



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104422721 B

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201410451888.0

G01N 27/28(2006.01)

(22)申请日 2014.09.05

G01N 27/26(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104422721 A

(56)对比文件

WO 9945344 A1, 1999.09.10,

(43)申请公布日 2015.03.18

WO 2005103673 A1, 2005.11.03,

(30)优先权数据

US 3496762 A, 1970.02.24,

61/874,467 2013.09.06 US

CN 102841123 A, 2012.12.26,

14/100,910 2013.12.09 US

CN 102359979 A, 2012.02.22,

(73)专利权人 波音公司

CN 201072417 Y, 2008.06.11,

地址 美国伊利诺伊州

CN 2911679 Y, 2007.06.13,

(72)发明人 P·J·凯伦 O·阿尔维斯

CN 2469449 Y, 2002.01.02,

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

R. KNODLER等.Measuring streaming

代理人 赵蓉民 张全信

potentials on flat surfaces with rotating electrodes.《Electroanalytical Chemistry and Interracial Electrochemistry》.1974, 第56卷(第2期),

(51)Int.Cl.

审查员 汪李

G01N 27/30(2006.01)

权利要求书2页 说明书13页 附图7页

(54)发明名称

用于确定流体流动电位的装置和方法

(57)摘要

本发明的名称是用于确定流体流动电位的装置和方法。方法(例如,用于表征流体)包括在流体中以旋转速度旋转电极组件。电极组件包括第一电极和第二电极。电极组件的旋转吸引至少一部分流体移动穿过第一电极和第二电极。方法还包括随着至少一部分流体由于电极组件的旋转而移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差,并且使用该电位差确定流体的流动电位。



1. 一种用于测试流体的方法,包括:

以旋转速度旋转包括浸入流体中的圆盘形电极和环形电极的电极组件,所述环形电极围绕所述圆盘形电极的外周边,其中所述电极组件的旋转吸引至少一部分所述流体移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极;

随着所述至少一部分所述流体由于所述电极组件的旋转而移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极,测量所述圆盘形电极和所述环形电极之间的电位差;以及

使用所述电位差确定所述流体的流动电位。

2. 根据权利要求1所述的方法,还包括根据所述流体移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极的流体速度确定所述流体的所述流动电位。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中通过以下步骤根据所述流体速度确定所述流体的所述流动电位:在所述流体中以多个不同旋转速度旋转所述电极组件,测量在所述多个不同旋转速度下的所述圆盘形电极和所述环形电极之间的多个不同的电位差,确定多个不同流体速度,以及确定所述流体在相应的不同流体速度下的一个或多个流动电位,其中在所述电极组件在相应不同的旋转速度下旋转时,所述流体以所述不同流体速度移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述电极组件包括被绝缘间隙彼此分隔开的所述圆盘形电极和所述环形电极。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,还包括在一种或多种额外流体中旋转所述电极组件,测量针对所述一种或多种额外流体的所述圆盘形电极和所述环形电极之间的一个或多个额外电位差,使用所述一个或多个额外电位差确定所述一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位,以及通过比较所述流体的所述流动电位和所述一种或多种额外流体的所述一个或多个额外流动电位,选择所述流体或所述一种或多种额外流体中的至少一种在机器中使用。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所测量的所述电位差表示包括所述圆盘形电极和所述环形电极的电路的所述圆盘形电极和所述环形电极之间的开路电压。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中旋转所述电极组件使得所述圆盘形电极和所述环形电极都以所述旋转速度旋转。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述流体是非电解质溶液或水溶液。

9. 一种测量系统,其包括:

电极组件,其包括被绝缘间隙彼此分隔开的圆盘形电极和环形电极,所述环形电极围绕所述圆盘形电极的外周边;

致动装置,其经配置与所述电极组件连接,从而当所述圆盘形电极和所述环形电极被浸入流体中时在被检查的所述流体中旋转所述圆盘形电极和所述环形电极;以及

电能感测装置,其经配置与所述电极组件的所述圆盘形电极和所述环形电极导电地连接,所述电能感测装置经配置以随着所述致动装置以旋转速度旋转所述电极组件使所述流体移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极而测量所述圆盘形电极和环形电极之间的电位差,其中所测量的所述电位差代表所述流体的流动电位。

10. 根据权利要求9所述的测量系统,其中所述致动装置经配置在所述流体中以多个不同的旋转速度旋转所述电极组件,并且所述电能感测装置经配置测量在相应的多个不同旋

转速度下的所述圆盘形电极和所述环形电极之间的多个不同的电位差,其中所述不同的旋转速度导致所述流体以相应的多个不同流体速度移动穿过所述圆盘形电极和所述环形电极,并且其中能够使用所述多个不同的电位差和所述多个不同流体速度,根据所述流体速度确定所述流体的所述流动电位。

11. 根据权利要求9所述的测量系统,其中所述绝缘间隙是所述圆盘形电极和所述环形电极之间的环形隔离。

12. 根据权利要求9所述的测量系统,其中所述电极组件的所述绝缘间隙包括布置在所述圆盘形电极和所述环形电极之间的介电体。

13. 根据权利要求9所述的测量系统,其中所述电能感测装置经配置测量所述电位差,作为包括所述圆盘形电极和所述环形电极的电路的所述圆盘形电极和所述环形电极之间的开路电压。

14. 根据权利要求9所述的测量系统,其中所述致动装置经配置旋转所述电极组件,使得所述圆盘形电极和所述环形电极都在所述旋转速度下旋转。

用于确定流体流动电位的装置和方法

技术领域

[0001] 本公开涉及用于确定流体流动电位的装置和方法。

背景技术

[0002] 常规地,旋转盘电极 (RDE) 被用于表征化学反应例如氧化还原反应中的电化学。一种用于试图确定水溶液的流动电位的当前装置是旋转盘和非常小的固定的氯化银参比电极。该装置的功能被限制为在含有氯离子的水溶液中使用,因为这些非常小的氯化银参比电极在不含氯离子的有机流体中不起作用。因此,该装置不可以用于测量非水溶液例如液压流体的流动电位。

[0003] 另一种用于试图确定流体的流动电位的装置在流动池中使用两个小的氯化银电极。相对大量的流体被泵送通过流动池,并且这些电极之间的电位差被测量以表征流体的流动电位。该装置相对较大、笨重、易泄漏,并且可能需要相对高压力的流体流动。

[0004] 需要一种系统和方法来克服一个或多个用于确定流体的流动电位的现有装置或方法所经历的一种或多种限制。

发明内容

[0005] 在一方面,公开了一种用于测试流体的方法。旋转装置在流体中旋转,使得流体移动穿过该旋转装置。随着流体移动穿过旋转装置,测量位于旋转装置的多个位置处的流体的电压。根据所测量的位于旋转装置的多个位置处的流体的电压,确定流体的流动电位。

[0006] 在另一方面,公开了另一种用于测试流体的方法。旋转环盘电极以不同的旋转速率在流体中旋转,使得流体移动穿过旋转环盘电极。随着流体移动穿过在每个不同的旋转速率下的旋转环盘电极,根据所测量的位于旋转环盘电极的多个位置处的流体的电压的差异,确定在每个不同的旋转速率下的流体的流动电位。旋转环盘电极在不同的流体中以不同的旋转速率旋转,使得不同的流体移动穿过旋转环盘电极。随着流体移动穿过在每个不同旋转速率下的旋转环盘电极,根据所测量的位于旋转环盘电极的多个位置处的不同流体的电压的差异,确定不同流体在每个不同的旋转速率下的流动电位。在最高每分钟转数转速下具有最低确定的流动电位的所述流体或所述不同流体被选为不易产生流体电位的流体。

[0007] 在另一方面,公开了一种用于确定流体的流动电位的系统。系统包括旋转装置、控制装置、电机、和电压表。电机连接于旋转装置。电机经配置在控制装置的控制下,在流体中以不同的旋转速率使旋转装置旋转,从而使流体移动穿过旋转装置。电压表连接于旋转装置的多个位置。电压表经配置随着流体移动穿过旋转装置,测量位于旋转装置的多个位置处的流体的电压,以便根据所测量的位于旋转装置的多个位置处的流体的电压的差异,确定流体的流动电位。

[0008] 在另一方面,不同的材料可用于形成电极。例如,一个电极可由第一金属或金属合金形成,而另一电极可由不同的、第二金属或金属合金形成。当不同的金属或金属合金在相

同的流体中旋转时,可产生不同的流动电位。可以使用电极中的金属或金属合金的不同组合来检查相同的流体,以便确定流体中产生的作为流体速度的函数的不同的流动电位。

[0009] 在一个实施方式中,方法(例如,用于表征流体)包括在流体中以旋转速度旋转电极组件。电极组件包括第一电极和第二电极。电极组件的旋转吸引至少一部分流体,使其移动穿过第一电极和第二电极。方法还包括随着至少一部分流体因为电极组件的旋转而移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差,并且使用该电位差确定流体的流动电位。

