



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103095117 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201210429509. 9

(22) 申请日 2012. 10. 31

(30) 优先权数据

2011-243963 2011. 11. 07 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 石桥义人

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

H02M 1/36(2007. 01)

H02M 3/157(2006. 01)

H02J 7/00(2006. 01)

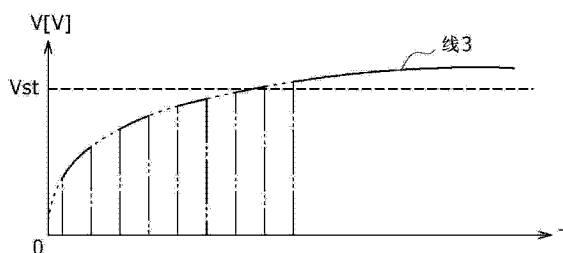
权利要求书1页 说明书25页 附图12页

(54) 发明名称

供电装置、电力控制系统及电气装置的启动方法

(57) 摘要

本发明涉及供电装置、电力控制系统及电气装置的启动方法。该供电装置包括：第一开关，被配置为将电连接切换至发电部；电压传感器，被配置为获取输入电压的大小；控制部，被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述第一开关；以及电压转换部，被配置为将输入电压转换为所需电压并输出转换电压，其中，当输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时，重复接通/断开所述第一开关直至输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。



1. 一种供电装置,包括:

第一开关,被配置为切换与发电部的电连接;

电压传感器,被配置为获取输入电压的大小;

控制部,被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述第一开关;以及

电压转换电路,被配置为将输入电压转换为期望电压并输出经转换的电压,

其中,当所述输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时,重复接通/断开所述第一开关直至所述输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

2. 根据权利要求1所述的供电装置,进一步包括:

第二开关,被配置为切换所述发电部和所述电压转换电路之间的电连接,

其中,在所述输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压之后,接通所述第二开关。

3. 根据权利要求1所述的供电装置,其中,所述发电部包括发电量响应于周围环境而变化的发电机。

4. 根据权利要求1所述的供电装置,其中,所述电压转换电路为降压型电压转换电路。

5. 根据权利要求1所述的供电装置,其中,以1~100毫秒的时间间隔重复接通/断开所述第一开关。

6. 一种电力控制系统,包括:

第一装置,包括:被配置为切换与发电部的电连接的开关、被配置为获取输入电压的大小的电压传感器、被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述开关的控制部、以及被配置为转换输入电压并输出的电压转换电路,所述第一装置响应于来自所述发电部的输入电压的变化对输出电压进行调节以使其包括在预先确定的电压范围内;以及

第二装置,被配置为响应于由所述第一装置提供至其的输入电压的变化改变电池的充电率,

其中,当所述输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时,重复接通/断开所述开关直至所述输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

7. 一种电气装置的启动方法,包括:

当来自发电量响应于周围环境而变化的发电机的输入电压低于启动负载电路所需的电压时,重复接通/断开设置在所述发电机和所述负载电路之间的开关直至所述输入电压达到启动所述负载电路所需的电压;以及

在所述输入电压达到启动所述负载电路所需的电压之后,开始给所述负载电路通电。

## 供电装置、电力控制系统及电气装置的启动方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种供电装置、电力控制系统及电气装置的启动方法。具体地,本发明涉及一种对来自端电压呈现波动的发电机(例如太阳能电池)的输入电压进行转换并将通过转换获得的电压提供给负载的供电装置、电力控制系统及电气装置的启动方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,天然能源,也称为清洁能源,受到了关注,天然能源在发电时不会产生污染空气的有害物。

[0003] 天然能源为通过光伏发电、太阳能热发电、风力发电等获得的电力。虽然与通过光伏发电等方式获得的电力相比所产生的电力较低,但同样积极试图从人类活动产生的动能获取电能。

[0004] 顺便说一句,从将天然能源转换为电能的发电机获得的电力响应于周围环境波动很大。例如,就光伏发电而言,获得的所产生的电力有时响应于太阳能电池上照明强度的变化、温度变化等会突然波动。

[0005] 因此,为了有效稳定地从太阳能电池提取电力,常见对策为在太阳能电池和负载之间插入一个包括转换器的电力调节器,该转换器用于将输入电压转换为另一个适用的电压并输出通过转换获得的电压。

[0006] 顺便说一句,启动插入太阳能电池和负载之间的电力调节器时,将一定的固定电力提供给电力调节器以便启动该转换器。例如,就太阳能电池提供启动转换器所需电力的配置而言,当太阳能电池产生的电量较少时,无法启动转换器。因此,无法启动电力调节器本身且无法从太阳能电池提取电力。

[0007] 具体地,如果将电容较大的电容器插入太阳能电池和转换器之间,那么当电力调节器与太阳能电池连接时,会出现至电容器的冲击电流且太阳能电池的端电压会突然下降。如果太阳能电池的端电压突然下降,则无法利用从太阳能电池获得的电力来启动该电力调节器。

[0008] JP 特开 2011-193633 号公报公开了一种电力转换装置,其中事先通过初始充电电路对直流侧电容器充满电,该初始充电电路将来自电力系统的交流电转换为直流电,然后接通联动开关以抑制在启动过程中出现冲击电流。同时,JP 特开 2009-038967 号公报公开了一种升压装置,该升压装置包括升压电路,其中用于为负载(例如二次电池)发电的第一太阳能电池和第二太阳能电池互相连接。在升压装置中,与升压电路串联连接的第二太阳能电池提供用于升压电路的启动能量。

[0009] 此外,JP 特开 2010-226917 号公报公开了一种开关供电装置,其中改变了开关元件的占空变化率,使得启动时间可以基于信号进行固定,该时间通过检测输入电压进行设置并用于设置启动时的功率率。此外,JP 特开 2011-125132 号公报公开了一种开关电源,其中,如果输入电压达到预定电压,则开始给连接在第三绕组的终端之间的电容器充电。然后,在开始给电容器充电之后,在预定时间过去后接通启动开关电路。

## 发明内容

[0010] 要求即使当太阳能电池所产生的电量较少时也可以启动转换器。

[0011] 根据本发明的第一实施方式,提供了一种供电装置,其包括:第一开关,被配置为切换与发电部的电连接,电压传感器,被配置为获取输入电压的大小,控制部,被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述第一开关,以及电压转换电路,被配置为将输入电压转换为所需电压并输出转换电压。在所述供电装置中,当输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时,重复接通/断开所述第一开关直至输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

[0012] 根据本发明的第二实施方式,提供了一种电力控制系统,其包括第一装置和第二装置。第一装置包括被配置为切换与发电部的电连接的开关、被配置为获取输入电压的大小的电压传感器、被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述开关的控制部、以及被配置为转换输入电压并输出的电压转换部。第一装置响应于来自所述发电部的输入电压的变化对输出电压进行调节以使其包括在事先确定的电压范围内。第二装置被配置为响应于由所述第一装置提供至其的输入电压的变化改变电池的充电率。在所述电力控制系统中,当输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时,重复接通/断开所述开关直至输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

[0013] 根据本发明的第二实施方式,提供了一种电气装置的启动方法,包括:当来自发电量响应于周围环境而变化的发电机的输入电压低于启动负载电路所需的电压时,重复接通/断开设在发电机和负载电路之间的开关直至输入电压达到启动所述负载电路所需的电压,以及在输入电压达到启动所述负载电路所需的电压之后,开始给所述负载电路通电。

[0014] 通过所述实施方式中的至少一个,可以有效稳定地从发电部提取电力。

[0015] 结合附图,根据下文的描述及所附权利要求,本发明的上述及其他特征和优势将变得更加显而易见,在附图中,类似部件或元件用类似的参考符号表示。

## 附图说明

[0016] 图 1 为示出系统的配置的实例的框图;

[0017] 图 2 为示出控制单元的配置的实例的框图;

[0018] 图 3 为示出控制单元的电源系统的配置的实例的框图;

[0019] 图 4 为示出控制单元的高压输入电源电路的特定配置的实例的电路图;

[0020] 图 5 为示出电池单元的配置的实例的框图;

[0021] 图 6 为示出电池单元的电源系统的配置的实例的框图;

[0022] 图 7 为示出电池单元的充电器电路的特定配置的实例的电路图;

[0023] 图 8A 为示出太阳能电池的伏安特性的曲线图,图 8B 为在太阳能电池的伏安特性用某一条曲线表示的情况下,表示太阳能电池的端电压与所生成的太阳能电池的电力之间的关系的关系的曲线图,具体是 P-V 曲线。

[0024] 图 9A 为示出工作点相对于表示太阳能电池的伏安特性的曲线变化的变化的曲线图,图 9B 为示出控制系统的配置的实例的框图,其中由控制单元和多个电池单元进行协作控制;

[0025] 图 10A 为示出在太阳能电池上的光照强度降低的情况下,进行协作控制时的工作点的变化的曲线图,图 10B 为示出在从太阳能电池所见的负载增加的情况下,进行协作控制时的工作点的变化的曲线图;

[0026] 图 11A 为示出在太阳能电池上的光照强度以及从太阳能电池所见的负载都改变的情况下,进行协作控制时的工作点的变化的曲线图,图 11B 为示出对执行 MPPT 控制时的工作点以及通过协作控制对放电率进行调节时的工作点进行比较的曲线图;以及

[0027] 图 12A 至图 12C 为示出本发明的实施方式的启动过程的示意图。

## 具体实施方式

[0028] 下文参考附图对本公开的实施方案进行说明。应注意,按以下顺序进行说明。

[0029] <1. 实施方式 >

[0030] <2. 变形例 >

[0031] 应注意,下文所述的实施方案和变形例为本公开的特定优选示例,本公开不限于这些实施方案和变形例。

[0032] <1. 实施方式 >

[0033] [ 系统的配置 ]

[0034] 图 1 示出了根据本公开的控制系统的配置的一个示例。所述控制系统由一个或多个控制单元 CU 和一个或多个电池单元 BU 配置而成。图 1 中作为示例所示的控制系统 1 包括一个控制单元 CU 和三个电池单元 BUa、BUb 和 BUc。不需要区分单个电池单元时,每个电池单元都适当地称为电池单元 BU。

[0035] 在控制系统 1 中,可将电池单元 BU 互相独立控制。进一步,电池单元 BU 可在控制系统 1 中互相独立连接。例如,在电池单元 BUa 和电池单元 BUb 连接在控制系统 1 中的情况下,电池单元 BUc 可重新或额外连接在控制系统 1 中。或者,在电池单元 BUa 至 BUc 连接在控制系统 1 中的情况下,可仅从控制系统 1 移除电池单元 BUb。

[0036] 控制单元 CU 和电池单元 BU 由电力线互相单独连接。电力线包括,例如,将电力从控制单元 CU 提供给电池单元 BU 的电力线 L1 和将电力从电池单元 BU 提供给控制单元 CU 的另一个电力线 L2。因此,通过信号线 SL 在控制单元 CU 与电池单元 BU 之间进行双向通信。可根据(例如) SMBus (系统管理总线) 或 UART (通用异步收发器) 等规范进行通信。

[0037] 信号线 SL 由一条或多条线配置而成,根据目的限定要使用的线。信号线 SL 被公共使用,电池单元 BU 与信号线 SL 连接。每个电池单元 BU 对通过信号线 SL 传输给其的控制信号的报头部分进行分析,以确定该控制信号的目的地是否是该电池单元 BU 本身。通过适当设置控制信号的电平等,可向电池单元 BU 传输命令。电池单元 BU 对控制单元 CU 的响应也传输给其他电池单元 BU。但是,其他电池单元 BU 不响应于响应的传输而运行。应注意,虽然假定当前示例中电力和通信的传输通过线路进行,但还可通过无线电进行。

[0038] [ 控制单元的总配置 ]

[0039] 控制单元 CU 由高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 配置而成。控制单元 CU 具有一个或多个第一装置。在当前示例中,控制单元 CU 具有两个第一装置,第一装置单独与高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 对应。应注意,本文使用了术语“高压”和“低压”,但要输入到高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 中的电压可处于相同

输入范围内。高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 可接受的电压的输入范围可互相重叠。

[0040] 响应于环境而产生电力的发电部产生的电压提供给高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12。例如,发电部为通过日光或风力发电的装置。同时,发电部并不限于响应于自然环境而产生电力的装置。例如,发电部可配置为通过人力发电的装置。虽然以此方式假设了发电能量会响应于环境或情况而波动的发电机,但发电能量不波动的发电机同样适用。因此,如图 1 所示,也可将 AC 电力输入到控制系统 1 中。应注意,电压从相同发电部或不同发电部提供给高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12。一个或多个发电部产生的一个或多个电压是一个或多个第一电压的示例。

[0041] 向高压输入电源电路 11 提供(例如)通过光伏发电产生的约 75 至 100V (伏特)的 DC (直流)电压 V10。可替代地,可向高压输入电源电路 11 提供约 100 至 250V 的 AC (交流)电压。高压输入电源电路 11 响应于通过光伏发电向其提供的电压 V10 的波动而产生第二电压。例如,电压 V10 由高压输入电源电路 11 降低,以产生第二电压。第二电压为(例如) 45 至 48V 的范围内的 DC 电压。

[0042] 电压 V10 为 75V 时,高压输入电源电路 11 将电压 V10 转换为 45V。但是,电压 V10 为 100V 时,高压输入电源电路 11 将电压 V10 转换为 48V。高压输入电源电路 11 响应于电压 V10 在 75 至 100V 的范围内的变化而产生第二电压,使第二电压基本在 45 至 48V 的范围线性变化。高压输入电源电路 11 输出产生的第二电压。应注意,第二电压的变化率不需要为线性,但可使用反馈电路,使高压输入电源电路 11 的输出按原样使用。

[0043] 向低压输入电源电路 12 提供(例如)通过风力发电或人力发电产生的约 10 至 40V 范围内的 DC (直流)电压 V11。低压输入电源电路 12 响应于电压 V11 的波动产生第二电压,与高压输入电源电路 11 相似。低压输入电源电路 12 响应于电压 V11 在 10 至 40V 范围内的变化将电压 V11 升高到(例如) 45 至 48V 的范围内的 DC 电压。升高的 DC 电压从低压输入电源电路 12 输出。

[0044] 高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 的输出电压的两个或其中之一输入到电池单元 BU 中。在图 1 中,提供给电池单元 BU 的 DC 电压用 V12 表示。如上所述,电压 V12 为,例如,45 至 48V 的范围内的 DC 电压。所有或某些电池单元 BU 由电压 V12 充电。应注意,正在放电的电池单元 BU 不能充电。

[0045] 个人计算机可与控制单元 CU 连接。例如,使用 USB (通用串行总线)将控制单元 CU 与个人计算机互相连接。控制单元 CU 可使用个人计算机控制。

[0046] [ 电池单元的总配置 ]

[0047] 下文对作为第二装置的一个示例的电池单元的总配置进行说明。下文的说明将电池单元 BUa 作为示例,除非另有说明,电池单元 BUb 和电池单元 BUc 具有相同配置。

[0048] 电池单元 BUa 包括充电器或充电器电路 41a、放电器或放电器电路 42a 和电池 Ba。其他电池单元 BU 也包括充电器或充电器电路、放电器或放电器电路和电池。在以下说明中,不需要区分每个电池时,将其适当地称为电池 B。

[0049] 充电器电路 41a 将控制单元 CU 向其提供的电压 V12 转换为适用于电池 Ba 的电压。电池 Ba 根据通过转换获得的电压进行充电。应注意,充电器电路 41a 响应于电压 V12 的波动而改变对电池 Ba 的充电率。

[0050] 电池 Ba 输出的电力提供给放电器电路 42a。(例如)基本为 12 至 55V 的范围内的 DC 电压从电池 Ba 输出。电池 Ba 提供的 DC 电压由放电器电路 42a 转换为 DC 电压 V13。电压 V13 为(例如)48V 的 DC 电压。电压 V13 从放电器电路 42a 通过电力线 L2 输出到控制单元 CU 中。应注意,电池 Ba 输出的 DC 电压还可直接提供给外部装置,不需要通过放电器电路 42a。

[0051] 每个电池 B 可为锂离子电池、橄榄石型磷酸铁锂离子电池、铅蓄电池等。电池单元 BU 的电池 B 可为互相不同电池类型的电池。例如,电池单元 BUa 的电池 Ba 和电池单元 BUb 的电池 Bb 由锂离子电池配置而成,电池单元 BUc 的电池 Bc 由铅蓄电池配置而成。电池 B 中的电池单元的数量和连接方案可适当改变。多个电池单元可串联或并联。或者,串联的多个电池单元可并联。

[0052] 电池单元放电时,在负载较轻的情况下,电池单元的输出电压中的最高电压作为电压 V13 提供给电力线 L2。负载变重时,电池单元的输出组合在一起,将组合输出提供给电力线 L2。电压 V13 通过电力线 L2 提供给控制单元 CU。电压 V13 从控制单元 CU 的输出端口输出。电力可以分布式关系从电池单元 BU 提供给控制单元 CU。因此,可减轻单个电池单元 BU 上的负荷。

