



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113632360 A

(43) 申请公布日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202080022157.8

(22) 申请日 2020.03.05

(30) 优先权数据

2019-053844 2019.03.20 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.09.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/009322 2020.03.05

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/189295 JA 2020.09.24

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 浅沼健一 草间史人

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 庄锦军

(51) Int.Cl.

H02M 3/28 (2006.01)

H02M 7/48 (2007.01)

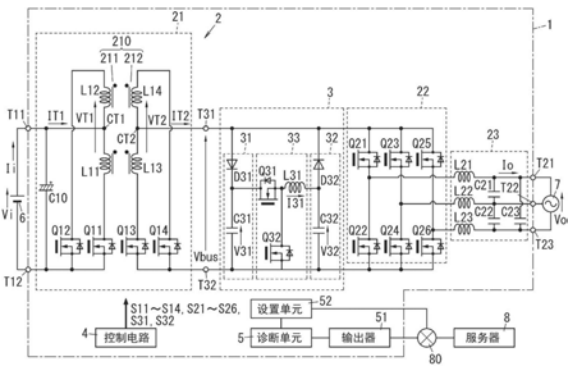
权利要求书1页 说明书16页 附图6页

(54) 发明名称

电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序

(57) 摘要

本公开提供一种用于确定电力转换电路是否存在异常的电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序。电力转换系统(1)包括电力转换电路(2)、缓冲器电路(3)和诊断单元(5)。电力转换电路(2)包括变压器(210)和配置为电连接到变压器(210)的开关元件(Q11~Q14)，电力转换电路(2)配置为转换电力。缓冲器电路(3)配置为电连接到变压器(210)，并从电力转换电路(2)提取电能。诊断单元(5)配置为根据变压器(210)的端子的电压、缓冲器电路(3)产生的电压或者缓冲器电路(3)产生的电流中的至少一种对电力转换电路(2)进行诊断。



1. 一种电力转换系统,包括:

电力转换电路,包括变压器和配置为电连接到所述变压器的开关元件,所述电力转换电路配置为转换电力;

缓冲器电路,配置为电连接到所述变压器,并从所述电力转换电路提取电能;以及

诊断单元,配置为根据所述变压器的端子的电压、所述缓冲器电路产生的电压或所述缓冲器电路产生的电流中的至少一种对所述电力转换电路进行诊断。

2. 根据权利要求1所述的电力转换系统,其中

所述诊断单元配置为根据以下信息对所述电力转换电路进行诊断:

主要信息,包括所述变压器的端子的电压、所述缓冲器电路产生的电压或所述缓冲器电路产生的电流中的至少任何一种信息,以及

辅助信息,包括所述电力转换电路的输入电力、输出电力或温度中的至少任何一种信息。

3. 根据权利要求2所述的电力转换系统,其中

所述诊断单元配置为:当所述主要信息表示的值包括在位于基于所述辅助信息的正常范围之外的异常范围内时,确定所述电力转换电路处于异常状态。

4. 根据权利要求3所述的电力转换系统,其中

所述诊断单元配置为:当所述主要信息表示的值包括在所述正常范围和所述异常范围之间的注意范围内时,确定所述电力转换电路处于注意状态。

5. 根据权利要求3或4所述的电力转换系统,其中

所述正常范围是能够改变的。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电力转换系统,其中

所述缓冲器电路配置为从所述电力转换电路提取电能并将由此提取的电能再生到所述电力转换电路中,并且

所述诊断单元配置为根据所述缓冲器电路产生的电压或电流对所述电力转换电路进行诊断。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的电力转换系统,还包括:

输出器,配置为输出所述诊断单元的诊断结果。

8. 一种电力转换电路的诊断方法,所述电力转换电路包括变压器和配置为电连接到所述变压器的开关元件,所述电力转换电路配置为转换电力,所述方法包括:

根据所述变压器的端子的电压、缓冲器电路产生的电压或所述缓冲器电路产生的电流中的至少一种对所述电力转换电路进行诊断,所述缓冲器电路配置为电连接到所述变压器并从所述电力转换电路提取电能。

9. 一种程序,配置为使计算机系统执行根据权利要求8所述的诊断方法。

## 电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序

### 技术领域

[0001] 本公开大体上涉及电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序，并且具体地，涉及包括配置为转换电力的电力转换电路的电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序。

### 背景技术

[0002] 已知包括缓冲器 (snubber) 电路的交流/直流电力转换器 (电力转换系统) (例如，参见专利文献1)。

[0003] 专利文献1的交流/直流电力转换器包括三相整流器、逆变器、高频变压器、负载侧整流器 (电力转换电路) 和缓冲器电路。三相整流器配置为接收正弦波三相交流电流并将正弦波三相交流电流转换为具有正电压的高频脉动电流。逆变器配置为将高频脉动电流转换为矩形波的单相交流电流。高频变压器配置为对单相交流电流的电压进行绝缘和转换。缓冲器电路连接在三相整流器与逆变器之间，配置为提取和再生高频变压器的漏感产生的能量。负载侧整流器配置为将电压由高频变压器进行绝缘和转换后的单相交流电流转换为直流电流。

[0004] 如果电力转换系统的电力转换电路出现异常，则该异常会降低电力转换电路的电力转换效率，因此，需要对电力转换电路的异常进行检测。

[0005] 引用列表

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP 2013-158064 A

### 发明内容

[0008] 鉴于上述情况，本发明的目的是提供一种配置为确定电力转换电路中是否存在异常的电力转换系统、以及电力转换电路的诊断方法和程序。

[0009] 根据本公开的一个方面的电力转换系统包括电力转换电路、缓冲器电路和诊断单元。电力转换电路包括变压器和配置为电连接到变压器的开关元件，并且电力转换电路被配置为转换电力。缓冲器电路配置为电连接到变压器并从电力转换电路提取电能。诊断单元配置为根据变压器的端子的电压、缓冲器电路产生的电压或缓冲器电路产生的电流中的至少一种对电力转换电路进行诊断。

[0010] 根据本公开的一个方面的电力转换电路的诊断方法是如下电力转换电路的诊断方法，该电力转换电路包括变压器和配置为电连接到变压器的开关元件，该电力转换电路配置为转换电力，该诊断方法包括诊断处理。诊断处理包括根据变压器的端子的电压、缓冲器电路产生的电压或缓冲器电路产生的电流中的至少一种对电力转换电路进行诊断，缓冲器电路配置为电连接到变压器并从电力转换电路提取电能。

[0011] 根据本公开的一个方面的程序配置为使计算机系统执行电力转换电路的诊断方法。

## 附图说明

- [0012] 图1是表示本公开的一个实施例的电力转换系统的电路图。
- [0013] 图2是电力转换系统中电力转换电路正常时的操作波形图。
- [0014] 图3是电力转换系统中电力转换电路异常时的操作波形图。
- [0015] 图4是电力转换系统中电力转换电路处于另一种异常状态时的操作波形图。
- [0016] 图5是表示电力转换系统中的判定范围的图。
- [0017] 图6是电力转换系统的操作流程；以及
- [0018] 图7的A和B是表示电力转换系统的变型的框图。

## 具体实施方式

[0019] 以下描述的实施例和变型仅为本公开的示例，本公开不限于该实施例和变型。在不脱离本公开的技术思想的范围的情况下可以根据设计等进行各种修改，即使这些修改不包括该实施例和变型。

[0020] (实施例)

[0021] (1) 概要

[0022] 首先，将参考图1描述根据本实施例的电力转换系统1的概要。

[0023] 如图1所示，根据本实施例的电力转换系统1是在一组直流端子T11、T12与一组交流端子T21、T22、T23之间进行电力转换的系统。蓄电池6配置为电连接到直流端子T11和T12。电力系统7配置为电连接到交流端子T21、T22和T23。本文使用的“电力系统7”是指电力公司等电力供应商向消费者的受电设施供电的整个系统。

[0024] 本实施例的电力转换系统1将从蓄电池6输入的直流电力转换为具有称为U相、V相、W相的三三相的交流电力，并将该交流电力输出（传输）到电力系统7。此外，电力转换系统1将从电力系统7输入的具有称为U相、V相、W相的三三相的交流电力转换为直流电力，并将该直流电力输出到蓄电池6。即，电力转换系统1在一组直流端子T11、T12与一组交流端子T21、T22、T23之间双向地进行电力变换。

[0025] 换言之，为了使蓄电池6放电，电力转换系统1将从蓄电池6输入的直流电力转换为交流电力，并将该交流电力输出（放电）到电力系统7。此时，蓄电池6作为“直流电源”发挥作用，电力系统7作为具有U相、V相、W相的“三相交流负载”发挥作用。此外，为了给蓄电池6充电，电力转换系统1将从电力系统7输入的交流电力转换成直流电力，并将该直流电力输出给蓄电池6（用该直流电力对蓄电池6充电）。在该状态下，蓄电池6作为“直流负载”发挥作用，电力系统7作为具有U相、V相、W相的“三相交流电源”发挥作用。

[0026] 本实施例的电力转换系统1包括电力转换电路2、缓冲器电路3、控制电路4和诊断单元5。

[0027] 电力转换电路2在一组直流端子T11和T12与一组交流端子T21、T22和T23之间进行双向的电力转换。缓冲器电路3为保护电路，配置为控制电力转换电路2产生的振铃或浪涌电压。例如，当电力转换电路2将直流电力转换为交流电力或将交流电力转换为直流电力时，可能会由于电力转换电路2中包括的变压器210的漏感而发生振铃。电力转换系统1能够通过缓冲器电路3抑制这种振铃。诊断单元5根据变压器210的端子的电压、缓冲器电路3产生的电压或缓冲器电路3产生的电流中的至少一种对电力转换电路2进行诊断。

[0028] 在本实施方式中,例如以将包括电力转换系统1和蓄电池6的电力存储系统引入到办公楼、医院、商业设施、或学校等非住宅设施中的情况为例进行说明。

[0029] “售电”最近特别流行。所谓“售电”,是指法人或个人从分布式电源(例如,光伏电池、蓄电池6或燃料电池)获得的电力向电力系统7的逆向流动。售电是通过将分布式电源连接到电力系统7的系统互连来实现的。在系统互连中,被称为电力调节器的电力转换系统1用于将分布式电源的电力转换为适合于电力系统7的电力。根据本实施例的电力转换系统1例如用作电力调节器,并且在作为分布式电源的蓄电池6与电力系统7之间将直流电力转换为三相交流电力,反之亦然。

