



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102884721 A

(43) 申请公布日 2013.01.16

(21) 申请号 201180023180.X

代理人 杜诚 李春晖

(22) 申请日 2011.05.12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02M 7/48(2007.01)

2010-110318 2010.05.12 JP

H02M 3/155(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012.11.08

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/060922 2011.05.12

(87) PCT申请的公布数据

W02011/142409 JA 2011.11.17

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本爱知县

申请人 丰田自动车株式会社

(72) 发明人 滨中义行 前原恒男 坂田浩一

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

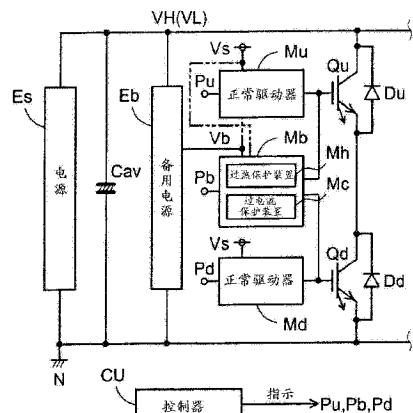
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 6 页

(54) 发明名称

电力转换器

(57) 摘要

一种电力转换装置包括：备用电源(Eb)，其与电源(Es)分开设置并且在放电时段期间提供电力；放电时段驱动电路(Mb)，用于在串联连接的开关元件(Qu、Qd)之间通过比从正常时段驱动电路(Mu、Md)输出的驱动信号更低的预定范围内的电压和频率来接通和断开上臂(臂之一)的开关元件(Qu)并且驱动下臂(另一个臂)的开关元件(Qd)以使其总是接通。利用这种配置，当对平滑电容器(Cav)放电时，可以防止开关元件(Qu、Qd)和其它元件被损坏并可以改进故障安全功能。由于引起过量电流和过热的开关元件被指定为开关元件之一，所以可以更可靠地防止过量电流和过热。



1. 一种电力转换器，包括：

第一和第二开关元件，所述第一和第二开关元件相对于基本电位位于高侧和低侧并串联连接，所述第一和第二开关元件对来自电源的电力执行转换；

正常驱动器，其在所述电力下操作以使用具有预定电压和频率的驱动信号来驱动所述第一和第二开关元件；

与所述第一和第二开关元件并联连接的电容器；

与所述电源分开设置的备用电源，所述备用电源在正常时段和放电时段中的至少一个时段期间提供电力；以及

放电驱动器，其在从所述备用电源提供的电力下操作，基于具有电压和频率中的至少一个的驱动信号来接通或断开所述第一和第二开关元件中的至少一个开关元件，并且驱动所述第一和第二开关元件中的另一个开关元件以使得所述第一和第二开关元件中的所述另一个开关元件总是接通，所述驱动信号的电压和频率中的至少一个处于与从所述正常驱动器输出的驱动信号的所述预定电压和频率中的至少一个相比更低的预定范围内。

2. 根据权利要求 1 所述的电力转换器，其中，所述放电驱动器包括过热保护装置，所述过热保护装置防止要根据具有所述预定范围内的电压和频率中的至少一个的驱动信号接通或断开的所述第一和第二开关元件中的一个开关元件过热，由此防止所述第一和第二开关元件中的所述一个开关元件超过容许温度。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的电力转换器，其中，所述放电驱动器包括过电流保护装置，所述过电流保护装置防止流经所述第一和第二开关元件中的总是接通的另一个开关元件的电流超过容许电流值。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的电力转换器，其中，所述放电驱动器根据具有处于与从所述正常驱动器输出的驱动信号的所述预定电压和频率中的至少一个相比更低的在所述预定范围内的电压和频率中的至少一个的所述驱动信号，来接通 / 断开所述第一和第二开关元件中的对应于所述高侧的一个开关元件，并且所述放电驱动器驱动所述第一和第二开关元件中的对应于所述低侧的另一个开关元件以使得所述另一个开关元件总是接通。

5. 根据权利要求 1 所述的电力转换器，其中，所述放电驱动器并入所述正常驱动器中。

6. 根据权利要求 1 所述的电力转换器，其中，来自所述电源的电力是直流电，所述第一和第二开关元件被配置成将来自所述电源的所述直流电转换成交流电，并且将所述交流电提供给交流负载，并且针对所述交流负载的至少一个相设置所述第一和第二开关元件。

7. 根据权利要求 1 所述的电力转换器，其中，所述第一和第二开关元件被配置成来自所述电源的电力升压，并将所述升压的电力提供给负载。

## 电力转换器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力转换器，所述电力转换器配备有纵向串联连接的开关元件以及用于驱动开关元件的驱动器。

### 背景技术

[0002] 作为用于对存储在平滑电容器中的电荷进行放电的手段的一种现有途径是：在流经一个或更多个开关元件的电流变为过电流之前，断开所述一个或更多个开关元件。作为放电手段的另一种现有途径是：将开关元件的开启电压减小至防止流经开关元件的电流变为过电流的电平(参见第一专利文献)。

[0003] 以上讨论的技术

[0004] 专利文献

[0005] 第一专利文献：日本专利公开第 2009-232620 号

### 发明内容

[0006] 本发明要解决的问题

[0007] 然而，第一专利文献仅执行：电源中的从用于提供高电压的供电(VH)向用于提供低电压的供电(VL)的切换、以及对纵向串联连接的开关元件中的每个的同时接通 / 断开控制。当纵向串联连接的开关元件被同时接通时，开关元件会过热，或由于诸如部件故障、引线破损等的任何因素而导致过电流会流经开关元件。在这样的情况下，包括开关元件的电力转换器会损坏。

[0008] 对纵向串联连接的开关元件的同时接通 / 断开控制存在以下问题：

[0009] 第一个问题，即使调节栅电压以控制电流，开关元件的变化(各体差异)也会导致开关元件中所施加的电压的变化，从而导致放电电流的变化，使得无法确定短路电流和过电流的限制值。

[0010] 第二个问题是，由于分别从纵向串联连接的开关元件生成热，必须针对上和下开关元件中的每个设置用于防止过热的装置，并且无法确定过热的限制值。

[0011] 鉴于以上情形，本发明的目的是提供一种电力转换器，该电力转换器防止对开关元件等的损坏，并且通过对在将存储在平滑电容器中的电荷放电时导致过电流或过热的开关元件进行限制来更可靠地防止过电流或过热。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 具体地，用于解决问题的权利要求 1 中提到的发明是一种电力转换器。该电力转换器包括第一和第二开关元件，所述第一和第二开关元件相对于基本电位位于高侧和低侧并串联连接。第一和第二开关元件对来自电源的电力执行转换。该电力转换器包括正常驱动器以及与第一和第二开关元件并联连接的电容器，该正常驱动器在所述电力下操作以使用具有预定电压和频率的驱动信号来驱动第一和第二开关元件。该电力转换器包括与电源分开设置的备用电源。备用电源在正常时段和放电时段中的至少一个时段期间提供电力。

该电力转换器包括放电驱动器，该放电驱动器在从备用电源提供的电力下操作，基于具有电压和频率中的至少一个的驱动信号来接通 / 断开第一和第二开关元件中的至少一个开关元件，并且驱动第一和第二开关元件中的另一个开关元件以使得第一和第二开关元件中的所述另一个开关元件总是接通。所述驱动信号的电压和频率中的至少一个处于与从正常驱动器输出的驱动信号的预定电压和频率中的至少一个相比更低的预定范围内。

[0014] 利用此配置，除了正常驱动器之外，放电驱动器被设置为用于驱动第一和第二开关元件的电路。在从备用电源提供的电力下操作的放电驱动器基于预定范围内的电压和频率来接通 / 断开串联连接的第一和第二开关元件中的一个开关元件，并驱动第一和第二开关元件中的另一个开关元件以使得另一个开关元件总是接通。

[0015] 开关元件具有电流根据控制电压而变化的特性。因此，当对其施加用于接通的控制电压时，电流流经开关元件。为了快速结束放电，期望开关元件通过使开关元件完全饱和的控制电压而总是接通；下文中，控制电压将仅称作饱和电压。为此原因，饱和电压通常被用作从正常驱动器输出的预定电压。

[0016] 然而，如果开关元件通过饱和电压而总是接通，则过电流会流经开关元件，这会增加开关元件中发生故障的概率。

[0017] 此外，开关元件具有以下特性：当反复接通 / 断开时开关元件可能会发热（可能会温度增加）。

[0018] 因此，本发明基于具有电压和频率中的至少一个的驱动信号来接通 / 断开第一和第二开关元件中的一个开关元件。驱动信号的电压和频率中的至少一个在平滑电容器的放电期间处于与从正常驱动器输出的驱动信号的预定电压和频率中的至少一个相比更低的预定范围内。

[0019] 因此，与通常的电容器相比，在平滑电容器的放电期间，可以减小所生成的热量和电流量；可以减小第一和第二开关元件等中发生故障的概率。因为即使关闭了电源，备用电源也允许对平滑电容器放电，所以可以改进故障安全功能。可以将导致过电流或过热的开关元件限制为第一和第二开关元件中的一个开关元件，因而更可靠地防止过电流或过热。

[0020] 注意，作为电源，可应用例如可以提供电力的 DC 电源（电池等）、系统电源、转换器等。正常时段表示执行正常电力转换的定时或时段，放电时段表示在没有电力转换的情况下对存储在平滑电容器中的电荷放电的定时或时段。因此，正常时段和放电时段不重叠。作为开关元件，可以使用具有开关功能的任何半导体元件，诸如 FET（具体为 MOSFET、JFET、MESFET 等）、IGBT、GTO、以及功率晶体管。作为平滑电容器，可以使用包括储存和放电装置的任何电路元件，诸如电容器，其能够将电荷存储到其中并从其将电荷放电以执行平滑功能。需要针对每个开关元件设置正常驱动器，但是可以在电力转换器中设置至少一个放电驱动器。预定范围是任何范围，该范围：比从正常驱动器输出的驱动信号（也就是，用以驱动开关元件的信号）的预定电压和频率中的至少一个更低；以及能够驱动开关元件。对于驱动信号的电压值，优选地确立包括阈值的范围，在阈值处开关元件从接通切换成断开或从断开切换成接通。例如，如果阈值是 7V，则优选地针对驱动信号的电压值确立 7V 到 10V 的范围。

