(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116364978 A
(43)申请公布日 2023.06.30

(21)申请号 202211684338.4

(22)申请日 2022.12.27

(30)优先权数据
17/563,674 2021.12.28 US

(71)申请人 丰田自动车工程及制造北美公司
地址 美国得克萨斯

(72)发明人 M·K·麦克劳瑞 D·C·福里克 D·凯利

(74)专利代理机构 中国贸促会专利商标事务所有限公司 11038
专利代理师 李玲

(51)Int.Cl.
H01M 8/04537(2016.01)
G01R 31/389(2019.01)
G01R 31/378(2019.01)

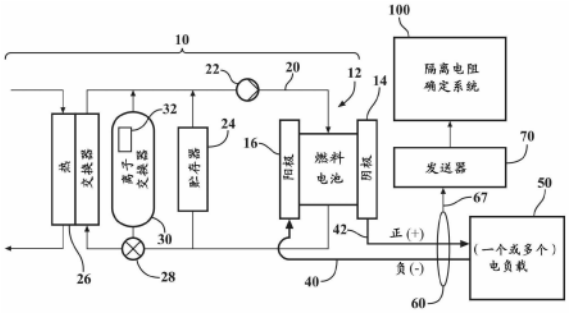
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

用于间接监视一个或多个燃料电池的隔离电阻的系统和方法

(57)摘要

本申请涉及用于间接监视一个或多个燃料电池的隔离电阻的系统和方法。本文描述了用于监视一个或多个燃料电池的隔离电阻的系统和方法。在一个示例中，一种系统包括具有中空芯的电流互感器。来自燃料电池的负载线的第一部分和第二部分位于中空芯内。负载线的第一部分电连接在燃料电池的阳极和电负载之间，而负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和电负载之间。电流互感器被配置为输出与通过中空芯的电流成比例的电信号。这个电信号随后能够被用于确定燃料电池的隔离电阻。



CN 116364978 A

1.一种系统,包括:

具有中空芯的电流互感器;

位于中空芯内的负载线的第一部分,所述负载线的第一部分电连接在燃料电池的阳极和电负载之间;以及

位于中空芯内的负载线的第二部分,所述负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和电负载之间。

2.如权利要求1所述的系统,其中电流互感器被配置为输出与通过中空芯的电流成比例的电信号。

3.如权利要求2所述的系统,其中通过中空芯的电流是差异电流,所述差异电流指示阳极和电负载之间的第一电流与电负载和阴极之间的第二电流之间的差异。

4.如权利要求2所述的系统,还包括:

处理器,与由电流互感器输出的电信号通信;以及

存储器,与处理器通信,所述存储器具有隔离电阻确定模块,所述隔离电阻确定模块包括在由处理器执行时使处理器基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的隔离电阻的指令。

5.如权利要求4所述的系统,其中隔离电阻确定模块还包括在由处理器执行时使处理器基于由电流互感器输出的电信号确定以下至少一项的指令:

何时应当更换燃料电池的离子交换器,以及

何时应当以更高的流速迫使额外的冷却剂通过离子交换器。

6.如权利要求4所述的系统,其中隔离电阻确定模块还包括在由处理器执行时使处理器基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的冷却剂的电导率的指令。

7.如权利要求1所述的系统,其中燃料电池是氢燃料电池。

8.一种系统,包括:

具有中空芯的电流互感器;

位于中空芯内的负载线的第一部分,所述负载线的第一部分电连接在多个燃料电池的阳极和至少一个电负载之间;以及

位于中空芯内的负载线的第二部分,所述负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和所述至少一个电负载之间。

9.如权利要求8所述的系统,其中电流互感器被配置为输出与通过中空芯的电流成比例的电信号。

10.如权利要求9所述的系统,其中通过中空芯的电流是差异电流,所述差异电流指示阳极和所述至少一个电负载之间的第一电流与所述至少一个电负载和阴极之间的第二电流之间的差异。

11.如权利要求9所述的系统,还包括:

处理器,与由电流互感器输出的电信号通信;以及

存储器,与处理器通信,所述存储器具有隔离电阻确定模块,所述隔离电阻确定模块包括在由处理器执行时使处理器基于由电流互感器输出的电信号确定所述多个燃料电池的隔离电阻的指令。

12.如权利要求11所述的系统,其中隔离电阻确定模块还包括在由处理器执行时使处

理器基于由电流互感器输出的电信号确定以下至少一项的指令：

何时应当更换所述多个燃料电池的至少一个离子交换器，以及

何时应当以更高的流速迫使额外的冷却剂通过离子交换器。

13.如权利要求10所述的系统，其中所述多个燃料电池是氢燃料电池。

14.一种方法，包括以下步骤：

从具有中空芯的电流互感器接收电信号，其中负载线的第一部分位于中空芯内，所述负载线的第一部分电连接在燃料电池的阳极和电负载之间，并且负载线的第二部分位于中空芯内，所述负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和电负载之间；以及

基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的隔离电阻。

15.如权利要求14所述的方法，其中电信号与通过中空芯的电流成比例。

16.如权利要求14所述的方法，其中通过中空芯的电流是差异电流，所述差异电流指示阳极和电负载之间的第一电流与电负载和阴极之间的第二电流之间的差异。

17.如权利要求16所述的方法，还包括基于由电流互感器输出的电信号确定以下至少一项的步骤：

何时应当更换燃料电池的离子交换器，以及

何时应当以更高的流速迫使额外的冷却剂通过离子交换器。

18.如权利要求16所述的方法，还包括基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的冷却剂的电导率的步骤。

19.如权利要求14所述的方法，其中：

燃料电池是多个燃料电池；

负载线的第一部分是电连接在所述多个燃料电池的阳极和至少一个电负载之间的来自所述多个燃料电池的负载线的第一部分；以及

负载线的第二部分是电连接在所述多个燃料电池的阴极和所述至少一个电负载之间的负载线的第二部分。

20.如权利要求19所述的方法，还包括基于由电流互感器输出的电信号确定所述多个燃料电池的隔离电阻的步骤。

用于间接监视一个或多个燃料电池的隔离电阻的系统和方法

技术领域

[0001] 本文描述的主题一般而言涉及用于监视燃料电池的隔离电阻的系统和方法。

背景技术

[0002] 所提供的背景描述是为了概括地呈现本公开的上下文。发明人的工作，在本背景部分中可能描述的范围内，以及在提交时可能不符合现有技术的描述的方面，既不明确也不暗示地承认为反对本技术的现有技术。

