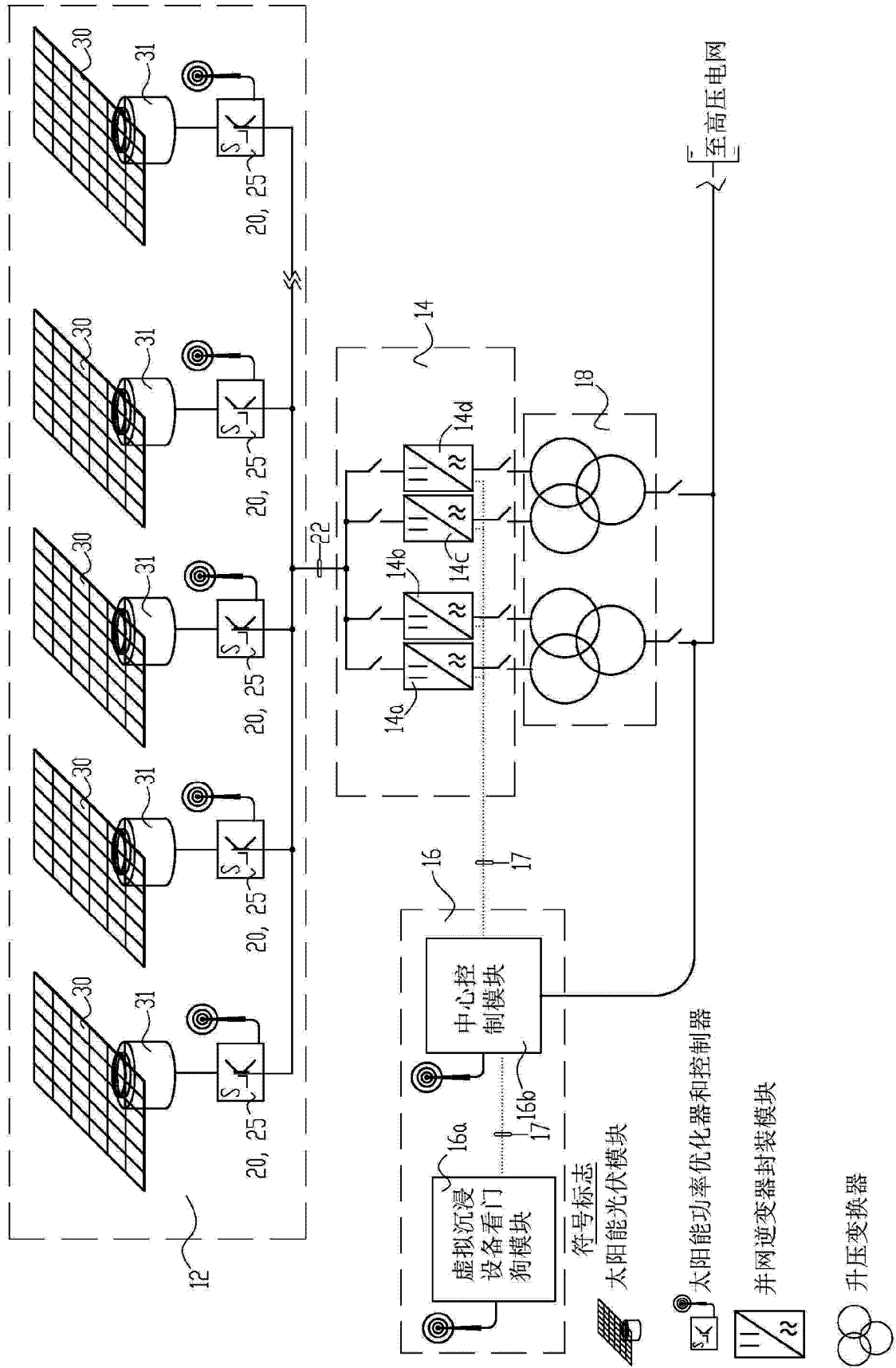
