



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103882431 B

(45) 授权公告日 2016. 08. 10

(21) 申请号 201210556068. 9

(22) 申请日 2012. 12. 19

(73) 专利权人 温州大学

地址 325035 浙江省温州市茶山高教园区

专利权人 中国科学院化学研究所

扬州宏远电子有限公司

(72) 发明人 张伟明 陈庆 宋卫国 万立骏

马坤松 张椿年

(74) 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

31210

代理人 徐申民 汤国华

(51) Int. Cl.

G23F 1/46(2006. 01)

G02F 9/06(2006. 01)

C02F 1/469(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101045568 A, 2007. 10. 03,

US 3673068 , 1972. 06. 27,

CN 101343039 A, 2009. 01. 14,

CN 102583841 A, 2012. 07. 18,

审查员 蒋一征

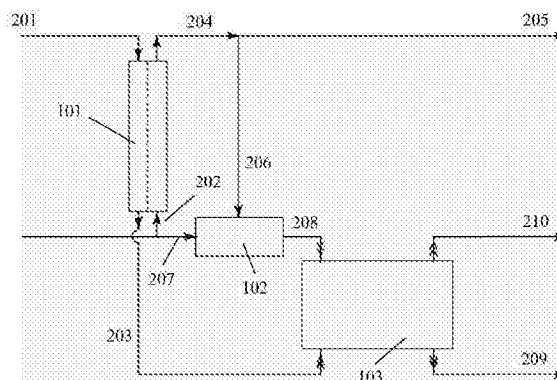
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法及其系统

(57) 摘要

本发明提出一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法。本方法可将腐蚀废酸中的游离酸及铝资源以纯净游离酸及铝盐或聚合铝盐的形式分离开,且不产生任何新的污染物排放。分离出来的纯净游离酸可直接回用于铝箔腐蚀生产,而回收的铝盐或聚合铝盐更可作为一种有用的基础化学原料直接出售。本发明还提供一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理系统,由扩散渗析器及双极膜电渗析器组成。原始的腐蚀废酸及作为回收酸接收液的纯水以反向流方式泵入扩散渗析器后得到第一股回收酸及一股废盐液液流;紧接着这股废盐液液流及另一股回收酸接收液被泵入双极膜电渗析器。经过回收系统的处理,腐蚀废酸可以完全转化为回收酸及纯净铝盐或聚合铝盐并得到回收利用。



1. 一种铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于包括以下步骤:
 - a) 将原腐蚀废酸液流及作为扩散渗析接收液的纯水液流以反向流方式注入扩散渗析器(101),分离得到第一股回收酸液流及含有绝大部分铝盐及部分游离酸的废盐液;
 - b) 取第一股回收酸液流中的部分作为双极膜电渗析器(103)的双极膜电渗析酸接收液;
 - c) 将扩散渗析器(101)的废盐液及双极膜电渗析酸接收液以同向流方式注入双极膜电渗析器(103),在电场作用下得到回收的纯净铝盐或聚合铝盐液和第二股回收酸液;
其中,废酸是废HCl、废H₂SO₄、废HNO₃以及这些酸中两种以上的混合废酸。
2. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于扩散渗析器(101)中采用阴离子交换膜,扩散渗析器(101)几何外形为板框式或卷绕式组件。
3. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于扩散渗析器(101)入口处的原腐蚀废酸液流及纯水液流的流量强度为0.5-2.0L/(m²h)。
4. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于双极膜电渗析器(103)采用两隔室结构,极膜(106)包含至少一个重复单元(200),其中,极膜(106)使用阳离子膜,重复单元(200)由阴离子膜(108)间隔双极性离子膜(107)组成。
5. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于双极膜电渗析器(103)采用的极室液为含氧酸溶液。
6. 根据权利要求5所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于双极膜电渗析器(103)采用的极室液为与待处理废酸含有相同阴离子的含氧酸溶液。
7. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于步骤b中还加入纯水与选取的第一股回收酸液流混合,将混合液作为双极膜电渗析器(103)的双极膜电渗析酸接收液。
8. 根据权利要求1所述的铝箔行业腐蚀废酸的回收处理方法,其特征在于双极膜电渗析器(103)的电流密度为20-400mA/cm²。
9. 一种铝箔行业腐蚀废酸的回收处理系统,包括扩散渗析器(101)和通过管道与其连接的双极膜电渗析器(103),其中,原腐蚀废酸液流(201)与作为扩散渗析接收液的纯水液流(202)以反向流方式注入扩散渗析器(101),得到第一股回收酸液流(204)及废盐液液流(203),取第一股回收酸液流(204)中的部分液流当作作为双极膜电渗析接收液母液的回收酸液流(206),与作为双极膜电渗析酸接收液的纯水液流(207)通过混合器(102)混合得到双极膜电渗析酸接收液流(208),将扩散渗析产生的废盐液液流(203)及双极膜电渗析酸接收液流(208)以同向流方式注入双极膜电渗析器(103),得到纯净铝盐或聚合铝盐液流(209)及第二股回收酸液流(210)。