[0021] 权利要求 2 中提到的发明的特征在于：放电驱动器包括过热保护装置，过热保护装置防止要根据具有预定范围内的电压和频率中的至少一个的驱动信号接通 / 断开的第一和第二开关元件中的一个开关元件过热，由此防止第一和第二开关元件中的所述一个开

关元件超过容许温度。过热保护装置可以被自由地设计成用于防止开关元件由于其温度超过容许温度而过热的装置。例如,过热保护装置可以包括:测量开关元件的温度的温度测量单元,诸如温度计和温度敏感二极管;以及信号改变单元,其基于指示由温度测量单元测量的温度的信息来改变驱动信号(电压和频率中的至少一个)。利用此配置,即使一个开关元件被接通/断开,过热保护装置也防止开关元件超过容许温度。因此,可以更可靠地减小开关元件等中发生故障的概率。

[0022] 权利要求 3 中提到的发明的特征在于:放电驱动器包括过电流保护装置,所述过电流保护装置防止流经第一和第二开关元件中的总是接通的另一个开关元件的电流超过容许电流值。过电流保护装置可以自由地设计为用于防止流经开关元件的电流超过容许电流值的装置。例如,过电流保护装置可以包括:测量流经开关元件的电流的电流测量单元,诸如电流表和感测电流计;以及控制电压改变单元,其基于指示由电流测量单元测量的电流的信息来改变驱动信号(控制电压)。利用此配置,即使另一个开关元件被控制为总是接通,过电流保护装置也防止流经另一个开关元件的电流超过容许电流值。因此,可以更可靠地减小开关元件等中发生故障的概率。

[0023] 权利要求 4 中提到的发明的特征在于:放电驱动器根据具有处于比从正常驱动器输出的驱动信号的预定电压和频率中的至少一个更低的预定范围内的电压和频率中的至少一个的驱动信号,来接通/断开第一和第二开关元件中的对应于高侧的一个开关元件,并且驱动第一和第二开关元件中的对应于低侧的另一个开关元件以使得另一个开关元件总是接通。利用此配置,可能在高侧开关元件中而不是在低侧开关元件中生成热,这是因为参考基本电位,高侧开关元件的电位比低侧开关元件高。因此,控制高侧开关元件的接通/断开驱动可以降低总热量。这使得可以更可靠地减小开关元件等中发生故障的概率。

## 附图说明

- [0024] 图 1 是示意性示出了电力转换器的第一示例配置的视图;
- [0025] 图 2 是示出了开关元件的示例配置的电路图;
- [0026] 图 3 是指示放电期间操作的第一示例中的时间相关变化的定时图;
- [0027] 图 4 是示意性示出了电力转换器的第二示例配置的视图;
- [0028] 图 5 是示意性示出了电力转换器的第三示例配置的视图;
- [0029] 图 6 是示出了逆变器的应用的示例的视图;
- [0030] 图 7 是示出了转换器的应用的示例的视图;以及
- [0031] 图 8 是指示放电期间操作的第二示例中的时间相关变化的定时图。

## 具体实施方式

[0032] 将参照附图描述本发明的实施例。注意,除非另外指出,“连接到”表示电连接。使用“-”来简化连续的附图标记。例如,开关元件 Q1-Q6 表示开关元件 Q1、Q2、Q3、Q4、Q5 和 Q6。方向(诸如向上、向下、左和右方向)基于附图中的描述。作为将电力转换器所转换的电力输出的“输出装置”,可以应用任何装置。将描述以下情形作为示例:其中交通工具的可以启动引擎并发电的马达发电机被应用于“输出装置”。

[0033] (第一实施例)

[0034] 将参照图 1 至图 5 描述根据第一实施例的、实现本发明的电力转换器的结构的示例。图 1 示意性示出了电力转换器的第一示例配置，图 2 示出了开关元件的示例配置的电路图。图 3 示出了指示放电期间操作的第一示例的定时图。图 4 示意性示出了电力转换器的第二示例配置，并且图 5 示意性示出了电力转换器的第三示例配置。

[0035] (第一示例配置)

[0036] 将参照图 1 描述第一示例配置。图 1 所示的电力转换器具有对从电源 Es 提供的电力进行转换并将其输出的功能。

[0037] 此电力转换器包括备用电源 Eb、平滑电容器 Cav、正常驱动器 Mu 和 Md、放电驱动器 Mb、开关元件 Qu 和 Qd、二极管 Du 和 Dd、以及控制器 CU。在这些元件中，针对开关元件 Qu 设置正常驱动器 Mu，并且针对开关元件 Qd 设置正常驱动器 Md。相比之下，针对串联连接的开关元件 Qu 和 Qd 的每个对设置放电驱动器 Mb，并且放电驱动器 Mb 与电源 Es 并联地设置在电源 Es 的上侧(高侧)和下侧(低侧)之间。设置在电力转换器中的这些元件中的其它元件的数目是一个或更多个。

[0038] 电源 Es 和备用电源 Eb 是不同的电源。平滑电容器 Cav 与电源 Es 并联连接，备用电源 Eb 与平滑电容器 Cav 并联连接。

[0039] 作为电源 Es，可应用 DC 电源(电池等)、系统电源、转换器电路等。备用电源 Eb 可以具有以下结构中的至少一种：通常与电源 Es 并联地提供电力的结构；以及在电源 Es 由于任何关闭原因(诸如电力供应线缆的破损等)而导致无法提供电力的情况下提供应急电力的结构。例如，后一结构将电荷(也就是，存储在作为电源的所示出的平滑电容器 Cav 中的电力)转换成所需要的电压或电流，并提供该电压或电流。

[0040] 平滑电容器 Cav 可操作为对电力(特别是从电源 Es 提供的电压)进行平滑。作为平滑电容器 Cav，可以使用能够在其中存储电荷并从其对电荷进行放电的元件。平滑电容器 Cav 的位置是可选的，因此，平滑电容器 Cav 可以设置在电力转换器内、电源 Es 内、或电力转换器与电源 Es 之间等。

[0041] 开关元件 Qu 和 Qd 纵向串联连接，并且可操作成当接通或断开时转换电力。开关元件 Qu 和 Qd 与备用电源 Eb 并联连接。

[0042] 作为开关元件 Qu 和 Qd，使用具有开关功能的半导体元件，诸如 IGBT 和功率晶体管。为了实现本发明，稍后将描述包括开关元件 Qu 和 Qd 的具体电路示例(参见图 2)。每个二极管 Du 和 Dd 被连接在开关元件 Qu 和 Qd 中的一个对应的开关元件的输入端子(例如，源极、集电极等)与输出端子(例如，漏极、发射极等)之间，并与开关元件 Qu 和 Qd 中的所述对应的开关元件并联连接。每个二极管 Du 和 Dd 用作续流二极管。

[0043] 具体地，开关元件 Qu 的输出端子连接到开关元件 Qd 的输入端子，并且开关元件 Qu 的输入端子连接到电源 Es 和备用电源 Eb 中的每个的正极端子、以及平滑电容器 Cav 的一端。开关元件 Qd 的输出端子连接到电源 Es 和备用电源 Eb 中的每个的负极端子、以及平滑电容器 Cav 的另一端。

[0044] 正常驱动器 Mu 和 Md 中的每个连接到开关元件 Qu 和 Qd 的一个对应的开关元件的控制端子(例如，栅极、基极等)。正常驱动器 Mu 和 Md 具有各自的端子 Pu 和 Pd，并且端子 Pu 和 Pd 连接到控制器 CU。

[0045] 正常驱动器 Mu 和 Md 中的每个可操作成：在电力被转换以向输出装置输出的正常

时段期间,根据从控制器 CU 输入到端子 Pu 和 Pd 中的一个对应的端子的指示将驱动信号输出到开关元件 Qu 和 Qd 中的一个对应的开关元件的控制端子,由此各自控制开关元件 Qu 和 Qd 的一个对应的开关元件的接通 / 断开。正常驱动器 Mu 和 Md 在从正常驱动电源(未示出)提供的电力(电压 Vs)下进行操作。正常驱动电源包括稳定器等。正常驱动电源接收从电源 Es 等提供的电力,将其转换成正常驱动器 Mu 和 Md 能够操作的诸如电压和电流的电力,并且稳定地提供所转换的电力。对于驱动信号,可应用能够驱动开关元件的任何信号。在第一示例配置中,驱动信号是具有预定幅度和预定频率的电压信号。对于驱动信号,可应用脉宽调制(PWM)信号或脉频调制信号(PFM)。

[0046] 放电驱动器 Mb 连接到开关元件 Qu 和 Qd 中的每个的控制端子。放电驱动器 Mb 具有连接到控制器 CU 的端子 Pb。

[0047] 在放电时段期间(也就是,在对存储在平滑电容器 Cav 中的电荷的放电被执行的时段期间),放电驱动器 Mb 被驱动;该时段是除了正常时段之外的时段。当放电驱动器 Mb 被驱动时,其将驱动信号输出到每个开关元件 Qu 和 Qd 的输出端子(诸如栅极),由此各自控制每个开关元件 Qu 和 Qd 的接通 / 断开。驱动信号是具有预定幅度和预定频率的电压信号。对于驱动信号,可应用脉宽调制(PWM)信号或脉频调制信号(PFM)。

