



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103094947 B

(45)授权公告日 2016.08.24

(21)申请号 201210417948.8

(22)申请日 2012.10.26

(30)优先权数据

2011-241136 2011.11.02 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 石桥义人 泽田淳一 鎌田晃

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

审查员 关侠

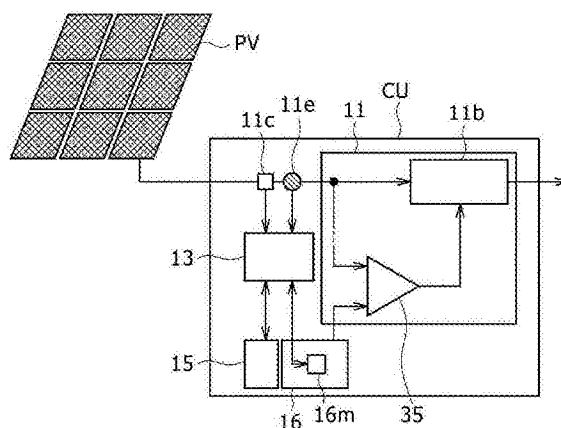
权利要求书2页 说明书29页 附图16页

(54)发明名称

控制系统、控制装置以及控制方法

(57)摘要

本公开涉及控制系统、控制装置以及控制方法,其中,控制系统包括:第一装置,被配置为调节其输出电压,使得输出电压响应于从发电部至第一装置的输入电压的变动可包括在预先确定的范围内;第二装置,被配置为响应于从第一装置所供给的输入电压的变动而改变对蓄电池的充电率,其中,当来自第一装置的输出电压接近其预先确定的范围内的下限的状态持续的时间比预先设定的时间长时,根据发电部的输入电流属于预先设定的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限值。



1. 一种控制系统,包括:

第一装置,被配置为调节其输出电压,使得所述输出电压响应于从发电部至所述第一装置的输入电压的变动而包括在预先确定的范围内;以及

第二装置,被配置为响应于所述第一装置的所述输出电压的变动而改变对蓄电池的充电率,

其中,当来自所述第一装置的所述输出电压接近其预先确定的范围内的下限的状态持续的时间段比预先设定的时间段长时,根据来自所述发电部的输入电流属于预先设定的多个部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为所述下限的值,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值高于执行通过所述第一装置进行的所述输出电压的调节与所述第二装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,升高所述下限,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值低于执行通过所述第一装置进行的所述输出电压的调节与所述第二装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,降低所述下限。

2. 根据权利要求1所述的控制系统,其中,响应于当假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点与当执行通过所述第一装置进行的所述输出电压的调节和所述第二装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的操作点之间的偏离大小而设定所述部分。

3. 根据权利要求1所述的控制系统,其中,所述预先设定的时间段大于等于一分钟小于等于五小时。

4. 根据权利要求1所述的控制系统,其中,通过比较来自所述发电部的所述输入电压和预先设定的阈值,确定所述充电率是否改变。

5. 根据权利要求1所述的控制系统,其中,所述蓄电池为锂离子蓄电池、橄榄石型磷酸铁锂离子蓄电池和/或铅蓄电池。

6. 一种控制装置,其中,所述控制装置调节其向另一装置供给的输出电压,使得所述输出电压能响应于来自发电部的输入电压的变动而包括在预先确定的范围内,以及

当所述输出电压接近所述预先确定的范围内的下限的状态持续的时间段比预先设定的时间段长时,根据来自所述发电部的输入电流属于预先设定的多个部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为所述下限的值,

其中,所述另一装置供给被配置为响应于所述输出电压的变动而改变对蓄电池的充电率,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值高于执行通过所述控制装置进行的所述输出电压的调节与所述另一装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,升高所述下限,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值低于执行通过所述控制装置进行的所述输出电压的调节与所述另一装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,降低所述

下限。

7.一种控制方法,包括:

调节来自第一装置的输出电压,使得所述输出电压能响应于来自发电部的输入电压的变动而包括在预先确定的范围内;

响应从所述第一装置向第二装置供给的所述输出电压的变动而改变对蓄电池的充电率;以及

当来自所述第一装置的所述输出电压接近其下限的状态持续的时间段比预先设定的时间段长时,根据来自所述发电部的输入电流属于预先设定的多个部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为所述下限的值,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值高于执行通过所述第一装置进行的所述输出电压的调节与所述第二装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,升高所述下限,

其中,当在涉及所述发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定执行最大功率点跟踪控制时的操作点的电压值低于执行通过所述第一装置进行的所述输出电压的调节与所述第二装置进行的所述充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值时,降低所述下限。

控制系统、控制装置以及控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及控制系统、控制装置以及控制方法。更具体地说,本公开涉及用于从端子电压呈现出波动的发电机(诸如太阳能电池)中有效地提取电力的控制系统、控制装置以及控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,在发电的时候没有排放大气污染物的天然能量(也称清洁能源)受到了关注。

[0003] 所述天然能量例如通过光伏发电、太阳热发电、风力发电等所获得的电力。同样,虽然人体运动所产生的动能与光伏发电等相比较所产生的电力低,但也积极尝试从人体运动所产生的动能中提取电能。

[0004] 顺带地说,太阳能电池具有的特性是,从中提取的电压和电流取决于连接至其中的负载所需的功耗。例如,如果太阳能电池用于向蓄电池充电,那么从太阳能电池提取的电流取决于该蓄电池所需的电压。

[0005] 因此,如果由连接至太阳能电池的负载所接受的电力不恰当,那么从太阳能电池所获得的发电电力会受到一些损耗。因为提取的电压和电流取决于连接至太阳能电池的负载所需的功耗,通过发电所获得的电力是不固定的,所以该特性也常常应用到使用风力的发电机。

[0006] 此外,例如,在光伏发电的情况下,通过在太阳能电池上的光照强度的变动或太阳能电池的温度变动,通过发电所获得的电力有时会突然地波动。

[0007] 因此,为了高效稳定地从太阳能电池提取功率,通常,在太阳能电池和负载之间介入具有最大功率点跟踪(MPPT)的控制功能的功率调节器。根据MPPT控制,通过计算依次确定具有从太阳能电池所提取的电流和电压的结果为最大的电压值。然后,改变太阳能电池的端子电压,以便从太阳能电池发电所获得的发电电力可以被最大化。

[0008] 尽管MPPT控制在从太阳能电池高效地提取电力方面是优秀的,但是因为该计算包括乘法,所以该计算的负担也大。而且,因为计算需要时间,所以MPPT控制不易处理在太阳能电池上等的光照强度的突然变动。

[0009] 因此,相比通过MPPT控制,有时应用由简单电路能够实现电压跟踪方法的控制。应注意的是,日本专利公开第2009-017686号公开了用于锂蓄电池的充电控制IC(集成电路)的输出电流被反馈至控制程序端子,以控制太阳能电池的最大电压为固定电压。

发明内容

[0010] 在使用天然能量的领域,需要增强和稳定从发电机提取的电力。

[0011] 根据本公开的第一实施方式,提供了一种控制系统,其包括第一装置,被配置为调节其输出电压,使得输出电压响应从发电部至该处的输入电压的变动可包括在预先确定的范围之内,以及包括第二装置,被配置为响应从第一装置所供给的输入电压的变动从而改

变对蓄电池的充电率(charge rate)。在该控制系统中,当来自第一装置的输出电压接近其预先确定的范围内的下限的状态持续的时段(period,时间)比预先设定的时间段长的时候,根据发电部的输入电流属于预先设定部分中的哪一部分(section)而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限的值。

[0012] 根据本公开的第二实施方式,提供了一种控制装置,其中,控制装置调节输出电压,使得输出电压响应从发电部至该处的输入电压的变动可包括在预先确定的范围之内,当输出电压接近其预先所确定的范围内的下限的状态持续的时段比预先设定的时间段长的时候,根据发电部的输入电流属于预先设定部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限的值。

[0013] 根据本公开的第三实施方式,提供了一种控制方法,其包括调节来自第一装置的输出电压,使得输出电压响应从发电部的输入电压的变动包括在预先确定的范围之内,响应从第一装置向第二装置供给的输入电压的变动而改变对蓄电池的充电率,并当来自第一装置的输出电压接近其下限的状态持续的时段比预先设定的时间段长的时候,根据发电部的输入电流属于预先设定部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限的值。

[0014] 使用至少一种实施方式,能够从发电部高效稳定地提取电力。

[0015] 从下面的描述并结合附图,本发明的以上特征以及优点将变得显而易见,在附图中,相同的参考符号表示相同的部分或元件。

附图说明

[0016] 图1示出了系统配置实例的框图;

[0017] 图2示出了控制单元的配置实例的框图;

[0018] 图3示出了控制单元的电源系统配置实例的框图;

[0019] 图4示出了控制单元的高电压输入电源电路的具体配置实例的电路图;

[0020] 图5示出了蓄电池单元配置实例的框图;

[0021] 图6示出了蓄电池单元的电源系统配置实例的框图;

[0022] 图7示出了蓄电池单元的充电器电路的具体配置实例的电路图;

[0023] 图8A示出了太阳能电池的电压-电流特性的曲线图,以及图8B为曲线图,具体地讲是P-V曲线,表示在由某一曲线表示太阳能电池的电压-电流特性的情况下,太阳能电池的端子电压和太阳能电池的发电电力之间的关系;

[0024] 图9A示出了与表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线的变化相关的操作点变动的曲线图,以及图9B示出了控制系统的配置实例框图,其中,协调控制是通过控制单元和多个蓄电池单元来实现;

[0025] 图10A示出了在太阳能电池上的光照强度降低的情况下实施协调控制时操作点变动的曲线图,以及图10B示出了从太阳能电池来看的负载增加的情况下实施协调控制时操作点变动的曲线图;

[0026] 图11A示出了在太阳能电池上的光照强度以及从太阳能电池来看的负载两者都发生变化的情况下,实施协调控制时操作点变化的曲线图,以及图11B示出了当执行MPPT控制时的操作点和通过执行协调控制的充电率调节时的操作点之间比较的曲线图;

[0027] 图12A示出了根据本公开实施方式的电力控制装置的配置实例框图,以及图12B示出了是否正在通过协调控制执行充电率调节的判断方法的曲线图;以及

[0028] 图13到图16示出了根据本公开实施方式的控制实例的流程图。

具体实施方式

[0029] 在下文中,参照附图来描述本公开的实施方式。应注意的是,以下列顺序进行描述。

[0030] <1.实施方式>

[0031] <2.修改>

[0032] 应注意的是,以下所述的实施方式和修改是本公开具体的优选实例,而本公开不局限于这些实施方式和修改。

[0033] <1.实施方式>

[0034] [系统配置]

[0035] 图1示出了根据本公开的控制系统的配置实例。控制系统由一个或多个控制单元CU以及一个或多个蓄电池单元BU配置而成。如图1中作为实例所示的控制系统1包括一个控制单元CU以及三个蓄电池单元BUa、BUb和BUc。在没有必要区分单独的蓄电池单元时,各个蓄电池单元适当地称为蓄电池单元BU。

[0036] 在控制系统1中,可以互相独立地控制蓄电池单元BU。此外,蓄电池单元BU能够在控制系统1中互相独立地连接。例如,在蓄电池单元BUa和蓄电池单元BUb在控制系统1中连接的状态下,蓄电池单元BUc能够在控制系统1中新近连接或另外连接。或,在蓄电池单元BUa到BUc在控制系统1中连接的状态下,可以从控制系统1中仅移除蓄电池单元BUb。

[0037] 控制单元CU和蓄电池单元BU通过电源线分别连接至彼此。例如,该电源线包括从控制单元CU向蓄电池单元BU提供电力的电源线L1以及从蓄电池单元BU向控制单元CU提供电力的电源线L2。因此,经由控制单元CU和蓄电池单元BU之间的信号线SL来实现双向通信。例如,该通信可依照诸如SMBus(系统管理总线)或UART(通用异步收发器)的规范来实现。

[0038] 信号线SL由一条或多条配线配置而成,并依照其目标来规定要使用的配线。该信号线SL被普遍使用,并且蓄电池单元BU连接至该信号线SL。每个蓄电池单元BU分析经由信号线SL发送至其控制信号的头部分,以决定该控制信号是否指定用于蓄电池单元BU自身。通过适当地设置控制信号的电平等,能够向蓄电池单元BU发送命令。蓄电池单元BU对控制单元CU的响应也被发送至其他蓄电池单元BU。然而,其他蓄电池单元BU不工作,以对应于该响应的发送。应注意的是,在本实例中,尽管假定依靠配线来实现电力和通信的发送,但除此之外,可通过无线来实现。

[0039] [控制单元的大致配置]

[0040] 控制单元CU由高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12配置而成。控制单元CU具有一个或多个第一装置。在本实例中,控制单元CU具有两个第一装置,其分别地对应高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12。应注意的是,虽然本文中使用了术语“高电压”和“低电压”,但被输入至高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12的电压可包括在相同的输入范围中。能被高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12所接受的电压的输入范围可彼此重叠。

[0041] 响应于环境发电的发电部所产生的电压被提供至高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12。例如,该发电部是通过阳光或风力发电的设备。同时,发电部不局限于对自然环境响应来发电的设备。例如,发电部可被配置为通过人力发电的设备。尽管这样假定发电能量响应于环境或条件而波动的发电机,但是,对发电能量不波动的发电机也是合适的。因此,如图1中所见,交流电源也能够输入至控制系统1。应注意的是,从相同发电部或不同发电部向高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12提供电压。通过一个或多个发电部所产生的的一个或多个电压是一个或多个第一电压的实例。

[0042] 例如,对于高电压输入电源电路11来说,提供由光伏发电所产生的的大约75V到100V(伏特)的DC(直流电)电压V10。或者,可向高电压输入电源电路11提供大约100V到250V的AC(交流电)电压。高电压输入电源电路11产生第二电压,以响应由光伏发电提供至该处的电压V10的波动。例如,电压V10被高电压输入电源电路11降压以产生第二电压。第二电压是例如45V到48V范围内的DC电压。

[0043] 当电压V10是75V时,高电压输入电源电路11将电压V10转换成45V。然而,当电压V10是100V时,高电压输入电源电路11把电压V10转换成48V。响应于电压V10从75V到100V的范围内的变动,高电压输入电源电路11产生第二电压,以便第二电压在45V到48V的范围内大体上线性地变化。高电压输入电源电路11输出所产生的第二电压。应注意的是,第二电压的变化率不必一定为线性,而可使用反馈电路,使得原样使用高电压输入电源电路11的输出。

[0044] 对于低电压输入电源电路12来说,提供由例如风力发电或由人力发电所产生的在10V到40V范围内的DC电压V11。低电压输入电源电路12与高电压输入电源电路11类似,响应于电压V11的波动产生第二电压。低电压输入电源电路12响应从10V到40V范围内的电压变化,将电压V11升压到例如在45V到48V的范围内的DC电压。从低电压输入电源电路12输出被升压的DC电压。

[0045] 向蓄电池单元BU输入高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12中的两者或之一的输出电压。在图1中,由V12表示向蓄电池单元BU所提供的DC电压。如本文以上所述,电压V12是例如从45V到48V范围内的DC电压。所有或部分蓄电池单元BU由电压V12进行充电。应注意的是,正在放电的蓄电池单元BU不进行充电。

[0046] 个人计算机可连接到控制单元CU。例如,USB(通用串行总线)电缆用于将控制单元CU和个人计算机彼此连接。使用个人计算机可控制控制单元CU。

[0047] [蓄电池单元的大致配置]

[0048] 将描述第二装置实例的蓄电池单元的大致配置。当以蓄电池单元BUa为实例而给出描述时,除非另有说明,否则蓄电池单元BUb和蓄电池单元BUc具有相同的配置。

[0049] 蓄电池单元BUa包括充电器或充电电路41a、放电器或放电电路42a以及蓄电池Ba。其他蓄电池单元BU也包括充电器或充电电路、放电器或放电电路以及蓄电池。在下面的描述中,当没有必要区别每个蓄电池时,其被恰当称为蓄电池B。

[0050] 充电器电路41a将来自控制单元CU向该处所提供的电压V12转换成对蓄电池Ba合适的电压。蓄电池Ba基于转换所获得的电压来充电。应注意的是,充电器电路41a响应于电压V12的波动而改变蓄电池Ba的充电率。

[0051] 蓄电池Ba输出的电力被提供至放电器电路42a。例如,从蓄电池Ba输出大体上从

12V到55V范围内的DC电压。通过放电器电路42a,从蓄电池Ba所提供的DC电压被转换成DC电压V13。电压V13是例如48V的DC电压。从放电器电路42a经由电源线L2向控制单元CU输出电压V13。应注意的是,除此之外,可直接向外部设备提供来自蓄电池Ba所输出的DC电压,而不通过放电器电路42a的方式。

[0052] 每个蓄电池B可以是锂离子蓄电池、橄榄石型磷酸铁锂离子蓄电池、铅蓄电池等。蓄电池单元BU的蓄电池B可以是彼此不同类型的蓄电池。例如,蓄电池单元BUa的蓄电池Ba和蓄电池单元BUb的蓄电池Bb由锂离子电池配置而成,而蓄电池单元BUc的蓄电池Bc由铅蓄电池配置而成。蓄电池B中蓄电池电池(battery cell)的数量和连接方案能够适当地改变。多个蓄电池电池可以用串联或并联的方式连接。或者,串联连接的多个蓄电池电池可以用并联的方式连接。

[0053] 当蓄电池单元放电时,在负载轻的情况下,蓄电池单元的最高一个输出电压作为电压V13来提供至电源线L2。随着负载变得较大,组合蓄电池单元的输出,并且向电源线L2提供所组合的输出电压。经由电源线L2向控制单元CU提供电压V13。从控制单元CU的输出端口输出该电压V13。对于控制单元CU来说,电力能够从蓄电池单元BU以分布式的关系来提供。因此,能够减轻单个蓄电池单元BU的负担。

[0054] 例如,下面的使用形式是可用的。经由控制单元CU向外部设备提供来自蓄电池单元BUa所输出的电压V13。对于蓄电池单元BUb来说,从控制单元CU提供电压V12,并且蓄电池单元BUb的蓄电池Bb被充电。蓄电池单元BUc用作冗余电源。例如,当蓄电池单元BUa的剩余容量下降时,要使用的蓄电池单元从蓄电池单元BUa变换到蓄电池单元BUc,并向外部设备提供来自蓄电池单元BUc所输出的电压V13。自然地,所述的使用形式只是一个实例,并且控制系统1的使用形式不局限于该具体的使用形式。

[0055] [控制单元的内部配置]

[0056] 图2示出了控制单元CU的内部配置。如上所述,控制单元CU包括高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12。参照图2,高电压输入电源电路11包括用于将AC输入转换成DC输出的AC-DC转换器11a,以及将电压V10降压成从45V到48V的范围内的DC电压的DC-DC转换器。AC-DC转换器11a和DC-DC转换器11b可以是已知类型的那些转换器。应注意的是,在向高电压输入电源电路11提供仅DC电压的情况下,可以省略AC-DC转换器11a。

[0057] 电压传感器、电子开关以及电流传感器连接至DC-DC转换器11b的各个输入级和输出级。在下文所述的图2以及图5中,分别以简化表示的方法,由正方形标记表示电压传感器;由圆形标记表示电子开关;以及由带有倾斜线的圆形标记表示电流传感器。具体地说,电压传感器11c、电子开关11d以及电流传感器11e连接至DC-DC转换器11b的输入级。电流传感器11f、电子开关11g以及电压传感器11h连接至DC-DC转换器11b的输出级。由传感器所获得的传感器信息被提供至下文中所所述的CPU(中央处理单元)13。由CPU 13控制电子开关的接通/断开操作。

