



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109760552 B

(45) 授权公告日 2022.03.04

(21) 申请号 201811328187.2

(22) 申请日 2018.11.08

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109760552 A

(43) 申请公布日 2019.05.17

(30) 优先权数据
2017-217725 2017.11.10 JP

(73) 专利权人 本田技研工业株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 北本良太 野崎幸弘 前田恭宏

(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 刘慧群

(51) Int.Cl.

B60L 58/30 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 103620945 A, 2014.03.05

CA 2943932 A1, 2015.10.01

JP 2001078466 A, 2001.03.23

CN 101611541 A, 2009.12.23

JP 2016218172 A, 2016.12.22

EP 3133411 A1, 2017.02.22

JP 2002171778 A, 2002.06.14

US 2013307449 A1, 2013.11.21

US 2016028095 A1, 2016.01.28

审查员 陈江兰

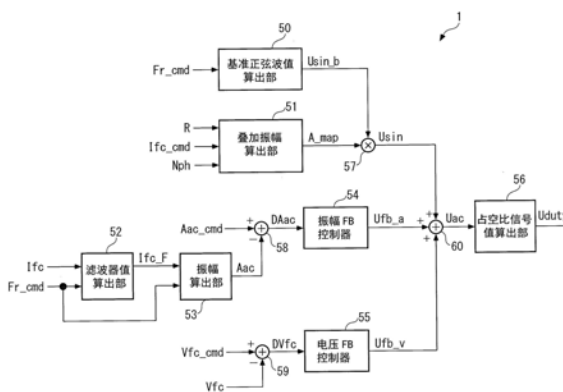
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

车辆用设备的控制装置

(57) 摘要

本发明提供车辆用设备的控制装置,在使用具备相互不同的多个频率的多个周期函数值来控制车辆用设备的情况下,能减少运算负荷以及存储容量。燃料电池装置(10)的控制装置(1)具备第1ECU(11)以及第2ECU(21)。第2ECU21基于频率指令值Fr_cmd使用存储于映射的1组基准正弦波值Usin_b的数据群,通过间除方法来算出频率Z~nZ(Hz)中的任一个频率的叠加正弦波值Usin(步骤3),使用其执行交流叠加控制(步骤7),在交流叠加控制执行中,算出燃料电池装置10的阻抗Zfc。第1ECU11执行FC加湿控制处理,使得阻抗Zfc成为目标值Zfc_cmd(步骤61~63)。



1. 一种搭载于车辆的车辆用设备的控制装置,其特征在于,具备:

存储单元,其存储具备给定的基准频率的1组基准周期函数值数据群;

周期函数值生成单元,其构成为能使用存储于该存储单元的1组基准周期函数值数据群来生成分别具备所述基准频率的整数倍的相互不同的n个频率的n个周期函数值,并且有选择地生成该n个周期函数值当中的任一个周期函数值来作为选择周期函数值,其中,n是整数;

电信号生成单元,其与所述车辆用设备电连接,使用该车辆用设备的输出来生成包含所述选择周期函数值作为分量的电信号;

动作状态参数取得单元,其取得表征生成该电信号时的所述车辆用设备的动作状态的动作状态参数;和

控制单元,其使用该动作状态参数来控制所述车辆用设备,

所述周期函数值生成单元通过直接使用所述1组基准周期函数值数据群来生成所述n个周期函数值中的一个周期函数值,并且通过周期性地间除使用所述1组基准周期函数值数据群来生成该一个周期函数值以外的n-1个周期函数值。

2. 根据权利要求1所述的车辆用设备的控制装置,其特征在于,

所述电信号构成为交流信号,

所述动作状态参数是从所述车辆用设备输出的交流信号值,

所述车辆用设备的控制装置还具备:

滤波器值算出单元,其通过对该交流信号值实施给定的滤波器处理来算出滤波器值,

所述控制单元使用该滤波器值来控制所述车辆用设备,

所述给定的滤波器处理构成为具备给定的通频带,且所述选择周期函数值的频率越高则该给定的通频带的上限值就被设定成越高的频率。

3. 根据权利要求1所述的车辆用设备的控制装置,其特征在于,

所述周期函数值构成为正弦函数值或余弦函数值,

所述电信号构成为交流信号,

所述动作状态参数是从所述车辆用设备输出的交流信号值,

所述车辆用设备的控制装置还具备:

振幅取得单元,其基于表征该交流信号值的梯度的梯度值来取得所述交流信号值的振幅,

所述控制单元使用该振幅来控制所述车辆用设备,

在从所述梯度值所表征的所述梯度中同一正负号的所述梯度继续了给定次数以上的状态起,反转了正负号以后,该反转了正负号的梯度继续了给定次数以上时,所述振幅取得单元基于该正负号的反转方向将该正负号反转时的交流信号值设定成极大值以及极小值中的一者,作为该极大值与该极小值之间的差分来取得所述振幅,并且所述选择周期函数值的频率越高就将所述给定次数设定成越小的值。

4. 根据权利要求1所述的车辆用设备的控制装置,其特征在于,

所述车辆用设备是具备燃料电池堆的燃料电池装置,

所述电信号生成单元生成交流信号作为所述电信号,

所述动作状态参数取得单元取得生成所述交流信号时的所述燃料电池堆的阻抗来作

为所述动作状态参数，

所述控制单元对所述燃料电池装置进行控制，使得该阻抗成为给定的目标值。

5. 根据权利要求4所述的车辆用设备的控制装置，其特征在于，

所述动作状态参数取得单元分别取得生成所述交流信号时的所述燃料电池堆的多个部位处的多个所述阻抗。

车辆用设备的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及搭载于车辆的车辆用设备的控制装置。

背景技术

[0002] 过去,作为控制装置,本申请的申请人已经提出过专利文献1记载的方案。该控制装置实施于车辆的排气通路的废气传感器的故障判定,执行该文献的图3所示的故障判定处理。

[0003] 在该故障判定处理中,在给定的探测条件成立时,通过对给定频率的三角函数波加上偏置值来算出探测用信号值KIDSIN,将其与基本燃料喷射量相乘,由此算出燃料喷射量I_{JN},并且将该燃料喷射量I_{JN}的量的燃料经由喷射器提供给发动机。

[0004] 然后,通过对废气传感器的检测输出KACT实施带通滤波器处理来算出滤波器值KACT_F,并通过将其绝对值KACT_FA累计来算出积分值LAF_DLYP。然后,在该积分值LAF_DLYP为给定值LAF_DLYP_OK以上时,判定为废气传感器未发生故障,在这以外时判定为废气传感器发生了故障。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP专利第4459566号公报

[0008] 作为设备的控制装置,使用分别具备相互不同的多个频率的多个周期函数值来检测设备的动态特性和动作状态,基于该检测结果来控制设备。在对这样的控制装置运用上述专利文献1的方法的情况下,为了存储多个周期函数值,存储容量会增大,并且运算负荷也会增大。特别,在对车辆用设备进行控制的控制装置的情况下,由于是搭载于车辆,因此运算性能和存储容量会受到限制。因此,在对车辆用设备进行控制的情况下,在使用多个周期函数值时,需要减少运算负荷以及存储容量。

发明内容

[0009] 本发明为了解决上述课题而完成,其目的在于,提供车辆用设备的控制装置,在使用具备相互不同的多个频率的多个周期函数值来控制车辆用设备的情况下,能减少运算负荷以及存储容量。

[0010] 为了达成上述目的,技术方案1所涉及的发明是搭载于车辆3的车辆用设备(燃料电池装置10)的控制装置1,其特征在于,具备:存储单元(第2ECU21、基准正弦波值算出部50),其存储具备给定的基准频率(ZHz)的1组基准周期函数值数据群;周期函数值生成单元(第2ECU21、基准正弦波值算出部50),其构成为能使用存储于存储单元的1组基准周期函数值数据群来生成分别具备基准频率的整数倍的相互不同的n(n是整数)个频率的n个周期函数值,并且有选择地生成n个周期函数值当中的任一个周期函数值来作为选择周期函数值(基准正弦波值 U_{\sin_b});电信号生成单元(转换器22),其与车辆用设备(燃料电池装置10)电连接,使用车辆用设备(燃料电池装置10)的输出(电流 I_{fc})来生成包含选择周期函数值

作为分量的电信号;动作状态参数取得单元(第2ECU21、电流传感器23),其取得表征生成电信号时的车辆用设备(燃料电池装置10)的动作状态的动作状态参数(阻抗 Z_{fc} 、电流 I_{fc});和控制单元(第1ECU11、第2ECU21),其使用动作状态参数来控制车辆用设备(燃料电池装置10),周期函数值生成单元通过直接使用1组基准周期函数值数据来生成 n 个周期函数值其中的一个周期函数值,并且通过周期性地间除使用1组基准周期函数值数据群来生成一个周期函数值以外的 $n-1$ 个周期函数值。

[0011] 根据该车辆用设备的控制装置,构成为能使用存储于存储单元的1组基准周期函数值数据群来生成分别具备基准频率的整数倍的相互不同的 n (n 是整数)个频率的 n 个周期函数值,并且有选择地生成 n 个周期函数值当中的任一个周期函数值来作为选择周期函数值。然后,由与车辆用设备电连接的电信号生成单元使用车辆用设备的输出来生成包含所生成的选择周期函数值作为分量的电信号,取得表征生成电信号时的车辆用设备的动作状态的动作状态参数,并且使用动作状态参数来控制车辆用设备。在该情况下,由于通过直接使用1组基准周期函数值数据群来生成 n 个周期函数值其中的一个周期函数值,并且通过周期性地间除使用1组基准周期函数值数据群来生成一个周期函数值以外的 $n-1$ 个周期函数值,因此能减少生成 n 个周期函数值时的运算负荷。除此以外,存储单元由于只要具备仅能存储1组基准周期函数值数据群的容量即可,因此能减少其存储容量。进而,在将功能移植到其他控制装置的情况下,由于不用移植很多数据,因而能容易地进行移植,因此能提高其通用性。根据以上,在对车辆用设备进行控制的情况下,能在减少运算负荷以及存储容量的同时提高通用性,能使用具备相互不同的 n 个频率的周期函数值,能提升商品性。

[0012] 技术方案2所涉及的发明在技术方案1记载的车辆用设备(燃料电池装置10)的控制装置1的基础上,特征在于,电信号构成为交流信号,动作状态参数是从车辆用设备(燃料电池装置10)输出的交流信号值(电流 I_{fc}),该车辆用设备的控制装置1还具备:滤波器值算出单元(第2ECU21、滤波器值算出部52),其通过对交流信号值(电流 I_{fc})实施给定的滤波器处理(式(1)~(3))来算出滤波器值 I_{fc_F} ,控制单元使用滤波器值 I_{fc_F} 来控制车辆用设备(燃料电池装置10),给定的滤波器处理构成为具备给定的通频带,且选择周期函数值的频率越高则给定的通频带的上限值就被设定成越高的频率。