[0048] 放电驱动器 Mb 当接收到从备用电源 Eb 提供的电力(电压 Vb)时被激活,并且放电驱动器 Mb 由过热保护装置 Mh、过电流保护装置 Mc 等构成。

[0049] 过热保护装置 Mh 具有以下功能:监视在放电时段期间要被接通或断开的开关元件的温度(诸如图 1 中的每个开关元件 Qu 和 Qd 的温度),以及保护开关元件以免过热,由此防止监视的温度超过容许温度。过热保护装置 Mh 可以被任意配置,只要它实现该功能。例如,过热保护装置 Mh 例如由温度感测单元和信号改变单元构成。例如,温度计或温度敏感二极管可应用于温度感测单元。温度感测单元测量开关元件的温度。信号改变单元基于指示由温度感测单元测量的温度的信息来改变要发送给开关元件 Qu 和 Qd 的驱动信号。例如,在第一示例配置中,信号改变单元改变幅度(电压)和频率中的至少一个。

[0050] 过电流保护装置 Mc 具有以下功能:监视在放电时段期间流经总是接通的开关元件(诸如图 1 中的每个开关元件 Qu 和 Qd)的电流,以及通过防止监视的电流超过容许电流值来防止过电流流过。过电流保护装置 Mc 可以被任意配置,只要它实现该功能。例如,过电流保护装置 Mc 例如由电流感测单元和控制电压改变单元构成。例如,安培计或感测终端可应用于电流感测单元。电流感测单元测量流经开关元件的电流。控制电压改变单元基于指示由电流感测单元测量的电流的信息来改变控制电压(例如,栅极电压)。

[0051] 存在用于从放电驱动器 Mb 输出驱动信号的两种结构:

[0052] 该结构是根据从控制器 CU 输入到端子 Pb 的指示来从放电驱动器 Mb 输出驱动信号。

[0053] 被称作主动(active)结构的结构是根据放电驱动器 Mb 本身的规定来从放电驱动器 Mb 输出驱动信号。

[0054] 如通过例如两点虚线所示出的,主动结构监视提供给正常驱动器 Mu 和 Md 的电力(电压 Vs),并且当监视的电力(电压 Vs)从正常值改变而达到预设阈值时向每个开关元件 Qu 和 Qd 自发地输出驱动信号;诸如 3V 的预设阈值是使得每个开关元件 Qu 和 Qd 处于每个开关元件 Qu 和 Qd 无法执行电力转换的状态下的值。

[0055] 控制器 CU 具有以下功能：控制电力转换器、其它装置或电路等的整体操作。控制器 CU 可以被任意配置，只要它实现该功能。例如，可安装在交通工具中的电子控制单元 (ECU) 可应用于控制器 CU。在图 1 中示出的示例中，控制器 CU 向正常驱动器 Mu 和 Md 以及放电驱动器 Mb 中的每个各自传送用以把每个开关元件 Qu 和 Qd 驱动为接通或断开的指示。

[0056] 将参照图 2 描述包括开关元件 Qu 和 Qd 的具体电路示例。图 2 示出了基于开关元件 Qn 的电路示例。开关元件 Qn 代表开关元件 Qu 和 Qd 中的每个，并且二极管 Dn 代表二极管 Du 和 Dd 中的每个，这在下文中同样用于图 6 和 7 中示出的开关元件和二极管。

[0057] 与图 1 中示出的用于开关元件 Qu 或 Qd 的二极管 Du 或 Dd 一样，二极管 Dn 连接在开关元件 Qn 的输入端子(例如，源极、集电极等)与输出端子(例如，漏极、发射极等)之间并且与开关元件 Qn 并联连接。针对开关元件 Qn，设置温度敏感二极管 Dtn 作为过热保护装置 Mh 的结构元件。例如，温度敏感二极管 Dtn 被设置在开关元件 Qn 内或者开关元件 Qn 的表面(一个或更多个侧面)上。

[0058] 作为过电流保护装置 Mc 的结构元件，针对开关元件 Qn 设置感测端子 Psn。换言之，开关元件 Qn 配备有感测端子 Psn，并且使用感测端子 Psn 作为过电流保护装置 Mc 的结构元件。电阻器 Rn 连接在感测端子 Psn 与输出端子之间，作为过电流保护装置 Mc 的结构元件。

[0059] 温度敏感二极管 Dtn 由串联连接的一个或更多个二极管构成；每个二极管根据温度改变其端子间电压。温度敏感二极管 Dtn 的阳极连接到电源(例如，备用电源 Eb 等)，并且阴极连接到开关元件 Qn 的输出端子。从电源向温度敏感二极管 Dtn 提供恒定电流。温度敏感二极管 Dtn 两端的电压 Vtn 取决于温度 Tn。

[0060] 控制电压 Vgn(也就是，驱动信号的电压)被施加在开关元件 Qn 的控制端子(例如，栅极、基电极等)与输出端子之间以驱动开关元件 Qn。从开关元件 Qn 的输入端子流过输出端子的电流 I 的量值在量值上根据控制电压 Vgn 的量值而改变。此外，从感测端子 Psn 流出的感测电流 Isn 的量值根据控制电压 Vgn 的量值而改变。感测电压 Vsn 在感测电流 Isn 所流经的电阻器 Rn 两端形成；感测电压 Vsn 与感测电流 Isn 相关。

[0061] 电压 Vtn 被输入到过热保护装置 Mh，并且通过作为过热保护装置 Mh 的结构元件的 A/D 转换器而转换。根据过热保护装置 Mh 在电压 Vtn 与温度之间具有的相关函数，转换后的信息(数字数据)被用作温度信息(温度 Tn)。感测电压 Vsn 被输入到过电流保护装置 Mc，并通过作为过电流保护装置 Mc 的结构元件的 A/D 转换器而转换。根据过电流保护装置 Mc 在感测电压 Vsn 与从开关元件 Qn 的输入端子开始流过输出端子的电流 I 之间具有的相关函数，转换后的信息(数字数据)被用作电流信息(电流 I)。

[0062] 将参照图 3 描述以上提到的所设计的电力转换器的操作的示例。作为“一个开关元件”，使用上臂开关元件 Qu，并且作为“另一开关元件”，使用下臂开关元件 Qd 作为示例(参见图 1)。水平轴表示时间，使得其伴随着时间。竖直轴依次表示：来自电源 Es 的供应电压的改变；从正常驱动器 Mu (Md) 向开关元件 Qu (Qd) 传输的驱动信号的改变；来自备用电源 Eb 的供应电压的改变；从放电驱动器 Mb 向上臂开关元件 Qu 传输的驱动信号的改变；以及从放电驱动器 Mb 向下臂开关元件 Qd 传输的驱动信号的改变。

[0063] 从电源 Es 向正常驱动器 Mu (Md) 提供电力(电压 Vs)直到时间 t1，使得正常驱动器 Mu (Md) 根据来自控制器 CU 的指示向开关元件 Qu (Qd) 传输驱动信号。驱动信号是具

有最大电压  $V_c$  和指示频率  $F_c$  的脉冲信号。电压  $V_c$  采用阈值电压  $V_t$  与饱和电压  $V_m$  之间的范围内的值,这通过“ $V_t \leq V_c \leq V_m$ ”来表示。阈值电压  $V_t$  是例如 7V,并且饱和电压是例如 15V。相比之下,因为没有从备用电源  $E_b$  提供电力(电压  $V_b$ ),所以放电驱动器  $M_b$  是不活动的,并且由此不向开关元件  $Q_u$  和  $Q_d$  传输驱动信号。

[0064] 在时间  $t_1$  处,由于诸如供电线缆破损等的任何关闭的原因而导致没有从电源  $E_s$  提供电力。由于此原因,备用电源  $E_b$  开始向放电驱动器  $M_b$  提供电力(电压  $V_b$ )。接收所提供的电力的放电驱动器  $M_b$  向每个开关元件  $Q_u$  和  $Q_d$  传输驱动信号。要传输给上臂开关元件  $Q_u$  的驱动信号是如下脉冲信号:其具有作为其最大电压的阈值电压  $V_t$  和低于从正常驱动器  $M_u$  ( $M_d$ ) 传输的驱动信号的频率  $F_{b1}$  (这表示为“ $F_{b1} < F_c$ ”)。传输给下臂开关元件  $Q_d$  的驱动信号是用于使开关元件  $Q_d$  总是接通的恒定饱和电压  $V_m$ 。

[0065] 在时间  $t_1$  之后,放电驱动器  $M_b$  根据电流  $I$ (或温度  $T_n$ )改变驱动信号,并且将其传输到开关元件  $Q_u$ 。在图 3 中示出的控制的示例中,放电驱动器  $M_b$  在时间  $t_2$  处将驱动振荡改变为具有低于频率  $F_{b1}$  的频率  $F_{b2}$  (这表示为“ $F_{b2} < F_{b1}$ ”)的脉冲信号。当到时间  $t_3$  时,放电驱动器  $M_b$  将驱动振荡改变为具有高于频率  $F_{b2}$  的频率  $F_{b3}$ (这表示为“ $F_{b2} < F_{b3} < F_{b1}$ ” )的脉冲信号。注意,量值关系是一个示例,并且根据流经每个开关元件  $Q_u$  和  $Q_d$  的电流  $I$  或开关元件  $Q_u$  的温度  $T_n$  的量值来改变量值关系。

[0066] (第二示例配置)

[0067] 将参照图 4 描述第二示例配置。图 4 中示出的电力转换器示出了替代图 1 中示出的电力转换器的示例配置,因此,将主要描述它们之间的不同点。由于此原因,对应与图 1 中示出的元件相同的元件分配相同的附图标记,并且省略它们的描述。