[0010] 在一个实施方式中,系统(例如,流体测量系统)包括电极组件、致动装置、和电能感测装置。电极组件包括被绝缘间隙彼此分隔开的第一电极和第二电极。致动装置经配置与电极组件连接,从而在被检查的流体中旋转电极组件。电能感测装置经配置与电极组件的第一电极和第二电极连接。电能感测装置还经配置随着致动装置以旋转速度旋转电极组件,导致流体移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差。所测量的电位差代表流体的流动电位。

[0011] 在一个实施方式中,方法(例如,用于检查流体)包括将第一电极和第二电极至少部分浸入流体中。第一电极和第二电极被绝缘间隙彼此分隔开。方法还包括在流体中以共同的旋转速度旋转第一电极和第二电极。第一电极和第二电极以共同的旋转速度旋转导致流体以一个径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极。方法还包括随着流体以径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差,并且使用该电位差和径向流体速度将流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定。

附图说明

[0012] 参照下面的附图和描述可以更好地理本公开。图中的部件不一定按比例绘制,而是将重点放在示出本公开的原理。

[0013] 图1是用于将流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定的测量系统的示意图。

[0014] 图2示意性地示出图1所示系统中的电极组件的电极在流体中旋转时的流体流动的例子。

[0015] 图3也示意性地示出图2所示流体的流动的例子。

[0016] 图4示出曲线图,示出根据一个例子的在图1所示电极的不同旋转速度下的流体的普朗特数。

[0017] 图5示出曲线图,示出根据一个例子的在图1所示电极的不同旋转速度下的流体的边界层的径向速度(v_r)。

[0018] 图6示出测量系统的一个实施方式的透视图。

[0019] 图7示出根据一个实施方式的图1所示旋转装置或电极组件的透视图。

[0020] 图8是示出流体测量方法的一个方面的流程图。

具体实施方式

[0021] 图1是用于将流体12的流动电位作为流体速度的函数进行确定的测量系统10的示意图。系统10包括电极组件16,其至少部分放置在容器24中,所述容器24具有流体12置于其

中。电极组件16还可以称作旋转装置。

[0022] 包含在容器24中的流体12的量可以相对较少,例如10毫升。例如,容器24可以是能够容纳一百毫升左右的液体的实验室烧杯。流体12可以是水溶液,例如水基流体。在一方面,流体12是非电解质溶液,例如不包含溶解在溶剂中的盐的液体。可选地,流体12可包含非水液体、电解质溶液、液压流体、或其他流体。

[0023] 例如,本文公开的系统10和使用系统10的方法的一个实施方式与测量流体流动电位的常规电化学分析系统不同的是,这些常规系统可需要使用导电或高度导电的电解质溶液。这些常规系统可涉及使用具有约0.1微西门子每厘米($\mu\text{S}/\text{cm}$)至约150.0微西门子每厘米($\mu\text{S}/\text{cm}$)导电率的电解质溶液。这些导电率可以干扰电化学分析。仅出于比较的目的,将具有约0.055 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 导电率的超纯水作为基准。高浓度电解质,例如,约0.1至0.5的摩尔浓度,向流体或溶液提供导电率,并且实现对圆盘或环的电位的控制。流体12中的高摩尔浓度电解质的消除(可通过系统10实现)妨碍了已知系统和方法对有机流体的应用,包括具有至少0.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 导电率的流体。类似地,低电解质浓度(例如,1mM或更小)对缺乏氯离子的流体不起作用,并且还不适用于有机流体或其他烃类流体。

[0024] 电极组件16包括多个电极26、28,它们被用于测量当流体12相对电极26、28移动时在电极26、28上诱导的电位(例如,电压)之间的差。在一方面,电极26是圆盘形电极,并且电极28是环形电极,圆盘形电极设置在环形电极内部。电极28可以延伸在电极26的整个外周的周围。可选地,电极28可以延伸在比电极26的整个外周少的外周的周围。电极26可称作内电极,并且电极28可称作外电极。

[0025] 电极26、28被绝缘间隙122彼此分隔开。该绝缘间隙122代表电极26、28之间的非导电空间隔离。在一方面,绝缘间隙122可包括绝缘环形构件30,其与电极26、28相连并且由非导电(例如,介电)材料制成。任选地,绝缘间隙122可通过电极26、28之间的空间隔离形成,并且绝缘间隙122中未设置另一个主体。绝缘间隙122阻止在电极组件16中的电极26、28之间形成导电通路。因此,当流体12相对电极26、28移动时,在电极26诱导的电位(例如,电压)与在另一电极28诱导的电位可以分开测量。

[0026] 在一方面,电极26、28在流体12中一起旋转,使得流体12移动经过(例如,流过)电极26、28。电极26、28可以彼此连接并且连接于系统10的轴124。轴124可被旋转以使得电极26、28在相同的速度下旋转。例如,电极26、28可以彼此连接,与同一个轴124连接,或者既彼此连接又与轴124连接,使得轴124或者电极26或28之一的旋转引起两个电极26、28同时在相同的旋转速度下旋转。尽管由于外电极28比内电极26相对轴124被径向设置地更远而外电极28可具有比内电极26更大的角速度,但电极26、28在轴124周围(例如,围绕)旋转的速度可以是等同的。

[0027] 继续参照图1示出的电极组件16,图2和图3示意性地示出当系统10中的电极26、28在流体12中旋转时流体12流动的例子。图2示出流体12的速度向量(v_y 和 v_r),而图3示出流体12的流动路径300(例如,沿着其流体12流动的路径)。

[0028] 电极26、28可以是同轴对齐的,使得电极26、28绕共同的轴线200(其还可以代表电极26、28的旋转轴线)旋转(例如,围绕)。随着电极26、28的旋转,流体12在容器24(图1所示)中以垂直流体速度(v_y)被向上朝向电极26、28吸引。被吸向电极26、28的流体12还以径向速度(v_r)径向远离共同轴线200向外流动,如图3中的流动路径300所示。由电极26、28引起的

流体12的移动可以在电极26、28上诱导电荷(例如,电压)。例如,随着流体12移动穿过电极26、28,带负电荷的离子、颗粒、或两种离子可以被流体12从电极26、28的表面冲走。为平衡电荷的这种移动,电极26、28中的电子可以在相反的方向流动,并且在电极26、28产生电位(例如,电压)。

[0029] 这些电位的差称作流体12的流动电位。流动电位可由以下关系式表示:

$$[0030] X = \left[\frac{\psi_0 \epsilon}{4\pi \eta \sigma} \right] \Delta P$$

[0031] 其中X代表流体12的流动电位梯度,ψ₀代表流体12与电极26、28之间的外亥姆霍兹平面(OHP)的电位,ε代表流体12的介电常数,η代表流体12的流体速度,σ代表流体12的流体导电率,以及ΔP代表流体12中的差压。

[0032] 在本文描述的发明主题的一方面,流体12的流动电位可作为流体速度的函数进行测量。流体12的流动电位可以作为流体速度(例如,流体流动的径向速度v_r)的函数进行检查,以便表征流体12。该流体速度可代表流体12穿过或平行于面向流体12(例如,以朝向向下的方向,在图1的视角中)的电极26、28的表面移动的速率。不同流体12的流动电位可被测量以确定当流体12被用作机器中的液压流体时,哪种流体12可以更不易于引起污染、腐蚀、或类似情况。当相比于具有较大的流动电位的流体12时,具有较小的流动电位的流体12更不可能引起污染、腐蚀、或类似情况。附加地或者可选地,机器中流体12(例如,液压流体或其他流体)的流动电位可以被测量、随着时间被监控或者二者同时进行,以便确定何时替换流体12。机器中流体12的流动电位可随时间变化。变化的流动电位可指示流体的化学变化和改变或替换流体12的相应需求。

[0033] 通过将不同的流体12放置在容器24中并且将流体12的流动电位作为流体速度(例如,径向速度v_r)的函数进行测量,系统10可被用于测量在电极26、28的不同旋转速率下的不同流体12的流动电位。然后,在最高每分钟转数转速下具有所确定的最低流动电位的流体12可被选择用在流体系统中,例如一个实施方式中的液压系统。任选地,可以选择在流体12在机器中移动的流体速度下具有低于指定阈值的流动电位的流体12。在其他方面,所选择的流体12可被用在不同的装置中,或者被用于进一步的评估或修改。