[0058] 低电压输入电源电路12包括用于将电压V11升压成从45V到48V的范围内的DC电压的DC-DC转换器12a。电压传感器、电子开关以及电流传感器连接至低电压输入电源电路12的各个输入级和输出级。具体地说,电压传感器12b、电子开关12c以及电流传感器12d连接至DC-DC转换器12a的输入级。电流传感器12e、电子开关12f以及电压传感器12g连接至DC-DC转换器12a的输出级。由传感器所获得的传感器信息提供至CPU 13。由CPU 13控制电子开

关的接通/断开操作。

[0059] 应注意的是,在图2中,从传感器延伸的箭头标记表示向CPU 13提供传感器信息。延伸至电子开关的箭头标记表示由CPU 13来控制电子开关。

[0060] 高电压输入电源电路11的输出电压经由二极管输出。低电压输入电源电路12的输出电压经由另一二极管输出。高电压输入电源电路11的输出电压和低电压输入电源电路12的输出电压进行组合,并且合成后的电压V12经由电源线L1输出至蓄电池单元BU。从蓄电池单元BU所提供的电压V13,经由电源线L2提供至控制单元CU。然后,所提供至控制单元CU的电压V13,经由电源线L3提供至外部设备。应注意的是,在图2中,向外部设备所提供的电压表示为电压V14。

[0061] 电源线L3可连接至蓄电池单元BU。例如,通过该配置,从蓄电池单元BUa所输出的电压经由电源线L2提供至控制单元CU。所提供的电压经由电源线L3提供至蓄电池单元Bub,并且能够给蓄电池单元Bub充电。应注意的是,虽然未示出,但是经由电源线L2向控制单元CU所提供的电力可提供至电源线L1。

[0062] 控制单元CU包括CPU 13。CPU 13控制着控制单元CU的构件。例如,CPU 13切换高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12的电子开关的接通/断开。此外,CPU 13向蓄电池单元BU提供控制信号。CPU 13向蓄电池单元BU提供用于接通蓄电池单元BU的电源的控制信号,或用于指示蓄电池单元BU进行充电或放电的控制信号。CPU 13能够向单个蓄电池单元BU输出不同内容的控制信号。

[0063] 经由总线14,CPU 13连接至存储器15、D/A(数字到模拟)转换部分16、A/D(模拟到数字)转换部分17以及温度传感器18。例如,总线14由I²C总线配置而成。存储器15由诸如EEPROM(电可擦可编程只读存储器)的非易失性存储器配置而成。D/A转换部分16将各种过程中所使用的数字信号转换成模拟信号。

[0064] CPU 13接收由电压传感器和电流传感器所测量的传感器信息。通过A/D转换部分17将传感器信息转换成数字信号之后,向CPU 13输入该传感器信息。温度传感器18测量环境温度。例如,温度传感器18测量控制单元CU内部的温度或控制单元CU周围的温度。

[0065] CPU 13可具有通信功能。例如,CPU 13和个人计算机(PC)19可相互通信。CPU 13不仅可与个人计算机通信,而且可与连接至诸如互联网的网络的设备进行通信。

[0066] [控制单元的电源系统]

[0067] 图3主要示出了涉及电源系统的控制单元CU的配置实例。用于防回流的二极管20连接至高电压输入电源电路11的输出级。用于防回流的另一二极管21连接至低电压输入电源电路12的输出级。高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12通过二极管20和二极管21的OR连接来进行彼此连接。高电压输入电源电路11的输出和低电压输入电源电路12的输出进行组合并提供至蓄电池单元BU。实际上,高电压输入电源电路11的输出和低电压输入电源电路12的输出中呈现出较高电压的那个被提供至蓄电池单元BU。然而,响应于用作负载的蓄电池单元BU的电力消耗,也进入提供来自高电压输入电源电路11和低电压输入电源电路12两者的电力的情况。

[0068] 控制单元CU包括能够由用户操作的主开关SW1。当主开关SW1接通时,向CPU 13提供电力以启动控制单元CU。例如,从内置在控制单元CU中的蓄电池22向CPU 13提供电力。蓄电池22是诸如锂离子蓄电池的可充电蓄电池。通过DC-DC转换器23,将来自蓄电池22的DC电

压转换成CPU 13操作的电压。通过转换所获得的电压被提供至CPU 13作为电源电压。以此方法,当控制单元CU启动的时候,使用蓄电池22。例如,蓄电池22由CPU 13控制。

[0069] 蓄电池22能够由来自高电压输入电源电路11或低电压输入电源电路12,或除此之外来自蓄电池单元BU所提供的电力进行充电。来自蓄电池单元BU所提供的电力被提供至充电器电路24。充电器电路24包括DC-DC转换器。从蓄电池单元BU所提供的电压V13被充电器电路24转换成预定电平的DC电压。由转换所获得的该DC电压被提供至蓄电池22。蓄电池22由提供至该处的DC电压进行充电。

[0070] 应注意的是,CPU 13可采用从高电压输入电源电路11、低电压输入电源电路12或蓄电池单元BU提供至该处的电压V13来进行操作。通过DC-DC转换器25,将来自蓄电池单元BU所提供的电压V13转换成预定电平的电压。通过转换所获得的电压作为电源电压提供至CPU 13,以便CPU 13进行操作。

[0071] 在控制单元CU启动之后,如果输入电压V10和电压V11的至少一个,那么产生电压V12。电压V12经由电源线L1提供至蓄电池单元BU。此时,CPU 13使用信号线SL来与蓄电池单元BU通信。通过该通信,CPU 13输出用于指示蓄电池单元BU进行启动和放电的控制信号。然后,CPU 13接通开关SW2。开关SW2由例如FET(场效应晶体管)配置而成。或者,开关SW2可由IGBT(绝缘栅双极型晶体管)配置而成。当开关SW2接通时,从蓄电池单元BU向控制单元CU提供电压V13。

[0072] 用于防回流的二极管26连接至开关SW2的输出侧。二极管26的连接能够防止向外部设备提供由太阳蓄电池或风力发电的直接提供的不稳定电力。因此,能够向外部设备提供从蓄电池单元BU所提供的稳定电力。自然地,可在蓄电池单元BU的末级上提供二极管,以便确保安全。

[0073] 为了向外部设备提供从蓄电池单元BU所提供的电力,CPU 13接通开关SW3。当开关SW3接通时,经由电源线L3向外部设备提供基于电压V13的电压V14。应注意的是,电压V14可提供至其他蓄电池单元BU,以便其他蓄电池单元BU的蓄电池B通过电压V14进行充电。

[0074] [高电压输入电源电路的配置实例]

[0075] 图4示出了高电压输入电源电路的具体配置实例。参照图4,高电压输入电源电路11包括DC-DC转换器11b和在下文中所述的前馈控制系统。在图4中,电压传感器11c、电子开关11d、电流传感器11e、电流传感器11f、电子开关11g和电压传感器11h以及二极管20等未被示出。

[0076] 除了DC-DC转换器12a是升压型DC-DC转换器外,低电压输入电源电路12被配置成大体上类似于高电压输入电源电路11。

[0077] DC-DC转换器11b由包括例如开关元件、变压器33的初级侧电路32,以及包括整流元件等的次级侧电路34配置而成。在图4中所示的DC-DC转换器11b是电流谐振型,即,LLC谐振转换器。

[0078] 前馈控制系统包括运算放大器35、晶体管36以及电阻Rc1、电阻Rc2和电阻Rc3。前馈控制系统的输出被输入至DC-DC转换器11b的初级侧电路32的驱动器上所提供的控制端子。DC-DC转换器11b调节来自高电压输入电源电路11的输出电压,以便可以固定控制端子的输入电压。

[0079] 因为高电压输入电源电路11包括前馈控制系统,所以调节来自高电压输入电源电

路11的输出电压,以便其值可以成为预先设定范围内的电压值。相应地,控制单元CU包括具有例如响应于太阳能电池等的输入电压的变化,改变输出电压的电压转换设备功能的高电压输入电源电路11。

[0080] 如图4中所见,经由包括电容器31、初级侧电路32、变压器33和次级侧电路34的AC-DC转换器11a,从高电压输入电源电路11提取输出电压。AC-DC转换器11a是功率因数修正电路,其被配置在从外面向控制单元CU的输入是交流电源的位置。

[0081] 来自控制单元CU的输出经由电源线L1送往蓄电池单元BU。例如,单个蓄电池单元BUa、BUb和BUc分别经由二极管D1、D2、D3、...连接至输出端Te1、Te2、Te3、...,用于防止回流。

[0082] 下面将描述在高电压输入电源电路11中所提供的前馈控制系统。

[0083] 通过对至高电压输入电源电路11的输入电压进行降压 k_c 倍(其中, k_c 是大约几十分之一或百分之一)所获得的电压被输入至运算放大器35的非反向(non-negated)输入端子。同时,对运算放大器35的反向输入端子c1,输入通过对预先所确定的固定电压 V_{t0} 降压 k_c 倍所获得的电压。例如,从D/A转换部分16,向运算放大器35的反向输入端子c1施加 $k_c \times V_{t0}$ 的输入电压。该电压 V_{t0} 的值驻留在D/A转换部分16的内置存储器中,并在必要时能够改变。除此之外,该电压 V_{t0} 的值可驻留在经由总线14连接至CPU 13的存储器15中,以便传送到D/A转换部分16。

[0084] 运算放大器35的输出端连接至晶体管36的基极,并响应于对运算放大器35的非反向输入端子的输入电压以及运算放大器35的反向输入端子的输入电压之间的差异,通过晶体管36来实现电压-电流转换。

[0085] 连接至晶体管36的发射极的电阻 R_{c2} 的电阻值高于以并联方式连接至电阻 R_{c2} 的电阻 R_{c1} 的电阻值。

[0086] 例如,假定高电压输入电源电路11的输入电压充分高于预先所确定的固定电压 V_{t0} 。此时,因为晶体管36处于导通状态,所以电阻 R_{c1} 和电阻 R_{c2} 的组合电阻值低于电阻 R_{c1} 的电阻值,在图4中所示f点上的电位接近地电位。

[0087] 因此,对初级侧电路32的驱动器上所提供的控制端子输入电压以及经由光电耦合器37所连接至f点的输入电压下降。检测控制端子输入电压的下降的DC-DC转换器11b从高电压输入电源电路11升压输出电压,以便可固定控制端子的输入电压。

[0088] 现在假定,例如连接至控制单元CU的太阳能电池的端子电压相反地下降,并且对高电压输入电源电路11的输入电压接近预先所确定的固定电压 V_{t0} 。

[0089] 因为对高电压输入电源电路11的输入电压下降,所以晶体管36的状态由导通状态接近截止状态。因为晶体管36的状态由导通状态接近截止状态,所以电流变得几乎不流向电阻 R_{c1} 和电阻 R_{c2} ,并且在图4中所示的点f的电位上升。

[0090] 因此,对初级侧电路32的驱动器上所提供的控制端子的输入电压,呈现出保持固定的状态。因此,DC-DC转换器11b降压来自高电压输入电源电路11的输出电压,以便可固定控制端子的输入电压。

[0091] 换言之,在输入电压充分高于预先所确定的固定电压 V_{t0} 的情况下,高电压输入电源电路11升压输出电压。另一方面,如果太阳能电池端子电压下降并且输入电压接近预先所确定的固定电压 V_{t0} ,那么高电压输入电源电路11降压输出电压。以此方法,包括高电压

输入电源电路11的控制单元CU响应于输入电压的大小而动态地改变输出电压。

[0092] 此外,如下文中所述,高电压输入电源电路11也响应于控制单元CU输出侧上所需的电压变化而动态地改变输出电压。

[0093] 例如,假定在太阳能电池的发电期间,电连接至控制单元CU的那些蓄电池单元BU的数量增加。换言之,假定在太阳能电池的发电期间,从太阳能电池来看的负载增加。

[0094] 在该情况下,蓄电池单元BU电连接至另外的控制单元CU,因此,所连接至控制单元CU的太阳能电池的端子电压下降。然后,当高电压输入电源电路11的输入电压下降时,晶体管36的状态由导通状态接近截止状态,并且将来自高电压输入电源电路11的输出电压降压。

[0095] 另一方面,如果假定在太阳能电池的发电期间电连接至控制单元CU的那些蓄电池单元BU的数量减少,那么从太阳能电池来看的负载减少。因此,所连接至控制单元CU的太阳能电池的端子电压上升。如果高电压输入电源电路11的输入电压充分高于预先所确定的固定电压 V_{t0} ,那么对初级侧电路32的驱动器上所提供的控制端子的输入电压下降。因此,来自高电压输入电源电路11的输出电压被升压。

[0096] 应注意的是,适当地选择电阻Rc1、电阻Rc2和电阻Rc3的电阻值,以便高电压输入电源电路11的输出电压的值包括在预先设定的范围内。换言之,通过电阻Rc1和电阻Rc2的电阻值确定来自高电压输入电源电路11的输出电压的上限。配置晶体管36,以便当高电压输入电源电路11的输入电压高于预定值时,来自高电压输入电源电路11的输出电压的值不会超过预先设定的上限电压值。

[0097] 另一方面,如下文中所述,通过充电器电路41a的前馈控制系统的运算放大器的非反向输入端子的输入电压,来确定高电压输入电源电路11的输出电压的下限。

[0098] [蓄电池单元的内部配置]

[0099] 图5示出了蓄电池单元BU的内部配置的实例。在这里,以蓄电池单元BUa为实例进行了描述。除非另有说明,否则蓄电池单元BUb和蓄电池单元BUc具有类似于蓄电池单元BUa的配置。

[0100] 参照图5,蓄电池单元BUa包括充电器电路41a、放电器电路42a和蓄电池Ba。从控制单元CU向充电器电路41a提供电压V12。经由放电器电路42a向控制单元CU提供来自蓄电池单元BUa的输出电压V13。除此之外,可从放电器电路42a直接向外部设备提供电压V13。

[0101] 充电器电路41a包括DC-DC转换器43a。所输入至充电器电路41a的电压V12通过DC-DC转换器43a转换成预定的电压。将通过转换所获得的该预定电压提供至蓄电池Ba,以给蓄电池Ba充电。该预定电压根据蓄电池Ba的类型等而不同。对于DC-DC转换器43a的输入级来说,其连接了电压传感器43b、电子开关43c以及电流传感器43d。对于DC-DC转换器43a的输出级来说,连接了电流传感器43e、电子开关43f以及电压传感器43g。

[0102] 放电器电路42a包括DC-DC转换器44a。通过DC-DC转换器44a,从蓄电池Ba所提供至放电器电路42a的DC电压被转换成电压V13。通过转换所获得的电压V13从放电器电路42a输出。对于DC-DC转换器44a的输入级来说,其连接了电压传感器44b、电子开关44c以及电流传感器44d。对于DC-DC转换器44a的输出级来说,连接了电流传感器44e、电子开关44f以及电压传感器44g。

[0103] 蓄电池单元BUa包括CPU 45。CPU 45控制蓄电池单元BU的构件。例如,CPU 45控制

电子开关的接通/断开操作。CPU 45可实现用于保证蓄电池B安全的过程,诸如防过充电功能和防过电流功能。CPU 45连接至总线46。例如,该总线46可以是I²C总线。

[0104] 对总线46来说,其连接了存储器47、A/D转换部分48以及温度传感器49。例如,存储器47是诸如EEPROM的可重写的非易失性存储器。A/D转换部分48将电压传感器和电流传感器所获得的模拟传感器信息转换成数字信息。将A/D转换部分48转换成数字信号的该传感器信息提供至CPU 45。温度传感器49测量在蓄电池单元BU中的预定位置的温度。具体地说,温度传感器49测量例如安装了CPU 45的电路板外围的温度、充电器电路41a的温度和放电器电路42a的温度以及蓄电池Ba的温度。

[0105] [蓄电池单元的电源系统]

[0106] 图6示出了主要涉及电力系统的蓄电池单元BUa的配置实例。参照图6,蓄电池单元BUa未包括主开关。在蓄电池Ba和CPU 45之间连接开关SW5和DC-DC转换器39。在蓄电池Ba和放电器电路42a之间连接另一开关SW6。另有开关SW7连接至充电器电路41a的输入级。还有开关SW8连接至放电器电路42a的输出级。开关SW由例如FET配置而成。

[0107] 蓄电池单元BUa例如由控制单元CU的控制信号来启动。例如,经由预定的信号线,向蓄电池单元BUa正常地提供来自控制单元CU的高电平控制信号。因此,只有通过蓄电池单元BUa的端口连接至预定的信号线,才能向开关SW5提供高电平控制信号,使得开关SW5处于接通状态,以启动蓄电池单元BUa。当开关SW5接通时,从蓄电池Ba向DC-DC转换器39提供DC电压。通过DC-DC转换器39产生用于操作CPU 45的电源电压。所产生的电源电压提供至CPU 45,以操作CPU 45。

[0108] CPU 45依照控制单元CU的指令来执行控制。例如,从控制单元CU向CPU 45提供用于充电指示的控制信号。作为对充电指示的响应,CPU 45断开开关SW6和开关SW8,然后接通开关SW7。当开关SW7接通时,向充电器电路41a提供来自控制单元CU所提供的电压V12。电压V12被充电器电路41a转换成预定电压,并且蓄电池Ba由转换所获得的预定电压进行充电。应注意的是,可适当地改变蓄电池B的充电方法,以适应蓄电池B的类型。

[0109] 例如,从控制单元CU向CPU 45提供用于放电指示的控制信号。响应于放电指示,CPU 45断开开关SW7并接通开关SW6和开关SW8。例如,在开关SW6接通后的固定时间间隔之后,接通开关SW8。当接通开关SW6时,向放电器电路42a提供来自蓄电池Ba的DC电压。来自蓄电池Ba的DC电压被放电器电路42a转换成电压V13。经由开关SW8,向控制单元CU提供由转换所获得的电压V13。应注意的是,虽然未示出,但二极管可添加至开关SW8的下一级,以便预防开关SW8的输出受到来自蓄电池单元BU的不同类型的输出的干扰。

[0110] 应注意的是,通过CPU 45的控制,放电器电路42a能够在接通和断开之间进行变换。在该情况下,使用了从CPU 45到放电器电路42a延伸的接通/断开信号线。例如,在开关SW6的输出侧上提供了未示出的开关SW。在该情况下,为了便于描述,该开关SW在下文中称为开关SW10。开关SW10在通过放电器电路42a的第一路径和不通过放电器电路42a的第二路径之间实现切换。

[0111] 为了打开放电器电路42a,CPU 45将开关SW10连接至第一路径。因此,开关SW6的输出经由放电器电路42a提供至开关SW8。为了关闭放电器电路42a,CPU 45将开关SW10连接至第二路径。因此,开关SW6的输出直接提供至开关SW8,而不通过放电器电路42a的方式。

[0112] [充电器电路的配置实例]

[0113] 图7示出了蓄电池单元的充电器电路的具体配置实例。参照图7,充电器电路41a包括DC-DC转换器43a、以及下文中所述的前馈控制系统和反馈控制系统。应注意的是,在图7中,未示出电压传感器43b、电子开关43c、电流传感器43d、电流传感器43e、电子开关43f、电压传感器43g、开关SW7等。

