



1. 一种电源系统,具备:  
多个转换器,连接成环状,能够进行双向的电力转换;  
多个电池,设置在所述多个转换器中相邻的转换器之间;以及  
控制器,能够控制所述多个转换器。
2. 根据权利要求1所述的电源系统,其中,  
所述多个电池包括:  
第一电池;  
标称电压比所述第一电池低的第二电池;以及  
标称电压比所述第二电池低的第三电池,  
所述多个转换器包括:  
第一转换器,能够在所述第一电池与所述第二电池之间进行双向的电力转换;  
第二转换器,能够在所述第二电池与所述第三电池之间进行双向的电力转换;以及  
第三转换器,能够在所述第三电池与所述第一电池之间进行双向的电力转换。
3. 根据权利要求2所述的电源系统,其中,  
所述控制器控制所述第一转换器和所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。
4. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,  
所述控制器能够检测所述第一电池的异常,  
所述控制器在检测到所述第一电池的异常时,控制所述第一转换器,将在所述第二电池中所充电的电力供给到与所述第一电池连接的负载。
5. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,  
所述控制器能够检测所述第二电池的异常,  
所述控制器在检测到所述第二电池的异常时,控制所述第一转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到与所述第二电池连接的负载。
6. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,  
所述控制器能够检测所述第三电池的异常,  
所述控制器在检测到所述第三电池的异常时,控制所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到与所述第三电池连接的负载。
7. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,  
所述控制器能够检测所述第一转换器的异常,  
所述控制器在检测到所述第一转换器的异常时,控制所述第二转换器和所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。
8. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,  
所述控制器能够检测所述第三转换器的异常,  
所述控制器在检测到所述第三转换器的异常时,控制所述第一转换器和所述第二转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。
9. 根据权利要求2至8中任一项所述的电源系统,其中,  
所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的各自的变压器构成为共用铁心。

10. 根据权利要求9所述的电源系统,其中,

所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的各自的变压器是平面变压器。

11. 根据权利要求9或10所述的电源系统,其中,

所述第一转换器的驱动频率比所述第二转换器和所述第三转换器的驱动频率高,

所述第一转换器的驱动频率根据所述铁心的磁特性来确定。

12. 根据权利要求9或10所述的电源系统,其中,

在所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的每个中设置有至少将所述变压器从其他构成要素切断的开关。

13. 根据权利要求12所述的电源系统,其中,

所述控制器在所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器中的不是控制对象的转换器中,控制所述开关,至少将所述变压器从其他构成要素切断。

## 电源系统

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本申请主张日本专利申请2018-160821号(2018年8月29日提交)的优先权,为了参照将该申请的全部公开内容并入本文。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及一种电源系统。

### 背景技术

[0004] 近年来,例如在汽车等车辆中,可搭载在多个不同的电压下成为驱动状态的多种负载。为了向这样的多种负载供给电力,已知一种能够供给不同电压的电源系统(例如专利文献1)。

[0005] 【在先技术文件】

[0006] 专利文献1:日本实开昭63-33337号公报

### 发明内容

[0007] (发明所要解决的技术问题)

[0008] 电源系统例如具备与供给到负载的不同电压对应的多个电池。如果例如多个电池中的一个电池发生故障,则这种电源系统存在可能无法供给电力的担忧。

[0009] 鉴于上述问题,本发明的目的在于提供一种提高了可靠性的电源系统。

[0010] (解决技术问题的措施)

[0011] 为了解决上述课题,第一观点的电源系统具备:

[0012] 多个转换器,连接成环状,能够进行双向电力转换;

[0013] 多个电池,设置在所述多个转换器中相邻的转换器之间;以及

[0014] 控制器,能够控制所述多个转换器。

[0015] (发明的效果)

[0016] 根据第一观点的电源系统,能够提高可靠性。

### 附图说明

[0017] 图1是第一实施方式的电源系统的框图。

[0018] 图2是说明在图1所示的构成中第一电池异常时的电力路径的图。

[0019] 图3是说明在图1所示的构成中第二电池异常时的电力路径的图。

[0020] 图4是说明在图1所示的构成中第三电池异常时的电力路径的图。

[0021] 图5是说明在图1所示的构成中第一转换器异常时的电力路径的图。

[0022] 图6是说明在图1所示的构成中第三转换器异常时的电力路径的图。

[0023] 图7是示出第一实施方式的电源系统的动作的一例的流程图。

[0024] 图8是示出第一实施方式的电源系统的动作的其他例子的流程图。

- [0025] 图9是第二实施方式的DC/DC转换器的电路图。
- [0026] 图10是第二实施方式的AC/DC转换器的电路图。
- [0027] 图11是第二实施方式的平面变压器的立体图。
- [0028] 图12是平面变压器的图11所示的L-L线处的剖视图。
- [0029] 图13是第二实施方式的另一例的DC/DC转换器的电路图。

## 具体实施方式

[0030] 下面,参照附图对本公开的实施方式进行说明。以下,说明本公开的电源系统搭载于混合动力车或电动车等车辆的情况。但是,本公开的电源系统也可以搭载于消耗电力的任意装置。

[0031] (第一实施方式)

[0032] [系统构成]

[0033] 图1是第一实施方式的电源系统1的框图。在图1中,连接各模块的实线表示电力的流。此外,在图1中,连接各模块的虚线表示控制的流程。

[0034] 电源系统1搭载于混合动力车或电动车等车辆。电源系统1在对后述的第一电池21进行充电时与交流电源2连接。交流电源2可设置于住宅或充电站等。交流电源2可以是商用交流电源。交流电源2可以是三相式交流电源。或者,交流电源2可以是单相三线式交流电源,也可以是单相二线式交流电源。交流电源2例如可供给85V~265V的范围的交流电压。

[0035] 电源系统1具备连接成环状的第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13。此外,电源系统1具备:第一电池21、第二电池22、第三电池23、电机31、辅助设备32、电子控制单元(ECU:Electronic Control Unit) 33、存储器40和控制器41。此外,电源系统1可以具备第四转换器14。

[0036] 在图1所示的电源系统1中,第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13的三个转换器连接成环状。但是,在电源系统1中,例如可以根据电池的数量将两个转换器连接成环状,也可以将四个以上的转换器连接成环状。

[0037] 以下,第一电池21的标称电压例如是250V~450V的范围的高电压(以下记载为“HV”)。但是,第一电池21的标称电压也可以是与电机31的驱动电压对应的任意电压。此外,第二电池22的标称电压是48V。但是,第二电池22的标称电压只要比第一电池21的标称电压低,则可以是与辅助设备32的驱动电压对应的任意电压。此外,第三电池23的标称电压是12V。但是,第三电池23的标称电压只要比第二电池22的标称电压低,则可以是与ECU 33的驱动电压对应的任意电压。

[0038] 第一转换器11可以构成为包括开关元件和电感等。第一转换器11可进行双向电力转换。第一转换器11例如是双向DC/DC转换器。第一转换器11可在第一电池21与第二电池22之间进行双向电力转换。

[0039] 例如,第一转换器11基于控制器41的控制,将从第一电池21供给的电压HV降压至适合于第二电池22的充电的电压,并且将降压后的直流电压供给到第二电池22。或者,第一转换器11基于控制器41的控制,将从第一电池21供给的电压HV降压至适合于辅助设备32的驱动电压,并且将降压后的直流电压供给到辅助设备32。或者,第一转换器11基于控制器41的控制,将从第二电池22供给的电压48V升压至适合于电机31的驱动电压,并且将升压

后的直流电压供给到电机31。

[0040] 第二转换器12可以构成为包括开关元件和电感等。第二转换器12可进行双向电力转换。第二转换器12例如是双向DC/DC转换器。第二转换器12可在第二电池22与第三电池23之间进行双向电力转换。

[0041] 例如,第二转换器12基于控制器41的控制,将从第二电池22供给的电压48V降压至适合于第三电池23的充电的电压,并且将降压后的直流电压供给到第三电池23。或者,第二转换器12基于控制器41的控制,将从第三电池23供给的电压12V升压至适合于第二电池22的充电的电压,并且将升压后的直流电压供给到第二电池22。或者,第二转换器12基于控制器41的控制,将从第二电池22供给的48V降压至适合于ECU 33的驱动电压,并且将降压后的直流电压供给到ECU 33。

[0042] 第三转换器13可以构成为包括开关元件和电感等。第三转换器13可进行双向电力转换。第三转换器13例如是双向DC/DC转换器。第三转换器13可在第一电池21与第三电池23之间进行双向电力转换。

[0043] 例如,第三转换器13基于控制器41的控制,将从第一电池21供给的电压HV降压至适合于第三电池23的充电的电压,并且将降压后的直流电压供给到第三电池23。或者,第三转换器13基于控制器41的控制,将从第一电池21供给的电压HV降压至适合于ECU 33的驱动电压,并且将降压后的直流电压供给到ECU 33。或者,第三转换器13基于控制器41的控制,将从第三电池23供给的电压12V升压至适合于电机31的驱动电压,并且将升压后的直流电压供给到电机31。

[0044] 第四转换器14可以构成为包括开关元件和电感等。第四转换器14可进行双向电力转换。第四转换器14例如是双向AC/DC转换器。

[0045] 例如,第四转换器14基于控制器41的控制,将从交流电源2供给的交流电力转换为直流电力。此外,第四转换器14基于控制器41的控制,将转换后的直流电力的电压升压至电压HV。第四转换器14将升压后的直流电压供给到第一电池21。

[0046] 第一电池21可以构成为包括锂离子电池。第一电池21设置在第一转换器11与第三转换器13之间。即,第一电池21设置在连接成环状的第一转换器11~第三转换器13中相邻的第一转换器11与第三转换器13之间。例如,第一电池21的正极侧的端子连接于第一转换器11与第三转换器13之间。第一电池21和电机31与外部绝缘。

[0047] 第一电池21例如经由第四转换器14而利用从交流电源2供给的电力进行充电。第一电池21可通过对所充电的电力进行放电,将直流电力供给到第一转换器11、第三转换器13和电机31中的至少任一个。

[0048] 第一电池21用于向电机31供给电力。因此,第一电池21的标称容量比第二电池22的标称容量和第三电池的标称容量大。因此,在电源系统1中,利用来自交流电源2的电力对第一电池21进行充电。然后,通过对在第一电池21中所充电的电力进行放电,如后所述地对第二电池22和第三电池23进行充电。

[0049] 第二电池22可以构成为包括锂离子电池。第二电池22设置在第一转换器11与第二转换器12之间。即,第二电池22设置在连接成环状的第一转换器11~第三转换器13中相邻的第一转换器11与第二转换器12之间。例如,第二电池22的正极侧的端子连接在第一转换器11与第二转换器12之间。此外,第二电池22的负极侧的端子与搭载电源系统1的车辆的车体

(车身)连接。

[0050] 第二电池22的标称电压比第一电池21的标称电压低。第二电池22例如可经由第一转换器11而利用从第一电池21供给的电力进行充电。第二电池22可通过对所充电的电力进行放电,将直流电力供给到第一转换器11、第二转换器12和辅助设备32中的至少任一个。

[0051] 第三电池23可以构成为包括锂离子电池。第三电池23设置在第二转换器12与第三转换器13之间。即,第三电池23设置在连接成环状的第一转换器11~第三转换器13中相邻的第二转换器12与第三转换器13之间。例如,第三电池23的正极侧的端子连接在第二转换器12与第三转换器13之间。此外,第三电池23的负极侧的端子与搭载电源系统1的车辆的车身连接。

[0052] 第三电池23的标称电压比第二电池22的标称电压低。第三电池23例如可经由第三转换器13而利用从第一电池21供给的电力进行充电。第三电池23可通过对所充电的电力进行放电,将直流电力供给到第二转换器12、第三转换器13和ECU 33中的至少任一个。