[0034] 举个例子,电极26、28可以在指定的旋转速度(例如,以每单位时间例如每分钟的转数、弧度、角度表达或者其他方式表达)下旋转,并且由每个电极26、28感测的电压被测量。这些电压之间的差可被计算作为流体12在电极26、28的旋转速度下的流动电位。电极26、28的旋转速度可被转换为流体12穿过或平行于电极26、28流动的速度。然后,所计算的流动电位可以与该流体12的流体速度(例如,径向速度v_r)相关联。在一方面,可以使用下面的关系式将电极26、28的旋转速度转换为流体速度:

$$[0035] v_r = 0.51 \left[\omega^{\frac{2}{3}} \right] \left[v^{-0.5} \right] r y$$

[0036] 其中v_r代表径向速度,ω代表电极26、28的旋转速度(例如,以弧度每秒的方式),v代表流体12的运动粘度,r代表正被计算流体速度的电极26、28的半径,以及y代表与朝向移动的流体12(例如,在图1的视图中朝下)的电极26、28的表面的距离。流体12的径向速度可以作为半径、或与电极26、28旋转所围绕的轴线200的距离的函数进行表达。例如,针对指定

的电极26、28的旋转速度(ω)，流体12在远离轴线200的不同距离处的径向速度(v_r)可以是不同的。因此，在一个实施方式中，可以测量流体12的若干径向速度。可选地，流体12的流动电位可以被测量，并且与电极26、28的旋转速度而不是流体12的径向速度相关联。

[0037] 所计算的流体12的径向速度可代表相对接近朝向移动的流体12的电极26、28的端部或表面(例如，在图4的视图中，朝向向下方向的表面)定位的那部分流体12的径向速度。例如，电极26、28的旋转可吸引流体12的流体层，该流体层构成容器26中的少于所有流体12的流体。流体12的径向速度可代表该流体层从电极26、28的公共轴线200向外移动的速度。流体层可称作流体12的流体力学边界层，并且该流体层的厚度(例如，从电极26、28在平行于公共轴线200的方向中的表面所测量的距离)可称作流体12的普朗特数。

[0038] 普朗特数可取决于流体12的运动粘度和电极26、28的旋转速度(ω)。在一个例子中，流体12的普朗特数由以下关系式表示：

$$[0039] \quad y_h = 3.6 \left(\frac{v}{\omega} \right)^{\frac{1}{2}}$$

[0040] 其中 y_h 代表流体12的普朗特数(例如移动穿过电极26、28的流体12的边界层厚度)， v 代表流体12的运动粘度，以及 ω 代表电极26、28的旋转速度(例如，以弧度每秒的方式)。可选地，边界层的厚度可以通过其他方式测量或计算。

[0041] 图4示出曲线图800，其示出根据一个例子的流体12在电极26、28的不同旋转速度下的普朗特数(例如，被旋转的电极26、28吸引的流体12的边界层的厚度)。普朗特数沿着水平轴线400和垂直轴线402示出，水平轴线400代表电极26、28的旋转速度(以每分钟转数或RPM表达)，垂直轴线402代表普朗特数(例如，流体12的边界层的厚度，以厘米表达)。如图4所示，在更慢的电极26、28的旋转速度下流体12的边界层的厚度更大，并且该厚度随着旋转速度增加而减小。

[0042] 图5示出曲线图90，示出根据一个例子的在电极26、28的不同旋转速率下的流体12的边界层的径向速度(v_r)。径向速度沿着水平轴线500和垂直轴线502示出，水平轴线500代表径向速度(以厘米每秒表达)，垂直轴线502代表电极26、28的旋转速度(以每分钟转速或RPM表达)。如图4所示，在更接近电极26、28的公共轴线200(如图2所示)的距离处，在更慢的电极26、28的旋转速度下，以及同时在距离公共轴线200更小距离处和在更慢的旋转速度下，流体12的边界层的径向速度更慢。相反地，当离公共轴线200的径向距离(例如，半径)增加(例如，在计算径向速度的位置)，电极26、28的旋转速度增加，或者径向距离和旋转速度都增加时，那么径向速度增加。

[0043] 作为旋转速度的函数，在流体12的边界层处从圆盘形电极26的中心到环形电极28可能存在径向速度的高度变化。例如，在电极26、281,000转每分钟时，从圆盘形电极26的中心到环形电极28，径向速度无显著变化。在5,000转每分钟时，从圆盘形电极26的中心到环形电极28，径向速度变化小于100cm/s至500cm/s。在电极26、28的10,000转每分钟时，径向速度发生更剧烈的变化，其中从圆盘形电极26的中心到环形电极28，径向速度从约100cm/s变化到大于900cm/s。流体12的该流动加速提供增加的流动电位，该增加的流动电位可使用旋转电极26、28达到，如由圆盘形电极26和环形电极28之间的电位差测量的。

[0044] 如上所述，不同流体12的流动电位可以在电极26、28的不同的旋转速度下测量，以

便将流体12的流动速度作为流体12移动穿过电极26、28的径向速度的函数进行计算。根据这些流动电位的比较,这些流体12中的一种或多种可被选用在机器中。例如,在等于或者相对地接近流体12预期在机器中移动的速度的径向速度下(例如,在流体12在机器中移动的速度的90%至110%之内),具有比一种或多种其他流体12的流动电位更低的流动电位的流体12可以被选用在机器中(例如,作为液压流体)。

[0045] 附加地或可选地,当前用在机器中的流体12的相对较小的样品(例如,几十毫升或更少)可以从机器中提取(例如,当机器被停用时),并且流体12的流动电位可以在一个或多个指定的径向速度下测量(例如,与流体12在机器中流动的速度相等或大致相同的径向速度)。流动电位可以与一个或多个阈值进行比较,从而确定该流动电位是否指示流体12可能需要被至少部分替换或全部替换。例如,流体12的流动电位可随时间变化(例如,增加或减小),使得流体12可以更易于污染或腐蚀机器。

[0046] 图6示出测量系统10的一个实施方式的透视图。除了电极组件16之外,系统10还可包括机械地连接于电极组件16和控制装置18的可移动框架14。可移动框架14可以相对于容器24移动,例如通过在图6的视图中向上移动、向下移动、或者向上和向下移动。可移动框架14可用于将电极组件16抬升出容器24中的流体12和/或将电极组件16下降到容器24中的流体12中。可移动框架14还允许旋转装置16在被部分设置到容器24内容纳的流体12中的同时旋转。例如,旋转装置16可以通过可移动框架14和/或一个或多个其他部件(例如,齿轮、杆、或类似物)与致动装置20例如电机连接。致动装置20可以转动旋转装置16,使得电极26、28(如图1所示)与流体12一起在容器24中旋转,如上所述。

[0047] 继续参照图6示出的系统10的实施方式,图7示出根据一个实施方式的旋转装置16(例如,电极组件)的透视图。旋转装置16包括旋转环盘电极(RRDE),其包括圆盘形内电极26、环形外电极28、内部绝缘环形构件或主体30、以及外部绝缘环形构件或主体32。内部绝缘环形构件30设置在圆盘形内电极26的外直径和环形外电极28的内直径之间,并且紧靠圆盘形内电极26的外直径和环形外电极28的内直径。内部绝缘环形构件30包含或者由介电材料形成,其阻止电流经过构件30从内电极26传导至外电极28,并且阻止电流从外电极28传导至内电极26。内部绝缘构件30可代表图1到图3所示的绝缘间隙122,并且阻止圆盘形内电极26接触环形外电极28。可选地,绝缘间隙122可由电极26、28之间的空间隔离形成,而不存在构件30。任选地,一部分构件30可以设置在电极26、28之间,而没有构件30填充电极26、28之间的整个空间。

[0048] 外部绝缘环形构件33紧靠并围绕环形外电极28的外直径设置。任选地,电极组件16可以不包括外部构件32。圆盘形内电极26、环形外电极28和绝缘构件30和32可以彼此连接(例如,通过压入-配合连接、粘结剂、或类似物),使得电极26、28和构件30、32一起旋转。电极26、28都可以由导电材料制成,该导电材料被选择为接触流体12的导电材料。电极26、28可由任何合适的材料制成,包括但不限于下面的导电材料的例子,例如,不锈钢、金、银、铂、碳、钢等等。在一方面,当流体12在机器中使用时,一个或多个电极26、28由相同的材料形成,其中设置有流体12。

[0049] 电极26、28可以彼此连接(例如,通过内部绝缘构件30),使得电极26、28相互移动。例如,在一个实施方式中,电极26、28可以彼此连接,使得电极26、28一起进入流体12中,在流体12中在相同的旋转速度下旋转,并且一起从流体12中移除。另外,尽管图7所示的每个

电极26、28代表单个导电体,任选地,电极26、28中的一个或两个可由多个单独的导电体形成(例如,环、圆柱体、点状物以及类似物)。

[0050] 图8示出根据一个例子的电极组件16在不同旋转速率(RPM)下的雷诺数(RE)之间的关系800。关系800沿着水平轴线802和垂直轴线804示出,水平轴线802代表电极组件16的旋转速率或速度,垂直轴线804代表雷诺数。如所示,在10,000转每分钟时,通过电极组件16的一个实施方式可达到的相对大或最大雷诺数可以是大约2,000。可选地,可以达到更小或更大的雷诺数。

