



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116896060 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 17

(21) 申请号 202310323446.7

(22) 申请日 2023.03.29

(30) 优先权数据

63/325,125 2022.03.29 US

(71) 申请人 太阳能安吉科技有限公司

地址 以色列赫兹立亚

(72) 发明人 C·汤普森 G·米夏利

O·波特努瓦 Y·洛温斯特恩

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 王娟

(51) Int. Cl.

H02J 3/00 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/46 (2006.01)

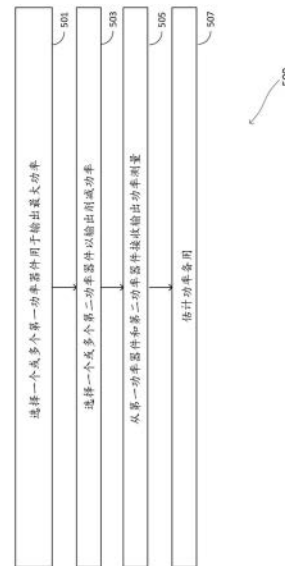
权利要求书2页 说明书16页 附图10页

(54) 发明名称

备用调度功率管理

(57) 摘要

一种电力系统可以包括多个电源,每个电源连接至相应的功率器件。功率器件可以串联连接或并联连接。每个功率器件可以包括连接至相应电源的输入端子、输出端子和可以被配置为将来自相应电源的输入功率转换为输出功率的功率电路(例如,功率转换器)。该功率调节器还可以包括调节器通信模块,该调节器通信模块可以被配置为接收与调节功率调节器的操作特性有关的功率调节指示。该调节器控制器可以被配置为基于功率调节指示并且基于功率调节器的功率生产特性来指导功率转换器增加或减少调节器操作特性。操作特性的改变可以用于估计系统的备用功率。



1. 一种方法,包括:

控制分别连接至多个电源的多个功率器件中的一个或多个第一功率器件以输出最大功率;

控制所述多个功率器件中的一个或多个第二功率器件以输出削减功率;

由控制器从所述第一功率器件和所述第二功率器件接收输出功率测量;以及

基于所述输出功率测量,确定针对所述多个功率器件的备用功率的估计值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述控制所述一个或多个第一功率器件包括:

收集所述多个功率器件中的一个或多个参考功率器件的历史功率生产数据;

基于所收集的所述历史功率生产数据来计算所述多个功率器件的理论估计的总功率容量;

测量所述多个功率器件的实际总功率输出;

将所述理论估计的总功率容量与所述实际总功率进行比较;以及

基于所述理论估计的总功率容量与所述实际总功率的所述比较来选择所述多个功率器件中的一个或多个第一功率器件以输出所述最大功率。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中所述比较包括:

基于所述理论估计的总功率容量与所述实际总功率的比较,计算对于所述一个或多个参考功率器件的每个功率器件、对所述理论估计的总功率容量、所得估计误差将是多少;

基于最小化的所得估计误差,选择所述一个或多个参考功率器件中的选定功率器件以输出最大功率。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,还包括基于多个功率器件的所述备用功率,保持用于调度的备用功率。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中用于备用的估计值的所述确定包括:

基于所述第一功率器件的所述输出功率测量,确定第一功率器件的测量的最大功率;

基于所述测量的最大功率,如果所述第二功率器件的每个功率器件将输出相应的测量的最大功率作为所述测量的最大功率,则计算总潜在输出功率;以及

基于所述总潜在输出功率和来自所述第一功率器件和所述第二功率器件的所述输出功率测量,计算所述多个功率器件的备用功率的估计值。

6. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,还包括:

将所述备用功率存储在功率存储器中;并且

传送存储的功率用于调度。

7. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,还包括由系统管理设备发信号通知所述一个或多个第一功率器件和所述一个或多个第二功率器件在削减操作模式和最大功率点跟踪MPPT操作模式之间选择性地改变操作模式。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,还包括基于所述电力系统中的所述功率器件的空间分布,由系统管理设备选择所述一个或多个第一功率器件和所述一个或多个第二功率器件。

9. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,还包括基于与包括所述一个或多个第一功率器件和所述一个或多个第二功率器件的电力系统中的功率器件的功率生产有关的历史数据,由系统管理设备选择所述一个或多个第一功率器件。

10. 一种电力系统,包括:

多个电源;

多个功率器件,每个所述功率器件被配置为从所述多个电源中的一个或多个电源汲取功率并且向电网或负载提供输出功率;以及控制器,被配置为:

控制所述多个功率器件中的第一功率器件被配置为提供基本上对应于所述第一功率器件的最大输出功率的第一输出功率;以及

控制所述多个功率器件中的第二功率器件被配置为提供第二输出功率,所述第二输出功率小于所述第二功率器件的最大可用输出功率;

从所述第一功率器件和所述第二功率器件接收输出功率测量;以及

基于所述输出功率测量,确定所述多个功率器件的备用功率的估计值。

11. 根据权利要求10所述的电力系统,还包括系统管理设备,所述系统管理设备被配置为发信号通知所述第二功率器件响应于调度需要而增加所述第二输出功率。

12. 根据权利要求10所述的电力系统,还包括系统管理设备,其中所述系统管理设备被配置为发信号通知所述第一功率器件和所述第二功率器件在削减操作模式和最大功率点跟踪MPPT操作模式之间选择性地改变操作模式。

13. 根据权利要求10-12中任一项所述的电力系统,其中所述第一功率器件和所述第二功率器件包括被配置为选择性地激活削减操作模式的功率转换器。

14. 根据权利要求10-13中任一项所述的电力系统,其中所述第二输出功率基本上等于到所述第二功率器件的输入功率减去传送到能量存储设备的功率。

15. 根据权利要求11-14中任一项所述的电力系统,其中系统管理设备被配置为从所述第一功率器件和所述第二功率器件接收功率,并且所述系统管理设备的输出功率基本上等于到所述第二功率器件的输入功率减去传送到能量存储设备的功率。

16. 根据权利要求10-15中任一项所述的电力系统,还包括:

多个第一功率器件,每个所述第一功率器件分别耦合到所述多个电源中的不同电源;以及

多个第二功率器件,每个所述第二功率器件分别耦合到所述多个电源中的不同电源,其中所有的所述多个第一功率器件被配置为输出基本上最大的输出功率,并且所有的所述多个第二功率器件被配置为输出基本上小于最大的输出功率。

17. 根据权利要求10-16中任一项所述的电力系统,其中所述系统管理设备被配置为基于所述第一输出功率计算电力系统的最大可用输出功率的估计。

18. 根据权利要求17所述的电力系统,其中所述系统管理设备被配置为基于所述电力系统的最大可用输出功率的估计来计算备用功率调度容量。

19. 根据权利要求11-18所述的电力系统,其中所述系统管理设备被配置为基于所述电力系统中的功率器件的空间分布来选择所述第一功率器件以MPPT操作模式操作。

20. 根据权利要求11-19所述的电力系统,其中所述系统管理设备被配置为基于与所述第一功率器件的最大输出功率模式生产有关的历史数据来选择所述第一功率器件以MPPT操作模式操作。

## 备用调度功率管理

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2022年3月29日提交的美国临时申请第63/325,125号的权益。前述申请的通过引用整体并入本文。

### 技术领域

[0003] 本公开涉及可再生电力系统。

### 背景技术

[0004] 更具体地,诸如光伏系统的可再生电力系统可以在变化的容量下操作,该变化的容量在给定的一组条件下从输出系统能够产生的最大电量到不输出功率的范围内。在此类系统中,当可再生电力系统以小于最大容量操作时,可再生电力系统维持且能够在给定时间调度的备用功率的量可能是未知的且难以确定。

### 发明内容

[0005] 以下呈现了本文公开的各种概念的简化概述。该概述不是广泛的综述,并且不旨在标识关键或重要元素或描绘权利要求的范围。本概述不旨在限制或约束本公开。

[0006] 描述了保持可由电力系统产生的功率的一部分以用于将来调度并且精确地估计保持的功率的在给定时刻可用的部分的系统、方法和装置。

[0007] 该系统 and 装置可以包括耦合到被配置为选择性地第一操作模式和第二操作模式下操作的功率器件上的可再生电源,并且该方法可以涉及该可再生电源。在第一操作模式下,在功率器件的输出处提供功率器件能够输出的来自可再生电源的最大可用功率(或基本上最大可用功率)。最大可用功率可包括来自在最大功率点操作的电源的功率,减去由于跟踪最大功率点时功率器件中的误差或有限能力或者由于转换功率的功率转换器中的低效而引起的任何功率降低。在第二操作模式下,在功率器件的输出处提供小于最大可用功率(或基本上小于最大可用功率)的功率。通过将汲取的功率降低到小于功率器件输入端的最大可用功率,和/或通过一些输入功率传送到能量存储设备,和/或通过增加由电源或功率器件引起的损耗,可在功率器件的输出端处提供小于最大可用功率的功率。基于接收到信号,功率器件可以被配置为从第一操作模式改变到第二操作模式(例如,温度降额、受限的输出功率),反之亦然(例如,响应于调度需要而增加输出功率)。

[0008] 该系统 and 装置可包括且该方法可涉及在第一操作模式(基本上最大功率输出)下操作以提供从单个可再生电源汲取的潜在可用功率的参考的一个或多个功率器件(例如,功率转换器或使得能够选择性地提供功率的其他功率电路),以及将该参考用于电力系统中的总可用功率的推断和估计的控制设备。

### 附图说明

[0009] 一些特征在附图中以示例而非限制的方式被示出。在附图中,类似的数字标记相

似的元件。

[0010] 图1A和1B示出了示例性电力系统。

[0011] 图2A、2B、2C和2D示出了示例性电力系统。

[0012] 图3示出了耦合到在不同功率模式下操作的功率器件的电源的示例性空间布置。

[0013] 图4示出了示例性功率器件的硬件元件。

[0014] 图5和图6示出了用于操作电力系统的示例性方法。

### 具体实施方式

[0015] 在以下描述中,参考了附图,附图形成了描述的一部分,并且在附图中通过图示示出了本公开的各种示例。应当理解,所示和/或所述的示例是非排他性的,并且可以实践其他示例,并且可以在不脱离本公开的范围的情况下做出结构和功能修改。

[0016] 本公开包括用于保持用于快速调度和/或慢速调度的功率并精确地估计保持的功率的设备、系统和方法。

[0017] 一个或多个方面可以体现在计算机可用数据和计算机可执行指令中,诸如体现在一个或多个程序模块中,由一个或多个计算机或其他设备执行。通常,程序模块包括例程、程序、对象、组件、数据结构等,当由计算机或其他设备中的处理器执行时,其执行特定任务或实现特定抽象数据类型。计算机可执行指令可以存储在计算机可读介质上,诸如硬盘、光盘、可移动存储介质、固态存储器、RAM等。如本领域技术人员将理解的,程序模块的功能可按需在各实施例中组合或分布。此外,功能可以全部或部分地以固件或硬件等效物来体现,诸如集成电路、现场可编程门阵列(FPGA)等。特定数据结构可用于更有效地实现本公开的一个或多个方面,并且此类数据结构可在本文描述的计算机可执行指令和计算机可用数据的范围内。例如,图4中所示的控制器405和图5中所示的方法可以用如上所述的硬件、固件和计算机实现的指令的组合来实现。

