



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107300580 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 08

(21) 申请号 201710244481.4

(22) 申请日 2017.04.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107300580 A

(43) 申请公布日 2017.10.27

(30) 优先权数据
16165559.2 2016.04.15 EP

(73) 专利权人 梅特勒-托莱多有限公司
地址 瑞士格赖芬塞

(72) 发明人 A·鲁茨 D·兹瓦赫伦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
代理人 郭毅

(51) Int.Cl.

G01N 27/26 (2006.01)

(56) 对比文件

GB 2469650 A, 2010.10.27
CN 1721847 A, 2006.01.18
US 2011048971 A1, 2011.03.03
CN 102183564 A, 2011.09.14
CN 102971622 A, 2013.03.13
CN 104914148 A, 2015.09.16
CN 1721847 A, 2006.01.18

审查员 佟莹

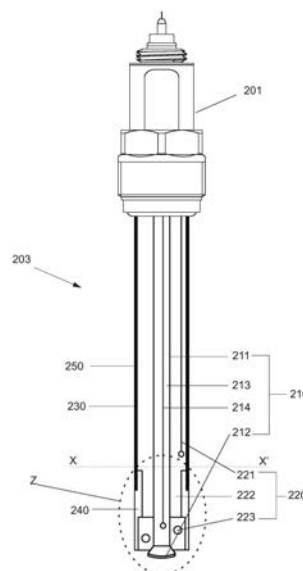
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

电化学传感器

(57) 摘要

一种用于在测量介质中的电位测量的电化学传感器,所述电化学传感器包括传感器头(201,301);纵向传感器主体(203,303);设置在所述纵向传感器主体(203,303)内的感测电极(210,310)和参考电极(220,320);传感器套筒(230,330)和液体接界(223,323);其中,所述参考电极(220,320)设置在所述感测电极(210,310)与所述传感器套筒(230,330)之间;其特征在于,所述电化学传感器还包括保护性外轴(250,350)并且所述传感器套筒(230,330)是电隔离的且设置在所述保护性外轴(250,350)内的聚合物套筒。



1. 一种用于在测量介质中的电位测量的电化学传感器,包括:
传感器头(201,301);
纵向传感器主体(203,303),所述纵向传感器主体(203,303)具有附接至所述传感器头(201,301)的近端;
设置在所述纵向传感器主体(203,303)内的感测电极(210,310)和参考电极(220,320);
液体接界(223,323),所述液体接界(223,323)用于建立参考电解质(222)与所述测量介质之间的电解接触,和
传感器套筒(230,330);
其中,所述参考电极(220,320)设置在所述感测电极(210,310)与所述传感器套筒(230,330)之间;
其特征在于,所述电化学传感器还包括保护性外轴(250,350),并且所述传感器套筒(230,330)是电隔离的聚合物套筒,
其中,参考电极(220,320)包括参考电解质(222)和液体接界(223,323),所述液体接界(223,323)布置在参考电解质(222)与所述测量介质之间,
其中,所述传感器套筒(230,330)提供在参考电解质(222)与保护性外轴(250,350)之间的电绝缘,
其中,所述传感器套筒(230,330)被设置为在所述保护性外轴(250)的内表面之上的涂层,或者所述传感器套筒(330)设置为柔性管状结构,所述保护性外轴(350)设置在所述传感器套筒(330)之上,
其中,所述保护性外轴(250,350)是金属轴。
2. 根据权利要求1所述的电化学传感器,其中,所述传感器套筒(230,330)包括含氟聚合物。
3. 根据权利要求2所述的电化学传感器,其中,所述传感器套筒(230,330)包括以下聚合物中的至少一种:聚偏氟乙烯、聚偏二氟乙烯、全氟烷氧基烷烃、聚合全氟醚、氟化乙丙烯、乙烯-四氟乙烯、全氟烷氧基-聚合物。
4. 根据权利要求1所述的电化学传感器,其中,所述传感器套筒(230,330)包括聚醚醚酮(PEEK)。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器,其中,所述电化学传感器还包括用于支撑所述传感器套筒(230,330)的支撑结构(240,340)。
6. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器,其中,所述保护性外轴(250,350)包括以下金属或金属合金中的至少一种:钛、镍基合金、不锈钢。
7. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器,其中,所述保护性外轴(250,350)还包括在感测电极轴(311)的远端处的用于保护敏感膜(312)的保护性罩(351)。
8. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器,其中,所述电化学传感器还包括用于测量所述测量介质的温度的温度传感器(360)。
9. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器,其中,所述感测电极(210,310)包括感测电极轴(211),设置在所述感测电极轴(211,311)的远端处并且被设置成可浸入所述测量介质中的敏感膜(212,312),设置在所述感测电极轴(211,311)内的内电解质(213,

313), 和设置在所述内电解质 (213, 313) 内的引线元件 (214, 314)。

10. 根据权利要求1至4中任一项所述的电化学传感器, 其中, 所述参考电极 (220, 320) 包括设置在参考电解质 (222) 内的参考元件 (221, 321), 和用于建立所述参考电解质 (222) 与所述测量介质 (4) 之间的电解接触的液体接界 (223, 323)。

