



(21) 申请号 201880091641.9

(22) 申请日 2018.03.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112119559 A

(43) 申请公布日 2020.12.22

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.09.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/079933 2018.03.22

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/178795 EN 2019.09.26

(73) 专利权人 通用电气可再生能源西班牙有限公司
地址 西班牙巴塞罗那

(72) 发明人 I·贝罗特兰 常守中

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
专利代理师 尚恩垚 金飞

(51) Int.Cl.
H02J 3/38 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 9/00 (2006.01)
F03D 9/11 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 106786804 A, 2017.05.31
W0 2017056114 A1, 2017.04.06

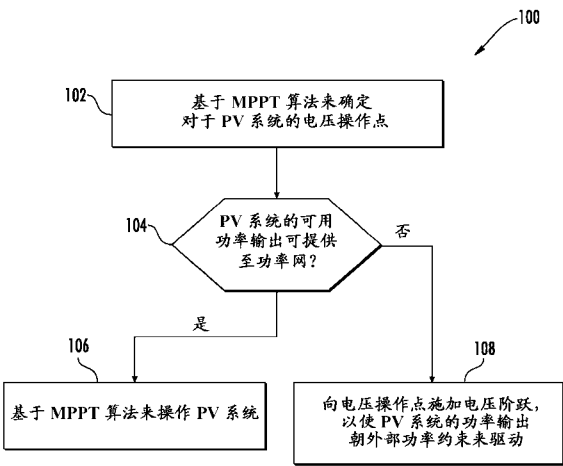
权利要求书2页 说明书8页 附图8页

(54) 发明名称

用于功率系统的有动态功率限制的双采样最大功率点跟踪

(57) 摘要

一种用于操作PV系统(14)的方法,该系统(14)集成到连接至功率网(22)的功率系统(10)中,方法包括基于最大功率点跟踪(MPPT)算法(102)来确定对于PV系统(14)的电压操作点。如果PV系统(14)的可用功率输出可提供至功率网(22),方法包括基于电压操作点(106)来操作PV系统(14)。如果PV系统(14)的最大可用功率输出不能提供至功率网(22),方法包括向电压操作点施加电压阶跃,以使PV系统(14)的功率输出朝外部功率约束(108)来驱动。且公开一种连接到功率网的混合功率系统。



1. 一种用于操作光伏 (PV) 系统的方法, 所述系统集成到连接至功率网的功率系统中, 所述方法包括:

基于最大功率点跟踪 (MPPT) 算法来确定对于所述PV系统的电压操作点;

如果所述PV系统的可用功率输出可提供至所述功率网, 基于所述电压操作点来操作所述PV系统; 以及

如果所述PV系统的最大可用功率输出不能提供至所述功率网, 向所述PV系统的PV功率转换器的输出电压施加电压阶跃, 以使所述PV系统的功率输出朝外部功率约束来驱动, 其中所述电压阶跃包括在PV功率转换器输出与外部功率约束基准之间的功率差接近零时随着该功率差线性变化的增益。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 基于所述电压操作点来操作所述PV系统还包括将所述PV系统的PV功率转换器的电压阶跃保持在恒定值处。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述外部功率约束包括将所述PV系统与所述功率系统互连的一个或多个外部构件中的最小可用裕度。

4. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 所述功率系统包括风力涡轮功率系统、燃气涡轮功率系统、能量存储系统或其组合。

5. 根据权利要求4所述的方法, 其特征在于, 所述一个或多个外部构件包括所述风力涡轮功率系统的功率转换器的功率限制器。

6. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述MPPT算法包括单采样MPPT算法。

7. 根据权利要求6所述的方法, 其特征在于, 所述MPPT算法基于扰动&观察 (P&O) 算法。

8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述MPPT算法包括双采样MPPT算法。

9. 一种连接到功率网的混合功率系统, 包括:

风力涡轮功率系统;

光伏 (PV) 系统, 所述光伏 (PV) 系统集成到所述风力涡轮功率系统中; 以及

系统控制器, 所述系统控制器通信地联接到所述风力涡轮功率系统和所述PV系统, 所述系统控制器配置成执行一个或多个操作, 所述一个或多个操作包括:

基于最大功率点跟踪 (MPPT) 算法来确定对于所述PV系统的电压操作点;

如果所述PV系统的可用功率输出可提供至所述功率网, 基于所述电压操作点来操作所述PV系统; 以及

如果所述PV系统的最大可用功率输出不能提供至所述功率网, 向所述PV系统的PV功率转换器的输出电压施加电压阶跃, 以使所述PV系统的功率输出朝外部功率约束来驱动, 其中所述电压阶跃包括在PV功率转换器输出与外部功率约束基准之间的功率差接近零时随着该功率差线性变化的增益。

10. 根据权利要求9所述的混合功率系统, 其特征在于, 所述风力涡轮功率系统还包括功率转换器, 所述功率转换器包括动态功率限制器, 其中所述功率约束等于所述功率限制器的功率限制。

11. 根据权利要求9所述的混合功率系统, 其特征在于, 基于所述电压操作点来操作所述PV系统还包括将所述PV系统的PV功率转换器的电压阶跃保持在恒定值处。

12. 根据权利要求9所述的混合功率系统, 其特征在于, 所述功率约束包括将所述PV系统与所述风力涡轮功率系统互连的一个或多个外部构件中的最小可用裕度。

13.一种用于操作光伏(PV)系统的方法,所述系统集成到连接至功率网的功率系统中,所述方法包括:

使用最大功率点跟踪(MPPT)算法来跟踪所述PV系统的最大功率点;

将所述PV系统的电压阶跃保持在恒定值处,只要所述MPPT算法的最大功率点不与所述功率系统的外部功率约束相交;以及

如果所述MPPT算法的最大功率点与所述功率系统的外部功率约束中的一个或多个相交,向所述PV系统的PV功率转换器的输出电压施加可变的电压阶跃,其中所述可变电压阶跃包括在PV功率转换器输出与外部功率约束基准之间的功率差接近零时随着该功率差线性变化的增益。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述外部功率约束包括将所述PV系统与所述功率系统互连的一个或多个外部构件中的最小可用裕度。

15.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,所述功率系统包括风力涡轮功率系统、燃气涡轮功率系统、能量存储系统或其组合。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,所述一个或多个外部构件包括所述风力涡轮功率系统的功率转换器的功率限制器。

17.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述MPPT算法包括双采样MPPT算法。

用于功率系统的有动态功率限制的双采样最大功率点跟踪

技术领域

[0001] 本主题大体上涉及用于混合功率系统的最大功率点跟踪,且更特别地涉及用于带有动态功率限制的用于此类混合功率系统的光伏电池的双采样最大功率点跟踪的方法。

背景技术

[0002] 诸如光伏(PV)电池的可再生功率源可集成到诸如风力涡轮的其它功率生成应用中,以形成混合功率系统。PV功率转换器接收低电压下的输入电流且产生较高电压下的输出电流,其可用来为系统生成补充功率。

