(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 113906662 B
(45)授权公告日 2025.04.29

(21)申请号 202080039935.4
(22)申请日 2020.06.03
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113906662 A
(43)申请公布日 2022.01.07
(30)优先权数据
2019-112480 2019.06.18 JP
2020-041443 2020.03.11 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2021.11.29
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/021979 2020.06.03
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2020/255720 JA 2020.12.24
(73)专利权人 株式会社自动网络技术研究所
地址 日本三重县
专利权人 住友电装株式会社
住友电气工业株式会社
(72)发明人 河村息吹 植村匠
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
专利代理师 熊传芳 苏卉
(51)Int.Cl.
H02M 3/335(2006.01)
H02M 1/38(2007.01)
H02M 1/32(2007.01)
(56)对比文件
CN 202178708 U,2012.03.28
JP 2004140913 A,2004.05.13
审查员 马胜泉

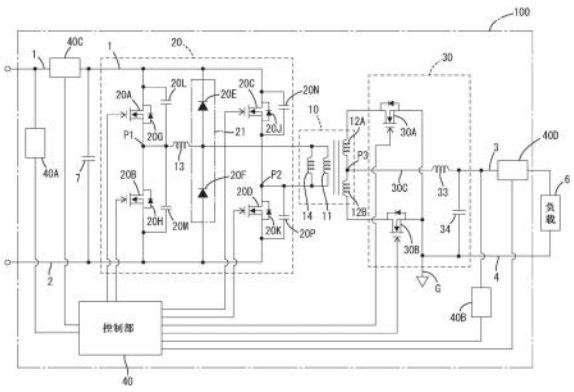
权利要求书2页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

绝缘型DCDC转换器

(57)摘要

绝缘型DCDC转换器(100)具备变压器(10)、全桥型的开关电路(20)、保护电路(21)、控制部(40)、电感器(13)及输出电路(30)。绝缘型DCDC转换器(100)具备对第一导电路(1)与第二导电路(2)之间的电压值进行检测的第一电压检测部(40A)和对电感器(13)的电流值进行检测的第一电流检测部(40C)。控制部(40)基于第一电压检测部(40A)检测到的电压值和第一电流检测部(40C)检测到的电流值,以电压值越大则使死区时间越大、电流值越大则使死区时间越小的方式决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。



CN 113906662 B

1.一种绝缘型DCDC转换器,是相移方式的绝缘型DCDC转换器,具备:

变压器,具有一次侧线圈及二次侧线圈;

全桥型的开关电路,具备第一开关元件、第二开关元件、第三开关元件及第四开关元件;

保护电路,具有第一二极管和第二二极管;

控制部,对所述开关电路的动作进行控制;

电感器;及

输出电路,连接于所述二次侧线圈,

所述第一开关元件和所述第二开关元件串联连接于第一导电路与第二导电路之间,

所述第三开关元件和所述第四开关元件串联连接于所述第一导电路与所述第二导电路之间,

所述电感器的一端电连接于所述第一开关元件与所述第二开关元件之间的第一连接点,

所述电感器的另一端电连接于所述一次侧线圈的一端、所述第一二极管的阳极、所述第二二极管的阴极,

所述一次侧线圈的另一端电连接于所述第三开关元件与所述第四开关元件之间的第二连接点,

所述第一二极管的阴极电连接于所述第一导电路,

所述第二二极管的阳极电连接于所述第二导电路,

所述绝缘型DCDC转换器具备:

电压检测部,对所述第一导电路与所述第二导电路之间的电压值进行检测;及

电流检测部,对所述电感器的电流值进行检测,

所述控制部基于所述电压检测部检测到的所述电压值和所述电流检测部检测到的所述电流值,以所述电压值越大则使死区时间越大、所述电流值越大则使死区时间越小的方式决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个,所述第一死区时间是所述第一开关元件和所述第二开关元件均断开的时间,所述第二死区时间是所述第三开关元件和所述第四开关元件均断开的时间,

所述控制部基于所述电流值的增加状态来决定在决定所述第一死区时间和所述第二死区时间中的至少某一个时是否反映所述变压器的励磁电感。

2.根据权利要求1所述的绝缘型DCDC转换器,其中,

所述控制部在所述电流值的增加率为阈值以下的情况下,反映所述励磁电感来决定所述第一死区时间和所述第二死区时间中的至少某一个,在所述电流值的增加率超过阈值的情况下,不反映所述励磁电感地决定所述第一死区时间和所述第二死区时间中的至少某一个。

3.根据权利要求1或2所述的绝缘型DCDC转换器,其中,

所述电压检测部具备对从所述变压器的所述二次侧线圈施加的二次侧电压进行测定的二次侧电压测定部,并基于所述二次侧电压测定部测定出的所述二次侧电压来检测所述电压值。

4.根据权利要求3所述的绝缘型DCDC转换器,其中,

所述电压检测部基于所述二次侧电压、所述一次侧线圈与所述二次侧线圈的匝数比来求出所述电压值。

5.根据权利要求3所述的绝缘型DCDC转换器,其中,

所述绝缘型DCDC转换器是对施加于所述第一导电路与所述第二导电路之间的输入电压进行降压并将输出电压输出的降压型DCDC转换器。

6.根据权利要求4所述的绝缘型DCDC转换器,其中,

所述绝缘型DCDC转换器是对施加于所述第一导电路与所述第二导电路之间的输入电压进行降压并将输出电压输出的降压型DCDC转换器。

绝缘型DCDC转换器

技术领域

[0001] 本公开涉及一种绝缘型DCDC转换器。

背景技术

[0002] 绝缘型DCDC转换器谋求适应较宽的输入电压及输出负载范围并保持高效率。作为实现高效率的方法,构成为在变压器的一次侧设置有全桥电路且在二次侧设置有整流电路,在全桥电路的死区时间期间内使开关元件的漏极-源极间电压降低至0V之后使下一个开关元件接通的方式(软开关)已为人们所知。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2004-140913号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2016-111805号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2013-132112号公报

发明内容

[0008] 发明要解决的课题

[0009] 开关元件的端子间电压达到最低的时刻可以根据在共振用电感器中流动的电流来发生变化,因此优选根据电感器的电流来使死区时间变化。但是,在各引用文献中,未实现根据在共振用电感器中流动的电流来动态地获得死区时间。

[0010] 本公开提供一种更简单地实现高效率的绝缘型DCDC转换器。

[0011] 用于解决课题的方案

[0012] 作为本公开之一的绝缘型DCDC转换器,是相移方式的绝缘型DCDC转换器,具备:变压器,具有一次侧线圈及二次侧线圈;全桥型的开关电路,具备第一开关元件、第二开关元件、第三开关元件及第四开关元件;保护电路,具有第一二极管和第二二极管;控制部,对所述开关电路的动作进行控制;电感器;及输出电路,连接于所述二次侧线圈,所述第一开关元件和所述第二开关元件串联连接于第一导电路与第二导电路之间,所述第三开关元件和所述第四开关元件串联连接于所述第一导电路与所述第二导电路之间,所述电感器的一端电连接于所述第一开关元件与所述第二开关元件之间的第一连接点,所述电感器的另一端电连接于所述一次侧线圈的一端、所述第一二极管的阳极、所述第二二极管的阴极,所述一次侧线圈的另一端电连接于所述第三开关元件与所述第四开关元件之间的第二连接点,所述第一二极管的阴极电连接于所述第一导电路,所述第二二极管的阳极电连接于所述第二导电路,所述绝缘型DCDC转换器具备:电压检测部,对所述第一导电路与所述第二导电路之间的电压值进行检测;及电流检测部,对所述电感器的电流值进行检测,所述控制部基于所述电压检测部检测到的所述电压值和所述电流检测部检测到的所述电流值,以所述电压值越大则使死区时间越大、所述电流值越大则使死区时间越小的方式决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个,所述第一死区时间是所述第一开关元件和所述第二开关元件

均断开的时间,所述第二死区时间是所述第三开关元件和所述第四开关元件均断开的时间。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本公开,能够实现简单且高效率的绝缘型DCDC转换器。

附图说明

[0015] 图1是表示实施方式1的绝缘型DCDC转换器的电路图。

[0016] 图2是表示在基本的绝缘型DCDC转换器中在第一开关元件及第四开关元件为接通状态时的变压器的一次侧、二次侧流动的电流的路径的电路图。

[0017] 图3是表示在基本的绝缘型DCDC转换器中在第一开关元件、第二开关元件、第三开关元件及第四开关元件为断开状态时的变压器的二次侧流动的电流的路径的电路图。

[0018] 图4是表示在基本的绝缘型DCDC转换器中在第二开关元件及第三开关元件为接通状态时的变压器的一次侧、二次侧流动的电流的路径的电路图。

[0019] 图5是表示在实施方式1的绝缘型DCDC转换器中将第一开关元件、第二开关元件、第三开关元件及第四开关元件的各开关元件切换到接通和断开的时刻的时序图。

[0020] 图6在上侧示出图5中的时间T2的第一开关元件、第二开关元件的时序图的放大图,在下侧示出表示时间T2下的施加于第二开关元件的漏极与源极之间的电压的变化的图。

[0021] 图7是表示在电感器中流动的电流IL与在扼流线圈中流动的电流Iout之间的关系的图。

[0022] 图8是表示实施方式2的绝缘型DCDC转换器的电路图。

具体实施方式

[0023] [本公开的实施方式的说明]