[0053] 电机31通过从第一电池21供给的电力,生成旋转驱动力。由电机31生成的旋转驱动力传递到搭载电源系统1的车辆的车身。搭载电源系统1的车辆通过向轮胎传递旋转驱动力而行驶。电机31可以是HEV(混合动力车)用电机或EV(电动车)用电机。

[0054] 辅助设备32由从第二电池22供给的电力驱动。在图1中,一个辅助设备32与第二电池22连接,但是也可以是多个辅助设备32与第二电池22连接。辅助设备32可以是搭载电源系统1的车辆所具备的各种设备。例如,辅助设备32可以是电动助力转向、电动悬架、自动驾驶用的传感器或电动致动器等。

[0055] ECU 33由从第三电池23供给的电力驱动。在图1中,一个ECU 33与第三电池23连接,但是也可以是多个ECU 33与第三电池23连接。ECU 33可以是控制电机31的控制单元或控制辅助设备32所包含的设备的控制单元等。

[0056] 存储器40与控制器41连接。存储器40存储从控制器41获取的信息。存储器40可以作为控制器41的工作存储器发挥功能。存储器40可以存储控制器41执行的程序。存储器40例如由半导体存储器构成,但是不限于此,可以由磁存储介质构成,也可以由其他存储介质构成。存储器40可以被包括为控制器41的一部分。

[0057] 控制器41可以由执行规定了控制步骤的程序的CPU(中央处理单元)等处理器构成。控制器41可以是ECU 33的一种。

[0058] 控制器41能够控制第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14。例如,控制器41通过向第一转换器11等输出控制信号来控制第一转换器11等。

[0059] 控制器41可以构成为能够检测第一电池21、第二电池22和第三电池23的异常。

[0060] 例如,控制器41在第一电池21发生故障时检测为第一电池21异常。在这种情况下,控制器41可以通过监视第一电池21所包含的各单体电池电压等的BMS(Battery Management System,电池管理系统),检测第一电池21的故障。同样地,例如控制器41在第二电池22发生故障时检测为第二电池22异常。同样地,例如控制器41在第三电池23发生故障时检测为第三电池23异常。

[0061] 例如,在第一电池21的端子从第一转换器11等开路时以及第一电池21的端子短路时,控制器41检测为第一电池21异常。开路的端子也称为“开路端子”。此外,短路的端子也称为“短路端子”。在这种情况下,控制器41可以通过监视第一电池21的端子间的电压,在第

一电池21中检测开路端子和短路端子。同样地,例如控制器41在第二电池22中检测到开路端子或短路端子时,检测为第二电池22异常。同样地,例如控制器41在第三电池23中检测到开路端子或短路端子时,检测为第三电池23异常。

[0062] 控制器41可以构成为能够检测第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13的异常。

[0063] 例如,在第一转换器11的输出电流或输出电压为规定范围之外时,控制器41检测为第一转换器11异常。在这种情况下,控制器41可以通过监视第一转换器11的输出,检测第一转换器11的异常。同样地,例如在第二转换器12的输出电流或输出电压为规定范围之外时,控制器41检测为第二转换器12异常。同样地,例如在第三转换器13的输出电流或输出电压为规定范围之外时,控制器41检测为第三转换器13异常。

[0064] [正常时]

[0065] 在电源系统1与交流电源2连接的期间,控制器41通过向第四转换器14输出控制信号,来控制第四转换器14,利用来自交流电源2的电力对第一电池21进行充电。

[0066] 例如在搭载电源系统1的车辆行驶中,控制器41控制第一转换器11和第三转换器13,将第一电池21所供给的电力向第二电池22和第三电池23供给。此时的电力的路径为图1所示的路径P1和路径P2。路径P1是从第一电池21经由第一转换器11流向第二电池22的电力的路径。路径P2是从第一电池21经由第三转换器13流向第三电池23的电力的路径。

[0067] 通过这种控制,第二电池22被充电,能够向辅助设备32供给电力。此外,通过这种控制,第三电池23被充电,能够向ECU 33和控制器41供给电力。

[0068] [第一电池异常时]

[0069] 控制器41如果检测到第一电池21的异常,则利用继电器等单元将检测到异常的第一电池21从其他电路元件切断。即,控制器41将发生故障的第一电池21从其他电路元件切断。然后,控制器41控制第一转换器11,将第二电池22中所充电的电力供给到作为与第一电池21连接的负载的电机31。此时的电力的路径为图2所示的路径P3。路径P3是从第二电池22经由第一转换器11流向电机31的电力的路径。

[0070] 通过这种控制,即使第一电池21发生异常,电机31也能够利用从第二电池22供给的电力暂时持续驱动。即,搭载电源系统1的车辆例如即使在行驶中第一电池21发生异常,也能够暂时持续驱动电机31而行驶。由此,该车辆能够在行驶到例如路边那样的安全位置后停车。

[0071] 另外,例如在第二电池22的充电率SOC低于规定值时,控制器41可以控制第三转换器13,将在第三电池23中所充电的电力供给到作为与第一电池21连接的负载的电机31。此时的电力的路径为图2所示的路径P4。路径P4是从第三电池23经由第三转换器13流向电机31的电力的路径。

[0072] [第二电池异常时]

[0073] 控制器41如果检测到第二电池22的异常,则利用继电器等单元将检测到异常的第二电池22从其他电路元件切断。即,控制器41将发生故障的第二电池22从其他电路元件切断。然后,控制器41控制第一转换器11,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第二电池22连接的负载的辅助设备32。此时的电力的路径为图3所示的路径P5。路径P5是从第一电池21经由第一转换器11流向辅助设备32的电力的路径。



[0074] 通过这种控制,即使第二电池22发生异常,辅助设备32也能够由来自第一电池21的电力持续驱动。即,搭载电源系统1的车辆例如即使在行驶中第二电池22发生异常,也能够驱动辅助设备32。

[0075] 另外,控制器41也可以控制第二转换器12和第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第二电池22连接的负载的辅助设备32。例如,控制器41在除了检测到第二电池22的异常以外还检测到第一转换器11的异常时,可以控制第二转换器12和第三转换器13,将来自第一电池21的电力供给到辅助设备32。此时的电力的路径为图3所示的路径P6。路径P6是从第一电池21经由第三转换器13和第二转换器12流向辅助设备32的电力的路径。

[0076] [第三电池异常时]

[0077] 控制器41如果检测到第三电池23的异常,则利用继电器等单元将发生异常的第三电池23从其他电路元件切断。即,控制器41将发生故障的第三电池23从其他电路元件切断。此后,控制器41控制第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第三电池23连接的负载的ECU 33和控制器41。此时的电力的路径为图4所示的路径P7。路径P7是从第一电池21经由第三转换器13流向ECU 33等的电力的路径。

[0078] 通过这种控制,即使第三电池23发生异常,ECU 33等也能够由来自第一电池21的电力持续驱动。即,搭载电源系统1的车辆例如即使在行驶中第三电池23发生异常,也能够持续驱动ECU 33等。

[0079] 另外,控制器41例如在除了检测到第三电池23的异常还检测到第三转换器13的异常时,也可以控制第二转换器12,将在第二电池22中所充电的电力供给到作为与第三电池23连接的负载的ECU 33等。此时的电力的路径为图4所示的路径P8。路径P8是从第二电池22经由第二转换器12流向ECU 33等的电力的路径。

[0080] [第一转换器异常时]

[0081] 控制器41如果检测到第一转换器11的异常,则利用继电器等单元将检测到异常的第一转换器11从其他电路元件切断。即,控制器41将发生故障的第一转换器11从其他电路元件切断。控制器41控制第二转换器12和第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到第二电池22和第三电池23。此时的电力的路径为图5所示的路径P9。路径P9是从第一电池21经由第三转换器13流向第三电池23的电力的路径、以及从第一电池21经由第三转换器13和第二转换器12流向第二电池22的电力的路径。

[0082] 通过这种控制,即使第一转换器11发生异常,也能够利用来自第一电池21的电力,对第二电池22和第三电池23进行充电。由此,辅助设备32能够由从第二电池22供给的电力持续驱动。此外,ECU 33和控制器41能够由从第三电池23供给的电力持续驱动。

[0083] [第三转换器异常时]

[0084] 控制器41如果检测到第三转换器13的异常,则利用继电器等单元将检测到异常的第三转换器13从其他电路元件切断。即,控制器41将发生故障的第三转换器13从其他电路元件切断。控制器41控制第一转换器11和第二转换器12,将在第一电池21中所充电的电力供给到第二电池22和第三电池23。此时的电力的路径为图6所示的路径P10。路径P10是从第一电池21经由第一转换器11流向第二电池22的电力的路径、以及从第一电池21经由第一转换器11和第二转换器12流向第三电池23的电力的路径。

[0085] 通过这种控制,即使第三转换器13发生异常,也能够利用来自第一电池21的电力,对第二电池22和第三电池23进行充电。由此,辅助设备32能够由从第二电池22供给的电力持续驱动。此外,ECU 33和控制器41能够由从第三电池23供给的电力持续驱动。

[0086] [系统动作]

[0087] 图7是示出第一实施方式的电源系统1的动作的一例的流程图。例如,如果搭载电源系统1的车辆开始行驶,则控制器41开始图7所示的处理。此外,如果搭载电源系统1的车辆停止行驶,则控制器41结束图7所示的处理。

[0088] 控制器41判断第一电池21是否异常(步骤S10)。控制器41判定为第一电池21异常时(步骤S10:是),前进至步骤S11的处理。另一方面,控制器41未判定为第一电池21异常时(步骤S10:否),前进至步骤S12的处理。

[0089] 在步骤S11的处理中,控制器41控制第一转换器11,将在第二电池22中所充电的电力供给到作为与第一电池21连接的负载的电机31(参照:图2的路径P3)。

[0090] 在步骤S12的处理中,控制器41判定第二电池22是否异常。控制器41判定为第二电池22异常时(步骤S12:是),前进至步骤S13的处理。另一方面,控制器41未判定为第二电池22异常时(步骤S12:否),前进至步骤S14的处理。

[0091] 在步骤S13的处理中,控制器41控制第一转换器11,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第二电池22连接的负载的辅助设备32(参照:图3的路径P5)。

[0092] 在步骤S14的处理中,控制器41判定第三电池23是否异常。控制器41判定为第三电池23异常时(步骤S14:是),前进至步骤S15的处理。另一方面,控制器41未判定为第三电池23异常时(步骤S14:否),返回到步骤S10的处理。

[0093] 在步骤S15的处理中,控制器41控制第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第三电池23连接的负载的ECU 33和控制器41(参照:图4的路径P7)。

[0094] 另外,在步骤S11的处理中,控制器41也可以控制第三转换器13,将在第三电池23中所充电的电力供给到作为与第一电池21连接的负载的电机31(参照:图2的路径P4)。

[0095] 此外,在步骤S13的处理中,控制器41也可以控制第二转换器12和第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到作为与第二电池22连接的负载的辅助设备32(参照:图3的路径P6)。

[0096] 此外,在步骤S15的处理中,控制器41也可以控制第二转换器12,将在第二电池22中所充电的电力供给到作为与第三电池23连接的负载的ECU 33等(参照:图4的路径P8)。

[0097] 图8是示出第一实施方式的电源系统1的动作的另一例的流程图。例如,如果搭载电源系统1的车辆开始行驶,则控制器41开始图8所示的处理。此外,如果搭载电源系统1的车辆停止行驶,则控制器41结束图8所示的处理。另外,控制器41可以与图7所示的处理并行地执行图8所示的处理。

[0098] 控制器41判定第一转换器11是否异常(步骤S20)。控制器41判定为第一转换器11异常时(步骤S20:是),前进至步骤S21的处理。另一方面,控制器41未判定为第一转换器11异常时(步骤S20:否),前进至步骤S22的处理。