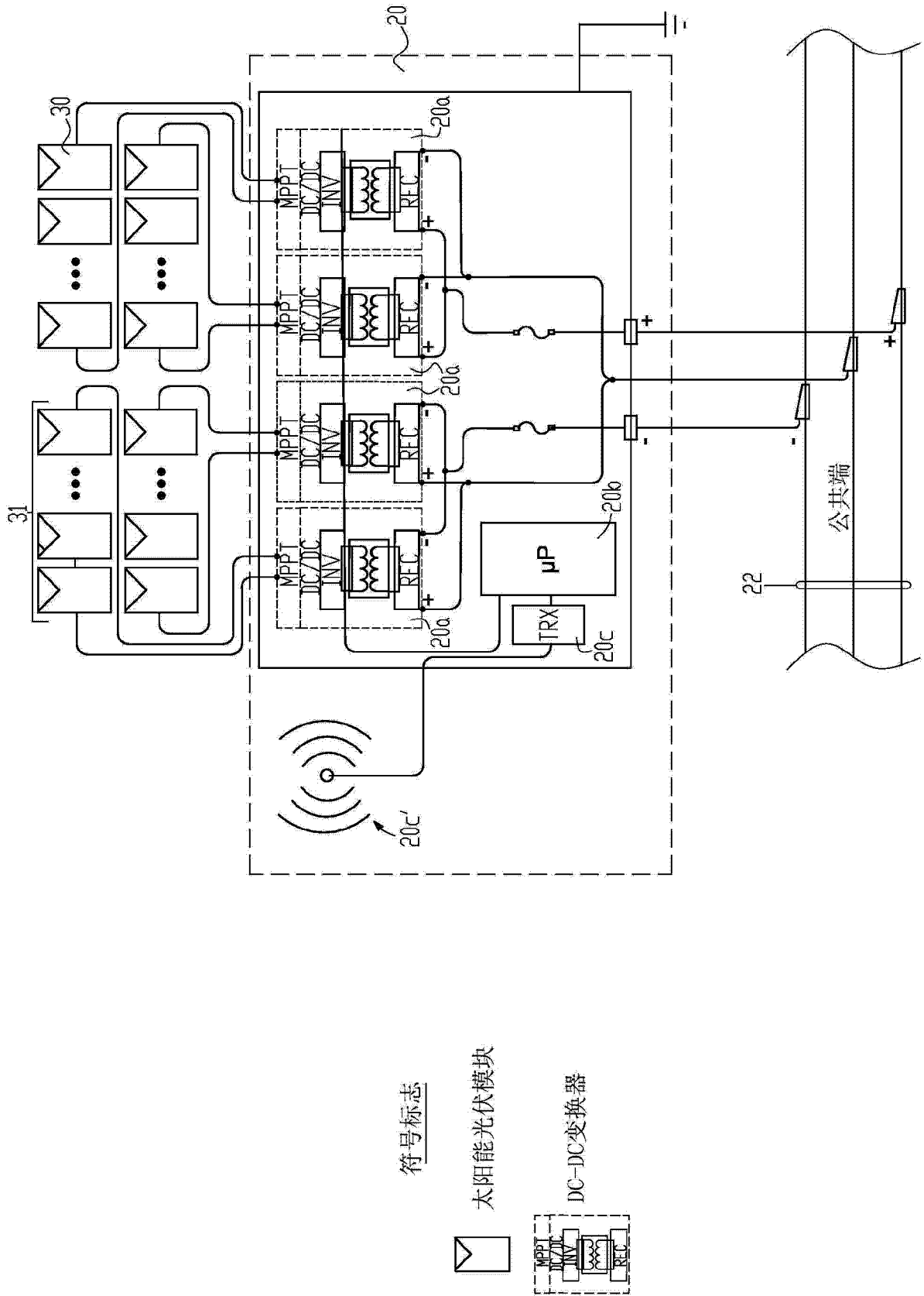