一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法及其系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种将电容箔行业腐蚀工段产生的高浓度废盐酸、废硫酸、废硝酸及其混合废酸处理的方法及其系统,具体涉及一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法及其系统。

背景技术

[0002] 电解电容器用阳极箔的生产过程主要包括腐蚀和化成步骤。腐蚀工段的主要目的是在光箔表面形成有序的腐蚀坑洞以增大其表面积,进而增加成品箔的电容量。腐蚀的过程是在酸的作用下完成的,目前广泛使用的酸主要为HCl, H₂SO₄, HNO₃及其混合酸。光箔进入腐蚀槽后与这些游离酸接触,发生化学反应,其表面部分溶解形成腐蚀坑洞。与此同时,腐蚀槽中的游离H⁺会逐步消耗,浓度下降;取而代之的是Al³⁺离子。随着槽液H⁺浓度的降低及Al³⁺浓度的升高,其腐蚀作用越来越弱,不利于生产过程的稳定。通用的解决方案是不断向槽液中添加新鲜的游离酸,置换出部分腐蚀槽工作液。这部分被置换出的腐蚀槽工作液就是所谓的腐蚀废酸,它仍含有高浓度的游离酸,同时还含有大量的Al³⁺离子。

[0003] 腐蚀废酸的产生对电容箔行业是非常不利的。首先,添加到腐蚀槽中的游离酸仅有一小部分与铝箔发生了化学反应生成铝盐,其它部分被直接排出。这样一来就造成了腐蚀工段所需游离酸的量增加,极大增加了企业购买这些化学品的成本。第二,这些排出的腐蚀废酸具有极大的腐蚀性和污染风险,企业必须支付额外的无害化处理费用来处置这些废液,进一步增加了成本。

[0004] 目前对于铝箔行业腐蚀废酸的一个较好的处理方法是利用扩散渗析法来回收其中的游离酸,此方法在国内外都有所报道且已经成功商业化。扩散渗析是一种利用浓差驱动的膜分离过程,当废酸及纯水(作为游离酸的接收液)被注入扩散渗析器时,废酸中的阴离子及质子可在浓差驱动下透过其中的阴离子交换膜到达接收液,这样一来,在扩散渗析器的出口端就得到一股接收了大量阴离子及质子的游离酸及失去了大量游离酸的废盐液。扩散渗析技术具有高效,运行成本低的特点,在经济上非常具有吸引力。但扩散渗析也有它固有的问题,在得到回收酸的同时,它必然会产生废盐液。在铝箔废酸处理中,产生的这些废盐液中不但含有大量的铝盐,同时还含有大量的游离酸(大约占原始废酸中的10-20%)。这些废盐液的排放又成为了企业新的难题。因此急需开发一种针对铝箔废酸的零排放回收处理方法。

发明内容

[0005] 本发明旨在提供一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法及其系统。本发明可将铝箔行业腐蚀废酸中所有成分加以回收,将废酸中H⁺及部分阴离子转化为可重新使用的新鲜游离酸,同时将废酸中的Al³⁺及剩余阴离子转化为纯的铝盐或者碱度更高的聚合铝盐产品。由于废酸被完全转化成为了有用的化学原料,完全解决了废酸的排放问题。

[0006] 本发明提出一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法,具体包括以下步骤:

[0007] a)将原腐蚀废酸液流及作为扩散渗析接收液的纯水液流以反向流方式注入扩散渗析器101,分离得到第一股回收酸液流及含有绝大部分铝盐及部分游离酸的废盐液;