[0013] 根据该车辆用设备的控制装置,通过对从车辆用设备输出的交流信号值实施给定的滤波器处理来算出滤波器值,使用滤波器值来控制车辆用设备。在该情况下,由于给定的滤波器处理构成为具备给定的通频带,且选择周期函数值的频率越高则给定的通频带的上限值就被设定成越高的频率,因此能将滤波器值作为以下值来算出,即,在将噪声分量适当截止的同时仅将起因于选择周期函数值的分量从电信号值中效率良好地提取出后得到的值。因此,通过使用这样的滤波器值来控制车辆用设备,能提升控制精度。

[0014] 技术方案3所涉及的发明在技术方案1记载的车辆用设备(燃料电池装置10)的控制装置1的基础上,特征在于,周期函数值(基准正弦波值 U_{sin_b})构成为正弦函数值或余弦函数值,电信号构成为交流信号,动作状态参数是从车辆用设备(燃料电池装置10)输出的交流信号值(电流 I_{fc}),该车辆用设备的控制装置1还具备:振幅取得单元(第2ECU21、振幅算出部53),其基于表征交流信号值的梯度的梯度值(梯度 $D I_{fc}$)来取得交流信号值的振幅 A_{ac} ,控制单元使用振幅 A_{ac} 来控制车辆用设备(燃料电池装置10),在从梯度值所表征的梯度 $D I_{fc}$ 中同一正负号的梯度 $D I_{fc}$ 继续了给定次数(判定次数 N_{jud})以上的状态起,反转了正

负号以后,反转了正负号的梯度 $DIfc$ 继续了给定次数(判定次数 $Njud$)以上时,振幅取得单元基于正负号的反转方向将正负号反转时的交流信号值设定成极大值(极大电流值 Ifc_max)以及极小值(极小电流值 Ifc_min)中的一者,作为极大值(极大电流值 Ifc_max)与极小值(极小电流值 Ifc_min)之间的差分来取得振幅 Aac ,并且选择周期函数值的频率越高就将给定次数(判定次数 $Njud$)设定成越小的值。

[0015] 根据该车辆用设备的控制装置,取得从车辆用设备输出的交流信号值,基于表征该交流信号值的梯度的梯度值来取得交流信号值的振幅,并且使用振幅来控制车辆用设备。在该情况下,在梯度值所表征的梯度中,在从同一正负号的梯度继续了给定次数以上的状态起,反转了正负号以后,反转了正负号的梯度继续了给定次数以上时,基于正负号的反转方向将正负号反转时的交流信号值设定成极大值以及极小值中的一者,作为极大值与极小值之间的差分来取得振幅,并且选择周期函数值的频率越高就将给定次数设定成越小的值,因此能对应于选择周期函数值的频率精度良好地取得振幅。因此,通过使用这样的振幅来控制车辆用设备,能提升控制精度。

[0016] 技术方案4所涉及的发明在技术方案1记载的车辆用设备的控制装置1的基础上,特征在于,车辆用设备是燃料电池装置10,电信号生成单元生成交流信号作为电信号,动作状态参数取得单元取得生成交流信号时的燃料电池堆的阻抗 Zfc 来作为动作状态参数,控制单元对燃料电池装置10进行控制,使得阻抗 Zfc 成为给定的目标值 Zfc_cmd 。

[0017] 根据该车辆用设备的控制装置,由于取得由前述的电信号生成单元生成作为电信号的交流信号时的燃料电池堆的阻抗,因此能使用 n 个周期函数值当中的任一个周期函数值即选择周期函数值来取得阻抗。因此,通过适当地选择该选择周期函数值,能提升阻抗的取得精度,能提升燃料电池装置的控制精度。

[0018] 技术方案5所涉及的发明在技术方案4记载的车辆用设备的控制装置1的基础上,特征在于,动作状态参数取得单元分别取得生成交流信号时的燃料电池堆的多个部位处的多个阻抗。

[0019] 根据该车辆用设备的控制装置,由于分别取得生成交流信号时的燃料电池堆的多个部位处的多个阻抗,因此在燃料电池堆的多个部位的任意部位处发生了不良状况的情况下,能使用多个阻抗适当地确定该不良状况发生之处。

附图说明

[0020] 图1是示意表示本发明的一个实施方式所涉及的控制装置以及以运用其的燃料电池装置作为动力源的车辆的驱动系统的结构的图。

[0021] 图2是表示控制装置的电结构的框图。

[0022] 图3是表示控制装置的功能结构的框图。

[0023] 图4的(a)是表示基准正弦波值映射(map)的一例的图,(b)是表示频率指令值 $Fr_cmd=1$ 时生成的基准正弦波值 U_{sin_b} 的一例的图。

[0024] 图5是表示频率指令值 $Fr_cmd=2$ 时生成的基准正弦波值 U_{sin_b} 的一例的图。

[0025] 图6是表示频率指令值 $Fr_cmd=1\sim n$ 时的从基准正弦波值映射读出数据的方法的表。

[0026] 图7是时间常数 Td 的算出中使用的映射的一例的图。

- [0027] 图8是用于说明振幅Aac的算出原理的图。
- [0028] 图9是表示判定次数Njud的算出中使用的映射的一例的图。
- [0029] 图10是表示交流叠加控制处理的流程图。
- [0030] 图11是表示叠加正弦波值算出处理的流程图。
- [0031] 图12是表示振幅算出处理的流程图。
- [0032] 图13是表示阻抗算出处理的流程图。
- [0033] 图14是表示FC加湿控制处理的流程图。
- [0034] 附图标记的说明
- [0035] 1 控制装置
- [0036] 3 车辆
- [0037] 10 燃料电池装置(车辆用设备)
- [0038] 11 第1ECU(控制单元)
- [0039] 21 第2ECU(存储单元、周期函数值生成单元、动作状态参数取得单元、控制单元、滤波器值算出单元、振幅取得单元)
- [0040] 22 转换器(电信号生成单元)
- [0041] 23 电流传感器(动作状态参数取得单元)
- [0042] 50 基准正弦波值算出部(存储单元、周期函数值生成单元)
- [0043] 52 滤波器值算出部(滤波器值算出单元)
- [0044] 53 振幅算出部(振幅取得单元)
- [0045] Usin_b 基准正弦波值(周期函数值、选择周期函数值)
- [0046] Ifc 电流(车辆用设备的输出、动作状态参数、交流信号值)
- [0047] Ifc_F 滤波器值
- [0048] DIfc 梯度(梯度值)
- [0049] Njud 判定次数(给定次数)
- [0050] Aac 振幅
- [0051] Ifc_max 极大电流值(极大值)
- [0052] Ifc_min 极小电流值(极小值)
- [0053] Zfc 阻抗(动作状态参数)
- [0054] Zfc_cmd 目标值

具体实施方式

[0055] 以下参考附图来说明本发明的一个实施方式所涉及的车辆用设备的控制装置。如图1所示那样,该控制装置1对作为车辆用设备的燃料电池装置(图中记作“FC”)10进行控制,该燃料电池装置10作为动力源搭载于车辆3。另外,该图1中虚线所示的结构是机械性的连结结构。

[0056] 该燃料电池装置10除了具备燃料电池堆、氢罐、氢泵以及空气泵(均未图示)等以外,还具备图2所示的第1ECU11。

[0057] 该第1ECU11(控制单元)由包含CPU、RAM、ROM以及I/O接口(均未图示)等的微型计算机构成,通过驱动氢泵来将氢罐内的氢提供给燃料电池堆,并通过驱动空气泵来将空气

提供给燃料电池堆。由此,控制燃料电池堆中的含水率即阻抗。

[0058] 另外,第1ECU11对应于车辆3的动作状态来算出后述的频率指令值Fr_cmd等控制用数据,将该算出结果输出到后述的第2ECU21。

[0059] 燃料电池堆将很多电池单元层叠而成,取入从氢泵提供的氢和空气中的氧,使它们进行化学反应,由此执行发电动作。由该燃料电池堆发电的电力经由后述的FC-VCU20等提供给蓄电池31或电动马达41。

[0060] 车辆3除了具备燃料电池装置10以外,还具备FC-VCU20、VCU30、蓄电池31、PDU40以及电动马达41等。

[0061] 该FC-VCU20如图2所示那样具备第2ECU21以及转换器22。该第2ECU21由与第1ECU11同样的微型计算机构成,如后述那样,通过驱动转换器22来控制燃料电池装置10的产生电力。另外,在本实施方式中,第2ECU21相当于存储单元、周期函数值生成单元、动作状态参数取得单元、控制单元、滤波器值算出单元以及振幅取得单元。

[0062] 转换器22(电信号生成单元)是多相转换器类型,其具备很多将燃料电池装置10所产生的电力变换成电压的变换部,并且通过各变换部的开关元件的接通断开控制(占空比控制)使燃料电池装置10的产生电压升压。

[0063] 如图1所示那样,在燃料电池装置10与FC-VCU20之间设置电流传感器23以及电压传感器24。该电流传感器23检测从燃料电池装置10流向FC-VCU20的交流的电流Ifc,电压传感器24检测燃料电池装置10的输出电压Vfc。这些电流Ifc以及电压Vfc经由转换器22输入到第2ECU21。另外,在本实施方式中,电流传感器23相当于动作状态参数取得单元,电流Ifc相当于车辆用设备的输出、动作状态参数以及交流信号值。

[0064] 第2ECU21基于电流Ifc以及电压Vfc通过后述的方法算出燃料电池堆的阻抗Zfc(动作状态参数),将该算出结果输出到第1ECU11。另外,第2ECU21如后述那样基于从第1ECU11输入的控制用数据来算出提供给转换器22的控制输入信号值Uduty。

[0065] 另外,前述的VCU30内置有DC/DC转换器,一边执行升压/降压动作,一边控制燃料电池装置10以及电动马达41与蓄电池31之间的电力的授受。具体地,使燃料电池装置10的产生电力以及由电动马达41给出的再生电力降压并充电到蓄电池31,并且将蓄电池31的电力升压并提供给电动马达41。该蓄电池31由锂离子电池类型的蓄电池构成。

[0066] 进而,前述的PDU40内置有逆变器,其在电动马达41的动力运行控制时,将来自燃料电池装置10以及/或者蓄电池31的直流电流变换成交流电流并提供给电动马达41。另一方面,在车辆3的减速行驶中的电动马达41的再生控制时,将电动马达41所产生的交流电流变换成直流电流并充电到蓄电池31。

[0067] 另外,电动马达41经由变速器4与驱动轮5、5机械连结,在电动马达41被动力运行控制时,电动马达41的动力传递到驱动轮5、5。由此,车辆3行驶。

[0068] 接下来,参考图3来说明本实施方式的控制装置1的功能结构。如该图3所示那样,控制装置1具备基准正弦波值算出部50、叠加振幅算出部51、滤波器值算出部52、振幅算出部53、振幅FB控制器54、电压FB控制器55、占空比信号值算出部56、乘法运算器57、2个减法运算器58、59以及加法运算器60,这些要素50~60均由第2ECU21构成。

[0069] 首先,在基准正弦波值算出部50中,通过以下叙述的方法基于来自第1ECU11的控制用数据中包含的频率指令值Fr_cmd,使用存储于第2ECU21的ROM内的基准正弦波值映射