[0018] 尽管已经以特定于结构特征和/或方法动作的语言描述了主题,但是应当理解,所附权利要求中定义的主题不必限于上述特定特征或动作。相反,上述具体特征和动作是作为实现权利要求的示例形式来公开的。

[0019] 现在参考图1A,其图示了根据本文公开的一个或多个方面的电力系统。电力系统100可以包括多个电源101。电源101被图示为光伏(PV)发电机,但是也可以包括其他类型的电源,例如,具有非确定性最大功率输出的可再生资源(例如,风力涡轮机、电池单元,仅举几个非限制性示例)。电源101可以各自包括一个或多个PV电池、模块、面板、木瓦、屋顶瓦、建筑物集成PV模块等。每个电源101可以耦合到相应的功率器件102。功率器件102可包括输入端子、输出端子和功率电子器件,并且功率电子器件被配置为控制在输出端子处提供的功率量。例如,功率器件102可以包括直流到直流(DC/DC)转换器,其被配置为根据第一操作模式(例如,最大功率点跟踪(MPPT)模式)或第二操作模式(例如,降低的功率点模式)中从相应的电源汲取输入功率。此外,功率器件102可以提供基本上等于输入功率(减去不可避免的效率损失)的输出功率。另外,输出功率可以基本上等于功率器件的输入功率乘以功率器件的效率转换因子。附加地或可替代地,功率器件102可以包括被配置为将输入DC电压转换为输出AC电压的直流到交流(DC/AC)转换器。在一些情况下,功率器件102不提供转换电路,但是可以提供被配置为选择性地将功率器件的输入端子连接至功率器件的输出端子的

一个或多个电源开关,和/或可以提供被配置为选择性地部分或完全地将电源从功率器件102的输入或从功率器件102的输出端断开的的一个或多个电源开关,和/或可以提供被配置为选择性地部分或完全地绕过功率器件102的输入端子或输出端子的一个或多个电源开关。

[0020] 在图1A中,多组功率器件102在其输出端处串联连接以形成一个或多个串104。串104连接在轨道(例如,功率导线)107和108之间。在功率器件102提供输出DC电压的情况下,轨道107和108是DC轨道。在功率器件102提供输出AC电压(例如,经由微逆变器)的情况下,轨道107和108是AC轨道。轨道107和108连接至系统管理设备105。系统管理设备(SMD)105可包括通信设备114和中央控制器112。通信设备114(例如,包括调制解调器、数据转换器、调制器、收发器和/或天线)可以被配置为与功率器件102和/或与一个或多个上游计算设备(例如,服务器、中央计算机站、互联网、移动应用等)通信(例如,经由无线或有线通信)。SMD 105可以包括DC/AC转换器。例如,在轨道107和108是DC轨道的情况下,SMD 105的DC/AC转换器可以将输入DC功率转换成在其输出端子处输出提供给电网或负载的AC功率。在一些情况下,SMD 105可包括DC/DC转换器,其被配置为控制轨道107和108之间的DC电压(例如,根据MPPT算法或在轨道107和108之间提供调节的或基本恒定的电压)。SMD 105还可以包括(多个)安全设备、(多个)传感器、辅助电源和各种其他部件(未明确描绘)。SMD 105可被配置为基于功率限制输出功率。功率极限可以是预定的(例如,SMD 105的额定输出功率等)和/或实时确定的(例如,温度降额、到负载或电网的受限输出等)

[0021] 一个或多个功率器件102可以被配置为削减功率生产。如本文所述,削减功率器件的功率输出或功率生产可包括将功率器件的输出或生产限制为小于功率器件的最大功率输出的百分比的(非零)值。例如,该百分比可以是95%、90%、50%、25%、10%,或甚至5%。一个或多个功率器件102可以被配置为最大化功率生产。如本文所述,使功率器件的功率输出或功率产生最大化可包括将功率器件的输出或功率产生限制为等于或接近功率器件的最大功率输出的值。例如,该值可能超过95%或最大功率输出,超过99%的最大功率输出,甚至100%的最大功率输出。在一些情况下,功率削减可以是为了备用(例如,保持)功率以用于(例如,快速和/或慢速)调度(例如,响应于命令而切换到最大功率)。在一些情况下,可以选择(例如,预选)和编程和/或配置特定的功率器件用于功率削减。在一些情况下,所有功率器件102可以被编程和/或被配置为具有功率削减能力,并且某些功率器件102被选择为在需要时实现削减。

[0022] 一个或多个功率器件102可以被配置为最大化输出功率以提供用于估计削减或备用功率的功率参考信号。在一些情况下,可以选择(例如,预选)和编程和/或配置特定的功率器件以用于输出功率最大化。在一些情况下,所有功率器件102可以被编程和/或被配置为具有功率最大化能力,并且某些功率器件102被选择为在需要时实现最大化。

[0023] 仍然参考图1A,在一个示例中,每个串104具有单个功率器件102M(示出为具有图案化填充)被配置为操作以最大化输出功率,而所有其他功率器件102(没有图案化填充)被配置为操作削减输出功率的特征。功率器件102可以与功率器件102M相同,但是以不同的操作模式操作。SMD 105可被配置为(经由通信设备114)向一个或多个功率器件102发送消息,指示功率器件102在功率最大化模式下操作(即,作为102M操作)或在功率削减模式下操作。功率器件102和102M可以各自包括与通信设备114类似的通信设备(例如,通信404,下面参

考图4讨论)。例如,SMD 105可被配置为在功率削减模式下发信号通知功率器件响应于调度需要而增加输出功率。

[0024] 作为数字示例,电力系统100可包括30个电源101,每个电源101耦合到功率器件102/102M。电源和功率器件可以被分成三个串104,并且每一串104包括被配置为最大化输出功率的单个功率器件102M,而其他功率器件102被配置为削减输出功率。在该示例中,在第一时间点,每个电源101能够产生250W的最大功率。功率器件102可以各自被配置(例如,由SMD 105指示)为输出最大200W,并且由于超过200W是可用的,因此每个削减功率器件102可以成功地输出200W。功率器件102M可以操作以最大化输出功率并且输出基本上250W(忽略较小的、不可避免的损耗)。由系统输出的总功率将为 $3*250W+27*200W=6150W$ 。每个功率器件102/102M可以(例如,经由通信设备)向SMD 105报告其相应的功率生产。SMD 105可基于报告,估计由于三个功率器件102M能够输出250W并且对应于在空间上分布在电力系统100中的电源,则此时电力系统100的总功率容量为 $250W*30=7500W$ ,其中 $50W*27$ 的削减功率= $1350W$ (或备用总功率的18%用于快速调度)。

[0025] 仍然参照上面的示例,如果在第二时间点,操作以最大化输出功率的单个功率器件102M报告230W的功率生产,则SMD 105可以估计每个功率器件102的平均最大功率生产能力是由三个102M设备产生的功率的平均值: $(250W+250W+230W)/3=243W$ 。在该情况下,SMD 105可估计总系统生产能力为 $243W*30=7290W$ ,总产量为 $200W*27+250W*2+230W=6130W$ ,削减功率为 $1160W$ (或备用总功率的16%用于快速调度)。

[0026] 如果在第三时间点SMD 105指示三个102M功率器件停止最大化功率并进入功率削减操作模式,并指示三个其他功率器件102进入最大输出功率操作模式(例如,为了提高功率生产估计的空间分辨率,和/或为了接收附加功率器件的最大功率生产信息),则三个其他功率器件102可以例如分别产生245W、250W和215W。如果第三时间点足够接近第二时间点,则SMD可基于三个“旧”102M功率器件和三个“新”102M功率器件计算第二平均值: $(250+250+230+245+250+215)/6=240W$ 。在该情况下,SMD 105可以估计总系统生产能力为 $240W*30=7200W$ ,总产量为 $200W*24+250W*2+230W+245W+250W+215W=6240W$ ,削减功率为 $960W$ (或备用总功率的13%用于快速调度)。在第二时间点和第三时间点不是靠在一起(例如,相差数分钟或数小时)的情况下,SMD可以计算加权平均值,该加权平均值为更近的测量提供增加的权重,或者可以丢弃“旧”测量而仅依赖于“新”测量。

[0027] SMD 105可以利用历史测量(例如,在过去的特定时刻获得的测量)来进一步改进削减功率的估计。例如,如果历史测量指示两个功率器件102趋于呈现相关的功率生产,并且在两个设备中的一者工作在削减功率模式而另一者工作在最大功率输出模式的时间点,SMD 105可以使用这种相关性来估计削减设备的功率生产能力。作为另一个示例,如果特定功率器件102呈现出基本上周期性的行为(例如,从一天到下一天,在12:00正午的功率生产趋向于相似),则SMD 105可以使用与功率器件102的最大输出功率模式产生有关的历史数据来估计功率器件102在削减输出功率模式下操作时功率器件102的削减功率。

[0028] SMD 105也可以利用其他类型的测量(例如,由分布在电力系统中的各种传感器测量的辐照度、风速、温度和其他参数)来提高估计精度,例如,通过将功率器件102的最大功率输出与这些测量相关联。

[0029] 在一些情况下,一个或多个功率器件102的额定最大功率输出可以低于从对应的

电源101可获得的功率。例如,能够产生高达400W的电源可以耦合到限于处理和/或输出300W的功率器件。在该情况下,在最大输出功率模式下操作的功率转换器102M可输出高达其最大额定功率(在这个示例中,300W)而不高达对应电源的最大功率(在这个示例中,400W)。在最大输出额定功率低于实际可用输入功率的一些示例中,即使当功率器件102提供其最大输出(例如,额定)功率时也不使用MPPT。

[0030] 在一些情况下,电力系统100可以包括存储设备(图中未示出)。SMD 105可耦合到存储设备。如果系统管理设备105输出功率削减模式中操作,SMD 105可以在存储设备中存储能量(例如,但对电池充电),而不是在输入端处汲取小于最大可用功率的功率(并且在某种意义上“浪费”未使用的输入功率)。传输到存储设备的功率仍然可以是有用的,并且备用(例如,保持)功率以用于调度,因为它可以被快速地(例如,响应于来自通信设备114的命令)调度到输出端子。在一些情况下,能量存储设备可提供额外的可调度功率。

[0031] 现在参考图1B,其示出了根据本文公开的方面的电力系统150。在电力系统150中,功率器件102/102M由功率器件103/103M代替。功率器件103/103M可包括输入端子、输出端子和被配置为控制在输出端子提供的功率的功率电子器件。例如,功率器件103/103M可包括直流到直流(DC/DC)转换器,其被配置为根据MPPT操作模式和降低功率点操作模式中的至少一者从相应的电源汲取输入功率,并提供基本上等于输入功率(减去不可避免的效率损失)的输出功率。输出功率可以基本上等于功率器件的输入功率乘以功率器件的效率转换因子。附加地或可替代地,功率器件103/103M可包括直流-交流(DC/AC)转换器,该转换器被配置为将输入DC电压转换成输出AC电压。在一些情况下,功率器件103/103M不提供转换电路,但可提供被配置为选择性地将功率器件的输入端子连接至功率器件的输出端子的一个或多个电源开关,和/或可提供被配置为选择性地将部分或完全地将电源从功率器件102的输入断开的的一个或多个电源开关,和/或可提供被配置为选择性地将部分或完全地绕过功率器件103/103M的输入端子的一个或多个电源开关。