[0099] 在步骤S21的处理中,控制器41控制第二转换器12和第三转换器13,将在第一电池21中所充电的电力供给到第二电池22和第三电池23(参照:图5的路径P9)。

[0100] 在步骤S22的处理中,控制器41判定第三转换器13是否异常。控制器41判定为第三

转换器13异常时(步骤S22:是),前进至步骤S23的处理。另一方面,控制器41未判定为第三转换器13异常时(步骤S22:否),返回到步骤S20的处理。

[0101] 在步骤S23的处理中,控制器41控制第一转换器11和第二转换器12,将在第一电池21中所充电的电力供给到第二电池22和第三电池23(参照:图6的路径P10)。

[0102] 如上所述,在第一实施方式的电源系统1中,如图1所示,第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13连接成环状。此外,第一电池21设置在第一转换器11与第三转换器13之间,第二电池22设置在第一转换器11与第二转换器12之间,第三电池23设置在第二转换器12与第三转换器13之间。利用这种结构,即使电源系统1所具备的第一转换器11等和第一电池21等中的任一个发生异常,也能够向负载持续供给电力。因此,根据第一实施方式,能够提供一种提高了可靠性的电源系统1。

[0103] (第二实施方式)

[0104] 在第二实施方式中,说明第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14可采用的电路结构。

[0105] [DC/DC转换器的电路结构]

[0106] 参照图9说明第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13能够采用的电路结构。以下,在不特别区分第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13的情况下,统称为“转换器10”。

[0107] 图9是第二实施方式的DC/DC转换器的电路图。换言之,图9是转换器10的电路图。转换器10连接在电池20A与电池20B之间。电池20A的标称电压比电池20B的标称电压低。即,在转换器10为第一转换器11的情况下,电池20A为图1所示的第二电池22,电池20B为图1所示的第一电池21。此外,在转换器10为第二转换器12的情况下,电池20A为图1所示的第三电池23,电池20B为图1所示的第二电池22。此外,在转换器10为第三转换器13的情况下,电池20A为图1所示的第三电池23,电池20B为图1所示的第一电池21。

[0108] 转换器10具备驱动电路50、开关电路51A、51B、平滑电容器52A、52B和变压器60。此外,转换器10可以具备用于切断变压器60和电路的开关90A、90B。

[0109] 驱动电路50基于来自图1所示的控制器41的控制信号,生成使开关电路51A、51B以规定的定时接通断开的脉冲波的驱动信号。作为脉冲波的驱动信号的频率也记载为“驱动频率”。驱动电路50将生成的驱动信号输出到开关电路51A、51B。

[0110] 驱动电路50基于来自图1所示的控制器41的控制信号,生成将开关90A、90B控制成接通断开的控制信号。驱动电路50将生成的控制信号输出到开关90A、90B。控制器41在使转换器10动作时使开关90A、90B接通,除此以外时使其断开。

[0111] 开关电路51A连接在电池20A与变压器60之间。开关电路51A是全桥方式的电路。在转换器10将电池20A侧的电压升压至电池20B侧的电压的情况下,开关电路51A由来自驱动电路50的驱动信号驱动。开关电路51A具有开关元件Q1A、Q2A、Q3A、Q4A。

[0112] 开关元件Q1A~Q4A可以是N型MOSFET。例如,开关元件Q1A~Q4A可以是功率MOSFET。另外,开关元件Q1A~Q4A不限于MOSFET。例如,开关元件Q1A~Q4A可以是双极晶体管或IGBT(绝缘栅双极型晶体管)。

[0113] 开关元件Q1A、Q3A的漏极与电池20A的正极侧的端子连接。开关元件Q2A、Q4A的源极与电池20A的负极侧的端子连接。开关元件Q1A的源极和开关元件Q2A的漏极与变压器60

的线圈70的一个端部连接。开关元件Q3A的源极和开关元件Q4A的漏极与变压器60的线圈70的另一个端部连接。

[0114] 来自驱动电路50的驱动信号输入开关元件Q1A~Q4A的栅极。通过输入驱动信号,在开关元件Q1A、Q4A接通时,开关元件Q2A、Q3A断开。此外,在开关元件Q1A、Q4A断开时,开关元件Q2A、Q3A接通。换言之,通过输入驱动信号,开关元件Q1A、Q4A和开关元件Q2A、Q3A以驱动频率交替接通断开。通过使开关元件Q1A、Q4A和开关元件Q2A、Q3A以驱动频率交替接通断开,驱动频率的交流电流流过变压器60的线圈70。通过使交流电流流过变压器60的线圈70,在变压器60的线圈80中产生感生电动势。

[0115] 开关电路51B连接在电池20B与变压器60之间。开关电路51B是全桥方式的电路。在转换器10将电池20B侧的电压降压至电池20A侧的电压的情况下,开关电路51B由来自驱动电路50的驱动信号驱动。开关电路51B具有开关元件Q1B、Q2B、Q3B、Q4B。

[0116] 开关元件Q1B~Q4B可以是N型MOSFET。例如,开关元件Q1B~Q4B可以是功率MOSFET。另外,开关元件Q1B~Q4B不限于MOSFET。例如,开关元件Q1B~Q4B可以是双极晶体管或IGBT。

[0117] 开关元件Q1B、Q3B的漏极与电池20B的正极侧的端子连接。开关元件Q2B、Q4B的源极与电池20B的负极侧的端子连接。开关元件Q1B的源极和开关元件Q2B的漏极与变压器60的线圈80的一个端部连接。开关元件Q3B的源极和开关元件Q4B的漏极与变压器60的线圈80的另一个端部连接。

[0118] 来自驱动电路50的驱动信号输入开关元件Q1B~Q4B的栅极。通过输入驱动信号,在开关元件Q1B、Q4B接通时,开关元件Q2B、Q3B断开。此外,在开关元件Q1B、Q4B断开时,开关元件Q2B、Q3B接通。换言之,通过输入驱动信号,开关元件Q1B、Q4B和开关元件Q2B、Q3B以驱动频率交替接通断开。通过使开关元件Q1B、Q4B和开关元件Q2B、Q3B以驱动频率交替接通断开,驱动频率的交流电流流过变压器60的线圈80。通过使交流电流流过变压器60的线圈80,在变压器60的线圈70中产生感生电动势。

[0119] 平滑电容器52A设置在电池20A与开关电路51A之间。平滑电容器52A使开关电路51A与电池20A之间的电压平滑化。

[0120] 平滑电容器52B设置在电池20B与开关电路51B之间。平滑电容器52B使开关电路51B与电池20B之间的电压平滑化。

[0121] 变压器60是绝缘变压器。变压器60可以是平面变压器。但是,变压器60不限于平面变压器。例如,变压器60可以是包括绕线管和导线而构成的变压器。

[0122] 以下,在区分第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13各自所具有的变压器60的情况下,将第一转换器11所具有的变压器60记载为“变压器61”。此外,将第二转换器12所具有的变压器60记载为“变压器62”。此外,将第三转换器13所具有的变压器60记载为“变压器63”。

[0123] 变压器60具有铁心65、线圈70和线圈80。变压器61、62、63可构成为共用铁心65。将参照图11和图12在后文说明该结构。

[0124] 在变压器60为平面变压器的情况下,线圈70形成为导体图案。在转换器10将电池20A侧的电压升压至电池20B侧的电压的情况下,线圈70也称为“初级线圈”。此外,在转换器10将电池20B侧的电压降压至电池20A侧的电压的情况下,线圈70也称为“次级线圈”。可根

据转换器10进行升压和降压的电压,适当设定线圈70的匝数和线圈80的匝数。

[0125] 以下,在区分变压器61~63各自所具有的线圈70的情况下,将变压器61所具有的(即第一转换器11所具有的)线圈70记载为“线圈71”。此外,将变压器62所具有的(即第二转换器12所具有的)线圈70记载为“线圈72”。此外,将变压器63所具有的(即第三转换器13所具有的)线圈70记载为“线圈73”。

[0126] 在变压器60为平面变压器的情况下,线圈80形成为导体图案。在转换器10将电池20A侧的电压升压至电池20B侧的电压的情况下,线圈80也称为“次级线圈”。此外,在转换器10将电池20B侧的电压降压至电池20A侧的电压的情况下,线圈80也称为“初级线圈”。

[0127] 以下,在区分变压器61~63各自所具有的线圈80的情况下,将变压器61所具有的(即第一转换器11所具有的)线圈80记载为“线圈81”。此外,将变压器62所具有的(即第二转换器12所具有的)线圈80记载为“线圈82”。此外,将变压器63所具有的(即第三转换器13所具有的)线圈80记载为“线圈83”。

[0128] 开关90A、90B可以与开关元件Q1A等同样是N型MOSFET。例如,开关90A、90B可以是功率MOSFET。另外,开关90A、90B不限于MOSFET。例如,开关90A、90B可以是双极晶体管或IGBT。

[0129] 以下,在区分第一转换器11、第二转换器12和第三转换器13各自所具备的开关90A、90B的情况下,将第一转换器11所具备的开关90A和开关90B记载为“开关91A”和“开关91B”。此外,将第二转换器12所具备的开关90A和开关90B记载为“开关92A”和“开关92B”。此外,将第三转换器13所具备的开关90A和开关90B记载为“开关93A”和“开关93B”。

[0130] 开关90A设置在电池20A与开关电路51A之间。例如,开关90A设置在电池20A的负极侧的端子与开关电路51A的开关元件Q2A的源极之间。开关90B设置在电池20B与开关电路51B之间。例如,开关90B设置在电池20B的负极侧的端子与开关电路51B的开关元件Q4B的源极之间。

[0131] 开关90A、90B基于来自驱动电路50的控制信号,将变压器60从其他构成要素切断。例如,开关90A基于来自驱动电路50的控制信号而断开,由此切断变压器60和开关电路51A与平滑电容器52A和电池20A之间的连接。例如,开关90B基于来自驱动电路50的控制信号而断开,由此切断变压器60和开关电路51B与平滑电容器52B和电池20B之间的连接。

[0132] 另外,开关90A也可以设置在电池20A的正极侧的端子与开关电路51A的开关元件Q1A的漏极之间。此外,开关90B也可以设置在电池20B的正极侧的端子与开关电路51B的开关元件Q3B的漏极之间。在这种情况下,开关90A、90B可以是P型MOSFET。

[0133] [AC/DC转换器的电路结构]

[0134] 图10是第二实施方式的AC/DC转换器的电路图。换言之,图10是第四转换器14的电路图。第四转换器14具有转换器10和整流电路15。

[0135] 转换器10连接在整流电路15与第一电池21之间。转换器10在将来自整流电路15的电压升压至规定电压之后供给到第一电池21。

[0136] 以下,第四转换器14的转换器10所具有的变压器60也记载为“变压器64”。此外,变压器64的线圈70也记载为“线圈74”。变压器64的线圈80也记载为“线圈84”。第四转换器14的转换器10所具有的开关90A和开关90B也记载为“开关94A”和“开关94B”。

[0137] 变压器64可以构成为与上述变压器61、62、63共用铁心65。将参照图11和图12在后

文说明该结构。

[0138] 整流电路15可以构成为包括开关元件和电感。整流电路15可以是三相全波整流方式的电路,也可以是三相半波整流方式的电路。整流电路15可以与交流电源2连接。整流电路15通过整流而将来自交流电源2的交流电流转换为直流电流。

[0139] [变压器的结构]

[0140] 图11是第二实施方式的平面变压器的立体图。图12是平面变压器的在图11所示的L-L线处的剖视图。另外,图12中由虚线表示形成于铁心65的内部的闭合磁路的磁通。

