



[接上页]

(56) 对比文件

JP 2013228244 A, 2013.11.07

JP 2009227189 A, 2009.10.08

1. 一种电池监控装置，所述电池监控装置对包括电解质和多个电极的蓄电池的状态进行监控，其特征在于，包括：

信号控制部，所述信号控制部使规定的交流信号输出；

响应信号输入部，所述响应信号输入部输入针对所述交流信号的所述蓄电池的响应信号；

运算部，所述运算部基于所述响应信号来对所述蓄电池的复阻抗进行计算；

电源供给部，所述电源供给部从所述蓄电池输入电源电压，并将所述电源电压至少供给至所述运算部；以及

波形指示部，所述波形指示部输出对所述信号控制部指示所述交流信号的波形的指示信号，

将所述蓄电池与所述电源供给部之间连接的第一电气路径和将所述蓄电池与所述信号控制部之间连接的第二电气路径是独立设置的，

所述信号控制部将监控对象即所述蓄电池作为电源来使规定的交流信号输出，

所述信号控制部具有：开关部，所述开关部基于指示来调节通电量；电阻，所述电阻与所述开关部串联连接；电流检测部，所述电流检测部对流过所述电阻的电流进行检测；以及指示部，所述指示部对所述开关部进行指示，

所述指示部基于由所述电流检测部检测出的检测信号与所述交流信号的比较来对所述开关部进行指示，以便对所述检测信号的误差进行修正，

所述运算部基于使所述波形指示部所指示的所述指示信号与从所述电流检测部输入的检测信号相乘而得到的值以及使所述指示信号的相位偏移规定角度后的信号与所述检测信号相乘而得到的值，实施确定所述检测信号的振幅和相位的两相位锁定检测，

所述运算部基于由两相位锁定检测确定的所述检测信号和所述响应信号来计算复阻抗。

2. 如权利要求1所述的电池监控装置，其特征在于，

所述运算部基于所述响应信号和由所述电流检测部检测到的检测信号来计算复阻抗。

3. 如权利要求1或2所述的电池监控装置，其特征在于，

将所述蓄电池与所述响应信号输入部连接且供所述响应信号流动的第三电气路径与第一电气路径及第二电气路径是独立设置的，所述第一电气路径将所述蓄电池与所述电源供给部之间连接，所述第二电气路径将所述蓄电池与所述信号控制部之间连接。

4. 如权利要求1或2所述的电池监控装置，其特征在于，

所述响应信号输入部与所述蓄电池的端子中的能连接的部分中的最靠近电极的部分连接。

5. 如权利要求1或2所述的电池监控装置，其特征在于，

包括多个所述蓄电池，

所述电池监控装置包括放电控制部，所述放电控制部获取各所述蓄电池的蓄电状态，并且使所述蓄电池放电，以使蓄电状态均衡化，

所述放电控制部对所述信号控制部进行指示，以从所述蓄电池放电。

6. 如权利要求5所述的电池监控装置，其特征在于，

所述运算部在由所述放电控制部进行放电指示的情况下对复阻抗进行计算。

7. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

所述运算部将所述波形指示部所指示的所述交流信号设为第一参照信号,并且基于将从所述响应信号输入部输入的响应信号与所述第一参照信号相乘而得到的值来对所述响应信号的实部进行计算,

将使所述波形指示部所指示的所述交流信号的相位移位后的信号设为第二参照信号,并且基于将从所述响应信号输入部输入的响应信号与所述第二参照信号相乘而得到的值来对所述响应信号的虚部进行计算。

8. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

所述运算部对所述响应信号和所述交流信号进行傅立叶变换来计算复阻抗。

9. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

所述运算部对所述响应信号和由所述电流检测部检测出的检测信号进行傅立叶变换来计算复阻抗。

10. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

所述响应信号输入部构成为经由电容器输入所述蓄电池的电压波动,并且具有一级或多级的放大器,经由所述放大器对所输入的所述蓄电池的电压波动进行放大并作为响应信号输出。

11. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

所述蓄电池连接有滤波电路和保护元件中的至少任一个。

12. 如权利要求1或2所述的电池监控装置,其特征在于,

包括多个所述蓄电池,

通过一个所述运算部来对多个所述蓄电池的状态进行监控。

## 电池监控装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电池监控装置。

### 背景技术

[0002] 以往,为了监控蓄电池的状态,进行了如下操作:对蓄电池的复阻抗进行测量(例如专利文献1)。在专利文献1所记载的公开中,通过功率控制器对蓄电池施加矩形波信号,并且基于其响应信号来计算复阻抗特性。而且,基于该复阻抗特性来对蓄电池的劣化状态等进行判别。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利特许第6226261号公报

### 发明内容

[0006] 然而,在采用这种复阻抗测量方法作为车载蓄电池的复阻抗测量方法的情况下,会产生以下问题。即,由于需要功率控制器等对蓄电池施加信号的装置,因此,导致了电池监控装置的大型化、成本增加这样的问题。

[0007] 本发明是鉴于上述技术问题而作出的,其目的在于提供一种能够小型化的电池监控装置。

[0008] 解决上述技术问题的方式是一种对包括电解质和多个电极的蓄电池的状态进行监控的电池监控装置,其中,包括:信号控制部,上述信号控制部使规定的交流信号输出;响应信号输入部,上述响应信号输入部输入针对上述交流信号的上述蓄电池的响应信号;以及运算部,上述运算部基于上述响应信号来对上述蓄电池的复阻抗进行计算,上述信号控制部将监控对象即上述蓄电池作为电源来使规定的交流信号输出。

[0009] 根据上述结构,信号控制部将设为监控对象的蓄电池作为电源来使规定的交流信号输出。因此,不需要用于将交流信号输入到蓄电池的外部电源,从而能够实现部件数量削减、小型化、低成本化。

[0010] 另外,车载蓄电池通常连接有保护元件、滤波电路等周边电路,即使向蓄电池输入交流信号,电流的一部分也会泄漏到该周边电路。因此,在向蓄电池输入交流信号并基于该响应信号来计算复阻抗的情况下,存在响应信号产生误差,复阻抗的检测精度降低这样的问题。

[0011] 但是,在上述结构中,由于将蓄电池作为电源来使规定的交流信号输出,因此,能够通过电流模块电路和蓄电池实现闭回路。因此,能够消除从蓄电池向周边电路的电流泄漏,并且能够抑制误差。

### 附图说明

[0012] 参照附图和以下详细的记述,可以更明确本发明的上述目的、其他目的、特征和优

点。附图如下所述。

- [0013] 图1是电源系统的示意结构图。图2是电池监控装置的结构图。
- [0014] 图3是复阻抗计算处理的流程图。
- [0015] 图4是表示连接位置的图。
- [0016] 图5是第二实施方式的电池监控装置的结构图。
- [0017] 图6是第二实施方式的复阻抗计算处理的流程图。
- [0018] 图7是第三实施方式的电池监控装置的结构图。
- [0019] 图8是第三实施方式的复阻抗计算处理的流程图。
- [0020] 图9是另一例的电池监控装置的结构图。
- [0021] 图10是另一例的电池监控装置的结构图。
- [0022] 图11是另一例的电池监控装置的结构图。
- [0023] 图12是另一例的电池监控装置的结构图。
- [0024] 图13是另一例的复阻抗计算处理的流程图。

## 具体实施方式

- [0025] (第一实施方式)
  - [0026] 以下,参照附图,对将“电池监控装置”应用于车辆(例如,混合动力车、电动汽车)的电源系统的第一实施方式进行说明。
    - [0027] 如图1所示,电源系统10包括:作为旋转电机的电动机20;作为针对电动机20流过三相电流的电力转换器的逆变器30;能充放电的组电池40;对组电池40的状态进行监控的电池监控装置50;以及对电动机20等进行控制的ECU 60。
    - [0028] 电动机20是车载主机,能够与未图示的驱动轮进行动力传递。在本实施方式中,作为电动机20,使用三相的永磁体同步电动机。
    - [0029] 逆变器30由具有上下臂的全桥电路构成,该上下臂的数量与相绕组的相数相同,通过设置于各臂的开关(半导体开关元件)的接通断开来对各相绕组中的通电电流进行调节。
    - [0030] 在逆变器30中设置有未图示的逆变器控制装置,逆变器控制装置基于电动机20中的各种检测信息、动力运行驱动和发电的请求,通过逆变器30中的各开关的接通断开来实施通电控制。由此,逆变器控制装置从组电池40经由逆变器30向电动机20供给电力来驱动电动机20动力运行。此外,逆变器控制装置基于来自驱动轮的动力来使电动机20发电,经由逆变器30对发电电力进行转换并供给到组电池40,从而使组电池40充电。
    - [0031] 组电池40经由逆变器30与电动机20电连接。组电池40例如具有百V以上的端子间电压,多个电池模块41串联连接地构成。电池模块41由多个电池单元42串联连接而构成。作为电池单元42,例如能够使用锂离子蓄电池、镍氢蓄电池。各电池单元42是具有电解质和多个电极的蓄电池。
    - [0032] 在与组电池40的正极侧电源端子连接的正极侧电源路径L1上连接有逆变器30等电负载的正极侧端子。同样地,在与组电池40的负极侧端子连接的负极侧电源路径L2上连接有逆变器30等电负载的负极侧端子。另外,在正极侧电源路径L1及负极侧电源路径L2上分别设置有继电器开关SMR(系统主继电器开关),并且构成为能够通过继电器开关SMR来对

通电和通电切断进行切换。

[0033] 电池监控装置50是对各电池单元42的蓄电状态(SOC)和劣化状态(SOH)等进行监控的装置。在第一实施方式中,电池监控装置50针对每个电池单元42设置。电池监控装置50与ECU 60连接,并且输出各电池单元42的状态等。稍后将对电池监控装置50的结构进行描述。

[0034] ECU 60基于各种信息针对逆变器控制装置进行动力运行驱动和发电的请求。各种信息例如包括油门和刹车的操作信息、车速、组电池40的状态等。

[0035] 接着,对电池监控装置50进行详细说明。如图2所示,在第一实施方式中,针对每个电池单元42设置有电池监控装置50。

[0036] 电池监控装置50包括ASIC部50a、滤波部55和电流调制电路56。ASIC部50a包括:稳定化电源供给部51;输入输出部52;作为运算部的微机部53;以及通信部54。

[0037] 稳定化电源供给部51与电池单元42的电源线连接,将从电池单元42供给的电力供给到输入输出部52、微机部53和通信部54。输入输出部52、微机部53和通信部54基于该电力来驱动。

[0038] 输入输出部52与作为监控对象的电池单元42连接。具体地进行说明,输入输出部52具有能够从电池单元42输入(测量)直流电压的直流电压输入端子57。在电池单元42与直流电压输入端子57之间设置有滤波部55。即,在直流电压输入端子57的正极侧端子57a与负极侧端子57b之间设置有作为滤波电路的RC滤波器55a和作为保护元件(Protec.)的齐纳二极管55b等。即,RC滤波器55a、齐纳二极管55b等与电池单元42并联连接。