[0032] 电力系统150可包括串106。每个串106可包括在其输出处并联连接的一个或多个功率器件103/103M。如果功率器件103/103M包括DC/DC转换器,则DC/DC转换器可被配置为将输入电压升压到所有并联连接的功率器件103/103M所共有的输出DC电压,或者如果每个功率器件的输入电压大,则DC/DC转换器可被配置为将输入电压降低到所有并联连接的功率器件103/103M所共有的输出DC电压。如果功率器件103/103M包括DC/AC转换器(例如,微转换器),则每个DC/AC功率转换器可输出与所有其他并联连接的功率器件103/103M的输出AC电压同步且幅度基本相等的AC电压。如果功率器件103/103M包括3相DC/AC转换器,则每个功率器件可以提供三个输出功率线(在图1B中,仅描绘两个)以使得能够并联连接三相中的每相。

[0033] 可以提供电缆干线以实现功率器件103/103M的输出端子的快速并联连接。电缆干线还可以被设计为实现有效的有线通信(例如,102和105中的通信设备之间的功率线通信)。

[0034] 系统管理设备(SMD)105可以与图1A的SMD 105相似或相同,并且可以提供相似的功能。SMD 105可电耦合和/或通信耦合到功率器件103/103M。如果功率器件103/103M被配置为输出DC电压,则SMD 105可包括DC/AC转换器,该转换器被配置为向AC电网提供AC电压和功率。如果功率器件103/103M被配置为输出AC电压,则SMD 105可以包括用于监视提供给

AC电网的AC功率的传感器,和/或SMD 105可以不电耦合到功率器件103/103M,其中每个功率器件103/103M的输出端子直接耦合(或经由安全设备和/或不是SMD 105的一部分的开关耦合)到AC电网。

[0035] 功率器件103/103M可以提供功率削减和备用调度,类似于关于功率器件102/102M所公开的,并且SMD 105可以与功率器件103/103M交互,类似于如上关于功率器件102/102M所描述的。在图1B中,三个功率器件103被指示(通过“M”后缀和图案化填充)为在最大输出功率模式下操作。类似于上文,更多或更少的功率器件可以在最大输出功率模式下操作,在最大输出功率模式下操作的功率器件的空间分布可以不同和/或可以随时间变化(例如,SMD可以发信号通知功率器件在最大输出功率模式和输出功率削减模式之间转换)。

[0036] 现在参考图2A,其图示了根据本文公开的方面的电力系统200(例如,光伏电力系统)。电力系统200可包括一个或多个逆变器202。每个逆变器202可以耦合到大量电源101(例如,光伏发电机),而无需中间功率器件耦合到单独的电源。在该情况下,每个逆变器202可以被配置为在最大输出功率模式下操作,其中逆变器202输出从耦合在逆变器输入处的电源101可获得的最大功率,或者被配置为在功率削减模式下操作。每个逆变器202可以连接至电网210(为了简便,图示了单线连接,但是通常耦合到大电源的逆变器往往是具有三条输出功率线的3相逆变器)。系统管理设备(SMD)205可通信地耦合到逆变器202(例如,经由相应设备和逆变器中的通信设备114),并且可指示它们选择性地在功率削减模式或最大功率生产模式下操作,可从逆变器202接收功率生产测量,并且可使用功率生产测量来估计总电力系统容量和削减功率。

[0037] 在一些情况下,不同的逆变器202可以耦合到具有不同最大功率值的电源。例如,逆变器202C可耦合到具有200kW的总最大功率生产容量的电源,而两个逆变器202耦合到具有300kW的总最大功率生产容量的电源。在该情况下,根据一个示例,如果逆变器202C在最大输出功率模式下操作并输出150kW(或其额定输出容量的75%),而两个逆变器202每个输出200kW(例如,响应于由SMD 205通信的限制),则SMD可估计两个逆变器能够产生 $0.75 * 300kW = 225kW$ ,并且为调度备用的总缩减功率为 $25kW * 2 = 50kW$ ,并且 $50kW * 2 + 225kW + 150kW$ 的总功率备用=8.33%用于快速调度(例如,切换到最大功率模式)。在历史数据可用的情况下,历史数据(例如,发电逆变器202和202C之间的时间和/或空间相关性)可以用于改进估计。如上所述,SMD 205可指示一个或多个逆变器202/202C从功率削减操作模式改变到最大输出功率操作模式,或反之亦然。

[0038] 现在参考图2B,其示出了根据本文公开的方面的电力系统220。在该说明性系统中,逆变器222耦合到AC电网210。逆变器222可以包括两个DC/DC转换器218A和218B以及DC/AC转换器221。DC/DC转换器218A和218B可各自具有耦合到相应的电源101的串的一对输入端子的特征。例如,电源101可以包括串联连接的。DC/DC转换器218A和218B可各自被配置为应用MPPT方法来增加在转换器输入端子处汲取的功率。DC/DC转换器218A和218B的输出端子可以并联或串联连接,并且连接至DC/AC转换器221的输入端子。DC/AC转换器221可以组合从DC/DC转换器218A和218B接收的功率,并且可以将输入DC电压转换成提供给电网210的输出AC电压。

[0039] 逆变器222可以包括控制器225,其被配置为控制DC/DC转换器218A和218B的操作模式和/或控制DC/AC转换器221。控制器225可以耦合到被配置为与外部设备(例如,其他逆

变器222和/或更高级系统控制设备)通信的通信设备(例如,未明确示出的通信设备114)。控制器225可选择性地操作DC/DC转换器218A和218B中的每一者以最大功率输出模式或功率削减模式操作。在第一时间,控制器225可以操作DC/DC转换器218A以汲取在转换器输入处可用的最大功率,并且输出基本上所有的功率作为最大输出功率;并且可以操作DC/DC转换器218B以限制输出功率,从而为(例如,快速和/或慢速)调度备用功率。控制器225可以接收(例如,经由耦合到DC/DC转换器218A和218B的输出的传感器)每个DC/DC转换器的功率生产的指示,并且可以基于该指示估计总潜在输出功率。例如,如果每个DC/DC转换器耦合到具有相等功率生产能力的电源(例如,每个耦合到能够产生高达2kW的PV发电机),DC/DC转换器218A输出1.8kW,并且DC/DC转换器218B输出1kW,则控制器225可以估计DC/DC转换器218B正在削减800W的功率,并且估计 $800W/(2*1.8kW)$  = 总功率的22%被保持备用。

[0040] 控制器225可以控制DC/DC功率器件218A和218B以实现最大功率输出模式和功率削减模式之间的平滑和逐渐的过渡。例如,控制器225(包括例如微处理器、ASIC、FPGA)可以逐步地增加DC/DC转换器218B的功率限制,例如每次增加100W,并且相应地指示转换器218A同时将功率减少100W,以维持相同的备用功率。最终,DC/DC转换器218B将在其最大输出功率点操作,并且DC/DC转换器218A将基于所应用的减少步骤的数量而削减。一旦DC/DC转换器218B在其最大功率点工作,控制器225就可以估计电力系统的总功率容量。通过使用中央系统控制器和功率器件之间和/或直接在功率器件本身之间的可靠、高数据速率的通信,该方法还可以应用于离散功率器件(例如,图1A、1B和2A中讨论的那些)。

[0041] 图2B图示了具有两个独立的DC/DC功率转换器的逆变器作为示例。根据本文公开的其他逆变器主要具有由单个主逆变器控制的附加(例如,三个、四个、十个、或者甚至二十个或更多)DC/DC转换器。一个或多个DC/DC转换器可以在任何给定时间以最大输出功率模式操作,并且一个或多个DC/DC转换器可以在任何给定时间以输出功率削减模式操作。可以根据所需削减的等级和DC/DC转换器的数量来不同地实现操作模式之间的逐渐(例如,周期性的、一次一个)转换。

[0042] 现在参考图2C,其图示了根据本文公开的方面的电力系统230。电力系统230可包括一个或多个逆变器生产单元250。图2C图示了三个逆变器生成单元250A-250C,尽管可以存在更多或更少的逆变器生成单元250。每个逆变器生产单元可以包括多个电源(例如,光伏发电机)101,每个电源连接至功率器件(例如,DC/DC功率转换器)203。多个DC/DC功率转换器203可串联(或并联,或一些串联和一些并联)连接,且DC/DC功率转换器203的串联可耦合到逆变器240。逆变器产生单元250A-250C可以分别具有逆变器240A-240C的特征。逆变器产生单元250可以通过并联连接逆变器240A-240的输出端子而互连,并且连接至电网210。系统管理设备(SMD)205可被配置为经由有线或无线通信(例如,经由包括在每个设备中的通信设备214)与逆变器240通信。

[0043] 电力系统可以实现多粒度功率削减和备用功率估计。根据一些方面,功率器件203可以被配置为选择性地最大功率输出模式和/或功率削减模式下操作。根据一些方面,逆变器240可以被配置为选择性地最大功率输出模式和/或功率削减模式下操作。根据一些方面,逆变器240和功率器件203两者都可以被配置为选择性地最大功率输出模式和/或功率削减模式下操作,并且SMD 205可以被配置为选择性地指导一个或多个功率器件203和/或一个或多个逆变器240在功率削减模式下以最大输出功率操作模式下操作。在期望低

粒度级的情况下,SMD 205可指示一个或多个功率器件203(直接地或者通过经由逆变器240中继命令)以功率削减/最大输出功率模式操作,并且可指示逆变器240将在其输入提供的所有功率输送到电网210。当期望更高等级的粒度时(或者当功率器件203未配备有足够的通信设备或功率控制逻辑以使得能够在最大功率输出/功率削减模式下进行选择操作时),一个逆变器240可以在功率削减模式下操作。例如,电力系统230可以初始地在没有功率器件203的情况下安装(即,电源101可以直接连接至逆变器240)。在该初始阶段期间,功率逆变器240可以选择性地以最大输出功率/功率削减模式操作。如果在稍后的时间,功率器件203被添加到系统,则功率器件203可以选择性地在最大输出功率/功率削减模式下操作,而逆变器240在最大输出功率模式下操作。

[0044] 现在参考图2D,其图示了根据本文公开的方面的电力系统260。电力系统260可类似于图2C的电力系统230,其中一个或多个逆变器240的附加特征耦合到存储设备241。在图2D中,逆变器240A和240C分别耦合到存储设备(例如,电池、飞轮、超级电容器等)241A、241C。如果逆变器240A或240C在输出功率削减模式下操作,则逆变器可以在能量存储设备中存储能量(例如,但对电池充电),而不是汲取小于逆变器输入处可用的最大功率(并且在某种意义上“浪费”未使用的输入功率)。传送到存储器的功率可能仍然有用,并且备用功率以用于调度,因为它可以被快速地(例如,响应于来自205的命令)调度到逆变器输出。在一些情况下,能量存储设备可提供额外的可调度功率。

[0045] 如果(例如)逆变器240A在最大输出功率模式下操作,如果逆变器输入端处的可用功率超过逆变器的输出额定功率(例如,如果连接至逆变器输入端的电源101可产生高达150kW的功率,但逆变器仅被额定为向电网输送高达120kW的功率),则逆变器240A可使用50kW的过量输入功率对存储设备241A充电),并可由此获得总可用系统功率的更精确估计(因为实际最大输入功率被利用并由此被感测)。