[0053] 例如,以下使用形式可用。电池单元 BUa 输出的电压 V13 通过控制单元 CU 提供给外部装置。电压 V12 从控制单元 CU 提供给电池单元 BUb,对电池单元 BUb 的电池 Bb 充电。电池单元 BUc 用作备用电源。例如,电池单元 BUa 的剩余电量下降时,要使用的电池单元从电池单元 BUa 切换到电池单元 BUc,电池单元 BUc 输出的电压 V13 提供给外部装置。当然,使用形式仅为示例,控制系统 1 的使用形式并不限于该特定使用形式。

[0054] [控制单元的内部配置]

[0055] 图 2 示出了控制单元 CU 的内部配置的一个示例。如上所述,控制单元 CU 包括高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12。如图 2 所示,高压输入电源电路 11 包括被配置为将 AC 输入转换为 DC 输出的 AC-DC 转换器 11a,以及被配置为将电压 V10 下降为 45 至 48V 的范围内的 DC 电压的 DC-DC 转换器 11b。AC-DC 转换器 11a 和 DC-DC 转换器 11b 可为已知类型。应注意,在仅将 DC 电压提供给高压输入电源电路 11 的情况下,AC-DC 转换器 11a 可省略。

[0056] 电压传感器、电子开关和电流传感器与 DC-DC 转换器 11b 的输入级和输出级连接。在图 2 和下文所述的图 5 中,在简化表示中,单独地,电压传感器用方形标志表示;电子开关用圆形标志标识;电流传感器用具有斜线的圆形标志表示。具体地,电压传感器 11c、电子开关 11d 和电流传感器 11e 与 DC-DC 转换器 11b 的输入级连接。电流传感器 11f、电子开关 11g 和电压传感器 11h 与 DC-DC 转换器 11b 的输出级连接。传感器获得的传感器信息提供给下文所述的 CPU (中央处理器) 13。电子开关的开关操作由 CPU 13 控制。

[0057] 低压输入电源电路 12 包括被配置为将电压 V11 下降为 45 至 48V 的范围内的 DC 电压的 DC-DC 转换器 12a。电压传感器、电子开关和电流传感器与低压输入电源电路 12 的输入级和输出级连接。具体地,电压传感器 12b、电子开关 12c 和电流传感器 12d 与 DC-DC 转换器 12a 的输入级连接。电流传感器 12e、电子开关 12f 和电压传感器 12g 与 DC-DC 转换器 12a 的输出级连接。传感器获得的传感器信息提供给 CPU 13。开关的开关操作由 CPU 13 控制。

[0058] 应注意,在图 2 中,从传感器开始延伸的箭头标志表示传感器信息提供给 CPU 13。延伸至电子开关的箭头标志表示电子开关由 CPU 13 控制。

[0059] 高压输入电源电路 11 的输出电压通过二极管输出。低压输入电源电路 12 的输出电压通过另一个二极管输出。高压输入电源电路 11 的输出电压和低压输入电源电路 12 的输出电压组合在一起,组合电压 V12 通过电力线 L1 输出给电池单元 BU。电池单元 BU 提供的电压 V13 通过电力线 L2 提供给控制单元 CU。随后,提供给控制单元 CU 的电压 V13 通过电力线 L3 提供给外部装置。应注意,在图 2 中,提供给外部装置的电压表示为电压 V14。

[0060] 电力线 L3 可与电池单元 BU 连接。(例如)通过该配置,电池单元 BUa 输出的电压通过电力线 L2 提供给控制单元 CU。提供的电压通过电力线 L3 提供给电池单元 BUb,并可对电池单元 BUb 充电。应注意,通过电力线 L2 提供给控制单元 CU 的电力(未示出)可提供给电力线 L1。

[0061] 控制单元 CU 包括 CPU 13。CPU 13 控制控制单元 CU 的部件。例如,CPU 13 打开/关闭高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 的电子开关。进一步,CPU 13 向电池单元 BU 提供控制信号。CPU 13 向电池单元 BU 提供用于打开电池单元 BU 的电源的控制信号或用于指示电池单元 BU 充电或放电的控制信号。CPU 13 可将不同内容的控制信号输出给单个电池单元 BU。

[0062] CPU 13 通过总线 14 与存储器 15、D/A (数模)转换部 16、A/D (模数)转换部 17 和温度传感器 18 连接。总线 14 由(例如) I<sup>2</sup>C 总线配置而成。存储器 15 由非易失性存储器,例如 EEPROM (电可擦可编程只读存储器)配置而成。D/A 转换部 16 将各个过程中使用的数字信号转换为模拟信号。

[0063] CPU 13 接收电压传感器和电流传感器测量的传感器信息。传感器信息由 A/D 转换部 17 转换为数字信号之后输入到 CPU 13 中。温度传感器 18 对环境温度进行测量。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。

[0064] CPU 13 可具有通信功能。例如,CPU 13 和个人计算机(PC) 19 可互相通信。CPU 13 可不仅与个人计算机通信,而且与连接到网络,例如,因特网的装置通信。

[0065] [控制单元的电源系统]

[0066] 图 3 主要示出了与电源系统相关的控制单元 CU 的配置的一个示例。用于防止回流的二极管 20 与高压输入电源电路 11 的输出级连接。另一个用于防止回流的二极管 21 与低压输入电源电路 12 的输出级连接。高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 由二极管 20 和二极管 21 通过 OR 连接互相连接。高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 的输出组合在一起,并提供给电池单元 BU。实际上,高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 的输出中具有较高电压的一个提供给电池单元 BU。但是,还响应于作为负载的电池单元 BU 的电力消耗而进入从高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 这两者提供电力的情况。

[0067] 控制单元 CU 包括可由用户操作的主开关 SW1。主开关 SW1 接通时,电力提供给 CPU 13,以启动控制单元 CU。电力从(例如)嵌入到控制单元 CU 中的电池 22 提供给 CPU 13。电池 22 为可充电电池,例如,锂离子电池。电池 22 的 DC 电压由 DC-DC 转换器 23 转换为 CPU 13 的工作电压。通过转换获得的电压作为电源电压提供给 CPU 13。这样,控制单元 CU 启动时,使用电池 22。电池 22 由(例如) CPU 13 控制。



[0068] 电池 22 可通过高压输入电源电路 11 或低压输入电源电路 12 或电池单元 BU 提供的电力充电。电池单元 BU 提供的电力提供给充电器电路 24。充电器电路 24 包括 DC-DC 转换器。电池单元 BU 提供的电压 V13 由充电器电路 24 转换为预定电平的 DC 电压。通过转换获得的 DC 电压提供给电池 22。电池 22 通过向其提供的 DC 电压充电。

[0069] 应注意, CPU 13 可用高压输入电源电路 11、低压输入电源电路 12 或电池单元 BU 向其提供的电压 V13 运行。电池单元 BU 提供的电压 V13 由 DC-DC 转换器 25 转换为预定电平的电压。通过转换获得的 DC 电压作为电源电压提供给 CPU 13, 使 CPU 13 运行。

[0070] 控制单元 CU 启动之后, 如果电压 V10 和 V11 的至少其中之一被输入, 则产生电压 V12。电压 V12 通过电力线 L1 提供给电池单元 BU。此时, CPU 13 使用信号线 SL 与电池单元 BU 通信。通过该通信, CPU 13 输出用于指示电池单元 BU 启动和放电的控制信号。随后, CPU 13 接通开关 SW2。开关 SW2 例如由 FET (场效应晶体管) 配置而成。或者, 开关 SW2 可由 IGBT (绝缘栅双极晶体管) 配置而成。开关 SW2 接通时, 电压 V13 从电池单元 BU 提供给控制单元 CU。

[0071] 用于防止回流的二极管 26 与开关 SW2 的输出侧连接。二极管 26 的连接可防止太阳能电池或风力发电源提供的不稳定电力直接提供给外部装置。因此, 可将电池单元 BU 提供的稳定电力提供给外部装置。当然, 可在电池单元 BU 的末级上设置二极管, 以保证安全。

[0072] 为了将电池单元 BU 提供的电力提供给外部装置, CPU 13 接通开关 SW3。开关 SW3 接通时, 基于电压 V13 的电压 V14 通过电力线 L3 提供给外部装置。应注意, 电压 V14 可提供给其他电池单元 BU, 使其他电池单元 BU 的电池 B 通过电压 V14 充电。

[0073] [ 高压输入电源电路的配置示例 ]

[0074] 图 4 示出了高压输入电源电路的具体配置的一个示例。如图 4 所示, 高压输入电源电路 11 包括 DC-DC 转换器 11b 和下文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 等未示出。

[0075] 除 DC-DC 转换器 12a 为升压型之外, 低压输入电源电路 12 的配置基本与高压输入电源电路 11 相似。

[0076] DC-DC 转换器 11b 例如由包括开关元件的初级侧电路 32、变压器 33 和包括整流元件的次级侧电路 34 等配置而成。图 4 所示的 DC-DC 转换器 11b 为电流谐振式, 即, LLC 谐振转换器。

[0077] 前馈控制系统包括运算放大器 35、晶体管 36 和电阻器 Rc1、Rc2 和 Rc3。前馈控制系统的输出被输入到 DC-DC 转换器 11b 的初级侧电路 32 的驱动器上设置的控制端。DC-DC 转换器 11b 对高压输入电源电路 11 的输出电压进行调整, 使控制端的输入电压可固定。

[0078] 由于高压输入电源电路 11 包括前馈控制系统, 高压输入电源电路 11 的输出电压被调整, 使其值可变为预先设置的范围内的电压值。由此, 包括高压输入电源电路 11 的控制单元 CU 例如具有响应于太阳能电池等输入的电压的变化而改变输出电压的电压转换装置的功能。

[0079] 如图 4 所示, 输出电压通过 AC-DC 转换器 11a 从高压输入电源电路 11 中提取, AC-DC 转换器 11a 包括电容器 31、初级侧电路 32、变压器 33 和次级侧电路 34。AC-DC 转换器 11a 为布置在从外部对控制单元 CU 的输入为 AC 电源的位置的功率因数校正电路。

[0080] 控制单元 CU 的输出通过电力线 L1 发送给电池单元 BU。例如,单个电池单元 BUa、BUb 和 BUc 分别通过用于防止回流的二极管 D1、D2、D3、……与输出端 Te1、Te2、Te3、……连接。

[0081] 下文对高压输入电源电路 11 中设置的前馈控制系统进行说明。

[0082] 通过将高压输入电源电路 11 的输入电压下降到  $kc$  倍而获得的电压输入到运算放大器 35 的非反相输入端中,其中,  $kc$  约为数十分之一至百分之一。同时,通过将预先确定的固定电压  $V_{t0}$  下降到  $kc$  倍而获得的电压输入到运算放大器 35 的反相输入端  $c1$ 。运算放大器 35 的反相输入端  $c1$  的输入电压  $kc \times V_{t0}$  来自(例如)D/A 转换部 16。电压  $V_{t0}$  的值保留在 D/A 转换部 16 的内置存储器中,并可在需要时改变。电压  $V_{t0}$  的值还可保留到通过总线 14 与 CPU 13 连接的存储器 15 中,使其传输给 D/A 转换部 16。

[0083] 运算放大器 35 的输出端与晶体管 36 的基极连接,晶体管 36 响应于运算放大器 35 的非反相输入端的输入电压与反相输入端的输入电压之间的差而进行电压 - 电流转换。

[0084] 与晶体管 36 的发射极连接的电阻器  $R_{c2}$  的电阻值高于与电阻器  $R_{c2}$  并联的电阻器  $R_{c1}$  的电阻值。

[0085] 例如,假定高压输入电源电路 11 的输入电压大大高于预先确定的固定电压  $V_{t0}$ 。此时,由于晶体管 36 处于导通状态,电阻器  $R_{c1}$  与电阻器  $R_{c2}$  的合成电阻的值低于电阻器  $R_{c1}$  的电阻值,图 4 所示的  $f$  点处的电位接近地电位。

[0086] 因此,通过光耦合器 37 与  $f$  点连接的、初级侧电路 32 的驱动器上设置的控制端的输入电压下降。检测控制端的输入电压的下降的 DC-DC 转换器 11b 升高高压输入电源电路 11 的输出电压,使控制端的输入电压可固定。

[0087] 例如现在假定与控制单元 CU 连接的太阳能电池的端电压相反下降,高压输入电源电路 11 的输入电压接近预先确定的固定电压  $V_{t0}$ 。

[0088] 高压输入电源电路 11 的输入电压下降时,晶体管 36 的状态从导通状态靠近截止状态。随着晶体管 36 的状态从导通状态靠近截止状态,电流流向电阻器  $R_{c1}$  和电阻器  $R_{c2}$  的可能性变小,图 4 所示的  $f$  点处的电位升高。

[0089] 因此,初级侧电路 32 的驱动器上设置的控制端的输入电压脱离其保持固定的状态。因此,DC-DC 转换器 11b 降低高压输入电源电路 11 的输出电压,使控制端的输入电压可固定。

[0090] 换句话说,在输入电压大大高于预先确定的固定电压  $V_{t0}$  的情况下,高压输入电源电路 11 升高输出电压。另一方面,如果太阳能电池的端电压下降,并且输入电压接近预先确定的固定电压  $V_{t0}$ ,则高压输入电源电路 11 降低输出电压。这样,包括高压输入电源电路 11 的控制单元 CU 响应于输入电压的大小而动态改变输出电压。

[0091] 另外,如下文所述,高压输入电源电路 11 还响应于控制单元 CU 的输出侧要求的电压的变化而动态改变输出电压。

[0092] 例如,假定与控制单元 CU 电连接的电池单元 BU 的数量在太阳能电池发电期间增加。换句话说,假定从太阳能电池所见的负载在太阳能电池发电期间增加。

[0093] 这种情况下,电池单元 BU 额外与控制单元 CU 电连接,因此,与控制单元 CU 连接的太阳能电池的端电压下降。随后,高压输入电源电路 11 的输入电压下降时,晶体管 36 的状态从导通状态靠近截止状态,高压输入电源电路 11 的输出电压下降。

[0094] 另一方面,如果假定与控制单元 CU 电连接的电池单元 BU 的数量在太阳能电池发电期间减少,从太阳能电池所见的负载减少。因此,与控制单元 CU 连接的太阳能电池的端电压升高。如果高压输入电源电路 11 的输入电压大大高于预先确定的固定电压  $V_{t0}$ ,初级侧电路 32 的驱动器上设置的控制端的输入电压下降。因此,高压输入电源电路 11 的输出电压上升。

[0095] 应注意,电阻器 Rc1、Rc2 和 Rc3 的电阻值适当选择,使高压输入电源电路 11 的输出电压的值可包括在预先设置的范围内。换句话说,高压输入电源电路 11 的输出电压的上限由电阻器 Rc1 和 Rc2 的电阻值确定。晶体管 36 被布置为,当高压输入电源电路 11 的输入电压高于预定值时,高压输入电源电路 11 的输出电压的值不会超过预先设置的上限的电压值。

[0096] 另一方面,高压输入电源电路 11 的输出电压的下限由如下文所述的充电器电路 41a 的前馈控制系统的运算放大器的非反相输入端的输入电压确定。

[0097] [ 电池单元的内部配置 ]

[0098] 图 5 示出了电池单元 BU 的内部配置的一个示例。此处,将电池单元 BUa 作为示例进行说明。除非另有说明,电池单元 BUb 和电池单元 BUc 的配置与电池单元 BUa 的配置相似。

[0099] 如图 5 所示,电池单元 BUa 包括充电器电路 41a、放电器电路 42a 和电池 Ba。电压 V12 从控制单元 CU 提供给充电器电路 41a。作为电池单元 BUa 的输出的电压 V13 通过放电器电路 42a 提供给控制单元 CU。电压 V13 还可从放电器电路 42a 直接提供给外部装置。

[0100] 充电器电路 41a 包括 DC-DC 转换器 43a。输入到充电器电路 41a 中的电压 V12 由 DC-DC 转换器 43a 转换为预定电压。通过转换获得的预定电压提供给电池 Ba,以对电池 Ba 充电。预定电压根据电池 Ba 的类型等而有所不同。电压传感器 43b、电子开关 43c 和电流传感器 43d 与 DC-DC 转换器 43a 的输入级连接。电流传感器 43e、电子开关 43f 和电压传感器 43g 与 DC-DC 转换器 43a 的输出级连接。

[0101] 放电器电路 42a 包括 DC-DC 转换器 44a。从电池 Ba 提供给放电器电路 42a 的 DC 电压由 DC-DC 转换器 44a 转换为电压 V13。通过转换获得的电压 V13 从放电器电路 42a 输出。电压传感器 44b、电子开关 44c 和电流传感器 44d 与 DC-DC 转换器 44a 的输入级连接。电流传感器 44e、电子开关 44f 和电压传感器 44g 与 DC-DC 转换器 44a 的输出级连接。

[0102] 电池单元 BUa 包括 CPU 45。CPU 45 对电池单元 BU 的部件进行控制。例如,CPU 45 控制电子开关的开关操作。CPU 45 可进行用于确保电池 B 的安全性的过程,例如,防止过充功能和防止过流功能。CPU 45 与总线 46 连接。总线 46 可为,例如, I<sup>2</sup>C 总线。

