



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112119558 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 31

(21) 申请号 201980028303.5

(22) 申请日 2019.04.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112119558 A

(43) 申请公布日 2020.12.22

(30) 优先权数据
15/965,108 2018.04.27 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.10.26

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2019/028176 2019.04.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/209627 EN 2019.10.31

(73) 专利权人 耐克斯特拉克尔有限责任公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 刘洋

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287
专利代理师 范海云

(51) Int.Cl.
H02J 3/00 (2006.01)
H02J 3/28 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103227475 A, 2013.07.31
US 2013328397 A1, 2013.12.12
US 2017310120 A1, 2017.10.26

审查员 郭丽雅

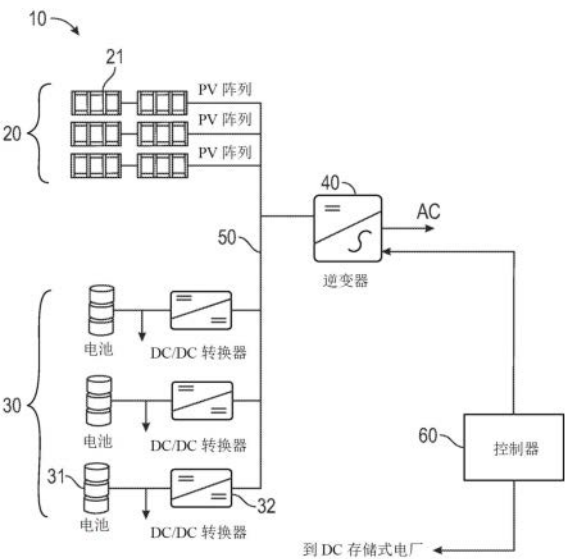
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

用于分布式存储及太阳能系统的DC/DC转换器

(57) 摘要

一种多电源分布式存储系统包含：第一电源；第二电源，其与所述第一电源一起电连接到共同总线；单输入端口逆变器，其电连接到所述共同总线。所述系统包含经配置以与至少所述第二电源及所述单输入端口逆变器通信的控制器。所述第二电源包含多个电池组，及经配置以将所述多个电池组充电及放电并将DC提供到所述单输入端口逆变器的多个双向DC/DC转换器。



1. 一种用于实施多电源分布式电力存储及发电系统的方法,其包括:
 - 直接地向共同总线馈送由太阳能发电厂的多个太阳能阵列产生的电力;
 - 由DC存储式电厂的多个双向DC/DC转换器将来自多个电池组中的至少一者的电力分别直接地放电到所述共同总线;
 - 向单输入端口逆变器馈送所述共同总线上的电压;
 - 由系统控制器监测外部负载的功率需求;
 - 使用功率下垂方法将来自所述DC存储式电厂的恒定功率输出维持在所述太阳能发电厂的最大功率点跟踪MPPT区域中,使得能够基于所述外部负载的所述功率需求对来自所述DC存储式电厂的功率输出进行本地控制;
 - 当所述共同总线上的电压高于所述MPPT区域时,斜降所述多个双向DC/DC转换器的输出功率;
 - 当所述共同总线上的电压低于所述MPPT区域时,斜升所述多个双向DC/DC转换器的输出功率;及
 - 维持所述太阳能发电厂的最大功率输出。
2. 根据权利要求1所述的方法,其进一步包括:
 - 由所述系统控制器监测所述DC存储式电厂的所述多个电池组的充电状态;
 - 由所述系统控制器监测所述太阳能发电厂的所述输出功率;且
 - 基于所述充电状态的所述监测及所述太阳能发电厂的所述输出功率,由所述系统控制器确定所述多个电池组中的哪些电池组经由所述共同总线将输出功率供应到所述单输入端口逆变器。
3. 一种多电源分布式存储系统,其包括:
 - 第一电源,其电连接且直接地连接到共同总线;
 - 第二电源,其电连接且直接地连接到所述共同总线;
 - 单输入端口逆变器,其电连接到所述共同总线;及
 - 系统控制器,其经配置以与至少所述第二电源及所述单输入端口逆变器通信,
 - 其中所述第一电源包含太阳能发电厂,所述太阳能发电厂包含多个太阳能模块,
 - 其中所述第二电源包含DC存储式电厂,其包含多个电池组及经配置以将所述多个电池组充电及放电的多个双向DC/DC转换器,
 - 其中当在所述单输入端口逆变器处接收电网功率消减命令时,共同总线电压上升,且所述第二电源响应于所述共同总线电压的所述上升而减少输出功率,
 - 其中当负载增加时,所述共同总线电压降低,且所述第二电源增加输出功率,且
 - 其中当维持恒定功率时,使用功率下垂方法维持来自所述DC存储式电厂的恒定功率输出,使得能够基于外部负载的功率需求对来自所述DC存储式电厂的功率输出进行本地控制。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述太阳能发电厂利用最大功率点跟踪MPPT来维持最大输出功率。
5. 根据权利要求3所述的系统,其中所述DC存储式电厂进一步包括控制器,其包含至少一个处理器及其上存储有指令的存储器,当所述指令由所述至少一个处理器执行时,致使至少一个处理器与所述双向DC/DC转换器通信以调整将电力供应到所述共同总线的所述多

个电池组。

6. 根据权利要求5所述的系统, 其中每一电池组是单独管理的。

7. 根据权利要求6所述的系统, 其中电池将电力供应到所述共同总线以维持PV功率曲线的形状, 从而允许所述单输入端口逆变器在MPPT处操作。

8. 根据权利要求5所述的系统, 其中所述系统控制器将所述DC存储式电厂的充电的操作状态进一步维持在最小充电水平处或以上。

9. 一种用于实施多电源分布式电力存储系统的方法, 其包括:

向单输入端口逆变器馈送来自第一电源及第二电源的输出电压, 所述第二电源包含经由共同总线直接地耦合到所述第一电源及所述第二电源的双向DC/DC转换器;