[0039] 此外,输入输出部52包括响应信号输入端子58,上述响应信号输入端子58用于在电池单元42的端子之间输入反映了电池单元42的内部复阻抗信息的响应信号(电压波动)。因此,输入输出部52作为响应信号输入部发挥作用。

[0040] 此外,输入输出部52与作为信号控制部的电流调制电路56连接,并且具有指示信号输出端子59a,上述指示信号输出端子59a向电流调制电路56输出对从电池单元42输出的正弦波信号(交流信号)进行指示的指示信号。此外,输入输出部52具有反馈信号输入端子59b。反馈信号输入端子59b经由电流调制电路56将实际从电池单元42输出(流出)的电流信号作为反馈信号输入。

[0041] 此外,输入输出部52与微机部53连接,并且构成为将直流电压输入端子57所输入的直流电压、响应信号输入端子58所输入的响应信号、反馈信号输入端子59b所输入的反馈信号等向微机部53输出。另外,输入输出部52在内部具有AD转换器,并且构成为将所输入的模拟信号转换为数字信号并输出到微机部53。

[0042] 此外,输入输出部52构成为从微机部53输入指示信号,并且构成为从指示信号输出端子59a向电流调制电路56输出指示信号。另外,输入输出部52在内部具有DA转换器,并且构成为将从微机部53输入的数字信号转换为模拟信号,并向电流调制电路56输出指示信号。此外,由电流调制电路56中的指示信号指示的正弦波信号被施加直流偏置,使得正弦波信号不会变成负电流(回流到电池单元42)。

[0043] 电流调制电路56是将监控对象即电池单元42作为电源来使规定的交流信号(正弦波信号)输出的电路。具体地进行说明,电流调制电路56包括:作为开关部的半导体开关元件56a(例如,MOSFET);以及与半导体开关元件56a串联连接的电阻56b。半导体开关元件56a

的漏极端子与电池单元42的正极端子连接,半导体开关元件56a的源极端子与电阻56b的一端串联连接。此外,电阻56b的另一端与电池单元42的负极端子连接。半导体开关元件56a构成为能够在漏极端子与源极端子之间调节通电量。

[0044] 另外,电池单元42的正极端子和负极端子分别与电极(正极或负极)相连。而且,期望响应信号输入端子58与正极端子和负极端子的能连接的部分中的最靠近电极的部位连接。此外,直流电压输入端子57的连接部位也是同样地,期望是最靠近电极的部位、或靠近响应信号输入端子58的连接部位的部位。由此,能够将由主电流或均衡化电流引起的电压降低的影响设为最低限度。

[0045] 此外,在电流调制电路56设置有作为与电阻56b的两端连接的电流检测部的电流检测放大器56c。电流检测放大器56c构成为对流过电阻56b的信号(电流信号)进行检测,并且将检测信号作为反馈信号输出到输入输出部52的反馈信号输入端子59b。

[0046] 此外,在电流调制电路56中设置有反馈电路56d。反馈电路56d构成为从输入输出部52的指示信号输出端子59a输入指示信号,并且从电流检测放大器56c输入反馈信号。而且,构成为将指示信号与反馈信号进行比较,并且将该结果输出到半导体开关元件56a的栅极端子。

[0047] 半导体开关元件56a基于来自反馈电路56d的信号,以使由指示信号指示的正弦波信号(规定的交流信号)从电池单元42输出的方式对施加到栅极、源极之间的电压进行调节,从而对漏极、源极之间的电流量进行调节。另外,在由指示信号指示的波形与实际流过电阻56b的波形之间产生误差的情况下,半导体开关元件56a基于来自反馈电路56d的信号调节电流量,以修正该误差。由此,流过电阻56b的正弦波信号会稳定化。

[0048] 接着,对电池单元42的复阻抗的计算方法进行说明。电池监控装置50每隔规定周期执行图3所示的复阻抗计算处理。

[0049] 在复阻抗计算处理中,微机部53首先设定复阻抗的测量频率(步骤S101)。测量频率从预先确定的测量范围内的频率中设定。

[0050] 接着,微机部53基于测量频率来确定正弦波信号(规定的交流信号)的频率,并且向输入输出部52输出指示该正弦波信号的输出的指示信号(步骤S102)。

[0051] 输入输出部52在输入指示信号时,利用DA转换器转换为模拟信号,并且输出到电流调制电路56。电流调制电路56基于指示信号,将电池单元42作为电源来使正弦波信号输出。具体地,半导体开关元件56a基于经由反馈电路56d输入的信号调节电流量,以使由指示信号指示的正弦波信号从电池单元42输出。由此,从电池单元42输出正弦波信号。

[0052] 在从电池单元42输出正弦波信号时、即在对电池单元42施加外部干扰时,在电池单元42的端子之间产生反映了电池单元42的内部复阻抗信息的电压波动。输入输出部52经由响应信号输入端子58输入该电压波动,并且作为响应信号输出到微机部53。此时,由AD转换器转换为数字信号并输出。

[0053] 在执行步骤S102之后,微机部53从输入输出部52输入响应信号(步骤S103)。此外,微机部53获取流过电流调制电路56的电阻56b的信号(即,从电池单元42输出的信号),以作为电流信号(步骤S104)。具体地,微机部53将从电流检测放大器56c输出的反馈信号(检测信号)经由输入输出部52作为电流信号输入。另外,代替反馈信号,也可以将与对电流调制电路56指示的指示信号成比例的值作为电流信号。

[0054] 接着,微机部53基于响应信号和电流信号来计算复阻抗(步骤S105)。即,微机部53基于响应信号的振幅、与电流信号的相位差等来对复阻抗的实部、虚部、绝对值、相位中的全部或任一个进行计算。微机部53经由通信部54将计算结果输出到ECU 60(步骤S106)。然后,结束计算处理。

[0055] 重复执行该计算处理,直到计算出针对测量范围内的多个频率的复阻抗为止。ECU 60基于计算结果来例如制作复阻抗平面图(科尔-科尔图(日文:コールコールプロット)),从而把握电极和电解质等的特性。例如,把握蓄电状态(SOC)、劣化状态(SOH)。

[0056] 另外,不一定必须制作科尔-科尔图整体,也可以着眼于其一部分。例如,在行驶时,也可以以一定的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOC、SOH和电池温度等的行驶时的变化。或者,也可以以每隔一天、每隔一周或每隔一年等的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOH等的变化。

[0057] 第一实施方式的电池监控装置50具有以下的效果。

[0058] 电流调制电路56将设为监控对象的电池单元42作为电源来使正弦波信号(规定的交流信号)输出。因此,不需要用于将正弦波信号输入到电池单元42的外部电源,从而能够实现部件数量削减、小型化、低成本化。

[0059] 另外,车载蓄电池通常连接有保护元件、滤波电路等周边电路,即使向蓄电池输入交流信号,电流的一部分也会泄漏到该周边电路。例如,同样地,在第一实施方式中,电池单元42连接有RC滤波器55a、齐纳二极管55b,即使向电池单元42输入交流信号,电流的一部分也会泄漏到上述电路。因此,在向电池单元42输入交流信号并基于该响应信号来计算复阻抗的情况下,存在由于漏电流的影响而使响应信号产生误差,复阻抗的检测精度降低这样的问题。

[0060] 但是,在上述第一实施方式的电池监控装置50中,由于将电池单元42作为电源来使正弦波信号输出,能够通过电流调制电路56和电池单元42实现闭回路。因此,能够消除来自电池单元42的电流泄漏,并且能够抑制响应信号的误差。

[0061] 在实际流过电阻56b的信号与应从电池单元42输出的正弦波信号之间有可能会产生误差。这种情况是响应信号的误差主要原因。因此,当包括反馈电路56d而向半导体开关元件56a进行指示时,基于反馈信号(检测信号)与指示信号的比较来进行反馈。由此,能够从电池单元42稳定且准确地输出所指示的正弦波信号。

[0062] 此外,在利用指示信号向电流调制电路56指示正弦波信号的波形的情况下,将指示信号从数字信号转换为模拟信号。在进行该转换时会产生误差。通过在输入输出部52与电流调制电路56之间设置滤波电路等,能够使指示信号的波形平滑以抑制该误差,但是设置滤波电路会导致大型化、成本增加。

[0063] 此外,由于车载的电池单元42通常是大容量的,因此,在计算复阻抗的情况下,测量频率的测量范围倾向于变宽。因此,相应地,滤波电路也有可能会大型化。因此,进行上述反馈,抑制了信号转换时指示信号的波形误差。由此,能够省略输入输出部52与电流调制电路56之间的滤波电路。

[0064] 电流调制电路56构成为对流过电阻56b的信号进行检测,并且将检测信号作为反馈信号经由输入输出部52输出到微机部53。然后,微机部53将反馈信号用作电流信号来计

算复阻抗。由此,即使在实际流过电阻56b的信号与应输出的正弦波信号(由微机部53指示的信号)之间产生误差(相位偏移等)的情况下,也可以利用反馈信号、即实际流过电阻56b的信号,因此,能够提高复阻抗的计算精度。

[0065] 此外,由于如上所述地通过反馈信号进行修正,因此,能够在输入输出部52与电流调制电路56之间省略滤波电路,能够使电池监控装置50小型化。

[0066] 响应信号输入端子58与电池单元42的端子中的能连接部分中的最靠近电极的部分连接。由此,能够抑制电池单元42的端子所具有的阻抗分量的影响,从而进一步提高复阻抗的计算精度。更详细地说明,如图4所示,电池单元42的端子42a具有阻抗分量。因此,在对响应信号输入端子58进行连接的情况下,与图4的(a)相比,如图4的(b)所示,期望与更靠近电极的部分连接。由此,能够进一步提高复阻抗的计算精度。另外,如图4的(b)所示,期望响应信号输入端子58的连接部位比电流调制电路56的连接部位更靠近电极。

[0067] (第二实施方式)

[0068] 接着,对第二实施方式的电池监控装置50进行说明。第二实施方式的电池监控装置50实施所谓的两相位锁定检测。以下,进行详细说明。另外,在以下各实施方式中,对于彼此相同或等同的部分标注相同的符号,对于相同符号的部分援引其说明。

[0069] 如图5所示,在电池监控装置50的ASIC部50a中设置有用于对电池单元42的端子之间的直流电压进行测量的差动放大器151。差动放大器151与直流电压输入端子57连接,并且构成为对直流电压进行测量并输出。

[0070] 此外,在电池监控装置50的ASIC部50a中设置有作为将正弦波信号的输出时的电池单元42的电压波动经由响应信号输入端子58输入的放大器的前置放大器152。前置放大器152对经由响应信号输入端子58输入的电压波动进行放大,并且作为响应信号输出。即,响应信号的振幅是与电池单元42的电压相比较微弱的信号,因此,为了提高响应信号的检测精度而设置了前置放大器152。另外,在第二实施方式中,前置放大器152是一级的,但是也可以是多级的。

[0071] 此外,如图5所示,在电池单元42的正极端子与正极侧的响应信号输入端子58(前置放大器152的正极侧端子侧)之间设置有用于切断直流分量的电容器C1。由此,能够去除电池单元42的电压波动中的直流分量(与内部复阻抗信息无关的部分),能够提高响应信号的检测精度。

