(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108367946 B
(45)授权公告日 2021.12.10

(21)申请号 201680054165.4
(22)申请日 2016.09.16
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108367946 A
(43)申请公布日 2018.08.03
(30)优先权数据
62/220,313 2015.09.18 US
62/222,290 2015.09.23 US
62/288,073 2016.01.28 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2018.03.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2016/052083 2016.09.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2017/049052 EN 2017.03.23
(73)专利权人 懿华水处理技术有限责任公司
地址 美国宾夕法尼亚州
(72)发明人 梁荔乡 约书亚·W·格里菲斯
西蒙·杜克斯 J·D·吉福德
迈克尔·J·肖 F·C·威尔金斯
(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
代理人 张瑞 杨明钊
(51)Int.Cl.
C02F 1/461(2006.01)
C02F 1/467(2006.01)
C25B 1/26(2006.01)
(56)对比文件
US 2011024361 A1,2011.02.03
US 2011024361 A1,2011.02.03
US 2014027288 A1,2014.01.30
CN 102142530 A,2011.08.03
CN 101918326 A,2010.12.15
US 4101394 A,1978.07.18
CN 105540763 A,2016.05.04
审查员 曹梦

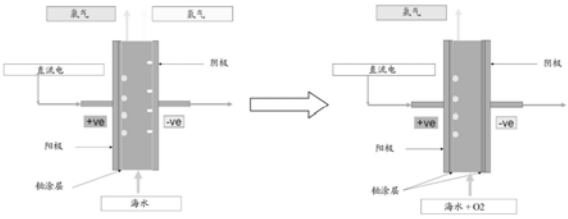
权利要求书4页 说明书20页 附图36页

(54)发明名称

用于电化学电池中反应产物去除的原位输送系统

(57)摘要

电解氯化系统包括:电化学电池,其包括外壳,所述外壳具有入口、出口和设置在外壳内的阳极-阴极对;含氯化物水溶液的源,其具有可流体地连接到电化学电池的入口的出口;和氧化剂的源,其可流体地连接到电化学电池的上游的含氯化物水溶液的源。



CN 108367946 B

1.一种电解氯化系统,包括:

电化学电池和含氯化物水溶液的源;

其特征在于,所述电解氯化系统还包括氧化剂的源和控制器;其中,

所述电化学电池包括外壳,所述外壳具有入口、出口和设置在所述外壳内的阳极-阴极对;

所述含氯化物水溶液的源具有可流体地连接到所述电化学电池的所述入口的出口;

所述氧化剂的源可流体地连接到所述电化学电池的上游的所述含氯化物水溶液的源;和

所述控制器,所述控制器被配置成至少基于所述电化学电池中的温度、所述含氯化物水溶液的pH或在所述电化学电池中产生的消毒溶液的pH中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

2.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述电化学电池的所述外壳的所述出口可流体地连接到使用点。

3.根据权利要求2所述的电解氯化系统,其特征在于,其中在所述电化学电池中产生的消毒剂化合物通过所述外壳的所述出口流体地连接到所述使用点。

4.根据权利要求3所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述控制器还被配置成至少基于所述含氯化物水溶液的流速、所述含氯化物水溶液中的氯化物的浓度、或所述使用点中液体的氧化还原电位中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

5.根据权利要求2所述的电解氯化系统,其特征在于,其中,所述使用点包括船上系统、钻井平台系统、或饮用水系统中的一种。

6.根据权利要求2所述的电解氯化系统,其特征在于,其中,所述使用点包括水上系统或石油钻井系统的井底,并且所述水上系统包括游泳池或喷泉。

7.根据权利要求6所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述使用点包括冷却水系统和压载舱中的一种。

8.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述含氯化物水溶液的源包括海水、苦咸水或盐水中的一种。

9.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述氧化剂的源包括气体分离系统。

10.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,还包括充氧系统,所述充氧系统被配置成将所述氧化剂与所述电化学电池的上游的所述含氯化物水溶液混合。

11.根据权利要求10所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述充氧系统包括充气容器、溶气浮选泵、或混合容器中的一种或更多种。

12.根据权利要求10所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述充氧系统包括文氏管。

13.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,还包括导管,所述导管被配置成将所述含氯化物水溶液从所述含氯化物水溶液的源输送到所述外壳的所述入口并且包括所述氧化剂的注入点。

14.根据权利要求1所述的电解氯化系统,其特征在于,其中所述控制器还被配置成至

少基于在所述电化学电池中产生的氯基消毒剂化合物的浓度来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

15.根据权利要求14所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成至少基于可流体地连接到所述电化学电池的所述外壳的所述出口的使用点中液体的氧化还原电位来调节所述电化学电池中产生的所述氯基消毒剂化合物的浓度。

16.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成至少基于所述电化学电池中存在的气态氢的量、溶解在所述含氯化物水溶液中的氢的浓度、溶解在所述含氯化物水溶液中的氧的浓度或溶解在所述电化学电池中产生的消毒溶液中的氧的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

17.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成至少部分地基于所述含氯化物水溶液的流速和所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率来调节穿过所述阳极-阴极对的电流或穿过所述阳极-阴极对施加的电压中的一种或更多种。

18.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成，以足以维持在所述电化学电池的操作期间向所述阳极-阴极对的阴极的表面处的所述含氯化物水溶液中的所述氧化剂而非水分子的电子供应的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

19.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成，以足以防止在所述电化学电池的操作期间在所述电化学电池中形成氢气的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

20.根据权利要求19所述的电解氯化系统，其特征在于，其中，所述控制器被配置成，以足以防止在所述电化学电池的操作期间在所述阳极-阴极对的阴极处形成氢气的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

21.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成，以与所述电化学电池中产生的一定量的氯基消毒剂化合物大致化学计量的量，将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

22.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述控制器还被配置成，以足以供所述电化学电池中的基本上全部游离氢被氧化的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

23.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述电化学电池还包括在所述外壳中在所述入口和所述出口之间的一个或更多个氧化剂注入点。

24.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，被包括在进料-和-排出系统中，所述进料-和-排出系统包括将所述出口与所述入口流体地连接的导管。

25.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述氧化剂包括气态氧、空气、富氧空气、臭氧或过氧化氢中的一种或更多种。

26.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述阳极-阴极对围绕所述外壳的中心轴线基本上同心地设置在所述外壳内，并且界定所述阳极-阴极对的阳极和阴极之间的有效面积，所述阳极和所述阴极中的至少一个的有效表面积具有比所述外壳的内表面的表面积大的表面积。

27.根据权利要求26所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述阳极-阴极对围绕所述中心轴线螺旋缠绕。

28.根据权利要求26所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述阳极-阴极对包括多个同心电极管和界定在相邻电极管之间的间隙。

29.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述阳极-阴极对的所述阳极和所述阴极中的每一个包括弓形部分，所述阳极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积并且所述阴极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积。

30.根据权利要求1所述的电解氯化系统，其特征在于，其中所述阳极-阴极对的所述阳极和所述阴极中的每一个从靠近所述外壳的中心轴线的区域径向地向外延伸，所述阳极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积，并且所述阴极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积。

31.一种减少电化学电池中的氢的方法，其特征在于，所述方法包括：

将氧化剂引入含氯化物水溶液中以在所述电化学电池的入口上游产生充氧的水溶液；

将所述充氧的水溶液引入到所述电化学电池中所述电化学电池的阳极和阴极之间；

以足以从所述电化学电池中的所述充氧的水溶液中产生氯基消毒化合物的电压施加穿过所述阳极和所述阴极的电流；和

至少基于所述电化学电池中的温度、所述含氯化物水溶液的pH或在所述电化学电池中产生的消毒溶液的pH中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

32.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括控制所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率，以足以抑制所述电化学电池内基本上全部氢气的积聚。

33.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，其中将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括使所述含氯化物水溶液与含氧气体接触。

34.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，其中将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括将含氧液体注入所述含氯化物水溶液中。

35.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括在所述电化学电池的所述入口的下游的一个或更多个点处将所述氧化剂引入所述电化学电池中。

36.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括至少基于所述含氯化物水溶液的流速、消毒溶液流出所述电化学电池的流速、或所述含氯化物水溶液中的氯化物的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

37.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括至少基于在所述电化学电池中产生的氯基消毒剂化合物的浓度来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

38.根据权利要求37所述的方法，其特征在于，还包括至少基于可流体地连接到所述电化学电池的外壳的出口的使用点中的液体的氧化还原电位来调节在所述电化学电池中产生的所述氯基消毒剂化合物的浓度。

39.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括至少基于在所述电化学电池中存在的气态氢的量、溶解在所述含氯化物水溶液中的氢的浓度、溶解在所述含氯化物水溶液中的氧的浓度、或溶解在所述电化学电池中产生的消毒溶液中的氧的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

40.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括基于所述含氯化物水溶液的流速和所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率来调节穿过所述阳极-阴极对的电流或穿过所述阳极-阴极对施加的电压中的一种或更多种。

41.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括调节所述氧化剂向所述电化学电池中的引入，使得所述氧化剂以与在所述电化学电池中产生的一定量的氯基消毒剂化合物大致化学计量的量引入。

42.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，还包括调节所述氧化剂向所述电化学电池中的引入，使得所述电化学电池中的基本上全部游离氢被氧化。

43.根据权利要求31所述的方法，其特征在于，其中将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括将气态氧、臭氧、空气、富氧空气或过氧化氢中的一种或更多种引入所述含氯化物水溶液中。

44.一种减少电化学电池中的氢的系统，其特征在于，所述减少电化学电池中的氢的系统包括：

氧化剂的源，其可流体地连接到含氯化物水溶液的源；

多个传感器，其被构建和布置成测量电化学电池的至少一个操作参数，所述电化学电池包括外壳，所述外壳具有与所述含氯化物水溶液的源流体连通的入口；和

控制器，其被配置成基于来自所述多个传感器的所述至少一个操作参数的测量值，来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入，至足以减少所述电化学电池中的氢气的量，所述至少一个操作参数包括所述含氯化物水溶液的至少pH。

45.根据权利要求44所述的系统，其特征在于，其中所述多个传感器包括温度传感器、pH传感器、化学传感器、流量传感器、电表和氧化还原电位(ORP)仪表中的至少一个。

46.根据权利要求44所述的系统，其特征在于，其中所述氧化剂包括气态氧、空气、富氧空气、臭氧或过氧化氢中的一种或更多种。

用于电化学电池中反应产物去除的原位输送系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35U.S.C§119(e)要求于2015年9月18日提交的标题为“GAS DIFFUSION ELECTRODE ARCHITECTURES”的美国临时申请序列号62/220,313,于2015年9月23日提交的标题为“IN-SITU DELIVERY SYSTEMS FOR REACTION PRODUCT ABATEMENT IN ELECTROCHEMICAL CELLS”的美国临时申请序列号62/222,290,以及于2016年1月28日提交的标题为“GAS SEPARATION MEMBRANE/AIR CATHODE METHOD AND APPARATUS FOR BALLAST WATER TREATMENT”的美国临时申请序列号62/288,073的优先权。出于所有目的,将这些申请中的每一个通过引用整体并入本文。

[0003] 背景

1.发明领域

[0004] 本文公开的各方面和实施方案通常涉及电化学装置,并且更具体地涉及电解氯化电池和装置,操作它们的方法以及使用它们的系统。

[0005] 2.相关技术讨论

[0006] 在电极处产生化学反应的电化学装置广泛用于工业和市政实施中。从氯化钠和水(电解氯化)产生次氯酸钠的电化学反应包括以下:

[0007] 阳极处的反应:$2Cl^- \rightarrow Cl_2+2e^-$ ($E^0_{氧化}=-1.358V$)

[0008] 阴极处的反应:$2H_2O+2e^- \rightarrow H_2+2OH^-$ ($E^0_{还原}=-0.8277V$)

[0009] 在溶液中:$Cl_2+2OH^- \rightarrow ClO^-+Cl^-+H_2O$

[0010] 整体反应:$NaCl+H_2O \rightarrow NaOCl+H_2$

[0011] 在这些反应中,列出的电位是在反应物和产物的1M浓度(活性)和标准条件(25℃和1个大气压)的条件下的。

[0012] 从上述反应可以看出,从氯化钠和水电化学生产次氯酸钠的副产物是氢。在电解氯化电池中产生氢是不合意的。如果产生足够的氢使得氢的浓度超过水中氢的溶解度极限,则氢可能作为氢气逸出,这引起爆炸危险。存在于电解氯化电池中的氢气还可以屏蔽电解氯化电池的电极的部分与电池中的电解质接触,减少有效电极面积并降低次氯酸钠的生成效率。此外,氢扩散到经常形成电解氯化电池中电极的诸如钛之类的材料中可能导致电极的脆化并增加电极的机械故障的可能性。用于从氯化钠和水生成次氯酸钠的电解氯化系统因此典型地配备有气液分离器和/或鼓风机以从溶液和/或从大气中去除氢或者至少保持氢气的浓度低于它可能会点燃的浓度。这些气液分离器和/或鼓风机增加了电解氯化系统的资金和操作成本。

[0013] 概述

[0014] 根据本发明的一个方面,提供了一种电解氯化系统,该电解氯化系统包括:电化学电池,其包括外壳(housing),所述外壳具有入口、出口和设置在所述外壳内的阳极-阴极对;含氯化物水溶液的源,其具有可流体地连接到所述电化学电池的所述入口的出口;和氧化剂的源,其可流体地连接到所述电化学电池的上游的所述含氯化物水溶液的源。

[0015] 在一些实施方案中，所述电化学电池的所述外壳的所述出口可流体地连接到使用点。在所述电化学电池中产生的消毒剂化合物可以通过所述外壳的所述出口流体地连接到所述使用点。

[0016] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成至少基于所述含氯化物水溶液的流速、所述含氯化物水溶液中的氯化物的浓度、或所述使用点中液体的氧化还原电位中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0017] 在一些实施方案中，所述使用点包括船上系统、钻井平台系统、水上系统、饮用水系统或石油钻井系统的井底中的一种。所述使用点可以包括冷却水系统和压载舱中的一种。

[0018] 在一些实施方案中，所述含氯化物水溶液的源包括海水、苦咸水或盐水中的一种。

[0019] 在一些实施方案中，所述氧化剂的源包括气体分离系统。

[0020] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括充氧系统(oxygenation system)，所述充氧系统被配置成将所述氧化剂与所述电化学电池的上游的所述含氯化物水溶液混合。所述充氧系统可以包括充气容器(aeration vessel)、溶气浮选泵、混合容器或文氏管中的一种或更多种。

[0021] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括导管，所述导管被配置成将所述含氯化物水溶液从所述含氯化物水溶液的源输送到所述外壳的所述入口并且包括所述氧化剂的注入点。

[0022] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成至少基于在所述电化学电池中产生的氯基消毒剂化合物的浓度来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。所述控制器可以进一步被配置成至少基于可流体地连接到所述电化学电池的所述外壳的所述出口的使用点中液体的氧化还原电位来调节所述电化学电池中产生的所述氯基消毒剂化合物的浓度。

[0023] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成至少基于所述电化学电池中的温度、所述含氯化物水溶液的pH或在所述电化学电池中产生的消毒溶液的pH中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0024] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成至少基于所述电化学电池中存在的气态氢的量、溶解在所述含氯化物水溶液中的氢的浓度、溶解在所述含氯化物水溶液中的氧的浓度或溶解在所述电化学电池中产生的消毒溶液中的氧的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0025] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成至少部分地基于所述含氯化物水溶液的流速和所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率来调节穿过所述阳极-阴极对的电流或穿过所述阳极-阴极对施加的电压中的一种或更多种。

[0026] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成，以足以维持在所述电化学电池的操作期间向所述阳极-阴极对的阴极的表面处的所述含氯化物水溶液中的所述氧化剂而非水分子的电子供应的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

[0027] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成，以足以防止在所述电化学电池的操作期间在所述电化学电池中形成氢气的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。所述控制器可以被配置成，以足以防止在所述电化学电池的操作期间在所述阳极-阴极对的阴极处形成氢气的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

[0028] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，所述控制器被配置成，以与所述电化学电池中产生的一定量的氯基消毒剂化合物大致化学计量的量，将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

[0029] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统还包括控制器，该控制器被配置成，以足以供所述电化学电池中的基本上全部游离氢被氧化的量将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中。

[0030] 在一些实施方案中，所述电化学电池还包括在所述外壳中在所述入口和所述出口之间的一个或更多个氧化剂注入点。

[0031] 在一些实施方案中，所述电解氯化系统被包括在进料-和-排出系统中，所述进料-和-排出系统包括将所述出口与所述入口流体地连接的导管。

[0032] 在一些实施方案中，所述氧化剂包括气态氧、空气、富氧空气、臭氧或过氧化氢中的一种或更多种。

[0033] 在一些实施方案中，所述阳极-阴极对围绕所述外壳的中心轴线基本上同心地设置在所述外壳内，并且界定所述阳极-阴极对的阳极和阴极之间的有效面积，所述阳极和所述阴极中的至少一个的有效表面积具有比所述外壳的内表面的表面积大的表面积。所述阳极-阴极对可以围绕所述中心轴线螺旋缠绕。所述阳极-阴极对可以包括多个同心电极管和界定在相邻电极管之间的间隙。

[0034] 在一些实施方案中，所述阳极-阴极对的所述阳极和所述阴极中的每一个包括弓形部分，所述阳极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积并且所述阴极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积。

[0035] 在一些实施方案中，所述阳极-阴极对的所述阳极和所述阴极中的每一个从靠近所述外壳的中心轴线的区域径向地向外延伸，所述阳极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积，并且所述阴极的有效表面积大于所述外壳的内表面的表面积。

[0036] 根据另一方面，提供了一种减少电化学电池中的氢的方法。所述方法包括将氧化剂引入含氯化物水溶液中以在所述电化学电池的入口上游产生充氧的水溶液(oxygenated aqueous solution)，将所述充氧的水溶液引入到所述电化学电池中所述电化学电池的阳极和阴极之间，和以足以从所述电化学电池中的所述充氧的水溶液中产生氯基消毒剂化合物的电压施加穿过所述阳极和所述阴极的电流。

[0037] 在一些实施方案中，所述方法还包括控制所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率，以足以抑制所述电解氯化电池内基本上全部氢气的积聚。

[0038] 在一些实施方案中，将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括使所述含氯化物水溶液与含氧气体接触。

[0039] 在一些实施方案中，将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括将含氧液体注入所述含氯化物水溶液中。

[0040] 在一些实施方案中，所述方法进一步包括在所述电化学电池的所述入口的下游的一个或更多个点处将所述氧化剂引入所述电化学电池中。

[0041] 在一些实施方案中，所述方法还包括至少基于所述含氯化物水溶液的流速、消毒溶液流出所述电化学电池的流速、或所述含氯化物水溶液中的氯化物的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0042] 在一些实施方案中，所述方法还包括至少基于在所述电化学电池中产生的氯基消毒剂化合物的浓度来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0043] 在一些实施方案中，所述方法还包括至少基于可流体地连接到所述电化学电池的所述外壳的出口的使用点中的液体的氧化还原电位来调节在所述电化学电池中产生的所述氯基消毒剂化合物的浓度。

[0044] 在一些实施方案中，所述方法还包括至少基于所述电化学电池中的温度、所述含氯化物水溶液的pH或在所述电化学电池中产生的消毒溶液的pH中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0045] 在一些实施方案中，所述方法还包括至少基于在所述电化学电池中存在的气态氢的量、溶解在所述含氯化物水溶液中的氢的浓度、溶解在所述含氯化物水溶液中的氧的浓度、或溶解在所述电化学电池中产生的消毒溶液中的氧的浓度中的一种或更多种来调节所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入。

[0046] 在一些实施方案中，所述方法还包括基于所述含氯化物水溶液的流速和所述氧化剂向所述含氯化物水溶液中的引入速率来调节穿过所述阳极-阴极对的电流或穿过所述阳极-阴极对施加的电压中的一种或更多种。

[0047] 在一些实施方案中，所述方法还包括调节所述氧化剂向所述电化学电池中的引入，使得所述氧化剂以与在所述电化学电池中产生的一定量的氯基消毒剂化合物大致化学计量的量引入。

[0048] 在一些实施方案中，所述方法还包括调节所述氧化剂向所述电化学电池中的引入，使得所述电化学电池中的基本上全部游离氢被氧化。

[0049] 在一些实施方案中，将所述氧化剂引入所述含氯化物水溶液中包括将气态氧、臭氧、空气、富氧空气或过氧化氢中的一种或更多种引入所述含氯化物水溶液中。

[0050] 根据另一方面，提供了一种抑制电解氯化电池中气态氢的积聚的方法。所述方法包括在所述电解氯化电池的电解质入口的上游向液体电解质中加入氧化剂。

[0051] 根据另一方面，提供了一种改进电解氯化电池以减少所述电解氯化电池中的氢生成的方法。所述方法包括安装系统，所述系统被配置成将氧化剂引入所述电解氯化电池的电解质入口的上游的电解质中。

[0052] 附图简述

[0053] 附图并不意图是按比例绘制。在附图中，在各个图中图示的每个相同的或近似相同的部件由相同的数字表示。为了清楚起见，在每个图中不是每个部件都被标记。在附图中：

[0054] 图1A是同心管电化学电池的一种实施方案的等距视图；

[0055] 图1B是图1A的所述同心管电化学电池的横截面图；

[0056] 图2A示出了通过同心管电化学电池的一种实施方案的电流；

[0057] 图2B示出了通过同心管电化学电池的另一种实施方案的电流；

[0058] 图2C示出了通过同心管电化学电池的另一种实施方案的电流；

[0059] 图3是平行板电化学电池的一种实施方案的等距视图；

[0060] 图4是多程平行板电解氯化电池的示意图；

[0061] 图5是单程螺旋卷绕电化学电池的一种实施方案的等距视图；

[0062] 图6是单程螺旋卷绕电化学电池的另一种实施方案的等距视图；

[0063] 图7是三管同心管电化学电池的一种实施方案的局部剖视图；

[0064] 图8是四管同心管电化学电池的一种实施方案的局部剖视图；

[0065] 图9是五管同心管电化学电池的一种实施方案的局部剖视图；

[0066] 图10A是包括径向布置的电极的电化学电池的一种实施方案的横截面图；

[0067] 图10B是图10A的电化学电池的等距视图；

[0068] 图11A示出了包括交错电极的电化学电池的一种实施方案的横截面；

[0069] 图11B示出了通过图11A的电化学电池的流体的流动方向；

[0070] 图11C示出了图11A的电化学电池的替代构型；

[0071] 图11D示出了图11A的电化学电池的另一种替代构型；

[0072] 图11E示出了包括呈单极配置的交错电极的电化学电池的一种实施方案；

[0073] 图11F示出了包括呈双极配置的交错电极的电化学电池的一种实施方案；

[0074] 图12示意性地比较了在不同条件下操作的电解氯化电池；

[0075] 图13示意性地示出了一种电解氯化系统的一部分；

[0076] 图14示意性地示出了另一种电解氯化系统的一部分；

[0077] 图15示意性地示出了另一种电解氯化系统的一部分；

[0078] 图16示意性地示出了另一种电解氯化系统的一部分；

[0079] 图17示意性地示出了另一种电解氯化系统的一部分；

[0080] 图18示出了一种其中可以利用本文公开的电化学电池的实施方案的系统；

[0081] 图19示出了用于本文公开的电化学电池的实施方案的控制系统；

[0082] 图20示出了用于图19的控制系统的存储器系统；

[0083] 图21是用于获得测试电解氯化装置的电数据的恒电位器的示意图；

[0084] 图22是用于样品电解氯化装置中的盐水溶液的样品I-V曲线；

[0085] 图23A是从在不同条件下通过测试电解氯化装置的盐水中获得的I-V曲线的图表；

[0086] 图23B是从在不同条件下通过测试电解氯化装置的盐水中获得的I-V曲线的另一图表；

[0087] 图23C是从在不同条件下通过测试电解氯化装置的盐水中获得的I-V曲线的另一图表；

[0088] 图23D是从在不同条件下通过测试电解氯化装置的盐水中获得的I-V曲线的另一图表;和

[0089] 图23E是从在不同条件下通过测试电解氯化装置的盐水中获得的I-V曲线的另一图表。

[0090] 详述

[0091] 本文公开的方面和实施方案不限于在下文的描述中提出的或在附图中图示的结

构的细节和部件的布置。本文公开的方面和实施方案能够以各种方式实践或执行。另外，本文所用措辞和术语是为了描述目的而不应视为是限制性的。本文使用的“包括(including)”、“包括(comprising)”、“具有(having)”、“含有(containing)”、“涉及(involving)”及其各种变体意为包括随后列出的项目及其等价物以及其他项目。