[0103] 存储器 47、A/D 转换部 48 和温度传感器 49 与总线 46 连接。存储器 47 为可重写非易失性存储器,例如,EEPROM。A/D 转换部 48 将电压传感器和电流传感器获得的模拟传感器信息转换为数字信息。由 A/D 转换部 48 转换成数字信号的传感器信息提供给 CPU 45。温度传感器 49 对电池单元 BU 内预定位置的温度进行测量。具体地,温度传感器 49 对(例如)安装有 CPU 45 的电路板的周围的温度、充电器电路 41a 和放电器电路 42a 的温度和电池 Ba 的温度进行测量。

[0104] [ 电池单元的电源系统 ]

[0105] 图 6 示出了主要与电源系统相关的电池单元 BUa 的配置的一个示例。如图 6 所示,

电池单元 BUa 不包括主开关。开关 SW5 和 DC-DC 转换器 39 连接在电池 Ba 与 CPU 45 之间。另一个开关 SW6 连接在电池 Ba 与放电器电路 42a 之间。另一个开关 SW7 与充电器电路 41a 的输入级连接。另一个开关 SW8 与放电器电路 42a 的输出级连接。开关 SW 由(例如)FET 配置而成。

[0106] 电池单元 BUa 由(例如)控制单元 CU 的控制信号启动。(例如)高电平的控制信号通常从控制单元 CU 通过预定信号线提供给电池单元 BUa。因此,仅通过将电池单元 BUa 的端口与预定信号线连接,高电平的控制信号便可提供给开关 SW5,使开关 SW5 处于接通状态以启动电池单元 BUa。开关 SW5 接通时,电池 Ba 的 DC 电压提供给 DC-DC 转换器 39。用于运行 CPU 45 的电源电压由 DC-DC 转换器 39 产生。产生的电源电压提供给 CPU 45,以运行 CPU 45。

[0107] CPU 45 根据控制单元 CU 的指令执行控制。例如,用于指示充电的控制信号从控制单元 CU 提供给 CPU 45。CPU 45 响应于充电指令关断开关 SW6 和 SW8,且随后接通开关 SW7。开关 SW7 接通时,控制单元 CU 提供的电压 V12 提供给充电器电路 41a。电压 V12 由充电器电路 41a 转换为预定电压,电池 Ba 由通过转换获得的预定电压进行充电。应注意,电池 B 的充电方法可适当地根据电池 B 的类型而变化。

[0108] 例如,用于指示放电的控制信号从控制单元 CU 提供给 CPU 45。CPU45 响应于放电指令关断开关 SW7,并接通开关 SW6 和 SW8。例如,开关 SW8 在开关 SW6 接通之后的固定时间间隔后接通。开关 SW6 接通时,电池 Ba 的 DC 电压提供给放电器电路 42a。电池 Ba 的 DC 电压由放电器电路 42a 转换为电压 V13。通过转换获得的电压 V13 通过开关 SW8 提供给控制单元 CU。应注意,可将二极管(未示出)添加到开关 SW8 的后一级,以防止开关 SW8 的输出干扰一个不同电池单元 BU 的输出。

[0109] 应注意,放电器电路 42a 可通过 CPU 45 的控制开和关之间切换。这种情况下,使用从 CPU 45 延伸到放电器电路 42a 的开/关信号线。例如,未示出的开关 SW 设于开关 SW6 的输出侧。为了便于说明,这种情况下的开关 SW 在下文称为开关 SW10。开关 SW10 在经过放电器电路 42a 的第一路径与不经过放电器电路 42a 的第二路径之间进行切换。

[0110] 为了接通放电器电路 42a,CPU 45 将开关 SW10 与第一路径连接。因此,开关 SW6 的输出通过放电器电路 42a 提供给开关 SW8。为了关断放电器电路 42a,CPU 45 将开关 SW10 与第二路径连接。因此,开关 SW6 的输出不通过放电器电路 42a 而直接提供给开关 SW8。

[0111] [充电器电路的配置示例]

[0112] 图 7 示出了电池单元的充电器电路的特定配置的一个示例。如图 7 所示,充电器电路 41a 包括 DC-DC 转换器 43a、前馈控制系统和下文所述的反馈控制系统。应注意,在图 7 中,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 和开关 SW7 等未示出。

[0113] 另外,电池单元 BU 的充电器电路的配置与图 7 所示的充电器电路 41a 的配置基本相似。

[0114] DC-DC 转换器 43a 由(例如)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 控制。

[0115] 前馈控制系统包括运算放大器 55、晶体管 56 和电阻器 Rb1、Rb2 和 Rb3,与高压输入电源电路 11 相似。前馈控制系统的输出被输入到(例如)DC-DC 转换器 43a 的控制 IC 53

上设置的控制端。DC-DC 转换器 43a 中的控制 IC 53 对充电器电路 41a 的输出电压进行调整,使控制端的输入电压可固定。

[0116] 换句话说,充电器电路 41a 中设置的前馈控制系统与高压输入电源电路 11 中设置的前馈控制系统起相似作用。

[0117] 由于充电器电路 41a 包括前馈控制系统,充电器电路 41a 的输出电压被调整,使其值可变为预先设置的范围内的电压值。由于充电器电路的输出电压的值被调整为预先设置的范围内的电压值,与控制单元 CU 电连接的电池 B 的充电电流响应于高压输入电源电路 11 的输入电压的变化而被调整。由此,包括充电器电路的电池单元 BU 具有改变电池 B 的充电率的充电装置的功能。

[0118] 由于与控制单元 CU 电连接的电池 B 的充电率改变,电池单元 BU 的充电器电路的输入电压的值,或者,换句话说,高压输入电源电路 11 或低压输入电源电路 12 的输出电压的值被调整,以变为预先设置的范围内的电压值。

[0119] 充电器电路 41a 的输入为(例如)上文所述的控制单元 CU 的高压输入电源电路 11 或低压输入电源电路 12 的输出。由此,图 4 所示的输出端 Te1、Te2、Te3、……的其中之一与充电器电路 41a 的输入端互相连接。

[0120] 如图 7 所示,充电器电路 41a 的输出电压通过 DC-DC 转换器 43a、电流传感器 54 和滤波器 59 而被提取。电池 Ba 与充电器电路 41a 的终端 Tb1 连接。换句话说,充电器电路 41a 的输出用作电池 Ba 的输入。如下文所述,每个充电器电路的输出电压的值被调整,以响应于与充电器电路连接的电池的类型而变为预先设置的范围内的电压值。每个充电器电路的输出电压的范围通过适当地选择电阻器 Rb1、Rb2 和 Rb3 的电阻值而调整。

[0121] 由于每个充电器电路的输出电压的范围响应于与充电器电路连接的电池的类型而单独确定,因此电池单元 BU 中设置的电池 B 的类型并没有特别限制。这是因为,充电器电路中电阻器 Rb1、Rb2 和 Rb3 的电阻值可响应于与其连接的电池 B 的类型而适当选择。

[0122] 应注意,图 7 示出了前馈控制系统的输出被输入到控制 IC 53 的控制端中的配置,但电池单元 BU 的 CPU 45 可向控制 IC 53 的控制端提供输入。例如,电池单元 BU 的 CPU 45 可通过信号线 SL 从控制单元 CU 的 CPU 13 中获得与电池单元 BU 的输入电压相关的信息。控制单元 CU 的 CPU 13 可根据电压传感器 11h 或电压传感器 12g 的测量结果获取与电池单元 BU 的输入电压相关的信息。

[0123] 下文对充电器电路 41a 中设置的前馈控制系统进行说明。

[0124] 运算放大器 55 的非反相输入端的输入为通过将充电器电路 41a 的输入电压下降到  $k_b$  倍而获得的电压,其中, $k_b$  约为几十分之一至百分之一。同时,运算放大器 55 的反相输入端 b1 的输入为通过将电压  $V_b$  下降到  $k_b$  倍而获得的电压,电压  $V_b$  是被设定为高压输入电源电路 11 或低压输入电源电路 12 的输出电压的下限。运算放大器 55 的反相输入端 b1 的输入电压  $k_b \times V_b$  来自(例如) CPU 45。

[0125] 由此,充电器电路 41a 的输入电压大大高于预先确定的固定电压  $V_b$  时,充电器电路 41a 中设置的前馈控制系统升高充电器电路 41a 的输出电压。随后,充电器电路 41a 的输入电压接近预先确定的固定电压  $V_b$  时,前馈控制系统降低充电器电路 41a 的输出电压。

[0126] 晶体管 56 被布置为,充电器电路 41a 的输入电压高于预定值时,充电器电路 41a 的输出电压的值可不超过预先设置的上限,与上文所述的图 4 所示的晶体管 36 相似。应注

意,充电器电路 41a 的输出电压的值的范围取决于电阻器 Rb1、Rb2 和 Rb3 的电阻值的组合。因此,电阻器 Rb1、Rb2 和 Rb3 的电阻值响应于与充电器电路连接的电池 B 的类型而调整。

[0127] 进一步,充电器电路 41a 还包括如上所述的反馈控制系统。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。

[0128] 如果提供给电池 Ba 的电流超过预先设置的指定值,则充电器电路 41a 的输出电压由反馈控制系统降低,提供给电池 Ba 的电流被限制。将提供给电池 Ba 的电流的限制程度根据与每个充电器电路连接的电池 B 的额定值确定。

[0129] 如果充电器电路 41a 的输出电压由前馈控制系统或反馈控制系统降低,则将提供给电池 Ba 的电流被限制。因此,当提供给电池 Ba 的电流被限制时,与充电器电路 41a 连接的电池 Ba 的充电减速。

[0130] 现在,为了便于对本发明的实施方式进行理解,以 MPPT 控制及电压跟踪法控制为例对控制方法进行描述。

[0131] [MPPT 控制]

[0132] 首先,下文对 MPPT 控制的概要进行说明。

[0133] 图 8A 为示出太阳能电池的伏安特性的示意图。在图 8A 中,纵坐标的轴线代表太阳能电池的端电流,横坐标的轴线代表太阳能电池的端电压。进一步,在图 8A 中, $I_{sc}$  代表太阳能电池的端子短路,而光照射在太阳能电池上时的输出电流值, $V_{oc}$  代表太阳能电池的端子断路,而光照射在太阳能电池上时的输出电压。电流  $I_{sc}$  和电压  $V_{oc}$  分别称为短路电流和断路电压。

[0134] 如图 8A 所示,光照射在太阳能电池上时,太阳能电池的端电流在太阳能电池的端子短路时表现出最大值。此时,太阳能电池的端电压几乎为 0V。另一方面,光照射在太阳能电池上时,太阳能电池的端电压在太阳能电池的端子断路时表现出最大值。此时,太阳能电池的端电流几乎为 0A (安培)。

[0135] 现在假定示出太阳能电池的伏安特性的图用图 8A 所示的曲线 C1 表示。此处,如果负载与太阳能电池连接,要从太阳能电池提取的电压和电流取决于与太阳能电池连接的负载要求的耗电量。此时,曲线 C1 上由太阳能电池的一组端电压和端电流代表的点称为太阳能电池的工作点。应注意,图 8A 示意性示出了工作点的位置,但没有示出实际工作点的位置。这同样适用于本公开的任何其他附图上出现的工作点。

[0136] 如果表示太阳能电池的伏安特性的曲线上的工作点改变,则确定出使端电压与端电流的乘积,即,产生的功率具有最大值的一组端电压  $V_a$  和端电流  $I_a$ 。使太阳能电池获得的功率具有最大值的一组端电压  $V_a$  和端电流  $I_a$  代表的点称为太阳能电池的最佳工作点。

[0137] 表示太阳能电池的伏安特性的图用图 8A 所示的曲线 C1 表示时,从太阳能电池获得的最大功率由提供最佳工作点的端电压  $V_a$  和端电流  $I_a$  的乘积确定。换句话说,表示太阳能电池的伏安特性的图用图 8A 所示的曲线 C1 表示时,从太阳能电池获得的最大功率由图 8A 所示的阴影区域的面积表示,即, $V_a \times I_a$ 。应注意,用  $V_a \times I_a$  除以  $V_{oc} \times I_{sc}$  获得的量为占空系数(fill factor)。

[0138] 最佳工作点根据与太阳能电池连接的负载要求的功率而变化,代表工作点的 PA 点在与太阳能电池连接的负载要求的功率变化时在曲线 C1 上移动。负载要求的功率量较小时,将提供给负载的电流可低于最佳工作点上的端电流。因此,此时的太阳能电池的端电

压的值高于最佳工作点上的电压值。另一方面,负载要求的功率量大于最佳工作点上可提供的功率量时,功率量超过此时的光照强度下可提供的功率。因此,考虑将太阳能电池的端电压下降为 0V。

[0139] 图 8A 所示的曲线 C2 和 C3 表示(例如)太阳能电池上的光照强度变化时太阳能电池的伏安特性。例如,图 8A 所示的曲线 C2 与太阳能电池上的光照强度增加时的伏安特性对应,图 8A 所示的曲线 C3 与太阳能电池上的光照强度下降时的伏安特性对应。

[0140] 例如,如果太阳能电池上的光照强度增加,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C1 变化到曲线 C2,最佳工作点也响应于太阳能电池上的光照强度的增加而变化。应注意,此时的最佳工作点从曲线 C1 上的点移动到曲线 C2 上的另一个点。

[0141] MPPT 控制的目的在于根据表示太阳能电池的伏安特性的曲线的变化确定最佳工作点,并控制太阳能电池的端电压或端电流,使从太阳能电池获得的功率可最大化。

[0142] 图 8B 为表示用特定曲线表示太阳能电池的伏安特性的情况下太阳能电池的端电压与太阳能电池产生的功率之间的关系的曲线图,即,P-V 曲线。

[0143] 如果假定太阳能电池产生的功率在提供最大工作点的端电压下呈现最大值  $P_{max}$ ,如图 8B 所示,则提供最大工作点的端电压可由称为爬山法的方法确定。下文所述的一系列步骤通常由连接在太阳能电池与电力系统之间的功率调节器的 CPU 等执行。

[0144] 例如,从太阳能电池输入的电压的初始值设为  $V_0$ ,先计算此时产生的功率  $P_0$ 。随后,将从太阳能电池输入的电压增加  $\epsilon$ , $\epsilon$  大于 0,即, $\epsilon > 0$ ,以确定  $V_1 = V_0 + \epsilon$  表示的电压  $V_1$ 。随后,计算从太阳能电池输入的电压为  $V_1$  时产生的功率  $P_1$ 。随后,将产生的功率  $P_0$  与  $P_1$  相互比较,如果  $P_1 > P_0$ ,则将从太阳能电池输入的电压增加  $\epsilon$ ,用  $V_2 = V_1 + \epsilon$  表示。随后,计算从太阳能电池输入的电压为  $V_2$  时产生的功率  $P_2$ 。随后,将计算的产生功率  $P_2$  与之前产生的功率  $P_1$  进行比较。随后,如果  $P_2 > P_1$ ,将从太阳能电池输入的电压增加  $\epsilon$ ,用  $V_3 = V_2 + \epsilon$  表示。随后,计算从太阳能电池输入的电压为  $V_3$  时产生的功率  $P_3$ 。

[0145] 此处,如果  $P_3 < P_2$ ,则提供最大工作点的端电压存在于电压  $V_2$  与  $V_3$  之间。通过这样调整  $\epsilon$  的幅度,可以任意精确度确定提供最大工作点的端电压。可对上述处理应用二分法算法。应注意,如果在阴影局部出现于太阳能电池的光照面的情况下 P-V 曲线具有两个以上峰值,则简单爬山法无法解决该问题。因此,控制程序要求某些方案。

[0146] 根据 MPPT 控制,由于可调整端电压,使从太阳能电池所见的负载始终处于最佳状态,可在不同天气条件下从太阳能电池提取最大功率。另一方面,提供最大工作点的端电压的计算要求进行模拟/数字转换(A/D 转换),此外,计算过程中还包括乘法。因此,进行控制需要时间。因此,在天空突然变多云,太阳能电池上的光照强度突然变化的情况下,MPPT 控制有时无法对太阳能电池上的光照强度的突然变化做出响应。

[0147] [通过电压跟踪法的控制]

[0148] 此处,如果将图 8A 所示的曲线 C1 至 C3 互相比,相对于太阳能电池上的光照强度的变化(可考虑作为表示伏安特性的曲线的变化),开路电压  $V_{oc}$  的变化小于短路电流  $I_{sc}$  的变化。进一步,所有太阳能电池表现出伏安特性互相相似,并且,已知的是,在使用晶体硅太阳能电池的情况下,提供最大工作点的端电压约为开路电压的 80% 左右。由此,可以估计的是,如果将适当电压值设为太阳能电池的端电压,并调整转换器的输出电流,使太阳能电池的端电压等于所设置的电压值,则可有效地从太阳能电池提取功率。上述通过限制

电流进行的这种控制称为电压跟踪法。

[0149] 下文对通过电压跟踪法的控制的概要进行说明。假定开关元件布置在太阳能电池与功率调节器之间,电压测量仪布置在太阳能电池与开关元件之间,作为前提。另外,还假定太阳能电池处于光照射在其上的状态。

[0150] 首先,关断开关元件,随后,在预定时间过去时,由电压测量仪测量太阳能电池的端电压。在关断开关元件之后,测量太阳能电池的端电压之前等待预定时间过去的原因在于,需要等待太阳能电池的端电压变稳定。此时的端电压为开路电压  $V_{oc}$ 。