[0024] 首先,列举本公开的实施方式来进行说明。

[0025] (1)本公开之一的绝缘型DCDC转换器具备变压器、全桥型的开关电路、保护电路、控制部、电感器及输出电路。变压器具有一次侧线圈及二次侧线圈。全桥型的开关电路具备第一开关元件、第二开关元件、第三开关元件和第四开关元件。保护电路具有第一二极管和第二二极管。控制部对开关电路的动作进行控制。输出电路连接于二次侧线圈。第一开关元件和第二开关元件串联连接于第一导电路与第二导电路之间。第三开关元件和第四开关元件串联连接于第一导电路与第二导电路之间。电感器的一端电连接于第一开关元件与第二开关元件之间的第一连接点。电感器的另一端电连接于一次侧线圈的一端、第一二极管的阳极和第二二极管的阴极。一次侧线圈的另一端连接于第三开关元件与第四开关元件之间的第二连接点电。第一二极管的阴极电连接于第一导电路。本公开的绝缘型DCDC转换器是第二二极管的阳极电连接于第二导电路的相移方式的绝缘型DCDC转换器。本公开的绝缘型DCDC转换器具备对第一导电路与第二导电路之间的电压值进行检测的电压检测部和对电感器的电流值进行检测的电流检测部。控制部基于电压检测部检测到的电压值和电流检测部检测到的电流值,以电压值越大则使死区时间越大、电流值越大则使死区时间越小的方式决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。

[0026] 〔1〕的绝缘型DCDC转换器中,第一死区时间是第一开关元件和第二开关元件均断开的时间。第二死区时间是第三开关元件和第四开关元件均断开的时间。因此,该绝缘型DCDC转换器能够通过保护电路来吸收在变压器的二次侧线圈产生的恢复浪涌。与此同时,该绝缘型DCDC转换器基于由电流检测部检测到的在电感器中流动的电流的电流值来运算第一死区时间及第二死区时间。因此,该绝缘型DCDC转换器能够基于与在电感器中流动的电流相应的值来动态地获得死区时间。

[0027] 〔2〕在上述〔1〕的绝缘型DCDC转换器中,控制部基于电流值的增加状态来决定在决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个时是否反映变压器的励磁电感。

[0028] 〔2〕的绝缘型DCDC转换器能够将电流值的增加状态视为负载电流的状态。因此,根据负载电流的状态来决定是否反映励磁电感,从而运算并算出第一死区时间及第二死区时间,从而能够更细致地获得死区时间。

[0029] 〔3〕在上述〔2〕的绝缘型DCDC转换器中,可以是,控制部在电流值的增加率为阈值以下的情况下反映励磁电感来决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。也可以是,控制部在电流值的增加率超过阈值的情况下不反映励磁电感地决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。

[0030] 上述〔3〕的绝缘型DCDC转换器在电流值的增加率为阈值以下时反映励磁电感的情况下,求出负载电流小而在一次侧线圈中流动的励磁电流的大小不能无视的状态的死区时间。另一方面,在电流值的增加率超过阈值时不反映励磁电感的情况下,求出负载电流大而在一次侧线圈中流动的励磁电流的大小能够无视的状态的死区时间。因此,能够通过根据负载电流的大小来反映在一次侧线圈中流动的励磁电流的状态而获得更准确的死区时间。

[0031] 〔4〕在上述〔1〕至〔3〕中任一项的绝缘型DCDC转换器中,电压检测部具备对从变压器的二次侧线圈施加的二次侧电压进行测定的二次侧电压测定部,并基于二次侧电压测定部测定出的二次侧电压来检测第一导电路与第二导电路之间的电压值。

[0032] 上述〔4〕的绝缘型DCDC转换器能够基于二次侧电压测定部测定的二次侧电压来检测第一导电路与第二导电路之间的电压值。因此,该绝缘型DCDC转换器在存在难以直接测定第一导电路与第二导电路之间的电压值的情形或与直接测定相比更优选测定二次侧电压来估算上述电压值的情形的情况下有利。

[0033] 〔5〕在上述〔4〕的绝缘型DCDC转换器中,电压检测部基于二次侧电压、一次侧线圈与二次侧线圈的匝数比来求出第一导电路与第二导电路之间的电压值。

[0034] 上述〔5〕的绝缘型DCDC转换器能够更简单地实现可以基于二次侧电压来更准确地求出第一导电路与第二导电路之间的电压值的结构。

[0035] 〔6〕在上述〔4〕或〔5〕任一项的绝缘型DCDC转换器中,该绝缘型DCDC转换器是对施加于第一导电路与第二导电路之间的输入电压进行降压并输出输出电压的降压型DCDC转换器。

[0036] 上述〔6〕的绝缘型DCDC转换器能够测定作为与第一导电路与第二导电路之间的电压值相比相对较低的值的输出电压并根据该输出电压来导出第一导电路与第二导电路之间的电压值。因此,该绝缘型DCDC转换器能够省略或简化为了检测较高的电压所需的结构,能够使可以对第一导电路与第二导电路之间的电压值进行检测的结构实现进一步小型化。

[0037] 〔7〕在上述〔4〕~〔6〕中任一项的绝缘型DCDC转换器中,所述第一导电路及所述第

二导电路与所述输出电路及所述控制部绝缘,在所述输出电路中施加输出电压的一对第三导电路及第四导电路中的所述第四导电路与所述控制部的基准导电路电连接。

[0038] [本公开的实施方式的详情]

[0039] <实施方式1>

[0040] 〔绝缘型DCDC转换器的概要〕

[0041] 实施方式1的绝缘型DCDC转换器100(以下,也简称为转换器100)用作输出用于对混合动力汽车或电动汽车(EV(Electric Vehicle))等车辆中的电动驱动装置(电动机等)进行驱动的电力的电源。转换器100对提供给第一导电路1与第二导电路2之间的输入电压Vin进行变压来生成输出电压Vout,并将其施加到第三导电路3与第四导电路4之间。如图1所示,转换器100具备变压器10、设置在第一导电路1与变压器10之间的开关电路20、连接在变压器10与第三导电路3之间的输出电路30及对开关电路20的动作进行控制的控制部40。在实际使用时,在第一导电路1与第二导电路2之间连接有直流电源(未图示),在第三导电路3与第四导电路4之间连接有负载6。另外,在第一导电路1与第二导电路2之间连接有用于使输入电压Vin稳定化的输入电容器7。

[0042] 变压器10具备一次侧线圈11及二次侧线圈12A、12B。一次侧线圈11的匝数为N1。二次侧线圈12A、12B的匝数均为N2。二次侧线圈12A、12B在第三连接点P3处彼此电气性地串联连接。变压器10的匝数比N以N2/N1表示。在变压器10中与一次侧线圈11并联地形成有励磁电感14。

[0043] 开关电路20将提供给第一导电路1和第二导电路2的直流电压即输入电压Vin转换为交流,并供给到变压器10的一次侧线圈11。开关电路20具有第一开关元件20A、第二开关元件20B、第三开关元件20C及第四开关元件20D(以下,也称为开关元件20A、20B、20C、20D)全桥连接而成的结构。

[0044] 开关电路20具有开关元件20A、20B、20C、20D、第一二极管20E、第二二极管20F及电感器13。开关元件20A、20B、20C、20D能够使用公知的各种开关元件,但优选使用MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor:金属氧化物半导体场效应晶体管)。

[0045] 构成为在开关元件20A、20B、20C、20D各自设置有作为寄生分量的寄生二极管20G、20H、20J、20K。具体地说,在各个开关元件20A、20B、20C、20D中,构成为各寄生二极管20G、20H、20J、20K的阴极电连接于漏极侧,阳极电连接于源极侧。此外,在寄生二极管20G、20H、20J、20K之外,也可以再添加二极管作为另外的元件。

[0046] 在开关元件20A、20B、20C、20D各自电气性地并联连接有作为电容分量的电容器20L、20M、20N、20P。具体地说,在开关元件20A、20B、20C、20D各自的漏极电连接有各电容器20L、20M、20N、20P的一个端子,在源极电连接有各电容器20L、20M、20N、20P的另一个端子。另外,在开关元件20A、20B、20C、20D使用MOSFET的情况下,在各开关元件20A、20B、20C、20D各自以电容分量寄生的方式形成有寄生电容分量。因此,也可以构成为不设置电容器20L、20M、20N、20P而使用寄生电容分量。

[0047] 第一开关元件20A及第二开关元件20B串联连接在向开关电路20输入输入电压的第一导电路1与第二导电路2之间,且彼此在第一连接点P1处电连接。第三开关元件20C及第四开关元件20D串联连接在第一导电路1与第二导电路2之间,且彼此在第二连接点P2处电

连接。

[0048] 第一二极管20E的阴极与第一导电路1(高电位侧的导电路)电连接,第二二极管20F的阳极端子与第二导电路2(低电位侧的导电路)电连接。第一二极管20E的阳极端子与第二二极管20F的阴极端子电连接。第一二极管20E及第二二极管20F构成通过电感器13来吸收在变压器10的二次侧的第五开关元件30A及第六开关元件30B产生的浪涌电压的保护电路21。

[0049] 电感器13的一端与第一连接点P1电连接。电感器13的另一端与第一二极管20E的阳极端子、第二二极管20F的阴极端子及变压器10的一次侧线圈11的一端电连接。第二连接点P2与一次侧线圈11的另一端电连接。电感器13是为了减少在开关电路20中产生的开关损耗而以与电容器20L、20M、20N、20P进行LC共振的目的设置的。电感器13的电感值优选设为比变压器10的泄漏电感(未图示)充分大的值。

[0050] 输出电路30对在变压器10的二次侧线圈12A、12B出现的交流电压进行整流、平滑并生成直流电压即输出电压Vout,并将该输出电压Vout施加到第三导电路3与第四导电路4之间。输出电路30具备第五开关元件30A、第六开关元件30B、整流输出路径30C、扼流线圈33及输出电容器34。第五开关元件30A连接在变压器10的二次侧线圈12A的一端与接地路径G之间。第六开关元件30B连接在变压器10的二次侧线圈12B的一端与接地路径G之间。整流输出路径30C的一端与电连接有二次侧线圈12A的另一端和二次侧线圈12B的另一端的第三连接点P3电连接。在整流输出路径30C的另一端电连接有扼流线圈33的一端。扼流线圈33的另一端(即,远离第三连接点P3侧的一侧的一端)与第三导电路3电连接,并且经由输出电容器34而与第四导电路4电连接。即,扼流线圈33夹设在第三连接点P3与第三导电路3之间。输出电容器34电连接于第三导电路3与第四导电路4之间。第四导电路4与接地路径G电连接。