[0003] 此类功率系统可使用最大功率点跟踪(MPPT)算法来在所有状况下最大限度地地增加功率提取。更特别地,PV电池具有特殊的非线性I/V曲线,且因此也具有非线性P/V曲线。图1中示出示例性P/V曲线。如示出的,P/V曲线的最大值与电池的最大功率点(MPP)一致。因此,PV电池仅在该操作点处工作时输送最大功率。由于变化的天气状况,MPP可快速移动,从而导致模块效率低下。由于MPP的动态特性,PV电池需要主动调整电气操作状况,以便保持最大功率输出。对于调整PV电池的操作状况的主要目标是跟踪电池的MPP,因此用语“最大功率点跟踪”通常用来描述该功能。

[0004] 扰动及观察(P&O)由于其容易实施,是此类功率系统中最通常使用的MPPT算法。在P&O方法中,系统控制器少量地调整向PV阵列施加的电压且测量功率;如果功率增加,尝试在该方向上进一步调整,直到功率不再增加。因此,任何P&O方法的组成部分是借助于PV功率转换器输出电压来施加的扰动(在该情况下为电压阶跃)的大小。

[0005] 然而,P&O方法具有一些限制,包括但不限于稳态操作中MPP周围的振荡、慢响应速度以及在快速变化的辐照度/大气状况下以错误的方式跟踪。此类限制通常转化为PV功率系统的最大功率输出的损失。另外,在一些情况下,PV系统必须与其它能源共存。因此,此类源之间的协调是不可避免的,典型地以子系统优先级和/或容量使用规则的形式。

[0006] 双采样MPPT提供在动态大气状况下带有优良性能的改进的P&O方法,其在两倍的更新时间后反应,以便选择正确的操作点。更特别地,如图2中示出的,操作点序列用来示出双采样MPPT算法如何工作。如示出的,在第一采样周期之后,该算法计算功率值和增量功率。这在PV功率转换器电压引发正增量阶跃之后引起PV电池在点A处操作。由于新的功率变化是负的,方向必须反转以便追求MPP。电压上的下一次降低将在时间段 t_0 至 t_1 之后将操作点带到B,然而,与电压阶跃的减小同时的突然的辐照度增加导致点C。重要的是注意,传统的MPPT解释是电压减小导致功率增加(即, ΔP_1 是正的),且当前操作点在目标MPP之后于曲线中向上移动。因而,再次需要电压上的降低。该判断是错误的,因为电压和辐照度的影响不能独立地判别和作用于。因而,双采样MPPT算法等待额外更新的功率值(例如,操作点D)且计算第二增量功率(例如, ΔP_2)。如果功率-电压曲线上的功率移动近似为线性的,可通过从 ΔP_1 中减去 ΔP_2 来估计仅由于电压阶跃造成的功率变化。对提高PV功率转换器输出电压的单独影响具有更好的近似允许更有效的MPP跟踪。更特别地,仍参照图2且假设影响是功率下降,在时间间隔 t_0 至 t_2 之后,先前的电压阶跃必须反转,使操作状况到点D的右边。如

果辐照度继续拉高功率-电压曲线且同组计算继续进行,双采样MPPT算法将使操作点从E引向目标MPP。

[0007] 因而,用于将用于PV系统的动态MPPT算法(诸如上文描述的双采样MPPT)与外部功率约束(表示将PV源与系统其余部分互连的构件中的最小可用裕度)集成的系统和方法将在本领域中受欢迎。因此,本公开内容涉及用于在MPPT电压接近前述外部功率约束时采用可变电压阶跃的系统和方法。

发明内容

[0008] 本发明的方面和优点将在以下描述中部分地阐述,或可从描述中清楚,或可通过实施本发明来获悉。

[0009] 在一方面,本主题公开一种用于操作PV系统的方法,该系统集成到连接至功率网的功率系统中。方法包括基于最大功率点跟踪(MPPT)算法来确定对于PV系统的电压操作点。如果PV系统的可用功率输出可提供至功率网,方法包括基于电压操作点来操作PV系统。如果PV系统的最大可用功率输出不能提供至功率网,方法包括向电压操作点施加电压阶跃,以使PV系统的功率输出朝外部功率约束来驱动。

[0010] 在一个实施例中,方法包括向PV系统的PV功率转换器的输出电压施加电压阶跃,以使PV系统的功率输出朝外部功率约束来驱动。在此类实施例中,电压阶跃可对应于在两个功率极限点之间的差接近零时与该差成比例的增益。

[0011] 在另一实施例中,基于电压操作点来操作PV系统的步骤可包括将PV系统的PV功率转换器的电压阶跃保持在恒定值处。在另外的实施例中,外部功率约束可对应于将PV系统与功率系统互连的一个或多个外部构件中的最小可用裕度。在此类实施例中,功率系统可为风力涡轮功率系统。因此,该一个或多个外部构件可对应于风力涡轮功率系统的功率转换器的功率限制器。在另外的实施例中,功率系统可包括燃气涡轮功率系统、能量存储系统和/或任何其它功率系统或其组合。

[0012] 在若干实施例中,MPPT算法可包括单采样MPPT算法。在此类实施例中,MPPT算法可基于扰动&观察(P&O)算法。备选地,MPPT算法可包括双采样MPPT算法。

[0013] 在另一方面,本公开内容涉及一种连接到功率网的混合功率系统。混合功率系统包括风力涡轮功率系统、集成到风力涡轮功率系统中的光伏(PV)系统,以及通信地联接到风力涡轮功率系统和PV系统的系统控制器。系统控制器配置成执行一个或多个操作,包括但不限于,在PV系统的可用功率输出可提供至功率网的情况下基于MPPT算法来确定对于PV系统的电压操作点、基于电压操作点来操作PV系统,以及在PV系统的最大可用功率输出不能提供至功率网的情况下向电压操作点施加电压阶跃,以使PV系统的功率输出朝外部功率约束来驱动。

[0014] 在一个实施例中,风力涡轮功率系统可包括具有动态功率限制器的功率转换器。在此类实施例中,功率约束可等于功率限制器的功率限制。应理解的是,混合功率系统还可包括本文中描述的额外特征和/或步骤中的任一个。

[0015] 在又一方面,本公开内容涉及一种用于操作光伏(PV)系统的方法,该系统集成到连接至功率网的功率系统中。方法包括使用MPPT算法来跟踪PV系统的最大功率点。此外,方法包括将PV系统的电压阶跃保持在恒定值处,只要MPPT算法的最大功率点不与功率系统的

外部功率约束相交。然而,如果MPPT算法的最大功率点与功率系统的外部功率约束相交,方法包括向PV系统的PV功率转换器的输出电压施加电压阶跃。应理解的是,混合功率系统还可包括本文中描述的额外特征和/或步骤中的任一个。

[0016] 参照以下描述,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。结合于该说明书中且构成该说明书的一部分的附图示出本发明的实施例,且与描述一起用来解释本发明的原理。

附图说明

[0017] 针对本领域普通技术人员的本发明的完整且开放(enabling)的公开内容(包括其最佳模式)在参照附图的说明书中阐述,在附图中:

[0018] 图1示出根据单采样MPPT算法来操作的对于PV系统的功率(y轴)对电压(x轴)的一个实施例的图;

[0019] 图2示出根据双采样MPPT算法来操作的对于PV系统的功率(y轴)对电压(x轴)的一个实施例的图;

[0020] 图3示出根据本公开内容的包括风场和PV系统的混合功率系统的一个实施例的示意图;