使用功率下垂方法将DC存储式电厂的恒定功率输出维持在所述第一电源的最大功率点跟踪MPPT区域中, 使得能够基于外部负载的功率需求对来自所述第二电源的功率输出进行本地控制;

当所述共同总线上的电压高于所述MPPT区域时, 斜降所述双向DC/DC转换器的输出功率;

当所述共同总线上的电压低于所述MPPT区域时, 斜升所述双向DC/DC转换器的输出功率; 及

维持所述单输入端口逆变器的最大功率输出。

用于分布式存储及太阳能系统的DC/DC转换器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于分布式存储及太阳能系统的双电源系统及方法。更特定来说,本发明涉及太阳能系统,且更特定来说涉及太阳能跟踪系统以及用于在太阳能与电池电力之间切换以驱动能量电网的控制系统及算法。

背景技术

[0002] 已开发用于双电源及多电源电力系统中的电源控制的若干种解决方案。在太阳能跟踪器情景中,已开发某些控制系统。这些控制系统中的一者确定要施加到例如电网的负载的电源。虽然一种来源是由太阳能阵列产生的电力,但第二种来源通常是电池系统。

[0003] 有时太阳能发电厂产生的能源不足以供应到电网。这可发生在太阳被云遮住时或需求使得太阳能发电厂无法产生充足电力以供应能源网。在这些类型的例子中,采用DC存储式电厂来提供额外电力。如将了解,切换或组合来自两个供电系统(即,太阳能发电厂及DC存储式电厂)的能源的能力是任何此类系统的重要特征。尽管已开发能够进行此转换的系统,但始终需要经改进及更高效的系统。

[0004] 图6描绘先前技术多输入端口逆变器太阳能跟踪器系统600。用于DC耦合太阳能与存储的此构架利用多输入端口逆变器630。多输入端口逆变器630遵循最大功率点跟踪(MPPT)算法管理太阳能阵列610,且电池620针对分布式及大型应用单独充电及放电。太阳能阵列610与电池620的比率由每一安装的具体情形确定。通常,多输入端口逆变器630将过大以满足来自电网的大功率请求及来自太阳能阵列610或电池620的响应。中央多输入端口逆变器630与电池充电器625之间的相关性可为复杂的且通信延迟也限制用于快速响应微电网应用的此配置。

[0005] 因此,鉴于这些缺点,期望具有更大效率及更高速度的经改进解决方案。

发明内容

[0006] 参考图式的图详细描述本发明的实施例,其中相似参考编号识别相似或相同元件。

[0007] 本发明的方面提供一种用于实施多电源分布式电力存储及发电系统的方法。所述方法包含:经由共同总线向单输入端口逆变器馈送来自太阳能发电厂及DC存储式电厂的输出电压,所述DC存储式电厂包含经配置以将多个电池组充电及放电的多个双向DC/DC转换器;针对既定负载,使用功率下垂方法将所述DC存储式电厂的恒定功率输出维持在所述太阳能发电厂的MPPT区域中;当总线电压高于所述MPPT区域时,斜降所述DC/DC转换器的输出功率,当总线电压高于所述MPPT区域时,斜升所述DC/DC转换器的输出功率,及维持所述太阳能发电厂的最大功率输出,其中至少最初在不具有所述DC/DC转换器的主动控制的情况下实现输出功率的所述斜升及斜降。

[0008] 在一个方面中,所述方法还包含:使用控制器监测负载的功率需求;使用所述控制器监测所述DC存储式电厂的DC充电状态、电池健康状态,使用所述控制器监测所述太阳能

发电厂的所述输出功率及电压,且当所述负载需求稳定时,所述控制器确定所述多个电池组中的哪些电池组将输出功率供应到所述总线。

[0009] 本发明的另一方面提供一种多电源分布式存储系统,其包含:第一电源、第二电源,所述第二电源与所述第一电源一起电连接到共同总线,单输入端口逆变器,其电连接到所述共同总线,及控制器,其经配置以与至少所述第二电源及所述单输入端口逆变器通信。所述第二电源包含DC存储式电厂,其包含多个电池组及多个双向DC/DC转换器,所述多个双向DC/DC转换器经配置以将所述多个电池组充电及放电,且当在所述单输入端口逆变器处接收电网功率消减命令时,所述总线电压上升,且所述第一电源及所述第二电源两者在不具有主动控制的情况下减少输出功率,且其中当负载增加时,所述总线电压降低,且所述第一电源及所述第二电源两者在不具有主动控制的情况下增加输出功率。

[0010] 在进一步方面中,所述第一电源包含太阳能发电厂。在另一方面中,所述太阳能发电厂利用MPPT来维持最大输出功率。在另一方面中,所述太阳能发电厂包含多个太阳能模块。

[0011] 在本发明的又一方面中,所述DC存储式电厂包含控制器,所述控制器包含:至少一个处理器及其上存储有指令的存储器,当所述指令由所述至少一个处理器执行时,与所述双向DC/DC转换器通信以调整将电力供应到所述总线的所述电池组。仍进一步方面描述每一电池组是单独管理的。

[0012] 在一个方面中,所述电池将电力供应到所述总线以维持PV功率曲线的形状,从而允许所述单输入端口逆变器在MPPT处操作。在一个方面中,所述控制器将所述DC存储式电厂的充电的操作状态进一步维持在最小充电水平处或以上。

[0013] 在本发明的另一方面中,提供一种用于实施多电源分布式电力存储系统的方法。所述方法包含:向单输入端口逆变器馈送来自第一电源及第二电源的输出电压,所述第二电源包含多个转换器;针对既定负载,使用功率下垂方法将DC存储式电厂的恒定功率输出维持在太阳能发电厂的MPPT区域中,当总线电压高于所述MPPT区域时,斜降所述DC/DC转换器的输出功率,当总线电压高于所述MPPT区域时,斜升所述DC/DC转换器的输出功率;及维持所述单输入端口逆变器的最大功率输出。输出功率的所述斜升及斜降至少最初在不具有所述DC/DC转换器的主动控制的情况下实现。