[0114] 同样,蓄电池单元BU的充电器电路具有大体上类似于图7中所示的充电器电路41a的配置。

[0115] 例如,DC-DC转换器43a由晶体管51、线圈52、控制IC(集成电路)53等配置而成。晶体管51由控制IC 53来控制。

[0116] 类似于高电压输入电源电路11的前馈控制系统,前馈控制系统包括运算放大器55、晶体管56以及电阻Rc1、电阻Rc2和电阻Rc3。例如,向DC-DC转换器43a的控制IC 53上所提供的控制端子输入前馈控制系统的输出。DC-DC转换器43a中的控制IC 53调节来自充电器电路41a的输出电压,以便可以固定控制端子的输入电压。

[0117] 换言之,在充电器电路41a中所提供的前馈控制系统作为类似于高电压输入电源电路11中的前馈控制系统。

[0118] 因为充电器电路41a包括前馈控制系统,所以来自充电器电路41a的输出电压被调节,使得其值可成为预先设定的范围内的电压值。因为来自充电器电路输出电压的值被调节成预先设定的范围内的电压值,所以电连接至控制单元CU的蓄电池B的充电电流响应来自高电压输入电源电路11的输入电压的变化而被调节。相应地,包括充电器电路的蓄电池单元BU具有改变对蓄电池B的充电率的充电装置的功能。

[0119] 因为对电连接至控制单元CU的蓄电池B的充电率进行了改变,所以对蓄电池单元BU的充电器电路的输入电压值,换言之,高电压输入电源电路11或低电压输入电源电路12的输出电压值进行了调节,以便成为预先设定的范围内的电压值。

[0120] 对充电器电路41a的输入是例如来自上文中所述的控制单元CU的高电压输入电源电路11的输出或低电压输入电源电路12的输出。相应地,如图4中所示的输出端Te1、Te2、Te3、...之一与充电器电路41a的输入端子彼此连接。

[0121] 如图7所见,经由DC-DC转换器43a、电流传感器54以及滤波器59,提取来自充电器电路41a的输出电压。蓄电池Ba连接至充电器电路41a的端子Tb1。换言之,来自充电器电路41a的输出用作对蓄电池Ba的输入。

[0122] 如下文中所述,调节来自各个充电器电路的输出电压值,使得响应于连接至充电电路的蓄电池的类型以便成为预先设定的范围内的电压值。通过适当地选择电阻Rb1、电阻Rb2和电阻Rb3电阻值,调节来自各个充电器电路输出电压的范围。

[0123] 因为响应于连接至充电器电路的蓄电池类型分别确定了来自各个充电器电路输出电压的范围,所以在蓄电池单元BU中所提供蓄电池B的类型没有特别的限制。这是因为,可响应于连接至该处的蓄电池B的类型而适当地选择充电器电路中的电阻Rb1、电阻Rb2和电阻Rb3的电阻值。

[0124] 应注意的是,虽然在图7中示出了这样的配置:前馈控制系统的输出被输入至控制IC 53的控制端子,但是蓄电池单元BU的CPU 45可向控制IC 53的控制端子提供输入。例如,经由信号线SL,蓄电池单元BU的CPU 45可获得有关从控制单元CU的CPU 13向蓄电池单元BU的输入电压的信息。从电压传感器11h或电压传感器12g的测量结果,控制单元CU的CPU 13

能够获得有关蓄电池单元BU的输入电压的信息。

[0125] 下面将描述充电器电路41a中所提供的前馈控制系统。

[0126] 运算放大器55的非反向输入端子的输入是通过将充电器电路41a的输入电压降压 k_b 倍(其中, k_b 是大约几十分之一到百分之一)所获得的电压。同时,运算放大器55的反向输入端子b1的输入是通过将电压 V_b 降压 k_b 倍所获得的电压,其中,电压 V_b 被设置为来自高电压输入电源电路11或低电压输入电源电路12的输出电压的下限。例如,从CPU 45向运算放大器55的反向输入端子b1施加 $k_b \times V_b$ 的输入电压。

[0127] 相应地,当充电器电路41a的输入电压充分高于预先所确定的固定电压 V_b ,充电器电路41a中所提供的前馈控制系统升压来自充电器电路41a的输出电压。然后,当充电器电路41a的输入电压接近预先所确定的固定电压 V_b 时,前馈控制系统降压来自充电器电路41a的输出电压。

[0128] 类似于上文中参照图4所述的晶体管36,配置晶体管56使得当充电器电路41a的输入电压高于预先所确定的值时,来自充电器电路41a的输出电压值不会超过预先设定的上限。应注意的是,充电器电路41a的输出电压值的范围取决于电阻 R_{b1} 、电阻 R_{b2} 以及电阻 R_{b3} 的组合电阻值。因此,响应于连接至充电器电路的蓄电池B的类型而调节电阻 R_{b1} 、电阻 R_{b2} 以及电阻 R_{b3} 的电阻值。

[0129] 此外,如上所述,充电器电路41a也包括反馈控制系统。反馈控制系统由例如电流传感器54、运算放大器57、晶体管58等配置而成。

[0130] 如果向蓄电池Ba所提供的电流流量超过预先设定的规定值,那么通过反馈控制系统降压来自充电器电路41a的输出电压,并限制对蓄电池Ba所提供的电流流量。依照连接至各个充电器电路的蓄电池B的额定值,来确定要提供至蓄电池Ba的电流流量的限制程度。

[0131] 如果通过前馈控制系统或反馈控制系统降压来自充电器电路41a的输出电压,那么要提供至蓄电池Ba的电流流量被限制。当向蓄电池Ba所提供的电流流量被限制时,结果,减慢了所连接至充电器电路41a的蓄电池Ba的充电。

[0132] 现在,为了便于理解本公开的实施方式,以MPPT控制和通过电压跟踪法控制作为实例来描述控制方法。

[0133] [MPPT控制]

[0134] 首先,将MPPT控制的概要描述如下。

[0135] 图8A示出了太阳能电池的电压-电流特性曲线图。在图8A中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,在图8A中,当光照射在太阳能电池上、太阳能电池的端子短路时, I_{sc} 表示输出电流值,而当光照射在太阳能电池上、太阳能电池的端子开路时, V_{oc} 代表输出电压。电流 I_{sc} 和电压 V_{oc} 分别称为短路电流和开路电压。

[0136] 如图8A所见,当光照射在太阳能电池上、太阳能电池的端子短路时,太阳能电池的端子电流显示最大值。此时,太阳能电池的端子电压几乎为0。另一方面,当光照射在太阳能电池上、太阳能电池的端子开路时,太阳能电池的端子电压呈现最大值。此时,太阳能电池的端子电流基本为0A。

[0137] 现在假定由图8A中所示的曲线C1来表示太阳能电池的电压-电流特性的图示。在这里,如果负载连接至太阳能电池,那么要从太阳能电池提取的电压和电流取决于连接至

太阳能电池的负载所需的功耗。此时,由太阳能电池的一组端子电压和端子电流所表示的曲线C1上的点称做太阳能电池的操作点。应注意的是,图8A示意性地表示出了操作点的位置,但不表示实际操作点的位置。这也类似地适用于本公开的任何其他图上出现的操作点。

[0138] 如果太阳能电池的电压-电流特性表示曲线上的操作点发生变化,那么具有端子电压和端子电流(即,所产生的电力)的结果呈现出最大值的一组端子电压 V_a 和端子电流 I_a 被找到。通过具有由太阳能电池所获得的电力呈现出最大值的一组端子电压 V_a 和端子电流 I_a 所表示的点称做太阳能电池的最佳操作点。

[0139] 当通过图8A中所示的曲线C1来表示太阳能电池的电压-电流特性的图示的时候,通过提供最佳操作点的端子电压 V_a 和端子电流 I_a 的结果,来确定从太阳能电池所获得的最大电力。换言之,当通过图8A中所示的曲线C1来表示太阳能电池的电压-电流特性的图示时,由图8A中的阴影区域面积(即,通过 $V_a \times I_a$)来表示从太阳能电池所获得的最大的电力。应注意的是, $V_a \times I_a$ 除以 $V_{oc} \times I_{sc}$ 所获得的数量是填充因子(fill factor)。

[0140] 最佳操作点变化取决于所连接到太阳能电池的负载所需的电力,而当所连接至太阳能电池的负载所需的电力发生变化时,操作点的表示点 P_A 在曲线C1上移动。当负载所需电力量小的时候,要提供至负载的电流可能低于在最佳操作点的端子电流。因此,此时的太阳能电池的端子电压值高于在最佳操作点的电压值。另一方面,当负载所需的电力量大于在最佳操作点能够提供的电力量时,该电力量超过光照强度在此刻能够提供的电力量。因此,认为太阳能电池的端子电压朝0V下降。

[0141] 图8A中所示的曲线C2和曲线C3示出了例如在太阳能电池上的光照强度发生变化时太阳能电池的电压-电流特性。例如,图8A中所示的曲线C2对应于在太阳能电池上的光照强度增加的情况下的电压-电流特性,而图8A中所示的曲线C3对应于在太阳能电池上的光照强度减少的情况下的电压-电流特性。

[0142] 例如,如果在太阳能电池上的光照强度增加,并且太阳能电池的电压-电流特性的表示曲线从曲线C1变化到曲线C2,那么响应于在太阳能电池上的光照强度的增加,最佳操作点也发生变化。应注意的是,最佳操作点在此时从曲线C1上的点移动至曲线C2上的另一点。

[0143] MPPT控制无非是确定相对于太阳能电池的电压-电流特性的表示曲线变动的最佳操作点,并控制太阳能电池的端子电压或端子电流,以便从太阳能电池所获得的电力可被最大化。

[0144] 图8B是曲线图,即P-V曲线,表示由某一曲线表示太阳能电池的电压-电流特性的情况下,太阳能电池的端子电压和太阳能电池的发电电力之间的关系。

[0145] 如图8B所见,如果假定太阳能电池所产生电力假设是提供最大操作点上的端子电压上的最大值 P_{max} ,那么通过称做登山法(mountain climbing method)的方法,能够确定提供最大操作点的端子电压。下述一系列步骤通常由太阳能电池和电力系统之间所连接的功率调节器的CPU等来执行。

[0146] 例如,来自太阳能电池的所输入电压初值设成 V_0 ,并首先计算在此时所产生的电力 P_0 。然后,如 $V_1 = V_0 + \epsilon$ 所表示来自太阳能电池的要被输入的电压以 ϵ (大于0,即 $\epsilon > 0$)进行增长,以确定电压 V_1 。接着,计算来自太阳能电池的所输入电压为 V_1 时所产生的电力 P_1 。然后,所产生的电力 P_0 和所产生的电力 P_1 彼此进行比较,如果 $P_1 > P_0$,那么如 $V_2 = V_1 + \epsilon$ 所表示来自太

太阳能电池的要被输入的电压以 ϵ 进行增长。接着,计算来自太阳能电池的所输入电压为 V_2 时所产生的电力 P_2 。然后,所得的所产生的电力 P_2 与之前所产生的电力 P_1 相比。接着,如果 $P_2 > P_1$,那么来自太阳能电池的要被输入的电压以 ϵ 进行增长,如 $V_3 = V_2 + \epsilon$ 所示。然后,计算来自太阳能电池的所输入电压为 V_3 时所产生的电力 P_3 。

[0147] 在这里,如果 $P_3 < P_2$,那么提供最大操作点的端子电压存在于电压 V_2 和电压 V_3 之间。通过以这种方式调节 ϵ 的幅度,能够确定提供最大操作点的端子电压具有任意精度。可对上述步骤应用二分法算法。应注意的是,如果在太阳能电池的光照射面上局部出现阴影的这种情况下, P - V 曲线具有两个以上的峰,那么简单的登山法不能处理这种情况。因此,控制程序需要某些方案。

[0148] 根据MPPT控制,因为能够调整端子电压使得从太阳能电池来看的负载总是处于最佳状态,所以在不同天气条件下能够从太阳能电池提取最大电力。另一方面,需要模拟/数字转换(A/D转换),用于提供最大操作点的端子电压的计算,除此之外计算中包括乘法。因此,控制需要时间。所以,在天空突然变得多云以及太阳能电池上的光照强度突然变化的情况下,MPPT控制有时不能响应太阳能电池上的光照强度的突然变化。

[0149] [电压跟踪法控制]

[0150] 在这里,如果将图8A中所示的曲线C1到C3相互比较,那么,相对于太阳能电池上的光照强度的变化(可认为是电压-电流特性表示曲线的变化)的开路电压 V_{oc} 的变化小于短路电流 I_{sc} 的变化。此外,所有太阳能电池示出的电压-电流特性彼此相似,众所周知,在晶体硅太阳能电池的情况下,在开路电压的大约80%附近找到提供最大操作点的端子电压。相应地,据估计如果设置合适的电压值作为太阳能电池的端子电压,并调节转换器的输出电流,以便太阳能电池的端子电压变得与所设置的电压值相等,那么就能够从太阳能电池高效率地提取电力。如刚才所描述通过电流限制的该控制称做电压跟踪法。

[0151] 下面将描述电压跟踪法控制的概要。作为前提,假定在太阳能电池和功率调节器之间配置开关元件,并在太阳能电池和该开关元件之间配置电压测量仪器。还假定太阳能电池处于光照射在其上的状态下。

[0152] 首先,断开开关元件,然后在达到预定时间时,通过电压测量仪器来测量太阳能电池的端子电压。之所以在断开开关元件后、在太阳能电池的端子电压测量之前等待预定时间过去的原因是为了等待太阳能电池的端子电压稳定。此时的端子电压是开路电压 V_{oc} 。

[0153] 然后,计算通过测量所获得的例如80%的开路电压的电压值,将其作为目标电压值,并且该目标电压值暂时驻留在存储器等中。接着,导通开关元件,以开始功率调节器的转换器的通电。此时,调节转换器的输出电流,以便太阳能电池的端子电压变得等于目标电压值。在各个任意时间间隔之后,执行上述顺序的过程。

[0154] 与MPPT控制相比,电压跟踪法控制在通过太阳能电池所获得电力的损耗较高。然而,因为电压跟踪法控制能够通过简单的电路和较低的成本来实施,所以包括转换器的功率调节器能够以相对低廉的成本来进行配置。

[0155] 图9A示出了相对于太阳能电池的电压-电流特性的表示曲线变化的操作点的变化。在图9A中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,图9A中的空心圆形标记表示当实施MPPT控制时的操作点,而图9A中的实心圆标记表示当实施电压跟踪法控制时的操作点。

[0156] 现在假定表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线是曲线C5。然后,如果假定,当太阳能电池上的光照强度变化时,表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C5到曲线C8顺序变化。响应于太阳能电池的电压-电流特性的表示曲线的变化,根据控制方法的操作点也发生变化。应注意的是,因为相对于太阳能电池上的光照强度变化的开路电压 V_{oc} 的变化小,在图9A中,当通过实施电压跟踪法控制时的目标电压值被看做是大体固定的值 V_s 。

[0157] 正如从图9A可见,当表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线为曲线C6时,MPPT控制的操作点和通过电压跟踪法控制的操作点之间的偏离程度低。因此,可以认为,当表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线为曲线C6时,通过两种不同控制之间的太阳能电池所获得的发电电力没有明显的差异。

[0158] 另一方面,如果表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线为曲线C8,那么MPPT控制的操作点和通过电压跟踪法控制的操作点之间的偏离程度高。例如,如图9A中所示,如果当分别施加MPPT控制的端子电压和当施加电压跟踪法控制的端子电压之间的差异 ΔV_6 和差异 ΔV_8 进行相互比较,那么 $\Delta V_6 < \Delta V_8$ 。因此,当表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线为曲线C8时,当施加MPPT控制时从太阳能电池所获得的发电电力与当施加电压跟踪法控制时从太阳能电池所获得的发电电力之间的差异大。

[0159] [控制单元和蓄电池单元的协调控制]

[0160] 现在,描述控制单元和蓄电池单元的协调控制的概要。在下面的描述中,控制单元和蓄电池单元的协同或联锁控制被恰当地称为协调控制。

[0161] 图9B示出了控制系统的配置实例,其中,通过控制单元和多个蓄电池单元来实施协调控制。

[0162] 参照图9B,例如,每个包括一套充电器电路和蓄电池的一个或多个蓄电池单元BU连接至控制单元CU。如图9B中所示,一个或多个蓄电池单元BU以并联方式连接至电源线L1。应注意的是,尽管图9B中仅示出了一个控制单元CU,同样在控制系统包括多个控制单元CU的情况下,一个或多个控制单元CU以并联方式连接至电源线L1。

[0163] 通常,如果尝试使用由太阳能电池所获得的电力来对一个蓄电池充电,那么,通过在太阳能电池和蓄电池之间介入功率调节器来执行上述的MPPT控制或电压跟踪法控制。虽然一个蓄电池可由整体方式操作的多个蓄电池配置而成,但所述蓄电池通常是那些单个类型的蓄电池。换言之,假定通过在太阳能电池和一个蓄电池之间连接单个功率调节器来执行上述的MPPT控制或电压跟踪法控制。此外,在充电期间,构成充电目标的蓄电池的数量和配置(为诸如并联连接或串联连接的连接方案)不会改变而通常是固定的。

[0164] 同时,在协调控制中,控制单元CU和多个蓄电池单元BUa、BUb、BUc、...实施自治控制,以便控制单元CU的输出电压和蓄电池单元BU所需的电压彼此良好地平衡。如上文所述,包含在蓄电池单元BUa、BUb、BUc...中的蓄电池B可以是任何类型。换言之,根据本公开的控制单元CU能够实施用于蓄电池B的多种类型的协调控制。

[0165] 此外,在图9B所示的配置实例中,单个蓄电池单元BU能够任意连接或断开,并且在太阳能电池的发电期间,连接至控制单元CU的蓄电池单元BU的数量也是可变的。在图9B所示的配置实例中,在太阳能电池的发电期间,从太阳能电池来看的负载是可变的。然而,在太阳能电池的发电期间,协调控制不仅能够处理太阳能电池上的光照强度的变动,也能处理从太阳能电池来看的负载变动。这是在相关领域中的配置没有实现的重要特性之一。

[0166] 可构建动态地改变充电率的控制系统,通过将上述控制单元CU和蓄电池单元BU彼此连接,以响应于从控制单元CU提供的能力。下面将描述协调控制的实例。应注意的是,在下面的描述中,虽然以一个蓄电池单元BUa连接至控制单元CU的控制系统(其处于初始状态中)作为实例,但协调控制也类似地应用到多个蓄电池单元BU连接至控制单元CU的地方。

[0167] 例如,假定太阳能电池连接至控制单元CU的输入侧,并且蓄电池单元BUa连接至控制单元CU的输出侧。同样,假定太阳能电池的输出电压上限是100V,并期望太阳能电池的输出电压下限被控制到75V。换言之,假定电压 V_{t0} 设成 $V_{t0}=75V$,并且运算放大器35的反向输入端子的输入电压是 $k_c \times 75V$ 。

[0168] 此外,假定来自控制单元CU的输出电压的上限和下限分别设成例如48V和45V。换言之,假定电压 V_b 设成 $V_b=45V$,并且运算放大器55的反向输入端子的输入电压是 $k_b \times 45V$ 。应注意的是,在高电压输入电源电路11中适当地选择电阻 R_{c1} 和电阻 R_{c2} ,调节来自控制单元CU的输出端的上限值48V。换言之,假定来自控制单元CU的输出的目标电压值设成48V。

[0169] 此外,假定来自蓄电池单元BUa的充电器电路41a的输出电压的上限和下限分别设成例如42V和28V。相应地,选择充电器电路41a中的电阻 R_{b1} 、电阻 R_{b2} 和电阻 R_{b3} ,以便来自充电器电路41a的输出电压的上限和下限分别可以成为42V和28V。