[0092] 本文公开的方面和实施方案大体上涉及产生消毒剂例如次氯酸钠的电化学装置以及减少在这种装置中产生的氢气的方法。术语“电化学装置”和“电化学电池”及其语法变体应被理解为包括“电解氯化装置”和“电解氯化电池”及其语法变体。本文公开的方面和实施方案被描述为包括一个或更多个电极。尽管术语“金属电极”不排除包括其他金属或合金的电极或由其他金属或合金组成的电极，如本文所使用的术语“金属电极”或其语法变体应被理解为涵盖由一种或更多种金属形成的电极，包括一种或更多种金属的电极，或由一种或更多种金属组成的电极，所述金属为例如钛、铝或镍。在一些实施方案中，“金属电极”可以包括多层不同的金属。在本文公开的任何一个或更多个实施方案中使用的金属电极可以包括例如铜或铝之类高导电率金属的芯，所述芯涂覆有对电解质溶液的化学侵蚀具有高抵抗力的金属或金属氧化物，例如，一层钛、铂、混合金属氧化物(MMO)、磁铁矿、铁酸盐、钴尖晶石、钽、钯、铱、银、金或其他涂层材料。“金属电极”可以涂覆有抗氧化涂层，例如但不限于铂、混合金属氧化物(MMO)、磁铁矿、铁酸盐、钴尖晶石、钽、钯、铱、银、金或其他涂层材料。在本文公开的实施方案中使用的混合金属氧化物可以包括钌、铑、钽(任选地与锑和/或锰合金化)、钛、铱、锌、锡、锑、钛-镍合金、钛-铜合金、钛-铁合金、钛-钴合金或其他合适的金属或合金中的一种或更多种的一种氧化物或多种氧化物。在本文公开的实施方案中使用的阳极可以涂覆有铂和/或一种氧化物或多种氧化物，所述氧化物是铱、钌、锡、铑或钽(任选地与锑和/或锰合金化)中的一种或更多种的氧化物。本文公开的实施方案中使用的阴极可以涂覆有铂和/或一种氧化物或多种氧化物，所述氧化物是铱、钌和钛中的一种或更多种的氧化物。在本文公开的实施方案中使用的电极可以包括钛、钽、锆、铌、钨和/或硅中的一种或更多种的基底。用于本文公开的任何电化学电池的电极可以形成为板、片、箔、挤出物和/或烧结物或由板、片、箔、挤出物和/或烧结物形成。

[0093] 这里使用的术语“管”包括圆柱形导管，然而，并不排除具有其他横截面几何形状的导管，例如具有正方形、矩形、椭圆形或长圆形几何形状或横截面几何形状为任何规则或不规则多边形的导管。

[0094] 如本文所使用的术语“同心管”或“同心螺旋”包括共享一个共同中心轴线的管或交错螺旋，但不排除围绕共同轴线的管或交错螺旋或轴线彼此偏移的管或交错螺旋，所述共同轴线不一定在一组同心管或交错螺旋的每个同心管或交错螺旋的中心。

[0095] 电解氯化电池用于海洋、海上、市政、工业和商业应用。电解氯化电池的设计参数，例如电极之间的间隔、电极厚度和涂层密度、电极面积、电连接方法等可以针对不同的实施方案进行选择。本文公开的方面和实施方案不限于电极的数目、电极之间的空间、电极材料、电极之间的任何间隔物的材料、电解氯化电池内的通道的数目或电极涂层材料。

[0096] 本公开描述了电解氯化电池和电解氯化装置的各种实施方案，然而，本公开不限于电解氯化电池或装置，并且本文公开的方面和实施方案可应用于用于多种目的中的任何一个的电解电池和电化学电池。

[0097] 图1A和图1B示出了具有由电催化有限公司(Electrocatalytic Ltd.)制造的同心

管102、104的电解氯化电池100的示例。外管102的内表面和内管104的外表面是有效电极区域。电极之间的间隙约为3.5mm。对于以海水作为进料的海洋和海上应用，在轴向方向上的间隙中的液体速度可能在2.1m/s左右，从而导致高度湍流，该高度湍流降低电极表面上的污染和结垢的可能性。

[0098] 图2A-2C示出了同心管电极(CTE)电化学电池中的电极的一些可能布置。图2A示出了其中电流在单通道中从阳极流向阴极的布置。两个电极通常由钛制成，其中阳极涂覆有铂或混合金属氧化物(MMO)。电极被称为“单极”。

[0099] 图2B示出了其中电流在两通道中流过具有两个外部电极和一个内部电极装置的布置。其中一个外部电极被涂覆在内表面上以用作阳极；另一个未被涂覆。内部电极的外表面的一部分被涂覆，也用作阳极，而其余部分未被涂覆。电流通过电解质从经涂覆的外部电极流到内部电极的未涂覆部分，沿着内部电极流到涂覆部分，然后最终穿过电解质回流到未涂覆的外部电极。内部电极也被称为“双极”电极。

[0100] 图2C示出了其中电流在多通道中流过具有多个外部电极和一个内部电极的装置的布置。通过交替涂覆和未涂覆的外部电极并以匹配间隔涂覆内部电极，电流可以在多通道中往返地流过电解质。

[0101] 多通道背后的基本原理是在表面上可用于电化学反应的总电极面积，并且因此消毒剂(例如，次氯酸钠)的总生产速率可以增加，而外加电流不成比例增加。增加电流将需要从DC电源到电解氯化电池的较大导线或母线、电池上较大的电连接器(图1A中的示例中的外部电极的外表面上的接线片101A和101B)和较厚的用于电极的钛。

[0102] 对于相同的电流，多通道装置将具有比单通道电池更高的生产率，但总体电压降将更高(与通道数目大致成正比)。对于相同的生产率，多通道电池将需要较低的电流(与通道数目大致成反比)。对于相同的功率输出(kW)，电源成本可能比输出电压对输出电流更敏感，从而有利于多通道电池。

[0103] 实际上，存在与多通道电池相关的低效率。例如，被称为“旁路电流”的电流的一部分可以直接从阳极流向阴极，而不会与外部电极和内部电极之间的间隙中的电解质交叉(参见图2B和2C)。旁路电流消耗功率，但导致消毒剂的生产效率比非旁路电流低。多通道电池制造和组装也更加复杂。例如，在其余部分被涂覆之前，内部电极的外表面的部分必须被掩蔽。

[0104] 图3显示了平行板电解氯化(PPE)电池并且图4是具有平行布置的平电极组的多通道单元的示意图。电极组的每端并联电气连接，其中一组连接到直流电源的正极输出端，而另一组连接到负极输出端。中间的电极是双极的。多通道平行板设计相对同心管式设计的一个优点是装置的每单位体积的有效电极面积的更高的封装密度，因为每个电极的两侧暴露于电解质溶液并因此参与电极反应。更紧密的包装和多通道导致PPE电池中的压降比CTE电池中的更高。可以降低板间的平均流速以降低压降并增加水力停留时间；缺点是污染和结垢风险的增加，并且因此需要更频繁地清洁，例如用酸。

[0105] 框架结构通常用于PPE电池中以机械支撑多个板并保持相邻电极之间的特定间隔。与多个板的每个端的电连接也可能具有挑战性。

[0106] 本文公开的方面和实施方案可以应用于包括螺旋卷绕电极的电化学电池，其非限制性示例在图5和图6中示出。在螺旋卷绕构型中，两个螺旋卷绕电极，形成阳极-阴极对的

阳极205和阴极210，被定位成在阳极205和阴极210之间形成间隙215。螺旋起始端之间的和/或螺旋终止端之间的角度差，在图5中标记为θ，范围可以从0°到180°。进料电解质溶液在基本上平行于螺旋轴线的方向上流过间隙215。施加穿过电极并通过电解质溶液的恒定或可变的DC电压或在一些实施方案中AC电流。阳极调整片(anode tab)220和阴极调整片(cathode tab)225分别连接到阳极205和阴极210或分别与阳极205和阴极210一体形成，以提供与阳极205和阴极210的电连接。电流在单通道中从阳极205流向阴极210。电化学反应和化学反应发生在电极的表面且电化学电池中的本体电解质溶液中以生成产物溶液。

[0107] 螺旋卷绕电极205、210可以容纳在外壳235内(参见图6)，外壳235被设计成将电极与外部环境电隔离并且承受穿过电化学电池的电解质的流体压力。外壳235可以是非导电的、对电解质溶液化学不反应的，并且可以具有足够的强度以承受系统压力。在一些实施方案中，可以提供防止流体沿着中心向下流动并绕过间隙的实芯、中央芯元件或流体流动引导器。

[0108] 本文公开的方面和实施方案可以应用于包括同心布置的管状电极的电化学电池中，其非限制性示例在图7-9中示出。至少一些同心管电极可以是单极或双极。包括三个同心管的第一实施方案在图7中示出，一般用300表示。中间管电极305是在内表面和外表面上均具有抗氧化涂层例如铂或MMO的阳极，以充分利用中间管电极305的表面积。内管电极310和外管电极315不具有涂层，分别用作内部阴极和外部阴极。电极是单极的，使得电流每电极通过电解质一次。每个电极305、310、315可以包括钛管。阳极电连接件330与中间管电极305电连通。阴极电连接件335与内管电极310和外管电极315电连通。本文公开的包括同心管电极的电解氯化电池300和其他电化学电池可以被包括在非导电外壳中，例如图6中所示的外壳235。

[0109] 在本文公开的包括多个阳极管电极或阴极管电极的实施方案中，多个阳极管电极可以统称为阳极或阳极管，并且多个阴极管电极可以统称为阴极或阴极管。在包括多个阳极管电极和/或多个阴极管电极的实施方案中，多个阳极管电极和/或多个阴极管电极在本文中可以统称为阳极-阴极对。

[0110] 可以通过一个或更多个导电桥340在内管电极310和外管电极315之间形成电连接，所述导电桥340可以由与内管电极310和外管电极315相同的材料例如钛形成。电化学反应和化学反应发生在电极表面和本体溶液中以生成产物溶液，例如用于消毒的次氯酸钠。

[0111] 根据另一种实施方案，同心管电化学电池或电解氯化电池包括四个同心管电极。图8中示出了四管电解氯化电池的一个示例，一般用400表示。四管电解氯化电池400包括充当阳极并且可以与阳极电连接器425电连通的内管电极405和中间管电极410。内管电极405和中间管电极410也可以经由一个或更多个导电桥450彼此电连通。外管电极420和中间管电极415充当可以与阴极电连接器430电连通的阴极。外管电极420和中间管电极415也可以经由一个或更多个导电桥455彼此电连通。外管电极420和中间管电极415设置在中间阳极管电极410的相对侧上。除了进料电解质溶液流过形成在四管电解氯化电池400中的三个环形间隙435、440、445之外，四管电解氯化电池400以与三管电解氯化电池300类似的方式工作。

[0112] 根据另一种实施方案，同心管电解氯化电池包括五个同心管电极。图9中示出了五管电解氯化电池的一个示例，一般用500表示。五管电解氯化电池500包括充当阳极并且可

以与阳极电连接器535电连通的中间管电极520和525。中间管电极520、525也可以经由一个或更多个导电桥565彼此电连通。内管电极505、中心管电极510和外管电极515充当可以与阴极电连接器530电连通的阴极。内管电极505、中心管电极510和外管电极515也可以经由一个或更多个导电桥560彼此电连通。中间管电极520、525设置在中心阳极管电极510的相对侧上。除了进料电解质溶液流过形成在五管电解氯化电池中的四个环形间隙540、545、550、555之外，五管电解氯化电池以与四管电解氯化电池400类似的方式工作。

[0113] 本文公开的方面和实施方案可以应用于包括径向布置的电极的电化学电池，其非限制性示例在图10A和图10B中示出。图10A和图10B描绘了包括径向延伸的电极的电化学电池或电解氯化电池的一个代表性的非限制性实施方案，一般用600表示。电化学电池600包括多个径向延伸的阳极605，该径向延伸的阳极605通过流体通道615与径向延伸的阴极610分开。径向延伸的阳极605和径向延伸的阴极610从靠近于且围绕电化学电池600的中心轴线635界定的区域630朝向电化学电池的外围或外壳延伸。在一些实施方案中，一些或全部阳极605是刚性金属电极，例如钛电极，该钛电极可以涂覆有抗氧化涂层例如MMO或铂。在一些实施方案中，一些或全部阴极610是刚性金属电极，例如钛电极，或者在其他实施方案中是促进氢减少的多孔气体扩散阴极。在一些实施方案中，一些或全部阳极605可以是气体扩散阳极。在一些实施方案中，如本文所公开的包括径向延伸的电极的电化学电池或电解氯化电池可以包括一个或更多个双极电极。

[0114] 可以提供中心气体导管620用于氧气输送，使得氧气可以与氢化合以生成水，其中氢是由例如电池600中的电解氯化反应产生的。在一些实施方案中，例如在阴极610上和/或在阴极610中提供催化剂以促进电池600中的氧气和氢的反应。非导电外部壳体625可以容纳径向延伸的阳极605、径向延伸的阴极610、流体通道615和中心导管620。可以通过选择诸如电极厚度、电极间隔以及整个电池尺寸等因素来操纵电极表面积与体积之比。

[0115] 流体，例如在电池600中进行处理的电解质，可以在基本平行于中心导管620和中心轴线635的方向上流过流体通道。在如本文所公开的包括径向延伸的阳极605和径向延伸的阴极610的电化学电池的一些实施方案中，径向延伸的阳极605和径向延伸的阴极610被配置和布置成引导一些或全部流体在平行于或至少基本上平行于电化学电池的中心纵向轴线的方向上流过界定在相邻的径向延伸的阳极605和径向延伸的阴极610之间的流体通道。

[0116] 本文公开的方面和实施方案可以进一步应用于包含交错电极的电化学电池，其非限制性示例在图11A-11F中示出。电解氯化电池，在图11A和图11B中一般用700表示，包括具有多个平行板705A的阴极705和具有多个平行板710A的阳极710，多个平行板705A电耦合和机械耦合到弓形基底705B，多个平行板710A电耦合和机械耦合到弓形基底710B。阴极705的平行板705A与阳极710的平行板710A交错。如在本文公开的其他实施方案中，阳极710和/或阴极705可以是钛，并且阳极710可以涂覆有抗氧化涂层，例如铂或MMO。阳极710和/或阴极705可以通过挤出形成。阴极705和阳极710设置在圆柱形或基本圆柱形容器715中，在一些实施方案中，圆柱形或基本圆柱形容器715由非导电材料形成。根据上述任何电连接机构可以对阳极710和阴极705进行电连接。可以在阳极710和阴极705的板之间提供间隔件以保持板之间的固定分离。阳极705和阴极710的有效区域包括阴极705的平行板705A和阳极710的平行板710A，以及在一些实施方案中包括阴极705和阳极710的弓形基底705B、710B。流体的

流动沿图11B所示的方向通过容器715，此方向一般垂直于阳极710和阴极705的板的从阳极710和阴极705各自的基部延伸的方向。阳极705和阴极710的有效区域延伸穿过容器715的基本上整个横截面，仅留下与容器715的边缘足够的间隔，使得阳极705和阴极710不接触且彼此电短路。弓形基底705B、710B可以跨越刚刚小于180°的弧度，例如在约165度与约175度之间，以提供大量的有效电极区域。因此，电解氯化电池700包括比常规平行板电解氯化装置更大的每单位体积有效电极区域并且可以以较低总体积操作产生等量的氯化。

[0117] 具有不同阳极-阴极板间隔的电化学电池700的替代构型在图11C和图11D中示出。如图所示，阳极710或阴极705的最外部的板710A、705A可以具有增厚部分710C、705C，增厚部分710C、705C比基底710B、705B更厚并且增厚部分710C，705C可以具有与其他板710A、705A相同或更大的厚度。在一些实施方案中，增厚部分710C、705C可以通过将金属片自身折叠而形成，外部板710A、705A由该金属片形成。阳极710和/或阴极705可以通过金属片的弯曲(图11C)和/或挤出(图11D)形成。包括交错的阳极和阴极710、705的电化学电池700可以是单极的(图11E)，具有单个阳极710和阴极705；或双极的(图11F)，具有单个阳极710和阴极705，其中单个阳极710和阴极705沿着电化学电池700的长度彼此移位，每个电极具有与双极电极720的板交错的板。可以提供另外的阳极710和/或阴极705以使电化学电池呈现多极。

[0118] 在共同拥有的PCT申请号PCT/US2016/018213中进一步详细描述了包括螺旋缠绕的、同心的、径向布置的和交错的电极的电化学电池，通过引用以其整体并入本文。

[0119] 本文公开的方面和实施方案包括具有用于减少、减轻、最小化、防止或消除电化学电池中氢和/或溶解在电化学电池中的电解质中的氢的形成的特征的电化学电池以及用于构建和操作这些电化学电池的方法。具体将参考配置成从含氯化物(例如含氯化钠)水溶液，例如海水、苦咸水或盐水中产生次氯酸钠的电解氯化电池，但所公开的特征和方法预期用在电化学电池的其它形式中也是如此。

[0120] 已经发现，通过向包含氯化钠和水的含氯化物水溶液中添加氧化剂可以降低、减少、抑制、减轻、最小化或消除作为副产物产生的氢的积聚，其中氢是在电解氯化电池中由氯化钠和水生成次氯酸钠的副产物。如上所述，电解氯化电池的阴极处的反应可以包括产氢的还原反应$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2+2OH^-$，其具有-0.8277V的标准电位。如果向含氯化物水溶液中加入氧化剂例如氧气，则该产氢的还原反应可以被更积极有利的反应$O_2+2H_2O+4e^-\rightarrow 4OH^-$代替，其具有0.401V的标准电位。向含氯化物水溶液中加入氧气可能因此导致在阳极和阴极处产生的氯气和氢氧根的反应的从：

[0121] A1：阳极处的反应：$2Cl^-\rightarrow Cl_2+2e^-$ ($E^0_{氧化}=-1.358V$)

[0122] C1：阴极处的反应：$2H_2O+2e^-\rightarrow H_2+2OH^-$ ($E^0_{还原}=-0.8277V$)

[0123] $E^0_{电池}=2.19V$

[0124] 改变成：

[0125] A1：阳极处的反应：$2Cl^-\rightarrow Cl_2+2e^-$ ($E^0_{氧化}=-1.358V$)

[0126] C2：阴极处的反应：$O_2+2H_2O+4e^-\rightarrow 4OH^-$ ($E^0_{还原}=0.401V$)

[0127] $E^0_{电池}=0.96V$

[0128] 向含氯化物水溶液中加入氧气消除了这些反应中氢的产生和/或积聚，并且还将产生氯气和氢氧根所需的电压降低了一半以上。因此，向含氯化物水溶液中加入氧气不仅

可以减少或抑制氢的形成和/或积聚，氢作为在电解氯化电池池中由氯化钠和水生成次氯酸钠的副产物，而且还可以使次氯酸钠生成过程更节能。

[0129] 在图12中，示意性地比较了根据以上反应A1和C1操作的电化学电池的一部分与根据以上反应A1和C2操作的电化学电池的一部分。

[0130] 包括电化学电池的电解氯化系统的一部分的实施方案在图13中示出，一般用800表示。在图13中，元件1000表示用于由含氯化物水溶液产生氯基消毒剂的电化学电池。电化学电池1000可以与上面公开的电化学电池的任何实施方案类似。电化学电池1000的外壳1005包括入口1010和出口1015。根据各种公开的电化学电池如上所述的阳极-阴极对被布置在外壳1005内。含氯化物水溶液的源900包括出口905，出口905可流体地连接(并且在操作中，被流体地连接)到电化学电池1000的入口1010。氧化剂的源805可流体地连接(并且在操作中，被流体地连接)到电化学电池1000的入口1010上游的含氯化物水溶液的源900。氧化剂的源805可以直接地可流体地连接到或被流体地连接到含氯化物水溶液的源900，或者可以可流体地连接到或被流体地连接到导管815中的注入点810，导管815可流体地连接在或被流体地连接在含氯化物水溶液的源900和电化学电池1000的入口1010之间。电化学电池1000的出口1015，经由导管820，可流体地连接(并且在操作中，被流体地连接)到例如储罐或使用点1100。

[0131] 可以在系统800的部分中包括各种泵以引起所涉及的各种水溶液的流动，但是为了清楚起见没有示出。也可以存在可以测量系统800的部分的各种操作参数以及所涉及的各种水溶液的各种传感器，但是为清楚起见在图13中省略。

[0132] 在操作中，含氯化物水溶液从含氯化物水溶液的源900通过导管815流动并且流入电化学电池1000的入口1010。将来自氧化剂的源805的氧化剂引入含氯化物水溶液中。来自氧化剂的源805的氧化剂可以直接引入到含氯化物水溶液的源900和/或引入到电化学电池1000的上游的导管815中，在电化学电池1000中氧化剂与流入电化学电池1000的含氯化物水溶液混合。在电化学电池1000中，消毒剂溶液例如氯基消毒溶液是由含氯化物水溶液产生的。消毒溶液通过出口1015流出电化学电池1000并通过导管820到达储罐或使用点1100。

[0133] 氧化剂的源805可以包括一种系统，该系统用于将气态氧化剂例如空气或纯氧气混入水溶液例如水或含氯化物水溶液中。例如通过导管910或通过来自导管815的分支，氧化剂的源805可以接收来自含氯化物水溶液的源900的含氯化物水溶液，氧化剂将被添加到所述含氯化物水溶液中。氧化剂的源805可以包括例如溶气浮选泵、微气泡管状扩散器、曝气容器、混合容器、文丘里管或另一种形式的充氧系统，充氧系统被配置成将氧化剂与电化学电池的上游的含氯化物水溶液混合。在某些实施方案中，如图14所示，氧化剂的源805可以内联在导管815中。与大气压力下氧化剂在含氯化物水溶液中的溶解度相比，可以在高于大气压的压力下将来自氧化剂的源805的氧化剂引入含氯化物水溶液中以增加氧化剂在含氯化物水溶液中的溶解度。例如，可以在约1巴表压至约7巴表压、约3巴表压至约5巴表压的高压，或者在有望将期望量的氧化剂引入到含氯化物水溶液中的任何其他压力，将氧气、空气和/或另一种氧化剂引入含氯化物水溶液中。在一些实施方案中，在将来自氧化剂的源805的氧化剂在压力下引入到含氯化物水溶液中时，随着充氧的含氯化物水溶液进入电化学电池1000以及随着，相对于在引入到氧化剂期间或暴露于氧化剂期间施加到含氯化物水溶液的压力，施加到充氧的含氯化物水溶液的压力降低，氧化剂可以在电化学电池1000中

形成微泡。

[0134] 在另一种实施方案中，电化学电池1000还包括在外壳1005中在入口1010和出口1015之间的一个或更多个氧化剂注入点825，如图15所示。氧化剂注入点825可以沿着外壳1005的长度大致均匀地间隔开。这些额外的氧化剂注入点825可以供将额外的氧化剂引入到电化学电池1000中，仅达到期望的程度和需要的地方。例如，如果氧化剂包含诸如空气或氧气的气体，则可能不希望将太多的氧化剂引入电化学电池1000的入口1010中，因为它可能作为气泡从溶液中出来并且屏蔽电化学电池1000中的阳极或阴极部分，减少可用于产生消毒剂的电极区域。包括的多个氧化剂注入点825可以提供在入口1010处引入比在整个长度的电化学电池中与氢反应所需的量少的氧化剂。额外的氧化剂可以在额外的氧化剂注入点825处引入，通过与电化学电池1000中氢的反应来弥补通过入口1010引入的氧化剂的损失。在外壳1005中使用多个氧化剂注入点825可以有助于沿着电化学电池1000的长度保持基本均匀的氧化剂浓度。在外壳1005中使用多个氧化剂注入点825可以促进将氧化剂输送到电化学电池1000中的期望区域，由于例如在电化学电池1000内流体流动的低湍流和少量混合或低雷诺数而使通过入口1010引入的氧化剂可能到不了的期望区域。