[0003] 燃料电池是通过一对氧化还原反应将燃料和氧化剂的化学能转化为电能的电化学电池。燃料电池一般包括阳极、阴极和允许离子(常常是带正电的氢离子)在燃料电池的两侧之间移动的电解质。在阳极处，催化剂使燃料发生生成离子和电子的氧化反应。离子通过电解质从阳极移动到阴极。同时，电子通过外部电路从阳极流向阴极，从而产生直流电。另一种催化剂使得离子、电子和氧气在阴极处反应，从而形成水和可能的其它产物。

[0004] 一些燃料电池要求使用冷却剂来适当地冷却燃料电池。冷却剂通过燃料电池然后被提供给热交换器。但是，在这个过程期间，来自燃料电池的腐蚀和其它污染物会积聚在冷却剂中。这种积聚增加冷却剂的导电性，这会导致短路、诱发电偶腐蚀和电解冷却剂，从而降低效率并可能造成安全隐患。燃料电池冷却剂系统可以采用离子交换器，其有效地从电流中过滤掉离子，以防止这些缺点的发生。

[0005] 但是，离子交换器必须例行维护才能正常运行。目前，维护计划(maintenance schedule)是基于时间的，其中离子交换器的一个或多个零件在一段时间(或者运行或者静态)到期后被更换。这导致可能对离子交换器进行不必要的维修，从而导致不必要的维护成本。更令人担忧的是离子交换器要求维修但基于维护计划不被进行维修的情况。在这些情况下，会严重损坏燃料电池或可能出现安全问题。

发明内容

[0006] 本节一般性地总结了本公开并且没有全面解释其全部范围或其所有特征。

[0007] 在一个实施例中，一种系统包括具有中空芯的电流互感器。来自燃料电池的负载线的第一部分和第二部分位于中空芯内。负载线的第一部分电连接在燃料电池的阳极和电负载之间，而负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和电负载之间。电流互感器被配置为输出与通过中空芯的电流成比例的电信号。这个电信号然后可以被用于确定燃料电池的隔离电阻和/或何时应当更换或以其它方式维修离子交换器。

[0008] 该系统还可以被用于确定多个燃料电池的整体隔离电阻和/或何时应当更换或以其它方式维修多个燃料电池的离子交换器。在此，与之前一样，该系统包括具有中空芯的电流互感器。来自多个燃料电池的多条负载线的第一部分和第二部分位于中空芯内。负载线的第一部分电连接在多个燃料电池的阳极和至少一个电负载之间，而负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和至少一个电负载之间。电流互感器被配置为输出与通过中空芯的电流成比例的电信号。这个电信号然后可以被用于确定多个燃料电池的整体隔离电阻和/

或何时应当更换或以其它方式维修多个燃料电池的离子交换器。

[0009] 在另一个实施例中，一种方法包括以下步骤：从具有中空芯的电流互感器接收电信号，并基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的隔离电阻。像以前一样，来自燃料电池的负载线的第一部分和第二部分位于中空芯内。负载线的第一部分电连接在燃料电池的阳极和电负载之间，而负载线的第二部分电连接在燃料电池的阴极和电负载之间。电流互感器被配置为输出与流经该方法所使用的中空芯的不同电流成比例的电信号以确定燃料电池的隔离电阻。

[0010] 作为替代，该方法还可以确定多个燃料电池的整体隔离电阻和/或多个燃料电池的离子交换器何时应当更换或以其它方式维修。在那种情况下，来自多个燃料电池的多条负载线的第一部分和第二部分位于中空芯内。

[0011] 根据所提供的描述，进一步的应用领域和增强所公开技术的各种方法将变得显而易见。本发明内容中的描述和具体示例仅用于说明，并不限制本公开的范围。

附图说明

[0012] 结合在说明书中并构成说明书的一部分的附图图示了本公开的各种系统、方法和其它实施例。将认识到的是，图中所示的元件边界(例如，框、框的组或其它形状)表示边界的一个实施例。在一些实施例中，一个元件可以被设计为多个元件，或者多个元件可以被设计为一个元件。在一些实施例中，被示为另一个元件的内部组件的元件可以被实现为外部组件，反之亦然。此外，元件可能未按比例绘制。

[0013] 图1图示了具有燃料电池和用于确定燃料电池的隔离电阻的隔离电阻确定系统的燃料电池系统的一个示例。

[0014] 图2图示了由隔离电阻确定系统使用的电流互感器的一个示例。

[0015] 图3图示了多个燃料电池和用于确定多个燃料电池的整体隔离电阻的隔离电阻确定系统。

[0016] 图4图示了隔离电阻确定系统的更详细视图。

[0017] 图5图示了用于确定一个或多个燃料电池的隔离电阻的方法。

具体实施方式

[0018] 描述了用于间接确定一个或多个燃料电池的隔离电阻的系统和方法。一般而言，燃料电池的隔离电阻测量燃料电池的冷却剂回路内各点之间的电阻。测得的电阻的变化可能与冷却剂的劣化有关。本质上，随着时间的推移，燃料电池的腐蚀和其它污染物会在冷却剂中积聚。这种积聚增加冷却剂的导电性，这会导致短路、诱发电偶腐蚀并电解冷却剂，从而降低效率。

[0019] 所描述的系统和方法可以通过使用电流互感器间接地确定一个或多个燃料电池的隔离电阻。如本说明书稍后将描述的，电流互感器产生代表电流沿着初级导体流过中空芯的电信号。从燃料电池的阳极和阴极到电负载的电线穿过电流互感器的中空芯，使得电流互感器实质上测量通过这些电线的电流。由于电线位于燃料电池和电负载之间，唯一的区别是其中一根电线连接到燃料电池的阳极，而另一根电线连接到燃料电池的阴极，电流互感器测得的电流应当接近于零。

[0020] 随着冷却剂变得更具导电性,燃料电池将变得效率较低,导致燃料电池的阴极和电负载之间的电线中的电流将大于电负载和燃料电池的阳极之间的电线中的电流的情况。当这种情况发生时,电流互感器会输出电信号,该电信号指示电流测量大于零,指示燃料电池的隔离电阻。当来自电流互感器的测量超过阈值时,系统和方法然后可以确定应当维修离子交换器。

[0021] 如在背景部分中所解释的,离子交换器的服务或其它维护通常基于服务时间表(service schedule)发生。通过基于系统和方法对隔离电阻的间接测量来确定离子交换器何时应当被维修,离子交换器可以在燃料电池实际需要维修时被维修,而不是可能导致不必要维修的维修时间表。

[0022] 在其它情况下,离子交换器运行可接受,但实际循环通过离子交换器的冷却剂的量无法跟上整个冷却剂回路正在电离的速率。在这些情况下,这个信息可以被用于执行有意的去离子化。因此,隔离电阻测量可以被用作执行测试的反馈回路,由此控制器在专门被设计为迫使额外的冷却剂以更高的流速通过离子交换器以使系统去离子的预定维护操作中自动运行燃料电池。