[0051] 回到图6所示的系统10的实施方式的描述,系统10还包括控制装置18,其用于操作致动装置20。控制装置18可包括或者代表一个或多个硬件电路、或者包括或连接一个或多个处理器、控制器、或其他基于逻辑的计算机装置的电路。在一个实施方式中,控制装置18代表根据硬连线到装置18的电路(例如,电路板)中的指令进行操作的计算机或计算装置。任选地,控制装置18可根据存储在有形的和非临时性的计算机可读存储装置(例如,硬磁盘存储器)中的指令进行操作。

[0052] 控制装置18可被系统10的操作员用于控制致动装置20旋转在流体12中的电极26、28的速度。控制装置18可包括一个或多个输入装置(例如,旋钮、开关、电子鼠标、触摸屏、或类似物),它们可由操作员启动,以改变致动装置20旋转电极26、28的速度。电能感测装置22与电极26、28导电地连接。感测装置22包括一个或多个测量电能的量的装置,其中电能是在电极26、28上通过流体12和电极26、28相对彼此移动所诱导产生的。例如,感测装置22可包括一个或多个电压表,其测量在包括电极26、28的电路中电极26、28之间的电位差。该电路在电极26、28之间可以是断开的。感测装置22可以测量电极26、28之间的该电路的开路电位。例如,随着流体12移动穿过旋转装置16,感测装置22可以测量在旋转装置16的多个位置(例如,电极26、28)处的流体12的电压,以便根据所测量的在旋转装置16的多个位置处的流体12的电压的差,确定流体12的流动电位。电压表22配置来确定,所测量的在旋转装置16的多个位置处的流体12的电压的差越大,流体12的流动电位越大。

[0053] 感测装置22配置来根据所测量的在每个不同的旋转速率下的旋转装置16的多个位置处的流体12的电压的差,测量流体12在每个不同的旋转速率下的流动电位。在一方面,不同的旋转速率都落入0至10,000转每分钟的范围之内。在其他方面,不同的旋转速率可以被使用并且可超过10,000转每分钟。而在其他方面,感测装置22可经配置根据不同的性质确定流体12的流动电位。

[0054] 图8是示出流体测试方法400的一方面的流程图。方法40可利用上述系统10表征作为一种或多种流体12的流体速度的函数的流动电位。在其他方面,方法40可利用另一系统。在42,旋转装置被放入容器内设置的流体中并在其中旋转。该装置包括多个导电电极,例如电极26、28。旋转装置的旋转使得流体移动穿过电极,并在电极上诱导电位(例如,电压)。如上所述,旋转装置可包括旋转环盘电极,其包括圆盘形内电极、环形外电极、以及内部绝缘间隙(例如,环形构件)。

[0055] 在44,随着流体移动穿过旋转装置,在旋转装置的多个位置处测量流体的电压。例如,随着电极26、28在流体12中一起旋转,电压表或其他装置可被用于测量电极26、28的电位。电极26、28旋转的速度可以被确定并且与所测量的电位差相关联。

[0056] 在46,根据在旋转装置的多个位置测量的流体的电位的差,确定流体的流动电位。

在所述位置(例如,电极26、28)测量的流体的电位的差代表对于流过电极26、28的流体的径向速度的流体的流动电位。

[0057] 在48,旋转装置在流体中旋转的速度可被改变。在一个实施方式中,方法40的流动可以返回42,以便可以在电极26、28的该不同的旋转速度下测量流体的流动电位。在电极26、28的不同旋转速度下,流动电位可以被测量若干次,以便确定流体的流动电位如何相对于流体穿过电极26、28的速度变化。例如,对于相同的流体12,流体12的流动电位可以随着流体12穿过电极26、28的径向速度的增大而增大,并且可以随着流体12穿过电极26、28的径向速度的减小而减小。如上所述,流体速度可以源于电极26、28在流体12中旋转的速度。可以检查所确定的被测量流动电位与流体速度之间的关系,从而获得作为流体速度的函数的流体12的流动电位。在一方面,电极26、28的不同旋转速率可落入0至10,000转每分钟的范围内。在其他方面,可使用不同的旋转速率。

[0058] 在一个实施方式中,所确定的流体的流动电位或多个电位可以被用于确定流体是否需要被改变或替换。如上所述,机器中的流体的流动电位可随时间增大,因此指示流体更易于污染或腐蚀。流体在一个或多个流体速度下的流动电位可以与一个或多个阈值相比较,从而确定流动电位是否太大,并且因此流体需要被替换。如果不对当前的流体或其他流体进行进一步检查,则方法40可终止。可选地,方法40可继续,如下文所述。

[0059] 在50,容器中的流体可以换成不同的流体。不同流体的流动电位可以针对电极的一个或多个旋转速度进行测量,如上文关于42至48所述的,以便可以将不同流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定。额外的流体的流动电位可以用类似的方式确定。

[0060] 在52,比较流体在一个或多个流体速度或旋转速度下的流动电位。在一方面,流体被确定为具有所确定的最低流动电位,或比在最快流体速度——比一种或多种其他流体速度更快的流体速度——下一种或多种其他流体更低的流动电位,电极26、28的最快旋转速度,或电极26、28的比一个或多个其他旋转速度更快的旋转速度。该流体可更不易于污染或腐蚀导电体或其中设置有流体的容器。

[0061] 在54,所选择的流体可用于机器或其他流体装置内部。如上所述,由于该流体具有相对低的流动电位,流体较不可能污染或腐蚀机器或装置。在其他方面,方法40的任何操作可以基本上或在顺序上改变,可以不被遵循,或者可以添加一个或多个额外的步骤。

[0062] 为测量本文所述的流动电位,速度调节旋转器(MSR旋转器)和控制器与旋转环盘电极(E7R8 RRDE和MSR轴)(可购自宾夕法尼亚州格罗夫市的Pine Instrument Company);440C钢旋转环盘电极;3电极电池盒;以及恒电位仪(可购自宾夕法尼亚州沃明斯特市的Gamry Instruments)一起使用。恒电位仪(可购自Gamry Instruments, Warminster, PA)被用于测量圆盘电极26和环形电极28之间的开路电位,作为旋转速度的函数。恒电位仪的引线连接于电极组件的旋转器(绿色和蓝色引线连接于圆盘刷,红色和橙色引线连接于环刷)。白色引线(基准)通过跳线连接于红色引线。然而,不需要或不使用参比电极。

[0063] 电池被大约200ml的被检测流体填充。电极使用金刚石磨膏之后氧化铝进行抛光。之后,电极用去离子(DI)水漂洗并用化学揩布擦拭。旋转器速度确保设置为0RPM,并且电极被插入流体样品中,直到电极组件的尖端或端部浸入流体中大约半英寸(1.27cm)。电极组件被确定为在电池的中心,并且不摩擦电池的侧面。以10秒的采样时间和10,000秒的持续时间执行Eoc实验。每1000秒改变组件的旋转速度。每个实验消耗约2.5小时。上述实验对每

个测试的流体重复执行3次,在实验之间清洁并且抛光电极组件,并且将每个实验的流体样品换成新鲜的。

[0064] 在一个实施方式中,方法(例如,用于表征流体)包括在流体中以旋转速度旋转电极组件。电极组件包括第一电极和第二电极。电极组件的旋转吸引至少一部分流体,移动穿过第一电极和第二电极。方法还包括随着由于电极组件的旋转而至少一部分流体移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差,并且使用该电位差确定流体的流动电位。

[0065] 在一方面,方法还包括将流体的流动电位作为流体移动穿过第一电极和第二电极的流体速度的函数进行确定。

[0066] 在一方面,作为流体速度的函数的流体的流动电位是通过以下确定的:在流体中以多个不同的旋转速度旋转电极组件,测量在相应多个不同旋转速度下的第一电极和第二电极之间的多个不同的电位差,当电极组件在相应的不同旋转速度下旋转时确定流体移动穿过第一电极和第二电极的多个不同的流体速度,以及确定在相应的不同流体速度下的流体的一个或多个流动电位。

[0067] 在一方面,电极组件包括作为内电极的第一电极和作为外电极的第二电极,并且内电极和外电极由绝缘间隙分隔开。

[0068] 在一方面,方法还包括在一种或多种额外流体中旋转电极组件,测量所述一种或多种额外流体的第一电极和第二电极之间的一个或多个额外电位差,使用一个或多个额外电位差确定一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位,以及通过比较流体的流动电位和一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位,选择所述流体或所述一种或多种额外流体中的至少一种在机器中使用。

