



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118591734 A

(43) 申请公布日 2024. 09. 03

(21) 申请号 202380018142.8

(22) 申请日 2023.06.29

(30) 优先权数据

2022-109689 2022.07.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.07.22

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/024264 2023.06.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/009894 JA 2024.01.11

(71) 申请人 积分几何科学公司

地址 日本

(72) 发明人 铃木章吾 松田圣树 美马勇辉

西村祐太郎 冈田英朗

木村建次郎 木村宪明

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

专利代理师 蒋巍

(51) Int. Cl.

G01R 31/389 (2006.01)

G01N 27/72 (2006.01)

G01R 33/02 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

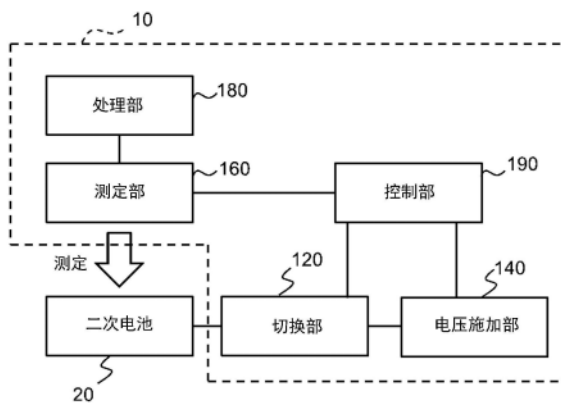
权利要求书2页 说明书14页 附图11页

(54) 发明名称

测定装置及测定方法

(57) 摘要

测定装置(10)是测定二次电池(20)的装置。测定装置(10)具备电压施加部(140)、切换部(120)、测定部(160)以及处理部(180)。电压施加部(140)对二次电池(20)施加以二次电池(20)的开路电压为基准而确定的规定的电压。切换部(120)在对二次电池(20)施加规定的电压的第一状态和二次电池(20)处于开路的第二状态之间进行切换。测定部(160)测定当从第一状态切换为第二状态时的二次电池(20)的外部的磁场的瞬态响应。处理部(180)使用测定部(160)的测定结果来生成与二次电池(20)的内部相关的信息。



1. 一种测定装置,用于测定二次电池,其中,具备:  
电压施加部,对所述二次电池施加以所述二次电池的开路电压为基准而确定的规定的电压;  
切换部,在对所述二次电池施加所述规定的电压的第一状态、和所述二次电池处于开路第二状态之间进行切换;  
测定部,测定当从所述第一状态切换为所述第二状态时的所述二次电池的外部的磁场的瞬态响应;以及  
处理部,使用所述测定部的测定结果来生成与所述二次电池的内部的内部相关的信息。
2. 根据权利要求1所述的测定装置,其中,  
还具备控制部,所述控制部控制所述电压施加部和所述测定部,  
所述测定部具备传感器部和传感器驱动部,  
所述控制部控制所述电压施加部和所述测定部,以依次进行确定工序和测定工序,所述确定工序确定用于抵消至少一部分噪声磁场的向所述传感器部输入的固定输入值,所述测定工序在向所述传感器部输入了所述固定输入值的状态下测定所述瞬态响应。
3. 根据权利要求2所述的测定装置,其中,  
在所述确定工序中,所述控制部以如下方式控制所述电压施加部和所述测定部,该方式为:在对所述二次电池施加相当于开路电压的电压的状态下,通过所述传感器驱动部反馈控制向所述传感器部输入的输入值以使所述传感器部的输出接近基准电平,从而确定出所述固定输入值。
4. 根据权利要求2或3所述的测定装置,其中,  
所述二次电池包含强磁性体。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的测定装置,其中,  
所述测定部在所述二次电池的外部的一个以上的平面内的多个位置处测定所述瞬态响应,  
所述处理部生成表示所述二次电池的内部的信息的映射。
6. 根据权利要求5所述的测定装置,其中,  
所述测定部具备矩阵状地配置的多个传感器元件。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的测定装置,其中,  
所述处理部,  
使用所述测定部的测定结果来判定测定出的所述二次电池是否存在异常,  
在判定为该二次电池存在异常的情况下输出通知。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的测定装置,其中,  
所述电压施加部根据周期信号向所述二次电池施加所述规定的电压,  
所述切换部根据具有该周期信号的频率的整数倍频率的周期信号在所述第一状态和所述第二状态之间进行切换。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的测定装置,其中,  
所述测定部测定彼此正交的两个方向的磁场分量作为所述瞬态响应,  
所述处理部使用所述两个方向的磁场分量来生成所述二次电池的内部的电导率分布。
10. 一种测定方法,测定二次电池,其中,

在对所述二次电池施加以所述二次电池的开路电压为基准而确定的规定的电压的第一状态、和所述二次电池处于开路的第二状态之间进行切换，

测定当从所述第一状态切换为所述第二状态时的所述二次电池的外部的磁场的瞬态响应，

使用所述瞬态响应的测定结果来生成与所述二次电池的内部相关的信息。

## 测定装置及测定方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及测定装置和测定方法。

### 背景技术

[0002] 扩展能够充放电的二次电池的灵活使用,并以非破坏方式进行的检查技术变得越来越重要。

[0003] 专利文献1记载有在电流流动的状态下测定电池周边的磁场,并导出电池内的电导率分布。

[0004] 专利文献2记载有在向电池施加了重叠有交流电压的外部电压的状态下测定电池的外部的磁场,并导出电池的内部的磁场分布或电流分布。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:国际公开第2015/136931号

[0008] 专利文献2:国际公开第2015/136930号

### 发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 然而,在专利文献1的技术中,存在由于在测定期间进行充电或放电而电池内部的状态发生变化的问题。另外,在专利文献2的技术中,存在难以检测电池内的微小缺陷的问题。

[0011] 鉴于上述问题,本发明提供一种用于测定二次电池的新技术。

[0012] 用于解决问题的手段

[0013] 根据本发明的一个方式,提供以下测定装置和测定方法。

[0014] 1、一种测定装置,用于测定二次电池,其中,具备:

[0015] 电压施加部,对所述二次电池施加以所述二次电池的开路电压为基准而确定的规定的电压;

[0016] 切换部,在对所述二次电池施加所述规定的电压的第一状态、和所述二次电池处于开路的第二状态之间进行切换;

[0017] 测定部,测定当从所述第一状态切换为所述第二状态时的所述二次电池的外部的磁场的瞬态响应;以及

[0018] 处理部,使用所述测定部的测定结果来生成与所述二次电池的内部相关的信息。

[0019] 2、根据技术方案1所述的测定装置,其中,

[0020] 还具备控制部,所述控制部控制所述电压施加部和所述测定部,

[0021] 所述测定部具备传感器部和传感器驱动部,

[0022] 所述控制部控制所述电压施加部和所述测定部,以依次进行确定工序和测定工序,所述确定工序确定用于抵消至少一部分噪声磁场的向所述传感器部输入的固定输入

值,所述测定工序在向所述传感器部输入了所述固定输入值的状态下测定所述瞬态响应。

[0023] 3、根据技术方案2所述的测定装置,其中,

[0024] 在所述确定工序中,所述控制部以如下方式控制所述电压施加部和所述测定部,该方式为:在对所述二次电池施加相当于开路电压的电压的状态下,通过所述传感器驱动部反馈控制向所述传感器部输入的输入值以使所述传感器部的输出接近基准电平,从而确定出所述固定输入值。

[0025] 4、根据技术方案2或3所述的测定装置,其中,

[0026] 所述二次电池包含强磁性体。

[0027] 5、根据技术方案1至4中任一项所述的测定装置,其中,

[0028] 所述测定部在所述二次电池的外部的一个以上的平面内的多个位置处测定所述瞬态响应,

[0029] 所述处理部生成表示所述二次电池的内部的信息的映射。

[0030] 6、根据技术方案5所述的测定装置,其中,

[0031] 所述测定部具备矩阵状地配置的多个传感器元件。

[0032] 7、根据技术方案1至6中任一项所述的测定装置,其中,

[0033] 所述处理部,

[0034] 使用所述测定部的测定结果来判定测定出的所述二次电池是否存在异常,

[0035] 在判定为该二次电池存在异常的情况下输出通知。

[0036] 8、根据技术方案1至7中任一项所述的测定装置,其中,

[0037] 所述电压施加部根据周期信号向所述二次电池施加所述规定的电压,

[0038] 所述切换部根据具有该周期信号的频率的整数倍频率的周期信号在第一状态和第二状态之间切换。

[0039] 9、根据技术方案1至8中任一项所述的测定装置,其中,

[0040] 所述测定部测定彼此正交的两个方向的磁场分量作为所述瞬态响应,

[0041] 所述处理部使用所述两个方向的磁场分量来生成所述二次电池的内部的电导率分布。

[0042] 10、一种测定方法,测定二次电池,其中,

[0043] 在对所述二次电池施加以所述二次电池的开路电压为基准而确定的规定的电压的第一状态、和所述二次电池处于开路的第二状态之间进行切换,

[0044] 测定当从所述第一状态切换为所述第二状态时的所述二次电池的外部的磁场的瞬态响应,

[0045] 使用所述瞬态响应的测定结果来生成与所述二次电池的内部相关的信息。

[0046] 发明的效果

[0047] 根据本发明,能够提供用于测定二次电池的新技术。

## 附图说明

[0048] 图1是例示第一实施方式的测定装置的功能结构的图。

[0049] 图2是表示二次电池的构造的剖视图。

[0050] 图3是例示利用测定装置测定二次电池的情形的示意图。

- [0051] 图4是表示传感器部的变形例的图。
- [0052] 图5是用于说明由测定装置对二次电池施加的电压的图。
- [0053] 图6是用于说明由测定装置对二次电池施加的电压的图。
- [0054] 图7是例示用于实现测定装置的计算机的图。
- [0055] 图8是例示第二实施方式的测定装置所具备的切换部和电压施加部的结构的图。
- [0056] 图9是用于说明第二实施方式的测定装置的动作的图。
- [0057] 图10的(a) ~ (g) 是表示变更了倍增器输出的周期信号的频率的情况下的例子的图。
- [0058] 图11是例示第三实施方式的测定部中的信号的流的图。
- [0059] 图12是例示第三实施方式的测定部的硬件结构的图。
- [0060] 图13是例示第三实施方式的测定装置的结构图。
- [0061] 图14是表示作为测定对象的二次电池的结构剖面示意图。
- [0062] 图15是示出了针对二次电池的照片的测定区域和缺陷的位置的图。
- [0063] 图16是表示使用磁场的瞬态响应的测定结果生成的映射的图。

### 具体实施方式

[0064] 以下,使用附图说明本发明的实施方式。此外,在所有附图中,对相同的构成要素赋予相同的附图标记,并适当地省略说明。另外,在以下所示的说明中,除非另有说明的情况,各装置的各构成要素示出的不是硬件单位的结构,而是功能单位的块。

[0065] (第一实施方式)