[0014] 在仍另一方面中,所述第一电源包含太阳能发电厂。在进一步方面中,所述第二电源包含DC存储式电厂。在又一方面中,所述多个转换器包含双向DC/DC转换器。

附图说明

[0015] 本文中在下文参考并入本说明书中且构成本说明书的一部分的图式描述本发明的各个方面,其中:

[0016] 图1描绘根据本发明的双电源发电厂;

[0017] 图2描绘根据本发明的双电源发电厂的MPPT图表;

[0018] 图3描绘用于根据本发明的双电源发电厂的电池备份部分的DC/DC转换器输出曲线的图表;

[0019] 图4描绘根据本发明的双电源发电厂的电网需求响应的图表;

[0020] 图5描绘用于根据本发明的控制算法的逻辑流程;及

[0021] 图6结合双电源发电厂描绘先前技术多输入端口逆变器系统。

具体实施方式

[0022] 本发明涉及用于实施多电源及分布式电力存储系统的系统及方法,由此单个负载可由两个单独电源单独及一起驱动。尽管本文中大体上在太阳能跟踪系统(其利用光伏(太阳能)发电厂及DC存储式电厂两者来提供能源以驱动能源电网)的上下文中进行描述,但本文中所描述的系统、原理图及算法适用于存在两个电源的任何情景中。特定来说,本发明的系统及算法在存在一个为待利用的优选电源的电源的情况下是有用的,但系统在转换到另一电源中应经历极少甚至不经历滞后。

[0023] 通常,光伏发电厂连接到大电网,且可与大电池组相关联,当太阳能板不能满足需求时,所述大电池组可用于将电力提供到电网。于2017年3月31日提出申请的标题为“标准能源存储容器平台(Standard energy storage container platform)”的共同拥有的美国专利公开案第2017/0288184号教导一种电池容器,且标题为“用于标准能源存储外壳平台的直流电池组聚合器(Direct Current Battery String Aggregator for Standard Energy Storage Enclosure Platform)”的美国专利申请案序号15/872,071教导一种用于将电池及光伏系统连接到能源电网的控制器及系统。这两个参考文献以引用方式并入本文中。需要监测及在能源供应系统之间切换的其它双电源能源系统也预期在本发明的范围内。

[0024] 图1描绘分布式太阳能及存储系统10,其可部署为较大阵列的部分。预期本申请案可用于太阳能跟踪器系统、固定倾斜太阳能系统、屋顶太阳能,及任何类型的太阳能阵列。每一分布式太阳能及存储系统10包含单输入端口逆变器40,其通过共同总线50被馈送来自例如太阳能发电厂20的第一电源及例如DC存储式电厂30的第二电源的输出电压。预期其它类型的电源,例如蒸汽、核能、地热、水电、风能等。预期可利用两个以上电源。单输入端口逆变器40可针对其所连接到的电网的AC输出要求来定大小。共同总线50允许对系统功率要求的改变做出近乎瞬时响应。

[0025] DC存储式电厂30通常包含多个电池组31、双向DC/DC转换器32及控制器60。控制器60可监管充电及放电速率。双向DC/DC转换器32可经配置以将电池组31充电。双向DC/DC转换器32可经定大小以适合电池输出或输入。每一电池组31及DC/DC转换器32是单独管理的。双向DC/DC转换器32采用功率下垂算法,所述算法在正常MPPT区域中维持恒定功率输出。当电压高于或低于MPPT区域时,双向DC/DC转换器32可斜升功率或斜降输出到总线50的功率。功率下垂算法使得能够基于外部负载对来自DC发电厂30的功率输出进行本地控制。另外,并联连接的双向DC/DC转换器32的内部电阻在电池组31之间维持相对相等的电流共享。功率下垂算法与共享共同总线50的电池组31及光伏板阵列21相结合消除对额外通信的需要,且允许对微电网应用(例如,逆变器40上的负载改变)快速响应。

[0026] 单输入端口逆变器40从共同总线50接收电力并将其转换为AC电压。单输入端口逆变器40可针对分布式太阳能及存储系统10的AC输出要求来定大小。单输入端口逆变器40通过使用举例来说电压跟踪方法来将输出功率维持在最大功率点(MPP)处。预期可使用本技术领域已知的其它方法。最大功率点跟踪(MPPT)在单输入端口逆变器40的输入端口处运行,所述最大功率点跟踪为找到将保持负载特性在系统被优化以给出最高功率传输的点处

的过程。对来自太阳能电厂的输出功率进行取样并应用适当负载特性(电阻)以便获得最大功率。当电网消减命令到达太阳能发电厂20及DC存储式电厂30处时,单输入端口逆变器40经历总线50处的系统电压的上升,且太阳能发电厂20及DC存储式电厂30两者在不具有主动控制的情况下减少功率输出。类似地,在负载增加的情景中,单输入端口逆变器40经历总线50处的系统电压的下降,且太阳能发电厂20及DC存储式电厂30两者在不具有主动控制的情况下增加功率输出。电压的这些改变在单输入端口逆变器40处为近乎瞬时的。

[0027] 如图2中可见,当系统电压增加超出MPPT时,功率及电流输出随着电压的上升而急剧下降。与功率及电流的此下降并行,控制器60可与个别双向DC/DC转换器通信以管理个别电池组31中的每一者的输出,从而以更有效的方式并根据个别电池组31中的每一者的健康及充电状态实现相同功率及电流输出,如下文更详细描述。预期电池组31及DC/DC转换器32是单独管理的。因此,单输入端口逆变器40能够将太阳能发电厂20及DC存储式电厂30的功率输出维持在MPPT区域中。

