



(10) 申请公布号 CN 116018514 A

(43) 申请公布日 2023.04.25

(21) 申请号 202180041735.7

(22) 申请日 2021.06.22

(30) 优先权数据

62/705,310 2020.06.22 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/038346 2021.06.22

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/262630 EN 2021.12.30

(71) 申请人 帕克-汉尼芬公司

地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 C·N·吉贝特 M·德尔马

D·皮金

(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 李隆涛

(51) Int.Cl.

G01N 27/07 (2006.01)

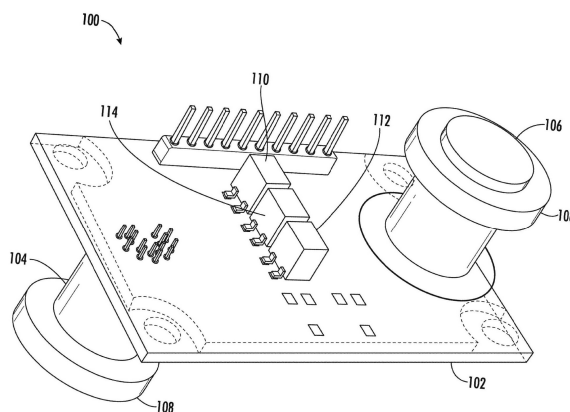
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

无溶液式传感器校准

(57) 摘要

一种用于针对水溶液的电导率传感器的校准装置。校准装置包括配置为与电导率传感器的传感器电极电联接的第一连接器。连接器还被配置来提供用于跨传感器电极中的至少两个的控制电压的施加。第一电阻器连接在所述至少两个传感器电极之间并且联接到第一连接器。电阻器具有这样的值,即所述值使得在所述至少两个传感器电极间的电流复制电化学校准溶液的特性。在某些实施例中,校准装置被配置用于pH传感器或溶解氧传感器。



1. 一种用于针对水溶液的电导率传感器的校准装置,所述校准装置包括:

第一连接器,所述第一连接器配置为与所述电导率传感器的传感器电极电联接,所述连接器还被配置来提供用于跨所述传感器电极中的至少两个的控制电压的施加;和

第一电阻器,所述第一电阻器连接在所述至少两个传感器电极之间并且联接到第一连接器,所述电阻器具有这样的值,即所述值使得所述至少两个传感器电极间的电流复制电化学校准溶液的特性。

2. 根据权利要求1所述的校准装置,还包括第二连接器,所述第二连接器连接到所述电阻器且还连接到电导率监测器。

3. 根据权利要求1所述的校准装置,其中,所述第一连接器配置为与电导率传感器的至少四个传感器电极电联接,所述校准装置还包括电阻器网络,所述电阻器网络具有所述第一电阻器、第二电阻器和第三电阻器,其中,这三个电阻器中的每个联接在所述四个传感器电极中的不同两个之间。

4. 根据权利要求1所述的校准装置,其中,第一电阻器具有40.2欧姆的电阻值,并且第二和第三电阻器各自具有221欧姆的电阻值。

5. 根据权利要求1所述的校准装置,其中,第一电阻器具有范围从38至42欧姆的电阻值。

6. 根据权利要求5所述的校准装置,其中,第一电阻器具有40.2欧姆的电阻值。

7. 根据权利要求1所述的校准装置,还包括温度校准电路,所述温度校准电路配置来为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境。

8. 根据权利要求7所述的校准装置,其中,温度校准电路包括联接到一对电阻器的开关元件。

9. 根据权利要求8所述的校准装置,其中,所述一对电阻器中的一者具有在200与300欧姆之间的电阻值,并且所述一对电阻器中的第二者具有在1.5与2.5千欧姆之间的电阻值。

10. 根据权利要求8所述的校准装置,其中,所述一对电阻器中的一者具有226欧姆的电阻值,并且所述一对电阻器中的第二者具有2.1千欧姆的电阻值。

11. 根据权利要求1所述的校准装置,还包括配置用于连接到外部电源的端子。

12. 一种用于校准针对水溶液的电导率传感器的方法,包括以下步骤:

跨电导率传感器的两个电极施加电压以复制电化学校准溶液的特性;

测量在所述两个电极之间流动的电流;以及

基于所测量的电流是否落在预定的范围内,确定电导率传感器是否被成功校准。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,跨电导率传感器的两个电极施加电压以复制电化学校准溶液的特性包括:在所述两个电极之间连接电阻器。

14. 根据权利要求12所述的方法,还包括提供电阻器网络,所述电阻器网络将至少一个电阻器连接到电导率传感器的多个电极中的每个。

15. 根据权利要求12所述的方法,还包括为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境。

16. 根据权利要求12所述的方法,其中,跨电导率传感器的两个电极施加电压以复制电化学校准溶液的特性包括将校准装置连接到电导率传感器的多个电极,所述校准装置包括联接到所述多个电极中的每个的一个或多个电阻器。

17. 根据权利要求12所述的方法,其中,将校准装置连接到电导率传感器的多个电极包

括将校准装置与用于为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境的温度校准电路连接。

18. 一种用于校准电导率传感器的方法, 包括以下步骤:

a、跨传感器的两个电极施加控制电压;

b、感测跨所述两个电极的电流, 同时维持传感器处在控制温度; 以及

c、基于所感测的电流是否落在指示传感器通过的预定范围内, 计算传感器的电导率。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中, 施加控制电压包括施加来自外部电源的恒定电压。