[0066] 图1是例示第一实施方式的测定装置10的功能结构的图。本实施方式的测定装置10是测定二次电池20的装置。测定装置10具备电压施加部140、切换部120、测定部160以及处理部180。电压施加部140对二次电池20施加以二次电池20的开路电压(Open Circuit Voltage:OCV)为基准而确定的规定的电压。切换部120在对二次电池20施加规定的电压的第一状态和二次电池处于开路的第二状态之间切换。测定部160测定当从第一状态切换为第二状态时的二次电池20的外部的磁场的瞬态响应。处理部180使用测定部160的测定结果来生成与二次电池20的内部相关的信息。以下详细说明。

[0067] 在本图的例子中,测定装置10还具备控制部190。在本图的例子中,控制部190控制切换部120、电压施加部140以及测定部160。

[0068] 图2是例示二次电池20的构造的剖视图。测定装置10的测定对象是二次电池20,通过使用测定装置10,例如能够检测二次电池20内的短路部等缺陷。二次电池20没有特别限定,例如是铅蓄电池、镍镉蓄电池、锂离子电池以及钠离子电池等。二次电池20具备正极211、负极212、电解质230、封装240、正极端子221以及负极端子222。正极211和负极212分别是板状、膜状或层状电极,彼此平行。二次电池20可以具备多个正极211和多个负极212。电解质230位于正极211和负极212之间。电解质230可以是液体,也可以是固体,还可以是凝胶。另外,在正极211和负极212之间还可以设置隔板。正极211、负极212以及电解质230由封装240覆盖并密封。封装240例如是金属封装。

[0069] 正极端子221的一端在封装240内部与正极211电连接,正极端子221的另一端位于封装240的外部。在二次电池20具有多个正极211的情况下,正极端子221与多个正极211电

连接。负极端子222的一端在封装240内部与负极212电连接,负极端子222的另一端位于封装240的外部。在二次电池20具有多个负极212的情况下,负极端子222与多个负极212电连接。正极端子221和负极端子222例如是极耳。对二次电池20施加电压即是在正极端子221和负极端子222之间施加电压。

[0070] 测定装置10的测定部160构成为测定例如二次电池20外部的平面201内的磁场。平面201是与正极211和负极212的主面平行的面。二次电池20的最外表面与平面201之间的距离没有特别限定,例如为0.01mm以上且100mm以下。如果距离在该范围内,则能够高精度地测定来自二次电池20的磁场,并且在避免后述的传感器部161和二次电池20之间的接触的同时稳定地进行测定。在下文中,将正极端子221和负极212的层叠方向称为z方向,将均与z方向正交且彼此正交的两个方向称为x方向和方向和y方向。

[0071] 图3是例示由测定装置10测定二次电池20的情形的示意图。在测定装置10进行测定时,二次电池20的正极端子221和负极端子222中的至少一者经由切换部120与电压施加部140连接。通过这样做,形成能够在正极端子221和负极端子222之间即对二次电池20施加电压的结构。正极端子221和负极端子222中的一者可以接地。

[0072] 优选地,测定部160在多个位置处测定磁场。测定部160具备传感器部161,测定传感器部161的位置处的磁场(例如,磁通密度)。传感器部161包括线圈、霍尔元件、光泵磁传感器、金刚石磁传感器、磁阻抗传感器或磁阻效应元件等任意的磁传感器。

[0073] 在本图的例子中,测定部160使用测定部160中包括的传感器部161在一维或二维中扫描二次电池20的外部。通过这样做,测定部160在平面201内的多个测定位置处即多个点(x,y)处测定磁场。优选地,多个测定位置二维地分布在平面201内。在本图的例子中,二次电池20配置在台150上。台150能够在x方向和y方向上驱动二次电池20。或者,台150也可以能够在x方向、y方向和z方向上驱动二次电池20。台150驱动二次电池20,从而传感器部161依次进行在多个位置处的测定。然而,台150可以构成为驱动传感器部161来代替驱动二次电池20。控制部190还能够控制台150,使得测定部160测定平面201内的多个位置处的磁场的瞬态响应。

[0074] 图4是表示传感器部161的变形例的图。在本图的例子中,测定部160具备在传感器部161中矩阵状地配置的多个传感器元件165。传感器元件165可以是线圈、霍尔元件、光泵磁传感器、金刚石磁传感器、磁阻抗传感器或磁阻效应元件等任意的磁传感器。多个传感器元件165一体化。根据本变形例,可以通过多个传感器元件165同时进行多个位置处的测定,来代替如图3所示通过传感器部161进行扫描来在多个位置进行测定。因此,能够大幅缩短测定时间。在本图的例子中,多个传感器元件165以二维矩阵状地配置。因此,得到平面201内以二维配置的测定点的数据。然而,多个传感器元件165可以以一维线状地配置。在这种情况下,可以在与多个传感器元件165排列的方向垂直的方向上移动多个传感器元件165来进行测定。通过该方法也可以得到平面201内以二维配置的测定点(测定位置)处的数据。

[0075] 返回到图1,对测定装置10的各功能构成进行说明。测定部160测定的磁场的方向可以是一个方向,可以是两个方向,也可以是三个方向。测定部160例如测定磁场在x方向、y方向和z方向中的一个以上的方向的分量。特别是,优选测定部160测定磁场矢量的x方向的分量和y方向的分量中的至少一者。在传感器部161包括线圈的情况下,测定部160能够测定线圈的轴向的分量,通过改变线圈的方向或者使用多个线圈,测定部160能够测定磁场的多

个方向的分量。

[0076] 电压施加部140至少具备直流电压源。切换部120切换是否向二次电池20施加电压施加部140的输出电压。切换部120例如是开关或晶体管。

[0077] 图5和图6是用于说明由测定装置10施加到二次电池20的电压的图。图5和图6中分别在上部示出对二次电池20的施加电压 $V_b$ 的波形,在下部示出向二次电池20的外部泄漏的磁通密度。

[0078] 例如,在图5的例子中,电压施加部140输出规定的电压 $V_1$ 。规定的电压 $V_1$ 是以开路电压为基准确定的电压。例如,预先确定开路电压与电压施加部140的输出电压之差即 $\Delta V_1$ ,通过对所测定的二次电池20的开路电压加上 $\Delta V_1$ ,来决定针对该二次电池20的电压 $V_1$ 。二次电池20的开路电压能够在测定之前通过单独的测定来确认。在切换部120处于导通(ON)状态时,对二次电池20施加电压施加部140的输出电压。也就是说,切换部120处于导通状态时是第一状态。在本图的例子中,二次电池20在第一状态下被充电。另一方面,在切换部120处于截止状态时,电压施加部140的输出电压不施加到二次电池20。此时,二次电池20的正极端子221和负极端子222之间处于开路状态(浮置状态)。也就是说,切换部120处于截止(OFF)状态时是第二状态。在第二状态下,在正极端子221和负极端子222中不产生电荷的出入。

[0079] 在图6的例子中,电压施加部140输出规定的电压 $V_2$ 。规定的电压 $V_2$ 是以开路电压为基准而确定的电压。例如,作为开路电压与电压施加部140的输出电压之差的 $\Delta V_2$ 是预先确定的,通过从所测定的二次电池20的开路电压减去 $\Delta V_2$ ,来决定针对该二次电池20的电压 $V_2$ 。当切换部120处于导通状态时,将电压施加部140的输出电压施加到二次电池20。也就是说,当切换部120处于导通状态时是第一状态。在本图的例子中,在第一状态下二次电池20放电。另一方面,当切换部120处于截止状态时,电压施加部140的输出电压不施加到二次电池20。此时,二次电池20的正极端子221和负极端子222之间处于开路状态(浮置状态)。也就是说,当切换部120处于截止状态时是第二状态。在第二状态中,正极端子221和负极端子222中不产生电荷的出入。

[0080] 在测定装置1产生的第一状态下,可以如图5所示对二次电池20充电,也可以如图6所示二次电池20被放电。

[0081] 测定装置10的测定部160测定在第二状态下泄漏到二次电池20外部的磁场。例如,测定部160生成第二状态下的磁场的时序数据作为测定结果。在第二状态下,测定部160测定的磁场的强度根据从第一状态向第二状态切换的时刻,随着时间的经过而接近于零。测定部160测定该瞬态响应。在接在第一状态之后的第二状态中,二次电池20的正极端子221和负极端子222处于开路状态,因此相对于二次电池20不产生电荷的出入。在这样的第二状态下,在二次电池20内部产生电荷分布的弛豫。在该弛豫过程中,由于电荷移动产生磁场,该磁场也泄漏到二次电池20的外部。测定部160测定该泄漏出的磁场。这里,电荷分布的弛豫如何产生依赖于二次电池20内部的电特性(阻抗等)的分布。因此,可以说测定部160测定的磁场包含关于二次电池20内部的电特性的分布的信息。

[0082] 根据本实施方式的测定装置10,在第二状态下二次电池20既不充电也不放电。也就是说,在阻断了流向正极端子221和负极端子222的电流的状态下进行测定。进一步说明由此产生的效果。假设在电流流过二次电池20的电极的状态下测定磁场的情况下,在正极

端子221或负极端子222附近产生电流集中,在这些端子附近产生强磁场的状态下进行测定。为了测定如此强的磁场,有必要采取更大的基于传感器的磁场的测定范围。另一方面,在大的测定范围内,难以详细地测定在远离正极端子221或负极端子222的位置处的弱磁场。与此相对,在本实施方式的测定装置10中,在正极端子221和负极端子222没有电流流过的状态下测定磁场。因此,在正极端子221或负极端子222附近不会产生电流集中或强磁场,与电流流过端子的情况相比,整体上磁场均匀。进而,在二次电池20的整体上,能够在良好的测定范围内进行磁场测定,也能够精度良好地测定弱磁场。

[0083] 处理部180通过处理测定部160测定出的瞬态响应来计算瞬态响应的特征量。例如,处理部180计算由测定部160测定出的磁场的平均时间作为特征量。或者,处理部180可以计算测定部160测定出的瞬态响应的的时间常数作为特征量。特征量不限于这些值,能够使用各种统计值作为特征量。如上所述,在测定部160测定二次电池20外部的一个以上的平面201内的多个位置处的瞬态响应的情况下,处理部180能够生成表示二次电池20内部的信息的映射。处理部180生成表示计算出的特征量的分布的映射。处理部180所生成的映射能够输出为图像。根据这样的图像,二次电池20内部的缺陷部和正常部之间产生对比。因此,确认了图像的用户能够掌握缺陷部的有无和位置。

[0084] 另外,处理部180可以使用测定部160的测定结果来判定二次电池20是否存在异常。并且,处理部180可以在判定为二次电池20存在异常的情况下输出通知。