[0170] 应注意的是,充电器电路41a的输入电压是上限电压的状态,其对应于蓄电池Ba的充电率是100%的状态,而充电器电路41a的输入电压是下限电压的另一状态对应于蓄电池Ba的充电率是0%的状态。具体地说,充电器电路41a的输入电压是48V的状态对应于蓄电池Ba的充电率是100%的状态,而充电器电路41a的输入电压是45V的状态对应于蓄电池Ba的充电率是0%的状态。对应于输入电压从45V到48V范围内的变动,充电率设置在0%到100%的范围内。

[0171] 应注意的是,可与协调控制并行、独立地实施蓄电池的充电率控制。具体地说,因为在充电初期实施恒定电流充电,所以来自充电器电路41a的输出是反馈调节充电电压,以便充电电流可保持低于固定电流。那么在末期,充电电压保持等于或低于固定电压。这里被调节的充电电压等于或低于通过上述的协调控制所调节的电压。通过控制,在从控制单元CU所提供的电力之内实施充电过程。

[0172] 首先,将描述在太阳能电池上的光照强度发生变化的情况下,实施协调控制时操作点的变化。

[0173] 图10A示出了在太阳能电池上的光照强度降低的情况下来实施协调控制时操作点的变化。在图10A中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,图10A中的空心圆形标记表示当实施MPPT控制时的操作点,而图10A中的阴影圆形标记表示当实施协调控制时的操作点。图10A中所示的曲线C5到曲线C8表示太阳能电池上的光照强度发生变化时,太阳能电池的电压-电流特性。

[0174] 现在假定蓄电池Ba所需电力是100W(瓦特),并且由曲线C5(对应于最晴朗天气状态)来表示太阳能电池的电压-电流特性。此外,假定此时太阳能电池的操作点由例如曲线C5上的点表示,并且经由高电压输入电源电路11和充电器电路41a,向蓄电池Ba提供来自太阳能电池的电力(或供给量)高于蓄电池Ba所需电力(或需求量)。

[0175] 当向蓄电池Ba提供来自太阳能电池的电力高于蓄电池Ba所需电力时,从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压(即电压 V_{12})是48V上限。具体地说,因为对蓄电池单元BUa

的输入电压是48V上限,所以来自蓄电池单元BUa的充电器电路41a的输出电压是42V上限,并且以100%的充电率实施蓄电池Ba的充电。应注意的是,例如,剩余的电力作为热量被丢弃。应注意的是,虽然已经描述了以100%的充电率实施蓄电池的充电,但蓄电池的充电不局限于100%,而能够依照蓄电池的特性进行适当的调节。

[0176] 如果天空从最晴朗的状态开始变得多云,那么表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C5变化至曲线C6。当天空变得多云时,太阳能电池的端子电压逐渐降低,并且从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压也逐渐降低。相应地,当表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C5变化至曲线C6时,太阳能电池的操作点移动至例如曲线C6上的b点。

[0177] 如果天空从多云状态变得更加多云,那么表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C6变化至曲线C7,并且当太阳能电池的端子电压逐渐降低时,从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压也逐渐降低。当从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压降低到某种程度时,控制系统不能再向蓄电池Ba提供100%的电力。

[0178] 在这里,如果太阳能电池的端子电压从100V接近下限 $V_{t0}=75V$,那么控制单元CU的高电压输入电源电路11开始将对蓄电池单元BUa的输出电压从48V向 $V_b=45V$ 降压。

[0179] 从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压开始降低之后,对蓄电池单元BUa的输入电压降低,并且因此,蓄电池单元BUa的充电器电路41a开始降压蓄电池Ba的输出电压。当来自充电器电路41a的输出电压降低时,向蓄电池Ba所提供的充电电流减少,并且所连接至充电器电路41a的蓄电池Ba的充电减慢。换言之,蓄电池Ba的充电率降低。

[0180] 当蓄电池Ba的充电率降低时,功耗降低,并且因此,从太阳能电池来看的负载减小。因此,通过从太阳能电池来看的负载的减少量来升高或恢复太阳能电池的端子电压。

[0181] 当太阳能电池的端子电压升高时,从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压的降低程度降低而蓄电池单元BUa的输入电压升高。当蓄电池单元BUa的输入电压升高时,蓄电池单元BUa的充电器电路41a升压来自充电器电路41a的输出电压,以提升蓄电池Ba的充电率。

[0182] 当蓄电池Ba的充电率升高时,从太阳能电池来看的负载增加,并通过从太阳能电池来看的负载增加量来降低太阳能电池的端子电压。当太阳能电池的端子电压降低时,控制单元CU的高电压输入电源电路11降压蓄电池单元BUa的输出电压。

[0183] 此后,自动重复上述的充电率调节,直到从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压收敛至建立电力需求和供给之间平衡的那个值为止。

[0184] 协调控制不同于MPPT控制之处在于它不通过软件控制。因此,协调控制无需提供最大操作点的端子电压计算。此外,通过协调控制的充电率调节不包括通过CPU的计算。因此,协调控制与MPPT控制相比功耗低,并且上述的充电率调节在大约几纳秒到几百纳秒这样短的时间来执行。

[0185] 此外,因为高电压输入电源电路11和充电器电路41a仅仅检测至该处的输入电压幅度并调节输出电压,所以无需模拟/数字转换,并且也无需控制单元CU和蓄电池单元BUa之间的通信。相应地,协调控制无需复杂的电路,并且用于实施协调控制的电路规模小。

[0186] 在这里,假定在曲线C5的a点上,控制单元CU能够提供100W的电力,并且从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压收敛至某一值。此外,假定太阳能电池的操作点变化至例

如曲线C7上的c点。此时,所提供至蓄电池Ba的电力变得低于100W。然而,如图10A所见,依靠电压 V_{t0} 的选择值,能够向蓄电池Ba提供不次于其中实施MPPT控制的情况下的电力。

[0187] 如果天空变得更进一步的多云,那么表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C7变化至曲线C8,并且太阳能电池的操作点变化至例如曲线C8上的d点。

[0188] 如图10A所见,因为在协调控制下,调节了电力的需求和供给之间的平衡,所以太阳能电池的端子电压未变得低于电压 V_{t0} 。换言之,在协调控制下,即使太阳能电池上的光照强度急剧地降低,太阳能电池的端子电压也完全不会变得低于电压 V_{t0} 。

[0189] 如果太阳能电池上的光照强度急剧地降低,那么太阳能电池的端子电压开始呈现出最接近于电压 V_{t0} 的值,所提供至蓄电池Ba的电流变得非常小。相应地,当太阳能电池上的光照强度急剧地降低时,尽管对蓄电池Ba的充电需要时间,但因为控制系统中电力的需求和供给彼此充分平衡,所以控制系统不会遭遇系统宕机。

[0190] 如上所述,因为在非常短的时间内执行了通过协调控制的充电率调节,所以根据协调控制,即使天空突然开始变得多云并且太阳能电池上的光照强度突然地减少,也能够避免控制系统的系统宕机。

[0191] 现在,将描述从太阳能电池来看的负载发生变化的情况下,实施协调控制时操作点的变化。

[0192] 图10B示出了从太阳能电池来看的负载增加的情况下,实施协调控制时操作点的变化。在图10B中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,图10B中的阴影圆形标记表示实施协调控制时的操作点。

[0193] 现在假定太阳能电池上的光照强度未发生变化,并由图10B所示的曲线C0来表示太阳能电池的电压-电流特性。

[0194] 控制系统启动后不久,估计其内部中的功耗几乎为零,并且因此,可以认为太阳能电池的端子电压大体等于开路电压。相应地,控制系统启动后不久的太阳能电池的操作点可认为存在于例如曲线C0的e点上。应注意的是,从控制单元CU到蓄电池单元BUa的输出电压可认为是48V上限。

[0195] 启动连接至蓄电池单元BUa的蓄电池Ba的电力供给后,太阳能电池的操作点移动至例如曲线C0上的g点。应注意的是,在本实例的描述中,因为蓄电池Ba所需电力是100W,所以在图10B中通过阴影所表示区域S1的面积等于100W。

[0196] 当太阳能电池的操作点在曲线C0的g点上时,控制系统所处的状态是:经由高电压输入电源电路11和充电器电路41a,向蓄电池Ba所提供来自太阳能电池的电力高于蓄电池Ba所需电力。相应地,太阳能电池的端子电压、来自控制单元CU的输出电压以及当太阳能电池的操作点在曲线C0的g点上时向蓄电池Ba所提供的电压分别是100V、48V以及42V。

[0197] 在这里,假定具有类似于蓄电池单元BUa的配置的蓄电池单元BUb新近连接至控制单元CU。如果假定与连接至蓄电池单元BUa的蓄电池Ba类似,连接至蓄电池单元BUb的蓄电池Bb需要100W的电力用于其充电,那么功耗增加并且从太阳能电池来看的负载突然增加。

[0198] 为了向两个蓄电池提供总计200W的电力,例如,当维持来自蓄电池单元BUa的充电器电路41a和蓄电池单元BUb的充电器电路41b的输出电压时,总输出电流必须翻倍。

[0199] 然而,当发电机是太阳能电池的场合下,太阳能电池的端子电压也随着充电器电路41a和充电器电路41b的输出电流的增加而降低。因此,相比较于当太阳能电池的操作点

在g点的情况下,总输出电流必须高于两倍。因此,太阳能电池的操作点必须在例如如图10B所示曲线C0的h点上,并且太阳能电池的端子电压急剧地降低。如果太阳能电池的端子电压急剧地降低,那么控制系统可能遭遇系统宕机。

[0200] 在协调控制中,如果太阳能电池的端子电压降低是由于蓄电池单元BUb的新近或其他连接的结果,那么在控制系统中实施电力需求和供给之间的平衡调节。具体地说,两个蓄电池的充电率自动降低,以便向蓄电池Ba和蓄电池Bb提供的电力可以完全变为例如150W。

[0201] 具体地说,如果太阳能电池的端子电压降低是由于蓄电池单元BUb的新近连接的结果,那么从控制单元CU到蓄电池单元BUa和蓄电池单元BUb的输出电压也降低。如果太阳能电池的端子电压从100V接近下限 $V_{t0}=75V$,那么控制单元CU的高电压输入电源电路11开始将对蓄电池单元BUa和蓄电池单元BUb的输出电压从48V向 $V_b=45V$ 降压。

[0202] 当从控制单元CU到蓄电池单元BUa和蓄电池BUb的输出电压降压时,对蓄电池单元BUa和BUb的输入电压降低。因此,蓄电池单元BUa的充电器电路41a和蓄电池单元BUb的充电器电路41b开始分别降低对蓄电池Ba和蓄电池Bb的输出电压。当来自充电器电路的输出电压降低时,所连接至充电器电路的蓄电池的充电减慢。换言之,每个蓄电池的充电率降低。

[0203] 当每个蓄电池的充电率降低时,整体来看功耗减少了,因此,从太阳能电池来看的负载减小,并且通过对应于从太阳能电池来看的负载减小量的量,来升高或恢复太阳能电池的端子电压。

[0204] 此后,如太阳能电池上的光照强度突然减小的情况下,以同样的方法,实施充电率的调节,直至从控制单元CU到蓄电池单元BUa和蓄电池单元BUb的输出电压收敛至建立电力需求和供给之间平衡的那个值为止。

[0205] 应注意的是,它随电压值的实际收敛值的情况而定。因此,尽管不确定地知道电压值的实际收敛值,但因为当太阳能电池的端子电压变得等于下限 $V_{t0}=75V$ 时停止了充电,所以估计电压值的收敛值略高于下限 V_{t0} 的值。此外,估计因为各单个蓄电池单元在联锁关系中彼此互不控制,所以即使各单个蓄电池单元具有相同配置,由于所使用元件的偏差(dispersion),所以在各单个蓄电池单元之间的充电率不同。然而,蓄电池单元能够通过协调控制被整体控制的情况则无此变化。

[0206] 因为在非常短的时间内执行通过协调控制的充电率调节,所以,如果蓄电池单元BUb是新近连接的,那么太阳能电池的操作点从曲线C0的g点变化到i点。应注意的是,为了在图10B中方便描述,尽管h点示出了作为在曲线C0上太阳能电池操作点的实例,但在协调控制下,太阳能电池的操作点实际上不会变化至h点。

[0207] 以此方法,在协调控制下,响应于从太阳能电池来看的负载的增加,单个蓄电池单元BU的充电器电路检测至该处的输入电压大小,并且自动地抑制由此将被吸入的电流量。根据协调控制,即使连接至控制单元CU的那些蓄电池单元BU的数量增加,而突然地增加从太阳能电池来看的负载,也能够预防控制系统可能的系统宕机。

[0208] 现在,将描述在太阳能电池上的光照强度以及从太阳能电池来看的负载两者都发生变化的情况下,实施协调控制时操作点的变化。

[0209] 图11A示出了在太阳能电池上的光照强度以及从太阳能电池来看的负载两者都发生变化的情况下,实施协调控制时操作点的变化。在图11A中,纵坐标轴表示太阳能电池的

端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。图11A中的阴影圆形标记表示实施协调控制时的操作点。在图11A中所示的曲线C5到曲线C8表示在太阳能电池上的光照强度发生变化的情况下太阳能电池的电压-电流特性。在下面,表示太阳能电池的电压-电流特性(对应于相同的光照强度)的那些曲线在图中用相同的参考符号来表示。

[0210] 首先,假定包括蓄电池Ba的蓄电池单元BUa连接至控制单元CU,其中,蓄电池Ba需要用于其充电的100W电力。另外假定,此时太阳能电池的电压-电流特性由曲线C7表示,并且太阳能电池的操作点由曲线C7上的p点表示。

[0211] 假定在p点的太阳能电池的端子电压非常接近预先设定作为太阳能电池的输出电压下限的电压 V_{t0} 。太阳能电池的端子电压非常接近电压 V_{t0} 意味着,在控制系统中,执行由协调控制的充电率调节并显著地抑制了充电率。具体地说,在由图11A中所示的p点来表示太阳能电池操作点的状态下,经由充电器电路41a向蓄电池Ba所提供的电力显著高于从太阳能电池向高电压输入电源电路11所提供的电力。相应地,在由图11A中所示的p点来表示太阳能电池操作点的状态下,通过大量实施充电率的调节,并将远低于100W的电力提供至蓄电池Ba充电的充电器电路41a。

[0212] 假定此后太阳能电池上的光照强度增加,并且表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C7变化至曲线C6。此外,假定具有类似于蓄电池单元BUa配置的蓄电池单元BUb新近连接至控制单元CU。此时,太阳能电池的操作点从例如曲线C7上的p点变化至曲线C6上的q点。

[0213] 因为两个蓄电池单元连接至控制单元CU,所以当充电器电路41a和充电器电路41b对蓄电池Ba和蓄电池Bb完全充电时的功耗是200W。然而,当太阳能电池上的光照强度不足时,继续进行协调控制,并将功耗调节至低于200W的值(例如,调节至150W)。

[0214] 在这里,假定此后天空放晴,表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C6变化至曲线C5。此时,当太阳能电池所产生的电力随同太阳能电池上的光照强度的增加而增加时,来自太阳能电池的输出电流增加。

[0215] 如果太阳能电池上的光照强度显著地增加,并且太阳能电池所产生的电力进一步地增加,那么在某一点上,太阳能电池的端子电压变得显著高于电压 V_{t0} 。如果经由高电压输入电源电路11以及充电器电路41a和充电器电路41b,从太阳能电池向两个蓄电池所提供的电力变成高于向两个蓄电池充电所需的电力,那么减小或自动取消通过协调控制的充电率调节。

[0216] 此时,太阳能电池的操作点由例如曲线C5上的r点来表示,并以100%的充电率来实施单个蓄电池Ba和蓄电池Bb的充电。

[0217] 然后,假定太阳能电池上的光照强度减小,并且表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C5变化至曲线C6。

[0218] 当太阳能电池的端子电压降低并接近预先设定的电压 V_{t0} 时,再次执行通过协调控制的充电率调节。此时太阳能电池的操作点由曲线C6的q点表示。

[0219] 假定此后太阳能电池上的光照强度进一步地减小,并且表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线从曲线C6变化至曲线C8。

[0220] 因此,由于调节充电率以便太阳能电池的操作点不会变得低于电压 V_{t0} ,所以来自太阳能电池的端子电流减少,并且太阳能电池的操作点从曲线C6上的q点变化至曲线C8上

的s点。

[0221] 在协调控制中,调节控制单元CU和单个蓄电池单元BU之间的电力需求和供给之间的平衡,以便向单个蓄电池单元BU的输入电压不会变得低于预先所确定的电压 V_{t0} 。相应地,采用协调控制,能够在实时基础上改变单个蓄电池B的充电率,以响应于从单个蓄电池单元BU来看的输入侧的供给能力。以此方法,协调控制不仅能够处理太阳能电池上光照强度的变动,也能处理从太阳能电池来看的负载变动。

[0222] 如上文所述,本公开无需商用电力。相应地,本公开在不支持电源设备或电力网络的地区也有效。

[0223] 图11B示出了当执行MPPT控制时的操作点和通过执行协调控制的充电率调节时的操作点之间的比较。在图11B中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,图11B中的空心圆形标记表示当实施MPPT控制时的操作点,而图11B中阴影圆形标记表示当实施协调控制时的操作点。图11B中所示的曲线C7到曲线C10表示太阳能电池上的光照强度发生变化的情况下的太阳能电池的电压-电流特性。

[0224] 在这里,假定太阳能电池的电压-电流特性由曲线C7到曲线C10的各个曲线来表示的情况下,执行通过协调控制的充电率调节。此外,不会发生蓄电池单元BU至控制单元CU的连接,或蓄电池单元BU从控制单元CU的断开,并且从太阳能电池来看的负载无变动。这也适用于下面的描述。

[0225] 当通过控制系统执行由协调控制的充电率调节时,如图11B中所示,太阳能电池的端子电压假定电压最接近预先设定的电压 V_{t0} 。

[0226] 在这里,如果假定表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线由如图11B中所示的曲线C8或曲线C9表示,那么如图11B中所见,协调控制中的操作点和MPPT控制中的操作点之间的偏离程度小。相应地,在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线由曲线C8或曲线C9表示的这种情况下,以协调控制和MPPT控制的任一方法,从太阳能电池所获得的发电电力中未出现显著的差异。

[0227] 另一方面,正如从图11B所见,如果表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线是曲线C7,那么以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度 ΔV_7 大。在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线是曲线C10的情况下,以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度 ΔV_{10} 大于偏离程度 ΔV_7 。

[0228] 相应地,在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线是曲线C7或曲线C10这样的情况下,通过应用协调控制来自太阳能电池所获得的发电电力和通过应用MPPT控制,来自太阳能电池所获得的发电电力之间的差异大。

[0229] 这意味着,在以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度大,而太阳能电池上的光照强度发生微小变化的情况下,通过太阳能电池所获得电力的损耗随着时间推移而积累。

[0230] 本公开的发明人注意到以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度并进行了大量研究,以抑制从太阳能电池所获得电力的损耗。因此,成功地发明了本公开的技术。

[0231] [电力损耗的抑制]

[0232] 图12A示出了根据本公开的电力控制装置的配置实例。如图12A所见,根据本公开

的电力控制装置能够由例如上文所述的控制单元CU配置而成。尽管在图12A中示出包括高电压输入电源电路11的控制单元作为电力控制装置的实例,但是该控制单元也可以包括代替高电压输入电源电路11的低电压输入电源电路12或包括高电压输入电源电路11外加低电压输入电源电路12。

[0233] 参照图12A,控制单元CU包括高电压输入电源电路11、电压传感器11c、电流传感器11e、CPU 13、储存控制程序的存储器15以及D/A转换部分16。高电压输入电源电路11包括DC-DC转换器11b和运算放大器35。D/A转换部分16包括内置存储器16m。