无溶液式传感器校准

技术领域

[0001] 本发明总的涉及用于校准以下的系统和方法：针对水溶液的电导率传感器，或者感测电势（电压）的变化或电子的损失/增益来转变为对电导率、pH、溶解氧（DO）或其它适用响应的测量的任何电化学传感器技术。

背景技术

[0002] 在水溶液中，电导率是水传导电流能力的量度。溶液中的离子越多，溶液的电导率就越高。温度也会影响电导率。随着溶液温度升高，被溶解在溶液中的材料的溶解度对应增大且因此电导率增大。

[0003] 为使电流流动，需要有带电粒子（例如，离子）的移动。利用固体NaCl或KCl晶体，没有电的流动——尽管所述固体由离子组成，但这些离子在晶格内紧密地保持在一起且因此没有电流流动。然而，在水溶液中，这些离子是活动的，允许有电流动。

[0004] 常规针对水溶液电导率传感器的制造工艺需要电导率溶液处在预定、容许的电导率及温度范围内以便校准传感器。存在若干与确保这些要求在传感器校准期间得到满足相关的挑战。例如，电导率溶液的电导率会是高度可变的，并且在某些实例中观察到，电导率溶液的电导率在组间更新之后有波动。此外，会有困难的是，维持校准期间相对恒定的溶液温度而不发生波动（即，由于调整水浴温度）。

[0005] 此外，成功校准传感器还会取决于用于参考的第三方电导率及温度探头的精度。需要对第三方探头进行常规外部校准以维持规格（specification）。然而，在许多实例中，当相互比较时，对于温度或电导率读数，各第三方探头彼此不一致。

[0006] 在许多常规的校准设置中，温度损失沿着传感器链顺递发生，这会是难以控制的。通常，电导率溶液必须是未使用且经NIST认证的。在校准之后，必须对传感器彻底清洁，这增加了传统电导率传感器的成本和制造时间。此外，传感器本体和电导率溶液达到所需温度有必需的稳定时间。这会需要操作员持续监测传感器和溶液温度。

[0007] 由于上述问题，在某些情况中，新制造的电导率传感器的校准通过率在首次尝试校准时可低至25-30%。

[0008] 本发明的实施例涉及一种用于校准针对水溶液的电导率传感器的系统和方法，其解决上述问题中的多个问题。本发明的这些及其它优点以及另外的发明特征将从本文中提供的对本发明的描述显见。

发明内容

[0009] 在一个方面中，本发明的实施例提供一种用于针对水溶液的电导率传感器的校准装置。校准装置包括第一连接器，所述第一连接器配置为与电导率传感器的传感器电极电联接。连接器还被配置来提供用于跨传感器电极中的至少两个的控制电压的施加。第一电阻器连接在所述至少两个传感器电极之间并联接到第一连接器。电阻器具有这样的值，即所述值使得所述至少两个传感器电极之间的电流复制电化学校准溶液的特性。

[0010] 在特定实施例中,校准装置具有第二连接器,所述第二连接器连接到电阻器且还连接到电导率监测器。在某些实施例中,第一连接器配置为与电导率传感器的至少四个传感器电极电联接,并且校准装置还包括具有第一电阻器、第二电阻器和第三电阻器的电阻器网络,其中这三个电阻器中的每个联接在四个传感器电极中的不同两个之间。在特定实施例中,第一电阻器具有40.2欧姆的电阻值,并且第二和第三电阻器各自具有221欧姆的电阻值。

[0011] 在本发明的另一实施例中,第一电阻器具有范围从38至42欧姆的电阻值。在更特定的实施例中,第一电阻器具有40.2欧姆的电阻值。校准装置可还包括温度校准电路,所述温度校准电路配置用于为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境。在一些实施例中,温度校准电路包括联接到一对电阻器的开关元件。在特定实施例中,所述一对电阻器中的一者具有在200与300欧姆之间的电阻值,并且所述一对电阻器中的第二者具有在1.5与2.5千欧姆之间的电阻值。在更特定的实施例中,所述一对电阻器中的一者具有226欧姆的电阻值,并且所述一对电阻器中的第二者具有2.1千欧姆的电阻值。校准装置可还包括配置用于连接到外部电源的端子。

[0012] 在另一方面中,本发明的实施例提供一种用于校准针对水溶液的电导率传感器的方法。方法包括以下步骤:跨电导率传感器的两个电极施加电压以复制电化学校准溶液的特性,测量在所述两个电极之间流动的电流,以及基于所测量的电流是否落在预定的范围内来确定电导率传感器是否被成功校准。

[0013] 在一些实施例中,方法还包括将电阻器连接在两个电极之间。方法可还包括:提供电阻器网络,所述电阻器网络将至少一个电阻器连接到电导率传感器的多个电极中的每个。方法的另外的实施例需要为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境。

[0014] 方法的特定实施例包括将校准装置连接到电导率传感器的多个电极。校准装置包括与多个电极中的每个联接的一个或多个电阻器。此外,该方法会需要将校准装置与用于为被校准的电导率传感器模拟25摄氏度环境的温度校准电路连接。

[0015] 在仍另一方面中,本发明的实施例提供一种用于校准电导率传感器的方法。方法包括以下步骤:跨传感器的两个电极施加控制电压,感测跨两个电极的电流同时维持传感器处于控制温度,以及基于所感测的电流是否落在指示传感器通过的预定范围内来计算传感器的电导率。该方法的实施例包括以下步骤:施加来自外部电源的恒定电压。

