



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119585597 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 07

(21) 申请号 202380054523.1

(22) 申请日 2023.07.14

(30) 优先权数据

2022-114947 2022.07.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.01.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/026157 2023.07.14

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/019022 JA 2024.01.25

(71) 申请人 日本精工株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 岩濑骏介 小杉大智 丸山泰右

(74) 专利代理机构 北京奉思知识产权代理有限公司 11464

专利代理师 邵佳元 李涵

(51) Int.Cl.

G01M 13/04 (2019.01)

F16C 19/04 (2006.01)

F16C 19/52 (2006.01)

F16C 41/00 (2006.01)

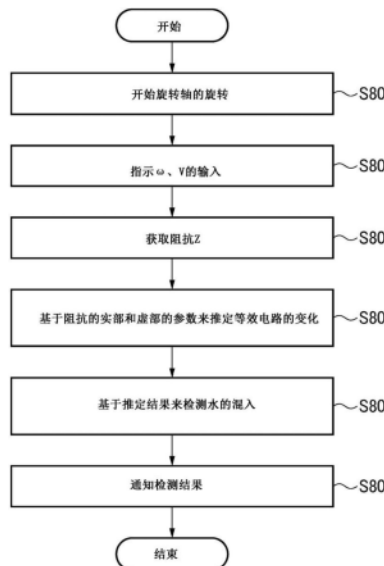
权利要求书1页 说明书9页 附图12页

(54) 发明名称

使用润滑剂的装置的水侵入检测方法、水侵入检测装置及程序

(57) 摘要

一种水侵入检测方法,用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,该水侵入检测方法包括:通过对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及通过将由在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性与由测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。



1. 一种水侵入检测方法,其特征在于,
用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,
所述水侵入检测方法具有:
测定工序,通过在对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及
检测工序,通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与在所述测定工序中测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。
2. 根据权利要求1所述的水侵入检测方法,其特征在于,
在所述检测工序中,作为由阻抗的实部和虚部表示的特性,使用奈奎斯特图上的形状。
3. 根据权利要求1所述的水侵入检测方法,其特征在于,
所述检测工序还通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与在所述测定工序中测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测多个所述部位的接触。
4. 根据权利要求1所述的水侵入检测方法,其特征在于,
还具有诊断工序,所述诊断工序使用所述检测工序的检测结果来诊断所述装置的状态。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的水侵入检测方法,其特征在于,
所述装置是滚动装置。
6. 根据权利要求1至4中任一项所述的水侵入检测方法,其特征在于,
所述装置是轴承装置,
多个所述部位包括外侧部件、内侧部件以及滚动体。
7. 一种水侵入检测装置,其特征在于,
用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,
所述水侵入检测装置具有:
测定单元,所述测定单元通过在对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及
检测单元,所述检测单元通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与由所述测定单元测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。
8. 一种程序,其特征在于,
用于使计算机执行以下工序:
测定工序,对构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置,通过在对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及
检测工序,通过将由在所述润滑剂未混入水的状态下测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性与由在所述测定工序中测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

使用润滑剂的装置的水侵入检测方法、水侵入检测装置及程序

技术领域

[0001] 本发明涉及使用润滑剂的装置的水侵入检测方法、水侵入检测装置以及程序。

背景技术

[0002] 以往,在轴承装置中,使用润滑剂(例如,润滑油、润滑脂)来润滑其旋转的结构广泛普及。另一方面,对于轴承装置等旋转部件,通过定期地进行状态诊断,从而提前检测轴承装置的异常、状态变化,抑制旋转部件的故障等的发生。

[0003] 在使用了润滑剂的轴承装置中,为了使旋转动作稳定地持续运转、或提前发现装置的损伤等,要求适当监视油膜的状态。例如,作为油膜的可视化方法的例子,作为使用光的方法,已知有光干涉法、荧光法、红外分光法等。在上述那样的方法中,另一方面是,需要透光性材料,否则难以使轴承装置的油膜状态、特别是滚动体周围的摩擦面的润滑剂可视化。与此相对,为了评价轴承装置的油膜状态,可举出应用电气方法的情况。例如,在专利文献1中,公开了在滚动装置中检测润滑油的膜的厚度以及金属的接触比例的方法。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2019-211317号公报

发明内容

[0007] 发明欲解决的技术问题

[0008] 轴承装置根据其动作环境下等,可能从外部向油膜内混入各种物质。由于这样的各种物质的混入,有可能对润滑油的状态、轴承装置的状态造成影响,因此需要在适当的时机对混入进行检测。例如,作为向油膜中混入的物质的例子,可举出水。由于水侵入滚动装置,进而混入润滑剂中,从而有可能对润滑剂所要求的功能造成影响。因此,要求适当地检测水向滚动装置的侵入。

[0009] 鉴于上述课题,本发明的目的在于提供一种利用电气方法检测水向轴承装置的润滑剂中侵入的方法。

[0010] 用于解决问题的技术手段

[0011] 为了解决上述问题,本发明具有以下的结构。即,一种水侵入检测方法,用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,

[0012] 所述水侵入检测方法具有:

[0013] 测定工序,通过对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0014] 检测工序,通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与在所述测定工序中测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0015] 另外,本发明的另一方式具有以下的结构。即,一种水侵入检测装置,用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,

[0016] 所述水侵入检测装置具有:

[0017] 测定单元,所述测定单元通过对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0018] 检测单元,所述检测单元通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与由所述测定单元测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0019] 另外,本发明的另一方式具有以下的结构。即,

[0020] 一种程序,

[0021] 用于使计算机执行以下工序:

[0022] 测定工序,对构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置,通过对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0023] 检测工序,通过将由在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性与由在所述测定工序中测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0024] 发明效果

[0025] 根据本发明,能够提供一种通过电气方法检测水向轴承装置的润滑剂中侵入的方法。

附图说明

[0026] 图1是示出本发明的诊断时的装置结构的例子的概略图。

[0027] 图2是表示本发明的轴承装置的物理模型的曲线图。

[0028] 图3是表示本发明的几何学模型的曲线图。

[0029] 图4是用于说明本发明的轴承装置的等效电路的电路图。

[0030] 图5是用于说明水向本发明的轴承装置侵入的概念图。

[0031] 图6是用于说明水向本发明的轴承装置侵入的概念图。

[0032] 图7是用于说明本发明的等效电路以及频率扫描时的变化的图。

[0033] 图8是本发明的一实施方式的水侵入检测处理的流程图。

[0034] 图9是示出本发明的一个实施方式的检测结果的例子的曲线图。

[0035] 图10是示出本发明的一个实施方式的检测结果的例子的曲线图。

[0036] 图11是示出本发明的一个实施方式的检测结果的例子的曲线图。

[0037] 图12是示出本发明的一个实施方式的检测结果的例子的曲线图。

具体实施方式

[0038] 以下,参照附图等对用于实施本发明的方式进行说明。此外,以下说明的实施方式是为了说明本发明的一个实施方式,并不意图限定地解释本发明,另外,在各实施方式中说明的全部结构并不限于为了解决本发明的课题而必须的结构。另外,在各附图中,对于相同的构成要素,通过标注相同的附图标记来表示对应关系。

[0039] <第一实施方式>

[0040] 以下,对本发明的第一实施方式进行说明。此外,在以下的说明中,作为轴承装置所具备的滚动轴承,列举球轴承为例进行说明,但并不限于此。本发明也能够应用于可利用润滑剂的轴承且是设想水会从外部侵入的其他结构的滚动轴承。例如,作为能够应用本发明的滚动轴承的种类,可举出:深沟球轴承、角接触球轴承、圆锥滚子轴承、圆柱滚子轴承、自动调心滚子轴承等。而且,本发明也能够应用于其他的滚动装置,例如车轴轴承、驱动油齿轮装置、缸体、主轴等。

[0041] 另外,在本说明书中,术语“水”包括后述的对润滑剂产生影响的所有液体。因此,即使在仅记载为“水”的情况下,也能够理解为包含淡水、盐水、泥水、融雪剂、冷却液、磨削剂、电解质溶解后的液体等的物质。

[0042] [装置结构]

[0043] 图1是表示由本实施方式的诊断装置1进行诊断时的整体结构的一例的概略结构图。图1中设置有应用本实施方式的水侵入检测方法的轴承装置2和进行水侵入检测及诊断的诊断装置1。需要说明的是,图1所示的结构是一例,可以根据轴承装置2的结构等而使用不同的结构。另外,在图1中,示出了轴承装置2具备一个滚动轴承的结构,但并不限于此,也可以在一个轴承装置2中具备多个滚动轴承。