[0068] 图 4 中示出的电力转换器设置有用于开关元件  $Q_u$  的放电驱动器  $M_{bu}$ 、以及用于开关元件  $Q_d$  的放电驱动器  $M_{bd}$ ,其不同于图 1 中示出的电力转换器。用图 4 中示出的两点虚线圈住的元件对应于放电驱动器  $M_b$ ;该元件由分开的放电驱动器  $M_{bu}$  和放电驱动器  $M_{bd}$  构成。

[0069] 放电驱动器  $M_{bu}$  和  $M_{bd}$  具有连接到控制器  $CU$  (图 4 中未示出)的相应端子  $P_{bu}$  和  $P_{bd}$ 。当接收到从备用电源  $E_b$  提供的电力时,放电驱动器  $M_{bu}$  和  $M_{bd}$  被激活。为实现图 3 中示出的控制,与第一实施例一样,放电驱动器  $M_{bu}$  包括过热保护装置  $M_h$ ,并且放电驱动器  $M_{bd}$  包括过电流保护装置  $M_c$ 。具体地,放电驱动器  $M_{bu}$  仅执行开关元件  $Q_u$  的接通 / 断开驱动,并且放电驱动器  $M_b$  驱动开关元件  $Q_d$  使得其总是接通。

[0070] (第三示例配置)

[0071] 将参照图 5 描述第三示例配置。图 5 中示出的电力转换器示出了替代图 1 和 4 中示出的电力转换器的示例配置,因此,将主要描述它们之间的不同点。由于此原因,对于与图 1 和 4 中示出的元件相同的元件分配相同的附图标记,并且省略它们的描述。

[0072] 图 5 中示出的电力转换器被配置为使得用于开关元件  $Q_u$  的放电驱动器  $M_u$  被安装在正常驱动器  $M_u$  中并且用于开关元件  $Q_d$  的放电驱动器  $M_{bd}$  被安装在正常驱动器  $M_d$  中,其不同于图 1 和 4 中示出的电力转换器。用图 5 中示出的两点虚线圈住的元件对应于图 1 中示出的放电驱动器  $M_b$ 。与图 4 一样,为实现图 3 中示出的控制,放电驱动器  $M_{bu}$  包括过热保护装置  $M_h$ ,并且放电驱动器  $M_{bd}$  包括过电流保护装置  $M_c$ 。

[0073] 如上所述的第一实施例实现了以下效果。

[0074] 具体地,根据第一实施例的每个电力转换器由用于在放电时段期间提供电力的备用电源 Eb 以及放电驱动器 Mb 构成(参见图 1 至图 5),该放电驱动器 Mb :

[0075] 通过处于与从正常驱动器 Mu 或 Md 输出的驱动信号的电压和频率相比更低的相应范围内的电压和频率来执行作为竖直地串联连接的开关元件 Qu 和 Qd 之一的上臂开关元件 Qu 的接通 / 断开驱动;以及

[0076] 驱动作为开关元件 Qu 和 Qd 中的另一个的下臂开关元件 Qd 以使得下臂开关元件 Qd 总是接通。

[0077] 这会对存储在平滑电容器 Cav 中的电荷进行放电。

[0078] 以上提到的配置通过处于与在正常时段中使用的驱动信号的电压和频率相比更低的相应范围内的电压和频率而仅接通 / 断开开关元件 Qu,同时使得开关元件 Qd 为常开的。由于此原因,可以限制热的产生并且在存储在平滑电容器 Cav 中的电荷的放电期间减小电流,由此防止到开关元件 Qu 和 Qd 等。因为即使在电源 Es 不激活时也执行这一点,所以可以提高故障安全功能。可以将导致过电流或过热的开关元件限制于作为一个开关元件的上臂开关元件 Qu,由此更可靠地防止过电流或过热。

[0079] 在根据第一实施例的电力转换器中,放电驱动器 Mb 设置有过热保护装置 Mh,其保护一个开关元件 Qu 以免在其温度超过容许温度的情况下过热;通过相应范围内的电压和频率将开关元件 Qu 驱动为接通 / 断开(参见图 1 至图 5)。该配置允许过热保护装置 Mh 防止开关元件 Qu 的温度超过容许温度,甚至在开关元件 Qu 被驱动为接通 / 断开的情况下。因此,可以更可靠地防止对开关元件 Qu 等的损坏。

[0080] 在根据第一实施例的电力转换器中,放电驱动器 Mb 设置有过电流保护装置 Mc,其防止具有高于容许电流值的值的过电流流过另一个开关元件 Qu;另一个开关元件总是接通(参见图 1 至图 5)。该配置允许过电流保护装置 Mc 通过防止流过开关元件 Qu、Qd 的电流超过容许电流值来保护开关元件 Qu、Qd。因此,可以更可靠地防止对开关元件 Qu、Qd 等的损坏。

[0081] 在根据第一实施例的电力转换器中,放电驱动器 Mb 被配置成:

[0082] 通过处于与从正常驱动器 Mu 或 Md 输出的驱动信号的电压和频率相比更低的相应范围内的电压和频率来将上臂(上侧)开关元件 Qu 驱动为接通或断开;并且

[0083] 驱动下臂(下侧)开关元件 Qd,使得下臂开关元件 Qd 总是接通。

[0084] 利用该配置,上臂开关元件 Qu 具有比基本电位 N 高的电位,基本电位 N 是电力转换器进行操作的电位。因此,由于可能在上臂开关元件 Qu 而不是下臂开关元件 Qd 中生成了热,所以对上臂开关元件 Qu 的接通 / 断开驱动的控制允许总热量减小。因此,可以更可靠地防止对开关元件 Qu 和 Qd 的毁坏。

[0085] (第二实施例)

[0086] 第二实施例是通过将第一实施例中示出的示例配置应用于逆变器而获得的示例。下文中将参照图 6 描述第二实施例。为了便于描述,在第二实施例中,将描述第一和第二实施例之间的不同点。由于此原因,对于与图 1 和 4 中示出的元件相同的元件分配相同的附图标记,并且省略它们的描述。

[0087] 图 6 中示出的逆变器 20 包括一个或更多个电力转换单元 21、22、…,并且被配置成实现供电功能和输电功能中的至少一个。供电功能是经由转换器 10 将从 DC 电源 E1 提

供的 DC 电(电压 VH, 例如 650V)转换成三相 AC 电, 并且将三相 AC 电提供给对应的马达发电机 31、32…。输电功能是对由对应的马达发电机 31、32…生成的三相 AC 电进行整流, 并且经由转换器 10 将整流后的电力返回给 DC 电源 E1。平滑电容器 C1 连接到 DC 电源 E1 的输出端子。平滑电容器 C2 被设置在转换器 10 与逆变器 10 之间、或在转换器 10 内、或在逆变器 20 内。因为电力转换单元 21、22…具有相同的结构, 所以将典型地描述电力转换单元 21 的结构。

[0088] 电力转换单元 21 包括正常驱动器 M1a-M6a、放电驱动器 M1b-M6b、开关元件 Q1-Q6、二极管 D1-D6、电阻器 R1-R6 等。正常驱动器 M1a 至 M3a、放电驱动器 M1b 至 M3b、开关元件 Q1 至 Q3、二极管 D1 至 D3、以及电阻器 R1 至 R3 位于上臂处, 而正常驱动器 M4a 至 M6a、放电驱动器 M4b 至 M6b、开关元件 Q4 至 Q6、二极管 D4 至 D6、以及电阻器 R4 至 R6 位于下臂处。

[0089] 当根据把开关元件 Q1 至 Q3 中的一个对应的开关元件的输出端子作为基准电位接收从正常驱动电源提供的电力(电压 Va)时, 正常驱动器 M1a 至 M3a 中的每个被激活。当根据把开关元件 Q4 至 Q6 中的一个对应的开关元件的输出端子作为基准电位接收从正常驱动电源提供的电力(电压 Vc)时, 正常驱动器 M4a 至 M6a 中的每个被激活。正常驱动器 M1a 至 M6a 中的每个可操作成根据从 ECU 40 向端子 P1a 至 P6a 中的一个对应端子输入的指示将驱动信号输出到开关元件 Q1 至 Q6 中的一个对应的开关元件的控制端子。

[0090] 当根据把开关元件 Q1 至 Q3 中的一个对应的开关元件的输出端子作为基准电位接收从备用电源 Eb 提供的电力(电压 Vb)时, 放电驱动器 M1b 至 M3b 中的每个被激活。当根据把开关元件 Q4 至 Q6 中的一个对应的开关元件的输出端子作为基准电位接收从备用电源 Eb 提供的电力(电压 Vd)时, 放电驱动器 M4b 至 M6b 中的每个被激活。放电驱动器 M1b 至 M6b 中的每个可操作成根据从 ECU 40 向端子 P1b 至 P6b 中的一个对应的端子输入的指示将驱动信号输出到开关元件 Q1 至 Q6 中的一个对应的开关元件的控制端子。

[0091] 注意, 电力转换器 21 可以设置有前述放电驱动器 M1b 至 M6b 中的至少一个。在图 6 中示出的示例配置中, 针对 V 相设置了放电驱动器 M2b 和 M5b (参见实线), 但是可以仅针对对应的相来设置放电驱动器 M1b 和 M4b 或者放电驱动器 M3b 和 M6b。可以仅设置用于任何两相(诸如 U 相和 V 相)的放电驱动器, 或者可以设置用于相应的三相的放电驱动器。

[0092] 与根据第一实施例的第一示例配置相似, 电力转换器 21 可以设置成具有针对一个相(也就是, 纵向串联连接的一组开关元件)设置的一个放电驱动器、或设置成具有对应于第二示例配置的放电驱动器(参见图 4)或第三示例配置的放电驱动器(参见图 5)的放电驱动器。