[0016] 本发明的特定实施例包括一种校准装置,所述校准装置用于针对水溶液的电导率传感器,所述校准装置跨两个传感器电极施加外部控制电压或者在替代的实施例中在两个传感器电极之间供应电流,所述传感器电极具有一系列设定的电阻器和/或电容器来复制电化学校准溶液的特性,由此消除在校准过程期间与传感器电极直接溶液接触的必要性。

[0017] 当结合附图来理解时,本发明的其它方面、目的和优点将从以下的详细描述变得更加显见。

附图说明

[0018] 并入在本说明书中并构成本说明书的一部分的附图图示出本发明的若干方面,并与描述一起服务于阐明本发明的原理。在附图中:

[0019] 图1是根据本发明的实施例的校准装置的立体图;

[0020] 图2是示意图,示出了根据本发明的实施例的、在图1的校准装置中使用的电阻器网络;

[0021] 图3是示意图,示出了根据本发明的实施例的、电阻器网络与第一和第二连接器的联接方式;和

[0022] 图4是根据本发明的实施例的、在图1的校准装置中使用的温度校准电路的示意图;以及

[0023] 图5是根据本发明的实施例的在电导率传感器中使用的校准装置的示意图示。

[0024] 尽管将结合某些优选实施例来描述本发明,但并无将本发明限于这些实施例的意图。相反,意图是涵盖所附权利要求书所限定的本发明的精神和范围内所包括的所有替代方案、修改和等同物。

具体实施方式

[0025] 在特定实施例中,本发明包括针对水溶液的电导率传感器,其中外部控制电压跨多个传感器电极中的两个被施加来促进无溶液式校准过程。在本发明的实施例中,外部控制电压是恒定电压,所述恒定电压可由外部电源提供。在替代实施例中,可在这两个电极之间供应电流。上述传感器电极可具有一系列设定的电阻器和/或电容器来复制电化学校准溶液的特性,由此消除校准过程期间传感器电极与电化学校准溶液之间直接接触的必要。

[0026] 尽管本文中描述的发明实施例与电导率传感器相关,但本领域普通技术人员将意识到的是,本发明的技术和范围也可同样适用于pH和/或溶解氧的测量,或适用于涉及感测电势(电压)的变化或电子的损失/增益的任何其它应用。

[0027] 在特定标称电导率条件下的电流与电压之间的关系大体可以以如下所示的方式表征。传感器电阻与电导率读数相关,如下:

[0028] 电导率 = $(I_c - I_m) / V$;

[0029] 其中, I_c 是来自模拟转数字转换器(ADC)的原始电流;

[0030] I_m 是零级激励电流(Zero Level of Excitation Current);以及

[0031] V 是来自模拟转数字转换器(ADC)的原始电压。

[0032] 如本文中所使用的,“零级激励电流”是指当在次级绕组的端子开路时向主绕组端子施加正常电压时在变压器的主绕组中流动的少量电流。该电流称为变压器激励电流且在变压器运行期间始终流动。激励电流需要维持变压器芯部内的磁场,并且在很大程度上与次级绕组上的负载无关。

[0033] 在电导率传感器的常规校准的特定示例中,可利用在生产中的12.88毫西门子(millisiemen) (mS) 电导率溶液进行单点校准。在该实例中,当电压是 $33,872 \pm 1,069$ 伏并且电流是 $394,871 \pm 53,662$ 毫安时,电导率读数为12,880微西门子(μ S) 或12.88毫西门子(mS)。在电压被施加时由电导率监测器感测和测量的电流水平应在 $394,871 \pm 53,662$ 毫安的范围内,以指示成功校准的传感器。

[0034] • 电压被控制参考12880 μ S(来自表格)。

[0035] • 电导率为标称的:12880 μ S。

[0036] $12880\mu S = \left(\frac{I_c - I_m}{33872V} \right) * 1000$

[0037] 电导率 = $(\frac{I_C - I_M}{V}) * 1000$

[0038] IC-IM=436 • 271A

[0039] 高于预期的电流值指示校准设备或电导率传感器可能存在问题,需要另外检查。

[0040] 参考本发明,电导率校准过程设计作为利用在25摄氏度条件下已知电导率为12.88毫西门子(mS)的溶液进行校准的替代方案。然而,如以上指示的,该过程的版本也可用作对于pH传感器或DO传感器的常规校准过程的替代方案。为在电导率方面实现此,所要求保护的系统用于模拟具有已知电导率的溶液的特性。所要求保护的系统和方法允许更加受控且可重复的校准设置过程(在环境室温条件下),这与需要在25摄氏度的温度控制室中使用已知12.88mS流体的现有校准设置过程截然不同。

[0041] 图1是校准装置100的立体图。如图1中所示,校准装置100不包括壳体,然而设想的是,装置100的商业实施例将设置在壳体内。图1中所示的校准装置100的实施例包括电路板102,所述电路板配置用于连接到在电路板102的一侧上的电导率传感器以及连接到在电路板102的与第一侧相反的第二侧上的电导率监测器(未示出)。然而,设想的是,本发明的替代实施例也可允许传感器和监测器连接在电路板102的同一侧上。在本发明的替代实施例中,电路板102也配置用于连接到pH传感器、DO传感器等。

[0042] 校准装置100通过充分利用(leverage)两个子电路实现该目标。一个无源子电路用于电导率并且一个有源子电路用于温度补偿。无源电导率子电路包括与12.88mS电导率相当的电阻网络,该电阻网络将在以下更详细描述。在校准过程期间,电阻网络连接到电导率传感器的电极信号线。这产生返回到电导率监测器的与12.88mS相当的电导率反馈响应。