[0151] 随后,计算(例如)通过测量获得的开路电压  $V_{oc}$  的 80% 的电压值,作为目标电压值,并将目标电压值临时保存在存储器等之内。随后,接通开关元件,以开始对功率调节器中的转换器通电。此时,调整转换器的输出电流,使太阳能电池的端电压等于目标电压值。在每个任意时间间隔之后执行上述一系列过程。

[0152] 与 MPPT 控制相比,在通过电压跟踪法的控制中,太阳能电池获得的功率的损失较高。但是,由于通过电压跟踪法的控制可由简单电路实施或成本较低,包括转换器的功率调节器可以相对较低的成本进行配置。

[0153] 图 9A 示出了相对于表示太阳能电池的伏安特性的曲线的变化的工作点的变化。在图 9A 中,纵坐标的轴线代表太阳能电池的端电流,横坐标的轴线代表太阳能电池的端电压。进一步,图 9A 中的空心圆形标志表示进行 MPPT 控制时的工作点,图 9A 中的实心圆形标志表示进行通过电压跟踪法的控制时的工作点。

[0154] 现在假定表示太阳能电池的伏安特性的曲线为曲线 C5。随后,假定太阳能电池上的光照强度变化时表示太阳能电池的伏安特性的曲线依次从曲线 C5 变化到曲线 C8。另外,根据控制方法的工作点响应于表示太阳能电池的伏安特性的曲线的变化而变化。应注意,由于相对于太阳能电池上的光照强度的变化的开路电压  $V_{oc}$  的变化较小,在图 9A 中,将进行通过电压跟踪法的控制时的目标电压值视为基本固定值  $V_s$ 。

[0155] 从图 9A 可以看出,表示太阳能电池的伏安特性的曲线为曲线 C6 时,MPPT 控制的工作点与通过电压跟踪法的控制的工作点之间的偏差度较小。因此,表示太阳能电池的伏安特性的曲线为曲线 C6 时,两种不同控制之间太阳能电池获得的产生的功率没有显著差别。

[0156] 另一方面,如果表示太阳能电池的伏安特性的曲线为曲线 C8,则 MPPT 控制的工作点与通过电压跟踪法的控制的工作点之间的偏差度较大。例如,如果将应用 MPPT 控制时的端电压与应用通过电压跟踪法的控制时的端电压之间的差  $\Delta V_6$  和  $\Delta V_8$  分别互相比,如图 9A 所示,则  $\Delta V_6 < \Delta V_8$ 。因此,表示太阳能电池的伏安特性的曲线为曲线 C8 时,应用 MPPT 控制时从太阳能电池获得的产生的功率与应用通过电压跟踪法的控制时从太阳能电池获得的产生的功率之间的差较大。

[0157] [控制单元与电池单元的协作控制]

[0158] 现在将对控制单元与电池单元的协作控制的概要进行说明。在以下说明中,通过控制单元与电池单元的协作或联动进行的控制被适当称为协作控制。

[0159] 图 9B 示出了控制系统的配置的一个示例,其中,由控制单元和多个电池单元进行协作控制。

[0160] 如图 9B 所示,例如,分别包括一组充电器电路和电池的一个或多个电池单元 BU 与控制单元 CU 连接。一个或多个电池单元 BU 与电力线 L1 并联,如图 9B 所示。应注意,图 9B



仅示出了一个控制单元 CU,但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 与电力线 L1 并联。

[0161] 一般来说,如果尝试使用从太阳能电池获得的功率对一个电池充电,由夹在太阳能电池与电池之间的功率调节器执行上述 MPPT 控制或通过电压跟踪法的控制。虽然一个电池可由以组合方式运行的多个电池配置而成,但电池通常为单一类型。换句话说,假定上述 MPPT 控制或通过电压跟踪法的控制由连接在太阳能电池与一个电池之间的单一功率调节器执行。进一步,成为充电对象的电池的数量和配置(连接方案,例如,并联或串联)在充电期间没有变化,而是基本固定。

[0162] 同时,在协作控制中,控制单元 CU 和多个电池单元 BUa、BUb、BUc、……进行自主控制,使控制单元 CU 的输出电压和电池单元 BU 要求的电压互相良好平衡。如上所述,电池单元 BUa、BUb、BUc、……中包括的电池 B 可为任何类型。换句话说,根据本公开的控制单元 CU 可对多种类型的电池 B 进行协作控制。

[0163] 进一步,在图 9B 所示的配置示例中,各电池单元 BU 可随意连接或断开,与控制单元 CU 连接的电池单元 BU 的数量在太阳能电池发电期间可变。在图 9B 所示的配置示例中,从太阳能电池所见的负载在太阳能电池发电期间可变。但是,协作控制不仅能解决太阳能电池上的光照强度的变化问题,还能解决太阳能电池发电期间从太阳能电池所见的负载的变化问题。这是相关技术的配置无法达到的一个重要特性。

[0164] 可通过将上述控制单元 CU 和电池单元 BU 互相连接来构造响应于控制单元 CU 的供电能力而动态改变充电率(charge rate)的控制系统。下文对协作控制的一个示例进行了说明。应注意,以下说明将初始状态下一个电池单元 BUa 与控制单元 CU 连接的控制系统作为示例,但协作控制同样适用于多个电池单元 BU 与控制单元 CU 连接的情况。

[0165] 假定(例如)太阳能电池与控制单元 CU 的输入侧连接,电池单元 BUa 与控制单元 CU 的输出侧连接。另外,还假定太阳能电池的输出电压的上限为 100V,太阳能电池的输出电压的下限期望限制为 75V。换句话说,假定电压  $V_{t0}$  设为  $V_{t0}=75V$ ,运算放大器 35 的反相输入端的输入电压为  $k_c \times 75V$ 。

[0166] 进一步,假定控制单元 CU 的输出电压的上限和下限分别设为(例如)48V 和 45V。换句话说,假定电压  $V_b$  设为  $V_b=45V$ ,运算放大器 55 的反相输入端的输入电压为  $k_b \times 45V$ 。应注意,通过适当地选择高压输入电源电路 11 中的电阻器  $R_{c1}$  和  $R_{c2}$  而调整作为控制单元 CU 的输出端的上限 48V 的值。换句话说,假定控制单元 CU 的输出的目标电压值设为 48V。

[0167] 进一步,假定电池单元 BUa 的充电器电路 41a 的输出电压的上限和下限分别设为(例如)42V 和 28V。由此,选择充电器电路 41a 中的电阻器  $R_{b1}$ 、 $R_{b2}$  和  $R_{b3}$ ,使充电器电路 41a 的输出电压的上限和下限可分别变成 42V 和 28V。

[0168] 应注意,充电器电路 41a 的输入电压为上限电压的状态与电池 Ba 的充电率为 100% 的状态对应,而充电器电路 41a 的输入电压为下限电压的另一个状态与电池 Ba 的充电率为 0% 的状态对应。具体地,充电器电路 41a 的输入电压为 48V 的状态与电池 Ba 的充电率为 100% 的状态对应,充电器电路 41a 的输入电压为 45V 的状态与电池 Ba 的充电率为 0% 的状态对应。响应于输入电压从 45 至 48V 的范围内的变化,充电率被设置到 0 至 100% 的范围内。

[0169] 应注意,对电池的充电率控制可与协作控制并行进行或单独进行。具体地,由于在

充电初期进行恒定电流充电,对充电器电路 41a 的输出进行反馈调整,以调整充电电压,使充电电流可保持低于固定电流。随后,在末期时,充电电压保持等于或低于固定电压。此处调整的充电电压等于或低于通过上述协作控制调整的电压。通过控制,在控制单元 CU 提供的功率内进行充电过程。

[0170] 首先,对太阳能电池上的光照强度产生变化的情况下进行协作控制时工作点的变化进行说明。

[0171] 图 10A 示出了太阳能电池上的光照强度降低的情况下进行协作控制时工作点的变化。在图 10A 中,纵坐标的轴线代表太阳能电池的端电流,横坐标的轴线代表太阳能电池的端电压。进一步,图 10A 中的空心圆形标志代表进行 MPPT 控制时的工作点,图 10A 中的阴影圆形标志代表进行协作控制时的工作点。图 10A 所示的曲线 C5 至 C8 表示太阳能电池上的光照强度变化时太阳能电池的伏安特性。

[0172] 现在假定电池 Ba 要求的功率为 100W (瓦特),太阳能电池的伏安特性由与最晴朗天气状态对应的曲线 C5 表示。进一步,假定此时太阳能电池的工作点由(例如)曲线 C5 上的点表示,通过高压输入电源电路 11 和充电器电路 41a 从太阳能电池提供给电池 Ba 的功率或供电量高于电池 Ba 要求的功率或所需量。

[0173] 从太阳能电池提供给电池 Ba 的功率高于电池 Ba 要求的功率时,控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压,即,电压 V12,为上限 48V。具体地,由于电池单元 BUa 的输入电压为上限 48V,电池单元 BUa 的充电器电路 41a 的输出电压为上限的 42V,对电池 Ba 的充电在 100% 的充电率下进行。应注意,额外功率作为(例如)热而被丢弃。应注意,上文对在 100% 下对电池进行充电进行了说明,但对电池的充电并不限于 100%,可根据电池的特性适当调整。

[0174] 如果天空开始从该状态变为多云,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C5 变为曲线 C6。由于天空变为多云,太阳能电池的端电压逐渐下降,控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压逐渐下降。由此,由于表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C5 变为曲线 C6,太阳能电池的工作点移动到(例如)曲线 C6 上的 b 点。

[0175] 如果天空开始从该状态变为更加多云的状态,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C6 变为曲线 C7,由于太阳能电池的端电压逐渐下降,控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压下降。控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压下降一定程度时,控制系统无法再向电池 Ba 提供 100% 的功率。

[0176] 此处,如果太阳能电池的端电压从 100V 接近下限  $V_{t0}=75V$ ,控制单元 CU 的高压输入电源电路 11 开始将给电池单元 BUa 的输出电压从 48V 下降为  $V_b=45V$ 。

[0177] 控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压开始下降后,电池单元 BUa 的输入电压下降,因此,电池单元 BUa 的充电器电路 41a 开始降低电池 Ba 的输出电压。充电器电路 41a 的输出电压下降时,提供给电池 Ba 的充电电流下降,与充电器电路 41a 连接的电池 Ba 的充电减速。换句话说,电池 Ba 的充电率下降。

[0178] 由于电池 Ba 的充电率下降,功耗下降,因此,从太阳能电池所见的负载下降。因此,太阳能电池的端电压上升或恢复,上升或恢复的量为从太阳能电池所见的负载下降的量。

[0179] 由于太阳能电池的端电压上升,控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压的下降程

度减少, 电池单元 BUa 的输入电压升高。由于电池单元 BUa 的输入电压升高, 电池单元 BUa 的充电器电路 41a 升高充电器电路 41a 的输出电压, 以升高电池 Ba 的充电率。

[0180] 由于电池 Ba 的充电率升高, 从太阳能电池所见的负载增加, 太阳能电池的端电压下降, 下降的量为从太阳能电池所见的负载增加的量。由于太阳能电池的端电压下降, 控制单元 CU 的高压输入电源电路 11 降低电池单元 BUa 的输出电压。

[0181] 随后, 自动重复上述充电率的调整, 直到控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压收敛至某值, 以建立功率的需求与供应之间的平衡。

[0182] 协作控制与 MPPT 控制的不同之处在于, 其并非用软件控制。因此, 协作控制不要求对提供最大工作点的端电压进行计算。进一步, 通过协作控制调整充电率不包括用 CPU 进行计算。因此, 与 MPPT 控制相比, 协作控制的功耗较低, 上述充电率调整在约数纳秒至数十纳秒的短时间段内进行。

[0183] 进一步, 由于高压输入电源电路 11 和充电器电路 41a 仅检测其输入电压的大小并调整输出电压, 不要求进行模拟 / 数字转换, 也不要求在控制单元 CU 与电池单元 BUa 之间进行通信。由此, 协作控制不要求使用复杂电路, 且用于实施协作控制的电路的规模较小。

[0184] 此处, 假定在曲线 C5 上的点上, 控制单元 CU 可提供 100W 的功率, 且控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压收敛至某值。进一步, 假定太阳能电池的工作点改变到(例如)曲线 C7 上的 c 点上。此时, 提供给电池 Ba 的功率低于 100W。但是, 如图 10A 所示, 根据电压  $V_{t0}$  的值的選擇, 可将不低于实施 MPPT 控制的情况下的功率的功率提供给电池 Ba。

[0185] 如果天空更加多云, 表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C7 变为曲线 C8, 太阳能电池的工作点移动到(例如)曲线 C8 上的 d 点。

[0186] 如图 10A 所示, 由于在协作控制下对功率的需求和供应之间的平衡进行调整, 太阳能电池的端电压不会低于电压  $V_{t0}$ 。换句话说, 在协作控制下, 即使太阳能电池上的光照强度急剧下降, 太阳能电池的端电压也完全不会低于电压  $V_{t0}$ 。

[0187] 如果太阳能电池上的光照强度急剧下降, 则太阳能电池的端电压的值接近电压  $V_{t0}$ , 提供给电池 Ba 的电流的量变的非常小。由此, 太阳能电池上的光照强度急剧下降时, 虽然电池 Ba 的充电要求一定时间, 由于控制系统中功率的需求与供应互相良好平衡, 控制系统不会发生系统故障。

[0188] 由于通过协作控制调整充电率在上述非常短的时间内进行, 根据协作控制, 即使天空突然开始多云, 太阳能电池上的光照强度突然下降, 仍可避免控制系统发生系统故障。

[0189] 现在, 对从太阳能电池所见的负载产生变化的情况下进行协作控制时工作点的变化进行说明。

[0190] 图 10B 示出了从太阳能电池所见的负载增加的情况下进行协作控制时工作点的变化。在图 10B 中, 纵坐标的轴线代表太阳能电池的端电流, 横坐标的轴线代表太阳能电池的端电压。进一步, 图 10B 中的阴影圆形标志代表进行协作控制时的工作点。

[0191] 现在假定太阳能电池上的光照强度没有变化, 太阳能电池的伏安特性用图 10B 所示的曲线 C0 表示。

[0192] 控制系统刚刚启动之后, 假定其中的耗电量几乎为零, 因此, 太阳能电池的端电压可视为基本等于开路电压。由此, 控制系统刚刚启动之后太阳能电池的工作点可视为处于(例如)曲线 C0 上的 e 点。应注意, 控制单元 CU 给电池单元 BUa 的输出电压可视为上限 48V。

[0193] 开始向与电池单元 BUa 连接的电池 Ba 提供功率之后,太阳能电池的工作点移动到(例如)曲线 C0 上的 g 点。应注意,由于在本示例的说明中电池 Ba 要求的功率为 100W,图 10B 中的阴影表示的区域 S 1 的面积等于 100W。

[0194] 太阳能电池的工作点处于曲线 C0 上的 g 点时,控制系统处于通过高压输入电源电路 11 和充电器电路 41a 从太阳能电池提供给电池 Ba 的功率高于电池 Ba 要求的功率的状态。由此,太阳能电池的工作点处于曲线 C0 上的 g 点时太阳能电池的端电压、控制单元 CU 的输出电压和提供给电池 Ba 的电压分别为 100V、48V 和 42V。

[0195] 此处,假定具有与电池单元 BUa 相似的配置的电池单元 BUb 与控制单元 CU 建立新连接。如果假定与电池单元 BUb 连接的电池 Bb 要求其充电功率为 100W,与与电池单元 BUa 连接的电池 Ba 相似,则耗电量增加,从太阳能电池所见的负载突然增加。

[0196] 为了向两个电池提供 200W 的总功率,(例如)总输出电流必须加倍,而电池单元 BUa 的充电器电路 41a 和电池单元 BUb 的充电器电路 41b 的输出电压保持不变。

[0197] 但是,在发电机为太阳能电池的情况下,太阳能电池的端电压随着充电器电路 41a 和 41b 的输出电流的增加而下降。因此,总输出电流必须高于太阳能电池的工作点处于 g 点时的总输出电流的两倍。因此,太阳能电池的工作点必须(例如)处于图 10B 所示的曲线 C0 上的 h 点,太阳能电池的端电压急剧下降。如果太阳能电池的端电压急剧下降,控制系统可能会发生系统故障。

[0198] 在协作控制中,如果由于电池单元 BUb 的新连接或额外连接而使太阳能电池的端电压下降,则对控制系统中功率的需求和供应之间的平衡进行调整。具体地,两个电池的充电率自动下降,使提供给电池 Ba 和电池 Bb 的功率可总体变为(例如) 150W。

[0199] 具体地,如果由于电池单元 BUb 的新连接而使太阳能电池的端电压下降,则控制单元 CU 给电池单元 BUa 和 BUb 的输出电压也下降。如果太阳能电池的端电压从 100V 接近下限  $V_{t0}=75V$ ,则控制单元 CU 的高压输入电源电路 11 开始将给电池单元 BUa 和 BUb 的输出电压从 48V 下降为  $V_b=45V$ 。

