



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117836620 A

(43) 申请公布日 2024. 04. 05

(21) 申请号 202380013245.5

(22) 申请日 2023.02.03

(30) 优先权数据

2022-024118 2022.02.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.02.19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/003596 2023.02.03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/157677 JA 2023.08.24

(71) 申请人 欧姆龙健康医疗事业株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 卷田茉耶 小林达矢 山下英之

喜多山和也 福永诚治

(74) 专利代理机构 北京市隆安律师事务所

11323

专利代理师 权鲜枝 刘宁军

(51) Int.Cl.

G01N 27/416 (2006.01)

G01N 27/26 (2006.01)

G01N 27/333 (2006.01)

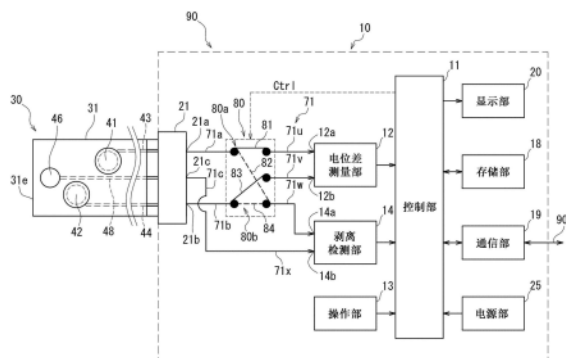
权利要求书3页 说明书19页 附图8页

(54) 发明名称

电解液分析装置和电解液分析方法

(57) 摘要

本发明的电解液分析装置具备：基板(31)，其在一个方向上延伸；主电极层(43,44)，其包含设置在基板(31)的主面的主基体部和主延伸部；离子选择膜，其以覆盖主基体部的方式与主基体部相接设置；以及辅助电极层(48)，其包含设置在基板(31)的主面的辅助基体部(46)和辅助延伸部。在电解液以覆盖基板(31)的一端(31e)侧的方式接触的状态下，剥离判定部(11,14)经由主延伸部取得主基体部的电位，并且经由辅助延伸部取得辅助基体部(46)的电位。基于所取得的主基体部的电位与辅助基体部的电位之间的电位差，判定离子选择膜是否从主基体部发生了剥离。



1. 一种电解液分析装置, 是测定电解液中包含的离子的浓度的电解液分析装置, 其特征在于, 具备:

基板, 其在一个方向上从一端延伸到另一端;

主电极层, 其在上述基板的一对主面中的一个主面中包含主基体部和主延伸部, 上述主基体部关于上述一个方向设置在上述一端侧的特定区域, 上述主延伸部从该主基体部向上述另一端侧延伸;

离子选择膜, 其在上述特定区域中以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接设置, 具有选择性地使上述离子透过的性质; 以及

辅助电极层, 其在上述基板的上述一对主面中的上述一个主面或另一个主面中包含辅助基体部和辅助延伸部, 上述辅助基体部关于上述一个方向在上述一端侧设置在与上述特定区域不同的辅助区域, 上述辅助延伸部从该辅助基体部向上述另一端侧延伸,

上述辅助电极层是与上述主电极层分开配置的,

上述电解液分析装置具备剥离判定部, 上述剥离判定部在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下, 经由上述主延伸部取得上述主基体部的电位, 并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部的电位, 基于所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差, 判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

2. 根据权利要求1所述的电解液分析装置, 其中,

构成上述主基体部的导电性材料与构成上述辅助基体部的导电性材料相同。

3. 根据权利要求1或2所述的电解液分析装置, 其中,

上述剥离判定部基于上述电位差是否低于预定的阈值来判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

4. 根据权利要求1至3中的任意一项所述的电解液分析装置, 其中,

具备通知部, 当判定为上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离时, 上述通知部对发生了上述离子选择膜的剥离这一异常进行通知。

5. 根据权利要求1至4中的任意一项所述的电解液分析装置, 其中,

具备第一运算部, 当判定为上述离子选择膜未从上述主基体部发生剥离时, 上述第一运算部以进行了该判定为触发, 基于上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差, 算出上述电解液中包含的上述离子的浓度。

6. 根据权利要求1至5中的任意一项所述的电解液分析装置, 其中,

上述电解液包含相互不同的第一离子种类和第二离子种类,

上述特定区域在上述一个主面中包含关于上述一个方向在上述一端侧相互分开设定的第一特定区域、第二特定区域,

上述主电极层在上述基板的上述一个主面中

包含第一主基体部和第一主延伸部, 上述第一主基体部设置在上述第一特定区域, 上述第一主延伸部从该第一主基体部向上述另一端侧延伸, 并且

包含第二主基体部和第二主延伸部, 上述第二主基体部设置在上述第二特定区域, 上述第二主延伸部从该第二主基体部向上述另一端侧延伸,

上述第一主基体部和上述第一主延伸部是与上述第二主基体部和上述第二主延伸部分开配置的,

上述离子选择膜包含：

第一离子选择膜，其在上述第一特定区域中以覆盖上述第一主基体部的方式与上述第一主基体部相接设置，具有选择性地使上述第一离子种类透过的性质；以及

第二离子选择膜，其在上述第二特定区域中以覆盖上述第二主基体部的方式与上述第二主基体部相接设置，具有选择性地使上述第二离子种类透过的性质，

上述剥离判定部

在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下，分别经由上述第一主延伸部、上述第二主延伸部取得上述第一主基体部所示的第一电位、上述第二主基体部所示的第二电位，并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部所示的第三电位，

基于所取得的上述第一电位与上述第三电位之间的电位差，判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离，并且基于所取得的上述第二电位与上述第三电位之间的电位差，判定上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。

7. 根据权利要求6所述的电解液分析装置，其中，

具备第二运算部，当判定为上述第一离子选择膜未从上述第一主基体部发生剥离且上述第二离子选择膜未从上述第二主基体部发生剥离时，上述第二运算部以进行了该判定为触发，基于上述第一电位与上述第二电位之间的电位差，算出上述电解液中包含的上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。

8. 根据权利要求7所述的电解液分析装置，其中，

具备：试验片，其具备上述基板、上述主电极层、上述离子选择膜以及上述辅助电极层；以及

主体，其以能装拆的方式安装上述试验片，

上述主体

具备连接器，上述连接器具有当被插入了上述试验片的上述另一端侧时分别与上述第一主延伸部、上述第二主延伸部、上述辅助延伸部对应地接触的第一接触电极、第二接触电极、第三接触电极，并且

上述主体搭载有上述剥离判定部和上述第二运算部。

9. 根据权利要求8所述的电解液分析装置，其中，

上述主体具备：

配线组，其用于将上述连接器的上述第一接触电极、上述第二接触电极、上述第三接触电极与上述剥离判定部及上述第二运算部连接；

切换开关，其介插于上述配线组；以及

切换控制部，

上述切换控制部控制上述切换开关，

为了上述剥离判定部，按顺序建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第一连接状态、以及将上述第二接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第二连接状态，而且，

为了上述第二运算部，建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第二接触电极经由上述配线组电连接到上述第二运算部的第三连接状态。

10. 根据权利要求1至9中的任意一项所述的电解液分析装置，其中，

上述辅助电极层设置在上述一对主面中的上述一个主面。

11. 一种电解液分析方法, 是测定电解液中包含的离子的浓度的电解液分析方法, 其特征在于, 具备:

基板, 其在一个方向上从一端延伸到另一端;

主电极层, 其在上述基板的一对主面中的一个主面中包含主基体部和主延伸部, 上述主基体部关于上述一个方向设置在上述一端侧的特定区域, 上述主延伸部从该主基体部向上述另一端侧延伸;

离子选择膜, 其在上述特定区域中以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接设置, 具有选择性地使上述离子透过的性质; 以及

辅助电极层, 其在上述基板的上述一对主面中的上述一个主面或另一个主面中包含辅助基体部和辅助延伸部, 上述辅助基体部关于上述一个方向在上述一端侧设置在与上述特定区域不同的辅助区域, 上述辅助延伸部从该辅助基体部向上述另一端侧延伸,

上述辅助电极层是与上述主电极层分开配置的,

上述电解液分析方法

在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下, 经由上述主延伸部取得上述主基体部的电位, 并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部的电位,

基于所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差, 判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

电解液分析装置和电解液分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及测定电解液中包含的离子的浓度的电解液分析装置和电解液分析方法。

背景技术

[0002] 以往,作为这种电解液分析用装置,例如已知如专利文献1(日本专利第6127460号说明书)所公开的那样具备传感器头和安装上述传感器头的主体的装置。上述传感器头在基板上具有:第一离子选择电极,其选择第一离子种类,产生与该第一离子种类的浓度相应的电位;以及第二离子选择电极,其选择第二离子种类,产生与该第二离子种类的浓度相应的电位。上述主体搭载有CPU。在上述主体安装有上述传感器头的状态下,电解液(浓度比已知的标准液或尿等测定对象液)与上述传感器头中的设置有第一、第二离子选择电极的区域“接触”,由上述CPU算出上述第一离子选择电极与第二离子选择电极之间的电位差作为上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。

[0003] 上述第一离子选择电极包括:第一电极层,其具有导电性;以及第一离子选择膜,其以覆盖该第一电极层的方式与第一电极层相接设置。上述第二离子选择电极包括:第二电极层,其具有导电性;以及第二离子选择膜,其以覆盖该第二电极层的方式与第二电极层相接设置。在典型的例子中,上述第一离子选择膜具有不使水分通过而选择性地使作为第一离子的钠离子(Na^+)透过的性质。上述第二离子选择膜具有不使水分通过而选择性地使作为第二离子的钾离子(K^+)透过的性质。上述第一、第二离子选择膜是将分别包含特定的有机材料的溶液分别滴加到第一、第二电极层上并分别使其自然干燥而形成的。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本专利第6127460号说明书

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 然而,在用户对上述传感器头进行了不适当的处置等情况(例如,摩擦了上述第一、第二离子选择膜的情况)下,可能会发生上述第一、第二离子选择膜的一部分或全部从上述第一、第二电极层剥离这样的事态。

[0009] 在此,通常上述第一、第二离子选择膜的颜色是透明的。另外,上述传感器头预定在使用完就废弃掉而构成为小型的,在专利文献1中,上述第一、第二离子选择膜的直径设定为数mm左右。因此,例如存在如下问题:用户通过目视难以判别上述第一、第二离子选择膜是否从上述第一、第二电极层发生了剥离。这样,在不清楚上述第一、第二离子选择膜是否发生了剥离的状态下进行了测定的情况下,会对测定结果的可靠性产生疑问。

[0010] 因此,本发明的课题在于提供一种能够判定离子选择膜是否从基底的电极层发生了剥离的电解液分析装置和电解液分析方法。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 为了解决上述问题,本公开的电解液分析装置

[0013] 是测定电解液中包含的离子的浓度的电解液分析装置,其特征在于,具备:

[0014] 基板,其在一个方向上从一端延伸到另一端;

[0015] 主电极层,其在上述基板的一对主面中的一个主面中包含主基体部和主延伸部,上述主基体部关于上述一个方向设置在上述一端侧的特定区域,上述主延伸部从该主基体部向上述另一端侧延伸;

[0016] 离子选择膜,其在上述特定区域中以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接设置,具有选择性地使上述离子透过的性质;以及

[0017] 辅助电极层,其在上述基板的上述一对主面中的上述一个主面或另一个主面中包含辅助基体部和辅助延伸部,上述辅助基体部关于上述一个方向在上述一端侧设置在与上述特定区域不同的辅助区域,上述辅助延伸部从该辅助基体部向上述另一端侧延伸,

[0018] 上述辅助电极层是与上述主电极层分开配置的,

[0019] 上述电解液分析装置具备剥离判定部,上述剥离判定部在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下,经由上述主延伸部取得上述主基体部的电位,并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部的电位,基于所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差,判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