图 1



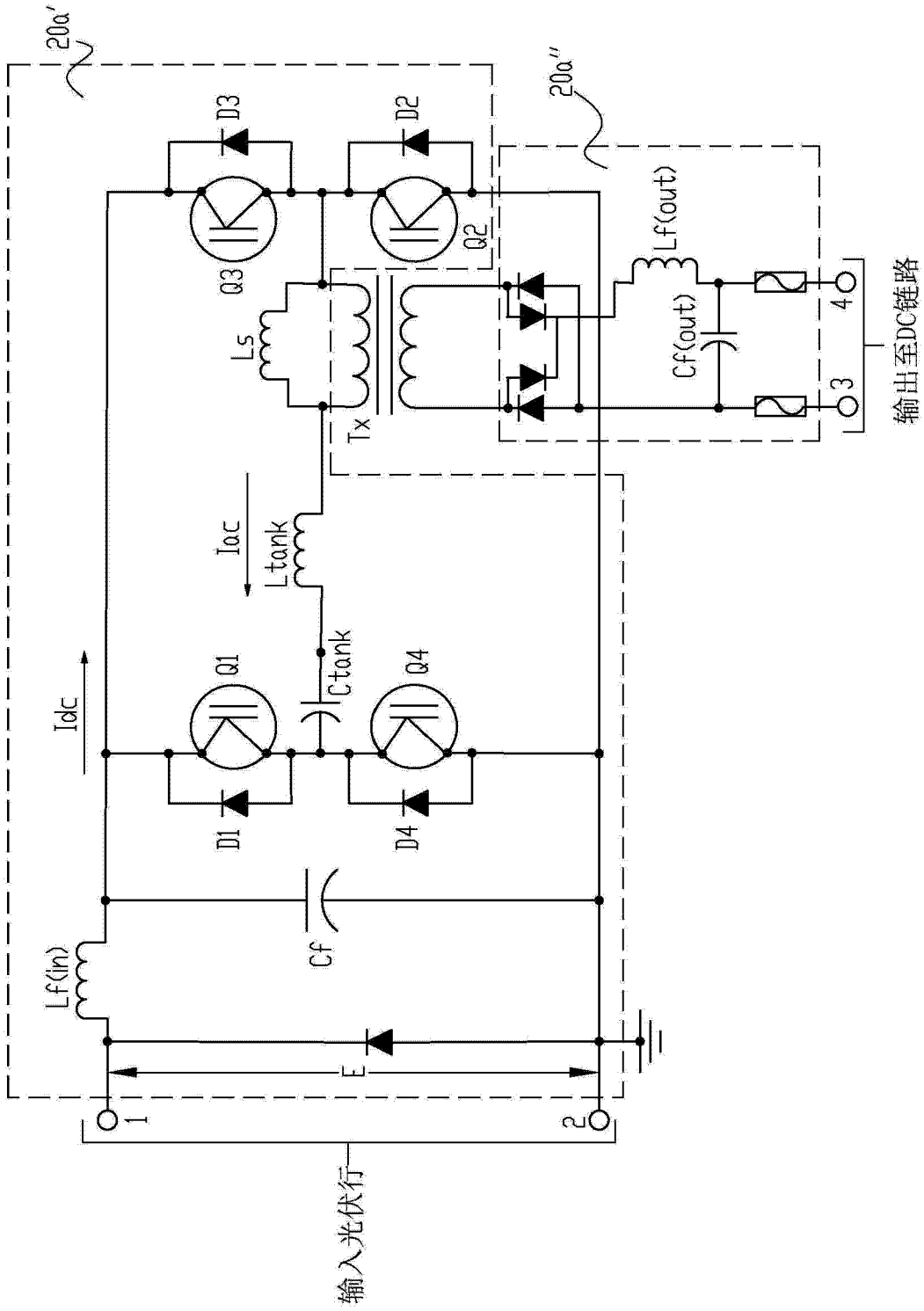


图 3(a)