电化学传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及电化学传感器,并且更特别地,涉及用于在测量介质中的电位测量的改进的电化学传感器。

背景技术

[0002] 多年来,已经开发了用于电位测定的各种电化学电极和传感器。这种电化学传感器的典型示例是包括被封闭在玻璃轴系统中的感测电极和参考电极的复合电极。感测电极通常包括填充有电解质的感测电极轴,和在感测电极轴体的端部处的可浸入测量介质中的敏感膜。参考电极通常包括参考元件、参考电解质和液体接界。已知液体接界在参考电极与测量介质之间建立电解连接。在复合电极中,除了敏感膜之外,感测电极由参考电极包围。感测电极的轴、参考电极的轴以及敏感膜由玻璃制成。图1中示意性地示出通常已知的复合电极。

[0003] 电化学传感器通常用于各种应用以确定测量溶液或介质的相应测量值。这种电化学传感器的示例例如是离子敏感传感器并且特别是pH传感器。这种传感器的应用领域包括在诸如工业处理以及实验室的环境中监测相应的测量值。工业处理环境可包括例如生物的、生物化学的或药物的环境的非常敏感的环境,或者还有涉及例如高压、高温和/或恶劣的化学环境的非常艰难的处理条件。

[0004] 在涉及恶劣环境或非常敏感的环境的处理环境中,电化学传感器可插入壳体或可互换的壳体中,以引入到包括测量介质的制炼设备或反应容器。这种壳体保护玻璃传感器轴免于意外破损,并且还允许例如将电化学传感器引入在反应容器内的不同水平或插入深度。

[0005] 特别是在维护或安装这些传感器系统期间,由于非实验室人员处理不良或疏忽,这些电化学传感器的玻璃感测电极会发生破损。这可进一步导致不仅是电化学传感器的破坏,而且还可导致通过流出的电解质或玻璃碎片的对测量介质的污染。此外,在维护或处理的情况下,由于暴露的破碎的玻璃片,人员面临自身受到伤害的威胁,电化学传感器的暴露的破坏的或残留的玻璃片可对人员特别有害。这种事件也可导致以下过程:涉及在过程操作中的替换以及昂贵的中断。

[0006] 然而,在各种工艺和实验室分析环境中使用电极或传感器通常需要标准的安装配置,以便使得能够在现有的感测外壳配置中容易且无障碍的安装。一个这种示例是使用标准的12mm直径的玻璃膜传感器,其适合于大多数电流传感器壳体和可互换的传感器壳体。

[0007] US 2011 0048 971A1公开了一种电化学传感器,其被配置为与工业标准安装和插入硬件兼容。所述传感器包括由玻璃制造的内感测轴,和由聚合物材料制造的坚固的外轴。参考电极布置在内轴与外轴之间的空间中。为增强传感器的坚固性,外轴被构造为坚固的聚合物轴。

[0008] 这种设置的缺点在于,用于参考电极的空间以及因此用于参考电解质的空间受到了限制,这是因为聚合物轴必须比以前使用的玻璃轴更厚以便坚固。另外,根据所使用的聚

合物材料,所述传感器不如玻璃传感器通用,这是因为聚合物材料更容易促进例如生物残留物和类似残留物的生长。

发明内容

[0009] 因此,需要一种改进的电化学传感器,其可在不同环境中使用,特别是在高温和高压下的恶劣化学环境中使用,这也符合在传感器壳体中安装的现有工业标准。

[0010] 这种需求通过用于在测量介质中的电位测量的电化学传感器来满足,所述电化学传感器包括传感器头;具有附接到传感器头的近端的纵向传感器主体;设置在所述纵向传感器主体内的感测电极和参考电极;用于在参考电解质与测量介质之间建立电解接触的液体接界;和传感器套筒;并且其中,所述参考电解质设置在感测电极与传感器套筒之间。所述电化学传感器还包括保护性外轴;传感器套筒是电绝缘的并且设置在保护性外轴内的聚合物套筒。

[0011] 根据本发明的电化学传感器是有利的,这是因为由于保护性外轴,它非常坚固并可在多种环境中使用,同时聚合物套管提供在参考电解质与保护性外轴之间的电绝缘。

[0012] 聚合物套筒优选地仅是薄套筒或管状结构,其仍然是柔性的,和/或具有残余弹性,并且有利于容易地插入到保护性外轴中,这为电化学传感器提供了增强的坚固性。另外,由于套筒壁的薄度,感测电极轴与聚合物套筒和/或传感器套筒之间的空间被最大化。因此,用于参考电解质的内部空间被增加,相应地最大化,从而增加电化学传感器的寿命以及降低传感器替换的持续时间和/或再填充参考电解质的持续时间。

[0013] 保护性外轴的内径优选地大约等于传感器套筒的外径,由于聚合物传感器套筒的柔性或残余弹性的优点,因此包括传感器套筒的纵向传感器主体可容易地压配合到保护性外轴中。

[0014] 在一个另外的实施例中,聚合物套筒被设置为在保护性外轴的内表面之上的涂层。聚合物套筒和保护性外轴可以作为单个工件设置。

[0015] 这里关于电化学传感器在操作期间的取向,使用术语“远侧的”和“近侧的”、和/或“远端”和“近端”。电化学传感器的近端是指向传感器头的一端,而远端被定义为电化学传感器的可浸入测量介质中的端部。另外,近端和远端的定义可延伸到存在于电化学传感器中的各种部件。