[0135] 除了空气或氧气之外或作为空气或氧气的替代物，氧化剂可以包括富氧空气、臭氧、二氧化碳、过氧化氢、氟、氯、溴、碘、硝酸、一氧化二氮、硝酸盐、硫酸、过氧硫酸、过氧单硫酸、六价铬化合物、高锰酸盐化合物、过硼酸钠、硝酸钾或任何其它已知的氧化的化合物中的任意一种或更多种。氧化剂可以是气体、固体或液相剂。氧化剂可以包括任何化学化合物，该化学化合物具有足够低的还原电位以阻断电子进入水分子以产生游离氢。氧化剂可以包括具有比标准氢电极低-0.8277伏的还原电位的任何化学化合物。氧化剂的还原电位可以根据动力学因素例如浓度、温度和催化剂的作用而变化。

[0136] 将氧化剂引入含氯化物水溶液中可以包括使含氯化物水溶液与含氧气体接触。将氧化剂引入含氯化物溶液可以包括将含氧液体注入含氯化物溶液中。

[0137] 含氯化物水溶液可以包括海水、苦咸水或盐水中的一种。

[0138] 使用点1100可以包括船上系统、钻井平台系统、水上系统(例如游泳池或喷泉)、饮用水系统或石油钻井系统的井底。使用点1100可以包括船舶或海基平台的冷却水系统或船舶的压载舱。

[0139] 电解氯化系统的一部分的另一种实施方案在图16中示出，一般用1200表示。系统1200包括电化学电池1000，其可以类似于上面公开的电化学电池的任何实施方案。氧化剂的源或氧化系统805设置在电化学电池1000的上游的导管815中。含氯化物水溶液的源900被示为罐。使用点1100设置在电化学电池1000的下游。保持罐或储罐1105设置在电化学电池1000和使用点1100之间，并且通过阀门(未标记的)连接到使用点1100，其中阀门可以打开、关闭或调节以供给使用点1100所需量的消毒剂，该消毒剂在电化学电池1000中产生。系统1200还包括pH调节系统1205，其包括pH调节剂源例如无机酸或苛性碱例如NaOH，和热交换器1210。pH调节系统1205可以将含氯化物水溶液的pH调节，调节到一个pH值使得在电化学电池1000中产生期望种类的氯基消毒剂的反应有利，调节到一个足够高的pH从而抑制在电化学电池1000中氯气的形成，和/或调节到足够低的pH从而抑制电化学电池1000中的来自含氯化物水溶液的镁的沉淀。pH调节系统1205可以将含氯化物水溶液的pH调节到例如约2至约14或约7至约10的pH。热交换器可以用于将含氯化物水溶液的温度调节到带来电化学

电池1000中期望的反应动力学的温度和/或调节氧或氢在含氯化物水溶液中的溶解度。

[0140] 系统1200包括多个传感器，该多个传感器可以将数据馈送到控制系统(图16中未示出)，控制系统可以基于来自传感器的数据调整系统1200的部件的操作参数。传感器可以包括热交换器1210下游的温度传感器S1，该温度传感器S1可以提供用于控制热交换器的反馈；电化学电池1000内或电化学电池1000上的温度传感器S1，该温度传感器S1可以用于提供数据，控制器可以用这些数据调节氧化剂进入含氯化物水溶液中的剂量；以及在使用点1100内或使用点1100上的温度传感器S1，该温度传感器S1可以向控制器提供反馈，该反馈可以用于确定应该何时以及应该将多少消毒剂供给到使用点1100中。pH传感器S2可以设置在电化学电池1000的上游和/或下游，并且可以向控制器提供反馈，该反馈可以用于调节pH调节系统1205的操作以保持进入电化学电池1000的含氯化物水溶液的pH和/或离开电化学电池1000的消毒溶液的pH在期望的范围内。例如，可以操作pH调节系统1205，使进入电化学电池1000的含氯化物水溶液的pH保持在约4至约10之间。

[0141] 溶解氧传感器S3可以用于测量含氯化物水溶液中的溶解氧水平。控制器可以利用含氯化物水溶液中溶解氧水平的指示来控制氧化剂的源或氧化系统805，以保持被引入电化学电池的含氯化物水溶液中的溶解氧水平在期望的范围内。流量传感器S4可以向控制器提供消毒溶液流速数据，该控制器可以使用该数据来控制泵P、氧化剂的源或氧化系统805和/或施加在电化学电池1000的穿过阳极-阴极对的电流或电压的操作。电表S5，例如恒电位器可以用于测量电参数和/或产生消毒溶液的电流-电压曲线，该电流-电压曲线可以用于获取关于电化学电池是否以期望的状态操作的信息，期望的状态是指电化学电池中的基本上所有氢都与在含氯化物水溶液中供应的氧气反应。来自电表S5的数据可以被控制器用来控制泵P、氧化剂的源或氧化系统805和/或施加在电化学电池1000的穿过阳极-阴极对的电流或电压的操作。可以提供氧化还原电位(ORP)仪表S6以获得使用点1100处的液体的ORP读数，其读数可以由控制器用来确定应该何时以及应该将多少消毒剂供给到使用点1100中。

[0142] 系统1200可以进一步包括气体分离柱1215，其可以用于从消毒溶液中去除残留的氢。可以提供分支回路1220以允许消毒剂溶液的采样和/或附加或替代的传感器的添加，例如用于测量消毒剂溶液中的氯、氧或氢水平的传感器。

[0143] 系统1200的各种部件可以彼此一致地连续重复。例如，系统1200可以具有多个重复的子系统，子系统包括彼此一致地串联布置的热交换器1210、pH调节系统1205、氧化剂的源或氧化系统805、电化学电池1000以及可能的泵P。

[0144] 电解氯化系统的另一种实施方案在图17中一般用1300表示。系统1300包括与图16的系统1200类似的部件，这些部件标有相同的指标。系统1300与系统1200的不同之处在于系统1300是“进料和排出”系统，而系统1200是“一次通过”类型的系统。在系统1300中，由电化学电池1000产生的消毒剂溶液在回路L周围循环，直到期望将一些消毒剂溶液输出到储罐1105和/或使用点1100。当消毒溶液从回路L中除去时或在消毒溶液从回路L中除去后，可以将额外的含氯化物水溶液从含氯化物水溶液的源900引入到回路L。

[0145] 如本文所公开的电化学或电解氯化电池和装置可以被包括作为较大系统的一部分。在图18中在1400处大体上图示了采用一个或更多个电化学或电解氯化电池或装置的系统的一个示例。在一些实施方案中，系统1400是基于海洋的系统，例如船舶或石油钻井平

台，并且在其他实施方案中是基于陆地的建筑物，例如发电厂、石油钻井设施或系统或其他工业设施。在其他实施方案中，系统1400是或可以包括游泳池或用于饮用水、废水或工业水处理过程的处理系统，该处理系统使用系统1400中的一个或更多个电化学装置的产品，例如消毒剂来处理水或对水消毒。

[0146] 系统1400包括一个或更多个电解氯化系统1405，电解氯化系统1405可以包括如本文所公开的一个或更多个电化学或电解氯化电池或装置。电解氯化系统1405可以与上文所描述的任何电解氯化系统基本上相似，并且可以包括与上文所描述的任何电解氯化系统基本上相似的部件，例如，参考图13-17中的任何一个或更多个。电解氯化系统1405可以从氧化剂的源1435接收氧化剂，氧化剂的源1435可以与上文公开的任何氧化剂的源基本上相似并且可以包括与上文公开的任何氧化剂的源基本上相似的部件，和/或可以包括如下面的示例实施方案中所描述的气体分离系统。

[0147] 1400系统可以将工艺液体或电解质，在一些实施方案中为海水、苦咸水或盐水，从外部源1410A和/或内部源1410B带到系统。例如，如果系统是基于海洋的系统，则外部源1410A可以是海洋，并且内部源1410B可以是例如船舶中的压载舱。在基于陆地的系统中，外部源1410A可以是海洋，并且内部源1410B可以是来自在系统1400中执行的工业过程的含盐废水。一个或更多个电解氯化系统1405从来自源1410A和/或源1410B的水中产生氯化的水和/或包含次氯酸钠的溶液，并且将氯化的水和/或包含次氯酸钠的溶液分配到使用点1415。使用点可以是系统的冷却水源、船的压载舱的消毒剂源、石油钻井系统的井底或其中可以使用氯基消毒溶液的任何其他系统。

[0148] 各种泵1420可以控制通过系统800的流体的流动。一个或更多个传感器1425可以监测流经系统的流体的一个或更多个参数，例如引入到一个或更多个电解氯化系统1405中的电化学电池1000中的含氯化物水溶液的流体参数、电化学电池内部的流体参数、使用点1415处的液体参数、或电化学电池中生成的或产生的消毒溶液参数。这些参数可以包括例如流速、离子浓度、氯浓度、氧浓度、氢浓度、pH、电参数、温度、氧还原电位(ORP)或任何其他感兴趣的参数。额外的传感器可以监测电化学电池本身的参数，例如，电化学电池中穿过阳极-阴极对的电流和/或电压、电化学电池的温度或电化学电池内的温度、或电解质通过电化学电池的流速。

[0149] 泵1420和传感器1425与控制系统或控制器1430连通，控制系统或控制器1430与传感器1425和泵1420连通并控制泵1420和系统1400的其他元件的操作以实现期望的操作参数。

[0150] 基于位于电解氯化系统的不同部分中的各种传感器测量的各种参数，本文公开的电解氯化系统的各种操作参数可以通过相关联的控制系统或控制器例如与图18所示的控制器1430类似的控制器来控制或调节。控制器可以被编程或配置成，至少基于以下中的一个或更多个：含氯化物水溶液的流速、氯化物在含氯化物水溶液中的浓度、或在电化学电池中产生的消毒剂溶液的使用点中的液体的氧化还原电位，来调节氧化剂向含氯化物水溶液中的引入，该含氯化物水溶液即将被引入到电解氯化系统的电化学电池中。控制器可以被编程或配置成至少基于在电化学电池中产生的氯基消毒剂化合物的浓度来调节氧化剂向含氯化物水溶液中的引入。控制器可以进一步被配置成至少基于可流体地连接到电化学电池的外壳的出口的使用点中的液体的氧化还原电位来调节电化学电池中产生的氯基消毒

剂化合物的浓度。

[0151] 控制器可以被编程或配置成至少基于电化学电池中的温度、含氯化物水溶液的pH或在电化学电池中产生的消毒溶液的pH中的一个或更多个来调节氧化剂向含氯化物水溶液中的引入。控制器可以被编程或配置成至少基于电化学电池中存在的气态氢的量、溶解在含氯化物水溶液中的氢的浓度、溶解在含氯化物水溶液中的氧的浓度或溶解在电化学电池中产生的消毒溶液中的氧的浓度中的一个或更多个来调节氧化剂向含氯化物水溶液中的引入。

[0152] 控制器可以被编程或配置成基于含氯化物水溶液的流速和所述氧化剂向含氯化物水溶液中的引入速率来调节穿过阳极-阴极对的电流或穿过阳极-阴极对施加的电压中的一个或更多个。控制器可以被编程或配置成将氧化剂以足以抑制电化学电池内基本上所有氢气的积聚的量引入到含氯化物水溶液中。控制器可以被编程或配置成将氧化剂以与电化学电池中产生的一定量的氯基消毒剂化合物近似化学计量的量引入到含氯化物水溶液中，并且可能过量供给超过化学计量的量的氧化剂，例如，在电化学电池的一个或更多个阴极处提供足够的氧化剂可用量，使得在操作期间在一个或多个阴极处不产生氢。过量供给的氧的量可以取决于例如电化学电池内的流动条件或湍流、电化学电池内的氧的扩散率、操作电流、阴极面积等。控制器可以被编程或配置成，以足以供电化学电池中的基本上全部游离氢被氧化的量将氧化剂引入含氯化物水溶液中。

[0153] 用于监测和控制系统1400的各种元件的操作的控制器1430可以包括计算机化的控制系统。控制器1430的各个方面可以实施为在诸如图19所示的通用计算机系统1500中执行的专用软件。计算机系统1500可以包括处理器1502，所述处理器1502连接到一个或更多个存储设备1504例如磁盘驱动器、固态存储器或用于存储数据的其他设备。存储器1504通常用于储存计算机系统1500操作期间的程序和数据。计算机系统1500的部件可以通过互联机构1506来联接，该互联机构1506可以包括一个或更多个总线(例如，在被集成在相同机器内的部件之间)和/或网络(例如，在停留在独立的分立机器上的部件之间)。互联机构1506使通信(例如，数据、指令)能够在系统1500的系统部件之间交换。计算机系统1500还可以包括一个或更多个输入设备1508，例如，键盘、鼠标、跟踪球、麦克风、触摸屏以及一个或更多个输出设备1510，例如打印设备、显示屏或扬声器。

[0154] 输出装置1510还可以包括阀、泵或开关，它们可以用来将来自源1410A和/或源1410B的产品水(例如盐水、苦咸水或海水)引入电解氯化系统1405或使用点1415和/或用来控制泵1420的速度。一个或更多个传感器1514也可以向计算机系统1500提供输入。这些传感器可以包括例如传感器1425，传感器1425可以是例如压力传感器、化学浓度传感器、温度传感器或用于对系统1400有利的任何其他参数的传感器。这些传感器可以位于系统1400可能有用的任何部分中，例如在使用点1415和/或电解氯化系统1405的上游或与源1410A和/或源1410B流体连通。另外，计算机系统1500可以包含一个或更多个接口(未示出)，该一个或更多个接口将计算机系统1500连接到互连机构1506以外的通信网络或连接到互连机构1506的替代物的通信网络。

[0155] 储器系统1512，在图20中更详细地示出，通常包括计算机可读且可写入的非易失性记录介质1602，其中存储了定义待由处理器1502执行的程序或待由程序处理的信息的信号。介质可以包括例如磁盘或闪速存储器。通常，在操作中，处理器使数据从非易失性记录

介质1602读取到另一个存储器1604中，与介质1602相比，存储器1604使得处理器更快地访问信息。该存储器1604通常是诸如动态随机存取存储器(DRAM)或静态存储器(SRAM)的易失性随机存取存储器。它可以位于储器系统1512中，如图所示，或位于存储器系统1504中。处理器1502通常操纵集成电路存储器1604内的数据，并且然后在处理完成之后将数据复制到介质1602。用于管理介质1602和集成电路存储器元件1604之间的数据移动的各种机构是已知的，并且本文公开的方面和实施方案不限于此。本文公开的方面和实施方案不限于特定的存储器系统1504或储器系统1512。

[0156] 计算机系统可以包括专门编程的、特殊用途的硬件，例如，专用集成电路(ASIC)。本文公开的方面和实施方案可以在软件，硬件或固件或其任何组合中实施。此外，这些方法、动作、系统、系统元件及其部件可以作为上述计算机系统的一部分被实施或作为独立部件被实施。

[0157] 尽管计算机系统1500通过实施例的方式显示为在其上可以实践本文公开的各个方面和实施方案的一种类型的计算机系统，但是应认识到，本文公开的方面和实施方案不限于在如图19所示的计算机系统上实施。本文公开的各个方面和实施方案可以在具有与图19中所示的不同的架构或部件的一个或更多个计算机上实践。

[0158] 计算机系统1500可以是使用高级计算机编程语言可编程的通用计算机系统。计算机系统1500也可以使用专门编程的专用硬件来实施。在计算机系统1500中，处理器1502通常是可商购的处理器，例如可从英特尔公司获得的众所周知的Pentium™或Core™类处理器。许多其他处理器都是可用的，包括可编程逻辑控制器。这样的处理器通常执行操作系统，该操作系统可以是例如从微软公司可获得的Windows 7、Windows 8或Windows 10操作系统、从苹果公司可获得的MAC OS System X、从太阳微系统公司可获得的Solaris操作系统或从各种来源可获得的UNIX。许多其他操作系统都可以使用。

[0159] 处理器和操作系统一起定义了用高级编程语言编写应用程序的计算机平台。应该理解，本发明不限于特定的计算机系统平台、处理器、操作系统或网络。而且，对于本领域技术人员来说显而易见的是，本文公开的方面和实施方案不限于特定的编程语言或计算机系统。此外，应该理解的是，也可以使用其他适当的编程语言和其他适当的计算机系统。

[0160] 计算机系统的一个或更多个部分可以跨越一个或更多个计算机系统(未示出)分布，该一个或更多个计算机系统被联接到通信网络。这些计算机系统也可以是通用计算机系统。例如，本发明的各个方面可以分布在一个或更多个计算机系统之间，该一个或更多个计算机系统被配置成向一个或更多个客户端计算机提供服务(例如，服务器)或者被配置成执行作为分布式系统的一部分的全部任务。例如，可以在客户端-服务器系统上执行本文公开的各个方面和实施方案，该客户端-服务器系统包括分布在一个或更多个服务器系统中的部件，该服务器系统根据本文公开的各个方面和实施方案执行各种功能。这些部件可以是使用通信协议(例如，TCP/IP)在通信网络(例如，因特网)上通信的可执行代码、中间代码(例如，IL)或解释型代码(例如，Java)。在一些实施方案中，计算机系统1500的一个或更多个部件可以通过包括例如蜂窝电话网络的无线网络与一个或更多个其他部件进行通信。

[0161] 应该理解的是，本文公开的方面和实施方案不限于在任何特定系统或系统组上执行。而且，应该理解的是，本文公开的方面和实施方案不限于任何特定的分布式体系结构、网络或通信协议。可以使用诸如SmallTalk、Java、C++、Ada或C#(C-Sharp)之类的面向对象

的编程语言对本文公开的各个方面和实施方案进行编程。其他面向对象的编程语言也可以使用。

[0162] 可选择地，可以使用函数式编程语言、脚本编程语言和/或逻辑编程语言，例如梯形逻辑。本文公开的各个方面和实施方案可以在非编程环境(例如，以HTML、XML或其他格式创建的文档，当在浏览器程序的窗口中查看时，呈现图形用户界面(GUI)的各个方面或执行其他功能)中实施。本文公开的各个方面和实施方案可以实施作为编程或非编程元件或其任何组合。

[0163] 在一些实施方案中，现有的电解氯化系统可以被修改或升级以包括本文公开的电解氯化系统的元件或根据本文公开的电解氯化系统操作。改进电解氯化电池以减少电解氯化电池中氢的产生的方法可以包括安装系统，该系统被配置成将氧化剂引入电解氯化电池的电解质入口上游的电解质中。

[0164] 实施例实施：基于船舶的系统

[0165] 船舶使用压载水舱来提供稳定性和可操作性。通常，压载舱在货物装载或卸载操作之后或期间在一个港口填充有诸如海水之类的水。当货物卸载或装载时，这种压载水可能在另一个港口排放。实际上，压载水从第一个港口转移到第二个港口，有可能在第二个或卸货港引入水生生物有害物种(ANS)。ANS转移可能是一个有害的生态问题。控制ANS转移的一种方法是通过使用压载水消毒系统。

[0166] 氯基消毒系统通常使用干氯气、散装次氯酸钠和原位氯或次氯酸钠电解发生器中的任何。生产氯的海水的电解已被用于基于陆地的工业和海上应用，用于冷却系统例如利用海水作为冷却剂的系统的生物结垢控制。自清洁套管式电化学电池的开发已经带来了电解氯化在船上应用例如发动机冷却系统和空调以及其他辅助系统的生物结垢控制中的使用。

[0167] 压载水消毒系统可以使用电解电池从海水中产生氯物质，以减少或消除ANS转移。压载水消毒系统可以安装在船上并通过海水电解产生氯物质。在一些实施方案中，处理引入压载舱的水的方法可以包括将杀生物剂引入水中并调节杀生物剂的引入速率以实现目标水氧化还原电位值(杀生物剂强度的量度)在水中在从约200mV至约1,000mV的范围内。

[0168] 氢气在电解过程中产生。由于氢的爆炸性质，氢气是不需要的副产物。氢的去除可以通过将氢稀释到爆炸极限以下的鼓风机完成。用水力旋流器代替鼓风机可以实现直接氢除去。但是，如果能够完全防止氢逸出，那将是巨大的好处。如本文公开的电解电池可以通过在阴极供氧来克服该问题，该电解电池供应有含氯化物水溶液例如添加了诸如氧气之类的氧化剂的海水。如上所述，阴极处氧气和水之间的反应($O^2+2H_2O+4e^-\rightarrow 4OH^-$)在能量方面比在阴极处涉及从水中产生氢的反应($2H_2O+2e^-\rightarrow H_2+2OH^-$)更有利。如果进入电解氯化电池的进料电解质含有足够的氧，则基本上消除了阴极处的氢气逸出。虽然空气或氧气共同起作用可以消除氢逸出，但是氧气可能是优选的，因为该工艺可以更有效地工作并且需要更少量的气体。

[0169] 气体分离系统越来越多地用于船舶以提供惰性环境。它将这些系统的空气分成氮气和氧气。氮气用于提供惰性气体，且氧气被认为是废物。在船上环境中净化氮的用途可以包括以下中的任何一种或更多种：

[0170] • 在货物卸货时为货舱提供惰性环境(如全惰性气体系统)；

[0171] • 一般净化/货舱清洗目的(stripping purpose)；

[0172] • 填充高度氧气敏感的货物；

[0173] • 在船上的液化天然气容器的绝热空间的排出；

[0174] • 隔离低温压缩机；

[0175] • 为甲醇罐提供惰性环境；

[0176] • 水果和蔬菜的可控气氛(CA)；

[0177] • 液化天然气推进;清理燃油管等；

[0178] • 用于压载水管理系统。

[0179] 氮气净化系统可能会在基于陆地的系统或基于海洋的平台(例如石油平台)中发现类似的用途。

[0180] 本文公开的一些方面和实施方案可以通过将氮气纯化系统产生的富氧气流加入到电解氯化电池的进料中,从而改善性能,减小尺寸并使电解氯化过程更有效。

[0181] 氮气净化系统的一些示例的部件是PRISM®膜分离器模块(Air Products and Chemicals,Inc.)。每个模块包含数千个中空纤维膜,其允许选择性去除压缩空气中的氧气、水蒸气和二氧化碳,从而产生富氮产物流。通过调节通过膜组的空气流量,可以产生不同的氮气流量。

[0182] 膜被形成为中空纤维以获得每单位体积最大的膜表面。数以千计的纤维被捆绑到一个保护纤维的套管中,将气体从进料中适当地输送到产品末端,并创建方便和标准化的单元,这些单元可以很容易地堆叠在一起以增加系统的模块化容量。

[0183] 我们呼吸的空气含有大约78％的氮气、21％的氧气和1％的其他气体(氩气、H_2O等)。PRISM®膜利用这种原料的无限量供应来生产特定纯度的氮气。

[0184] 大气中的空气被压缩、过滤、加热并送入膜的孔侧。当空气在单根纤维内部流动时,空气中含有的O_2、CO_2和H_2O(蒸气)渗透速度快于氮气通过膜壁到达纤维的低压侧。孔侧气体是逐渐耗尽的快速气体-因此增加了氮气百分比。然后可以将最终产品直接导入使用点,或者将其储存在N_2接收罐中供以后使用。

[0185] 实施例:盐水溶液的电特性相对于流速和氧浓度

[0186] 将盐水溶液(3.5重量％NaCl水溶液)通过具有尺寸为50mm×20mm×2.5mm的流动空腔和表面积为0.00126m^2的钛网电极的样品电解氯化装置。空气或氧气以不同的压力施加到盐水溶液以在通过样品电解氯化装置之前向盐水溶液中添加不同量的氧气。通过将空气或氧气以不同的压力鼓泡穿过盐水溶液直到盐水溶液在不同的空气或氧气压力下达到氧饱和,将空气或氧气添加到盐水溶液中。盐水以各种流速通过样品电解氯化装置。

[0187] 使用恒电位器以不同流速流动的不同地充氧的盐水溶液产生电流-电压曲线。恒电位器的示意图在图21中示出。恒电位器是包括工作电极WE、对电极CE和参考电极RE的三电极系统。在使用的恒电位器中,工作电极和反电极是钛电极,参考电极是氯化银电极。在操作中,在RE和WE之间施加小电压。RE吸收最小电流,并且不会干扰系统。类似于图21所示的恒电位器可以用于图16和图17中的系统中示出的电传感器S5。三电极实验系统可以通过构建两个小片电极在全尺寸操作单元中实施,因为WE和RE以及AgCl参考电极或饱和甘汞电极(SCE)可以被插入到系统流中。

