



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113692684 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202080020771.0

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司
11332

(22) 申请日 2020.02.12

代理人 谭营营 胡彬

(30) 优先权数据

2019900446 2019.02.12 AU

(51) Int.Cl.

H02J 3/32 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02J 3/36 (2006.01)

2021.09.13

H02M 7/42 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H02J 5/00 (2016.01)

PCT/AU2020/050117 2020.02.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/163912 EN 2020.08.20

(71) 申请人 埃莱克赛斯IP有限公司

地址 澳大利亚昆士兰州

(72) 发明人 贝文·霍尔库姆

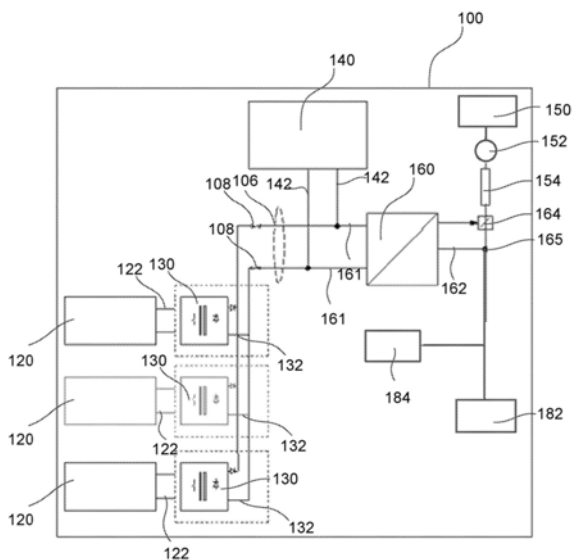
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

用于管理电力的系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了用于管理配电网中的电力的系统。所述系统包括多个DC/DC转换器，每个DC/DC转换器电耦合在多个DC源中的一个的输出与DC总线之间，转换器并联地电耦合到DC总线并且每个转换器被配置为从DC源向DC总线传递电力；至少一个DC能量存储装置，其电耦合到DC总线；至少一个DC/AC逆变器，其具有电耦合到DC总线的输入以及电耦合到AC负载和AC电源中的至少一个的输出；以及一个或多个电子处理设备，其选择性地控制DC/DC转换器，从而选择性地控制向至少一个能量存储装置的电力传递。



1. 一种用于管理配电网中的电力的系统,所述系统包括:
 - a) 多个DC/DC转换器,每个DC/DC转换器电耦合在多个DC源中的一个DC源的输出与DC总线之间,所述转换器并联地电耦合到所述DC总线并且每个转换器被配置为从所述DC源向所述DC总线传递电力;
 - b) 至少一个DC能量存储装置,其电耦合到所述DC总线;
 - c) 至少一个DC/AC逆变器,其具有电耦合到所述DC总线的输入以及电耦合到AC负载和AC电源中的至少一个的输出;以及
 - d) 一个或多个电子处理设备,其选择性地控制所述DC/DC转换器,从而选择性地控制向所述至少一个能量存储装置的电力传递。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述一个或多个电子处理设备根据转换器输出电压和DC总线电压中的至少一个,独立地控制每个DC/DC转换器的输出。
3. 根据权利要求1或2所述的系统,其中每个DC/DC转换器的输出电压大于每个转换器的相应输入电压。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中每个DC/DC转换器的输出的控制取决于下列中的至少一个:
 - a) 所述至少一个能量存储装置的充电极限;
 - b) 所述至少一个能量存储装置的放电极限;
 - c) 所述至少一个能量存储装置的荷电状态(SOC);以及
 - d) 所述至少一个能量存储装置的健康状态(SOH)。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述一个或多个电子处理设备向每个DC/DC转换器传送公共电压极限。
6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述公共电压极限指示所述至少一个能量存储装置的最大充电电压。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中所述一个或多个电子处理设备引起每个DC/DC转换器进行:
 - a) 实施最大功率点跟踪(MPPT)算法,直到所述DC/DC转换器的输出达到所述公共电压极限为止;并且
 - b) 一旦所述电压极限被达到则调节所述输出,使得所述电压极限不被超过。
8. 根据权利要求5至7中任一项所述的系统,其中所述公共电压极限是至少600VDC。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中所述DC/DC转换器中的一个或多个被电流隔离。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中所述至少一个能量存储装置包括具有至少600VDC的额定工作电压的一个或多个电池。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的系统,其中所述DC源包括太阳能光伏(PV)电源模块。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述DC/DC转换器与PV电源模块相集成。
13. 根据前述权利要求中任一项所述的系统,其中所述逆变器是双向DC/AC逆变器,其具有经由阻抗与所述AC源相耦合的输出。
14. 根据权利要求13所述的系统,其中所述逆变器包括配电静止补偿器(dSTATCOM)。

15. 根据权利要求13或14所述的系统,其中所述逆变器是能够由所述一个或多个电子处理设备控制的,以选择性地引起电力在所述DC总线与所述AC负载和AC电源中的至少一个之间潮流。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中所述逆变器的控制优先于所述DC/DC转换器的控制。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的系统,包括至少在所述一个或多个电子处理设备、DC/DC转换器、至少一个能量存储装置与所述逆变器之间的无线通信。

18. 一种用于管理配电网络中的电力的方法,所述方法包括在一个或多个电子设备中:

a) 确定系统的一个或多个参数,所述系统包括:

i) 多个DC/DC转换器,每个DC/DC转换器电耦合在相应的DC源的输出与DC总线之间,所述转换器并联地电耦合到所述DC总线并且每个转换器被配置为从所述DC源向所述DC总线传递电力;

ii) 至少一个DC能量存储装置,其电耦合到所述DC总线;和

iii) 至少一个DC/AC逆变器,其具有电耦合到所述DC总线的输入以及电耦合到AC负载和AC电源中的至少一个的输出;以及

b) 根据所述确定的参数,选择性地控制所述DC/DC转换器,从而选择性地控制向所述至少一个能量存储装置的电力传递。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中根据所述确定的参数,每个DC/DC转换器的输出被独立地控制,所述确定的参数包括转换器输出电压和DC总线电压中的至少一个。

20. 根据权利要求18或19所述的方法,其中所述方法包括在所述一个或多个电子设备中,向每个DC/DC转换器传送公共电压极限。

21. 根据权利要求20所述的方法,其中所述方法包括在所述一个或多个电子设备中:

a) 在每个DC/DC转换器中实施最大功率点跟踪(MPPT)算法,直到所述DC/DC转换器的输出达到所述公共电压极限为止;并且

b) 一旦所述电压极限被达到则调节所述输出,使得所述电压极限不被超过。

22. 根据权利要求18至21中任一项所述的方法,其中所述方法包括在所述一个或多个电子设备中,控制所述逆变器以选择性地引起电力在所述DC总线与所述AC负载和AC电源中的至少一个之间潮流。

23. 根据权利要求22所述的方法,其中所述逆变器的控制优先于所述DC/DC转换器的控制。

24. 根据权利要求18至23中任一项所述的方法,所述方法包括在一个或多个电子设备中:

a) 确定所述AC源的一个或多个运行参数的参数值;

b) 确定所述一个或多个运行参数的目标参数值;

c) 确定所述参数值与目标参数值之间的差值;以及

d) 至少部分地基于所述确定的差值,生成控制信号以控制所述逆变器,从而选择性地引起所述DC总线与所述AC源之间的电力潮流,所述电力潮流引起所述参数值趋向于所述目

标参数值。

25. 根据权利要求24所述的方法,其中所述AC源的一个或多个运行参数包括下列中的至少一个:

- a) AC源频率;
- b) AC源电压;
- c) 相位负载;以及
- d) 负载功率因数。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中所述AC源包括公用电网或发电机中的至少一个。

27. 根据权利要求24至26中任一项所述的方法,其中确定所述参数值的步骤包括在所述至少一个电子处理设备中:

- a) 在所述逆变器输出处,确定AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值;并且
- b) 在所述AC源处,确定AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值。

28. 根据权利要求24至27中任一项所述的方法,其中所述控制信号引起所述逆变器进行下列中的至少一项:

- a) 引起从所述AC源到所述DC总线的电力潮流;以及
- b) 引起从所述DC总线到所述AC源的电力潮流。

29. 根据权利要求24至28中任一项所述的方法,其中所述控制信号使所述逆变器引起从所述DC总线到所述至少一个AC负载的电力潮流。

30. 根据权利要求28或29中任一项所述的方法,其中所述电力潮流包括有功功率(kW)和无功功率(kVAR)中的至少一个。

31. 根据权利要求29或30所述的方法,其中所述方法包括在所述至少一个电子处理设备中生成控制信号,所述控制信号引起所述逆变器致动一个或多个开关设备以控制所述至少一个AC负载的运行。

32. 根据权利要求18至31中任一项所述的方法,其中所述至少一个电子处理设备引起所述逆变器输出变得与所述AC源同步。

33. 根据权利要求24至32中任一项所述的方法,其中至少所述一个或多个电子处理设备、所述逆变器、所述能量存储装置、所述至少一个AC负载、所述AC源以及一个或多个外部通信网络通过无线通信而被控制。

34. 根据前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述控制信号至少部分地由机器学习算法或根据所述AC源的一个或多个运行参数的历史数据而生成。

35. 根据权利要求24至34中任一项所述的方法,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中,至少部分地基于所确定的差值,生成多个控制信号以控制多个逆变器,从而选择性地引起多个能量存储装置与所述AC源之间的电力潮流,所述电力潮流引起所述参数值趋向于所述目标参数值。

用于管理电力的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于管理配电网络中的电力的系统。在具体的形式中,虽然不局限于这种形式,但是本发明涉及包括太阳能光伏(PV)发电的系统,其与电力供应电网相集成并且包括储能装置。

背景技术

[0002] 本说明书中对任何先前出版物(或从其衍生的信息)或任何已知内容的引用,不是且不应被认为是对先前出版物(或从其衍生的信息)或已知内容构成本说明书所涉及的致力研究的领域中公知常识的一部分的承认或认可或任何形式的暗示。

[0003] 住宅、商业和工业用电客户采用太阳能PV发电的热潮主要是由于包括上网电价以及其它补贴在内的财政激励的推动。随着这些激励在前些年逐渐减少,口号已经趋于产生电力的‘自我消耗’。由于在负载一般较低时的白天期间,太阳能PV系统通常产生最大功率,所以多余能量会被输出至供电电网而非由客户消耗以向负载供电。在夜间,当太阳能系统不活动且负载一般最高时,负载将从电网中汲取电力,并且客户将不得不为由电网运营商所产生的电力付费。

[0004] 因此,期望在系统中包括储能装置,使得由太阳能PV系统所产生的多余电力能够由储能装置进行存储,以便在太阳能PV系统不活动时使用。然而,由于必须要考虑性能、效率和成本属性,将储能装置,尤其是显著的储能装置,集成到并网太阳能PV系统中并不是一项轻松的任务。

[0005] 例如,纳入了储能装置的系统通常已经遭受了效率低下的困扰,这是由于在向负载或电网供电之前太阳能模块和储能装置之间的若干个能量转换阶段造成的。此外,能量存储系统先前已经采用过通常需要低频变压器的低压电池作为存储介质,这降低了效率。

[0006] 因此,提供能够管理配电网络中的电力的系统将是有益的,所述系统以高效的方式将储能装置集成到并网太阳能PV系统中。

发明内容

[0007] 在一个广泛的形式中,本发明的一方面试图提供一种用于管理配电网络中的电力的系统,所述系统包括:多个DC/DC转换器,每个DC/DC转换器电耦合在多个DC源中的一个的输出与DC总线之间,转换器并联地电耦合到DC总线并且每个转换器被配置为从DC源向DC总线传递电力;至少一个DC能量存储装置,其电耦合到DC总线;至少一个DC/AC逆变器,其具有电耦合到DC总线的输入以及电耦合到AC负载和AC电源中的至少一个的输出;以及一个或多个电子处理设备,其选择性地控制DC/DC转换器,从而选择性地控制向至少一个能量存储装置的电力传递。

[0008] 在一个实施例中,一个或多个电子处理设备根据转换器输出电压和DC总线电压中的至少一个,独立地控制每个DC/DC转换器的输出。

[0009] 在一个实施例中,每个DC/DC转换器的输出电压大于每个转换器的相应输入电压。

[0010] 在一个实施例中,控制每个DC/DC转换器的输出取决于下列中的至少一个:至少一个能量存储装置的充电极限;至少一个能量存储装置的放电极限;至少一个能量存储装置的荷电状态(SOC);以及至少一个能量存储装置的健康状态(SOH)。

[0011] 在一个实施例中,一个或多个电子处理设备向每个DC/DC转换器传送公共电压极限。

[0012] 在一个实施例中,公共电压极限指示至少一个能量存储装置的最大充电电压。

[0013] 在一个实施例中,一个或多个电子处理设备引起每个DC/DC转换器进行:实施最大功率点跟踪(MPPT)算法,直到DC/DC转换器的输出达到公共电压极限为止;以及一旦达到电压极限则调节输出,使得不超过电压极限。

[0014] 在一个实施例中,公共电压极限是至少600VDC。

[0015] 在一个实施例中,DC/DC转换器中的一个或多个被电流隔离。

[0016] 在一个实施例中,至少一个能量存储装置包括具有至少600VDC的额定工作电压的一个或多个电池。

[0017] 在一个实施例中,DC源包括太阳能光伏(PV)发电模块。

[0018] 在一个实施例中,DC/DC转换器与PV发电模块相集成。

[0019] 在一个实施例中,逆变器是双向DC/AC逆变器,其具有经由阻抗与AC源相耦合的输出。

[0020] 在一个实施例中,逆变器包括配电静止补偿器(d STATCOM)。

[0021] 在一个实施例中,逆变器是由一个或多个电子处理设备可控制的,以选择性地引起电力在DC总线与AC负载和AC电源中的至少一个之间潮流。

[0022] 在一个实施例中,逆变器的控制优先于DC/DC转换器的控制。

[0023] 在一个实施例中,系统包括至少在一个或多个电子处理设备、DC/DC转换器、至少一个能量存储装置与逆变器之间的无线通信。

[0024] 在一个广泛的形式中,本发明的一方面试图提供一种用于管理配电网中的电力的方法,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中:确定系统的一个或多个参数,所述系统包括:多个DC/DC转换器,每个DC/DC转换器电耦合在相应DC源的输出与DC总线之间,转换器并联地电耦合到DC总线,并且每个转换器配置为从DC源向DC总线传递电力;至少一个DC能量存储装置,其电耦合到DC总线;和至少一个DC/AC逆变器,其具有电耦合到DC总线的输入以及电耦合到AC负载和AC电源中的至少一个的输出;以及根据确定的参数,选择性地控制DC/DC转换器,从而选择性地控制向至少一个能量存储装置的电力传递。

[0025] 在一个实施例中,根据确定的参数,独立地控制每个DC/DC转换器的输出,所述确定的参数包括转换器输出电压和DC总线电压中的至少一个。

[0026] 在一个实施例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中,向每个DC/DC转换器传送公共电压极限。

[0027] 在一个实施例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中:在每个DC/DC转换器中实施最大功率点跟踪(MPPT)算法,直到DC/DC转换器的输出达到公共电压极限为止;以及一旦达到电压极限则调节输出,使得不超过电压极限。

[0028] 在一个实施例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中,控制逆变器以选择性地引起电力在DC总线与AC负载和AC电源中的至少一个之间潮流。