[0051] 第五开关元件30A及第六开关元件30B能够使用公知的各种开关元件,但优选使用MOSFET。第五开关元件30A的漏极与二次侧线圈12A的一端电连接,源极与接地路径G电连接。第六开关元件30B的漏极与二次侧线圈12B的一端电连接,源极与接地路径G电连接。构成为在第五开关元件30A及第六开关元件30B各自设置有作为寄生分量的寄生二极管。具体地说,在第五开关元件30A及第六开关元件30B的各开关元件中,构成为寄生二极管的阴极电连接于漏极侧,阳极电连接于源极侧。

[0052] 在具有这样的结构的输出电路30中,第五开关元件30A及第六开关元件30B构成对在变压器10的二次侧线圈12A、12B出现的交流电压进行整流的整流电路。扼流线圈33及输出电容器34使在整流输出路径30C出现的整流输出平滑。

[0053] 控制部40例如以微型计算机为主体来构成,具有CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)等运算装置、ROM(Read Only Memory:只读存储器)或RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等存储器、A/D转换器等。控制部40构成为可以通过第一电压检测部40A来掌握第一导电路1的电压值。控制部40构成为可以通过第二电压检测部40B来掌握第三导电路3的电压值。第一电压检测部40A及第二电压检测部40B构成为公知的电压检测电路。控制部40构成为可以通过第一电流检测部40C来掌握在第一导电路1中流动的电流值。控制部40构成为可以通过第二电流检测部40D来掌握在第三导电路3中流动的电流值。第一电流检测部40C及第二电流检测部40D构成为例如电流变压器等公知的电流检测电路。

[0054] 控制部40基于从第一电压检测部40A、第二电压检测部40B、第一电流检测部40C及

第二电流检测部40D输入的值,通过相移方式向开关元件20A、20B、20C、20D各自的栅极输出PWM信号。由此,开关元件20A、20B、20C、20D通过相移方式来进行开关动作。另外,控制部40构成为,可以基于从第一电压检测部40A、第二电压检测部40B、第一电流检测部40C及第二电流检测部40D输入的值等来向第五开关元件30A及第六开关元件30B各自的栅极输出预定时刻的开关信号。

[0055] 〔绝缘型DCDC转换器的动作〕

[0056] 接着,对转换器100的动作进行说明。在搭载有转换器100的车辆中,例如,点火开关从断开状态切换成接通状态。这样,从控制部40向各个开关元件20A、20B、20C、20D输出PWM信号,对第五开关元件30A及第六开关元件30B各自输出预定时刻的开关信号。

[0057] 基本上来说,如图2～图4所示,具有全桥连接的开关电路的绝缘型的DCDC转换器中,开关电路120的第一开关元件120A及第四开关元件120D与第二开关元件120B及第三开关元件120C交替地反复进行接通和断开。由此,能够以从直流电源向变压器110的一次侧线圈111施加交流的电压的方式进行动作并使输出电路130侧产生输出电压。具体地说,在第一开关元件120A及第四开关元件120D接通时,在开关电路120侧(变压器110的一次侧)以箭头C1所示的路径流过电流。箭头C1所示的路径是第一导电路101→第一开关元件120A→一次侧线圈111→第四开关元件120D→第二导电路102的路径。与此对应地,在输出电路130侧(变压器110的二次侧)以箭头C2所示的路径流过电流。箭头C2所示的路径是第四导电路104→第六开关元件130B→二次侧线圈112B→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径(参照图2。)。

[0058] 接着,第一开关元件120A及第四开关元件120D从接通切换成断开,成为第一开关元件120A、第二开关元件120B、第三开关元件120C及第四开关元件120D全部断开的状态。这样,在开关电路120侧(变压器110的一次侧)不再流过电流。在输出电路130侧(变压器110的二次侧),通过蓄积在扼流线圈133中的能量以箭头C3或箭头C4的路径流过电流。箭头C3所示的路径是第四导电路104→第六开关元件130B→二次侧线圈112B→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径。箭头C4所示的路径是第四导电路104→第五开关元件130A→二次侧线圈112A→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径(参照图3。)。

[0059] 接着,第二开关元件120B及第三开关元件120C从断开切换成接通。这样,在开关电路120侧(变压器110的一次侧)以箭头C5所示的路径流过电流。箭头C5所示的路径是第一导电路101→第三开关元件120C→一次侧线圈111→第二开关元件120B→第二导电路102的路径。与此对应地在输出电路130侧(变压器110的二次侧)以箭头C6所示的路径流过电流。箭头C6所示的路径是第四导电路104→第五开关元件130A→二次侧线圈112A→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径(参照图4。)。

[0060] 接着,第二开关元件120B及第三开关元件120C从接通切换成断开,成为第一开关元件120A、第二开关元件120B、第三开关元件120C及第四开关元件120D全部断开的状态。这样,在开关电路120侧(变压器110的一次侧)不再流过电流。在输出电路130侧(变压器110的二次侧),通过蓄积在扼流线圈133中的能量以箭头C3或箭头C4的路径流过电流。箭头C3所示的路径是第四导电路104→第六开关元件130B→二次侧线圈112B→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径。箭头C4所示的路径是第四导电路104→第五开关元

件130A→二次侧线圈112A→整流输出路径130C→扼流线圈133→第三导电路103的路径(参照图3。)。

[0061] 对此,本公开的转换器100通过相移方式来进行开关动作。如图5所示,相移方式是以如下方式进行控制的方式:在第一开关元件20A与第四开关元件20D之间使彼此的接通断开动作的时刻错开,在第二开关元件20B与第三开关元件20C之间使彼此的接通断开动作的时刻错开,进而,使开关元件20A、20B、20C、20D彼此的接通断开动作的时刻错开。由此,在开关元件20A、20B、20C、20D从断开切换到接通时实现ZVS(Zero Voltage Switching:零电压开关),能够使转换器100更高效地进行动作。在相移方式中,将第一开关元件20A及第二开关元件20B作为一组(以下,也称为第一分支)且将第三开关元件20C及第四开关元件20D作为一组(以下,也称为第二分支)来处理。在第一分支中,第一开关元件20A及第二开关元件20B均断开的时间(图5中的T2、T4、T6、T8)是第一死区时间。在第二分支中,第三开关元件20C及第四开关元件20D均断开的时间(图5中的T1、T3、T5、T7)是第二死区时间。

[0062] 在此,着眼于时间T2,对在第一死区时间下第二开关元件20B从断开切换成接通的情况进行说明。如图6所示,在时刻T2S之前(即,第一开关元件20A接通)是在第二开关元件20B的漏极与源极之间施加有直流的输入电压Vin的状态(参照图6的下侧。)。此时,是对与第二开关元件20B并联连接的电容器20M也施加有直流的输入电压Vin的状态。然后,在时刻T2S下第一开关元件20A从接通切换成断开时,在第一开关元件20A中不再流过电流。此时,在并联连接于第二开关元件20B的电容器20M与电感器13之间开始LC共振,第二开关元件20B的漏极与源极之间的电压接近于直流的输入电压Vin的一半大小。第二开关元件20B的漏极与源极之间的电压在开始LC共振之后电压首次降低的时刻T2E下最接近于0V(参照图6下侧。)。因此,通过将第二开关元件20B从断开切换到接通的时刻设为T2E,能够实现第二开关元件20B的ZVS。此外,也可以将第二开关元件20B从断开切换到接通的时刻切换到比T2E稍早的时刻。

[0063] 虽然对着眼于时间T2在第一死区时间下第二开关元件20B从断开切换成接通的情况进行了说明,但对于图5中的其他时间T1、T3、T4、T5、T6、T7、T8及其他开关元件20A、20C、20D从断开切换成接通的情况也是同样的。

[0064] 在此,能够通过数1所示的数学式来求出第一分支中的第一死区时间(tdead_a)。

[0065] [数1]

[0066] $$tdead_a = \frac{1}{\omega a} \cdot tan^{-1} \cdot \left(\frac{(\boldsymbol{Vin} - \boldsymbol{N} \times \boldsymbol{Vout})}{\boldsymbol{IL}} \times \sqrt{\frac{(Ca1 + Ca2)}{(L + \boldsymbol{N^2} \times \boldsymbol{L_{choke}})}} \right)$$

[0067] $$\omega a = \frac{1}{\sqrt{(L + N^2 \times L_{choke}) \times (Ca1 + Ca2)}}$$

[0068] 另外,能够通过数2所示的数学式来求出第二分支中的第二死区时间(tdead_b)。

[0069] [数2]

[0070] $$tdead_b = \frac{1}{\omega b} \cdot sin^{-1} \cdot \left(\frac{\boldsymbol{Vin}}{\boldsymbol{IL}} \sqrt{\frac{(Cb1 + Cb2)}{L}} \right)$$

[0071] $$\omega b = \frac{1}{\sqrt{L \times (Cb1 + Cb2)}}$$

[0072] 在此,Vin是直流电源的输入电压。N是一次侧线圈11的匝数N1与二次侧线圈12A或12B的匝数N2之间的匝数比。Vout是施加于第三导电路3与第四导电路4之间的电压。IL是在电感器13中流动的电流。Ca1是电容器20L的静电电容。Ca2是电容器20M的静电电容。Cb1是电容器20N的静电电容。Cb2是电容器20P的静电电容。L是电感器13的电感。Lchoke是扼流线圈33的电感。