[0030] (2) 结构

[0031] 将参考图1详细描述电力转换系统1中包括的组件。

[0032] (2.1) 电力转换电路

[0033] 电力转换电路2在一组的两个直流端子T11和T12与一组的三个交流端子T21、T22和T23之间进行电力转换。

[0034] 作为直流电源或直流负载的蓄电池6被配置为电连接到直流端子T11和T12。在本实施例中,蓄电池6电连接在直流端子T11和T12之间,使得两个直流端子T11和T12中,直流端子T11具有较高的电位(作为正极)并且直流端子T12具有较低的电位(作为负极)。

[0035] 作为具有U相、V相、W相的三相交流电源或三相交流负载发挥功能的电力系统7配置为电连接到交流端子T21、T22、T23。交流端子T21与U相连接,交流端子T22与V相连接,交流端子T23与W相连接。

[0036] 电力转换电路2包括第一转换电路21、第二转换电路22和滤波器(filter)电路23。电力转换电路2还包括两个直流端子T11和T12以及三个交流端子T21、T22和T23。注意,两个直流端子T11和T12以及三个交流端子T21、T22和T23不必包括在电力转换电路2中。此外,这里提到的“端子”不必是用于连接电线等的部件,而可以是例如电子部件的引线或包含在电路板中的导体的一部分。

[0037] 第一转换电路21例如是DC/DC转换器。参照图1,第一转换电路21包括电容器C10、变压器210和开关元件Q11至Q14。

[0038] 电容器C10电连接在两个直流端子T11与T12之间。换言之,电容器C10通过两个直流端子T11和T12连接到蓄电池6。电容器C10例如是电解电容器。电容器C10具有稳定直流端子T11、T12之间的电压的功能。电容器C10不必包括在第一转换电路21的组件中。

[0039] 开关元件Q11至Q14中的每一个例如是n沟道耗尽型金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。开关元件Q11至Q14中的每一个都包括寄生二极管。开关元件Q11~Q14的寄生二极管的阳极分别与开关元件Q11~Q14的源极电连接,其阴极分别与开关元件Q11~Q14的漏极电连接。

[0040] 开关元件Q11至Q14中的每一个由控制电路4控制。

[0041] 变压器210包括彼此磁连接的初级绕组线211和次级绕组线212。初级绕组线211经由开关元件Q11和Q12电连接到电容器C10。次级绕组线212经由开关元件Q13和Q14电连接到缓冲器电路3。

[0042] 变压器210例如是配备有中心抽头的高频绝缘变压器。变压器210的初级绕组线211包括以初级侧中心抽头CT1作为连接点的两条绕组线L11和L12的串联电路。类似地,变

压器210的次级绕组线212包括以次级侧中心抽头CT2作为连接点的两条绕组线L13和L14的串联电路。即,两条绕组线L11和L12彼此串联电连接以形成初级绕组线211。类似地,两条绕组线L13和L14彼此串联电连接以形成次级绕组线212。初级侧中心抽头CT1电连接到电容器C10的正极侧(直流端子T11侧)的端子。次级侧中心抽头CT2电连接到稍后描述的端子T31。绕组线L11、L12、L13和L14的匝数比例如为1:1:1:1。绕组线L11、L12、L13和L14的匝数比可根据电力转换系统1的规格等任意改变。

[0043] 经由直流端子T11和T12向第一转换电路21施加在蓄电池6的两端之间的电压作为输入电压 $V_i$ 。

[0044] 在第一转换电路21中,开关元件Q11和Q12的导通/截止将输入电压 $V_i$ 转换成例如20kHz的矩形波高频交流电压,并向初级绕组线211(绕组线L11和L12)施加矩形波高频交流电压。

[0045] 开关元件Q11在电容器C10的两端之间与绕组线L11串联电连接。开关元件Q12在电容器C10的两端之间与绕组线L12串联电连接。换言之,在直流端子T11和T12之间,开关元件Q11和绕组线L11的串联电路与开关元件Q12和绕组线L12的串联电路并联电连接。

[0046] 开关元件Q11的漏极经由绕组线L11与初级侧中心抽头CT1电连接。开关元件Q12的漏极经由绕组线L12与初级侧中心抽头CT1电连接。开关元件Q11、Q12的源极与低电位(负极)侧的直流端子T12电连接。

[0047] 在第一转换电路21中,开关元件Q13和Q14被导通/截止,以将在次级绕组线212(绕组线L13和L14)处产生的具有正负极性的矩形波交流电压转换为具有正极性的直流电压,并在两个端子T31和T32之间输出该直流电压。在本实施例中,在端子T31和T32之间提供电压,使得两个端子T31和T32中,端子T31具有较高的电位(作为正极),端子T32具有较低的电位(作为负极)。

[0048] 开关元件Q13在端子T31、T32之间与绕组线L13串联电连接。开关元件Q14在端子T31、T32之间与绕组线L14串联电连接。即,在端子T31和T32之间,开关元件Q13和绕组线L13的串联电路与开关元件Q14和绕组线L14的串联电路并联电连接。

[0049] 开关元件Q13的漏极经由绕组线L13与次级侧中心抽头CT2电连接。开关元件Q14的漏极经由绕组线L14与次级侧中心抽头CT2电连接。开关元件Q13、Q14的源极与低电位(负极)侧的端子T32电连接。

[0050] 第二转换电路22是将端子T31、T32之间的直流电压转换为矩形波交流电压的三相逆变器电路,包括6个桥接的开关元件Q21~Q26。

[0051] 开关元件Q21至Q26中的每一个例如是n沟道耗尽型MOSFET。高电位侧的开关元件Q21在端子T31、T32之间与低电位侧的开关元件Q22串联电连接。高电位侧的开关元件Q23在端子T31、T32之间与低电位侧的开关元件Q24串联电连接。高电位侧的开关元件Q25在端子T31、T32之间与低电位侧的开关元件Q26串联电连接。

[0052] 高电位侧的开关元件Q21、Q23、Q25的漏极与端子T31电连接。低电位侧的开关元件Q22、Q24、Q26的源极与端子T32电连接。另外,高电位侧的开关元件Q21的源极与低电位侧的开关元件Q22的漏极电连接。高电位侧的开关元件Q23的源极与低电位侧的开关元件Q24的漏极电连接。高电位侧的开关元件Q25的源极与低电位侧的开关元件Q26的漏极电连接。

[0053] 即,开关元件Q21和Q22的串联电路、开关元件Q23和Q24的串联电路以及开关元件

Q25和Q26的串联电路在端子T31和T32之间彼此并联电连接。开关元件Q21和Q22的串联电路形成与U相对应的U相电路。开关元件Q23和Q24的串联电路形成与V相对应的V相电路。开关元件Q25和Q26的串联电路形成与W相对应的W相电路。

[0054] 开关元件Q21至Q26中的每一个都包括寄生二极管。开关元件Q21~Q26的寄生二极管的阳极分别与开关元件Q21~Q26的源极电连接,阴极分别与开关元件Q21~Q26的漏极电连接。

[0055] 开关元件Q21至Q26中的每一个由控制电路4控制。

[0056] 滤波器电路23对从第二转换电路22输出的矩形波交流电压进行平滑。因此,从第二转换电路22输出的矩形波交流电压被转换为具有根据脉冲宽度的幅度的正弦波交流电压。

[0057] 具体地,滤波器电路23包括多个(在图1中为三个)电感器L21、L22和L23以及多个(在图1中为三个)电容器C21、C22和C23。电感器L21的一端电连接到开关元件Q21和Q22之间的连接点。电感器L21的另一端电连接到交流端子T21。电感器L22的一端电连接到开关元件Q23和Q24之间的连接点。电感器L22的另一端电连接到交流端子T22。电感器L23的一端电连接到开关元件Q25和Q26之间的连接点。电感器L23的另一端电连接到交流端子T23。电容器C21电连接在交流端子T21与T22之间。电容器C22电连接在交流端子T22与T23之间。电容器C23电连接在交流端子T21与T23之间。

[0058] 即,构成U相电路的开关元件Q21、Q22之间的连接点经由电感器L21电连接到与U相对应的交流端子T21。构成V相电路的开关元件Q23、Q24之间的连接点经由电感器L22电连接到与V相对应的交流端子T22。构成W相电路的开关元件Q25、Q26之间的连接点经由电感器L23电连接到与W相对应的交流端子T23。

[0059] (2.2) 缓冲器电路

[0060] 缓冲器电路3与电力转换电路2中的端子T31和T32电连接。即,缓冲器电路3通过端子T31和T32电连接到变压器210。

[0061] 缓冲器电路3是再生缓冲器电路,配置为从电力转换电路2提取电能,并将电能注入(再生)到电力转换电路2中。当端子T31和T32之间的总线电压 $V_{bus}$ 超过第一钳位值时,缓冲器电路3从电力转换电路2提取超过第一钳位值的电能,从而将总线电压 $V_{bus}$ 的上限值钳位在第一钳位值。此外,当总线电压 $V_{bus}$ 小于第二钳位值(第二钳位值<第一钳位值)时,缓冲器电路3将电能注入(再生)到电力转换电路2,从而将总线电压 $V_{bus}$ 的下限值钳位在第二钳位值。

[0062] 缓冲器电路3包括第一钳位电路31、第二钳位电路32和电压转换电路33。

[0063] 第一钳位电路31是配置为当总线电压 $V_{bus}$ 超过第一钳位值时从电力转换电路2提取电能的电路。第一钳位电路31包括二极管D31和电容器C31。二极管D31和电容器C31在端子T31和T32之间彼此串联电连接。第一钳位电路31配置为当总线电压 $V_{bus}$ 超过第一钳位值时,允许电流从电力转换电路2经由二极管D31流向电容器。具体而言,二极管具有电连接到高电位侧的端子T31的阳极和经由电容器C31电连接到低电位侧的端子T32的阴极。

[0064] 在第一钳位电路31中,假设电容器C31两端的电压(也称为第一钳位电压 $V_{31}$ )的大小为第一钳位值,在这种情况下,当总线电压 $V_{bus}$ 超过第一钳位值时,二极管D31导通,从而电流流过电容器C31。严格来说,第一钳位电压是在电容器C31两端的电压(第一钳位电压