[0021] 图4示出根据本公开内容的风力涡轮的一个实施例的透视图;

[0022] 图5示出根据本公开内容的混合功率系统的一个实施例的框图;

[0023] 图6示出根据本公开内容的控制器的一个实施例的示意图;

[0024] 图7示出根据本公开内容的用于操作集成到连接至功率网的风力涡轮中的PV系统的方法的一个实施例的流程图;

[0025] 图8示出根据本公开内容的混合功率系统的对接方面的一个实施例的流程图,特别地示出与PV系统的双采样MPPT对接的风力涡轮的功率限制器;以及

[0026] 图9示出根据本公开内容的用于操作集成到连接至功率网的风力涡轮中的PV系统的方法的另一实施例的流程图。

具体实施方式

[0027] 现在将详细地参照本发明的实施例,其一个或多个示例在图中示出。每个示例提供作为本发明的解释,不是本发明的限制。实际上,对本领域技术人员将显而易见的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中进行各种修改和变型。例如,示出或描述为一个实施例的部分的特征可与另一实施例使用,以产生又一实施例。因此,意图的是,本发明覆盖如落入所附权利要求书和其等同物的范围内的此类修改和变型。

[0028] 参照图,图3示出根据本公开内容的连接到功率网22的混合功率系统10的一个实施例的示意图。如所示出的实施例中示出的,混合功率系统10包括多个风力涡轮12、多个光伏(PV)系统14以及系统控制器16。更特别地,如示出的,风力涡轮12中的一个或多个可单独地联接到成组的PV系统14(仅示出其中一个)。另外,如所示出的实施例中示出的,混合功率系统10包括十二个风力涡轮12。然而,在其它实施例中,混合功率系统10可包括任何其它数量的风力涡轮12,诸如少于十二个风力涡轮12或多于十二个风力涡轮12。另外,如示出的,PV系统14中的每个可包括任何合适数量的PV装置15或太阳能模块、PV功率转换器17以及PV

控制器19。此外,在典型的实施例中,每个PV装置15可包括具有多个太阳能电池的太阳能板,其通过使用例如表现出光伏效应的半导体材料将光转换为电来生成电功率。

[0029] 此外,如示出的,系统控制器16可通过有线连接,诸如通过合适的通信链路20或网络(例如,合适的线缆),经由其相应单独的涡轮控制器18来通信地联接到PV系统14(特别是PV控制器19)以及风力涡轮12。备选地,系统控制器16可通过无线连接,诸如通过使用本领域中已知的任何合适的无线通信协议,通信地联接到PV系统14和/或涡轮控制器18。另外,对于混合功率系统10内的单独风力涡轮12中的每个,系统控制器16大体上可与涡轮控制器18类似地配置。

[0030] 此外,如示出的,系统控制器16可通过有线连接,诸如通过合适的通信链路20或网络(例如,合适的线缆),经由其相应单独的涡轮控制器18来通信地联接到PV系统14(特别是PV控制器19)以及风力涡轮12。备选地,系统控制器16可通过无线连接,诸如通过使用本领域中已知的任何合适的无线通信协议,通信地联接到PV系统14和/或涡轮控制器18。另外,对于混合功率系统10内的单独风力涡轮12中的每个,系统控制器16大体上可与涡轮控制器18类似地配置。

[0031] 仍参照图3,风力涡轮12中的每个还可包括一个或多个传感器,例如,传感器24、26。因而,传感器24、26配置成测量各种参数,包括而不限于操作和/或环境状况。例如,如示出的,风力涡轮12包括风传感器24,诸如风速计或任何其它合适的装置,其配置成用于测量风速或任何其它风参数。风参数包括关于下者中的至少一个或其组合的信息:阵风、风速、风向、风加速度、风湍流、风切变、风转向、尾流、SCADA信息或类似物。此外,风力涡轮12还可包括用于监测其额外操作参数的一个或多个额外传感器。此外,每个传感器24、26可为单独的传感器或可包括多个传感器。传感器24、26可为允许风力涡轮12如本文中描述的那样作用的具有在风力涡轮12内或远离风力涡轮12的任何合适位置的任何合适的传感器。在一些实施例中,传感器24、26联接到本文中描述的控制器16、18中的一个,以用于将测量值传输到用于其处理的控制器。

[0032] 现在参照图4,每个风力涡轮12大体上包括从支承表面34延伸的塔架32、安装在塔架32上的机舱36,以及联接到机舱36的转子38。转子38包括可旋转毂40以及联接到毂40且从毂40向外延伸的至少一个转子叶片42。例如,在示出的实施例中,转子38包括三个转子叶片42。然而,在备选实施例中,转子38可包括多于或少于三个转子叶片42。每个转子叶片42可围绕毂40间隔,以便于旋转转子38来使动能能够从风转换为可用的机械能,且随后转换为电能。例如,毂40可以可旋转地联接到定位在机舱36内的发电机25(图5),以允许产生电能。另外,如示出的,本文中描述的涡轮控制器18可集中在机舱36内。然而,应了解的是,涡轮控制器18可设置在风力涡轮12上或中的任何位置处、在支承表面34上的任何位置处,或大体上在任何其它位置处。

[0033] 现在参照图5,示出本公开内容的混合功率系统10的一个实施例的框图。如示出的,混合功率系统10包括能源,例如,风力涡轮12的发电机25。系统10还包括涡轮功率转换器28,涡轮功率转换器28接收由发电机25生成的变频电功率39且将电功率39转换成适于在电网22上传输的终端功率41。此外,如示出的,涡轮功率转换器28配置成从转换器接口控制器30接收控制信号45。因而,控制信号45基于如本文中描述的功率系统10的感测到的操作状况或操作特性,且用来控制涡轮功率转换器28的操作。所测量的操作状况的示例可包括

但不限于终端电网电压 (V_t) 43、PLL误差、定子总线电压、转子总线电压和/或电流。例如,如示出的,可在功率转换器28与公用电网22之间的节点处测量终端电压 (V_t) 43。因此,如示出的,可将终端电压 (V_t) 43表示的电网电压反馈信号47发送到功率限制器35和/或锁相环37。因此,功率限制器35可至少部分地基于反馈信号47来生成功率命令信号49,且将功率命令信号49传输到转换器接口控制器30。

[0034] 本文中描述的各种控制器16、18、19、30大体上可包括配置成执行本文中描述的方法、步骤、操作、计算等的任何合适的处理单元。因此,在若干实施例中,控制器16、18、19、30可包括合适的计算机可读指令,该指令在实施时将控制器16、18、19、30配置成执行各种不同的动作,诸如传输和执行风力涡轮控制信号和/或命令。通过传输和执行系统控制信号和/或命令,控制器16、18、19、30大体上可配置成控制混合功率系统10的各种操作模式(例如,启动或关闭序列)和/或构件。