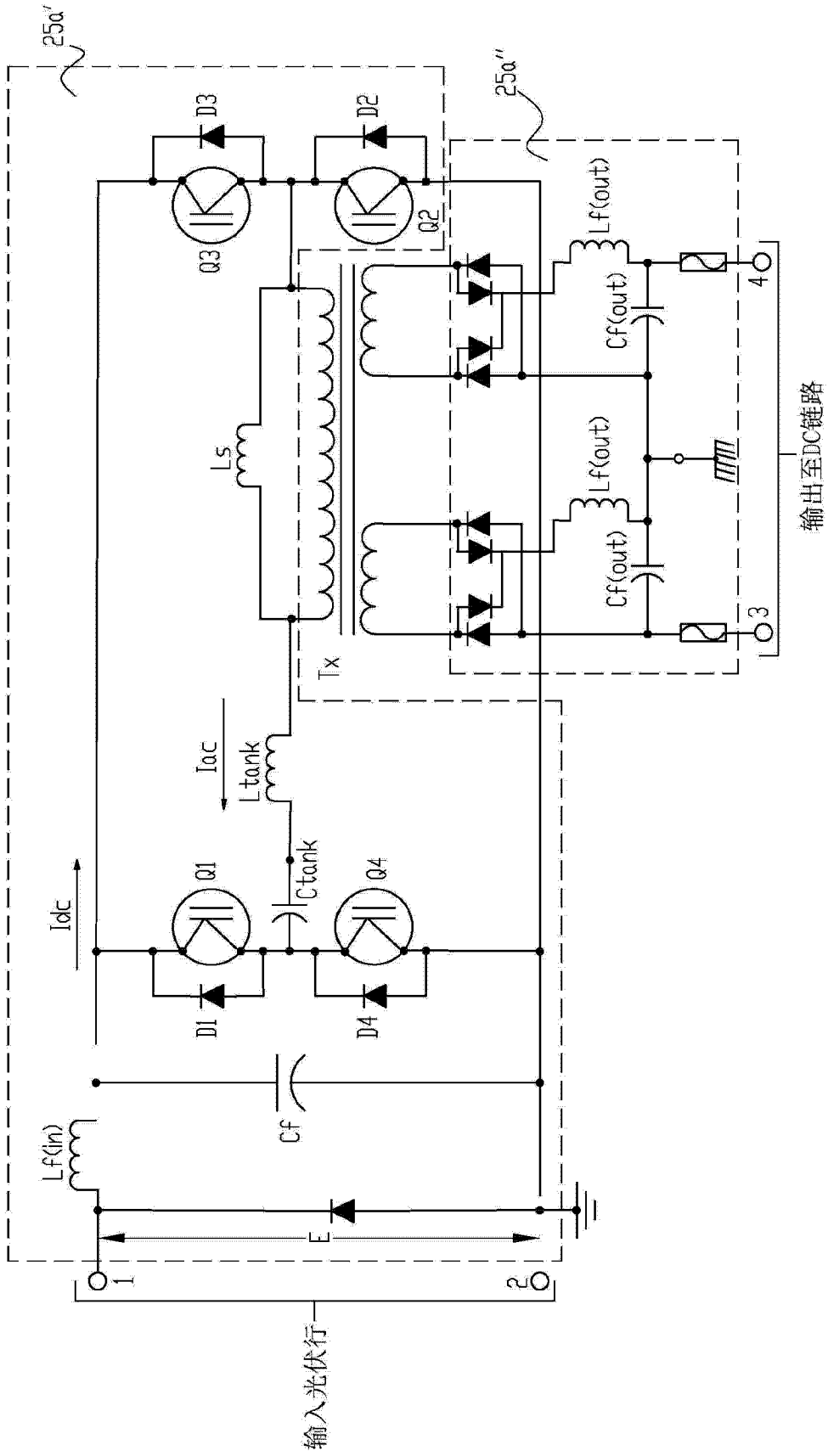


图 3(b)