V31) 上加上二极管D31的正向压降得到的电压。注意, 二极管D31的正向压降远小于第一钳位值, 因此, 本实施例以二极管D31的正向压降为零来说明, 即电容C31两端的电压(第一钳位电压V31)的大小对应于第一钳位值。

[0065] 第二钳位电路32是配置为当总线电压Vbus小于第二钳位值时, 向电力转换电路2注入(再生)电能的电路。第二钳位电路32包括二极管D32和电容器C32。二极管D32和电容器C32在端子T31和T32之间彼此串联电连接。第二钳位电路32被配置为当总线电压Vbus小于第二钳位值时, 允许电流从电容器C32经由二极管D32流向电力转换电路2。具体地, 二极管D32具有电连接到高电位侧的端子T31的阴极, 以及经由电容器C32电连接到低电位侧的端子T32的阳极。

[0066] 在第二钳位电路32中, 假设电容器C32两端的电压(也称为第二钳位电压V32)的大小为第二钳位值, 在这种情况下, 当总线电压Vbus小于第二钳位值时, 二极管D32导通, 从而电流流过电力转换电路2。严格来说, 第二钳位值是在电容器C32两端的电压(第二钳位电压V32)上加上二极管D32的正向压降得到的电压。注意, 二极管D32的正向压降远小于第二钳位值, 因此, 本实施例以二极管D32的正向压降为零来说明, 即电容器C32两端的电压(第二钳位电压V32)的大小对应于第二钳位值。

[0067] 电压转换电路33电连接到第一钳位电路31和第二钳位电路32。电压转换电路33在第一钳位电压V31和第二钳位电压V32之间进行电压转换(降压、升压或升降压)

[0068] 电压转换电路33是包括开关元件Q31和Q32以及电感器L31的斩波型DC/DC转换器。在本实施例中, 电压转换电路33为降压斩波器电路, 其将第一钳位电压V31降压以产生第二钳位电压V32。开关元件Q31和Q32均是n沟道耗尽型MOSFET。

[0069] 开关元件Q31和Q32串联电连接在电容器C31的两端之间。开关元件Q31的漏极与二极管D31的阴极电连接。开关元件Q32的源极与电容器C31的负极侧的端子(端子T32)电连接。

[0070] 电感器L31在电容器C32的两端之间电连接到开关元件Q32。具体地, 电感器L31电连接在开关元件Q31的源极和开关元件Q32的漏极的连接点与二极管D32的阳极和电容器C32的连接点之间。

[0071] (2.3) 控制电路

[0072] 控制电路4包括具有处理器和存储器的微型计算机。即, 控制电路4由包括处理器和存储器的计算机系统实现。处理器执行适当的程序, 从而使计算机系统用作控制电路4。程序可以预先存储在存储器中, 也可以通过互联网等电信网络提供, 也可以通过存储程序的存储卡等非暂时性存储介质提供。

[0073] 控制电路4配置为控制电力转换电路2的第一转换电路21和第二转换电路22以及缓冲器电路3的电压转换电路33。控制电路4向第一转换电路21输出分别驱动开关元件Q11~Q14的驱动信号S11~S14。控制电路4向第二转换电路22输出分别驱动开关元件Q21~Q26的驱动信号S21~S26。控制电路4向电压转换电路33输出分别驱动开关元件Q31、Q32的驱动信号S31、S32。驱动信号S11至S14、S21至S26以及S31和S32中的每一个是包括可在高电平(激活值的示例)和低电平(非激活值的示例)之间切换的二进制信号的PWM信号。

[0074] (2.4) 诊断单元

[0075] 诊断单元5包括具有处理器和存储器的微型计算机。即, 诊断单元5由包括处理器



和存储器的计算机系统来实现。该处理器执行适当的程序,由此使计算机系统用作诊断单元5。程序可以预先存储在存储器中,也可以通过互联网等电信网络提供,也可以通过存储程序的存储卡等非暂时性存储介质提供。

[0076] 诊断单元5配置为进行电力转换电路2的诊断。这里,“电力转换电路2的诊断”是指确定电力转换电路2中是否存在异常。

[0077] 在本实施例中,当电力转换电路2出现异常时,变压器210的端子的电压发生变化。电力转换电路2中的异常的示例包括变压器210的漏感增加、由于变压器210的偏磁引起的励磁电感增加、第一转换电路21的寄生电容的增加或减少、以及开关元件(Q11至Q14)的阈值电压的变化。当这样的异常存在于电力转换电路2中时,变压器210的端子的电压升高。变压器210的端子的电压的示例包括例如变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2、绕组线L13两端的电压和绕组线L14两端的电压。

[0078] 图2表示电力转换电路2处于正常状态时的操作波形图。此外,图3示出了电力转换电路2处于异常状态的情况下的操作波形图,具体地,在该异常状态的情况下,变压器210的漏感与正常状态相比有所增加。另外,图4示出了电力转换电路2处于另一种异常状态的情况下的操作波形图,具体地,在该异常状态的情况下,变压器210的励磁电感与正常状态相比有所增加。在图2至图4中,最上部显示变压器210的初级绕组线211两端的电压VT1和到初级侧中心抽头CT1的输入电流IT1的曲线图;第二部分显示变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2和来自次级侧中心抽头CT2的输出电流IT2的曲线图;第三部分显示变压器210的励磁电流曲线图;第四部分显示端子T31、T32之间的总线电压Vbus、缓冲器电路3的第一钳位电压V31和第二钳位电压V32的曲线图;第五部分显示流过缓冲器电路3中的电感器L31的内部电流I31的曲线图。

[0079] 参照图2和图3,在变压器210的漏感增加的异常状态下,变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的振铃与正常状态相比增加。因此,在电力转换电路2正常的情况下,变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的峰值为 $v_{11}$ ,而在电力转换电路2异常的情况下,变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的峰值为大于 $v_{11}$ 的 $v_{12}$ 。在次级绕组线212的两端之间的电压VT2的增加的振铃增加了由缓冲器电路3从电力转换电路2提取的电能。结果,当电力转换电路2处于异常状态时,与电力转换电路2处于正常状态的情况相比,缓冲器电路3的第一钳位电路31中电容器C31两端的电压(第一钳位电压V31)的值和有效值增加。在图2和图3中,在电力转换电路2处于正常状态的情况下,第一钳位电压V31的峰值为 $v_{21}$ ,而在电力转换电路2处于异常状态的情况下,第一钳位电压V31的峰值增加到大于 $v_{21}$ 的 $v_{22}$ 。此外,当电力转换电路2处于异常状态时,从第一钳位电路31传输到第二钳位电路32的电(即,流过电感器L31的内部电流I31的值和有效值)与电力转换电路2处于正常状态的情况相比有所增加。在图2和图3中,在电力转换电路2处于正常状态的情况下,内部电流I31的峰值是 $i_{31}$ ,而在电力转换电路2处于异常状态的情况下,内部电流I31的峰值增加到大于 $i_{31}$ 的 $i_{32}$ 。

[0080] 此外,如图2和图4所示,在变压器210的励磁电感增加的异常状态下,励磁电流与正常状态相比变小。在图2和图4中,在电力转换电路2处于正常状态的情况下,励磁电流的峰值为 $i_{41}$ ,而在电力转换电路2处于异常状态的情况下,励磁电流的峰值减少到小于 $i_{41}$ 的 $i_{42}$ 。在第一转换电路21中,变压器210的漏感和励磁电感与寄生电容的谐振实现开关元件

Q11至Q14的软开关。然而,如果励磁电感的增加(励磁电流的减少)改变谐振频率,则不能实现软开关,并且开关元件Q11至Q14的开关操作导致硬开关。因此,在电力转换电路2正常的情况下变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的峰值为 $v_{11}$ ,而在电力转换电路2异常的情况下在变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的峰值为大于 $v_{11}$ 的 $v_{13}$ 。在次级绕组线212的两端之间的电压VT2的增加的振铃增加了由缓冲器电路3从电力转换电路2提取的电能。结果,当电力转换电路2处于异常状态时,与电力转换电路2处于正常状态的情况相比,缓冲器电路3的第一钳位电路31中电容器C31两端的电压(第一钳位电压V31)的值和有效值增加。在图2和图4中,电力转换电路2在正常状态下的第一钳位电压V31的峰值为 $v_{21}$ ,而电力转换电路2在异常状态下的第一钳位电压V31的峰值增加到大于 $v_{21}$ 的 $v_{23}$ 。此外,当电力转换电路2处于异常状态时,从第一钳位电路31传输到第二钳位电路32的电能(即,流过电感器L31的内部电流I31的值和有效值)与电力转换电路2处于正常状态的情况相比有所增加。在图2和图4中,电力转换电路2在正常状态下的内部电流I31的峰值为 $i_{31}$ ,而电力转换电路2在异常状态下的内部电流I31的峰值增加到大于 $i_{31}$ 的 $i_{33}$ 。

[0081] 因此,当电力转换电路2处于异常状态时,与电力转换电路2处于正常状态的情况相比,变压器210的端子的电压(即在次级绕组线212的两端之间的电压VT2)和总线电压Vbus均增加。随着总线电压Vbus增加,由缓冲器电路3提取和再生的电能增加。结果,缓冲器电路3产生的电压和电流增加。缓冲器电路3产生的电压的示例包括电容器C31两端的电压(第一钳位电压V31)和电容器C32两端的电压(第二钳位电压V32)。缓冲器电路3产生的电流的示例包括流过电感器L31的内部电流I31、流过二极管D31的输入电流、流过二极管D32的输出电流。

[0082] 在本实施例中,诊断单元5根据主要信息对电力转换电路2进行诊断,该主要信息为变压器210的端子的电压、缓冲器电路3产生的电压或缓冲器电路3产生的电流中的至少一种。除了主要信息之外,诊断单元5还根据辅助信息对电力转换电路2进行诊断。