[0016] 在一个另外的实施例中,传感器套筒包括含氟聚合物,特别是传感器套筒包括以下聚合物中的至少一种:聚偏氟乙烯、聚偏二氟乙烯、全氟烷氧基烷烃、聚合全氟醚、氟化乙丙烯、乙烯-四氟乙烯、全氟烷氧基-聚合物。

[0017] 在一个另外的实施例中,传感器套筒包括聚醚醚酮(PEEK:polyether ether ketone)。除了电隔离之外,PEEK具有非常有利的材料性质,诸如例如抗氧化剂、溶剂、酸和碱物质的高热稳定性和高耐化学性。这对于在涉及高温和高压条件的恶劣化学环境中使用根据本发明的电化学传感器是特别有利的。

[0018] 电化学传感器还包括支撑结构,所述支撑结构被配置成用来支撑传感器套筒。此支撑结构包括优选PEEK的聚合物,并且围绕感测电极轴设置在所述感测电极轴的远端附近。支撑结构还包括例如是多孔陶瓷元件的参考接界。特别有利的是使用聚合物支撑结构,其允许用合适的粘合剂将聚合物传感器套筒结合到所述支撑结构和/或传感器头。

[0019] 在一个另外的实施例中,保护性外轴是金属轴,并且包括以下金属或金属合金中的至少一种:钛、镍基合金和不锈钢。特别地,使用钛作为用于另外的保护性轴的材料是有利的,这是因为钛提供了非常好的抵抗恶劣化学环境的抵抗力。

[0020] 保护性外轴还包括在感测电极轴的远端处的用于保护敏感膜的保护性罩。所述保护性罩可设置为例如保护性外轴的凸出壁元件或设置为包括开口的元件,其可附接到保护性外轴。

[0021] 在另一个实施例中,电化学传感器还包括用于测量测量介质的温度的温度传感器。具有温度传感器的电化学传感器使得能够说明在测量期间测量介质内的温度变化。

[0022] 感测电极优选地包括感测电极轴,设置在感测电极轴的远端处并且设置成可浸入测量介质中的敏感膜,内电解质,和设置在所述内电解质中的引线元件。

[0023] 参考电极包括设置在参考电解质内的参考元件和用于建立在参考电解质与测量介质之间的电解接触的液体接界。

附图说明

[0024] 当结合附图(其中,类似的特征具有类似的附图标记)阅读时,从下文对示例性实施例的详细描述将使本文公开的其它特征和优点变得更加显而易见。附图示出:

[0025] 图1 现有技术中已知的电化学传感器的示意性剖视图;

[0026] 图2a 根据本发明的电化学传感器的纵向剖视图;

[0027] 图2b 沿图2a的电化学传感器的区段XX'的剖视图;

[0028] 图2c 图2a的电化学传感器的一部分的放大图;

[0029] 图3 电化学传感器的另一个实施例的示意图。

具体实施方式

[0030] 图1示意性地示出现有技术中已知的电化学传感器。所述电化学传感器包括纵向传感器主体2、感测电极10和参考电极20。

[0031] 所述感测电极10包括传感器电极轴11和敏感膜12,所述敏感膜12附接到所述传感器电极轴11的远端并且在测量期间设置在测量介质4中。在传感器电极轴11内,设置有内电解质13和引线元件14。

[0032] 通常,感测电极轴11由玻璃制成,敏感膜12可以是玻璃半球或玻璃膜。敏感膜12感测测量介质4中待测量的离子的离子种类的变化。对于涉及pH测量的应用,敏感膜12是pH敏感的玻璃膜,而对于选择性离子,敏感膜是离子选择膜。

[0033] 通常包括银/氯化银的引线元件14的一端,浸入具有限定pH值的内电解质13中,所述内电解质13起到在敏感膜12的内表面与引线元件14之间的导电连接的作用。引线元件14的另一端经由例如铂丝或银丝的绝缘导体连接到传感器头(未示出)。

[0034] 参考电极20包括参考元件21、参考电解质22和液体接界23,并提供相对于感测电极10的电位的稳定电位。

[0035] 通常包括银/氯化银的参考元件21的自由端浸入例如氯化钾(KCl)溶液的参考电解质22中。在它的另一端,参考元件21借助诸如铂丝或银丝的绝缘导体连接至传感器头。参考电解质22与测量介质4之间的电解接触借助液体接界23,例如多孔陶瓷塞或任何其它类

型的液体接界而建立。

[0036] 图2a、图2b、图2c和图3示出根据本发明的电化学传感器的实施例。这些图是电化学传感器的代表性示意图,并未按比例绘制。

[0037] 如图2a中示出的那样,电化学传感器包括容纳在纵向传感器主体203内的感测电极210。传感器头201附接到纵向传感器主体203的近端。

[0038] 这里关于电化学传感器在操作期间的取向,分别使用术语“远侧的”和“近侧的”、“远端”和“近端”。电化学传感器的近端是指向传感器头的一端,而远端被定义为电化学传感器的可浸入测量介质中的端部。另外,近端和远端的定义可延伸到存在于电化学传感器中的各种部件。