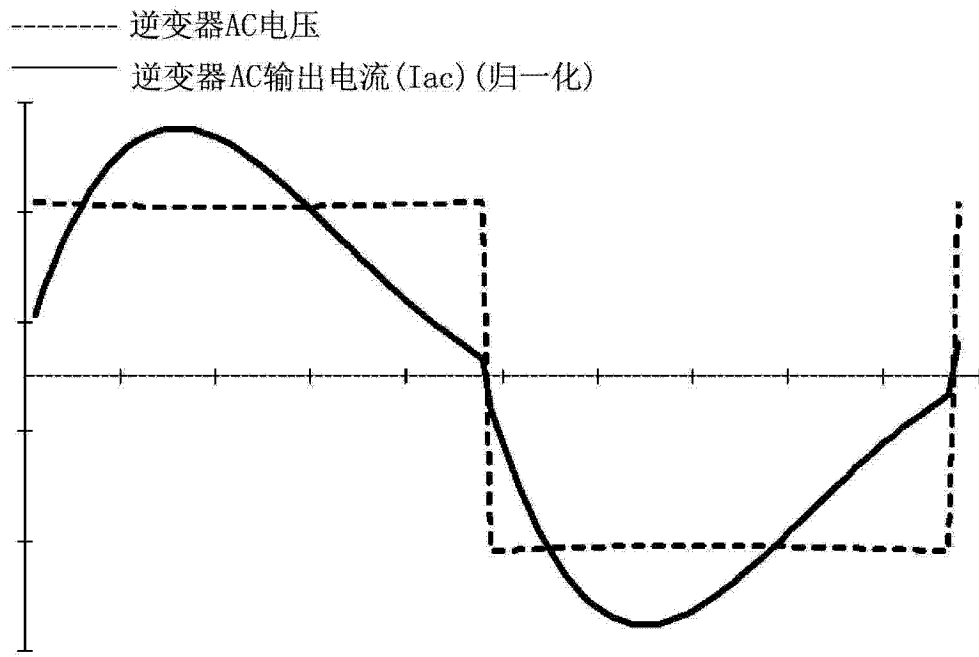


图 4