[0069] 在一方面,所测量的电位差代表包括第一电极和第二电极的电路的第一电极和第二电极之间的开路电压。

[0070] 在一方面,旋转电极组件使得第一电极和第二电极都在该旋转速度下旋转。

[0071] 在一方面,流体是非电解质溶液或水溶液。任选地,流体可以是水溶液或者包含或不包含电解质的非水溶液(例如,流体)。

[0072] 在一个实施方式中,系统(例如,流体测量系统)包括电极组件、致动装置、和电能感测装置。电极组件包括被绝缘间隙彼此隔开的第一电极和第二电极。致动装置经配置与电极组件连接,从而在被检查的流体中旋转电极组件。电能感测装置经配置与电极组件的第一电极和第二电极导电地连接。电能感测装置还经配置随着致动装置以旋转速度旋转电极组件导致流体移动穿过第一电极和第二电极而测量第一电极和第二电极之间的电位差。所测量的电位差代表流体的流动电位。

[0073] 在一方面,致动装置经配置在流体中以多个不同的旋转速度旋转电极组件,并且电能感测装置经配置测量在相应多个不同的旋转速度下的第一电极和第二电极之间的多个不同的电位差。该不同的旋转速度导致流体以相应多个不同的流体速度移动穿过第一电极和第二电极。使用多个不同的电位差和多个不同的流体速度,流体的流动电位可以作为流体速度的函数被确定。

[0074] 在一方面,电极组件包括作为内电极的第一电极和作为外电极的第二电极,并且内电极和外电极被绝缘间隙分隔开。

[0075] 在一方面,内电极是圆盘形电极,绝缘间隙是内电极和外电极之间的环形隔离,并且外电极是环形电极。

[0076] 在一方面,电极组件的绝缘间隙包括设置在第一电极和第二电极之间的介电体。

[0077] 在一方面,电能感测装置经配置测量电位差,作为包括第一电极和第二电极的电路的第一电极和第二电极之间的开路电压。

[0078] 在一方面,致动装置经配置旋转电极组件,使得第一电极和第二电极都在该旋转速度下旋转。

[0079] 在一个实施方式中,方法(例如,用于检查流体)包括将第一电极和第二电极至少部分浸入流体中。第一电极和第二电极被绝缘间隙彼此分隔开。方法还包括在流体中以共同的旋转速度旋转第一电极和第二电极。第一电极和第二电极在共同的旋转速度下的旋转使得流体以径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极。方法还包括随着流体以径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差,并且使用该电位差和径向流体速度将流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定。

[0080] 在一方面,第一电极是内部圆盘形电极并且第二电极是至少部分包围内部圆盘形电极的外周的外部环形电极。内部圆盘型电极和外部环形电极通过介电体彼此连接,使得第一电极和第二电极的旋转导致内部圆盘形电极和外部环形电极都围绕共同的旋转轴线在共同的旋转速度下旋转。

[0081] 在一方面,流体的流动电位通过以下步骤作为流体速度的函数进行确定:以多个不同的旋转速度旋转包括第一电极和第二电极的电极组件,当电极组件在多个不同的旋转速度下旋转时测量第一电极和第二电极之间的多个不同的电位差,确定流体移动穿过在多个不同的旋转速度下的第一电极和第二电极的多个不同的流体速度,以及确定流体在多个不同的流体速度下的多个不同的流动电位。

[0082] 在一方面,流体是非电解质溶液或水溶液。任选地,流体可以是水溶液或者包含或不含电解质的非水溶液(例如,流体)。

[0083] 在一方面,方法还包括将一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位作为该一种或多种额外流体的流体速度的函数进行确定,并且根据相应的流动电位或作为流体速度的函数的一个或多个额外流体电位,选择所述流体或者所述一种或多种额外流体的至少一种用在机器中。

[0084] 上述关于方法描述的一个或多个操作可以使用一个或多个处理器执行。在本文所述系统中的不同装置可代表一个或多个处理器,并且两个或多个这些装置可包括至少一个相同的处理器。在一个实施方式中,本文所述的操作可以代表当一个或多个处理器(例如,本文所述的装置的处理器)硬连接以执行本文所述的方法或方法的部分时执行的动作,和/或当处理器(例如,本文所述的装置的处理器)根据本领域技术人员所撰写的一个或多个软件程序进行操作以执行关于该方法所描述的操作时执行的动作。

[0085] 应当理解,上述描述旨在是说明性的而不是限制性的。例如,上述实施方式(和/或它们的方面)可以相互组合使用。另外,可以做出许多修改,以使特定的情况和材料适用于本发明主题的教导,而不脱离本发明的范围。尽管本文所述的材料的尺寸和类型旨在定义本发明主题的参数,但它们绝不是限制性的并且是示例性实施方式。通过理解上述说明,许多其他的实施方式对本领域技术人员而言是明显的。因此,本发明主题的范围应当参照所

附权利要求连同与这些权利要求所要求的范围等同的全部范围进行确定。在所附权利要求中，术语“包括”和“在其中”被分别用作术语“包含”和“其中”的纯英语等同物。另外，在所附权利要求中，术语“第一”、“第二”、和“第三”等等仅仅用作标识，而不是旨在强加给它们的对象的数值要求。此外，所附权利要求的限制未以装置加功能的格式撰写，并且不旨在根据美国法典第35卷第112章第6节进行解释，除非以及直至这些权利要求限制在陈述功能而缺乏进一步结构之前明确使用短语“用于…的装置”。

[0086] 本书面描述使用实例来公开本发明主题的几个实施方式，并且还使本领域技术人员能够实施本发明主题的实施方式，包括制作和使用任何装置或系统，以及执行任何结合的方法。本发明主题的专利性范围由权利要求限定，并且可包括本领域技术人员想到的其他例子。如果这些其他例子具有不同于权利要求的字面语言的结构元件，或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差异的等效结构元件，它们意欲在权利要求的范围内。

[0087] 在结合附图阅读时，本发明主题的某些实施方式的上述描述将被更好地理解。在附图示出各种实施方式的功能块的图的情况下，这些功能块不一定表示硬件电路之间的划分。因此，例如，一个或多个功能块（例如，处理器或存储器）可以在单个硬件（例如，通用信号处理器、微控制器、随机存取存储器、硬盘等等）中实现。类似地，程序可以是独立程序，可以作为子程序结合在操作系统中，可以是已安装的软件包中的函数，和类似物。各实施方式不限于附图所示的布置和手段。

[0088] 如本文所使用的，被叙述成单数和以单词“一”或“一个”开始的元件或步骤应该被理解为不排除多个所述元件或步骤，除非这样的排除被明确陈述。此外，对本发明主题的“一个实施方式”的提及不旨在被解释为排除也结合所述特征的额外的实施方式的存在。此外，除非被明确相反陈述，否则实施方式“包括”、“包含”或“具有”具有特定性质的一个或多个元件可包括不具有该性质的附加的这种元件。

[0089] 第1条.一种方法，包括：在流体中以旋转速度旋转电极组件，该电极组件包括第一电极和第二电极，其中电极组件的旋转吸引至少一部分流体移动穿过第一电极和第二电极；随着所述至少一部分流体由于电极组件的旋转而移动穿过第一电极和第二电极，测量第一电极和第二电极之间的电位差；以及使用该电位差确定流体的流动电位。

[0090] 第2条.根据第1条所述的方法，还包括将流体的流动电位作为流体移动穿过第一电极和第二电极的流体速度的函数进行确定。

[0091] 第3条.根据第2条所述的方法，其中将流体的流动电位作为所述流体速度的函数来确定是通过以下进行的：在流体中以多个不同的旋转速度旋转电极组件，测量在多个不同旋转速度下的第一电极和第二电极之间的多个不同的电位差，当电极组件在相应不同的旋转速度下旋转时确定流体移动穿过第一电极和第二电极的多个不同的流体速度，以及确定流体在相应不同的流体速度下的一个或多个流动电位。

[0092] 第4条.根据第1条所述的方法，其中电极组件包括作为内电极的第一电极和作为外电极的第二电极，并且内电极和外电极被绝缘间隙隔开。

[0093] 第5条.根据第1条至第4条中任一条所述的方法，还包括在一种或多种额外流体中旋转电极组件，测量所述一种或多种额外流体的第一电极和第二电极之间的一个或多个额外电位差，使用该一个或多个额外电位差确定所述一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位，以及通过比较流体的流动电位和所述一种或多种额外流体的一个或多个额外流