- [0029] 在一个实施例中,逆变器的控制优先于DC/DC转换器的控制。
- [0030] 在一个实施例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中:确定AC源的一个或多个运行参数的参数值;确定一个或多个运行参数的目标参数值;确定参数值与目标参数值之间的差值;以及至少部分地基于确定的差值,生成控制信号以控制逆变器,从而选择性地引起DC总线与AC源之间的电力潮流,所述电力潮流引起参数值趋向于目标参数值。
- [0031] 在一个实施例中,AC源的一个或多个运行参数包括下列中的至少一个:AC源频率;AC源电压;相位负载;以及负载功率因数。
- [0032] 在一个实施例中,AC源包括公用电网或发电机中的至少一个。
- [0033] 在一个实施例中,确定参数值的步骤包括在至少一个电子处理设备中:在逆变器输出处,确定AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值;并且在AC源处,确定AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值。
- [0034] 在一个实施例中,控制信号引起逆变器进行下列中的至少一项:引起从AC源到DC总线的电力潮流;以及引起从DC总线到AC源的电力潮流。
- [0035] 在一个实施例中,控制信号使逆变器引起从DC总线到至少一个AC负载的电力潮流。
- [0036] 在一个实施例中,电力潮流包括有功功率(kW)和无功功率(kVAR)中的至少一个。
- [0037] 在一个实施例中,所述方法包括在至少一个电子处理设备中生成控制信号,其引起逆变器致动一个或多个开关设备以控制至少一个AC负载的运行。
- [0038] 在一个实施例中,至少一个电子处理设备引起逆变器输出变得与AC源同步。
- [0039] 在一个实施例中,通过无线通信至少控制一个或多个电子处理设备、逆变器、能量存储装置、至少一个AC负载、AC源以及一个或多个外部通信网络。
- [0040] 在一个实施例中,控制信号至少部分地由机器学习算法或从AC源的一个或多个运行参数的历史数据而被生成。
- [0041] 在一个实施例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中,至少部分地基于确定的差值,生成多个控制信号以控制多个逆变器,从而选择性地引起多个能量存储装置与AC源之间的电力潮流,所述电力潮流引起参数值趋向于目标参数值。

附图说明

- [0042] 现在将参考附图描述本发明的示例,其中
- [0043] 图1是用于管理配电网络中的电力的系统的示例的示意图;
- [0044] 图2是通信系统的示例的示意图;
- [0045] 图3是管理配电网络中的电力的方法的示例的流程图;
- [0046] 图4是使用电池最大充电电压作为系统参数来管理配电网络中的电力的方法的示例的流程图;
- [0047] 图5是用于管理配电网络中的电力的方法的第二示例的流程图;
- [0048] 图6是使用AC源的电压电平作为运行参数来管理配电网络中的电力的方法的示例的流程图;
- [0049] 图7是用于管理配电网络中的电力的系统的另一示例的示意图。

具体实施方式

[0050] 现在将参考图1,描述用于管理配电网中的电力的系统的示例。将从下文中理解的是,所述系统可以与能够产生DC输出的任何电源一起使用,所述电源包括但不限于燃料电池、DC发电机、风力涡轮机和太阳能PV电池。在所示的示例中,DC源包括多个太阳能PV模块,所述多个太阳能PV模块例如可以形成顶部安装式的太阳能PV阵列的一部分,但这并非旨在是限制性的。

[0051] 在本示例中,系统100包括多个DC/DC转换器130,每个DC/DC转换器电耦合在相应的DC源120的输出与DC总线106之间,转换器130并联地电耦合到DC总线106,并且每个转换器130配置为从DC源120向DC总线106传递电力。

[0052] 系统100还包括至少一个DC能量存储装置,其电耦合到DC总线106;以及至少一个DC/AC逆变器160,其具有电耦合到DC总线106的输入161和电耦合到AC负载182、184和AC电源150中的至少一个的输出162。能量存储装置140可以是任何合适的存储设备,例如包括电化学存储设备(诸如电池)或静电能量存储设备(诸如电容器或氢贮存)。在示出的示例中,能量存储装置140包括一个或多个电池。AC电源150将通常是电网或公用供电网络,但也可以是独立的AC发电机。AC负载182、184代表系统中受控制和不受控制的负载,包括例如客户负载(诸如AC电器)和工业负载(诸如感应电动机以及各种其它AC机器)。

[0053] 虽然未示出在图1中,但是系统100进一步包括一个或多个电子处理设备,其选择性地控制DC/DC转换器130,从而选择性地控制向至少一个能量存储装置140的电力传递,如下将更详细地进行描述。

[0054] 上述系统的优点在于,其使太阳能发电能够以有效的方式与DC储能装置相电网集成。由于太阳能PV模块120与DC/DC转换器130并联地连接,可以最大化太阳能模块的能量输出。对于串联连接式太阳能模块,系统的最大输出受到最弱PV电池的约束。因此,总输出容易受到可变阴影、面板定向、劣质PV电池和/或连接等因素的影响。

[0055] 另外,上述系统仅具有单个的功率逆变级,这发生在能量存储装置140已经存储了PV输出之后。这使得在对AC源和/或AC负载供电之前,太阳能输出和能量存储装置之间所需要的能量转换的次数被最小化。

[0056] 选择性地控制DC/DC转换器130从而选择性地控制向至少一个能量存储装置140传递电力的能力进一步确保了DC总线电压将被调节,使得能量存储装置140能够以高效的方式进行充电,如下将更详细地进行描述。

[0057] 现在将描述许多进一步的特征。

[0058] 一个或多个电子处理设备通常根据转换器输出电压和DC总线电压中的至少一个,独立地控制每个DC/DC转换器的输出。这些参数可以使用任何合适的电压传感器进行测量,所述电压传感器包括例如电压表、万用表、真空管电压表(VTVM)、场效应晶体管电压表(FET-VM)等。独立控制DC/DC转换器是有利的,这是由于其使所述系统能够具有固有的可扩展性(即系统可以包括任何数量的太阳能PV模块、能量存储装置或逆变器)。

[0059] 控制每个DC/DC转换器的输出取决于下列中的至少一个:至少一个能量存储装置的充电限制;至少一个能量存储装置的放电限制;至少一个能量存储装置的荷电状态(SOC);以及至少一个能量存储装置的健康状态(SOH)。

[0060] 能量存储装置的健康状态(SOH)代表与理想状况相比存储装置的状况,并且可以

包括考虑内阻、容量、电压、自放电、充电/放电循环次数等在内的因素。考虑到能量存储装置的一个或多个上述参数使DC/DC转换器能够被控制,以便能量存储装置可以有效地进行充电,而不会通过例如在超过充电电压极限的电压情况下充电而造成任何损坏。

[0061] 在具体的示例中,一个或多个电子处理设备向每个DC/DC转换器传送公共电压极限。在示例中,公共电压极限指示至少一个能量存储装置的最大充电电压。在设置完每个DC/DC转换器的公共电压极限之后,一个或多个电子处理设备引起每个DC/DC转换器实施跟踪算法(例如最大功率点跟踪(MPPT)算法),直到DC/DC转换器的输出达到公共电压极限,并且一旦达到电压极限则调节输出,使得不超过电压极限。

[0062] 公共电压极限通常为至少600V。与通常需要效率低下的低频变压器的低压存储器(例如48VDC的铅酸电池)相比,像这种在高压下存储能量是一种存储电能的有效方式。

[0063] 优选地,具有经由阻抗与AC源相耦合的输出的双向逆变器是可由一个或多个电子处理设备控制的,以选择性地引起电力在DC总线与AC负载和AC源中的至少一个之间潮流。因此,一个或多个处理设备既控制从DC/DC转换器到能量存储装置的电力潮流以优化电池充电,也控制通过DC总线与AC负载和AC源中的至少一个之间的逆变器的电力潮流以向负载或电网提供电力例如以控制AC源的一个或多个运行参数。在优选的控制分层中,逆变器的控制优先于DC/DC转换器的控制。换言之,系统的AC侧的控制优先于双层控制分层中电池充电的控制。

[0064] 系统通常包括至少在一个或多个电子处理设备、DC/DC转换器、至少一个能量存储装置与逆变器之间的无线通信。系统还可以与一个或多个AC负载、外部通信网络(例如与电网进行通信)和AC源计量器进行无线通信,所述AC源计量器被配置为测量和记录在固定的时间间隔内家用或商用从AC源消耗的电量。