[0085] 例如,在测定以同一方法制造的多个二次电池20的情况下,假定这些二次电池20的个体差异不大。因此,能够将预定的正常范围与计算出的特征量进行比较,并基于比较结果判定二次电池20是否存在异常。也就是说,在特征量在正常范围内的情况下,处理部180判定为二次电池20不存在异常。在特征量不在正常范围内的情况下,处理部180判定为二次电池20存在异常。另外,正常范围能够通过事前的试验等来确定。处理部180能够从处理部180读出保持在可访问的存储部中的、表示正常范围的信息,并用于判定。表示正常范围的信息可以是表示正常范围的端的一个以上的阈值。

[0086] 处理部180在针对平面201内的多个测定位置计算特征量的情况下,在这些多个特征量之中的至少一个特征量不在正常范围内的情况下,处理部180判定为二次电池20存在异常。

[0087] 作为其他例,处理部180也可以基于针对多个测定位置计算出的多个特征量的偏差(例如方差)来判定二次电池20是否存在异常。也就是说,在特征量的偏差为预定的阈值以下的情况下,处理部180判定为二次电池20不存在异常。在特征量的偏差大于阈值的情况下,处理部180判定为二次电池20存在异常。另外,阈值能够通过事前的试验等来确定。处理部180从处理部180读出保持在可访问的存储部中的、表示阈值的信息,并用于判定。

[0088] 处理部180能够通过将例如在处理部180所具备的显示器上显示表示所生成的映射或判定结果的通知,来输出它们作为输出信息。作为另一例,处理部180可以将输出信息输出到测定装置180外部的装置,也可以将输出信息保持在能够从处理部180访问的存储装置中。处理部180在判定为存在异常的情况下,作为通知,可以在显示器上显示意思为存在异常的消息,可以通过声音输出意思为存在异常的消息,可以输出规定的声音,也可以点亮或闪烁规定的灯。此外,处理部180可以在判定为不存在异常的情况下输出与判定为存在异常的情况不同的通知。

[0089] 测定部160可以在各测定位置测定多个瞬态响应(即多次瞬态响应)。例如,可以通过切换部120和电压施加部140交替地重复实现第一状态和第二状态,并且测定部160可以在各第二状态下测定磁场的瞬态响应。这里,优选在多次第一状态中交替地进行充电和放电。换句话说,优选交替地实现对二次电池20充电的第一状态和对二次电池20放电的第一状态。也就是说,交替地施加如图5所示的电压 $V_a$ 和如图6所示的电压 $V_b$ 。其结果是,二次电池20被充电的第一状态、第二状态、二次电池20被放电的第一状态、以及第二状态按照此顺序重复实现。通过这样,不会单是进行充电或放电,能够重复进行针对蓄电状态几乎相同的二次电池20的测定。然后,能够累计或平均所得到的多个测定结果,并提高S/N比。进而,能够高精度地检测二次电池20中的异常部位。

[0090] 另外,优选通过多次重复第一状态来保持充电量和放电量的平衡。充电量通过图5所示的第一状态的时间长度 $t_c$ 、和 $V_1$ 与开路电压之差 $\Delta V_1$ 的乘积 $t_c \times \Delta V_1$ 来定量化。另一方面,放电量通过图6所示的第一状态的时间长度 $t_d$ 、和 $V_2$ 与开路电压之差 $\Delta V_2$ 的乘积 $t_d \times \Delta V_2$ 来定量化。因此,优选在 $t_c \times \Delta V_1 = t_d \times \Delta V_2$ 成立的状态下,交替地重复第一状态和第二状态。多次第一状态的长度可以彼此相同,也可以彼此不同。另外,在多次第一状态下对二次电池20施加的电压与开路电压之差可以彼此相同,也可以彼此不同。 $t_c$ 及 $t_d$ 分别为例如0.1秒以上且10秒以下。 $\Delta V_1$ 和 $\Delta V_2$ 分别为例如0.01V以上且4V以下。 $\Delta V_1$ 和 $\Delta V_2$ 可以彼此相同,也可以彼此不同。例如, $\Delta V_1$ 和 $\Delta V_2$ 的一方可以是用于补偿二次电池20的正极和负极的不对称性的补偿值加到 $\Delta V_1$ 和 $\Delta V_2$ 的另一方所得的值。

[0091] 另外,如上所述,在二次电池20被充电的第一状态、第二状态、二次电池20被放电的第一状态、以及第二状态按照此顺序重复实现的情况下,测定部160可以测定在从二次电池20被充电的第一状态切换为第二状态时的瞬态响应(之后称为充电后瞬态响应)、以及从二次电池20被放电的第一状态切换为第二状态时的瞬态响应(之后称为放电后瞬态响应)这两者,也可以仅测定其中一者。

[0092] 在测定部160在各测定位置测定多个瞬态响应的情况下,处理部180例如在每个测定位置计算瞬态响应的特征量。特征量例如可以举出多个瞬态响应中的磁场的平均时间的平均值或者多个瞬态响应的时间常数的平均值。并且,处理部180能够生成表示计算出的特征量的分布的映射。另外,处理部180将计算出的特征量与预定的正常范围进行比较,能够判定二次电池20是否存在异常。另外,在特征量的计算中,充电后瞬态响应的数据和放电后瞬态响应的数据可以被区分,也可以不被区分。在区分这些数据的情况下,能够针对充电后瞬态响应的数据和放电后瞬态响应的数据分别计算特征量。在不区分充电后瞬态响应的数据与放电后瞬态响应的数据的情况下,例如在磁场的平均时间等的计算中使用磁场强度即绝对值。

[0093] 对测定装置10的硬件结构进行说明。测定装置10的切换部120、电压施加部140、处理部180以及控制部190可以通过实现切换部120、电压施加部140、处理部180以及控制部190的硬件(例如,电子电路等)来实现,也可以使用硬件和软件的组合(例如,电子电路和控制它的程序的组合等)来实现。以下,对使用硬件和软件的组合来实现测定装置10的切换部120、电压施加部140、处理部180以及控制部190的情况进行进一步说明。

[0094] 图7是例示了用于实现测定装置10的计算机1000的图。计算机1000是任意的计算机。例如,计算机1000可以是SoC(System On Chip)、个人计算机(Personal Computer, PC)、

服务器设备、平板终端或智能手机等。计算机1000可以是为了实现测定装置10而设计的专用计算机,也可以是通用计算机。另外,测定装置10可以使用一个计算机1000来实现,也可以使用多个计算机1000的组合来实现。

[0095] 计算机1000具有总线1020、处理器1040、存储器1060、存储设备1080、输入输出接口1100和网络接口1120。总线1020是用于供处理器1040、存储器1060、存储设备1080、输入输出接口1100和网络接口1120相互收发数据的数据传输路径。但是,将处理器1040等彼此连接的方法不限于总线连接。处理器1040可以是CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)、GPU(Graphics Processing Unit,图形处理单元)或FPGA(field-Programmable Gate Array,现场可编程门阵列)等各种处理器。存储器160是使用RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等实现的主存储装置。存储设备1080是使用硬盘、SSD(Solid State drive,固态硬盘)、存储卡或ROM(Read Only Memory,只读存储器)等实现的辅助存储装置。

[0096] 输入输出接口1100是用于将计算机1000和输入输出设备连接的接口。例如,在输入输出接口1100上连接有键盘等输入装置和显示器等输出装置。输入输出接口1100与输入装置和输出装置的连接方法可以是无线连接,也可以是有线连接。

[0097] 网络接口1120是用于将计算机1000连接到网络的接口。该通信网络例如是LAN(Local Area Network,局域网)或WAN(Wide Area Network,广域网)。网络接口1120连接到网络的方法可以是无线连接,也可以是有线连接。

[0098] 存储设备1080存储用于实现测定装置10的各功能结构部的程序模块。处理器1040通过从存储器1060读出并执行这些各程序模块,实现与各程序模块对应的功能。

[0099] 说明本实施方式的测定方法。本实施方式的测定方法是测定二次电池20的方法。在本测定方法中,切换对二次电池20施加以二次电池20的开路电压为基准而确定的规定的电压的第一状态和二次电池20处于开路的第二状态。另外,测定当从第一状态切换为第二状态时的二次电池20的外部的磁场的瞬态响应。而且,使用瞬态响应的测定结果生成关于二次电池20内部的信息。

[0100] 本实施方式的测定方法通过本实施方式的测定装置10来实现。

[0101] 根据本实施方式,通过测定当从第一状态切换为第二状态时的二次电池的外部的磁场的瞬态响应,能够在未处于正在进行充电或放电的中途的状态下稳定地进行测定,得到关于二次电池的内部的信息。另外,能够在良好的测定范围内对二次电池20整体进行磁场测定,即使是弱磁场也能够精度良好地测定。

[0102] (第二实施方式)

[0103] 图8是例示第二实施方式的测定装置10所具备的切换部120和电压施加部140的结构图。图9是用于说明本实施方式的测定装置10的动作的图。除了以下说明的方面之外,本实施方式的测定装置10和测定方法分别与第一实施方式的测定装置10和测定方法相同。

[0104] 在本实施方式的测定装置10中,电压施加部140通过周期信号对二次电池20施加规定的电压。然后,切换部120通过具有该周期信号的频率的整数倍的频率的周期信号来切换第一状态和第二状态。以下详细进行说明。

[0105] 在图8的例子中,电压施加部140具备直流电压源141和振荡器142。直流电压源141设定为输出与二次电池20的开路电压相同电压值的直流电压。二次电池20的开路电压能够

在测定装置10进行的测定之前预先另行测定。然后,在测定装置10进行的测定之前,测定装置10的用户设定直流电压源141的输出电压值。

[0106] 振荡器142输出例如矩形波的电压信号。在下文中,也将振荡器142输出的信号称为基准信号。直流电压源141和振荡器142串联连接,从电压施加部140输出电压 $V_A$ ,所述电压 $V_A$ 是直流电压源141的输出电压与振荡器142的输出电压重叠而得的电压。在第一状态下,该电压施加部140的输出电压 $V_A$ 施加在二次电池20的正极端子221和负极端子222之间,因此针对二次电池20施加以二次电池20的开路电压为基准而确定的规定的电压。

[0107] 图9的上部示出了电压施加部140的输出电压 $V_A$ 的波形。电压 $V_A$ 的波形是以开路电压为中心的矩形波。换句话说,电压 $V_A$ 的波形是对基准波形加上了开路电压量的直流偏移所得的波形。基准信号的频率能够根据二次电池20的特性等任意设定,例如为0.1Hz以上且100kHz以下。另外,基准信号的振幅例如为 $0.02V_{p-p}$ 以上且 $8V_{p-p}$ 以下。作为电压 $V_A$ 的峰值的电压 $V_1$ 和电压 $V_2$ 分别是在第一状态下对二次电池20施加的电压。当施加高于开路电压的电压即电压 $V_1$ 时,二次电池20被充电。当施加低于开路电压的电压即电压 $V_2$ 时,二次电池20被放电。