[0083] 主要信息包括关于变压器210的端子的电压、缓冲器电路3产生的电压或缓冲器电路3产生的电流中的至少任一种的信息。变压器210的端子的电压的示例包括例如变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2、绕组线L13两端的电压和绕组线L14两端的电压。缓冲器电路3产生的电压的示例包括电容器C31两端的电压(第一钳位电压V31)和电容器C32两端的电压(第二钳位电压V32)。缓冲器电路3产生的电流的示例包括流过电感器L31的内部电流I31、流过二极管D31的输入电流、流过二极管D32的输出电流。在本实施例中,诊断单元5使用缓冲器电路3产生的电流(具体地,流过电感器L31的内部电流I31)作为主要信息。诊断单元5从设置在电力转换电路2中的电流检测器获得内部电流I31的感测结果作为主要信息。

[0084] 辅助信息包括关于电力转换电路2的输入电力、输出电力或温度中的至少任一种的信息。电力转换电路2的输入电力不仅包括从蓄电池6输入到电力转换电路2的输入电力值或输入电力量,还包括作为蓄电池6两端电压的输入电压 $V_i$ 和从蓄电池6提供给电力转换电路2的输入电流 $I_i$ 。电力转换电路2的输出电力不仅包括从电力转换电路2输出到电力系统7的输出电力值或输出电力量,还包括输出电压 $V_o$ 和输出电流 $I_o$ 。输出电压 $V_o$ 可以是三个交流端子T21、T22和T23中任意两个端子之间的电压,可以是各端子之间的电压,也可以是各端子之间的电压的平均值等。输出电流 $I_o$ 可以是流过三个交流端子T21、T22和T23中的任

意一个端子的电流,可以是流过各端子的电流,也可以是流过各端子的电流的平均值等。电力转换电路2的温度例如是开关元件Q11至Q14和Q21至Q26中至少任一个的温度或变压器210的温度。此外,辅助信息可以包括缓冲器电路3的温度,具体为开关元件Q31或Q32中的至少一个的温度。在本实施例中,诊断单元5使用输出电力和输入电力(具体地,输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ )作为辅助信息。诊断单元5分别从设置在电力转换电路2中的电流检测器和电压检测器获得输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 的感测结果作为辅助信息。

[0085] 诊断单元5根据这样得到的辅助信息,设置与作为主要信息的、流过电感器L31的内部电流 $I_{31}$ 的值进行比较的确定范围(正常范围、异常范围、注意范围)。

[0086] 正常范围是当电力转换电路2的状态为正常状态时主要信息(流过电感器L31的内部电流 $I_{31}$ )的值能够取的范围。如果内部电流 $I_{31}$ 的值包括在正常范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于正常状态。

[0087] 异常范围是在电力转换电路2的状态为异常状态时主要信息(流过电感器L31的内部电流 $I_{31}$ )的值能够取的范围,异常范围是在正常范围之外的范围。如果内部电流 $I_{31}$ 的值包含在异常范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于异常状态。

[0088] 注意范围是当电力转换电路2的状态为注意状态时主要信息(流过电感器L31的内部电流 $I_{31}$ )的值能够取的范围,注意范围是在正常范围和异常范围之间的范围。注意状态是电力转换电路2的状态当前不是异常状态但非常可能转变为异常状态的、接近异常状态的状态。如果内部电流 $I_{31}$ 的值包含在注意范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于注意状态。

[0089] 在本实施例中,诊断单元5根据作为辅助信息的输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 的大小来设置上述确定范围(正常范围、异常范围和注意范围)。图5表示确定范围的示例的图表。在图5中,输出电流 $I_o$ 沿横坐标绘制,内部电流 $I_{31}$ 沿纵坐标绘制。

[0090] 在图5中,Z11表示输入电压 $V_i$ 为下限值的情况下正常范围的上限值(注意范围的下限值),Z12表示输入电压 $V_i$ 为下限值的情况下异常范围的下限值(注意范围的上限值)。在输入电压 $V_i$ 为下限值的情况下,正常范围是小于或等于正常范围的上限值Z11的范围,注意范围是正常范围的上限值Z11和异常范围的下限值Z12之间的范围,异常范围是大于或等于异常范围的下限值Z12的范围。此外,Z21表示输入电压 $V_i$ 为上限值的情况下正常范围的上限值(注意范围的下限值),Z22表示输入电压 $V_i$ 为上限值的情况下异常范围的下限值(注意范围的上限值)。在输入电压 $V_i$ 为上限值的情况下,正常范围是小于或等于正常范围的上限值Z21的范围,注意范围为正常范围的上限值Z21与异常范围的下限值Z22之间的范围,异常范围为大于或等于异常范围的下限值Z22的范围。

[0091] 如图5所示,诊断单元5根据输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 的大小设置确定范围。例如,假设辅助信息表示的值为:输入电压 $V_i$ 的值为下限值,并且输出电流 $I_o$ 的值为X1。在这种情况下,诊断单元5设定上限值为Y11的正常范围。另外,诊断单元5设定下限值为Y11、上限值为Y12的注意范围。另外,诊断单元5设定下限值为Y12的异常范围。假设主要信息表示的内部电流 $I_{31}$ 的值为大于Y12的Y1。在这种情况下,内部电流 $I_{31}$ 的值Y1包含在异常范围内,诊断单元5确定电力转换电路2处于异常状态。

[0092] 另外,例如,假设辅助信息表示的值为:输入电压 $V_i$ 的值为上限值,并且输出电流 $I_o$ 的值为X1。在这种情况下,诊断单元5设定上限值为Y21的正常范围。另外,诊断单元5设定

下限值为Y21、上限值为Y22的注意范围。另外,诊断单元5设定下限值为Y22的异常范围。假设主要信息表示的内部电流I31的值为小于Y21的Y1。在这种情况下,内部电流I31的值Y1包括在正常范围内,诊断单元5确定电力转换电路2处于正常状态。

[0093] 即,诊断单元5考虑到电力转换电路2的运行状况对电力转换电路2进行诊断,因此,可以提高诊断准确度,并且可以减少错误。

[0094] 此外,在本实施例中,诊断单元5使用流过缓冲器电路3的电感器L31的内部电流I31作为主要信息。

[0095] 如上所述,变压器210的次级绕组线212两端的电压VT2的振铃在电力转换电路2中存在异常的情况下与正常状态的情况相比增加,从而瞬时增加峰值(参见图2和图4)。因此,当电压VT2的峰值被用作主要信息的值时,电压VT2的峰值必须由具有较高时间分辨率的电压检测器来检测。相比之下,在使用内部电流I31作为主要信息的值的情况下,会反复产生电流峰值,因此可以使用时间分辨率较低的电流检测器,而且内部电流I31的峰值比电压VT2的峰值更容易测量。因此,可以提高对电力转换电路2的诊断准确度。

[0096] 此外,如上所述,在电力转换电路2中存在异常的情况下,与正常状态的情况相比,缓冲器电路3的电容器C31两端的第一钳位电压V31增加(参见图2至图4)。然而,在电力转换电路2处于正常状态的情况下的第一钳位电压V31与在电力转换电路2处于异常状态的情况下的第一钳位电压V31之间的差异相对较小。因此,当第一钳位电压V31的峰值被用作主要信息的值时,第一钳位电压V31的峰值必须由具有较高电压分辨率的电压检测器来检测。相比之下,在内部电流I31被用作主要信息的值的情况下,与第一钳位电压V31相比,电力转换电路2处于正常状态下的内部电流I31与电力转换电路2处于异常状态下的内部电流I31之间的差更大。因此,确定内部电流I31的值包括在正常范围、异常范围和注意范围中的哪一个中的确定处理变得容易,而且可以提高对电力转换电路2的诊断精度。

[0097] 本实施例的电力转换系统1还包括输出器51。

[0098] 输出器51配置为输出诊断单元5的诊断结果。输出器51例如是通信接口并且被配置为基于有线通信或无线通信的适当通信方案与服务器8通信。在本实施例中,输出器51配置为通过互联网等公共网络80与服务器8进行通信。

[0099] 输出器51从诊断单元5接收诊断结果,将接收到的诊断结果输出到服务器8(外部系统)。换言之,诊断单元5通过输出器51将诊断结果输出到服务器8。

[0100] 因此,例如,电力转换系统1的管理员可以管理电力转换电路2的状态。

[0101] 诊断单元5(输出器51)可以定期地将诊断结果输出到服务器8,而不管诊断结果的内容如何。或者,诊断单元5(输出器51)也可以在电力转换电路2处于注意状态或异常状态时向服务器8输出通知信号,作为用于通知电力转换电路2的状态的诊断结果。

[0102] 注意,输出器51可以将诊断结果输出到设置在与电力转换系统1相同的设施中的外部系统(例如服务器)。在这种情况下,输出器51经由该设施中设置的本地网络将诊断结果输出到外部系统。

[0103] (3) 操作示例

[0104] (3.1) 电力转换电路的操作

[0105] 参照图1,下面将简要描述电力转换电路2的操作。

[0106] 在本实施例中,如上所述,电力转换电路2配置为在一组的两个初级侧端子T11和

T12与一组的三个交流端子T21、T22和T23之间经由变压器210进行双向的电力转换。即,电力转换电路2具有两种操作模式,即“逆变器模式”和“转换器模式”。逆变器模式是将输入到两个直流端子T11和T12的直流电力转换成三相交流电力,并且从三个交流端子T21、T22和T23输出该三相交流电力的操作模式。转换器模式是将输入到三个交流端子T21、T22和T23的三相交流电力转换成直流电力,并且从两个直流端子T11和T12输出该直流电力的操作模式。

[0107] 换言之,逆变器模式是指这样的模式:在三个交流端子T31、T32、T33之间,在与电流流过电力系统7的方向相同的方向上产生电压降的模式,即,产生相同极性的电压和电流的模式。转换器模式是这样的模式:在三个交流端子T21、T22和T23之间,在与电流流过电力系统7的方向不同的方向上产生电压降的模式,即,产生不同极性的电压和电流的模式。

[0108] 在本实施例中,将描述以下示例:电力转换电路2的操作模式为逆变器模式,电力转换电路2将直流电力转换为频率为50Hz或60Hz的三相交流电力。例如,开关元件Q11至Q14中的每一个的驱动频率是20kHz。

[0109] 控制电路4控制开关元件Q11和Q12,使得正负电压交替施加到初级绕组线211。此外,控制电路4控制开关元件Q13和Q14,使得端子T31的电压相对于端子T32的电压为正。