[0234] 如上文所述,电压 V_{t0} 的值驻留在D/A转换部分16内置存储器16m中,并且D/A转换部分16转换内置存储器16m中所驻留的数字值,并输出相应的电压。必要时通过例如CPU 13,重写内置存储器16m中所驻留的数字值。控制单元CU每次启动时,CPU 13可从存储器15提取数据并设置在内置存储器16m中所驻留的数字值。

[0235] 如上文所述,将响应于环境发电的发电部连接至控制单元CU。在图12A中,示出了配置实例,其中,将作为发电部的太阳能电池PV连接至控制单元CU。从发电部所获得的电力经由控制单元CU提供至诸如一个或多个蓄电池B的负载。

[0236] 从发电部所获得的电力的大小依靠环境情况而变化。控制单元CU改变来自该处的输出电压,以响应于从发电部所发送至该处的电压变动。

[0237] 如图12A中所见,控制单元CU中所提供高电压输入电源电路11的、等于输入电压 k_c 倍的电压施加至运算放大器35的非反向输入端子。

[0238] 同时,对运算放大器35的反向输入端子施加来自D/A转换部分16、作为太阳能电池输出电压下限的、等于预先设定的电压值 E_t 的 k_c 倍大小的电压。

[0239] 如上文所述,基准电压值 E_t 驻留在例如D/A转换部分16的内置存储器16m中。相应地,例如,当太阳能电池的输出电压下限设成 V_{t0} 时,电压值 E_t 设成 $E_t = V_{t0}$ 。相应地, $k_c \times V_{t0}$ 大小的电压被施加至运算放大器35的反向输入端子。在下面的描述中,把作为太阳能电池输出电压下限的预先设定的电压适当地称为基准电压。

[0240] 例如,来自运算放大器35输出端的输出被输入至如上文所述的DC-DC转换器11b的驱动器上所提供的控制端子。DC-DC转换器11b调节来自高电压输入电源电路11的输出电压,以便可以固定控制端子的输入电压。相应地,响应于来自发电部的电压变动而调节来自控制单元CU的输出电压。

[0241] 应注意的是,CPU 13通过电压传感器11c获得控制单元CU的输入电压大小。控制单元CU的输入电压大小是太阳能电池PV端子电压的大小。

[0242] 此外,CPU 13通过电流传感器11e获得控制单元CU的输入电流大小。控制单元CU的输入电流大小是太阳能电池PV端子电流的大小。

[0243] 图12B示出了是否正在由协调控制执行充电率调节的判断方法的实例。在图12B中,纵坐标轴表示太阳能电池的端子电流,而横坐标轴表示太阳能电池的端子电压。此外,图12B中的空心圆形标记表示当实施MPPT控制时的操作点,而图12B中的阴影圆形标记表示当实施协调控制时的操作点。图12B中所示的曲线C7到曲线C10表示在太阳能电池上的光照强度发生变化的情况下太阳能电池的电压-电流特性。

[0244] 如上文所述,当太阳能电池的端子电压随着太阳能电池上的光照强度降低而接近基准电压时,高电压输入电源电路11降压来自该处的输出电压。应注意的是,在协调控制

下,因为调节电力的需求和供给之间的平衡,所以太阳能电池的端子电压未变得低于电压 V_{t0} 。

[0245] 相应地,如果假定大小适当的 δ 大于0,那么当太阳能电池的端子电压高于电压 V_{t0} 但等于或低于 $V_{t0}+\delta$ 时,能够判定正在由协调控制执行充电率调节。例如,能够适当地设置 δ 的值并且大约在几V至几十V以下。

[0246] 在这里,如果参照实施图12B中的协调控制时的该组操作点,则所有操作点都接近基准电压 V_{t0} 。相应地,能够判定由实施图12B中的协调控制时的操作点所表示的状态是正由协调控制执行充电率调节的状态。

[0247] 以此方法,采用协调控制,如果测量太阳能电池的端子电压,那么能够估计在某一时间点上的电力需求和供给之间的大小关系。

[0248] 例如,如果太阳能电池的端子电压充分高于 $V_{t0}+\delta$,那么能够判定电力供给能力充分高于电力需求。相比之下,例如,采用MPPT控制,难以判定电力的供给能力是否充分高于电力需求。

[0249] 当应用MPPT控制时,如果当前操作点与最佳操作点相比处在更高的电压侧上,那么能够判定有盈余电力。然而,在该情况下,有必要确定在最佳操作点的电力量和当前所产生的电力量,以及获得他们之间的差。然而,因为电流或电压的测量存在一些误差,所以难以确定所产生电力量的准确值。相比之下,根据本公开,因为这样的电力计算是不必要的,所以通过简易计算能够做出是否有盈余供给能力的判断。

[0250] 依靠太阳能电池上的光照强度,表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线的数量非常大。然而,根据协调控制,通过测量太阳能电池的端子电流和端子电压,可以估计端子电压测量时的表示电压-电流特性的曲线。

[0251] 具体地说,如果预先掌握表示的太阳能电池的电压-电流特性的曲线,那么通过测量太阳能电池的端子电流和端子电压,能够估计端子电压测量时的表示电压-电流特性的曲线。

[0252] 例如,假定当测量太阳能电池的端子电压时,所得测量值等于或低于 $V_{t0}+\delta$ 。通过一组此时所获得的端子电压和端子电流所表示的经过操作点附近的曲线是端子电压测量时的表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线。应注意的是,通过预先掌握连接至控制单元CU的太阳能电池PV的特性,能够掌握表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线。

[0253] 例如,在应用MPPT控制的情况下,为了估计端子电压测量时的表示电压-电流特性的曲线,有必要记录几组端子电压和端子电流。同时,根据本公开,测量端子电压后,仅有必要记录端子电流的值。因此,相比应用MPPT控制的可选情况,能够减小所需存储器容量。尤其是,在端子电压的测量值超过 $V_{t0}+\delta$ 的情况下,也必要进行端子电流的测量。此外,如下文中所述,根据本公开,在基于端子电压测量估计表示电压-电流特性的曲线时,仅保留端子电流的测量值和阈值就足够了。

[0254] 此外,在正由协调控制执行充电率调节的情况下,能够估计以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度。

[0255] 例如,假定预先通过所连接至控制单元CU的太阳能电池PV的特性的测量,预先获得在图12B中所示的曲线C7到曲线C10的四个曲线,作为表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线。此外,假定预先掌握以MPPT控制方法的操作点,并且设置彼此不同的多个阈值用于

端子电流的测量值。例如,在图12B所示出的实例中,设置两个阈值 I_f 和 I_c 。在这里,假定 $I_f < I_c$ 。

[0256] 如图12B中所见,假定阈值 I_c 存在于例如对应于曲线C7上的电压 V_{t0} 的端子电流值和对应该于曲线C8上的端子电压 V_{t0} 的端子电流值之间。此外,假定阈值 I_f 设置在例如对应于曲线C10上的端子电压 V_{t0} 的端子电流值和对应该于曲线C9上的端子电压 V_{t0} 的端子电流值之间。

[0257] 假定当测量太阳能电池的端子电压和端子电流时,例如,端子电压的测量值等于或低于 $V_{t0} + \delta$,除此之外,端子电流的测量值高于 I_c 。

[0258] 端子电压的测量值等于或低于 $V_{t0} + \delta$ 意味着端子电压测量时正在由协调控制执行充电率调节。此外,该端子电流的测量值高于 I_c 意味着操作点不在曲线C8到曲线C10的任何一条之上,除此之外,以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度也高。

[0259] 如果假定此时间点的操作点存在于曲线C7上,并且太阳能电池上的光照强度暂时未发生变动,那么当执行MPPT控制时,能够抑制通过太阳能电池所获得的电力的损耗,而不是在执行协调控制时。换言之,如果假定太阳能电池上的光照强度暂时未发生变动,那么,如果基准电压值暂时升高,并且太阳能电池的输出电压下限设成高于电压 V_{t0} 的电压,那么能够减少通过太阳能电池所获得电力的累积损耗。

[0260] 同样,如果假定端子电压的测量值等于或低于 $V_{t0} + \delta$,除此之外,端子电流的测量值低于 I_f ,那么如果暂时降低参考值,则能够减少通过太阳能电池所获得电力的累积损耗。

[0261] 因此,在本公开中,当执行协调控制时,不固定基准电压值,但满足固定条件时,可灵活地改变基准电压值。通常,在正由协调控制执行充电率调节的情况下,当(以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度高的)状态持续的时段(时间)比预先设定的时间段长的时候,实施基准电压值的调节。

[0262] 能够任意地设置持续时间段,以便当协调控制方法的操作点和MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度高的状态持续时段大于所设置持续时间段的时候,将实施基准电压值的调节。例如,能够适当地(例如,根据目测、天气信息、光照强度仪的测量值等)设置要使用的作为用于确定是否要执行基准电压值的调节的基准的时间段。相对于作为基准的时间段(其用于确定是否应该执行基准电压值的调节),如果从太阳能电池所获得电力呈现出强烈的变动,那么基准电压值返回到例如设置作为初值的值。

[0263] 下面将参照图13到图16来描述本公开的具体控制实例。例如,通过控制单元CU中的CPU 13,执行以下所述的一系列过程。

[0264] 图13到图16示出了本公开的控制实例的流程图。

[0265] 首先参照图13,确定要对蓄电池B相继充电的优先顺序。这是因为,在多个蓄电池单元BU连接至控制单元CU的情况下,如上文所述可以在控制系统1中互相独立地控制蓄电池单元BU。例如,基于蓄电池B的剩余的容量,来确定要对蓄电池B相继充电的优先顺序。

[0266] 然后在步骤St2中,判定是否向控制单元CU提供电力。CPU 13通过电压传感器11c获得控制单元CU的输入电压大小。如果控制单元CU的输入电压大小不超过预先设定的阈值,那么CPU 13判定发电部没有产生电力。该情况也类似地应用于没有发电部连接至控制单元CU的情况。

[0267] 然而,如果控制单元CU的输入电压大小超过预先设定的阈值,那么在步骤St3启动高电压输入电源电路11。

[0268] 接着在步骤St4中,基于在步骤St1所确定的优先顺序,控制单元CU指定蓄电池B为充电目标。

[0269] 接着在步骤St5中,控制单元CU指示包括充电目标蓄电池B的蓄电池单元BU开始充电。具体地说,控制单元CU向包括充电目标蓄电池B的蓄电池单元BU发送命令。

[0270] CPU 45基于所获得的命令接通图6中所示的开关SW7。此时,开关SW6和开关SW8保持断开。由于接通开关SW7,控制单元CU和蓄电池单元BU彼此进行电连接。

[0271] 接着,在图14中所示的步骤St6储存在存储器15中的基准电压值 E_t 被设成例如 V_{t0} 作为初值。能够适当地设置该初值 V_{t0} 的大小,例如,以响应于太阳能电池PV的安装位置、长期的气候等。

[0272] 此外,在步骤St6中,假定复位了整数值的计数器n。

[0273] 接着,在步骤St7中,判定是否接收到对蓄电池B结束充电的指示。如果接收到所有蓄电池单元BU结束充电的指示,那么处理到此结束。

[0274] 如果在步骤St7判定未接收到对蓄电池B结束充电的指示,那么在步骤St8来确定是否正在由协调控制执行充电率调节。换言之,判定端子电压的测量值V是否等于或低于 $V_{t0}+\delta$ 。如果尚未执行由协调控制的充电率调节,那么因为电力供应能力充分大于电力需求,处理返回到步骤St7。另一方面,如果正在由协调控制执行充电率调节,那么处理前进至步骤St9。应注意的是,可任意设置从步骤St7到步骤St8的过渡时间。

[0275] 接着在步骤St9中,估计在测量端子电压时操作点在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线的哪一条上。更具体地说,实施太阳能电池的端子电流的测量和太阳能电池的端子电压测量,并判定端子电流的测量值I属于多个所设置的部分(section,区间)中的哪一个部分。

[0276] 例如,首先假定设置用于端子电流测量值的彼此不同的多个阈值。随着所设置阈值的数量增加,估计的确定性增强,或换言之,作为用于端子电流测量值I的所设置部分变得更佳。然而,为了简化描述,假定如图12B中所示地设置两个阈值 I_f 和 I_c 。

[0277] 如果端子电流测量值I满足例如 $I_f \leq I \leq I_c$,那么标志bk的值在步骤St10中设成0。

[0278] 例如,如果假定预先获得在图12B中所示的曲线C7到曲线C10,来作为表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线,那么能够判定在端子电压测量的时间点上的操作点既不存在于曲线C7上,也不存在于曲线C10上。换言之,因为MPPT控制的操作点和通过电压跟踪法控制的操作点之间的偏离程度低,所以认为在此时间点作为基准电压值 E_t 的初值 V_{t0} 是合适的。

[0279] 如果端子电流的测量值I满足例如 $I_c < I$,那么标志bk的值在步骤St11中设成1,但是如果端子电流的测量值I满足 $I < I_f$,那么标志bk的值在步骤St12中设成2。

[0280] 接着,在图15所示的步骤St13中,例如,通过计时器开始计时。

[0281] 接着,在步骤St14中,通过计时器等开始计时后,判定是否达到预先设定的时间T。具体地说,判定由计时器等计时所获得的时间t是否满足 $t > T$ 的关系。由预先设定的时间T来定义端子电压的测量周期。换言之,每次过去时间T时,进行判定是否正在由协调控制执行充电率调节。

[0282] 如果过去预先设定的时间 T ,那么处理前进至计时结束的步骤St15。

[0283] 接着,在步骤St16中,通过类似于步骤St8的方法来判定是否正在由协调控制执行充电率调节。

[0284] 如果尚未执行通过协调控制的充电率调节,那么因为电力供给能力充分高于电力需求,所以处理返回至步骤St6。接着,在步骤St6中,复位计数器 n ,并且基准电压值 E_t 被设成初值 V_{t0} 。

[0285] 另一方面,在步骤St16中,如果正在由协调控制执行充电率调节,那么处理前进至步骤St17。

[0286] 在步骤St17中,通过类似于在步骤St9中的方法,估计测量端子电压时操作点在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线的哪一条上。

[0287] 如果端子电流的测量值 I 满足例如 $I_f \leq I \leq I_c$,那么标志 pr 的值在步骤St18中设成0,如果端子电流的测量值 I 满足例如 $I_c < I$,那么标志 pr 的值在步骤St19中设成1。然而,如果端子电流的测量值 I 满足 $I < I_f$,那么标志 pr 的值在步骤St20中设成2。标志 pr 的值表示在当前的时间点的操作点接近曲线C7、曲线C8(曲线C9)和曲线C10中的哪一个。

[0288] 现在,参照图16,在步骤St18、步骤St19或步骤St20之后的步骤St21中,判定在前面的操作循环中,在当前的时间点上的操作点是否接近端子电流测量时的操作点。具体地说,判定当前指定状态的标志 pr 的值和前面的操作循环中测量时间点上的状态表示的标志 bk 的值彼此是否相等。

[0289] 如果标志 pr 的值和标志 bk 的值彼此不同,那么处理前进至步骤St22,其标志 pr 的值被替换成标志 bk 。此后,处理返回至步骤St13。

[0290] 在标志 pr 的值和标志 bk 的值彼此不同的情况下,可以认为,在假定了表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线时,在前的操作循环中测量端子电流时的操作点所在的曲线与当前时间点操作点所在的曲线彼此不同。例如,如果假定 $bk=1$,此外 $pr=2$,那么认为在时间 T 中,操作点已经从曲线C7转移至曲线C10。

[0291] 另一方面,如果标志 pr 的值和标志 bk 值彼此相等,那么处理前进至增长计数器 n 的步骤St23。因此,当假定了表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线时,计数器 n 的值表示操作点已经保持了在相同曲线附近的时间。

[0292] 接着,在步骤St24中,当假定了表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线时,判定操作点在相同曲线附近存在的时段是否比预先设定的时间段长。具体地说,判定计数器 n 的值和预先设定的数字 N 是否满足 $n > N$ 的关系。

[0293] 如果操作点在相同曲线附近存在的时段没有预先设定的时间段长,那么处理前进至步骤St22,其标志 pr 的值被替换成标志 bk 。此后,处理返回至步骤St13。

[0294] 另一方面,如果在步骤St24中判定操作点在相同曲线附近存在的时间比预先设定的时间长,那么处理前进至步骤St25。

[0295] 在步骤St25到步骤St28中,响应于操作点一直处在表示太阳能电池的电压-电流特性的曲线之一的附近,设置基准电压值 E_t 。

[0296] 例如,如果标志 pr 的值为0的状态所持续时间比预先设定的时间长,那么基准电压值 E_t 在步骤St26中设成 $E_t = V_{t0}$ 。同样,如果标志 pr 的值为1的状态所持续时间比预先设定的时间长,那么基准电压值 E_t 在步骤St27中设成 $E_t = V_{t1}$ 。此外,如果标志 pr 的值为2的状态

所持续时间比预先设定的时间长,那么基准电压值 E_t 在步骤St28中设成 $E_t = V_{t2}$ 。

[0297] 具体地说,例如,操作点保持在曲线C7上的时段比预先设定的时间段长的情况下,则认为以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度为高的状态已经持续超过了所设定的时间段。因此,基准电压值 E_t 增长至 V_{t1} 。另一方面,例如,操作点保持在曲线C8(曲线C9)上超过预先设定的时间段的情况下,则认为以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度为低的状态已经持续超过了所设定的时间段。因此,基准电压值 E_t 返回初值 V_{t0} 。

[0298] 换言之,在本公开中,太阳能电池上的光照强度是如此之低,以至于执行协调控制的充电率调节的情况下,适当地调节基准电压值 E_t ,以响应于以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度。例如,如果太阳能电池上的光照强度由于阵雨等而暂时降低的持续时间比预先设定的时间长,那么适当地调节基准电压值 E_t ,以便可以减小以协调控制方法的操作点和以MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度。

[0299] 在这里,能够通过时间段T(测量的周期)以及预先设定的数字N的乘积确定操作点保持在相同曲线附近的持续时间。因为能够任意地设置时间段T和数字N,所以能够任意地设置时间,以便当操作点保持在相同曲线附近的时间大于所设定的时间段时,以改变基准电压值 E_t 。将天气变化或周围气候考虑进去,时间段T和数字N的乘积(换言之,要被用作用于判定关于基准电压值 E_t 是否变动的基准的时间段)被设置在从大约几分钟到大约几小时的范围内。

[0300] 例如,如果从天气预报来预计天气将发生极端变化,那么要被用作基准的时间段(用于判定关于基准电压值 E_t 是否要变动)被设成例如大约10到30分钟。在该情况下,实施更佳的电力控制,例如,要被用作基准的时间段(用于判定关于基准电压值 E_t 是否要变动)可设成诸如大约一到五分钟的较短时间。此外,在天气变动小或用于端子电压的测量所需时间被抑制的情况下或在相似的情况下,要被用作基准的时间段(用于判定关于基准电压值 E_t 是否要变动)可相反地设成例如大约一到五小时。

[0301] 相应地,相比其他的固定基准值 E_t 的情况,采用本公开能够实施较佳的电力控制。当然,在太阳能电池上的光照强度增加到无需经由协调控制的充电率调节的程度的情况下,自动减小或取消通过协调控制的充电率调节。

[0302] 在调节基准电压值 E_t 后,处理前进至计数器n复位的步骤St29。此后,处理前进至步骤St22,其标志pr的值被替换成标志bk,然后,处理返回至步骤St13。