[0073] 数1、数2所示的数学式的tdead_a、tdead_b各自的右边是在第一分支、第二分支中从一个开关元件切换成断开且两个开关元件断开的时刻开始到通过LC共振使另一个开关元件的漏极与源极之间的电压首次成为最小的时刻为止的时间。即,将该时间设为第一死区时间(tdead_a)、第二死区时间(tdead_b)。

[0074] 控制部40通过第一电压检测部40A来检测Vin,通过第二电压检测部40B来检测Vout。IL由第一电流检测部40C检测。这样,控制部40能够获得Vin、IL、Vout并基于数1、数2所示的数学式来运算并动态地计算第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b)。并且,以成为计算出的第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b)的方式向各个开关元件20A、20B、20C、20D输出PWM信号。由此,能够在开关元件20A、20B、20C、20D中实现ZVS。

[0075] 根据数1所示的数学式、数2所示的数学式,直流电源的输入电压Vin的值(即,第一电压检测部40A检测到的电压值)越大则死区时间越大,在电感器13中流动的电流IL的值(即,第一电流检测部40C检测到的电流值)越大则死区时间越小。另外,施加于第三导电路3与第四导电路4之间的输出电压Vout的值(即,第二电压检测部40B检测到的电压值)越大则死区时间越大。

[0076] 接着,对扼流线圈33中的电流为非连续模式的情况进行说明。在电感器13中流动的电流IL与在负载6中流动的电流Iout(即,在扼流线圈33中流动的电流)之间存在图7所示的坐标图这样的关系。在-图7中,在Iout比Ic大的情况下,扼流线圈33中的电流为连续模式,在Iout为Ic以下的情况下,扼流线圈33中的电流为非连续模式。在Iout的电流的大小比Ic大的情况下(即,在连续模式的情况下),Iout与IL成立以IL＝Iout/N表示的正比例的关系。N是一次侧线圈11的匝数N1与二次侧线圈12A或12B的匝数N2之间的匝数比。在连续模式的情况下,基于数1、数2所示的数学式来运算并动态地计算第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b)。

[0077] 与此相对地,在励磁电流从二次侧线圈12A、12B沿一次侧线圈11流动的情况下,也可以使用与数1或数2的数学式不同的运算式来计算死区时间。励磁电流具有在负载电流比较大的情况下流过二次侧线圈12A、12B且在负载电流比较小的情况下流过一次侧线圈11的性质。因此,在Iout的大小为Ic以下的情况下,与IL＝Iout/N的直线相比具有较小的斜率(即比1/N小的斜率)的正比例的关系成立。这是反映出在Iout的大小为Ic以下的情况下在一次侧线圈11中流动的励磁电流增加及随着Iout接近于0而使在一次侧线圈11中流动的励磁电流变得更大的性质的结果。因此,Iout的大小为0～Ic的区间中的电流的增加率(即,斜率)比大于Ic的区间中的增加率(即,斜率)小。由于Iout的大小为0～Ic的区间中的增加率反映到励磁电流在电感器13中流动的电流IL,因此比大于Ic的区间中的增加率(即,斜率1/N)小。例如考虑如下方法:构成为在控制部40中监视Iout或IL的增加率,并通过对预先存储

在控制部40中的预定阈值与增加率进行比较来检测Ic。

[0078] 在此,在励磁电流流过一次侧线圈11(即,图7中的Iout的大小为0～Ic的区间)的情况下,能够通过数3所示的数学式来求出第一分支中的第一死区时间(tdead_a)。

[0079] [数3]

[0080] $$tdead_a = \frac{1}{\omega a} \cdot tan^{-1} \cdot \left(\frac{(\boldsymbol{Vin} - \boldsymbol{N} \times \boldsymbol{Vout})}{\boldsymbol{IL}} \times \sqrt{\frac{(Ca1 + Ca2)}{(L + Lmag + N^2 \times L_{choke})}} \right)$$

[0081] $$\omega a = \frac{1}{\sqrt{(L + Lmag + N^2 \times L_{choke}) \times (Ca1 + Ca2)}}$$

[0082] 另外,在扼流线圈33中流动的电流为非连续模式的情况下,能够通过数4所示的数学式来求出第二分支中的第二死区时间(tdead_b)。

[0083] [数4]

[0084] $$tdead_b = \frac{1}{\omega b} \cdot sin^{-1} \cdot \left(\frac{\boldsymbol{Vin}}{\boldsymbol{IL}} \sqrt{\frac{(Cb1 + Cb2)}{(L + Lmag)}} \right)$$

[0085] $$\omega b = \frac{1}{\sqrt{(L + Lmag) \times (Cb1 + Cb2)}}$$

[0086] 在此,Lmag是励磁电感14的值。数3、数4所示的数学式的tdead_a、tdead_b各自的右边是在第一分支、第二分支中从一个开关元件切换成断开且两个开关元件断开的时刻开始到通过LC共振使另一个开关元件的漏极与源极之间的电压首次成为最小的时刻为止的时间。即,将该时间设为非连续模式下的第一死区时间(tdead_a)、第二死区时间(tdead_b)。

[0087] 因此,在扼流线圈33中流动的电流为非连续模式的情况下(即,在Ic以下的情况下),控制部40能够基于数3、数4所示的数学式反映励磁电感14的值来运算并动态地计算第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b)。并且,以成为计算出的第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b)的方式向各个开关元件20A、20B、20C、20D输出PWM信号。由此,在励磁电流流过一次侧线圈11的情况下也能够在开关元件20A、20B、20C、20D中实现ZVS。即,控制部40基于在扼流线圈33中流动的电流Iout(即,在电感器13中流动的电流IL)的增加状态,来决定在决定第一死区时间及第二死区时间时是否反映变压器10的励磁电感14。

[0088] 根据数3所示的数学式、数4所示的数学式,直流电源的输入电压Vin的值(即,第一电压检测部40A检测到的电压值)越大则死区时间越大,在电感器13中流动的电流IL的值(即,第一电流检测部40C检测到的电流值)越大则死区时间越小。另外,施加于第三导电路3与第四导电路4之间的输出电压Vout的值(即,第二电压检测部40B检测到的电压值)越大则死区时间越大。

[0089] 接着,例示本结构的效果。

[0090] 本公开的绝缘型DCDC转换器100具备变压器10、全桥型的开关电路20、保护电路21、控制部40、电感器13及输出电路30。变压器10具有一次侧线圈11及二次侧线圈12A、12B。全桥型的开关电路20具备开关元件20A、20B、20C、20D。保护电路21具有第一二极管20E和第

二二极管20F。控制部40对开关电路20的动作进行控制。输出电路30连接于二次侧线圈12A、12B。第一开关元件20A和第二开关元件20B串联连接于第一导电路1与第二导电路2之间。第三开关元件20C和第四开关元件20D串联连接于第一导电路1与第二导电路2之间。电感器13的一端电连接于第一开关元件20A与第二开关元件20B之间的第一连接点P1。电感器13的另一端电连接于一次侧线圈11的一端、第一二极管20E的阳极、第二二极管20F的阴极。一次侧线圈11的另一端电连接于第三开关元件20C与第四开关元件20D之间的第二连接点P2。第一二极管20E的阴极电连接于第一导电路1。本公开的绝缘型DCDC转换器100是第二二极管20F的阳极与第二导电路2电连接的相移方式的绝缘型DCDC转换器。本公开的绝缘型DCDC转换器100具备对第一导电路1与第二导电路2之间的电压值进行检测的第一电压检测部40A和对电感器13的电流值进行检测的第一电流检测部40C。控制部40基于第一电压检测部40A检测到的电压值和第一电流检测部40C检测到的电流值,以电压值越大则使死区时间越大、电流值越大则使死区时间越小的方式决定第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。第一死区时间是第一开关元件20A和第二开关元件20B均断开的时间。第二死区时间是第三开关元件20C和第四开关元件20D均断开的时间。

[0091] 因此,该绝缘型DCDC转换器100能够通过保护电路21来吸收在变压器10的二次侧产生的恢复浪涌。与此同时,该绝缘型DCDC转换器100基于由第一电流检测部40C检测到的在电感器13中流动的电流IL的电流值来运算第一死区时间及第二死区时间。因此,该绝缘型DCDC转换器100能够基于与在电感器13中流动的电流相应的值来动态地获得死区时间。

[0092] 本公开的绝缘型DCDC转换器100的控制部40基于电流值的增加状态来决定在决定第一死区时间及第二死区时间时是否反映变压器10的励磁电感14。

[0093] 如果这样构成,电流值的增加状态能够视为负载电流的状态。因此,根据负载电流的状态来决定是否反映励磁电感14,从而运算并算出第一死区时间及第二死区时间,从而能够更细致地获得死区时间。

[0094] 本公开的绝缘型DCDC转换器100的控制部40在电流值的增加率为阈值以下的情况下反映励磁电感14来决定第一死区时间及第二死区时间中的至少某一个。控制部40在电流值的增加率超过阈值的情况下不反映励磁电感14地决定第一死区时间及第二死区时间。

[0095] 如果这样构成,在电流值的增加率为阈值以下时反映励磁电感14的情况下,求出负载电流小而在一次侧线圈11中流动的励磁电流的大小不能无视的状态的死区时间。另一方面,在电流值的增加率超过阈值时不反映励磁电感14的情况下,求出负载电流大而在一次侧线圈11中流动的励磁电流的大小能够无视的状态的死区时间。因此,能够通过根据负载电流的大小来反映在一次侧线圈中流动的励磁电流的状态而获得更准确的死区时间。

[0096] ＜实施方式2＞

[0097] 接下来的说明涉及图8所示的实施方式2的绝缘型DCDC转换器200。

[0098] 实施方式2的绝缘型DCDC转换器200在省略第一电压检测部40A这点(第一不同点)上与实施方式1的绝缘型DCDC转换器100不同。进而,实施方式2的绝缘型DCDC转换器200在设置有二次侧电压检测部40E这点(第二不同点)上与实施方式1的绝缘型DCDC转换器100不同。进而,实施方式2的绝缘型DCDC转换器200在以与实施方式1不同的方法检测“第一导电路1与第二导电路2之间的电压值”这点(第三不同点)上与实施方式1的绝缘型DCDC转换器100不同。另一方面,除了上述第一不同点、上述第二不同点及上述第三不同点以外,实施方