[0141] 如图11和图12所示,平面变压器100具备铁心65、线圈71、72、73、74、线圈81、82、83、84和基板110。

[0142] 铁心65可以由铁氧体等磁性部件构成。铁心65可以通过将截面结构为E形的一对E型铁心以彼此的三个脚部相对的方式组合而构成。如图12所示,铁心65包括中脚部66、侧脚部67-1、67-2、上面部68和下面部69。

[0143] 如图11和图12所示,中脚部66插入位于线圈71~74的中央的开口中和位于线圈81~84的中央的开口中。换言之,线圈71~74和线圈81~84成为以中脚部66为中心卷绕的状态。可以在中脚部66设置间隙66a。通过在中脚部66设置间隙66a,可降低形成于铁心65的内部的闭合磁路的磁通密度,防止铁心65的磁饱和。

[0144] 如图11所示,侧脚部67-1位于基板110的一方的外侧。如图11所示,侧脚部67-2位于基板110的另一方的外侧。

[0145] 如图12所示,上表面部68连结中脚部66的上部和侧脚部67-1、67-2的上部。如图12所示,下表面部69连结中脚部66的下部和侧脚部67-1、67-2的下部。

[0146] 线圈71~74、81~84是使用铜等导体而形成的导体图案。线圈71~74、81~84在其中央具有开口。如上所述,线圈71、81包含于变压器61。此外,线圈72、82包含于变压器62。另外,线圈73、83包含于变压器63。此外,线圈74、84包含于变压器64。

[0147] 基板110构成为包含绝缘材料。如图12所示,基板110包括基板111、112、113、114、115、116、117、118。

[0148] 线圈81配置于基板111的上表面。线圈71配置于基板111的下表面。线圈82配置于基板112的上表面。线圈72配置于基板112的下表面。线圈83配置于基板113的上表面。线圈73配置于基板113的下表面。线圈84配置于基板114的上表面。线圈74配置于基板114的下表面。

[0149] 基板115配置在线圈71与线圈82之间。基板116配置在线圈72与线圈83之间。基板117配置在线圈73与线圈84之间。

[0150] 由此,第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14的各变压器61~64能够共用铁心65而构成。利用这种结构,可使第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14小型化。因此,可使电源系统1小型化。此外,通过将变压器61~64构成为平面变压器,可使第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14进一步小型化。

[0151] [驱动频率的选择]

[0152] 在变压器61~64共用铁心65而构成的情况下,可通过适当地选择第一转换器11等的驱动频率,防止铁心65的磁饱和。以下,对该内容进行说明。

[0153] 将图9所示的转换器10驱动时在图12所示的中脚部66产生的磁通密度作为B。此时,只要磁通密度B满足以下的式(1),则能够防止铁心65的磁饱和。

[0154]  $B < B_{\max}$

[0155]  $A > \Phi / B_{\max}$  式(1)

[0156] 在式(1)中, $B_{\max}$ 是铁心65的饱和磁通密度。 $B_{\max}$ 为与铁心65的磁特性对应的值。即, $B_{\max}$ 为与构成铁心65的磁性材料对应的值。 $A$ 是图12所示的中脚部66的截面积。磁通 $\Phi$ 是图9所示的转换器10驱动时在中脚部66产生的磁通 $\Phi$ 。

[0157] 在此,通过以下的式(2)、(3)计算磁通 $\Phi$ 。

[0158] 【数1】

$$V = n \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{式(2)}$$

[0160] 【数2】

$$\Phi = \frac{1}{n} \int V dt = \frac{V}{n} DT = \frac{V}{n} \times \frac{D}{f} \quad \text{式(3)}$$

[0162] 在式(2)中, $V$ 是图9所示的转换器10驱动时施加到铁心65的电压。 $n$ 是图9所示的线圈80的匝数。 $D$ 是使图9所示的开关元件Q1A~Q4A接通断开的脉冲波(驱动信号)的占空比。 $D$ 在图9所示的转换器10那样的双向式的情况下可以是0.5。 $T$ 是使图9所示的开关元件Q1A~Q4A接通断开的脉冲波(驱动信号)的周期。 $T$ 也称为PWM(Pulse Wide Modulation,脉冲宽度调制)周期。 $f$ 是驱动频率。即, $T=1/f$ 。

[0163] 根据上述式(2)和式(3),在 $V$ 最大的转换器10驱动时,式(1)中的磁通密度 $B$ 可为最大。在图1所示的构成中,第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14中的第一转换器11驱动时, $V$ 可为最大。

[0164] 因此,第一转换器11的驱动频率设定成比第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14的驱动频率高。此外,第一转换器11的驱动频率设定成满足式(1)。换言之,第一转换器11的驱动频率 $f$ 可根据铁心65的磁特性来确定。利用这种结构,可防止铁心65的磁饱和。此外,通过以比第一转换器11的驱动频率低的驱动频率来驱动第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14,可提高第二转换器12等的电力转换效率。

[0165] [控制器的处理]

[0166] 在第二实施方式中,图1所示的控制器41控制开关91A~94A、91B~94B,控制成不同时驱动第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14。

[0167] 例如,图1所示的控制器41驱动第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14中的第一转换器11。即,第一转换器11、第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14中的第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14是不为控制器41的控制对象的转换器。此时,控制器41控制成不驱动第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14。在这种情况下,图1所示的控制器41向第一转换器11所具有的图9所示的驱动电路50输出控制信号,以使开关91A、91B接通。此外,控制器41向第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14各自所具有的图9所示的驱动电路50输出控制信号,以使开关92A~94A、92B~94B断开。通过这种控制,在第一转换器11中,变压器61与平滑电容器52A等其他构成要素连接。此外,通过这种控制,在第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14中,变压器62~64从其他构成要素分离。由此,在未驱动的第二转换器12、第三转换器13和第四转换器14中,能够防止不

希望的电流从变压器62~64向其他构成要素泄漏。

[0168] 另外,设置开关90A、90B的结构不限于图9所示的结构。例如,可以是图13所示的结构。

[0169] [DC/DC转换器的另一电路结构]

[0170] 图13是第二实施方式的另一例的DC/DC转换器的电路图。图13中示出图9所示的结构的一部分。第一转换器11a、第二转换器12a、第三转换器13a和第四转换器14a可采用相同的DC/DC转换器。以下,以第一转换器11a为例进行说明。

[0171] 第一转换器11a在线圈71与开关电路51A之间具有开关121A、122A。第一转换器11a在线圈81与开关电路51B之间具有开关121B、122B。

[0172] 开关121A、122A可以构成包括继电器电路。开关121A设置在线圈71的一个端部与图9所示的开关电路51A的开关元件Q1A的源极和开关元件Q2A的漏极之间。开关122A设置在线圈71的另一个端部与图9所示的开关电路51A的开关元件Q3A的源极和开关元件Q4A的漏极之间。

[0173] 开关121A、122A基于来自图1所示的控制器41的控制信号来切换导通和切断。

[0174] 开关121B、122B可以构成包括继电器电路。开关121B设置在线圈81的一个端部与图9所示的开关电路51B的开关元件Q1B的源极和开关元件Q2B的漏极之间。开关122B设置在线圈81的另一个端部与图9所示的开关电路51B的开关元件Q3B的源极和开关元件Q4B的漏极之间。

[0175] 开关121B、122B基于来自图1所示的控制器41的控制信号来切换导通和切断。

[0176] 基于各个附图和实施例说明了本公开的一种实施方式,但是需要注意的是本领域技术人员容易基于本公开进行各种变形或修正。因此,需要留意的是这些变形或修正也包含在本公开的范围。例如,包含于各单元的功能等能够以理论上不矛盾的方式进行再配置,能够将多个单元等组合为一个或进行分割。

[0177] 例如,在上述第二实施方式中,如图11和图12所示,说明了变压器61~64共用铁心65的结构。但是,在图1所示的电源系统1不具备第四转换器14的情况下,变压器61~63可以构成共用铁心65。

[0178] (附图标记说明)

[0179] 1:电源系统;2:交流电源;10:转换器;11、11a:第一转换器;

[0180] 12、12a:第二转换器;13、13a:第三转换器;14、14a:第四转换器;

[0181] 15:整流电路;20A、20B:电池;21:第一电池;22:第二电池;

[0182] 23:第三电池;31:电机(负载);32:辅助设备(负载);33:ECU(负载);

[0183] 40:存储器;41:控制器;50:驱动电路;51A、51B:开关电路;

[0184] 52A、52B:平滑电容器;60、61~64:变压器;65:铁心;66:中脚部;

[0185] 66a:间隙;67-1、67-2:侧脚部;68:上面部;69:下面部;

[0186] 70~74、80~84:线圈;90A~94A、90B~94B:开关;100:平面变压器;

[0187] 110~117:基板;121A、121B、122A、122B:开关;P1~P10:路径;