[0023] 图1图示了使用隔离电阻确定系统100的燃料电池系统10的一个示例。燃料电池系统10可以包括具有阴极14和阳极16的燃料电池12。燃料电池12是通过一对氧化还原反应将燃料(诸如氢气)和氧化剂(诸如氧气)的化学能转化为电能的电化学电池。

[0024] 在燃料电池12的运行期间,电解质允许离子在燃料电池12的两侧之间移动。在阳极16处,催化剂使燃料经历生成离子和电子的氧化反应。离子通过电解质从阳极16移动到阴极14。同时,电子通过一个或多个电负载50从阳极16流向阴极14,产生直流电。在阴极14处,另一种催化剂使得离子、电子和氧气反应,形成水和可能的其它产物。

[0025] (一个或多个)电负载50可以是任何类型的一个或多个电气设备。在一个示例中,(一个或多个)电负载50可以是一个或多个电池,用于存储燃料电池12生成的电力,该电力随后将在一个或多个应用中使用。在其它示例中,(一个或多个)电负载50可以是一个或多个逆变器,其将来自燃料电池12的直流转换成可以为建筑物供电的交流。再次,(一个或多个)电负载50可以因应用的不同而显著不同,并且不应当限于上面提到的示例。

[0026] 燃料电池12可以要求由冷却剂回路20提供的冷却。冷却剂回路中使用的冷却剂可以是多种不同冷却剂中的任何一种,诸如去离子水或乙二醇和去离子水的混合物。冷却剂由泵22提供给燃料电池12。在冷却剂通过燃料电池12之后,它被提供给热交换器26,热交换器26将冷却剂内的热量传递给另一个系统。在冷却剂回路20内还示出了贮存器24,其容纳过量的冷却剂并允许冷却剂回路20内的空气或其它气体在冷却剂在整个冷却剂回路20中循环时积聚并被冷却剂替换。

[0027] 冷却剂回路20还包括阀28,其指引冷却剂的一部分通过离子交换器30。离子交换器30可以包括离子交换器组件32,其可以包括一个或多个过滤器或其它组件,诸如可能需要例行更换的滤筒。离子交换器30可以通过将金属离子吸附在离子交换树脂上来从冷却剂中移除金属离子。有效地,离子交换器30可以从冷却剂中移除离子以降低冷却剂的电导率。如前面所解释的,来自燃料电池的腐蚀和其它污染物会在冷却剂中积聚,从而增加冷却剂的导电性。随着冷却剂的电导率增加,燃料电池12的效率降低。因此,离子交换器30可能需要例行维护以正常运行,从而从冷却剂中移除离子。

[0028] 但是，代替对离子交换器32进行维护，可以存在离子交换器32运行可接受但实际循环通过离子交换器32的冷却剂的量跟不上整个冷却剂回路正在电离的速率的情况。在这些情况下，这个信息可以被用于执行有意的去离子化。因此，隔离电阻测量可以被用作执行测试的反馈回路，由此控制器在专门被设计为迫使额外的冷却剂以更高的流速通过离子交换器(通过操纵水泵和三通控制阀)以使系统去离子化的预定维护操作中自动运行燃料电池。

[0029] 如前面所解释的，燃料电池12为(一个或多个)电负载50提供电力。更具体而言，由燃料电池12生成的电流从燃料电池的阴极14经由电线40提供给(一个或多个)电负载50。当这个电流通过(一个或多个)电负载50时，它然后经由电线42被发送到燃料电池12的阳极16。在此，电流互感器60被放置成使得电线40和42穿过电流互感器60的中空芯。如本描述后面将解释的那样，电流互感器60输出电信号67，该电信号67将由发送器70提供给隔离电阻确定系统100。再次，如本描述稍后将解释的，电信号67然后将被用于间接确定燃料电池12的隔离电阻，其指示离子交换器30何时需要维修。

[0030] 参考图2，图示了可以由图1的隔离电阻确定系统100使用的电流互感器60的一个示例。在这个示例中，电流互感器60包括中空芯62。在这个示例中，中空芯62是环形中空芯，其限定允许一个或多个初级导体穿过的孔61。中空芯62可以由任何合适的材料制成，诸如铁或硅钢。

[0031] 围绕中空芯62的一部分缠绕的是次级绕组64。当电流通过延伸穿过孔61或中空芯62的初级导体时，生成电场并且磁通量集中在中空芯62中，这产生涡流63，涡流63被传输到次级绕组64。次级绕组64的终端66和68连接到电流计69，电流计然后基于通过次级绕组64的电流输出电信号67。

[0032] 如前所述，电流互感器60可以测量通过初级导体的电流。在这个示例中，初级导体是两个初级导体。第一初级导体是电线40，而第二初级导体是电线42。如前面所解释的，电线40将电流41从燃料电池12的阴极14携带到(一个或多个)电负载50。电线42是将电流43从(一个或多个)电负载50携带到燃料电池12的阳极16的电线。

[0033] 由电流计69产生的电信号67表示分别由电线40和42携带的电流41与43之间的差异电流。如前面所提到的，一般而言，人们会期望电流41与电流43一般彼此相等。这将导致由电流计69输出的电信号67近似为零的情况。但是，随着图1的燃料电池系统10的隔离电阻由于冷却剂回路20内冷却剂的电导率增加而改变，这个差异电流应当增加。因此，指示电流41与43之间的差异电流的电信号67可以被用于间接确定燃料电池12的隔离电阻。

[0034] 简要提及电流计69和由电流计69输出的电信号67。电流计69输出的电信号67可以是指示电流41与电流43之间的电流差的模拟或数字信号。然后可以将电信号67直接或通过发送器70提供给图1的隔离电阻确定系统100。在一些情况下，发送器70可以使得它可以使用到隔离电阻确定系统100的有线或无线通信协议传输基于电信号67的信号。

[0035] 注意的是，图1和2图示了只有两条电线40和42通过电流互感器60的中空芯62的孔61的情况。在这些情况下，诸如燃料电池12之类的单一燃料电池的隔离电阻可以被间接地测量。但是，将多对电线穿过电流互感器60的中空芯62的孔61以生成多个燃料电池的隔离电阻的整体间接测量可以是有利的。在一些情况下，多个燃料电池可以使用相同的冷却剂回路并且会遇到类似的问题，其中冷却剂回路内的冷却剂随时间变得更具传导性。

[0036] 因此，参考图3，图示了多个燃料电池12A-12D的示例，每个燃料电池具有从阴极14A-14D延伸到(一个或多个)电负载50A-50D的电线40A-40D和从阳极16A-16D延伸到(一个或多个)电负载50A-50D的电线42A-42D。在此，相似的附图标记用于指相似的元件，并且关于这些元件的任何先前描述同样适用。