[0108] 在图8的例子中,切换部120具备MOSFET121、倍增器122、以及与门123。MOSFET121的栅极被输入与门123的输出信号。MOSFET121的源极和漏极中的一个与电压施加部140的一个输出端子连接。MOSFET121的源极和漏极中的另一个与二次电池20的正极端子221和负极端子222中的一个连接。电压施加部140的另一个输出端子与二次电池20的正极端子221和负极端子222中的另一个连接。此外,电压施加部140的输出端子意味着输出电压 $V_A$ 的端子。

[0109] 在本图的例子中,MOSFET121是p通道型MOSFET,但是MOSFET121不限于该例子,可以是n通道型MOSFET,也可以是其他开关元件。对与门123的两个输入端子输入来自控制部190的控制信号和来自倍增器122的输出信号。

[0110] 控制部190在处于第一状态或第二状态期间(例如,在第三实施方式中后述的测定工序的期间)将“1”电平的信号作为控制信号持续输入与门123。另一方面,控制部190在处于第一状态或第二状态以外的状态的期间(例如第三实施方式中后述的确定工序的期间),将“0”电平的信号作为控制信号持续输入与门123。另外,在本例中,“1”电平的信号为负电压,“0”电平的信号为0V。

[0111] 对倍增器122输入从振荡器142输出的参照信号。该参照信号是与基准信号相同频率的周期信号。倍增器122输出具有参照信号的频率的整数倍的频率的周期信号(例如矩形波)。

[0112] 图9示出了倍增器122输出具有参照信号的频率的2倍频率的周期信号的情况的例子。另外,在本图中,示出了控制部190将“1”电平的信号作为控制信号持续输入与门123的情况的例子。即,倍增器122的输出为“1”电平时,与门123的输出为“1”电平,除此以外时,与门123的输出为“0”电平。其结果是,与门123的输出成为以参照信号的频率的2倍频率即基准信号的频率的2倍频率来切换“1”电平和“0”电平的信号。在对栅极的输入为“1”电平时,MOSFET121为导通状态,当对栅极的输入为“0”电平时,MOSFET121为截止状态。另外,当对本图的例子中MOSFET121的栅极的输入为“1”电平时,栅极电位为负。

[0113] 这些动作的结果是,向二次电池20施加电压 $V_A$ 以基准信号的频率的2倍频率来导

通/截止。MOSFET121处于导通状态的期间相当于第一状态的期间，MOSFET121处于截止状态的期间相当于第二状态的期间。然后，如本图的中部所示，以基准信号的频率的2倍频率重复第一状态和第二状态。另外，在本图的下部示出了假定为二次电池20外部的磁通密度的波形的例子。

[0114] 根据本实施方式的测定装置10，二次电池20被充电的第一状态、第二状态、二次电池20被放电的第一状态、以及第二状态按照此顺序重复实现。此外，上述 $t_c \times \Delta V_1 = t_d \times \Delta V_2$ 的关系成立。而且，如上述的第一实施方式中所述，本实施方式的测定部160能够重复进行针对蓄电状态几乎相同的二次电池20的瞬态响应的测定。处理部180能够使用测定出的多个瞬态响应来得到高S/N比的信息。由此，能够高精度地检测二次电池20中的异常部位。

[0115] 但是，本实施方式的测定装置10所具备的切换部120和电压施加部140的硬件结构不限于图8的例子。

[0116] 图10(a)~图10(g)是表示变更了倍增器122输出的周期信号的频率的情况下的例子的图。图10(a)示出了基准信号的波形。图10(b)和图10(c)分别示出了倍增器122输出具有参照信号的频率的2倍频率的周期信号的情况下的电压 $V_b$ 的例子、以及假定的测定部160的输出波形的例子。图10(d)和图10(e)分别示出了倍增器122输出具有参照信号的频率的4倍频率的周期信号的情况下的电压 $V_b$ 的例子、以及假定的测定部160的输出波形的例子。图10(f)和图10(g)分别示出了倍增器122输出具有参照信号的频率的6倍频率的周期信号的情况下的电压 $V_b$ 的例子、以及假定的测定部160的输出波形的例子。另外，在图10(b)、图10(d)和图10(f)的虚线部分中，二次电池20处于开路状态。图10(c)、图10(e)和图10(g)中的 $V_0$ 是磁通密度为零的情况下的传感器输出值。

[0117] 这样，通过倍增器122输出具有参照信号的频率的偶数倍频率的周期信号，二次电池20被充电的第一状态与第二状态的对持续N次，接着二次电池20被放电的第一状态与第二状态的对持续N次。也就是说，二次电池20被充电的第一状态的次数与二次电池20被放电的第一状态的次数相等。因此，可以在保持充电量和放电量的平衡的状态下重复进行瞬态响应的测定。其中，N是1以上的整数。

[0118] (第三实施方式)

[0119] 图11是例示第三实施方式的测定部160中的信号的流的图。图12是例示本实施方式的测定部160的硬件结构的图。除了以下说明的方面之外，本实施方式的测定装置10与第一实施方式或第二实施方式的测定装置10相同。除了以下说明的方面之外，本实施方式的测定方法与第一实施方式或第二实施方式的测定方法相同。

[0120] 本实施方式的测定装置10具备控制电压施加部140和测定部160的控制部190。测定部160具备传感器部161和传感器驱动部162。控制部190控制电压施加部140和测定部160，使得依次进行确定工序和测定工序。在确定工序中，确定用于抵消至少一部分噪声磁场的传感器部161的固定输入值。在测定工序中，在向传感器部161输入了固定输入值的状态下测定瞬态响应。

[0121] 更详细地说，在确定工序中，在对二次电池20施加了相当于开路电压的电压的状态下，传感器驱动部162反馈控制向传感器部161输入的输出值以使传感器部161的输出接近基准电平，从而控制部190控制电压施加部140和测定部160，以确定固定输入值。

[0122] 二次电池20有时包含例如强磁性体作为电极材料等。作为二次电池20中包含的强

磁性体,可以举出镍、钴、铁等。由于该强磁性体,无论电荷的弛豫如何,都可以从二次电池20产生磁场。这样的磁场在测定中作为噪声发挥作用。另外,也会存在因地磁或测定位置附近的磁性体而引起的噪声磁场。

[0123] 在本实施方式中,传感器部161能够包括线圈、霍尔元件、光泵磁传感器、金刚石磁传感器、磁阻抗传感器或磁阻效应元件等任意的磁传感器。传感器部161具有例如铁芯和卷绕于铁芯的一个或两个以上的线圈。在图11的例子中,能够对传感器部161输入作为反馈信号的输入信号 $S_{FB}$ 。与输入信号 $S_{FB}$ 相应的电流流过传感器部161的线圈166,并产生磁场。通过适当地设定输入信号 $S_{FB}$ ,能够通过所产生的磁场抵消噪声磁场。

[0124] 传感器部161输出表示输入的输入信号 $S_{FB}$ 的电平的监视器信号 $S_m$ 。另外,传感器部161输出表示测定出的磁通密度的输出信号 $S_{out}$ 。

[0125] 传感器驱动部162从来自传感器部161的输出信号 $S_{out}$ 减去预定目标值,然后对所得到的信号加上监视器信号 $S_m$ 。传感器驱动部162可以进一步放大相加后的信号。目标值相当于测定的磁通密度为零时的传感器部161的输出信号 $S_{out}$ 的信号值。将这样的目标值设为基准水平。通过这样的传感器驱动部162,能够进行反馈控制以抵消由传感器部161测定的噪声磁场。

[0126] 参照图12,对测定部160的硬件结构进行说明。传感器驱动部162具备D/A转换器164和A/D转换器163。而且,传感器驱动部162使用计算机1000来实现。从传感器部161输出的输出信号 $S_{out}$ 和监视器信号 $S_m$ 经由A/D转换器163输入到计算机1000。另外,输入信号 $S_{FB}$ 从计算机1000输出,并经由D/A转换器164输入到传感器部161。用于实现传感器驱动部162的计算机1000的硬件结构与控制部190等同样地,例如由图7表示。但是,在用于实现传感器驱动部162的计算机1000的存储设备1080中还存储用于实现传感器驱动部162的功能的程序模块。

[0127] 图13是例示本实施方式的测定装置10的结构图。在本图中,示出了切换部120和电压施加部140分别具有第二实施方式的测定装置10的切换部120和电压施加部140的结构例子,但切换部120和电压施加部140不限于本例。

[0128] 如上所述,本实施方式的测定装置10依次进行确定工序和测定工序。具体地,在各测定位置处,在测定工序之前执行一次确定工序。

[0129] 在确定工序中,通过电压施加部140在二次电池20的正极端子221和负极端子222之间施加相当于开路电压的电压。电压施加部140例如包括能够通过控制部190的控制来进行切换的开关143。通过切换该开关143,可以在从直流电压源141向二次电池20施加相当于开路电压的电压的状态、与用于实现第一状态和第二状态的测定工序的状态之间进行切换。控制部190能够控制开关143的切换。

[0130] 然后,在确定工序中,在从直流电压源141向二次电池20施加相当于开路电压的电压的状态下,开始由传感器驱动部162进行的反馈控制。在向二次电池20施加相当于开路电压的电压的状态下,由于二次电池20既不充电也不放电,因此仅测定噪声磁场。然后,以规定的周期重复控制循环,直到传感器部161的输出信号 $S_{out}$ 达到作为噪声磁场的取消点的基准电平附近为止。然后,当输出信号 $S_{out}$ 位于基准电平附近的规定的范围内时,传感器驱动部162结束反馈控制。传感器驱动部162将该反馈控制结束时的输入信号(反馈信号) $S_{FB}$ 设为固定输入值。也就是说,该固定输入值可以说是能够适当抵消该测定位置处的噪声磁场的

设定值。在接下来进行的测定工序中,传感器驱动部162将向该传感器部161输入的输入信号 $S_{FB}$ 固定为固定输入值。控制部190控制传感器驱动部162,以便在确定工序和测定工序中进行这样的动作。

[0131] 在测定工序中,如第一实施方式和第二实施方式中说明的,实现第一状态和第二状态,并且通过测定部160测定第二状态下的磁场的瞬态响应。

[0132] 在本图的例子中,由来自具有控制部190的功能的计算机1000的控制信号控制切换部120。控制部190例如如在第二实施方式中说明的那样,在确定工序期间,将“0”电平的控制信号输入到与门123。另外,在测定工序期间,将“1”电平的控制信号输入到与门123。另外,控制部190通过监视与门123的输出信号,监视由切换部120进行切换的状态。然后,控制部190基于所监视的切换的状态来确定第二状态的期间,在该第二状态的期间取得传感器部161的输出信号 $S_{out}$ 。

[0133] 在本实施方式中,可以得到与第一实施方式同样的作用和效果。此外,可以进行减少了噪声磁场的影响的测定。

[0134] (第四实施方式)

[0135] 除了以下说明的方面之外,第四实施方式的测定装置10与第一实施方式至第三实施方式中的至少一个的测定装置10相同。除了以下说明的方面之外,本实施方式的测定方法与第一实施方式至第三实施方式中的至少一个的测定方法相同。