[0035] 现在参照图6,示出控制器的一个实施例的框图,诸如本文中描述的控制器16、18、19、30中的一个。大体上,控制器16、18、19、30中的每个可包括计算机或任何其它合适的处理单元。因此,在若干实施例中,控制器16、18、19、30中的每个可包括一个或多个处理器44以及相关联的存储器装置46,其配置成执行各种计算机实施的功能(例如,执行本文中公开的方法、步骤、操作、计算等)。如本文中使用的,用语“处理器”不仅指本领域中被认为是包括于计算机中的集成电路,而且指控制器、微型控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器(PLC)、专用集成电路和其它可编程电路。另外,存储器装置46大体上可包括存储器元件,其包括但不限于:计算机可读介质(例如,随机存取存储器(RAM))、计算机可读非易失性介质(例如,闪速存储器)、软盘、光盘-只读存储器(CD-ROM)、磁光盘(MOD)、数字多功能盘(DVD)和/或其它合适的存储器元件。此类存储器装置46大体上可配置成存储合适的计算机可读指令,该指令在由控制器16、18、19、30的处理器44实施时将控制器16、18、19、30配置成执行各种功能。存储器装置46还可用来存储计算机可读指令的由处理器44执行期间的临时输入和输出变量以及其它即时信息。

[0036] 另外,如示出的,控制器16、18、19、30中的每个还可包括通信模块48,以便于控制器16、18、19、30中的每个与混合功率系统10的各种构件之间的通信。在若干实施例中,通信模块48可包括传感器接口50,以允许混合功率系统10的传感器24、26向控制器16、18、19、30中的每个传输输出数据(例如,操作温度测量值、功率输出测量值等)。因此,如示出的,每个传感器24、26可通过传感器接口50来通信地联接到控制器16、18、19、30中的每个。例如,在一个实施例中,传感器24、26可通过有线连接来通信地联接到传感器接口50,诸如通过将传感器24、26通过线缆或其它合适的通信链路来联接到传感器接口50。备选地,传感器24、26可通过无线连接来通信地联接到传感器接口50。例如,每个传感器24、26可配备有合适的天线,该天线用于将输出数据通过任何合适的无线通信协议来传输到控制器16、18、19、30中的每个。在此类实施例中,通信模块48还可包括合适的天线,该天线用于接收数据传输和/或用于以其它方式与传感器24、26无线通信。应了解的是,合适的传感器接口50可包括例如一个或多个模数转换器,其配置成将模拟信号转换为可由控制器16、18、19、30的处理器44使用的数字信号。

[0037] 现在参照图7,示出用于操作集成到连接至功率网的功率系统中的至少一个PV系统(诸如图3的PV系统14)的方法的一个实施例的流程图。如102处示出的,方法100包括基于

MPPT算法来确定对于PV系统14的电压操作点。例如,在一个实施例中,MPPT算法可包括单采样MPPT算法。在此类实施例中,MPPT算法可基于扰动&观察(P&O)算法。在备选实施例中,如图8中示出的,MPPT算法可包括双采样MPPT算法52,本文中参照图2来进一步解释和描述该双采样MPPT算法52。另外,如示出的,MPPT算法52接收各种输入,诸如在功率转换器28的DC斩波器终端处测量的功率(例如, P_{pv})和/或电压阶跃 V_{STEP} (即,向DC斩波器电压基准施加的增量大小,执行算法的各前半部)。因此,如示出的,MPPT算法52的输出是MPPT电压基准(例如,ref_V_pv)。

[0038] 如104处示出的,方法100包括确定是否可将PV系统14的所有可用功率输出提供至功率网。如106处示出的,如果是这样,方法100包括基于电压操作点来操作PV系统14。更特别地,在此类实施例中,PV控制器19可配置成将PV系统14的PV功率转换器17的输出电压保持在恒定值处。

[0039] 如108处示出的,如果不能将PV系统14的所有可用功率输出提供至功率网22,方法100包括向电压操作点施加电压阶跃,以使PV系统14的功率输出朝外部功率约束来驱动。更特别地,如图8中示出的,方法100可包括向PV系统14的PV功率转换器17的输出电压施加电压阶跃56,以使PV系统14的功率输出朝外部功率约束来驱动。因此,电压阶跃56在动态功率极限与MPPT目标之间过渡时使用。在此类实施例中,电压阶跃56可对应于在PV转换器输出与外部约束基准之间的功率差接近零时随着该差线性变化的增益。

[0040] 在另外的实施例中,外部功率约束可对应于将PV装置14与混合功率系统10的风力涡轮12中的每个互连的一个或多个外部构件中的最小可用裕度。例如,如图8中示出的,外部构件可对应于风力涡轮功率系统12的功率限制器35。更特别地,如54处示出的,涡轮控制器(TC)独立于DC斩波器额定限制来生成功率极限或目标,因此功率限制器35中的两者中的较小者变为MPPT逻辑外部的基准。

[0041] 现在参照图9,示出用于操作集成到连接至功率网的风力涡轮功率系统中的PV系统14的方法200的另一实施例的流程图。如202处示出的,方法200包括使用MPPT算法来跟踪PV系统14的最大功率点。如204处示出的,方法200包括将PV系统14的电压阶跃保持在恒定值处,只要MPPT算法的最大功率点不与功率系统的外部功率约束相交。如206处示出的,如果MPPT算法的最大功率点与功率系统的外部功率约束相交(即,最大功率点变得等于或大于功率约束,从而使为电压阶跃发生器56所使用的增量功率是负值),方法200包括向PV系统14的PV功率转换器的输出电压施加电压阶跃。

[0042] 该书面描述使用示例来公开本发明(包括最佳模式),且还使本领域的任何技术人员能够实施本发明,包括制作和使用任何装置或系统以及执行任何结合的方法。本发明的可专利的范围由权利要求书限定,且可包括本领域技术人员想到的其它示例。如果此类其它示例包括不异于权利要求书的字面语言的结构元件,或如果它们包括带有与权利要求书的字面语言非实质性差异的等同结构元件,此类其它示例意在处于权利要求书的范围内。

[0043] 构件列表

[0044] 参考符号构件

[0045] 10混合功率系统

[0046] 12风力涡轮

- [0047] 14 PV系统
- [0048] 15 PV装置
- [0049] 16系统控制器
- [0050] 17 PV功率转换器
- [0051] 18涡轮控制器
- [0052] 19 PV控制器
- [0053] 20链路
- [0054] 22功率网
- [0055] 24传感器
- [0056] 25发电机
- [0057] 26传感器
- [0058] 28涡轮功率转换器
- [0059] 30转换器控制器
- [0060] 32塔架
- [0061] 34支承表面
- [0062] 35功率限制器
- [0063] 36机舱
- [0064] 37锁相环
- [0065] 38转子
- [0066] 39电功率
- [0067] 40毂
- [0068] 41终端功率
- [0069] 42转子叶片
- [0070] 43终端电压
- [0071] 44处理器
- [0072] 45控制信号
- [0073] 46存储器装置
- [0074] 47电网电压反馈信号
- [0075] 48通信模块
- [0076] 49功率命令信号
- [0077] 50传感器接口
- [0078] 52双采样MPPT算法
- [0079] 54最小值
- [0080] 56电压阶跃
- [0081] 58输出
- [0082] 100方法
- [0083] 102方法步骤
- [0084] 104方法步骤
- [0085] 106方法步骤

- [0086] 108方法步骤
- [0087] 200方法
- [0088] 202方法步骤
- [0089] 204方法步骤
- [0090] 206方法步骤
- [0091] 208方法步骤。