[0093] 对于各个正常驱动器 M1a 至 M6a, 可以设置单个正常驱动电源或可以设置多个正常驱动电源。这可以被应用于备用电源 Eb。针对各个放电驱动器 M1b 至 M6b, 可以如图 6 所示那样设置单个备用电源 Eb, 或者可以设置多个备用电源。注意, 电压 Va、Vb、Vc 和 Vd 是相同的电压, 但是不限于此。具体地, 电压 Va、Vb、Vc 和 Vd 可以根据对应的基准电位差而彼此不同。

[0094] 开关元件 Q1 至 Q6 中的每个对应于图 2 中示出的开关元件 Qn。作为开关元件 Q1 至 Q6, 配备有感测端子 Ps1 至 Ps6 的 IGBT 被用作示例。二极管 D1 至 D6 中的每个连接在开关元件 Q1 至 Q6 中的一个对应的开关元件的输入端子与输出端子之间并且与其并联连接。二极管 D1 至 D6 中的每个用作续流二极管。开关元件 Q2、Q4 和 Q6 中的每个的输出端子连

接到基本电位 N。电阻器 R4 至 R6 中的每个连接在感测端子 Ps4 至 Ps6 中的一个对应的感测端子与基本电位 N 之间。电阻器 R1 至 R3 分别连接到对应的开关元件 Q1 至 Q3 的输出端子。基本电位 N 是电力转换器 21 中的公共电位(公共电位地线),并且当接地时变为 0V。

[0095] 电力转换器 21 中的电路元件被分成三相(本实施例中的 U 相、V 相和 W 相),如用虚线示出的。对于每个相,电路元件的操作由 ECU 40 控制。U 相由正常驱动器 M1a 和 M4a、放电驱动器 M1b 和 M4b、开关元件 Q1 和 Q4、二极管 D1 和 D4、电阻器 R1 和 R4 等构成。V 相由正常驱动器 M2a 和 M5a、放电驱动器 M2b 和 M5b、开关元件 Q2 和 Q5、二极管 D2 和 D5、电阻器 R2 和 R5 等构成。W 相由正常驱动器 M3a 和 M6a、放电驱动器 M3b 和 M6b、开关元件 Q3 和 Q6、二极管 D3 和 D6、电阻器 R3 和 R6 等构成。U 相上开关元件 Q1 和下开关元件 Q4 串联连接以形成半桥。类似地,V 相上开关元件 Q2 和下开关元件 Q5 串联连接以形成半桥,并且 W 相上开关元件 Q3 和下开关元件 Q6 串联连接以形成半桥。每个相的半桥的连接点经由线路 Ku、Kv 和 Kw 中的一个对应的线路而连接到马达发电机 31 的三相端子的一个对应端子。U 相电流 Iu、V 相电流 Iv 和 W 相电流 Iw 分别通过线路 Ku、Kv 和 Kw 流动。

[0096] ECU 40 控制转换器 10、逆变器 20 等的整体操作。ECU 40 可以被配置成使得:CPU(微型计算机)执行软件控制;或包括 IC(LSI、门阵列等)和晶体管的电子元件执行硬件控制。

[0097] 以下是与第一实施例的关联性。电力转换器 21 对应于电力转换器。DC 电源 E1、电容器 C1 和转换器 10 对应于电源 Es。电容器 C2 对应于平滑电容器 Ca,上臂开关元件 Q1、Q2 和 Q3 中的每个对应于开关元件 Qu,并且下臂开关元件 Q4、Q5 和 Q6 中的每个对应于开关元件 Qd。二极管 D1、D3 和 D5 中的每个对应于二极管 Du,并且二极管 D2、D4 和 D6 中的每个对应于二极管 Dd。正常驱动器 M1a、M3a 和 M5a 中的每个对应于正常驱动器 Mu,并且正常驱动器 M2a、M4a 和 M6a 中的每个对应于正常驱动器 Md。放电驱动器 M1b 至 M6b 中的每个对应于放电驱动器 Mb,并且 ECU 40 对应于控制器 CU。

[0098] 感测端子 Ps1 至 Ps6 中的每个对应于作为过电流保护装置 Mc 的结构元件的感测端子 Psn,并且连接在感测端子 Ps1 至 Ps6 中的一个对应的感测端子与对应的输出端子之间的电阻器 R1 至 R6 中的每个等同于作为过电流保护装置 Mc 的结构元件的电阻器 Rn。

[0099] 电力转换器 21 如下操作。在正常时段期间,根据从 ECU 40 向端子 M2b 和 M5b 中的一个对应的端子输入的指示,将驱动信号从正常驱动器 M1a 至 M6a 中的每个传输到开关元件 Q1 至 Q6 中的一个对应的开关元件的控制端子。这将从转换器 10 提供的电力转换,并且转换后的电力被输出到马达发电机 31。在放电时段期间,根据从 ECU 40 向端子 P2b 和 P5b 中的一个对应的端子输入的指示,将驱动信号从放电驱动器 M2b 至 M5b 中的每个传输到开关元件 Q2 和 Q5 中的一个对应的开关元件的控制端子。替选地,在放电时段期间,将驱动信号从放电驱动器 Q2 和 Q5 中的每个自发地传输到开关元件 Q2 和 Q5 中的一个对应的开关元件的控制端子。

[0100] 具体地,如图 3 所示,上臂驱动信号被传输到开关元件 Q2,并且下臂驱动信号被传输到开关元件 Q5,由此对存储在平滑电容器 C2 中的电荷进行放电。

[0101] 根据第二实施例的逆变器电路 20(电力转换器 21、22...)将放电驱动器 Mb 应用于放电驱动器 M2b 和 M5b 中的每个,由此实现与第一实施例相同的功能和效果。

[0102] (第三实施例)

[0103] 第三实施例是通过将第一实施例中示出的第一示例配置应用于转换器而获得的示例。下文中将参照图 7 描述第三实施例。为了便于描述，在第三实施例中，将描述第一和第三实施例之间的不同点。由于此原因，向与根据第一实施例的元件相同的元件分配相同的附图标记，并且省略它们的描述。

[0104] 图 7 中示出的转换器 10 包括正常驱动器 M11 和 M12、放电驱动器 Mb、开关元件 Q11 和 Q12、二极管 D11 和 D12、电感器 L10、电阻器 R1 和 R2 等，以实现升压功能来增大从电源 Es 提供的电力(电压 VL)并输出升压后电力。

[0105] 当根据把开关元件 Q11 的输出端子作为基准电位接收从正常驱动电源提供的电力(电压 Va)时，正常驱动器 M11 被激活。当根据把开关元件 Q12 的输出端子作为基准电位接收从正常驱动电源提供的电力(电压 Vc)时，正常驱动器 M12 被激活。正常驱动器 M11 和 M12 中的每个可操作成根据从 ECU 40 向端子 P11 和 P12 中的一个对应的端子输入的指示将驱动信号输出到开关元件 Q11 和 Q12 中的一个对应的开关元件的控制端子。

[0106] 当根据把开关元件 Q11 的输出端子作为基准电位接收从备用电源 Eb 提供的电力(电压 Vb)时，放电驱动器 Mub 被激活。当根据把开关元件 Q12 的输出端子作为基准电位接收从备用电源 Eb 提供的电力(电压 Vd)时，放电驱动器 Mdb 被激活。放电驱动器 Mb 中的每个可操作成根据从 ECU 40 向端子 Pub 和 Pdb 中的一个对应的端子输入的指示将驱动信号输出到开关元件 Q11 和 Q12 中的一个对应的开关元件的控制端子。注意，电压 Va、Vb、Vc 和 Vd 是与第二实施例中相同的电压，但是不限于此。具体地，电压 Va、Vb、Vc 和 Vd 可以根据对应的基准电位差而彼此不同。

[0107] 上开关元件 Q11 和下开关元件 Q12 串联连接以形成半桥。作为开关元件 Q11 和 Q12，配备有感测端子 Ps11 和 Ps12 的 IGBT 被分别用作示例。电阻器 R12 连接在感测端子 Ps12 与基本电位 N 之间。电阻器 R11 连接在感测端子 Ps11 与到开关元件 Q12 的输入端子的中间连接点之间。中间连接点经由电感器 L10 连接到电源 Es 的正电极。作为电感器 L10，扼流线圈用作示例。二极管 D11 和 D12 中的每个连接在开关元件 Q11 和 Q12 中的一个对应的开关元件的输入端子与输出端子之间并与其并联连接。二极管 D11 和 D12 中的每个用作续流二极管。开关元件 Q12 的输出端子连接到电源 Es 的负电极。

[0108] 以下是与第一实施例的关联性。转换器 10 对应于电力转换器。开关元件 Q11 对应于开关元件 Qu，并且开关元件 Q12 对应于开关元件 Qd。二极管 D11 对应于二极管 Du，并且二极管 D12 对应于二极管 Dd。正常驱动器 M11 对应于正常驱动器 Muv，并且正常驱动器 M12 对应于正常驱动器 Md。ECU 40 对应于控制器 CU。

[0109] 感测端子 Ps1 和 Ps2 中的每个对应于作为过电流保护装置 Mc 的结构元件的感测端子 Psn，并且连接在感测端子 Ps1 和 Ps2 中的一个对应的感测端子与对应的输出端子之间的电阻器 R11 和 R12 中的每个等同于作为过电流保护装置 Mc 的结构元件的电阻器 Rn。

[0110] 转换器 10 如下操作。在正常时段期间，根据从 ECU 40 向端子 P11 和 P12 中的一个对应的端子输入的指示，将驱动信号从正常驱动器 M11 和 M12 中的每个传输到开关元件 Q11 和 Q12 中的一个对应的开关元件的控制端子。这将从电源 Es 提供的电力进行转换(升压)，并且输出转换后的电力。