[0046] 现在参考图3,其图示了耦合到在最大输出功率模式和功率削减模式下操作的功率器件的电源的空间布置,其可以增加备用功率估计的精确性。由具有对角线图案填充的矩形表示的第一组电源可以耦合到被配置为在最大输出功率模式下操作的功率器件。由具有实心白色填充的矩形表示的第二组电源可以耦合到被配置为在削减输出功率模式下操作的功率器件。在该特定示例中,第一组电源和第二组电源在空间上高度交错(例如,暴露于相同的环境条件,诸如相同的日射、温度),从而形成图案(例如,类似于棋盘的图案)。该交错可以提高备用功率估计的精确性,因为从耦合到第一组电源的功率器件获得的最大功率参考指示跨电力系统的大部分的潜在功率生产。

[0047] 现在参考图4,其图示了根据本文公开的功率器件402。功率器件402可类似于、相同于和/或用作根据本文公开的功率器件102/102M、103/103M、202/202C、203、DC/DC转换器218A/B和/或逆变器240。功率器件402可包括输入端子407和408,其被配置为耦合到电源401,其可与电源101(或多个串联或并联连接的电源101)类似或相同。功率器件402可以包括输出端子409和410,其被配置为耦合到另一功率器件(例如,如果功率器件402包括DC/DC转换器,则输出端子可以耦合到另一DC/DC转换器或DC/AC转换器,并且如果功率器件402包括DC/AC转换器,则输出端子在一些情况下可以耦合到另一DC/AC转换器),和/或耦合到汇流箱或电网连接接口(例如,如果功率器件402包括DC/AC转换器)。在一些情况下(例如,如果功率器件402包括3相DC/AC转换器),功率器件402可以具有三个或更多个输出端子的特

征。

[0048] 功率器件402可以包括耦合在输入端子407和408的对之间的功率电子器件403。如本文先前所公开的,功率电子器件403可以包括直流到直流(DC/DC)转换器,其被配置为根据最大功率点跟踪(MPPT)操作模式和降低功率点操作模式下的至少一者从电源401汲取输入功率,并且在输出端子处提供基本上等于输入功率(减去不可避免的效率损失)的输出功率。输出功率可以基本上等于功率器件的输入功率乘以功率器件的效率转换因子。附加地或可替代地,功率电子器件403可以包括被配置为将输入DC电压转换为输出AC电压的直流到交流(DC/AC)转换器。在一些情况下,功率电子器件403不提供转换电路,但是可以提供被配置为选择性地将功率器件的输入端子407和408连接至功率器件的输出端子409和410的一个或多个电源开关,和/或可以提供一个或多个电源开关,该电源开关被配置为选择性部分地或完全地断开电源401与输出端子409和410的连接,输出端子409和410是电源设备102的输入,和/或可以提供被配置为选择性地、部分地或完全地绕过功率器件402的输入端子407和408或输出端子409和410的一个或多个电源开关。

[0049] 控制器405可以被配置为控制功率电子器件403。控制器405可以包括一个或多个模拟或数字控制电路、微控制器、数字信号处理器、现场可编程门阵列或其他合适的控制设备。通信设备404(例如,包括调制解调器、数据转换器、调制器、收发器和/或天线)可以耦合到控制器405,并且可以被配置为经由有线或无线通信与其他功率器件402和/或较高或较低级通信模块进行通信。传感器406可被布置和被配置为感测与由功率器件402处理的功率相关的一个或多个参数(例如,电压、电流、功率、频率、太阳辐照度、风速、温度等),并且可将测量提供给控制器405。控制器405可以将测量提供给通信设备404,以便转发到其他通信设备和/或控制器。

[0050] 现在参考图5,其图示了根据本文的公开的用于操作电力系统(例如,100、150、200、220、230和260)的示例性方法500。方法500可以由根据本文公开的系统管理设备(例如,105、205)的控制器或本地控制器(例如,图2B的控制器225)执行。在步骤501,控制器选择一个或多个第一功率器件用于输出最大功率。在步骤503,控制器选择一个或多个第二功率器件以输出削减功率。

[0051] 如关于图3所提到的,在一些情况下,步骤501的选择一个或多个用于输出最大功率的第一功率器件,以及步骤503的选择一个或多个用于输出削减功率的第二功率器件可以基于功率器件的空间分布的优化。功率器件的空间分布可以是不同的和/或可以随时间变化(例如,SMD可以发信号通知功率器件在最大输出功率模式和输出功率削减模式之间转换)。在其他情况下,选择的功率器件的选择和数量可以由于确定的(例如,预定的)空间分辨率而改变。

[0052] 可以随机地确定一个或多个第一功率器件的选择。在一些情况下,可以在系统中的功率器件之间以循环或变化的形式来确定选择(例如,以减少特定功率器件的压力,以增加粒度级别等)。在另一种情况下,可以基于历史功率生产数据来选择用于输出最大功率的第一功率器件,如参考图6所解释的。在这种情况下,控制器可以基于历史功率生产数据选择其功率生产与系统总功率生产具有高度相关性的第一功率器件。

[0053] 在其他情况下,如关于图1A-1B和2A-2D所提到的,步骤501的用于输出最大功率的一个或多个第一功率器件,以及步骤503的用于输出削减功率的一个或多个第二功率器件

的选择可以基于与功率器件的最大输出功率模式生产有关的历史数据。例如,如果在一年的特定时间间隔、特定时间等期间,一个或多个第一功率器件的MPP最类似于电力系统(例如,电力系统100、电力系统200)处的平均功率,则控制器可以选择该一个或多个第一功率器件来输出最大功率。

[0054] 在步骤505,控制器从第一功率器件和第二功率器件接收输出功率测量(通过直接测量,或者经由包括测量的通信)。在步骤507,基于输出功率测量,控制器估计削减功率(即功率备用)。削减的功率可以被传输到中心站或其他设备并且显示在显示器上。

[0055] 控制器可根据以下步骤估计功率备用(即,削减的功率)。控制器可以基于第一功率器件的输出功率测量值来确定第一功率器件的测量的最大功率。如果第二功率器件中的每个功率器件将输出相应的测量的最大功率作为测量的最大功率,则控制器可以基于测量的最大功率计算潜在输出功率。控制器可以基于潜在输出功率和来自第一和第二功率器件的输出功率测量值来计算针对多个功率器件的备用功率的估计值。

[0056] 现在参考图6,其图示了用于实现方法500的步骤501的示例性方法600。方法600可以是用于基于历史功率生产数据来选择用于输出最大功率的第一功率器件的示例。例如,控制器可以基于历史功率生产数据,优先选择其功率生产与系统的总功率生产相关性高的第一功率器件。方法600可以由执行方法500的相同控制器执行。在步骤601,控制器利用多个功率器件的历史功率生产数据,该多个功率器件是用于选择在最大输出功率模式下操作的候选。可以基于参照图5描述的各种方法来选择用于选择的候选。在步骤603,控制器计算什么系统输出功率的估计(例如,理论估计的总功率容量)将基于相关的历史数据和/或与每个候选功率器件相关(例如,功率器件参考)。在步骤605,控制器可以将理论估计功率容量(例如,由历史数据指示的估计的系统输出功率)与实际总功率进行比较。基于该比较,控制器可以计算所述估计所依赖的每个候选功率器件的所得估计误差。在步骤607,控制器基于最小化(或减小)在步骤605计算的误差来选择一个或多个功率器件以在最大输出功率模式下操作。

[0057] 根据本公开的方面,提供了电力系统。该电力系统包括:

[0058] 多个电源,

[0059] 多个功率器件,每个功率器件被配置为从该多个电源中的一个或多个电源汲取功率并且向电网或负载提供输出功率,

[0060] 其中该多个功率器件中的第一功率器件被配置为提供基本上对应于该第一功率器件的最大输出功率的第一输出功率,

[0061] 其中该多个功率器件中的第二功率器件被配置为提供第二输出功率,该第二输出功率基本上小于该第二功率器件能够实现的 maximum 输出功率。

[0062] 在一个实施例中,电力系统还包括控制模块,该控制模块被配置为发信号通知第二功率器件响应于调度需要而增加第二输出功率。

[0063] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括电源开关。

[0064] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括功率转换器。

[0065] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括直流到直流(DC/DC)功率转换器。

[0066] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括直流到交流(DC/AC)功率转

换器。

[0067] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括功率转换器,其被配置为选择性地激活最大功率点跟踪操作模式。

[0068] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括功率转换器,其被配置为选择性地激活功率降额操作模式。

[0069] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括微逆变器。

[0070] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括微逆变器。

[0071] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括微逆变器。

[0072] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件的输出串联连接。

[0073] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件的输出并联连接。

[0074] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括通信设备,并且被配置为经由通信设备向控制模块提供输入功率值或输出功率值。

[0075] 在一个实施例中,第一功率器件和第二功率器件包括传感器,并且被配置为基于由传感器获得的测量来获得输入功率值或输出功率值。

[0076] 在一个实施例中,第二输出功率基本上等于输入到第二功率器件的功率乘以第二功率器件的效率转换因子。

[0077] 在一个实施例中,第二功率器件的最大输出功率基本上等于在第二功率器件的输入处可用的最大功率乘以第二功率器件的效率转换因子。

[0078] 在一个实施例中,第二输出功率小于第二功率器件的最大输出功率的95%。

[0079] 在一个实施例中,第二输出功率小于第二功率器件的最大输出功率的90%。

[0080] 在一个实施例中,第二输出功率小于第二功率器件的最大输出功率的50%。

[0081] 在一个实施例中,第二输出功率小于第二功率器件的最大输出功率的1%。

[0082] 在一个实施例中,该电力系统还包括能量存储设备,其中第二输出功率基本上等于第二功率器件的功率输入减去传送到能量存储设备的功率。

[0083] 在一个实施例中,该电力系统还包括多个第一功率器件和多个第二功率器件,每个第一功率器件分别耦合到多个电源中的不同电源,每个第二功率器件分别耦合到多个电源中的不同电源,其中所有的多个第一功率器件被配置为输出基本上最大的输出功率,并且所有的多个第二功率器件被配置为输出基本上小于最大的输出功率。

[0084] 在一个实施例中,耦合到多个第二功率器件的电源跨电力系统在空间上分布。

[0085] 在一个实施例中,多个第一功率器件被配置为可作为第二功率器件操作以输出基本上小于最大输出功率的功率,并且多个第二功率器件被配置为可作为第一功率器件操作以输出基本上最大输出功率。

[0086] 在一个实施例中,控制模块被配置为基于第一输出功率计算电力系统的最大输出功率的估计。

[0087] 在一个实施例中,控制模块被配置为基于电力系统的最大输出功率的估计来计算备用功率调度容量。

[0088] 根据本公开的方面,提供了一种方法。该方法包括:

[0089] 控制分别连接至多个电源的多个功率器件中的一个或多个第一功率器件以输出最大功率;