式2的绝缘型DCDC转换器200的结构、动作等全部与实施方式1的绝缘型DCDC转换器100相同。

[0099] 实施方式2的绝缘型DCDC转换器200也是对施加于第一导电路1与第二导电路2之间的直流电压即输入电压Vin进行降压并输出比输入电压Vin低的直流电压即输出电压Vout的降压型DCDC转换器。

[0100] 在绝缘型DCDC转换器200中,二次侧电压检测部40E及控制部40相当于电压检测部的一例。

[0101] 二次侧电压检测部40E对从变压器10的二次侧线圈12A、12B施加的二次侧电压Vtr2进行测定。二次侧电压Vtr2是电连接于变压器10的整流输出路径30C(第五导电路)与电连接于地面的第四导电路4之间的电位差。整流输出路径30C是变压器10中的二次侧线圈12A、12B的中间位置(中央抽头)与扼流线圈33之间的导电路。即,二次侧电压Vtr2是以第四导电路4的电位(接地电位)为基准的整流输出路径30C(第五导电路)的电压。二次侧电压Vtr2是表示二次侧线圈12A、12B的两端电压的值,该两端电压是通过具有扼流线圈33及输出电容器34来构成的滤波电路来平滑化之前的值。此外,第二电压检测部40B所示的值是第三导电路3与第四导电路4之间的电位差,上述两端电压是通过上述滤波电路来平滑化之后的直流电压的值。二次侧电压检测部40E将表示二次侧电压Vtr2的值的信号输入到控制部40。表示二次侧电压Vtr2的值的信号只要是可以确定二次侧电压Vtr2的值的信号即可,可以是表示二次侧电压Vtr2的值本身的信号,也可以是表示将二次侧电压Vtr2以预定分压比进行分压而得到的值的信号。

[0102] 控制部40基于二次侧电压检测部40E测定的二次侧电压Vtr2来检测第一导电路1与第二导电路2之间的电压值。第一导电路1与第二导电路2之间的电压值是输入电压Vin的值,且是第一导电路1与第二导电路2之间的电位差。

[0103] 控制部40将二次侧电压的值设为Vtr2,将一次侧线圈11与二次侧线圈12A的匝数比及一次侧线圈11与二次侧线圈12B的匝数比均设为N,将第一导电路1与第二导电路2之间的电压值(输入电压的值)设为Vin。一次侧线圈11的匝数是N1,二次侧线圈12A、12B的匝数均为N2。匝数比N为N=N1/N2。并且,控制部40以其为前提,通过Vin=Vtr2×N的式子来求出Vin。此外,在绝缘型DCDC转换器200中,使用Vin的控制与实施方式1相同,除此之外的控制也与实施方式1相同。

[0104] 这样,实施方式2的绝缘型DCDC转换器200能够基于二次侧电压测定部测定出的二次侧电压Vtr2来检测第一导电路1与第二导电路2之间的电压值(输入电压Vin的值)。因此,该绝缘型DCDC转换器在存在难以直接测定第一导电路1与第二导电路2之间的电压值(输入电压Vin的值)的情形或与直接测定相比更优选测定二次侧电压Vtr2来估算上述电压值的情形的情况下有利。

[0105] 绝缘型DCDC转换器200能够基于匝数比N来更简单地实现可以基于二次侧电压Vtr2来更准确地求出第一导电路1与第二导电路2之间的电压值(输入电压Vin的值)的结构。此外,上述的计算方法(Vin=Vtr2×N)仅是一例,只要是可以基于二次侧电压Vtr2和变压器的匝数比来计算输入电压Vin的方法,则也可以使用其他计算方法。

[0106] 绝缘型DCDC转换器200能够测定作为与第一导电路1与第二导电路2之间的电压值(输入电压Vin的值)相比相对较低的值的二次侧电压Vtr2,并根据该二次侧电压Vtr2来导

出第一导电路1与第二导电路2之间的电压值。因此,该绝缘型DCDC转换器200能够省略或简化为了检测较高的电压所需的结构,能够使可以对第一导电路1与第二导电路2之间的电压值进行检测的结构实现进一步小型化。例如,在直接测定输入电压Vin的值并将测定值输入到控制部40的情况下,在输入电压Vin的值升高时,在输入侧与控制部40之间需要绝缘放大器等绝缘部,但根据实施方式2的方法能够省略这样的部件。

[0107] 特别是,在本结构中,二次侧线圈12A、12B、整流输出路径30C与第一导电路1及第二导电路2均绝缘,第四导电路4与第一导电路1及第二导电路2均绝缘。而且,第四导电路4与控制部40中的未图示的基准导电路电连接,第四导电路4与控制部40的基准导电路相同电位。因此,能够将二次侧电压Vtr2的测定结果在不绝缘的情况下良好地输入到控制部40,另一方面,“二次侧电压Vtr2的测定路径及控制部40”与“输入侧的第一导电路1及第二导电路2”能够彼此切实地绝缘。

[0108] ＜其他实施方式＞

[0109] 本结构不限于通过上述记载及附图说明的实施方式,例如如下这样的实施方式也包括在本发明的技术范围内。

[0110] 在实施方式1、2中,在控制部40中运算并算出第一死区时间(tdead_a)及第二死区时间(tdead_b),但也可以是,使控制部存储数据表,该数据表存储有与输入电压、电感器中流动的电流、输出电压对应的第一死区时间及第二死区时间,基于根据数据表运算所获得的与输入电压、电感器中流动的电流、输出电压对应的第一死区时间及第二死区时间来将各开关元件从断开切换到接通。

[0111] 在实施方式1、2中,第五开关元件30A及第六开关元件30B使用MOSFET,但也可以构成为使用二极管。

[0112] 在实施方式1、2中,控制部40以微型计算机为主体来构成,但也可以通过微型计算机以外的多个硬件电路来实现。

[0113] 在实施方式1、2中,求出第一死区时间和第二死区时间这双方,但也可以求出第一死区时间和第二死区时间中的至少某一个。

[0114] 在实施方式1中,利用第一电压检测部40A来检测输入电压Vin的电压值,但也可以根据由第二电压检测部检测到的输出电压Vout的电压值、变压器的匝数比、PWM信号的占空比来运算并算出输入电压Vin。或者,也可以在实施方式1的结构中如实施方式2那样进行输入电压Vin的值的检测。

[0115] 在实施方式1、2中,通过设置于第一导电路1的第一电流检测部40C来检测在电感器13中流动的电流IL,但电流检测部的位置及结构只要是可以检测在电感器中流动的电流的位置及结构即可。

[0116] 应该认为,本次公开的实施方式在全部方面均为例示而不是限制性的。本发明的范围不限于本次公开的实施方式,而由权利要求书示出,意在包括与权利要求书等同含义及范围内的全部变更。

[0117] 附图标记说明

[0118] 1…第一导电路

[0119] 2…第二导电路

[0120] 3…第三导电路

[0121] 4…第四导电路

[0122] 6…负载

[0123] 7…输入电容器

[0124] 10…变压器

[0125] 11…一次侧线圈

[0126] 12A、12B…二次侧线圈

[0127] 13…电感器

[0128] 14…励磁电感

[0129] 20…开关电路

[0130] 20A…第一开关元件

[0131] 20B…第二开关元件

[0132] 20C…第三开关元件

[0133] 20D…第四开关元件

[0134] 20E…第一二极管

[0135] 20F…第二二极管

[0136] 20G、20H、20J、20K…寄生二极管

[0137] 20L、20M、20N、20P…电容器

[0138] 21…保护电路

[0139] 30…输出电路

[0140] 30A…第五开关元件

[0141] 30B…第六开关元件

[0142] 30C…整流输出路径

[0143] 33…扼流线圈

[0144] 34…输出电容器

[0145] 40…控制部(电压检测部)

[0146] 40A…第一电压检测部(电压检测部)

[0147] 40B…第二电压检测部(电压检测部)

[0148] 40C…第一电流检测部(电流检测部)

[0149] 40D…第二电流检测部

[0150] 40E…二次侧电压检测部(电压检测部)