[0039] 感测电极210同心地设置在纵向传感器主体203内,并且包括围住引线元件214和内电解质213的感测电极轴211。在所述感测电极轴211的远端处,所述感测电极轴211包括敏感膜212,所述敏感膜212可浸入测量介质(参见图1)中用于测量感兴趣的离子种类。

[0040] 电化学传感器可例如是具有pH敏感玻璃膜212(具有限定的形状,例如球形)的电位pH传感器。敏感膜212也可以是半球形、圆柱形、矛形、扁平的形状或是设置有微尖的极窄端轴,和/或现有技术中已知的另外的合适的膜形状。在替代的实施例中,敏感膜212被设置为选择性离子敏感膜。

[0041] 诸如银/氯化银丝或丝状体的引线元件214浸入内电解质213中。引线元件214经由绝缘导体连接到传感器头201。

[0042] 在感测电极轴211周围设置有传感器套筒230,从而在所述传感器套筒230本身与感测电极轴211之间提供环形空间225(图2b中示出)。优选地,传感器套筒230沿感测电极轴211的整个长度设置。传感器套筒230包括聚合物组合物,例如含氟聚合物并且特别是以下聚合物中的至少一种:聚偏氟乙烯、聚偏二氟乙烯、全氟烷氧基烷烃、聚合全氟醚、氟化乙丙烯、乙烯-四氟乙烯、全氟烷氧基-聚合物。在一个另外的实施例中,聚合组合物包括PEEK。

[0043] 另外,保护性外轴250设置在传感器套筒230之上,用于保护聚合物传感器套筒230并使电化学传感器更坚固。保护性外轴250和传感器套筒230可被设计为单个工件,其中,传感器套筒230被设置为在保护性外轴250的内表面之上的涂层。

[0044] 保护性外轴250包括金属或金属合金,其优选地选自耐恶劣化学环境,耐腐蚀并且在物理结构中坚固的材料。优选地,保护性外轴250包括以下金属或金属合金中的至少一种:钛、镍基合金或不锈钢。保护性外轴250的设置提供了能够承受恶劣化学环境的坚固的电化学传感器。

[0045] 参考电极220设置在环形空间225中,所述参考电极220包括参考元件221、参考电解质222和液体接界或参考接界223。参考电解质222设置在环形空间225(图2b中示出)中。参考电极220可例如是银/氯化银电极。参考电解质222包括凝胶组合物,优选离子可渗透的多微孔的聚合物凝胶。在另一个实施例中,参考电解质是液体组合物,优选为用AgCl饱和的3mol/L的KCl。

[0046] 参考元件221的远端浸入参考电解质222中,其近端经由绝缘导体连接到传感器头201。液体接界或参考接界223设置在电化学传感器的远端205处。如在此示出的那样,液体接界223设置为环形隔膜,其压配合在支撑结构240内,并且优选地包括聚四氟乙烯(PTFE: polytetrafluoroethylene)。这种液体接界以其坚固的性质而闻名,并且特别是使用于高

度污染的应用和恶劣的环境中。布置在支撑结构240内的液体接界223也可以是多孔陶瓷塞或允许参考电解质222与测量介质203之间完全接触的开放接界。优选地,这种开放接界于电化学传感器的远端处并于电化学传感器的侧部上设置在支撑结构上。开放接界通常与凝胶电解质结合使用。

[0047] 图2b示出沿图2a的电化学传感器的区段XX'的横截面。所述横截面提供电化学传感器的俯视图,其示出以下的环形布置:感测电极轴211、设置为在保护性外轴250的内表面之上的涂层的传感器套筒230、以及传感器套筒230与感测电极轴211之间的填充有参考电解质222的空间(参见图2a)。如图2b中所示并且如上所述的那样,感测电极轴211设置为电化学传感器的最内部分,而具有传感器套筒230的保护性外轴250存在为电化学传感器的最外部分。

[0048] 另外,具有传感器套筒230的保护性外轴250设置在感测电极轴211之上,使得传感器套筒230的内径大于感测电极轴211的外径。因此,具有传感器套筒230的保护性外轴250被设置成提供在其与感测电极轴211之间的环形空间225。参考电极220设置在环形空间225中,使得参考电极220同心地间隔开地围绕感测电极210。

[0049] 图2c示出电化学传感器的由图2a中虚线圆圈Z表示的远端的放大视图。如上所述,限界传感器电极210的感测电极轴211设置在电化学传感器的纵向传感器主体203内。然后具有聚合物传感器套筒230的保护性外轴250设置在感测电极210之上,在所述保护性外轴250内,参考电极220容纳在环形空间225中(见图2b)。

[0050] 传感器套筒230通过布置在传感器套筒230与感测电极轴211之间的支撑结构240被支撑在感测电极轴211之上。所述支撑结构240在此实施例中布置在传感器套筒230(在其外侧242)与参考电解质222(在其内侧241)之间。优选地,支撑结构240纵向地大致从传感器套筒230的远端233附近延伸。另外,传感器套筒230被配置成部分地延伸超过电化学传感器的感测电极210的长度。在另一个实施例中,传感器套筒230从支撑结构240的远端纵向地延伸到传感器头201。