[0028] 图2描绘图表200,其描绘根据本发明的分布式太阳能及存储系统10的MPPT区域。MPPT通常可实施于可变功率源。图表200描绘一系列V/I及P/V曲线。为了实现最大太阳能,太阳能发电厂20的光伏板阵列21配备有用于计算及维持MPPT的系统。如由图表200所演示,当太阳光的量变化时,提供最大功率传输效率的负载特性也随之改变。通过改变负载及供应特性,功率传输可保持在高效率点处。图1中所描绘的分布式太阳能及存储系统10将操作使得单输入端口逆变器40可在MPPT区域内操作,且响应于需求简单地添加或卸减所供应的电力。

[0029] 图3描绘根据本发明的双向DC/DC转换器输出曲线300的图表。所述曲线描绘输出功率对电压。由双向DC/DC转换器32及逆变器40采用的功率下垂算法将输出维持在相对恒定功率处。如图表300中所展示,恒定功率区域310描绘在既定电压处的DC/DC转换器32的功率输出。尽管相对恒定,但被描绘为随着电压的增加,功率下垂。图表300的恒定功率区域310基本上重叠图2的MPPT区域210。当共同总线50的输出电压高于MPPT区域时,双向DC/DC转换器可自动反应并将其输出电压增加到比图2中所描绘的MPPT区域高的点,如图3中所描绘。当共同总线50的输出电压低于MPPT区域时,双向DC/DC转换器可自动反应且输出功率可斜升。这允许双向DC/DC转换器32自动响应负载的改变,作为从电池组31汲取的电流的改变的结果,以将逆变器40始终维持在MPPT处或其附近。

[0030] 随着电压增加,且通过双向DC/DC转换器32从电池组31递送的功率下降,尽管滞后于由总线50电压的改变(由负载改变导致)导致的近乎瞬时响应,但控制器60能够与双向DC/DC转换器通信以调整如何将那经减少或经增加的功率递送到共同总线50。即,控制器可调整哪些电池组31实际上向共同总线50馈电。以此方式,控制器可从共同总线50移除电池组31以既调整所递送功率又减少总线电压,从而将逆变器40的操作点移位到逆变器标称操作区域内,及图2中所描绘的MPPT曲线上的更高效点。如将了解,当负载被添加到逆变器40时,这也反向作用。随着共同总线50上的负载增加,结合图3的功率下垂曲线观察到的电压将下降,且双向DC/DC转换器将认识到其在恒定功率区域外部且额外电池组31将连接到共同总线50。虽然一些数目的电池组31将能够基于其充电状态自动连接到共同总线50,但其他电池组31可已从控制器接收到防止其进一步放电的通信,直到在被准许放电之前实现某个充电水平(例如,最大容量的80%)。

[0031] 一般来说,连接到共同总线50或与共同总线50分离的双向DC/DC转换器32对负载的响应最初由总线电压驱动。其次,其由控制器60驱动以更直接地管理哪些电池组31及双向DC/DC转换器32将电力供应到共同总线50及逆变器40,或由太阳能发电厂20充电。

[0032] 图4描绘根据本发明的电网需求响应400的图表。举例来说,在实施例中,共享共同总线50的80kW太阳能发电厂及十个10 kW电池可使得所有电池组31运行完全放电,如在图表400中的顶部轨迹中。随着电压增加,输出功率也增加,因为系统10将输出功率维持在如图2中所描绘的MPPT区域中。通过关断所有电池31,仅太阳能发电厂20将保持将电力提供到电网,如在中间轨迹420中。举例来说,如果一半的电池组31需要充电,那么曲线将遵循下部轨迹430。在所有以上情形中,分布式太阳能及存储系统10将试图保持在如图2中所描绘的MPPT区域中操作,使得单输入端口逆变器40将仍能够提供最大功率。如果单输入端口逆变器40电压上升经过MPPT区域且进入以上轨迹410、420、430中的任一者的图表400的功率消减区域中,那么太阳能发电厂20及DC存储式电厂30将通过减少到共同总线50的电力来自动响应,而不需要命令。

[0033] 在另一实施例中,当AC负载需求改变时,其产生频率的改变,这将转化为单输入端口逆变器40的输入侧上的总线电压的改变。当电网频率低且需要频率支持时,单输入端口逆变器40将减少共同总线50上的系统电压以搜索系统最大功率。

[0034] 图5描绘用于根据本发明的控制算法的逻辑流程。在一个实施例中,在步骤510处,系统控制器60可监测特定负载的功率需求。在步骤520处,控制器60可监测DC存储式电厂30的DC充电状态,且在步骤530处监测太阳能发电厂20的输出功率及电压。在另一实施例中,基于监测,控制器60可检测负载是否已增加540,且在负载已稳定之后,在步骤550处,控制器60可根据功率下垂算法调整从DC存储式电厂30可用的功率。在又一实施例中,基于监测步骤510、520及530,在步骤560处,控制器60可检测或接收指示电池组31中存在一或多个坏电池的通信。在DC存储式电厂30中,坏电池可导致整个电池组31变坏,且因此不可用于安全地满足负载需求。因此,在步骤570中,控制器可关闭受影响的电池组31,从而防止其被用于响应于改变的负载需求,并确保具有故障电池的任何电池组31不被准许连接到总线50及向逆变器馈电。预期控制器60将DC存储式电厂30的充电操作状态维持在最小充电水平处或以上。在又一实施例中,基于监测步骤510、520及530,在步骤580处,控制器60可检测需求是否已下降。一般来说,双向DC/DC转换器32对负载的响应最初由总线电压驱动。然而,当负载需求稳定时,控制器60可调整从DC存储式电厂30供应的电量。预期检测步骤540、560及580中的任一者可彼此并行发生。