[0037] 在这个示例中，电流互感器60AB具有延伸穿过其中空芯的电线40A-40B和42A-42B。类似地，电流互感器60CD具有延伸穿过其中空芯的电线40C-40D和42C-42D。因此，电流互感器60AB测量电线40A-40B与42A-42B之间的差异电流，而电流互感器60CD测量电线40C-40D与42C-42D之间的差异电流。电流互感器60AB和60CD然后或者直接或者经由发送器70向隔离电阻确定系统100输出表示分别由电流互感器60AB和60CD测得的差异电流的电信号67AB和67CD。

[0038] 图3中所示的示例可以是有利的，因为它不一定需要那么多的电流互感器。在这个示例中，两个燃料电池的整体隔离电阻可以使用单个电流互感器间接确定。但是，代替两个燃料电池，可以使用单个电流互感器来确定任何数量的燃料电池的整体隔离电阻。

[0039] 将我们的注意力转向图4，图示了隔离电阻确定系统100的更详细视图，其可以是可编程逻辑控制器的形式。如图所示，隔离电阻确定系统100包括一个或多个处理器110。因而，(一个或多个)处理器110可以是隔离电阻确定系统100的一部分或者隔离电阻确定系统100可以通过数据总线或其它通信路径访问(一个或多个)处理器110。在一个或多个实施例中，(一个或多个)处理器110是专用集成电路，其被配置为实现与隔离电阻确定模块122相关联的功能。一般而言，(一个或多个)处理器110是电子处理器，诸如能够执行本文描述的各种功能的微处理器。

[0040] 在一个实施例中，隔离电阻确定系统100包括存储隔离电阻确定模块122的存储器120。存储器120可以是随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬盘驱动器、闪存或其它合适的用于存储隔离电阻确定模块122的存储器。隔离电阻确定模块122例如是计算机可读指令，当被(一个或多个)处理器110执行时，使(一个或多个)处理器110执行本文公开的各种功能。

[0041] 此外，在一个实施例中，隔离电阻确定系统100包括一个或多个数据存储库130。在一个实施例中，(一个或多个)数据存储库130是电子数据结构，诸如存储在存储器120或另一个存储器中的数据库，其配置有可以由(一个或多个)处理器110执行的用于分析所存储的数据、提供所存储的数据、组织所存储的数据等的例程。因此，在一个实施例中，(一个或多个)数据存储库130存储隔离电阻确定模块122在执行各种功能时使用的数据。

[0042] 在这个示例中，(一个或多个)数据存储库130可以存储电流互感器数据132，该数据可以是由电流互感器60以电信号67的形式提供给隔离电阻确定系统100的数据。如前所述，包含来自电流互感器60的数据的电信号67可以被直接提供给隔离电阻确定系统100或经由发送器70间接提供。电流互感器数据132可以是指示由电流互感器60测得的电流差的数据。

[0043] (一个或多个)数据存储库130还可以包括一个或多个模型或查找表134。如前所述，电流互感器60确定分别由电线40和42传输的电流41与43的差异电流，并且可以被存储为电流互感器数据132。但是，为了解释电流互感器数据132，(一个或多个)处理器110可以使用模型和/或查找表134来确定隔离电阻和/或何时应当维修离子交换器30。

[0044] 在使用查找表的情况下，存储在电流互感器数据132中的差异电流的值可以与指示隔离电阻和/或何时应当维修离子交换器30的值交叉引用。在使用模型的情况下，一个或多个等式、神经网络或其它方法可以被用于将电流互感器数据132转换成指示隔离电阻和/或何时应当维修离子交换器30的一个或多个值。

[0045] 隔离电阻确定系统100还可以包括与(一个或多个)处理器110通信的接收器140，用于从发送器70或者甚至直接从电流互感器60接收信息。在一个示例中，接收器140可以是可以接收信号并将这些信号转换成可以作为电流互感器数据132存储的数据的有线或无线接收器。

[0046] 隔离电阻确定系统100还可以包括与(一个或多个)处理器110通信的输出设备150。输出设备150可以是可以向操作者或另一个系统提供关于由隔离电阻确定系统100确定的隔离电阻和/或应当维修离子交换器30的指示的信息的任何输出设备。因此，输出设备150可以是显示设备、音响设备、触觉反馈设备或到另一个系统的电输出。

[0047] 关于隔离电阻确定模块122，隔离电阻确定模块122包括使(一个或多个)处理器执行本说明书中公开的多种不同方法中的任何一种的指令。在一个示例中，隔离电阻确定模块122包括当由(一个或多个)处理器110执行时使(一个或多个)处理器110直接或通过发送器70和接收器140间接地从电流互感器60接收信息的指令。如前所述，由电流互感器生成的电信号67可以是模拟或数字信号的形式，然后可以将其转换成存储为电流互感器数据132的数据。

[0048] 隔离电阻确定模块122还可以包括指令，当由(一个或多个)处理器110执行时，使(一个或多个)处理器110基于由电流互感器60输出和/或以其它方式存储为电流互感器数据132的电信号来确定多个燃料电池的隔离电阻。如前所述，电流互感器数据132和/或电信号67本质上表示由穿过中空芯62的电线传输的电流的电流差。在此，隔离电阻确定模块122可以使(一个或多个)处理器110利用模型或查找表134将电流互感器60测得的电流差转换成关于燃料电池12的隔离电阻的间接测量。

[0049] 隔离电阻确定模块122还可以包括指令，当由(一个或多个)处理器110执行时，使(一个或多个)处理器110确定何时应当维修离子交换器30。可以向输出设备150提供离子交换器30何时应当被维修的确定。

[0050] 维修可以包括更换离子交换器30或离子交换器30的离子交换器组件32(诸如一个或多个过滤器或滤筒)。维修还可以包括迫使额外的冷却剂以更高的流速通过离子交换器以执行有意的去离子。更高的流速与稳态流速相比，稳态流速通常指示通过冷却剂回路的冷却剂的流速。隔离电阻确定模块122可以使(一个或多个)处理器110在预定的维护操作中自动运行燃料电池，该维护操作专门设计为通过适当地致动泵22和三通阀38来迫使额外的冷却剂以更高的流速通过离子交换器30。

[0051] 参考图5，示出了用于确定燃料电池或多个燃料电池的隔离电阻的方法200。将从图1的燃料电池系统10和图4的隔离电阻确定系统100的角度来描述方法200。但是，应当理解的是，这只是实现方法200的一个示例。虽然方法200结合隔离电阻确定系统100进行讨论，但是应当认识到的是，方法200不限于在隔离电阻确定系统100内实现，而是可以实现方法200的系统的一个示例。