[0110] 具体而言,控制电路4在开关元件Q11、Q13导通时将开关元件Q12、Q14截止,控制电路4在开关元件Q11、Q13截止时将开关元件Q12、Q14导通。在本实施例中,控制电路4以相同的占空比控制开关元件Q11至Q14。在本实施例中,开关元件Q11至Q14中的每一个的占空比为“0.5”(基本上50%)。

[0111] 在本实施例中,控制电路4控制开关元件Q11和Q12,使得向初级绕组线211和次级绕组线212提供高频交流电压,控制电路4控制开关元件Q13和Q14,使得具有正极性的电压被提供给端子T31和T32。

[0112] 此外,控制电路4通过导通或截止开关元件Q21至Q26中的每一个,来控制从交流端子T21、T22和T23输出的电压或电流中的至少一个的幅度。

[0113] 在本实施例中,控制电路4控制第二转换电路22,使得在第一时段内第一转换电路21和第二转换电路22之间不传输电力,该第一时段包括反转时段,在该反转时段中施加到初级绕组线211的电压的极性反转。此外,控制电路4控制第二转换电路22,使得在不同于第一时段的第二时段内,电力以从第一转换电路21向第二转换电路22的第一方向或与第一方向相反的第二方向传输。

[0114] 具体地,控制电路4进行操作以重复下面描述的第一至第四模式。

[0115] 在第一模式中,控制电路4输出驱动信号S11至S14,使得开关元件Q11和Q13导通并且开关元件Q12和Q14截止。因此,初级绕组线211的绕组线L11两端的电压为“+Vi”。此外,次级绕组线212的绕组线L13两端的电压因此为“+Vi”。此时,开关元件Q13导通,因此端子T31和T32之间的总线电压Vbus为“+Vi”。

[0116] 在第二模式中,控制电路4输出驱动信号S21~S26,使得低电位侧的开关元件Q22、Q24、Q26截止,高电位侧的开关元件Q21、Q23、Q25导通。这实现了其中电流在第二转换电路22中循环的循环模式。此时,第一转换电路21的开关元件Q11~Q14全部截止。

[0117] 在第三模式中,控制电路4输出驱动信号S11至S14,使得开关元件Q12和Q14导通并且开关元件Q11和Q13截止。因此,初级绕组线211的绕组线L12两端的电压为“-Vi”。此外,次

级绕组线212的绕组线L14两端的电压因此为“-Vi”。此时,开关元件Q14导通,因此端子T31和T32之间的总线电压Vbus为“+Vi”。

[0118] 在第四模式中,控制电路4输出驱动信号S21~S26,使得高电位侧的开关元件Q21、Q23、Q25截止,低电位侧的开关元件Q22、Q24、Q26导通。这实现了其中电流在第二转换电路22中循环的循环模式。此时,第一转换电路21的开关元件Q11~Q14全部截止。

[0119] 控制电路4以第一模式、第二模式、第三模式和第四模式的顺序重复操作。这样,电力转换电路2将来自蓄电池6的直流电力转换成三相交流电力,将该三相交流电力从三个交流端子T21、T22和T23输出到电力系统7。

[0120] (3.2) 缓冲器电路的操作

[0121] 参照图1,下面将简要描述缓冲器电路3的操作。

[0122] 当总线电压Vbus出现正振铃时,缓冲器电路3通过第一钳位电路31提取电力转换电路2的电,将总线电压Vbus钳位在第一钳位值(参见图2)。在第一钳位电路31中,电容器C31两端的电压(第一钳位电压V31)的大小为第一钳位值。

[0123] 即,当总线电压Vbus发生正振铃,导致总线电压Vbus的大小超过第一钳位值时,二极管D31导通,第一钳位电路31操作。此时,随着第一钳位电路31提取电能,具有脉冲形状的电,流过二极管D31。这使得缓冲器电路3能够在总线电压Vbus的大小超过第一钳位值时,从电力转换电路2提取与超过第一钳位值的电对应的电,并将该电蓄积在电容器C31中。因此,即使在总线电压Vbus发生正振铃时,总线电压Vbus的最大值也被抑制为第一钳位值。

[0124] 此外,缓冲器电路3通过电连接在第一钳位电路31和第二钳位电路32之间的电压转换电路33进行第一钳位电压V31和第二钳位电压V32之间的电压转换。电压转换电路33基于来自控制电路4的驱动信号S31和S32交替地导通开关元件Q31和Q32以降低第一钳位电压V31,从而产生第二钳位电压V32。因此,作为第二钳位电压V32的电容器C32两端的电压的值(第二钳位值)小于作为第一钳位电压V31的电容器C31两端的电压的值(第一钳位值)。综上所述,当第一钳位电路31操作并在电容器C31中蓄积电能时,该电的至少一部分通过电压转换电路33传送到第二钳位电路32的电容器C32,并蓄积在电容器C32中。

[0125] 并且,当总线电压Vbus出现负振铃时,缓冲器电路3通过第二钳位电路32向电力转换电路2注入(再生)电,从而将总线电压Vbus钳位在第二钳位值(参见图2)。在第二钳位电路32中,电容器C32两端的电压(第二钳位电压V32)的大小为第二钳位值。

[0126] 即,当总线电压Vbus发生负振铃,导致总线电压Vbus的大小低于第二钳位值时,二极管D32导通,第二钳位电路32操作。此时,随着第二钳位电路32注入(再生)电,具有脉冲形状的电,流过二极管D32。因此,当总线电压Vbus的大小低于第二钳位值时,缓冲器电路3使得与低于第二钳位值的电相对应的电从电容器C32再生到电力转换电路2。因此,即使在总线电压Vbus发生负振铃的情况下,总线电压Vbus的最小值也被抑制为第二钳位值。

[0127] 在本实施例中,如上所述,电容器C32中蓄积的电是从电容器C31经由电压转换电路33送出的电。即,缓冲器电路3将在总线电压Vbus发生正振铃时由第一钳位电路31从电力转换电路2提取的电,在总线电压Vbus发生负振铃时从第二钳位电路32再生到电力转换电路2。换句话说,在缓冲器电路3中,在正振铃发生时提取的电被暂时存储,并在负振铃发生时再生该电。这样,总线电压Vbus中出现的正振铃的电和负振铃的电相互

抵消,从而减少了总线电压 $V_{bus}$ 中的正振铃和负振铃两者。另外,通过使由缓冲器电路3取出的电能再生,能够降低电力转换系统1的电力损失。

[0128] (3.3) 诊断单元的操作

[0129] 将参考图6描述诊断单元5的操作。

[0130] 首先,诊断单元5获得辅助信息(S1)。在本实施例中,诊断单元5分别从电力转换电路2中设置的电流检测器和电压检测器获取输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 的感测结果,以作为辅助信息。

[0131] 诊断单元5根据如此获得的辅助信息设置确定范围(参见图5)(S2)。在本实施例中,诊断单元5根据作为辅助信息的输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 的大小,设置用于与主要信息的值进行比较的确定范围(正常范围、异常范围和注意范围)。

[0132] 诊断单元5获得主要信息(S3)。具体地,诊断单元5从设置在电力转换电路2中的电流检测器获得流过缓冲器电路3的电感器L31的内部电流 $I_{31}$ 的感测结果,以作为主要信息。

[0133] 然后,诊断单元5执行范围确定,该范围确定用于确定正常范围、异常范围和注意范围中的哪一个包括如此获取的主要信息的值,即内部电流 $I_{31}$ 的值(S4)。如果主要信息的值(内部电流 $I_{31}$ 的值)包括在正常范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于正常状态。如果主要信息的值(内部电流 $I_{31}$ 的值)包括在异常范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于异常状态。如果主要信息的值(内部电流 $I_{31}$ 的值)包括在注意范围内,则诊断单元5确定电力转换电路2处于注意状态。

[0134] 诊断单元5通过输出器51将诊断结果输出到服务器8。服务器8可以基于这样接收到的诊断结果来管理电力转换系统1中的电力转换电路2的状态。因此,例如,当服务器8接收到电力转换电路2处于注意状态的诊断结果时,电力转换系统1的管理员可以在电力转换电路2转移到异常状态之前对电力转换电路2进行维修等。例如,如果继续使用处于异常状态的电力转换电路2,则开关元件Q11至Q14的硬开关或过电压施加、缓冲器电路3的第一钳位电路31提取的电能的增加等可能损坏变压器210以外的电路元件。在本实施方式的电力转换系统1中,当电力转换电路2处于作为转移到异常状态之前状态的注意状态时,可以进行维修。因此,如果电力转换电路2的异常是由变压器210的异常引起的,只需更换变压器210即可解决异常,从而抑制变压器210以外的电路元件的损坏。

[0135] 诊断单元5重复执行上述处理S1至S4。例如,诊断单元5以预定周期(例如,10分钟周期、1小时周期或1天周期)执行上述处理S1至S4。

[0136] 注意,除了诊断结果之外,诊断单元5还可以将主要信息的值输出到服务器8(S5)。因此,可以掌握主要信息的值的变化的转变,并且可以进行电力转换电路2的故障预测。

[0137] (4) 变型

[0138] 上述实施例仅仅是本发明的各种实施例的示例。相反,在不脱离本公开的范围的情况下,可以根据设计选择或任何其他因素以各种方式容易地修改示例实施例。

[0139] 在上述例子中,以流过缓冲器电路3的电感器L31的内部电流 $I_{31}$ 作为主要信息,但主要信息不限于此示例。主要信息包括变压器210的端子的电压、缓冲器电路3产生的电压或缓冲器电路3产生的电流中的至少一种。因此,主要信息可以是例如变压器210的次级绕组线212两端的电压 $V_{T2}$ 或者可以是绕组线L13、L14两端的电压(总线电压 $V_{bus}$ )。此外,主要信息的示例包括电容器C31两端的电压(第一钳位电压 $V_{31}$ )、电容器C32两端的电压(第二钳

位电压V32)、流过二极管D31的输入电流和流过二极管D32的输出电流。诊断单元5可以根据多条主要信息对电力转换电路2进行诊断。

[0140] 此外,上述例子采用电力转换电路2的输出电流 $I_o$ 和输入电压 $V_i$ 作为多个辅助信息,但辅助信息不限于此示例。辅助信息可以包括电力转换电路2的输入电力、输出电力或温度中的至少任一种的信息。因此,辅助信息可以包括例如电力转换电路2的输入电流 $I_i$ 、输出电压 $V_o$ 、关于电力转换电路2的输入电力和输出电力的噪声信息等。此外,辅助信息可以包括电力转换电路2的温度。在这种情况下,例如,诊断单元5可以根据电力转换电路2的温度来修改确定范围(正常范围、异常范围、注意范围)。因此,可以提高对电力转换电路2的诊断准确度。