[0035] 虽然已在图式中展示本发明的数个实施例,但并不打算将本发明限于此,因为打算本发明在本技术领域将允许的范围内是广泛的,且说明书同样被阅读。以上实施例的任何组合也是可设想的,且在所附权利要求书的范围内。因此,以上说明不应被解释为限制性的,而仅作为特定实施例的范例,所属领域的技术人员将设想在所附权利要求书的范围内的其他修改。

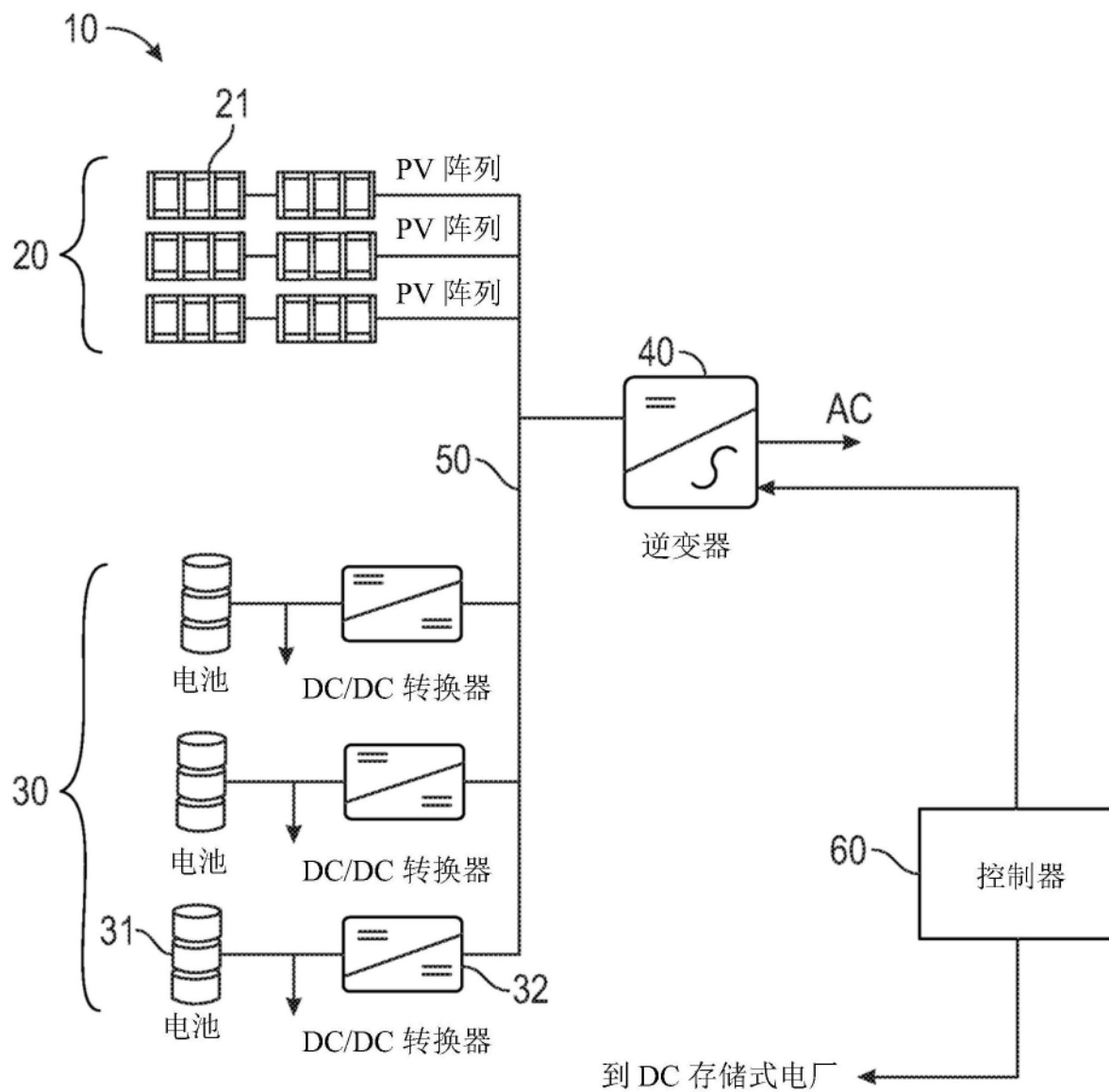


图1