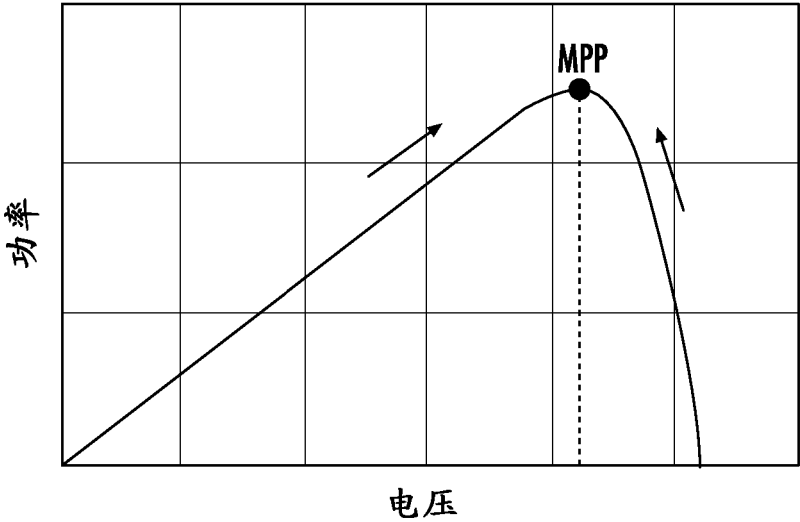


图 1

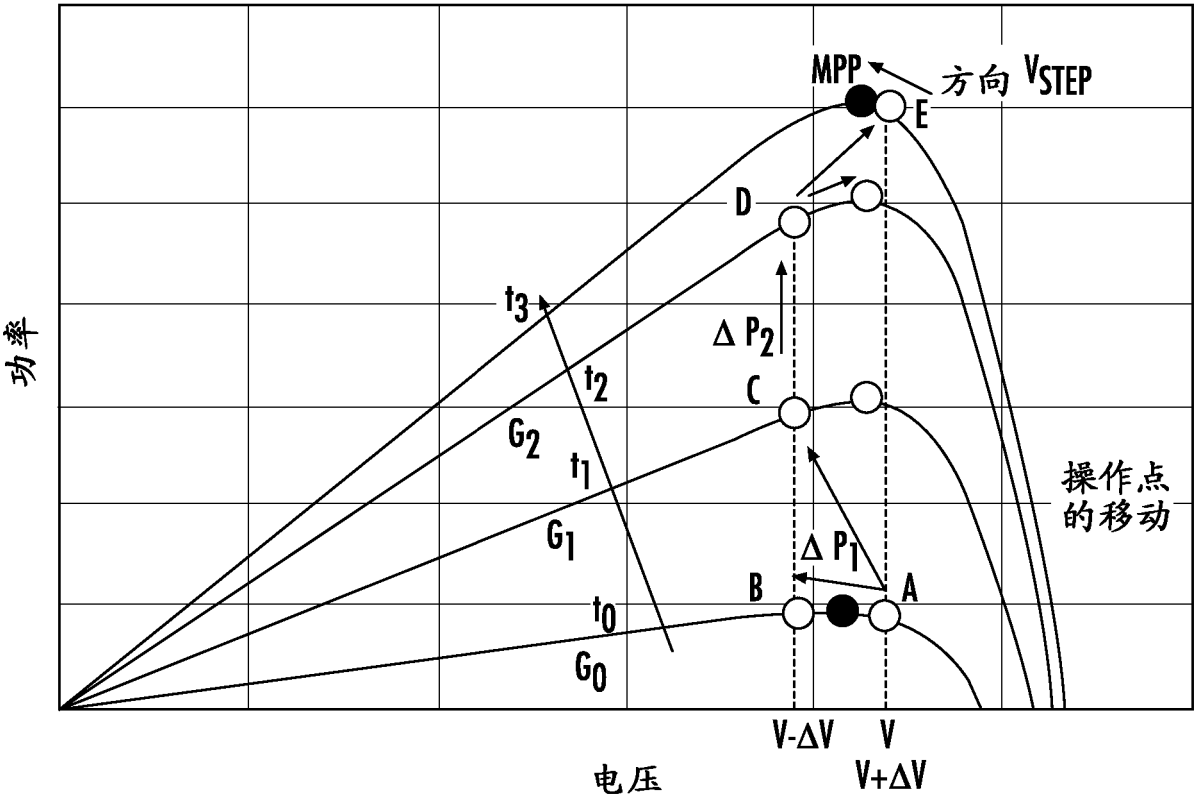


图 2