[0008] b)取第一股回收酸液流中的部分作为双极膜电渗析器103的双极膜电渗析酸接收液;

[0009] c)将扩散渗析器的废盐液及双极膜电渗析酸接收液以同向流方式注入双极膜电渗析器103,在电场作用下得到回收的纯净铝盐或聚合铝盐液和第二股回收酸液;

[0010] 其中,废酸是废HCl、废H₂SO₄、废HNO₃以及这些酸的混合废酸。

[0011] 本发明中,步骤b中还加入纯水与选取的第一股回收酸液流混合后,再作为双极膜电渗析器103的双极膜电渗析酸接收液。

[0012] 本发明中,扩散渗析器101入口的原腐蚀废酸液流及纯水液流的流量强度为0.5-2.0L/(m²h)。

[0013] 本发明中,双极膜电渗析器103的电流密度为20-400mA/cm²。

[0014] 本发明中,扩散渗析器101中采用阴离子交换膜,扩散渗析器101几何外形为板框式或卷绕式组件。

[0015] 本发明中,双极膜电渗析器103采用两隔室结构,极膜106内含大于等于一个重复单元200,其中,极膜106使用阳离子膜,重复单元200由阴离子膜108间隔双极性离子膜107组成。

[0016] 本发明中,双极膜电渗析器103采用的极室液为含氧酸溶液,优选为与待处理废酸含有相同阴离子的含氧酸溶液。

[0017] 本发明还提出了一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理系统,包括扩散渗析器101,还包括通过管道与其连接的双极膜电渗析器103,其中,原腐蚀废酸液流201与作为扩散渗析接收液的纯水液流202以反向流方式注入扩散渗析器101,得到第一股回收酸液流204及废盐液液流203,取第一股回收酸液流204中的部分液流当作作为双极膜电渗析接收液母液的回收酸液流206,与作为双极膜电渗析酸接收液的纯水液流207通过混合器102混合得到双极膜电渗析酸接收液流208,将扩散渗析产生的废盐液液流203及双极膜电渗析酸接收液流208以同向流方式注入双极膜电渗析器103,得到纯净铝盐或聚合铝盐液流209及第二股回收酸液流210。

[0018] 本发明提出的一种铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理方法及其系统的工作原理主要如下:该系统主要由常规的扩散渗析模块及双极膜电渗析模块两大部分组成。铝箔废酸首先经过扩散渗析器回收大部分的游离酸,在此过程中原始废酸及作为接收液的纯水以反向流的方式被泵入扩散渗析器,此时废酸中的H⁺与阴离子在浓差驱动下透过阴离子交换膜到达接收液流中。当这两股液流流出扩散渗析器时,原废酸失去大部分游离酸,变成废盐液;同时接收液得到了大量的游离酸,变成了回收酸。在优化条件下,扩散渗析技术可回收80-90%的游离酸,同时Al³⁺的泄漏小于10%,十分经济和高效。此时回收的游离酸是可以直接回用到腐蚀槽的有用化学原料,但废盐液却是新的负担。废盐液是铝盐溶液和剩余游离酸的混合溶液,与原始废酸本质上是相同的,必须经过进一步处理。本发明利用双极膜电渗析技术对扩散渗析产生的废盐液做进一步的处理。双极膜电渗析技术可在电场作用下直接将盐解离得到对应的酸和碱,在针对废盐液处理的情形下可以增加废盐液的碱化度同时得到另一部分游离酸。废盐液中原本存在一定量的游离酸,在增加碱度的时候首先是这些游

离酸被消耗,得到纯净的铝盐;当进一步碱化这些铝盐时,还能够得到聚合铝盐产品。

[0019] 本发明的有益效果在于:首先从废盐液中得到了可用的游离酸及铝资源,这些回收的化学品资源可为企业带来直接的经济收益;第二,此过程是一种完全无污染物排放的过程,可将铝箔废酸完全处理为其它产品,从源头上杜绝了腐蚀废酸污染环境的可能性。与目前使用的单纯扩散渗析技术相比,本发明存在如下明显优势:首先,游离酸的回收率更高。优化条件下扩散渗析技术可回收原废酸中80-90%左右的游离酸,而本发明回收率更高。在纯净铝盐作为产品之一时,游离酸的回收率为100%;在聚合铝盐作为产品之一时,游离酸的回收率甚至>100%,这是因为铝盐被部分碱化得到碱式聚合铝盐,其失去的阴离子也转化为了游离酸。第二,扩散渗析存在废盐液的排放难题,而本发明完全解决了这一问题。第三,本发明回收的纯净铝盐或聚合铝盐液流中铝盐的碱化度在0-82%之间。