[0200] 控制单元 CU 给电池单元 BUa 和 BUb 的输出电压下降时,电池单元 BUa 和 BUb 的输入电压下降。因此,电池单元 BUa 的充电器电路 41a 和电池单元 BUb 的充电器电路 41b 分别开始降低给电池 Ba 和 Bb 的输出电压。充电器电路的输出电压下降时,与充电器电路连接的电池的充电减速。换句话说,电池的充电率下降。

[0201] 由于每个电池的充电率下降,功耗整体下降,因此,从太阳能电池所见的负载下降,太阳能电池的端电压上升或恢复,上升或恢复的量为从太阳能电池所见的负载下降的量。

[0202] 随后,对充电率进行调整,直到控制单元 CU 给电池单元 BUa 和 BUb 的输出电压收敛至某值,以建立功率的需求与供应之间的平衡,与太阳能电池上的光照强度突然下降的情况相似。

[0203] 应注意,电压值实际收敛为何值根据情况而定。因此,虽然电压值实际收敛为何值并不明确,由于太阳能电池的端电压等于下限  $V_{t0}=75V$  时充电停止,可以估计的是,电压值收敛为稍高于下限  $V_{t0}$  的值的值。进一步,可以估计的是,由于各电池单元不在互相联动关系下被控制,即使各电池单元具有相同配置,由于使用的元件的差异,各电池单元之间的充电率不同。但是,电池单元一般通过协作控制而控制,这一点没有变化。

[0204] 由于通过协作控制调整充电率在上述非常短的时间段内进行,如果新连接电池单元 BU<sub>b</sub>,则太阳能电池的工作点从 g 点变为曲线 C0 上的 i 点。应注意,在图 10B 中,为了便于说明,将 h 点作为曲线 C0 上太阳能电池的工作点的一个示例,但在协作控制下,太阳能电池的工作点实际上不会变为 h 点。

[0205] 这样,在协作控制下,各电池单元 BU 的充电器电路响应于从太阳能电池所见的负载的增加而检测其输入电压的大小,并自动限制将由其吸收的电流。根据协作控制,即使与控制单元 CU 连接的电池单元 BU 的数量增加,使从太阳能电池所见的负载突然增加,仍可防止控制系统可能发生的系统故障。

[0206] 现在,对太阳能电池上的光照强度和从太阳能电池所见的负载产生变化的情况下进行协作控制时工作点的变化进行说明。

[0207] 图 11A 示出了太阳能电池上的光照强度和从太阳能电池所见的负载产生变化的情况下进行协作控制时工作点的变化。在图 11A 中,纵坐标的轴线代表太阳能电池的端电流,横坐标的轴线代表太阳能电池的端电压。图 11A 中的阴影圆形标志代表进行协作控制时的工作点。图 11A 所示的曲线 C5 至 C8 表示太阳能电池上的光照强度变化时太阳能电池的伏安特性。在下文中,表示与相同的照明强度对应的太阳能电池的伏安特性的曲线在附图中用类似参考字符表示。

[0208] 首先,假定包括电池 Ba 的电池单元 BU<sub>a</sub> 与控制单元 CU 连接,电池 Ba 要求其充电功率为 100W。另外,还假定此时太阳能电池的伏安特性用曲线 C7 表示,太阳能电池的工作点用曲线 C7 上的 p 点表示。

[0209] 假定 p 点上太阳能电池的端电压明显地接近预先设置、作为太阳能电池的输出电压的下限的电压  $V_{t0}$ 。太阳能电池的端电压明显地接近电压  $V_{t0}$  表示,在控制系统中,通过协作控制对充电率进行调整,并大大限制充电率。具体地,在太阳能电池的工作点用图 11A 所示的 p 点表示的情况下,通过充电器电路 41a 提供给电池 Ba 的功率大大高于太阳能电池提供给高压输入电源电路 11 的功率。由此,在太阳能电池的工作点用图 11A 所示的 p 点表示的情况下,对充电率进行较大调整,将大大低于 100W 的功率提供给对电池 Ba 充电的充电器电路 41a。

[0210] 假定随后太阳能电池上的光照强度增加,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C7 变化到曲线 C6。进一步,假定具有与电池单元 BU<sub>a</sub> 相似的配置的电池单元 BU<sub>b</sub> 与控制单元 CU 建立新连接。此时,太阳能电池的工作点(例如)从曲线 C7 上的 p 点变为曲线 C6 上的 q 点。

[0211] 由于两个电池单元与控制单元 CU 连接,充电器电路 41a 和 41b 对电池 Ba 和 Bb 完全充电时的功耗为 200W。但是,太阳能电池上的光照强度不足时,继续进行协作控制,将功耗调整为低于 200W 的值,例如,150W。

[0212] 此处假定随后天空放晴,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C6 变为曲线 C5。此时,太阳能电池产生的功率随着太阳能电池上的光照强度的增加而增加时,太阳能电池的输出电流增加。

[0213] 如果太阳能电池上的光照强度大大增加,太阳能电池产生的功率进一步增加,则某点处太阳能电池的端电压大大高于电压  $V_{t0}$ 。如果通过高压输入电源电路 11 和充电器电路 41a 和 41b 从太阳能电池提供给两个电池的功率高于对两个电池充电所需的功率,则通

过协作控制对充电率的调整减缓或自动取消。

[0214] 此时,太阳能电池的工作点由(例如)曲线 C5 上的 r 点表示,对各电池 Ba 和 Bb 的充电在 100% 的充电率下进行。

[0215] 随后,假定太阳能电池上的光照强度下降,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C5 变为曲线 C6。

[0216] 太阳能电池的端电压下降,并接近预先设置的电压  $V_{t0}$  时,再次通过协作控制对充电率进行调整。此时太阳能电池的工作点由曲线 C6 上的 q 点表示。

[0217] 假定随后太阳能电池上的光照强度进一步下降,表示太阳能电池的伏安特性的曲线从曲线 C6 变为曲线 C8。

[0218] 因此,由于对充电率进行了调整,使太阳能电池的工作点不会低于电压  $V_{t0}$ ,太阳能电池的端电流下降,太阳能电池的工作点从曲线 C6 上的 q 点变为曲线 C8 上的 s 点。

[0219] 在协作控制中,对控制单元 CU 与单个电池单元 BU 之间的功率的需求与供应之间的平衡进行调整,使各电池单元 BU 的输入电压不低于预先确定的电压  $V_{t0}$ 。由此,通过协作控制,各电池 B 的充电率可响应于从各电池单元 BU 所见的输入侧的供电能力而实时变化。这样,协作控制不仅能解决太阳能电池上的光照强度的变化问题,还能解决太阳能电池发电期间从太阳能电池所见的负载的变化问题。

[0220] 如上所述,本公开不要求使用商用电源。由此,本公开在未配备供电装置或电力网络的区域也有效。

[0221] [启动 DC-DC 转换器]

[0222] 顺便说一句,如果试图从太阳能电池提取电力,则常见的对策为将如具有 MPPT 控制功能的电力调节器插入太阳能电池和负载之间。在这种情况下,首先启动电力调节器以便从太阳能电池提取电力。

[0223] 这里,在介于太阳能电池和负载之间的电力调节器中的转换器电路中,输入电压达到几十伏至几百伏,输入电流达到几安至几十安。通过这种方式,由于电力调节器处理后的功率较高,因此电容相对较大的电容器用于电力调节器中的转换器电路。

[0224] 当电容相对较大的电容器用在电力调节器中时,如果电容器中积累的电荷量较少,那么在电力调节器与太阳能电池电连接时冲击电流会流入该电容器。具体地,如果电容器中积累的电荷量较少,那么太阳能电池的输出会进入与短路状态相似的状态并通过电力调节器从太阳能电池提取大电流。

[0225] 如图 8A 所示,在太阳能电池的伏安特性中,在光照射下,当太阳能电池的终端短路时太阳能电池的端电流变得最大,此时太阳能电池的端电压基本上为零伏特。此外,在电力调节器首次与太阳能电池连接的时间点,电容器中积累的电荷量非常小或为零。

[0226] 因此,当电力调节器首次与太阳能电池连接时,高于可以由太阳能电池提供的电力的电流从太阳能电池中流出,太阳能电池的端电压基本上为零,该端电压为电力调节器的输入电压。如果电力调节器的输入电压基本上为零,那么电容器终端之间的电压不再增加且无法启动电压调节器中的转换器电路。

[0227] 通过这种方式,利用现有配置,如果电力调节器和太阳能电池电连接时太阳能电池上的照明强度较低,就无法启动电力调节器且无法从太阳能电池提取电力。因此,在现有配置中,常见的对策为,在电力调节器和太阳能电池彼此电连接时电力调节器的输入电压

较低时,执行在预定时间段过去之后再尝试启动过程。相应地,如果太阳能电池的照明强度较低的状态持续,则再长时间电力调节器也无法启动且无法从太阳能电池提取电力。例如,如果在电力调节器和太阳能电池彼此电连接时天空多云,除了等待天气恢复别无它法。

[0228] 上述情形同样也适用于由一组控制单元和电池单元配置而成的控制系统。例如,在如图 4 所示的控制单元 CU 的功率因数校正电路包括有电容相对较大的电容器 31。

[0229] 设置电容器 31 以便一旦由控制单元 CU 外部提供的电源电压升压至高压,则对高压电力进行存储。通过使电容器 31 的端电压升压并利用 DC-DC 转换器 11b 使来自电容器 31 的输出电压降压来生成来自控制单元 CU 的输出电压。

[0230] 一旦控制单元 CU 的输入电压升压至高压,就使高压降压以生成输出电压的原因是旨在提取高功率。因此,电容器 31 的电容相对较大。如果电容器 31 中积累的电荷量少,当控制单元 CU 和太阳能电池彼此电连接时控制单元 CU 就从太阳能电池吸取大电流。

[0231] 然而,在本发明实施方式的控制系统的 1 中,可以使控制单元 CU 和电池单元 BU 彼此联动来进行协作控制,如上所述。通过协作控制,如果一旦启动控制单元 CU,那么即使太阳能电池上的照明强度较低也可以使用所获得的生成的功率。换句话说,在本实施方式的控制系统的 1 中,例如,只有所生成的功率高于控制单元 CU 中的高压输入电源电路 11 的功耗以及电池单元 BU 中充电器电路 41a 的功耗的总和才可以给电池 B 充电。

[0232] 具体地,在本发明实施方式的控制系统的 1 中,与现有配置不同,当发电电力低时,也可以相应使用从发电部获得的功率。通过这种方式,在本实施方式的控制系统中,即便是在发电电力低的情况下,也可以实现从低电力到高电力的电力使用,这对启动本发明的控制系统来说很重要。

[0233] 从发电机获得的电力一般都不稳定,因为该发电机的发电量响应于环境或情况而变化。此外,利用现有配置,不希望在发电电力低的情况下使用发电电力。

[0234] [DC-DC 转换器的启动过程]

[0235] 现在,对本发明实施方式的启动过程的实例进行描述。

[0236] 图 11B 为示出了本发明实施方式的控制系统的配置的实例的框图。参照图 11B,太阳能电池 PV,例如,作为发电部的实例,与控制单元 CU 连接。例如,电池单元 BUa 与控制单元 CU 连接。尽管图 11B 示出了一种情况,其中与控制单元 CU 连接的电池单元 BU 的数量为一个,当然,可以将电池单元 BU 的数量设定为两个以上。

[0237] 应注意,尽管图 11B 示出了一个实例,其中太阳能电池 PV 被作为发电部与控制单元 CU 连接,但该发电部不限于太阳能电池。例如,发电部为发电量响应于环境或情况而变化的发电机,且发电机不限于响应于自然环境发电的装置,但可以通过人力发电的装置。例如,脚踏式发电机、脚步式发电机等可用作通过人力发电的装置。这是因为可以认为,如果采用使用了在某种程度上受到限制的电源的发电方法,则进入与使用发电量响应于环境或情况而变化的发电机类似的情况。当然,商用电源可以被用作发电部。

[0238] 如图 11B 所示,控制单元 CU 包括 DC-DC 转换器 11b。利用 DC-DC 转换器 11b 将太阳能电池 PV 获得的电力进行电压转换并从控制单元 CU 中输出。利用充电器电路 41a 将控制单元 CU 提供的电力进行电压转换,然后提供给电池 Ba 等。

[0239] 电容部件存在于控制单元 CU 中的 DC-DC 转换器 11b 的输入级。在图 11B 中,DC-DC 转换器 11b 输入级的电容部件概念上被示为电容器 Cg。电容器 Cg 为包括功率因数校正电

路中的电容器 31 的电容的容性分量等等。

[0240] 如图 11B 所示,例如,电压传感器 VSin 和电子开关 SWin 设置在太阳能电池 PV 和电容器 Cg 之间。将电压传感器 VSin 获得的传感器信息提供给 CPU 13。相应地,CPU 13 可以获取与太阳能电池 PV 通过 A/D 转换的端电压的大小相关的信息或类似信息。此外,CPU 13 响应于来自电压传感器 VSin 的输入对电子开关 SWin 的开/关操作进行控制。从耐压角度来看,优选利用继电器来配置电子开关 SWin。

[0241] 如上所述,在本发明实施方式的控制系统 1 中可以实现通过控制单元 CU 和电池单元 BU 之间联动进行的协作控制。通过上述协作控制,即便从发电部获得的电力较低,也可有效地从发电部提取电力。然而,在发电部和控制系统 1 彼此连接之后,首先启动控制单元 CU。

[0242] 为了即使当控制单元 CU 的输入电压较低时也可以启动 DC-DC 转换器 11b,具体按照以下过程来启动该 DC-DC 转换器 11b。

[0243] 应注意,尽管通常在通过外部电源启动高压输入电源电路 11 和低压输入电源电路 12 之后,接受来自发电部例如太阳能电池的电力,但如果应用如上所述的配置,则通常需要外部电源。具体地,高压输入电源电路 11、低压输入电源电路 12 等不能只由来自发电部例如太阳能电池的电力进行驱动。本发明的实施方式提出了一种利用来自发电部的电力驱动电压转换部(例如高压输入电源电路 11、低压输入电源电路 12 等)并有效地开始进行电压转换的方法。

[0244] 例如,通过控制单元 CU 的 CPU 13 执行以下一系列过程。应注意的,由电池 22 等提供操作 CPU 13 所需的电力,如图 3 所示。应注意的,当将电力从电池单元 BU 提供至控制单元 CU 时,来自电池单元 BU 的电力可以用于操作 CPU 13。

[0245] 首先,利用电压传感器 VSin 检查来自发电部的输入电压的大小。此时,电压传感器 VSin 获得的电压的测量值为电容器 Cg 的端电压。应注意的,如果电荷积累在电容器 Cg 中,那么此时获得的电压的测量值就为太阳能电池的开路电压 Voc。

[0246] 然后,如果输入电压超过事先设定的阈值,则接通发电部最近侧上的电子开关 SWin。应注意,在发电部是太阳能电池的情况下,如果未向其施加负载,则输出接近额定电压的电压。因此,例如,如果额定电压为 100V 的太阳能电池被连接作为发电部,则将用于决定是否接通电子开关 SWin 的阈值设为 60V 或 70V。

[0247] 应注意,虽然接通电子开关 SWin 可比利用电压传感器 VSin 对电压进行测量要早,在要利用电压传感器 VSin 对电压进行测量的情况下,可以通过在接通电子开关 SWin 之前先对电压进行测量来省略无用操作。

[0248] 如果由发电部提供的电力足够高,则 DC-DC 转换器 11b 启动。例如,接通设置在 DC-DC 转换器 11b 输入级的电子开关 11d 以便开始给 DC-DC 转换器 11b 通电,且控制单元 CU 开始操作。

[0249] 另一方面,如果由发电部提供的电力不超过启动 DC-DC 转换器 11b 所需的电力,则在大约几毫秒至几十毫秒的短时间之后断开电子开关 SWin。

[0250] 电子开关 SWin 不保持接通的原因是,在图 11B 所示的配置的实例中,基于电压传感器 VSin 的测量值来确定是否从外部提供电力。如果电子开关 SWin 保持接通且一定量的电荷不积累在电容器 Cg 中,则无法决定有无外部电力供应。



[0251] 应注意,在接通电子开关 SWin 的极短时间内,有且只有少部分电荷积累在电容器 31 中。在接通电子开关 SWin 的大约几毫秒至几十毫秒的短时间间隔之后断开电子开关 SWin 的原因是,如果电子开关 SWin 保持接通,则电容器 Cg 中积累的电荷会自然放电。

[0252] 如果断开电子开关 SWin,则太阳能电池 PV 的输出电压在此时会恢复到最大值。

[0253] 然后,在大约几毫秒至几十毫秒的短时间间隔之后再次接通电子开关 SWin。

[0254] 这里,如果断开电子开关 SWin 至接通电子开关 SWin 的间隔短至几毫秒至几十毫秒,则当再次接通电子开关 SWin 时,有且只有少部分电荷进一步积累在电容器 31 中并将能量存储在电容器 Cg 中。

[0255] 据推测,这是因为使太阳能电池 PV 与控制单元 CU 彼此连接在一起的电缆以及太阳能电池 PV 具有电容分量。如果在接通之后断开电子开关 SWin,则所生成的电力被积累在电容分量中。相应地认为,当在较短时间间隔之后再次接通电子开关 SWin 时,积累在使太阳能电池 PV 与控制单元 CU 彼此连接在一起的电缆以及太阳能电池 PV 本身中的能量会流入电容器 Cg。