[0303] 如上所述,在正由协调控制执行充电率调节的情况下,采用本公开能够减小协调控制方法的操作点和MPPT控制方法的操作点之间的偏离程度,并能够抑制从太阳能电池所获得电力的损耗。

[0304] 此外,在应用MPPT控制的情况下,需要电力计算必要的、相对多的用于测量电流和电压的部件,并且需要相对高的成本。此外,如果使用高速A/D转换器以便实现高速计算,那么进一步地增加了制造成本。此外,因为电流或电压的测量存在误差,所以必然不可能获得准确值。为了减少误差的影响,需要通过移动平均法等的大量测量,而这进一步地增加了计算时间。在以该方法来应用MPPT控制的情况下,难以跟踪天气变动等。

[0305] 相比之下,采用本公开,因为如MPPT控制中的电力的顺序计算是不需要的,所以可以处理太阳能电池上的光照强度突然变动。此外,即使在太阳能电池上的光照强度低的状

态持续了固定时间段的情况下,通过简单的电路配置,协调控制的操作点也能够设成更接近MPPT控制的操作点。

[0306] 采用本公开,即使太阳能电池上的光照强度降低,从太阳能电池所获得的电力也能够变得更接近由MPPT控制所获得的电力。因此,能够将太阳能电池所获得电力的累积损耗抑制到最低水平。

[0307] 应注意的是,参照图13到图16,上文所述的系列处理根本仅是个实例。当然,例如,提取并分析太阳能电池的端子电流的日志,以做出关于基准电压值 E_t 是否要变化的判断。

[0308] <2.修改>

[0309] 尽管已描述过本公开的实施方式,但本公开不局限于上述的实施方式,并且能够以不同形式进行修改。本实施方式的所有的配置、数值、材料等仅仅是实例,而本公开不局限于作为实例所给出的配置等。在不发生技术矛盾的范围之内,能够适当地改变作为实例所给出的配置等。

[0310] 控制系统的控制单元和蓄电池单元可以是便携式的。上述控制系统可应用于例如汽车或房屋。

[0311] 应注意的是,本公开可具有如下所述的配置。

[0312] (1)一种控制系统,包括:

[0313] 第一装置,被配置为调节其输出电压,使得输出电压能响应于从发电部至该处的输入电压的变动而包括在预先确定的范围内;以及

[0314] 第二装置,被配置为响应于从第一装置所供给的输入电压的变动而改变对蓄电池的充电率;其中,

[0315] 当来自第一装置的输出电压接近其预先确定的范围内的下限的状态持续的时间比预先设定的时间长的時候,根据发电部的输入电流属于预先设定的部分(区间)中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限值。

[0316] (2)根据(1)的控制系统,其中,响应于当假定执行MPPT控制时的操作点、和当执行通过第一装置进行的输出电压调节与通过第二装置进行的充电率的改变的联锁(interlock,联动)的控制时的操作点之间的偏离(deviation,偏差)大小,设置所述部分。

[0317] (3)根据(1)或(2)的控制系统,其中,当在涉及发电部的同一电压-电流特性曲线上、假定实施MPPT控制时的操作点的电压值高于执行通过第一装置进行的输出电压的调节与通过第二装置进行的充电率的改变的联锁的控制时的另一操作点的电压值,升高所述下限。

[0318] (4)根据(1)到(3)的任一项的控制系统,其中,当在涉及发电部的相同电压-电流特性曲线上、假定实施MPPT控制时的操作点的电压值低于通过第一装置进行的输出电压的调节与通过第二装置进行的充电率的改变的联锁而执行控制的另一操作点的电压值时,降低所述下限。

[0319] (5)根据(1)到(4)的任一项的控制系统,其中,预先设定的时间大于等于一分钟小于等于五小时。

[0320] (6)根据(1)到(5)的任一项的控制系统,其中,通过比较来自发电部的输入电压和预先设定的阈值,确定是否改变充电率。

[0321] (7)一种控制装置,其中,所述控制装置调节输出电压,使得输出电压响应于从发

电部至该处的输入电压的变动可包括在预先确定的范围内,以及

[0322] 当输出电压接近其预先所确定的范围内的下限的状态持续的时间比预先设定的时间长的时候,根据发电部的输入电流属于预先设定的部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限值。

[0323] (8)一种控制方法,包括:

[0324] 调节来自第一装置的输出电压,使得输出电压响应于从发电部的输入电压的变动可包括在预先确定的范围内;

[0325] 响应从第一装置向第二装置所供给的输入电压的变动从而改变对蓄电池的充电率;以及

[0326] 当来自第一装置的输出电压接近其预先所确定的范围内的下限的状态持续的时间比预先设定的时间长的时候,根据发电部的输入电流属于预先设定的部分中的哪一部分而选择预先准备的两个以上的下限中的一个作为下限值。

[0327] 本公开所包含的主题与2011年11月2日在日本专利局提交的日本在先专利申请JP2011-241136中所公开的主题相关,该案之全文以引用的方式并入本文中。