动电位,选择所述流体或所述一种或多种额外流体的至少一种在机器中使用。

[0094] 第6条.根据第1条所述的方法,其中所测量的电位差代表包括第一电极和第二电极的电路的第一电极和第二电极之间的开路电压。

[0095] 第7条.根据第1条所述的方法,其中旋转电极组件使得第一电极和第二电极都以所述旋转速度旋转。

[0096] 第8条.根据第1条所述的方法,其中流体是非电解质溶液或水溶液。

[0097] 第9条.一种系统,其包括:电极组件,其包括被绝缘间隙彼此分隔开的第一电极和第二电极;致动装置,其经配置与电极组件连接,从而在被检查的流体中旋转电极组件;以及电能感测装置,其经配置与电极组件的第一电极和第二电极导电地连接,所述电能感测装置配置来随着致动装置以旋转速度旋转电极组件以使流体移动穿过第一电极和第二电极而测量第一电极和第二电极之间的电位差,其中所测量的电位差代表流体的流动电位。

[0098] 第10条.根据第9条所述的系统,其中致动装置经配置在流体中以多个不同的旋转速度旋转电极组件,并且电能感测装置经配置测量在相应多个不同旋转速度下的第一电极和第二电极之间的多个不同的电位差,其中所述不同的旋转速度导致流体以相应多个不同的流体速度移动穿过第一电极和第二电极,并且其中可以使用所述多个不同的电位差和所述多个不同的流体速度,将流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定。

[0099] 第11条.根据第9条所述的系统,其中电极组件包括作为内电极的第一电极和作为外电极的第二电极,并且内电极和外电极被绝缘间隙分隔开。

[0100] 第12条.根据第11条所述的系统,其中内电极是圆盘形电极,绝缘间隙是内电极和外电极之间的环形隔离,并且外电极是环形电极。

[0101] 第13条.根据第9条所述的系统,其中电极组件的绝缘间隙包括布置在第一电极和第二电极之间的介电体。

[0102] 第14条.根据第9条所述的系统,其中电能感测装置经配置测量电位差,作为包括第一电极和第二电极的电路的第一电极和第二电极之间的开路电压。

[0103] 第15条.根据第9条所述的系统,其中致动装置经配置旋转电极组件,使得第一电极和第二电极都在所述旋转速度下旋转。

[0104] 第16条.一种方法,其包括:将第一电极和第二电极至少部分浸入流体中,所述第一电极和第二电极被绝缘间隙彼此分隔开;在流体中以共同的旋转速度旋转第一电极和第二电极,其中第一电极和第二电极以共同的旋转速度旋转导致流体以径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极;随着流体以所述径向流体速度移动穿过第一电极和第二电极,测量第一电极和第二电极之间的电位差;以及使用该电位差和径向流体速度将流体的流动电位作为流体速度的函数进行确定。

[0105] 第17条.根据第16条所述的方法,其中第一电极是内部圆盘形电极并且第二电极是至少部分包围内部圆盘形电极的外周的外部环形电极,并且其中内部圆盘型电极和外部环形电极通过介电体彼此连接,使得第一电极和第二电极的旋转导致内部圆盘形电极和外部环形电极都围绕共同的旋转轴线在共同的旋转速度下旋转。

[0106] 第18条.根据第16条所述的方法,其中流体的流动电位通过以下作为流体速度的函数进行确定:以多个不同的旋转速度旋转包括第一电极和第二电极的电极组件,当电极组件在所述多个不同的旋转速度下旋转时测量第一电极和第二电极之间的多个不同的电

位差,确定流体移动穿过在所述多个不同的旋转速度下的第一电极和第二电极的多个不同的流体速度,以及确定流体在所述多个不同的流体速度下的多个不同的流动电位。

[0107] 第19条.根据第16条所述的方法,其中流体是非电解质溶液或水溶液。

[0108] 第20条.根据第16条至第19条中任一条所述的方法,还包括将一种或多种额外流体的一个或多个额外流动电位作为该一种或多种额外流体的流体速度的函数进行确定,并且根据所述流动电位或作为流体速度的函数的所述一个或多个额外流体电位,选择所述流体或者所述一种或多种额外流体的至少一种用在机器中。