[0188] Q1A~Q4A、Q1B~Q4B:开关元件



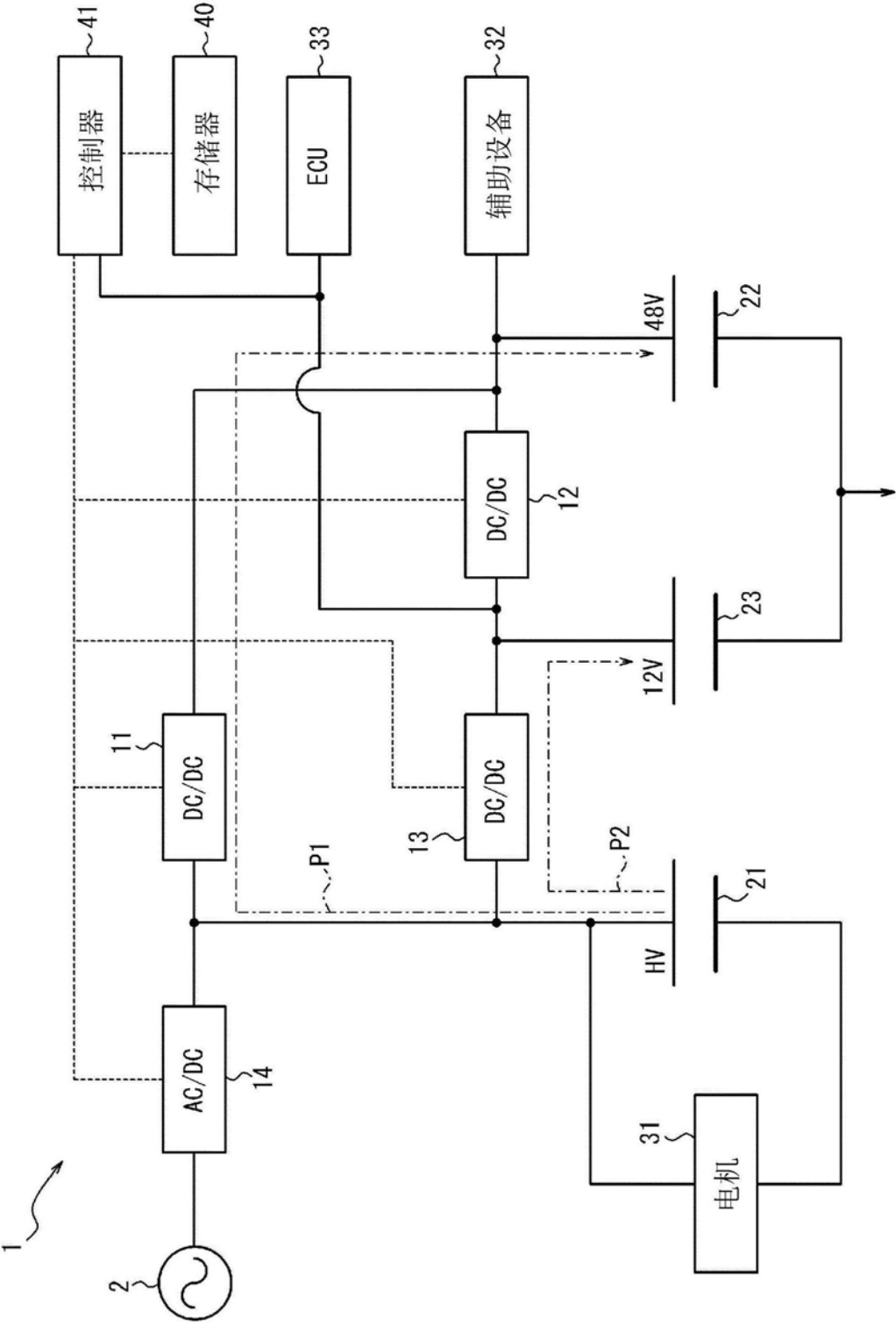


图1

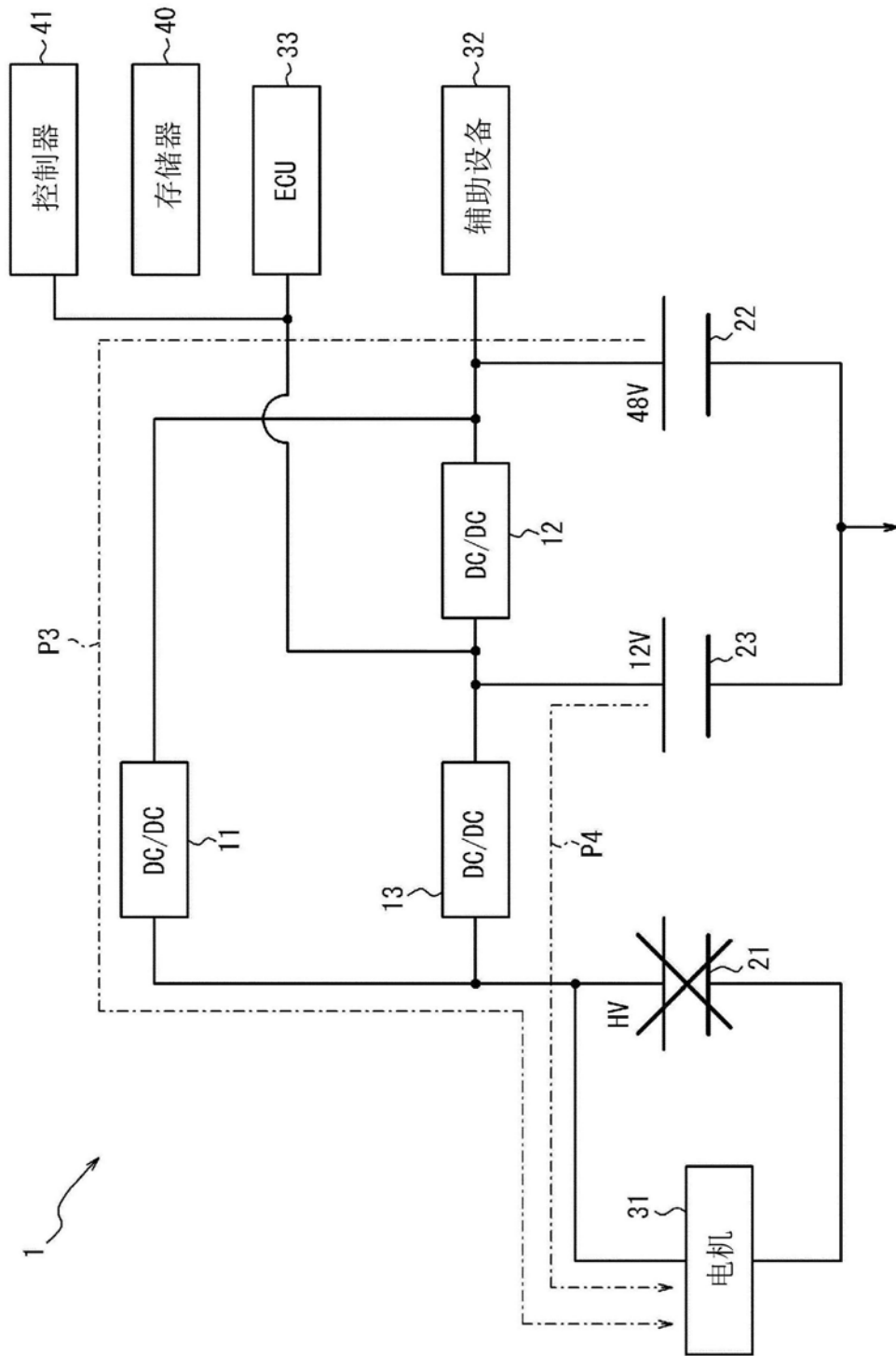


图2

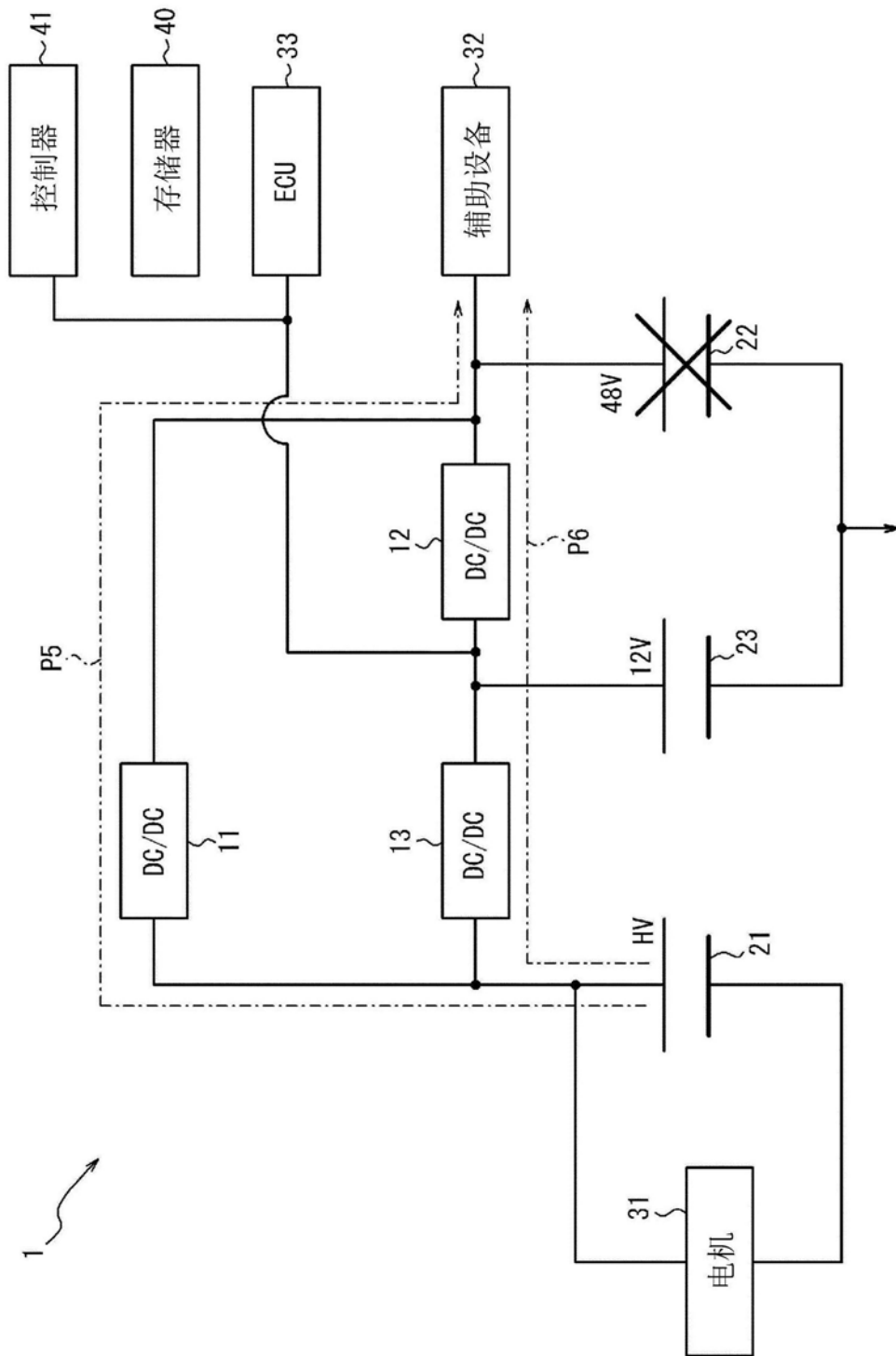


图3

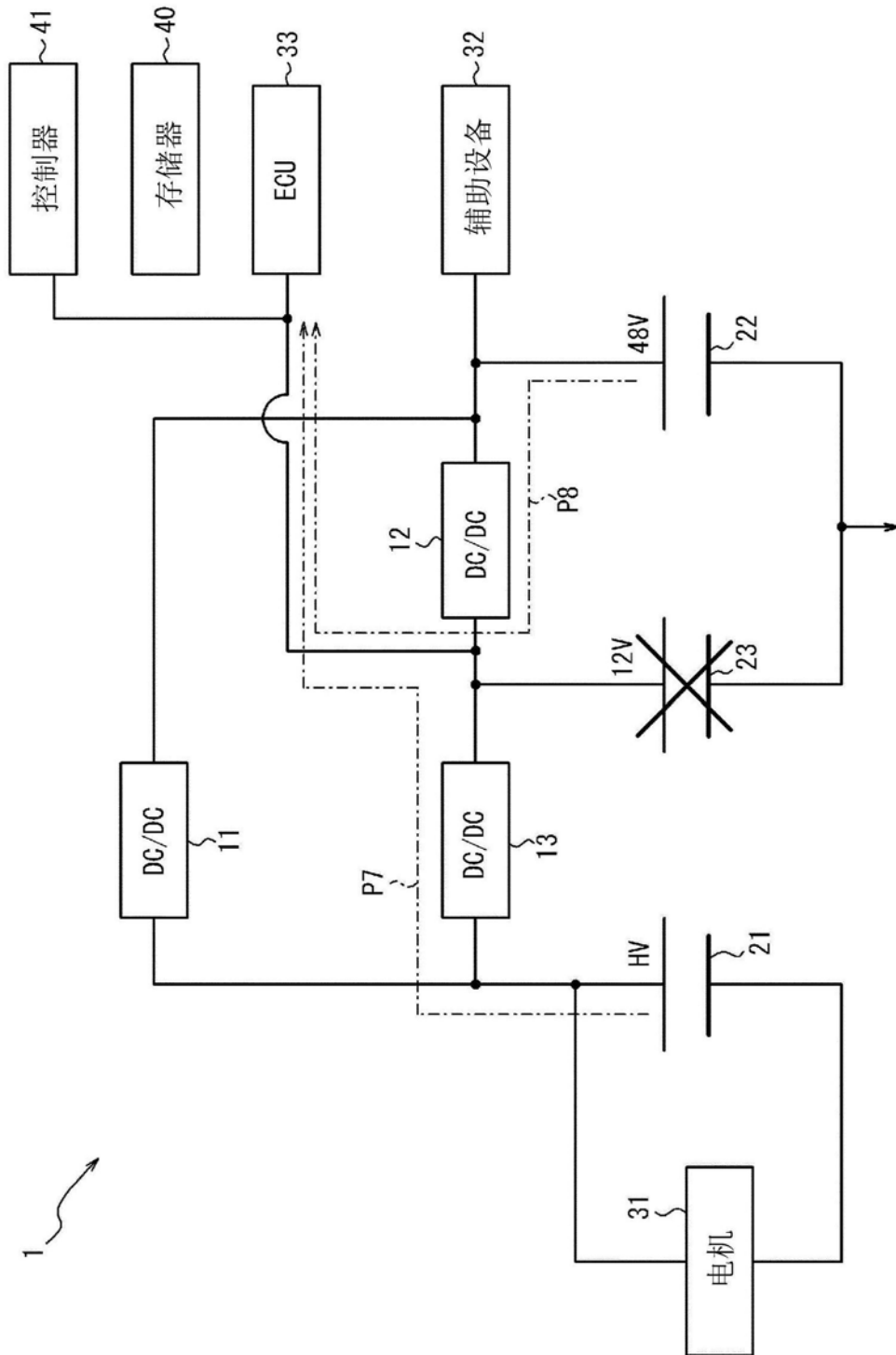


图4

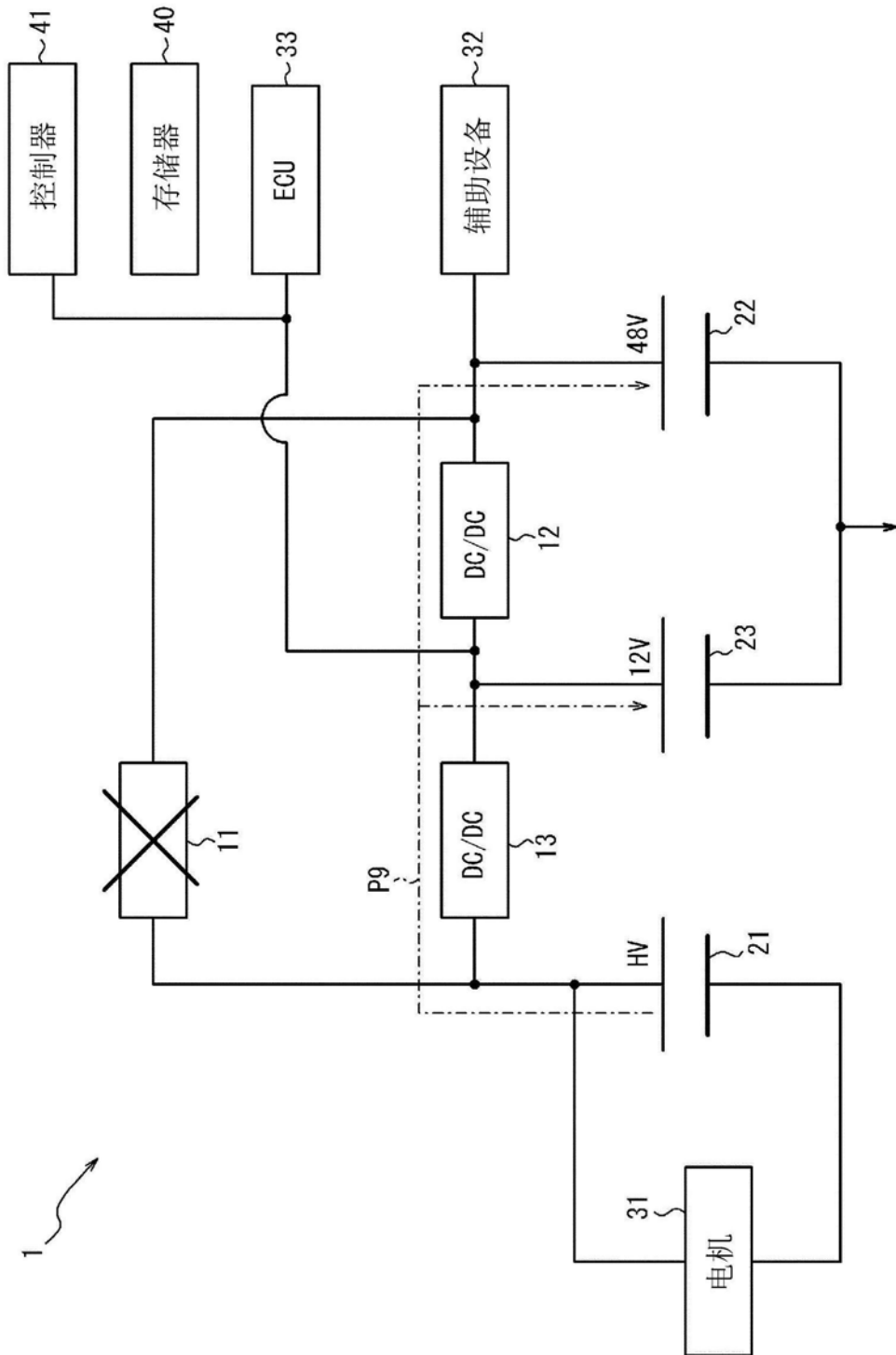


图5

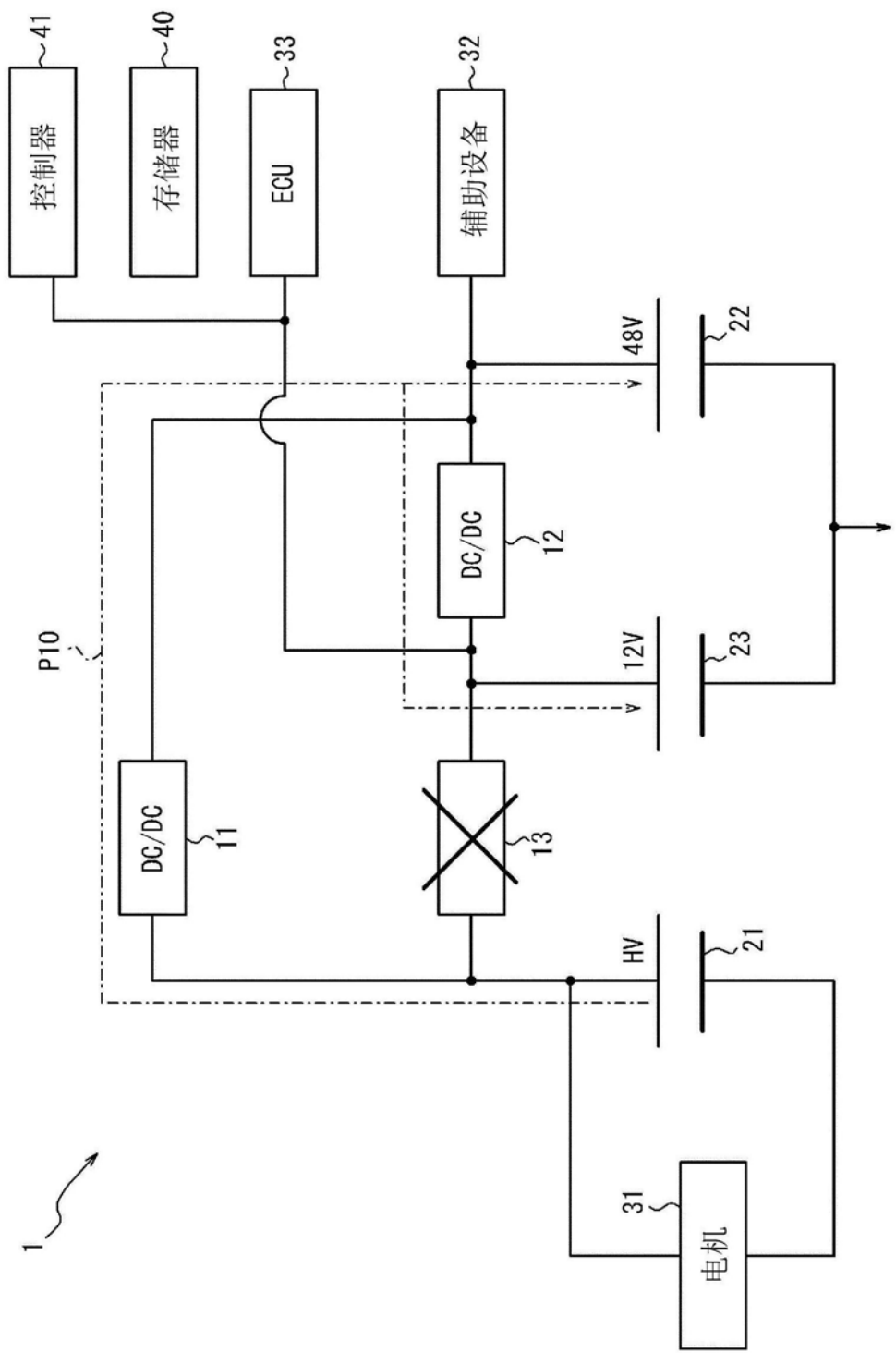


图6

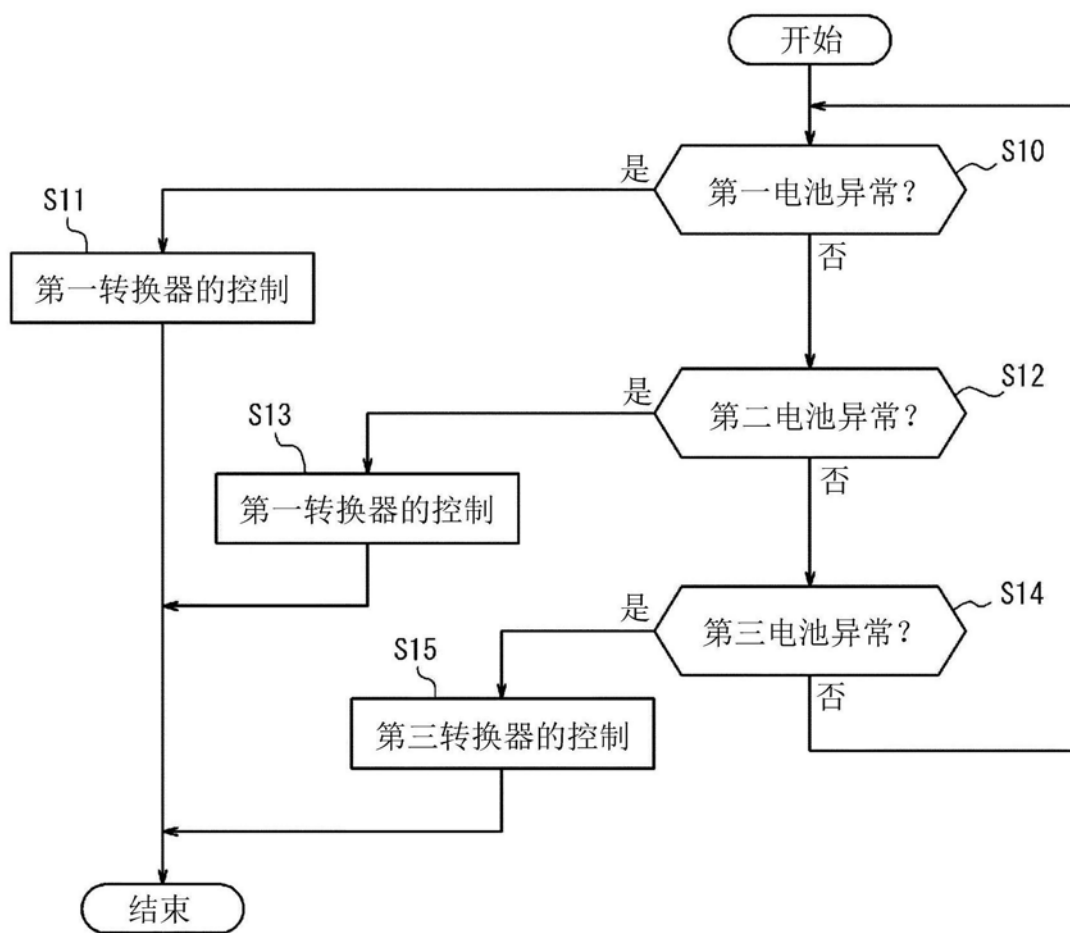


图7

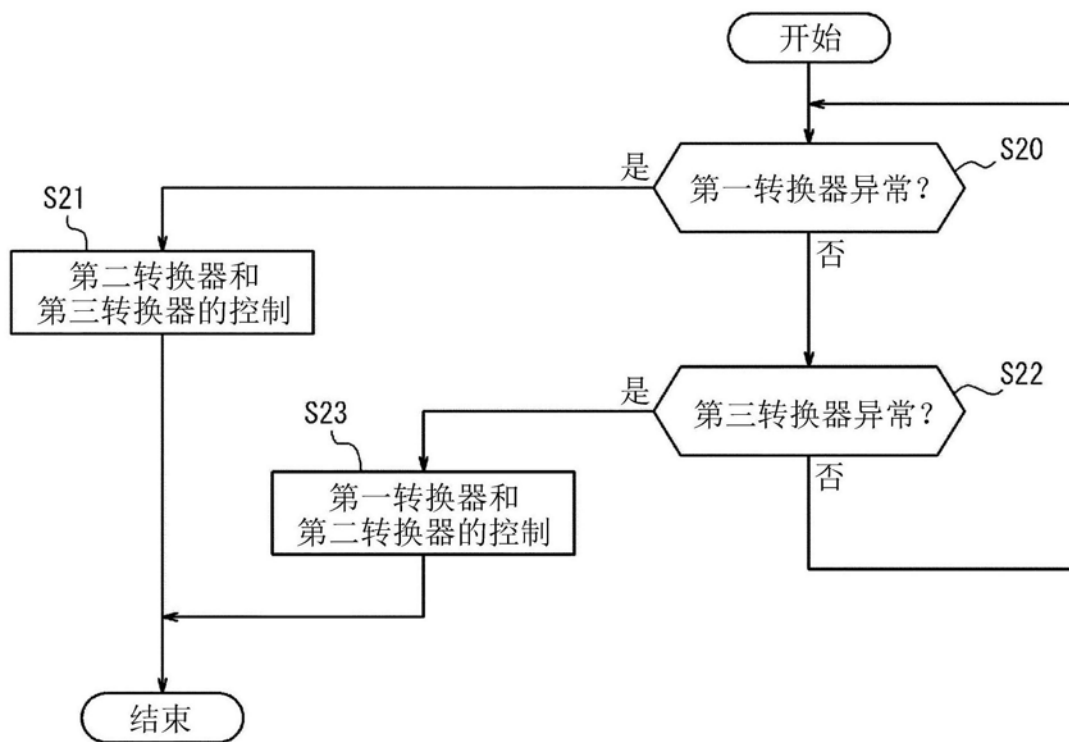


图8



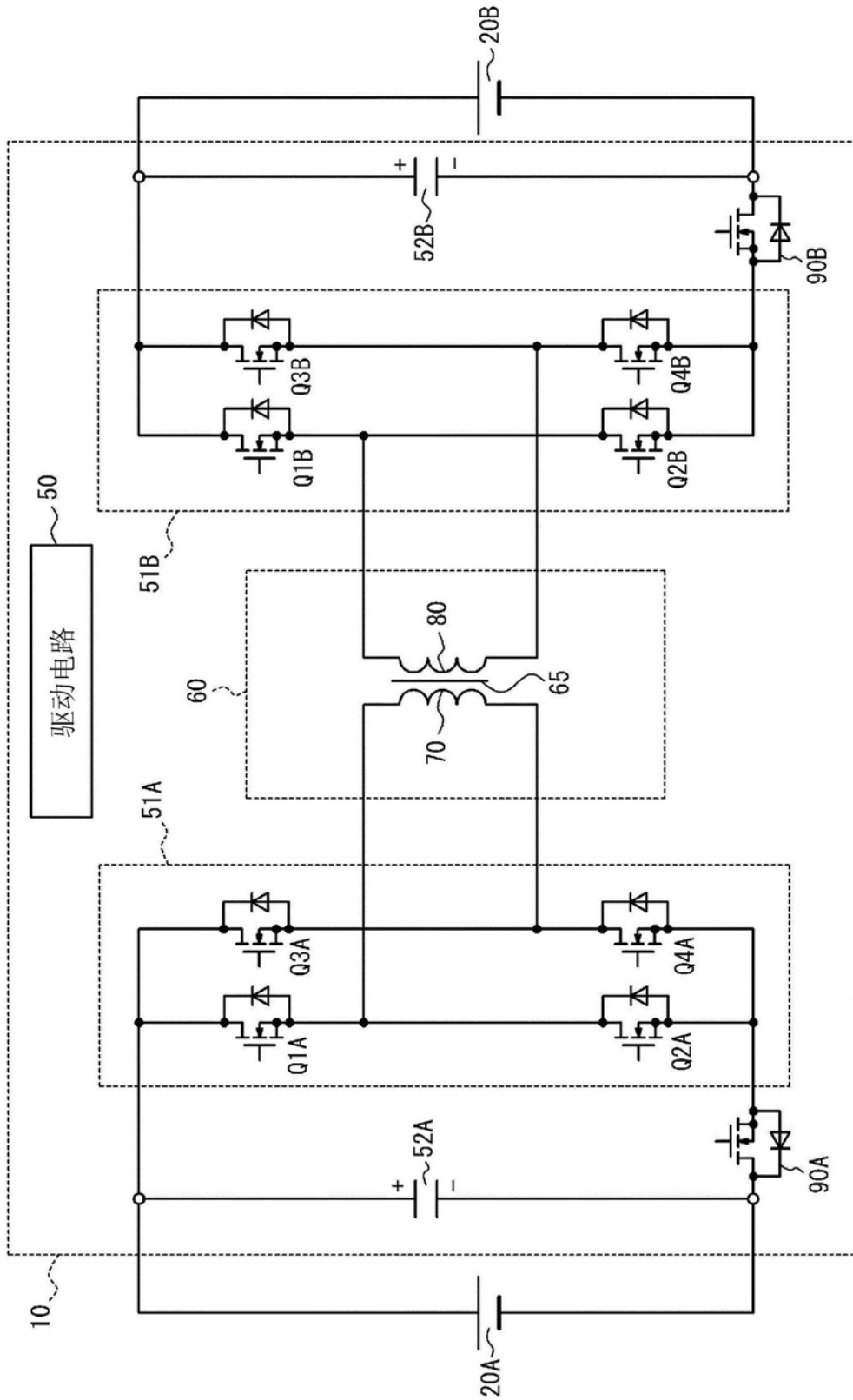


图9

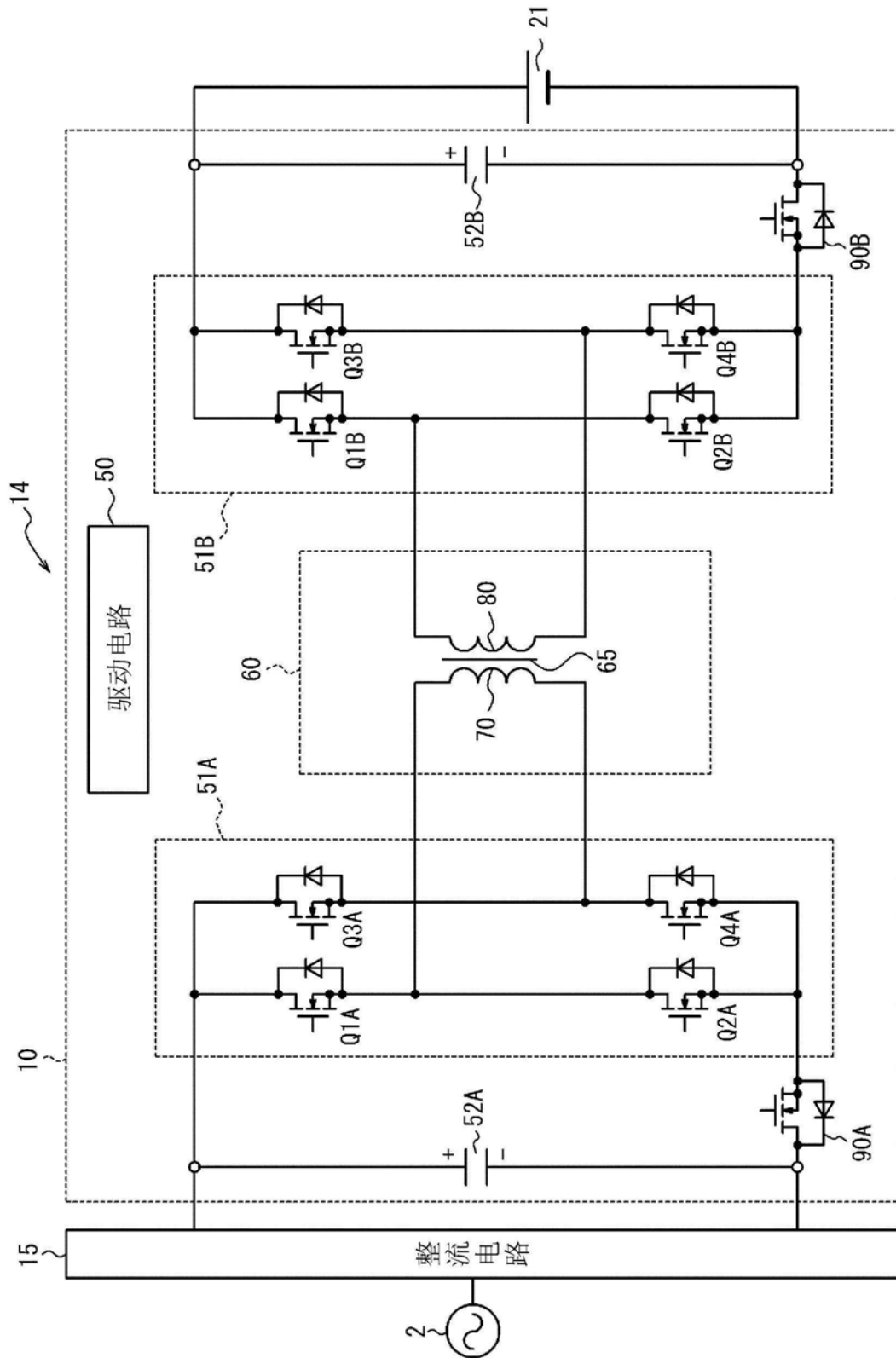


图10

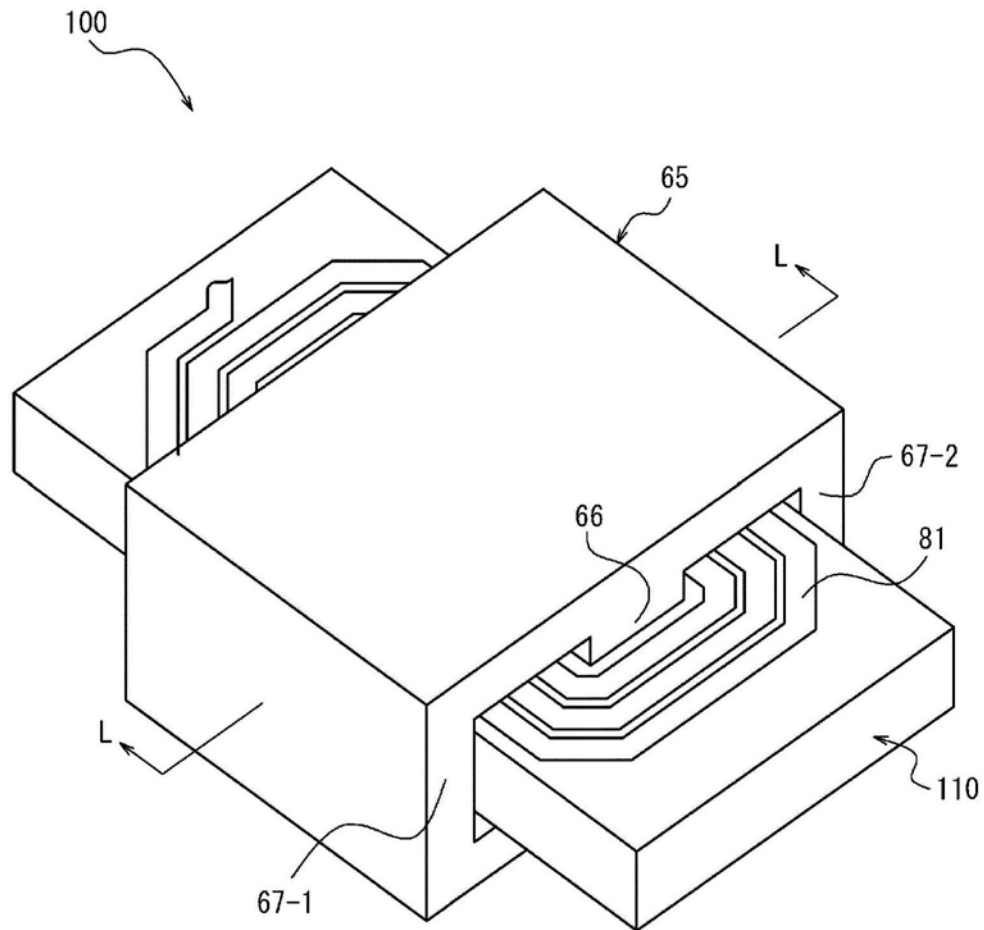


图11

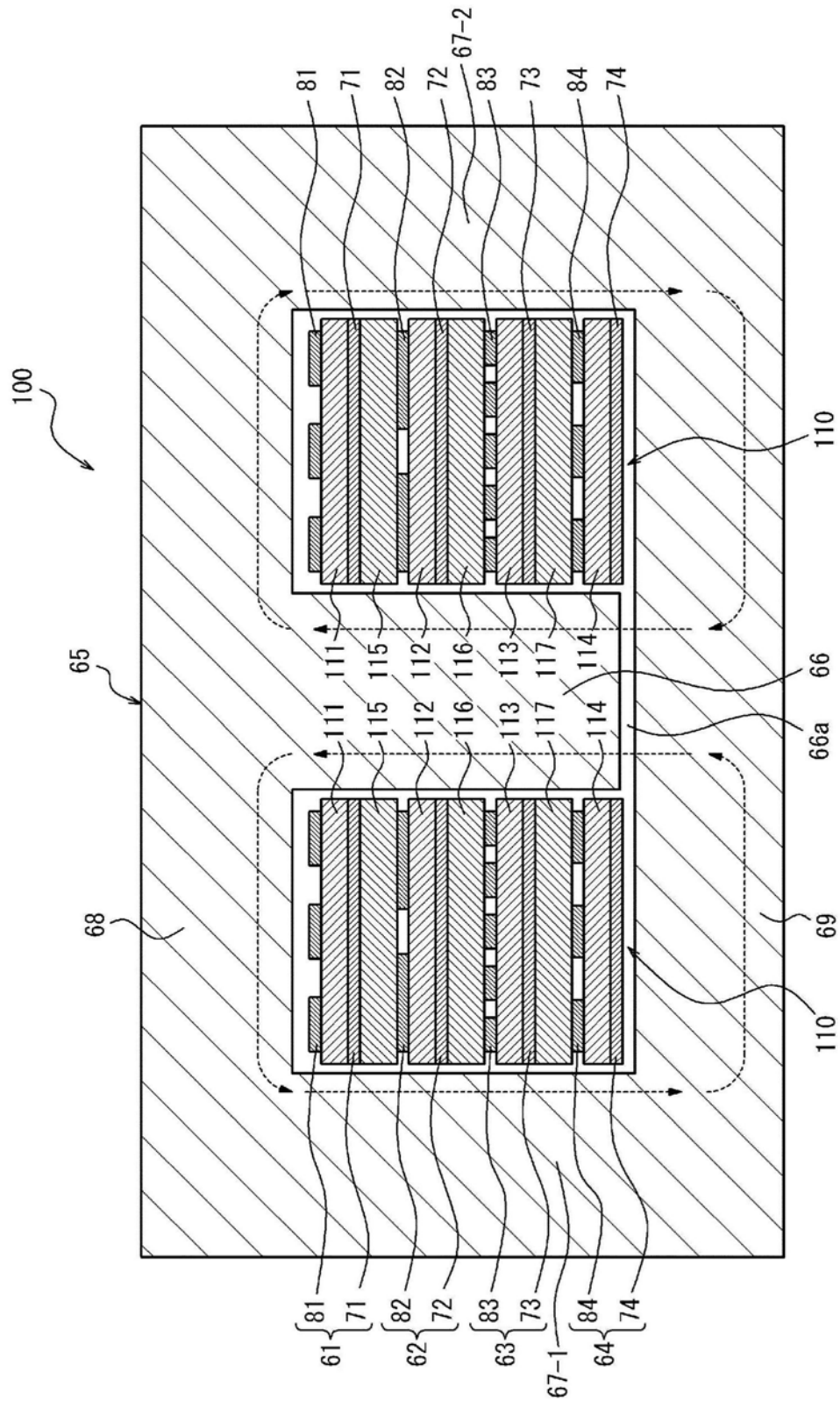