[0136] 本实施方式的测定装置10的测定部160测定彼此正交的两个方向的磁场分量作为瞬态响应。然后,处理部180使用两个方向的磁场分量来生成二次电池20内部的电导率分布。以下将详细说明。

[0137] 具体地,针对平行于正极211和负极212的主面的平面201面内的多个测定点 $(x, y)$ ,测定部160测定x方向的磁场分量和y方向的磁场分量。另外,x方向的磁场分量是指磁通密度的x方向分量,y方向的磁场分量是指磁通密度的y方向分量。

[0138] 处理部180例如计算各方向的磁场分量的各瞬态响应的平均时间。然后,按每个测定位置计算平均时间的平均值作为特征量。这样,对于各测定点 $(x, y)$ ,得到x方向的磁场分量的特征量(以下称为x分量)和y方向的磁场分量的特征量(以下称为y分量)。

[0139] 处理部180还使用这些特征量来生成二次电池20内部的电导率分布。作为生成二次电池20内部的电导率分布的方法,例如能够使用专利文献1所记载的方法。

[0140] 具体而言,处理部180对所得到的x分量和y分量导出满足多个关系式的二次电池20内的规定平面的电导率分布。此外,规定平面是平行于xy平面的面。

[0141] 更详细地,处理部180基于以下的式(1)~(3),导出由 $\sigma$ 表示的电导率分布。

[0142] [数学式1]

$$[0143] \quad \Delta H_x = h_T^{-1} h \partial_y \{ \sigma(x, y) \varphi(x, y) \} \delta(z - z_0) - \sigma_0 h \{ \partial_y \varphi(x, y) \} \delta'(z - z_0) \dots (1)$$

[0144] [数学式2]

$$[0145] \quad \Delta H_y = -h_T^{-1} h \partial_x \{ \sigma(x, y) \varphi(x, y) \} \delta(z - z_0) + \sigma_0 h \{ \partial_x \varphi(x, y) \} \delta'(z - z_0) \dots (2)$$

[0146] [数学式3]

$$[0147] \quad \partial_x^2 \varphi + \partial_y^2 \varphi = (\sigma_0 h h_T)^{-1} \sigma(x, y) \varphi(x, y) \quad \dots (3)$$

[0148] 在式(1) ~ 式(3)中, x方向的坐标用x来表现, y方向的坐标用y来表现, z方向的坐标用z来表现, 最接近平面201的第一电极(正极211或负极212)的z方向的坐标用 $z_0$ 来表现, x分量用 $H_x$ 来表现, y分量用 $H_y$ 来表现, 第一电极在z方向上的厚度用h来表现, 包括第一电极的一对电极之间的距离用 $h_T$ 来表现, 第一电极的电导率用 $\sigma_0$ 来表现, 电位分布用

[0149] [数学式4]

[0150]  $\varphi$

[0151] 来表现, delta函数用 $\delta$ 来表现, delta函数的微分用 $\delta'$ 来表现, 对x的偏微分用 $\partial_x$ 来表现, 对y的偏微分用 $\partial_y$ 来表现。

[0152] 此外, 处理部180能够使用从式(1) ~ 式(3)导出的各种数学式来导出电导率分布。

[0153] 处理部180例如能够将导出的电导率分布输出为图像。处理部180能够将生成的图像作为输出信息, 例如通过使之显示于在处理部180所具备的显示器来进行输出。作为其他例, 处理部180可以对测定装置10外部的装置输出输出信息, 也可以使能够从处理部180访问的存储装置保持输出信息。

[0154] 在本实施方式中, 可以得到与第一实施方式同样的作用和效果。另外, 能够掌握二次电池20内的电导率分布。

[0155] 实施例

[0156] 以下, 参照实施例来详细说明本实施方式。此外, 本实施方式不限定于这些实施例的记载。

[0157] 图14是表示作为测定对象的二次电池90的构造的剖面示意图。通过在第3实施方式中说明的方法, 进行了二次电池90的测定。二次电池90包括负极91、隔板92和正极93的层叠体, 层叠体被封装覆盖。另外, 在本图中省略了封装。如本图所示, 将在隔板92上开孔来作为缺陷94的电池设为测定对象的二次电池90。通过在隔板92上开孔, 在缺陷94处使正极93和负极91物理接触并短路。

[0158] 图15是表示了针对二次电池90的照片的测定区域95和缺陷94的位置的图。测定区域为 $120\text{mm} \times 100\text{mm}$ , 得到了 $16 \times 12\text{Pixel}$  (像素) 的映射。各测定位置的累计时间设为 $200\text{sec}$ 。另外, 基准信号的频率设为 $4\text{Hz}$ , 测定工序中的由于充放电而流过二次电池90的电流设为 $50\text{mA}_{p-p}$ 。另外, 由二次电池90的自然放电引起的电压下降量为 $1.5\text{mV/day}$  (从充满电至 $3.67\text{V}$ 的状态开始)。

[0159] 图16是表示使用磁场的瞬态响应的测定结果生成的映射的图。为了生成本映射, 按每个测定位置计算了所测定的瞬态响应的磁通密度的平均时间的绝对值。然后, 计算了针对多次瞬态响应计算出的绝对值的平均值 (在图16和下文中称为平均磁通密度)。计算出的平均磁通密度的分布如映射所示。另外, 在本映射的生成中, 不区分地使用充电后瞬态响应的数据和放电后瞬态响应的数据计算出平均值。在本图中, 映射是以与二次电池90的照片位置对应的状态叠加而示出的。

[0160] 如本图所示, 在缺陷94附近测定了与其他区域不同的电平均磁通密度。详细地说, 在缺陷94附近, 平均磁通密度比其他区域高。根据该结果, 确认了通过本测定方法能够得到二次电池90内的信息, 能够检测缺陷。

[0161] 以上,参照附图并叙述了本发明的实施方式,但是这些是本发明的例示,能够采用除了上述之外的各种结构。此外,上述各实施方式能够在内容不冲突的范围内进行组合。