[0188] 在使用恒电位器收集电数据的样品电解氯化装置的测试期间，以50mV/sec增加电压扫描穿过RE和WE的电压。电流是在WE和CE之间测量的。样品电解氯化装置的阴极用作WE，且阳极用作CE。RE置于样品电解氯化装置的外部。将电压和电流测量结果相互标绘以产生不同盐水溶液和流速的I-V曲线。

[0189] 示例性I-V曲线在图22中示出。从该曲线可以看出，在什么样的电压和电流，根据反应$NaCl+H_2O \rightarrow NaOCl+H_2$在阴极(WE)处生成了氢以及在什么样的电压和电流，由于盐水溶液中氧气的存在而抑制了氢生成。在图22的I-V曲线中，标有“1ATM”的线表示盐水溶液，该盐水溶液不暴露于加压空气或氧气但仅包含天然浓度的氧气。标有“6.9巴”的线表示用6.9巴表压(bar gauge)的氧气加压的盐水溶液。(在本实施例中和图中I-V曲线中提到的所有压力都是表压，除了称为“1ATM”大气压的压力或零表压)。在图22的示例性I-V曲线中，由星星标识的拐点存在于反应机制中。拐点是不同反应之间的转折点，即，阴极反应从耗氧反应转变为氢形成反应。星号拐点左边的线上的点表示产生氢的条件。星号拐点右侧的线上的点代表氧气在没有产生游离氢的反应中被消耗的条件。

[0190] 从图23的示例性I-V曲线中可以看出，随着由于暴露于增加的空气压力而使盐水中的氧气浓度增加，在更高的电流密度(相应于在阳极上产生更多的次氯酸钠)氢生成被抑制。在常压暴露于空气的盐水中，在约-200A/m^2的电流密度开始氢生成。相反，对于暴露于6.9巴的空气中的盐水，直到约-2250A/m^2才开始氢生成。该数据显示，在氢生成开始之前，盐水中溶解氧的升高的压力可以提供次氯酸钠的量的显著增加，该次氯酸钠可以由电解氯化池中的盐水产生。

[0191] 图23A-23E示出了，在暴露于不同的空气或氧气压力之后，使用不同流速的盐水通过样品电解氯化装置产生的I-V曲线。在图示不同流速的图表中(图23B-23E)，“1ATM”曲线代表图23A中所示的基线，其中在大气压仅暴露于空气中的盐水以3.1m/s通过电解氯化电池。从这些图表可以看出，随着盐水的充氧增加，无论是通过从空气切换到氧气还是通过增加盐水被暴露于的气体压力，I-V曲线下降到图表上的较低位置。这表明，随着盐水的氧化增加，样品电解氯化装置能够在更高的电流密度操作，并且因此在氢生成开始之前从盐水中产生更多的次氯酸钠。类似地，随着通过样品电解氯化装置的盐水的流速增加，I-V曲线下降到图表上的较低位置。不受特定理论的束缚，据信随着充氧的盐水流过样品电解氯化装置的流速增加，通过与氢反应消耗的氧气更快地被补充。增加盐水的流速从而供装置在更高的电流密度下操作，并且因此在氢生成开始之前产生更多的次氯酸钠。

[0192] 本文使用的措辞和术语是为了描述的目的并且不应当被认为是限制性的。如本文使用的，术语“多个(plurality)”指的是两个或更多个项目或部件。术语“包括(comprising)”、“包括(including)”、“携带(carrying)”、“具有(having)”、“包含(containing)”和“涉及(involving)”无论在书面描述还是权利要求及类似物中，是开放式术语，即意指“包括但不限于”。因此，这样的术语的使用意指涵盖在其后列出的项目和其等效物，以及另外的项目。相对于权利要求，仅过渡词组“由.....组成”和“基本上由.....组成”分别是封闭的或半封闭的过渡词组。在权利要求中使用序数术语例如“第一”、“第二”、“第三”及类似物来修饰权利要求要素，本身并不暗示一个权利要求要素相对于另一个的任何优先、在先或顺序或其中方法的动作被进行的时间顺序，而是仅仅用作标记以区分具有某个名称的一个权利要求要素与具有相同名称的另一个要素(但用于使用序数术语)

以区分权利要求要素。

[0193] 因此已经描述了至少一种实施方案的若干方面，应该理解，本领域技术人员将容易想到各种改变、修改和改进。任何实施方案中描述的任何特征可以被包括在任何其他实施方案的任何特征中或者被其替代。这样的改变、修改和改进旨在成为本公开的一部分，并且意图在本发明的范围内。因此，前述描述和附图仅仅是举例。

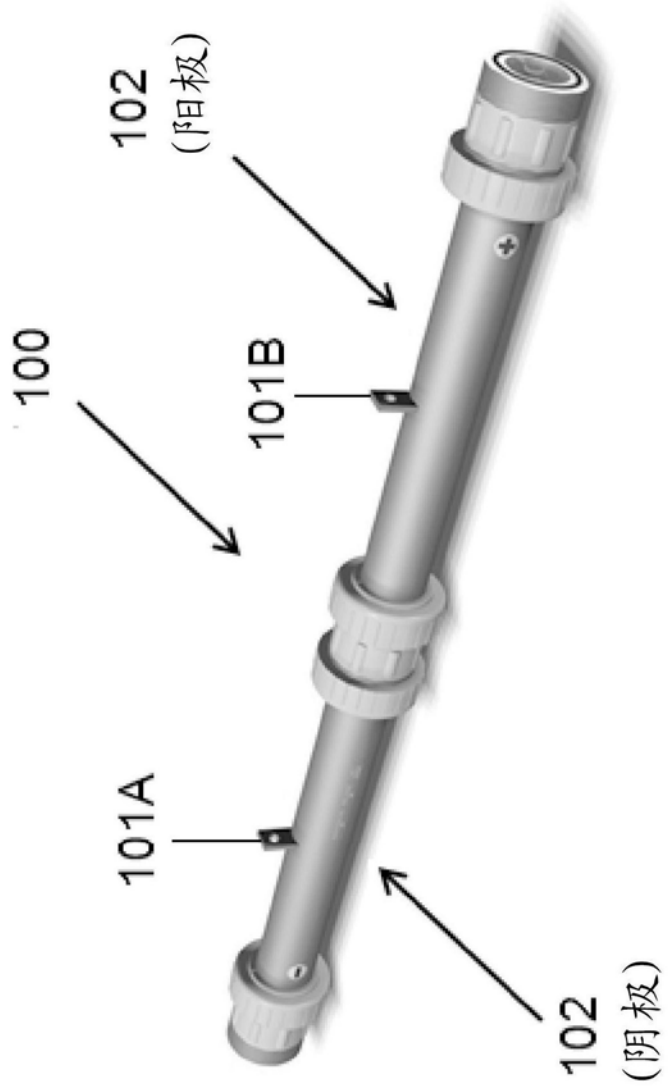


图1A

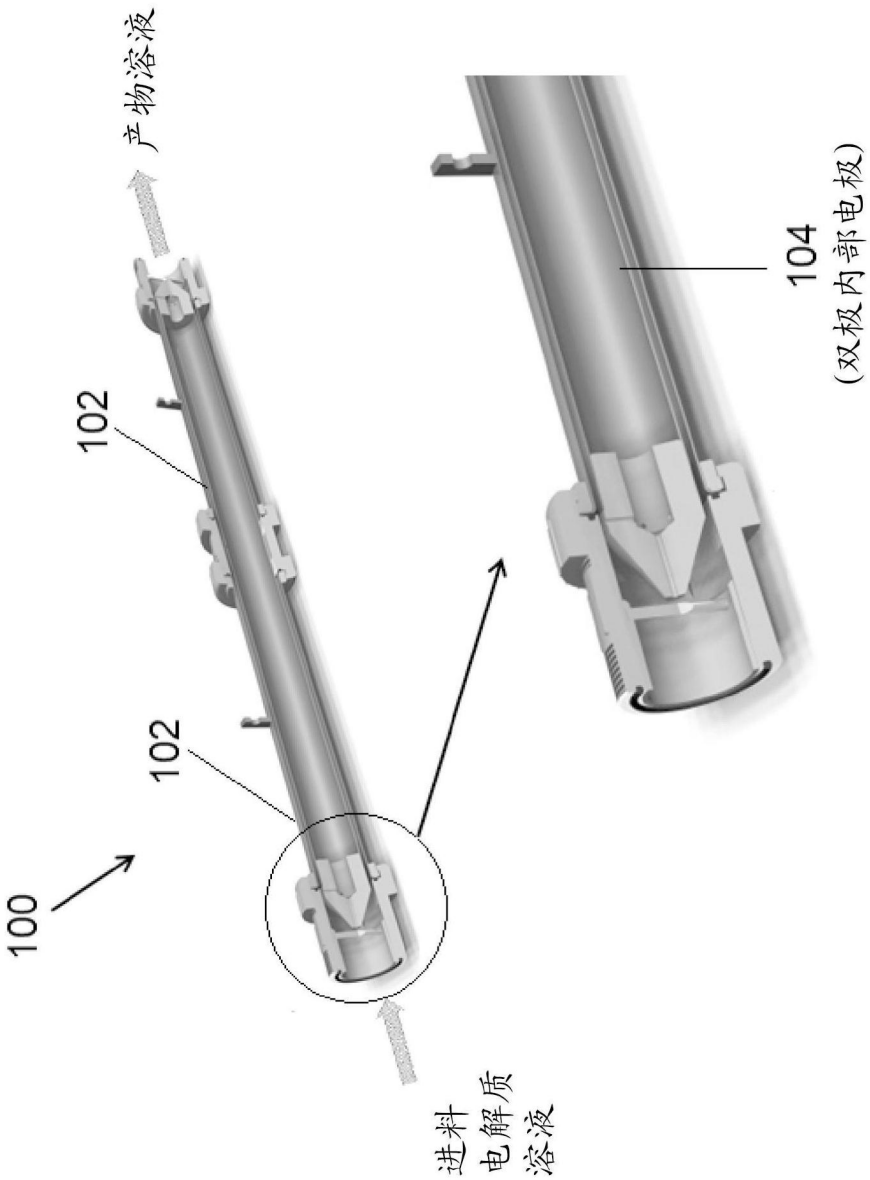


图1B

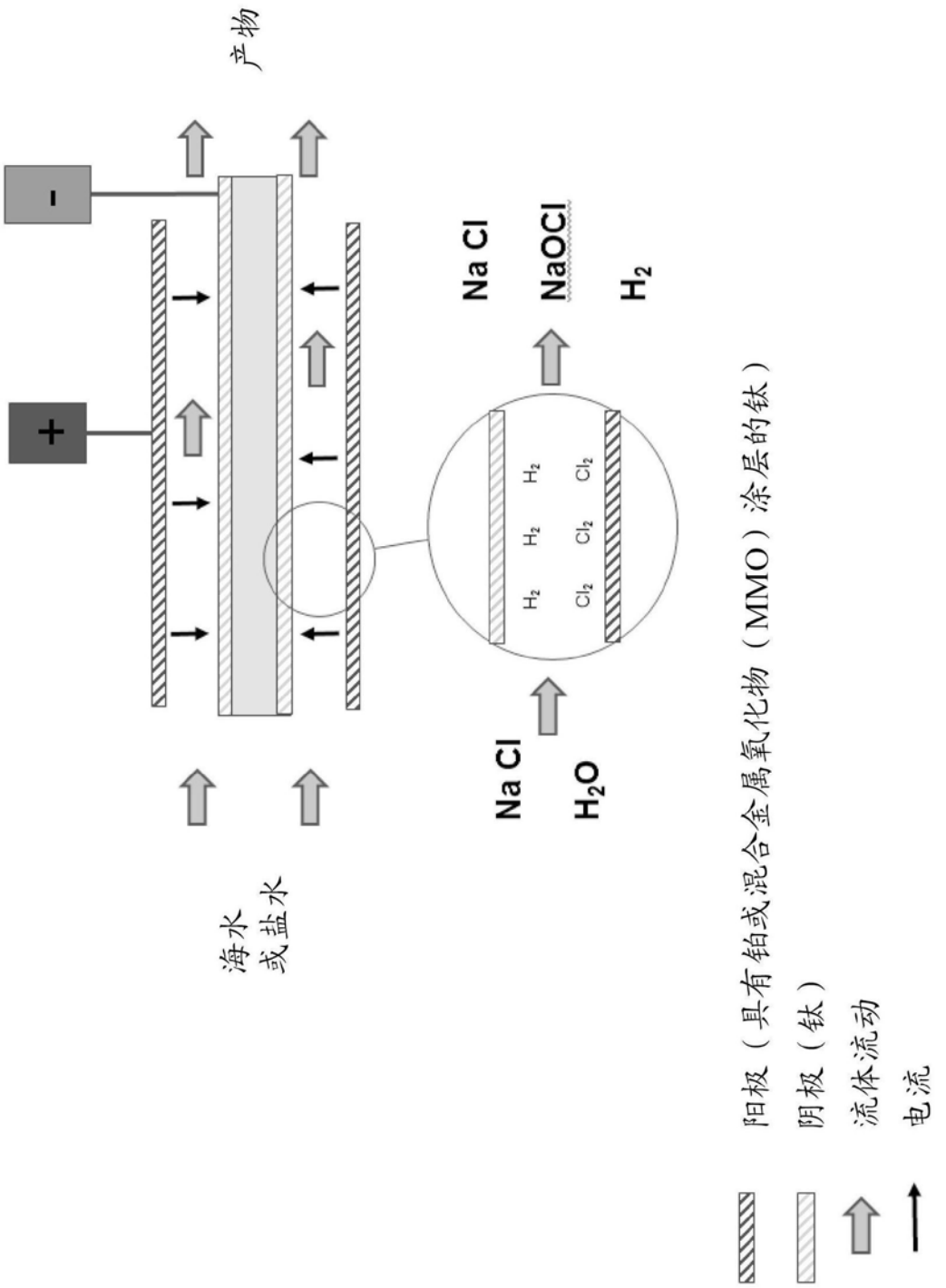

产物
-
+
Na Cl
NaOCl
H_2
H_2 H_2 Cl_2
H_2 Cl_2 Cl_2
Na Cl
H_2O
海水
或盐水
阳极（具有铂或混合金属氧化物（MMO）涂层的钛）
阴极（钛）
流体流动
电流

图2A

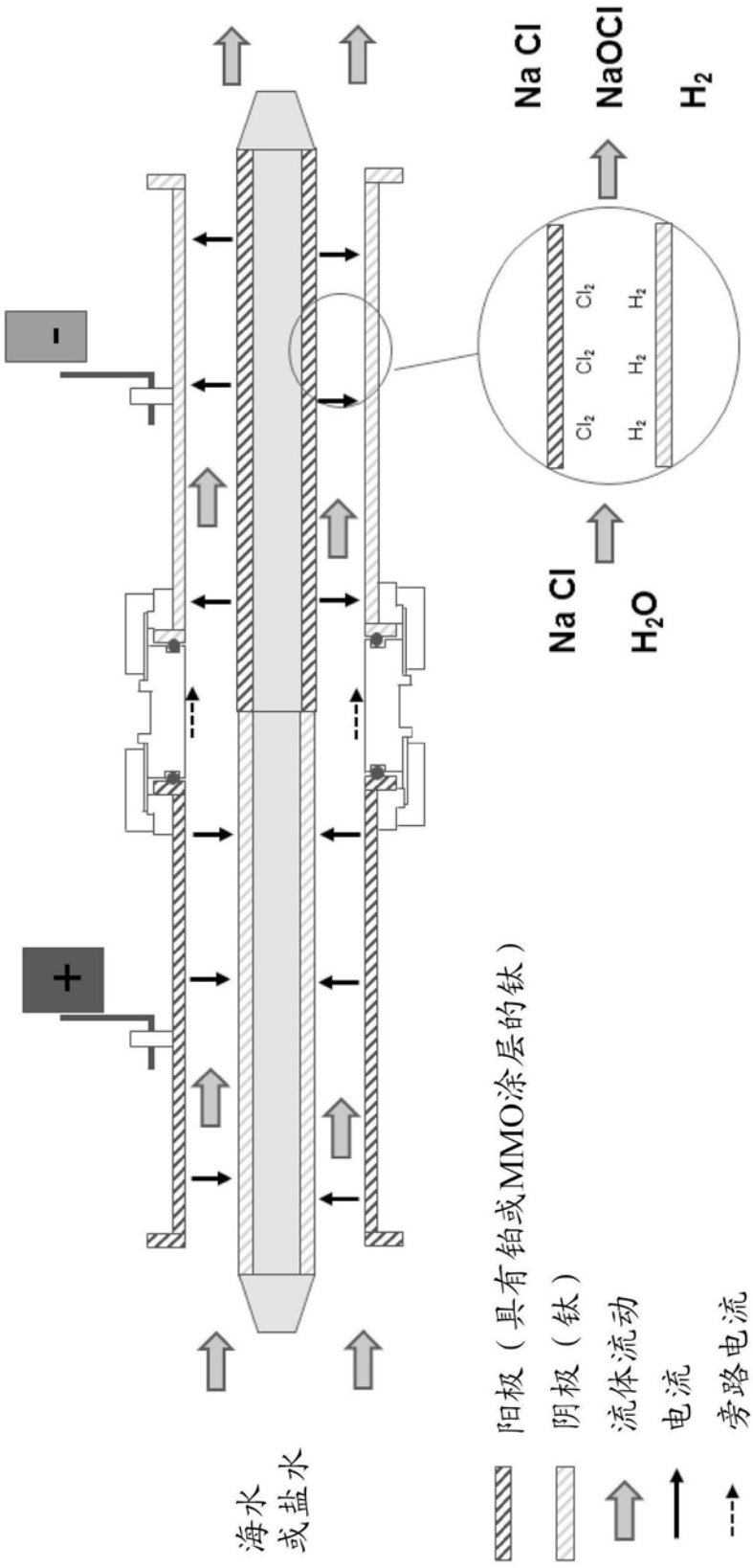

Na Cl
NaOCl
H_2
Cl_2
H_2
Na Cl
H_2O
-
+
海水
或盐水
阳极（具有铂或MMO涂层的钛）
阴极（钛）
流体流动
电流
旁路电流