[0051] 另外,在支撑结构240的相应于电化学传感器的远端的远端处,存在液体接界223使得液体接界223压配合到支撑结构240中。

[0052] 液体接界223可设置为支撑结构240内的独特元件。

[0053] 图3示出电化学传感器的另一个实施例的示意性横截面,其具有替代的参考电极320并且包括设置在传感器套筒330之上的保护外轴350,其中,保护性外轴350的内径大致等于传感器套筒330的外径。

[0054] 优选地,保护性外轴350完全设置在传感器套筒330之上,使得所述保护性外轴350从纵向传感器主体303的近端纵向地延伸到远端,并且径向地,其360度地围绕传感器套筒330延伸。在一个优选的实施例中,保护性外轴350的内径大致等于传感器套筒330的外径。

[0055] 在一个优选实施例中,保护性外轴350包括金属或金属合金,其优选地选自耐恶劣化学环境的,耐腐蚀的并且在物理结构中是坚固的材料。优选地,保护性外轴350包括以下金属或金属合金中的至少一种:钛、镍基合金或不锈钢。保护性外轴350的设置提供了能够承受恶劣化学环境的坚固的电化学传感器。

[0056] 附加地,聚合物传感器套筒330,特别是其残余挠度允许传感器套筒330设置在感测电极310之上,并允许参考电极320进一步容易地插入到保护性外轴350中并由此插入一

壳体内,以使得传感器套筒330提供一定程度的柔性并且防止在组装电化学传感器期间对电化学传感器的部件的任何损坏。所述残余挠度存在是由于传感器套筒330被设置为管状结构,其由厚度在约0.1mm至0.3mm范围内的,优选约0.2mm厚度的薄聚合物膜组成。

[0057] 另外,可在保护性外轴350与传感器套筒330之间提供粘附增强层(未示出),以将保护性外轴350布置在传感器套筒330之上。优选地,所述粘附增强层包括环氧树脂。

[0058] 电化学传感器还包括在纵向传感器主体303内的感测电极310和参考电极320以及如上所述的传感器套筒330和保护性外轴350。感测电极310包括感测电极轴311、敏感膜312、内电解质313和引线元件314,并且如上文参考图2a所解释的,这些被设置在纵向传感器主体302内。另外,纵向传感器主体302还包括设置在传感器套筒330内的参考电极320和感测电极310。参考电极320包括参考元件321、参考电解质322和液体接界323。

[0059] 在图3所示的实施例中,参考电解质被设置为在包括第一电解质室326和第二电解质室327的双凝胶电解质室中的凝胶电解质。此包括第一电解质室326和第二电解质室327的双凝胶电解质室的设置为参考电解质提供了非常长的扩散路径。第一电解质室326围绕感测电极310同心地卷绕,使得其螺旋地占据围绕感测电极轴311的特定的纵向区域,而第二电解质室327围绕第一电解质室326设置,使得其存在于环形空间(参见图2b)中。第一电解质室326设置有设置为非流动扩散接界的内部隔膜328。通常,所述内部隔膜328包括陶瓷隔膜。

[0060] 纵向传感器主体303还在其远端处包括保护性罩351,所述保护性罩351为敏感膜312提供附加的保护。保护性罩351可被设置为保护性外轴350的或支撑结构340的一部分。

[0061] 在根据本发明的一个另外的实施例中,电化学传感器包括用于测量测量介质的温度的温度传感器360。所述温度传感器360设置在感测电极轴311内。温度传感器360使得能够说明在测量期间测量介质内的温度变化。

[0062] 虽然已经通过说明具体实施例清楚地描述了本发明,但是可从本发明的理解中得出许多另外的实施例和变型;作为示例,将各个实施例的特征结合在一起,和/或交换实施例的各个功能单元。特别地,传感器套筒可被设计为在保护性外轴的内表面之上的涂层或者管状结构。另外,图2的实施例可包括关于图3描述的温度传感器。

[0063] 附图标记列表

[0064]	201,301	传感器头
[0065]	2,203,303	纵向传感器主体
[0066]	4	测量介质
[0067]	10,210,310	感测电极
[0068]	11,211,311	感测电极轴
[0069]	12,212,312	敏感膜
[0070]	13,213,313	内电解质
[0071]	14,214,314	引线元件
[0072]	20,220,320	参考电极
[0073]	21,221,321	参考元件
[0074]	22,222	参考电解质
[0075]	23,223,323	液体接界/参考接界

[0076]	225	用于参考电极的环形空间
[0077]	326	第一电解质室
[0078]	327	第二电解质室
[0079]	328	内部隔膜
[0080]	230,330	传感器套筒
[0081]	233	传感器套筒230的远端
[0082]	240,340	支撑结构
[0083]	250,350	保护性外轴
[0084]	351	保护性罩
[0085]	360	温度传感器
[0086]	XX'	横向轴线
[0087]	Z	图2a中标记的虚线部分