[0065] 在一个示例中,一种用于管理电力的控制方法包括在一个或多个电子处理设备中,确定AC源的一个或多个运行参数的参数值,所述AC源的所述一个或多个运行参数包括AC源频率、AC源电压、相位负载和负载功率因数中的至少一个。所述方法进一步包括确定一个或多个运行参数的目标参数值,并且确定参数值与目标参数值之间的差值。所述方法然后包括至少部分地基于确定的差值,生成控制信号以控制逆变器,从而选择性地引起DC总线与AC源之间的电力潮流,所述电力潮流导致参数值趋向于目标参数值。

[0066] 以这种方式,逆变器可以被用来控制配电网络的AC侧参数(包括AC源的运行参数)。在一些示例中,电力潮流可以经由DC总线直接在AC源与能量存储装置之间。

[0067] 确定参数值的步骤包括在至少一个电子处理设备中,确定在逆变器输出处的AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值,并且确定在AC源处的AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量值。从这些测量结果中,可以确定所有其它AC侧参数,诸如负载功率因数等。

[0068] 在一个示例中,由一个或多个电子处理设备生成的控制信号使逆变器引起从AC源到DC总线的电力潮流一级引起从DC总线到AC源的电力潮流中的至少一个。

[0069] 在另一示例中,由一个或多个电子处理设备生成的控制信号引起逆变器进行下列中的至少一项:引起从AC源到能量存储装置的电力潮流,以及引起从能量存储装置到AC源的电力潮流。

[0070] 在又一示例中,控制信号使逆变器引起从DC总线到一个或多个负载的电力潮流。

在以上示例中,电力潮流包括有功功率(kW)和无功功率(kVAR)中的至少一个。

[0071] 在又一示例中,所述方法包括在至少一个电子处理设备中,生成控制信号,其引起逆变器致动一个或多个开关设备以控制一个或多个负载的运行。例如,开关设备(例如继电器或开关)可以调节由负载汲取的电力,或完全将负载与网络断开。

[0072] 虽然可以基于通过测量结果等获取的确定参数值来生成控制信号,但是至少部分地由机器学习算法或从网络的一个或多个参数的历史数据(诸如在例如一天的某个时间中预期的典型峰值负载值)来生成控制信号也是可能的。

[0073] 在又一示例中,所述方法包括在一个或多个电子处理设备中,至少部分地基于确定的差值,生成多个控制信号以控制多个逆变器,从而选择性地引起多个能量存储装置与AC源之间的电力潮流,所述电力潮流引起参数值趋向于目标参数值。在具有多个逆变器和能量存储装置模块的系统中,提供了较大的控制能力,这是由于模块可以被安装在沿配电馈线的选定位置处(例如在最需要它们来支持网络的位置)。

[0074] 现在将更详细地描述图1中所示的系统架构。系统100包括多个太阳能PV模块120,例如其可以形成住宅建筑的顶部安装式的PV阵列的一部分。每个PV模块的低电压输出122(通常小于80VDC)电耦合到DC/DC转换器130。在示例中,每个DC/DC转换器与PV模块相集成,这可以例如通过使用转换器中的高频磁组件来实现。例如在共同未决的专利申请号W02014/078904中所描述的,DC/DC转换器130还可以是电流隔离的和/或提供故障检测。将DC/DC转换器电流隔离使系统的其它组件(诸如逆变器)能够是非隔离的。

[0075] DC/DC转换器130经由保险丝108并联地电耦合到DC总线106。DC总线106优选为高压DC总线(通常为至少600VDC)。因此,每个DC/DC转换器的输出电压大于每个转换器的相应的输入电压。具体地,DC/DC转换器130起作用,将来自太阳能模块的低压输出逐步升高至DC总线106的高压。这对高压DC总线106是有利的,因为其固有减少了所需导体和电容器的尺寸/成本。

[0076] 能量存储装置140电耦合到DC总线106。能量存储装置140通常包括与DC总线106相直接连接的一个或多个高压电池。DC总线106还电耦合到DC/AC逆变器160,所述DC/AC逆变器160将电力从太阳能模块120和/或电池140输送至AC源150和一个或多个AC负载182、184,所述AC源150和一个或多个AC负载182、184形成配电网络的一部分。因此,并网型DC/AC逆变器160将DC总线电压转换为市电频率中的AC市电或电网电压(例如230-240VAC,50Hz)。

[0077] 在一个示例中,逆变器160是四象限自同步类型,其经由同步接触器164通过小阻抗154与AC源150同步运行。Wolfs,P与Maung Than Oo(2013年)的“用于具有高PV穿透的网络的具有减小的DC总电容的LV配电级STATCOM(A LV Distribution Level STATCOM with Reduced DC Bus Capacitance for Networks with High PV Penetrations)”,IEEE电力与能源协会(PES)中描述了可用于系统中的逆变器拓扑的示例。因此,逆变器160可以是包括配电静止补偿器(dSTATCOM)的双向DC/AC逆变器,使得逆变器可以促进去往和来自AC源150的电力传递。例如,电力可以从DC总线被传递到AC源150,或从AC源150被传递回到DC总线并且回到电池中。

[0078] 系统100可以进一步包括在AC源150处的计量。优选地,计量器[R.H1]152是能够测量和记录在固定的时间间隔内家用或商用从AC源150消耗的电量的智能计量器。

[0079] 如前所述,系统100还包括一个或多个电子处理设备,其选择性地控制DC/DC转换

器130,从而选择性地控制向至少一个能量存储装置140的电力传递。一个或多个电子处理设备进一步控制逆变器160的运行,并且在一些示例中控制电池140和本地负载182、184。

[0080] 现在参考图2,其示出了系统100的各种设备可以经由通信网络200进行通信。所述设备可以经由任何适当的机制进行通信,诸如经由有线或无线连接,包括但不限于移动网络、专用网络(诸如802.11网络)、互联网、LAN、WAN等,以及经由直接或点对点连接(诸如蓝牙、Zigbee等)。

[0081] 在示出的示例中,DC/DC转换器30在节点202处连接到网络,电池140经由节点204通信数据,并且系统控制器170(由一个或多个电子处理设备组成)经由节点206连接。系统控制器170可以连接到外部通信网络208,所述外部通信网络208可以例如与公用电网运营商进行通信。虽然未示出,但要理解的是逆变器、AC负载和AC源计量器同样将经由相应的节点连接到通信网络200。

[0082] 尽管系统控制器170可以是单个实体,但将理解的是,系统控制器170可以例如通过使用作为基于云的环境的一部分提供的处理系统和/或数据库,而被分布在多个地理上分开的位置。然而,上述布置并不是必需的,而且可以使用其它合适的构造。

[0083] 在一个示例中,系统控制器170可以包括任何合适的一个或多个电子处理设备(包括一个或多个处理系统),其可选地可以耦合到一个或多个数据库,例如包含关于历史负载和AC源参数的信息。因此,一个或多个处理系统能够包括任何合适形式的电子处理系统或设备,其能够控制逆变器、DC-DC转换器、能量存储装置、本地负载、AC源计量器和外部通信网络中的一个或多个。

[0084] 在一个示例中,合适的处理系统包括处理器、存储器、输入/输出(I/O)设备(诸如键盘和显示器)以及经由处理系统总线耦合在一起的外部接口。将理解的是,I/O设备可以进一步包括诸如键盘、小键盘、触摸屏、按钮、开关等的输入,从而允许用户输入数据,然而这并不是必需的。外部接口用于将处理系统耦合到包括逆变器、能量存储装置、本地负载、AC源计量器和外部通信网络的系统设备。

[0085] 处理器在使用中执行以存储在存储器中的应用软件的形式的指令,以至少允许选择性地控制DC/DC转换器130从而选择性地控制到至少一个能量存储装置140的电力的传递。因此,出于以下说明书的目的,将理解的是,由一个或多个处理系统执行的动作通常由处理器在存储于存储器中指令的控制下进行执行,因此在下文中将不再进一步详细地描述。

[0086] 因此,将理解的是,一个或多个处理设备可以由任何适当编程的处理系统形成。然而,电子处理设备的形式通常将会是微处理器、微芯片处理器、逻辑门配置、可选地与实现逻辑相关联的固件(诸如FPGA(现场可编程门阵列)、EPROM(可擦除可编程只读存储器))、或者能够交互和控制系统中的各种设备的任何其它电子设备、系统或布置。