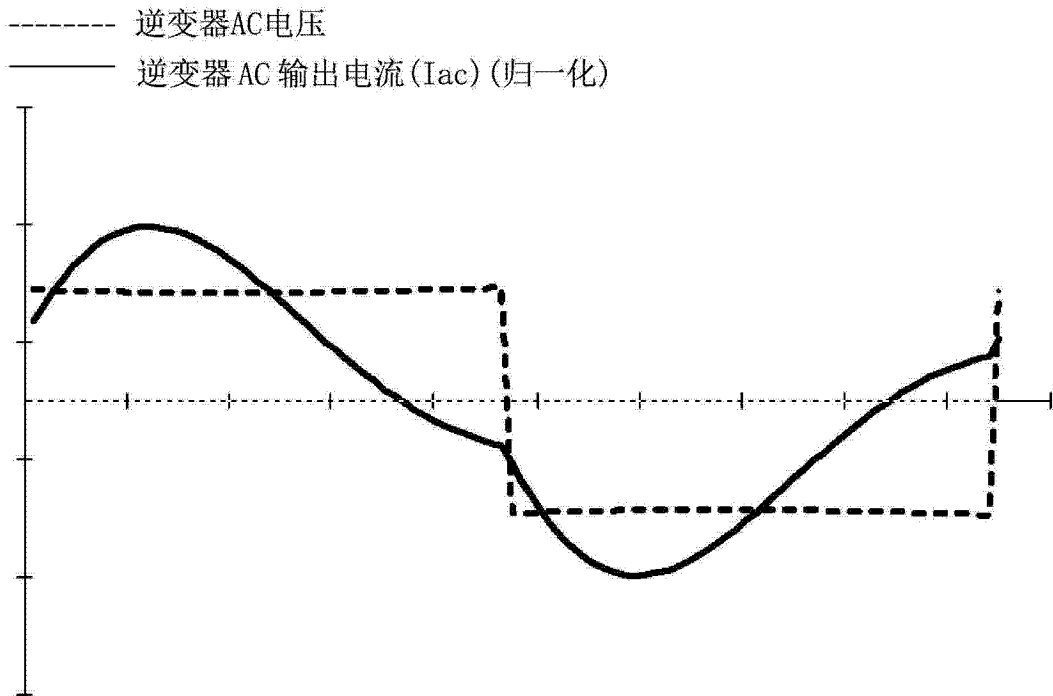


图 5

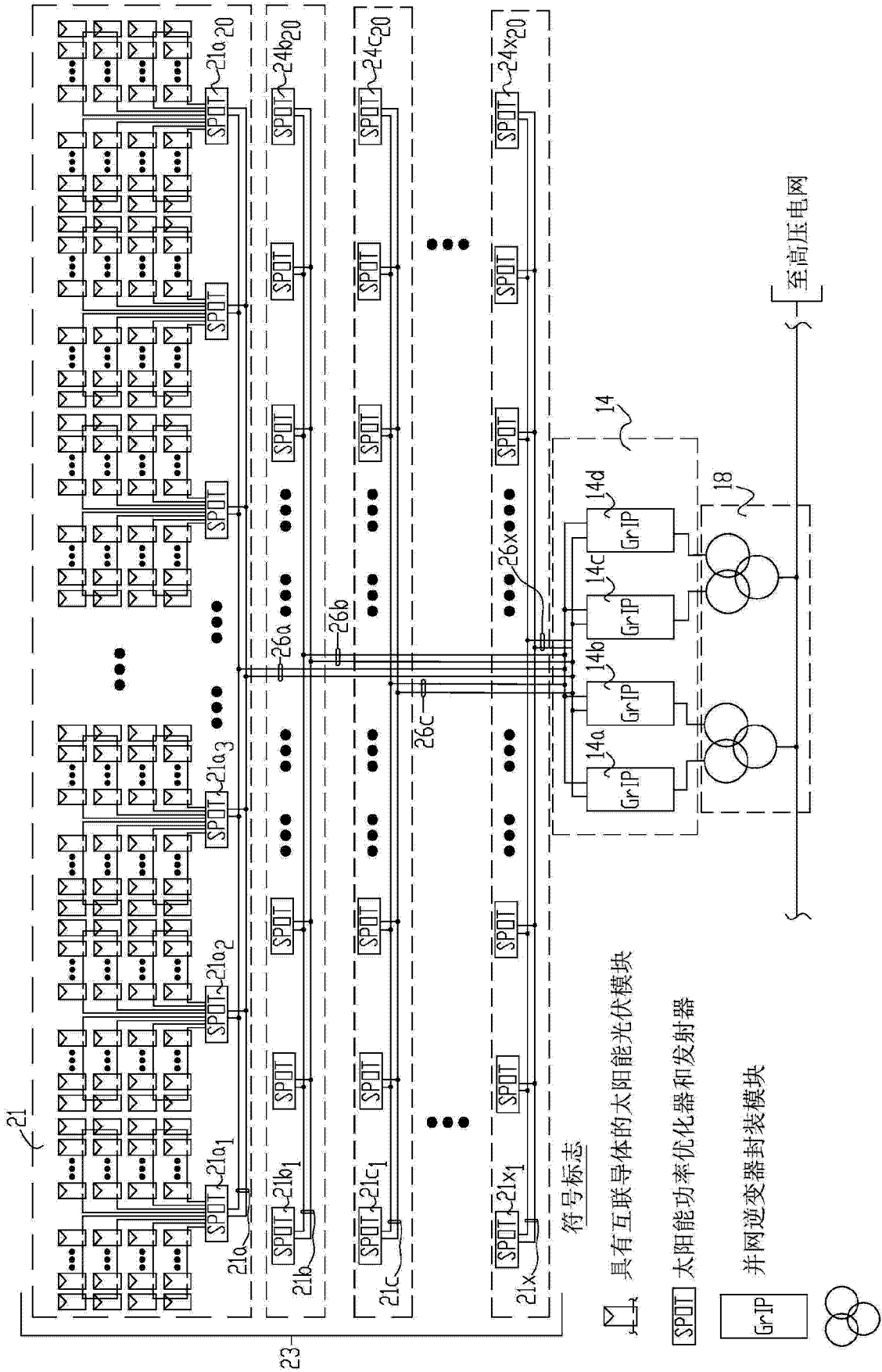