[0072] 此外,在ASIC部50a中设置有信号切换部153,上述信号切换部153对从差动放大器151输出的直流电压和从前置放大器152输出的响应信号进行切换。信号切换部153连接有AD转换器(ADC)154,并且构成为将被切换的信号(模拟信号)转换为数字信号并输出。

[0073] AD转换器154与作为第二实施方式中的运算部的信号处理部155连接,并且构成为输入直流电压。此外,AD转换器154与第一乘法器156和第二乘法器157连接,并且构成为分别输入响应信号。

[0074] 第一乘法器156与后述的振荡电路158连接,并且输入有第一参照信号。第一乘法器156将第一参照信号与响应信号相乘来对与响应信号的实部成比例的值进行计算,并且经由低通滤波器159将与响应信号的实部成比例的值输出到信号处理部155。另外,在图5中,将响应信号的实部表示为 $\text{Re}|\text{V}_r|$ 。

[0075] 第二乘法器157经由移相电路160与振荡电路158连接,并且输入有第二参照信号。

第二参照信号是使第一参照信号的相位前进90度( $\pi/2$ )的信号。移相电路160使从振荡电路158输入的正弦波信号(第一参照信号)的相位前进,并且作为第二参照信号输出。

[0076] 第二乘法器157将第二参照信号与响应信号相乘来对与响应信号的虚部成比例的值进行计算,并且经由低通滤波器161将与响应信号的虚部成比例的值输出到信号处理部155。另外,在图5中,将响应信号的虚部表示为 $\text{Im}|V_r|$ 。

[0077] 振荡电路158是输出所设定的正弦波信号的电路,并且作为波形指示部发挥作用。如上所述,振荡电路158将正弦波信号作为第一参照信号输出到第一乘法器156和移相电路160。此外,振荡电路158经由DA转换器(DAC)162与指示信号输出端子59a连接,并且将正弦波信号作为指示信号输出。

[0078] 反馈信号输入端子59b经由AD转换器(ADC)163与信号处理部155连接。信号处理部155经由AD转换器163从反馈信号输入端子59b输入反馈信号(检测信号)。

[0079] 信号处理部155输入与响应信号的实部成比例的值和与响应信号的虚部成比例的值,并且基于上述值来对复阻抗的实部和虚部进行计算。此时,信号处理部155使用所输入的反馈信号并考虑实际流过的信号的振幅和参照信号的相位偏差来对复阻抗的实部和虚部进行计算(修正)。

[0080] 此外,信号处理部155对复阻抗的绝对值和相位进行计算。详细地说明,由于能够通过两相位锁定检测得知响应信号的实部和虚部,因此,若将响应信号的相位设为 $\theta_v$ ,则在复平面的极坐标表示中能够表示为 $|V_r|e^{j\theta_v}$ 。同样地,电流能够表示为 $|I|e^{j\theta_i}$ 。由此,若将复阻抗的极坐标表示设为 $|Z|e^{j\theta_z}$ ,则能够根据 $V=ZI$ 表示为数学式(1)。此外,“j”是满足 $j^2=-1$ 的虚数单位。

[0081] [数学式1]

$$[0082] |Z|e^{j\theta_z} = \frac{|V_r|e^{j\theta_v}}{|I|e^{j\theta_i}} \cdots (1)$$

[0083] 因此,能够根据 $|Z|=|V_r|/|I|$ 求出复阻抗的绝对值,并且根据 $\theta_v-\theta_i$ 求出相位。然后,信号处理部155经由通信部54向ECU 60输出计算结果。另外,在图5中,将复阻抗的绝对值表示为 $|Z|$ ,将其相位表示为 $\arg(Z)$ 。

[0084] 接着,基于图6,对第二实施方式中的复阻抗计算处理进行说明。通过电池监控装置50每隔规定周期执行复阻抗计算处理。

[0085] 在复阻抗计算处理中,振荡电路158首先设定复阻抗的测量频率(步骤S201)。测量频率从预先确定的测量范围内的频率中设定。在第二实施方式中,测量频率例如由信号处理部155确定。

[0086] 接着,信号切换部153进行切换,以输出来自前置放大器152的响应信号(步骤S202)。切换的指示例如由信号处理部155进行。

[0087] 接着,振荡电路158基于测量频率来确定正弦波信号(规定的交流信号)的频率,并且经由DA转换器162从指示信号输出端子59a向电流调制电路56输出对正弦波信号的输出进行指示的指示信号(步骤S203)。另外,指示信号的输出指示例如由信号处理部155进行。当通过DA转换器162转换为模拟信号时,考虑电池单元42的电压,设定适当的偏移值(直流偏置)进行切换。偏移值(直流偏置)的设定例如由信号处理部155进行。期望偏移值(直流偏

置)的设定基于电池单元42的直流电压来进行。另外,电池单元42的直流电压由差动放大器151来测量即可。

[0088] 电流调制电路56基于指示信号,将电池单元42作为电源来使正弦波信号输出(步骤S204)。由此,从电池单元42输出正弦波信号。

[0089] 在从电池单元42输出正弦波信号时,在电池单元42的端子之间产生反映了电池单元42的内部复阻抗信息的电压波动。前置放大器152经由响应信号输入端子58输入该电压波动,并且作为响应信号输出(步骤S205)。

[0090] 另外,当输入到响应信号输入端子58时,电压波动的直流分量被电容器C1切断,仅电压波动的特征部分被取出。此外,前置放大器152对直流分量被切断的微弱的电压波动进行放大,并且作为响应信号输出。此时,AD转换器154将经由信号切换部153输入的响应信号转换为数字信号并输出。期望基于电池单元42的直流电压来对由电容器C1切断的直流分量的大小进行调节。同样地,期望基于电池单元42的直流电压来对电压变动被放大的程度进行调节。

[0091] 第一乘法器156将从振荡电路158输入的正弦波信号设为第一参照信号,并与从AD转换器154输入的响应信号相乘,来对与响应信号的实部成比例的值进行计算(步骤S206)。同样地,第二乘法器157将从移相电路160输入的第二参照信号与响应信号相乘,来对与响应信号的虚部成比例的值进行计算。

[0092] 上述值经由低通滤波器159和低通滤波器161输入到信号处理部155。另外,当经过低通滤波器159和低通滤波器161时,直流分量(DC分量)以外的信号衰减并被去除。

[0093] 信号处理部155从反馈信号输入端子59b输入反馈信号(检测信号)(步骤S207)。当反馈信号输入到信号处理部155时,通过AD转换器163转换为数字信号。

[0094] 信号处理部155基于反馈信号和从低通滤波器159、161输入的信号(实部和虚部的比例值)来对复阻抗的实部、虚部、绝对值和相位中的全部或任一个进行计算(步骤S208)。反馈信号用于对实际从电池单元42流出的电流(即,反馈信号)与同参照信号成比例的值之间的振幅或相位的偏差进行修正。

[0095] 之后,信号处理部155经由通信部54将计算结果输出到ECU 60(步骤S209)。然后,结束计算处理。

[0096] 重复执行该计算处理,直到计算出针对测量范围内的多个频率的复阻抗为止。ECU 60基于计算结果来制作复阻抗平面图(科尔-科尔图),从而把握电极和电解质等特性。例如,把握蓄电状态(SOC)、劣化状态(SOH)。

[0097] 另外,不一定必须制作科尔-科尔图整体,也可以着眼于其一部分。例如,在行驶时,也可以以一定的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOC、SOH和电池温度等的行驶时的变化。或者,也可以以每隔一天、每隔一周或每隔一年的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOH等的变化。

[0098] 第二实施方式的电池监控装置50具有以下的效果。

[0099] 信号处理部155基于将从响应信号输入端子58输入的响应信号与第一参照信号相乘而得到的值来对与响应信号的实部成比例的值进行计算。此外,信号处理部155将使正弦波信号的相位移位后的信号设为第二参照信号,并且基于响应信号与第二参照信号相乘而

得到的值来对与响应信号的虚部成比例的值进行计算。然后,基于上述值来计算复阻抗。这样,通过进行所谓的锁定检测,能够从响应信号仅抽出与振荡电路158所指示的正弦波信号的频率相同的频率分量。因此,针对白噪声、粉色噪声的抗性变强,能够高精度地计算复阻抗。特别地在用于车辆的情况下,由于噪声较多,因此,能够理想地计算复阻抗。此外,由于针对噪声的抗性变强,因此,能够使从电池单元42输出的电流(正弦波信号)变小。因此,能够对消耗电力、电池单元42、半导体开关元件56a的温度上升进行抑制。

[0100] 此外,信号处理部155通过电流调制电路56输入对实际从电池单元42流出的电流进行检测的反馈信号(检测信号),并且对与参照信号成比例的值的振幅和相位的偏差进行修正。由此,能够提高复阻抗的计算精度。

[0101] 此外,由于对振幅和相位的偏差进行修正,因此,即使在将指示信号转换为模拟信号时产生误差,也能够通过由反馈信号实现的修正来抑制该误差。因此,不需要在电流调制电路56与DA转换器162之间设置滤波电路等,能够实现小型化。

[0102] (第三实施方式)

[0103] 接着,对第三实施方式的电池监控装置50进行说明。第三实施方式的电池监控装置50在信号解析中实施快速傅立叶变换(FFT)。以下,进行详细说明。另外,在以下各实施方式中,对于彼此相同或等同的部分标注相同的符号,对于相同符号的部分引用其说明。

[0104] 如图7所示,电池监控装置50的ASIC部50a包括作为实施快速傅立叶变换的运算部的信号处理部201。信号处理部201构成为经由AD转换器154输入电池单元42的直流电压的测量值。此外,信号处理部201构成为经由AD转换器154输入响应信号。此外,信号处理部201构成为经由AD转换器163输入反馈信号。此外,信号处理部201与振荡电路158连接,并且构成为能够设定正弦波信号的频率。

[0105] 信号处理部201构成为通过快速傅立叶变换分别对所输入的响应信号(电压信号)和反馈信号(电流信号)进行转换。然后,信号处理部201基于转换后的值来对复阻抗的实部、虚部、绝对值和相位进行计算。然后,信号处理部201经由通信部54向ECU 60输出计算结果。

[0106] 接着,基于图8,对第三实施方式中的复阻抗计算处理进行说明。通过电池监控装置50每隔规定周期执行复阻抗计算处理。在第三实施方式的复阻抗计算处理中,步骤S301~步骤S305与第二实施方式的复阻抗计算处理中的步骤S201~步骤S205相同。另外,测量频率的设定、切换的指示、指示信号的输出指示、偏移值的设定等例如由信号处理部201进行。

[0107] 信号处理部201对从所输入的AD转换器154输入的响应信号实施快速傅立叶变换(步骤S306)。由此,能够获得响应信号相对于测量频率的振幅信息。

[0108] 此外,信号处理部201从反馈信号输入端子59b输入反馈信号(步骤S307)。当反馈信号输入到信号处理部155时,通过AD转换器163转换为数字信号。