[0087] 现在参考图3,其示出了管理来自多个DC源的电力的方法的示例的流程图。在步骤300处,一个或多个电子处理设备确定一个或多个系统参数,包括例如相应的DC/DC转换器的输出电压、DC总线电压、能量存储装置的充电限制、能量存储装置的放电限制、能量存储装置的充电状态(SOC)以及能量存储装置的健康状态(SOH)。能量存储装置的健康状态代表与理想状况相比存储装置的状况,并且可以包括考虑内阻、容量、电压、自放电、充电/放电循环次数等在内的因素。在步骤302处,一个或多个确定的参数然后由一个或多个电子处理设备解译,并且用于选择性地控制DC/DC转换器,以选择性地控制从多个DC源向至少一个能

量存储装置的电力传递。

[0088] 该控制方法使系统能够调节DC源(例如太阳能PV模块)的输出,以便优化能量存储装置的充电。优选地,独立于系统配置而自主地控制每个DC/DC转换器,使得所述架构是完全可扩展的。

[0089] 图4中示出了合适的控制方法的具体示例。在此示例中,在步骤400处,由一个或多个处理设备确定的系统参数是电池最大充电电压。该参数可以从电池无线地通信到一个或多个处理设备。在步骤402处,该电压由一个或多个处理设备被传送或广播到每个DC/DC转换器。电压然后由每个DC/DC转换器用作公共电压极限。

[0090] 假设太阳能PV模块是活动的,则在步骤404处,一个或多个处理设备引起每个DC/DC转换器实施跟踪算法(诸如最大功率点跟踪(MPPT)算法),其使最大电力能够从系统的每个PV模块被获得。每个DC/DC转换器将以MPPT模式运行,直到单独的DC/DC转换器的电压输出达到公共电压极限。在步骤406处,一个或多个电子处理设备确定每个DC/DC转换器的电压输出,并且在步骤408处,将每个电压输出与公共电压极限进行比较。如果确定特定转换器的电压输出已经达到设定的公共电压极限,则在步骤410处,一个或多个处理设备引起特定转换器的电压输出被调节,使得输出电压下降回至极限以下。

[0091] 独立地控制每个DC/DC转换器,使得一个或多个转换器的输出都可以被调节,而其它转换器仍然在例如MPPT模式下运行。以这种方式,每个DC/DC转换器独立于其它转换器正在做的事情而被控制,使得系统是固有可扩展的(即系统可以包括任何数量的太阳能模块、能量存储装置或逆变器)。

[0092] 除了选择性地控制DC/DC转换器以选择性地控制向至少一个能量存储装置的电力传递之外,一个或多个处理设备可以进一步被用于控制逆变器以选择性地引起DC总线与AC源之间的电力潮流,从而控制AC源的运行参数。

[0093] 现在参考图5,其示出了用于管理配电网络中的电力的方法的第二示例,所述方法试图控制AC源的一个或多个运行参数。在步骤500处,一个或多个电子处理设备确定AC源的一个或多个运行参数的参数值。例如,在AC源是是配电网络的市电网的情况下,一个或多个运行参数可以包括AC源电压、AC源频率、相位负载(对于三相系统)和负载功率因数。负载功率因数是有功功率(kW)与视在功率(kVA)(其是有功功率与无功功率(kVAR)的组合)的比率。消耗或产生无功功率的负载将从AC源汲取更多的电流,以用于实际做功以给负载供电的传递的有功功率的给定量。因此,具有低功率因数的负载从AC源汲取更多的电流而且效率低下。

[0094] 一个或多个运行参数的一个或多个参数值可以从合适的测量结果中确定。在示例中,在AC源计量表处,进行AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量,并且在逆变器的AC输出处,进行AC电压幅值、AC电流幅值和AC电流相位角的测量。从这些测量结果中,一个或多个处理设备可以确定AC源的所有运行参数。AC电压的测量可以使用任何合适的电压传感器进行,所述电压传感器包括例如电压表、万用表、真空管电压表(VTVM)、场效应晶体管电压表(FET-VM)等。AC电流的测量可以使用任何合适的电流传感器进行,所述电流传感器包括万用表、电流表、皮安安培计等。

[0095] 在步骤502处,一个或多个运行参数的目标参数值由一个或多个处理设备确定。例如,一个或多个处理设备可以从指示目标参数值的公用电网中接收数据,或者目标值可以

从数据库中获取。在步骤504处,一个或多个处理设备确定一个或多个运行参数的实际参数值与目标参数值之间的差值。在步骤506处,一个或多个处理设备至少部分地基于确定的差值来生成控制信号,以控制逆变器在能量存储装置与AC源之间传递电力。去往或来自逆变器的所得到的电力潮流引起参数值趋向于目标参数值。以这种方式,能量存储装置可以用作电源或汇点,以提高配电网络的效率和电力质量。

[0096] 在图6中示出了管理配电网络中的电力的方法的具体示例。在此示例中,在步骤600处,一个或多个处理设备确定AC源的AC电压电平。例如,AC电压可以由位于AC源计量器处的电压传感器进行合适地测量,所述AC源表向一个或多个处理设备发送指示AC源电压的信号。在步骤602处,确定AC源的目标电压电平(目标电压电平可以是具有上下限的可接受范围)。对于AC源为市电公用电网的情况,公用事业运营商将设置目标电压电平。在步骤604处,AC源的电压电平与目标电压电平之间的差值由一个或多个处理设备来确定。

[0097] 在步骤606和步骤608处,一个或多个处理设备分别确定AC源电压是否大于或小于目标电压。换言之,系统确定网络中是否存在过电压问题或欠电压问题。响应于过电压,在步骤610处,一个或多个处理设备生成控制信号以引起逆变器将无功功率从AC源汇入至能量存储装置,从而降低AC源电压。响应于欠电压,在步骤612处,一个或多个处理设备生成控制信号以引起逆变器将无功功率从能量存储装置拉出至AC源,从而升高AC源电压。

[0098] 在另一示例中,对于具有低负载功率因数的系统(例如当存在消耗无功功率的一个或多个感应AC负载时),逆变器可以被用于将无功功率注入电网或将无功功率直接供应到负载,以便将负载功率因数提高到可接受的水平。

[0099] 在另一示例中,由于逆变器与AC源同步,例如当AC源丢失或无法对负载提供足够的电力时,系统能够对一个或多个AC负载提供不间断电源(UPS)。在本示例中,假设储能装置具有足够的容量,则系统可以从能量存储装置获得电力以对一个或多个AC负载供电。

[0100] 在另一示例中,系统可以被用于通过动态负载平衡来降低三相网络中的电压不平衡。每个相位的电压电平可以使用合适的电压传感器进行测量。一个或多个电子处理设备然后基于这些测量结果来确定电压电平,并且向逆变器发送控制信号,以引起电力从过载相传递到轻载相。可替换地,逆变器可以引起从能量存储装置到一个或多个轻载相的电力潮流(例如无功功率补偿)以平衡过载相。

[0101] 在以上示例中,对AC源的运行参数的控制可以优先于对以双层形式的控制层次的能量存储装置的充电。例如,对逆变器的控制优先于对能量存储装置充电的DC/DC转换器的控制。同样地,逆变器将视情况在DC总线和AC源之间汇入/拉出电力,从而维持令人满意的AC源运行参数。以这种方式,逆变器控制DC总线电压将取决于电力是通过逆变器被汇入还是拉出。因此,DC/DC转换器将服从于AC源参数的控制,比如说,如果逆变器从DC总线汲取电力,则DC/DC转换器将简单地继续以MPPT模式运行来最大化太阳能PV模块的电力输出并且维持DC总线电压。如果逆变器没有从DC总线汲取电力,则DC/DC转换器将对电池充电并且在MPPT模式下运行,直到它们达到最大电压极限(如先前所述),然后调节其输出,使其不超过电池最大充电电压。