[0043] 在特定实施例中,电导率传感器在第一连接器104处连接到电路板102,而电导率监测器在第二连接器106处连接到电路板102。尽管未示出电导率监测器,然而本领域普通技术人员将认识到的是,电导率监测器被使用以通过它与第二连接器106的连接来检测在传感器的电极之间流动的电流,从而允许关于电导率传感器的成功校准的判定。电导率传感器还控制施加到电导率传感器电极的电压,以及开启以下将描述的温度校准电路的操作。

[0044] 在图1中,第一连接器104和第二连接器106由帽108遮盖,以便在不使用时保护连接器端子。校准装置100包括电阻器网络,该电阻器网络具有连接在电导率监测器与电导率传感器之间的三个电阻器:R1 110、R3 112和R5 114。在本发明的特定实施例中,R1的电阻值为221欧姆,R3的电阻值为40.2欧姆,并且R5的电阻值为221欧姆。

[0045] 图2和图3是根据本发明的实施例的、在校准装置100中使用的电路的示意图。图2和图3示出了上述具有三个电阻器R1 110、R3 112和R5 114的电阻器网络。如图3中所示,三个电阻器R1 110、R3 112和R5 114联接到第一连接器104且还联接到第二连接器106,所述第一连接器连接到电导率传感器,并且所述第二连接器连接到电导率监测器。

[0046] 按照图2和图3中所示布置的电阻器网络帮助形成所要求保护的电导率校准系统和方法,在本实施例中,所述系统和方法利用跨激励(EX+/-)和感测(SN+/-)EX+、SN+、SN-和EX-信号线置设的这些特定的电阻器来模拟12.88mS的流体。在特定实施例中,这四条信号线中的每条连接到电导率传感器118的传感器电极120(参见图5)。图2和图3示出了三个电阻器R1 110、R3 112和R5 114如何跨信号线实现。电阻R1 110(具有221欧姆的示例值)连接

在EX-和SNS-之间。电阻器R3 112(具有40.2欧姆的示例值)连接在SNS-和SNS+之间。电阻器R5 114(具有221欧姆的示例值)连接在SNS+和EX-之间。

[0047] 由于电导率取决于温度,因此成功校准电导率传感器的要求之一与传感器本体的温度稳定性相关。理想情况下,电导率传感器将在温度控制系统内于25摄氏度条件下储存一段延长的时间,在所述温度控制系统处,各电导率传感器都被观察到为温度稳定的(例如,当热摄像机显示温度一致性时)。

[0048] 图4是根据本发明的实施例的、在校准装置100中使用的温度校准电路140的示意图。在校准期间,温度校准电路140通过向串行数据线(SDA)信号线142施加温度电阻器网络来模拟25摄氏度环境。在本发明的特定实施例中,电阻器网络包括两个电阻器:R17 144和R19 146。在特定实施例中,R17 144具有226欧姆的电阻值,并且R19 146具有2.1千欧姆的电阻值。图4中所示的开关部件U3 148在校准期间由电导率监测器(参见U3引脚15和10)触发以施加温度校准电路140。温度校准电路140以25摄氏度为目标来有效“欺骗”传感器相信其在校准期间处于25摄氏度。

[0049] 在特定实施例中,在校准过程期间,有源子电路或温度校准电路140对受测试的电导率传感器的温度校准电路140施加固件控制式电压偏置。这强制受测试的电导率传感器的温度校准电路140以与环境室温最常见关联的25摄氏度相当的电压作响应。在特定实施例中,电压偏置信号经由第二连接器106递送,所述电压由电导率监测器内的固件控制。这允许对在传感器校准期间施加温度补偿进行精确定时,以及对在将校准偏移值写入电导率传感器的非易失性存储器之前去除温度补偿进行精确定时。

[0050] 在测试中,以上描述的使用温度校准电路140的温度校准方法被证明是有效的,因为已发现利用该方法校准的单元具有与传统校准的电导率传感器相同或更好的标准偏差百分比。在校准之后,所述电导率传感器中的每个都被给予唯一的校准系数(CF)和温度偏移(T0)值,该唯一的校准系数和温度偏移值被施加到读数输出(电导率读数)。操作员然后观察预期的CF和T0值作为在校准之后是将电导率传感器分类为“通过”还是“未通过”的指示。未通过的这些通常被区分并检查缺陷以确定它们的最终处置。

[0051] 图5是根据本发明的实施例的在电导率传感器118中使用的校准装置100的示意图。校准装置100的示意性表示被图示,其中校准装置100连接到电导率传感器118的四个电极120。校准装置100的替代实施例也可具有少于或多于四个电极120。在图5的实施例中,向校准装置100供应来自外部电源152的电力,然而设想的是,校准装置100的替代实施例例如是电池供电式的。

[0052] 如图5中指示的,校准装置100的连接器部分配置为向电导率传感器118的四个电极120中的至少两个施加控制电压。该连接器部分还可提供拉直四个传感器电极120的附加功能。这会是实用的功能,因为电极间距(即,直径、高度和距离)在电导率传感器118中是重要的。如果电极120太近,电流将在电极120之间形成电弧并导致读数误差。如果电极120间隔太远,则电流将不能在电极120之间有效载运并且将导致读数误差。

[0053] 在测试中,电导率校准方法被证明是有效的。根据本文中描述的无溶液方法校准的电导率传感器118报告了与常规校准的传感器基本一致的电导率值。总体而言,测试证实电导率传感器118的性能与常规校准的电导率传感器一样好或更好。