来算出基准正弦波值 U_{sin_b} 。该频率指令值 Fr_cmd 在第1ECU11中被有选择地设定成值1~n (n是整数)中的任一者。另外,在本实施方式中,基准正弦波值算出部50相当于存储单元以及周期函数值生成单元,基准正弦波值 U_{sin_b} 相当于周期函数值以及选择周期函数值。

[0070] 该基准正弦波值映射的数据例如如图4的(a)所示那样设定。在该图4的(a)的情况下,为了容易理解而将数据No. (=1~17)、数据振幅值(=-4~+4)的数量设定成比实际少的值。

[0071] 如图4的(a)所示那样,在该基准正弦波值映射中,仅设定1组数据群,在频率指令值 $Fr_cmd=1$ 时,以给定的控制周期 ΔTk (例如10msec)直接读出基准正弦波的映射数据。由此,如图4的(b)所示那样,在 $Fr_cmd=1$ 时,生成以基准正弦波值 U_{sin_b} 为分量的给定频率Z(Hz)的基准正弦波。

[0072] 另一方面,在频率指令值 $Fr_cmd=2$ 时,以给定的控制周期 ΔTk 读出奇数的数据No. (1、3、5.....)的值,由此,如图5所示那样,生成仅以图4的(b)的白圈的基准正弦波值 U_{sin_b} 的数据为分量的基准正弦波。在该情况下,通过跳过1个地读出图4的(a)的映射数据,从而以2Z(Hz)的频率生成基准正弦波。即,在 $Fr_cmd=2$ 时,通过从图4的(a)的数据群中1个1个地周期性地地进行间除,从而以 $Fr_cmd=1$ 时的2倍的频率来生成基准正弦波。

[0073] 另外,在频率指令值 $Fr_cmd=3$ 时,通过跳过2个地周期性地读出图4的(a)的映射数据,从而以3Z(Hz)的频率生成基准正弦波。即,在 $Fr_cmd=3$ 时,通过从图4的(a)的数据群中2个2个地周期性地地进行间除,从而生成 $Fr_cmd=1$ 时的3倍的频率的基准正弦波。

[0074] 根据以上的原理,在频率指令值 $Fr_cmd=n$ 时,通过从图4的(a)的映射数据中跳过n-1个地周期性地读出基准正弦波值 U_{sin_b} ,从而所生成的基准正弦波的频率成为nZ(Hz)。即,在 $Fr_cmd=n$ 时,通过从图4的(a)的数据群中n-1个n-1个地周期性地地进行间除,从而生成 $Fr_cmd=1$ 时的n倍的频率的基准正弦波。若将以上的基准正弦波的生成原理汇总成表,则成为图6所示的表。

[0075] 另外,在前述的叠加振幅算出部51中,通过对应于来自第1ECU11的控制用数据中包含的升压率R、电流指令值 Ifc_cmd 以及动作相数 Nph 来检索未图示的映射,从而算出叠加振幅 A_map 。在该情况下,升压率R是应将燃料电池装置10的产生电压 Vfc 升压的比率,电流指令值 Ifc_cmd 相当于电流 Ifc 的目标值,并且动作相数 Nph 相当于在FC-VCU20中应动作的变换部的数量。

[0076] 接下来,通过在乘法运算器57中将基准正弦波值 U_{sin_b} 与叠加振幅 A_map 相乘来算出叠加正弦波值 $U_{sin}(=U_{sin_b} \cdot A_map)$ 。

[0077] 另一方面,在前述的滤波器值算出部52(滤波器值算出单元)中,使用电流 Ifc 以及频率指令值 Fr_cmd ,通过以下叙述的方法来算出滤波器值 Ifc_F 。

[0078] 具体地,滤波器值 Ifc_F 由下式(1)~(3)所示的2阶低通滤波器算法算出。

[0079] 【数学表达式1】

$$[0080] \quad Y(k) = \frac{T_s}{T_s + T_d} \cdot \{x(k) + x(k-1)\} + \frac{T_d - T_s}{T_s + T_d} \cdot Y(k-1) \quad \dots\dots (1)$$

[0081] 【数学表达式2】

$$[0082] \quad Y(k) = Ifc_F(k) \cdot \dots\dots (2)$$

[0083] 【数学表达式3】

[0084] $x(k) = Ifc(k) \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$

[0085] 上式(1)的Ts是给定的稳定时间。另外,Td是时间常数,其是通过对应于频率指令值Fr_cmd来检索图7所示的映射而算出的。该图的Xa是给定值,如该图所示那样,频率指令值Fr_cmd越大,则时间常数Td就会与其成反比地被设定成越小的值。这是出于以下的理由。

[0086] 即,为了精度良好地提取起因于叠加正弦波值Usin的分量,使用上述的2阶低通滤波器算法,作为将电流Ifc中的高频噪声分量截止后得到的值来算出滤波器值Ifc_F。与此相对,由于如前述那样,频率指令值Fr_cmd越大,则叠加正弦波值Usin就被生成为越高的频率的值,因此与此对应,将低通滤波器的截止频率设定成更高的值。另外,通过如图7所示那样将时间常数Td映射化,能简化处理。

[0087] 另外,上式(1)~(3)中的带记号(k)的各离散数据表示是与前述的控制周期ΔTk同步算出(或采样)的数据,记号k(k是正的整数)表征各离散数据的算出循环的顺序。例如,记号k表示是在本次的算出定时下算出的本次值,记号k-1表示是在前次的算出定时下算出的前次值。这一点在以下的离散数据中也是同样。

[0088] 另外,在所述的振幅算出部53(振幅取得单元)中,使用滤波器值Ifc_F以及频率指令值Fr_cmd,通过以下叙述的方法来算出振幅Aac。

[0089] 首先,以前述的控制周期ΔTk用下式(4)算出滤波器值的梯度DIfc(梯度值),并且判定梯度DIfc的正负号。

[0090] **【数学表达式4】**

$$[0091] \quad DIfc(k) = \frac{Ifc_F(k) - Ifc_F(k-1)}{\Delta Tk} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

[0092] 然后,在梯度DIfc的正负号发生了反转的情况下,判别在其前后同一正负号的状态是否继续了判定次数Njud(给定次数)以上。然后,在正负号的反转前后同一正负号的状态继续了判定次数Njud以上的情况下(参考图8),梯度DIfc的正负号从正反转到负时,将该反转时的滤波器值Ifc_F设定成极大电流值Ifc_max(极大值)。

[0093] 作为算出该极大电流值Ifc_max时的反转时的滤波器值Ifc_F,使用正负号发生了反转时的梯度DIfc的算出式(4)中的本次值Ifc_F(k)以及前次值Ifc_F(k-1)当中的大的一方的值。另外,作为反转时的滤波器值Ifc_F,可以使用滤波器值的本次值Ifc_F(k)与前次值Ifc_F(k-1)的中间值。

[0094] 另一方面,与上述相反,在梯度DIfc的正负号从负反转到正时,将该反转时的滤波器值Ifc_F设定成极小电流值Ifc_min(极小值)。作为算出该极小电流值Ifc_min时的反转时的滤波器值Ifc_F,使用正负号发生了反转时的梯度DIfc的算出式(4)中的本次值Ifc_F(k)以及前次值Ifc_F(k-1)当中的小的一方的值。另外,作为反转时的滤波器值Ifc_F,可以使用滤波器值的本次值Ifc_F(k)与前次值Ifc_F(k-1)的中间值。

[0095] 另外,通过对应于频率指令值Fr_cmd来检索图9所示的映射,从而算出上述的判定次数Njud。该图的ω是给定值,如该图所示那样,频率指令值Fr_cmd越小,则判定次数Njud就会与其成反比地被设定成越大的值。这是因为,如前述那样,由于频率指令值Fr_cmd越小,则叠加正弦波值Usin就被生成为越低的频率的值,因此与此对应,将判定次数Njud设定成更多的次数。

[0096] 接下来,最终通过下式(5)算出振幅Aac。

[0097] 【数学表达式5】

$$[0098] \quad A_{ao} = I_{fc_max} - I_{fc_min} \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

[0099] 进而,在前述的减法运算器58中,通过从目标振幅 A_{ac_cmd} 减去振幅 A_{ac} 来算出振幅偏差 DA_{ac} ($=A_{ac_cmd} - A_{ac}$)。该目标振幅 A_{ac_cmd} 在第1ECU11中作为控制用数据对应于车辆3的动作状态被进行设定。

[0100] 接下来,在前述的振幅FB控制器54中,通过给定的反馈控制算法(例如PID控制算法)来算出振幅FB输入 U_{fb_a} ,使得振幅偏差 DA_{ac} 收敛到值0。

[0101] 另一方面,在前述的减法运算器59中,通过从目标电压 V_{fc_cmd} 减去电压 V_{fc} 来算出电压偏差 DV_{fc} ($=V_{fc_cmd} - V_{fc}$)。该目标电压 V_{fc_cmd} 在第1ECU11中作为控制用数据对应于车辆3的动作状态被进行设定。

[0102] 接下来,在前述的电压FB控制器55中,通过给定的反馈控制算法(例如PID控制算法)算出电压FB输入 U_{fb_v} ,使得电压偏差 DV_{fc} 收敛到值0。

[0103] 另外,在前述的加法运算器60中,通过下式(6)算出最终控制输入 U_{ac} 。

[0104] 【数学表达式6】

$$[0105] \quad U_{ac} = U_{sin} + U_{fb_a} + U_{fb_v} \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

[0106] 进而,在前述的占空比信号值算出部56中,通过三角波比较等方式来算出具备与最终控制输入 U_{ac} 对应的占空比的占空比信号值 U_{duty} 。

[0107] 然后,通过将如以上那样算出的占空比信号值 U_{duty} 提供给转换器22,从而对燃料电池装置10的产生电压 V_{fc} 进行反馈控制使其成为目标电压 V_{fc_cmd} ,并且对电流 I_{fc} 的振幅 A_{ac} 进行反馈控制使其成为目标振幅 A_{ac_cmd} 。另外,与此相伴,在转换器22中生成将包含叠加正弦波值 U_{sin} 作为分量的交流分量叠加到电流 I_{fc} 后得到的交流电流(交流信号)(交流叠加)。然后,基于该交流叠加的执行中的电流 I_{fc} 以及电压 V_{fc} ,如后述那样通过交流阻抗法算出燃料电池装置10的阻抗 Z_{fc} 。

[0108] 接下来,参考图10来说明交流叠加控制处理。该交流叠加控制处理以燃料电池装置10的阻抗 Z_{fc} 的算出为目的,为了在转换器22中生成将交流分量叠加到电流 I_{fc} 后得到的交流电流而算出提供给转换器22的占空比信号值 U_{duty} ,且由第2ECU21以前述的控制周期 ΔT_k 来执行该交流叠加控制处理。另外,在以下的说明中,被算出/采样的各种值存储在第2ECU21的RAM内。