[0102] 现在参考图7,其示出了用于管理配电网络中的电力的系统的另一示例。所述系统包括多个能量存储装置740(例如高压电池),每个能量存储装置740经由相应的高压DC总线电耦合到相应的DC/AC逆变器。每个DC/AC逆变器760的输出762电耦合到AC源750。例如,每

个逆变器760可以耦合到电网的馈线,其中AC源代表配电馈线。多个负载780与电网相耦合。在一个示例中,每个模块700(包括能量存储装置740和DC/AC逆变器760中的至少一个)可以由公用事业运营商在沿馈线的选择位置处(其中每个模块700可以被最好地利用以支持配电网络)安装。在另一示例中,每个模块700可以代表住宅安装式系统。

[0103] 在图7所示的布置中,每个模块700可以用于支持网络,并且改进诸如AC源电压、AC源频率、相位负载(对于三相系统)和负载功率因数在内的运行参数。另外,模块700可以彼此通信,使得例如如果网络的一部分中的负载较低(且电池电量充足),则电池可以用于向具有低电量的另一电池或负载较高的网络的一部分供电。

[0104] 在整个说明书以及随后的权利要求书中,除非上下文另有要求,否则词语“包括(comprise)”及其诸如“包括(comprises)”或“包括(comprising)”之类的变型将被理解为暗指包括所声明的整体或整体的组或者步骤,但不排除任何其它整体或者整体的组。

[0105] 本领域技术人员将理解的是许多变型和修改是显而易见的。对于本领域技术人员来说显而易见的所有这些变型和修改,都应当被认为是落入本发明在描述之前广泛出现的精神和范围内。