[0044] 在轴承装置2中,滚动轴承将旋转轴7支承为旋转自如。旋转轴7经由作为旋转部件的滚动轴承而支承于将旋转轴7的外侧覆盖的壳体(未图示)。滚动轴承具备:内嵌于壳体的作为固定圈的外圈(外侧部件)3、外嵌于旋转轴7的作为旋转圈的内圈(内侧部件)4、配置于内圈4与外圈3之间的多个作为滚动体5的多个滚珠(滚子)、以及将滚动体5保持为滚动自如的保持器(未图示)。在此,设为将外圈3固定的结构,但也可以是将内圈4固定且外圈3旋转的结构。另外,设置有密封件6,密封件6是用于防止垃圾向滚动体5周边侵入、防止润滑油泄漏的周边部件。此外,在此,示出了设置有密封件6的结构,但作为可能性,假设为水会侵入的结构。在滚动轴承内部,通过规定的润滑方式,减轻内圈4与滚动体5之间、以及外圈3与滚动体5之间的摩擦。润滑方式没有特别限定,例如使用润滑脂润滑、油润滑等,向滚动轴承内部供给。对于润滑剂的种类也没有特别限定。

[0045] 马达10是驱动用的马达,对旋转轴7供给旋转的动力。旋转轴7经由旋转连接器9与LCR仪表8连接。旋转连接器9例如可以使用碳刷构成,并不限于此。另外,轴承装置2也与LCR仪表8电连接,此时,LCR仪表8也作为针对轴承装置2的交流电源发挥功能。

[0046] 诊断装置1作为能够执行本实施方式的检测方法的水侵入检测装置而动作。诊断装置1在诊断时,将交流电源的角频率 ω 及交流电压V作为输入而对LCR仪表8进行指示,并作为与其对应的输出而从LCR仪表8获取轴承装置2的阻抗Z。然后,诊断装置1使用这些值来检测与轴承装置2中的润滑剂的状态相关的信息。稍后将描述检测方法的细节。

[0047] 诊断装置1例如可以通过构成为包括未图示的控制装置、存储装置以及输出装置的信息处理装置来实现。控制装置可以由CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、MPU(Micro Processing Unit,微处理单元)、DSP(Digital Single Processor,数字信号处理器)或专用电路等构成。存储装置由HDD(Hard Disk Drive:硬盘驱动器)、ROM(Read Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等易失性以及非易失性的存储介质构成,能够根据来自控制装置的指示进行各种信息的输入输出。输出装置由

扬声器、灯、或者液晶显示器等显示设备等构成,根据来自控制装置的指示,进行向作业者的报告。输出装置的通知方法没有特别限定,例如可以是基于声音的听觉通知,也可以是基于画面输出的视觉通知。另外,输出装置也可以是具备通信功能的网络接口,可以通过经由网络(未图示)向外部装置(未图示)发送数据来进行通知动作。此处的通知内容例如在基于检测结果进行了水侵入诊断的情况下,并不限于检测到水侵入时的通知,也可以包括表示轴承装置2正常的意思的通知。

[0048] [物理模型]

[0049] 首先,使用图2对轴承装置2中的滚动体5与外圈3(或内圈4)的接触状态进行说明。图2是表示滚珠片与圆盘片接触时的物理模型的图表。滚珠片与滚动体对应,圆盘片与外圈3(或内圈4)对应。 h 轴表示油膜厚度方向, y 轴表示与油膜厚度方向正交的方向。另外,图2所示的各变量分别如下。

[0050] S_1 :Hertzian(赫兹)接触区域

[0051] c :Hertzian接触圆半径($=S_1/2$)

[0052] α :油膜的破裂率(金属接触比例)($0 \leq \alpha < 1$)

[0053] r_b :滚珠片的半径

[0054] αS_1 :实际接触区域(油膜的破裂区域)

[0055] h :油膜厚度

[0056] h_1 :Hertzian接触区域中的油膜厚度

[0057] 在Hertzian接触区域中,金属接触的范围与未接触的范围的比例为 $\alpha:(1-\alpha)$ 。另外,在滚珠片与圆盘片不接触的理想状态下 $\alpha=0$,在 $y=0$ 的情况下 $h>0$ 。

[0058] 图2所示的油膜厚度 h 由下式表示。

[0059] $h=0$ ($-\alpha S_1/2 \leq y \leq \alpha S_1/2$)

[0060] $h=h_1$ ($-c \leq y < -\alpha S_1/2$, 或者 $\alpha S_1/2 < y \leq c$)

[0061] $h=h_1 + \sqrt{(r_b^2 - c^2) - \sqrt{(r_b^2 - y^2)}}$ ($-r_b \leq y < -c$ 或 $c < y \leq r_b$) (1)

[0062] 需要说明的是,在实际的滚动轴承中,滚动体5在承受载荷时产生弹性变形,因此严格来说不是球体,但在本实施方式中,视为球体而使用上述的式(1)。因此,在求出油膜厚度时使用的式子并不限于式(1),也可以使用其他计算式。

[0063] 图3是表示滚动轴承的几何学模型的图。 x 轴表示与 y 轴及 h 轴分别正交的轴向。图3所示的各变量分别如下。另外,与图2相同的符号对应。

[0064] R_x :有效半径(x 轴)

[0065] R_y :有效半径(y 轴)

[0066] h_1 :Hertzian接触区域中的油膜厚度

[0067] r_b :滚珠片的半径

[0068] 如图3所示,对滚动体5绕 y 轴旋转、在 y 轴方向上施加载荷(轴向载荷)的情况进行说明。

[0069] [等效电路]

[0070] 图4是以电气等效的电路(等效电路)表示图2所示的物理模型的图。等效电路E1包括电阻 R_1 、电阻 R_2 、电容器 C_1 和电容器 C_2 。电阻 R_1 相当于破裂区域($=\alpha S_1$)中的电阻。电阻 R_2 相当于破裂区域周边的电阻。电容器 C_1 相当于由Hertzian接触区域中的油膜形成的电容器,

设为静电电容 C_1 。电容器 C_2 相当于由Hertzian接触区域的周边(图2的 $-r_b \leq y < -c$ 以及 $c < y \leq r_b$)的油膜形成的电容器,设为静电电容 C_2 。Hertzian接触区域(= S_1)形成等效电路E1中的电阻 R_1 与电容器 C_1 的并联电路。另外,Hertzian接触区域周边形成等效电路E1中的电阻 R_2 和电容器 C_2 的并联电路。进而,通过这些并联电路并联连接,从而形成等效电路E1。此时,在Hertzian接触区域的周边(图2的 $-r_b \leq y < -c$ 以及 $c < y \leq r_b$)填充有润滑剂。

[0071] 用 Z 表示等效电路E1的阻抗。在此,施加于等效电路E1的交流电压 V 、流过等效电路E1的电流 I 以及等效电路E1整体的复阻抗 Z 由以下的式(2)~(4)表示。

$$[0072] \quad V = |V| \exp(j\omega t) \quad (2)$$

$$[0073] \quad I = |I| \exp(j\omega t - j\theta) \quad (3)$$

$$[0074] \quad Z = V/I = |V/I| \exp(j\theta) = |Z| \exp(j\theta) \quad (4)$$

[0075] j :虚数

[0076] ω :交流电压的角频率

[0077] t :时间

[0078] θ :相位角(电压与电流的相位偏移)

[0079] 并且,若着眼于一个滚动体5,则在外圈3与滚动体5之间、以及内圈4与滚动体5之间形成等效电路E2。在此,将上侧作为由外圈3和滚动体5形成的电路,将下侧作为由内圈4和滚动体5形成的电路进行说明,但也可以相反。在1个滚动体5的周围,这些电路串联连接而形成等效电路E2。并且,由于设置有多个滚动体5,因此通过并联连接等效电路E2,由此构成图4所示的滚动轴承整体的等效电路。

[0080] [水的侵入]

[0081] 使用图5及图6,说明水向本实施方式的轴承装置2的侵入。图5是表示水没有侵入润滑剂的状态的概念图。在图5的(a)中,在外圈4与滚动体5之间填充有润滑剂500。此时,如上所述,在通过交流电源501对轴承装置2施加交流电压的情况下,润滑剂500作为电容器发挥功能。