[0020] 在此,“电解液”泛指包含至少1个离子种类的液体。

[0021] 基板的“一对主面”是指在空间上扩展的板面(例如,表面和背面),与端面不同。

[0022] “一端侧”是指关于上述一个方向离一端和另一端中的上述一端近的一侧。另外,“另一端侧”是指关于上述一个方向离一端和另一端中的上述另一端近的一侧。

[0023] 离子选择膜“选择性地使离子透过的性质”是指不使水分通过而选择性地使特定的离子种类透过的性质。作为该性质,例如可以举出不使水分通过而选择性地使钠离子(Na^+)透过的性质、或者不使水分通过而选择性地使钾离子(K^+)透过的性质等。

[0024] 为了使电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式“接触”,用户(典型地为受试者)可以将上述电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式洒下,也可以使上述基板的上述一端侧浸渍在上述电解液中。

[0025] 上述离子选择膜从上述主基体部“发生了剥离”是指上述离子选择膜未以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接,不仅包含上述离子选择膜的全部从上述主基体部发生了剥离的样态,还包含上述离子选择膜的一部分从上述主基体部发生了剥离的样态。此外,在无“剥离”的情况下,例如当电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触时,上述电解液不会与上述主基体部直接接触。另一方面,在有“剥离”的情况下,当电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触时,上述电解液会与上述主基体部直接接触。

[0026] 在本公开的电解液分析装置中,在使用时,电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触。于是,上述电解液会以将上述主基体部上的离子选择膜(若存在的话)与上述辅助基体部一体地覆盖的方式接触。在该状态下,上述剥离判定部经由上述主延伸部取得上述主基体部的电位,并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部的电位。在此,作为现象,若上述离子选择膜以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接(即,若无上述离子选择膜的“剥离”),则在所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间会产

生与上述离子选择膜的性质(选择性地使上述离子透过的性质)相应的电位差。另一方面,若上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离(只要上述离子选择膜有一部分发生了剥离),则在所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间不会产生这样的电位差。因此,上述剥离判定部基于所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差,判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。具体地说,若在所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间产生了与上述离子选择膜的性质(选择性地使上述离子透过的性质)相应的电位差,则上述剥离判定部判定为上述离子选择膜在与上述主基体部相接的状态下覆盖着上述主基体部、即上述离子选择膜未从上述主基体部发生剥离(无膜剥离)。另一方面,若在所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间没有产生这样的电位差,则上述剥离判定部判定为上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离(有膜剥离)。这样,在该电解液分析装置中,能够判定上述离子选择膜是否从上述主基体部、即基底的电极层发生了剥离。并且,能够在确认了无膜剥离后测定上述电解液中包含的离子的浓度。因而,能够提高测定结果的可靠性。

[0027] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0028] 构成上述主基体部的导电性材料与构成上述辅助基体部的导电性材料相同。

[0029] 在该一实施方式的电解液分析装置中,由于构成上述主基体部的导电性材料与构成上述辅助基体部的导电性材料相同,所以只要上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离(只要上述离子选择膜有一部分发生了剥离),所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差实质上就为零。因而,能够精度良好地判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

[0030] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0031] 上述剥离判定部基于上述电位差是否低于预定的阈值来判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

[0032] 在该一实施方式的电解液分析装置中,上述剥离判定部基于上述电位差是否低于预定的阈值来判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。因而,能够以简单的处理进行判定。

[0033] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0034] 具备通知部,当判定为上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离时,上述通知部对发生了上述离子选择膜的剥离这一异常进行通知。

[0035] 在该一实施方式的电解液分析装置中,当判定为上述离子选择膜从上述主基体部发生了剥离时,通知部对发生了上述离子选择膜的剥离这一异常进行通知。因而,用户能够知道由于上述离子选择膜发生了剥离所以不能进行正常的测定这一情况。此时,优选该电解液分析装置不进行离子浓度的测定。

[0036] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0037] 具备第一运算部,当判定为上述离子选择膜未从上述主基体部发生剥离时,上述第一运算部以进行了该判定为触发,基于上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差,算出上述电解液中包含的上述离子的浓度。

[0038] 在该一实施方式的电解液分析装置中,当判定为上述离子选择膜未从上述主基体部发生剥离时,第一运算部以进行了该判定为触发,基于上述主基体部的电位与上述辅助

基体部的电位之间的电位差,算出上述电解液中包含的上述离子的浓度。这样,在确认为上述离子选择膜未从上述主基体部发生剥离后进行了测定的情况下,能够提高测定结果(离子浓度)的可靠性。

[0039] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0040] 上述电解液包含相互不同的第一离子种类和第二离子种类,

[0041] 上述特定区域在上述一个主面中包含关于上述一个方向在上述一端侧相互分开设定的第一特定区域、第二特定区域,

[0042] 上述主电极层在上述基板的上述一个主面中

[0043] 包含第一主基体部和第一主延伸部,上述第一主基体部设置在上述第一特定区域,上述第一主延伸部从该第一主基体部向上述另一端侧延伸,并且

[0044] 包含第二主基体部和第二主延伸部,上述第二主基体部设置在上述第二特定区域,上述第二主延伸部从该第二主基体部向上述另一端侧延伸,

[0045] 上述第一主基体部和上述第一主延伸部是与上述第二主基体部和上述第二主延伸部分开配置的,

[0046] 上述离子选择膜包含:

[0047] 第一离子选择膜,其在上述第一特定区域中以覆盖上述第一主基体部的方式与上述第一主基体部相接设置,具有选择性地使上述第一离子种类透过的性质;以及

[0048] 第二离子选择膜,其在上述第二特定区域中以覆盖上述第二主基体部的方式与上述第二主基体部相接设置,具有选择性地使上述第二离子种类透过的性质,

[0049] 上述剥离判定部

[0050] 在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下,分别经由上述第一主延伸部、上述第二主延伸部取得上述第一主基体部所示的第一电位、上述第二主基体部所示的第二电位,并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部所示的第三电位,

[0051] 基于所取得的上述第一电位与上述第三电位之间的电位差,判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离,并且基于所取得的上述第二电位与上述第三电位之间的电位差,判定上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。

[0052] 在该一实施方式的电解液分析装置中,在使用时,电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触。于是,上述电解液会以将上述第一主基体部上的第一离子选择膜(若存在的话)、上述第二主基体部上的第二离子选择膜(若存在的话)以及上述辅助基体部一体地覆盖的方式接触。在该状态下,上述剥离判定部分别经由上述第一主延伸部、上述第二主延伸部取得上述第一主基体部所示的第一电位、上述第二主基体部所示的第二电位,并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部所示的第三电位。在此,作为现象,若上述第一离子选择膜以覆盖上述第一主基体部的方式与上述第一主基体部相接(即,若无上述第一离子选择膜的“剥离”),则在所取得的上述第一电位与上述第三电位之间会产生与上述第一离子选择膜的性质(选择性地使上述第一离子种类透过的性质)相应的电位差。另一方面,若上述第一离子选择膜从上述第一主基体部发生了剥离(只要上述第一离子选择膜有一部分发生了剥离),则在所取得的上述第一电位与上述第三电位之间不会产生这样的电位差。另外,若上述第二离子选择膜以覆盖上述第二主基体部的方式与上述第二主基体部相接(即,若无上述第二离子选择膜的“剥离”),则在所取得的上述第二电位与上述第三电位之

间会产生与上述第二离子选择膜的性质(选择性地使上述第二离子种类透过的性质)相应的电位差。另一方面,若上述第二离子选择膜从上述第二主基体部发生了剥离(只要上述第二离子选择膜有一部分发生了剥离),则在所取得的上述第二电位与上述第三电位之间不会产生这样的电位差。因此,上述剥离判定部基于所取得的上述第一电位与上述第三电位之间的电位差,判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离,并且基于所取得的上述第二电位与上述第三电位之间的电位差判定上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。具体地说,若在所取得的上述第一电位与上述第三电位之间产生了与上述第一离子选择膜的性质(选择性地使上述第一离子种类透过的性质)相应的电位差,则上述剥离判定部判定为上述第一离子选择膜在与上述第一主基体部相接的状态下覆盖着上述第一主基体部、即上述第一离子选择膜未从上述第一主基体部发生剥离。另一方面,若在所取得的上述第一电位与上述第三电位之间没有产生这样的电位差,则上述剥离判定部判定为上述第一离子选择膜从上述第一主基体部发生了剥离。与此同时,若在所取得的上述第二电位与上述第三电位之间产生了与上述第二离子选择膜的性质(选择性地使上述第二离子种类透过的性质)相应的电位差,则上述剥离判定部判定为上述第二离子选择膜在与上述第二主基体部相接的状态下覆盖着上述第二主基体部、即上述第二离子选择膜未从上述第二主基体部发生剥离。另一方面,若在所取得的上述第二电位与上述第三电位之间没有产生这样的电位差,则上述剥离判定部判定为上述第二离子选择膜从上述第二主基体部发生了剥离。这样,在该电解液分析装置中,能够判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离、以及上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。

[0053] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0054] 具备第二运算部,当判定为上述第一离子选择膜未从上述第一主基体部发生剥离且上述第二离子选择膜未从上述第二主基体部发生剥离时,上述第二运算部以进行了该判定为触发,基于上述第一电位与上述第二电位之间的电位差,算出上述电解液中包含的上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。

[0055] 在该一实施方式的电解液分析装置中,当判定为上述第一离子选择膜未从上述第一主基体部发生剥离且上述第二离子选择膜未从上述第二主基体部发生剥离时,第二运算部以进行了该判定为触发,基于上述第一电位与上述第二电位之间的电位差,算出上述电解液中包含的上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。这样,在确认为上述第一、第二离子选择膜分别未从上述第一、第二主基体部发生剥离后进行了测定的情况下,能够提高测定结果(上述浓度比)的可靠性。

[0056] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0057] 具备:试验片,其具备上述基板、上述主电极层、上述离子选择膜以及上述辅助电极层;以及

[0058] 主体,其以能装拆的方式安装上述试验片,

[0059] 上述主体

[0060] 具备连接器,上述连接器具有当被插入了上述试验片的上述另一端侧时分别与上述第一主延伸部、上述第二主延伸部、上述辅助延伸部对应地接触的第一接触电极、第二接触电极、第三接触电极,并且

[0061] 上述主体搭载有上述剥离判定部和上述第二运算部。

[0062] 在该一实施方式的电解液分析装置中,具备上述试验片和以能装拆的方式安装上述试验片的主体。在此,当上述试验片的上述另一端侧被插入到上述主体的上述连接器时,上述连接器的上述第一接触电极、上述第二接触电极、上述第三接触电极分别与上述试验片的上述第一主延伸部、上述第二主延伸部、上述辅助延伸部对应地接触。因而,上述剥离判定部能够分别经由上述第一接触电极、上述第二接触电极、上述第三接触电极取得上述第一电位、上述第二电位、上述第三电位。另外,上述剥离判定部能够基于所取得的上述第一电位与上述第三电位之间的电位差判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离,并且基于所取得的上述第二电位与上述第三电位之间的电位差判定上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。而且,上述第二运算部能够基于上述第一电位与上述第二电位之间的电位差算出上述电解液中包含的上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。另外,在该一实施方式的电解液分析装置中,由于具备上述试验片和以能装拆的方式安装上述试验片的主体,所以能采取在使用了某个试验片后将其废弃掉、将新的试验片安装到上述主体这样的使用样态。

[0063] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0064] 上述主体具备:

[0065] 配线组,其用于将上述连接器的上述第一接触电极、上述第二接触电极、上述第三接触电极与上述剥离判定部及上述第二运算部连接;