[0111] 例如，接通开关元件 Q12 会对电感器 L10 充电。此后，开关元件 Q12 被断开，并且开关元件 Q11 被接通。这产生了转换器 10 的输出电压 VH；输出电压 VH 等于电源 Es 的 DC

电压与电感器 L10 中充电的电压的和。

[0112] 在放电时段期间,根据从 ECU 40 向端子 Pb 输入的指示将驱动信号从放电驱动器 Mb 传输到开关元件 Q11 和 Q12 中的每个的控制端子。替选地,在放电时段期间,将驱动信号从放电驱动器 Mb 自发地传输到开关元件 Q11 和 Q12 中的一个对应的开关元件的控制端子。

[0113] 具体地,如图 3 所示,上臂驱动信号被传输到开关元件 Q11,并且下臂驱动信号被传输到开关元件 Q12,由此对存储在平滑电容器 Cav 中的电荷进行放电。

[0114] 根据第三实施例的转换器 10 使用第一示例配置的放电驱动器 Mb,由此实现与第一实施例相同的功能和效果。注意,当使用第二示例配置(参见图 4)或第三示例配置(参见图 5)时,根据第三实施例的转换器 10 可以实现与第一实施例相同的功能和效果。

[0115] (其它实施例)

[0116] 虽然已经根据第一至第三实施例描述了本发明的实施例,但是本发明不限于第一至第三实施例中的任何一个。换言之,在本发明的范围内,可以以各种形式使用本发明。例如,可以实现以下实施例。

[0117] 在以上提到的第一至第三实施例中的每个中,用于执行对开关元件(上臂)Qu 的接通 / 断开驱动的驱动信号被配置成使得在阈值电压 Vt 不变的情况下其频率改变(参见图 3),但是也可以被配置成使得:在频率不变的情况下,阈值电压 Vt 改变;或者在频率改变的情况下,阈值电压 Vt 改变。也就是,可以通过处于与从正常驱动器 Mu 和 Md 输出的驱动信号的电压和频率相比更低的相应预定范围内的电压和频率来控制驱动信号。利用这些配置,过热保护装置 Mh 保护开关元件 Qu 的温度以免超过容许温度,并且过电流保护装置 Mc 防止流经开关元件 Qu 和 Qd 的电流超过容许电流值。因此,可以可靠地防止对开关元件 Qu 等的损坏。

[0118] 以上提到的第一至第三实施例中的每个被配置成监视电流 I 以便由此控制驱动信号,从而改变驱动信号(参见图 3),但是其也可以被配置成监视温度 Tn 以便由此控制驱动信号,从而改变驱动信号,或被配置成监视电流 I 和温度 Tn 两者以便由此控制驱动信号。此外,这些实施例中的至少一个可以与这些实施例中的另一个组合。在此情况下,最好是能够控制流经开关元件 Qu 和 Qd 的电流 I 以及开关元件 Qu 的温度 Tn,以使得电流 I 低于容许电流值并且温度 Tn 低于容许温度。与第一至第三实施例中的每个一样,在这些配置中,过热保护装置 Mh 防止开关元件 Qu 超过容许温度,并且过电流保护装置 Mc 防止流经开关元件 Qu 和 Qd 的电流超过容许电流值。因此,可以更可靠地防止对开关元件 Qu 等的损坏。

[0119] 以上提到的第一至第三实施例中的每个被配置成接通 / 断开上臂开关元件 Qu,并且控制下臂开关元件 Qd 使得其总是接通(参见图 3),但是也可以被配置成接通 / 断开下臂开关元件 Qd,并且控制上臂开关元件 Qu 使得其总是接通。因为这是要用下开关元件替换上开关元件,所以可以实现与第一至第三实施例相同的功能和效果。

[0120] 以上提到的第一至第三实施例中的每个被配置成接通 / 断开一个开关元件(上臂开关元件)Qu,并且控制另一开关元件(下臂开关元件)Qd 使得其总是接通(参见图 3),但是也可以被配置成当满足切换条件时在要接通 / 断开的开关元件与总是接通的开关元件之间进行切换。可以可选地确立切换条件。例如,在图 8 中示出的控制的示例中,在升高的电流 I 变得低于阈值电流 It 的时间 t3 处,要接通 / 断开的开关元件被切换成下臂开关元件,并且总是接通的开关元件被切换成上臂开关元件。切换(即,从接通变为断开或从断开变为

接通)可能导致温度增加。因此,切换会减小温度的增加。因此,可以实现与第一至第三实施例相同的功能和效果。

[0121] 以上提到的第一至第三实施例中的每个被配置成监视电流 I (或温度 Tn),并且控制驱动信号,由此当监视的电流 I 或温度 Tn 达到阈值电流 It (或阈值温度 Tt)时改变驱动信号(参见图 3 和图 8),但是可以被配置成监视电流 I (或温度 Tn)的增加 / 减小率以及控制驱动信号,由此当监视的每单位时间的增加 / 减小率达到增加 / 减小率阈值时改变驱动信号。如果在图 3 或图 8 中示出的控制的示例中,用角  $\theta$  表示每单位时间的增加 / 减小率(改变率),则每当角  $\theta$  达到增加 / 减小阈值  $\theta_t$  时可以改变驱动信号。如果增加 / 减小率为大的值,则其可以快速超过容许值。因此,快速改变驱动信号使得可以更可靠地防止对开关元件 Qu 等的损坏。

[0122] 附图标记的描述

[0123] Es 电源

[0124] Eb 备用电源

[0125] Cav 平滑电容器(电容器)

[0126] Mu、Md 正常驱动器

[0127] Mb 放电驱动器

[0128] Mh 过热保护装置

[0129] Mc 过电流保护装置

[0130] Qu、Qd 开关元件

[0131] CN 控制器

[0132] 10 转换器(电力转换器)

[0133] 20 逆变器(电力转换器)

[0134] 21、22…电力转换单元

[0135] 31、32…马达发电机

[0136] 40ECU (控制器)