[0052] 在步骤202中，隔离电阻确定模块122使(一个或多个)处理器110直接或通过发送

器70和接收器140间接地从电流互感器60接收信息。如前所述，由电流互感器生成的电信号67可以是模拟或数字信号的形式，然后可以将其转换成存储为电流互感器数据132的数据。

[0053] 在步骤204中，隔离电阻确定模块122使(一个或多个)处理器110基于由电流互感器60输出和/或以其它方式存储为电流互感器数据132的电信号来确定多个燃料电池的隔离电阻。如前所述，电流互感器数据132和/或电信号67本质上表示由通过中空芯62的电线传输的电流的电流差。在此，隔离电阻确定模块122可以使(一个或多个)处理器110利用模型或查找表134将由电流互感器60测得的电流差转换成关于燃料电池12的隔离电阻的间接测量。

[0054] 在步骤206中，隔离电阻确定模块122使(一个或多个)处理器110确定何时应当维修离子交换器30。维修可以包括更换离子交换器30或更换离子交换器30的离子交换器组件32(诸如一个或多个过滤器或滤筒)。维修还可以包括迫使额外的冷却剂以更高的流速通过离子交换器以执行有意的去离子。更高的流速与稳态流速相比，稳态流速通常指示通过冷却剂回路的冷却剂的流速。可以向输出设备150提供离子交换器30何时应当被维修的确定。

[0055] 从那里，方法200可以结束或可以返回到步骤202。让方法200返回到步骤202并连续运行以连续监视燃料电池系统10的隔离电阻以确定何时维护离子交换器30是合适的可以是有利的。通过这样做，将在有必要时维修离子交换器30，从而节省时间和成本，同时还防止损坏燃料电池系统10。

[0056] 应当认识到的是，本说明书中描述的任何系统都可以被配置为具有单独的集成电路和/或芯片的各种布置。电路经由连接路径连接以提供单独的电路之间的通信信号。当然，虽然讨论了单独的集成电路，但是在各种实施例中这些电路可以集成到公共的集成电路板中。此外，集成电路可以组合成更少的集成电路或分成更多的集成电路。

[0057] 在另一个实施例中，所描述的方法和/或其等同物可以用计算机可执行指令来实现。因此，在一个实施例中，非暂态计算机可读介质配置有存储的计算机可执行指令，当由机器(例如，处理器、计算机等)执行时，使机器(和/或相关联的组件)执行该方法。

[0058] 虽然为了简化解释的目的，图中所示的方法被示出和描述为一系列方框，但是应该认识到的是，方法不受方框的次序限制，因为一些方框可以以不同的次序出现和/或与所示和描述的其它方框同时出现。而且，可以使用少于所有图示的方框来实现示例方法。方框可以组合或分成多个组件。此外，附加的和/或替代的方法可以使用未示出的附加方框。

[0059] 本文公开了详细的实施例。但是，应该理解的是，所公开的实施例仅旨在作为示例。因此，本文公开的具体结构和功能细节不应被解释为限制性的，而仅仅是作为权利要求的基础以及作为教导本领域技术人员以实际上任何适当的详细结构来以各种方式利用本文中的各方面的代表性基础。另外，本文使用的术语和短语不旨在限制，而是为了提供可能的实施方式的可理解的描述。

[0060] 附图中的流程图和框图图示了根据各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实施方式的体系架构、功能和操作。就这一点而言，流程图或框图中的每个方框可以表示代码的模块、片段或部分，其包括用于实现指定的(一个或多个)逻辑功能的一个或多个可执行指令。还应当注意的是，在一些替代实施方式中，方框中指出的功能可以不按图中指出的次序发生。例如，取决于所涉及的功能，可以基本上同时执行连续示出的两个方框，或者有时可以以相反的次序执行这些方框。

[0061] 上面描述的系统、组件和/或处理可以以硬件或硬件和软件的组合来实现，并且可以以集中式方式在一个处理系统中或者以其中不同的元件分布在多个互连的处理系统上的分布式方式来实现。适用于执行本文描述的方法的任何种类的处理系统或另一个装置都是合适的。硬件和软件的组合可以是具有计算机可用程序代码的处理系统，程序代码在被加载和执行时控制处理系统，以使其执行本文描述的方法。系统、组件和/或处理还可以被嵌入在机器可读的计算机可读存储装置中，诸如计算机程序产品或其它数据程序存储设备，该计算机可读产品有形地实施机器可执行的指令的程序，以执行本文描述的方法和处理。这些元素也可以嵌入在应用产品中，该应用产品包括使得能够实现本文描述的方法的所有特征，并且在加载到处理系统中时可以执行这些方法。

[0062] 此外，本文描述的布置可以采取实施在一种或多种计算机可读介质中的计算机程序产品的形式，该计算机可读介质具有实施(例如，存储)在其上的计算机可读程序代码。可以利用一种或多种计算机可读介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。短语“计算机可读存储介质”是指非暂态存储介质。计算机可读介质可以采用包括但不限于非易失性介质和易失性介质的形式。非易失性介质可以包括例如光盘、磁盘等。易失性介质可以包括例如半导体存储器、动态存储器等。这种计算机可读介质的示例可以包括但不限于软盘、软磁盘、硬盘、磁带、其它磁性介质、ASIC、图形处理单元(GPU)、CD、其它光学介质、RAM、ROM、存储芯片或存储卡、记忆棒，以及计算机、处理器或其它电子设备可以从中读取的其它介质。在本文档的上下文中，计算机可读存储介质可以是可以包含或存储供指令执行系统、装置或设备使用或与其结合使用的程序的任何有形介质。

[0063] 以下包括本文使用的所选择的术语的定义。定义包括落入术语范围内的组件的各种示例和/或形式，并且可以用于各种实施方式。示例不旨在限制。术语的单数和复数形式都可以在定义内。

[0064] 对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”、“示例”等的引用指示如此描述的(一个或多个)实施例或(一个或多个)示例可以包括特定特征、结构、特点、特性、元素或限制，但并非每个实施例或示例都必须包括该特定特征、结构、特点、特性、元素或限制。此外，短语“在一个实施例中”的重复使用不一定指相同的实施例，但是可以指相同的实施例。

[0065] 如本文使用的“模块”包括(一个或多个)计算机或电气硬件组件、固件、存储指令的非暂态计算机可读介质和/或被配置为执行(一个或多个)功能或(一个或多个)动作和/或从另一个逻辑、方法和/或系统引起功能或动作的这些组件的组合。模块可以包括由算法控制的微处理器、离散逻辑(例如，ASIC)、模拟电路、数字电路、被编程的逻辑设备、包括在被执行时执行算法等的指令的存储器设备。在一个或多个实施例中，模块可以包括一个或多个CMOS门、门的组合或其它电路组件。在描述多个模块的情况下，一个或多个实施例可以包括将多个模块结合到一个物理模块组件中。类似地，在描述单个模块的情况下，一个或多个实施例将单个模块分布在多个物理组件之间。