[0054] 因此,如上所述,通过向电导率传感器118的多个传感器电极120中的至少两个施

加外部控制电压(利用设定的电阻器),无溶液校准装置100复制由电导率溶液载运的电流——从而消除在校准电导率传感器118时对于真实溶液的需求。然后可通过电导率监测器测量电流,以确定传感器118是否落在可接受值的预定范围内。

[0055] 此外,可以看到,在针对水溶液的电导率传感器118的制造和校准方面,所要求保护的校准装置100还提供某些其它优点。如以上阐述的,在本发明的替代实施例中,这些优点也可对pH传感器或DO传感器的制造和校准实现。具体地,所要求保护的系统和方法降低校准成本、改善向客户的交付周期、提高产量并降低因校准过程而污染产品的风险。此外,校准装置100通过更一致的校准来提高传感器规格的精度和公差。

[0056] 本文中引用的所有参考文献包括出版物、专利申请和专利由此以引用的方式并入,就如同每篇参考文献都被单独且具体地指示为以引用的方式并入并在本文中阐述其全部内容一样。

[0057] 在描述本发明的语境中(特别是在所附权利要求书的语境中)术语“一”和“这”以及“该”及类似指代词的使用应解读为包括单数和复数两者,除非本文中另有指示或上下文明显矛盾。除非另有说明,否则术语“包括”、“具有”、“包括有”和“包含”应解释为开放式术语(即,含义为“包括但不限于”)。除非本文中另有指示,否则本文中对值的范围的记述仅旨在作为独个地提及落在该范围内的每个单独的值的速记方法,并且每个单独的值被并入到本说明书中,就如同其在本文中被独个记述一样。本文中描述的所有方法都可以以任何适合的顺序实施,除非本文中另有指示或上下文另外明显矛盾。本文中提供的任何及所有示例或示例性语言(例如,“比如”)的使用仅旨在更好地说明本发明而不构成对本发明范围的限制,除非另有要求。说明书中的任何语言都不应被解读为将任何未要求保护的元素指示为本发明的实践所必需的。

[0058] 本文中描述了本发明的优选实施例,包括发明人已知的对于实现本发明的最佳模式。在阅读过以上描述之后,这些优选实施例的变型对于本领域普通技术人员会变得显而易见。本发明人期望本领域技术人员视情况采用这样的变型,并且本发明人也意欲本发明被以不同于本文中具体描述的方式加以实践。相应地,本发明包括适用法律所允许的在所附权利要求书中记述的主题的所有修改和等同物。此外,本发明还涵盖在其所有可行变型中的上述元件的任何组合,除非本文中另有指示或上下文另外明显地矛盾。