[0256] 在接通电子开关 SWin 之后,利用电压传感器 VSin 检查来自发电部的输入电压的大小。

[0257] 此后,重复接通并断开电子开关 SWin。接通和断开电子开关 SWin 之间的时间间隔全部都是大约几毫秒至几十毫秒的短时间间隔。

[0258] 如果在大约几毫秒至几十毫秒的短时间间隔之后重复接通并断开电子开关 SWin,则重复将所生成的电力存储在太阳能电池 PV 和控制单元 CU 之间的电容部件中并给电容器 Cg 充电。

[0259] 来自太阳能电池 PV 的冲击电流随电容器 Cg 中积累的电荷量增加而逐渐减少。相应地,电容器 Cg 的端电压随电容器 Cg 中积累的电荷量增加而逐渐增加,接通电子开关 SWin 时控制单元 CU 的输入电压的下降量逐渐减小。

[0260] 如果由于重复接通和断开电子开关 SWin 的缘故来自太阳能电池 PV 的输出电压高于启动 DC-DC 转换器 11b 所需的电压,则开始给 DC-DC 转换器 11b 通电。因此,即便发电部提供的发电量较小,也可以启动 DC-DC 转换器 11b。

[0261] 应注意,如果在重复接通和断开电子开关 SWin 期间检测到输入电压下降,则从开始再次执行上述过程。具体地,如果同样在断开电子开关 SWin 时,对电压进行测量,然后证实来自发电部的输入电压升至预定电压之后,接通电子开关 SWin。然后,重复执行:在预定时间段过去之后检查输入电压,如果输入电压较低,则断开电子开关 SWin。

[0262] 图 12A 至图 12C 为示出了本发明的启动过程的示意图。

[0263] 图 12A 以折线 Line1 形式示出了电子开关 SWin 的输入信号的实例。例如,当信号具有高电平时接通电子开关 SWin,是图 12A 中用 H 表示的状态,当信号具有低电平时断开电子开关 SWin,是图 12A 中用 L 表示的状态。图 12B 示意性地用曲线 Line2 形式示出了太阳能电池的输出电压。图 12C 示意性地用曲线 Line3 形式示出了电容器 Cg 的端电压。在图 12C 中,电压 Vst 表示 DC-DC 转换器 11b 的最低启动电压。应注意,图 12A 至图 12C 中的横坐标轴表示时间 T,图 12A 至图 12C 中的时间尺度彼此相等。

[0264] 如果重复接通和断开电子开关 SWin (如图 12A 所示),则在接通电子开关 SWin 之后(如图 12C 所示),电容器 Cg 的端电压会随电荷积累在电容器 Cg 中而逐渐升高。如果接

通电子开关 SWin, 那么虽然太阳能电池的输出电压临时下降, 随着重复接通并断开电子开关 SWin (如图 12B 所示), 输入电压的下降量逐渐减小。

[0265] 重复接通并断开电子开关 SWin 时, 电容器 Cg 的端电压在某个时间点会超过 DC-DC 转换器 11b 的最低启动电压 Vst, 如图 12C 所示。如果电容器 Cg 的端电压超过 DC-DC 转换器 11b 的最低启动电压 Vst, 则可以启动 DC-DC 转换器 11b。

[0266] 以这种方式, 通过在较短的时间间隔内重复接通并断开电子开关 SWin, 即使发电电力较低, 也可以启动后级的 DC-DC 转换器。根据上述处理, 通过现有方法与以下情况相比可以快速启动后级的 DC-DC 转换器: 在开始给电力调节器通电并对输入电压进行验证之后, 如果输入电压下降, 就在预定时间段过去之后重新启动 DC-DC 转换器。

[0267] 应注意, 尽管在上述过程中, 在接通电子开关 SWin 之后不久对太阳能电池的输出电压进行测量, 但对于太阳能电池的输出电压是接近零还是较高的判定也不存在问题, 即使在获取电压值的 A/D 转换中出现了一些误差。具体地, 尽管 A/D 转换通常涉及一些误差, 但对太阳能电池的输出电压和 DC-DC 转换器的最低启动电压进行比较不存在问题。

[0268] 如上所述, 通过本发明的实施方式, 即使从发电量响应于周围环境而变化的发电部获得的电力较低, 也可以利用从发电部获得的电力快速启动该 DC-DC 转换器。此外, 通过将本发明实施方式的技术用于可以进行协作控制的控制系统, 可以实现从低电力至高电力的使用, 且可以实际使用目前为止被丢弃的电力。

[0269] 应注意, 本发明实施方式的技术不仅可以用于可以进行协作控制的控制系统, 还可以用于启动通常位于输入侧的具有电容分量的通用 DC-DC 转换器。

[0270] <2、变形例>

[0271] 虽然已对本发明的实施方式进行了描述, 但本发明不限于上述实施方式, 但可以按各种形式进行修改。本实施方式中的所有配置、数值、材料等是纯粹的实例, 且本发明不限于作为实例给出的配置等等。在不发生技术矛盾的范围内可以适当改变作为实例给出的配置等等。

[0272] 控制系统中的控制单元和电池单元可以被配置为便携式单元。例如, 上述控制系统可以适用于汽车或房子。

[0273] 应注意的是, 本发明可以具有如下所述的此等配置。

[0274] (1) 一种供电装置, 包括:

[0275] 第一开关, 被配置为切换与发电部的电连接;

[0276] 电压传感器, 被配置为获取输入电压的大小;

[0277] 控制部, 被配置为响应于来自电压传感器的输入控制第一开关; 以及

[0278] 电压转换电路, 被配置为将输入电压转换为所需电压并输出转换电压,

[0279] 其中, 当输入电压低于启动电压转换电路所需的电压时, 重复接通 / 断开所述第一开关直至输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

[0280] (2) 根据 (1) 所述的供电装置, 进一步包括:

[0281] 第二开关, 被配置为在所述发电部和所述电压转换部之间切换电连接,

[0282] 其中, 在输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压之后, 接通所述第二开关。

[0283] (3) 根据 (1) 或 (2) 所述的供电装置, 其中所述发电部包括发电量响应于周围环境

而变化的发电机。

[0284] (4)根据(1)至(3)中任一项所述的供电装置,其中所述电压转换电路为降压型电压转换电路。

[0285] (5)一种电力控制系统,包括:

[0286] 第一装置,包括被配置为切换与发电部的电连接的开关、被配置为获取输入电压的大小的电压传感器、被配置为响应于来自所述电压传感器的输入控制所述开关的控制部、以及被配置为转换输入电压并输出的电压转换部,并响应于来自所述发电部的输入电压的变化对输出电压进行调节以便包括在事先确定的电压范围内;以及

[0287] 第二装置,被配置为响应于由所述第一装置提供至其的输入电压的变化改变电池的充电率,

[0288] 其中,当输入电压低于启动所述电压转换电路所需的电压时,重复接通/断开所述开关直至输入电压达到启动所述电压转换电路所需的电压。

[0289] (6)一种电气装置的启动方法,包括:

[0290] 当来自发电量响应于周围环境而变化的发电机的输入电压低于启动负载电路所需的电压时,重复接通/断开设置在发电机和负载电路之间的开关直至输入电压达到启动所述负载电路所需的电压;以及

[0291] 在输入电压达到启动所述负载电路所需的电压之后,开始给所述负载电路通电。

[0292] 本发明包含与于2011年11月7日向日本专利局提交的日本在先专利申请JP 2011-243963中公开的主题相关的主题,其整体内容在此通过引用并入本文。