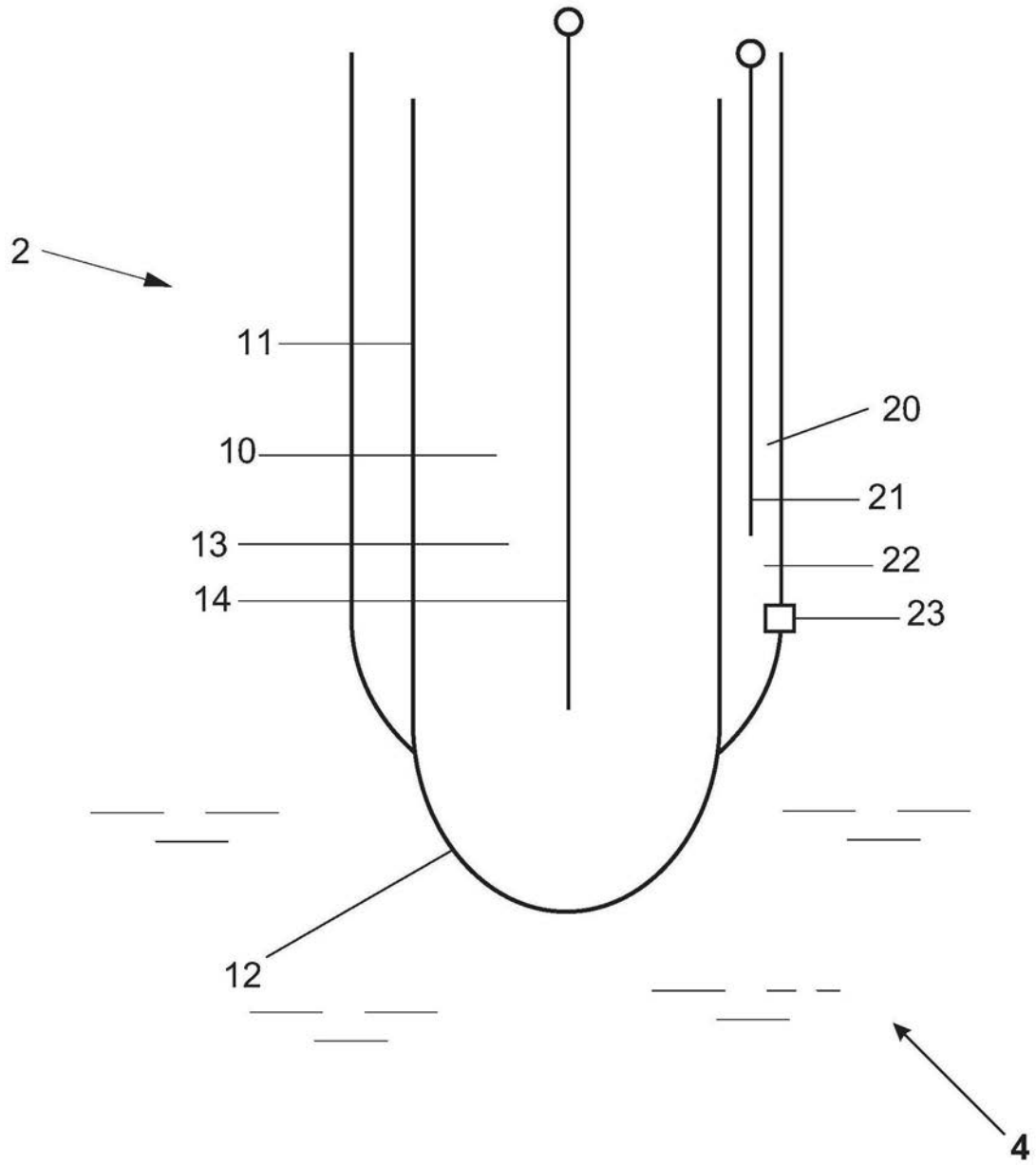


图1现有技术

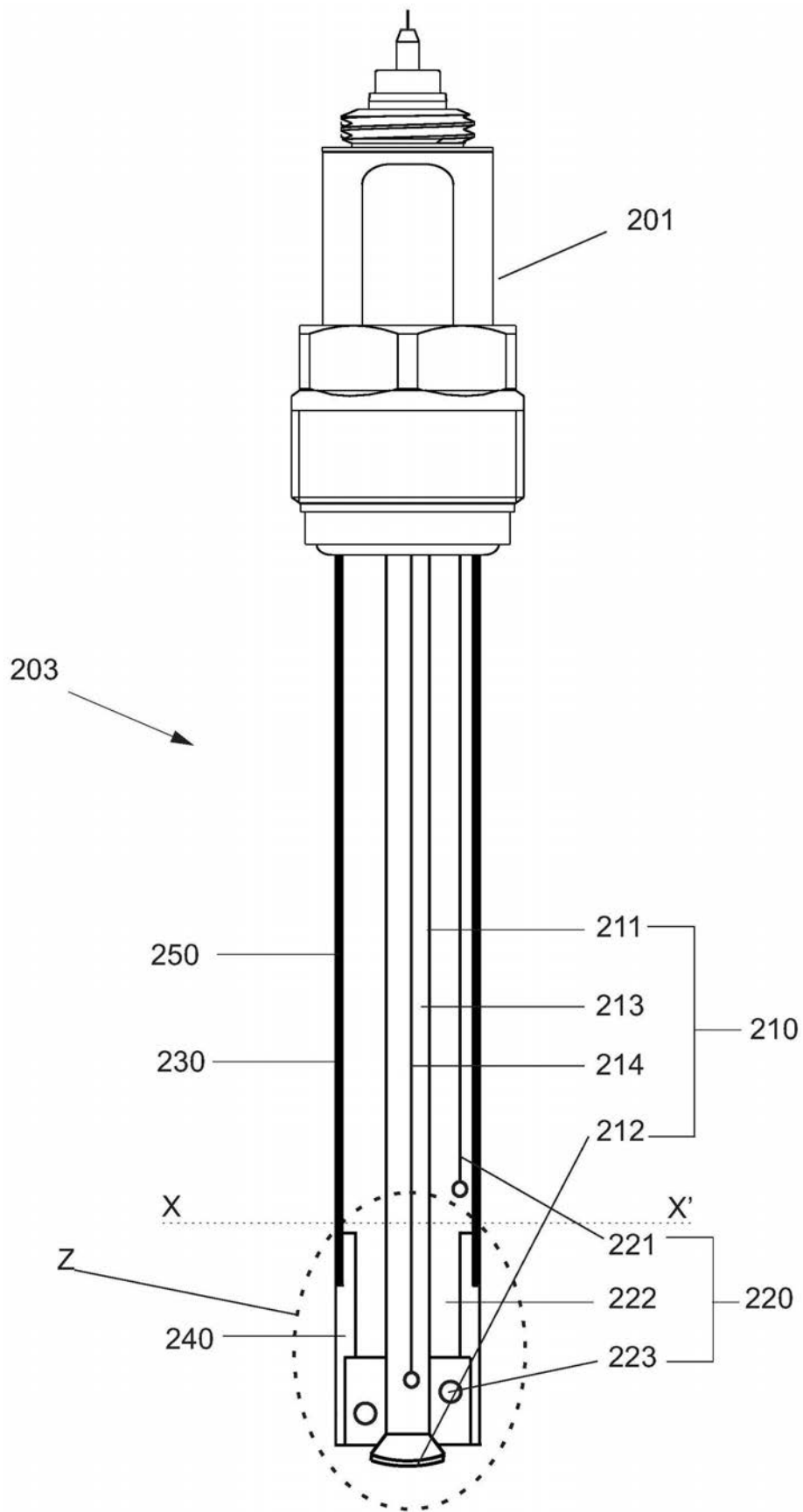