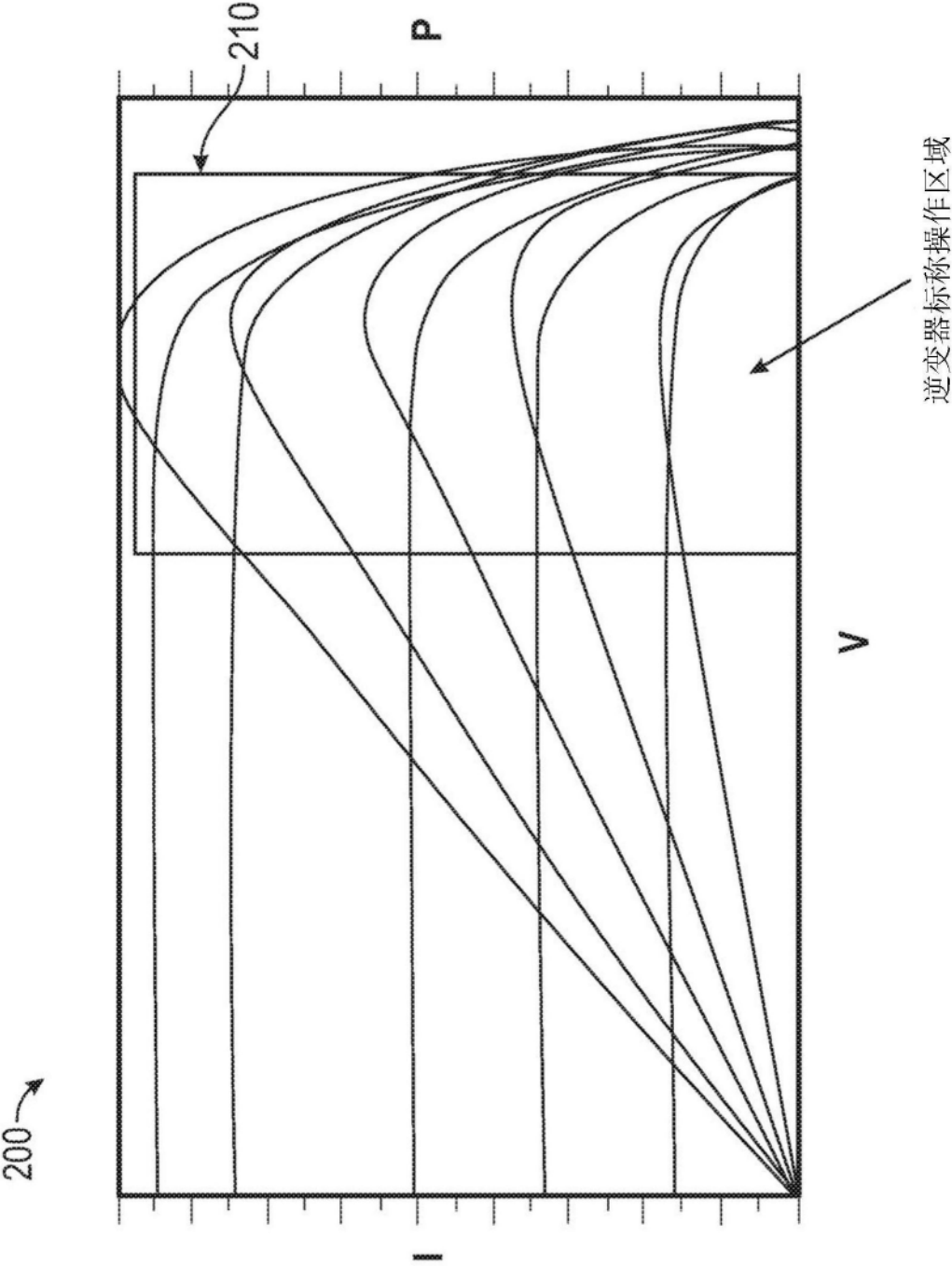


图2

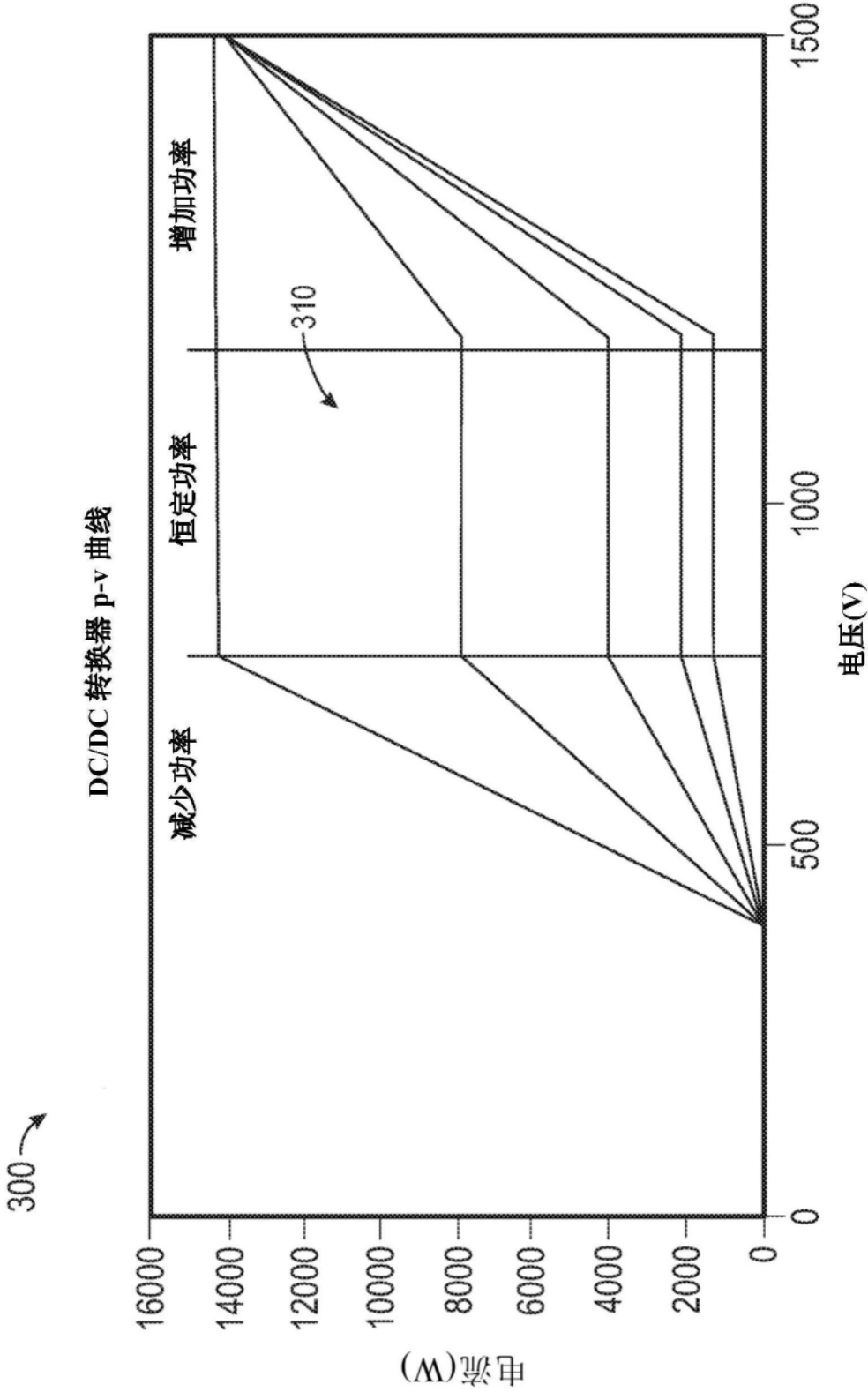


图3

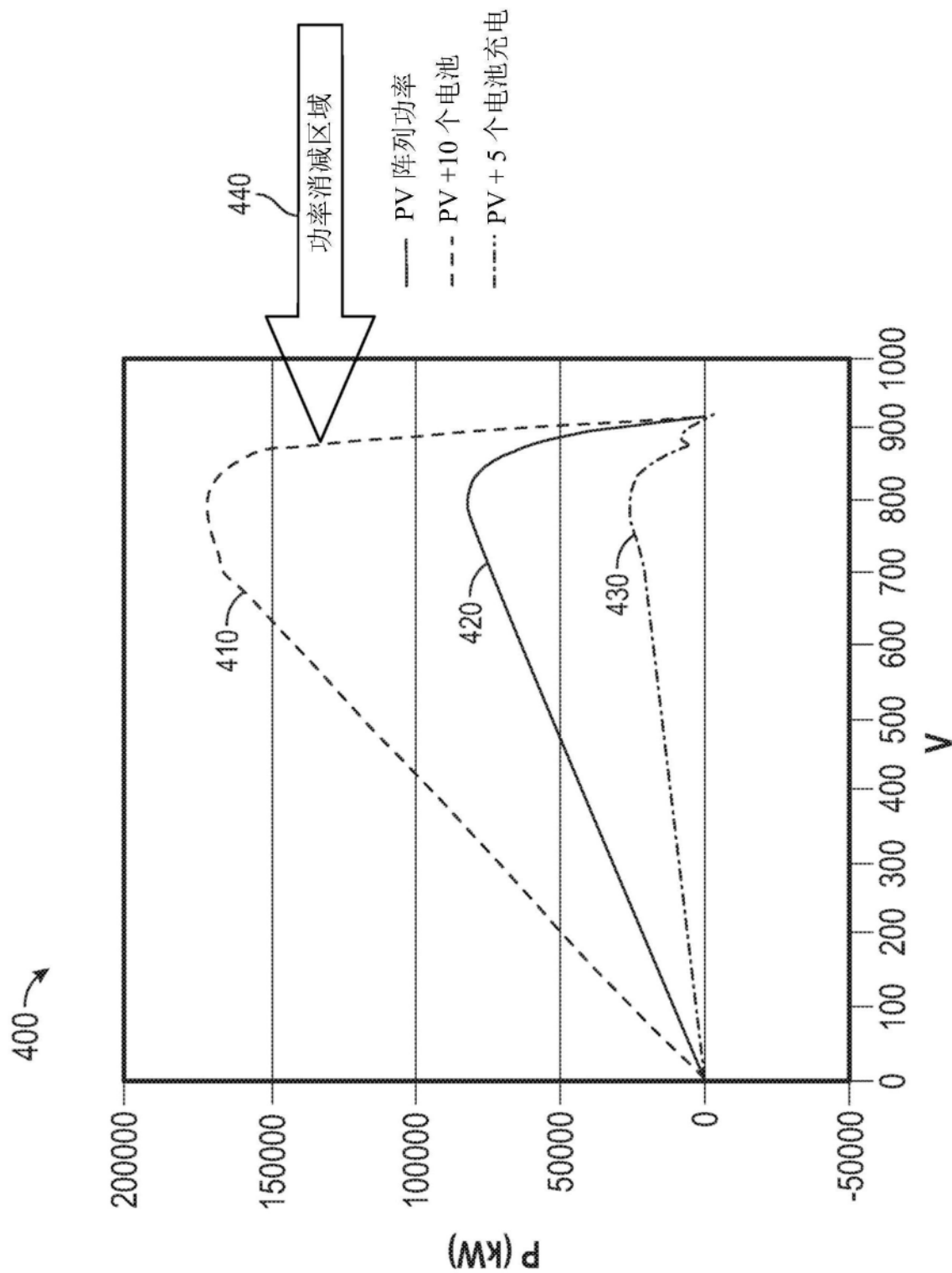