附图说明

[0020] 图1为铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理系统的示意图;

[0021] 图2为铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理系统中双极膜电渗析器的内部结构示意图;

[0022] 图中标号:101为扩散渗析器,102为混合器,103为双极膜电渗析器,104为双极膜电渗析器负极,105为双极膜电渗析器正极,106为极膜,107为双极性离子膜,108为阴离子膜,200为重复单元,201为原腐蚀废酸液流,202为作为扩散渗析接收液的纯水液流,203为废盐液液流,204为第一股回收酸液流,205为直接至回用的回收酸液流,206为作为双极膜电渗析接收液母液的回收酸液流,207为作为双极膜电渗析酸接收液的纯水液流,208为双极膜电渗析酸接收液液流,209为纯净铝盐或聚合铝盐液流,210为第二股回收酸液流。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,但附图或实施例并不应理解为对本发明的限制。

[0024] 101为扩散渗析器,102为混合器,103为双极膜电渗析器,104为双极膜电渗析器负极,105为双极膜电渗析器正极,106为极膜,107为双极性离子膜,108为阴离子膜,200为重复单元,201为原腐蚀废酸液流,202为扩散渗析接收液的纯水液流,203为废盐液液流,204为第一股回收酸液流,205为直接至回用的回收酸液流,206为双极膜电渗析接收液母液的回收酸液流,207为作为双极膜电渗析酸接收液的纯水液流,208为双极膜电渗析酸接收液液流,209为纯净铝盐或聚合铝盐液流,210为第二股回收酸液流。

[0025] 铝箔行业腐蚀废酸的零排放回收处理系统,如图1所示。原腐蚀废酸液流201及作为扩散渗析接收液的纯水液流202以反向流的方式被注入扩散渗析器101,经过充分的物质传递后原腐蚀废酸液流201转化为了废盐液液流203,作为扩散渗析接收液的纯水液流202转化为了第一股回收酸液流204。第一股回收酸液流204中的一部分可直接脱离系统回用为直接至回用的回收酸液流205,另外一部分作为双极膜电渗析接收液母液的回收酸液流206与作为双极膜电渗析酸接收液的纯水液流207混合得到稀释的回收酸用作双极膜电渗析酸接收液液流208。废盐液液流203及双极膜电渗析酸接收液液流208以同向流的方式被注入双极膜电渗析器103,双极膜电渗析器103内是特殊设计的电渗析膜堆,该膜堆的详细结构

如图2所示。在此膜堆中,废盐液液流203中的阴离子在电场作用下不断透过阴离子膜108而失去,取而代之的是双极性离子膜107解离水产生的氢氧根离子,这些氢氧根会消耗203中的游离氢离子形成水,当其中氢离子刚好被耗尽时就会形成纯净的铝盐;此后继续碱化此液流203时铝盐中的 Al^{3+} 会部分水解形成聚合铝盐。与此同时,从203中迁移出来的阴离子会转移到双极膜电渗析酸接收液液流208中,与双极膜水解离产生的氢离子形成新的游离酸,得到第二股回收酸液流210。由于双极膜电渗析中极室液采用的是含氧酸溶液,极室化学品无消耗,整个过程中无任何有害废物排出。极室液选择为与待处理废酸含有相同阴离子的含氧酸溶液以彻底消除阴离子泄漏可能造成的产品污染。至此,通过扩散渗析与双极膜电渗析的结合技术,可将腐蚀废酸完全转化为有用的化学原料。