图2a

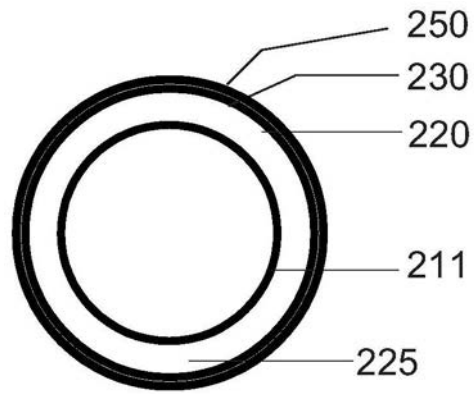


图2b

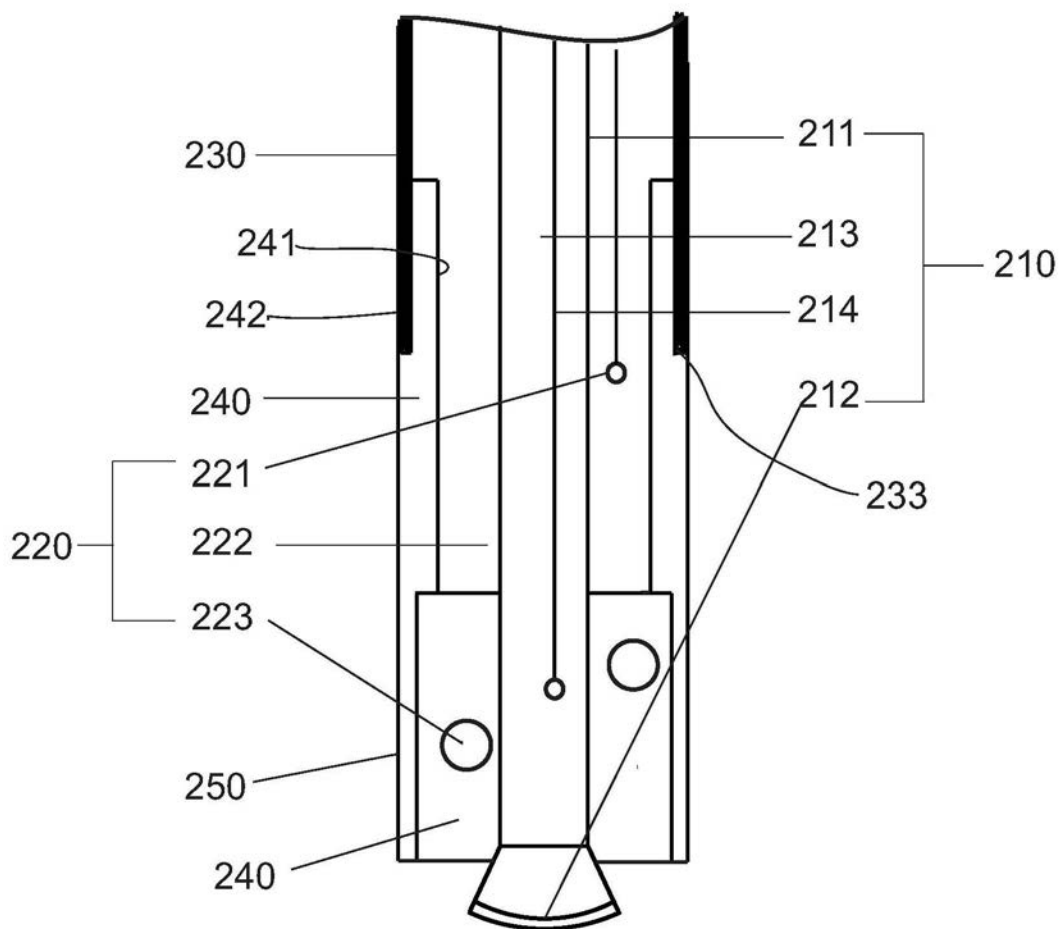


图2c

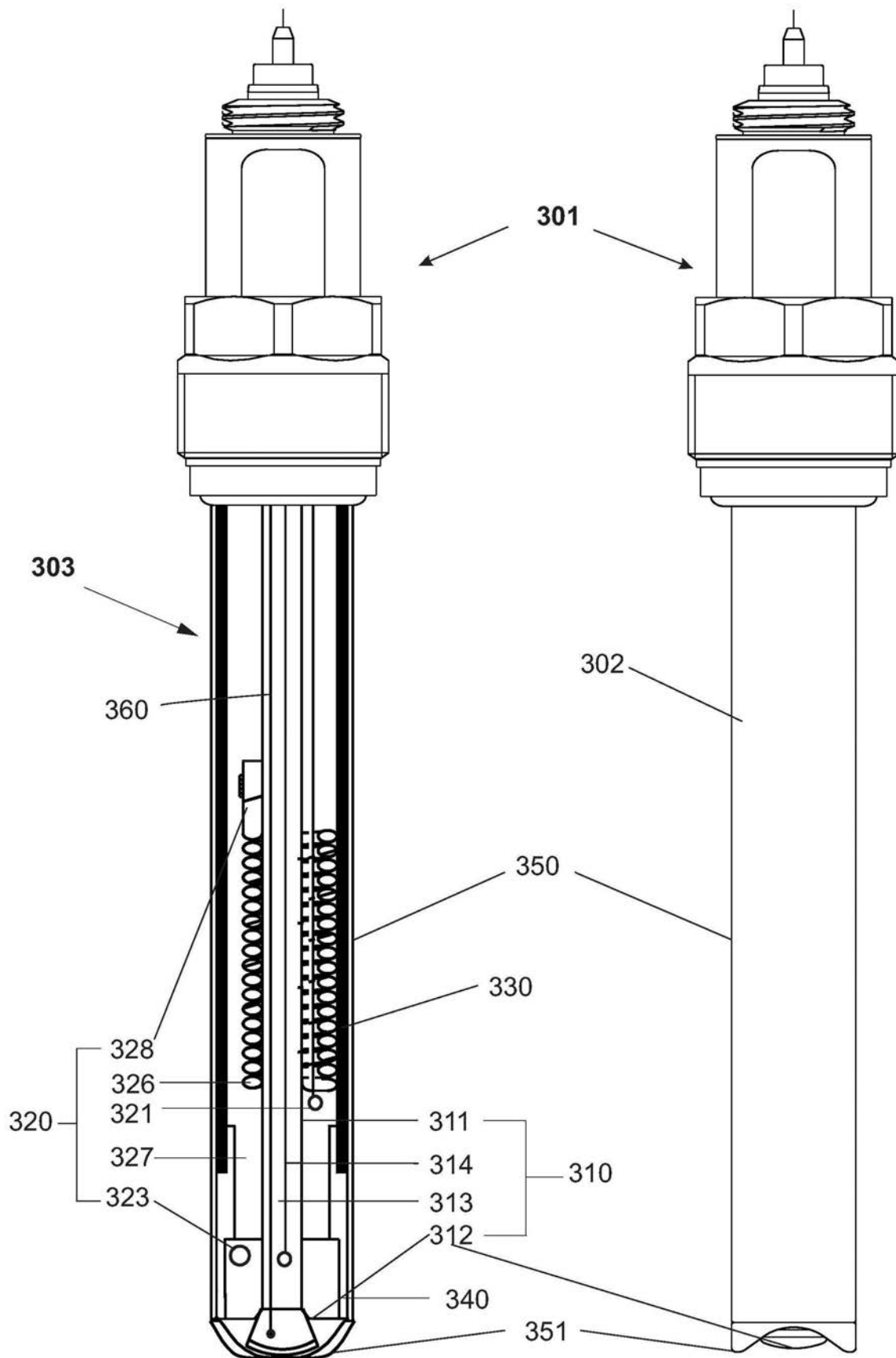


图3