- [0090] 控制该多个功率器件中的一个或多个第二功率器件以输出削减功率；
- [0091] 由控制器从该第一功率器件和该第二功率器件接收输出功率测量；以及
- [0092] 基于该输出功率测量，确定，例如计算多个功率器件的储备功率的估计值。
- [0093] 在该方法的实施例中，控制一个或多个功率器件包括：
- [0094] 从分别连接至多个电源的多个功率器件中的一个或多个参考功率器件收集历史功率生产数据；
- [0095] 计算每个该一个或多个参考功率器件的理论估计的总功率容量；
- [0096] 测量该多个功率器件的实际总功率输出；
- [0097] 将理论估计的总功率容量与实际总功率进行比较；以及
- [0098] 基于该理论估计的总功率容量与该实际总功率的比较来控制该多个功率器件中的一个或多个第一功率器件以输出最大功率。
- [0099] 在该方法的实施例中，该比较包括：基于该实际总功率来计算如果每个功率器件依赖于所述理论估计的总功率容量则所得估计误差将是多少，其中该控制基于该所得估计误差。
- [0100] 尽管上文描述了示例，但是可以以任何期望的方式组合、划分、省略、重新布置、修改和/或增加这些示例的特征和/或步骤。但是本领域技术人员将容易想到各种改变、修改和改进。尽管本文没有明确地陈述，但此类改变、修改和改进旨在作为本说明书的一部分，并且旨在处于本公开的精神和范围内。因此，前面的描述仅是示例性的，而不是限制性的。
- [0101] 条款：
- [0102] 1. 一种电力系统，其包括：
- [0103] 多个电源，
- [0104] 多个功率器件，每个功率器件被配置为从该多个电源中的一个或多个电源汲取功率并且向电网或负载提供输出功率，
- [0105] 其中该多个功率器件中的第一功率器件被配置为提供基本上对应于该第一功率器件的最大输出功率的第一输出功率，
- [0106] 其中该多个功率器件中的第二功率器件被配置为提供第二输出功率，该第二输出功率基本上小于该第二功率器件的最大可用输出功率。
- [0107] 2. 根据条款1的电力系统，还包括系统管理设备，其被配置为发信号通知该第二功率器件响应于调度需要而增加该第二输出功率。
- [0108] 3. 根据条款1或2的电力系统，还包括系统管理设备（例如条款2的系统管理设备，或其他设备），该系统管理设备被配置为发信号通知该第一功率器件和该第二功率器件在削减操作模式和MPPT操作模式之间选择性地改变操作模式。
- [0109] 4. 根据条款1-2中任一项条款的电力系统，其中该第一功率器件和该第二功率器件包括电源开关。
- [0110] 5. 根据条款1-3中任一项条款的电力系统，其中该第一功率器件和该第二功率器件包括功率转换器。
- [0111] 6. 根据条款1-4中任一项条款的电力系统，其中该第一功率器件和该第二功率器件包括直流到直流(DC/DC)功率转换器。
- [0112] 7. 根据条款1-5中任一项条款的电力系统，其中第一功率器件和第二功率器件包

括直流到交流(DC/AC)功率转换器。

[0113] 8. 根据条款4-6中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件包括被配置为选择性地激活最大功率点跟踪操作模式的功率转换器。

[0114] 9. 根据条款4-7中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件包括被配置为选择性地激活削减操作模式的功率转换器。

[0115] 10. 根据条款4-8中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件包括微逆变器。

[0116] 11. 根据条款1-10中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件的输出串联连接。

[0117] 12. 根据条款1-10中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件的输出并联连接。

[0118] 13. 根据条款2-12中任一项条款的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件包括通信设备,并且被配置为经由该通信设备向该系统管理设备(例如任何前述条款的系统管理设备,或另一设备)提供输入功率值或输出功率值。

[0119] 14. 根据条款13的电力系统,其中该第一功率器件和该第二功率器件包括传感器并且被配置为基于由该传感器获得的测量来获得该输入功率值或输出功率值。

[0120] 15. 根据条款1-14中任一项条款的电力系统,其中该第一输出功率基本上等于到该第一功率器件的输入功率乘以该第一功率器件的效率转换因子。

[0121] 16. 根据条款1-15中任一项条款的电力系统,其中该第二功率器件的最大输出功率基本上等于在该第二功率器件的输入处可用的最大功率乘以该第二功率器件的功率转换因子。

[0122] 17. 根据条款1-16中任一项条款的电力系统,其中该第二输出功率小于该第二功率器件的最大输出功率的95%。

[0123] 18. 根据条款1-17中任一项条款的电力系统,其中该第二输出功率小于该第二功率器件的最大输出功率的90%。

[0124] 19. 根据条款1-18中任一项条款的电力系统,其中该第二输出功率小于该第二功率器件的最大输出功率的50%。

[0125] 20. 根据条款1-18中任一项条款的电力系统,其中该第二输出功率小于该第二功率器件的最大输出功率的1%。

[0126] 21. 根据条款1-14中任一项条款的电力系统,还包括能量存储设备,其中该第二输出功率基本上等于到该第二功率器件的输入功率减去传送到该能量存储设备的功率。

[0127] 22. 根据条款1-14中任一项条款的电力系统,还包括能量存储设备,其中该系统管理设备(例如任何前述条款的系统管理设备,或另一设备)被配置为从该第一功率器件和该第二功率器件接收功率,并且该系统管理设备的输出功率基本上等于到该第二功率器件的输入功率减去传送到该能量存储设备的功率。

[0128] 23. 根据条款1-21中任一项条款的电力系统,还包括多个第一功率器件和多个第二功率器件,每个第一功率器件分别耦合到多个电源中的不同电源,每个第二功率器件分别耦合到多个电源中的不同电源,其中所有的多个第一功率器件被配置为输出基本上最大的输出功率,并且所有的多个第二功率器件被配置为输出基本上小于最大的输出功率。

[0129] 24. 根据条款22的电力系统,其中耦合到该多个第二功率器件的电源跨该电力系统在空间上分布。

[0130] 25. 根据条款22的电力系统,其中该多个第一功率器件被配置为可作为第二功率器件操作以输出基本上小于最大输出功率的功率,并且该多个第二功率器件被配置为可作为第一功率器件操作以输出基本上最大输出功率。

[0131] 26. 根据条款2-24中任一项条款的电力系统,其中该系统管理设备被配置为基于该第一输出功率计算电力系统的最大可用输出功率的估计。

[0132] 27. 根据条款25的电力系统,其中该系统管理设备被配置为基于该电力系统的最大可用输出功率的估计来计算备用功率调度容量。

[0133] 28. 根据条款2-26的电力系统,其中该系统管理设备被配置为基于该电力系统中的功率器件的空间分布来选择该第一功率器件以在MPPT操作模式操作。

[0134] 29. 根据条款2-26的电力系统,其中该系统管理设备被配置为基于与该第一功率器件的最大输出功率模式生产有关的历史数据来选择该第一功率器件以在MPPT操作模式操作。

[0135] 30. 根据条款2-26的电力系统,其中该系统管理设备被配置为基于与该电力系统中的功率器件的功率生产有关的历史数据来选择该第一功率器件以在MPPT操作模式操作。

[0136] 31. 一种方法包括:

[0137] 控制分别连接至多个电源的多个功率器件中的一个或多个第一功率器件以输出最大功率;

[0138] 控制该多个功率器件中的一个或多个第二功率器件以输出削减功率;

[0139] 由控制器从该第一功率器件和该第二功率器件接收输出功率测量;以及

[0140] 基于该输出功率测量,估计多个功率器件的备用功率。

[0141] 32. 根据条款30的方法,其中控制该一个或多个功率器件包括:

[0142] 从分别连接至多个电源的多个功率器件中的一个或多个参考功率器件收集历史功率生产数据;

[0143] 计算该一个或多个参考功率器件的理论估计的总功率容量;

[0144] 测量该多个功率器件的实际总功率输出;

[0145] 将理论估计的总功率容量与实际总功率进行比较;以及

[0146] 基于该理论估计的总功率容量与该实际总功率的比较来控制该多个功率器件中的一个或多个第一功率器件输出最大功率。

[0147] 33. 根据条款31的方法,其中该比较包括:

[0148] 基于该实际总功率来计算如果每个功率器件依赖于该理论估计的总功率容量则所得估计误差将是多少,其中该控制基于该所得估计误差。

[0149] 34. 根据条款30-32中任一项条款的方法,还包括保持备用功率用于调度。

[0150] 35. 根据条款33的方法,还包括基于调度将备用功率转移到从一个或多个第一功率器件和第二功率器件接收功率的逆变器输出。

[0151] 36. 根据条款30-32中任一项条款的方法,还包括将备用功率存储在功率存储器中;传送存储的功率用于调度。

[0152] 37. 根据条款30-35中任一项条款的方法,还包括由系统管理设备发信号通知一个

或多个第一功率器件在MPPT操作模式下操作,并且发信号通知一个或多个第二功率器件在削减操作模式之间操作。

[0153] 38. 根据条款30-35中任一项条款的方法,还包括由系统管理设备发信号通知一个或多个第一功率器件和一个或多个第二功率器件在削减操作模式与MPPT操作模式之间选择性地改变操作模式。

[0154] 39. 根据条款30-35中任一项条款的方法,还包括基于包括一个或多个第一功率器件和一个或多个第二功率器件的电力系统中的功率器件的空间分布,由系统管理设备选择一个或多个第一功率器件和一个或多个第二功率器件。

[0155] 40. 根据条款30-35中任一项条款的方法,还包括基于与一个或多个第一功率器件的最大输出功率模式生产有关的历史数据,由系统管理设备选择一个或多个第一功率器件。

[0156] 41. 根据条款30-35中任一项条款的方法,还包括基于与包括一个或多个第一功率器件和一个或多个第二功率器件的电力系统中的功率器件的功率生产有关的历史数据,由系统管理设备选择一个或多个第一功率器件。

[0157] 42. 一项条款包括一种方法,该方法包括:

[0158] 由控制器基于以下各项来选择一个或多个第一功率器件以输出该一个或多个第一功率器件的最大输出功率,并且选择一个或多个第二功率器件以提供第二输出功率,该第二输出功率基本上小于该一个或多个第二功率器件的最大可用输出功率:

[0159] 计算每个功率器件参考的理论估计的总功率容量;

[0160] 基于与该一个或多个第一功率器件和第二功率器件相关的历史数据以及功率器件参考来计算系统输出功率的估计;

[0161] 基于测量确定实际系统功率;

[0162] 基于该实际系统功率和该估计来计算所得估计误差;

[0163] 基于使该所得估计误差最小化来选择一个或多个功率器件以用于在最大输出功率模式下操作。

[0164] 43. 一项条款包括一种方法,该方法包括:

[0165] 由控制器基于以下各项来选择一个或多个第一功率器件以输出该一个或多个第一功率器件的最大输出功率,并且选择一个或多个第二功率器件以提供第二输出功率,该第二输出功率基本上小于该一个或多个第二功率器件的最大可用输出功率:

[0166] 计算每个功率器件参考的理论估计的总功率容量;

[0167] 基于与该一个或多个第一功率器件和第二功率器件相关的历史数据以及功率器件参考来计算系统输出功率的估计;

[0168] 基于测量确定实际系统功率;

[0169] 基于该实际系统功率和该估计来计算所得估计误差;

[0170] 基于最小化的估计误差来选择功率器件以输出最大输出功率。

[0171] 44. 一种存储指令的(非暂时性)计算机可读介质,当由一个或多个处理器执行时,使控制器、设备和/或系统如本文所述(例如,根据条款1-30中任一项条款的电力系统)以执行根据本文描述的任何实施例的方法(例如,条款31-43中任一项条款的方法)。