[0026] 实施例1:低压电子铝箔生产中产生的腐蚀废盐酸的处理。在某厂家低压箔生产线中,使用约 6.5mol/L 的 HCl 来腐蚀光箔,产生的腐蚀废酸201成分为 $H^+4.70\text{mol/L}$, $Al^{3+}0.60\text{mol/L}$, $Cl^-6.48\text{mol/L}$ 。扩散渗析器101采用板框夹紧式结构,流道长度 1.7m ,厚度 0.9mm ,使用的离子交换膜为DF-120(山东天维膜技术有限公司),201及202的流量强度均控制为 $1.25\text{L}/(\text{m}^2\text{h})$,此时得到的废盐液203流量为 $1.41\text{L}/(\text{m}^2\text{h})$,成分为 $H^+0.62\text{mol/L}$, $Al^{3+}0.489\text{mol/L}$, $Cl^-2.09\text{mol/L}$,回收酸204流量为 $1.09\text{L}/(\text{m}^2\text{h})$,成分为 $H^+4.55\text{mol/L}$, $Al^{3+}0.048\text{mol/L}$, $Cl^-4.70\text{mol/L}$ 。取回收酸204中的约1%作为双极膜回收母液206与纯水207混合形成约 0.05mol/L 的稀 HCl 208作为接收液,其流量与废盐液203相当。双极膜电渗析器103结构如图2所示,其中阳离子膜型号为Selemion CMD(日本旭硝子),阴离子膜型号为Selemion AMT(日本旭硝子),双极膜型号为Fumasep FBM(德国FumaTech),采用9个重复单元。电渗析工作时电流密度为 $43\text{mA}/\text{cm}^2$,极室液选用 0.1mol/L H_2SO_4 溶液。双极膜电渗析对203的碱化程度可以根据通过膜堆的电量来控制。控制通过膜堆的电量为每升废盐液2030.68摩尔电子电量时,203中的游离酸刚好被中和完全,得到纯净的氯化铝溶液209,其浓度为 0.51mol/L ,与此同时210中得到第二股的回收盐酸,其浓度为 0.63mol/L 。

[0027] 实施例2:扩散渗析部分与实施例1相同,在双极膜电渗析中双极膜型号为BPM-I(北京廷润膜技术开发有限公司),阴离子膜型号为JAM-II(北京廷润膜技术开发有限公司),阳离子膜型号为CR64(GE Ionics),采用50个重复单元。电渗析工作时电流密度为 $20\text{mA}/\text{cm}^2$,极室液选用 0.2mol/L H_2SO_4 溶液。双极膜电渗析对203的碱化程度可以根据通过膜堆的电量来控制。控制通过膜堆的电量为每升废盐液2030.75摩尔电子电量时,203中的游离酸刚好被中和完全,得到纯净的氯化铝溶液209,溶液碱化度为0,其浓度为 0.50mol/L ,与此同时210中得到第二股的回收酸,其浓度为 0.65mol/L 。

[0028] 实施例3:扩散渗析部分与实施例1相同,在双极膜电渗析中阴离子交换膜为AR204(GE Ionics),阳离子交换膜为CR67(GE Ionics),采用1个重复单元。将回收酸204全部转移至206,并将与206混合得到208的纯水207的量调节为0,即204、206与208成分相同,均为扩散渗析回收酸。电渗析工作时电流密度为 $100\text{mA}/\text{cm}^2$,极室液选用 1.0mol/L H_2SO_4 溶液。控制通过双极膜电渗析膜堆的电量为每升废盐液2031.04摩尔电子电量,此时203中的游离酸刚好被中和完全,得到纯净铝盐209,其浓度为 0.50mol/L ;与此同时210中得到的第二股回收酸浓度为 5.1mol/L 。

[0029] 实施例4:双极膜电渗析中阴离子膜选用Fumasep FAB(德国FumaTech),控制通过双极膜电渗析器膜堆的电量为每升废盐液2035.0摩尔电子电量,其它与实施例1相同。此时

203中的铝盐被部分中和形成聚合氯化铝,其碱化度为82%。此时得到的聚合氯化铝总铝浓度为0.64mol/L,与此同时210中得到第二股的回收酸,其浓度为1.57mol/L。