图 6

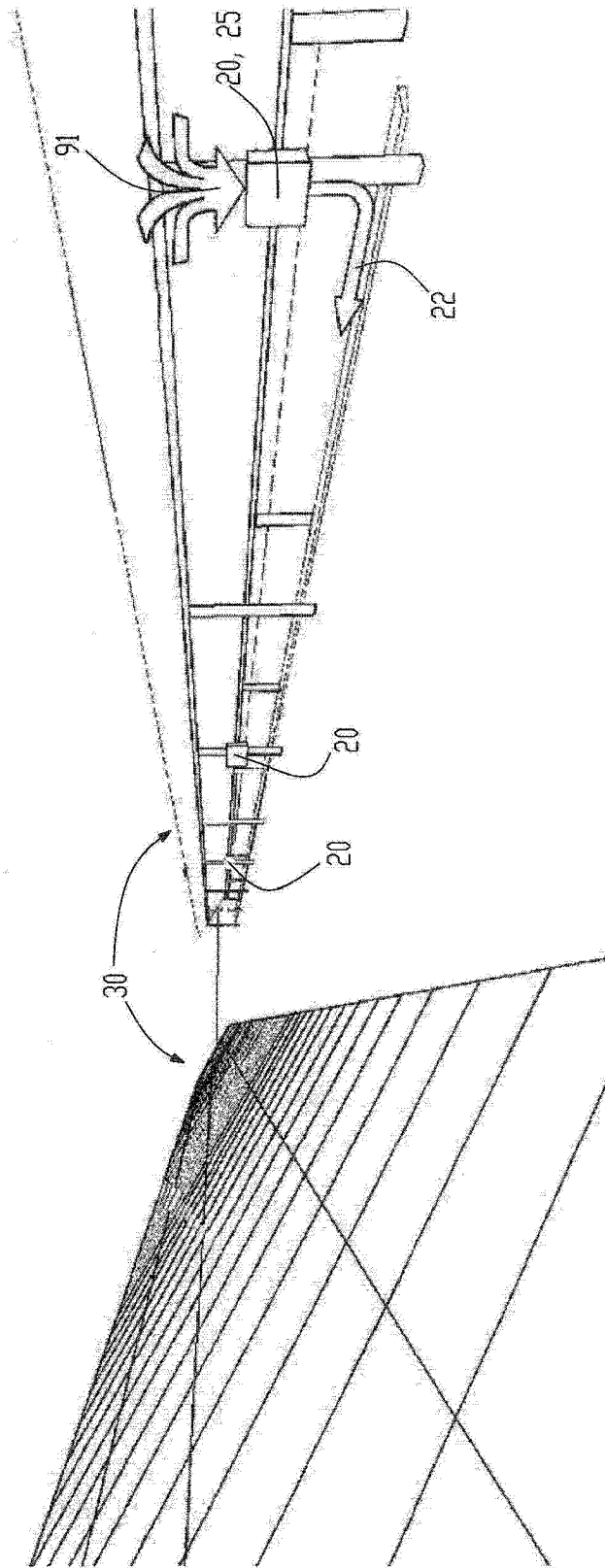