[0162] 本申请要求基于2022年7月7日申请的日本申请特愿2022-109689号的优先权,并且其所有公开内容均导入于此。

[0163] 附图标记说明

[0164] 10测定装置

[0165] 20二次电池

[0166] 120切换部

[0167] 121MOSFET

[0168] 122倍增器

[0169] 123与门

[0170] 140电压施加部

[0171] 141直流电压源

[0172] 142振荡器

[0173] 143开关

[0174] 150台

[0175] 160测定部

[0176] 161传感器部

[0177] 162传感器驱动部

[0178] 180处理部

[0179] 190控制部

[0180] 211正极

[0181] 212负极

[0182] 221正极端子

[0183] 222负极端子

[0184] 230电解质

[0185] 240封装

[0186] 1000计算机

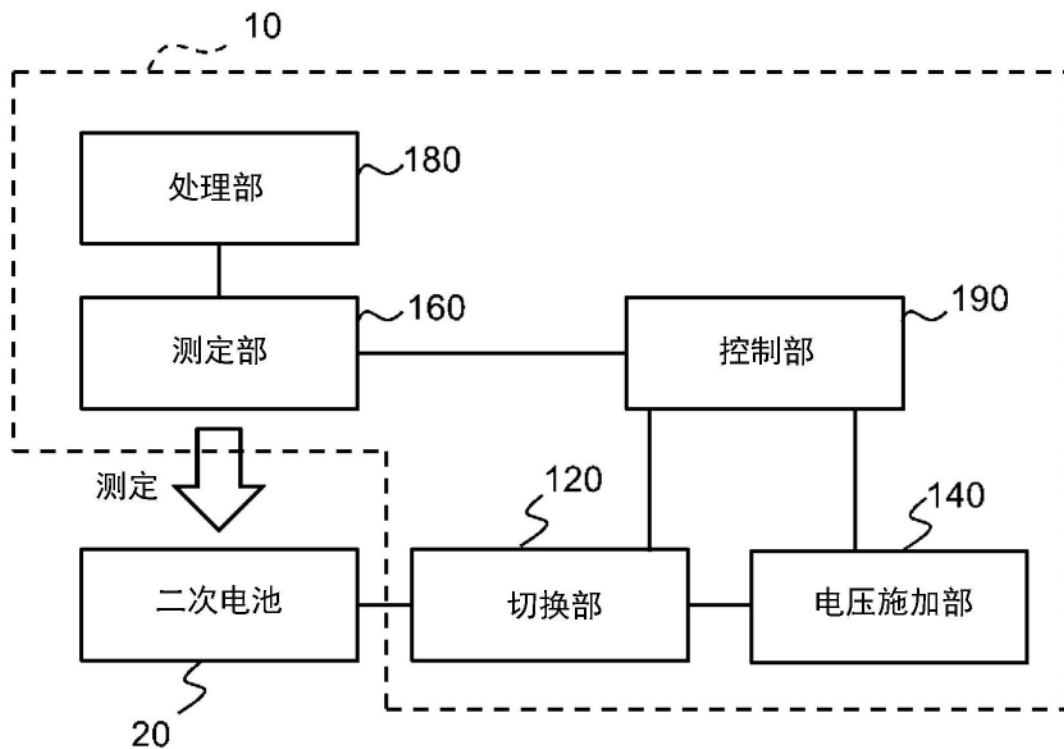


图1

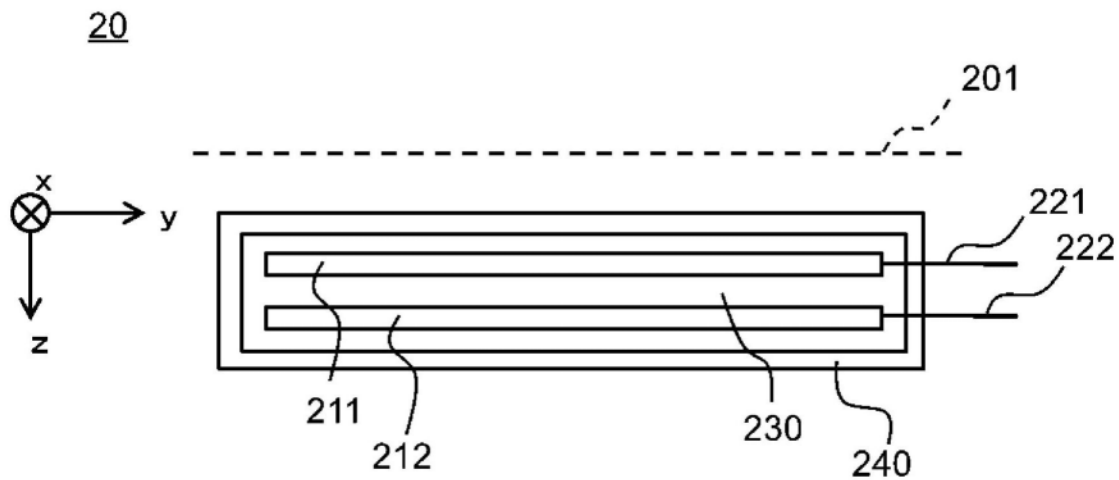


图2

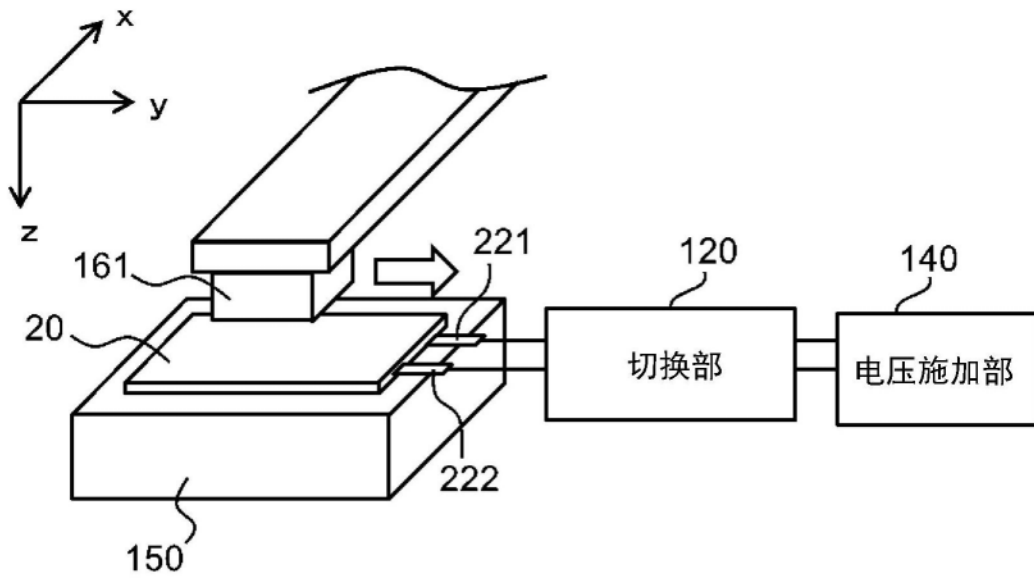


图3

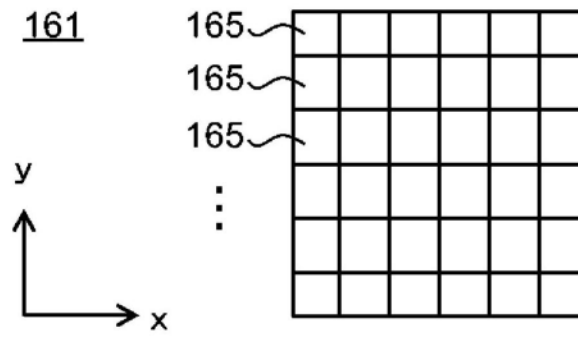


图4

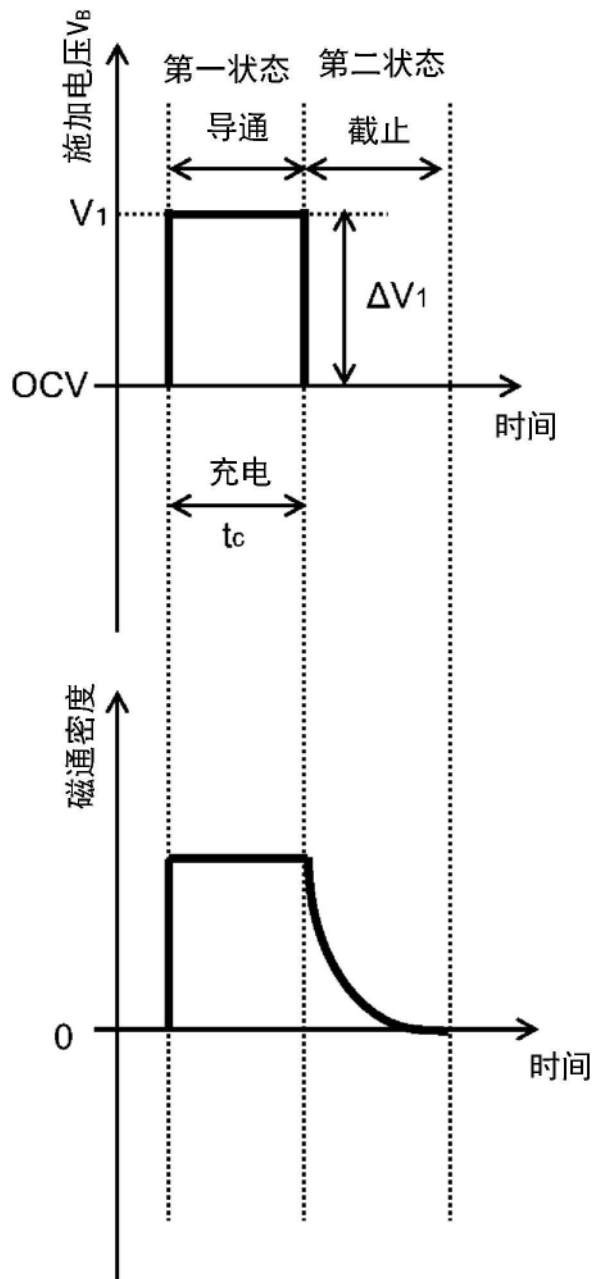


图5

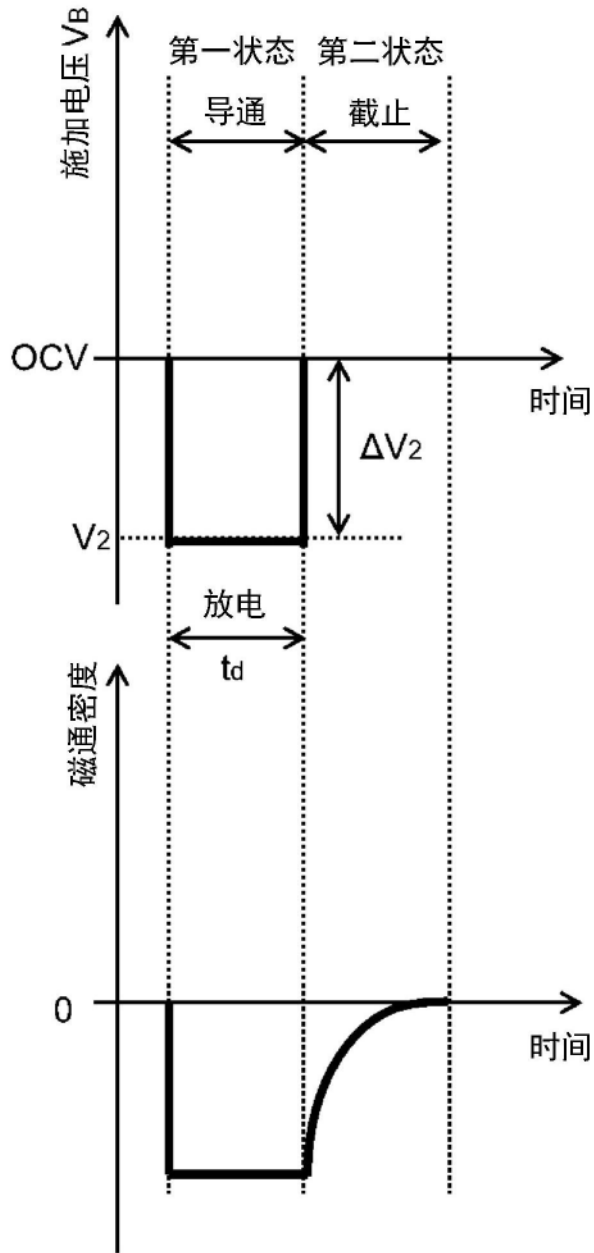


图6

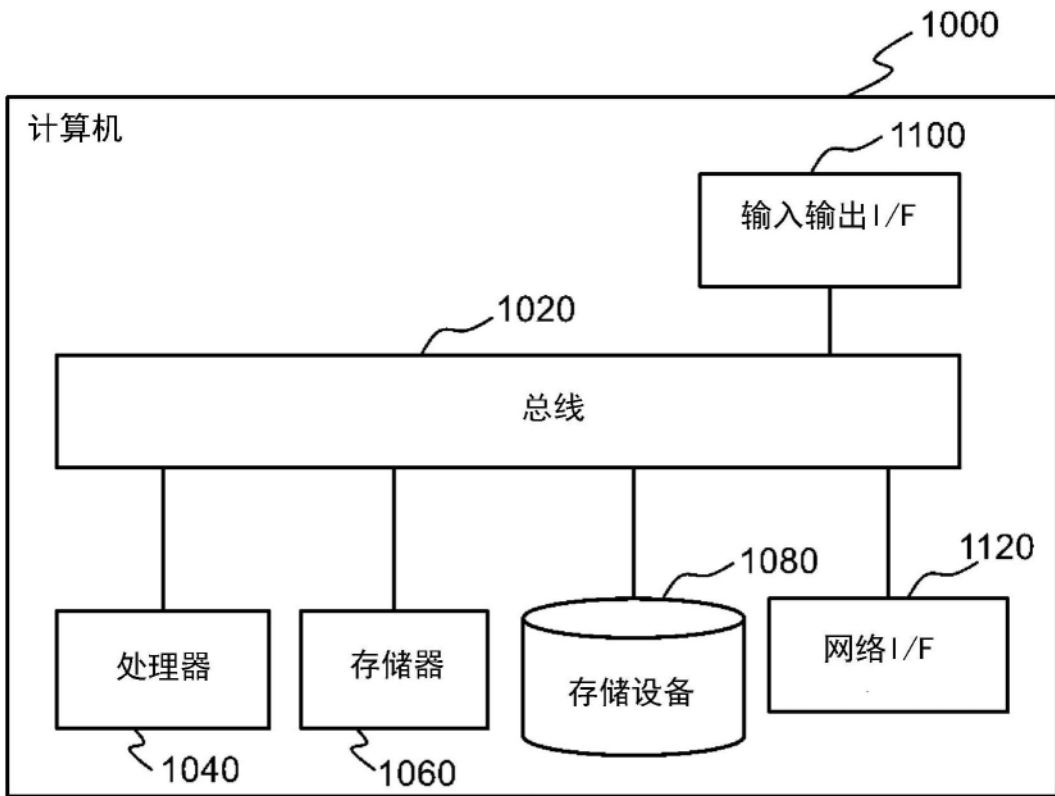


图7

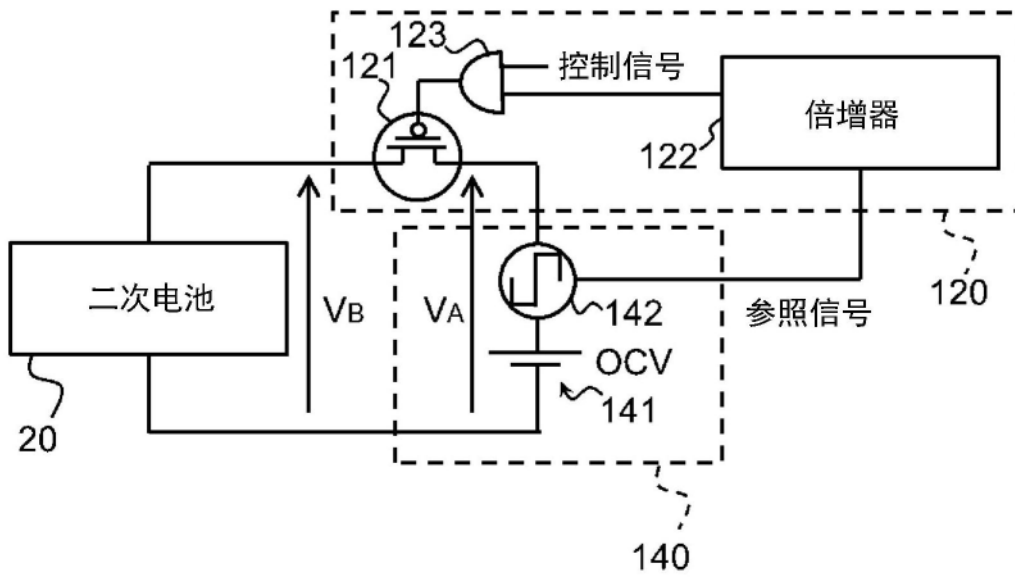