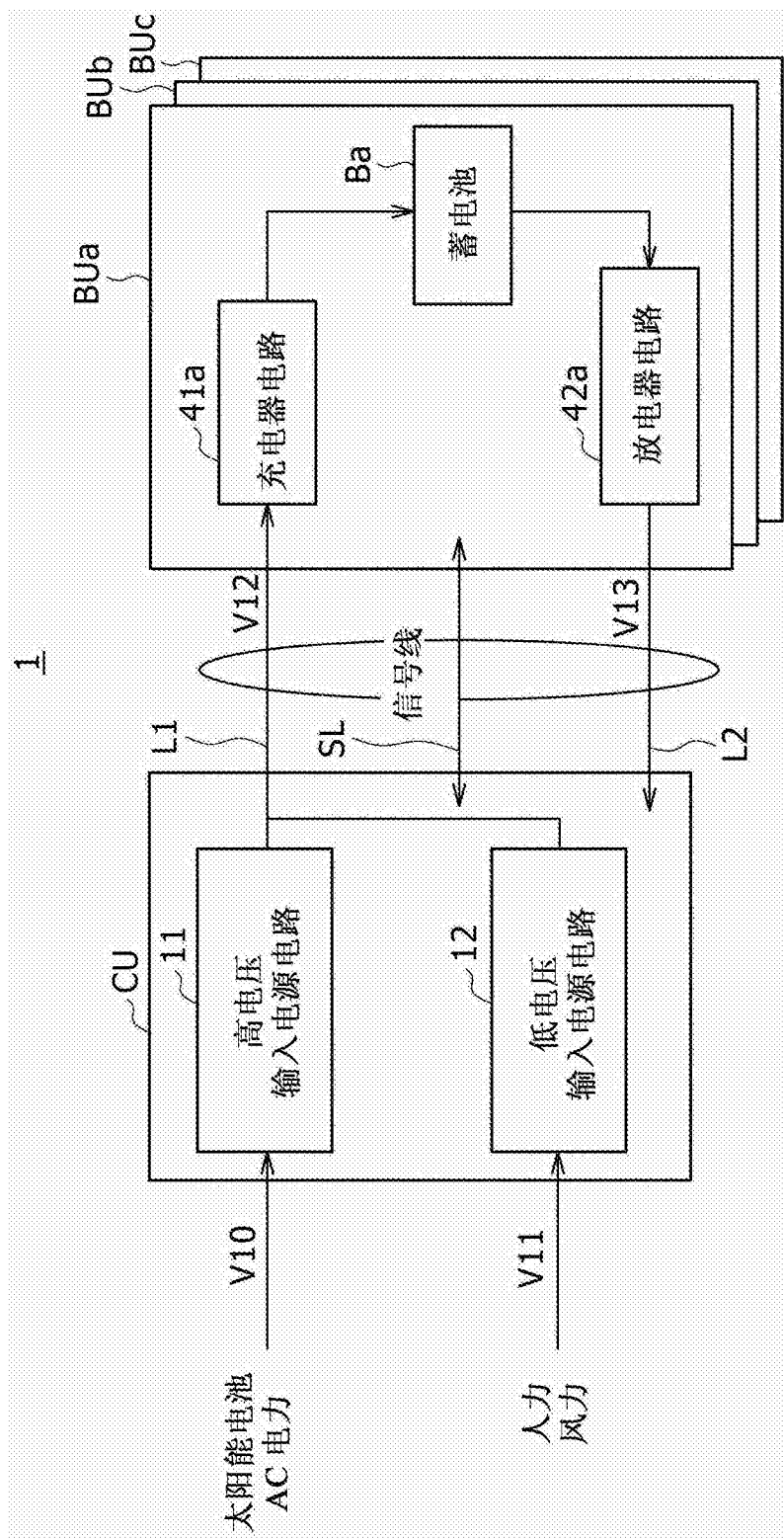


图1

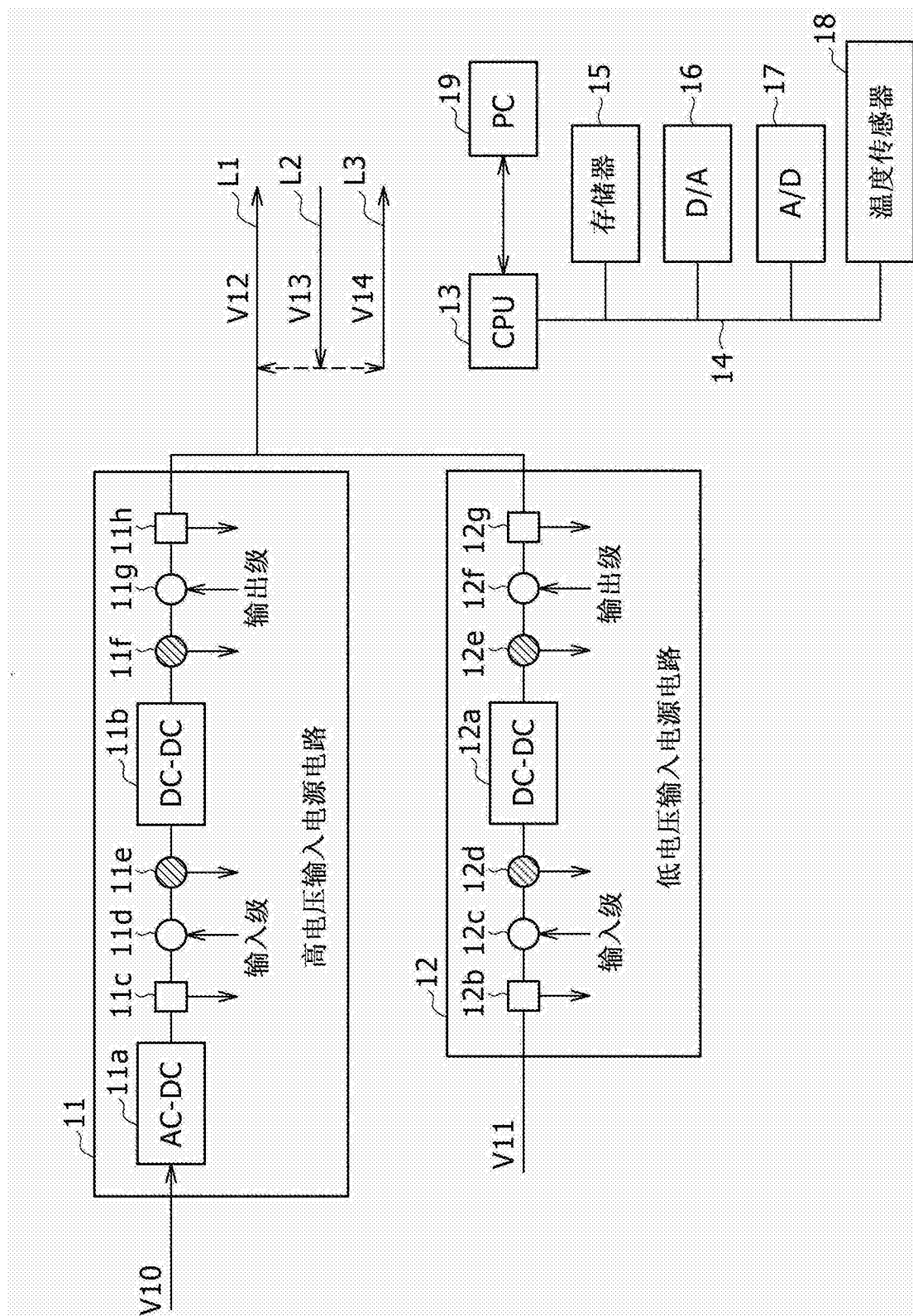


图2

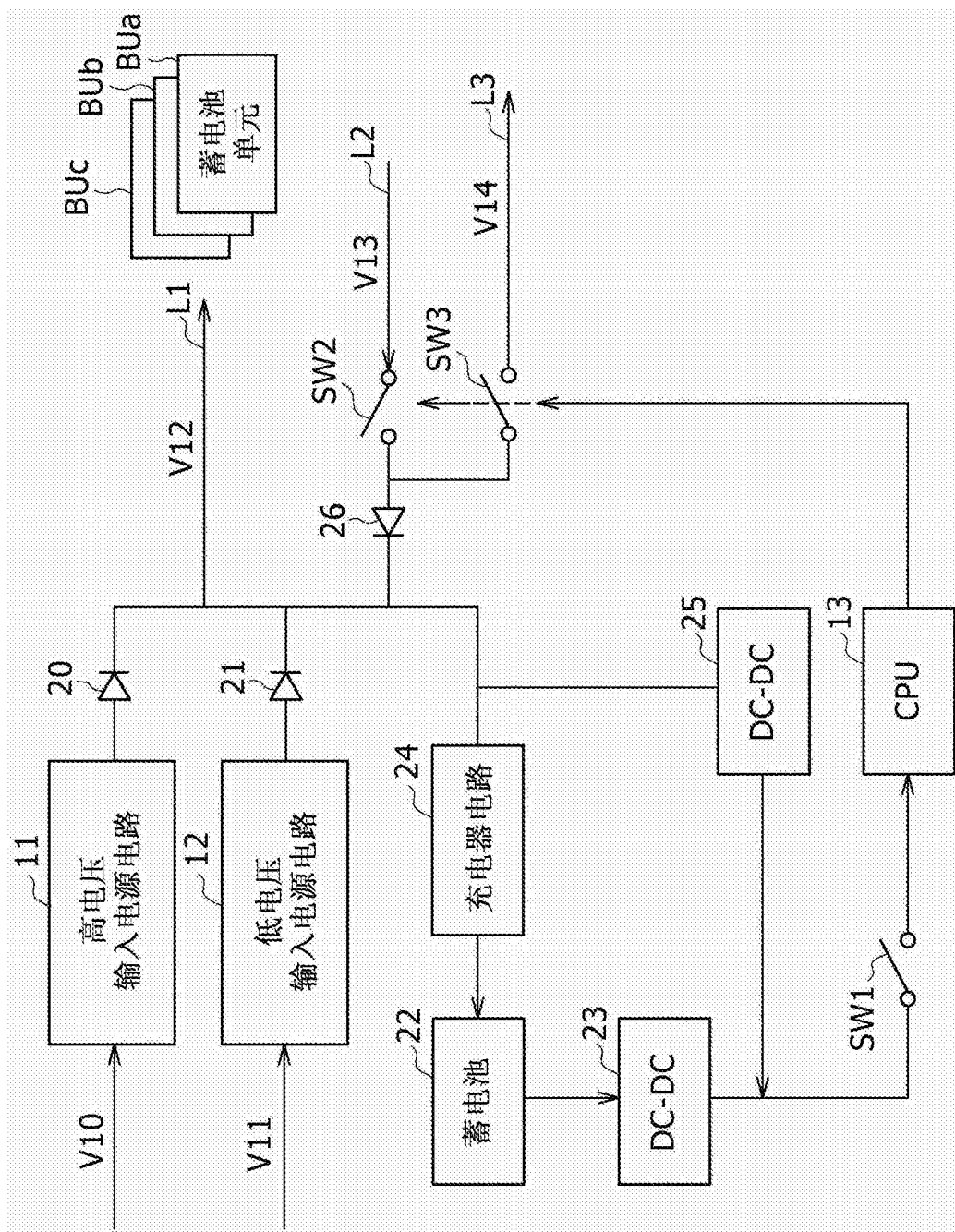


图3

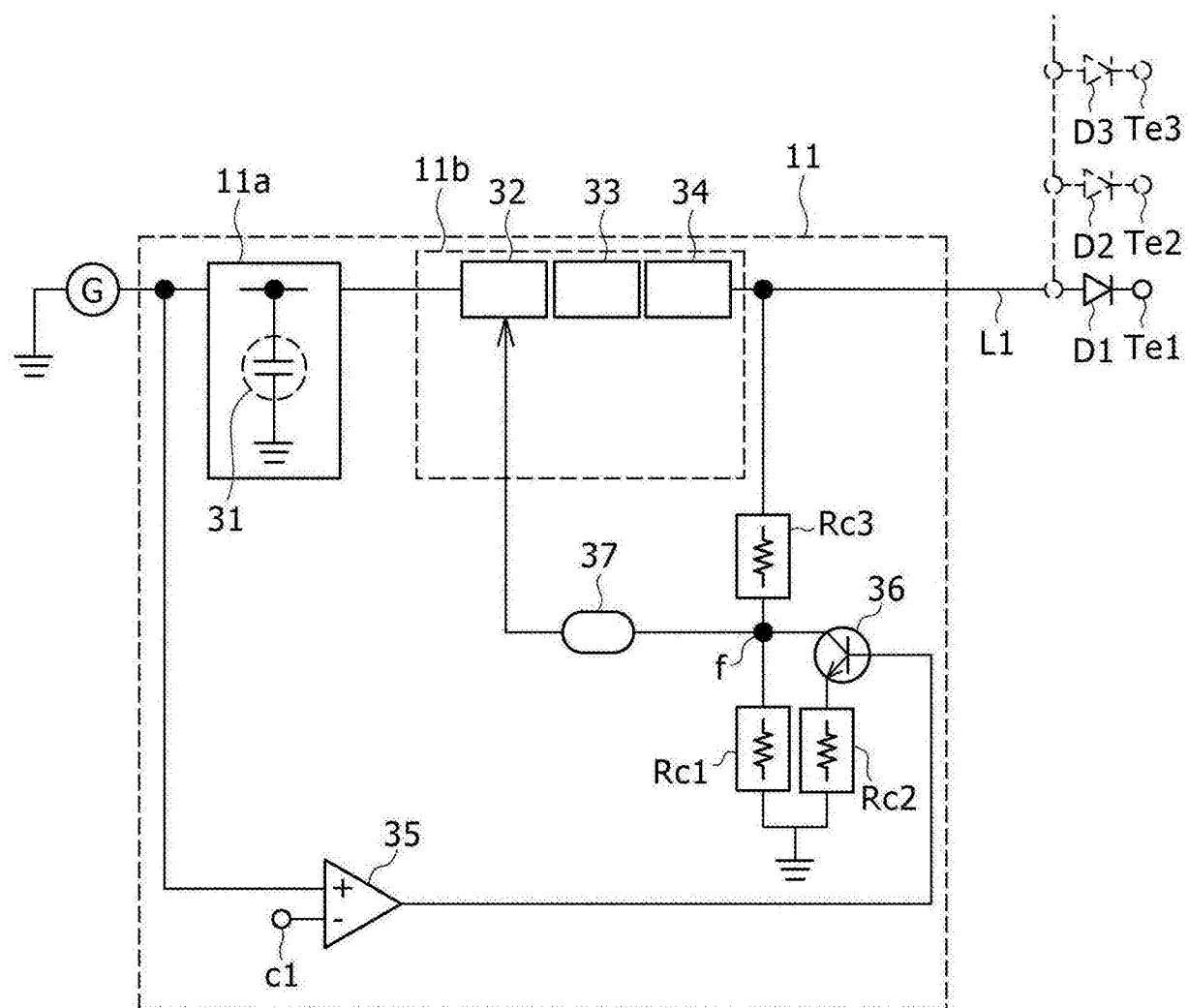


图4

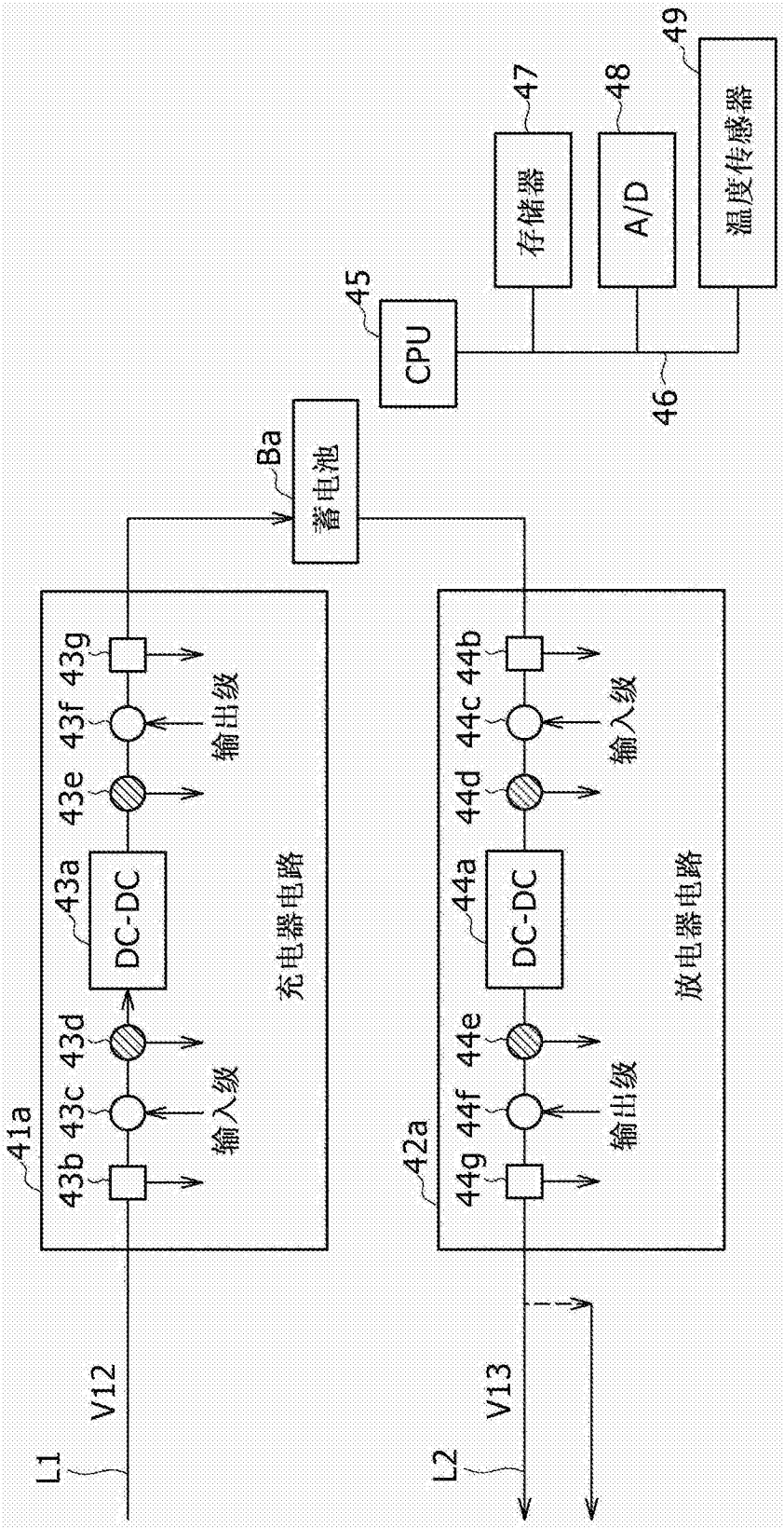


图5

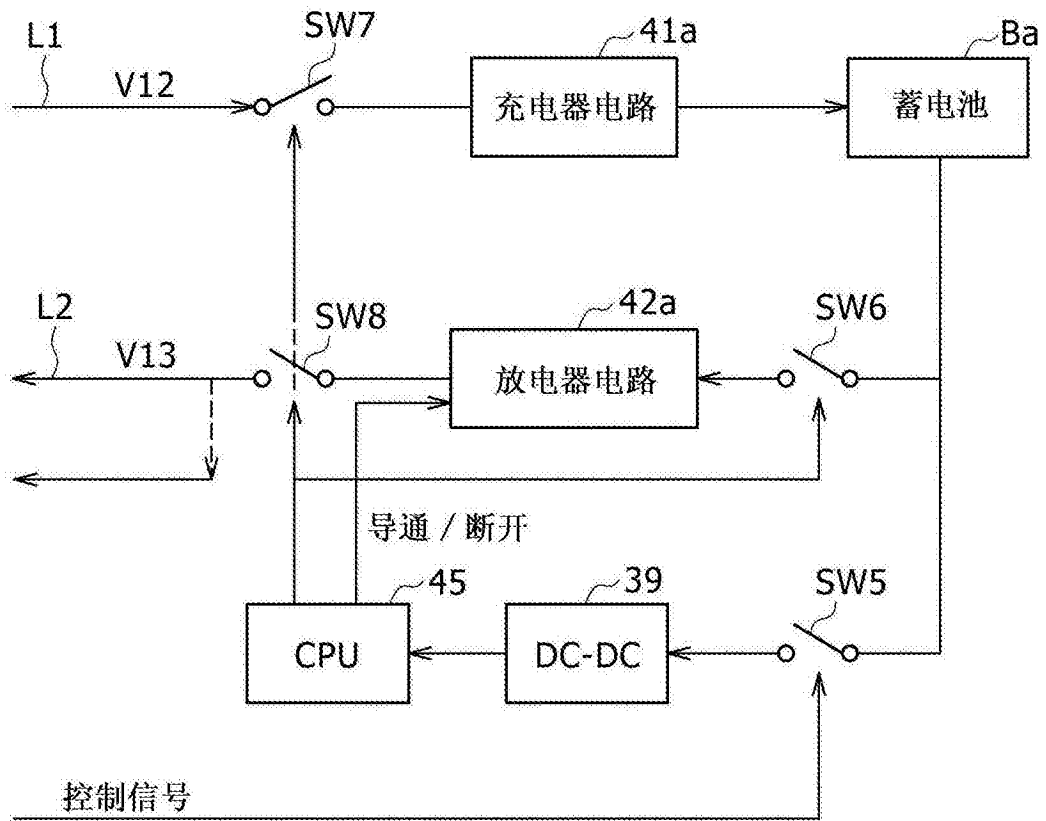


图6

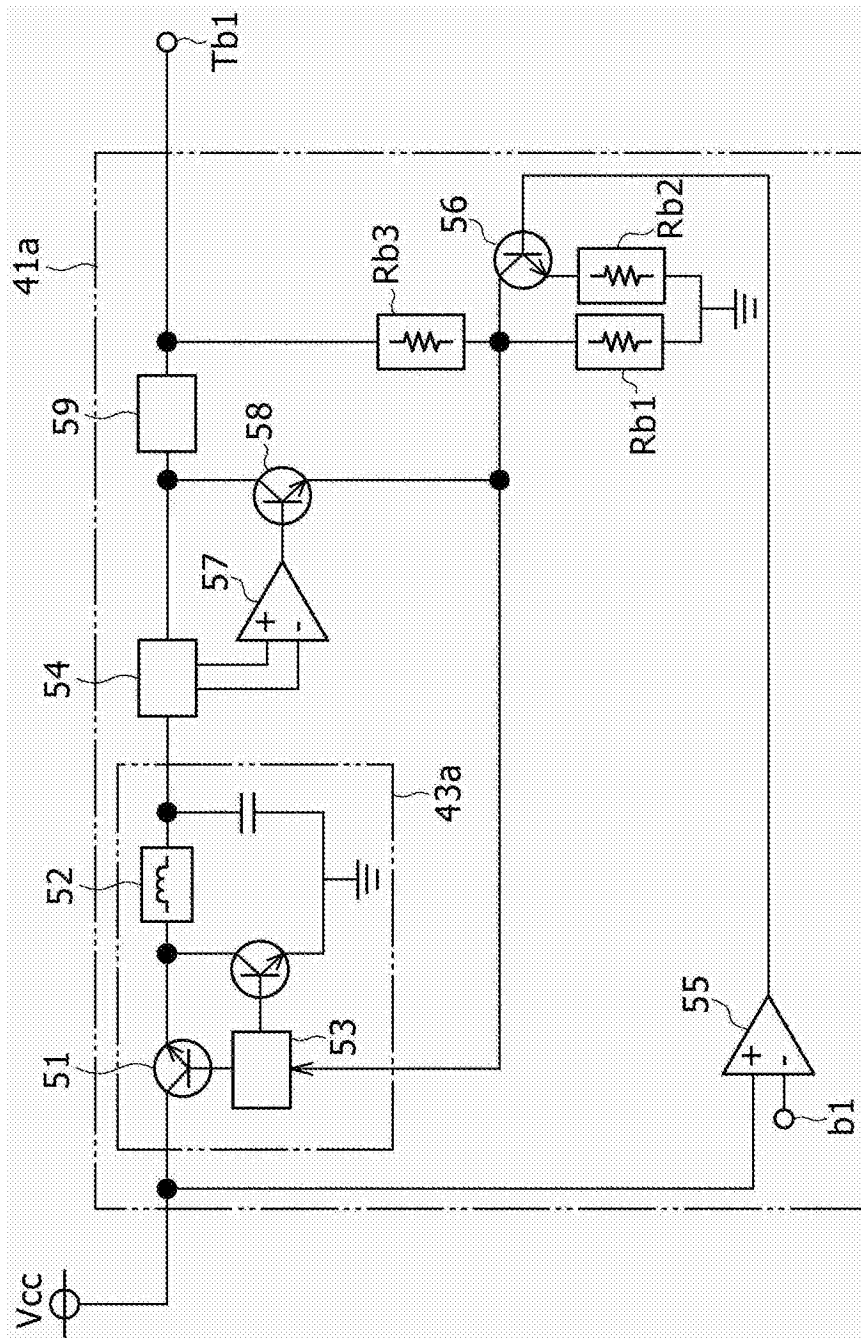


图7

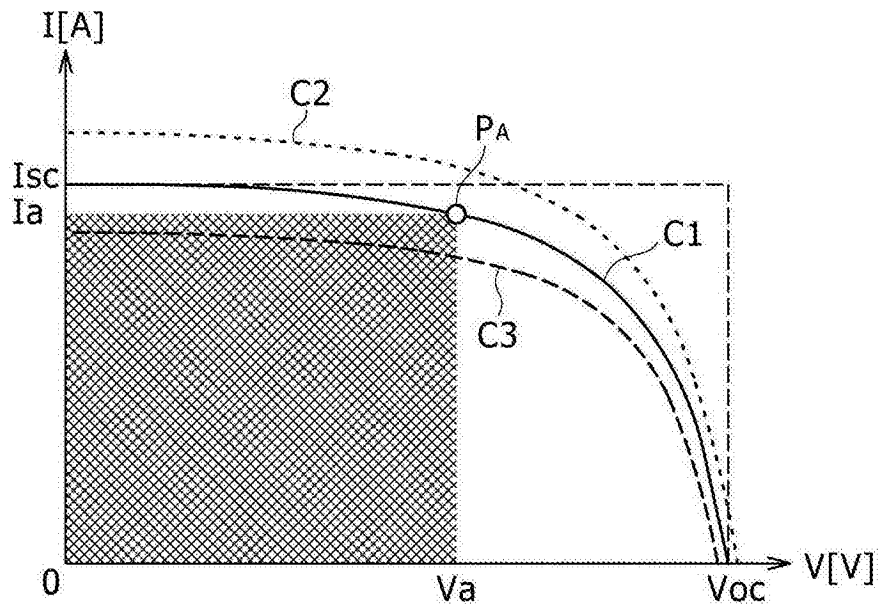


图8A

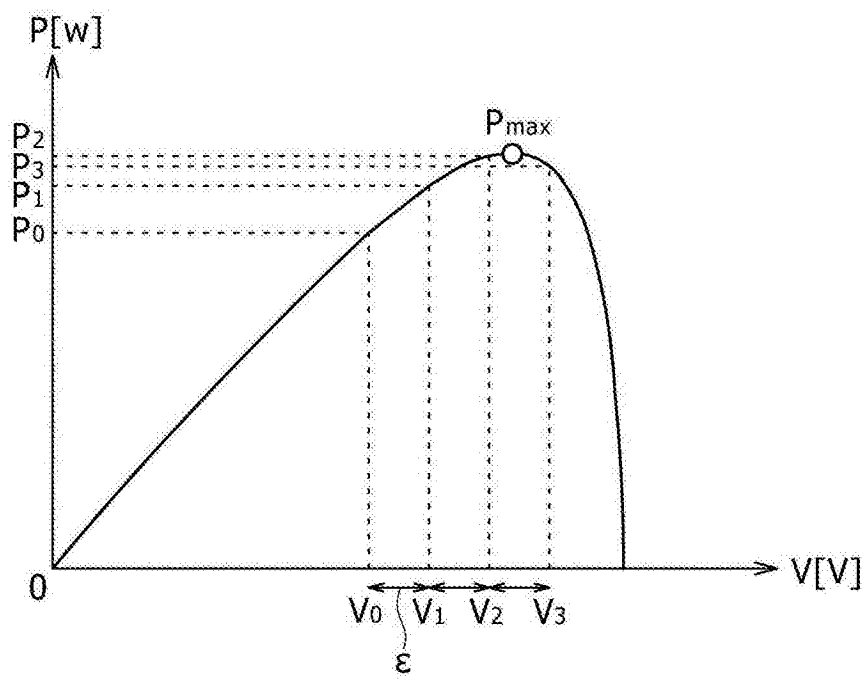


图8B

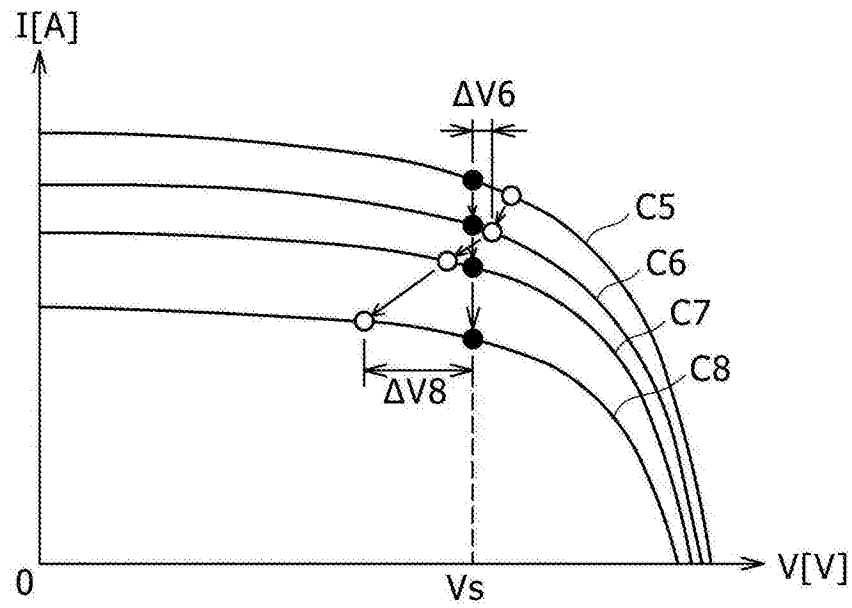