[0066] 此外，如本文使用的模块包括执行任务或实现数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。在进一步的方面中，存储器一般存储所述模块。与模块相关联的存储器可以是嵌入在处理器、RAM、ROM、闪存或其它合适的电子存储介质中的缓冲器或高速缓存。在还有进一步的方面中，如本公开所设想的，模块被实现为专用集成电路(ASIC)、片上系统的硬件

组件(SoC)、可编程逻辑阵列(PLA)、图形处理单元(GPU),或嵌入有用于执行所公开的功能的既定配置集(例如,指令)的另一个合适的硬件组件。

[0067] 在一个或多个布置中,本文描述的一个或多个模块可以包括人工或计算智能元素,例如神经网络、模糊逻辑或其它机器学习算法。另外,在一个或多个布置中,模块中的一个或多个可以分布在本文描述的多个模块中。

[0068] 可以使用任何适当的介质来发送实施在计算机可读介质上的程序代码,包括但不限于无线、有线、光纤、电缆、RF等,或者上述的任意合适组合。可以以一种或多种编程语言的任意组合来编写用于执行本布置的各方面的操作的计算机程序代码,所述编程语言包括诸如Java™、Smalltalk、C++之类的面向对象的编程语言以及诸如"C"编程语言或类似编程语言之类的常规过程编程语言。程序代码可以完全在用户的计算机上、部分地在用户的计算机上、作为独立的软件包、部分地在用户的计算机上并且部分地在远程计算机上,或者完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情况下,远程计算机可以通过任何类型的网络(包括局域网(LAN)或广域网(WAN))连接到用户的计算机,或者可以与外部计算机建立连接(例如通过使用互联网服务提供商的互联网)。

[0069] 如本文所使用的,术语"一"和"一个"被定义为一个或多于一个。如本文所使用的,术语"多个"被定义为两个或多于两个。如本文所使用的,术语"另一个"被定义为至少第二个或更多个。如本文所使用的,术语"包括"和/或"具有"被定义为包含(即,开放语言)。如本文所使用的,短语"……和……中的至少一个"是指并且涵盖所关联的所列项目中的一个或多个的任意和所有可能的组合。作为示例,短语"A、B和C中的至少一个"包括仅A、仅B、仅C或其任意组合(例如,AB、AC、BC或ABC)。

[0070] 在不脱离其精神或实质属性的情况下,本文的各方面可以以其它形式实施。因而,应参考以下权利要求而不是前面的说明书来指示其范围。

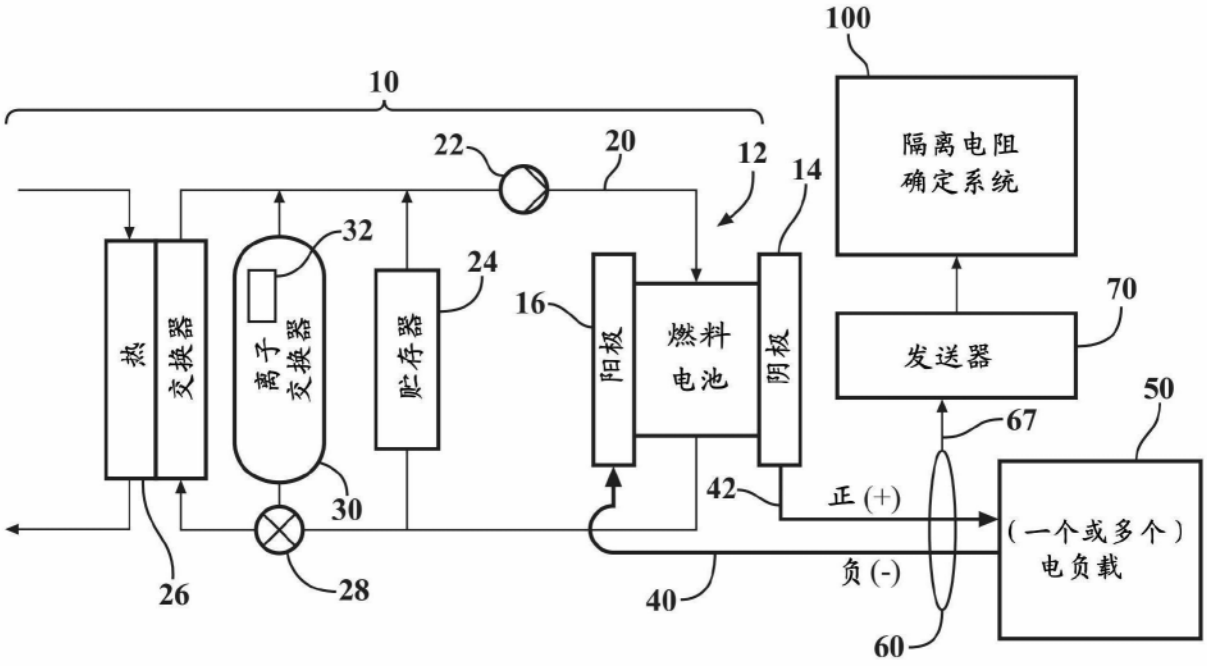

100
10
隔离电阻
确定系统
22
20
12
14
32
24
16
热
交换器
离子
交换器
贮存器
阳极
燃料
电池
阴极
70
发送器
50
67
42
正 (+)
(一个或多个)
电负载
30
负 (-)
26
28
40
60