图8

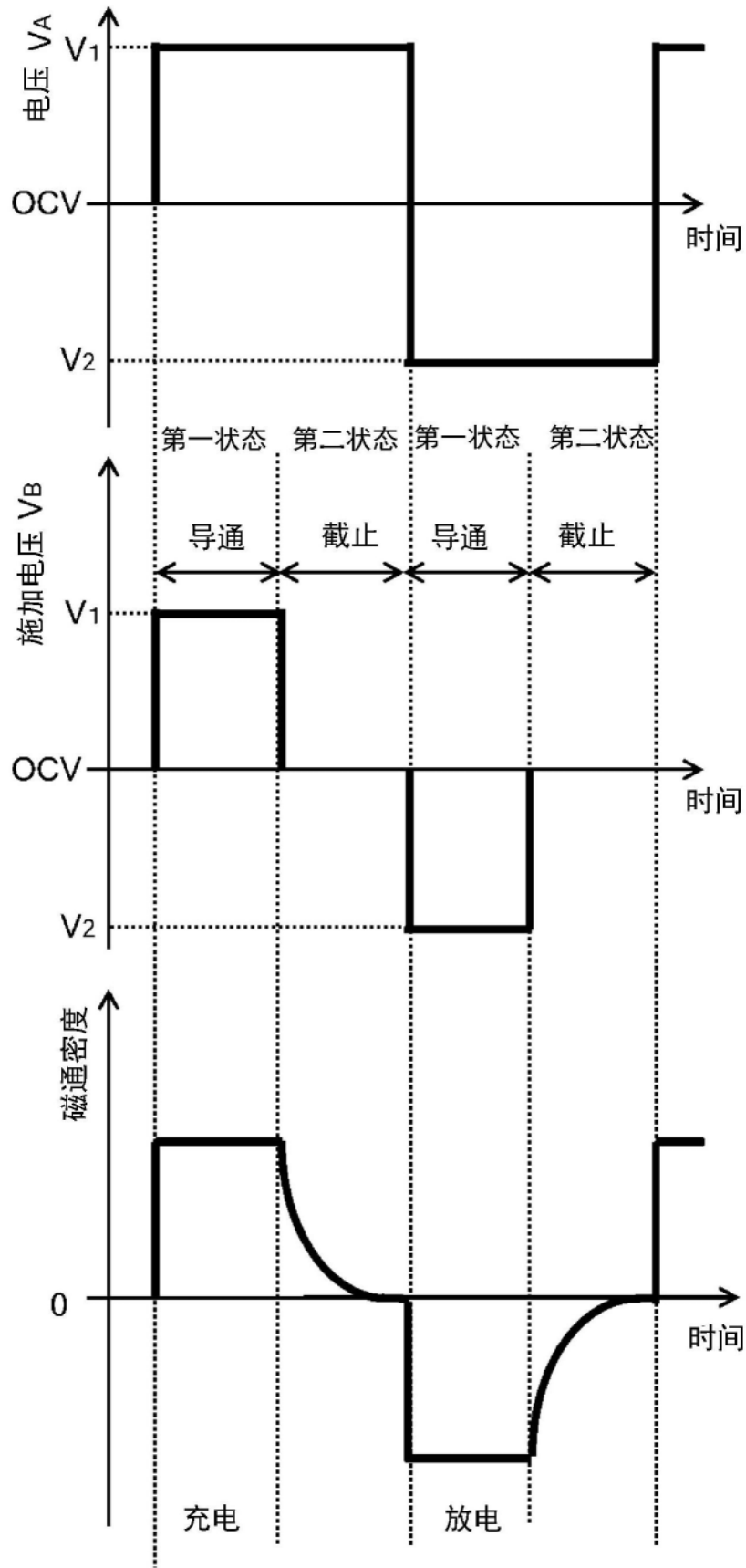


图9

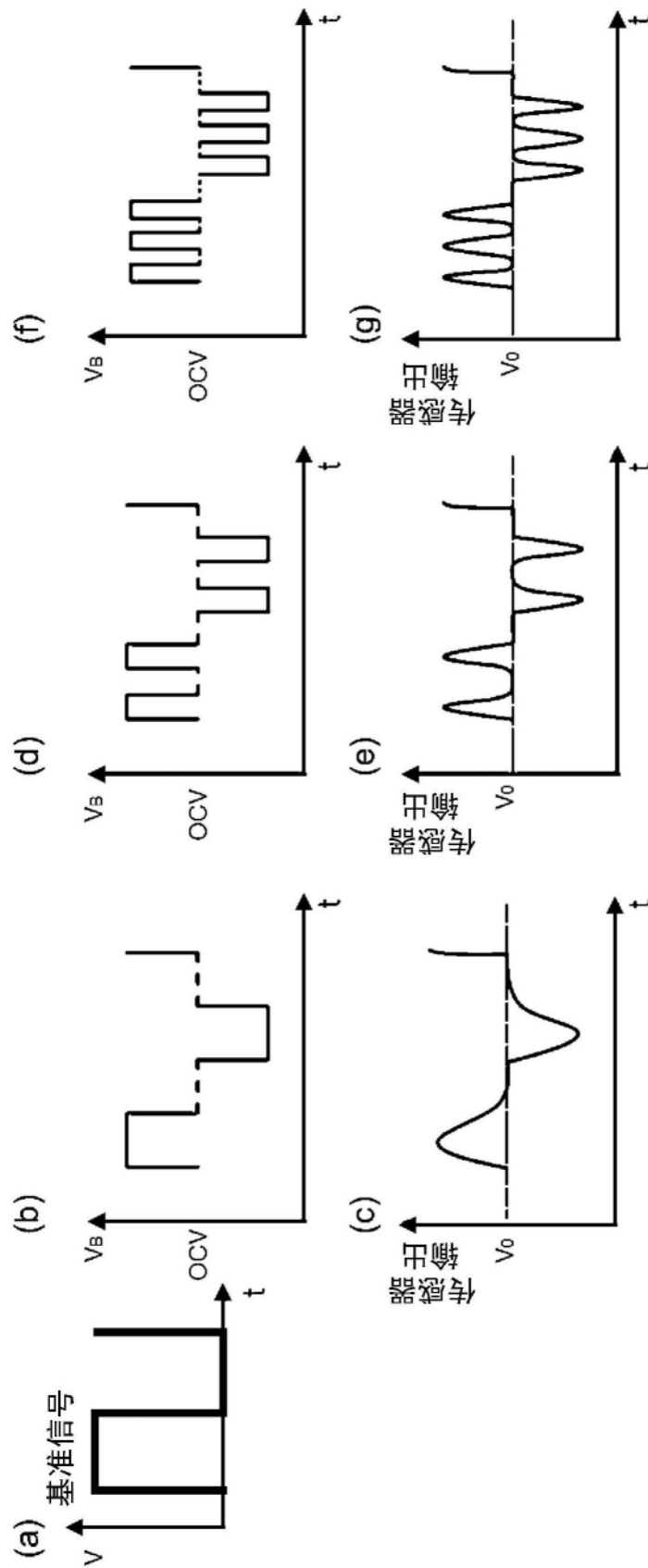


图10

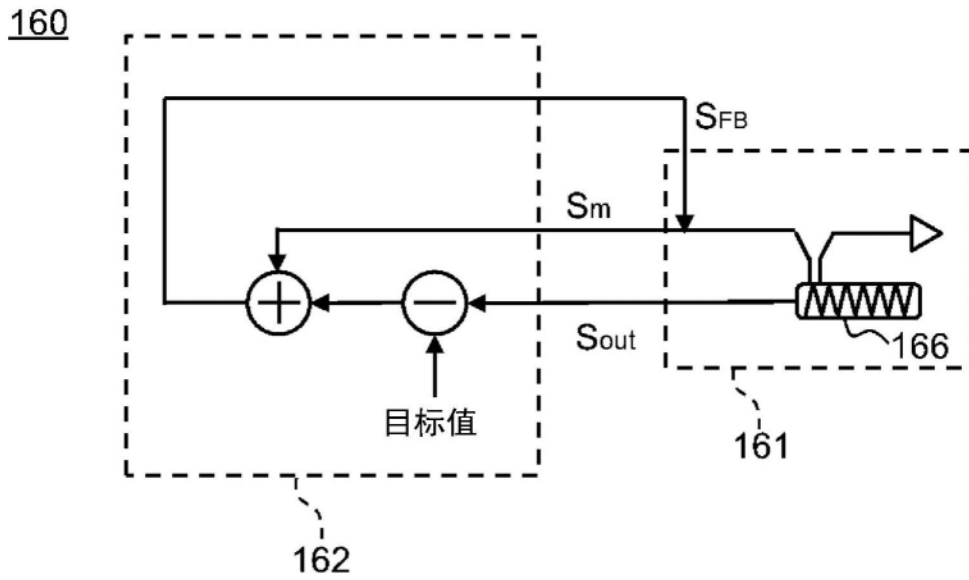


图11

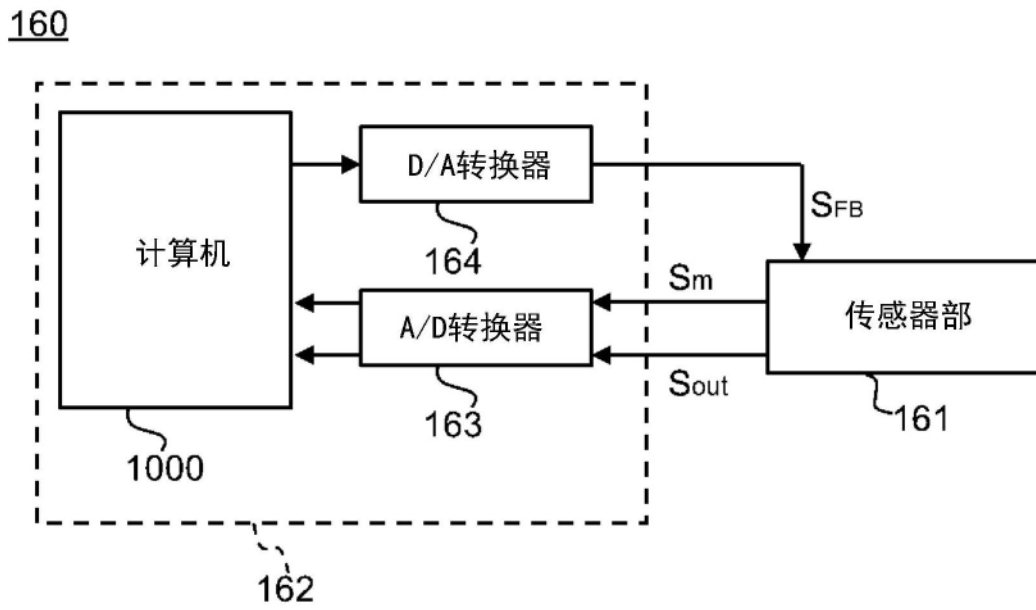


图12

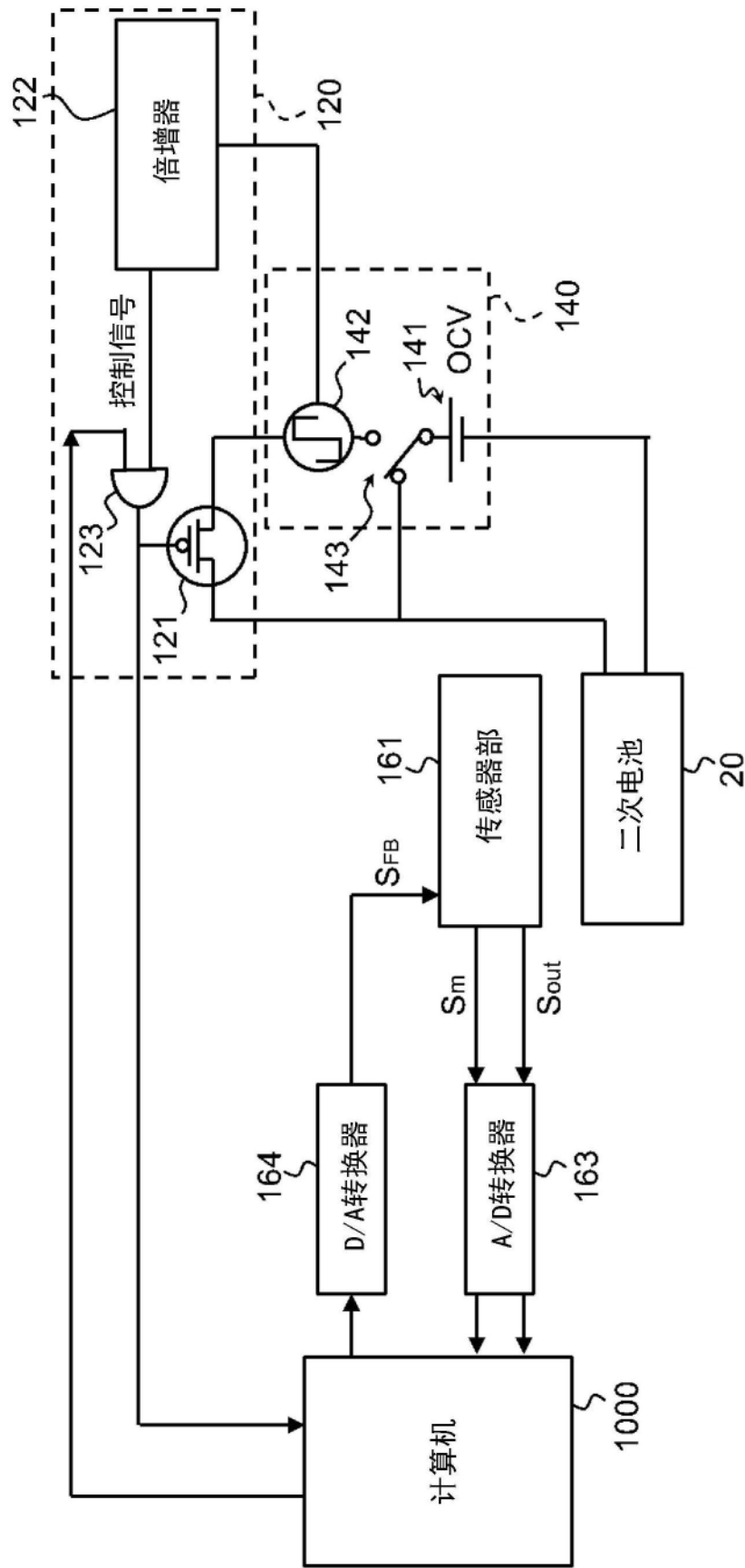


图13

90

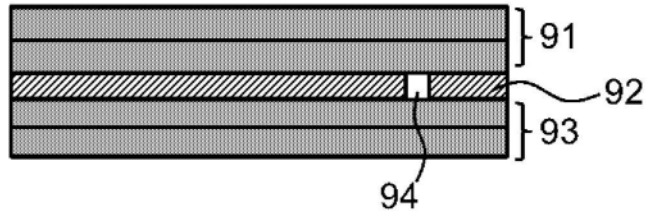


图14

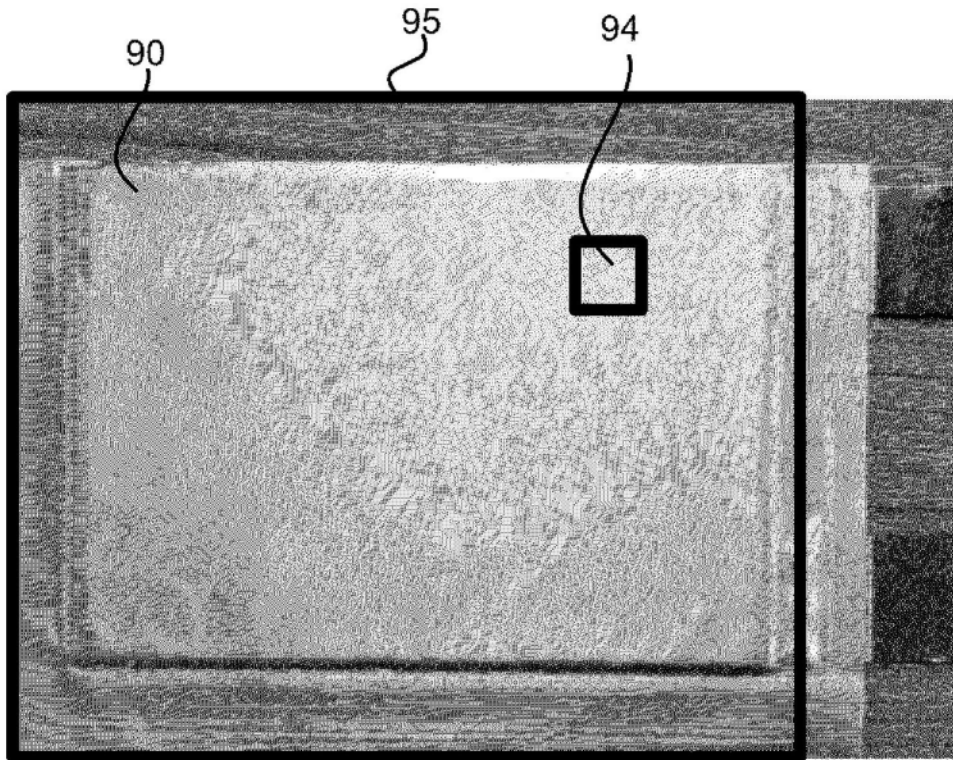


图15

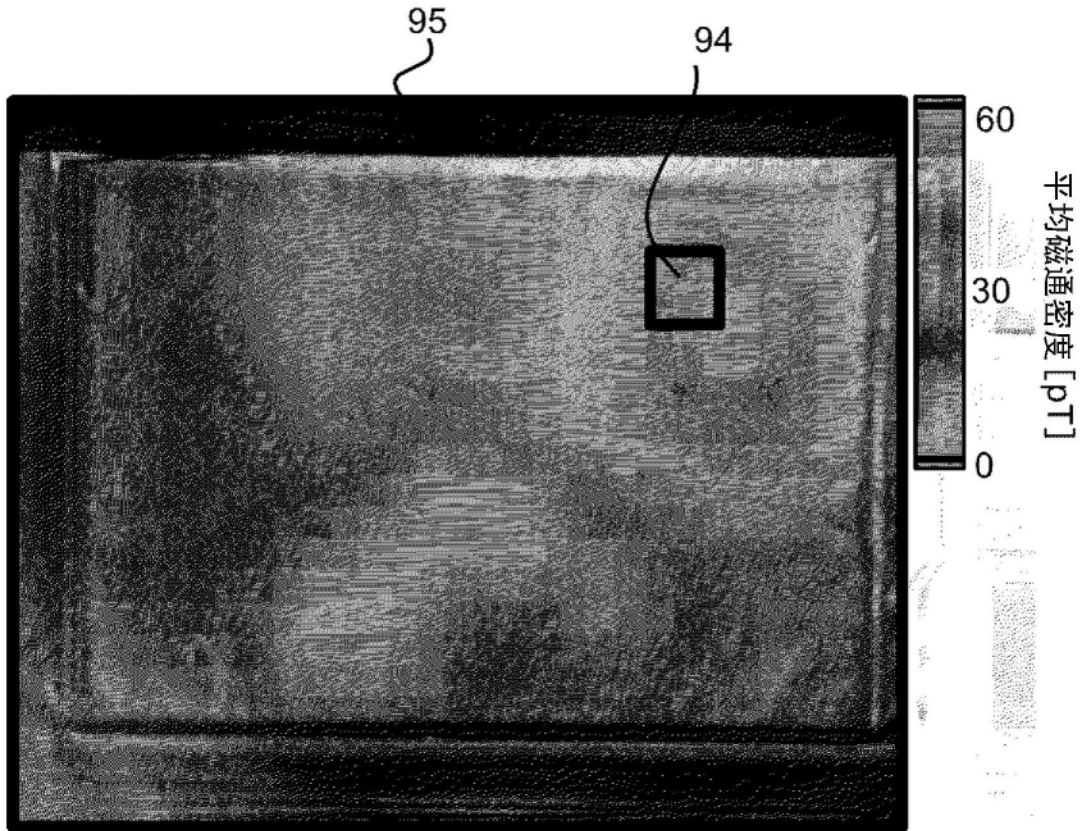


图16