[0109] 如该图所示那样,首先,在步骤1(图中略作“S1”,以下相同)中,判别交流叠加控制处理的执行条件是否成立。在该情况下,在燃料电池装置10等处于能执行交流叠加控制处理的动作状态时,判别为交流叠加控制处理的执行条件成立。在该判别结果为“否”时,直接结束本处理。

[0110] 另一方面,在步骤1的判别结果为“是”时,前进到步骤2,执行叠加正弦波算出处理。该叠加正弦波算出处理算出叠加正弦波值 U_{sin} ,具体如图11所示那样执行。

[0111] 如该图所示那样,首先,在步骤20中,如前述那样通过对应于频率指令值 Fr_cmd 来读出图4的(a)的映射的数据,从而算出基准正弦波值 U_{sin_b} 。

[0112] 接下来,前进到步骤21,如前述那样通过对应于升压率 R 、电流指令值 I_{fc_cmd} 以及动作相数 N_{ph} 来检索未图示的映射,从而算出叠加振幅 A_{map} 。

[0113] 接下来,在步骤22中将叠加正弦波值 U_{sin} 设定成基准正弦波值 U_{sin_b} 与叠加振幅

A_map之积后,结束本处理。

[0114] 回到图10,在步骤2中如以上那样算出叠加正弦波值 U_{sin} 后,前进到步骤3,判别本次是否是交流叠加控制处理的执行条件成立的第1次控制定时。

[0115] 在该步骤3的判别结果为“是”即本次是交流叠加控制处理的执行条件成立的第1次控制定时时,前进到步骤4,将电压FB输入 U_{fb_v} 设定成值0。

[0116] 接下来,前进到步骤5,在将振幅FB输入 U_{fb_a} 设定成值0后,前进到步骤6,将最终控制输入 U_{ac} 设定成叠加正弦波值 U_{sin} 、电压FB输入 U_{fb_v} 与振幅FB输入 U_{fb_a} 之和。

[0117] 接下来,在步骤7中,通过对应于最终控制输入 U_{ac} 来检索未图示的映射,从而算出占空比信号值 U_{duty} ,在这之后结束本处理。

[0118] 另一方面,在前述的步骤3的判别结果为“否”即交流叠加控制处理的执行条件在前次以前的控制定时下成立时,前进到步骤8,将电压偏差 DV_{fc} 设定成目标电压 V_{fc_cmd} 与电压 V_{fc} 的偏差($V_{fc_cmd}-V_{fc}$)。

[0119] 接下来,前进到步骤9,使用给定的反馈控制算法来算出电压FB输入 U_{fb_v} ,使得电压偏差 DV_{fc} 收敛到值0。

[0120] 接下来,在步骤10中判别振幅FB条件是否成立。在该情况下,在后述的步骤42中执行了振幅 A_{ac} 的更新以后,判别为振幅FB条件成立。在该判别结果为“否”时,在如前述那样执行了步骤5~7后结束本处理。

[0121] 另一方面,在步骤10的判别结果为“是”即振幅FB条件成立时,前进到步骤11,将振幅偏差 DA_{ac} 设定成目标振幅 A_{ac_cmd} 与振幅 A_{ac} 的偏差($A_{ac_cmd}-A_{ac}$)。

[0122] 接下来,前进到步骤12,使用给定的反馈控制算法来算出振幅FB输入 U_{fb_a} ,使得振幅偏差 DA_{ac} 收敛到值0。

[0123] 接下来,在如前述那样执行了步骤6~7后,结束本处理。若如以上那样执行了交流叠加控制处理,则通过将占空比信号值 U_{duty} 提供给转换器22,从而对燃料电池装置10的产生电压 V_{fc} 进行反馈控制使其成为目标电压 V_{fc_cmd} ,并且对电流 I_{fc} 的振幅 A_{ac} 进行反馈控制使其成为目标振幅 A_{ac_cmd} 。另外,与此相伴,在转换器22中生成将包含叠加正弦波值 U_{sin} 作为分量的交流分量叠加到电流 I_{fc} 后得到的交流电流(交流叠加)。

[0124] 接下来,参考图12来说明振幅算出处理。该振幅算出处理算出燃料电池装置10的电流 I_{fc} 的振幅 A_{ac} ,且由第2ECU21以前述的控制周期 ΔT_k 来执行该振幅算出处理。

[0125] 如该图所示那样,首先,在步骤30中判别振幅算出处理的执行条件是否成立。在该情况下,例如在前述的交流叠加控制处理处于执行中且从其执行开始起的经过时间为给定值以上时,判别为振幅算出处理的执行条件成立。在该判别结果为“否”时,直接结束本处理。

[0126] 另一方面,在步骤30的判别结果为“是”即振幅算出处理的执行条件成立时,前进到步骤31,判别本次是否是交流叠加控制处理的执行条件成立的第1次控制定时。在该判别结果为“否”即振幅算出处理的执行条件在前次以前的控制定时下成立时,前进到后述的步骤34。

[0127] 另一方面,在步骤31的判别结果为“是”即本次是交流叠加控制处理的执行条件成立的第1次控制定时时,前进到步骤32,通过对应于频率指令值 Fr_cmd 来检索前述的图7的映射,从而算出时间常数 T_d 。

[0128] 接下来,前进到步骤33,通过对应于频率指令值 Fr_cmd 来检索前述的图9的映射,从而算出判定次数 N_{jud} 。

[0129] 在继以上的步骤31或33后的步骤34,通过前述的式(1)~(3)来算出滤波器值 Ifc_F 。

[0130] 接下来,前进到步骤35,通过前述的式(4)来算出梯度 $DIfc$ 。

[0131] 接下来,在步骤36中判别振幅 Aac 的算出条件是否成立。在该情况下,在以下叙述的条件(f1)~(f3)中的任一者都成立时,判别为振幅 Aac 的算出条件成立。

[0132] (f1) 梯度 $DIfc$ 的正负号发生了反转。

[0133] (f2) 在梯度 $DIfc$ 的正负号反转前的算出结果中,同一正负号的算出值继续存在判定次数 N_{jud} 以上。

[0134] (f3) 在梯度 $DIfc$ 的正负号反转以后的算出结果中,同一正负号的算出值继续存在判定次数 N_{jud} 以上。

[0135] 在该步骤36的判别结果为“否”时,直接结束本处理。另一方面,在步骤36的判别结果为“是”即振幅 Aac 的算出条件成立时,前进到步骤37,判别 $DIfc < 0$ 是否成立。

[0136] 在该判别结果为“是”即梯度 $DIfc$ 是负值时,前进到步骤38,算出极大电流值 Ifc_max 。具体地,如前述那样,将极大电流值 Ifc_max 设定成梯度 $DIfc$ 的正负号反转时的滤波器值 Ifc_F 。

[0137] 另一方面,在步骤37的判别结果为“否”即梯度 $DIfc$ 是正值时,前进到步骤39,算出极小电流值 Ifc_min 。具体地,如前述那样,将极小电流值 Ifc_min 设定成梯度 $DIfc$ 的正负号反转时的滤波器值 Ifc_F 。

[0138] 在继以上的步骤38或39后的步骤40,判别是否将2个值 Ifc_max 、 Ifc_min 算出完毕。在该判别结果为“否”时,直接结束本处理。

[0139] 另一方面,在步骤40的判别结果为“是”即将2个值 Ifc_max 、 Ifc_min 算出完毕时,前进到步骤41,通过前述的式(5)来算出振幅 Aac 。

[0140] 接下来,在步骤42,在将RAM内的振幅 Aac 更新为步骤41的算出值后结束本处理。

[0141] 接下来,参考图13来说明阻抗算出处理。该阻抗算出处理算出燃料电池装置10的燃料电池堆的阻抗 Zfc ,且由第2ECU21以前述的控制周期 ΔTk 来执行该阻抗算出处理。

[0142] 如该图所示那样,首先,在步骤50中判别阻抗算出处理的执行条件是否成立。在该情况下,例如在前述的交流叠加控制处理处于执行中且从其执行开始起的经过时间为给定值以上时,判别为振幅算出处理的执行条件成立。在该判别结果为“否”时,直接结束本处理。

[0143] 另一方面,在步骤50的判别结果为“是”即阻抗算出处理的执行条件成立时,前进到步骤51,对电压 Vfc 进行采样。

[0144] 接下来,前进到步骤52,对电流 Ifc 进行采样。

[0145] 在继步骤52后的步骤53中基于电压 Vfc 以及电流 Ifc 的采样值用交流阻抗法算出阻抗 Zfc 后,结束本处理。如以上那样算出的阻抗 Zfc 被从第2ECU21输出到第1ECU11。

[0146] 接下来,参考图14来说明FC加湿控制处理。该FC加湿控制处理对经由氢泵提供给燃料电池堆的氢量以及经由空气泵提供的空气量进行控制,且由第1ECU11以给定的控制周期来执行该FC加湿控制处理。

[0147] 如该图所示那样,首先,在步骤60判别FC加湿控制处理的执行条件是否成立。该FC加湿控制处理的执行条件的可否成立是基于燃料电池装置10以及车辆3的动作状态来执行的。在该判别结果为“否”时,直接结束本处理。

[0148] 另一方面,在步骤60的判别结果为“是”即FC加湿控制处理的执行条件成立时,前进到步骤61,读入从第2ECU21输入的阻抗 Z_{fc} 。

[0149] 接下来,前进到步骤62,算出加湿量 ADD_W ,使得阻抗 Z_{fc} 成为其目标值 Z_{fc_cmd} 。

[0150] 接下来,在步骤63中执行加湿控制处理。具体地,通过对应于加湿量 ADD_W 来检索未图示的映射,从而算出控制输入值,将与其对应的控制输入信号提供给氢泵以及空气泵。由此,燃料电池堆的阻抗 Z_{fc} 被控制得成为目标值 Z_{fc_cmd} 。如以上那样,在步骤63中执行加湿控制处理后,结束本处理。

[0151] 如以上那样,根据本实施方式的控制装置1,在基准正弦波值算出部50中,构成为能使用存储于第2ECU21的ROM内的基准正弦波值映射(参考图4的(a))的1组数据群来算出分别具备相互不同的 n 个频率 Z (Hz)~ nZ (Hz)的 n 个基准正弦波值 U_{sin_b} ,并且基于频率指令值 Fr_cmd 有选择地算出具备 Z ~ nZ (Hz)中的任一个频率的基准正弦波值 U_{sin_b} 。这时,在 $Fr_cmd=1$ 时,通过直接读出基准正弦波值映射的数据来算出具备 Z (Hz)的频率的基准正弦波值 U_{sin_b} ,在 $Fr_cmd=2$ ~ n 时,通过从图4的(a)的数据群中 1 ~ $n-1$ 个 1 ~ $n-1$ 个地周期性地地进行间除,来算出 $Fr_cmd=1$ 时的 2 ~ n 倍的频率的基准正弦波值 U_{sin_b} ,因此能减少算出 n 个基准正弦波值 U_{sin_b} 时的运算负荷。