图1

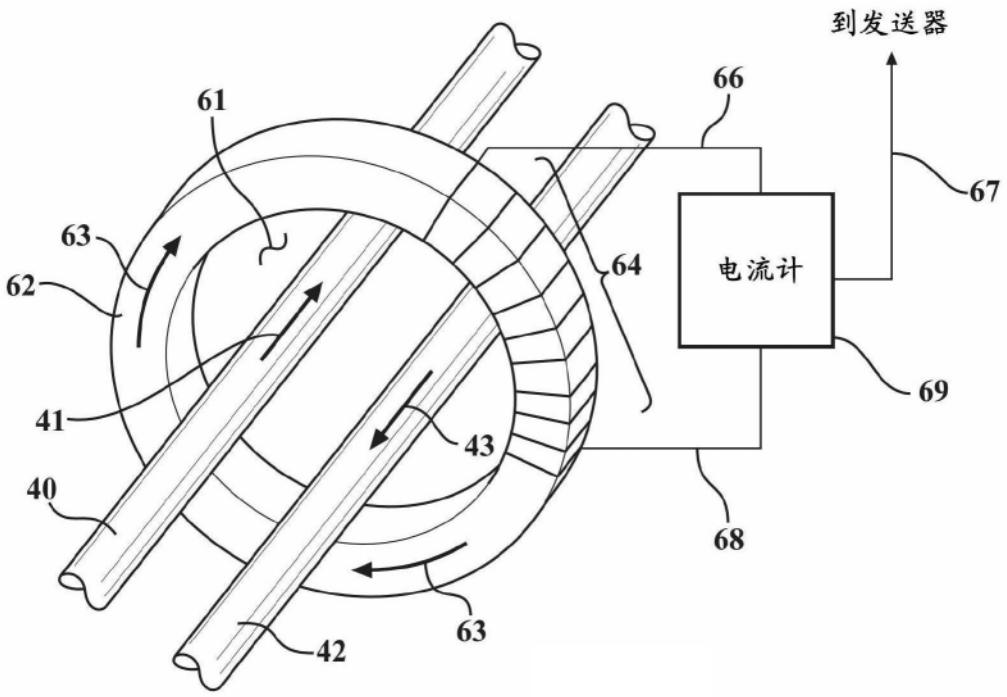

到发送器
66
61
67
63
64
电流计
62
41
69
43
40
68
63
42

图2

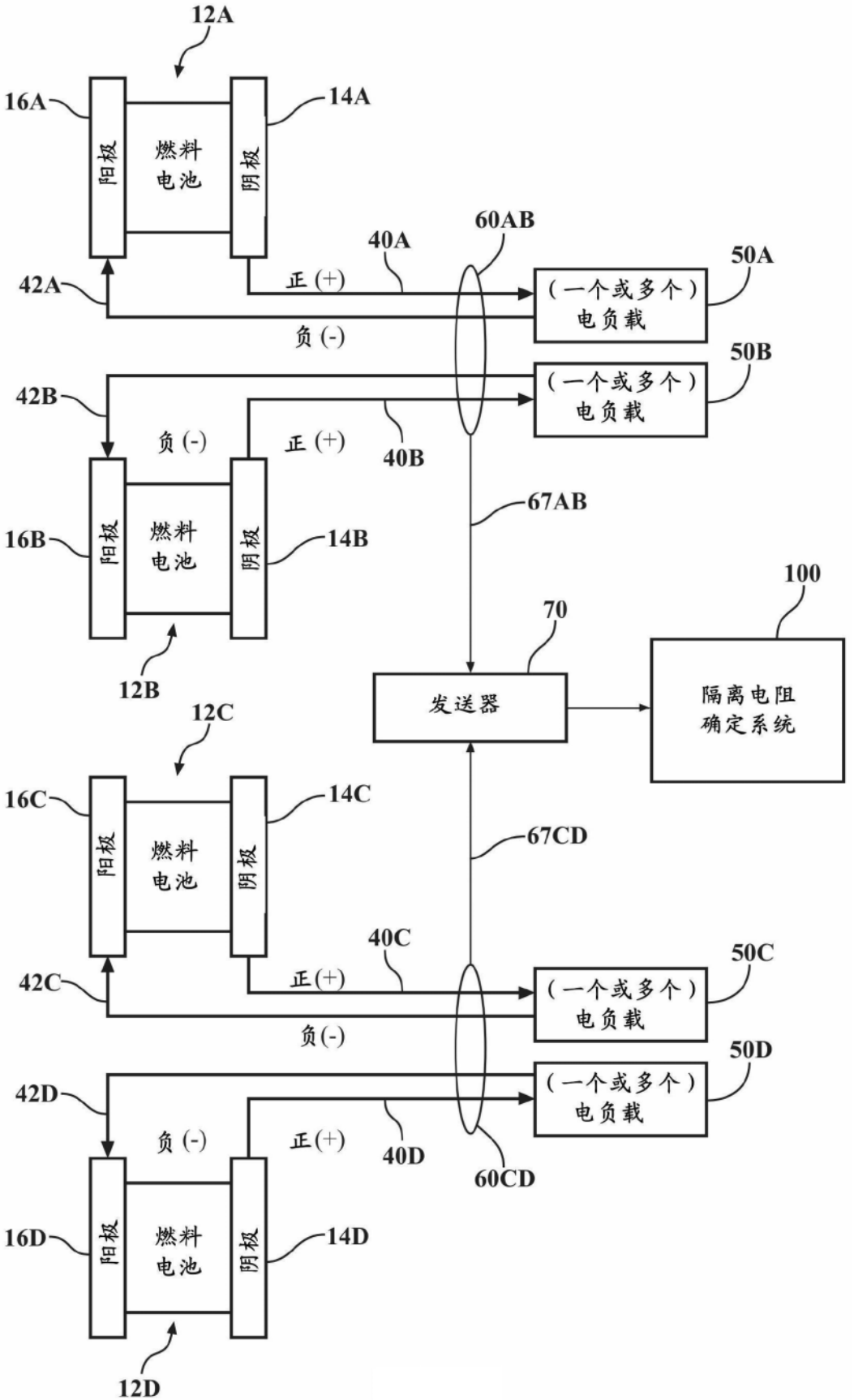

12A
16A
阳极
燃料电池
阴极
14A
60AB
40A
50A
42A
正 (+)
(一个或多个)电负载
负 (-)
50B
42B
(一个或多个)电负载
负 (-)
正 (+)
40B
67AB
16B
阳极
燃料电池
阴极
14B
100
70
12B
发送器
隔离电阻确定系统
12C
16C
阳极
燃料电池
阴极
14C
67CD
40C
50C
42C
正(+)
(一个或多个)电负载
负(-)
50D
42D
(一个或多个)电负载
负 (-)
正(+)
40D
60CD
16D
阳极
燃料电池
阴极
14D
12D