[0066] 切换开关,其介插于上述配线组;以及

[0067] 切换控制部,

[0068] 上述切换控制部控制上述切换开关,

[0069] 为了上述剥离判定部,按顺序建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第一连接状态、以及将上述第二接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第二连接状态,而且,

[0070] 为了上述第二运算部,建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第二接触电极经由上述配线组电连接到上述第二运算部的第三连接状态。

[0071] 在该一实施方式的电解液分析装置中,上述控制部控制上述切换开关,为了上述剥离判定部,按顺序建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第一连接状态、以及将上述第二接触电极和上述第三接触电极经由上述配线组电连接到上述剥离判定部的第二连接状态期间。因而,在上述第一连接状态中,上述剥离判定部能够分别经由上述第一接触电极、上述第三接触电极取得上述第一电位、上述第三电位,基于所取得的上述第一电位与上述第三电位之间的电位差来判定上述第一离子选择膜是否从上述第一主基体部发生了剥离。接着,在上述第二连接状态中,上述剥离判定部能够分别经由上述第二接触电极、上述第三接触电极取得上述第二电位、上述第三电位,基于所取得的上述第二电位与上述第三电位之间的电位差来判定上述第二离子选择膜是否从上述第二主基体部发生了剥离。而且,上述控制部控制上述切换开关,为了上述第二运算部,建立将上述连接器的上述第一接触电极和上述第二接触电极经由上述配线组电连接到上述第二运算部的第三连接状态。因而,在上述第三连接状态中,上

述第二运算部能够分别经由上述第一接触电极、上述第二接触电极取得上述第一电位、上述第二电位,基于所取得的上述第一电位与上述第二电位之间的电位差来算出上述电解液中包含的上述第一离子种类与上述第二离子种类之间的浓度比。

[0072] 根据一实施方式的电解液分析装置,其特征在于,

[0073] 上述辅助电极层设置在上述一对主面中的上述一个主面。

[0074] 在该一实施方式的电解液分析装置中,上述辅助电极层设置在上述一对主面中的上述一个主面。因而,在该电解液分析装置的制造阶段形成电极层时,能通过例如丝网印刷法在上述一个主面上同时形成上述主电极层和上述辅助电极层。另外,在使用该电解液分析装置时,当用户使电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触时,只要使电解液仅与上述一个主面接触,就能由上述剥离判定部判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

[0075] 在别的方面中,本公开的电解液分析方法

[0076] 是测定电解液中包含的离子的浓度的电解液分析方法,其特征在于,具备:

[0077] 基板,其在一个方向上从一端延伸到另一端;

[0078] 主电极层,其在上述基板的一对主面中的一个主面中包含主基体部和主延伸部,上述主基体部关于上述一个方向设置在上述一端侧的特定区域,上述主延伸部从该主基体部向上述另一端侧延伸;

[0079] 离子选择膜,其在上述特定区域中以覆盖上述主基体部的方式与上述主基体部相接设置,具有选择性地使上述离子透过的性质;以及

[0080] 辅助电极层,其在上述基板的上述一对主面中的上述一个主面或另一个主面中包含辅助基体部和辅助延伸部,上述辅助基体部关于上述一个方向在上述一端侧设置在与上述特定区域不同的辅助区域,上述辅助延伸部从该辅助基体部向上述另一端侧延伸,

[0081] 上述辅助电极层是与上述主电极层分开配置的,

[0082] 上述电解液分析方法

[0083] 在电解液以覆盖上述基板的上述一端侧的方式接触的状态下,经由上述主延伸部取得上述主基体部的电位,并且经由上述辅助延伸部取得上述辅助基体部的电位,

[0084] 基于所取得的上述主基体部的电位与上述辅助基体部的电位之间的电位差,判定上述离子选择膜是否从上述主基体部发生了剥离。

[0085] 根据本公开的电解液分析方法,能够判定上述离子选择膜是否从上述主基体部、即基底的电极层发生了剥离。

[0086] 发明效果

[0087] 如从以上可明确的那样,根据本公开的电解液分析装置和电解液分析方法,能够判定离子选择膜是否从基底的电极层发生了剥离。

附图说明

[0088] 图1的(A)是示出作为本发明的一实施方式的电解液分析装置的电化学传感器的概略构成的图。图1的(B)是示意性地示出从斜向观看上述电解液分析装置的主体时的图。

[0089] 图2的(A)是示出上述电化学传感器所包含的电解液分析用试验片的平面布局的图。图2的(B)是示意性地示出图2的(A)中的电解液分析用试验片的截面的图。

[0090] 图3是示出上述电化学传感器的模块构成的图。

[0091] 图4是示出作为用户的受试者使用上述电化学传感器测定作为电解液的尿中的钠离子、钾离子之间的浓度比的电解液分析方法的流程的图。

[0092] 图5的(A)是示出在上述电解液分析用试验片无膜剥离的情况下标准液以覆盖该试验片的一端侧的方式接触的样态的图。图5的(B)是例示在图5的(A)所示的样态的情况下的、钠离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化、以及钾离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化变化的图。

[0093] 图6的(A)是示出在上述电解液分析用试验片有Na膜剥离但无K膜剥离的情况下标准液以覆盖该试验片的一端侧的方式接触的样态的图。图6的(B)是例示在图6的(A)所示的样态的情况下的、钠离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化、以及钾离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化变化的图。

[0094] 图7的(A)是示出在上述电解液分析用试验片有K膜剥离但无Na膜剥离的情况下标准液以覆盖该试验片的一端侧的方式接触的样态的图。图7的(B)是例示在图7的(A)所示的样态的情况下的、钠离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化、以及钾离子感应电极与辅助电极之间的电位差的变化变化的图。

[0095] 图8是例示在上述电解液分析方法的流程中从基于标准液的校正开始到尿测定完成为止的钠离子感应电极与钾离子感应电极之间的电位差的变化变化的图。

具体实施方式

[0096] 下面,参照附图详细说明本发明的实施方式。

[0097] (电化学传感器的概略构成)

[0098] 图1的(A)示出了作为本发明的一实施方式的电解液分析装置的电化学传感器90的概略构成。此外,为了易于理解,除了图1的(A)之外,在后述的图1的(B)、图2的(A)、图2的(B)中也一并图示了XYZ正交坐标系。

[0099] 该电化学传感器90大体具备电解液分析用试验片(以下简称为“试验片”)30和要被安装该试验片30的主体10。该试验片30用于测定在测定对象的电解液中包含的第一离子种类与第二离子种类之间的浓度比。在该例中,测定对象的电解液为尿,第一离子种类为钠离子,另外,第二离子种类为钾离子。另外,作为用于校正的电解液,使用以预定的浓度比(即Na/K比)包含钠离子和钾离子的标准液。

[0100] (试验片的构成)

[0101] 图2的(A)示出了试验片30的平面布局。另外,图2的(B)示意性地示出了图2的(A)中的截面、特别是电极部分的截面。如通过这些图可知的那样,试验片30具备:一个基板31,其在作为一个方向的X方向上从一端31e细长地延伸到另一端31f;作为第一离子感应电极的钠离子感应电极41,其在作为基板31的一个主面的表面31a中关于X方向设置在一端31e侧的圆形的第一特定区域51w1;作为第二离子感应电极的钾离子感应电极42,其设置在比第一特定区域51w1离一端31e近的圆形的第二特定区域51w2;以及第一主电极层43、第二主电极层44,其分别从这些钠离子感应电极41、钾离子感应电极42向另一端31f侧延伸。

[0102] 此外,“一端31e侧”是指关于X方向离一端31e和另一端31f中的一端31e近的一侧。另外,“另一端31f侧”是指关于X方向离一端31e和另一端31f中的另一端31f近的一侧。

[0103] 第一主电极层43具有:作为第一主基体部的圆形的基体部43a,其设置在第一特定区域51w1;引线部43b,其从该基体部43a向另一端31f侧细长地延伸;以及电极焊盘部43c,其与该引线部43b相连地设置在另一端31f侧,宽度比引线部43b的宽度宽。引线部43b和电极焊盘部43c构成了第一主延伸部。第二主电极层44具有:作为第二主基体部的圆形的基体部44a,其设置在第二特定区域51w2;引线部44b,其从该基体部44a向另一端31f侧细长地延伸;以及电极焊盘部44c,其与该引线部44b相连地设置在另一端31f侧,宽度比引线部44b的宽度宽。引线部44b和电极焊盘部44c构成了第二主延伸部。第一主电极层43与第二主电极层44相互分开配置。

[0104] 如根据图2的(B)可知的那样,钠离子感应电极41包括:第一主电极层43的基体部43a;以及作为第一离子选择膜的钠离子选择膜41i,其以覆盖该基体部43a的方式与基体部43a相接设置。钾离子感应电极42包括:第二主电极层44的基体部44a;以及作为第二离子选择膜的钾离子选择膜42i,其以覆盖该基体部44a的方式与基体部44a相接设置。钠离子感应电极41、钾离子感应电极42与测定对象的电解液(在该例中为尿)接触,分别产生与钠离子的浓度相应的第一电位(将其设为 E_1)、与钾离子的浓度相应的第二电位(将其设为 E_2)。

[0105] 而且,如图2的(A)所示,试验片30在基板31的表面31a具备与第一主电极层43、第二主电极层44分开配置的辅助电极层48。辅助电极层48具有:作为辅助基体部的辅助电极46,其设置在圆形的辅助区域51w3;引线部48b,其从该辅助电极46向另一端31f侧细长地延伸;以及电极焊盘部48c,其与该引线部48b相连地设置在另一端31f侧,宽度比引线部48b的宽度宽。在该例中,辅助电极46与标准液(或尿)接触而产生第三电位(将其设为 E_3)。

[0106] 在该例中,辅助区域51w3在基板31的表面31a中配置在关于X方向相当于一端31e与第二特定区域51w2之间、并且关于宽度方向(Y方向)相当于第一特定区域51w1与第二特定区域51w2之间的位置。

[0107] 与此相应地,在基板31的表面31a中,引线部43b、48b、44b从+Y侧向-Y侧按该顺序相互分开排列。与此对应地,电极焊盘部43c、48c、44c沿着基板31的另一端31f按该顺序相互分开排列。

[0108] 在基板31的表面31a设置有作为保护层的绝缘膜51。绝缘膜51关于X方向覆盖从一端31e大致到达电极焊盘部43c、48c、44c的范围。因而,引线部43b、48b、44b分别被绝缘膜51保护。另一方面,电极焊盘部43c、48c、44c是从绝缘膜51露出的,被与后述的主体的连接器电连接。

[0109] 在基板31的表面31a上,绝缘膜51在该例中具有分别划定上述的第一特定区域51w1、第二特定区域51w2、辅助区域51w3的在厚度方向(Z方向)上贯通的4个圆形的开口(分别用与划定的区域相同的附图标记51w1、51w2、51w3表示)。钠离子感应电极41、钾离子感应电极42的有效区域(发挥功能的区域)分别由开口51w1、51w2的尺寸(在该例中分别为直径约4mm)划定。在该例中,开口51w3的尺寸也设定为直径约4mm。

[0110] 基板31包括PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、玻璃、硅、聚酰亚胺膜、玻璃环氧树脂、聚碳酸酯或丙烯酸等绝缘性材料。因而,表面31a(和背面31b)也具有绝缘性。作为基板31的尺寸,在该例中,设定成X方向(长边方向)尺寸为60~100mm左右,Y方向(宽度方向)尺寸为15~30mm左右,Z方向(厚度方向)尺寸为200 μ m左右。