[0109] 信号处理部201对反馈信号实施快速傅立叶变换(步骤S308)。由此,能够获得反馈信号相对于测量频率的振幅信息。

[0110] 信号处理部201基于在步骤S306中获取的响应信号相对于测量频率的振幅信息和在步骤S308中获取的反馈信号相对于测量频率的振幅信息,来对复阻抗的实部、虚部、绝对值和相位中的全部或任一个进行计算(步骤S309)。之后,信号处理部201经由通信部54将计

算结果输出到ECU 60(步骤S310)。然后,结束计算处理。

[0111] 重复执行该计算处理,直到计算出针对测量范围内的多个频率的复阻抗为止。ECU 60基于计算结果来制作复阻抗平面图(科尔-科尔图),从而把握电极和电解质等的特性。例如,把握蓄电状态(SOC)、劣化状态(SOH)。

[0112] 另外,不一定必须制作科尔-科尔图整体,也可以着眼于其一部分。例如,在行驶时,也可以以一定的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOC、SOH和电池温度等的行驶时的变化。或者,也可以以每隔一天、每隔一周或每隔一年的时间间隔对特定频率的复阻抗进行测量,并且基于该特定频率的复阻抗的时间变化来把握SOH等的变化。

[0113] 第三实施方式的电池监控装置50具有以下的效果。

[0114] 对响应信号和反馈信号分别进行傅立叶变换来获得测量频率的振幅信息和相位信息,并且获得测量频率的谐波的振幅信息和相位信息。由于能够针对测量频率及其谐波分别获得电压和电流的振幅以及起动的信息,因此,能够一次计算针对多个频率的复阻抗。

[0115] 此外,信号处理部201通过电流调制电路56输入对实际从电池单元42流出的电流进行检测的反馈信号(检测信号),并且对该信号进行傅立叶变换。因此,能够对振幅和相位的偏差进行修正,能够提高复阻抗的计算精度。

[0116] (其他实施方式)

[0117] • 在上述实施方式中,针对每个电池单元42设置电池监控装置50,但是也可以针对多个电池单元42中的每一个(例如,每个电池模块41、每个组电池40)设置电池监控装置50。此时,也可以使电池监控装置50的功能的一部分共用化。

[0118] 例如,如图9所示,也可以使稳定化电源供给部301、通信部54和微机部53共用化。在这种情况下,每个电池单元42的负电极的电位有可能不同。因此,传递各电池单元42的信息时利用的各电信号的基准电位有可能不同。因此,需要设置考虑基准电位的差来向微机部53输入各电信号的功能来进行运算。作为不同基准电位之间的信号传递方式,存在使用电容器、变压器、电波、光的方法。

[0119] 此外,例如,如图10所示,也可以使稳定化电源供给部301、通信部54、差动放大器151、前置放大器152、信号切换部153、AD转换器154、163、信号处理部155、第一乘法器156、第二乘法器157、低通滤波器159、161、振荡电路158、移相电路160、DA转换器162、反馈电路56d和电流检测放大器56c共用化。

[0120] 在这种情况下,构成为能够通过多路复用器(MUX.)302~304这样的多路复用装置对直流电压、响应信号、指示信号等各种信号进行信号的切换。

[0121] 同样地,例如,如图11所示,也可以使稳定化电源供给部301、通信部54、差动放大器151、前置放大器152、信号切换部153、AD转换器154、163、信号处理部201、振荡电路158、DA转换器162、反馈电路56d和电流检测放大器56c共用化。

[0122] 在这种情况下,构成为能够通过多路复用器302~304这样的多路复用装置对直流电压、响应信号、指示信号等各种信号进行信号的切换。

[0123] 此外,也可以使将多个电池单元42串联连接后的高电位侧和低电位侧分别用作电源的正极、负极的部分与将各个电池单元42的两极分别用作电源的正极、负极的部分分开而仅将任一个共用化。例如,如图12所示,也可以使通信部54、AD转换器154、163、信号处理

部155、201、振荡电路158、移相电路160和DA转换器162共用化。另外，在图12中，尽管省略了第一乘法器156、第二乘法器157和低通滤波器159、161的图示，但是在采用进行锁定检测的信号处理部155的情况下，上述构件也会变得共用化。

[0124] 另外，从第一电源401向共用化的部分供给电力，并且从多个电池单元42向第一电源401供给电力。另一方面，从第二电源402向未共用化的部分供给电力，并且从各电池单元42向第二电源402供给电力。顺便提及，第一电源401的输出电压与第二电源402的输出电压不同。

[0125] 在这种情况下，构成为能够通过多路复用器302～304这样的多路复用装置对直流电压、响应信号、指示信号等各种信号进行信号的切换即可。

[0126] 另外，在图9～图11的电池监控装置50中，也可以与图12的电池监控装置50同样地设置多个电源。

[0127] • 在上述实施方式中，也可以使电池监控装置50实施使各电池单元42的蓄电状态、电压均衡化的均衡化处理。均衡化处理是使与其他电池单元42相比蓄电状态较高的一部分的电池单元42放电以使各电池单元42的蓄电状态一致的处理。由此，能够使各电池单元42的蓄电状态一致，从而抑制电池单元42中的一部分过充电。而且，电池监控装置50在实施均衡化处理的情况下，也可以利用电流调制电路56来使电池单元42放电。在这种情况下，微机部53作为放电控制部发挥作用。

[0128] 具体地进行说明，在第一实施方式中，微机部53在基于各电池单元42的蓄电状态从ECU 60等接收到放电指示的情况下、或者在电池单元42的蓄电状态或电压为规定值以上的情况下，向电流调制电路56输出指示信号，并且从电池单元42输出正弦波信号、矩形波之类的周期函数或直流信号。然后，微机部53继续信号的输出，直到放电指示结束为止、或者直到电池单元42的蓄电状态或电压小于规定值为止。由此，实施均衡化处理。同样地，在第二实施方式或第三实施方式中，信号处理部155、201也可以实施均衡化处理。此外，同样地，在图9～图12所示的电池监控装置50中，也可以实施均衡化处理。

[0129] 然后，为了均衡化处理，当从电池单元42放电时，也可以输出正弦波信号来计算复阻抗。由此，能够抑制消耗电力。另外，用于均衡化处理而输出的电流通常为微弱的电流，以抑制电力消耗和实现装置的小型化。因此，优选在如第二实施方式那样的即使是微弱的电流也能够通过锁定检测来高精度地计算复阻抗的电池监控装置50中实施均衡化处理。

[0130] • 在上述实施方式中，滤波部55也可以不必仅由元件构成。例如，也可以通过配线、连接器接触部、印刷基板的图案配线、实心图案(日文：ベタパターン)之间构成、或者由上述结构与元件混合地构成。

[0131] • 在上述实施方式中，也可以在电流调制电路56与输入输出部52(或DA转换器162)之间设置滤波电路。由此，能够对将指示信号转换为模拟信号时的误差进行抑制。

[0132] • 在上述实施方式中，差动放大器151、前置放大器152、信号切换部153、AD转换器154、163、信号处理部155、第一乘法器156、第二乘法器157、低通滤波器159、161、振荡电路158、移相电路160、DA转换器162、反馈电路56d和电流检测放大器56c的一部分或全部也可以通过软件来实现。

[0133] • 在上述第二实施方式和第三实施方式中，也可以没有电容器C1。

[0134] • 在上述实施方式中，也可以没有反馈电路56d。此外，也可以不通过电流检测放

大器56c来检测流过电阻56b的电流。此外,微机部53、信号处理部155、201也可以不输入反馈信号。

- [0135] • 在上述实施方式中,对直流电压进行检测,但是也可以不检测。
- [0136] • 在上述第二实施方式或第三实施方式中,也可以不设置信号切换部153。
- [0137] • 在上述第二实施方式或第三实施方式中,反馈信号也可以由信号切换部153设为切换的对象。由此,能够将AD转换器154、163共用化。
- [0138] • 也可以将上述实施方式的电池监控装置50用于作为车辆的HEV、EV、PHV、辅助设备电池、电动飞机、电动摩托车、电动船舶。
- [0139] • 在上述实施方式中,电池单元42也可以并联地连接。
- [0140] • 在上述第二实施方式或第三实施方式中,为了防止AD转换时的混叠,也可以将滤波电路设置于前置放大器152的前后或AD转换器154的跟前。
- [0141] • 在上述实施方式中,也可以以电池模块41为单位来监控状态。此时,在针对每个电池模块41设置通信部54的情况下,从各通信部54向ECU 60的通信有可能是具有不同电位基准的绝缘通信。例如,有时使用绝缘变压器、电容器进行绝缘通信。
- [0142] • 在上述实施方式中,也可以对反馈信号进行锁定检测。基于图13,具体地进行说明,通过电池监控装置50每隔规定周期执行复阻抗计算处理。
- [0143] 在复阻抗计算处理中,振荡电路158首先设定复阻抗的测量频率(步骤S401)。测量频率从预先确定的测量范围内的频率中设定。在另一例中,测量频率例如由信号处理部155确定。
- [0144] 接着,振荡电路158基于测量频率来确定正弦波信号(规定的交流信号)的频率,并且经由DA转换器162从指示信号输出端子59a向电流调制电路56输出对该正弦波信号的输出进行指示的指示信号(步骤S402)。电流调制电路56基于指示信号,将电池单元42作为电源来使正弦波信号输出。由此,从电池单元42输出正弦波信号。
- [0145] 接着,信号处理部155通过两相位锁定检测来测量反馈信号(步骤S403)。具体地,信号处理部155将振荡电路158所指示的正弦波信号(参照信号)与所输入的反馈信号相乘。此外,将使振荡电路158所指示的正弦波信号的相位偏移90度后的信号与所输入的反馈信号相乘。信号处理部155根据上述乘法结果来对反馈信号的振幅和相位值进行计算。
- [0146] 接着,信号处理部155对计算出的振幅与振幅修正值之差是否处于振幅基准值以内进行判断(步骤S404)。振幅修正值表示期望输出的正弦波信号的振幅。
- [0147] 在该判断结果为否定的情况下,信号处理部155对步骤S403中的测量次数(反馈信号的测量次数)是否为规定次数以上进行判断(步骤S405)。在该判断结果为否定的情况下,信号处理部155将测量次数加上1并再次执行步骤S403。
- [0148] 另一方面,在步骤S405的判断结果为肯定的情况下,信号处理部155对测量出的反馈信号的振幅的平均值进行计算,并且将平均值改写为振幅修正值(步骤S406)。此外,清除测量次数。
- [0149] 在步骤S404的判断结果为肯定的情况下、或者在步骤S406的执行之后,信号处理部155对在步骤S403中计算出的相位值与相位修正值之差是否处于相位基准值以内进行判断(步骤S407)。相位修正值表示期望输出的正弦波信号的相位。
- [0150] 在该判断结果为否定的情况下,信号处理部155对步骤S403中的测量次数(反馈信

号的测量次数)是否为规定次数以上进行判断(步骤S408)。在该判断结果为否定的情况下,信号处理部155将测量次数加上1并再次执行步骤S403。

[0151] 另一方面,在步骤S408的判断结果为肯定的情况下,信号处理部155对测量出的反馈信号的相位的平均值进行计算,并且将平均值改写为相位修正值(步骤S409)。此外,清除测量次数。