[0030] 实施例5:高压电子铝箔生产中腐蚀废硝酸处理。在某厂家高压箔生产线中使用约1.65mol/L的 HNO_3 来腐蚀光箔,产生的腐蚀废酸成分为0.55mol/L H^+ , NO_3^- 1.65mol/L,其它为 Al^{3+} 。扩散渗析采用卷绕式组件,阴离子膜采用Neosepta AFX(日本ASTOM)。原废酸201入口流量为2.0L/(m^2h),接收液202流量为1.73L/(m^2h),得到的废盐液203流量为2.40L/(m^2h),成分为0.1mol/L H^+ , 0.28mol/L Al^{3+} 及0.94mol/L NO_3^- ;得到的回收酸204流量为1.33L/(m^2h),成分为0.69mol/L H^+ , 0.71mol/L NO_3^- , Al^{3+} 0.007mol/L。双极膜膜堆中双极膜采用Neosepta BP-1(日本ASTOM),阴离子膜采用Neosepta AMX(日本ASTOM),极膜采用Selemion CMD(日本旭硝子),采用20个重复单元。电渗析工作时电流密度为150mA/ cm^2 ,极室液选用0.5mol/L HNO_3 溶液。双极膜电渗析对203的碱化程度可以根据通过膜堆的电量来控制。控制通过膜堆的电量为每升废盐液2030.9摩尔电子电量时,此时203中的铝盐被部分中和形成聚合硝酸铝,其碱化度为65%。此时得到的聚合硝酸铝209中总铝浓度为0.30mol/L,与此同时210中得到第二股的回收硝酸,其浓度为0.63mol/L。

[0031] 实施例6:中高压电子铝箔生产中腐蚀废硫酸处理。在某厂家中高压箔生产线中使用约4.25mol/L的 H_2SO_4 来腐蚀光箔,产生的腐蚀废酸成分为7.48mol/L H^+ , Al^{3+} 0.34mol/L, SO_4^{2-} 4.26mol/L。扩散渗析采用HKY-500工业级扩散渗析器(山东天维膜技术有限公司),原废酸201流量为0.50L/(m^2h),纯水接收液202流量为0.61L/(m^2h);得到的回收酸流量为0.37L/(m^2h),成分为7.30mol/L H^+ , 0.03mol/L Al^{3+} , SO_4^{2-} 3.70mol/L;得到的废盐液203流量为0.74L/(m^2h),成分为1.40mol/L H^+ , 0.22mol/L Al^{3+} , SO_4^{2-} 1.02mol/L。双极膜膜堆中含有200个重复单元,使用的离子膜同实施例1。电渗析工作时电流密度为400mA/ cm^2 ,极室液选用1.0mol/L H_2SO_4 溶液。控制通过膜堆的电量为每升废盐液2031.90摩尔电子电量时,203中的游离酸刚好被中和完全,得到纯净的硫酸铝溶液209,其 Al^{3+} 浓度为0.25mol/L,与此同时210中得到第二股的回收硫酸,其浓度为0.66mol/L。

[0032] 实施例7:低压电子铝箔生产中产生的盐酸硫酸混合废酸处理。在某厂家低压箔生产线中,使用 H_2SO_4 及 HCl 混酸来腐蚀光箔,其成分为6.0mol/L HCl 及0.25mol/L H_2SO_4 。产生的腐蚀废酸201成分为 H^+ 4.7mol/L, Cl^- 5.99mol/L, SO_4^{2-} 0.25mol/L, Al^{3+} 0.60mol/L。扩散渗析器结构及操作条件与实施例1相同,维持原废酸201及纯水接收液202的流量强度均为1.25L/(m^2h),此时得到的废盐液203流量为1.41L/(m^2h),成分为 H^+ 0.62mol/L, Al^{3+} 0.49mol/L, Cl^- 1.90mol/L, SO_4^{2-} 0.09mol/L,回收酸204流量为1.09L/(m^2h),成分为 H^+ 4.55mol/L, Al^{3+} 0.05mol/L, Cl^- 4.35mol/L, SO_4^{2-} 0.17mol/L。双极膜电渗析器结构与实施例1相同。电渗析工作时电流密度为250mA/ cm^2 ,极室液选用0.5mol/L H_2SO_4 溶液。通过控制通过双极膜电渗析器膜堆的电量为每升废盐液2032.50摩尔电子电量,此时203中的铝盐被部分中和形成含有少量硫酸根的聚合氯化铝209,其碱化度为67%。此时得到的聚合氯化铝209总铝浓度为0.60mol/L,与此同时210中得到第二股的回收酸,其 H^+ 浓度为1.40mol/L。