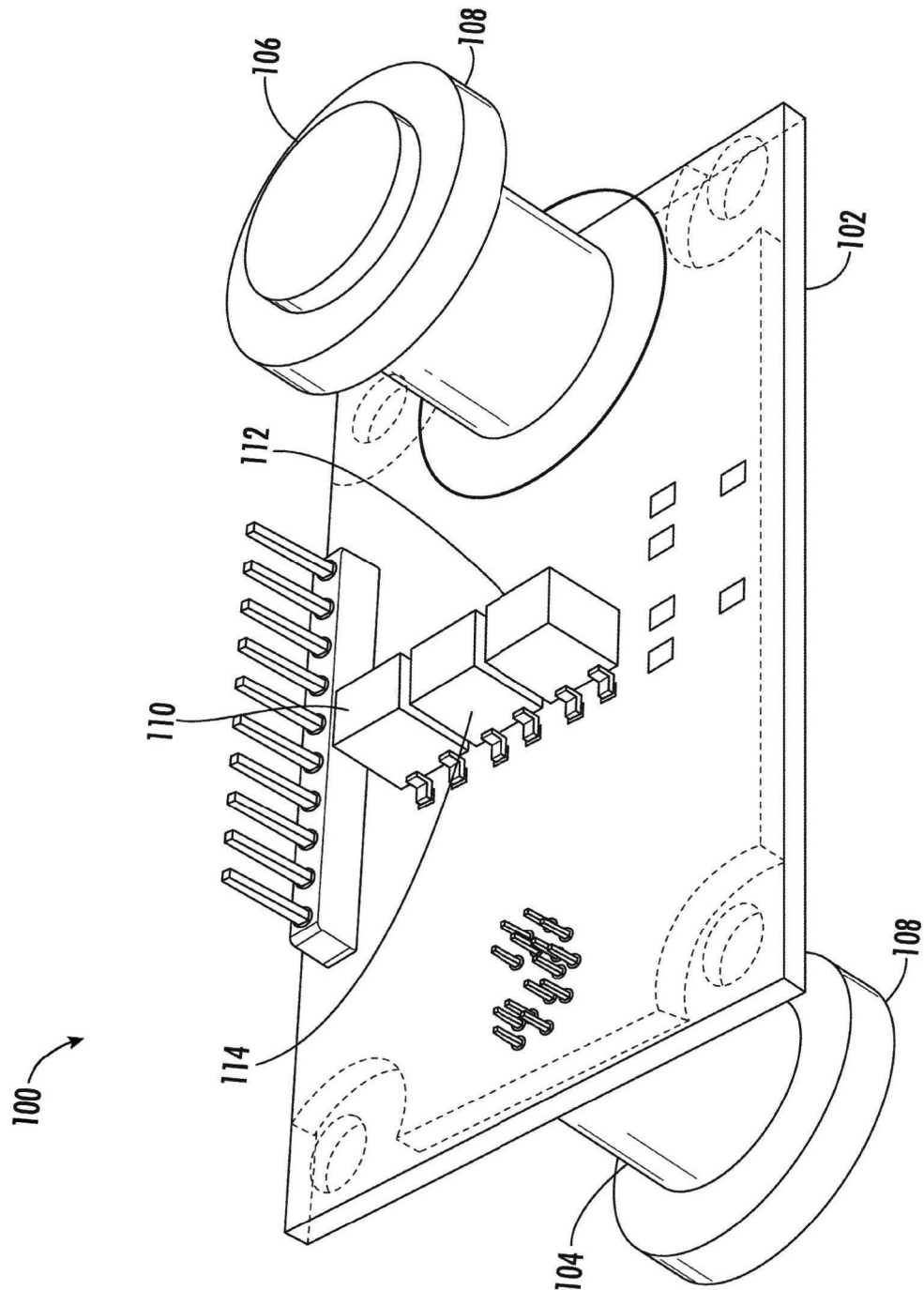


图1

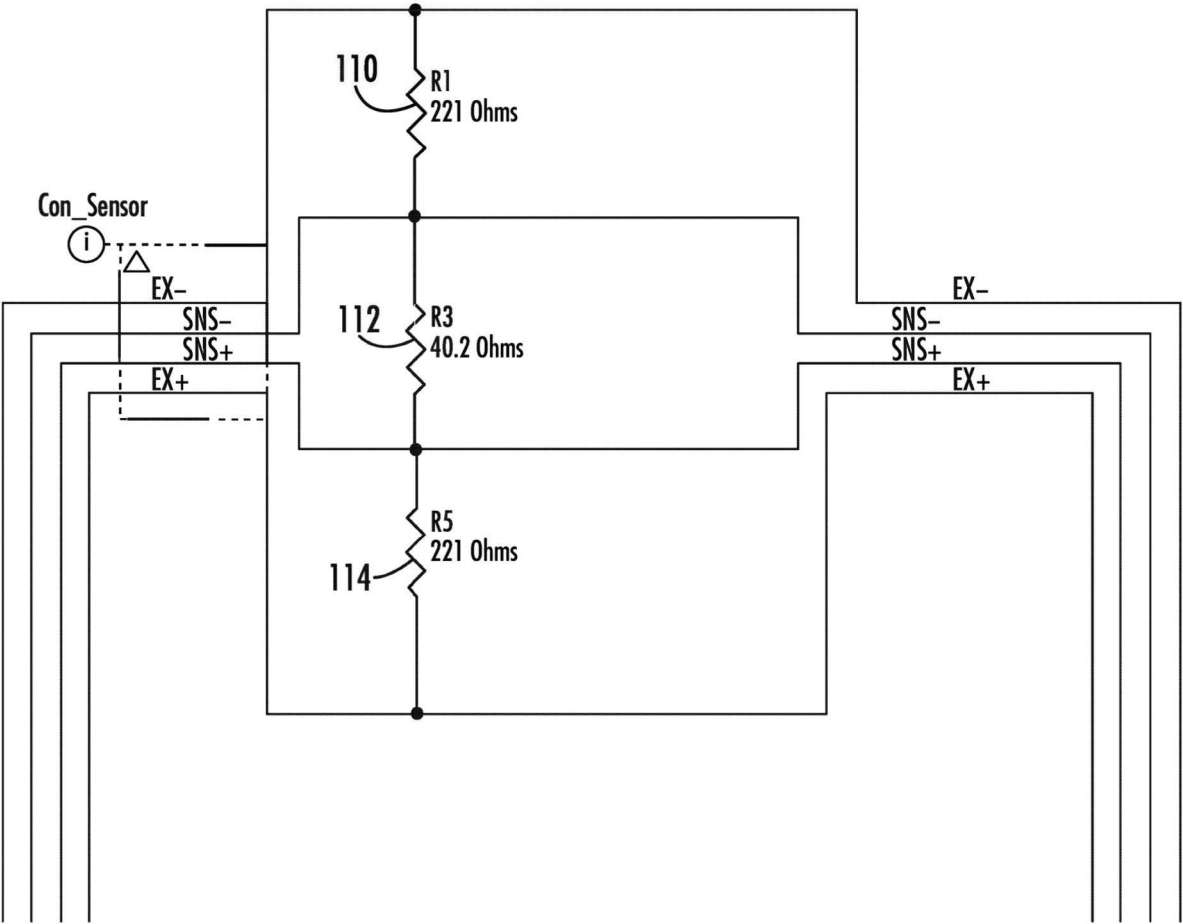