[0137] C1、C2 电容器

[0138] M1a-M6a、M11、M12 正常驱动器

[0139] M1b-M6b 放电驱动器

[0140] Q1-Q6、Q11、Q12 开关元件

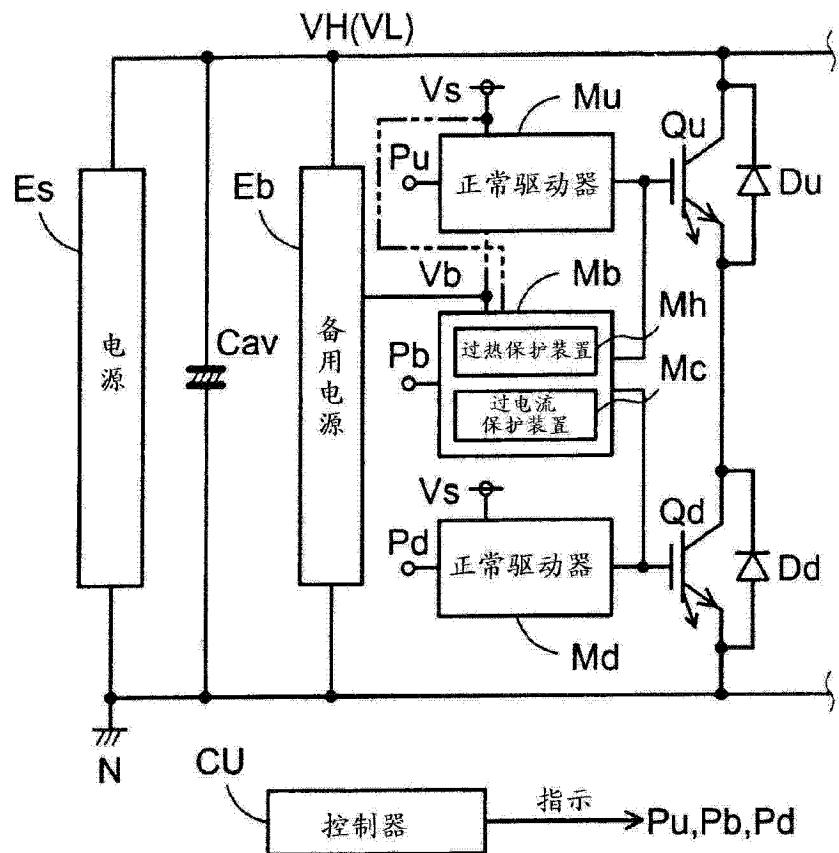


图 1

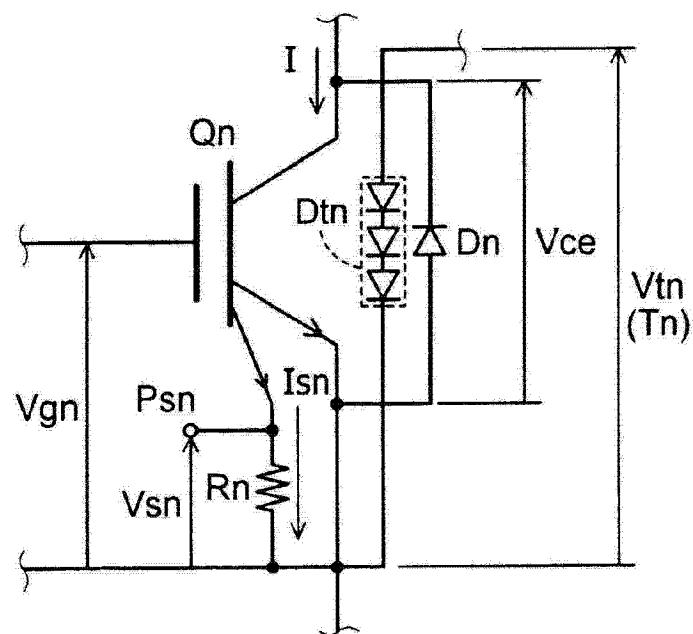


图 2

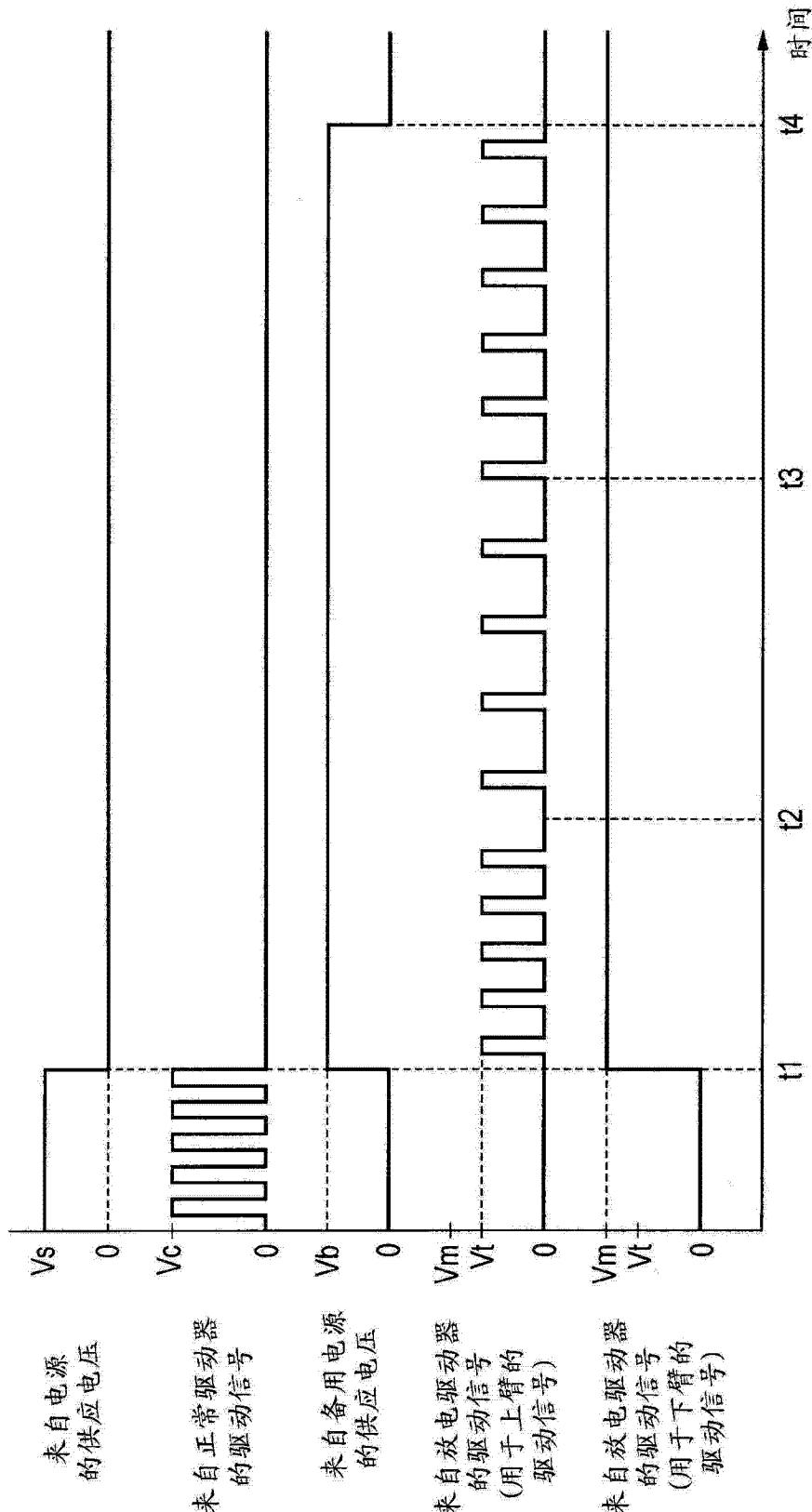


图 3

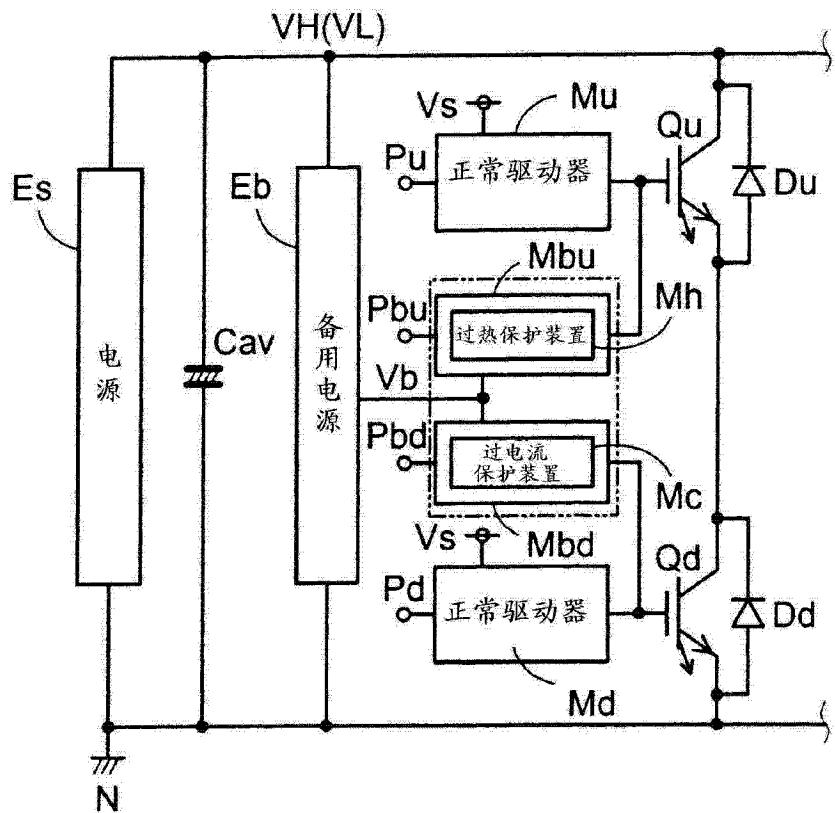


图 4

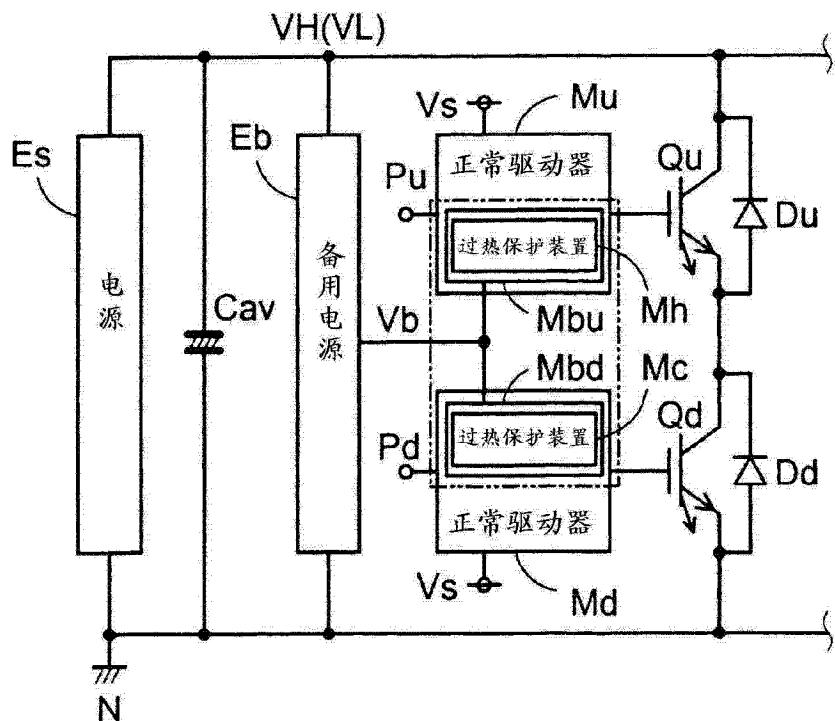
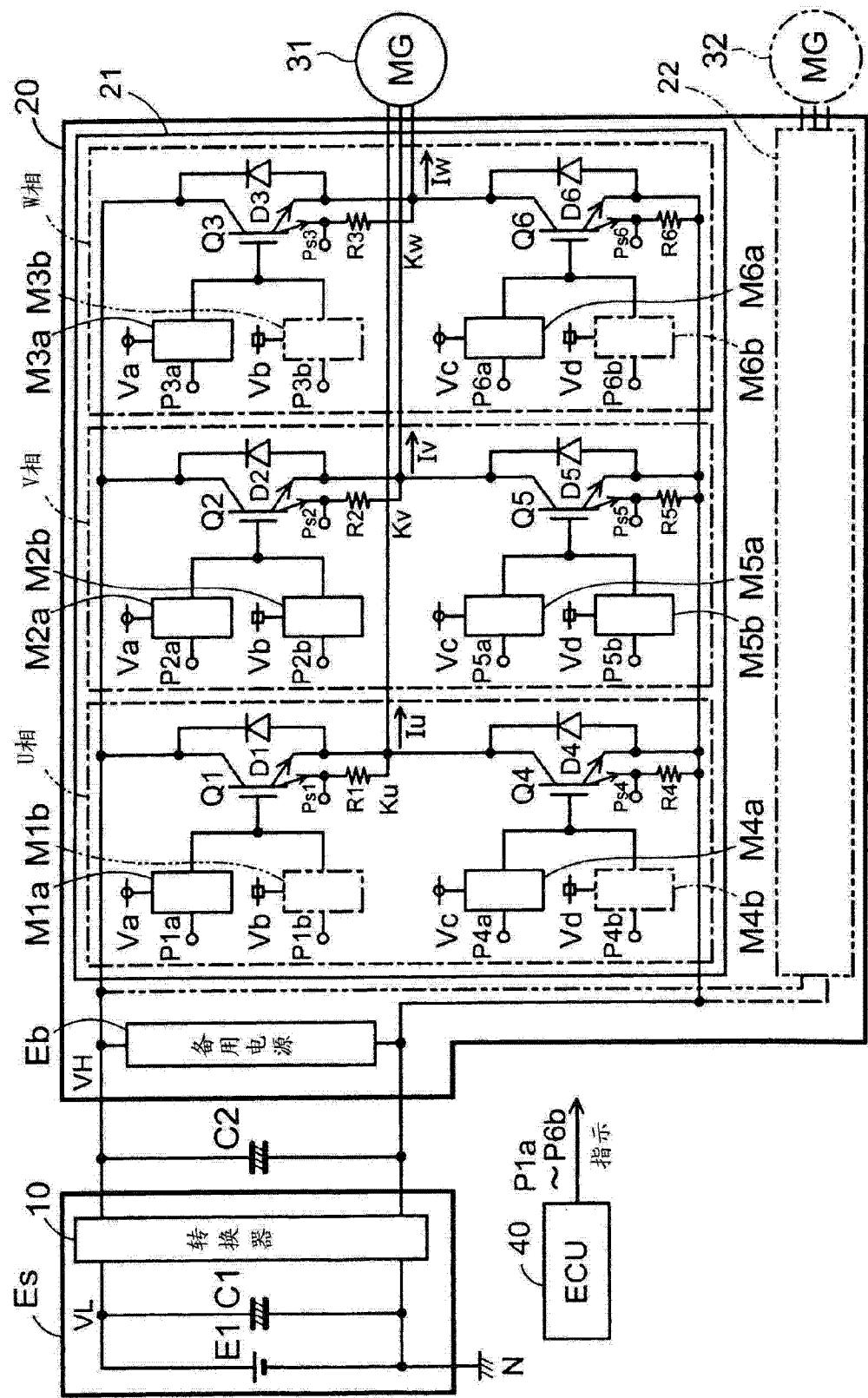