[0082] 另一方面,图6是表示水侵入润滑剂的状态的概念图。在图6的(a)中,在外圈4与滚动体5之间填充有润滑剂600,水601侵入于润滑剂600的一部分。在该状态下,在通过交流电源602对轴承装置2施加交流电压的情况下,润滑剂600作为电容器发挥功能,但由于侵入的水601的影响,示出与图5不同的特性。这设想了电流由于侵入到润滑剂600的水601的影响而更容易流动的倾向。换言之,在水没有侵入润到滑剂的图5的(b)的状态下,成为与图6的(b)的状态相比电流难以流动的状态。

[0083] [交流电源的频率的扫描]

[0084] 图7是用于说明在对本实施方式的轴承装置2扫描交流电源的频率的情况下得到的检测例的图。图7的(a)表示着眼于图4所示的轴承装置2的等效电路的一部分的、电阻 R 与电容器 C 的并联电路。图7的(b)用奈奎斯特图表示对图7的(a)所示的等效电路一边扫描交流电源的频率一边施加时得到的阻抗。在图7的(b)中,横轴表示复阻抗 Z 的实部(Z 实部),纵轴表示复阻抗 Z 的虚部($-Z$ 虚部)。

[0085] 如图7的(b)的箭头所示,在润滑剂周围的等效电路中,在将交流电源的频率从低频向高频扫描的情况下,示出半圆状的变化。本申请人确定了在水侵入到润滑剂的情况下,这样的特性发生变化。关于具体变化的例子,作为试验结果在后面叙述。

[0086] [处理流程]

[0087] 图8是本实施方式的水侵入检测处理的流程图。本处理由诊断装置1执行,例如可以通过诊断装置1所具备的控制装置(未图示)从存储装置(未图示)读取并执行用于实现本实施方式的处理的程序来实现。

[0088] 在S801中,诊断装置1通过马达10使旋转轴7的旋转开始。由此,与旋转轴7连接的内圈4开始旋转。此外,马达10的控制也可以由与诊断装置1不同的装置进行。此时,也可以控制为施加恒定的载荷(例如轴向载荷)。此外,施加载荷的控制也可以由与诊断装置1不同的装置进行。

[0089] 在S802中,诊断装置1对LCR仪表8进行控制,使得使用LCR仪表8所具备的交流电源(未图示)一边扫描频率一边将角频率 ω 的交流电压V提供给轴承装置2。由此,对轴承装置2施加角频率 ω 的交流电压V。

[0090] 在S803中,诊断装置1从LCR仪表8获取阻抗Z作为针对S802的输入的输出。也就是说,LCR仪表8将阻抗Z(实部、虚部)作为针对作为输入的交流电压V和交流电压的角频率 ω 的轴承装置2的检测结果而输出到诊断装置1。

[0091] 在S804中,诊断装置1根据在S803中得到的阻抗的参数来推定等效电路的变化。在轴承装置2的润滑剂中未混入水的状态下,得到基于图3、图7所示的等效电路的输出结果,该等效电路能够预先规定。另一方面,在水侵入到润滑剂的情况下,能够确定偏离于与该等效电路对应的输出结果。在本工序中,通过与作为水没有侵入润滑剂的状态而预先规定的参数的比较,推定等效电路的变化。关于水没有侵入的状态的参数,可以根据轴承装置2的结构而预先测定、定义,并保持于存储部等。另外,由于得到的输出结果根据水的侵入程度而变化,因此可以一并推定侵入程度。稍后将描述输出结果的详细变化的示例。

[0092] 在S805中,诊断装置1基于S804的推定结果,检测水的侵入,进行其状态诊断。这里的诊断内容没有特别限定,例如,可以构成为对各参数设定阈值,通过与该阈值的比较来诊断正常或异常。另外,也可以构成为预先设定与异常的紧急度对应的多个阈值,并通过与这些阈值的比较来诊断紧急度。

[0093] 在S806中,诊断装置1对用户通知在S805中得到的诊断结果。这里的通知方法没有特别限定,例如可以是在画面上显示有无水的侵入、其程度、或者通过声音进行通知的结构。然后,结束本处理流程。

[0094] [水侵入检测的例子]

[0095] 以下,使用图9、图10对本实施方式的水侵入检测的例子进行说明。

[0096] 图9用奈奎斯特图表示对交流电源的电压(1V)扫描频率(20Hz~1MHz)的同时得到的检测结果的例子。在图9中,横轴表示阻抗Z的实部(Z实部),纵轴表示阻抗Z的虚部(-Z虚部)。

[0097] 黑圈表示未发生水向润滑剂的侵入的情况下的检测结果。另一方面,白圈表示发生了水向润滑剂的侵入的情况下的检测结果。这样,根据水有无侵入,能够识别并确定明显的输出上的差异。

[0098] 图10是着眼于图9的左下的部分而以不同的尺度表示的奈奎斯特图。因此,试验条件等与图9相同。参照图10,根据水有无侵入润滑剂而得到的阻抗的输出结果的差异也是明显的。

[0099] 接着,对图3所示的轴承装置的结构中可能产生的金属接触与水的侵入的差异进行说明。图11表示发生了金属接触的情况和产生了水向润滑剂的侵入的情况下的检测结果的例子。白圈表示发生水向润滑剂的侵入的情况下的检测结果,与图10的例子相同。另一方面,图11的黑圈表示产生了滚动体与外圈(或内圈)的金属接触的情况下的检测结果的例子。这样,在发生水的侵入的情况和发生金属接触的情况下,能够识别并确定明显的输出上的差异。

[0100] 接着,对输出根据水向润滑剂的侵入程度而产生的变化进行说明。图12是表示输出根据水向润滑剂的侵入程度而变化的状态的奈奎斯特图。在此,作为水的侵入状态而示出3个例子(侵入比例),侵入比例为 $W_0 (=0\%) < W_1 < W_2$ 。另外,在 W_2 中,是产生润滑剂与水的分离的状态。

[0101] 如图12所示,水侵入润滑剂的程度越大,则越偏离于未发生水侵入的情况。因此,通过预先规定这样的频率扫描时的输出的变化的倾向,并进行其与检测结果的比较,由此能够推定侵入的水相对于润滑剂的比率。即,扫描频率时得到的特性也会根据水的侵入比例而变化。

[0102] 以上,根据本实施方式,能够提供一种通过电气方法检测水向轴承装置中的润滑剂的侵入的方法。另外,通过本实施方式的方法,也能够推定水向润滑剂侵入的程度。而且,基于这些,能够容易地进行状态诊断。

[0103] <其他实施方式>

[0104] 另外,在本发明中,也能够通过使用网络或者存储介质等向系统或者装置供给用于实现上述的一个以上的实施方式的功能的程序、应用程序,该系统或者装置的计算机中的一个以上的处理器读取并执行程序的处理来实现。

[0105] 另外,也可以通过实现一个以上的功能的电路(例如,ASIC(Application Specific Integrated Circuit,专用集成电路)、FPGA(Field Programmable Gate Array,现场可编程门阵列))来实现。

[0106] 这样,本发明并不限于上述的实施方式,将实施方式的各结构相互组合、本领域技术人员基于说明书的记载以及公知的技术进行变更、应用也是本发明的预定内容,包含在要求保护的范围内。

[0107] 如上所述,在本说明书中公开了以下事项。

[0108] (1)

[0109] 一种水侵入检测方法,其特征在于,

[0110] 用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,

[0111] 所述水侵入检测方法具有:

[0112] 测定工序,通过在对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0113] 检测工序,通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与在所述测定工序中测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0114] 根据该结构,能够提供一种通过电气方法来检测水向轴承装置中的润滑剂的侵入

的方法。另外,也能够推定水向润滑剂侵入的程度。进而,基于这些,能够容易地进行状态诊断。

[0115] (2) 根据(1)所述的水侵入检测方法,其中,

[0116] 在所述检测工序中,作为由阻抗的实部和虚部表示的特性,使用奈奎斯特图上的形状。

[0117] 根据该结构,能够与由阻抗的实部和虚部表示的奈奎斯特图上的形状对应地检测水相对于润滑剂的侵入。

[0118] (3) 根据(1)或(2)所述的水侵入检测方法,其中,

[0119] 所述检测工序还通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与在所述测定工序中测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测多个所述部位的接触。