[0111] 第一主电极层43、第二主电极层44、辅助电极层48包括Pt、Ag、Au、Ir、C或 IrO_2 等相

互相同的导电性材料。第一主电极层43、第二主电极层44、辅助电极层48的厚度均为10 μ m左右。

[0112] 绝缘膜51包括光固化型或热固化型绝缘性抗蚀剂、或者具有绝缘性的密封件、片材、带材等。绝缘膜51的厚度为30 μ m~100 μ m左右。

[0113] 作为用于形成钠离子选择膜41i的材料液,在该例中,使用将Bis(12-crown-4)、聚氯乙烯(PVC)、2-硝基苯基辛基醚(NPOE)、四(4-氯苯基)硼酸钾(K-TCPB)溶解于四氢呋喃(THF)而成的溶液。作为用于形成钾离子选择膜42i的材料液,在该例中,使用将Bis(benzo-15-crown-5)、PVC、NPOE、K-TCPB溶解于THF而成的溶液。这些材料液是在制造阶段被干燥并被固化的。

[0114] 试验片30的制造工序例如是下面这样的工序。首先,在基板31的表面31a上通过例如丝网印刷法同时形成第一主电极层43、第二主电极层44、辅助电极层48。接着,在其上通过例如丝网印刷法形成绝缘膜51。此时,绝缘膜51形成为使电极焊盘部43c、48c、44c露出、并且具有3个开口51w1、51w2、51w3而使第一主电极层43的基体部43a、第二主电极层44的基体部44a、辅助电极46分别露出的状态。接着,在基板31的表面31a的开口51w1通过例如喷墨印刷法涂布用于形成钠离子选择膜41i的材料液。然后,使涂布后的材料液干燥并固化,在与开口51w1对应的区域形成钠离子选择膜41i。由基体部43a和钠离子选择膜41i构成钠离子感应电极41。接着,在基板31的表面31a的开口51w2,通过例如喷墨印刷法涂布用于形成钾离子选择膜42i的材料液。然后,使涂布后的材料液干燥并固化,在与开口51w2对应的区域形成钾离子选择膜42i。由基体部44a和钾离子选择膜42i构成钾离子感应电极42。形成(固化)后的钠离子选择膜41i、钾离子选择膜42i的颜色是透明的。

[0115] (主体的构成)

[0116] 图1的(B)示意性地示出了从斜向观看电化学传感器90的主体10时的情况。在该例中,主体10具有要由用户的手把持的细长的棱柱状的外形。其结果是,该电化学传感器90构成为用户手持主体10进行使用的手持类型的装置。

[0117] 主体10具备:壳体10s,其构成大致棱柱状的外周壁;作为显示画面的显示部20,其设置在该壳体10s的前表面(+Z侧的面)10f的大致中央;操作部13,其在前表面10f上设置在比显示部20靠+X侧的位置;以及连接器21,其设置在壳体10s的-X侧的端面10t。显示部20在该例中包括LCD(液晶显示元件),显示后述的控制部11(参照图3)的运算结果等各种信息。操作部13在该例中包括3个按钮开关,即包括:电源开关13a,其用于将电化学传感器90的电源接通、关断;校正开关13b,其用于输入通过具有钠离子、钾离子之间的已知的浓度比的电解液(标准液)开始校正的指示;以及测定开关13c,其用于输入开始算出作为测定对象液的尿中的钠离子、钾离子之间的浓度比的指示。

[0118] 连接器21为了以能装拆的方式接纳试验片30而具有朝向-X侧开放的槽22。在槽22内,在分别与试验片30的电极焊盘部43c、48c、44c对应的位置设置有包括弯曲成L字状的板簧的3个接触电极21a、21c、21b。将这些接触电极适当地称为第一接触电极21a、第三接触电极21c、第二接触电极21b。如图1的(A)中所示的那样,当用户将试验片30的另一端31f按箭头X1所示的朝向插入到槽22内时,电极焊盘部43c、48c、44c会分别与对应的接触电极21a、21c、21b接触而导通。其结果是,试验片30的钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 、钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 能分别经由第一主电极层43、第二主电极层44传递到第一接

触电极21a、第二接触电极21b并输入到主体10。另外,辅助电极46产生的第三电位 E_3 能经由辅助电极层48(特别是引线部48b和电极焊盘部48c)传递到第三接触电极21c并输入到主体10。

[0119] 如图3所示,在主体10中,除了上述的显示部20、操作部13、连接器21之外,还搭载并收纳有控制部11、电位差测量部12、剥离检测部14、存储部18、通信部19以及电源部25。控制部11包括MCU(Micro Controller Unit:微控制单元),MCU包含通过软件进行动作的CPU(Central Processing Unit:中央处理单元),控制部11如后述那样控制整个电化学传感器90的动作。电位差测量部12具有2个输入部12a、12b,将这些输入部12a、12b之间的电位差放大并输入到控制部11。同样地,剥离检测部14具有2个输入部14a、14b,将这些输入部14a、14b之间的电位差放大并输入到控制部11。存储部18包括半导体存储器,存储用于控制电化学传感器90的程序的数据、用于设定电化学传感器90的各种功能的设定数据、以及测定值的数据等。另外,存储部18被用作执行程序时的工作存储器等。通信部19将来自控制部11的信息(在该例中为测定值数据)经由网络900向其它装置(例如服务器)发送。另外,将来自其它装置的信息经由网络900接收并交付给控制部11。电源部25向控制部11、显示部20、电位差测量部12、剥离检测部14、存储部18、通信部19、其它主体10内的各部分供应电力。

[0120] 而且,在主体10中,搭载并收纳有用于将连接器21的3个接触电极21a、21c、21b与电位差测量部12及剥离检测部14连接的配线组71、以及在配线组71中介插于配线组的切换开关80。配线组71包括:配线71a、71c、71b,其分别对应地电连接到连接器21的3个接触电极21a、21c、21b;以及配线71u、71v、71w、71x,其分别对应地电连接到电位差测量部12的输入部12a、12b和剥离检测部14的输入部14a、14b。此外,配线71c与配线71x是共用的1个配线。

[0121] 在该例中,切换开关80具有通过来自控制部11的切换控制信号Ctrl而相互独立地切换的2个开关部80a、80b。在该例中,开关部80a在对配线71a与配线71u之间建立导通路径81的正常位置(用实线示出)和对配线71a与配线71w之间建立导通路径82的激活位置(用虚线示出)之间进行切换。另外,开关部80b在对配线71b与配线71v之间建立导通路径83的正常位置(用实线示出)和对配线71b与配线71w之间建立导通路径84的激活位置(用虚线示出)之间进行切换。在该例中,预定有开关部80a位于激活位置且开关部80b位于正常位置的第一连接状态、开关部80a位于正常位置且开关部80b位于激活位置的第二连接状态、以及2个开关部80a、80b都位于正常位置的第三连接状态。此外,在该电化学传感器90中,未预定2个开关部80a、80b都位于激活位置的连接状态。

[0122] (第一连接状态)

[0123] 在开关部80a位于激活位置且开关部80b位于正常位置的第一连接状态中,连接器21的接触电极21a经由配线71a、导通路径82、配线71w电连接到剥离检测部14的输入部14a。连接器21的接触电极21c经由配线71c(即配线71x)电连接到剥离检测部14的输入部14b。因而,剥离检测部14能够在输入部14a接受钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 ,并且在输入部14b接受辅助电极46产生的第三电位 E_3 ,将第一电位 E_1 与第三电位 E_3 之间的电位差(将其设为 ΔE_{13})放大并输入到控制部11。因此,如后述那样,控制部11能够作为剥离判定部而工作,基于该电位差 ΔE_{13} 判定构成钠离子感应电极41的钠离子选择膜41i是否从基体部43a发生了剥离。

[0124] (第二连接状态)

[0125] 在开关部80a位于正常位置且开关部80b位于激活位置的第二连接状态中,连接器21的接触电极21b经由配线71b、导通路径84、配线71w电连接到剥离检测部14的输入部14a。连接器21的接触电极21c经由配线71c(即配线71x)电连接到剥离检测部14的输入部14b。因而,剥离检测部14能够在输入部14a接受钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 并且在输入部14b接受辅助电极46产生的第三电位 E_3 ,将第二电位 E_2 与第三电位 E_3 之间的电位差(将其设为 ΔE_{23})放大并输入到控制部11。因此,如后述那样,控制部11能够作为剥离判定部而工作,基于该电位差 ΔE_{23} 判定构成钾离子感应电极42的钾离子选择膜42i是否从基体部44a发生了剥离。

[0126] 在此,控制部11判定有无钠离子选择膜41i的剥离(将其称为“Na膜剥离”)、有无钾离子选择膜42i的剥离(将其称为“K膜剥离”)的方法是基于本发明人通过实验确认到的下面这样的现象的。

[0127] 例如,假设如图5的(A)所示的那样,在试验片30无膜剥离。假设在该状态下,在该例中作为电解液的标准液以覆盖基板31的一端31e侧的方式、更详细地说以一体地覆盖至少包含辅助电极46、钠离子感应电极41以及钾离子感应电极42的区域A1(图5的(A)中用虚线示出)的方式接触。在此假设,标准液具有钠离子的浓度与钾离子的浓度之间的已知的浓度比 M_r (在该例中设为 $M_r=4.0$ 。以下同样。)。于是,作为现象,如图5的(B)所示,钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} (图5的(B)中用虚线示出。在图6的(B)、图7的(B)中同样。)会在从接触时起数秒(4秒~5秒)后收敛为与标准液所具有的钠离子的浓度相应的值(在该例中为约0.03[V])。另外,钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{23} (图5的(B)中用实线示出。在图6的(B)、图7的(B)中同样。)会在从接触时起数秒(4秒~5秒)后收敛为与标准液所具有的钾离子的浓度相应的值(在该例中为约0.18[V])。此外假设,噪声电平远小于0.01[V](以下同样)。

[0128] 取而代之,例如,假设如图6的(A)所示的那样,在试验片30具有Na膜剥离但无K膜剥离。由此,假设钠离子感应电极41的基体部43a是露出的。并假设在该状态下,作为电解液的标准液以覆盖基板31的一端31e侧(图6的(A)中用虚线所示的区域A1)的方式接触。于是,作为现象,如图6的(B)所示,钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} 会在从接触时起约2秒以内大致变为零($<0.01[V]$)。其原因是,钠离子感应电极41与辅助电极46之间通过标准液导通,且如已述那样第一主电极层43(包括基体部43a)与辅助电极层48(包括辅助电极46)是包括相互相同的导电性材料的。此外,该现象不仅在钠离子选择膜41i全部从基体部43a发生了剥离的样态中发生,在钠离子选择膜41i的一部分从基体部43a发生了剥离的样态中也同样发生。另一方面,钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{23} 与图5的(B)中所示的同样,会在从接触时起数秒(4秒~5秒)后收敛为与标准液所具有的钾离子之间的浓度相应的值(在该例中为约0.18[V])。

[0129] 另外,例如,假设如图7的(A)所示的那样,在试验片30有K膜剥离但无Na膜剥离。由此,假设钾离子感应电极42的基体部44a是露出的。并假设在该状态下,作为电解液的标准液以覆盖基板31的一端31e侧(图7的(A)中用虚线所示的区域A1)的方式接触。于是,作为现象,如图7的(B)所示,钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 与辅助电极46产生的第三电位 E_3

之间的电位差 ΔE_{23} 会在从接触时起约2秒内大致变为零 ($<0.01[V]$)。其原因是,钾离子感应电极42与辅助电极46之间通过标准液导通,且如已述那样第二主电极层44 (包括基体部44a) 与辅助电极层48 (包括辅助电极46) 是包括相互相同的导电性材料的。此外,该现象不仅在钾离子选择膜42i全部从基体部44a发生了剥离的样态中发生,在钾离子选择膜42i的一部分从基体部44a发生了剥离的样态中也同样发生。另一方面,钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} 与图5的 (B) 中所示的同样,会在从接触时起数秒 (4秒~5秒) 后收敛为与标准液所具有的钠离子的浓度相应的值 (在该例中为约0.03[V])。