[0141] 此外,正常范围可以是能够改变的。在这种情况下,电力转换系统1优选地包括配置为设置正常范围的设置单元52(参见图1)。例如,设置单元52可以根据除辅助信息之外的其他信息来设置(修改)正常范围。其他信息例如是电力转换电路2的累计操作时间。设置单元52进一步根据其他信息(累计操作时间)修改根据辅助信息设置的确定范围。例如,设置单元52修改正常范围,使得正常范围随着累积操作时间的增加而扩大。由此,能够进行考虑了电力转换电路2的老化的诊断,能够提高电力转换电路2的诊断精度。此外,设置单元52可以配置为根据作为其他信息的、来自服务器8的设置信息,来设置确定范围(正常范围、异常范围、注意范围)。注意,设置单元52不限于具有设置在与诊断单元5相同的壳体中的结构,设置单元52可以设置在另一个壳体中。在这种情况下,设置单元52可以被配置为通过网络(公共网络80或本地网络)与诊断单元5通信,并从远程位置在诊断单元5中设置确定范围(正常范围、异常范围、注意范围)。

[0142] 另外,在上述的例子中,缓冲器电路3由再生缓冲器电路构成,该电路在电力转换电路2的总线电压 $V_{bus}$ 发生正振铃时将取出的电能暂时存储,并且在发生负振铃时再生该电能,但缓冲器电路3不限于该示例。例如,缓冲器电路3可以是RDC缓冲器电路,其包括:电连接在端子T31和T32之间的电容器和二极管的串联电路;以及与二极管并联电连接的电阻。

[0143] 此外,如图7的A所示,电力转换系统1可以通过DC/DC转换器60电连接到蓄电池6。DC/DC转换器60对从蓄电池6输出的直流电压进行升压或降压,并将该直流电压输出到电力转换系统1。电力转换系统1将来自DC/DC转换器60的直流电压转换为三相交流电压,并将该三相交流电压输出到电力系统7(参见图1)。此外,DC/DC转换器60是双向转换电路,对来自电力转换系统1的直流电压进行升压或降压,并将该直流电压输出到蓄电池6。

[0144] 如图7的B所示,光伏电池6A还可以通过DC/DC转换器60A电连接到DC/DC转换器60和电力转换系统1之间的直流总线。DC/DC转换器60A对从光伏电池6A输出的直流电压进行升压或降压,并将该直流电压输出到电力转换系统1。

[0145] 此外,上述电力转换电路2配置为向电力系统7输出三相交流电力,但是也可以配置为输出单相交流电力。

[0146] 类似于诊断单元5的功能可以通过电力转换电路2的诊断方法、计算机程序、其中记录有程序的非暂时性存储介质等来实现。根据一个方面的电力转换电路2的诊断方法是以下电力转换电路2的诊断方法,该电力转换电路2包括变压器210和配置为电连接到变压器210并且配置为转换电力的开关元件,该诊断方法包括诊断处理。诊断处理包括根据变压



器210的端子的电压、缓冲器电路3产生的电压或缓冲器电路3产生的电流中的至少一种对电力转换电路2进行诊断,缓冲器电路3配置为电连接到变压器210并且配置为从电力转换电路2提取电能。

[0147] 根据一个方面的(计算机)程序是被配置为使计算机系统执行电力转换电路2的诊断方法的程序。

[0148] 根据本公开的电力转换系统1包括计算机系统。该计算机系统包括作为主要硬件组件的处理器和存储器。根据本公开的电力转换系统1的一些功能可以通过使处理器执行存储在计算机系统的存储器中的程序来实现。该程序可以预先存储在计算机系统的存储器中,也可以通过电信网络提供,也可以作为存储程序的计算机系统可读存储卡、光盘或硬盘驱动器等非暂时性记录介质提供。计算机系统的处理器可以由包括半导体集成电路(IC)或大规模集成电路(LSI)的单个或多个电子电路构成。本文提到的IC或LSI等集成电路根据集成度的不同还可以以其他方式称呼,并且包括称为系统LSI、超大规模集成(VLSI)或特大规模集成(ULSI)的集成电路。可选地,还可以采用在制造LSI之后进行编程的现场可编程门阵列(FPGA)、或者允许重新配置LSI内部的连接或电路部分的可重构逻辑器件作为处理器。多个电子电路可以集中在一个芯片上,也可以分布在多个芯片。多个芯片可以集中在一个设备中,也可以分布在多个设备中。如本文所述,计算机系统包括微控制器,该微控制器包括一个或多个处理器和一个或多个存储器。因此,微控制器也由包括半导体集成电路或大规模集成电路的一个或多个电子电路组成。

[0149] 此外,将电力转换系统1的多种功能集中在一个壳体中并不是电力转换系统1的必需结构。电力转换系统1的组件可以分布在多个壳体中。此外,电力转换系统1的至少一些功能(例如诊断单元5等的一些功能)可以通过云(云计算)等来实现。

[0150] (总结)

[0151] 根据第一方面的电力转换系统(1)包括电力转换电路(2)、缓冲器电路(3)和诊断单元(5)。电力转换电路(2)包括变压器(210)和配置为电连接到变压器(210)的开关元件(Q11~Q14),电力转换电路(2)配置为转换电力。缓冲器电路(3)电连接到变压器(210),并且配置为从电力转换电路(2)提取电能。诊断单元(5)配置为根据变压器(210)的端子的电压、缓冲器电路(3)产生的电压或者缓冲器电路(3)产生的电流中的至少一种对电力转换电路(2)进行诊断。

[0152] 根据该方面,确定电力转换电路(2)中是否存在异常。

[0153] 在参照第一方面的第二方面的电力转换系统(1)中,诊断单元(5)被配置为根据主要信息和辅助信息对电力转换电路(2)进行诊断。主要信息包括变压器(210)的端子的电压、缓冲器电路(3)产生的电压或缓冲器电路(3)产生的电流中的至少任一种信息。辅助信息包括电力转换电路(2)的输入电力、输出电力或温度中的至少任一种信息。

[0154] 根据该方面,提高了对电力转换电路(2)的诊断精度。

[0155] 在参照第二方面的第三方面的电力转换系统(1)中,诊断单元(5)配置为当主要信息表示的值包含在位于基于辅助信息的正常范围之外的异常范围内时,确定电力转换电路(2)处于异常状态。

[0156] 根据该方面,考虑到电力转换电路(2)的操作状况来执行对电力转换电路(2)的诊断。

[0157] 在参照第三方面的第四方面的电力转换系统(1)中,诊断单元(5)配置为当主要信息表示的值包含在正常范围和异常范围之间的注意范围内时,确定电力转换电路(2)处于注意状态。

[0158] 通过该方面,检测电力转换电路(2)转变为异常之前的状态。

[0159] 在参照第三或第四方面的第五方面的电力转换系统(1)中,正常范围是能够改变的。

[0160] 通过该方面,减少了对电力转换电路(2)的错误诊断。

[0161] 在参照第一至第五方面中的任一方面的第六方面的电力转换系统(1)中,缓冲器电路(3)配置为从电力转换电路(2)提取电能并将由此提取的电能再生到电力转换电路(2)中。诊断单元(5)配置为根据变压器(210)的端子的电压、缓冲器电路(3)产生的电压或者缓冲器电路(3)产生的电流中的至少一种对电力转换电路(2)进行诊断。

[0162] 通过该方面,电力变换电路(2)的电力损失减少。由此提高了对电力转换电路(2)的诊断精度。

[0163] 参考第一至第六方面中的任一方面的第七方面的电力转换系统(1)还包括输出器(51),该输出器配置为输出诊断单元(5)的诊断结果。

[0164] 根据该方面,电力转换电路(2)的状态由外部系统管理。

[0165] 第八方面的电力转换电路(2)的诊断方法是以下电力转换电路(2)的诊断方法,该电力转换电路(2)包括变压器(210)和配置为电连接到变压器(210)的开关元件(Q11至Q14),该电力转换电路(2)配置为转换电力,该诊断方法包括诊断处理。诊断处理包括根据变压器(210)的端子的电压、缓冲器电路(3)产生的电压或缓冲器电路(3)产生的电流中的至少一种对电力转换电路(2)进行诊断,该缓冲器电路(3)配置为电连接到变压器(210)并且配置为从电力转换电路(2)提取电能。