[0152] 接着,信号处理部155通过两相位锁定检测来测量响应信号(步骤S410)。该处理与第二实施方式的步骤S202、S205、S206等相同,因此省略说明。

[0153] 信号处理部155基于反馈信号和从低通滤波器159、161输入的信号(实部和虚部的比例值)来对复阻抗的实部、虚部、绝对值和相位中的全部或任一个进行计算(步骤S411)。反馈信号由振幅修正值和相位修正值确定,并且用于对实际从电池单元42流出的电流(即,反馈信号)与同参照信号成比例的值之间的振幅或相位的偏差进行修正。

[0154] 之后,信号处理部155经由通信部54将计算结果输出到ECU 60(步骤S412)。然后,结束计算处理。

[0155] 如上所述,由于通过两相位锁定检测来测量反馈信号,即使在存在噪声的环境下,也能够高精度地对实际从电池单元42输出的电流信号进行测量。而且,由于将该反馈信号用于复阻抗计算时的修正,因此,能够提高复阻抗的计算精度。

[0156] • 在上述实施方式中,从电池单元42输出的电流信号不限于正弦波信号。例如,只要是交流信号,则也可以是矩形波、三角波等信号。

[0157] • 在上述实施方式中,ECU 60也可以由多个ECU构成。例如,可以针对每个功能设置多个ECU,此外,也可以针对每个控制对象设置多个ECU。例如,也可以分成电池用ECU和逆变器控制用ECU。

[0158] • 在上述实施方式中,在进行锁定检测的情况下,将振荡电路158所指示的正弦波信号设为参照信号(第一参照信号),但是也可以将检测信号(反馈信号)设为参照信号。此外,在进行两相位锁定检测的情况下,使检测信号(反馈信号)的相位偏移而设为第二参照信号即可。

[0159] • 在上述实施方式中,电池单元42(电池模块41、组电池40)也可以在基于指示来输出正弦波信号时(响应信号的输出时),用作周边电路的电源。相反地,电池单元42(电池模块41、组电池40)也可以构成为在基于指示来输出正弦波信号时(响应信号的输出时),不用作周边电路的电源。

[0160] 虽然基于实施例对本发明进行了记述,但是应当理解为本发明并不限定于上述实施例、结构。本发明也包括各种各样的变形例、等同范围内的变形。除此之外,各种各样的组合、方式、进一步包括有仅一个要素、一个以上或一个以下的其他组合、方式也属于本发明的范畴、思想范围。

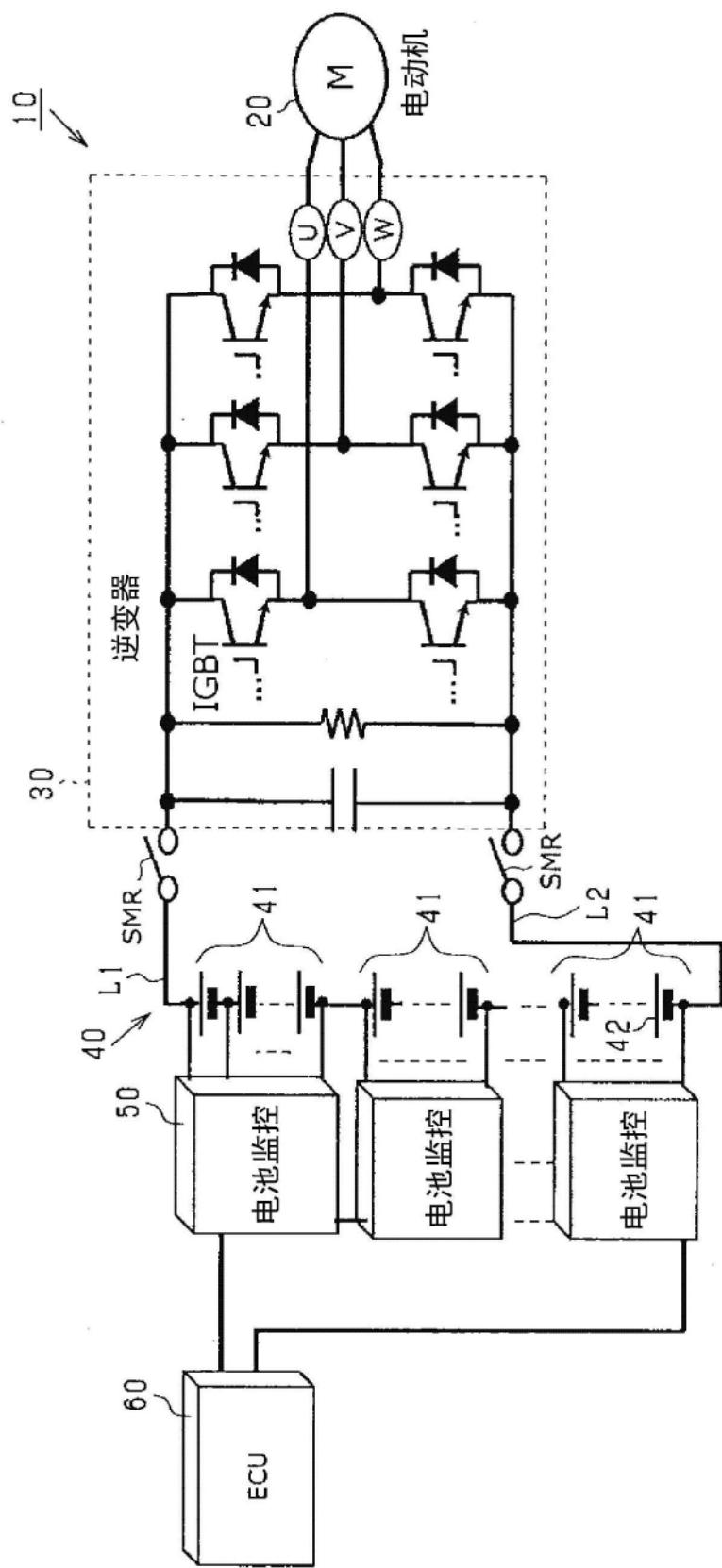


图1

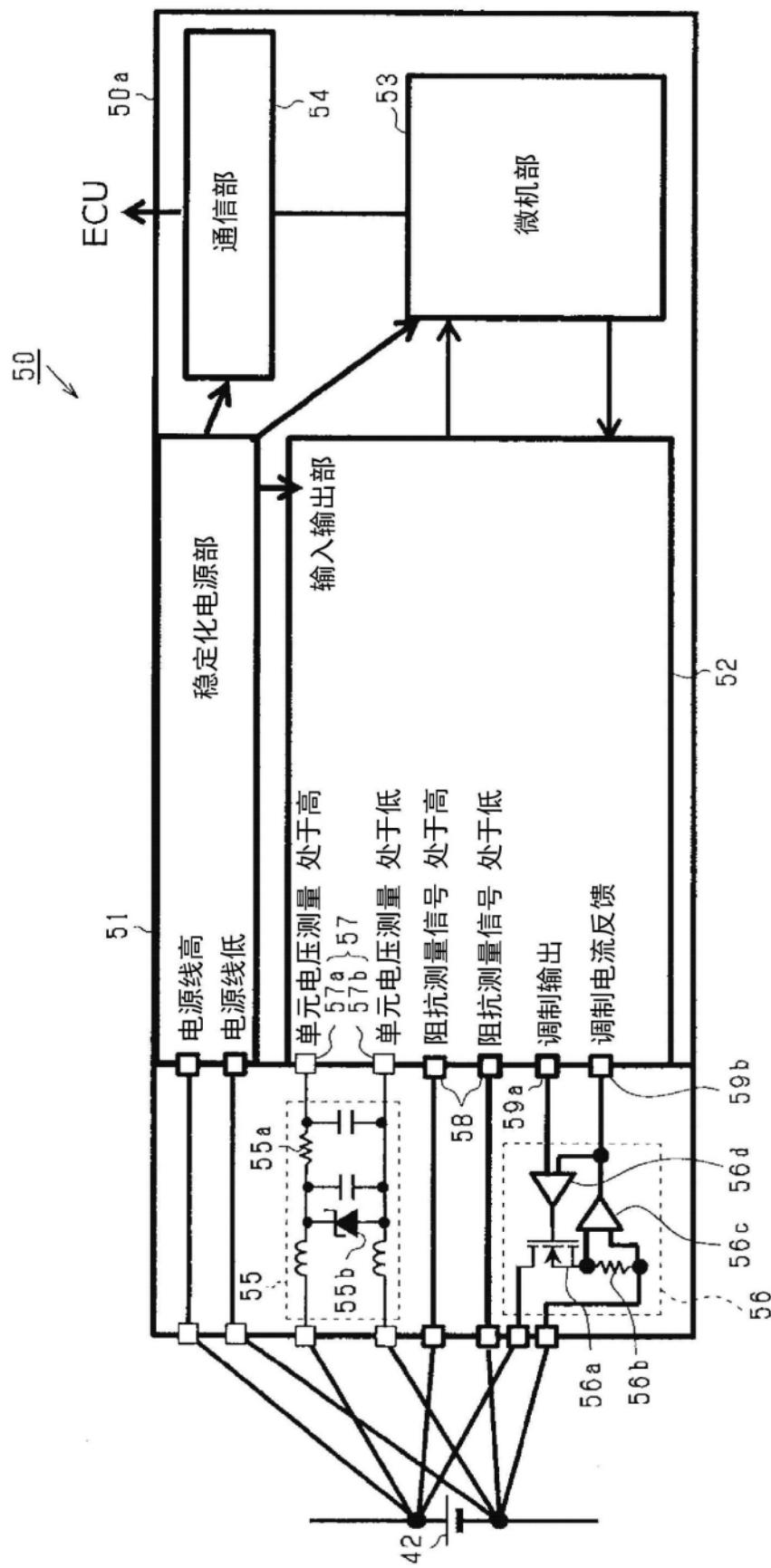


图2

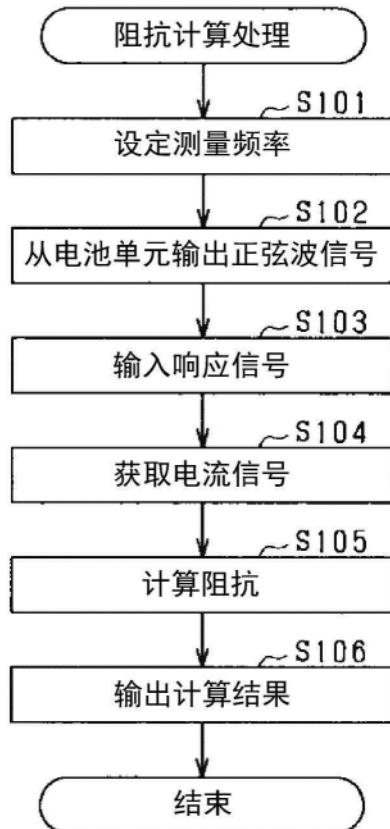
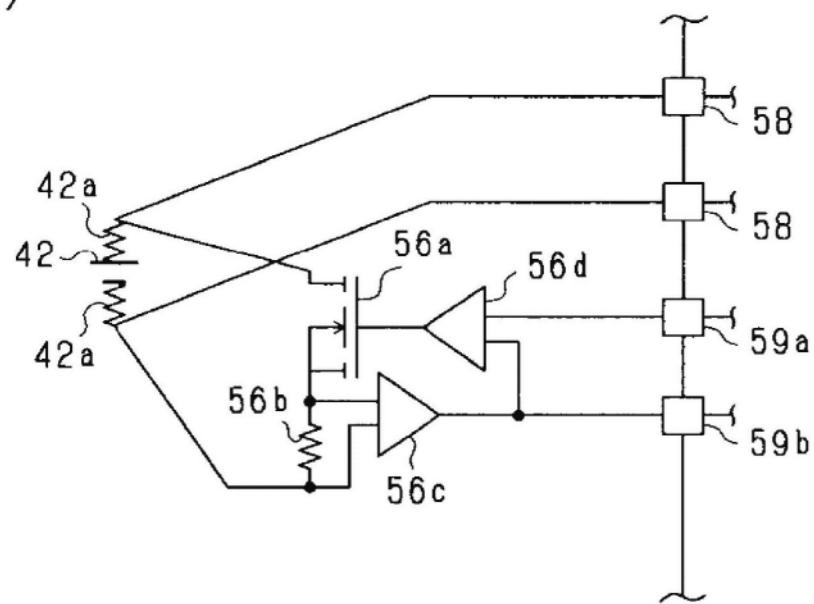