[0130] 此外,在试验片30有Na膜剥离和K膜剥离这两者的情况下,电位差 ΔE_{13} 和电位差 ΔE_{23} 均在从接触时起约2秒以内大致变为零 ($<0.01[V]$)。

[0131] 将以上所述的各情况中的电位差 ΔE_{13} 、 ΔE_{23} 如下表1那样进行汇总。

[0132] (表1)

	电位差 (从与标准液的接触起5秒后)	
	ΔE_{13}	ΔE_{23}
[0133]	无膜剥离的情况	$\approx 0.03[V]$
	有Na膜剥离但无K膜剥离的情况	$< 0.01[V]$
	有K膜剥离但无Na膜剥离的情况	$\approx 0.18[V]$
	有Na膜剥离和K膜剥离这两者的情况	$< 0.01[V]$

[0134] 因而,控制部11能够作为剥离判定部而工作,例如基于从与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{13} 是否低于预定的阈值 ΔE_{th} (在该例中设为 $\Delta E_{th}=0.01[V]$) 来判定钠离子选择膜41i是否从基体部43a发生了剥离。同样地,能够基于与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{23} 是否低于阈值 ΔE_{th} ($=0.01[V]$) 来判定钾离子选择膜42i是否从基体部44a发生了剥离。这样,控制部11由于基于电位差 ΔE_{13} 、 ΔE_{23} 是否分别低于阈值 ΔE_{th} 来进行判定,所以能够以简单的处理进行判定。另外,在有Na膜剥离、K膜剥离的情况下,由于电位差 ΔE_{13} 、 ΔE_{23} 分别大致为零,所以能够精度良好地判定有无Na膜剥离、有无K膜剥离。

[0135] (第三连接状态)

[0136] 在图3中所示的切换开关80的2个开关部80a、80b都位于正常位置的第三连接状态中,连接器21的接触电极21a经由配线71a、导通路径81、配线71u电连接到电位差测量部12的输入部12a。与此同时,连接器21的接触电极21b经由配线71b、导通路径83、配线71v电连接到电位差测量部12的输入部12b。因而,电位差测量部12能够在输入部12a接受钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 , 并且在输入部12b接受钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 , 对第一电位 E_1 与第二电位 E_2 之间的电位差 (将其设为 ΔE) 进行放大。

[0137] 另外,控制部11能够作为第二运算部而工作,使用由电位差测量部12放大后的电位差 ΔE 算出测定对象的电解液(在该例中为尿)中包含的钠离子的浓度 C_1 与钾离子的浓度 C_2 之间的浓度比(C_1/C_2)。

[0138] 在该电化学传感器90中,测定对象液中包含的钠离子的浓度 C_1 与钾离子的浓度 C_2 之间的浓度比(C_1/C_2)通过下面这样的原理求出。在此,将钠离子感应电极41的灵敏度 S_1 、选择性 k_1 分别设为与钾离子感应电极42的灵敏度 S_2 、选择性 k_2 一致。即,设为 $S_1-S_2 \approx 0$,且 $k_1-k_2 \approx 0$ 。在该情况下,如专利文献1(日本专利第6127460号公报)所公开的那样,钠离子感应电极41与钾离子感应电极42之间的电位差 ΔE 如下式(Eq.1)那样被简化表示。

[0139] $\Delta E = E_1^0 - E_2^0 + S_1 \log(C_1/C_2) \cdots (\text{Eq. 1})$

[0140] 在此, $E_1^0 - E_2^0$ 是常数,是预先求出的。因而,若对于具有钠离子、钾离子之间的已知的浓度比 M_r 的电解液(标准液)测定 ΔE 来求出作为参数的灵敏度 S_1 ,则通过关于测定对象的电解液(在该例中为尿)测定电位差 ΔE ,能够基于式(Eq.1)算出测定对象的电解液中的钠离子、钾离子之间的浓度比 $M_s (=C_1/C_2)$ 。

[0141] (电解液分析方法)

[0142] 图4示出了作为用户的受试者使用电化学传感器90测定作为电解液的尿中的钠离子、钾离子之间的浓度比的电解液分析方法的流程。

[0143] 假设如图1中所示,用户预先将试验片30的另一端31f如用箭头X1所示那样插入到主体10的槽22并在主体10安装了试验片30。将该状态称为“安装状态”。如已述那样,在该安装状态下,试验片30的电极焊盘部43c、48c、44c分别与连接器21的接触电极21a、21c、21b接触而导通。

[0144] 接着,在该安装状态下,用户按下主体10的电源开关13a而将其接通(图4的步骤S101)。于是,图3中所示的电源部25开始向主体10内的各部供应电力。在该例中,控制部11使“ON”作为表示电源已被接通的字符串显示于显示部20。与此同时,控制部11通过切换控制信号Ctrl将切换开关80的开关部80a、80b都维持为正常位置。由此,在切换开关80中,导通路径81、83成为接通(被建立)的状态。

[0145] 接着,用户使作为电解液的标准液以覆盖试验片30(基板31)的一端31e侧(例如图5中用虚线所示的区域A1)的方式接触。在此,在该例中,由于钠离子感应电极41、钾离子感应电极42、辅助电极46都设置在基板31的表面31a,所以用户只要使标准液以覆盖基板31的表面31a的区域A1的方式接触即可(由此,能进行后续的处理)。此外,使标准液以覆盖区域A1的方式接触的操作例如可以是在试验片30的一端31e侧洒下标准液,也可以是使试验片30的一端31e侧浸渍在装于容器(未图示)的标准液中。然后,用户按下校正开关13b而将其接通(图4的步骤S102)。

[0146] 于是,控制部11作为切换控制部而工作,通过切换控制信号Ctrl控制图3中所示的切换开关80,将开关部80a切换为激活位置,并且将开关部80b维持为正常位置。由此,代替导通路径81而使导通路径82接通,并且维持导通路径83的接通,建立第一连接状态(图4的步骤S103)。在该第一连接状态中,连接器21的接触电极21a经由配线71a、导通路径82、配线71w电连接到剥离检测部14的输入部14a。连接器21的接触电极21c经由配线71c(即配线71x)电连接到剥离检测部14的输入部14b。因而,剥离检测部14在输入部14a接受钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 ,并且在输入部14b接受辅助电极46产生的第三电位 E_3 ,将第一

电位 E_1 与第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} 放大并输入到控制部11。控制部11在从校正开关13b的接通起经过5秒钟之前,等待电位差 ΔE_{13} (和后述 ΔE_{23})的收敛。

[0147] 接着,控制部11作为剥离判定部而工作,基于该电位差 ΔE_{13} ,判定构成钠离子感应电极41的钠离子选择膜41i是否从基体部43a发生了剥离、即是否有Na膜剥离(图4的步骤S104)。具体地说,如图6的(B)中所示,若从与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{13} 低于阈值 $\Delta E_{th}(=0.01[V])$,则控制部11判定为钠离子选择膜41i从基体部43a发生了剥离(有Na膜剥离)(在图4的步骤S104中为“是”)。在该情况下,进入后述的步骤S108。另一方面,如图5的(B)中所示,若从与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{13} 为阈值 $\Delta E_{th}(=0.01[V])$ 以上,则控制部11判定为钠离子选择膜41i未从基体部43a发生剥离(无Na膜剥离)(在图4的步骤S104中为“否”)。

[0148] 接着,控制部11作为切换控制部而工作,通过切换控制信号Ctrl控制图3中所示的切换开关80,将开关部80a从激活位置切换到正常位置,并且将开关部80b从正常位置切换到激活位置。由此,代替导通路径82而使导通路径81接通(图4的步骤S105),并且代替导通路径83而使导通路径84接通(图4的步骤S106),建立第二连接状态。在该第二连接状态中,连接器21的接触电极21b经由配线71b、导通路径84、配线71w电连接到剥离检测部14的输入部14a。连接器21的接触电极21c经由配线71c(即配线71x)电连接到剥离检测部14的输入部14b。因而,剥离检测部14在输入部14a接受钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 ,并且在输入部14b接受辅助电极46产生的第三电位 E_3 ,将第二电位 E_2 与第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{23} 放大并输入到控制部11。

[0149] 接着,控制部11作为剥离判定部而工作,基于该电位差 ΔE_{23} ,判定构成钾离子感应电极42的钾离子选择膜42i是否从基体部44a发生了剥离、即是否有K膜剥离(图4的步骤S107)。具体地说,如图7的(B)中所示,若从与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{23} 低于阈值 $\Delta E_{th}(=0.01[V])$,则控制部11判定为钾离子选择膜42i从基体部44a发生了剥离(有K膜剥离)(在图4的步骤S107中为“是”)。在该情况下,进入后述的步骤S108。另一方面,如图5的(B)中所示,若从与标准液的接触起5秒后的电位差 ΔE_{13} 为阈值 $\Delta E_{th}(=0.01[V])$ 以上,则控制部11判定为钾离子选择膜42i未从基体部44a发生剥离(无K膜剥离)(在图4的步骤S107中为“否”)。在该情况下,进入后述的步骤S110。

[0150] 在判定为有Na膜剥离的情况下(在图4的步骤S104中为“是”),或者在判定为有K膜剥离的情况下(在图4的步骤S107中为“是”),如上述那样进入步骤S108。在步骤S108中,控制部11作为通知部而工作,对发生了离子选择膜的剥离这一异常(出错)进行通知。在该例中,控制部11使“ERROR”作为表示离子选择膜发生了剥离的字符串显示于显示部20。此外,也可以根据钠离子选择膜41i和钾离子选择膜42i中的哪一个膜发生了剥离而显示为例如“Na_ERROR”或“K_ERROR”。另外,在钠离子选择膜41i和钾离子选择膜42i这两个膜都发生了剥离的情况下,例如也可以显示为“Na、K_ERROR”,以显示这两个膜都发生了剥离。

[0151] 用户通过观看表示发生了上述异常(出错)的显示,能够知道由于离子选择膜发生了剥离所以不能进行正常的测定。在进行了表示发生该异常的显示的状态下,当未由用户进行任何操作而经过了规定时间(在该例中为3分钟)时(步骤S109中为“是”),控制部11将电化学传感器90的电源自动地关断(步骤S121)。

[0152] 在判定为无Na膜剥离(在图4的步骤S104中为“否”)且判定为无K膜剥离的情况下

(在图4的步骤S107中为“否”),将进行该判定作为触发,如上述那样进入步骤S110。在步骤S110中,控制部11作为切换控制部而工作,通过切换控制信号Ctrl控制图3中所示的切换开关80,在保持将开关部80a维持为正常位置的状态下,将开关部80b从激活位置切换到正常位置。由此,在保持将导通路径81维持为接通的状态下,代替使导通路径84而使导通路径83接通,建立第三连接状态。在该第三连接状态中,连接器21的接触电极21a经由配线71a、导通路径81、配线71u电连接到电位差测量部12的输入部12a。与此同时,连接器21的接触电极21b经由配线71b、导通路径83、配线71v电连接到电位差测量部12的输入部12b。因而,如图4的步骤S111所示,对于标准液,电位差测量部12在输入部12a接受钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 ,并且在输入部12b接受钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 ,将第一电位 E_1 与第二电位 E_2 之间的电位差 ΔE 放大。

[0153] 由此,控制部11作为校正处理部而工作,开始实际的校正处理。具体地说,控制部11等待关于标准液的电位差 ΔE 的值收敛(图4的步骤S112)。在此,如图8中的“校正中”的期间所示的那样,电位差 ΔE 收敛为与标准液所具有的钠离子、钾离子之间的浓度比 M_r 相应的值(在该例中为 E_r) (例如,在5秒钟内为2mV以内的变动)。在该例中,设为在图8中所示的时刻 t_1 ,电位差 ΔE 收敛为 E_r 。当电位差 ΔE 收敛为 E_r 时(在图4的步骤S112中为“是”),控制部11将关于标准液的电位差 ΔE 决定为 E_r ,使用该电位差 E_r 和浓度比 M_r ,基于已述的式子(Eq.1)求出灵敏度 S_1 (校正完成)。然后,向用户通知校正已完成。在该例中,控制部11使“CAL_OK”作为表示校正已完成的字符串显示于显示部20(图4的步骤S113)。