图9A

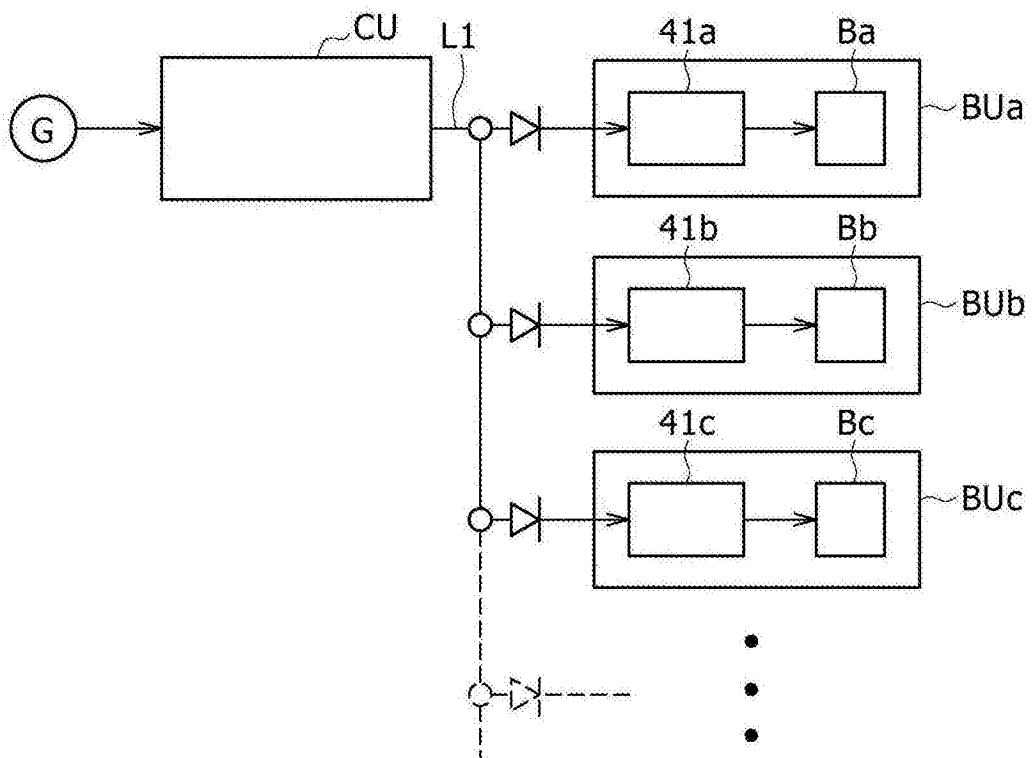


图9B

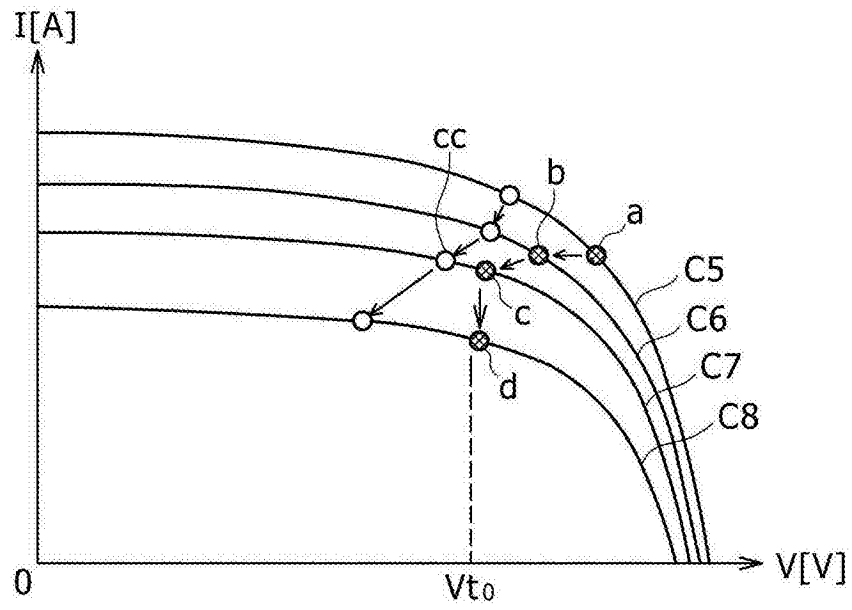


图10A

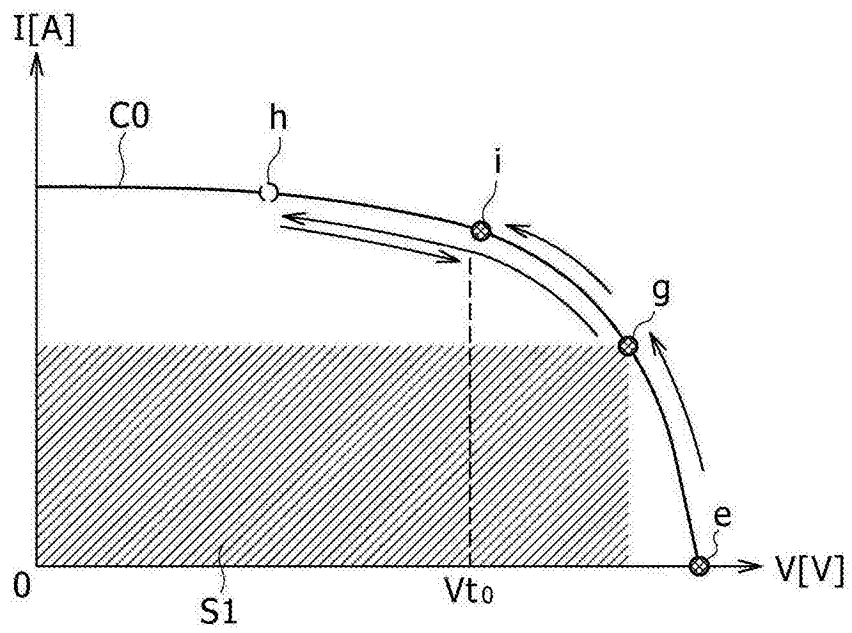


图10B

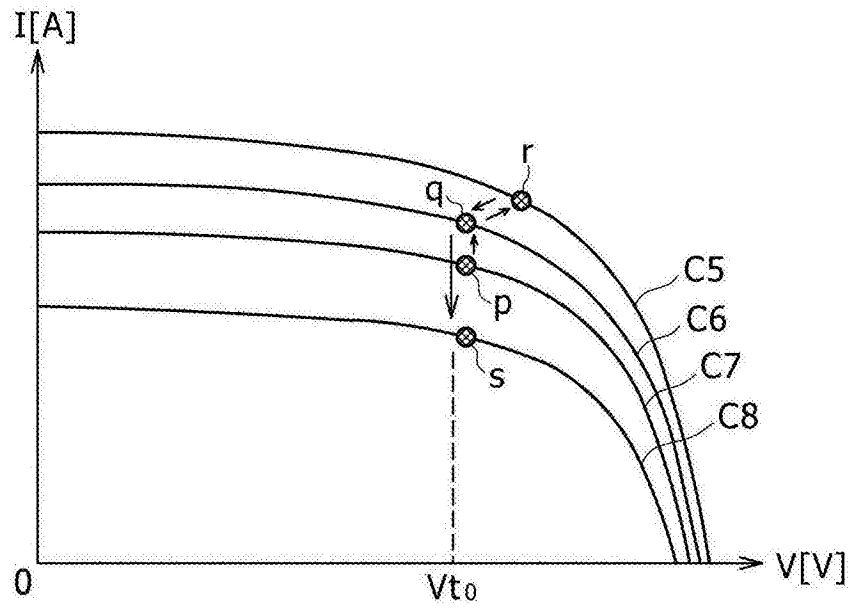


图11A

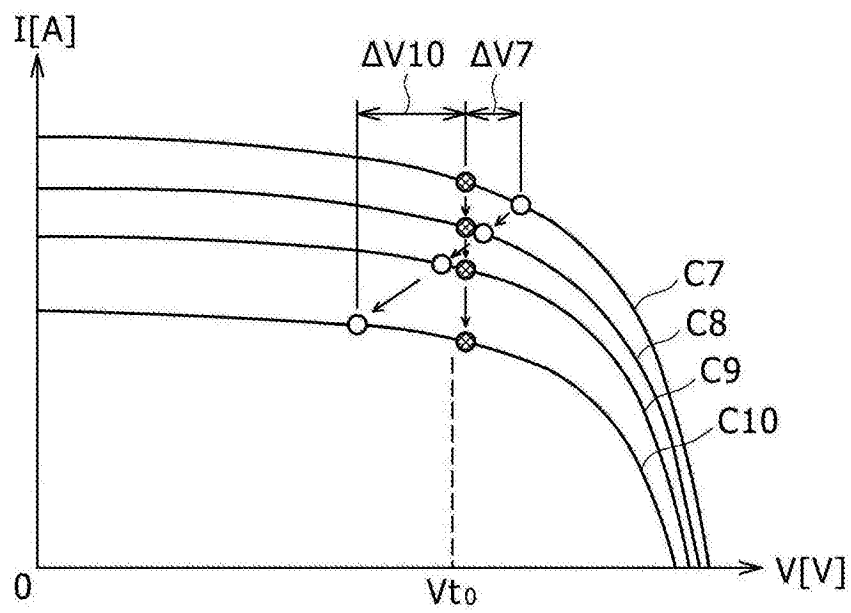


图11B

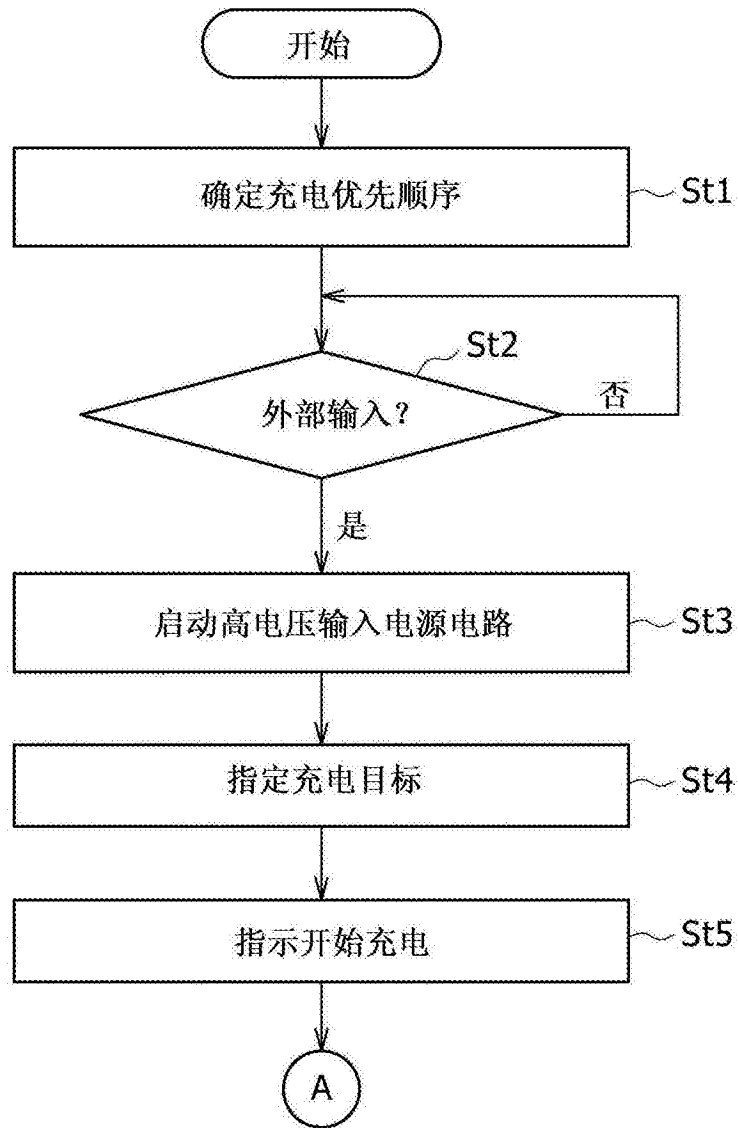


图13

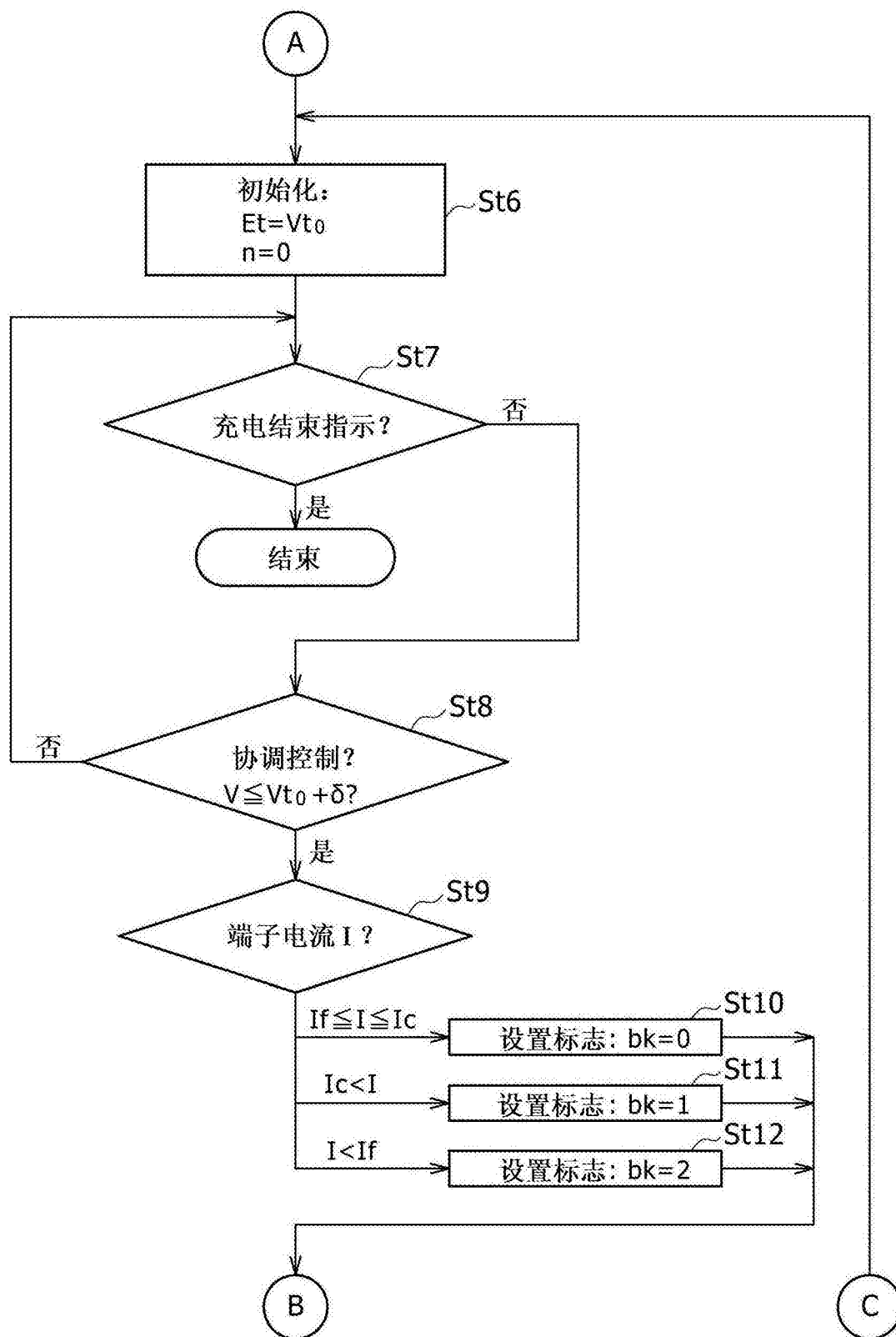


图14

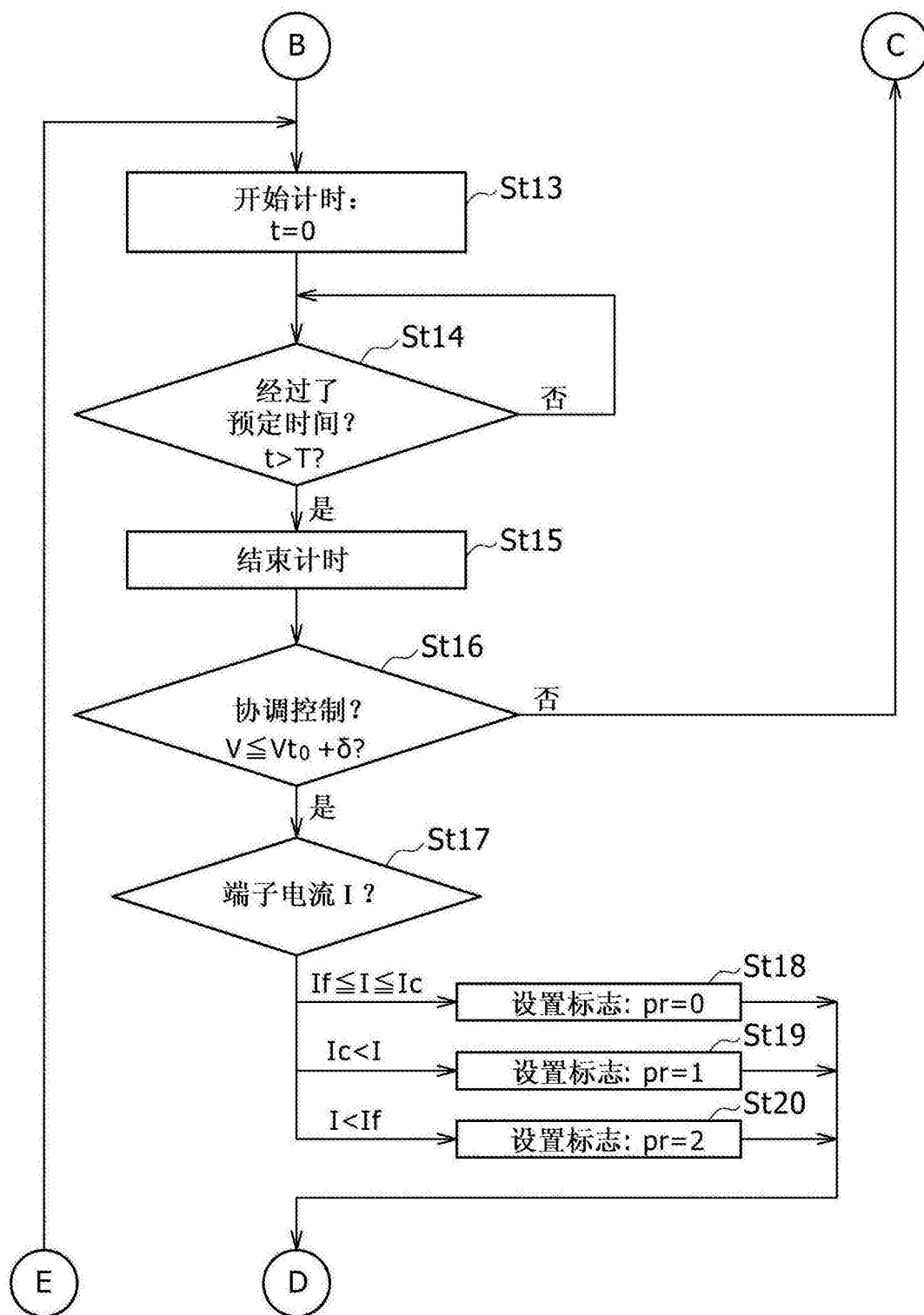


图15

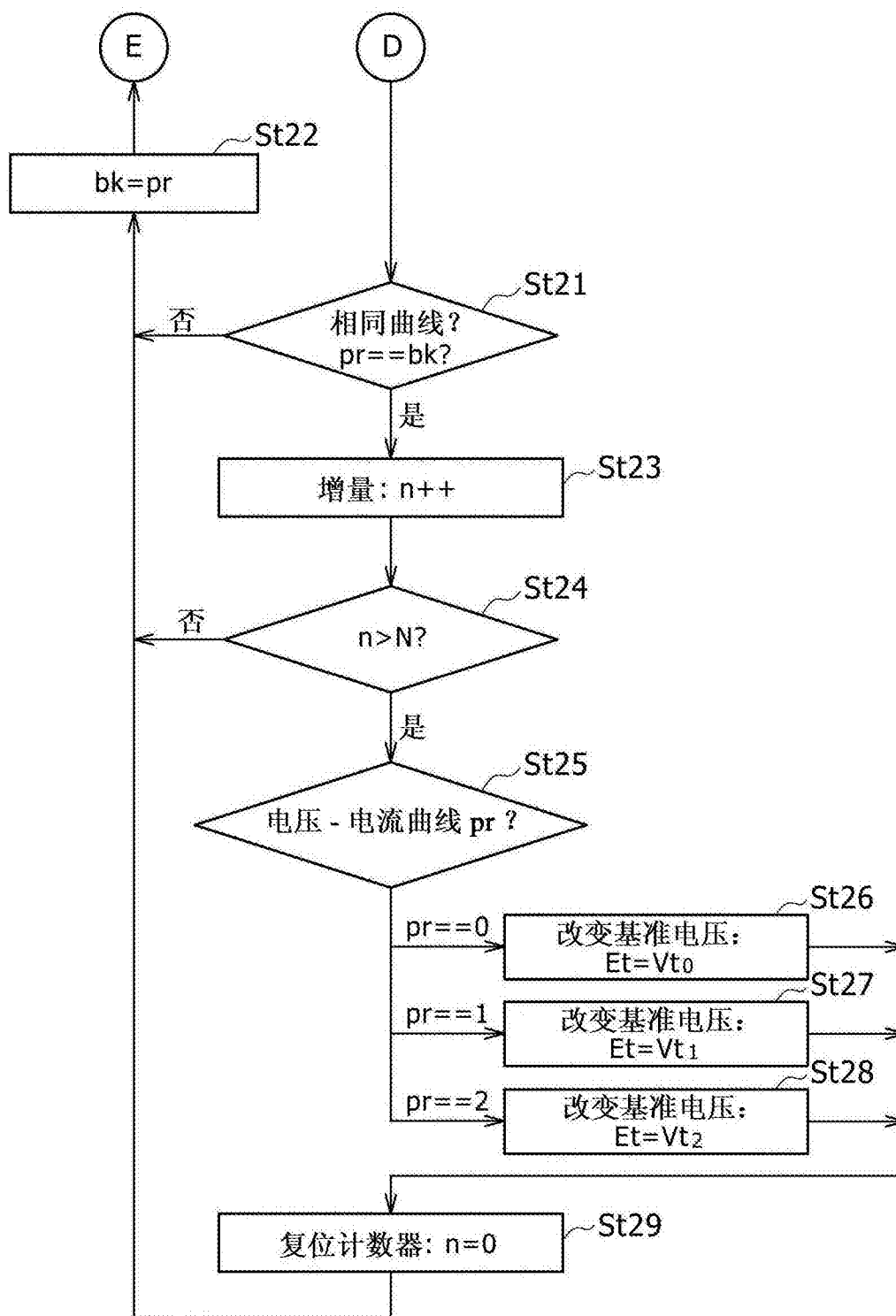


图16