图3

(a)



(b)

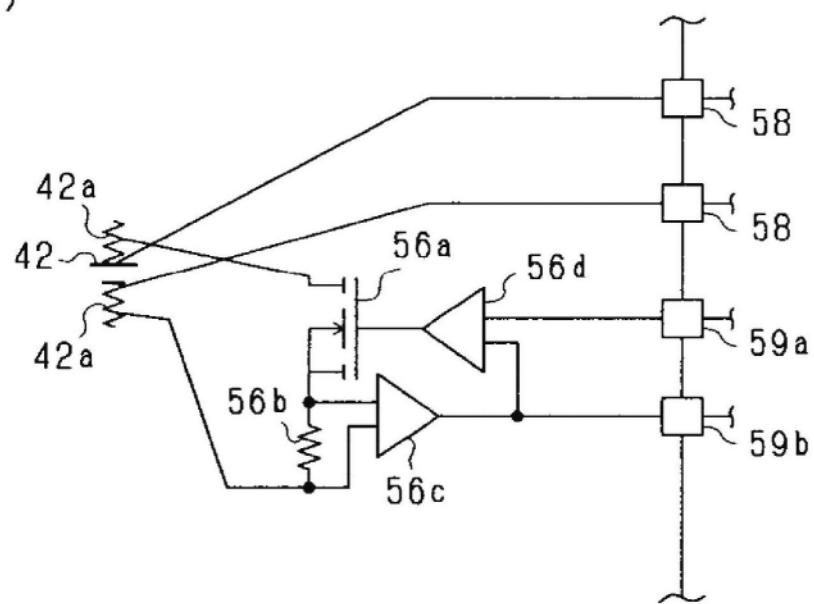
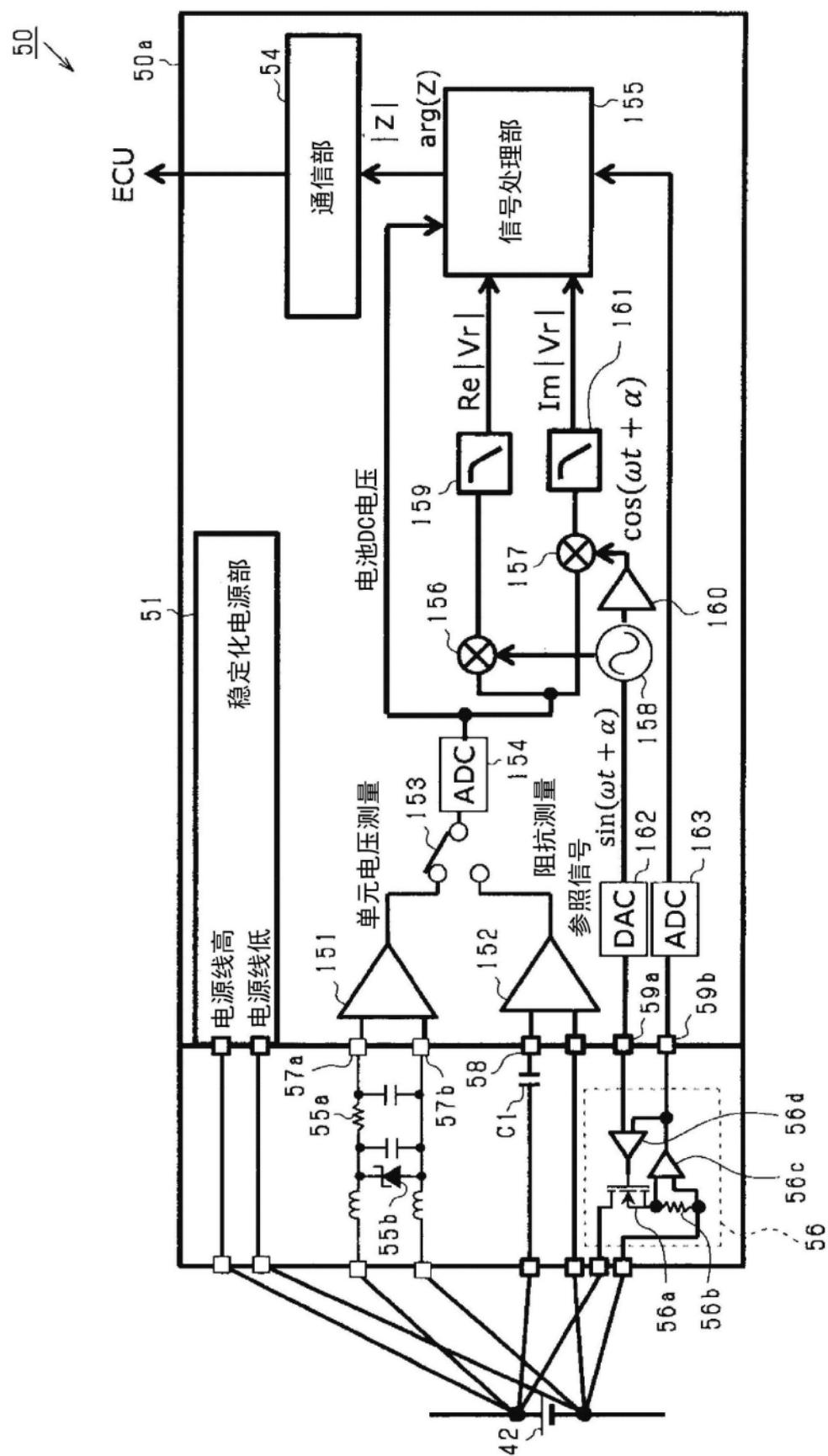