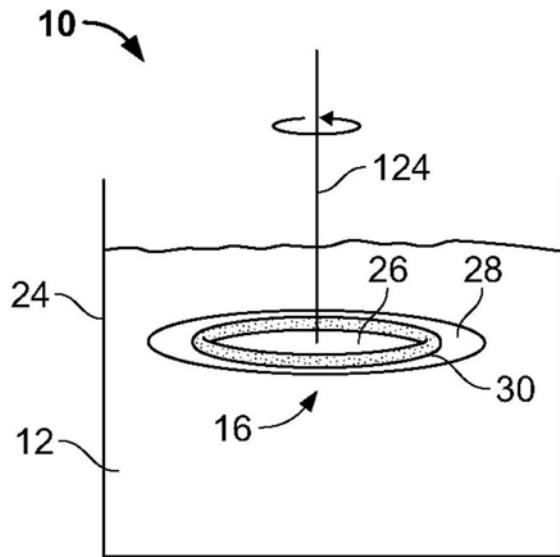


图1

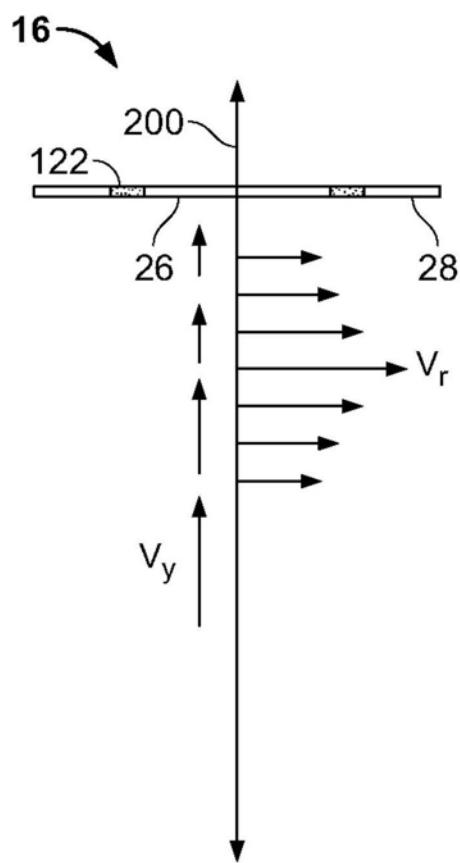


图2

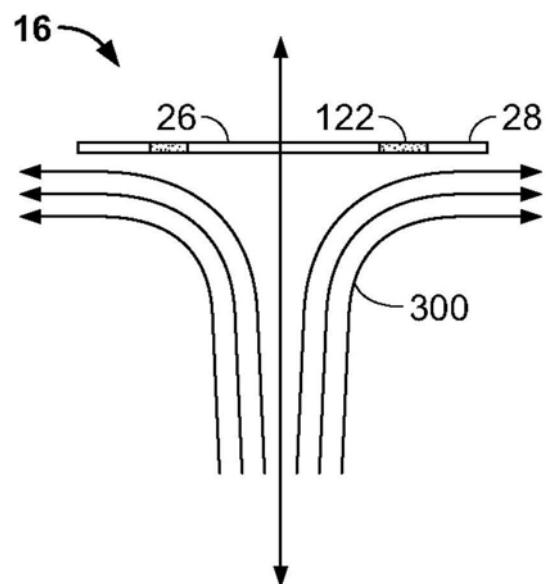


图3

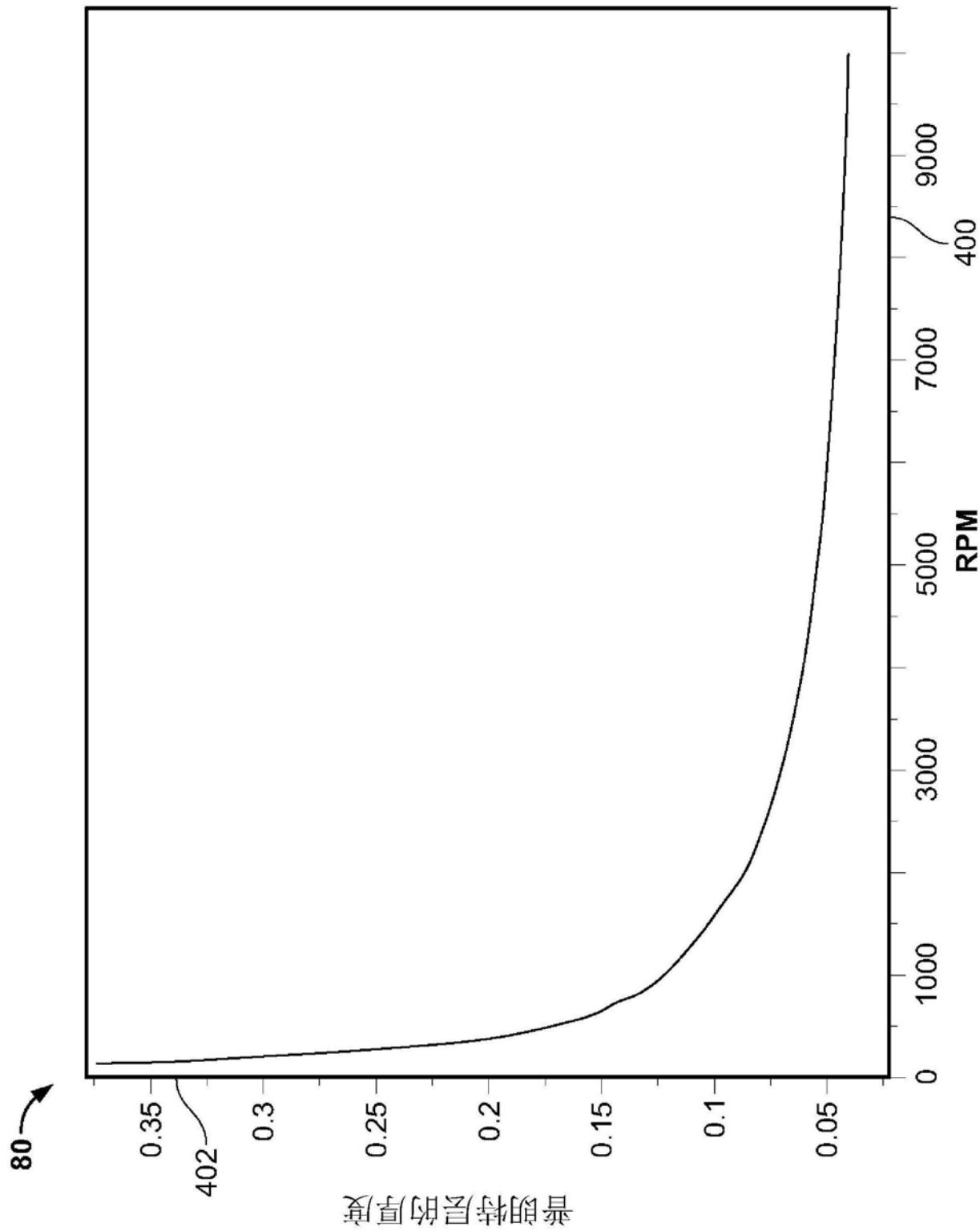


图4