图3

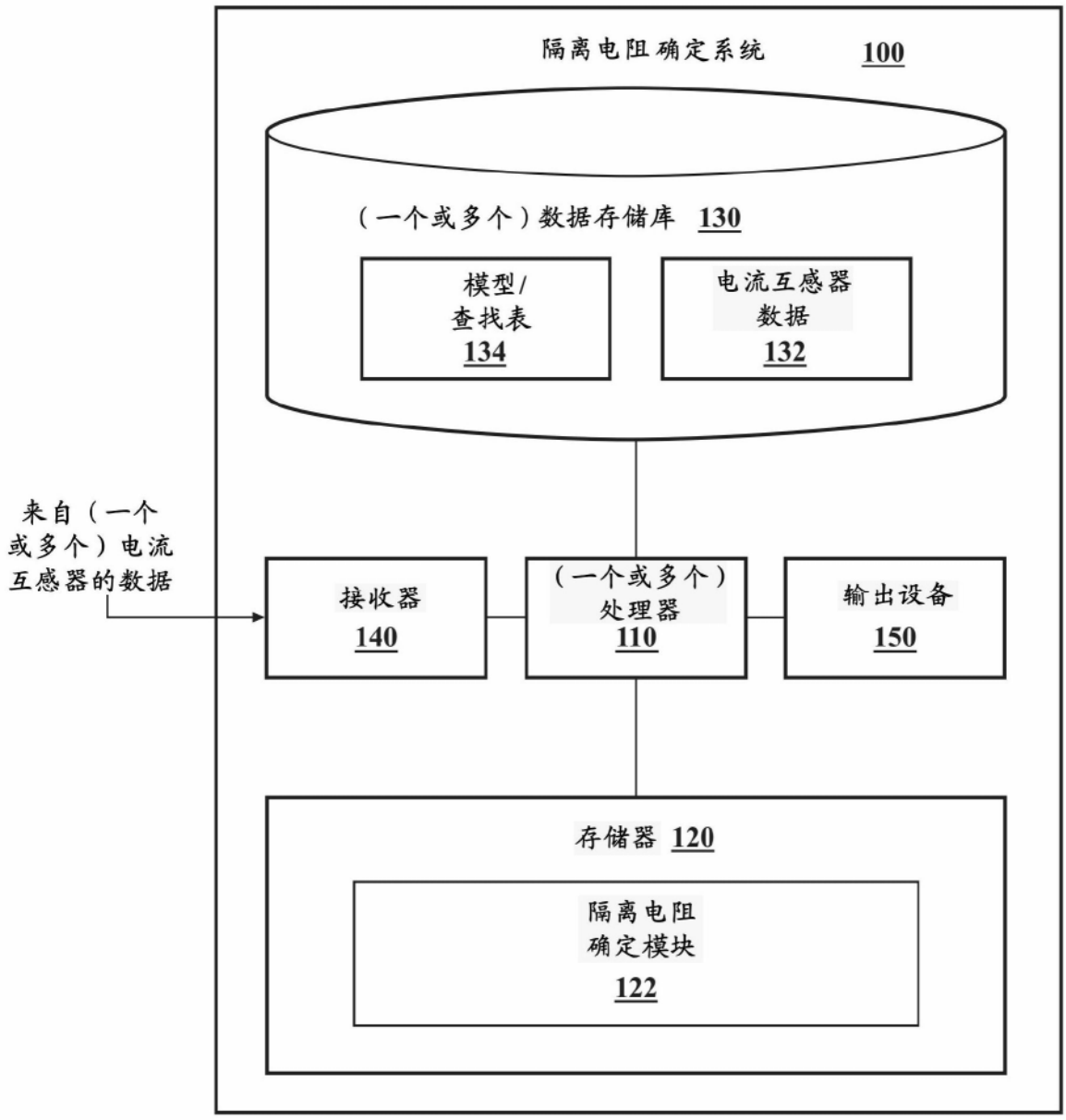

隔离电阻确定系统 100
（一个或多个）数据存储库 130
模型/
查找表
134
电流互感器
数据
132
来自（一个
或多个）电流
互感器的数据
接收器
140
（一个或多个）
处理器
110
输出设备
150
存储器 120
隔离电阻
确定模块
122

图4

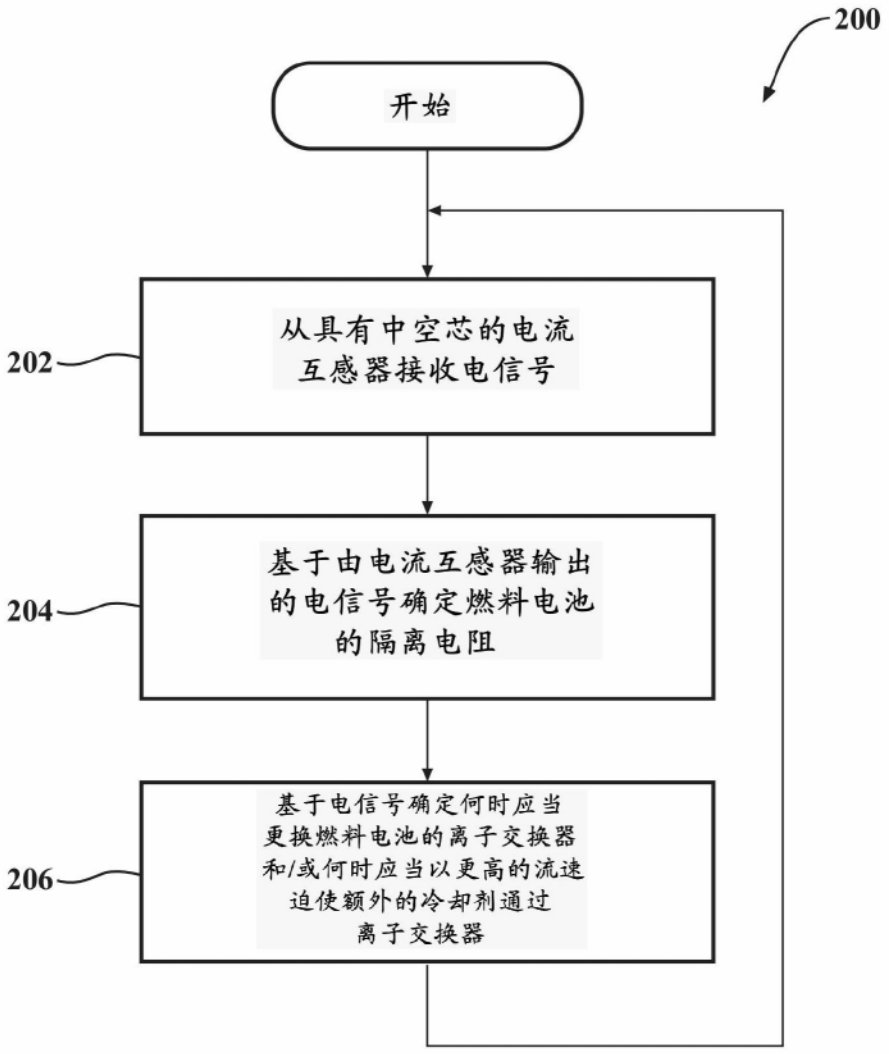

200
开始
202
从具有中空芯的电流互感器接收电信号
204
基于由电流互感器输出的电信号确定燃料电池的隔离电阻
206
基于电信号确定何时应当更换燃料电池的离子交换器和/或何时应当以更高的流速迫使额外的冷却剂通过离子交换器

图5