图 7

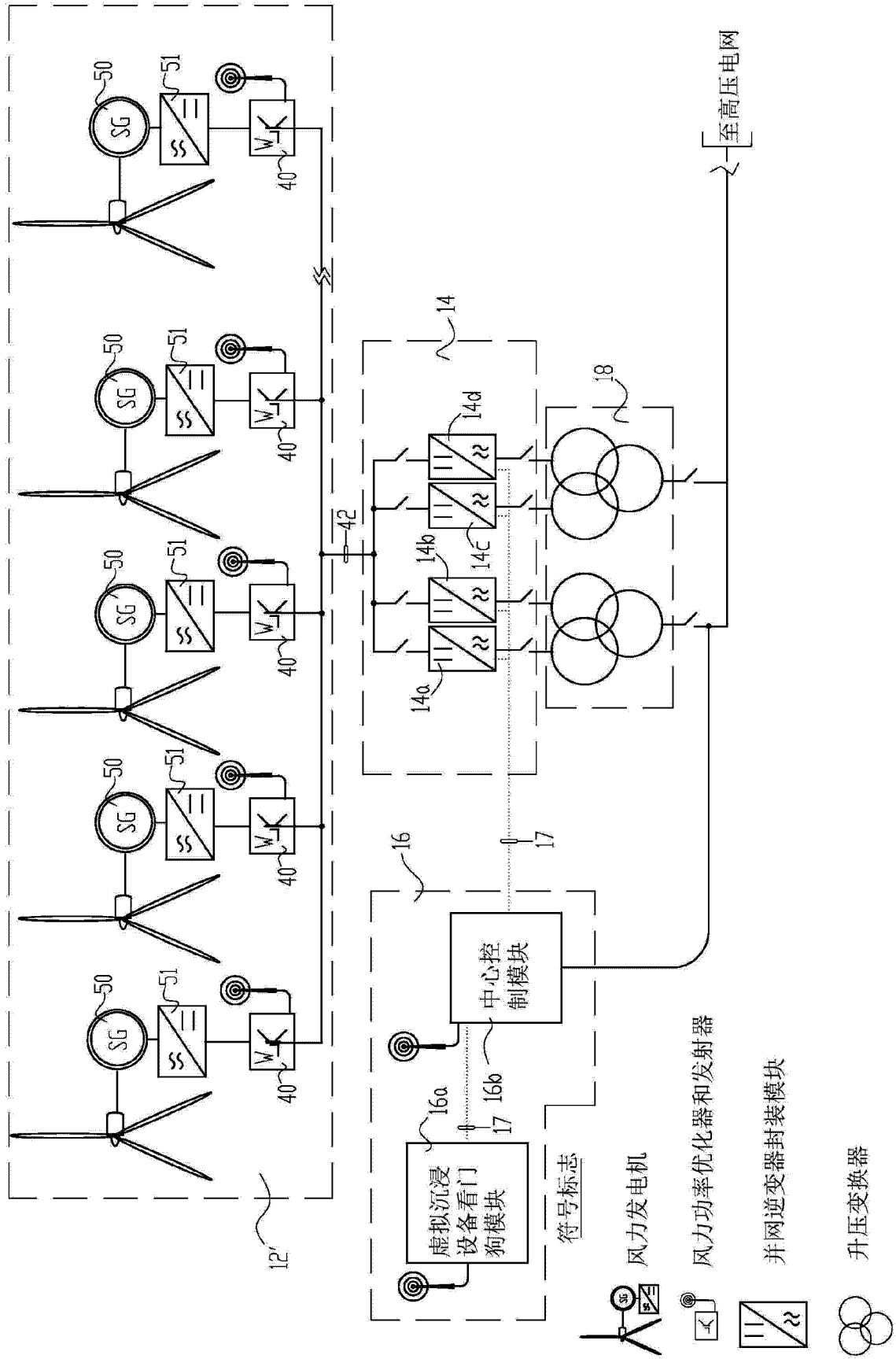


图 8