图2B

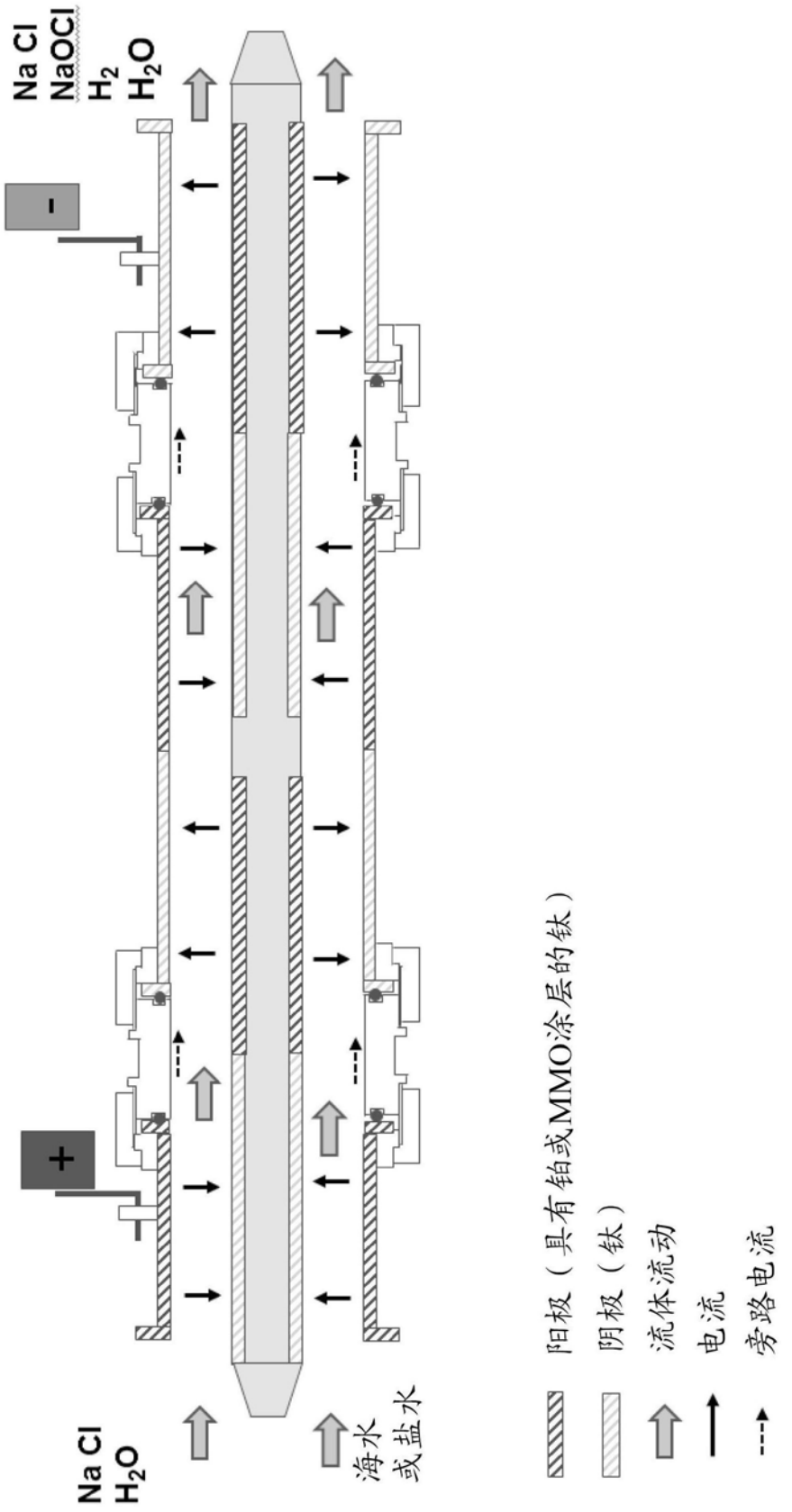

Na Cl
NaOCl
H_2
H_2O
-
+
Na Cl
H_2O
海水
或盐水
阳极（具有铂或MMO涂层的钛）
阴极（钛）
流体流动
电流
旁路电流

图2C



图3

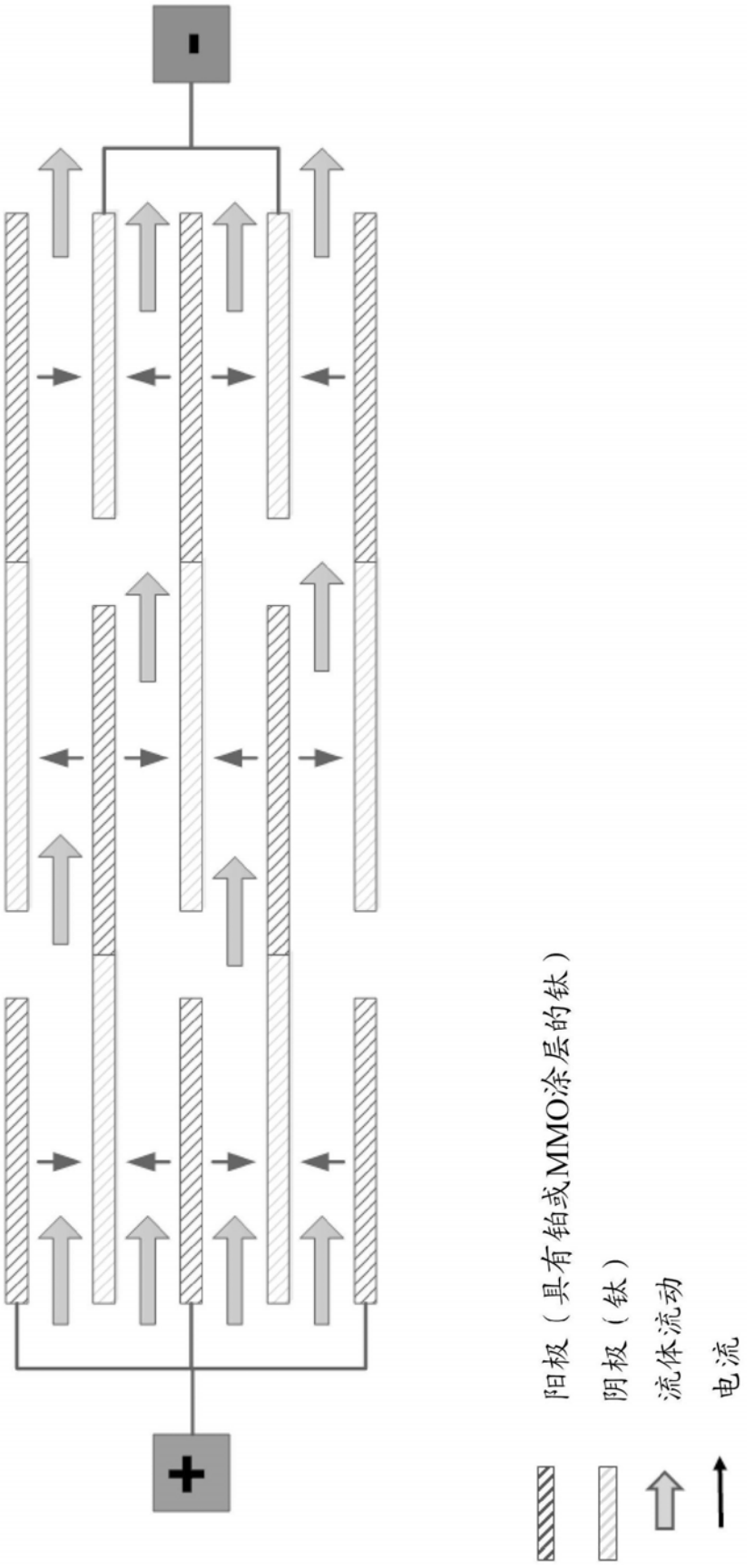


图4

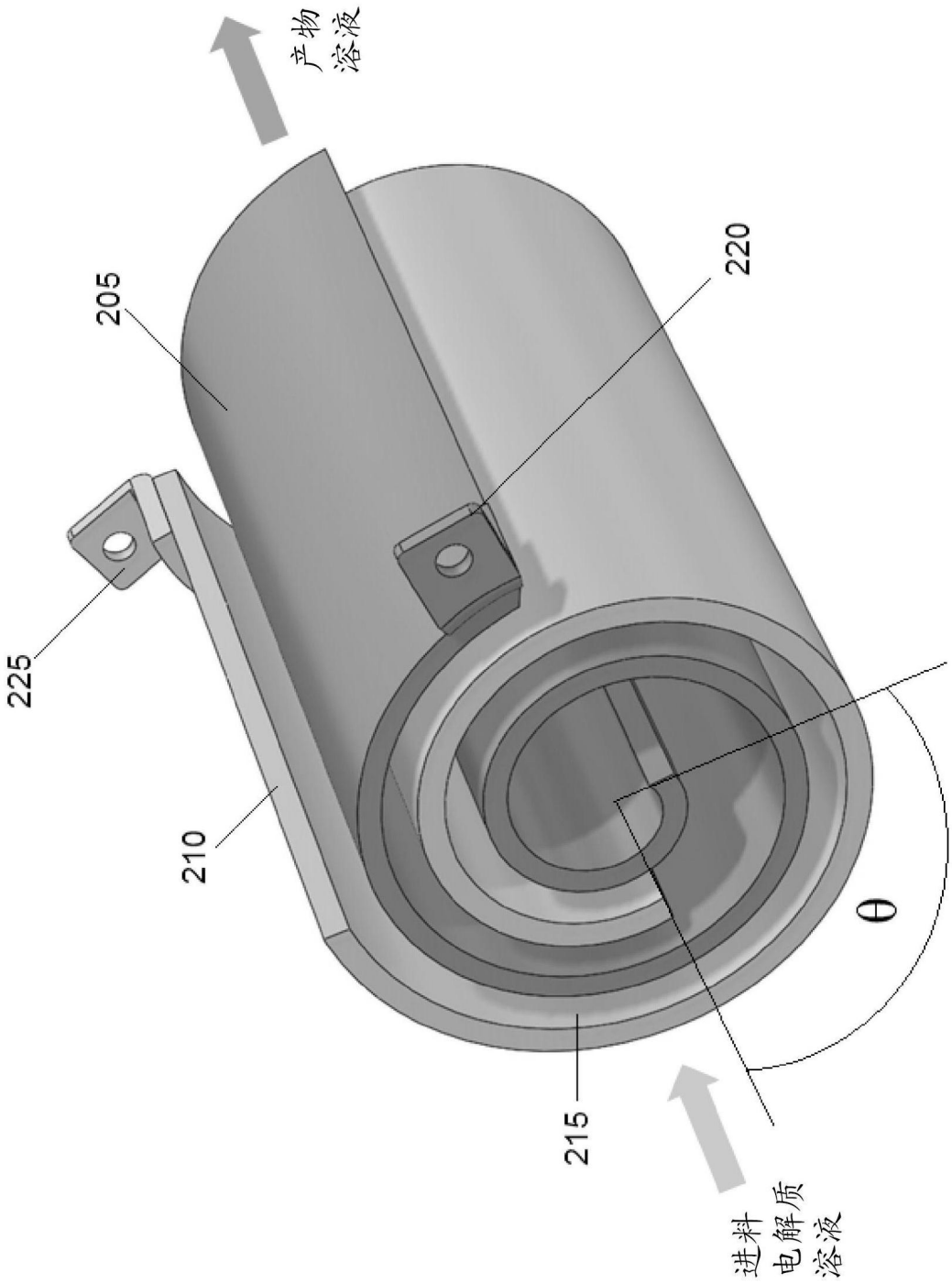


图5

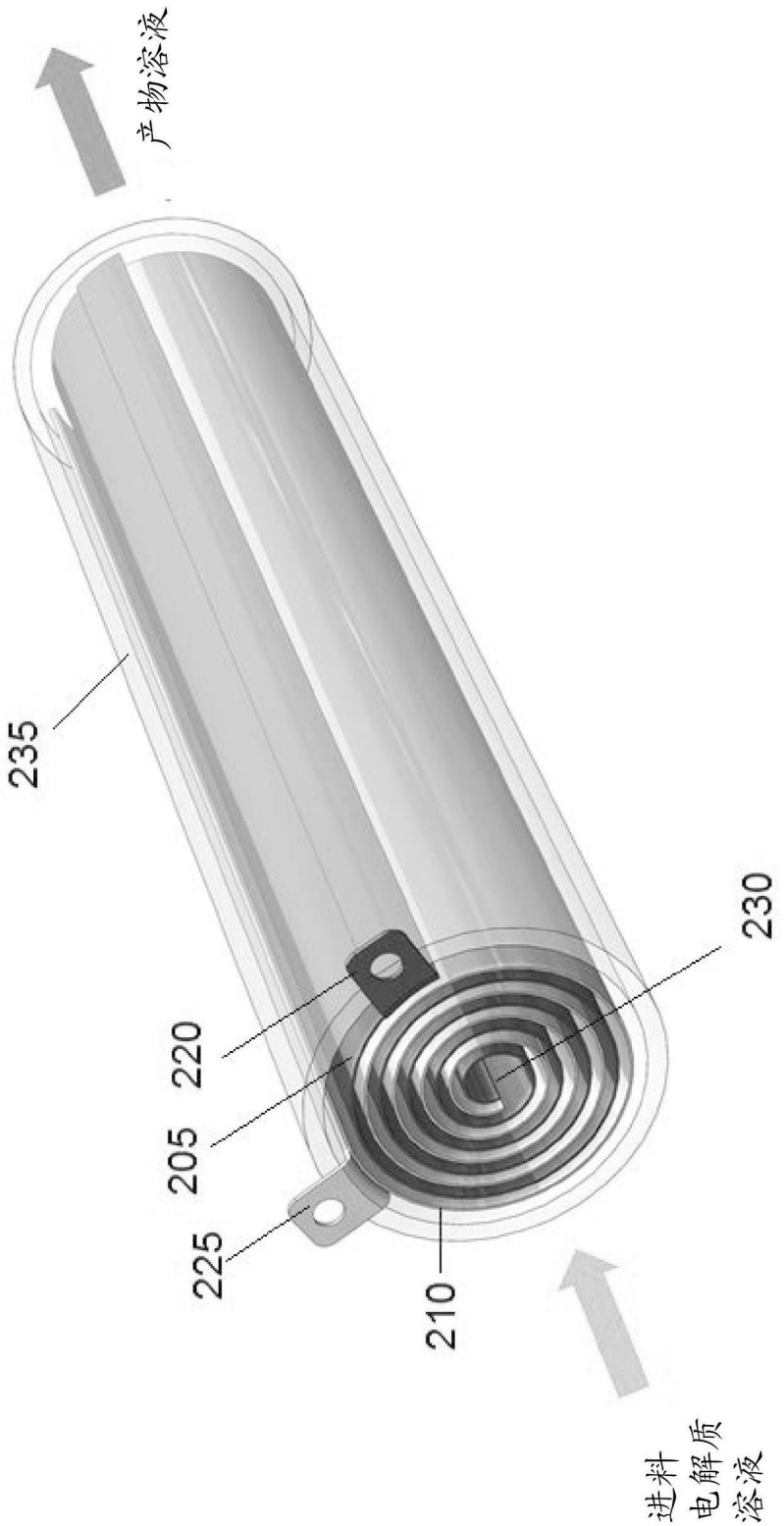


图6

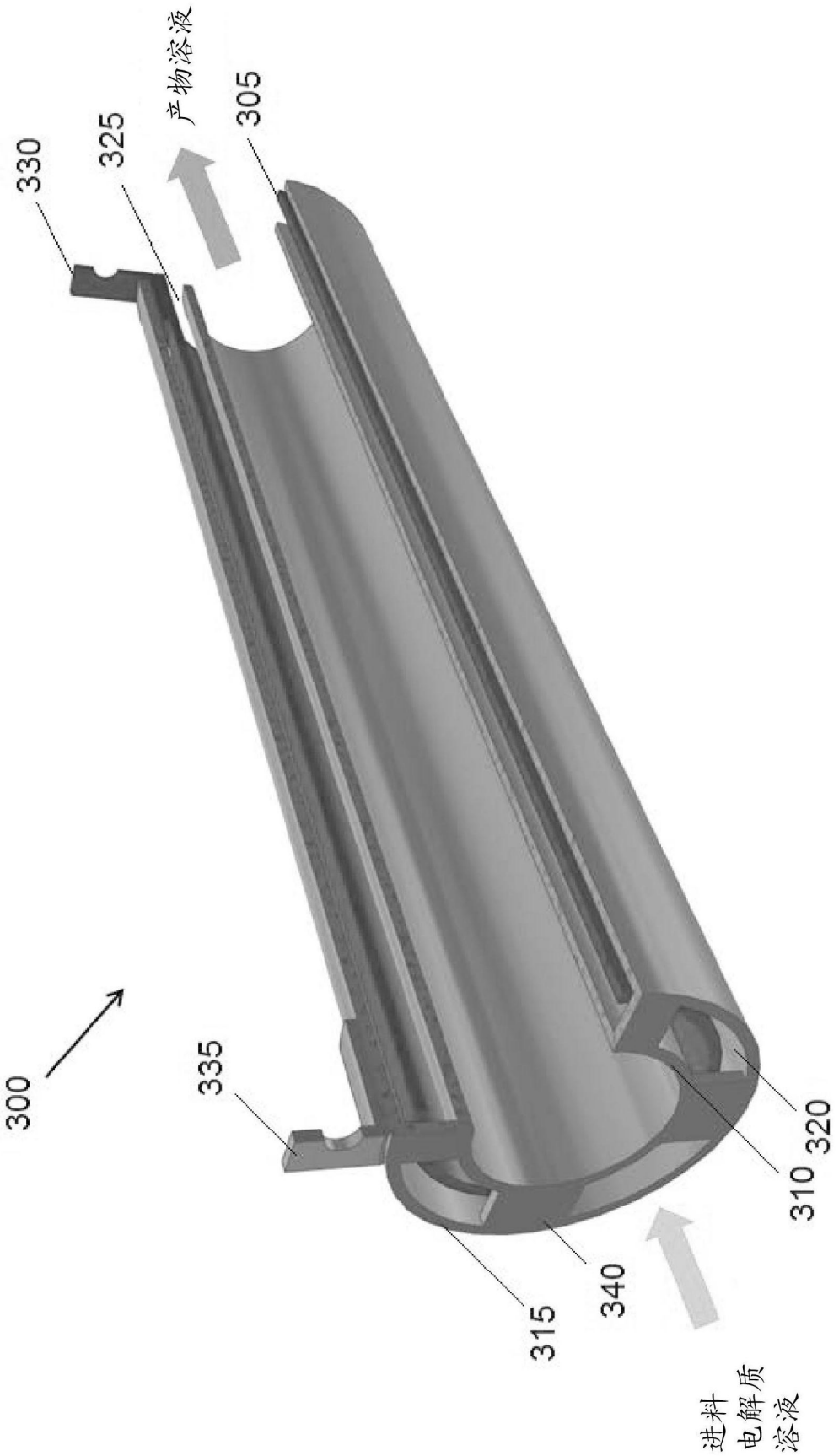


图7

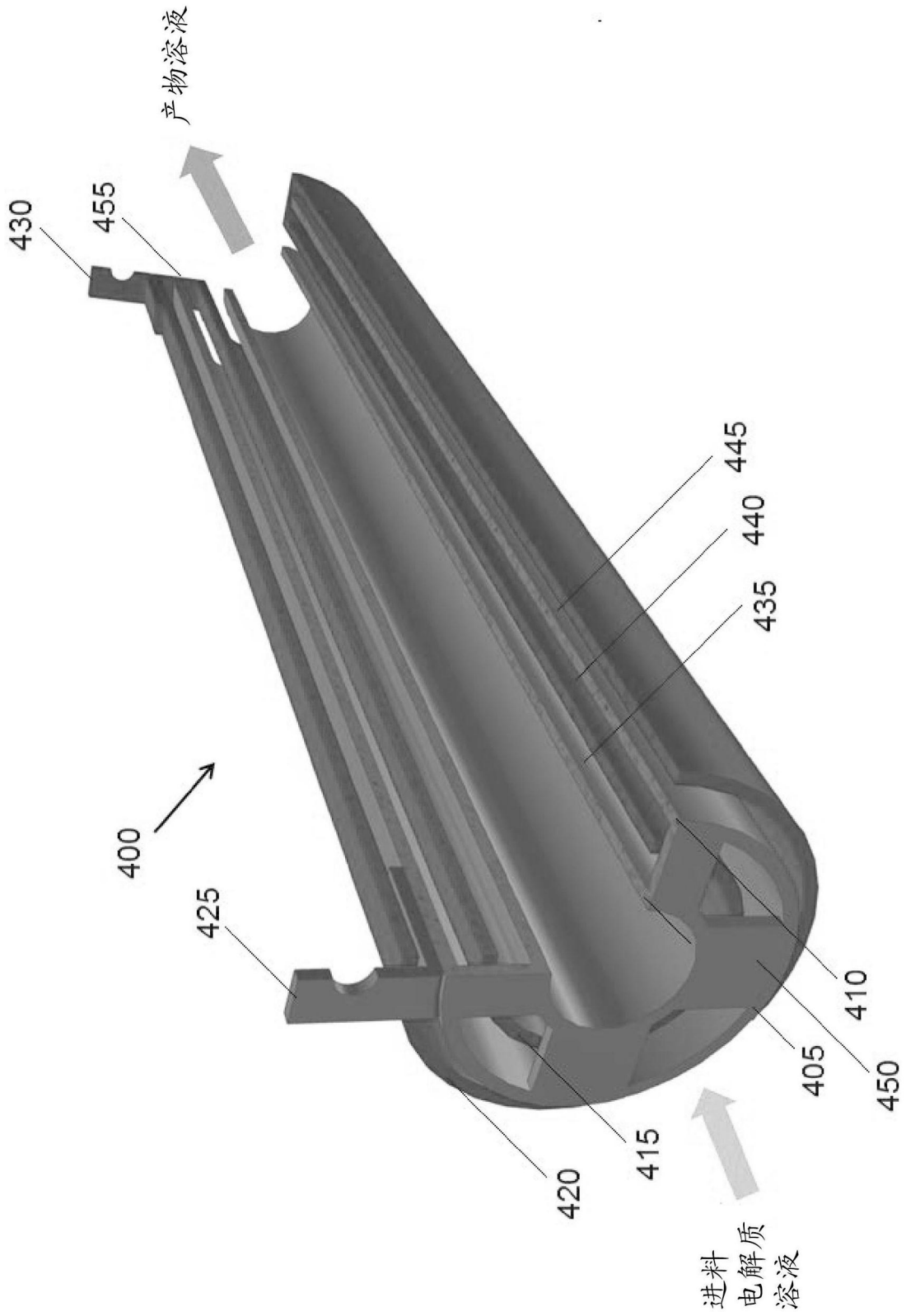


图8

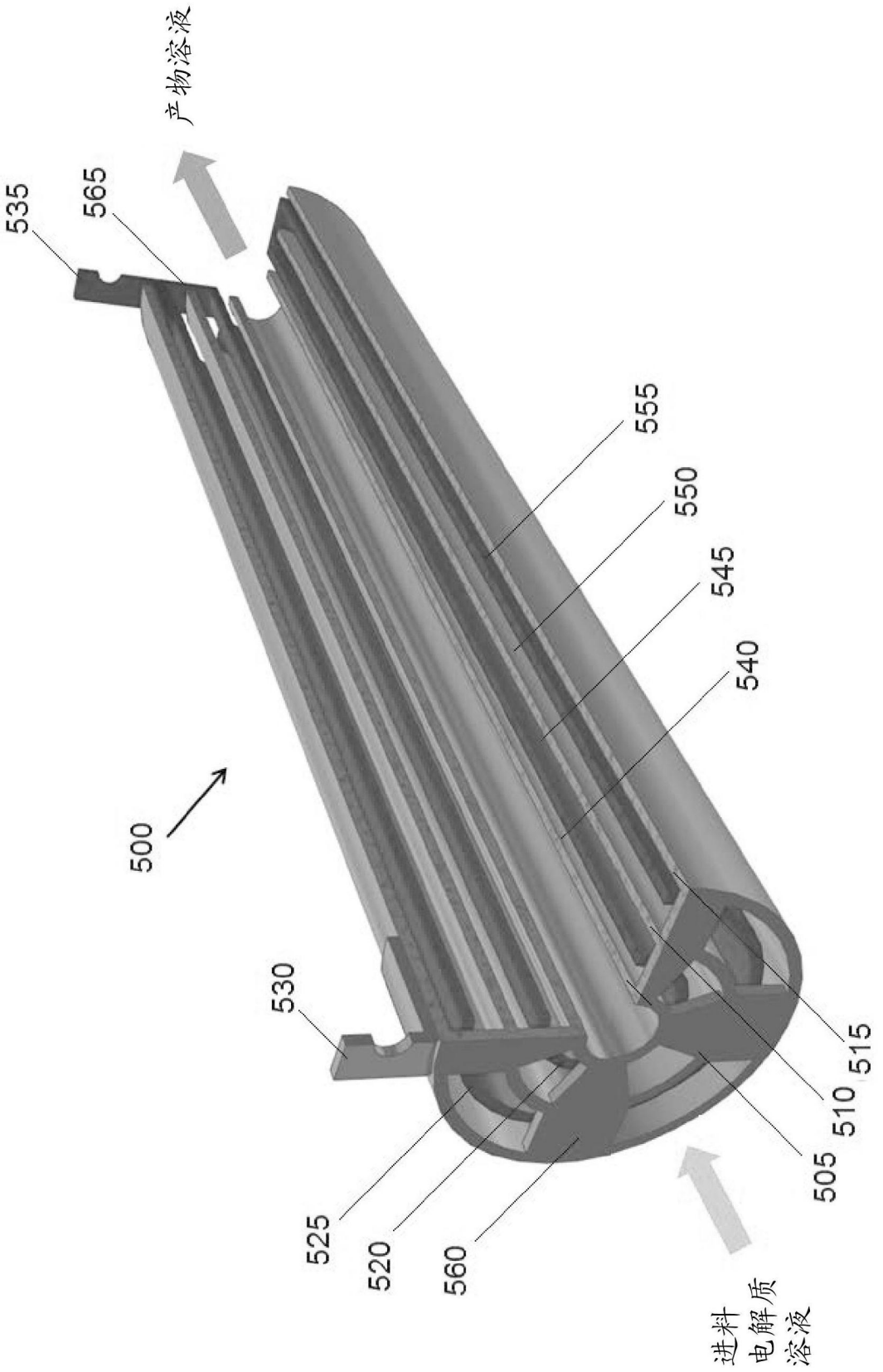

产物溶液
535
565
555
550
545
540
500
530
515
510
505
525
520
560
进料
电解质
溶液

图9

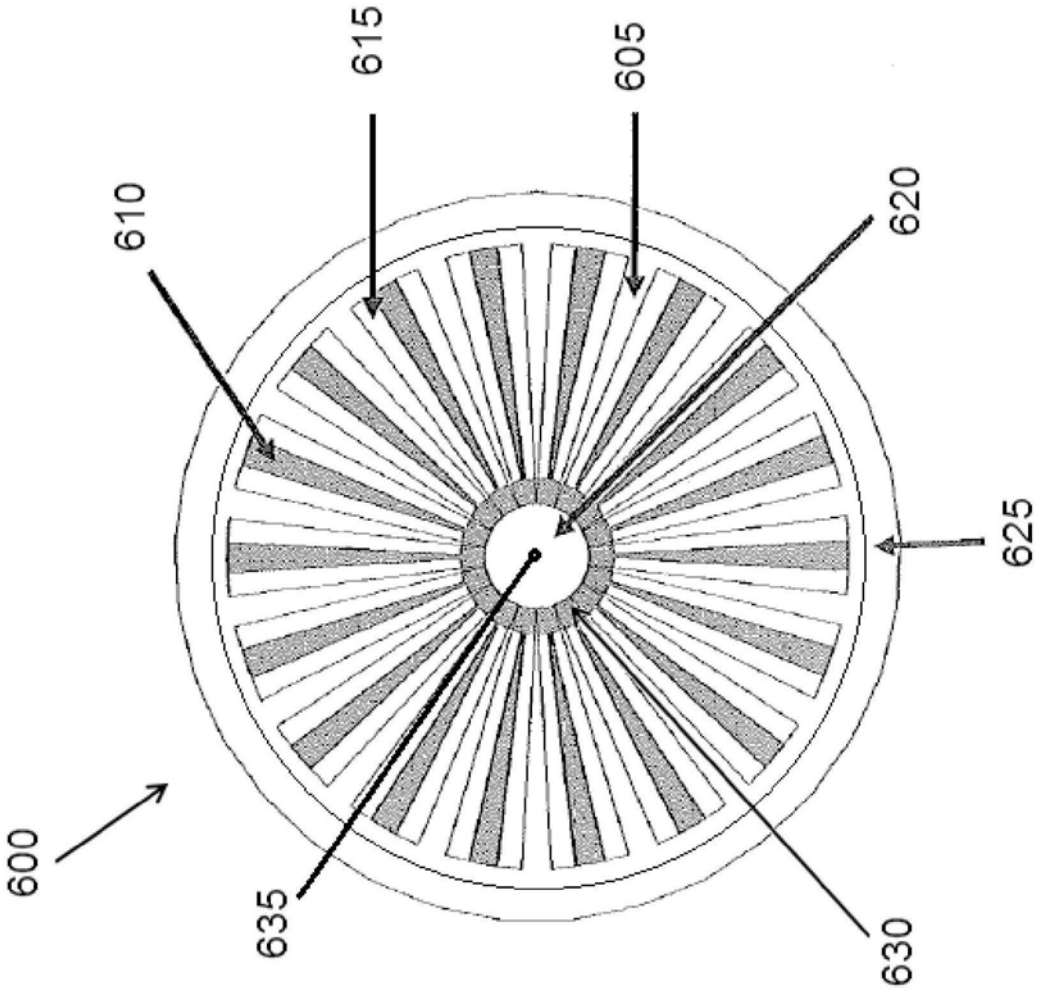