[0154] 用户看到表示该校正已完成的显示后进行将以一体地覆盖区域A1的方式接触的电解液从标准液置换为作为测定对象液的尿的操作。在此,将接触于区域A1的电解液从标准液置换为尿的操作例如可以是在试验片30的一端31e侧洒下尿,也可以是使试验片30的一端31e侧浸渍在容器(未图示)内积蓄的尿中。

[0155] 此时,钠离子感应电极41、钾离子感应电极42与尿接触,分别产生与钠离子的浓度相应的第一电位 E_1 、与钾离子的浓度相应的第二电位 E_2 。

[0156] 接着,用户按下测定开关13c,指示开始尿中的钠离子、钾离子之间的浓度比 $M_s (=C_1/C_2)$ 的测定(图4的步骤S114)。于是,控制部11开始尿测定处理。即,控制部11作为第二运算部而工作,经由电位差测量部12来观测试验片30的钠离子感应电极41与钾离子感应电极42之间的电位差 $\Delta E (=E_1-E_2)$ (步骤S115)。在此,如图8中的“等待尿测定”的期间所示的那样,电位差 ΔE 随着电解液的置换而暂时(在该例中,在时刻 t_2 前后)变动。但是,电位差 ΔE 在暂时变动后,如图8中的“尿测定中”的期间所示的那样,逐渐再次收敛为与尿所具有的钠离子、钾离子之间的浓度比相应的值(在该例中为 E_s) (例如,在5秒钟内为2mV以内的变动)。在该例中,设为在图8中所示的时刻 t_3 电位差 ΔE 收敛为 E_s 。当电位差 ΔE 收敛为 E_s 时(在图4的步骤S116中为“是”),控制部11将关于尿的电位差 ΔE 决定为 E_s (图4的步骤S117)。

[0157] 接着,控制部11作为第二运算部而工作,使用在图4的步骤S113中求出的灵敏度 S_1 和该电位差 E_s ,基于已述的式子(Eq.1),算出关于尿的浓度比 $M_s (=C_1/C_2)$ (即Na/K比)(图4的步骤S118)。

[0158] 接着,控制部11使测定结果(在该例中为Na/K比)显示于显示部20(图4的步骤S119)。例如假设,作为测定结果的Na/K比为4.0。在该情况下,使“Na/K=4.0”作为表示测量结果的字符串显示于显示部20。与此同时,在该例中,控制部11使通信部19进行动作,将表

示测定值数据(即Na/K比)的信息经由网络900发送给其它装置(在该例中为服务器)。

[0159] 之后,控制部11等待由用户经由操作部13输入某些指示(图4的步骤S120)。当在未被输入指示的状态下经过了规定时间(在该例中为3分钟)时(在步骤S120中为“是”),控制部11将电化学传感器90的电源自动地关断(步骤S121)。

[0160] 这样,在由该电化学传感器90进行的电解液分析方法的流程中,是在确认了无Na膜剥离(在图4的步骤S104中为“否”)且无K膜剥离(在图4的步骤S107中为“否”)后进行了测定。因而,能够提高测定结果(在该例中为Na/K比)的可靠性。

[0161] 另外,在该电化学传感器90中,由于具备试验片30和以能装拆的方式安装试验片30的主体10,所以能采取在使用了某个试验片30之后将其废弃掉、将新的试验片安装到主体10这样的使用样态。

[0162] 在上面的例子中,对作为第一离子种类、第二离子种类而测定钠离子与钾离子之间的浓度比的情况进行了说明,但不限于此。该电化学传感器90除了钠离子、钾离子以外,还能够应用于测定例如钙离子、氯化物离子、锂离子、硝酸离子、亚硝酸离子、硫酸离子、亚硫酸离子、碘化物离子、镁离子、溴化物离子、高氯酸离子、氢离子等各种离子之间的浓度比。

[0163] (变形例1)

[0164] 另外,在上面的例子中,设为试验片30具备钠离子感应电极41和钾离子感应电极42这2个离子感应电极。但是,不限于此,也可以设为仅具备1个离子感应电极。具体地说,例如在图2的(A)、图2的(B)中,也可以仅具备第一主电极层43、第二主电极层44中的第一主电极层43,并且仅具备2个离子选择膜41i、42i中的在该第一主电极层43的基体部43a上设置的钠离子选择膜41i。在该情况下,在动作时,控制部11作为剥离判定部而工作,基于钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} ,判定是否有Na膜剥离。并且,将判定为无Na膜剥离作为触发,控制部11作为第一运算部而工作,基于电位差 ΔE_{13} ,算出电解液中包含的钠离子的浓度。这样,在确认了无Na膜剥离后进行了测定的情况下,能够提高测定结果(在该情况下为钠离子浓度)的可靠性。

[0165] 另外,相反地,也可以仅具备第一主电极层43、第二主电极层44中的第二主电极层44,并且仅具备2个离子选择膜41i、42i中的在该第二主电极层44的基体部44a上设置的钾离子选择膜42i。在该情况下,在动作时,控制部11作为剥离判定部而工作,基于钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{23} ,判定是否有K膜剥离。而且,以判定为无K膜剥离为触发,控制部11作为第一运算部而工作,基于电位差 ΔE_{23} 算出电解液中包含的钾离子的浓度。这样,在确认了无K膜剥离后进行了测定的情况下,能够提高测定结果(在该情况下为钾离子浓度)的可靠性。

[0166] 如该变形例1那样,在试验片30仅具备1个离子感应电极的情况下,能减小试验片30(基板31)的X方向尺寸、Y方向尺寸。另外,能够简化主体10的构成。

[0167] (变形例2)

[0168] 另外,在上面的例子中,试验片30的辅助电极46(辅助区域51w3)在图2的(A)、图2的(B)中设为关于X方向配置在相当于一端31e与钾离子感应电极42(第二特定区域51w2)之间的位置。但是,不限于此,也可以关于X方向在一端31e侧配置在例如比钠离子感应电极41(第一特定区域51w1)离另一端31f近的位置。在该情况下,钠离子感应电极41和钾离子感应

电极42关于X方向相对于一端31e配置在比图2的(A)、图2的(B)中的位置更近的位置。

[0169] 即使是这样的配置,当电解液以覆盖基板31的一端31e侧(例如图5的(A)中用虚线所示的区域A1)的方式进行了接触时,上述电解液也能与钠离子感应电极41、钾离子感应电极42以及辅助电极46一体地接触。因而,控制部11能够作为剥离判定部而工作,基于钠离子感应电极41产生的第一电位 E_1 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{13} 来判定是否有Na膜剥离。同样地,控制部11能够作为剥离判定部而工作,基于钾离子感应电极42产生的第二电位 E_2 与辅助电极46产生的第三电位 E_3 之间的电位差 ΔE_{23} 来判定是否有K膜剥离。

[0170] (变形例3)

[0171] 另外,在上面的例子中,如图2的(A)、图2的(B)所示,设为在试验片30中钠离子感应电极41、钾离子感应电极42、辅助电极46都设置在作为基板31的一个主面的表面31a,但不限于此。例如,也可以在试验片30中钠离子感应电极41和钾离子感应电极42设置在基板31的表面31a,另一方面,辅助电极46设置在作为基板31的另一主面的背面31b。在该情况下,基体部43a和电极焊盘部43c伴随着钠离子感应电极41,另外,基体部44a和电极焊盘部44c伴随着钾离子感应电极42而与上面的例子同样地设置在基板31的表面31a。另一方面,包含辅助电极46、引线部48b、电极焊盘部48c的辅助电极层48设置在基板31的背面31b。另外,主体10的连接器21具有当被插入了基板31的另一端31f侧时分别与基板31的表面31a的电极焊盘部43c、电极焊盘部44c、基板31的背面31b的电极焊盘部48c对应地接触的3个接触电极。

[0172] 这样,在试验片30中,在设为钠离子感应电极41和钾离子感应电极42设置在基板31的表面31a而辅助电极46设置在基板31的背面31b的构成的情况下,由于设置在基板31的表面31a的元件减少,所以能减小试验片30的Y方向尺寸。

[0173] (变形例4)

[0174] 另外,在上面的例子中,如图2的(A)所示,设为试验片30的辅助电极46(辅助区域51w3)的形状为圆形,但不限于此。辅助电极46(辅助区域51w3)的形状例如也可以是矩形。

[0175] 以上的实施方式为例示,能不脱离本发明的范围地进行各种变形。上述的多个实施方式能分别单独地成立,但也能将实施方式彼此组合。另外,不同的实施方式中的各种特征也能分别单独地成立,但也能将不同的实施方式中的特征彼此组合。