[0120] 根据该结构,除了水有无侵入润滑剂之外,还能够识别并检测部件间的接触。

[0121] (4) 根据(1)至(3)任一项所述的水侵入检测方法,其中,

[0122] 还具有诊断工序,所述诊断工序使用所述检测工序的检测结果来诊断所述装置的状态。

[0123] 根据该结构,能够根据水向润滑剂的侵入的检测结果来诊断装置的异常状态。

[0124] (5) 根据(1)至(4)任一项所述的水侵入检测方法,其中,

[0125] 所述装置是滚动装置。

[0126] 根据该结构,能够以滚动装置为对象来检测水向润滑剂的侵入。

[0127] (6) 根据(1)至(4)任一项所述的水侵入检测方法,其中,

[0128] 所述装置是轴承装置,

[0129] 多个所述部位包括外侧部件、内侧部件以及滚动体。

[0130] 根据该结构,能够以轴承装置为对象来检测水向润滑剂的侵入。

[0131] (7)

[0132] 一种水侵入检测装置,其特征在于,

[0133] 用于检测水向构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置内的所述润滑剂的侵入,

[0134] 所述水侵入检测装置具有:

[0135] 测定单元,所述测定单元通过对由多个所述部位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0136] 检测单元,所述检测单元通过对在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性与由所述测定单元测定出的阻抗的实部及虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0137] 根据该结构,能够提供一种通过电气方法来检测水向轴承装置中的润滑剂的侵入的方法。另外,也能够推定水向润滑剂侵入的程度。进而,基于这些,能够容易地进行状态诊断。

[0138] (8) 一种程序,其中,

[0139] 用于使计算机执行以下工序:

[0140] 测定工序,对构成为利用润滑剂对多个部位进行润滑的装置,通过对由多个部

位构成的电路扫描频率的同时施加交流电压,来测定所述电路的阻抗;以及

[0141] 检测工序,通过将由在所述润滑剂中未混入水的状态下测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性与由在所述测定工序中测定出的阻抗的实部和虚部表示的特性进行比较,来检测所述润滑剂中的水的侵入。

[0142] 根据该结构,能够提供一种通过电气方法来检测水向轴承装置的润滑剂中的侵入的方法。另外,也能够推定水向润滑剂侵入的程度。进而,基于这些,能够容易地进行状态诊断。

[0143] 以上,对各种实施方式进行了说明,但本发明当然不限于该例。只要是本领域技术人员,就能够在权利要求书所记载的范畴内想到各种变更例或修正例是显而易见的,这些变更例或修正例当然也属于本发明的技术范围。另外,在不脱离发明的主旨的范围内,也可以任意地组合上述实施方式中的各构成要素。

[0144] 另外,本申请是基于2022年7月19日申请的日本专利申请(日本特愿2022-114947),其内容作为参照引用于本申请中。

[0145] 附图标记的说明

[0146] 1 诊断装置

[0147] 2 轴承装置

[0148] 3 外圈(外侧部件)

[0149] 4 内圈(内侧部件)