[0152] 除此以外,第2ECU21的ROM由于只要具备仅能存储基准正弦波值映射中的1组数据群的容量即可,因此能减少其存储容量。进而,在将功能移植到其他控制装置的情况下,由于不用移植很多数据,因而能容易地进行移植,因此能提高其通用性。根据以上,能在减少运算负荷以及存储容量的同时提高通用性,能算出具备相互不同的 n 个频率的基准正弦波值 U_{sin_b} ,能提升商品性。

[0153] 另外,通过在交流叠加控制处理的执行中将基准正弦波值 U_{sin_b} 与叠加振幅 A_{map} 相乘,从而算出叠加正弦波值 U_{sin} ,通过将使用其算出的占空比信号值 U_{duty} 提供给转换器22,从而在转换器22中生成将包含叠加正弦波值 U_{sin} 作为分量的交流分量叠加到电流 I_{fc} 后得到的交流电流。然后,在该状态下,由电流传感器23检测燃料电池装置10所产生的电流 I_{fc} ,将式(1)~(3)的2阶低通滤波器算法运用到电流 I_{fc} ,由此算出滤波器值 I_{fc_F} 。

[0154] 在该情况下,由于2阶低通滤波器算法中的时间常数 T_d 是通过对应于频率指令值 Fr_cmd 来检索前述的图7的映射从而算出的,因此频率指令值 Fr_cmd 越大,则2阶低通滤波器的截止频率就被设定成越高频域的值。即,由于叠加正弦波值 U_{sin} 的频率越高,则低通滤波器的截止频率就被设定成越高的值,因此能将滤波器值 I_{fc_F} 作为以下值来算出,即,在将高频噪声适当截止的同时仅将起因于叠加正弦波值 U_{sin} 的分量从电流 I_{fc} 中效率良好地提取出后得到的值。

[0155] 进而,使用滤波器值 I_{fc_F} 的梯度 $D I_{fc}$ 来算出滤波器值 I_{fc_F} 的极大电流值 I_{fc_max} 以及极小电流值 I_{fc_min} ,通过从前者减去后者来算出振幅 A_{ac} 。在该情况下,在从正值的梯度 $D I_{fc}$ 继续了判定次数 N_{jud} 以上的状态起,梯度 $D I_{fc}$ 反转到负值以后,负值的梯度 $D I_{fc}$ 继续了判定次数 N_{jud} 以上时,将梯度 $D I_{fc}$ 的正负号反转时的滤波器值 I_{fc_F} 设定成极大电流值 I_{fc_max} ,与以上相反,在从负值的梯度 $D I_{fc}$ 继续了判定次数 N_{jud} 以上的状态起,

梯度DIfc反转到正值以后,正值的梯度DIfc继续了判定次数Njud以上时,将梯度DIfc的正负号反转时的滤波器值Ifc_F设定成极小电流值Ifc_min。该判定次数Njud由于如图9所示那样,频率指令值Fr_cmd越小,即叠加正弦波值Usin的频率越低,就被设定成越大的值,因此能对应于叠加正弦波值Usin的频率精度良好地取得振幅Aac。

[0156] 进而,算出振幅FB输入Ufb_a,使得振幅Aac成为目标振幅Aac_cmd,使用其来控制燃料电池装置10。如以上那样,能使用精度良好地算出的滤波器值Ifc_F以及振幅Aac来控制燃料电池装置10,能提升其控制精度。

[0157] 另外,由于有选择地使用具备 $Z \sim nZ$ (Hz) 中的任一个频率的基准正弦波值Usin_b来算出阻抗Zfc,因此通过选择具备适于阻抗Zfc的算出的频率的基准正弦波值Usin_b,从而能提升阻抗Zfc的算出精度。其结果,能提升燃料电池装置10的控制精度。

[0158] 另外,实施方式是使用燃料电池装置10作为车辆用设备的示例,但本发明的车辆用设备并不限于此,只要搭载于车辆即可。例如,作为车辆用设备,可以使用原动机。

[0159] 另外,实施方式是使用电流Ifc或阻抗Zfc作为动作状态参数的示例,但本发明的动作状态参数并不限于此,只要表征车辆用设备的动作状态即可。例如,在使用内燃机作为车辆用设备的情况下,可以使用其废气的空燃比、产生转矩等。

[0160] 进而,实施方式是使用式(1)~(3)的2阶低通滤波器算法作为给定的滤波器处理的示例,但本发明的给定的滤波器处理并不限于此,只要具备给定的通频带即可。例如,可以使用1阶低通滤波器算法或带通滤波器算法,在该情况下,频率指令值Fr_cmd越大,则将1阶低通滤波器算法的截止频率或带通滤波器算法的通频带的上限值设定成越高的频率即可。

[0161] 另一方面,实施方式是使用梯度DIfc作为梯度值的示例,但本发明的梯度值并不限于此,只要表征梯度即可。例如,作为梯度值,可以取代梯度DIfc而使用滤波器值的本次值与前次值的偏差 $[Ifc_F(k) - Ifc_F(k-1)]$ 。

[0162] 另外,也可以在前述的式(4)中取代滤波器值Ifc_F而代入电流Ifc,由此算出作为梯度值的梯度DIfc。

[0163] 进而,实施方式是使用基准正弦波值Usin_b作为周期函数值的示例,但也可以取代其而使用相对于基准正弦波值Usin_b将相位错开 90° 的余弦波值。

[0164] 另一方面,实施方式是将燃料电池装置10运用到4轮车辆的示例,但也可以取代其,将燃料电池装置10运用到3轮以下的车辆、5轮以上的车辆。

[0165] 另外,实施方式是使用一个电流传感器23以及一个电压传感器24来算出燃料电池装置10的燃料电池堆整体的阻抗Zfc的示例,但也可以取代其,构成为使用多个电流传感器以及/或者多个电压传感器等来测定燃料电池堆的多个部位处的阻抗。

[0166] 在如此构成的情况下,在燃料电池堆的多个部位的任意部位发生了不良状况时,能使用多个阻抗适当地确定该不良状况发生之处。另外,例如,可以执行FC加湿控制处理,使得多个部位的阻抗的平均值成为目标值Zfc_cmd。

[0167] 进而,在实施方式中,由第2ECU21算出阻抗Zfc,并且将算出的Zfc输出到第1ECU11,但也可以由第1ECU11使用电流Ifc以及产生电压Vfc来算出阻抗Zfc。另外,在实施方式中,进行了利用了产生电压Vfc和目标电压Vfc_cmd的电压反馈控制(步骤6以及7),但也可以进行利用了电流Ifc和电流指令值Ifc_cmd的电流反馈控制。