[0176] 附图标记说明

[0177] 10 主体

[0178] 10s 壳体

[0179] 21 连接器

[0180] 22 槽

[0181] 30 电解液分析用试验片

[0182] 41 钠离子感应电极

[0183] 41i 钠离子选择膜

[0184] 42 钾离子感应电极

[0185] 42i 钾离子选择膜

[0186] 46 辅助电极

[0187] 90 电化学传感器。

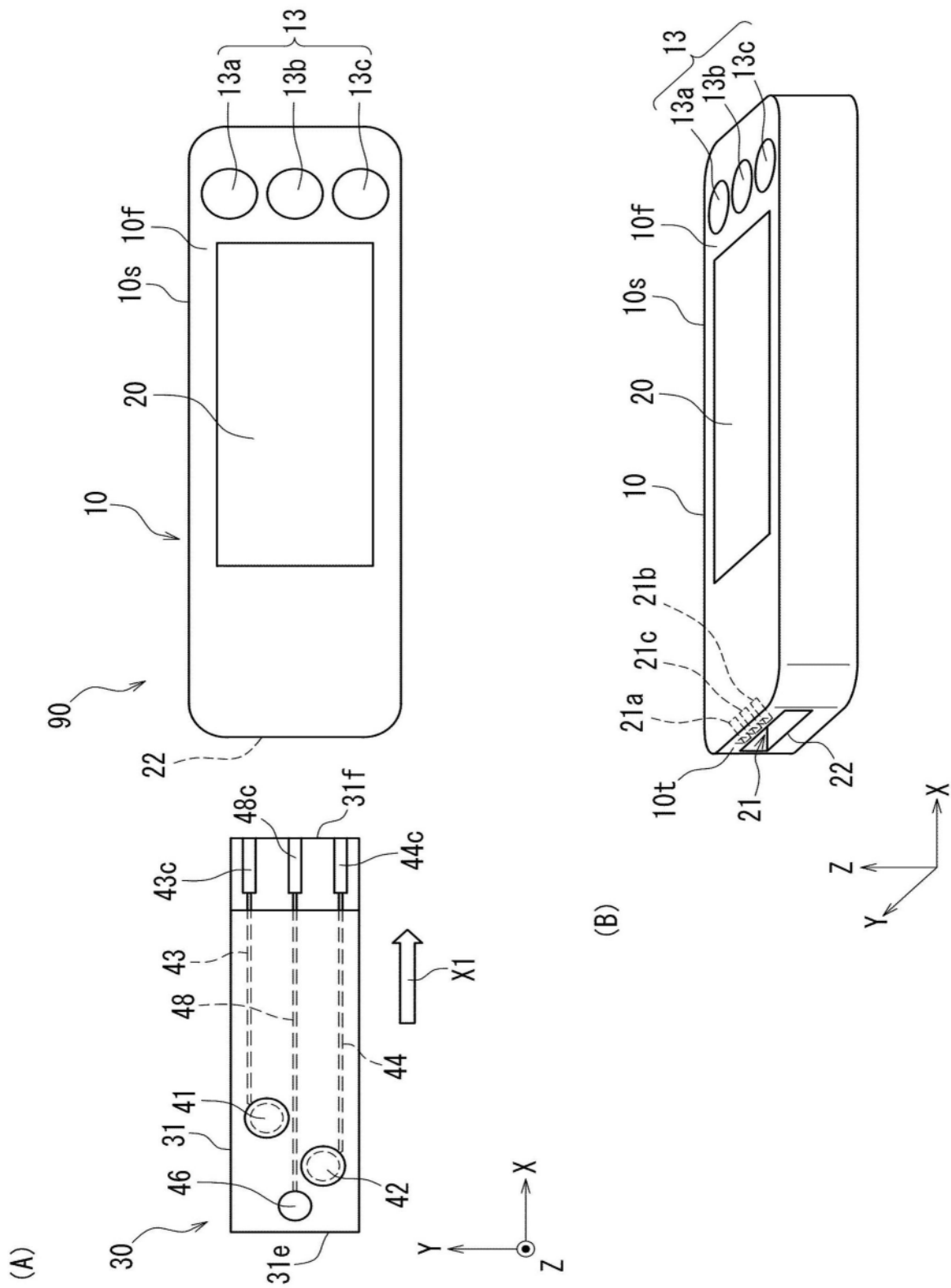


图1

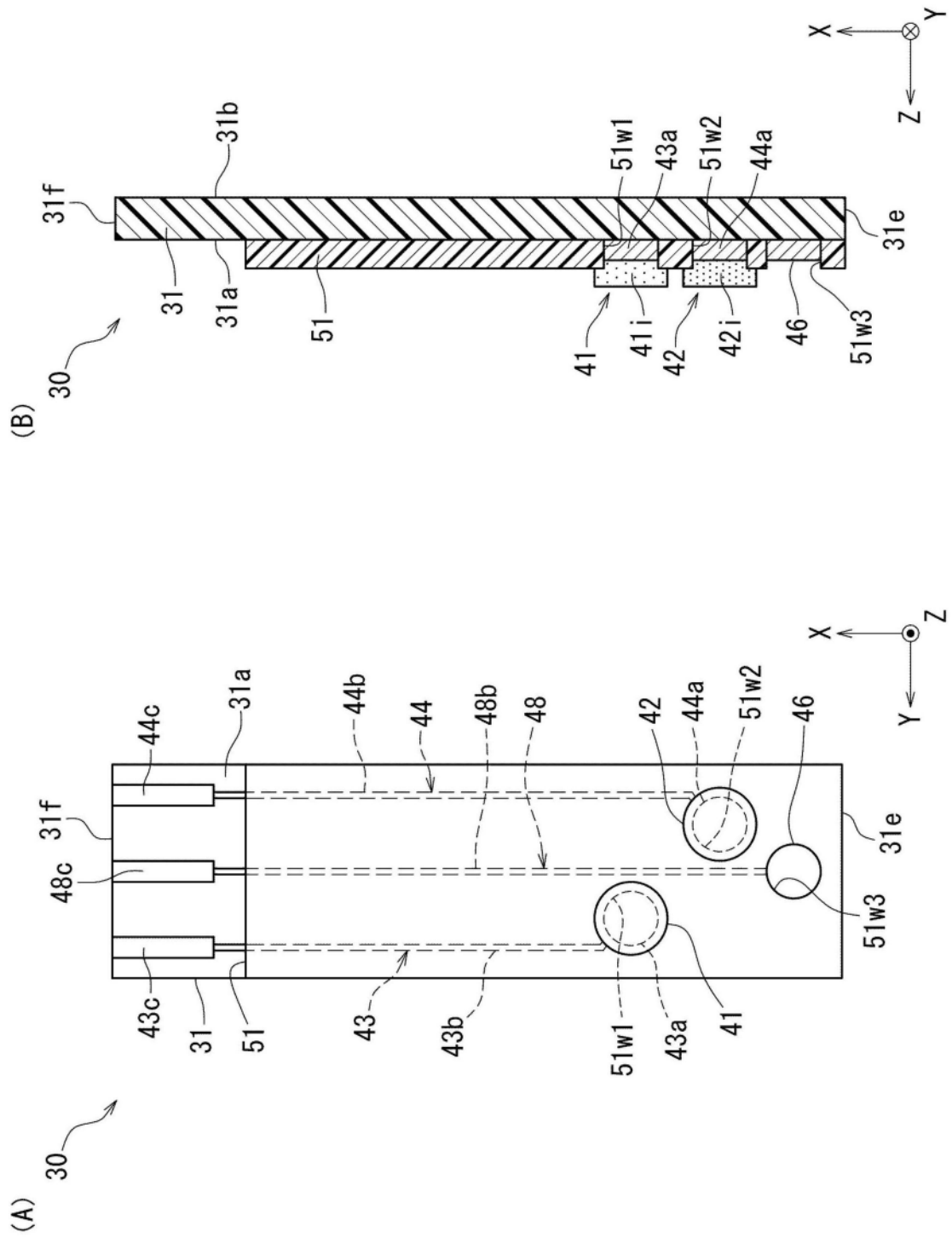


图2

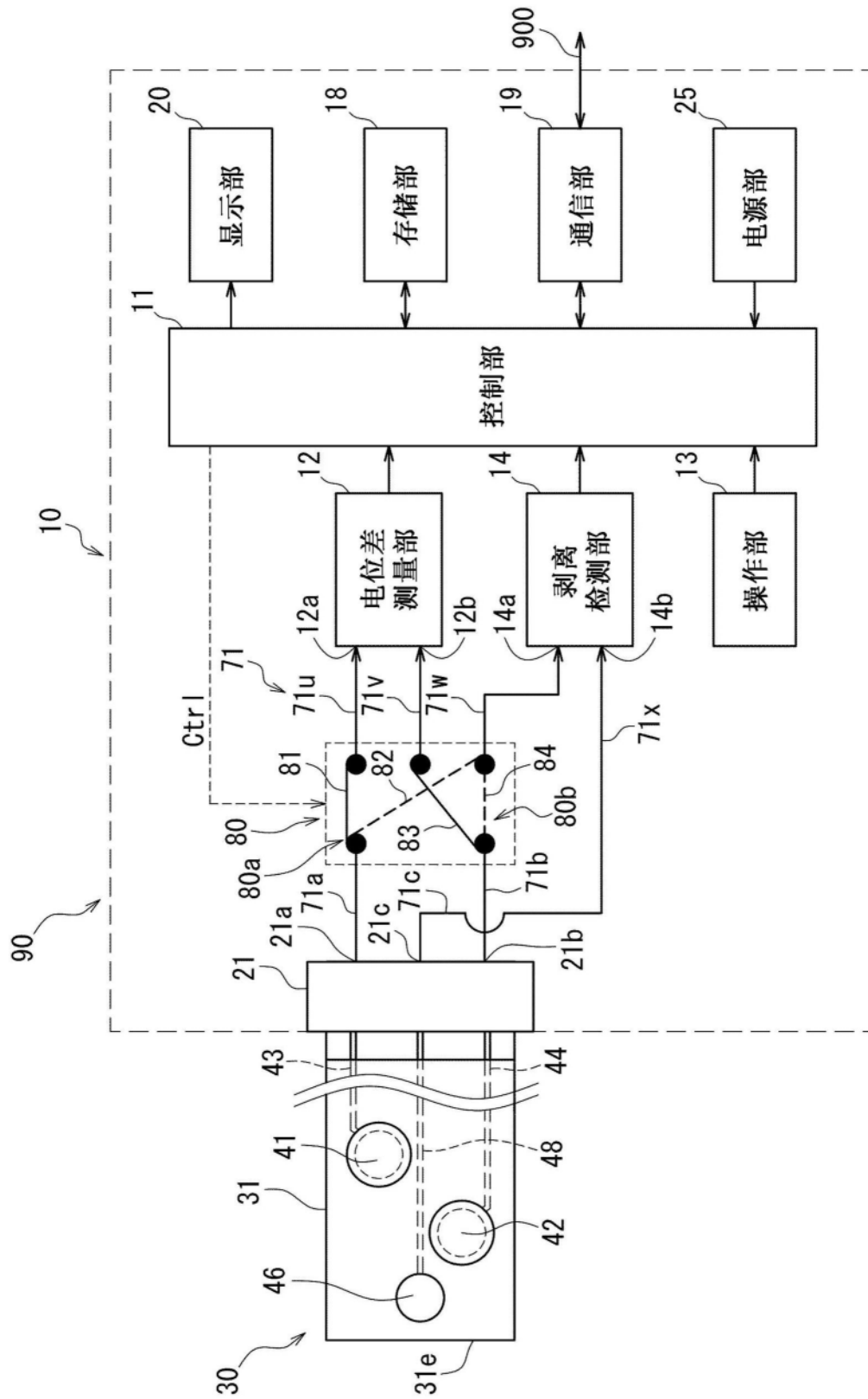


图3

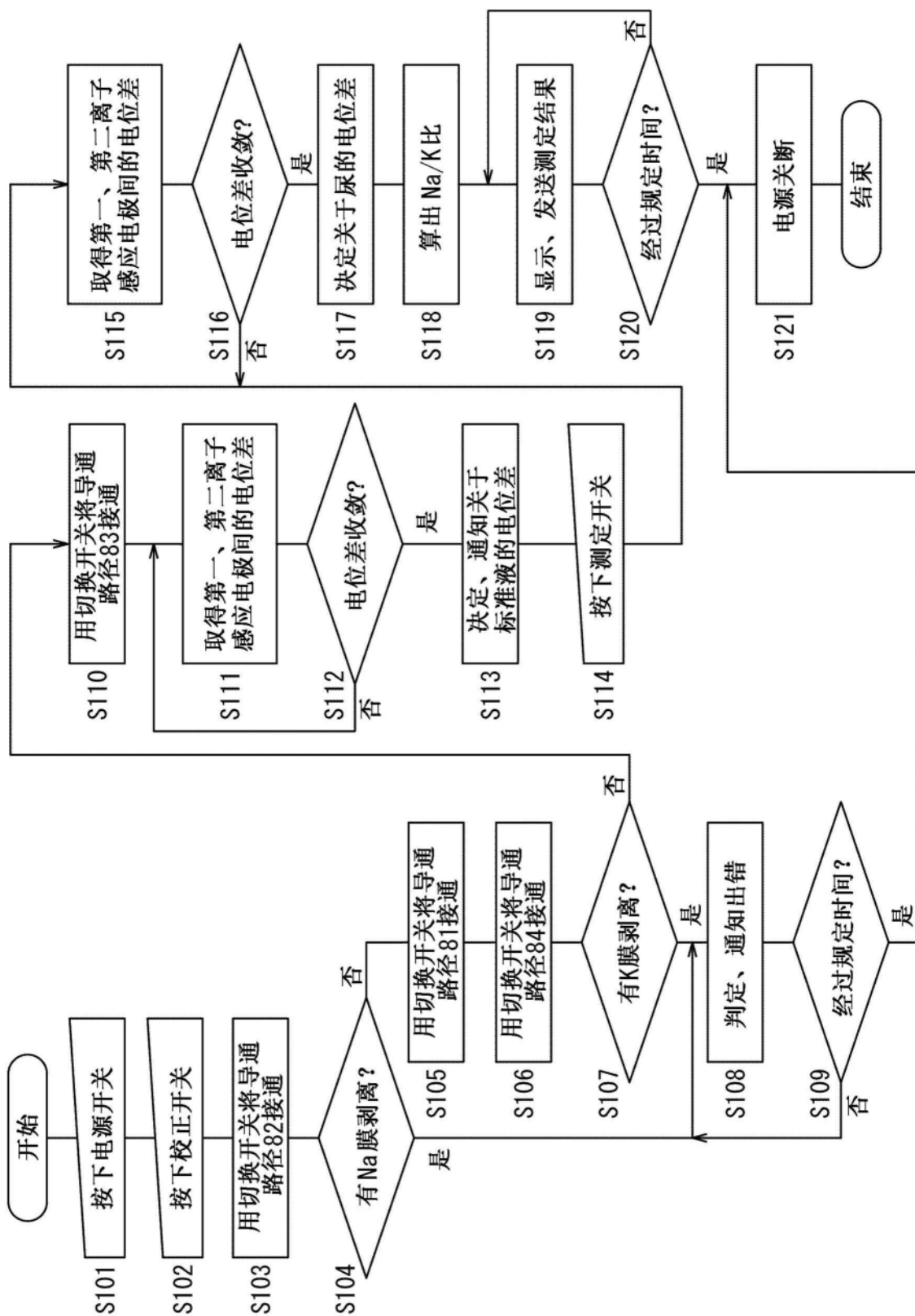
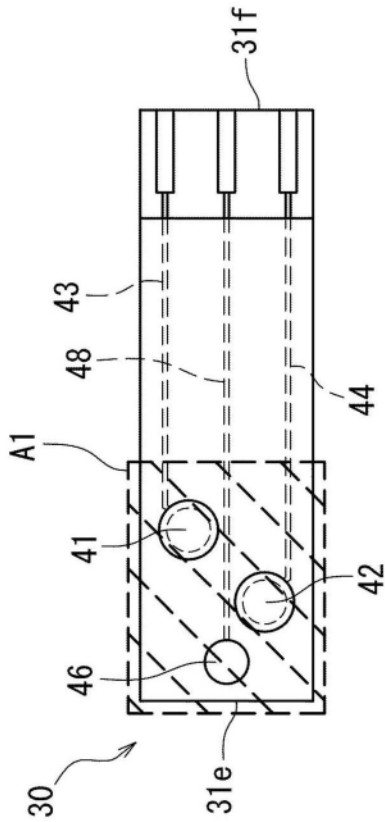