[0172] 45. 电力系统可以包括多个电源,每个电源连接到相应的功率器件。功率器件可以

串联或并联连接。每个功率器件可以包括连接到相应电源的输入端子、输出端子和可以被配置为将来自相应电源的输入功率转换为输出功率的功率电路(例如,功率转换器)。功率调节器还可以包括调节器通信模块,其可被配置为接收与调节功率调节器的操作特性相关的功率调节指示。调节器控制器可以被配置为基于功率调节指示并且基于功率调节器的功率产生特性来指示功率转换器增加或减小调节器操作特性。操作特性的改变可以用于估计系统的保留功率。

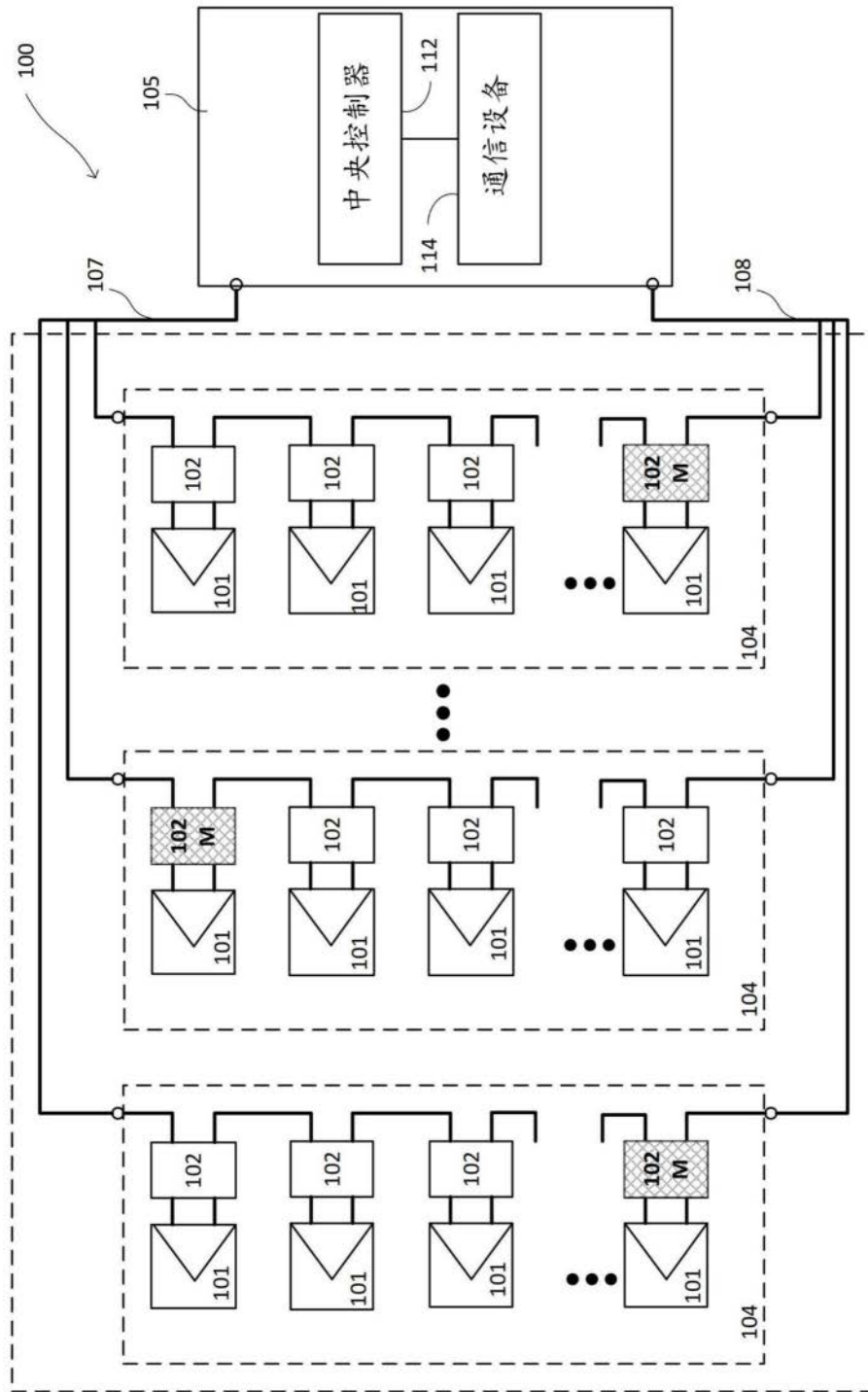


图1A

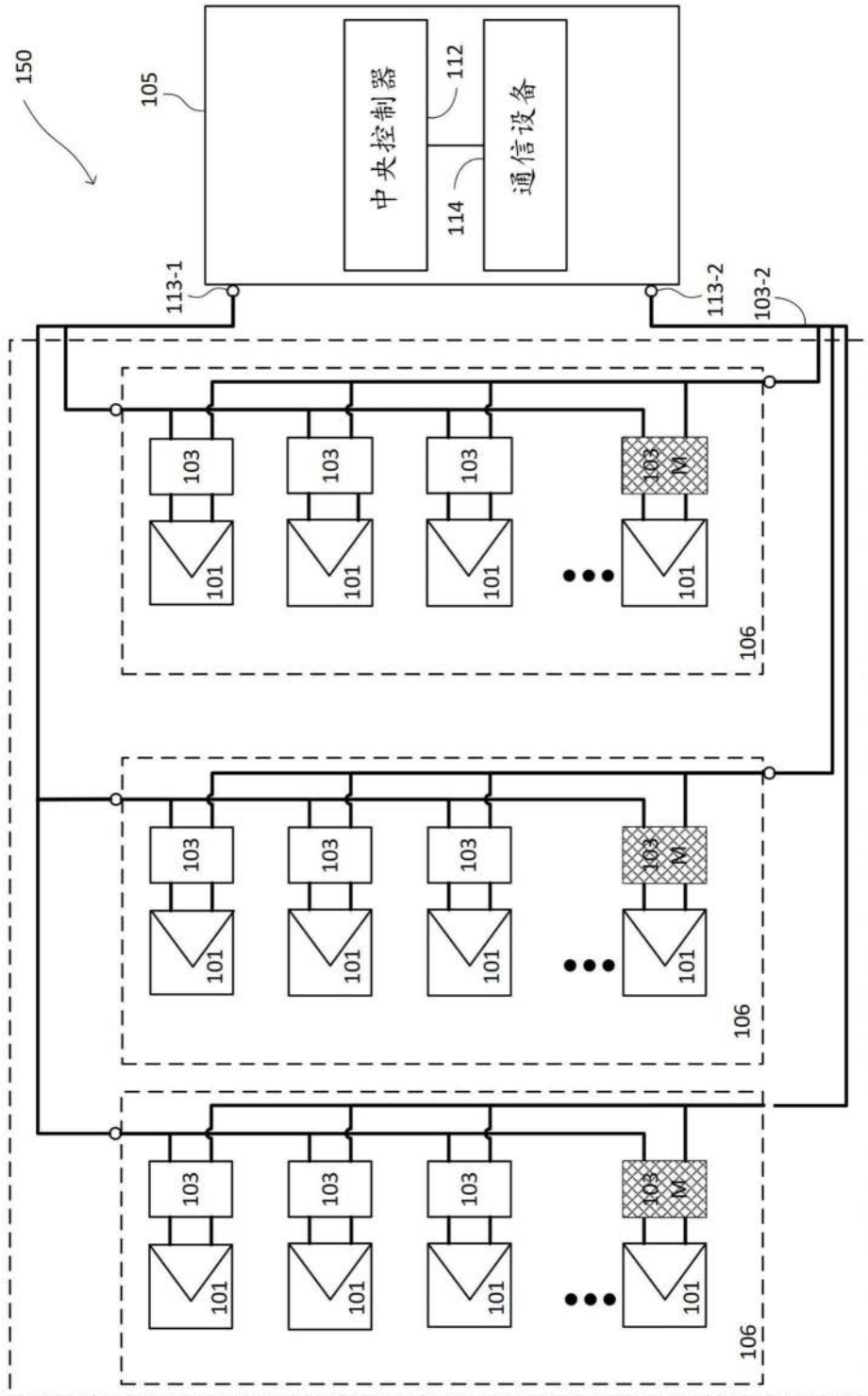


图1B

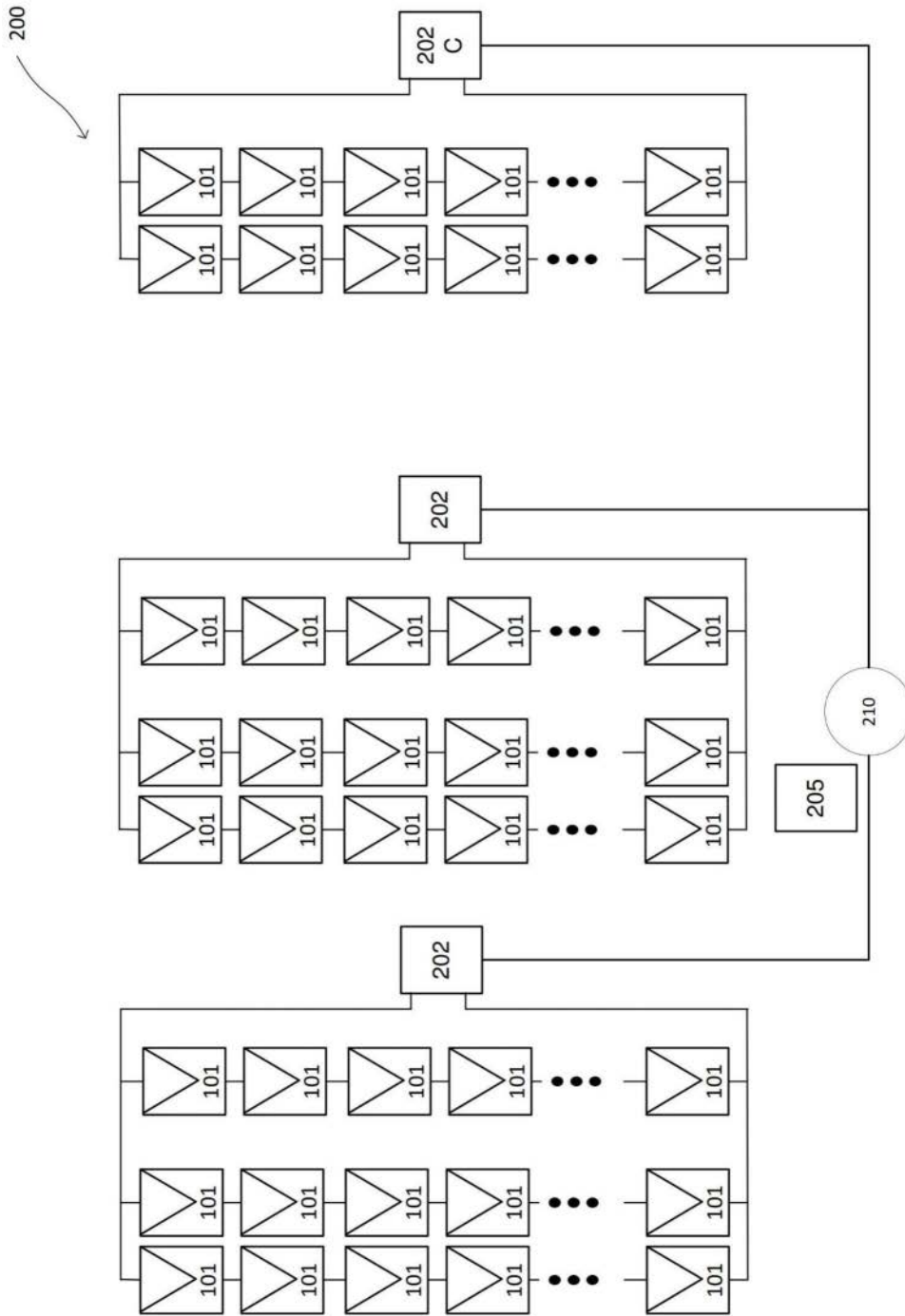


图2A

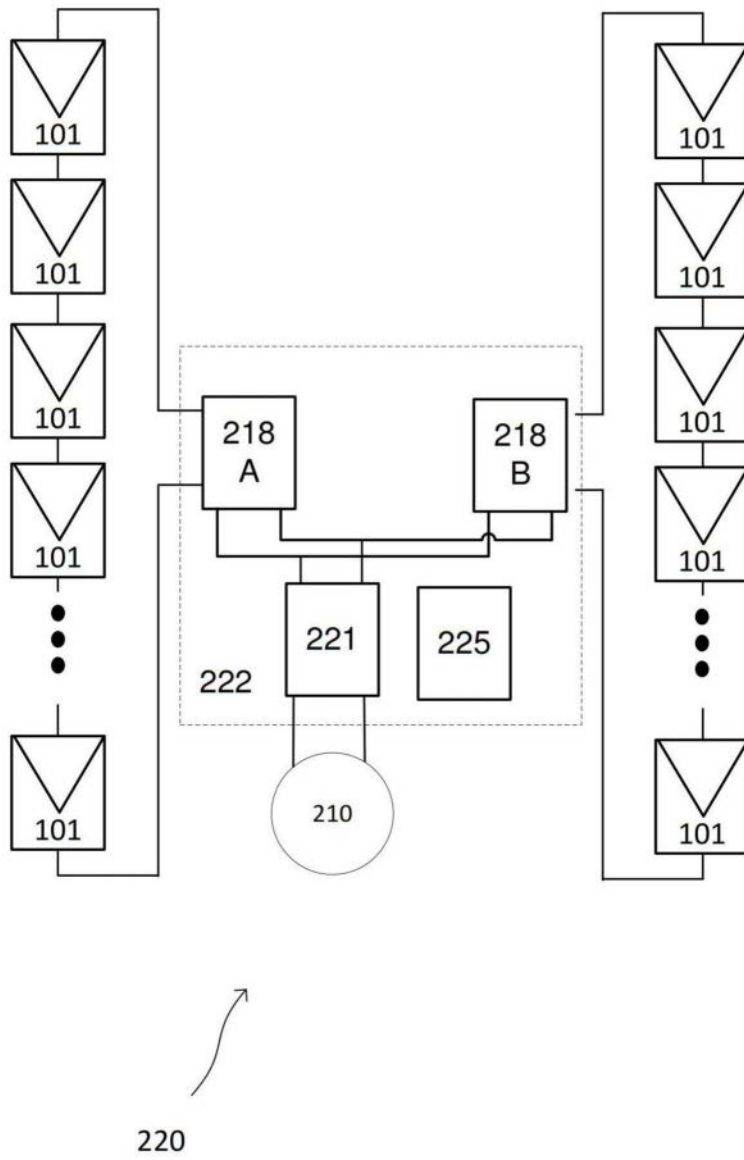


图2B

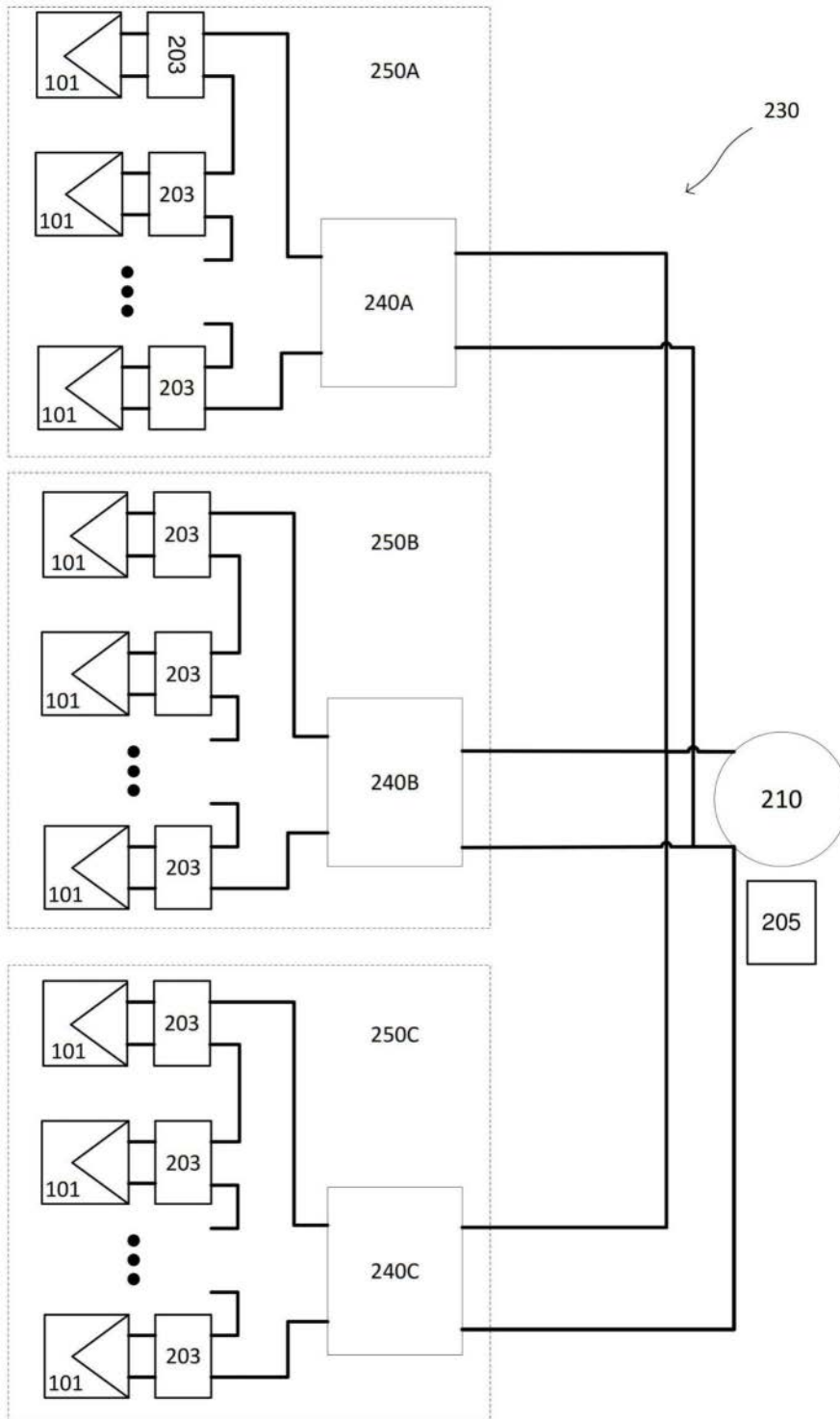