[0150] 5 滚动体

[0151] 6 密封件

[0152] 7 旋转轴

[0153] 8 LCR仪表

[0154] 9 旋转连接器

[0155] 10 马达

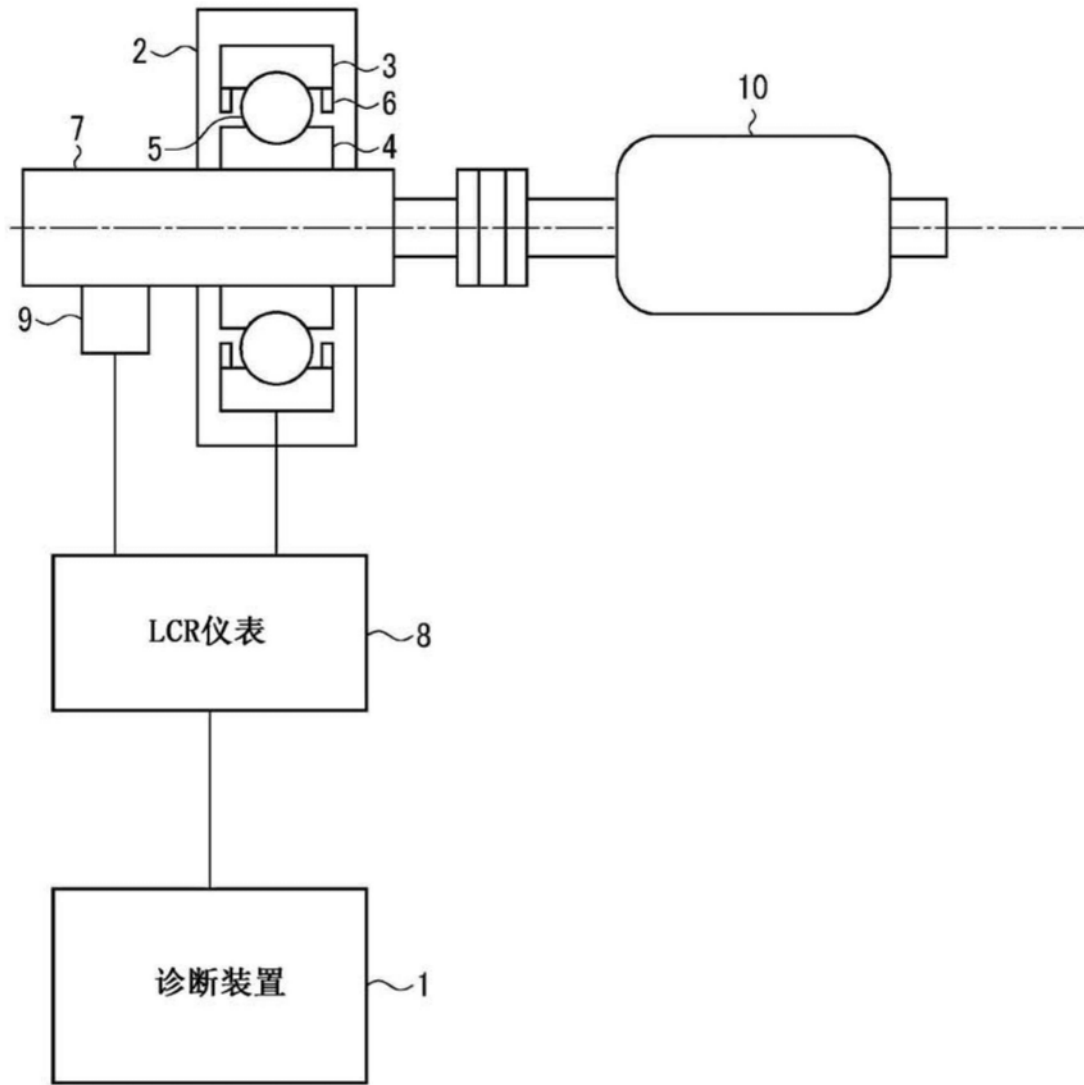


图1

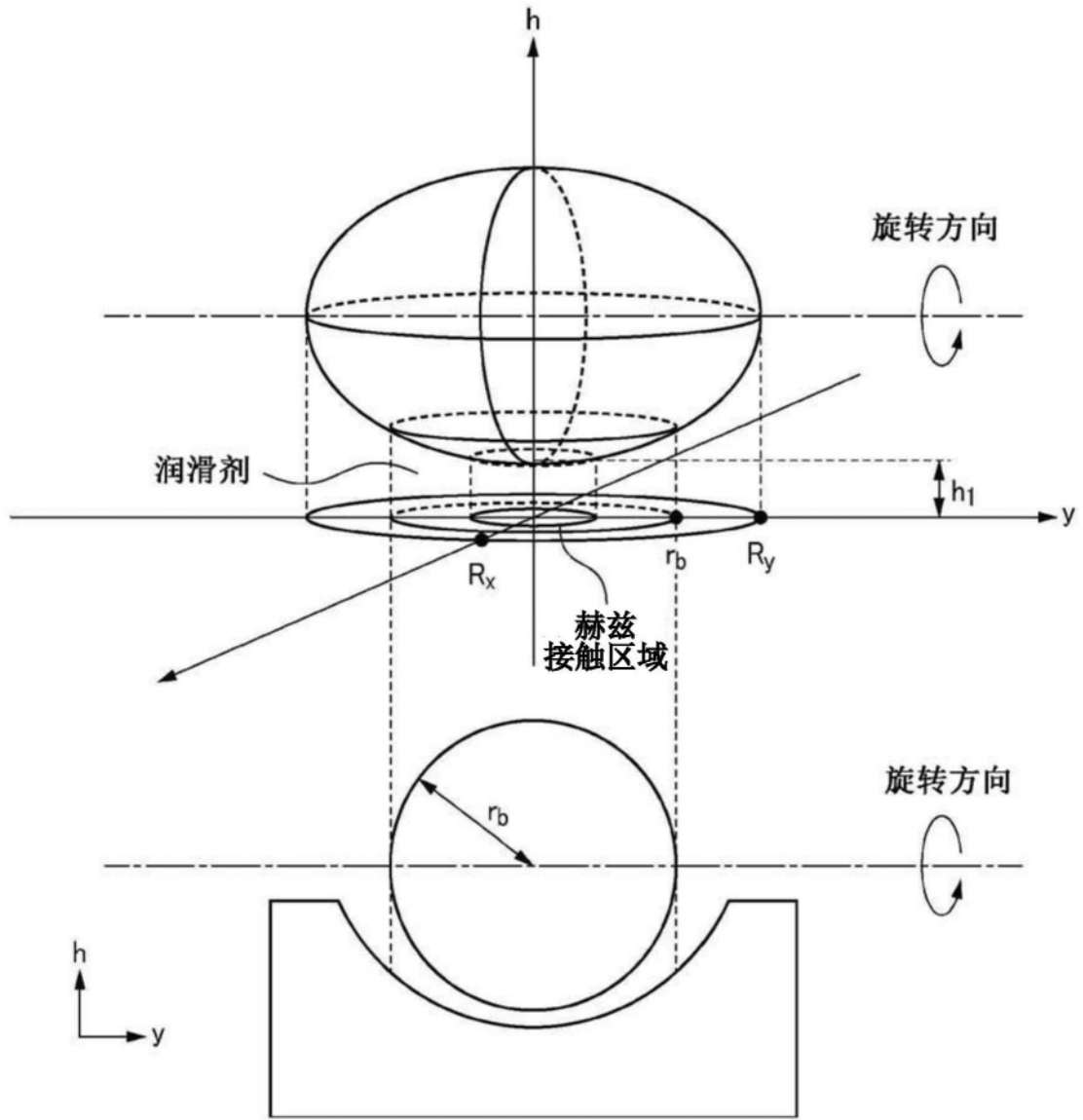


图3

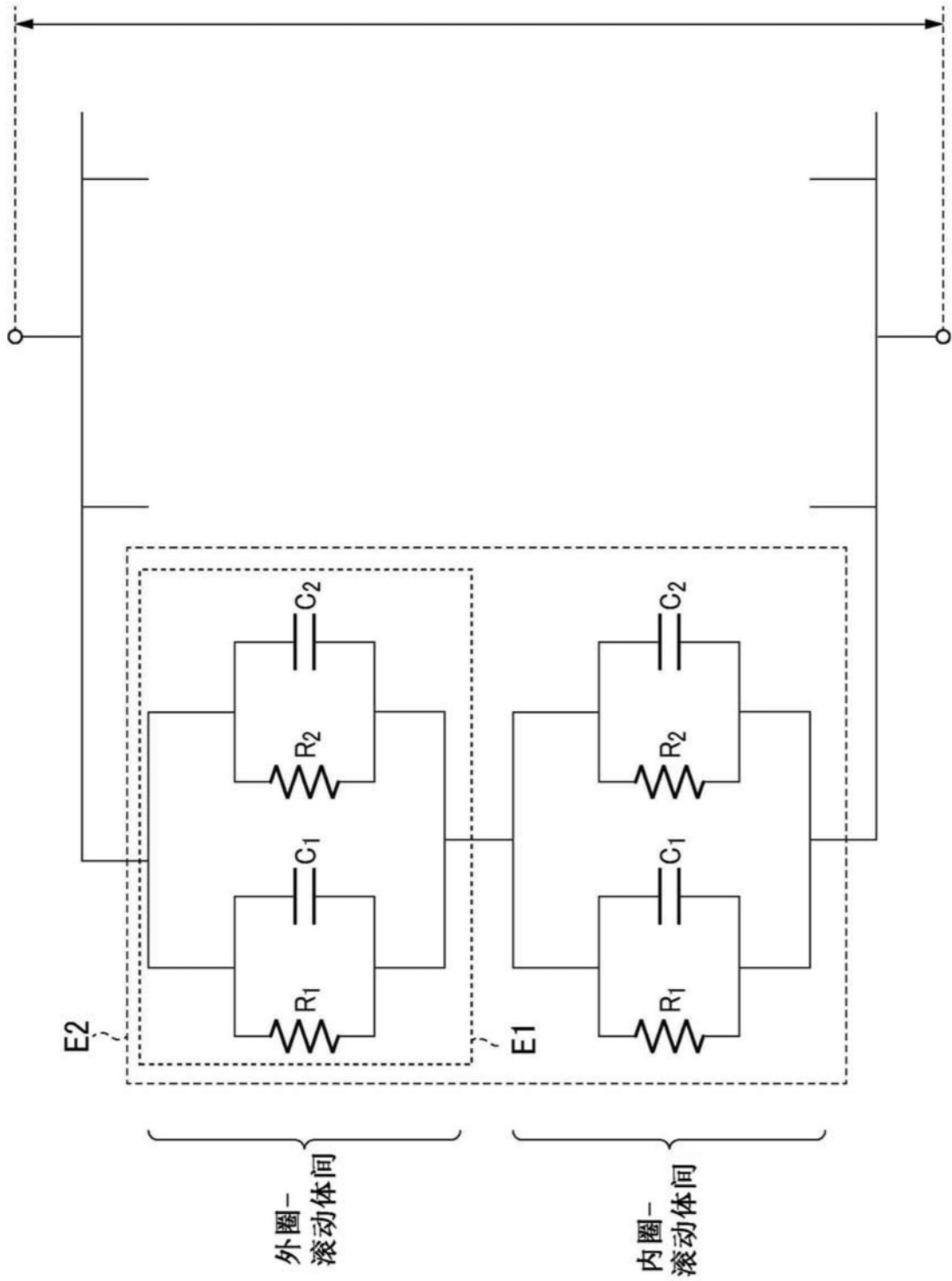
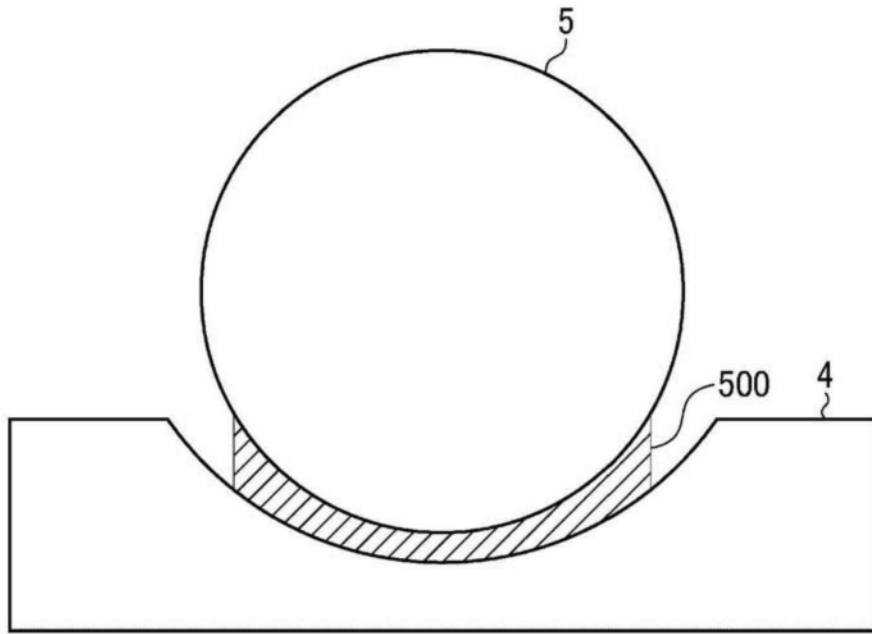
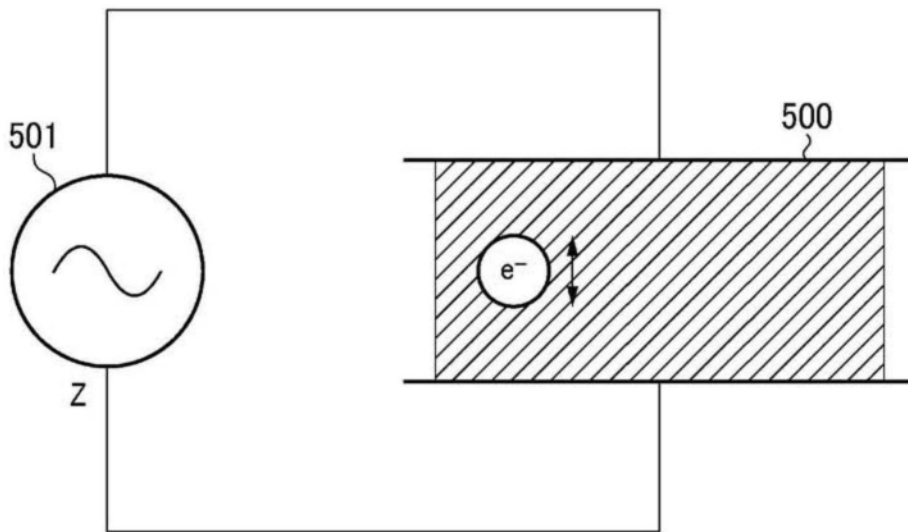