[0151] 100、200…绝缘型DCDC转换器

[0152] 101…第一导电路

[0153] 102…第二导电路

[0154] 103…第三导电路

[0155] 104…第四导电路

[0156] 110…变压器

[0157] 111…一次侧线圈

[0158] 112A、112B…二次侧线圈

[0159] 120…开关电路

[0160] 120A…第一开关元件

[0161] 120B…第二开关元件

[0162] 120C…第三开关元件

[0163] 120D…第四开关元件

[0164] 130…输出电路

[0165] 130A…第五开关元件

[0166] 130B…第六开关元件

[0167] 130C…整流输出路径

[0168] 133…扼流线圈

[0169] G…接地路径

[0170] P1…第一连接点

[0171] P2…第二连接点

[0172] P3…第三连接点

[0173] Vin…输入电压

[0174] Vout…输出电压

[0175] Vtr2…二次侧电压。

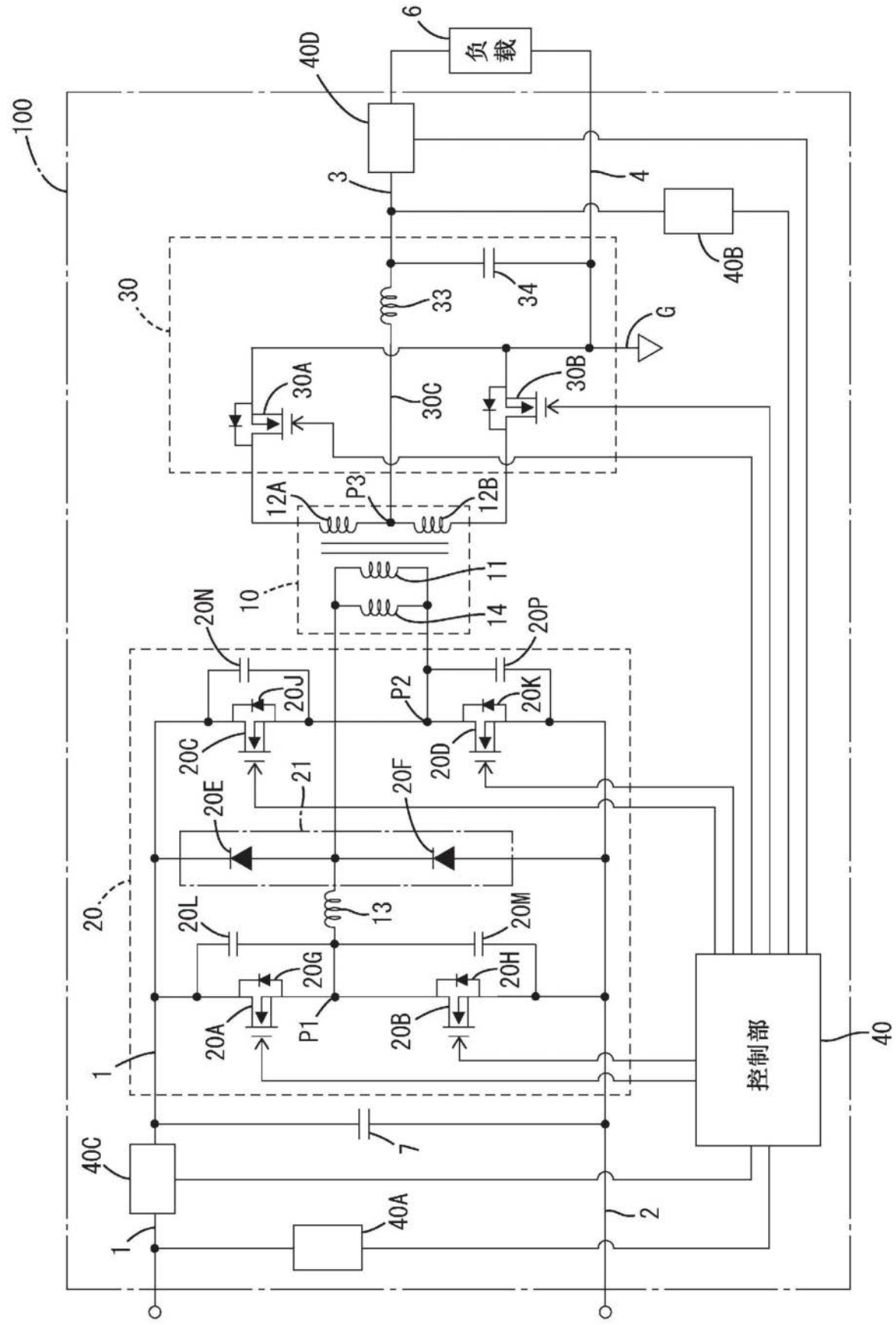

负载
6
40D
100
3
4
40B
30
33
34
G
30A
30C
30B
12A
P3
12B
11
10
14
20N
20P
20J
20K
P2
20C
20D
21
20E
20F
20
20L
20M
13
20G
20H
20A
P1
20B
1
控制部
40
7
40C
40A
2