图4



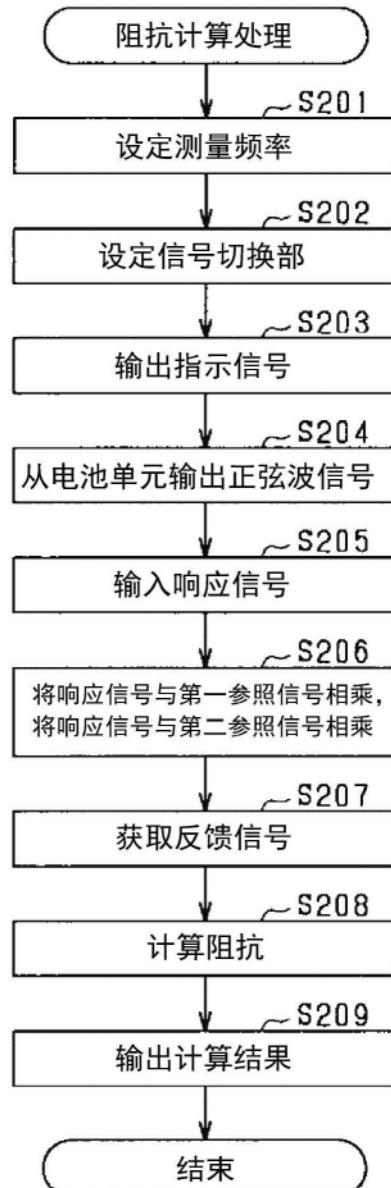


图6

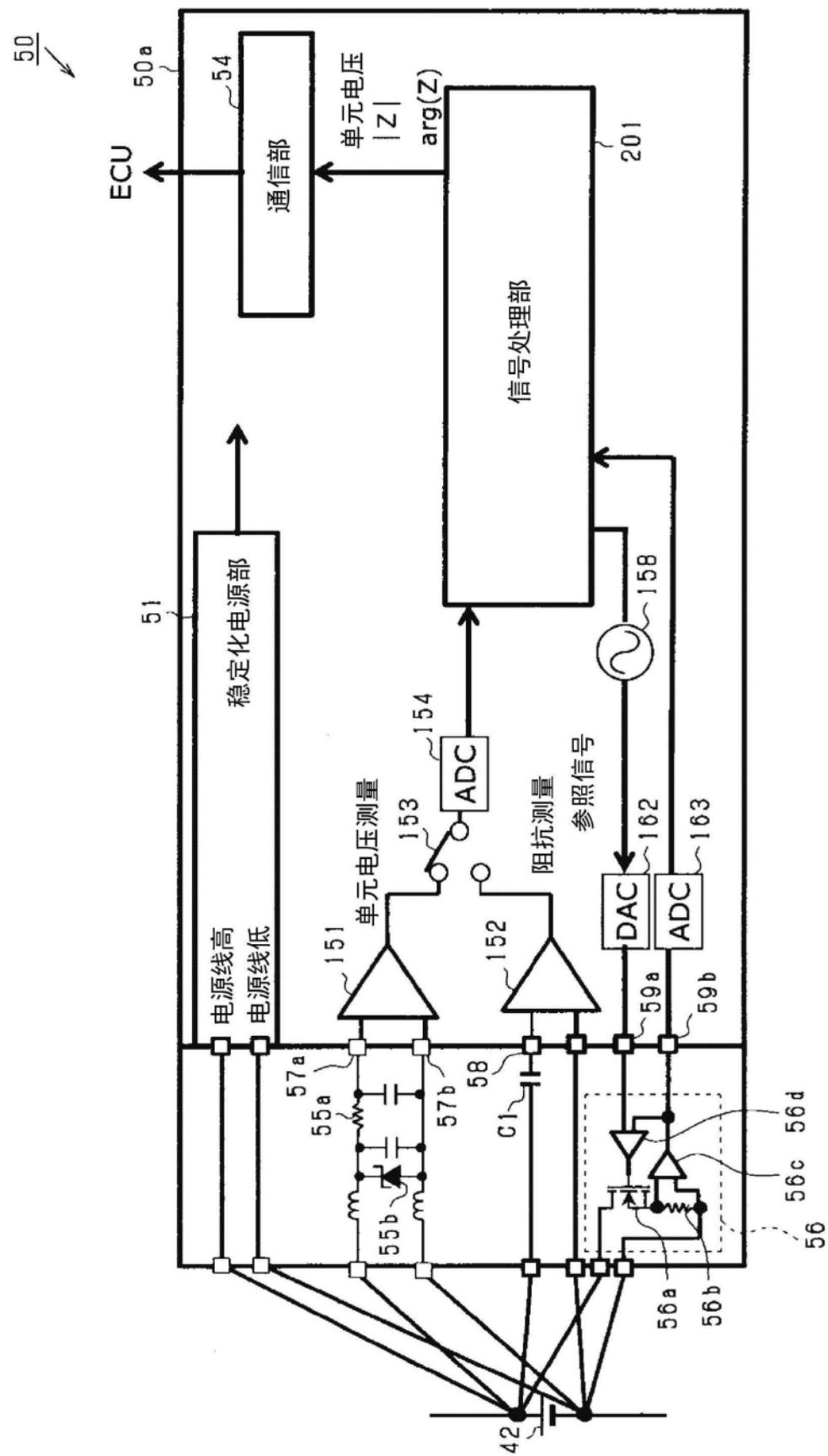


图7

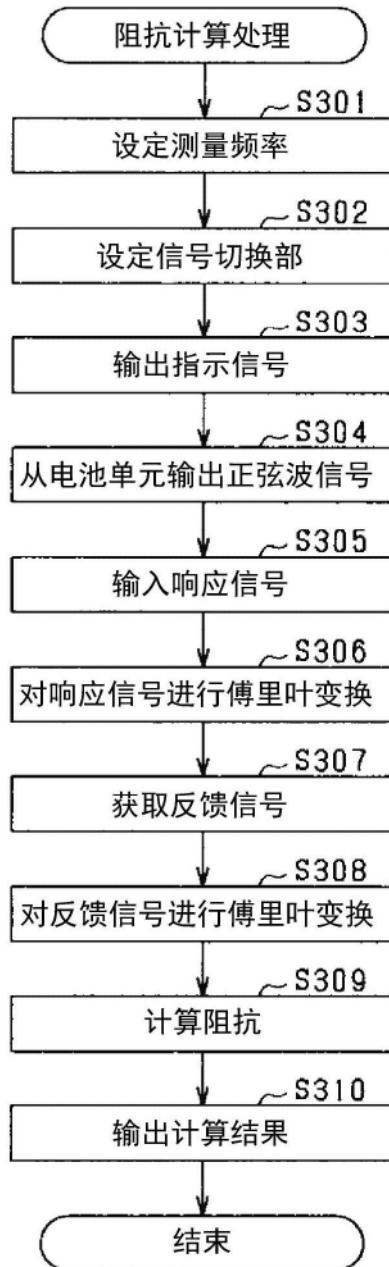


图8

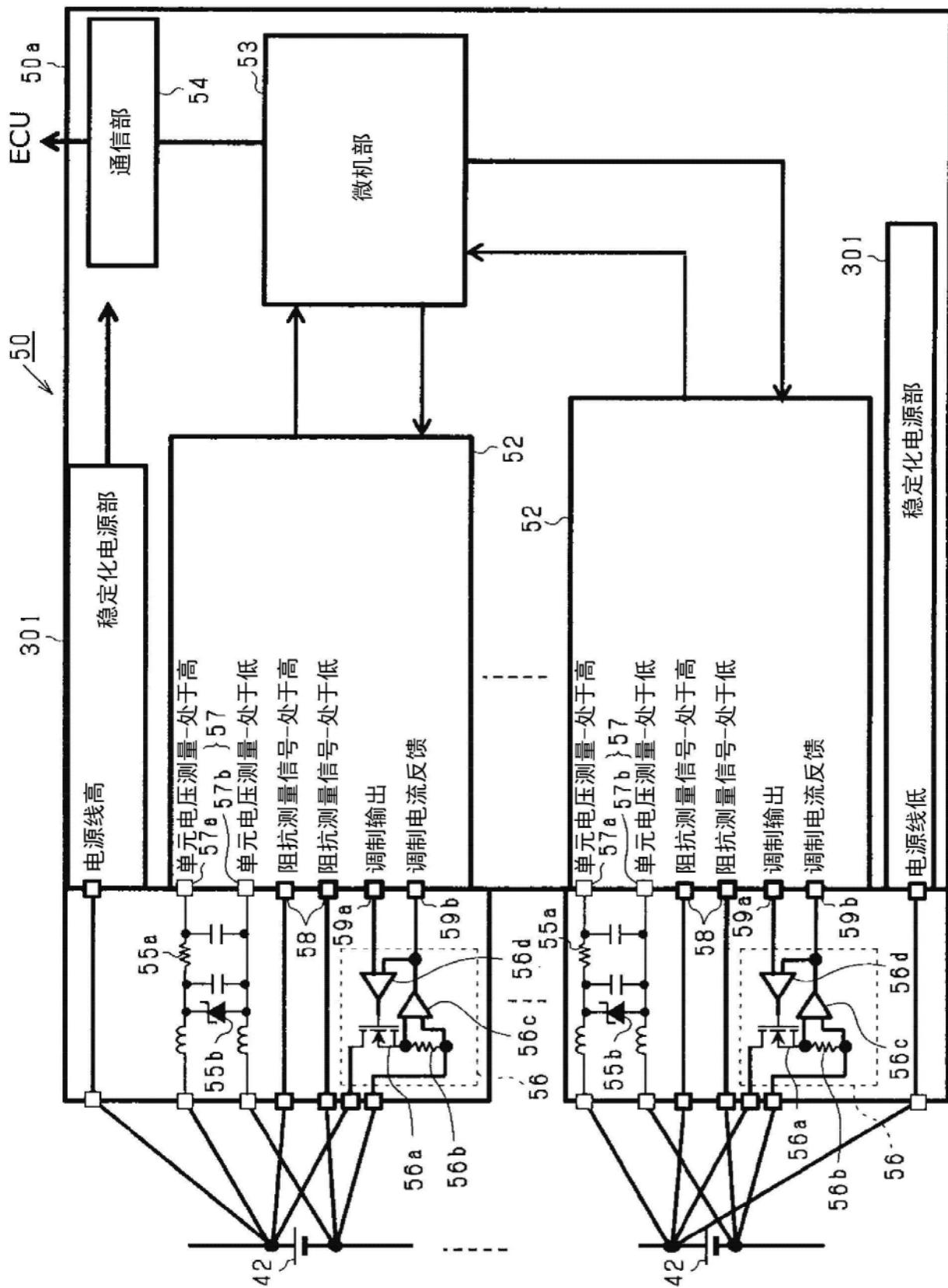