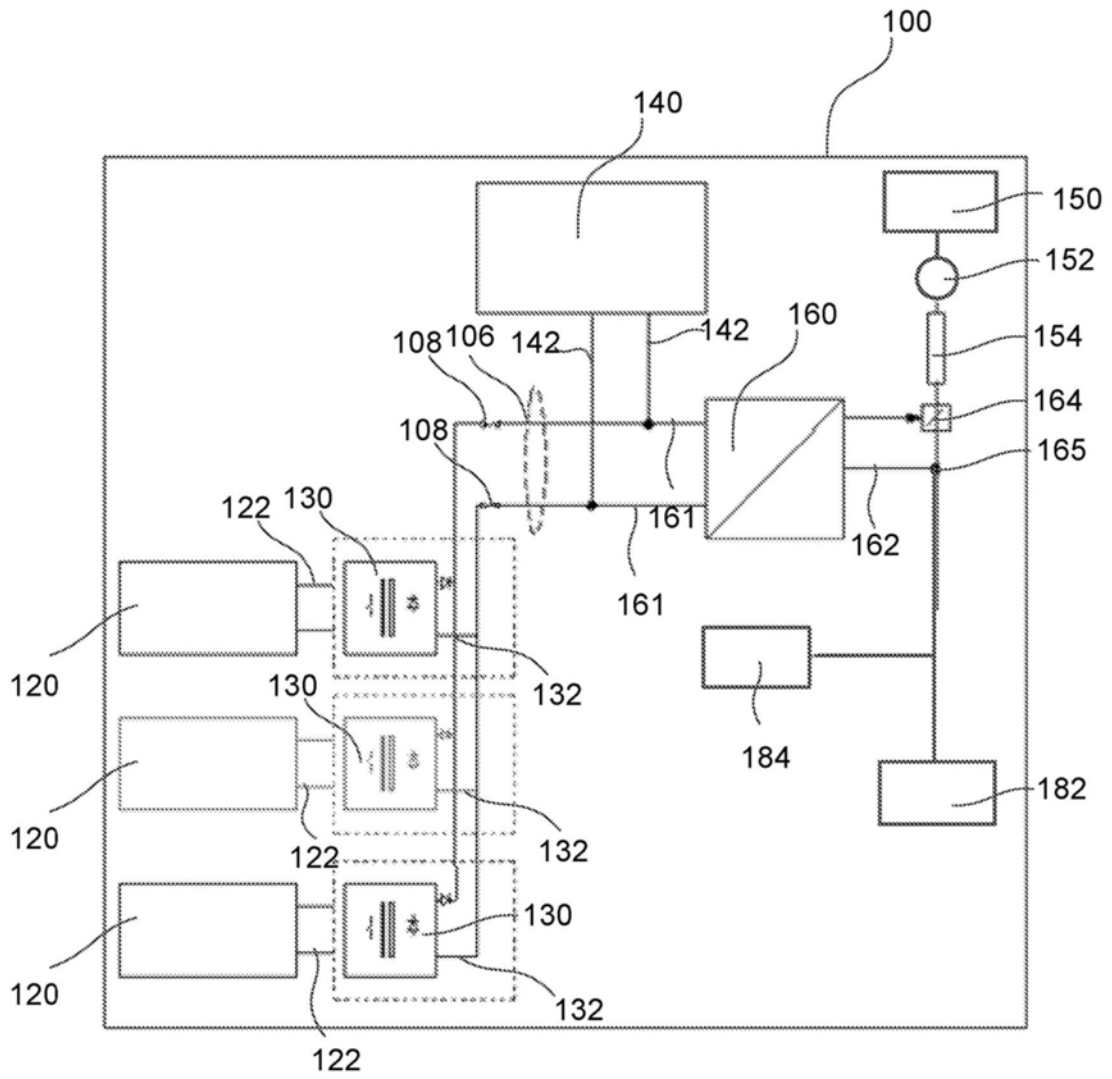


图1

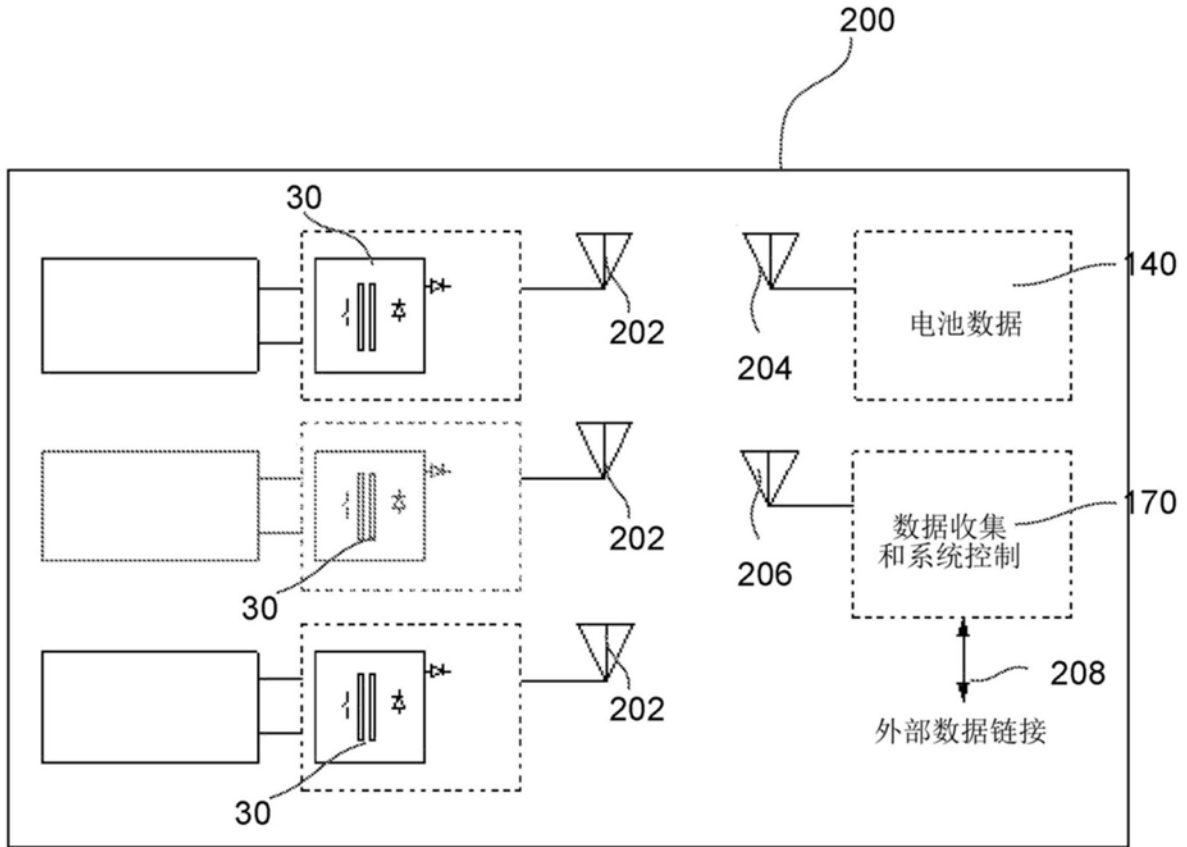


图2

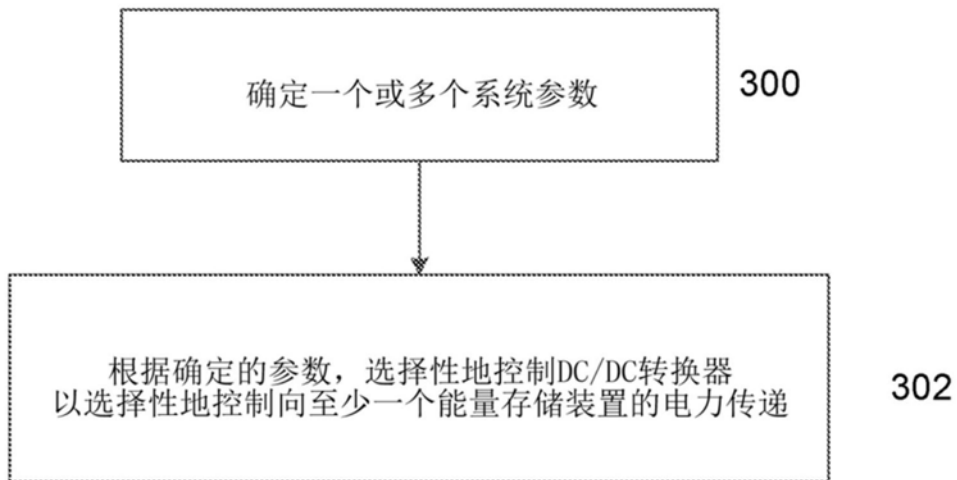


图3

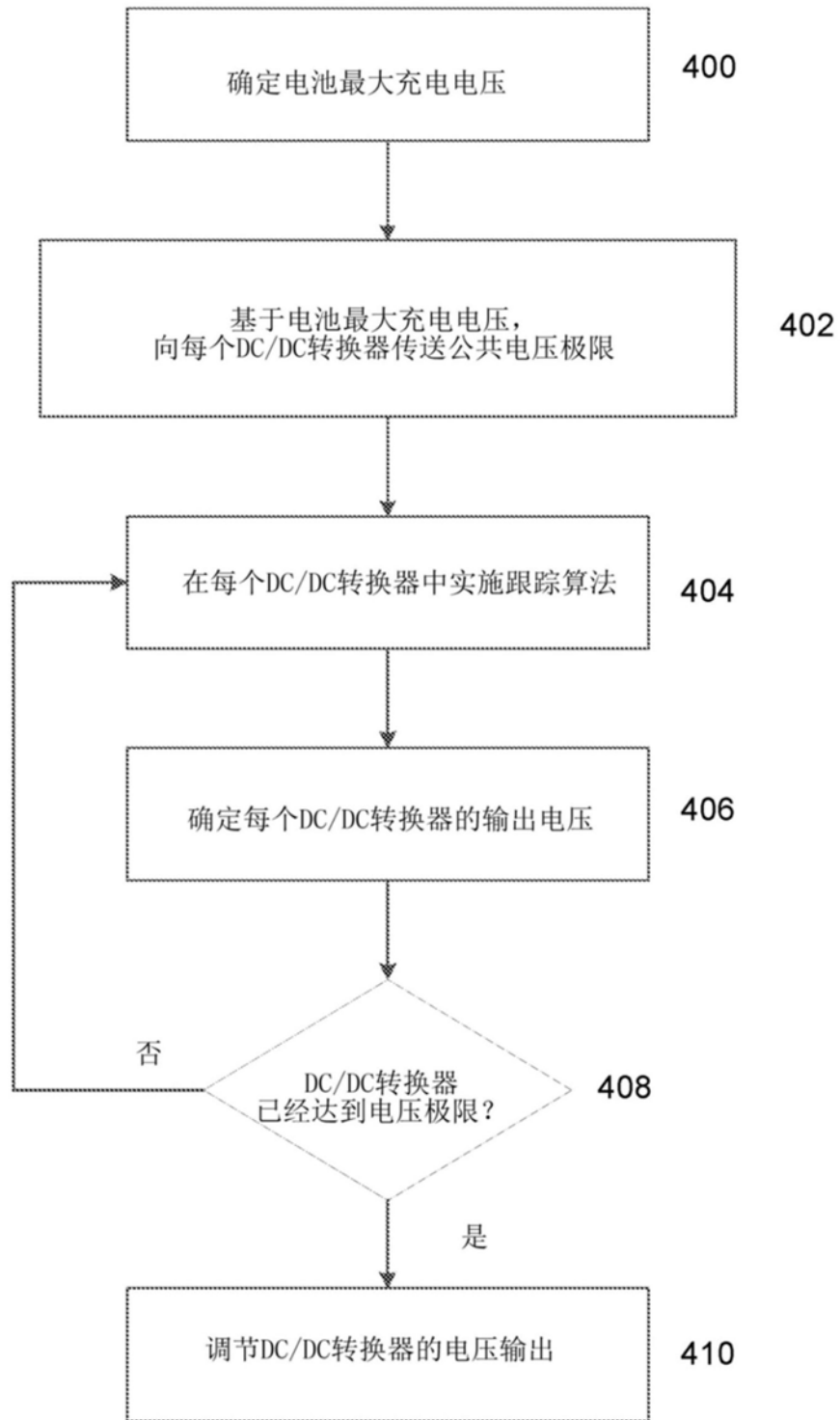