图2C

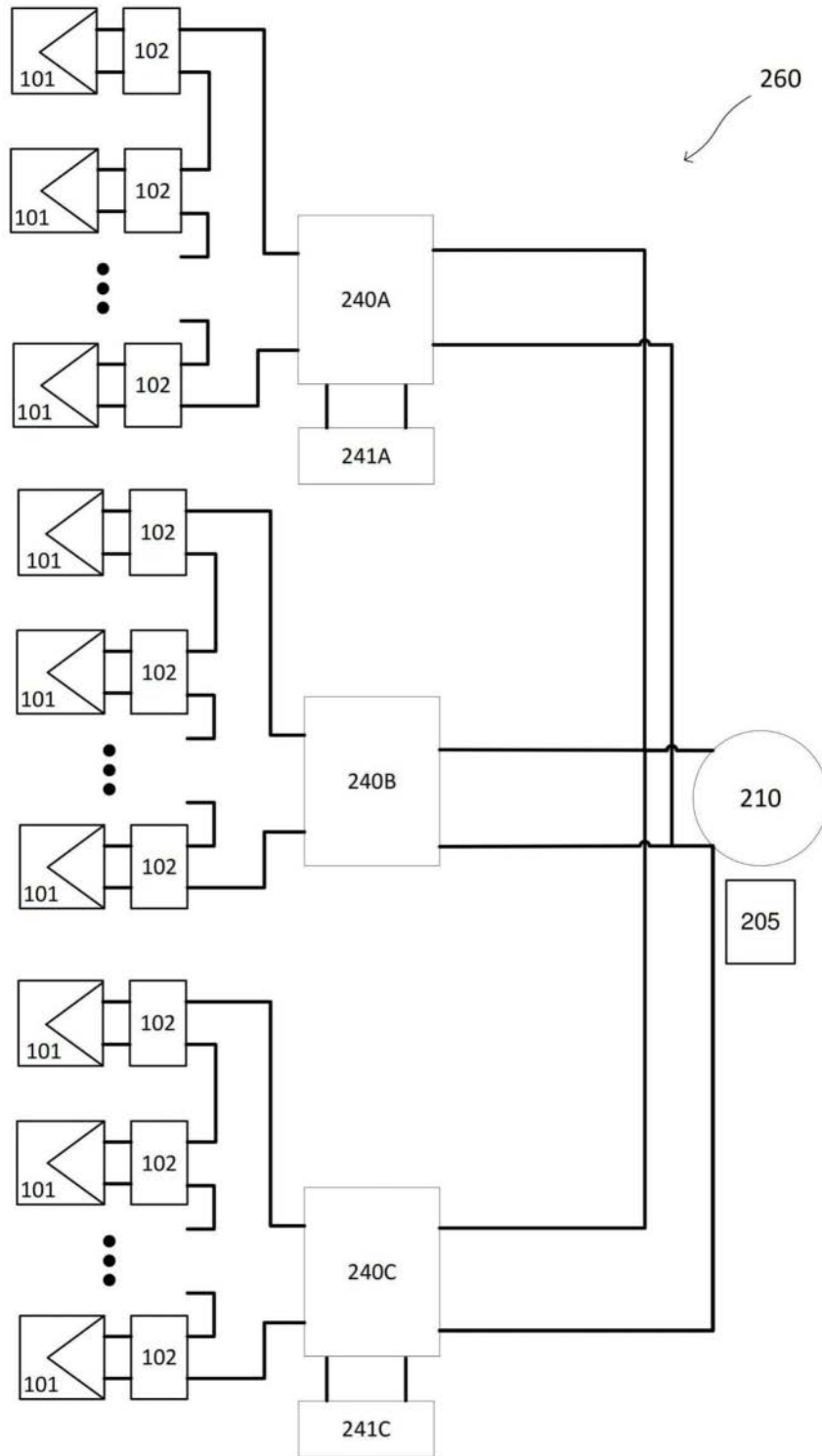


图2D

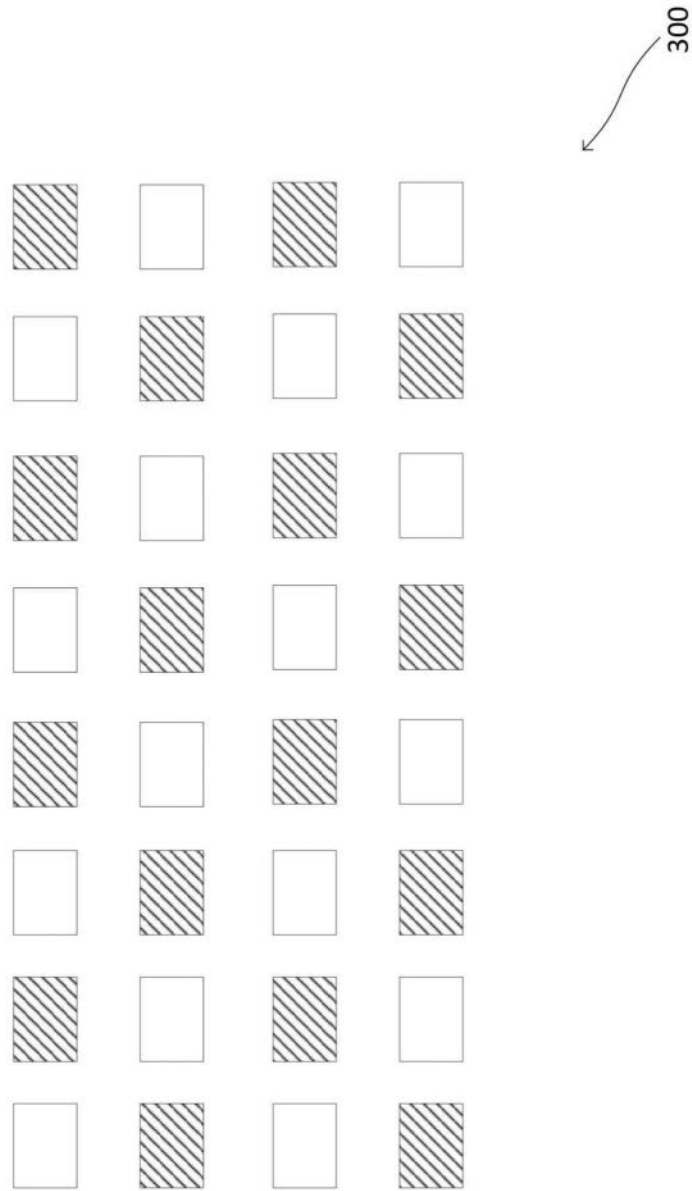


图3

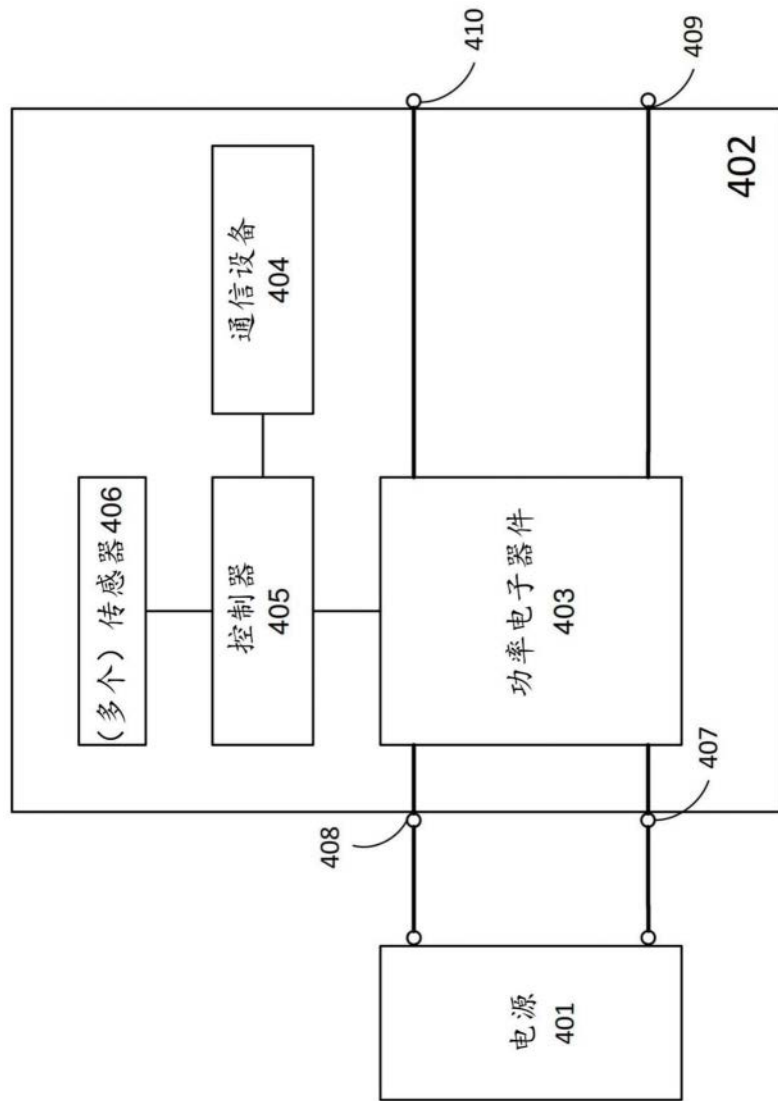


图4

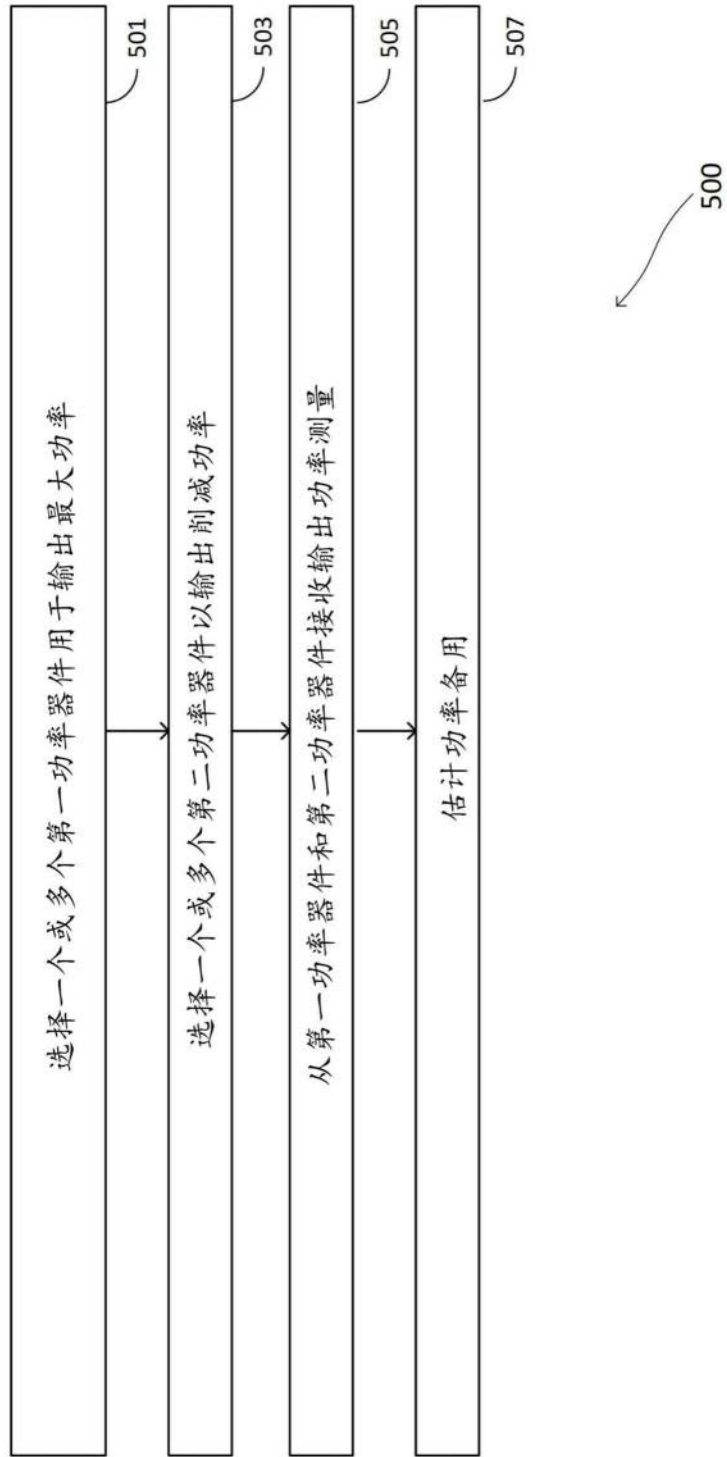


图5

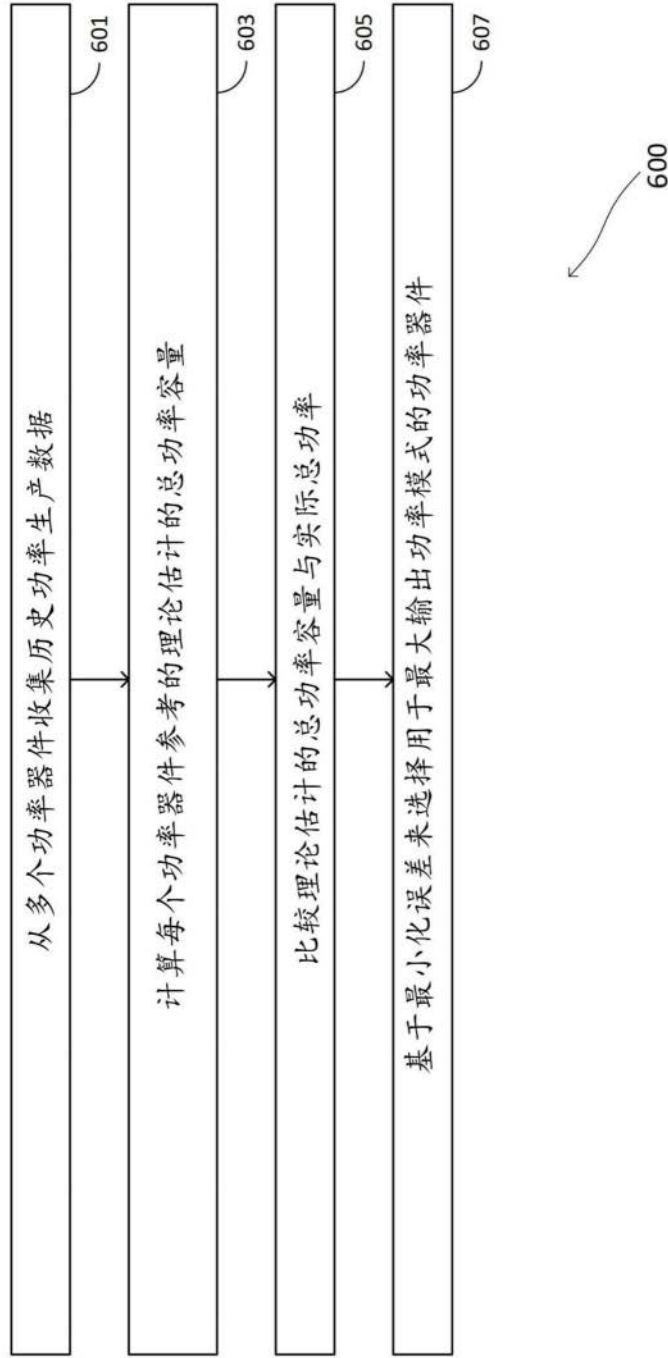


图6