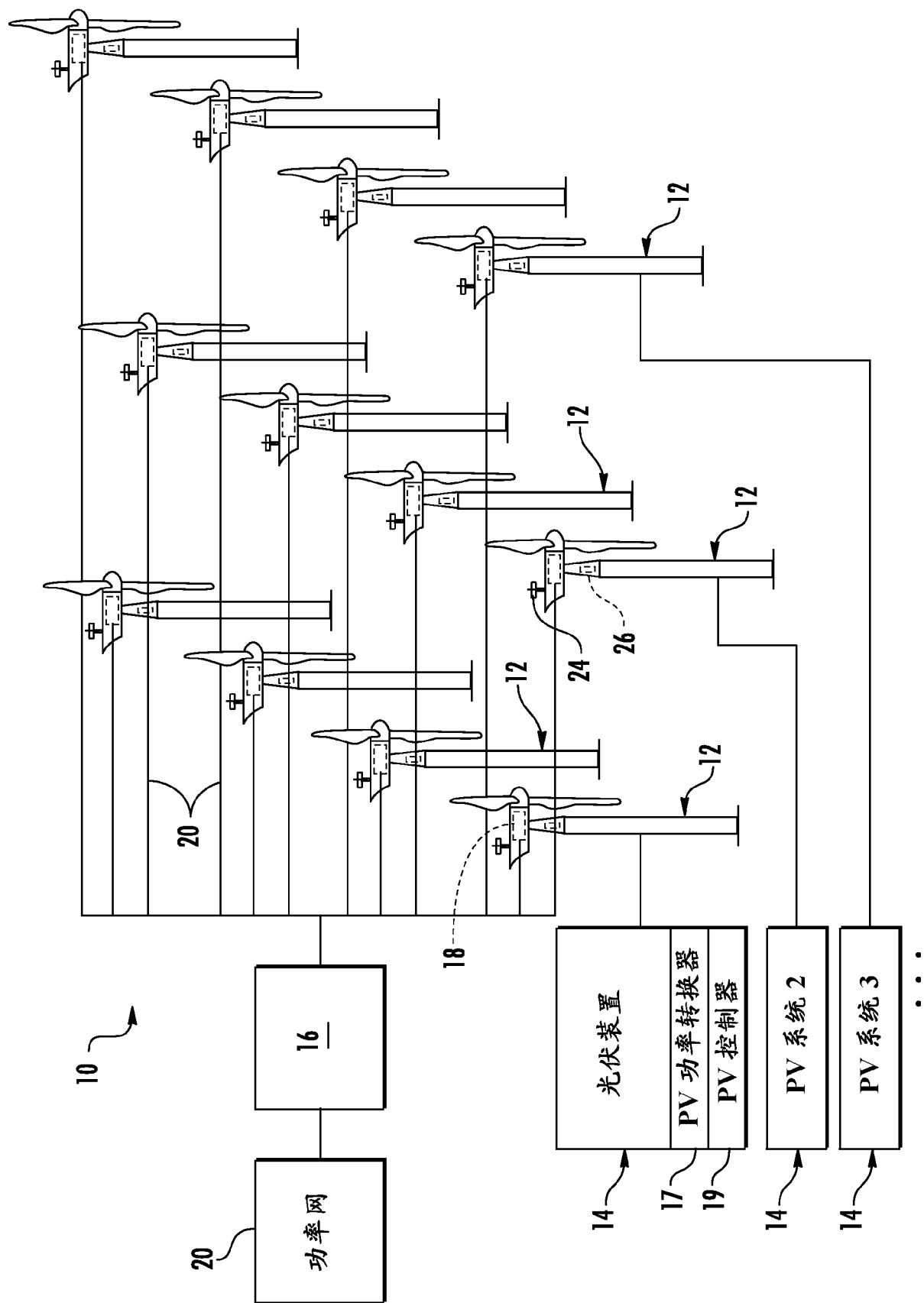


图 3

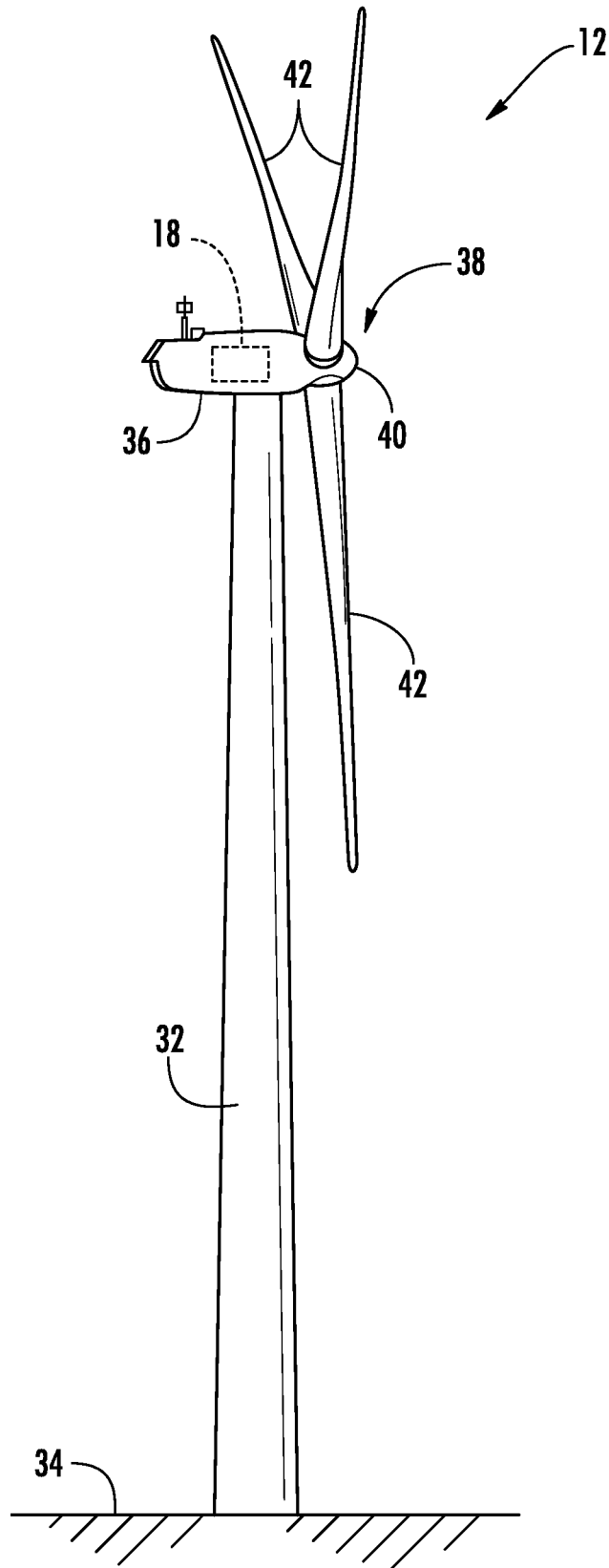


图 4

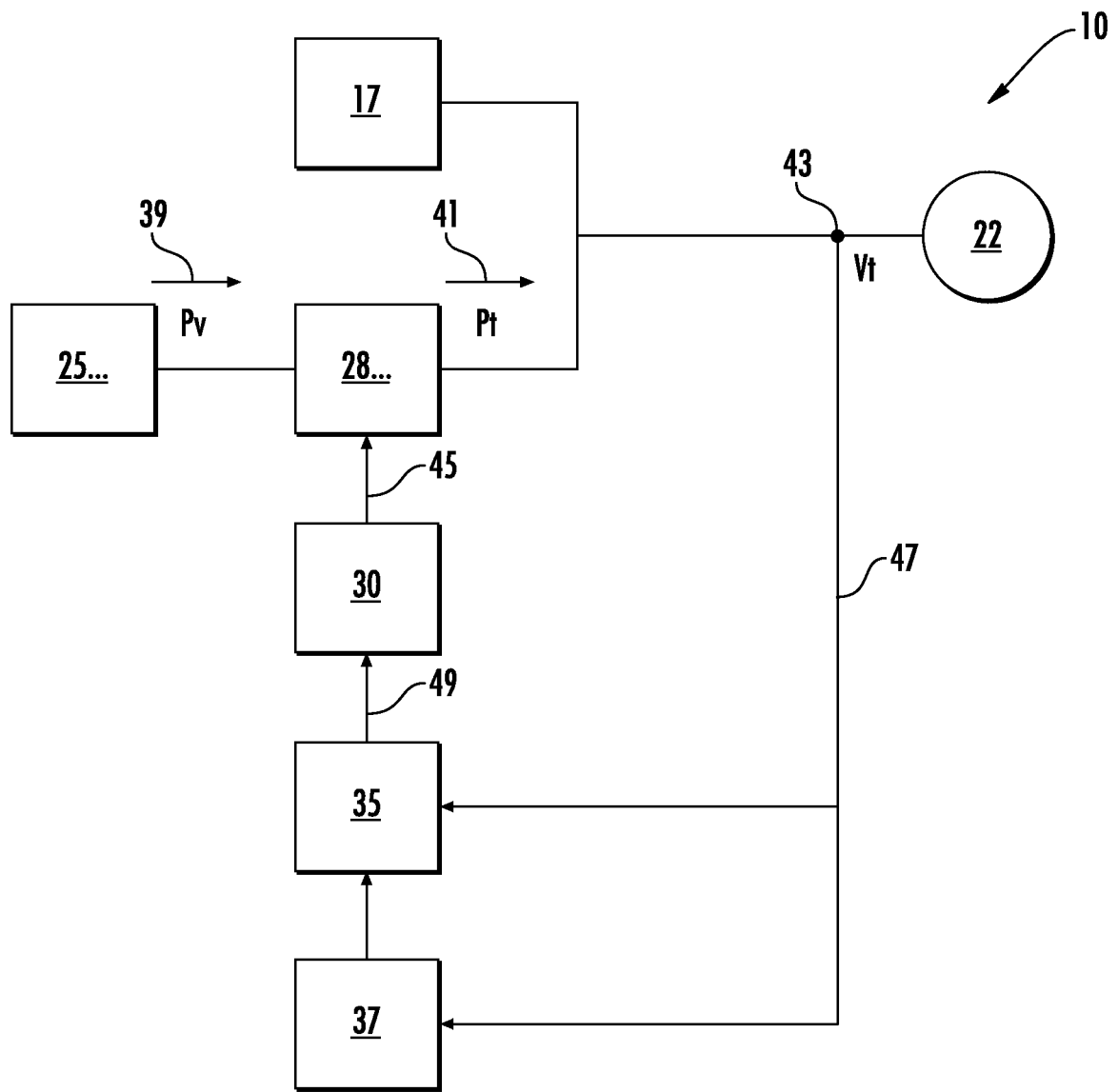