图10A

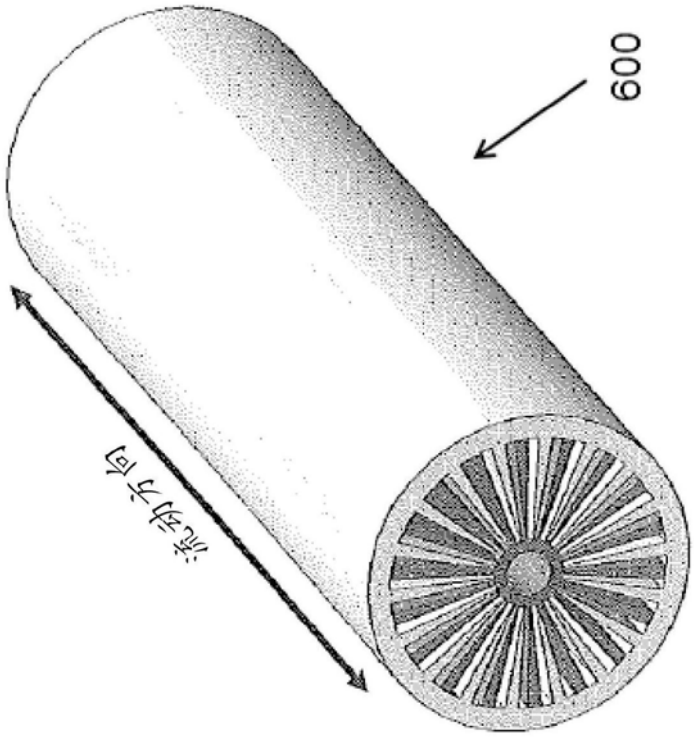


图10B

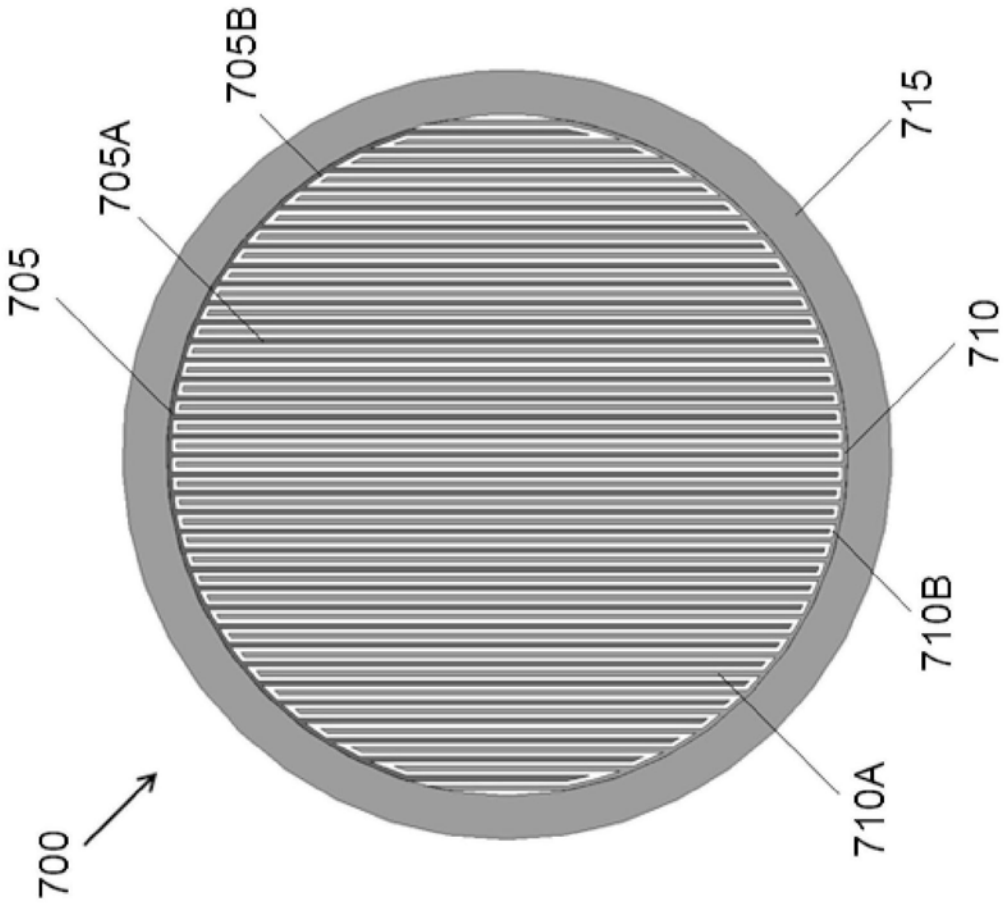


图11A

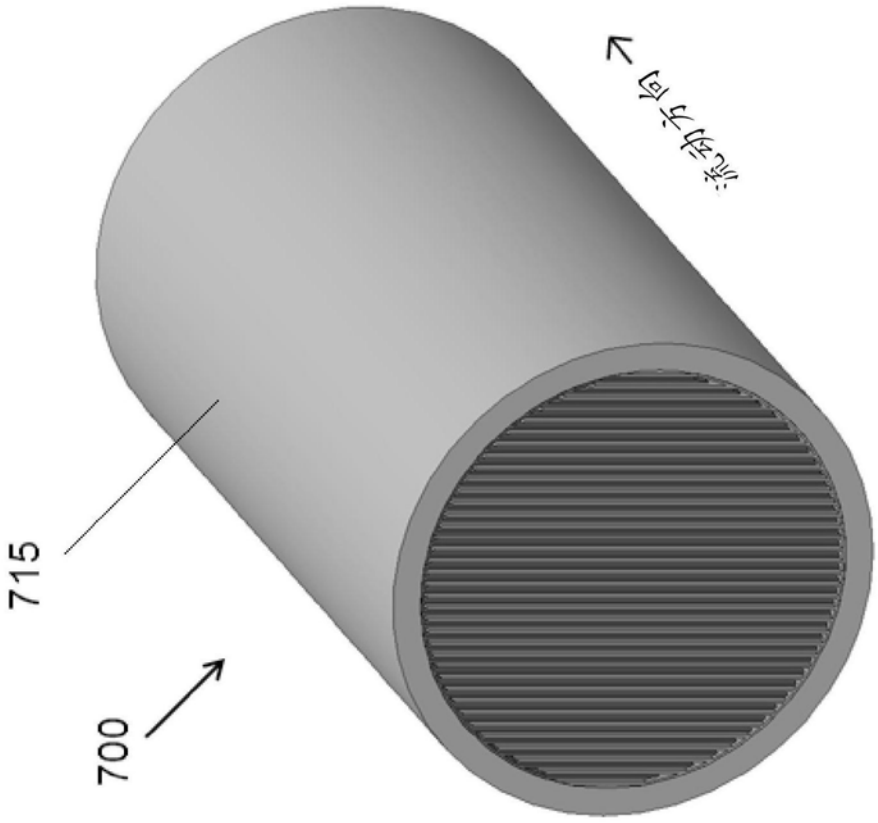


图11B

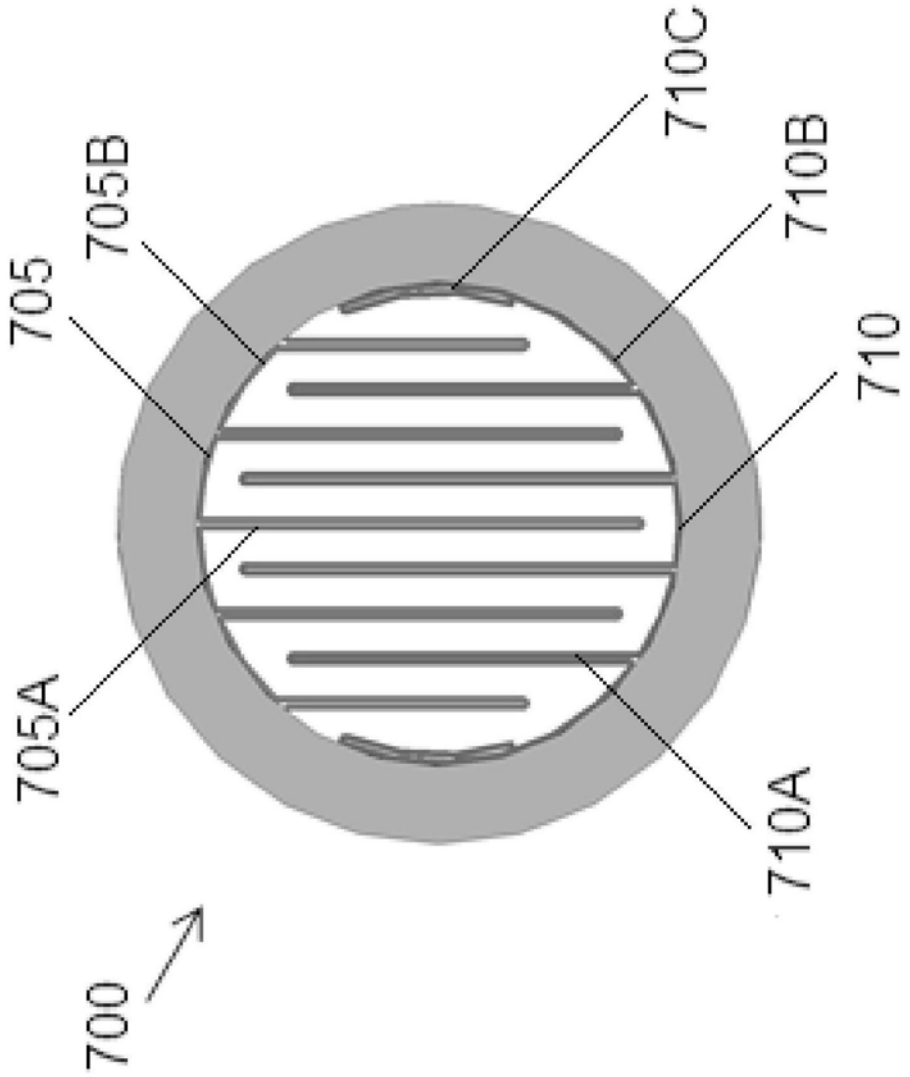


图11C

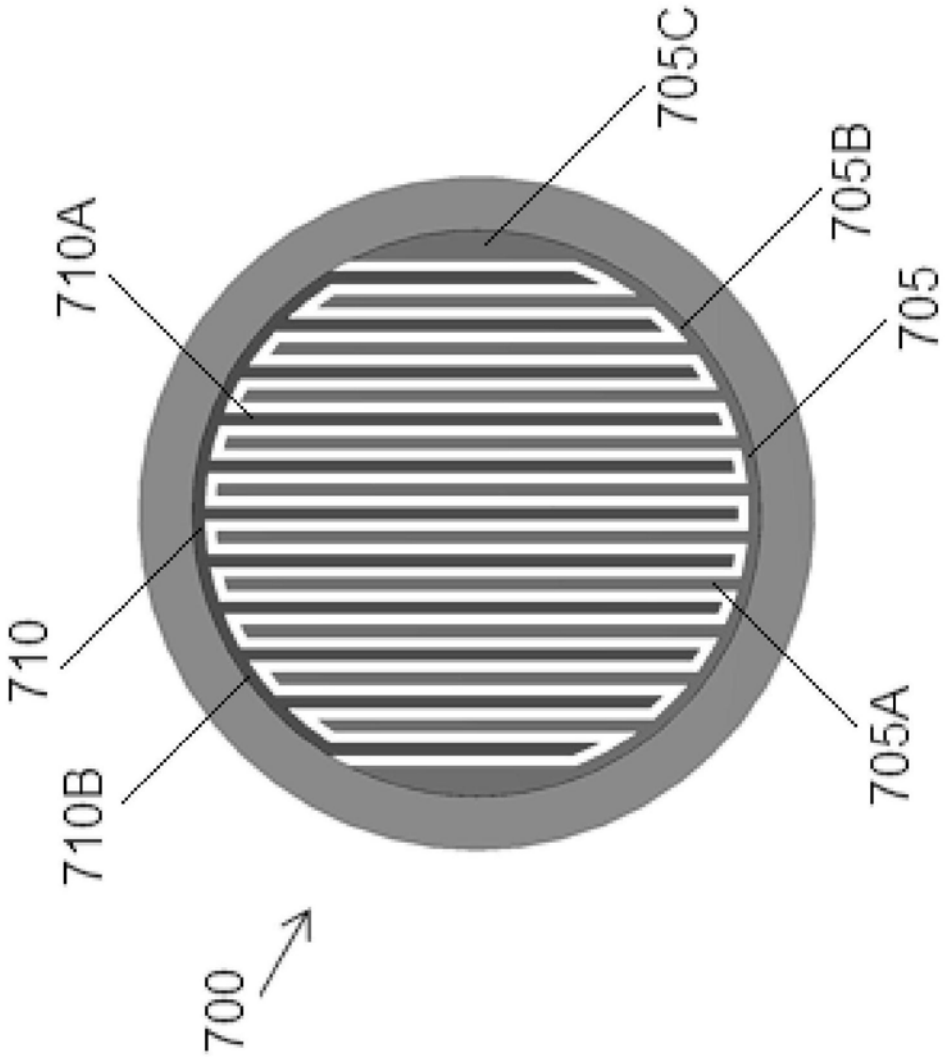


图11D

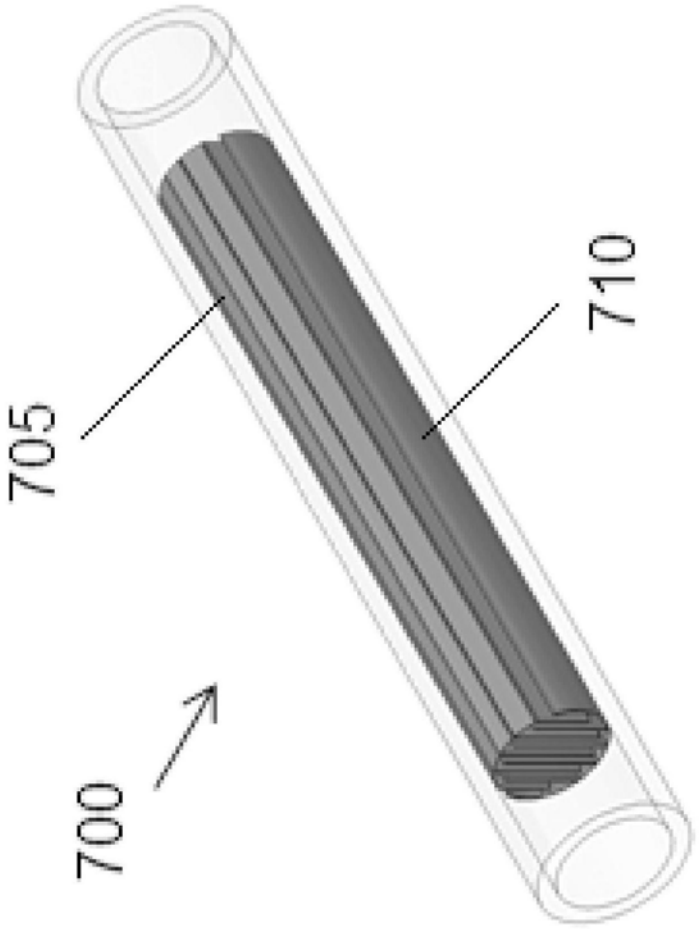


图11E

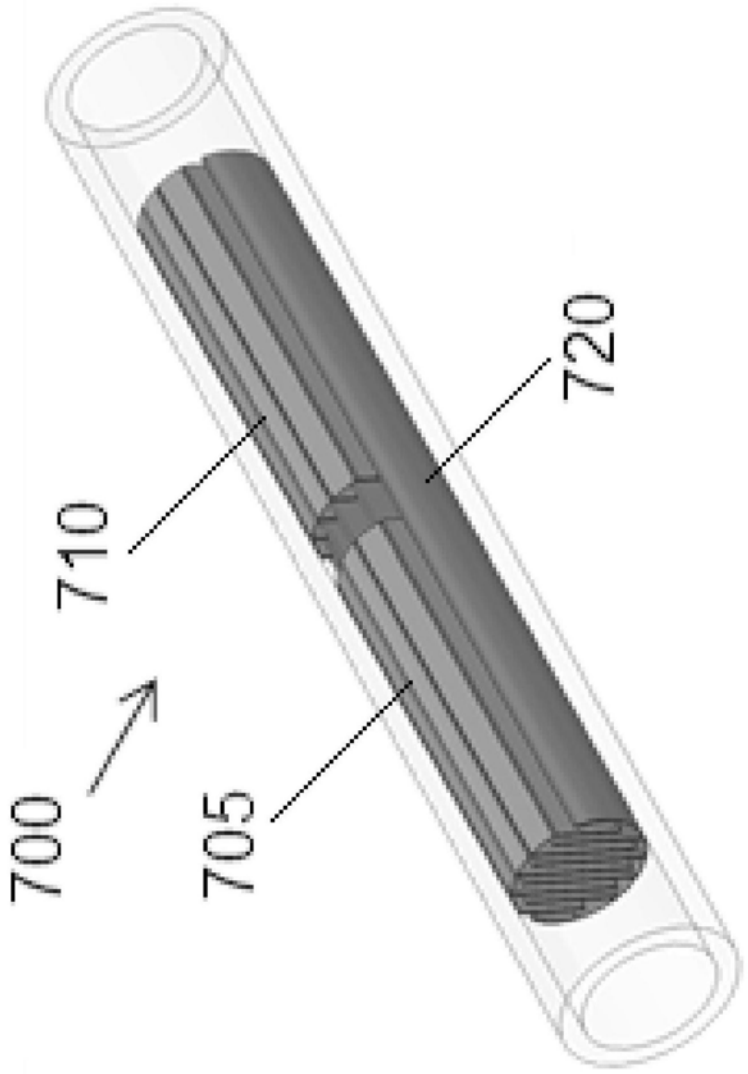


图11F

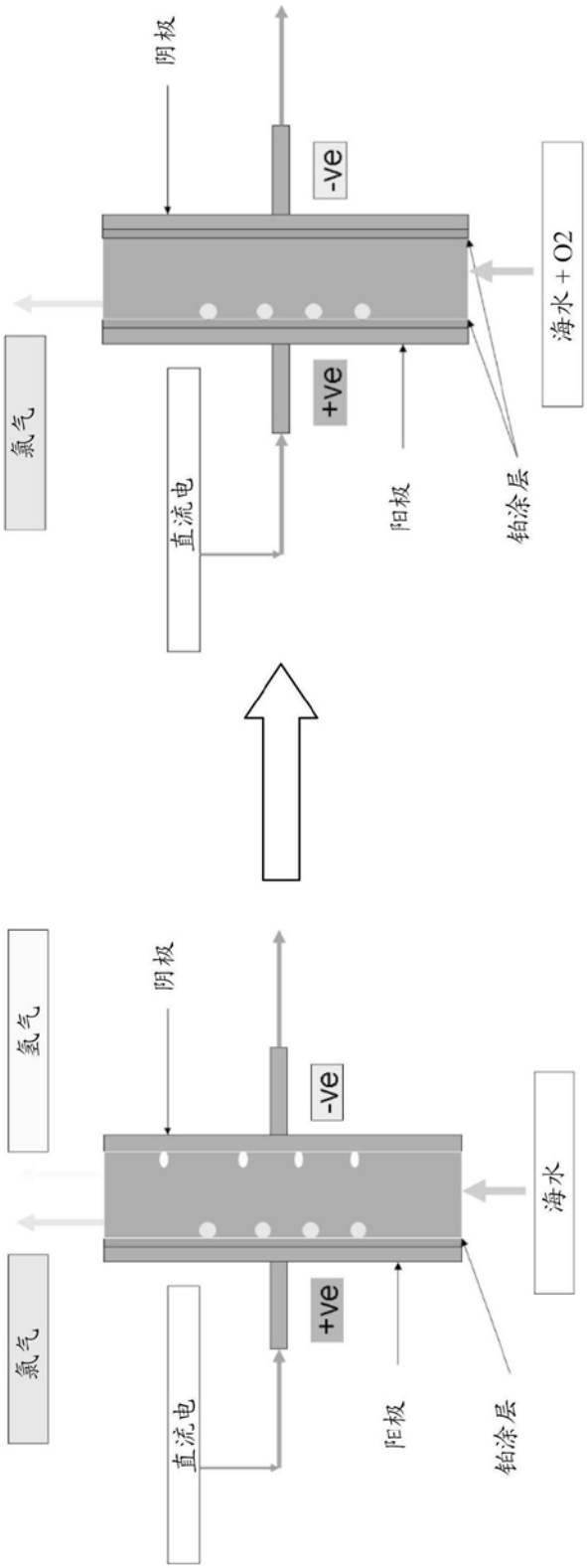


图12

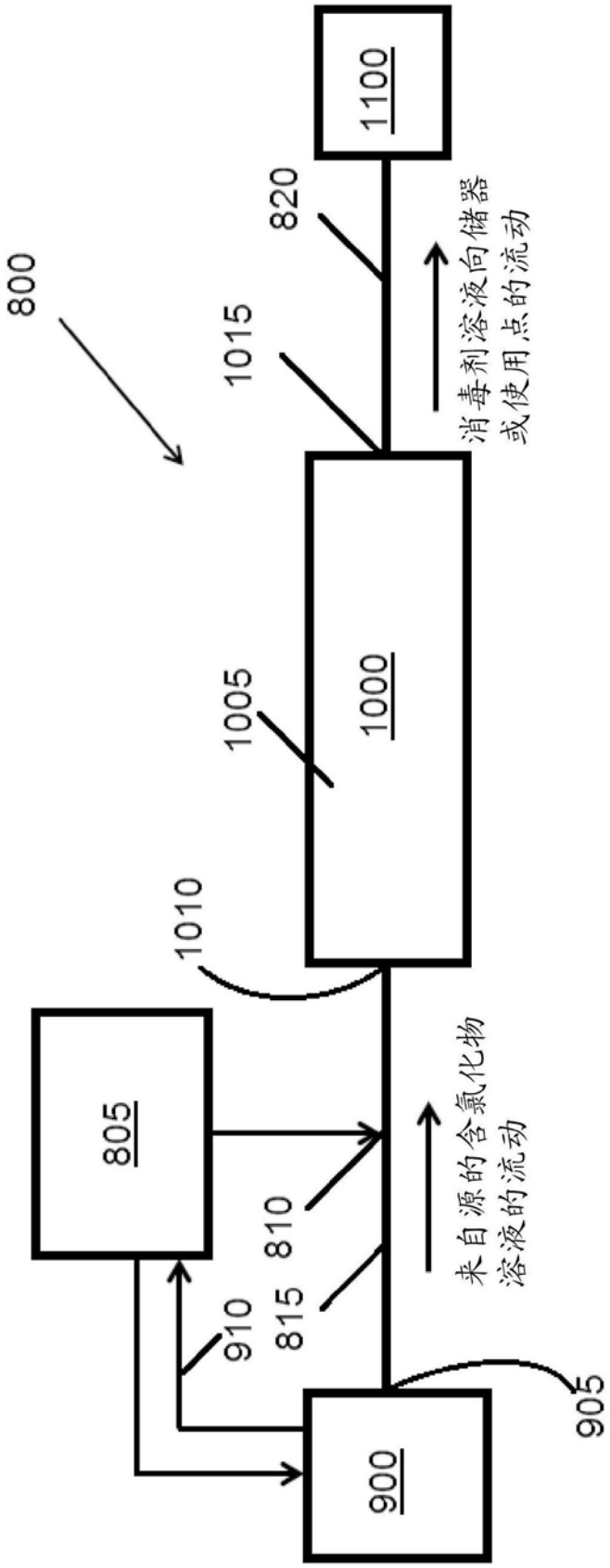

800
1100
820
1015
消毒剂溶液向储器
或使用点的流动
1000
1005
1010
805
810
815
910
来自源的含氯化物
溶液的流动
905
900