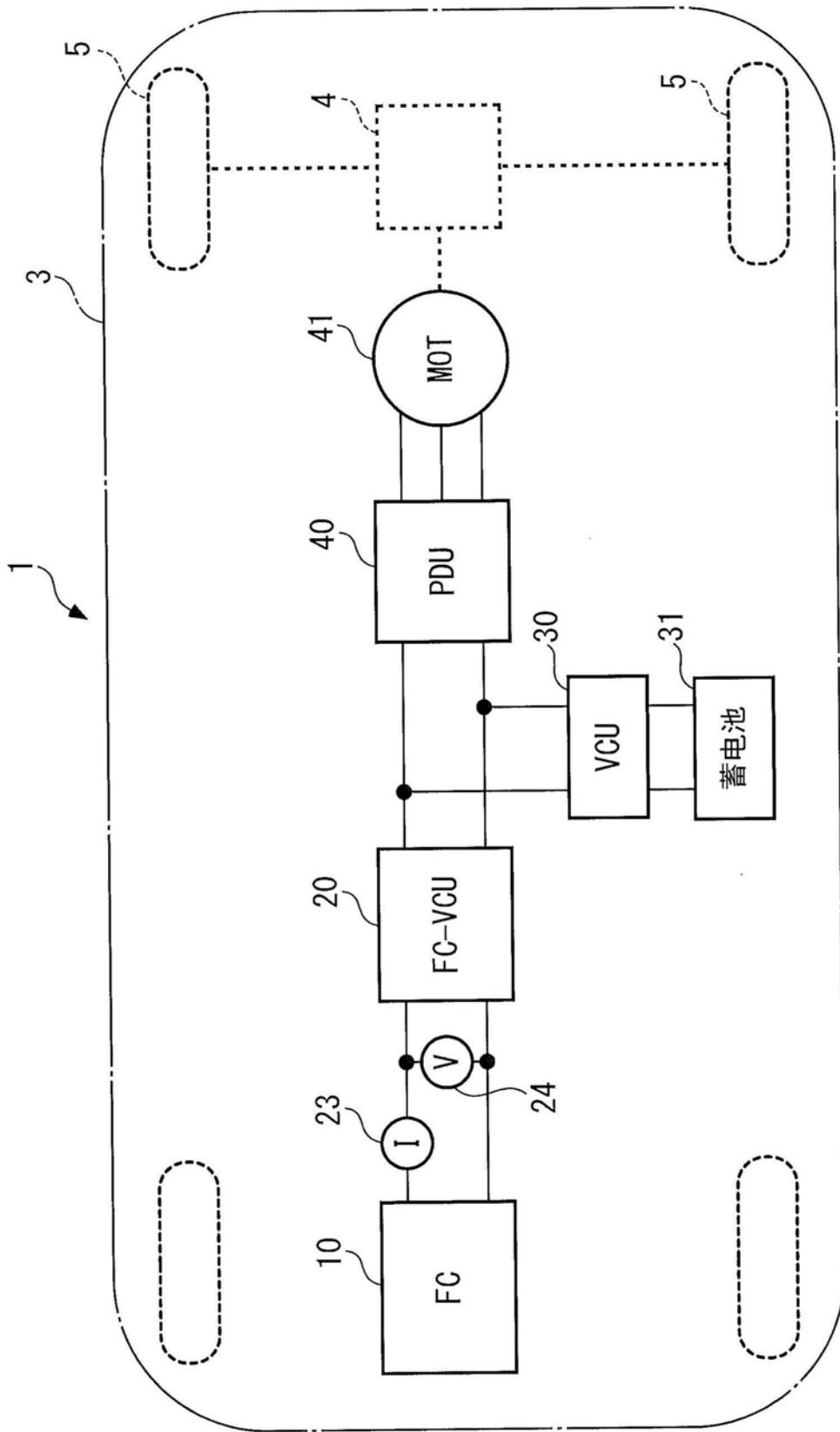


图1

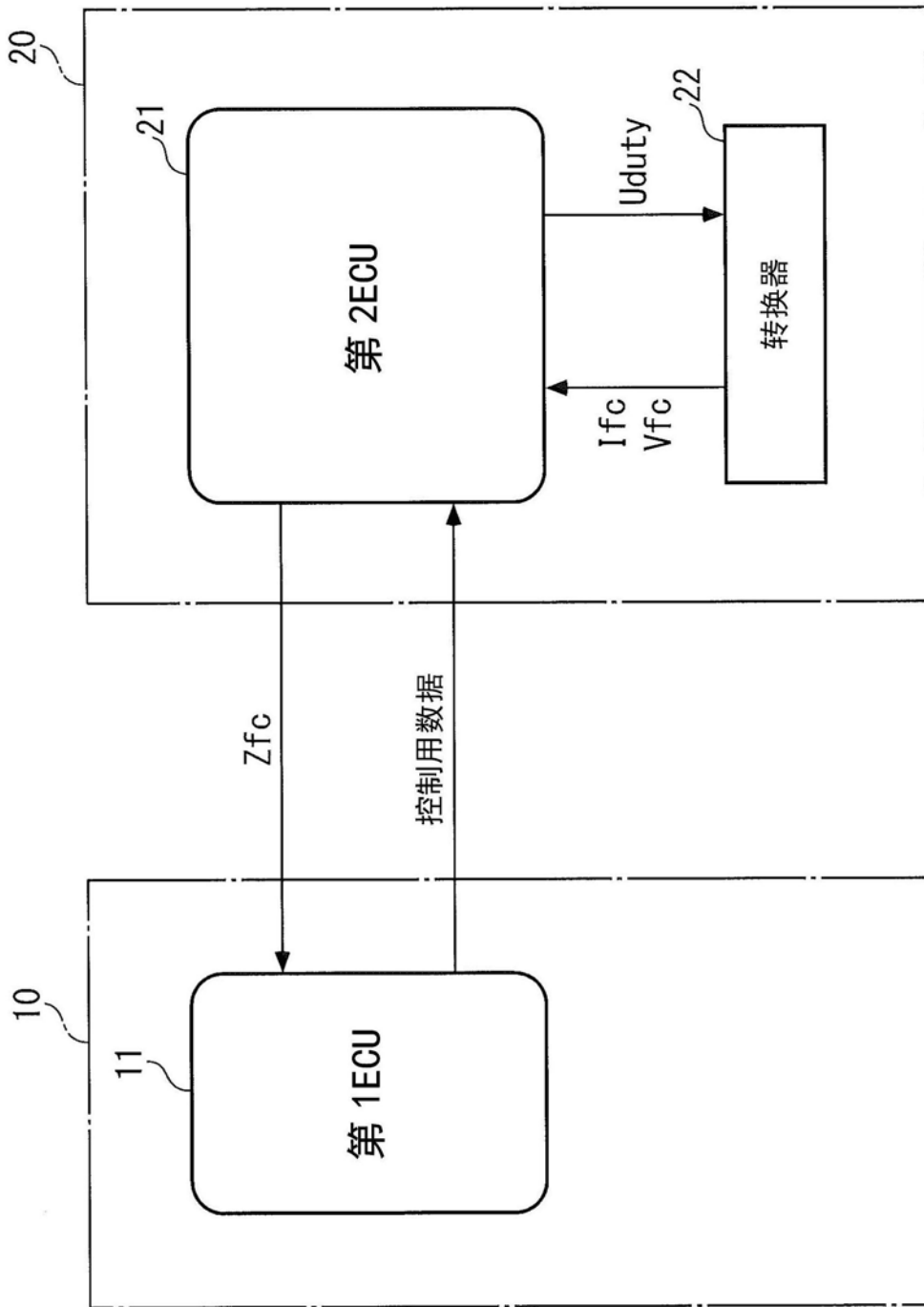


图2

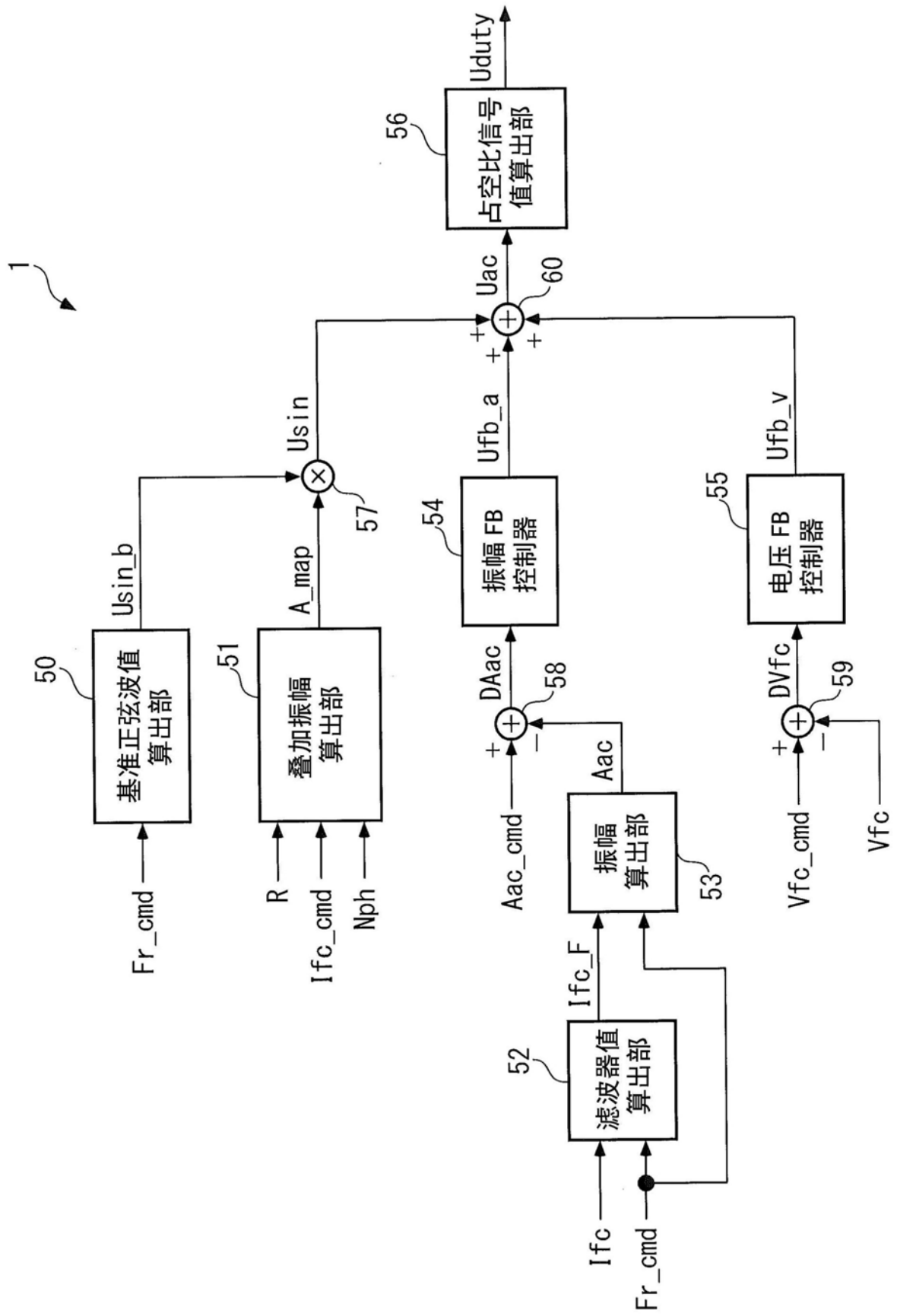
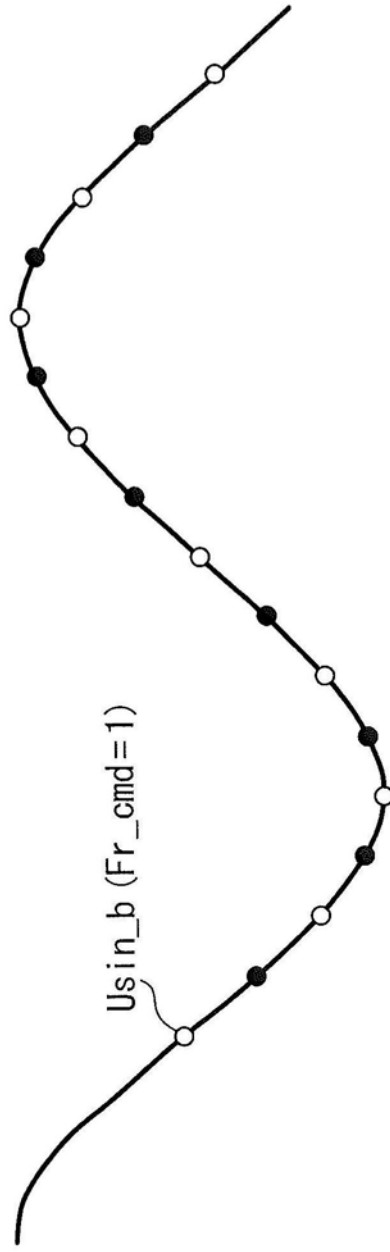


图3

基准正弦波映射

数据 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
数据振幅值	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	3	2	1	0

(a)



(b)

图4

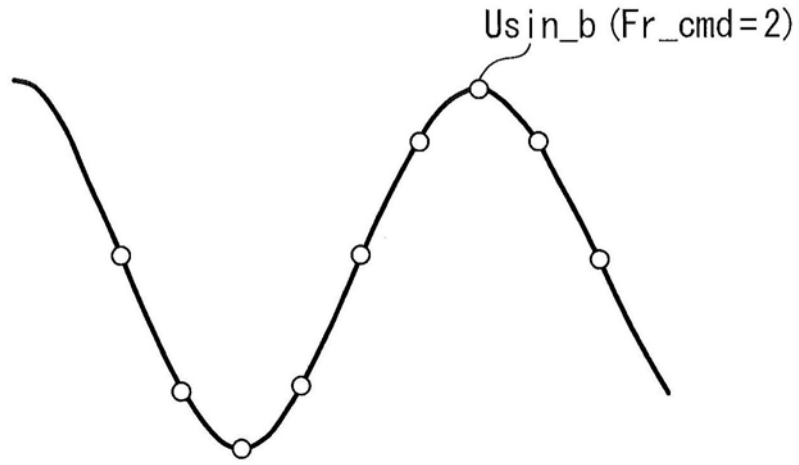


图5

数据 No.	Fr_cmd																	读出方法
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
数据振幅值	0	-1	-2	-3	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	3	2	1	0	
频率 (Hz)	Z	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	使用全部数据
	2Z	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	○	-	跳过 1 个数据
	3Z	○	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	○	-	-	○	跳过 2 个数据
	4Z	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	○	-	-	-	跳过 3 个数据
	⋮																	⋮
nZ																	跳过 n-1 个数据	