图4

(A) 无膜剥离



(B)

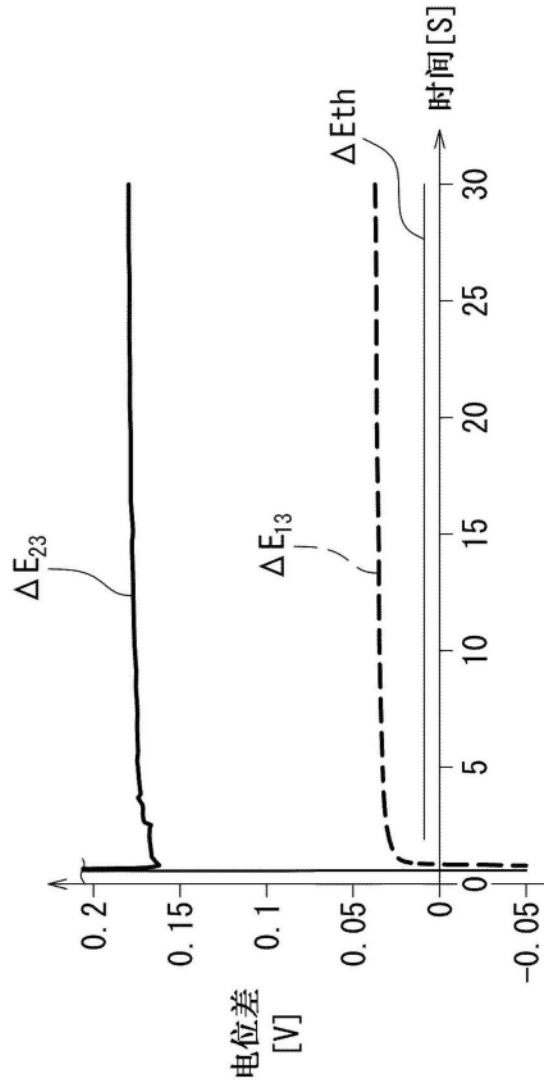
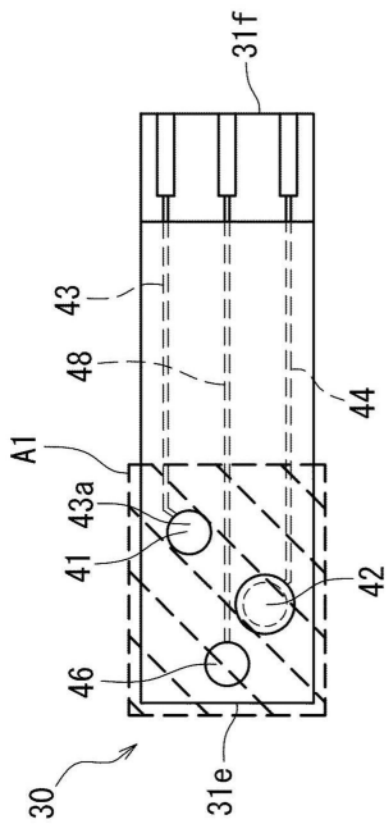


图5

(A) 有Na膜剥离



(B)

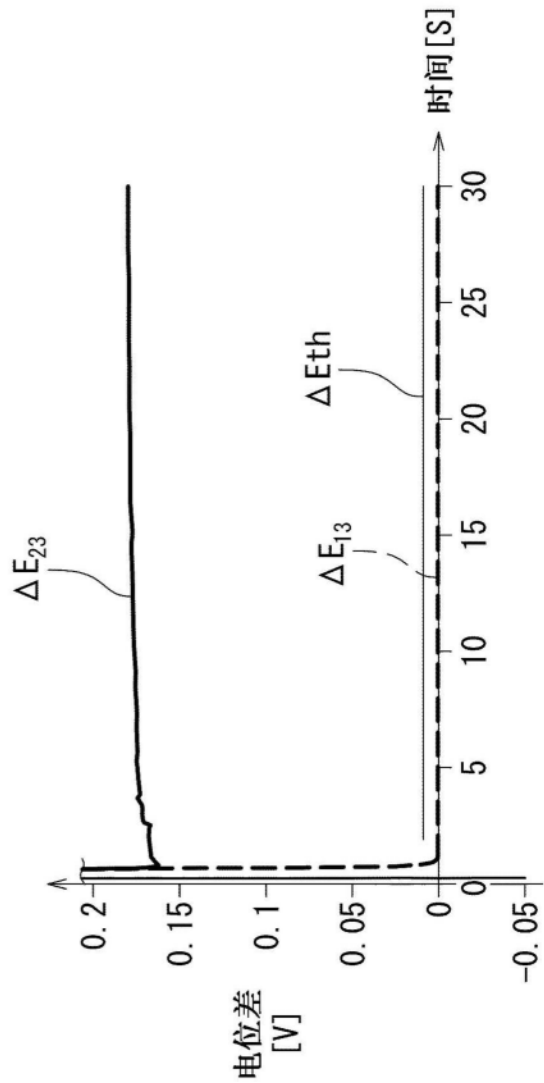
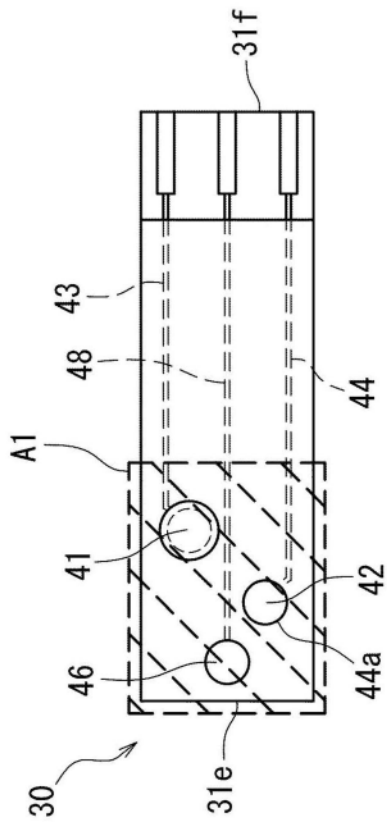


图6

(A) 有K膜剥离



(B)

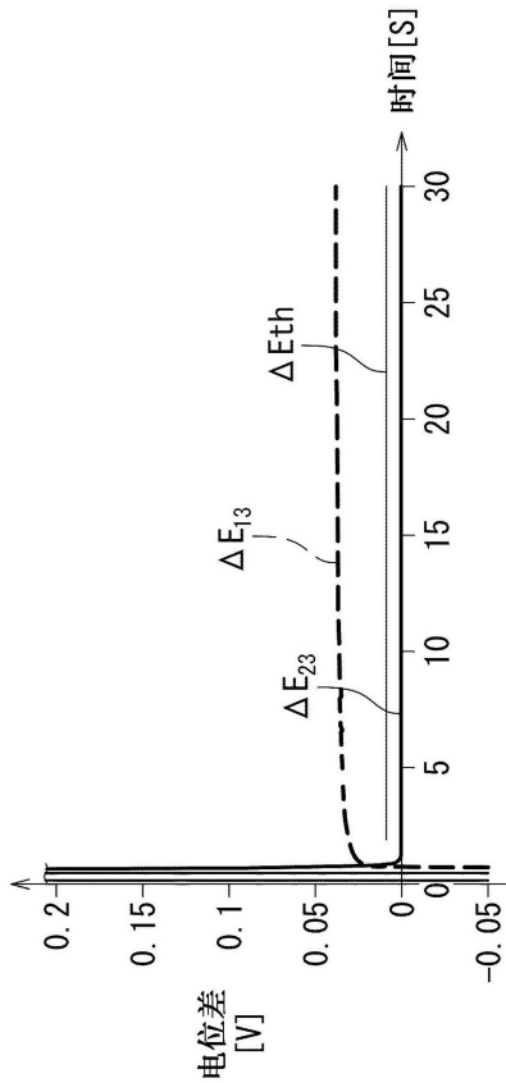


图7

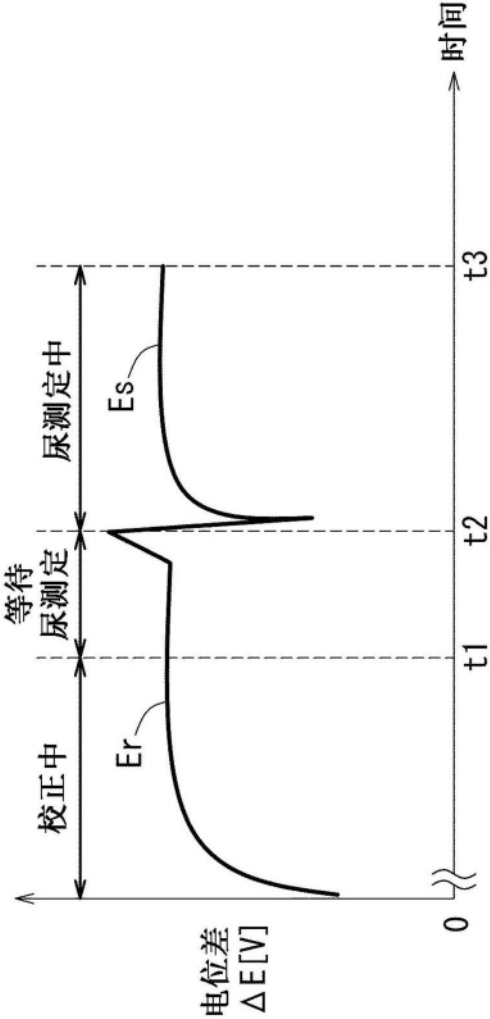


图8