图2

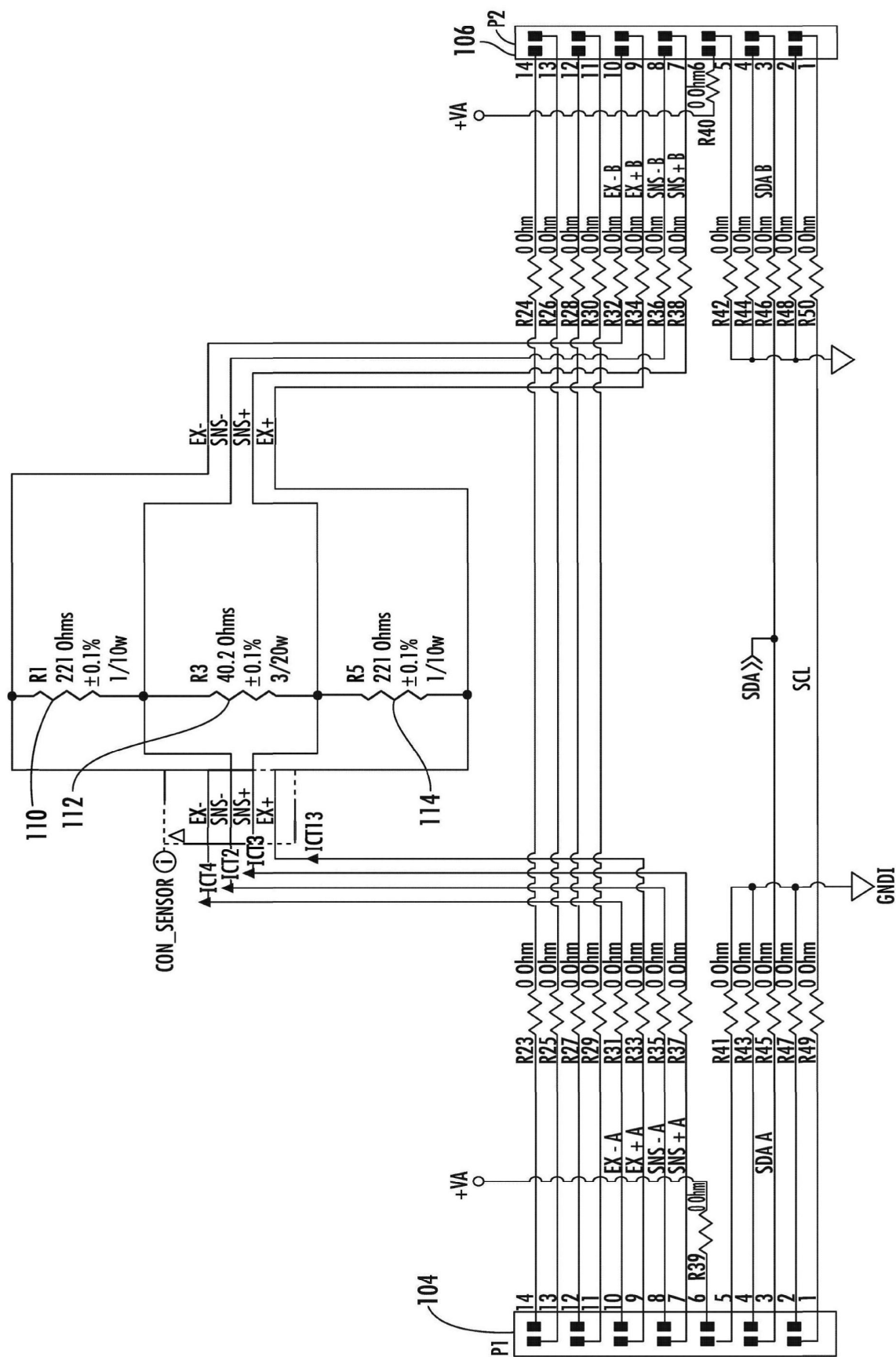


图3