图4

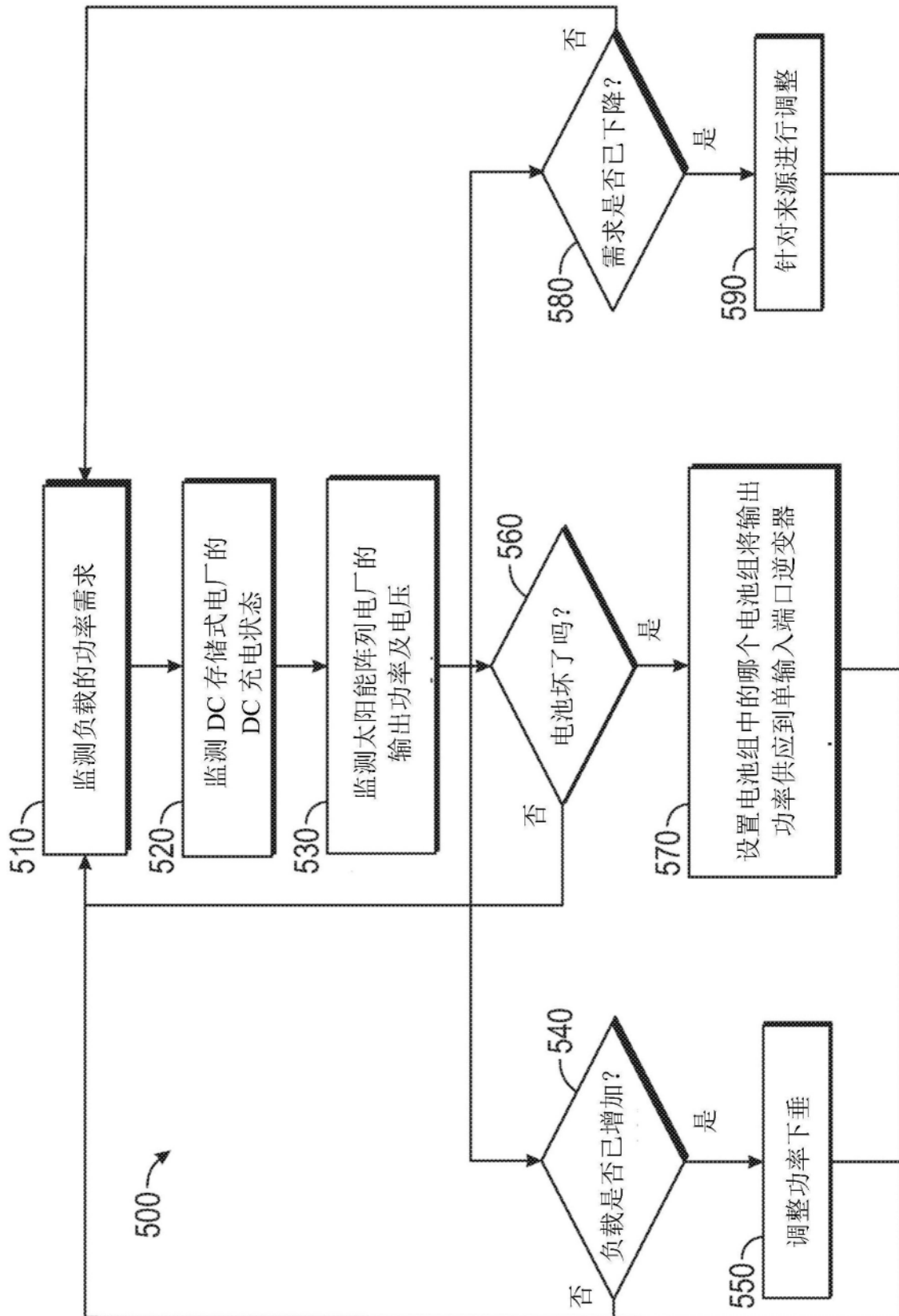


图5

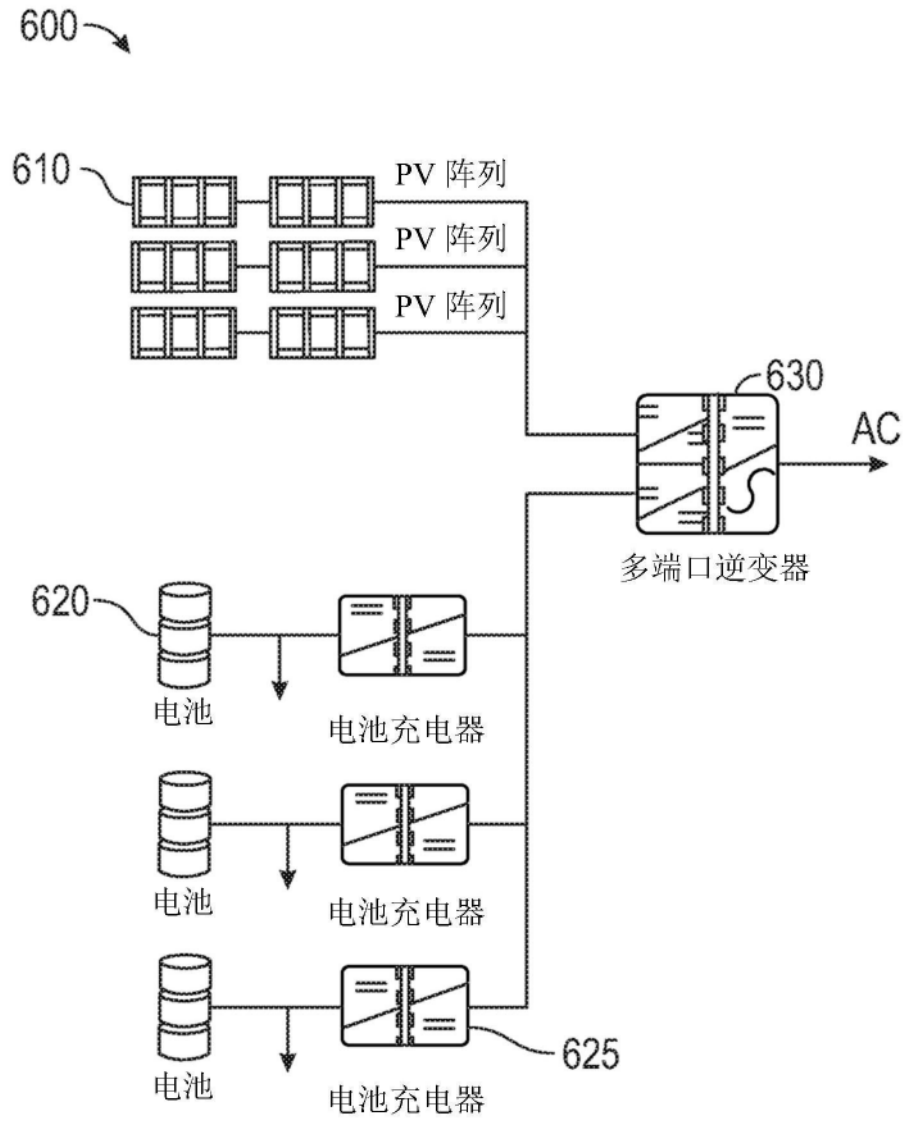


图6