图6

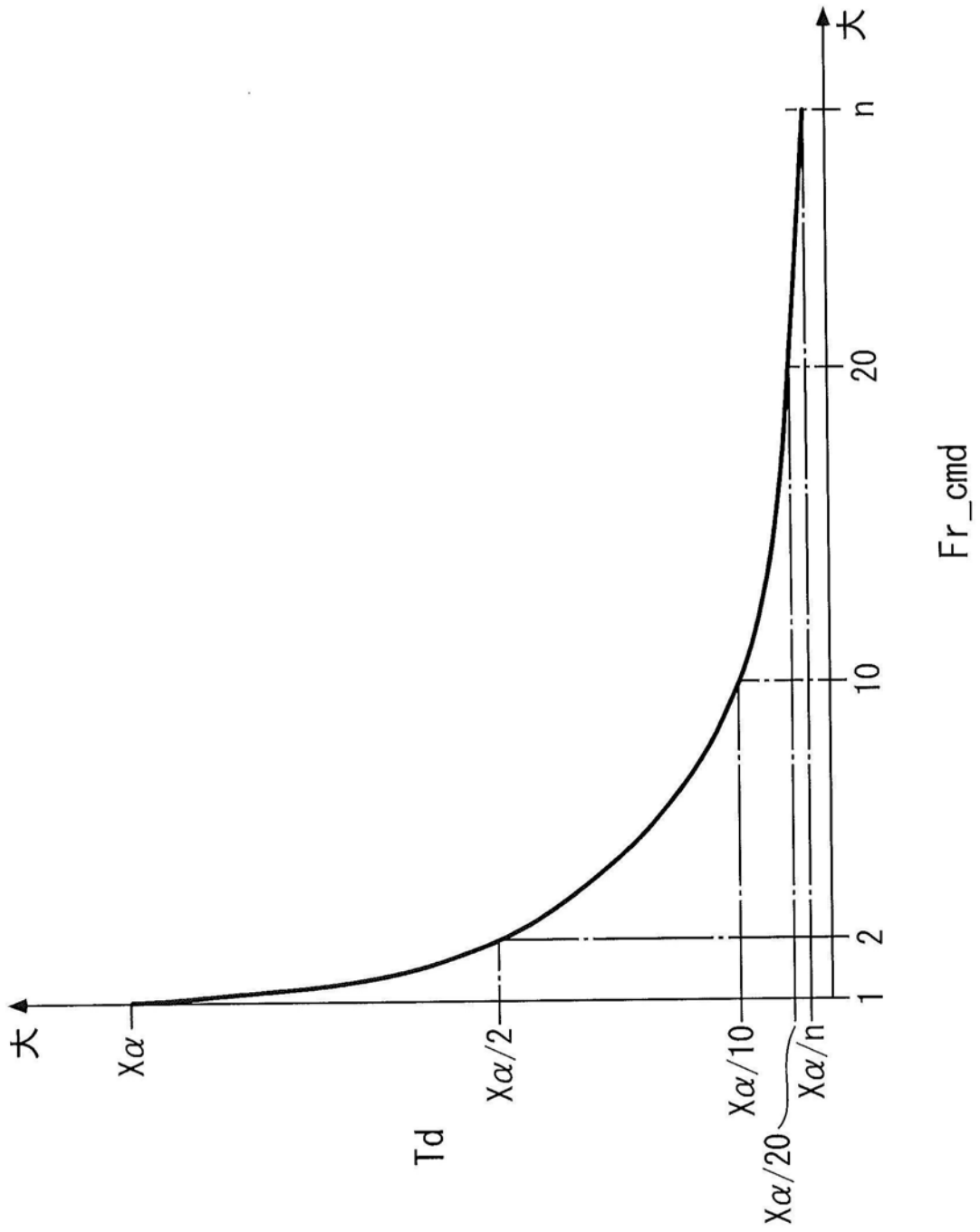


图7

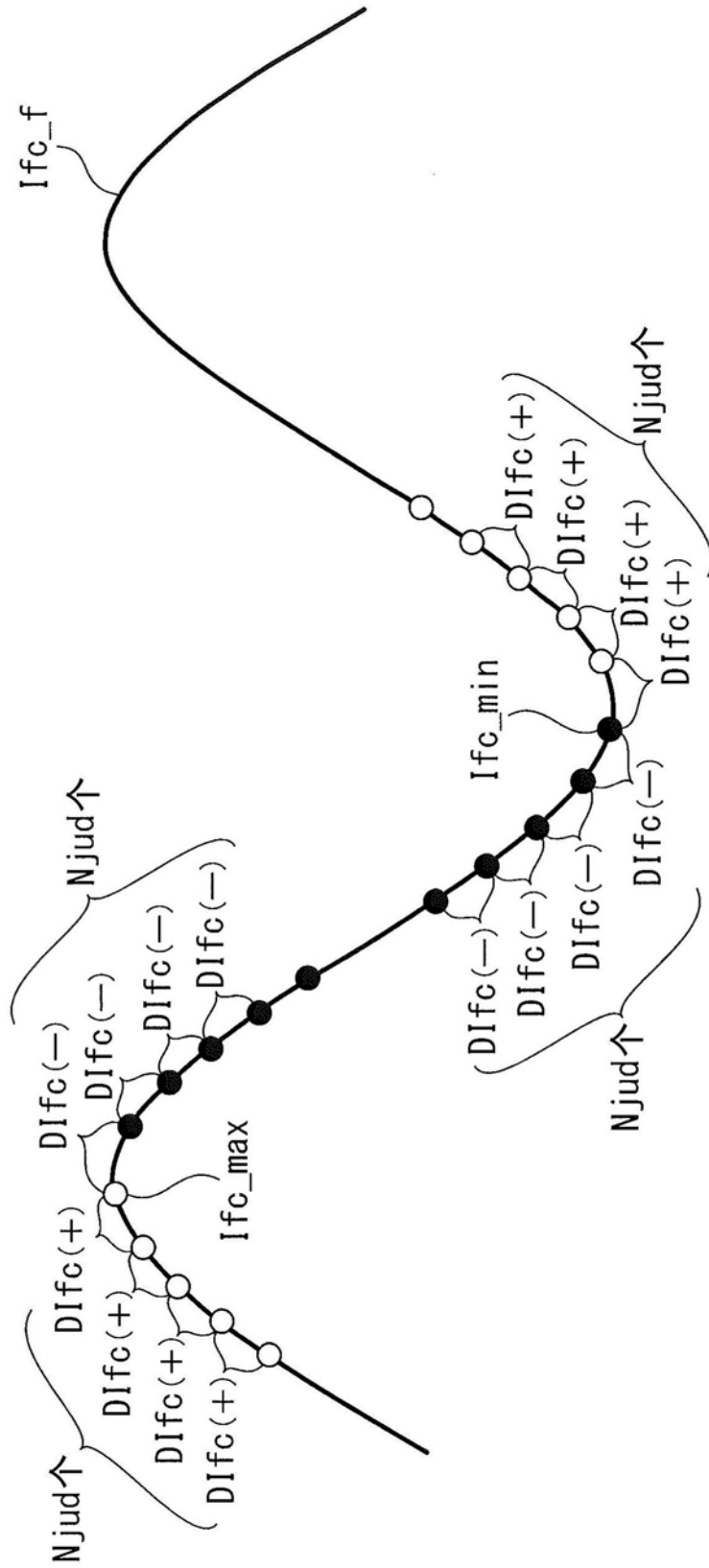


图8

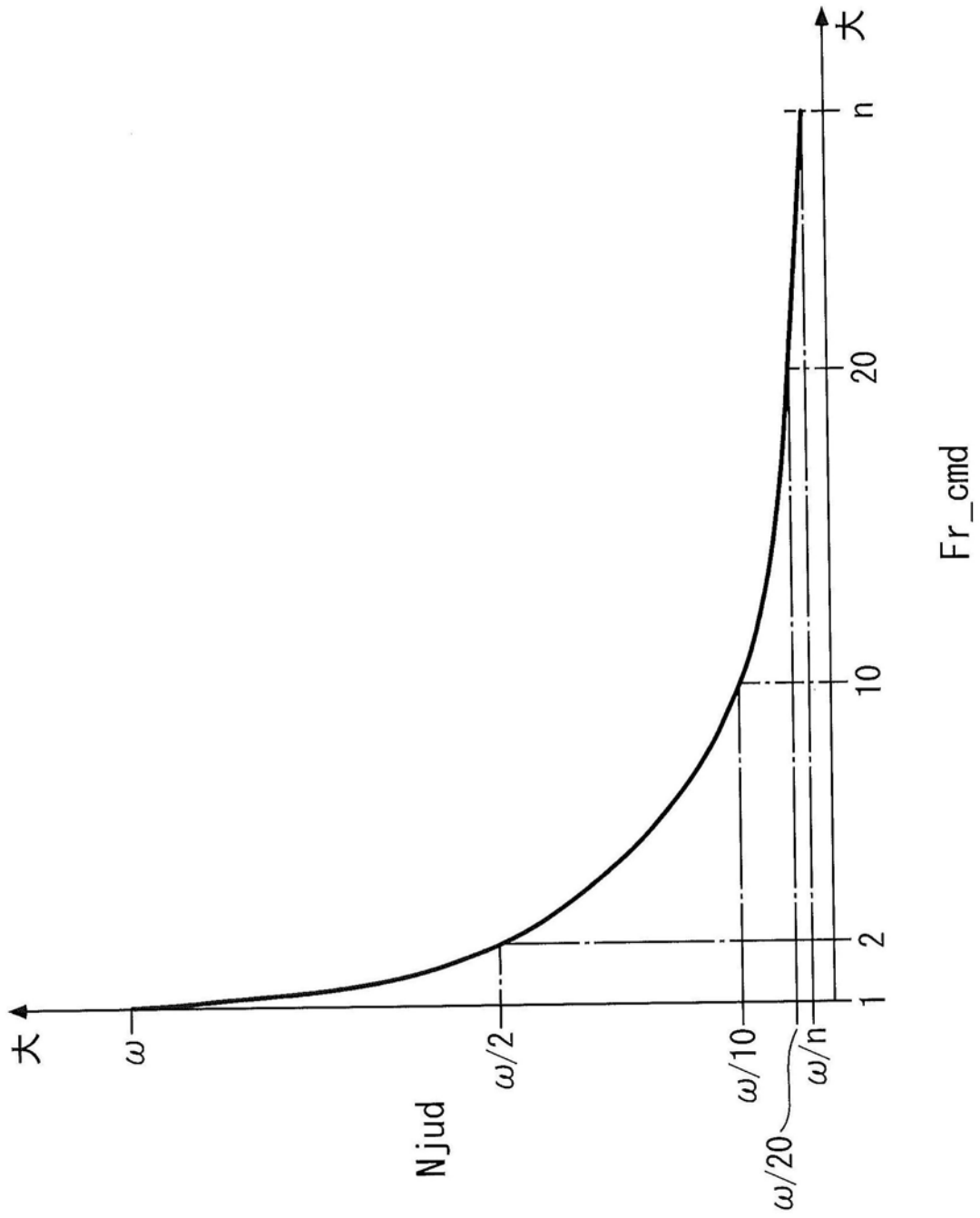


图9

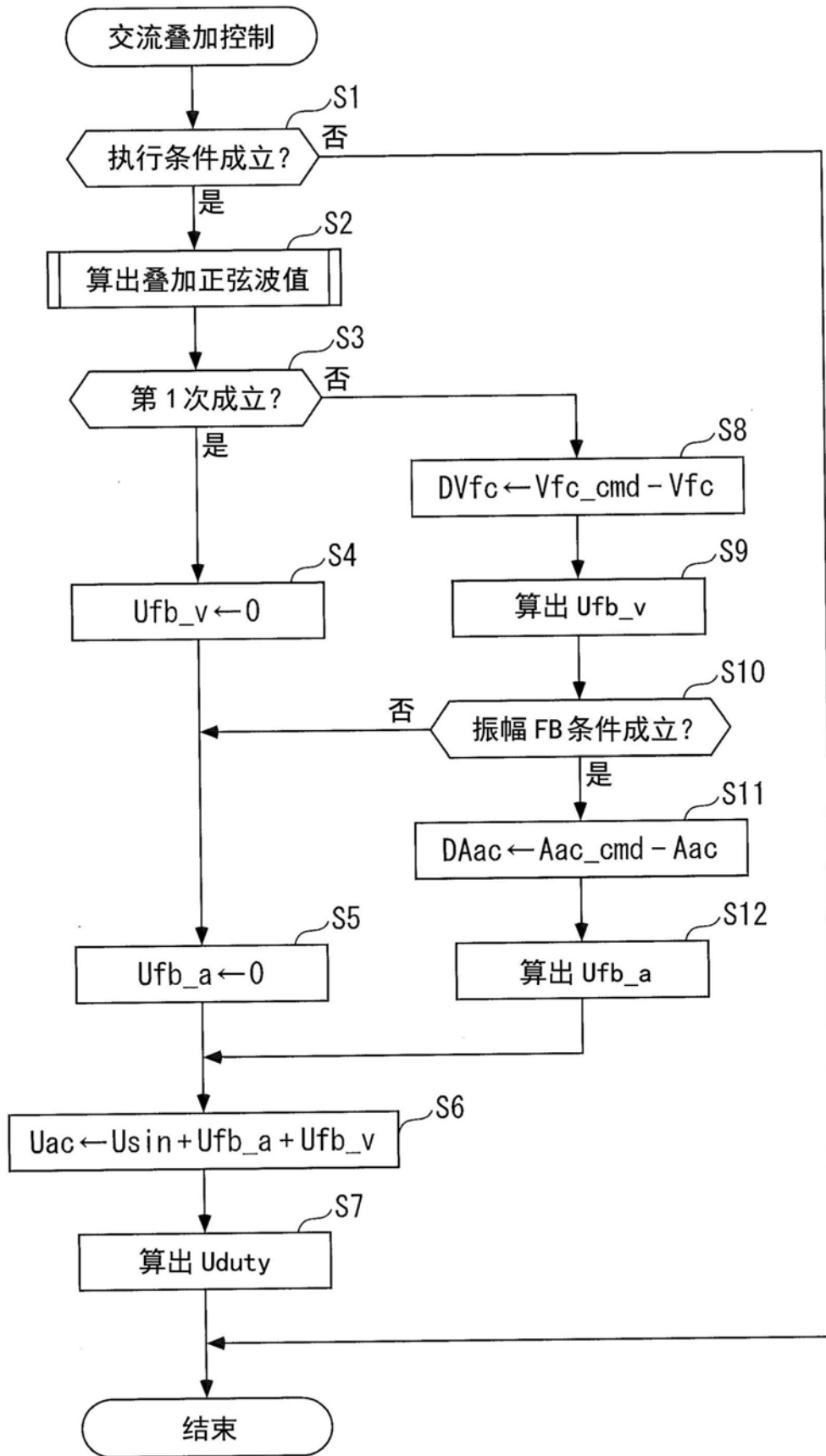


图10