图1

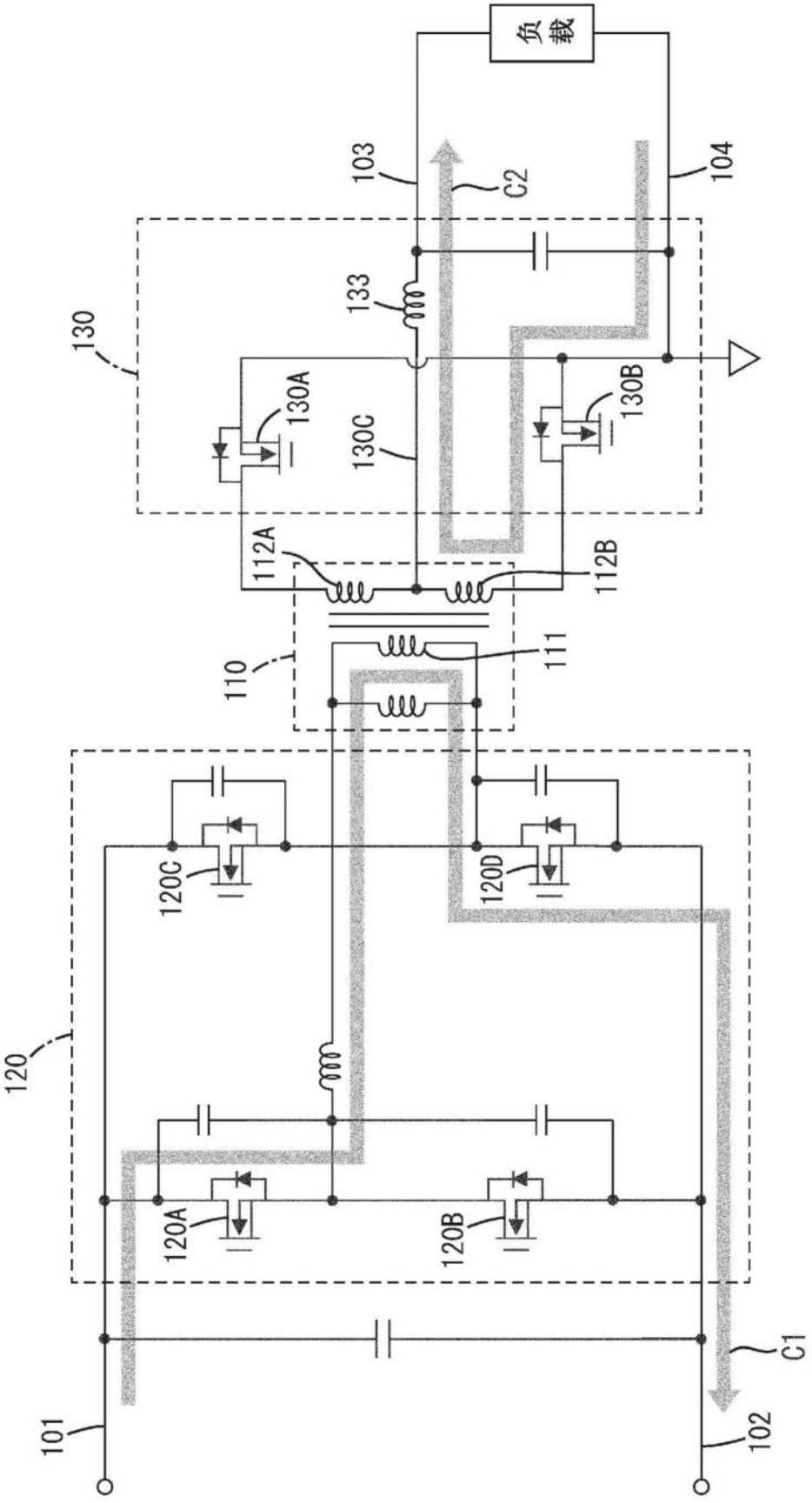

负载
103
C2
104
133
130
130A
130C
130B
112A
112B
110
111
120C
120D
120
120A
120B
C1
101
102

图2

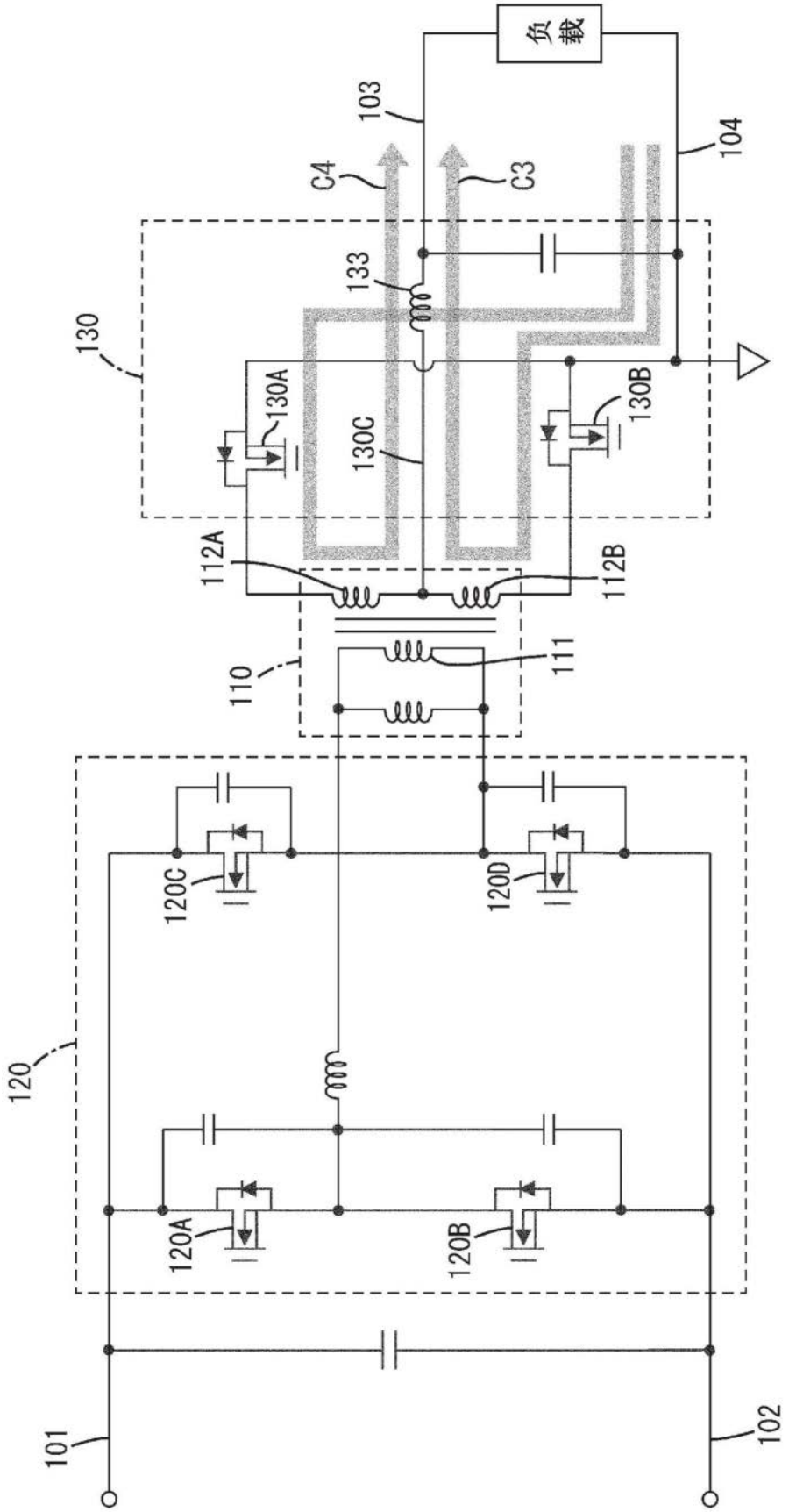

负载
103
104
C4
C3
133
130
130A
130C
130B
112A
112B
110
111
120C
120D
120
120A
120B
101
102

图3

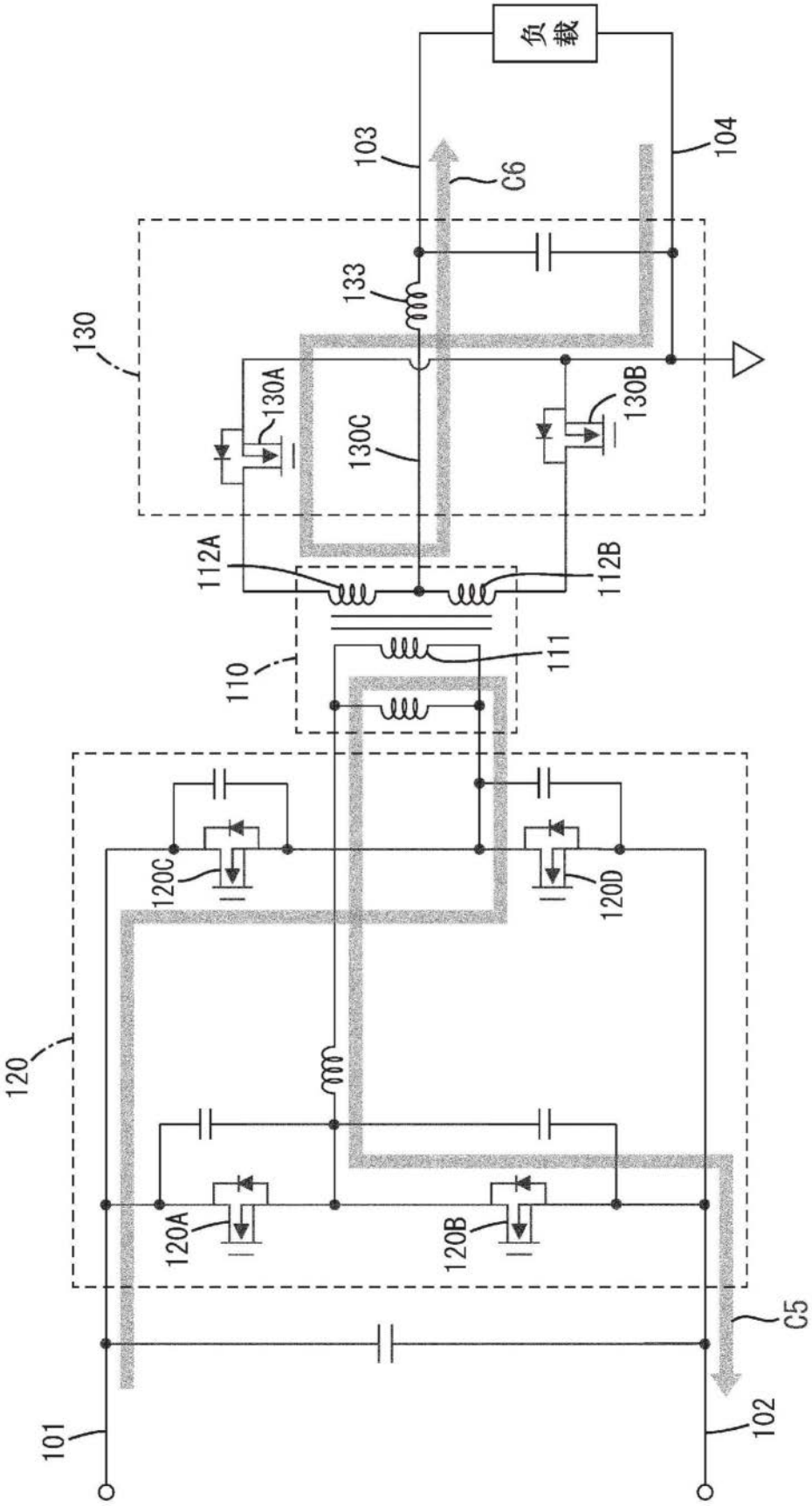

负载
103
C6
104
133
130
130A
130C
130B
112A
112B
110
111
120C
120D
120
120A
120B
C5
101
102

图4

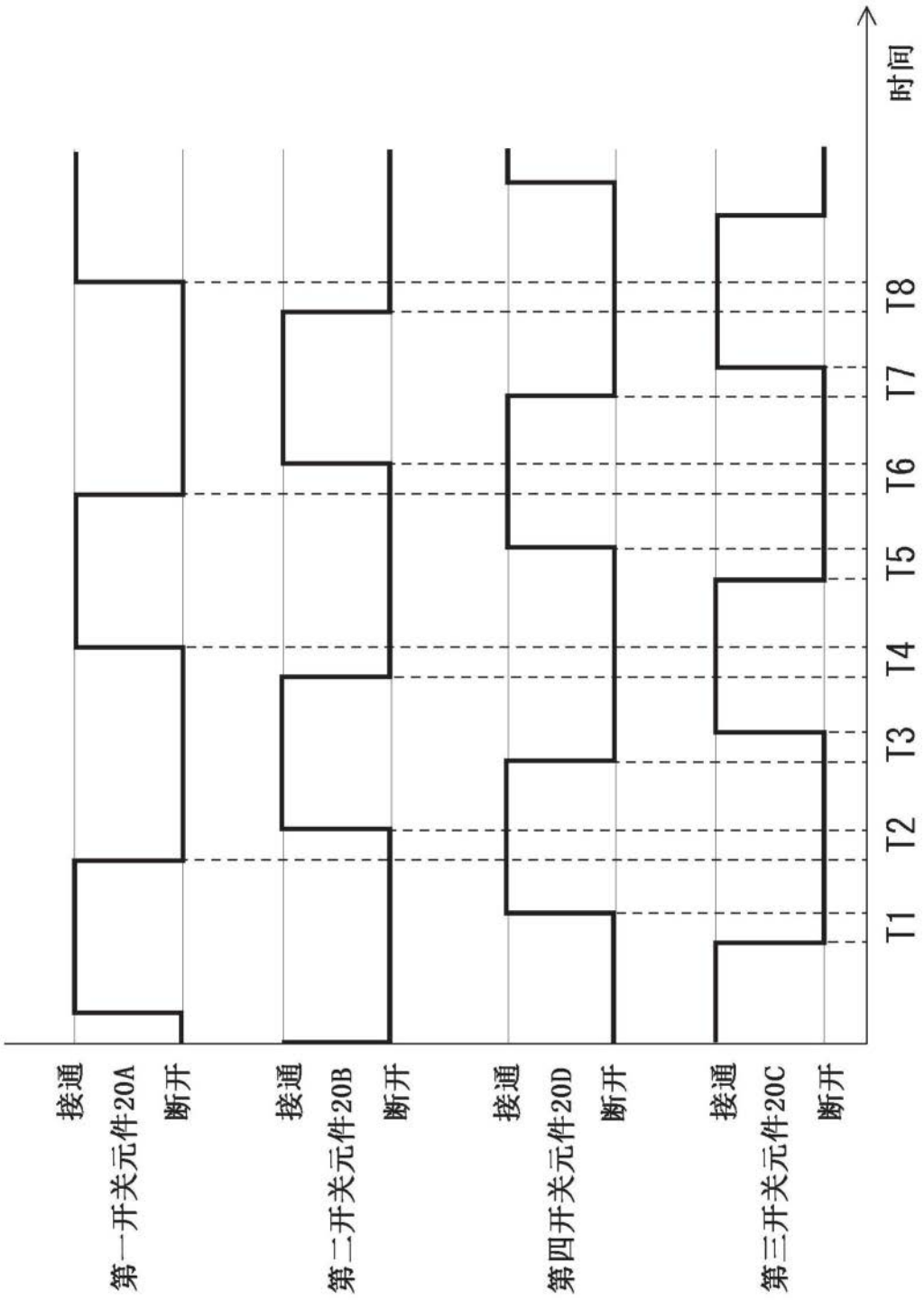

时间
T1
T2
T3
T4
T5
T6
T7
T8
接通
第一开关元件20A
断开
接通
第二开关元件20B
断开
接通
第四开关元件20D
断开
接通
第三开关元件20C
断开