图13

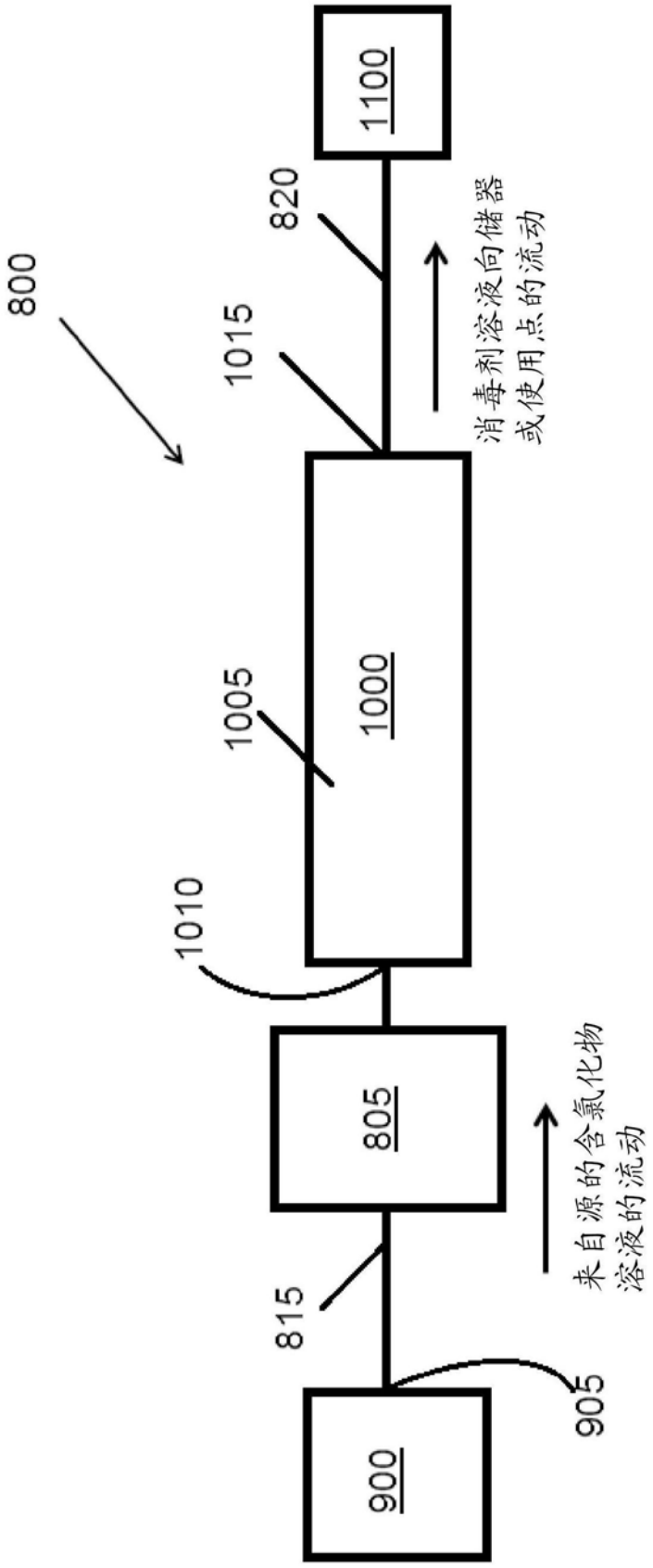

800
1100
820
1015
消毒剂溶液向储器
或使用点的流动
1005
1000
1010
805
来自源的含氯化物
溶液的流动
815
905
900

图14

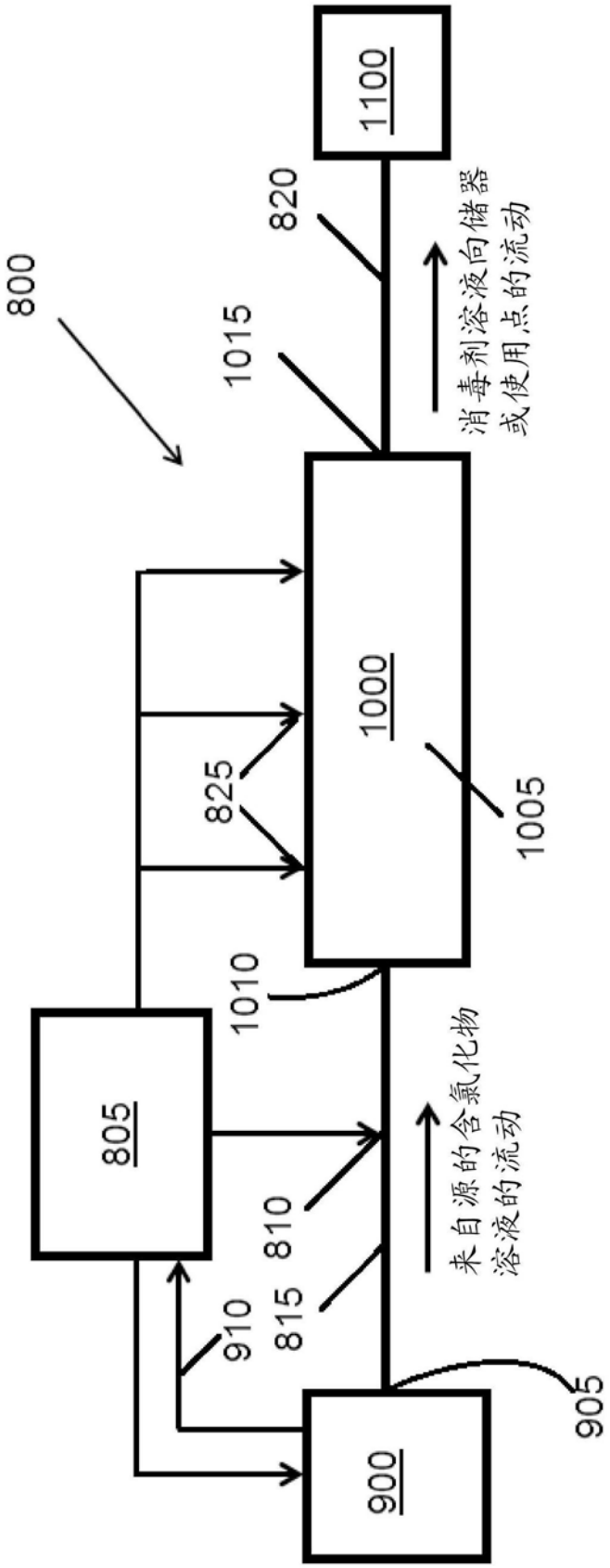

1100
820
800
1015
消毒剂溶液向储器
或使用点的流动
1000
825
1005
1010
805
来自源的含氯化物
溶液的流动
810
815
910
905
900

图15

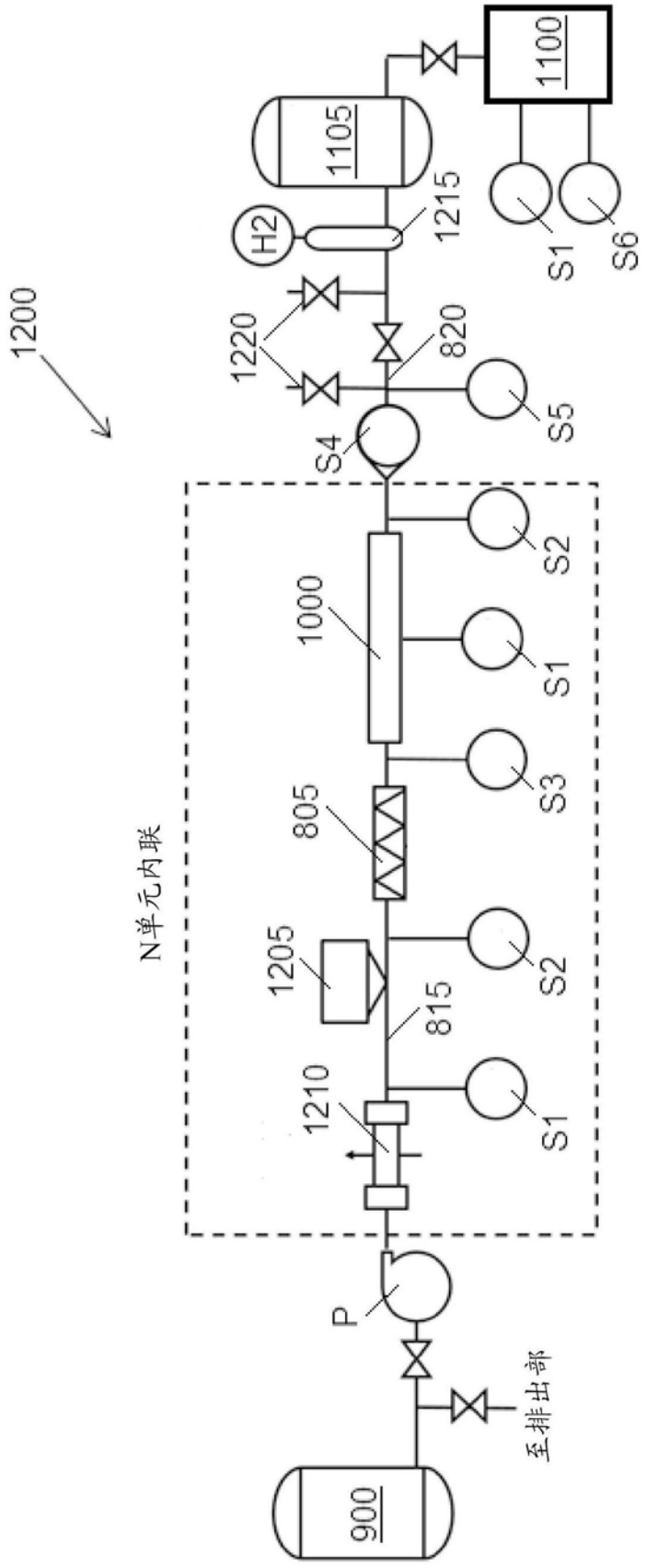

1200
1100
1105
1215
H2
S1
S6
1220
820
S5
S4
S2
1000
S1
S3
805
N单元内联
1205
S2
815
1210
S1
P
至排出部
900

图16

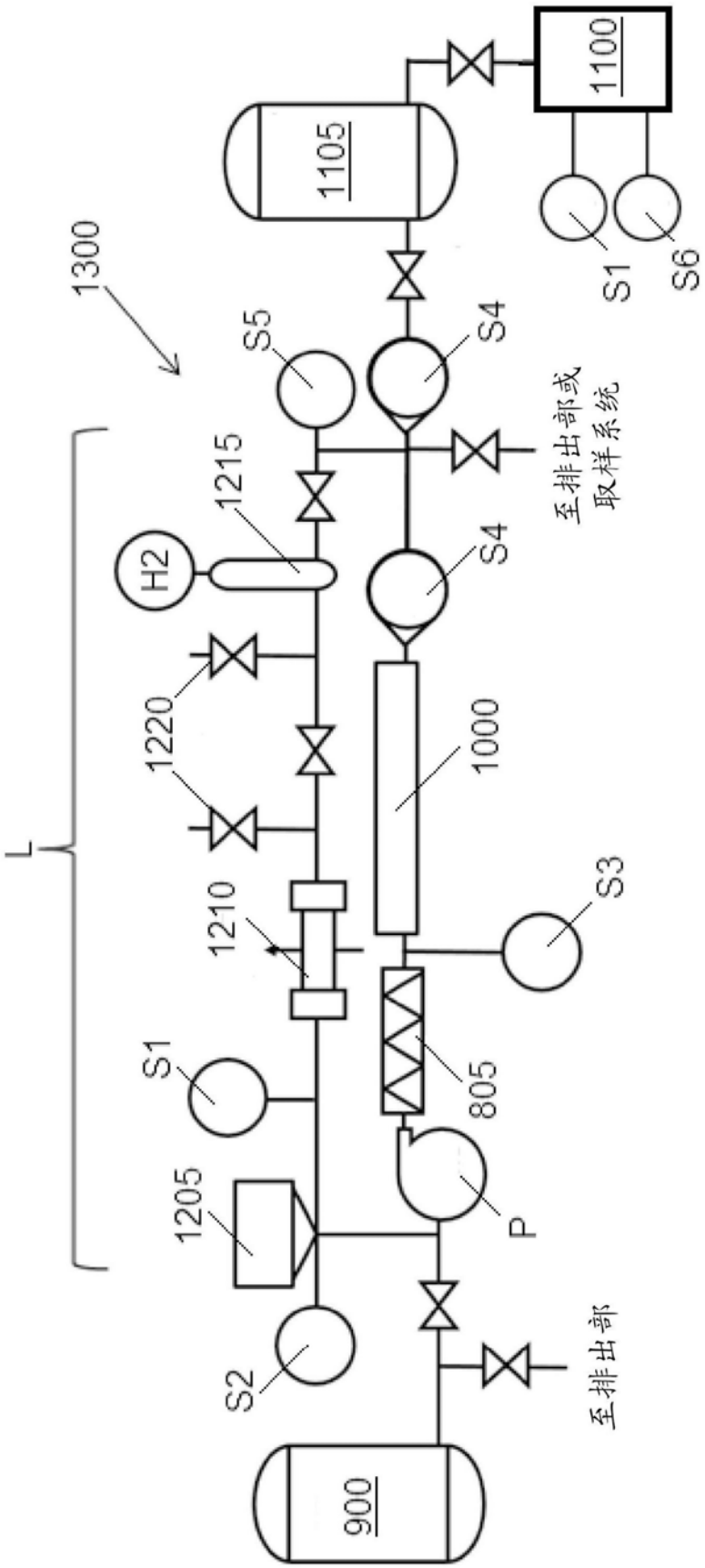

1100
1105
1300
S1
S6
S5
S4
至排出部或
取样系统
1215
H2
S4
1220
1000
L
S3
1210
S1
805
1205
P
S2
至排出部
900