[0166] 根据该方面,确定电力转换电路(2)中是否存在异常。

[0167] 根据第九方面的程序配置为使计算机系统执行第八方面的电力转换电路(2)的诊断方法。

[0168] 根据该方面,确定电力转换电路(2)中是否存在异常。

[0169] 附图标记列表

[0170] 1 电力转换系统

[0171] 2 电力转换电路

[0172] 210 变压器

[0173] 3 缓冲器电路

[0174] 5 诊断单元

[0175] 51 输出器

[0176] Q11到Q14 开关元件。

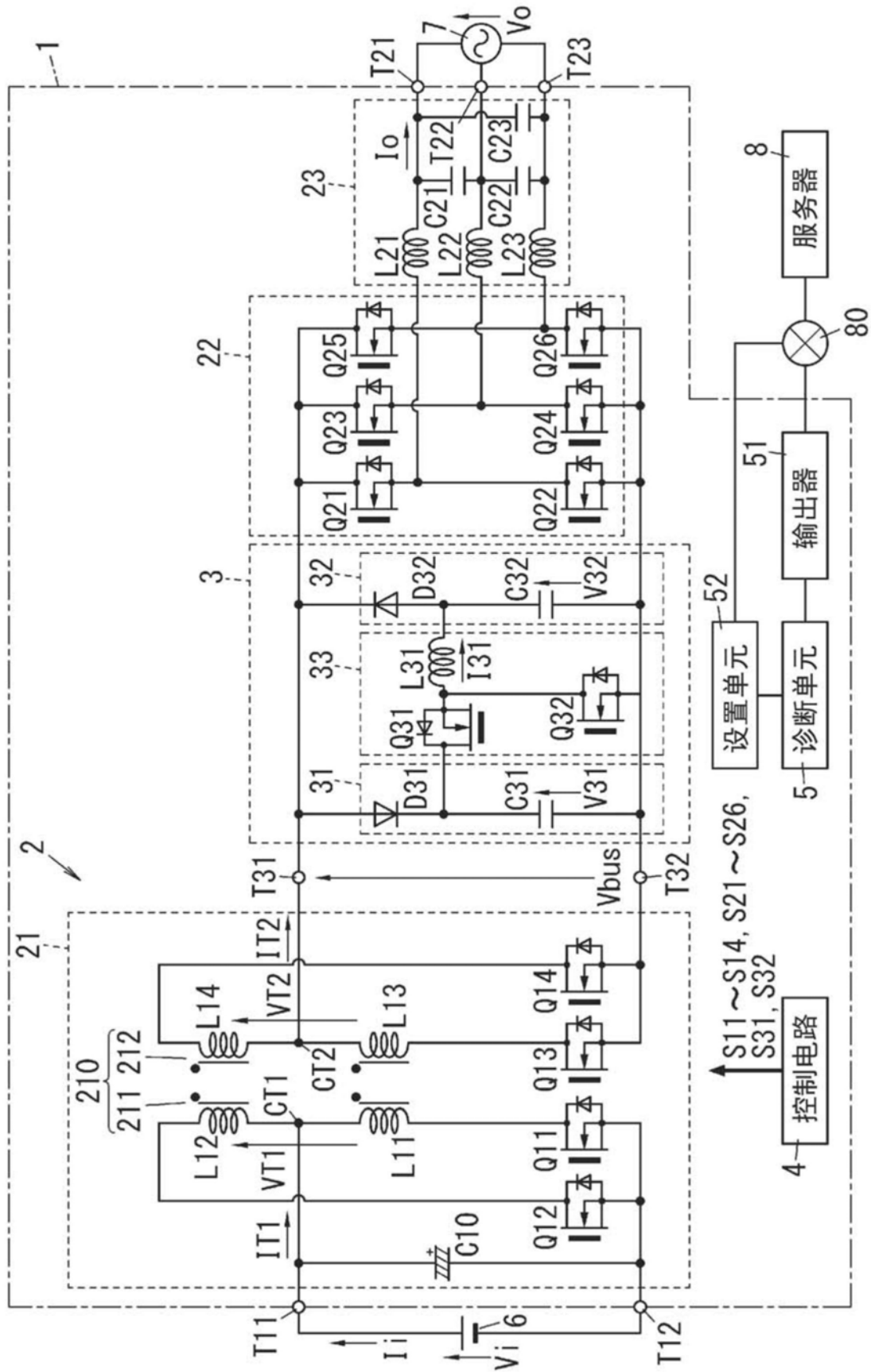