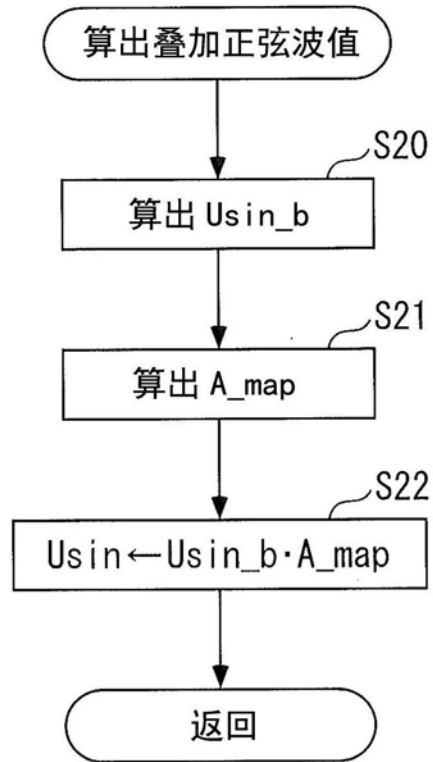


图11

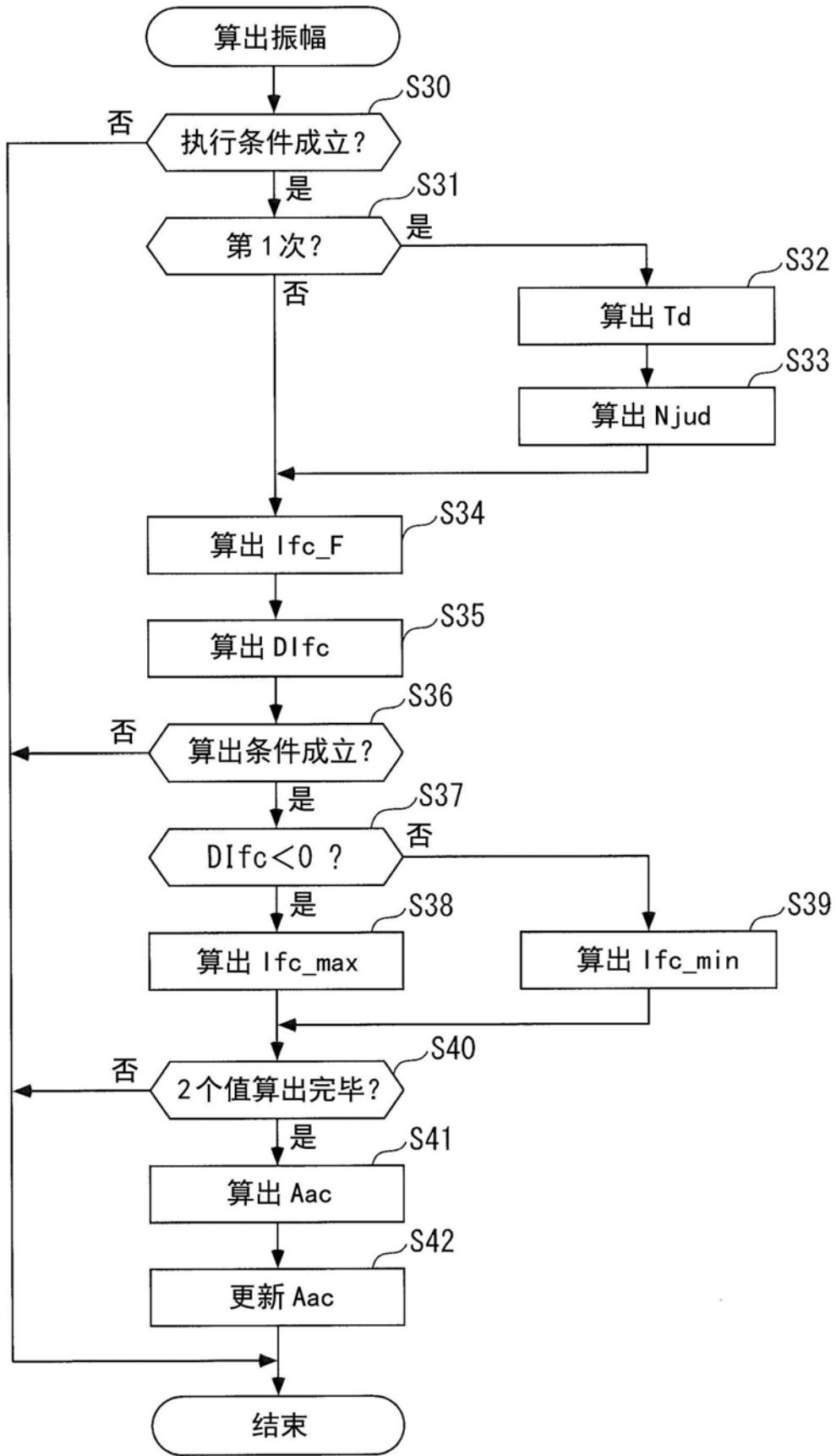


图12

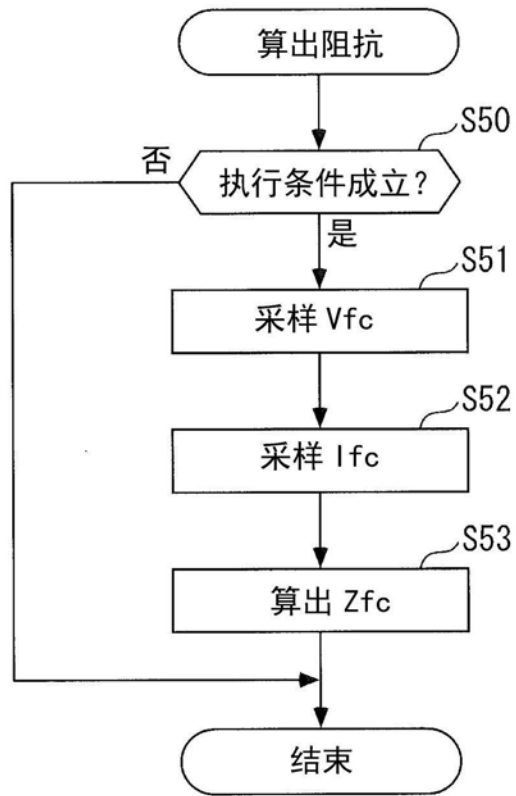


图13

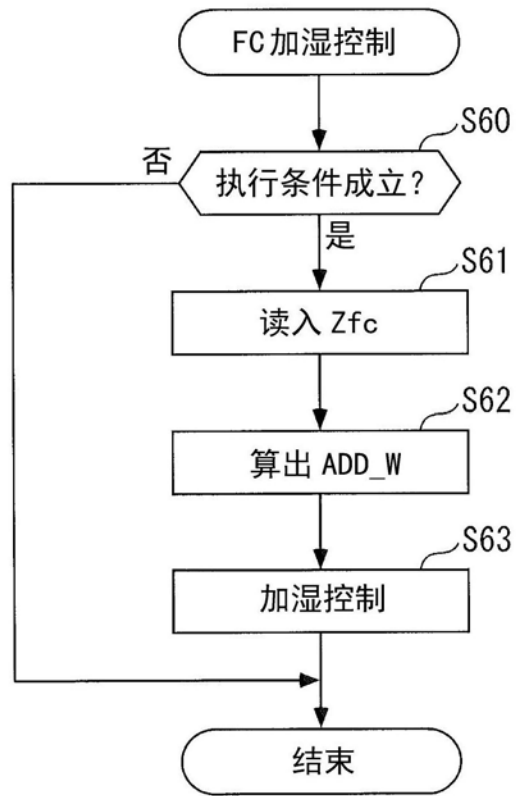


图14