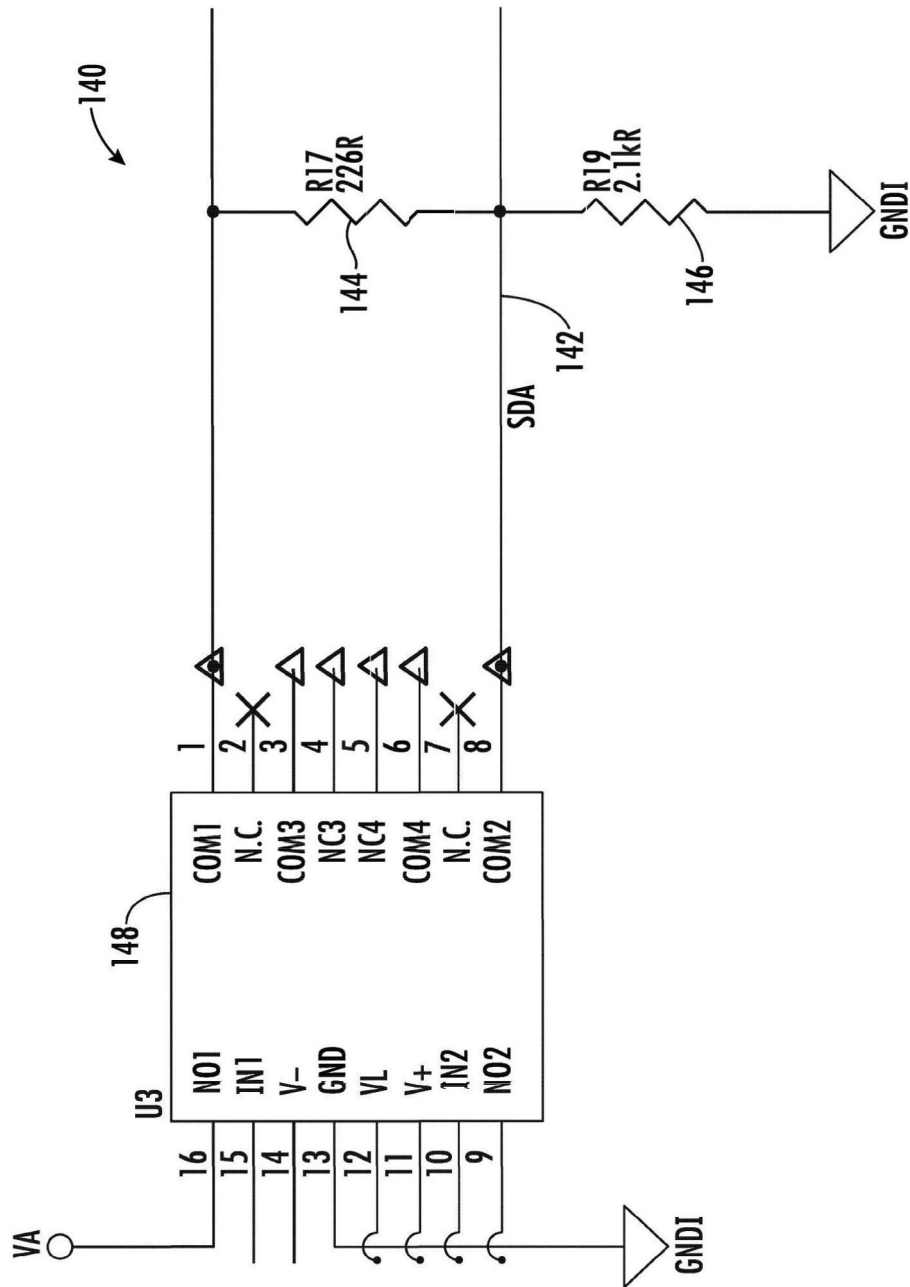


图4

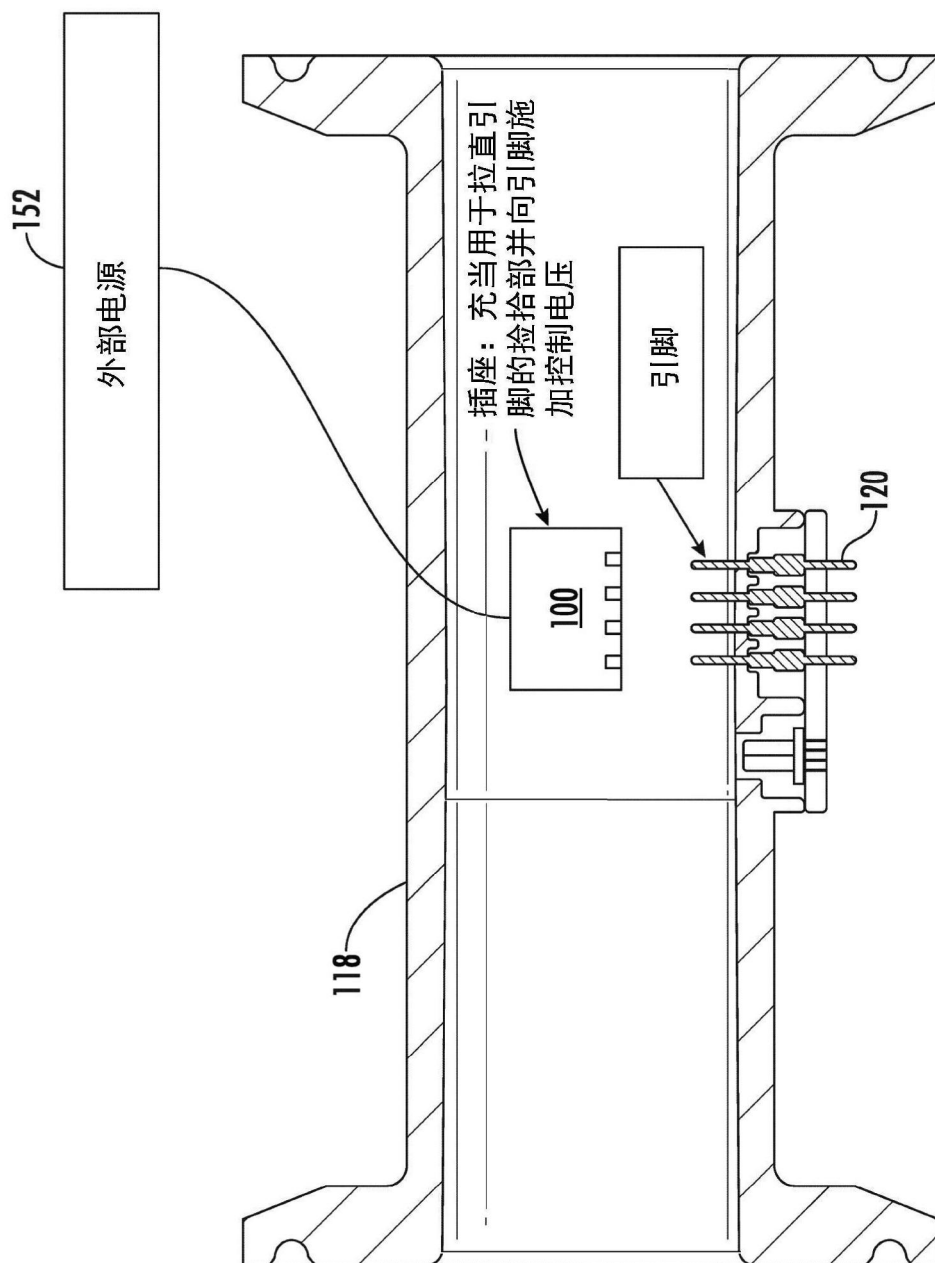


图5