图4



(a)



(b)

图5

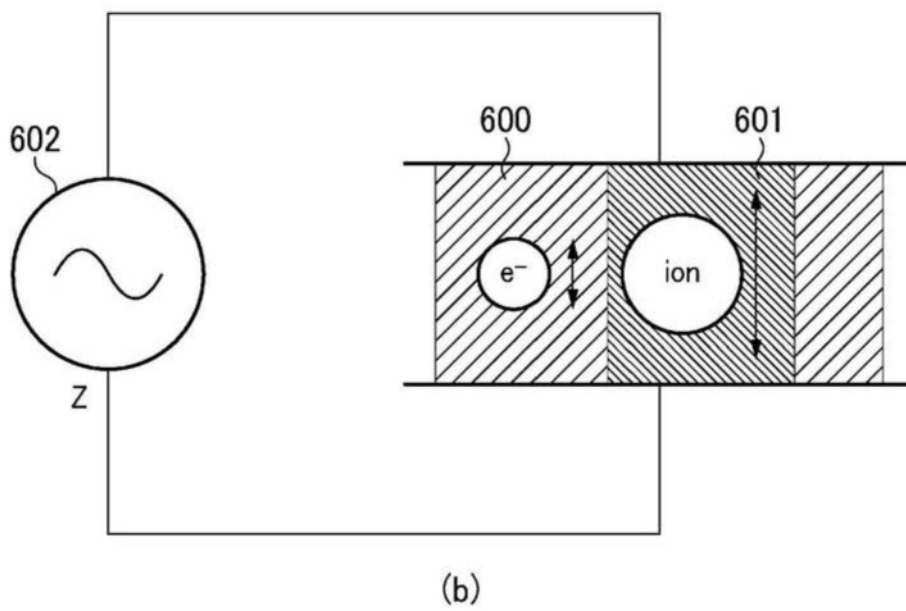
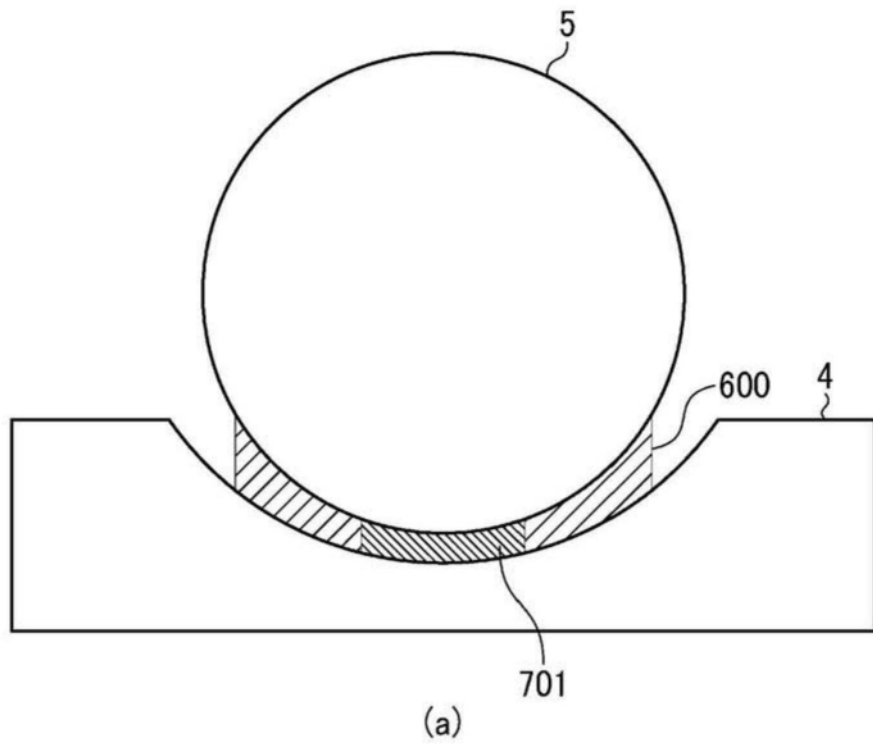
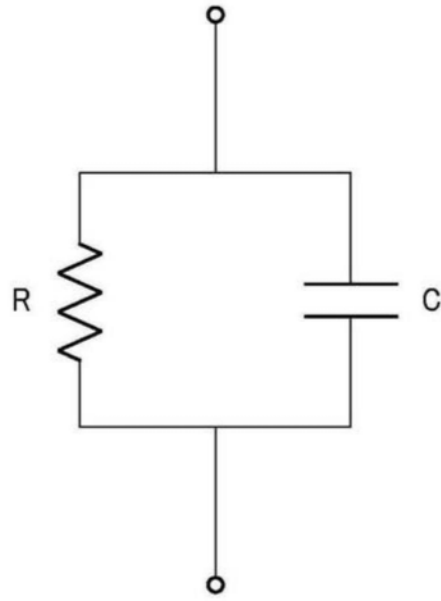
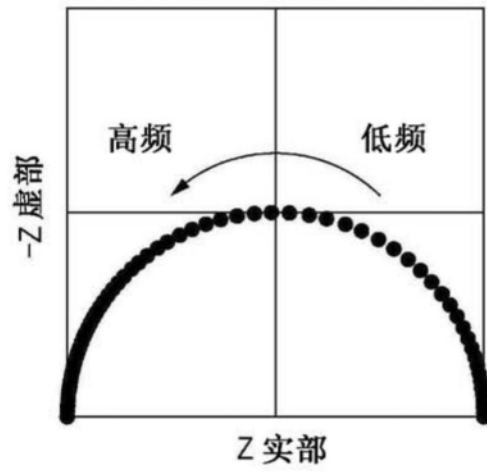


图6



(a)



(b)