图1

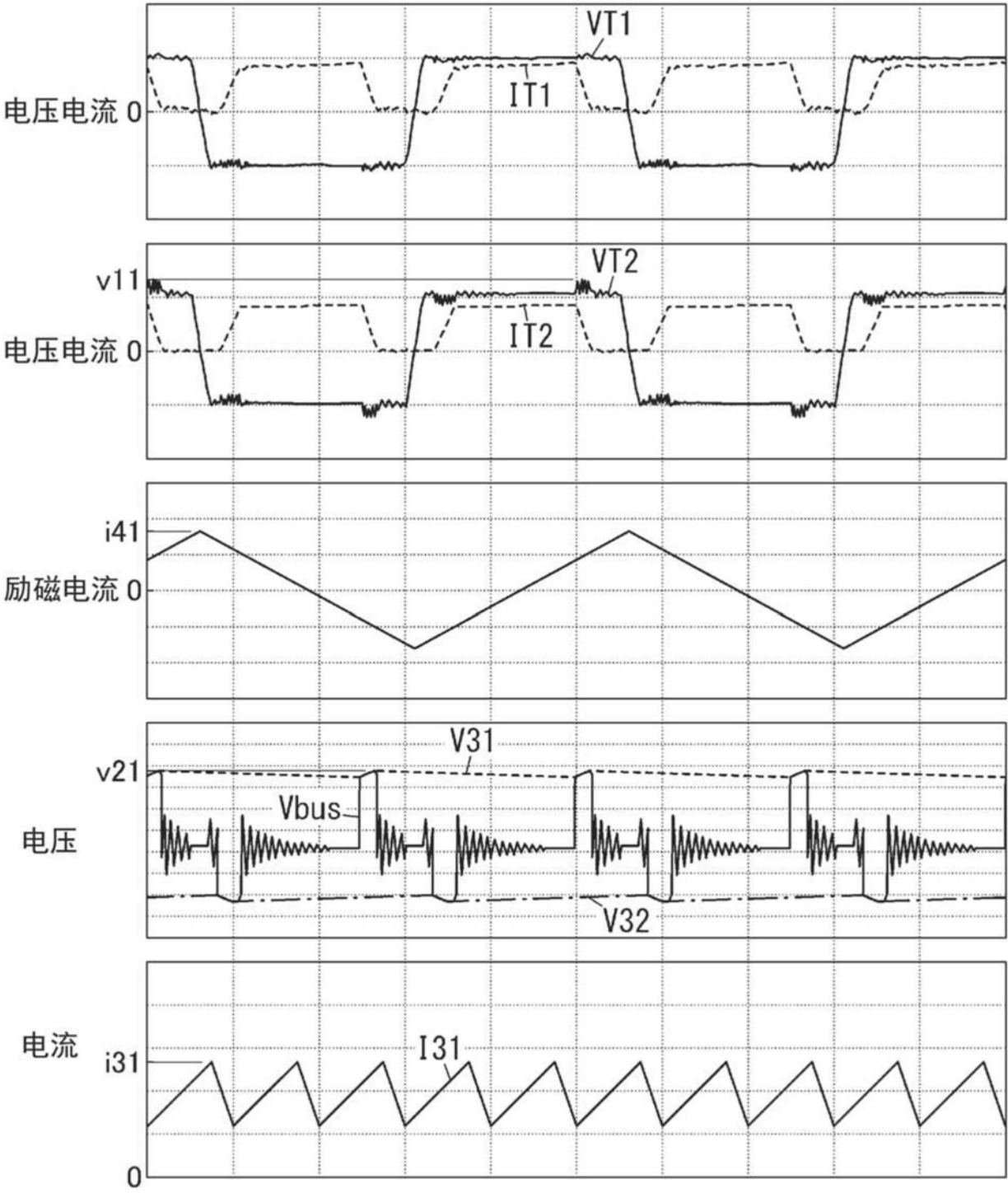


图2

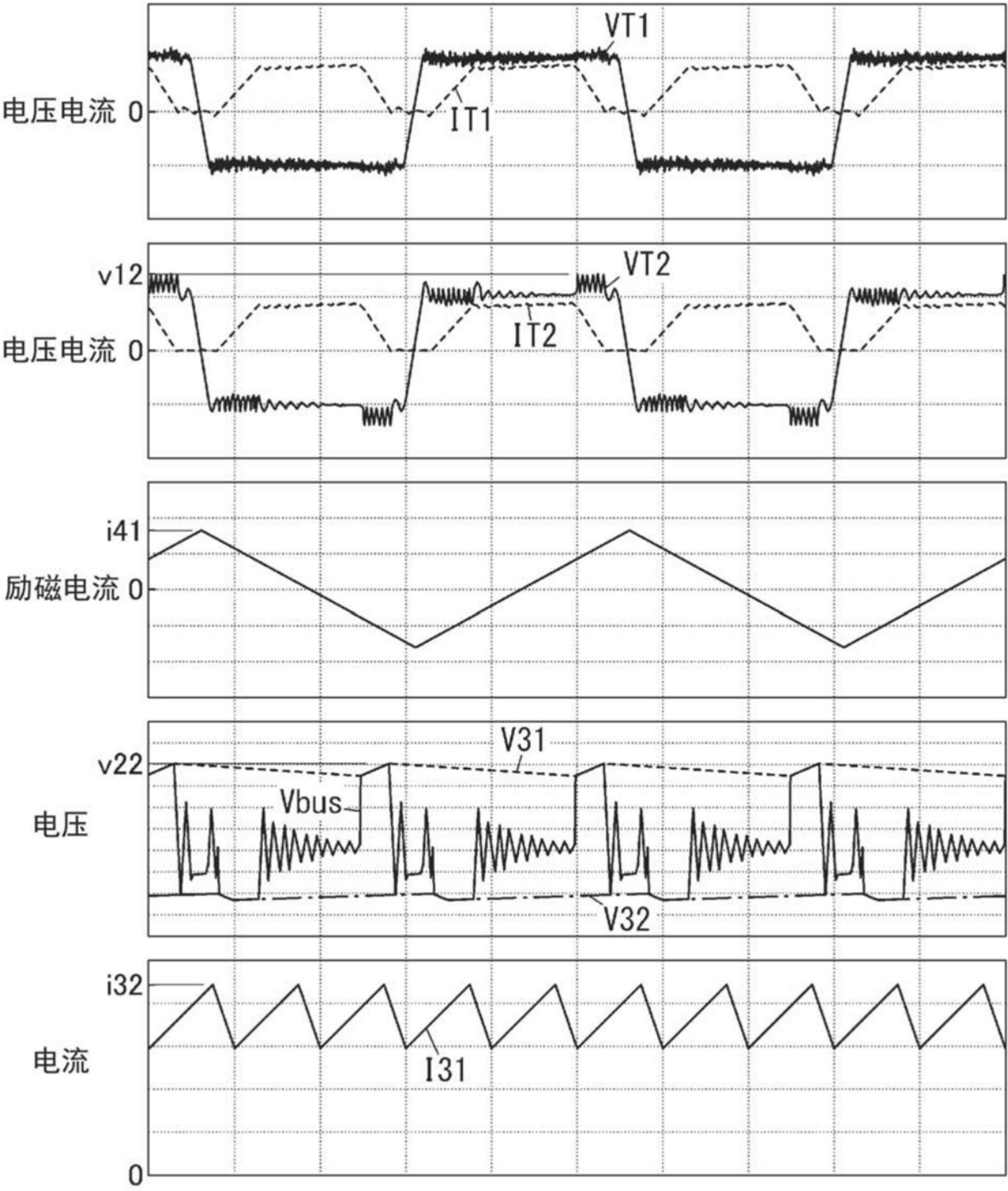


图3

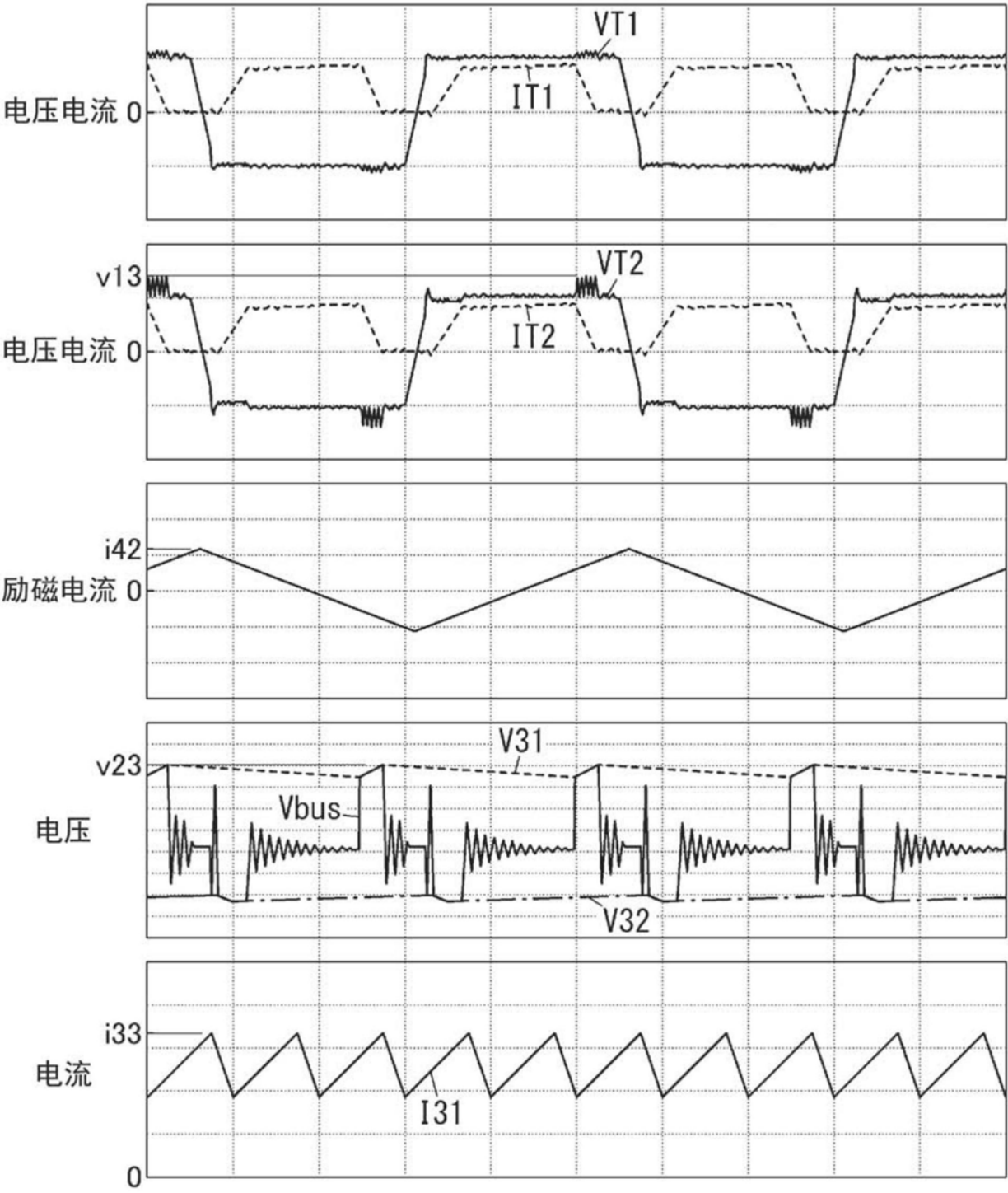


图4

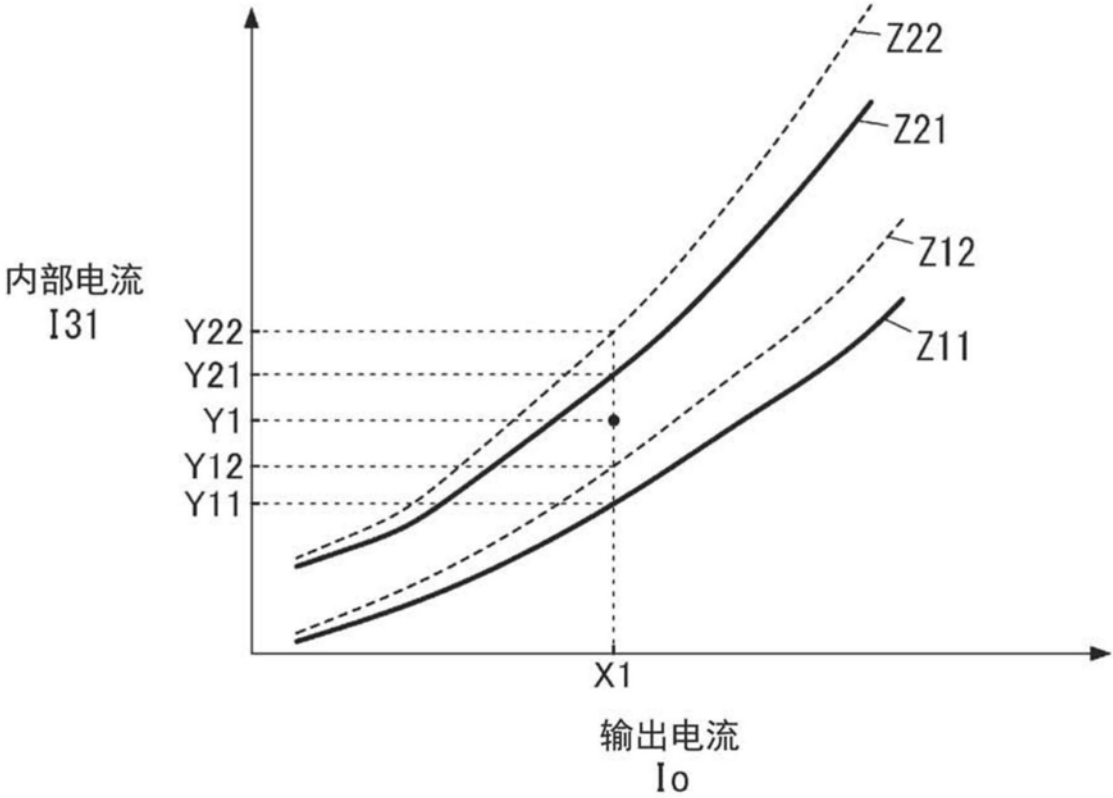


图5

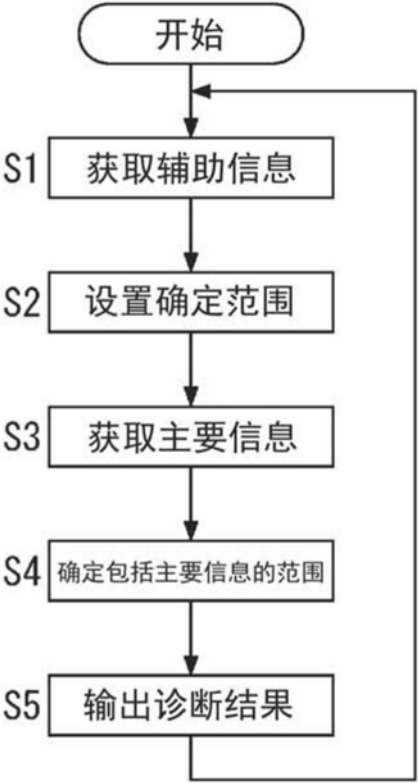


图6

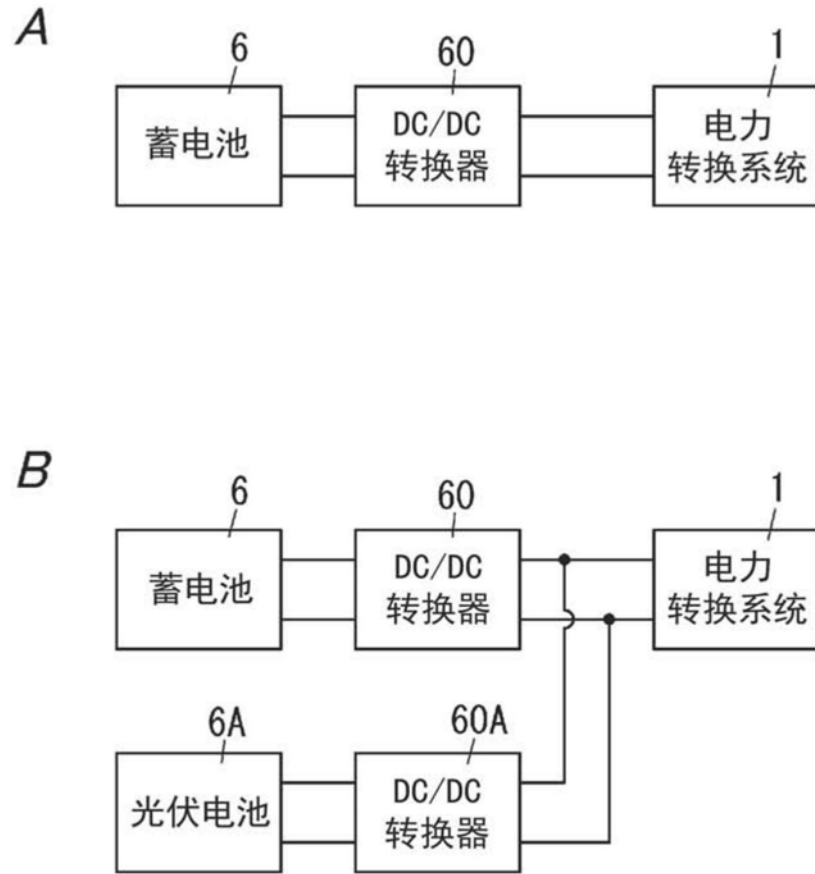


图7