图12

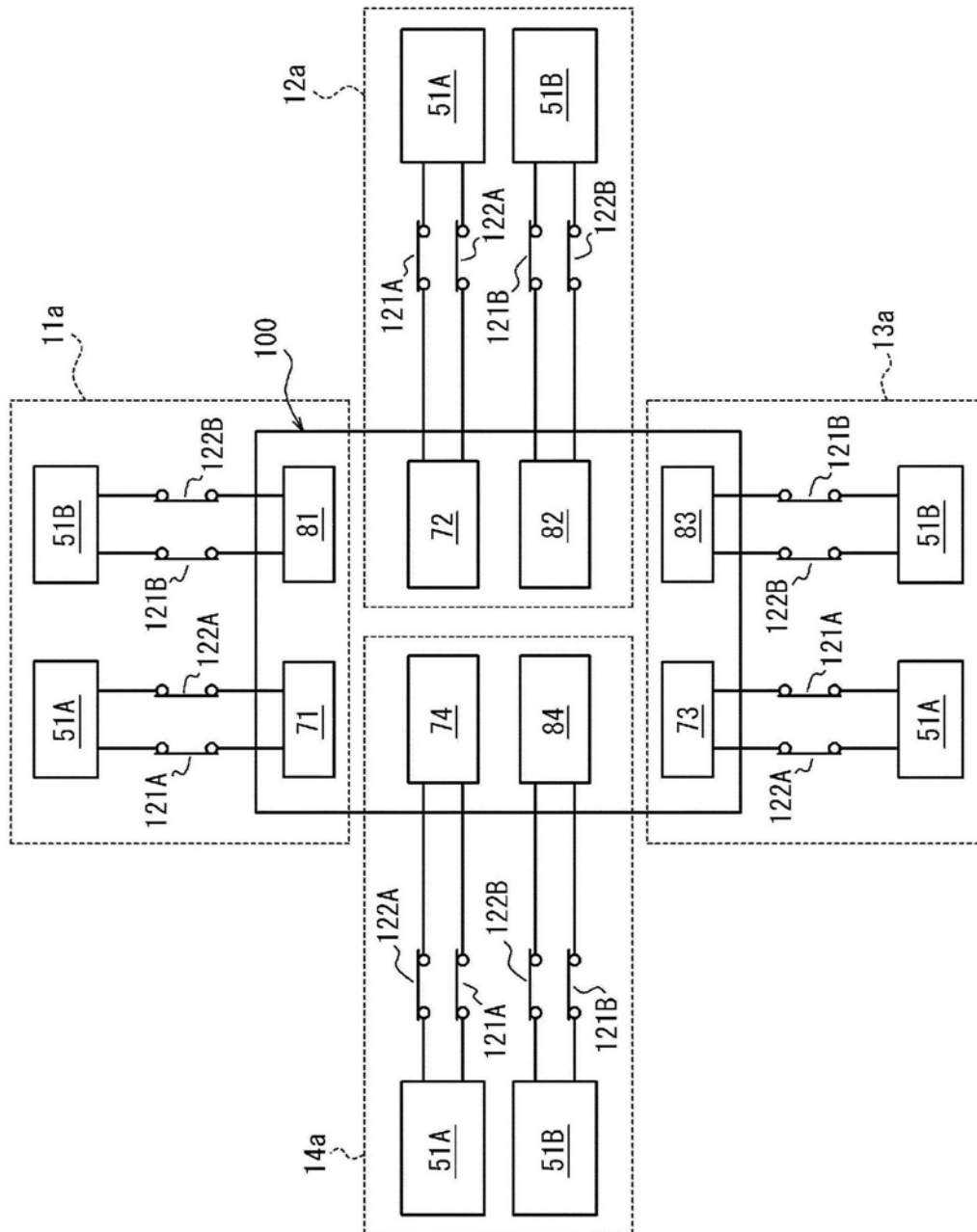


图13

1. 一种电源系统,具备:

多个转换器,连接成环状,能够进行双向的电力转换;

多个电池,设置在所述多个转换器中相邻的转换器之间;以及

控制器,能够控制所述多个转换器,

所述多个电池包括:

第一电池;

标称电压比所述第一电池低的第二电池;以及

标称电压比所述第二电池低的第三电池,

所述多个转换器包括:

第一转换器,能够在所述第一电池与所述第二电池之间进行双向的电力转换;

第二转换器,能够在所述第二电池与所述第三电池之间进行双向的电力转换;以及

第三转换器,能够在所述第三电池与所述第一电池之间进行双向的电力转换。

2. [删除]

3. 根据权利要求1所述的电源系统,其中,

所述控制器控制所述第一转换器和所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。

4. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,

所述控制器能够检测所述第一电池的异常,

所述控制器在检测到所述第一电池的异常时,控制所述第一转换器,将在所述第二电池中所充电的电力供给到与所述第一电池连接的负载。

5. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,

所述控制器能够检测所述第二电池的异常,

所述控制器在检测到所述第二电池的异常时,控制所述第一转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到与所述第二电池连接的负载。

6. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,

所述控制器能够检测所述第三电池的异常,

所述控制器在检测到所述第三电池的异常时,控制所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到与所述第三电池连接的负载。

7. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,

所述控制器能够检测所述第一转换器的异常,

所述控制器在检测到所述第一转换器的异常时,控制所述第二转换器和所述第三转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。

8. 根据权利要求3所述的电源系统,其中,

所述控制器能够检测所述第三转换器的异常,

所述控制器在检测到所述第三转换器的异常时,控制所述第一转换器和所述第二转换器,将在所述第一电池中所充电的电力供给到所述第二电池和所述第三电池。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的电源系统,其中,

所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的各自的变压器构成为共用铁心。

10. 根据权利要求9所述的电源系统, 其中,

所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的各自的变压器是平面变压器。

11. 根据权利要求9或10所述的电源系统, 其中,

所述第一转换器的驱动频率比所述第二转换器和所述第三转换器的驱动频率高,

所述第一转换器的驱动频率根据所述铁心的磁特性来确定。

12. 根据权利要求9或10所述的电源系统, 其中,

在所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器的每个中设置有至少将所述变压器从其他构成要素切断的开关。

13. 根据权利要求12所述的电源系统, 其中,

所述控制器在所述第一转换器、所述第二转换器和所述第三转换器中的不是控制对象的转换器中, 控制所述开关, 至少将所述变压器从其他构成要素切断。