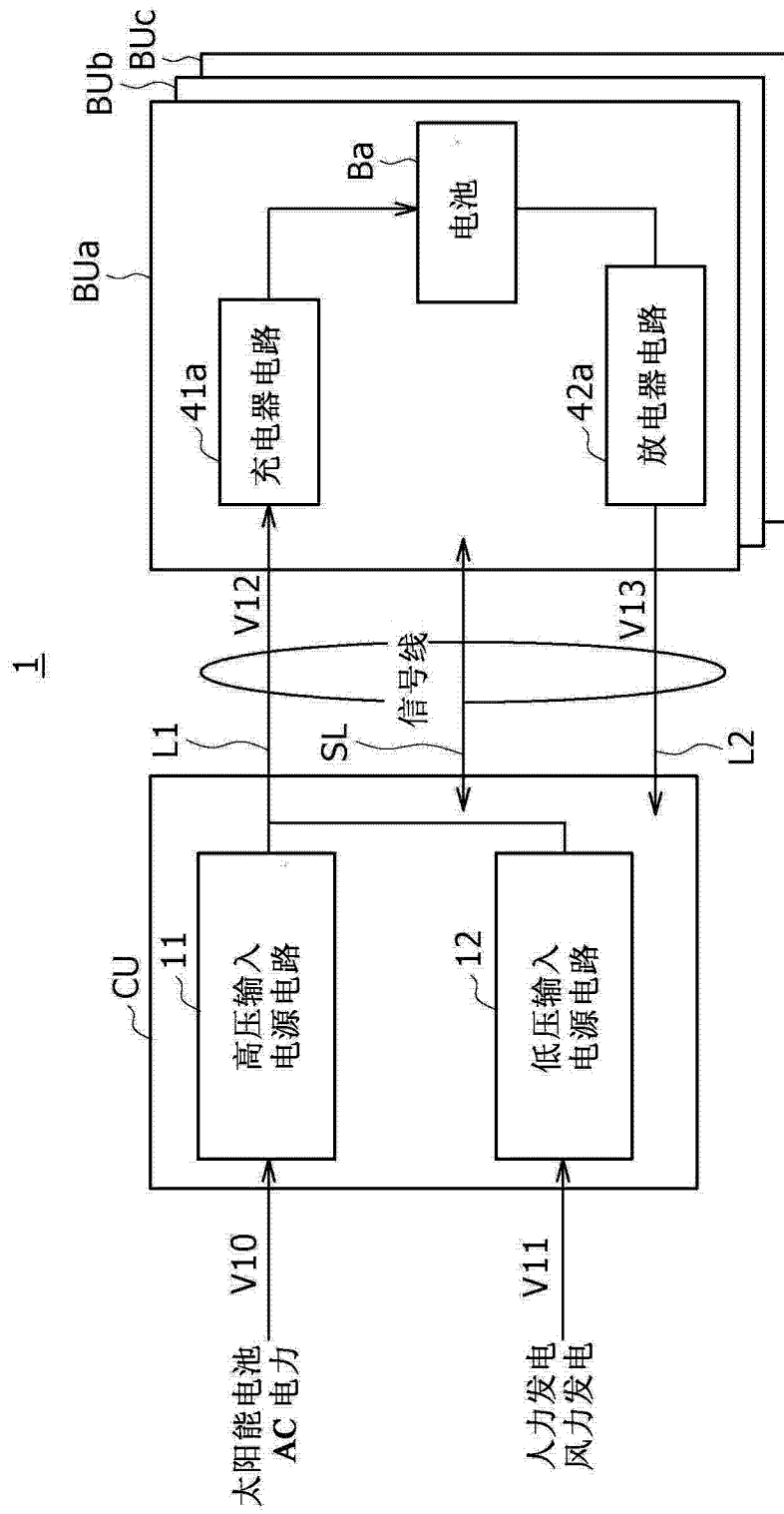


图 1

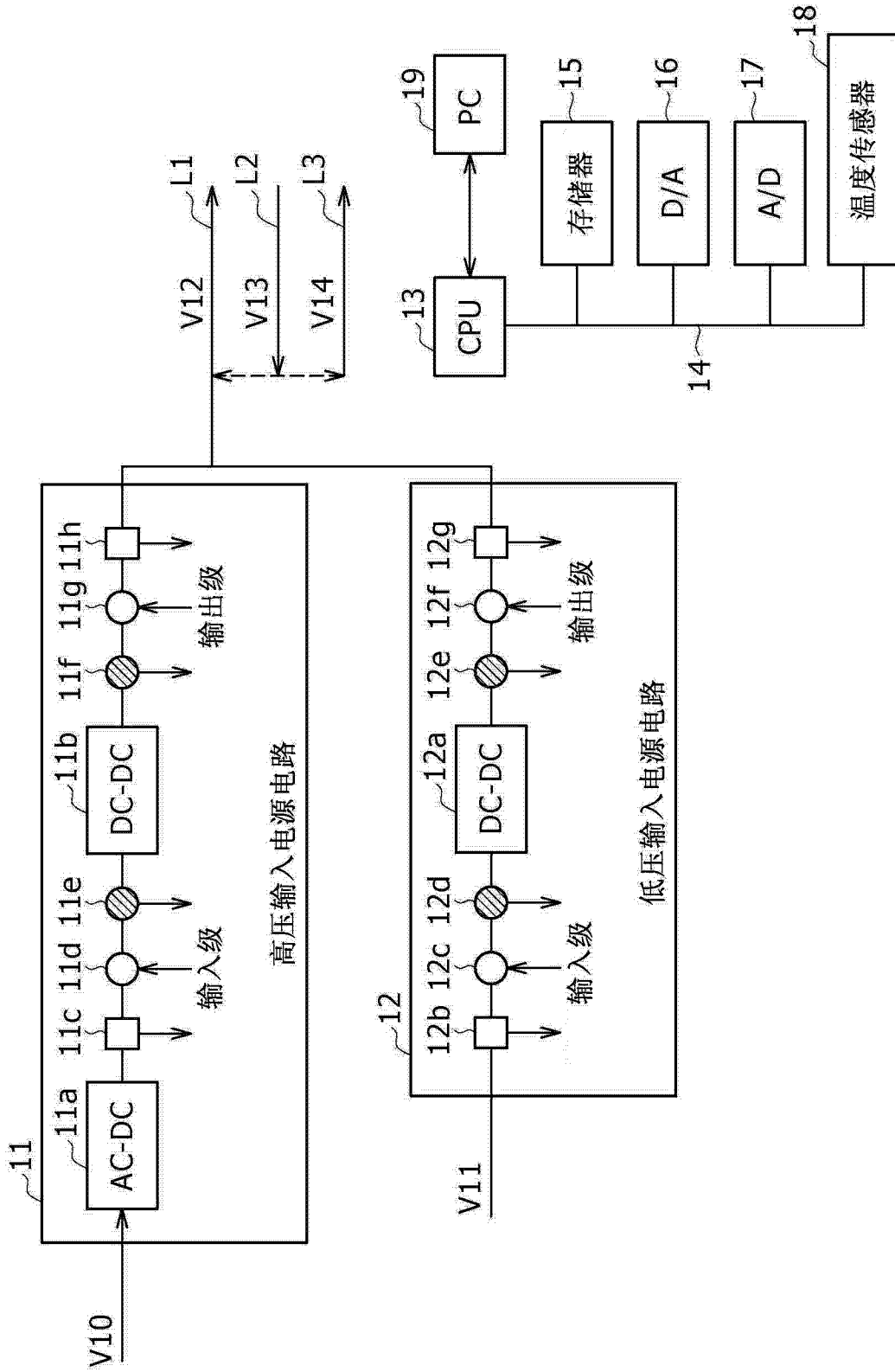


图 2

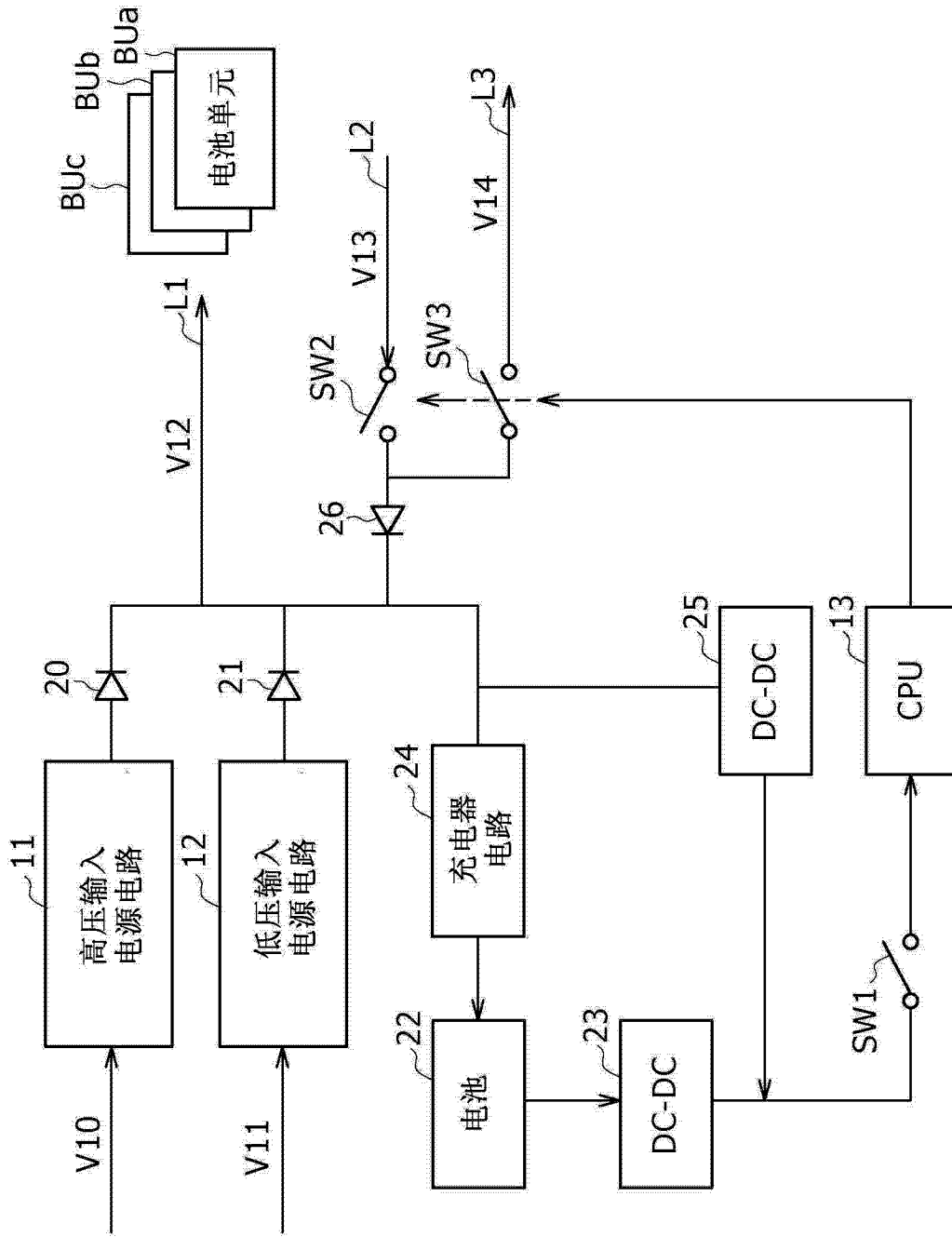


图 3

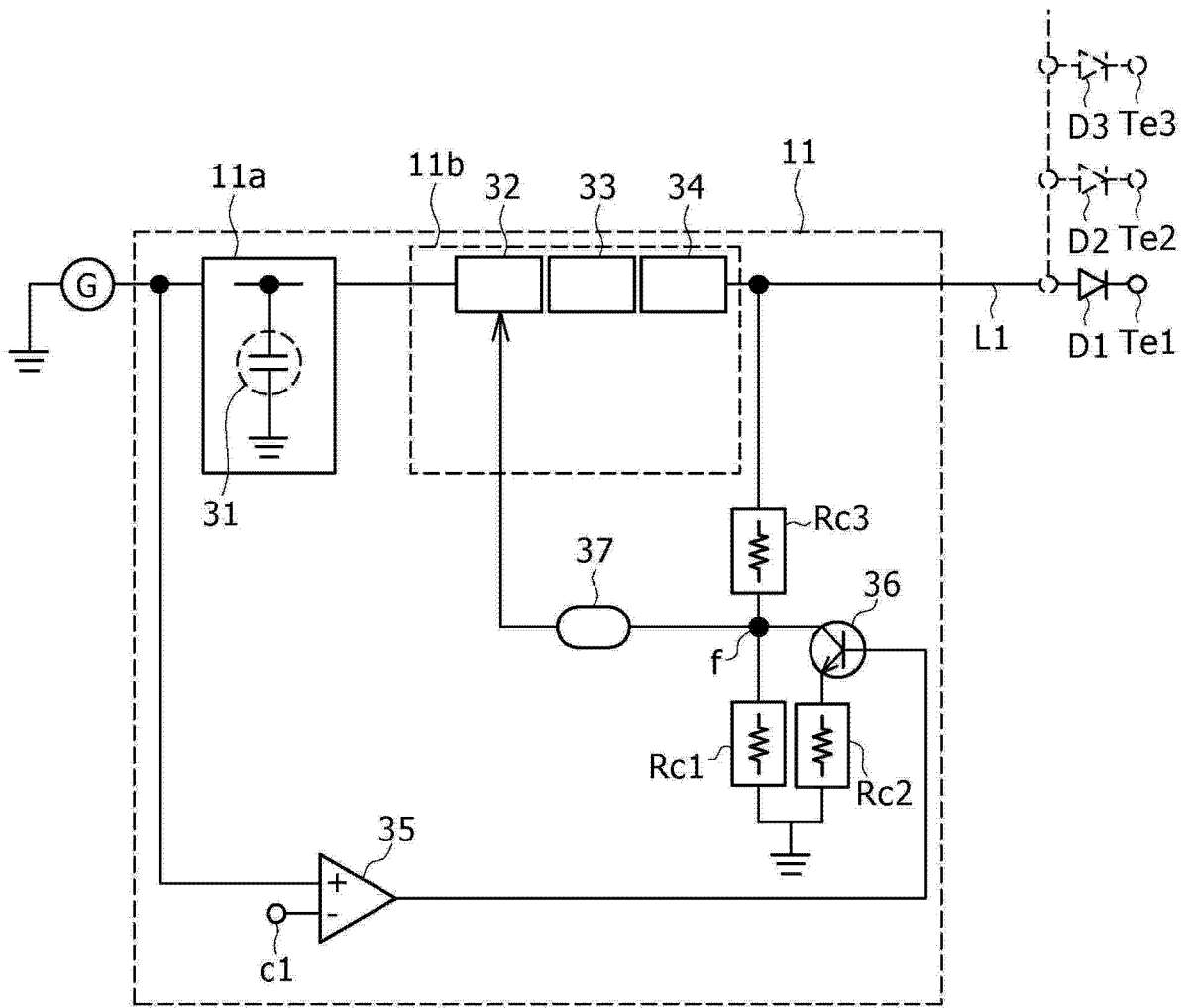


图 4

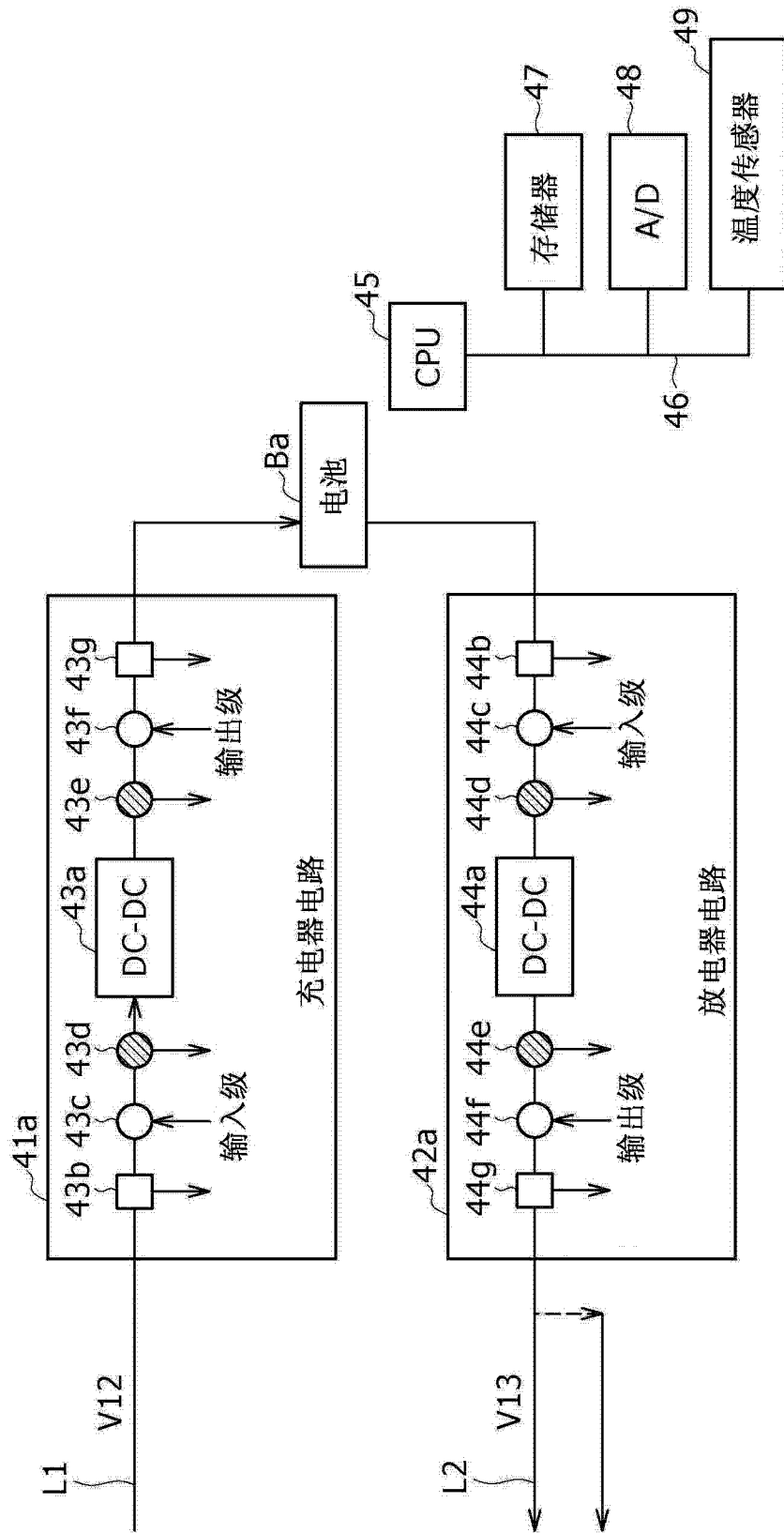


图 5



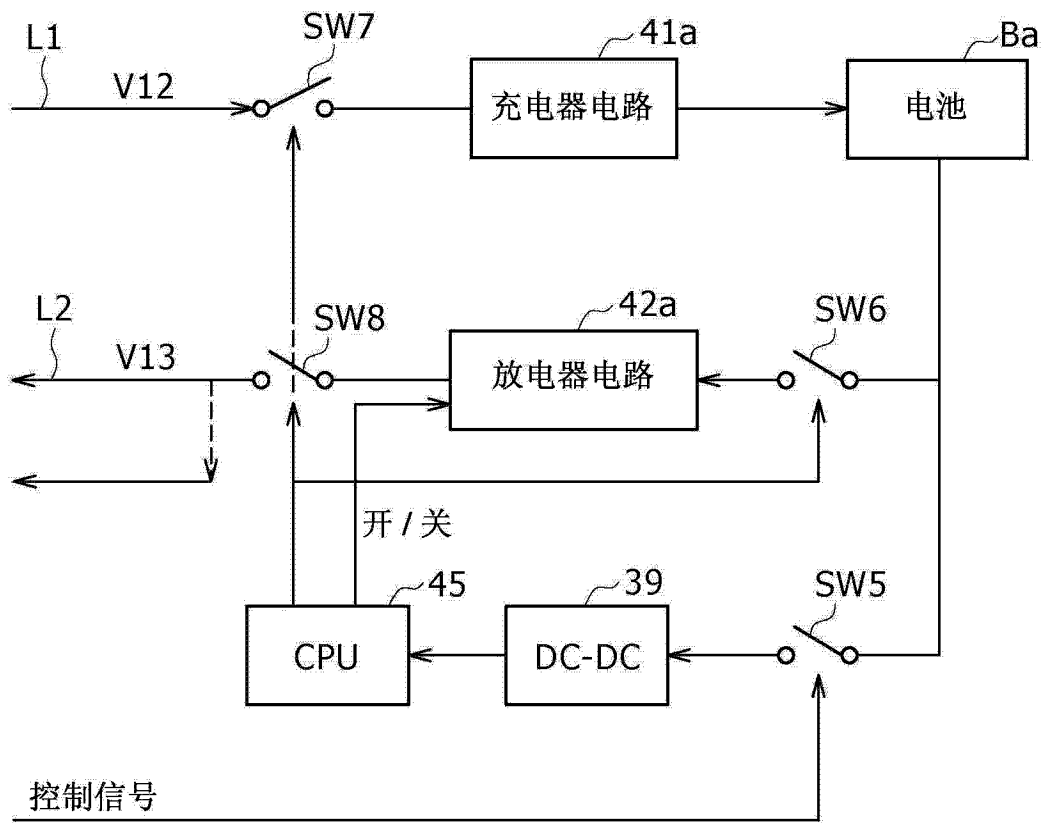


图 6

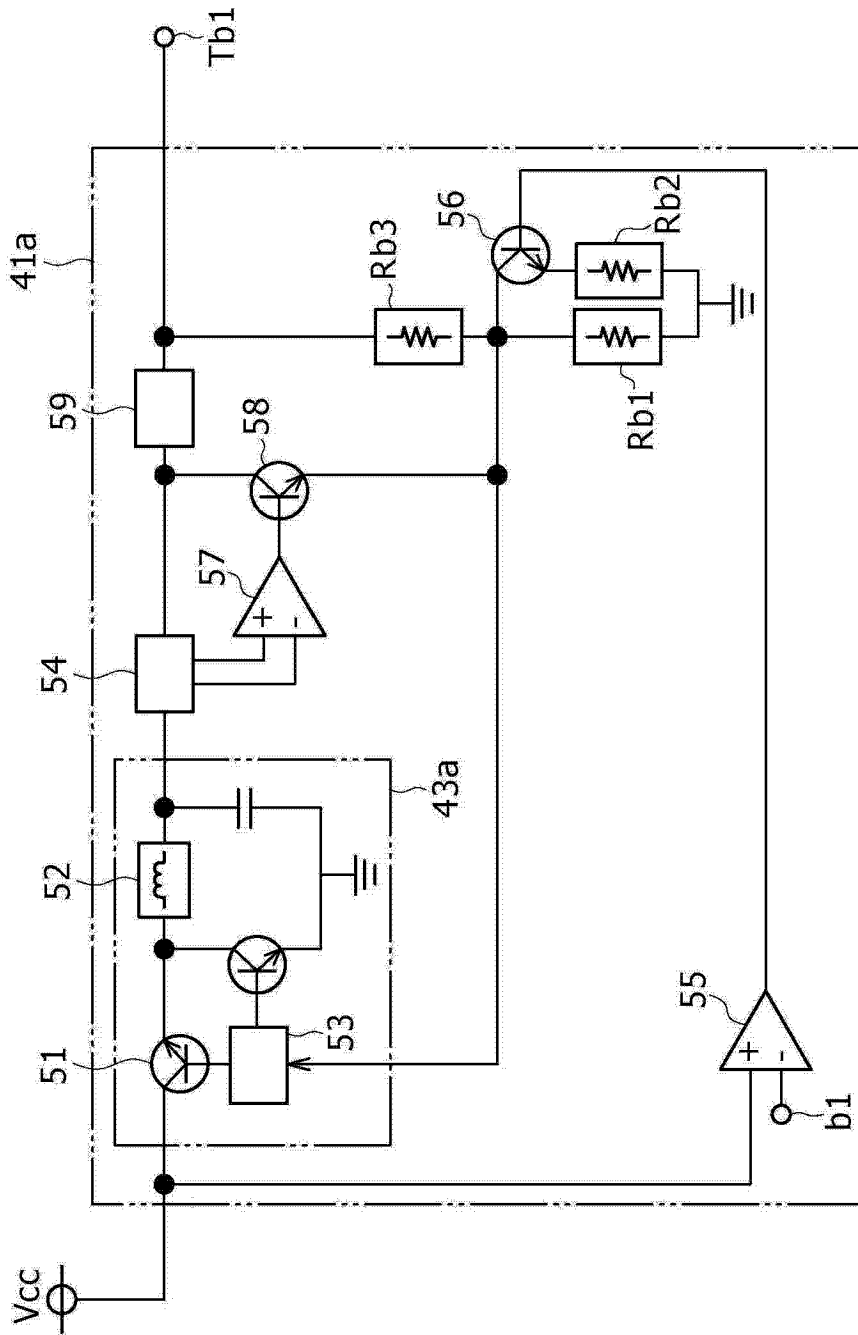


图 7

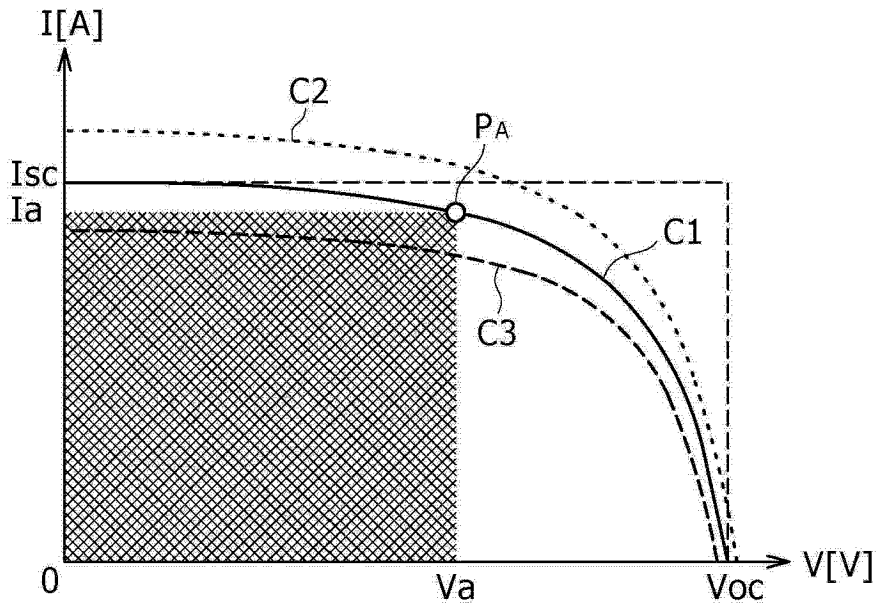


图 8A

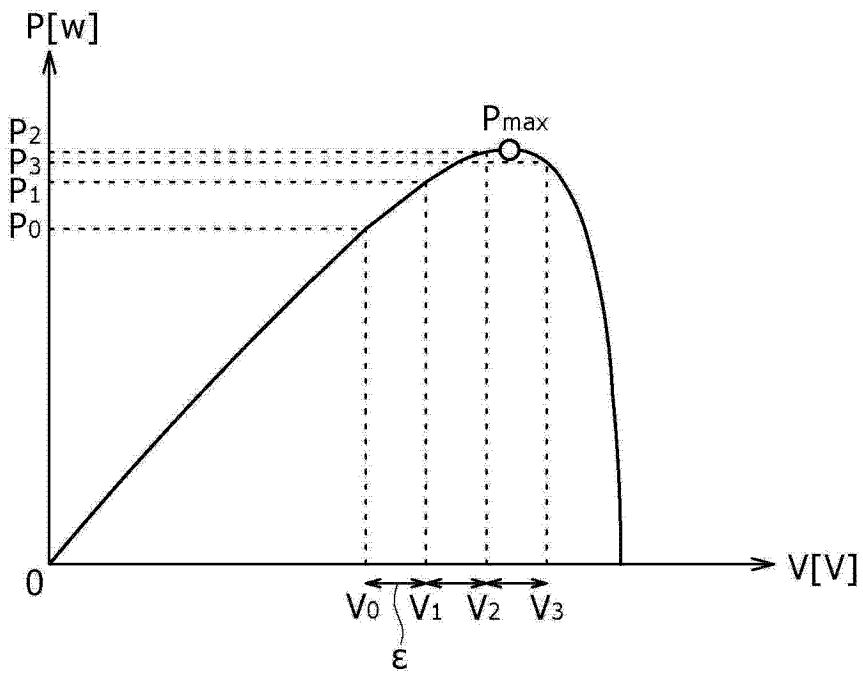


图 8B