图7

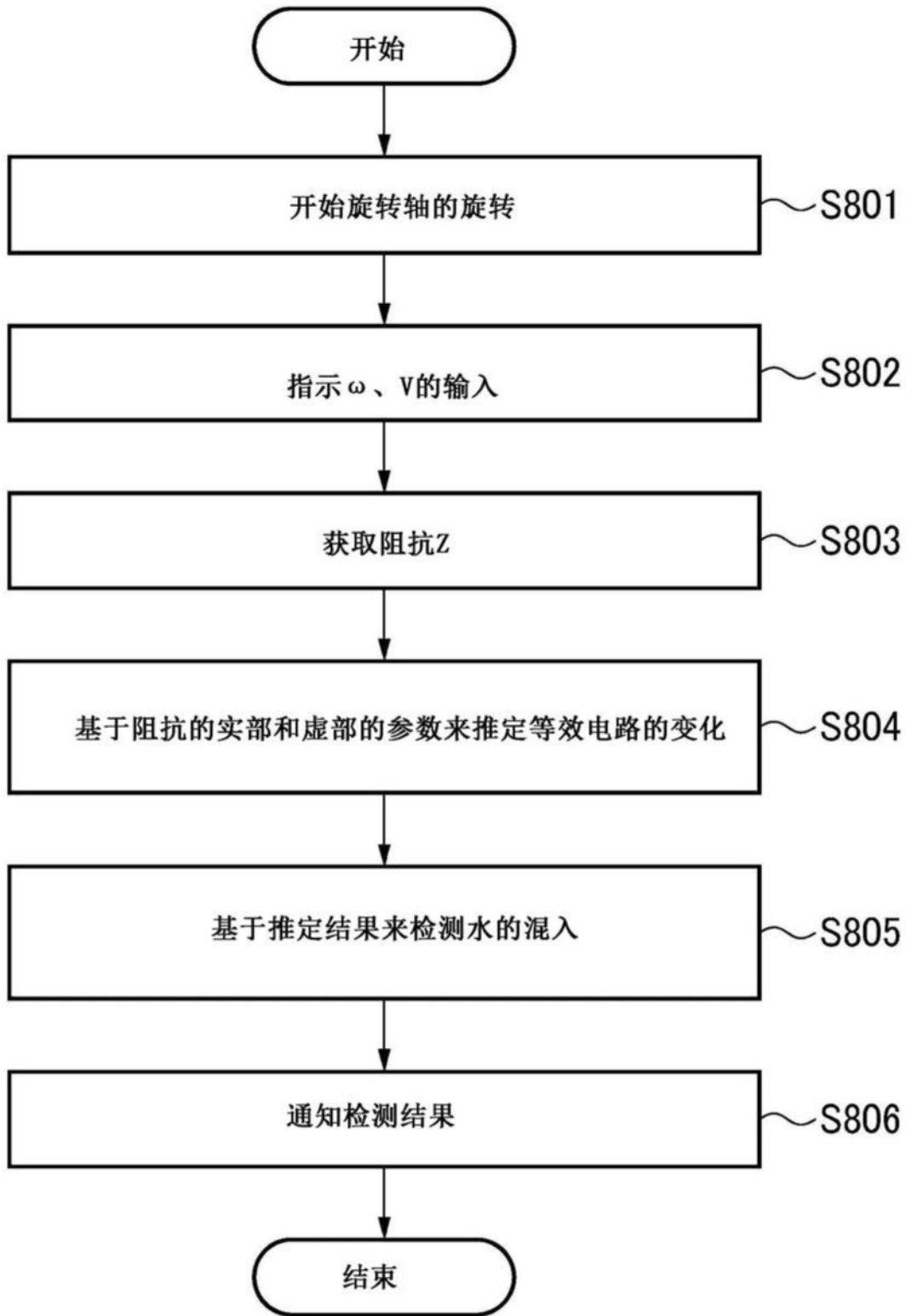
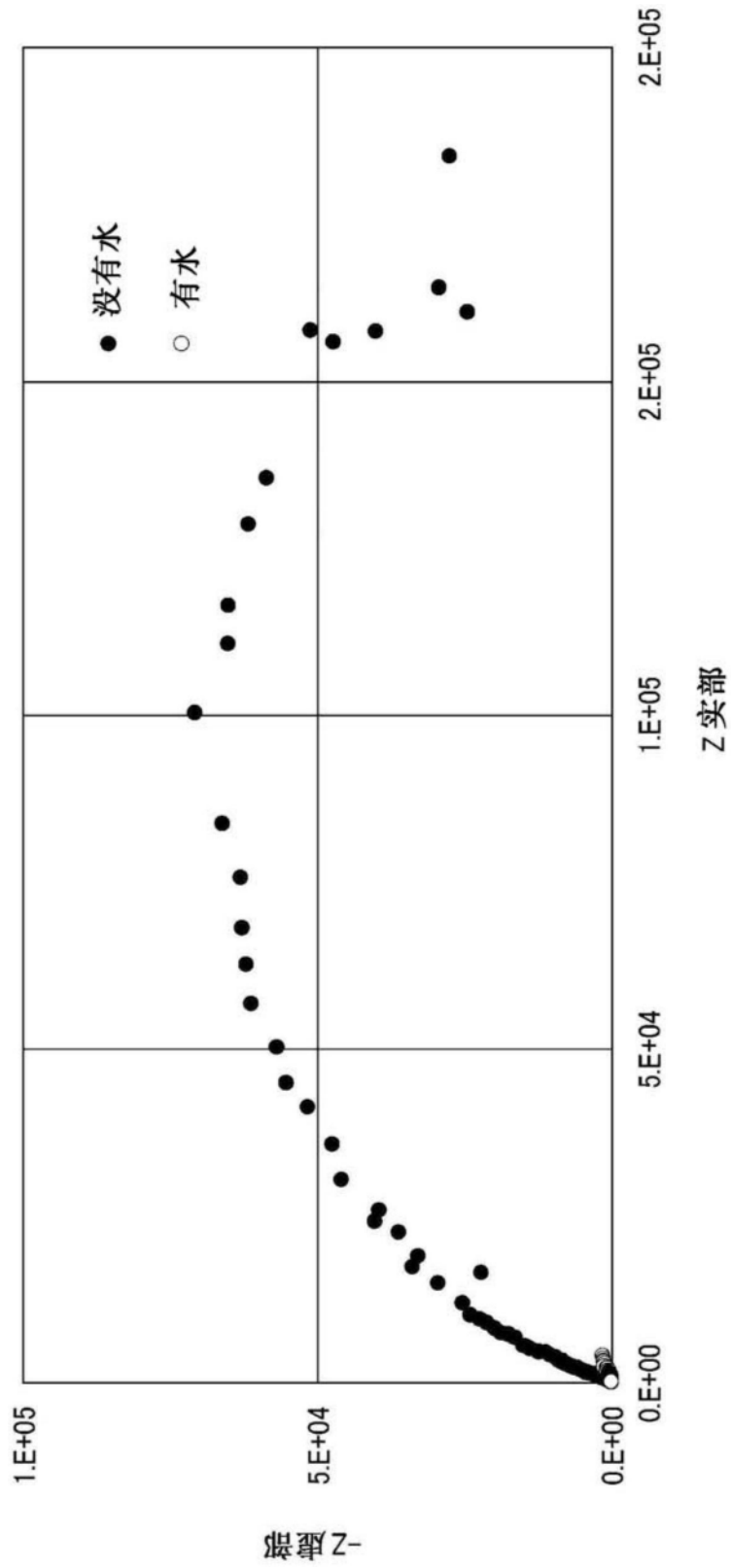