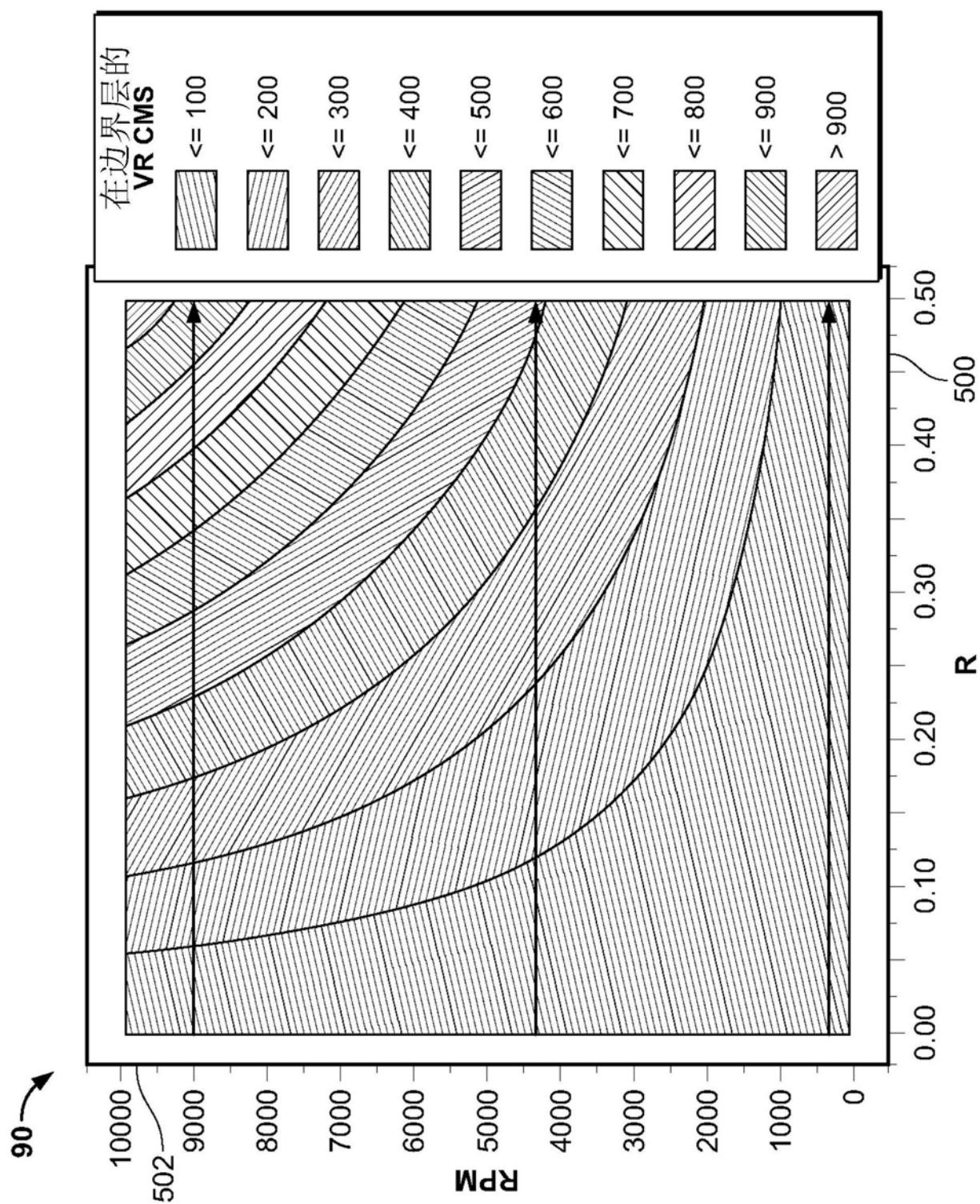


图5

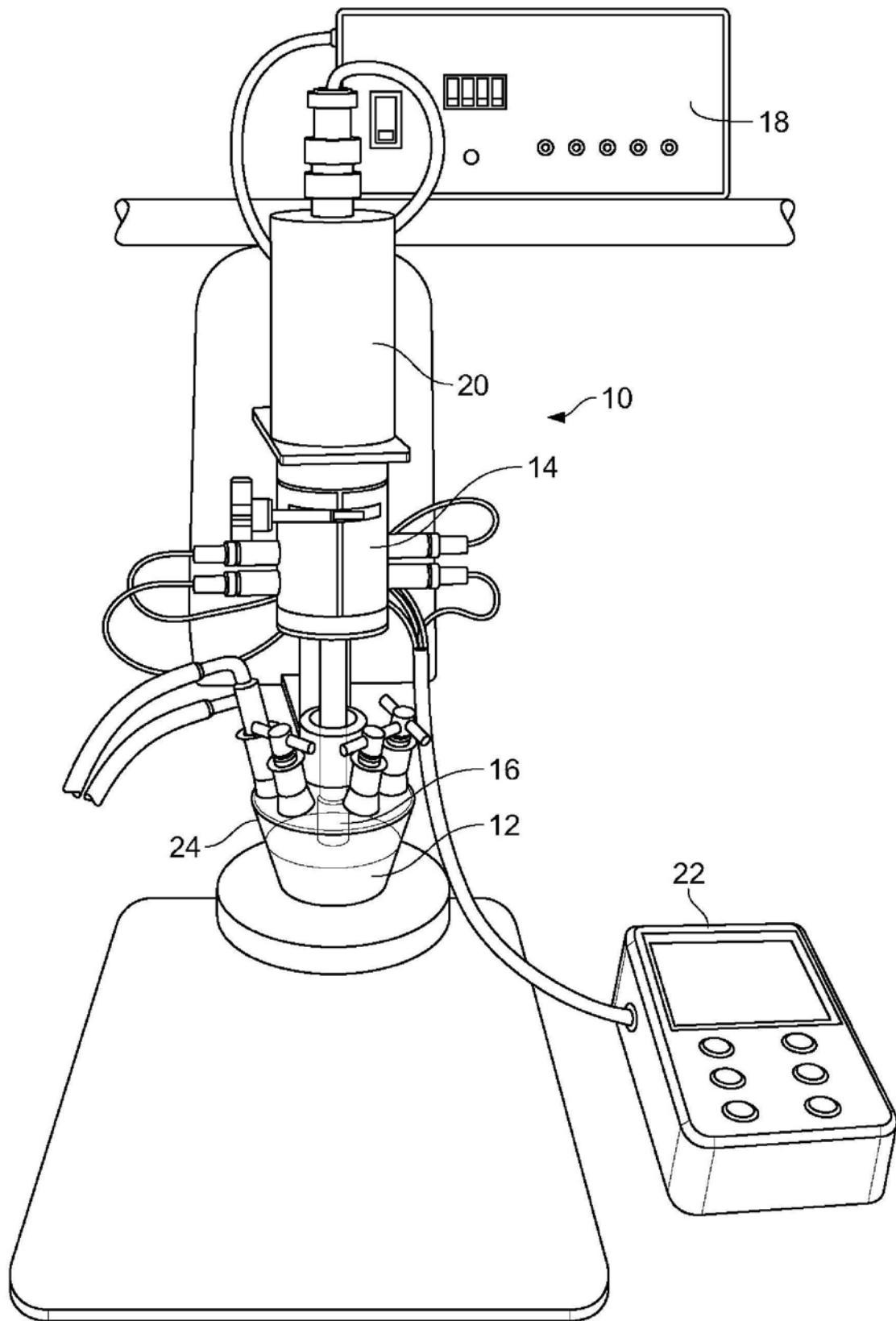


图6

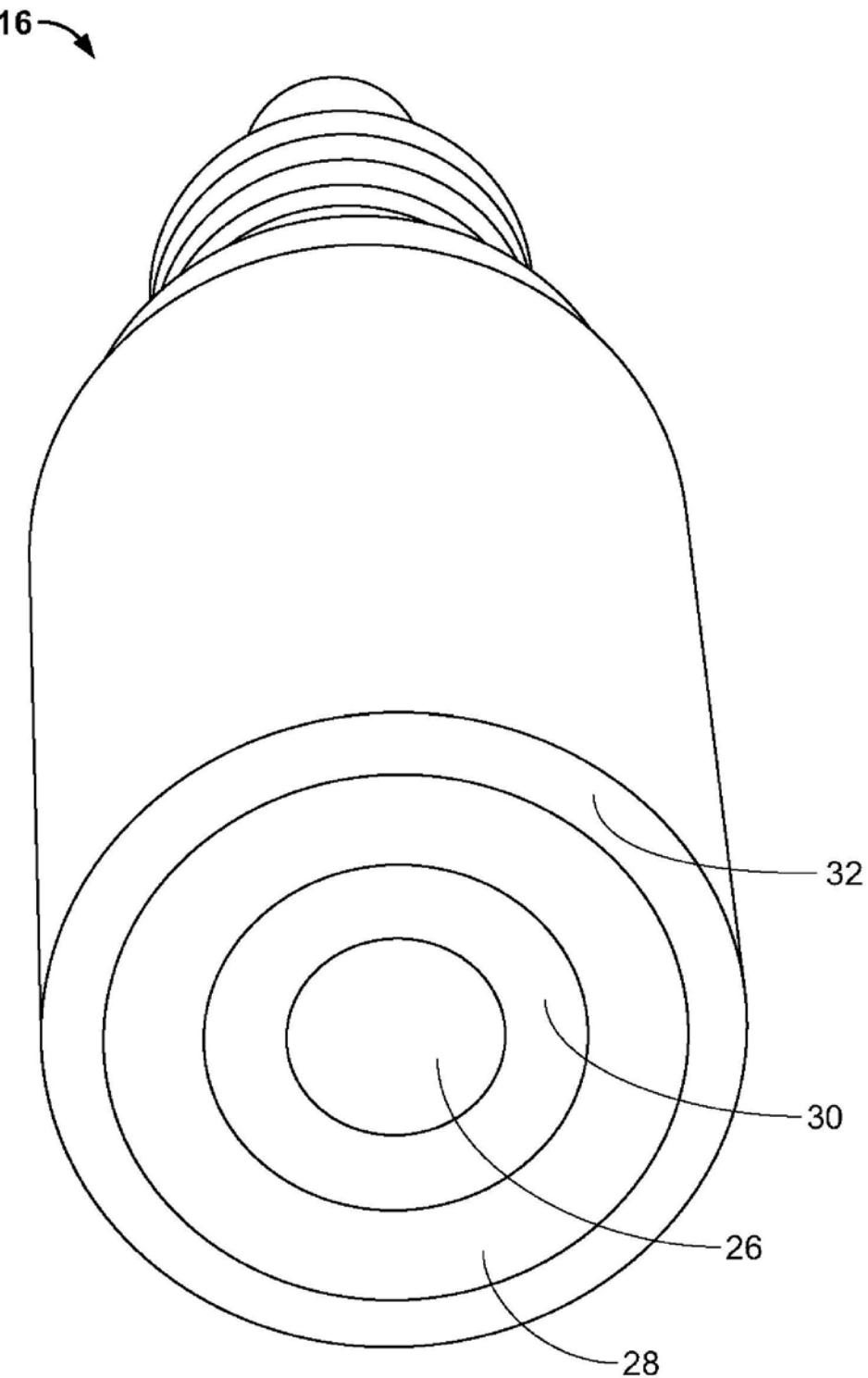


图7

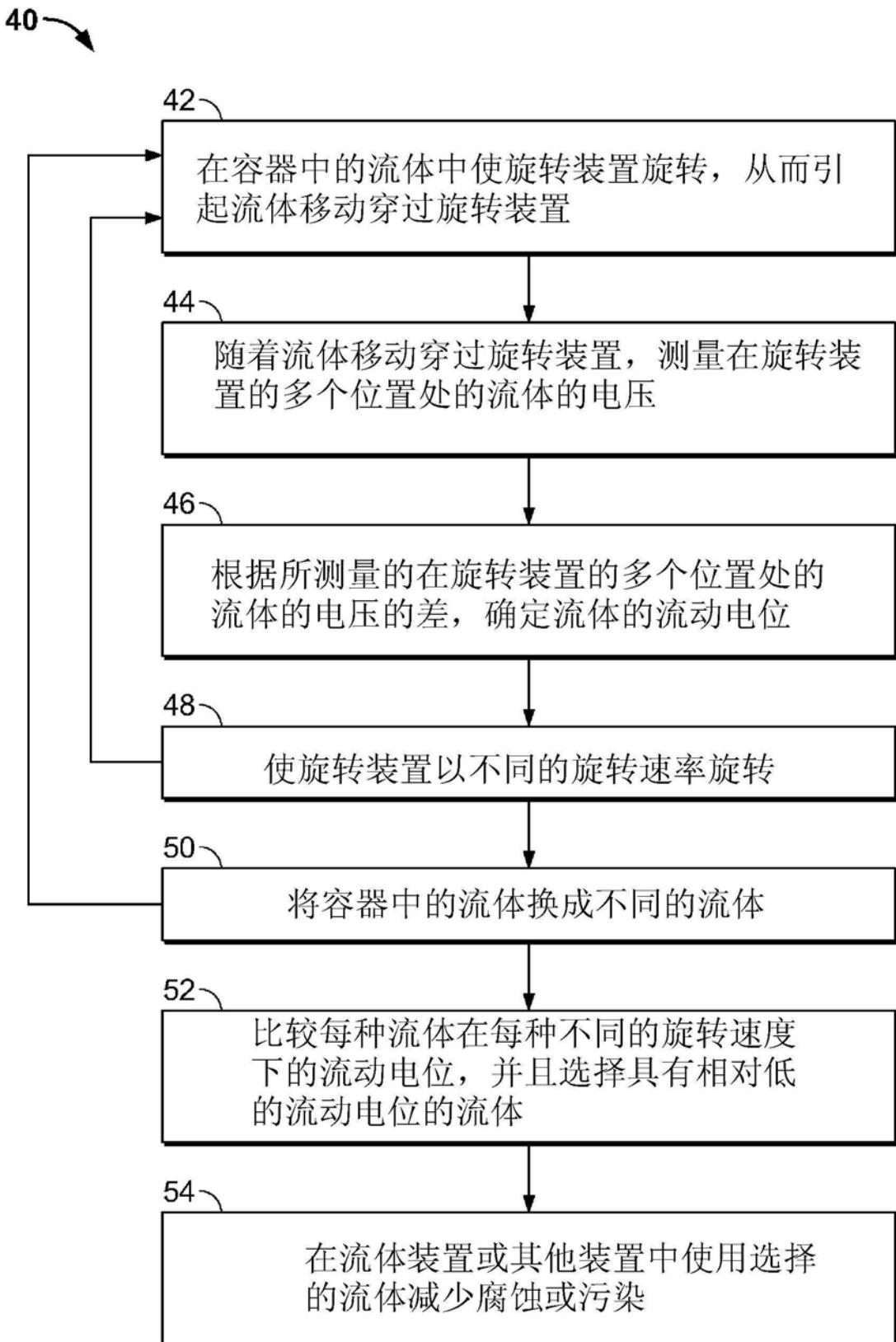


图8