图4

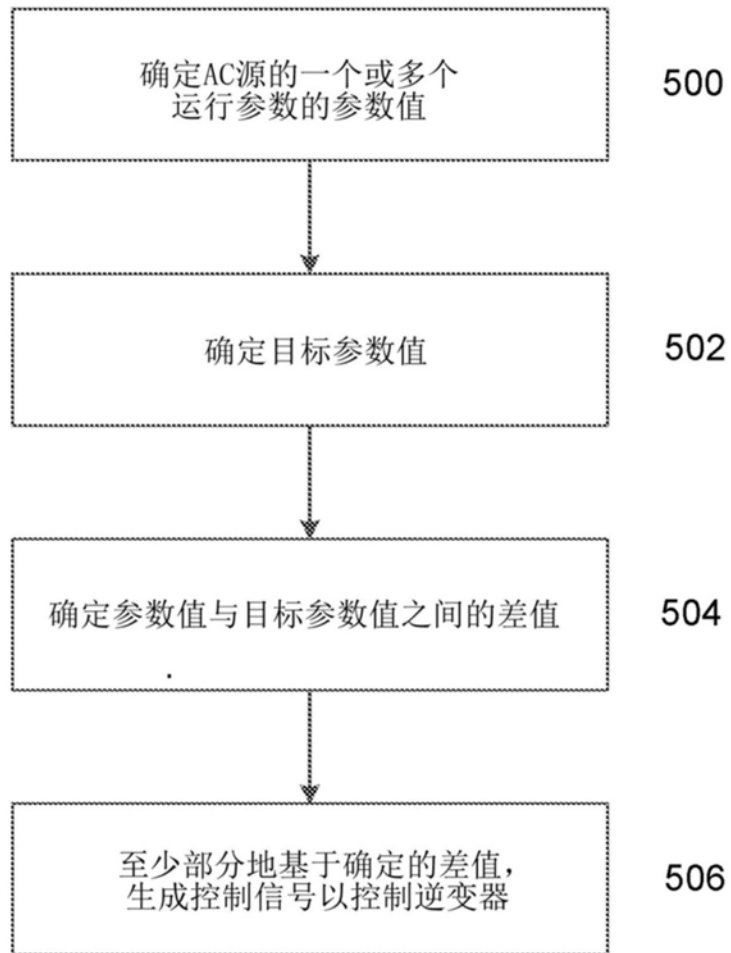


图5

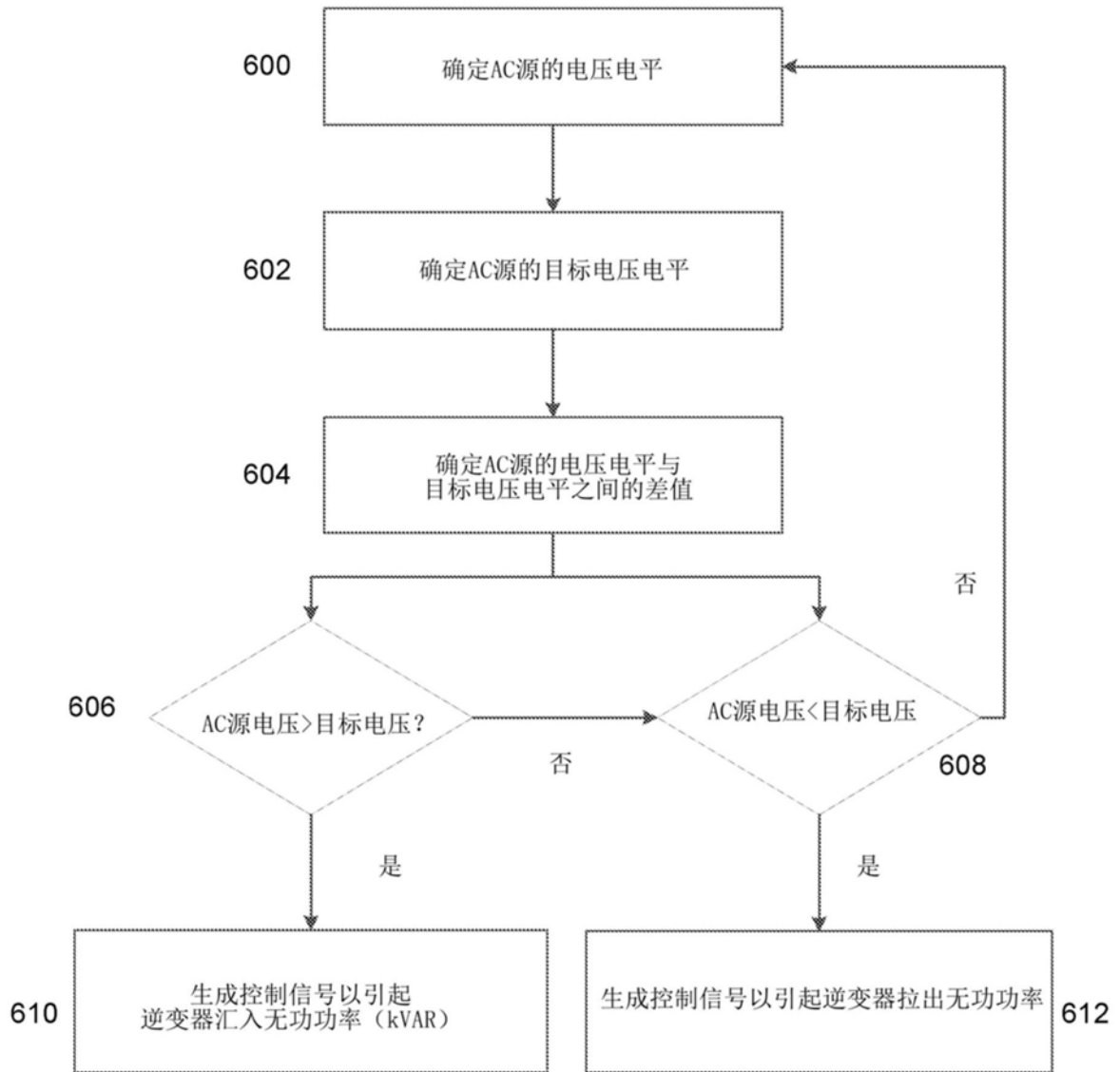


图6

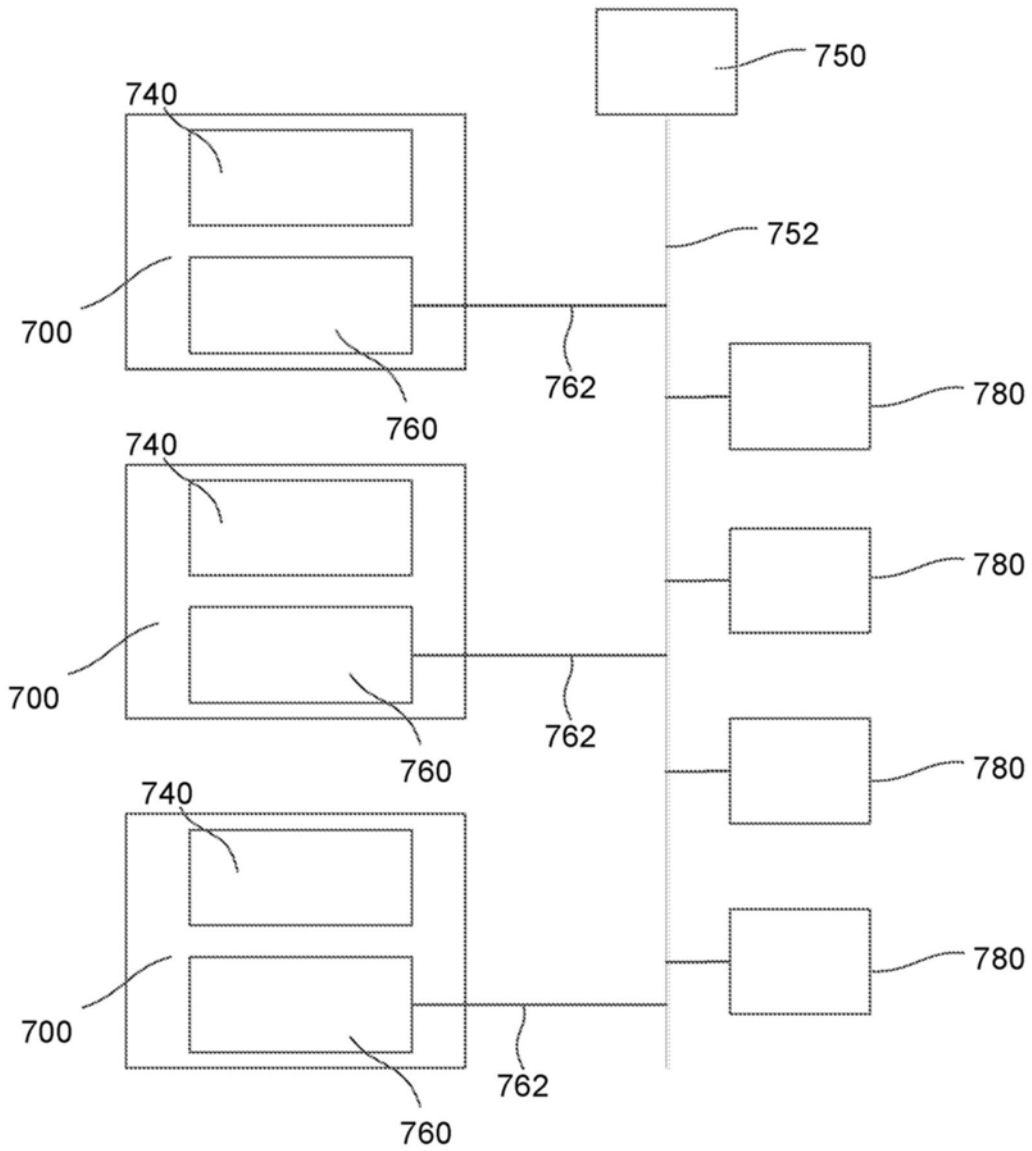


图7