图9

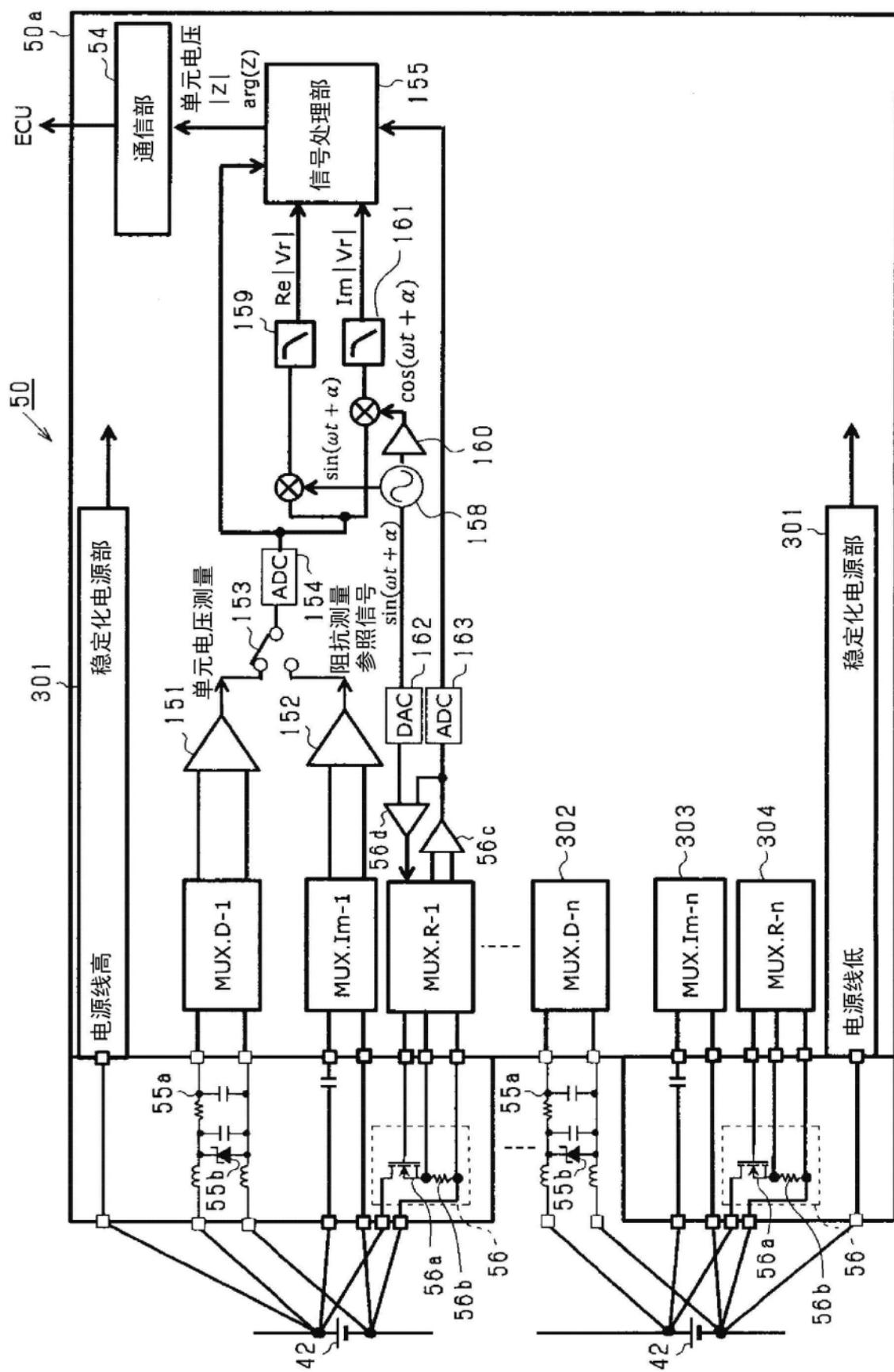


图10

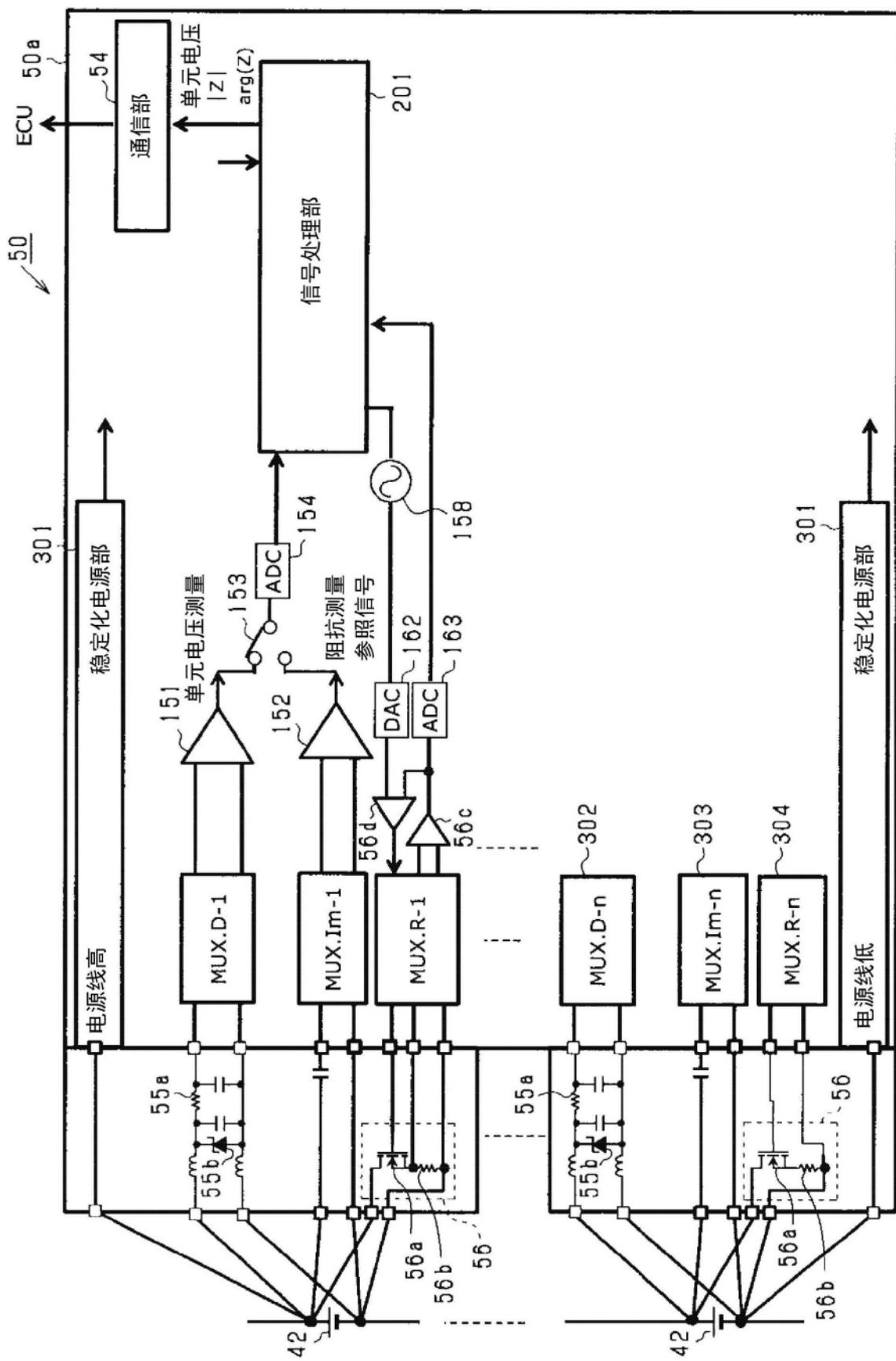


图11

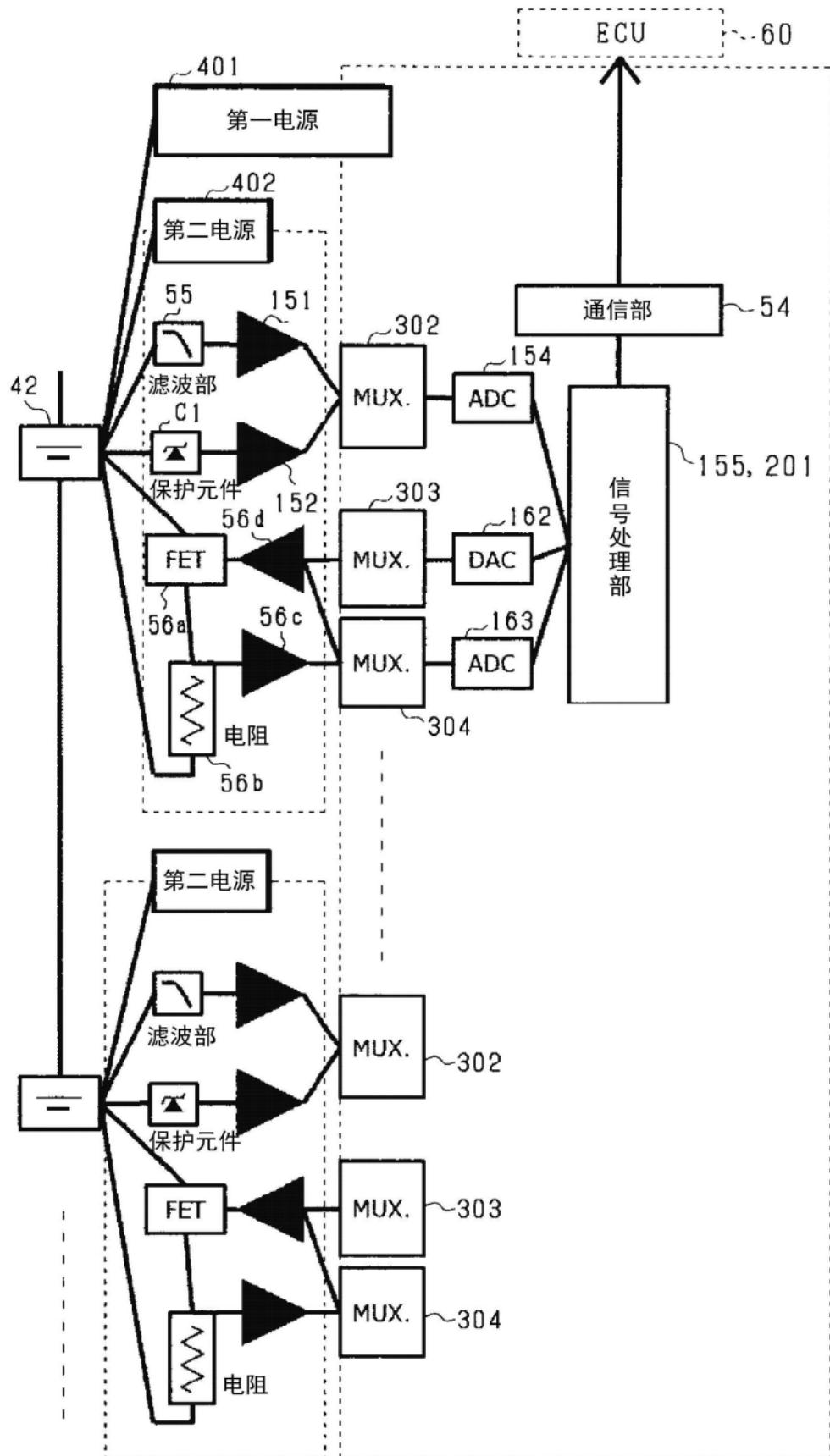


图12

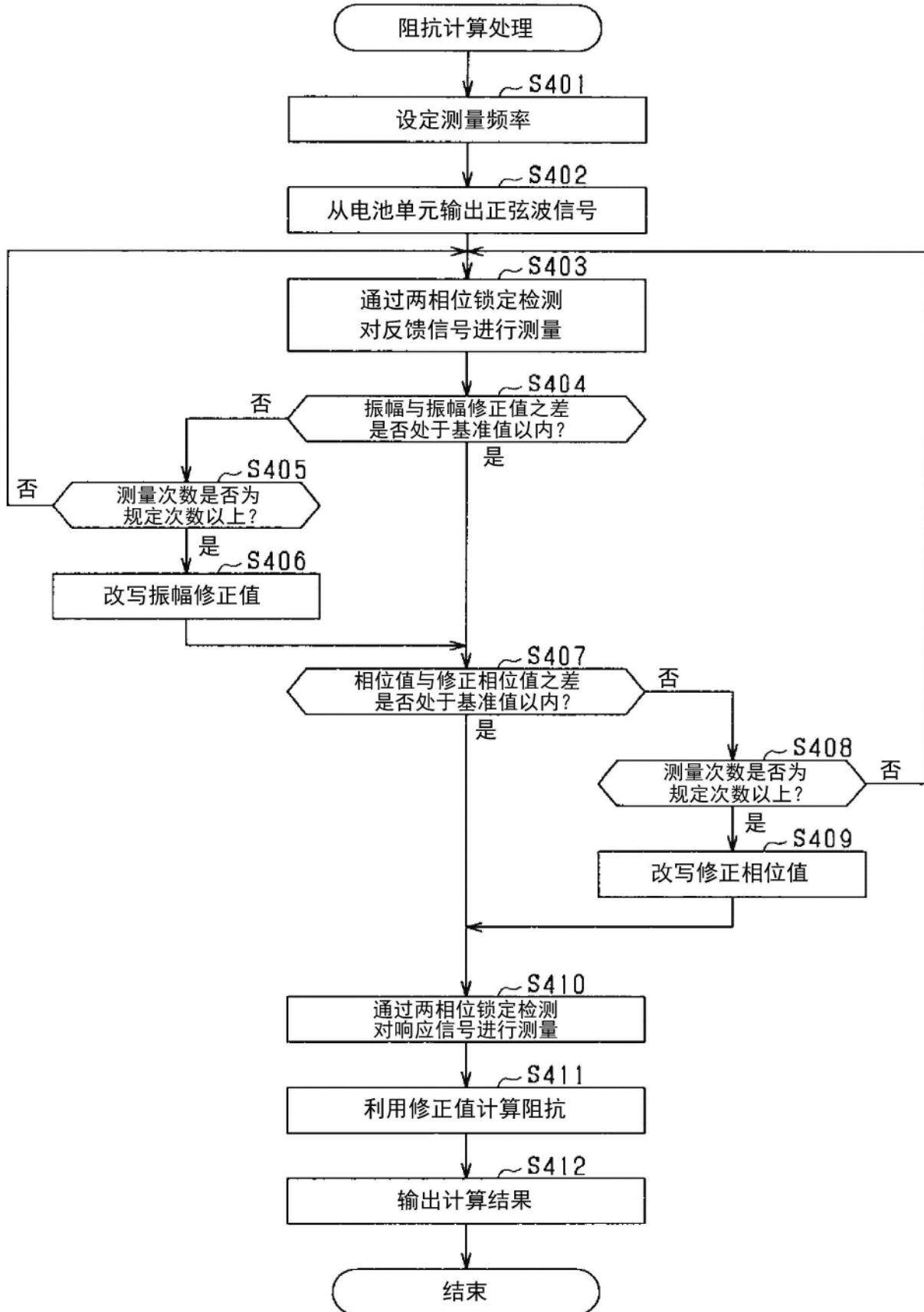


图13