图 5

16, 18, 19, 30

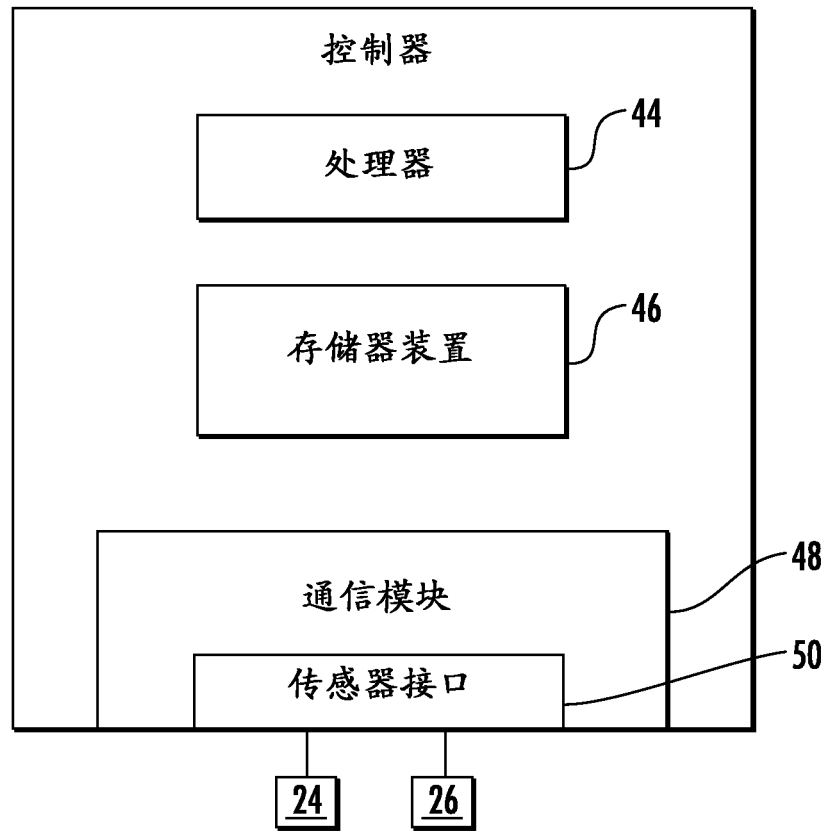


图 6

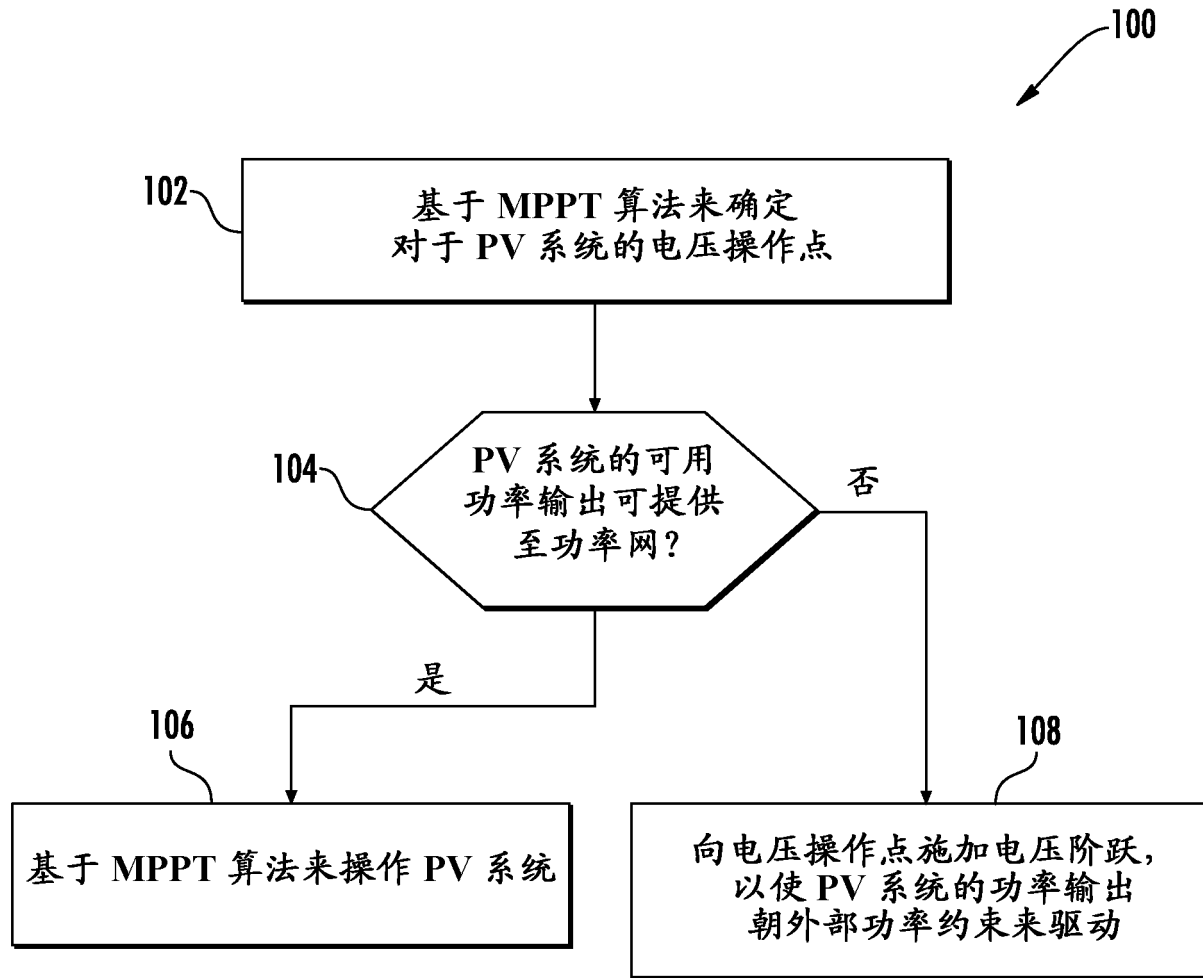