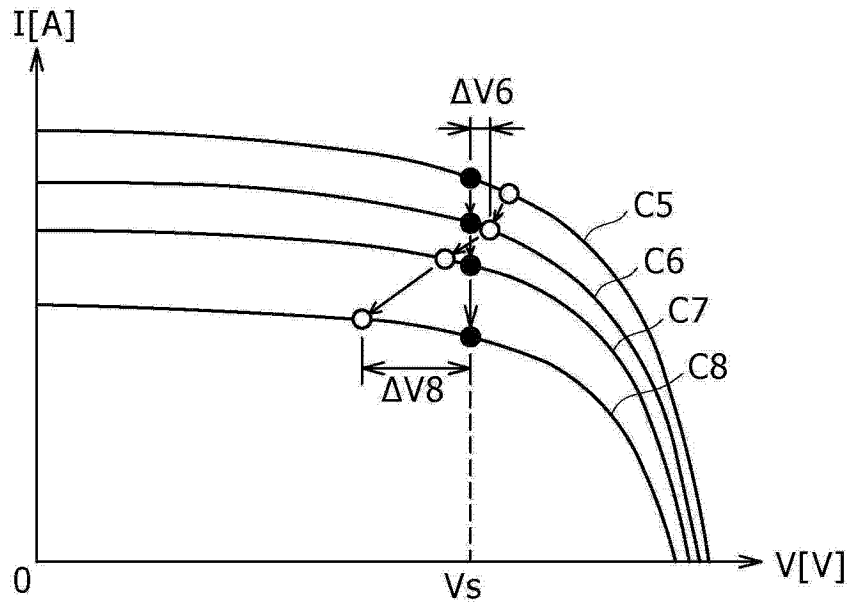


图 9A

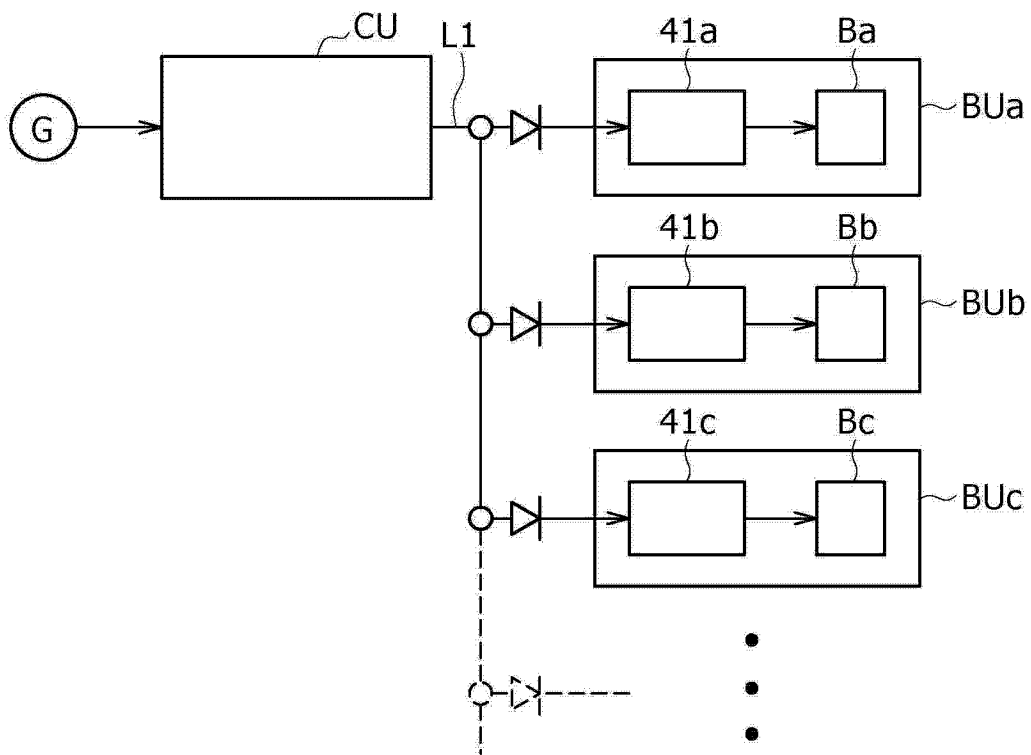


图 9B

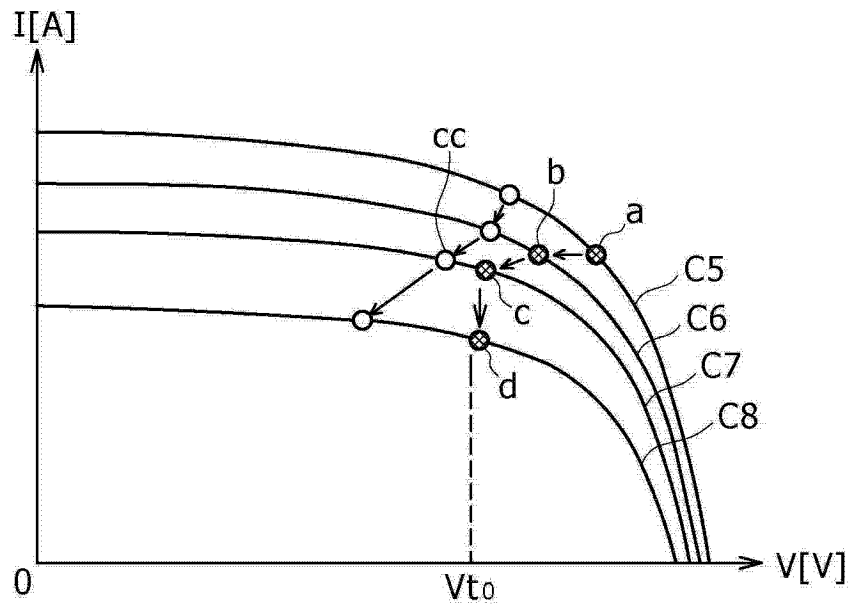


图 10A

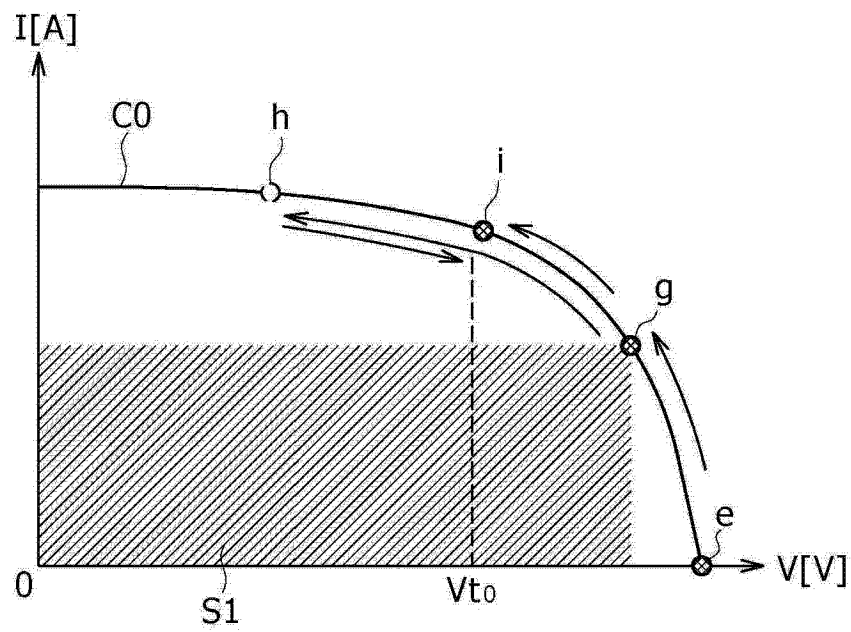


图 10B

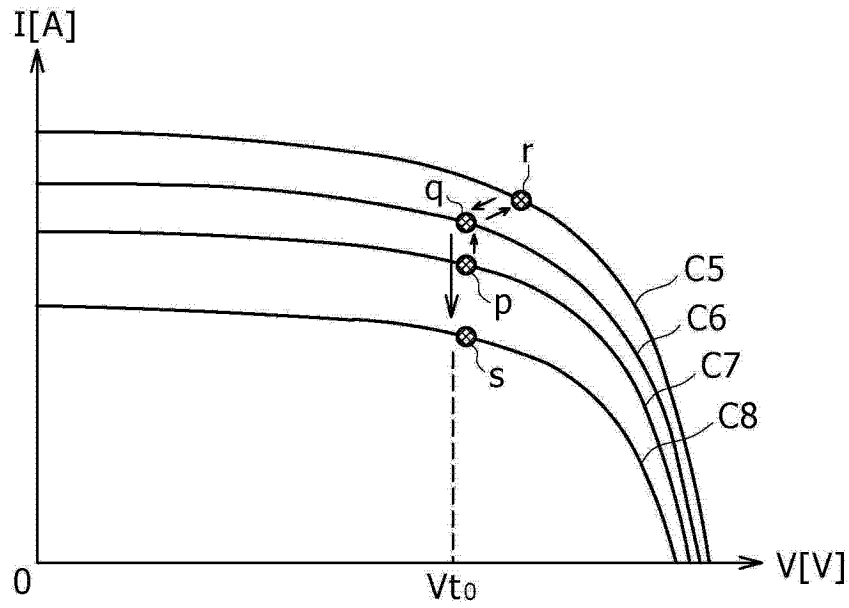


图 11A

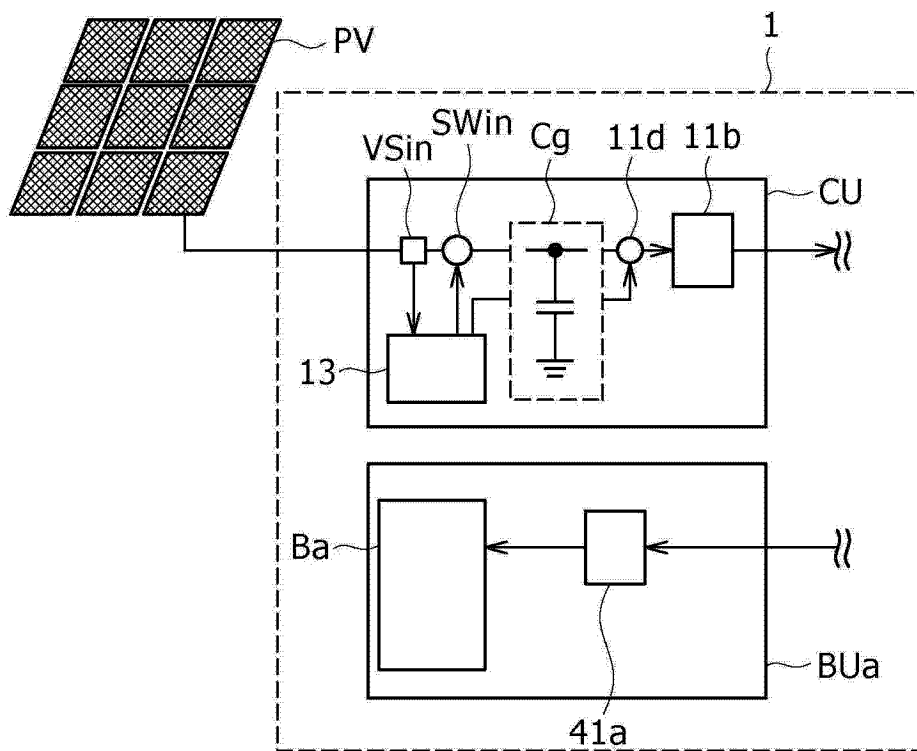


图 11B

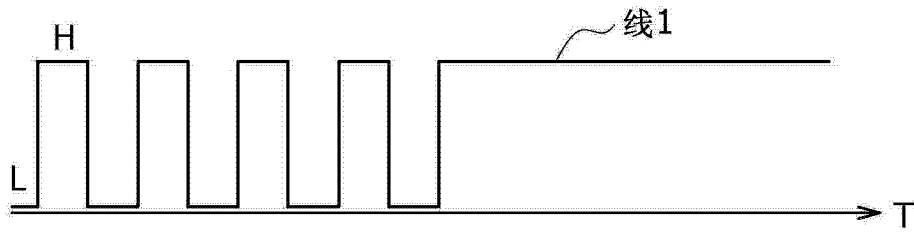


图 12A

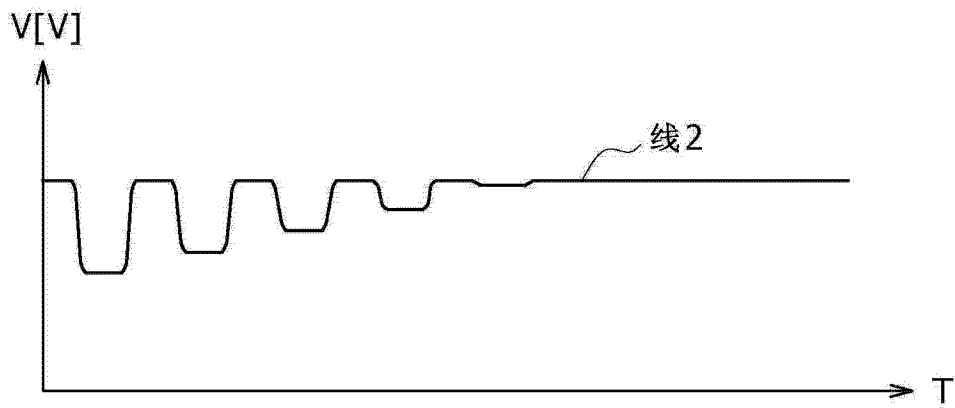


图 12B

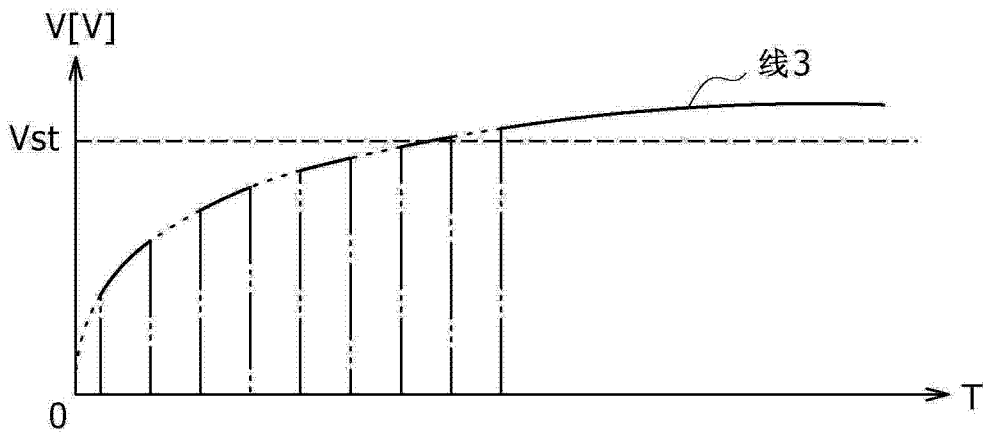


图 12C