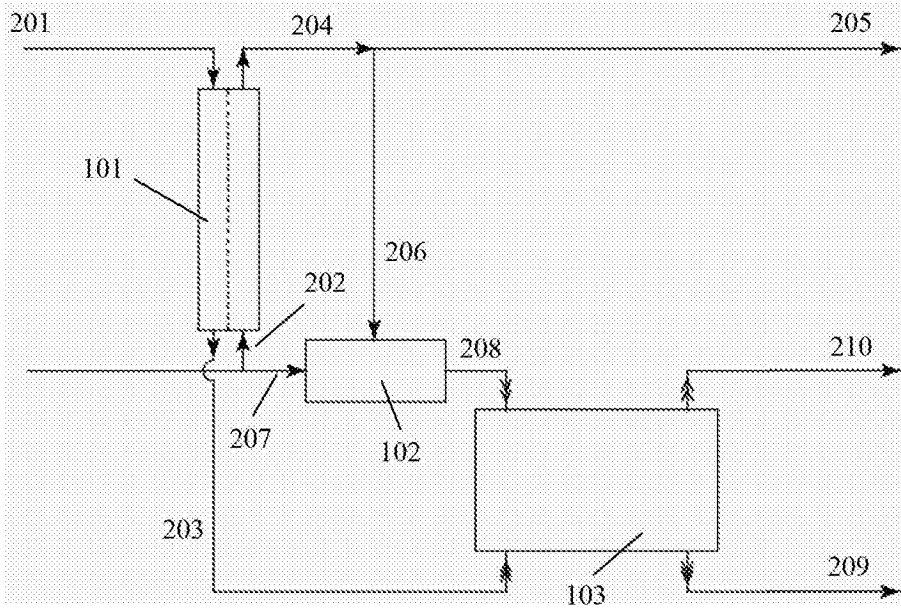


图1

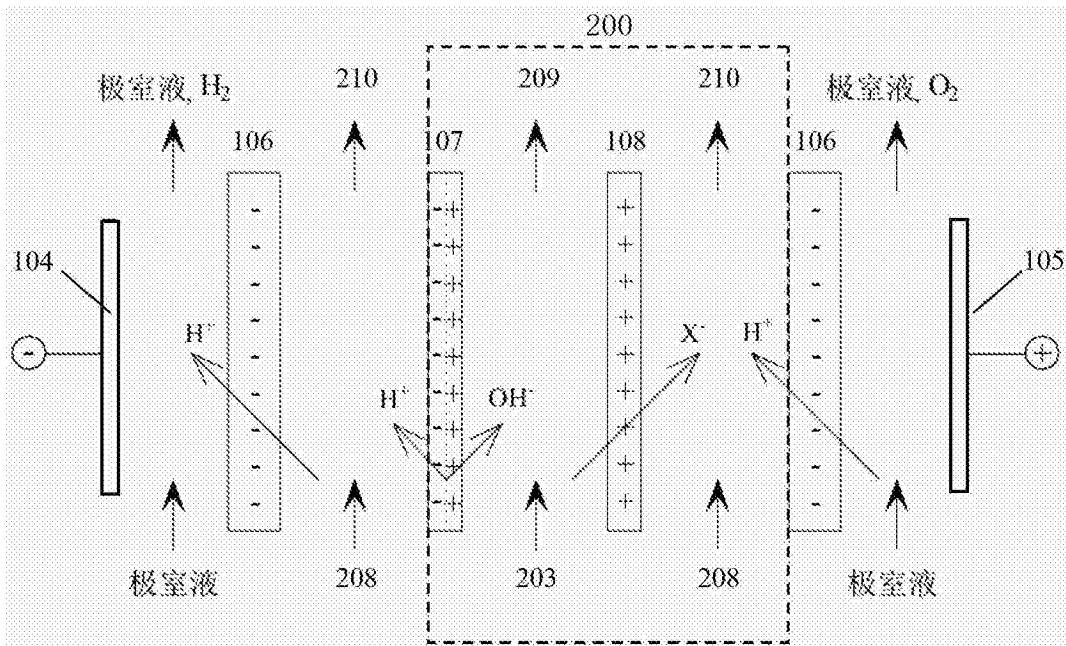


图2