图 5



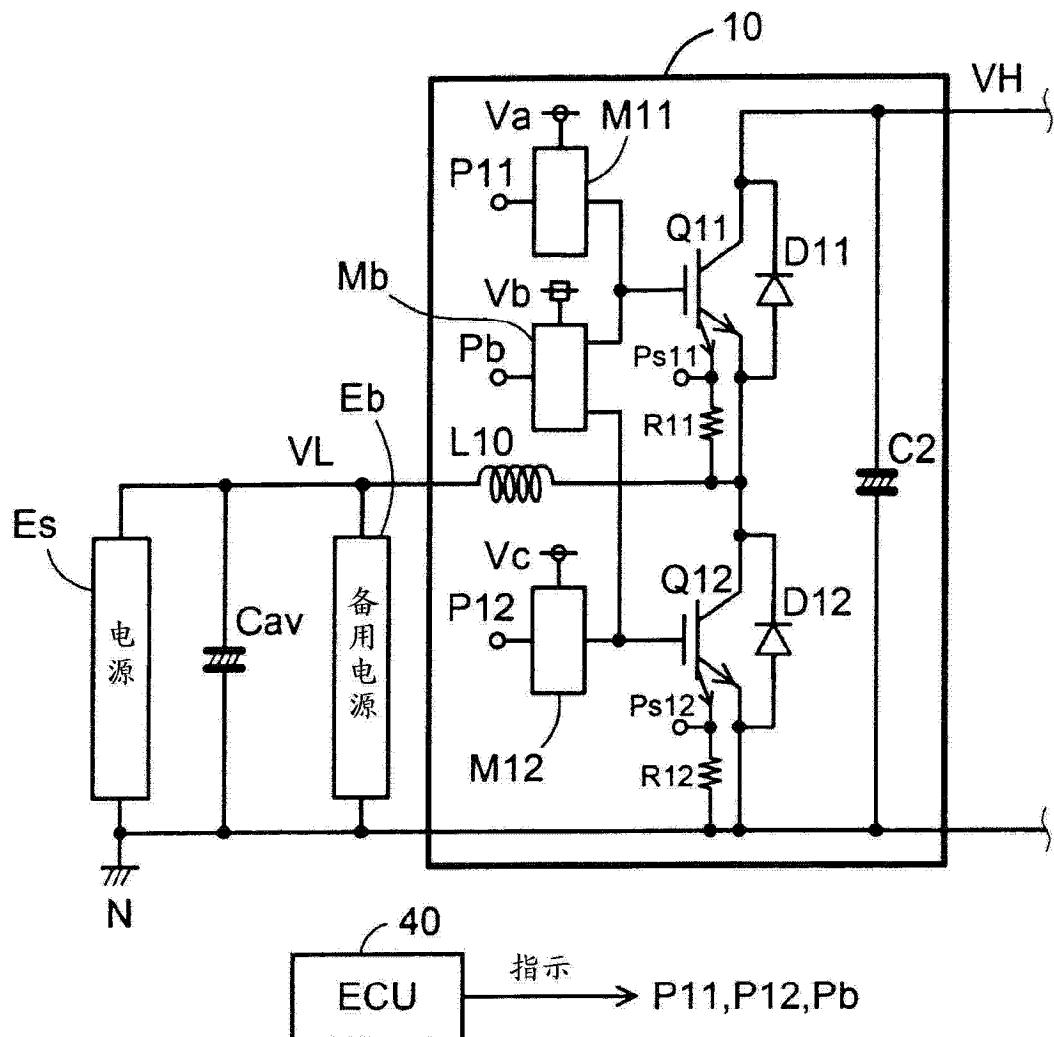


图 7

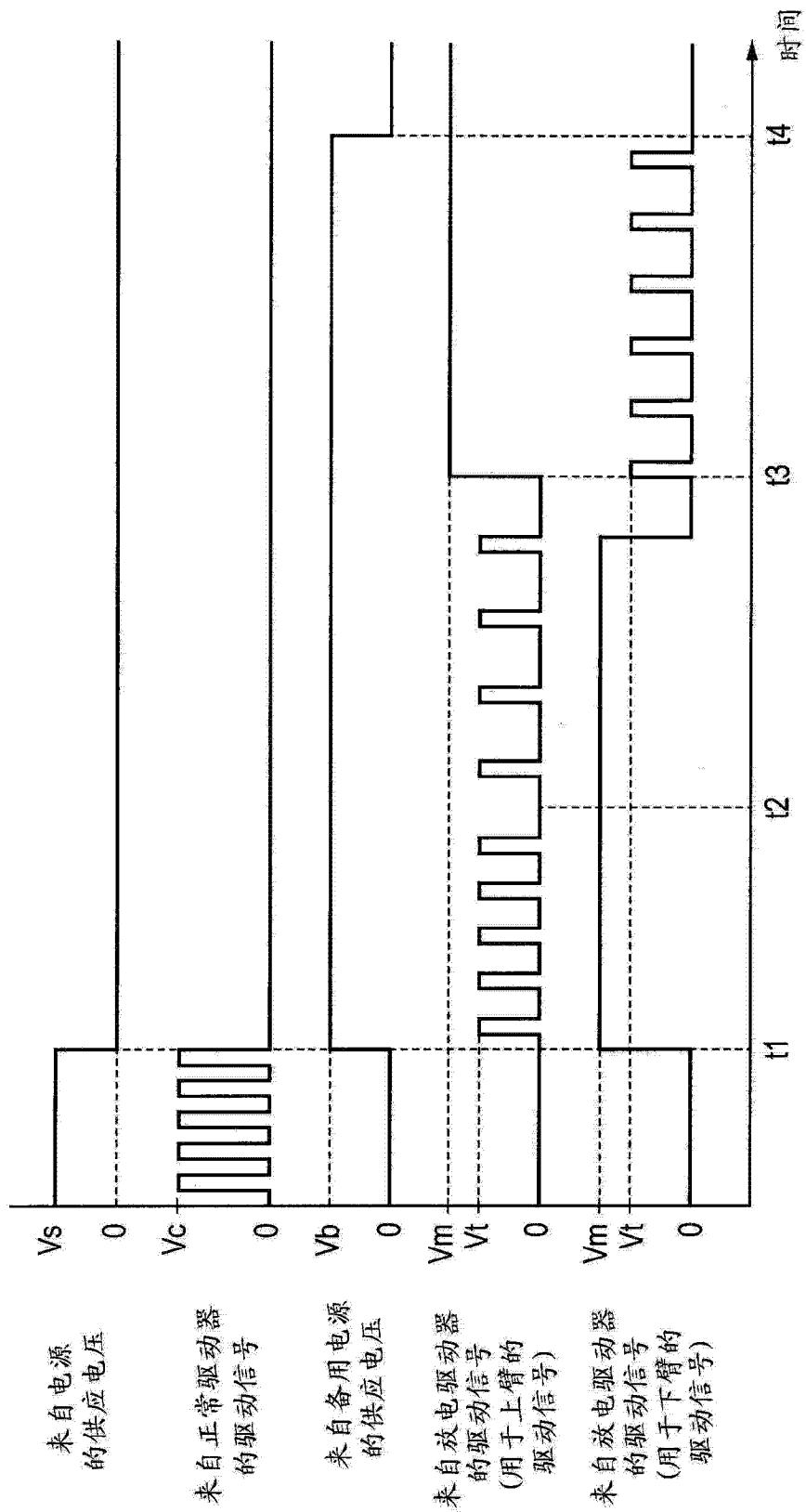


图 8