图 7

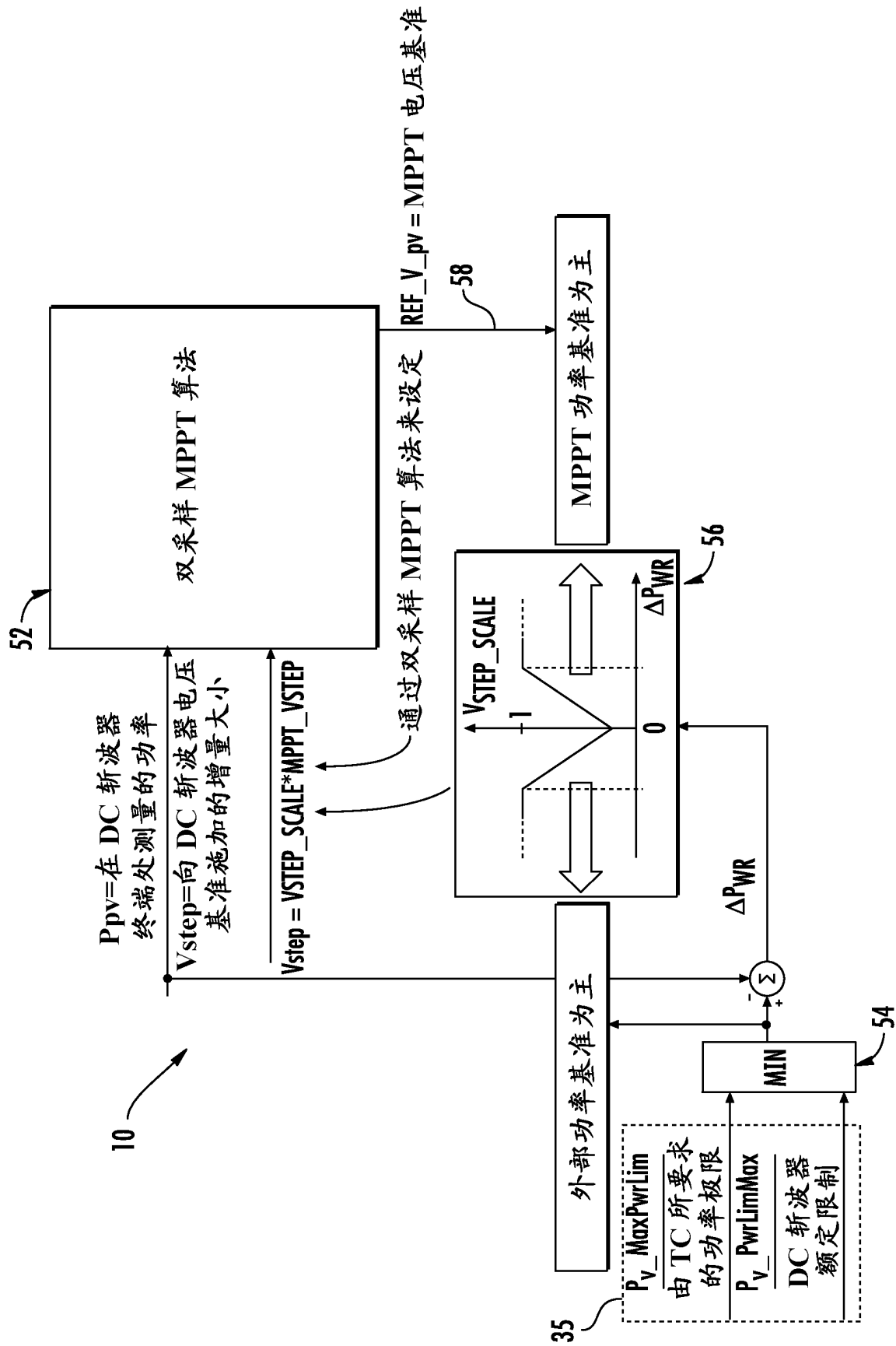


图 8

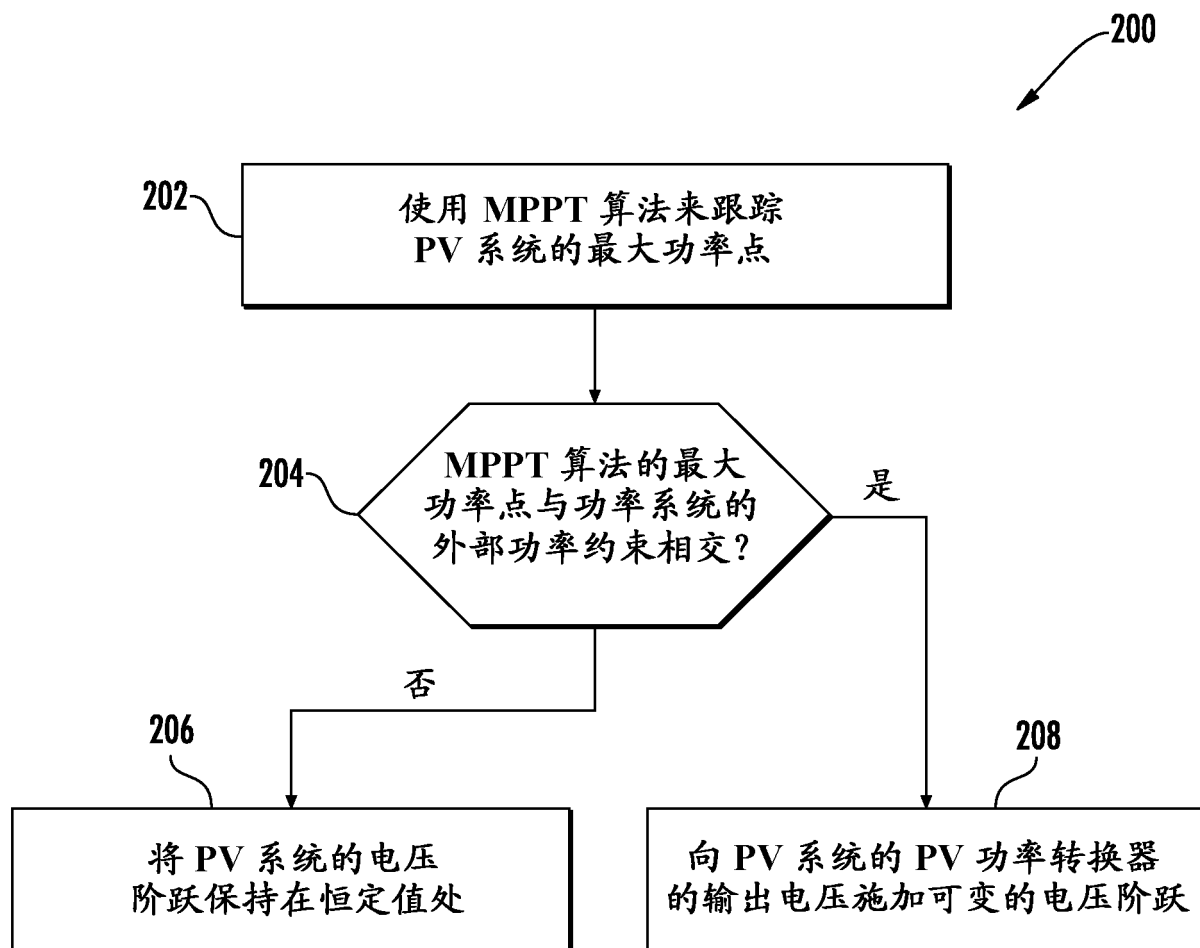


图 9