图17

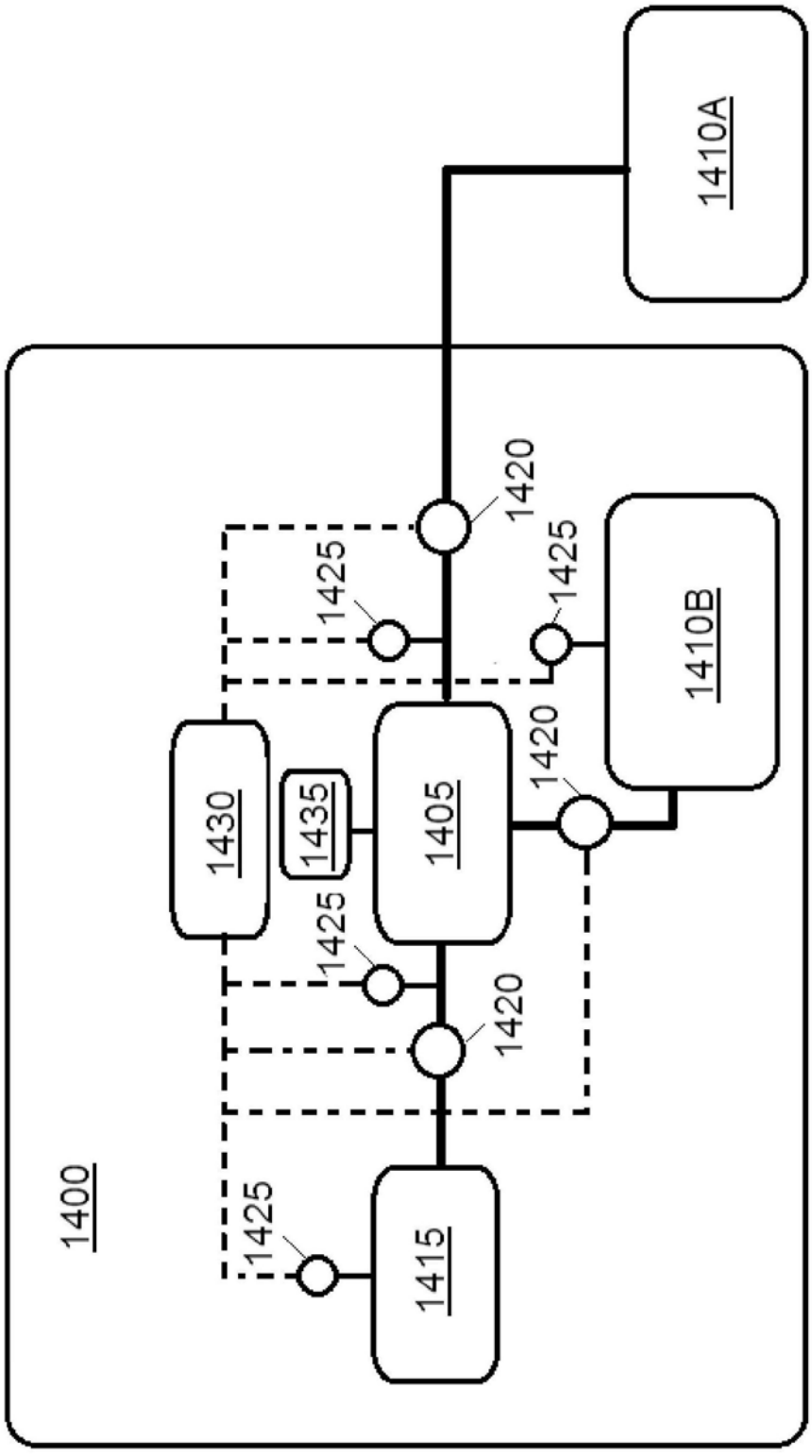

1410A
1420
1425
1425
1410B
1430
1435
1405
1420
1425
1420
1400
1425
1415

图18

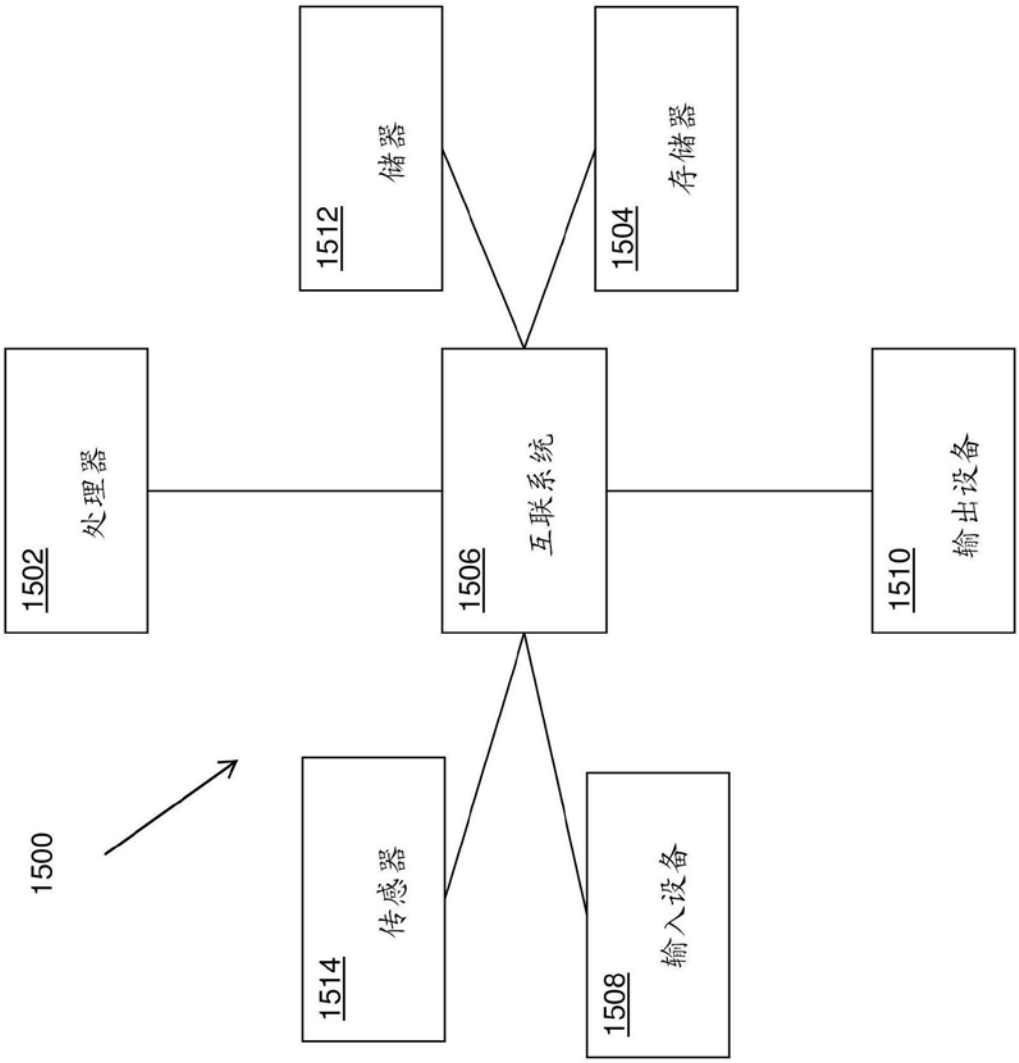

1512
储器
1504
存储器
1502
处理器
1506
互联系统
1510
输出设备
1500
1514
传感器
1508
输入设备

图19

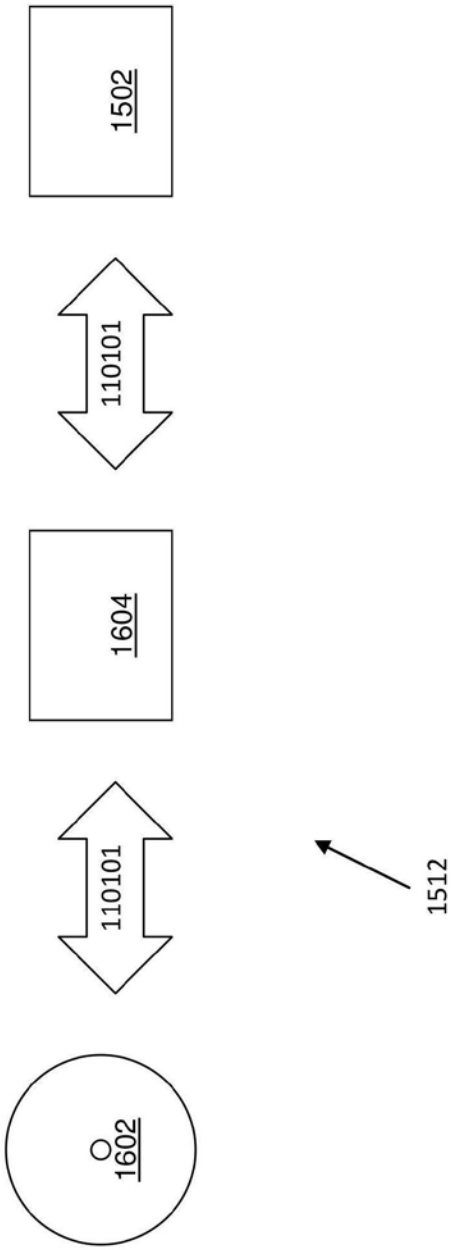


图20

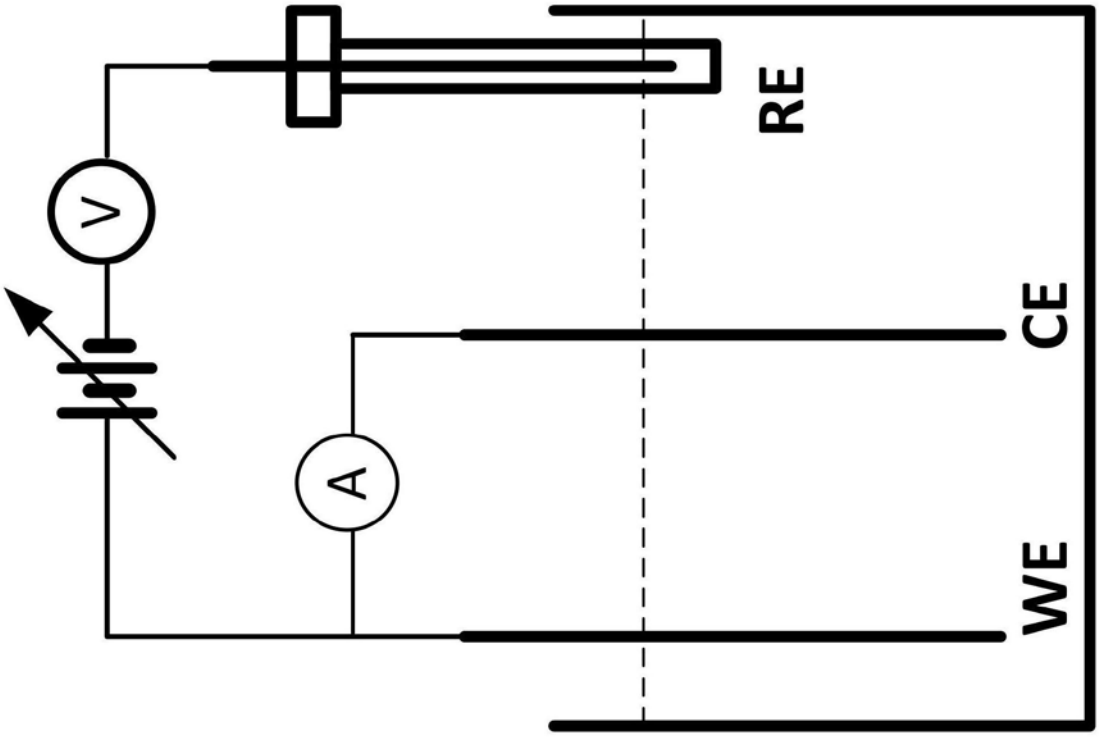


图21

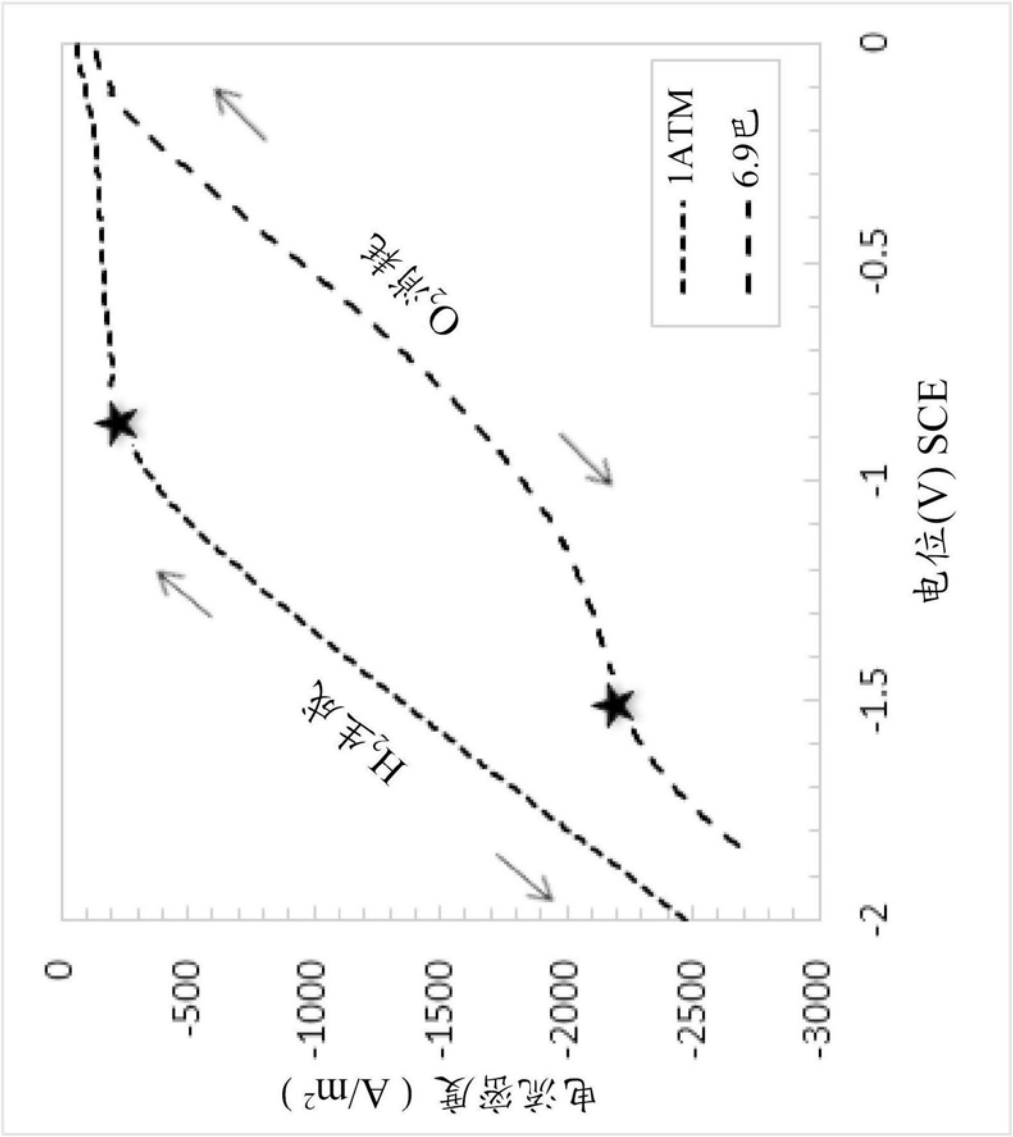

电流密度（A/m²）
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
-3000
电位(V) SCE
0
-0.5
-1
-1.5
-2
1ATM
6.9巴
O2消耗
H2生成

图22

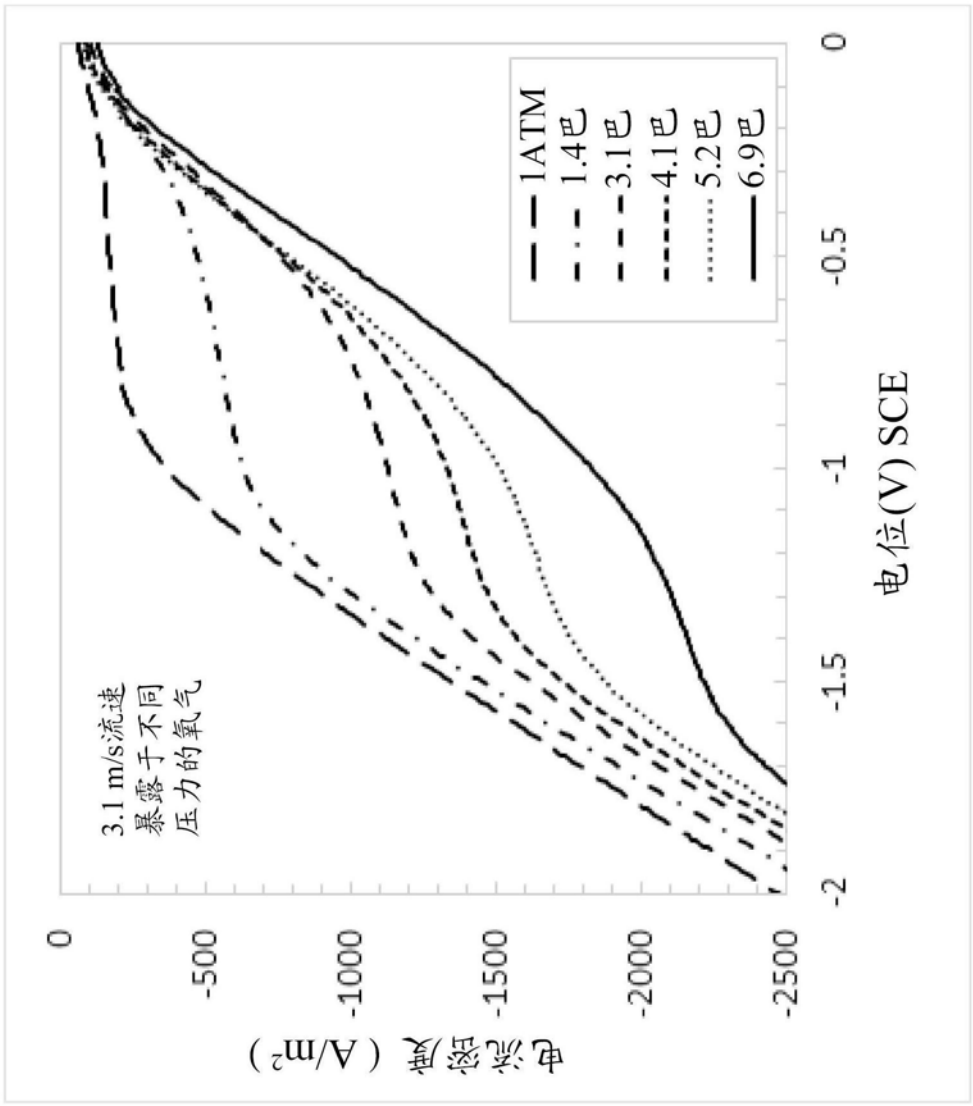

3.1 m/s流速
暴露于不同
压力的氧气
1ATM
1.4巴
3.1巴
4.1巴
5.2巴
6.9巴
电流密度 (A/m²)
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
电位(V) SCE
0
-0.5
-1
-1.5
-2

图23A

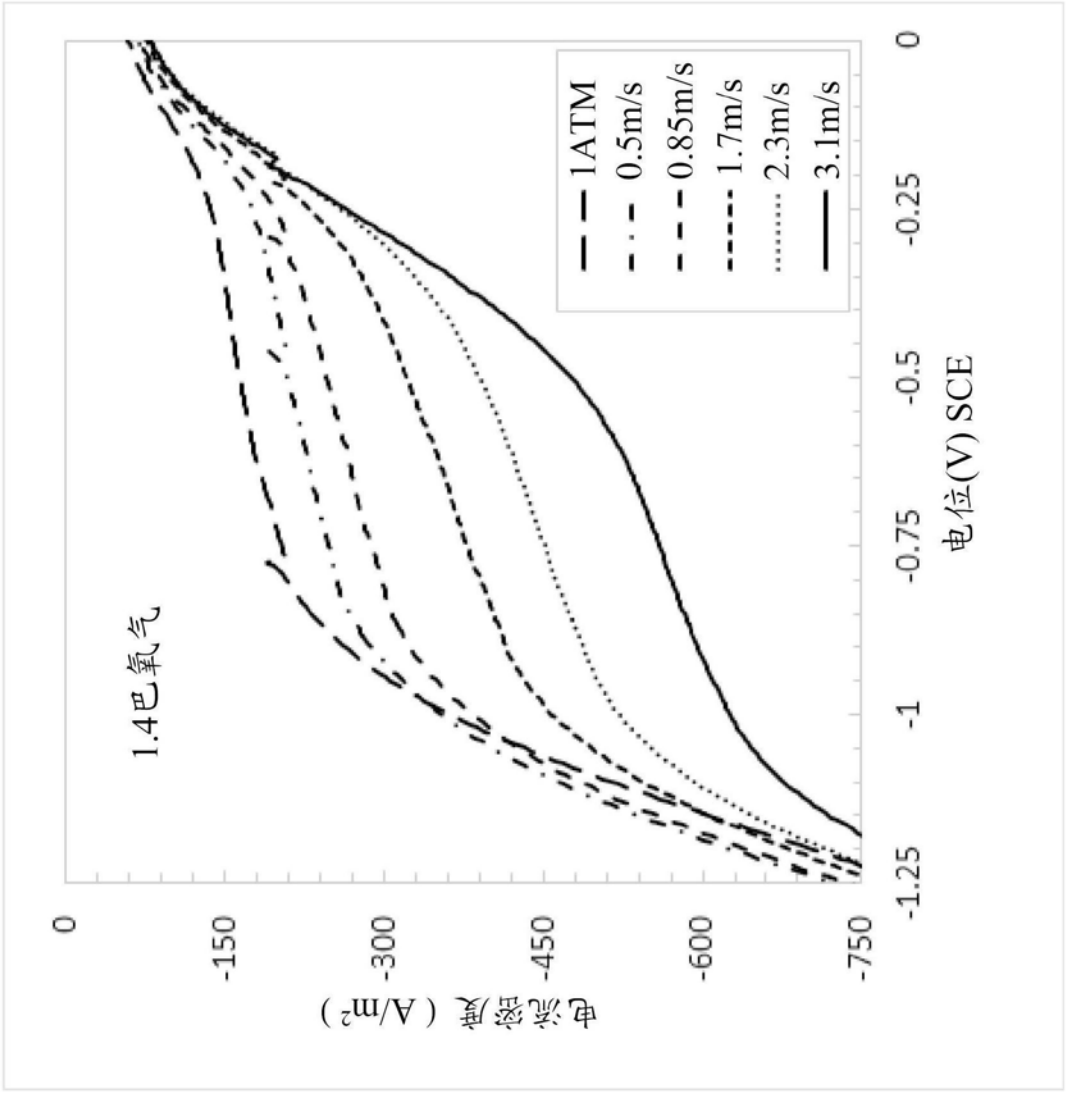

1.4巴氧气
1ATM
0.5m/s
0.85m/s
1.7m/s
2.3m/s
3.1m/s
电流密度（A/m²）
0
-150
-300
-450
-600
-750
电位(V) SCE
0
-0.25
-0.5
-0.75
-1
-1.25

图23B

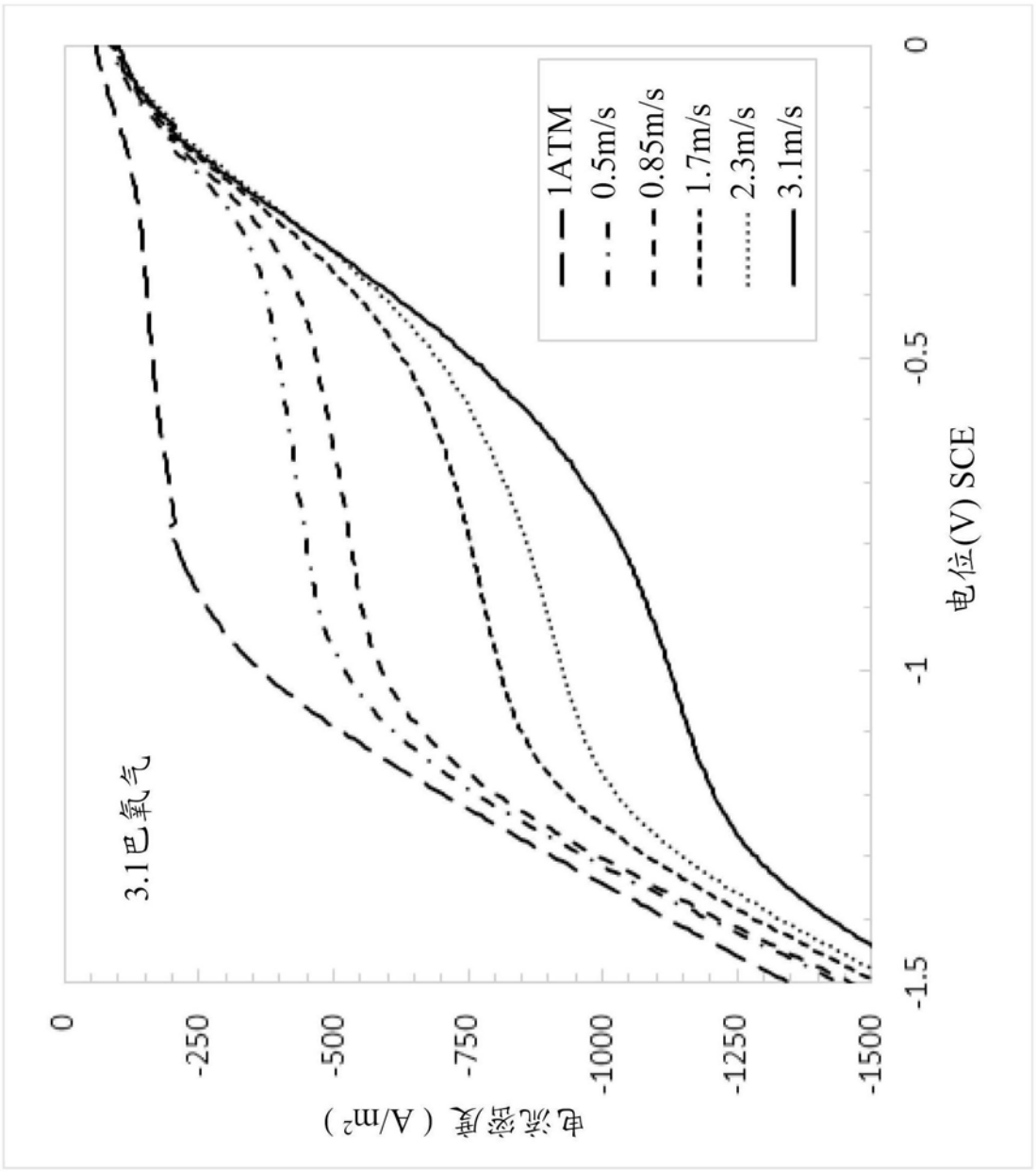

3.1巴氧气
1ATM
0.5m/s
0.85m/s
1.7m/s
2.3m/s
3.1m/s
电流密度 (A/m²)
0
-250
-500
-750
-1000
-1250
-1500
0
-0.5
-1
-1.5
电位(V) SCE

图23C

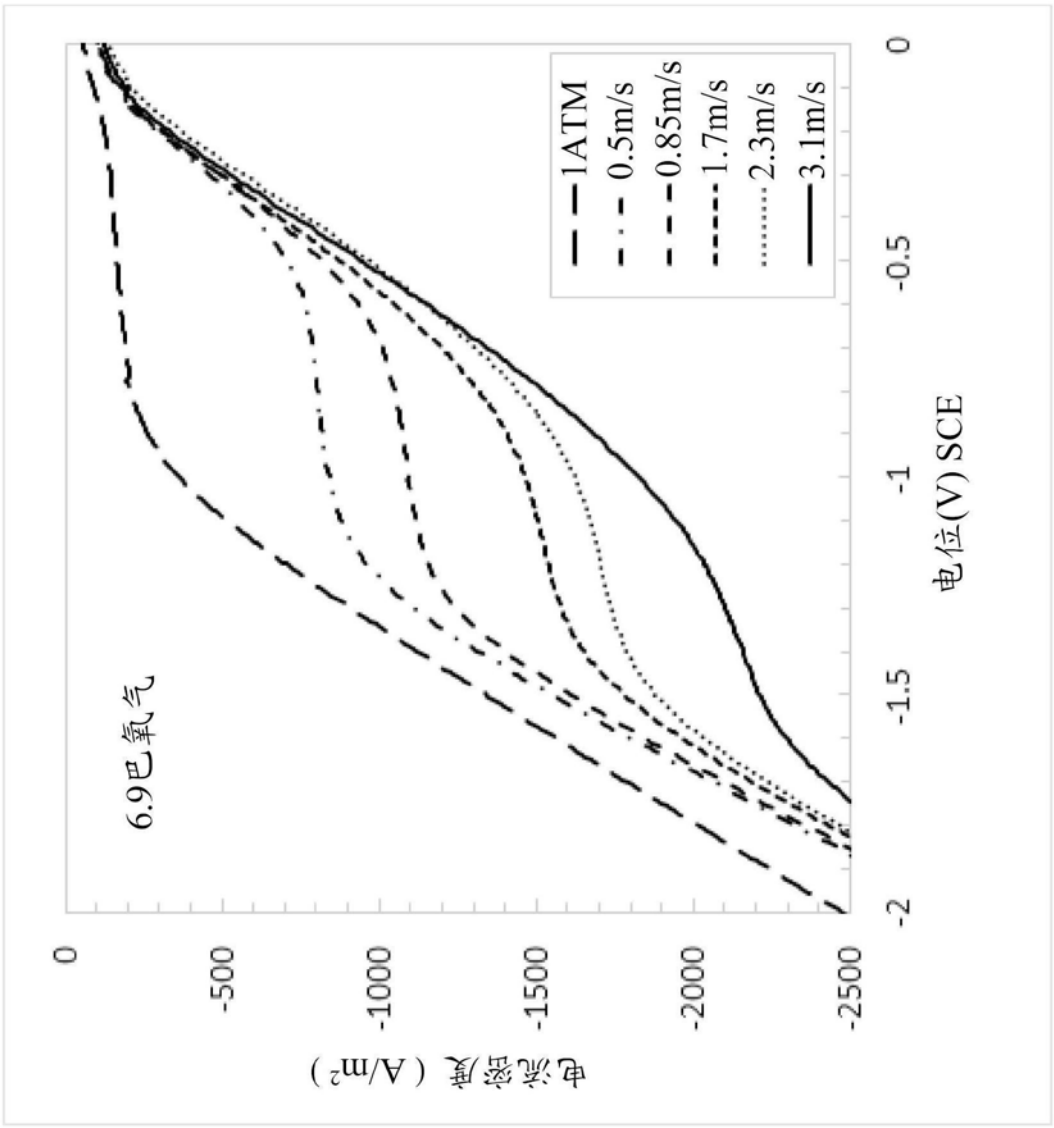

6.9巴氧气
1ATM
0.5m/s
0.85m/s
1.7m/s
2.3m/s
3.1m/s
电流密度 (A/m²)
0
-500
-1000
-1500
-2000
-2500
电位(V) SCE
0
-0.5
-1
-1.5
-2

图23D

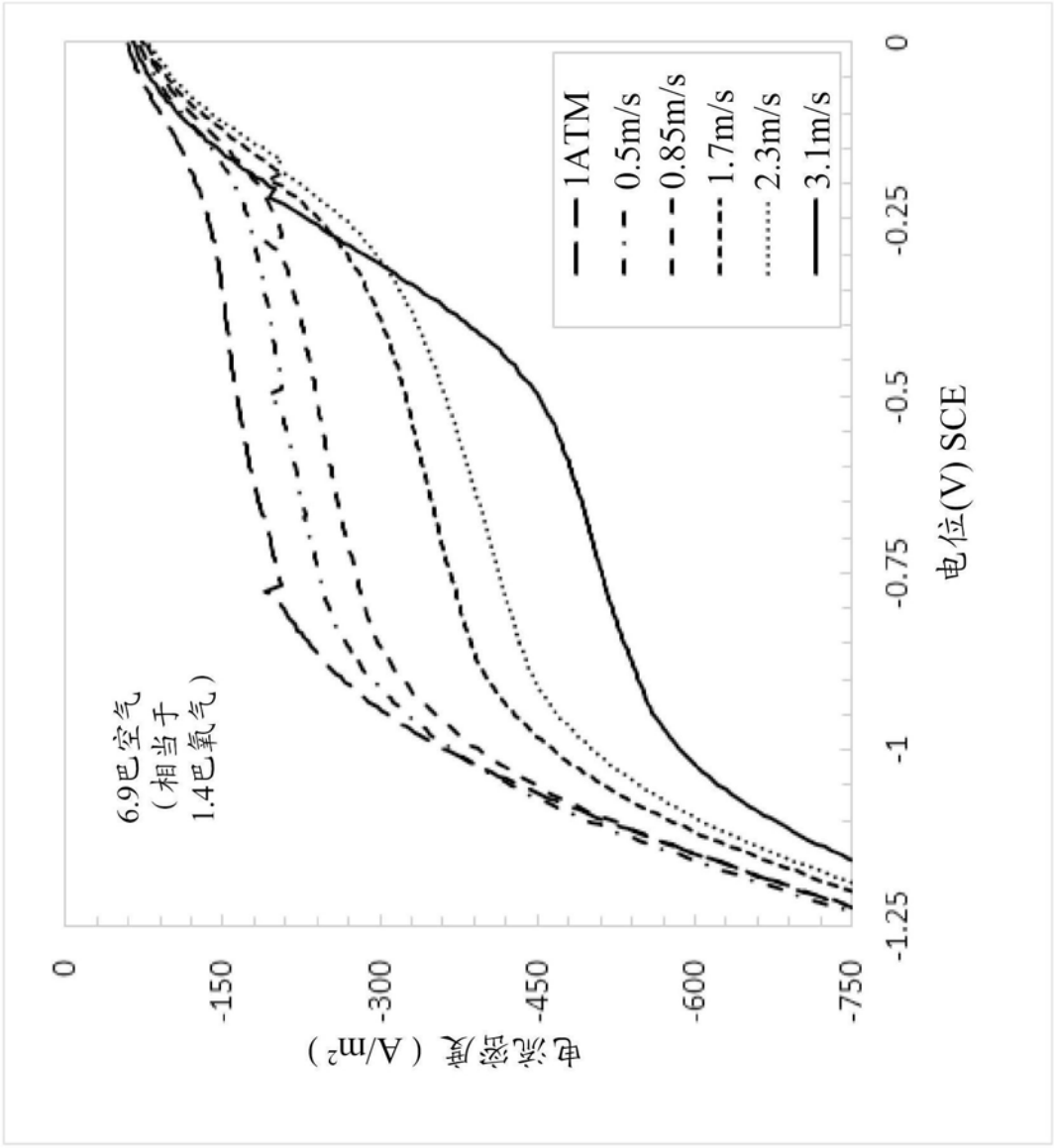

1ATM
0.5m/s
0.85m/s
1.7m/s
2.3m/s
3.1m/s
6.9巴空气
（相当于
1.4巴氧气）
电流密度（A/m²）
0
-150
-300
-450
-600
-750
电位(V) SCE
0
-0.25
-0.5
-0.75
-1
-1.25

图23E