图5

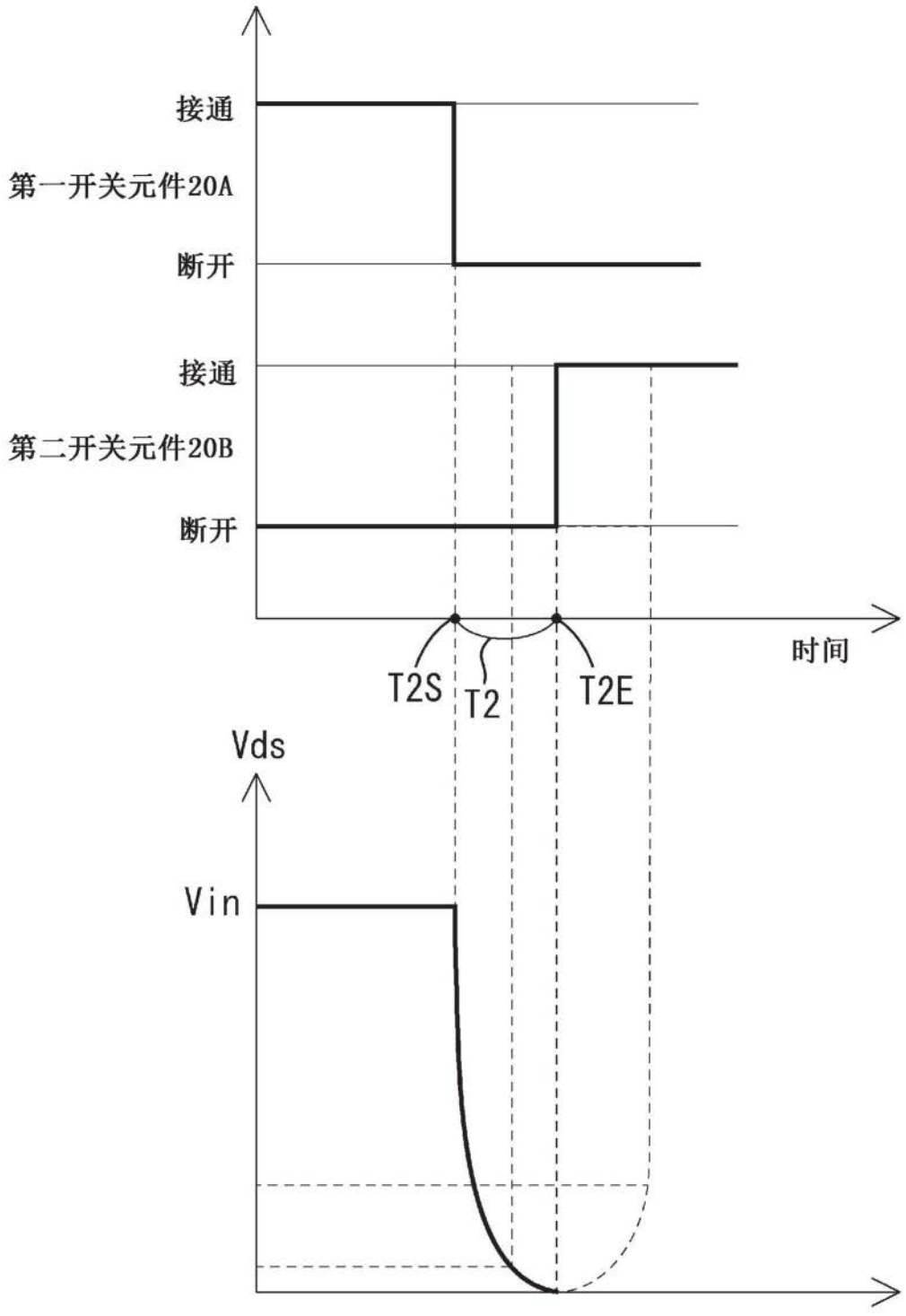


图6

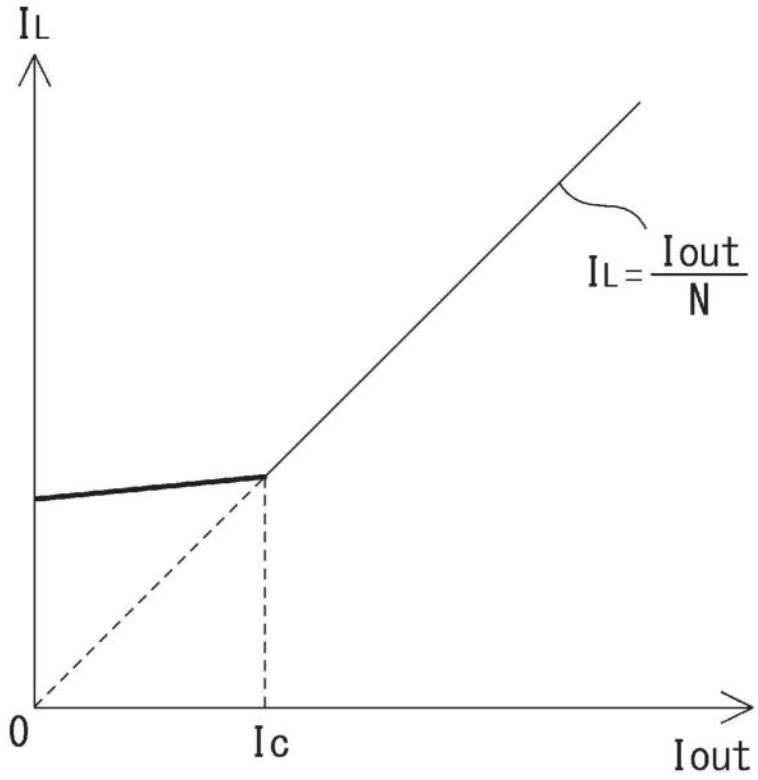


图7

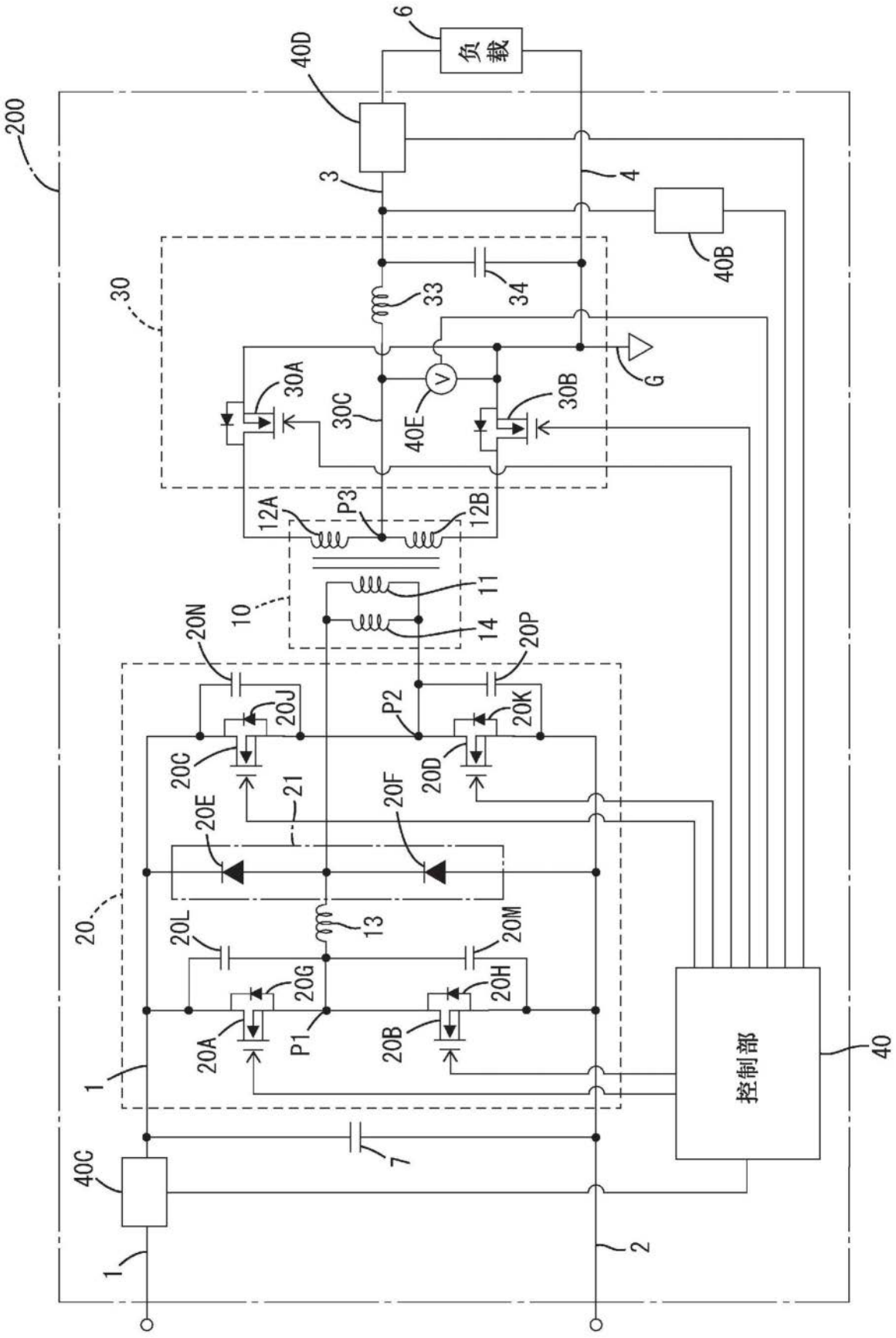

200
6
负载
40D
3
4
40B
30
33
34
G
30A
30C
40E
30B
12A
P3
12B
10
11
14
20N
20P
20J
20K
P2
20C
20D
21
20E
20F
20
20L
20M
13
20G
20H
20A
P1
20B
1
40
控制部
7
40C
2

图8