图8



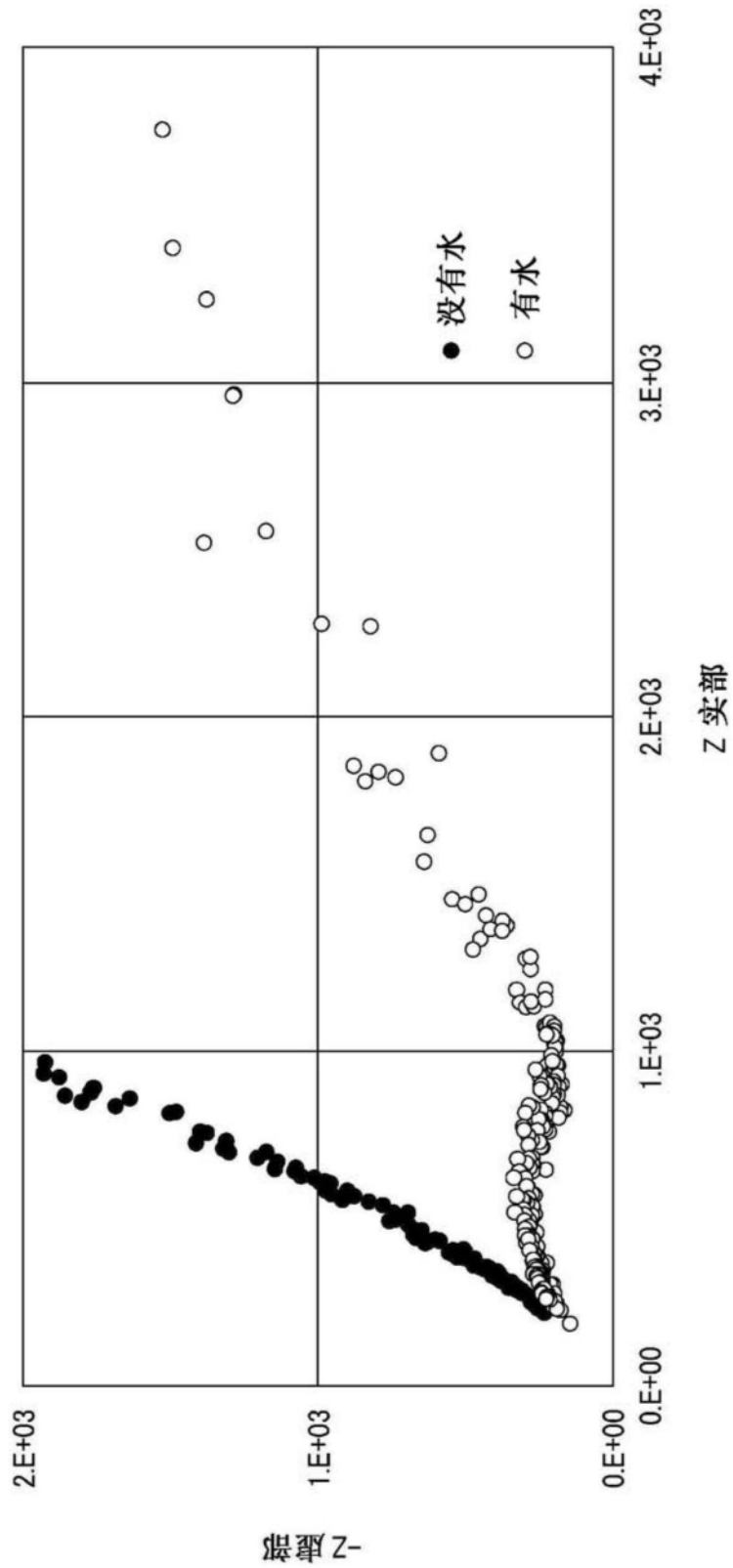


图10

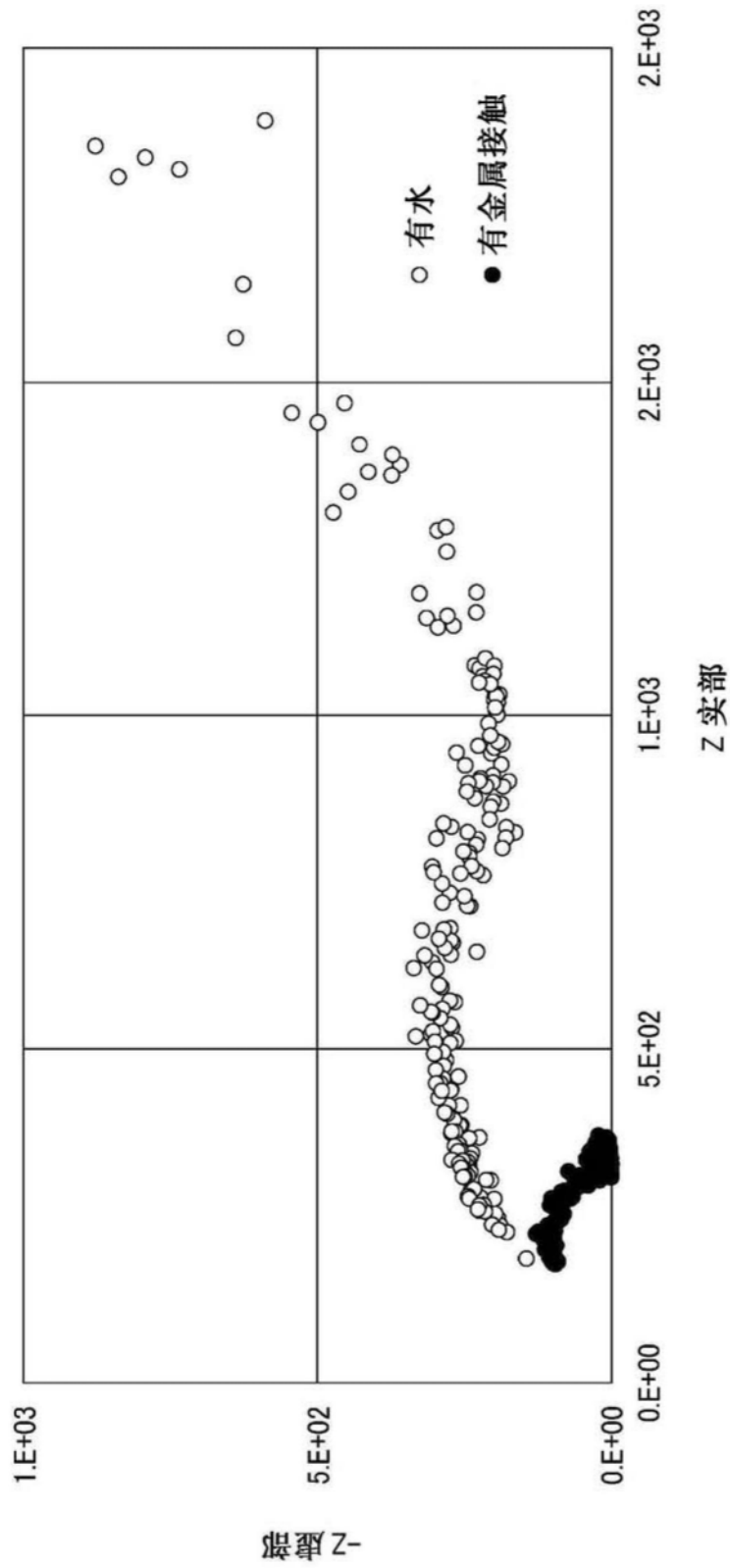


图11

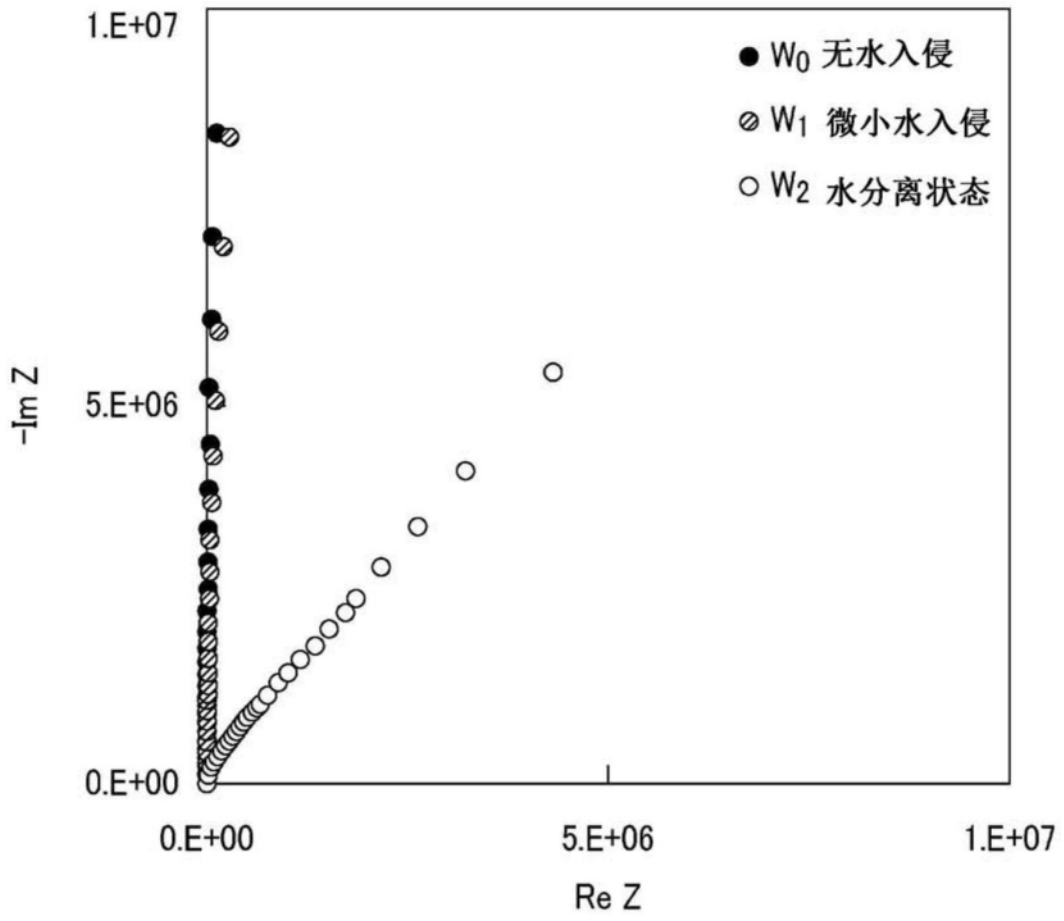


图12