



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106048661 A

(43)申请公布日 2016. 10. 26

(21)申请号 201610671105.9

G25B 1/00(2006.01)

(22)申请日 2016.08.15

G25B 11/02(2006.01)

(71)申请人 国联汽车动力电池研究院有限责任公司

地址 101407 北京市怀柔区雁西经济开发区雁西路3号

(72)发明人 杨娟玉 余章龙 王晗 高哲峰 王宁 史冬 卢士刚

(74)专利代理机构 北京智桥联合知识产权代理事务所(普通合伙) 11560

代理人 张晓煜

(51)Int. Cl.

G25C 7/02(2006.01)

G25C 7/06(2006.01)

G25C 3/00(2006.01)

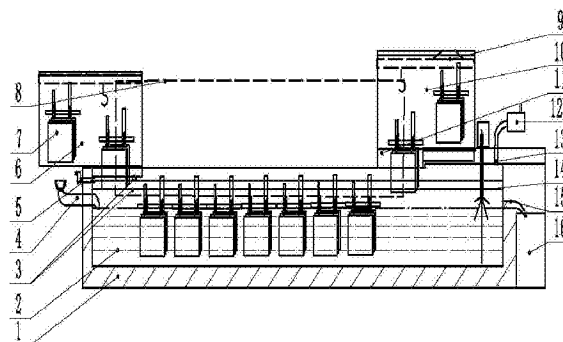
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置及方法

(57)摘要

本发明提供一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置及方法,该装置包括:电解槽体、熔盐添加系统、电极系统、传动系统、监测系统、气氛控制系统,其中电解槽体主要包括电解室、电极组进料置换仓、电极组出料置换仓、加热保温部件,电极系统包括电极组及直流阴阳极母线,电解质通过熔盐添加系统进入电解室内,电极组不断通过进料置换仓进入电解室,接通阴阳极母线进行电解,同时在传动系统的作用下依次移动至出料置换仓处完成电解并取出。本装置可实现固态氧化物电极组的连续电解,有利于推进固态氧化物电解技术的工业化连续生产。



1. 一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置,其特征在于:固态氧化物或含固态氧化物的混合物作为阴极,该装置包括:电解槽体、熔盐添加系统、电极系统、传动系统、监测系统、气氛控制系统,所述的电解槽体包括电解室、电极组进料置换仓、电极组出料置换仓、加热保温部件,所述的电极系统包括电极组和直流阴阳极母线,运行过程中,电极组不断通过所述的进料置换仓进入电解室,接通直流阴阳极母线进行电解,在所述的传动系统作用下依次移动至出料置换仓处完成电解并取出。

2. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组可以是单独的阴极和单独的阳极组,或是阴极和阳极组合的阴阳极组,在电解过程中阴极和阳极交替排布。

3. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:固态氧化物为Ti、Zr、Hf、Cr、Mo、W、V、Nb、Ta、Fe、Co、Ni、Mn、Cu、Zn、Si、Ge、Pb、Sn、Ag、Au、Pt、Pd、Rh、Ir、Ru、Os、Ga、In、Tl、Sc、U或者稀土元素中的一种或多种元素的氧化物,所述的含固态氧化物的混合物为所述氧化物之间混合或与导电金属或非金属单质的混合物。

4. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:固态氧化物或含固态氧化物的混合物可压制成片状、颗粒状或块状中的一种或几种。

5. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:所述的阴极采用阴极篮装载固态氧化物或者含固态氧化物的混合物并为其提供电接触,所述的阴极篮可以是导电的金属及其合金,也可以是石墨类导电的非金属材料。

6. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组与直流阴阳极母线之间为运动连续导电或间断式导电,所述的运动连续导电采用电刷或者滑轮式与电极组同步运动并导电,所述的间断式导电采用压紧连接、螺纹连接或法兰连接进行连接,在电极运动时断开,电极静止时接通导电进行电解。

7. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电解室可以是一个电极组大小为一个电解工位,分成多个电解工位,当电极组在传动系统作用下从第一个工位移动到最后一个工位时,电解完成,也可以是多个电极组为一个电解工位,当电解完成时,多个电极组同时移出电解室后再放入多个电极组开始下一轮电解。

8. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:汇总多个电极组的隔热板共同形成电解室盖板,防止高温熔体对上部机械的热辐射。

9. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:传动系统为链式运送或脉冲式推动,电极组、依靠链条传动向下一工位方向运动,或通过脉冲式推动器在导轨上运动。

10. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组进料置换仓和出料置换仓的内部设置有运送电极组的机械装置,用于电极组的进出。

11. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组进料置换仓和出料置换仓与电解室之间设置有闸板阀或者伸缩式隔板阀,用于保证电解室气氛。

12. 如权利要求11所述的工业电解装置,其特征在于:采用感应开关控制电极组进出电解室时的闸板阀或伸缩式隔板阀的开启和关闭。

13. 如权利要求12所述的工业电解装置,其特征在于:所述感应开关为红外线感应开关、微波感应开关、电磁感应开关的一种或多种。

14. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组进料置换仓可实现抽气和惰性气体置换功能,保证电解室气氛可控。

15. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组进料置换仓具备加热功能,用于电极组的预热。

16. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电极组出料置换仓设有惰性气体喷淋装置,对电解后电极组进行冷却。

17. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:气氛控制系统包括进气口、出气口、控制器、尾气处理器,所述的进气口、出气口设置在槽体上,控制器通过控制进气量、抽气量来控制电解室中气体压力并快速排除电解中产生的废气和粉尘,并通过尾气处理器进行处理。

18. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:熔盐添加系统包括计量器、加料器,电解质通过计量器计量后再通过加料器从电解槽体的电解质进料口加入电解室中,加料器与电解槽体的电解质加料口相连接,加料动力可以是高位重力,也可以是熔体泵提供。

19. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:电解槽体上设置有溢流口,用于将废液废渣排入废液槽,废液槽处于电解装置保温层中,并可通过电解装置的侧门迅速移出和更换。

20. 如权利要求1所述的工业电解装置,其特征在于:监测系统主要包括温度监控器、深度监测器、气体成分检测器、压力监测器,用于监测熔盐温度、深度及电解室气氛、压力,用于反馈控制电解槽加热保温元件、熔盐加料系统、气氛控制系统的工作状态。

21. 一种采用如权利要求1-20任一项所述的工业电解装置进行固态氧化物或含有固态氧化物的混合物连续电解生产的方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:(1)通过熔盐添加系统将电解质加入电解室中,在电解槽体的加热保温作用下熔化;(2)将电极组推入电极组进料置换仓,开启阀门,在传动系统的作用下将电极组送入电解室第一个工位浸没在熔盐中;(3)根据所需电解时间,调节好传动系统运行速率,在一定的电解电压和电流密度下进行电解;(4)当电极组运行到最后一个工位时,停止电解,将电极组吊入电极组出料置换仓;(5)每从电解室取出一个或多个电极组,即可从电极组进料置换仓进入一个或多个电极组,实现连续电解。

22. 如权利要求21所述的连续电解生产的方法,其特征在于:电解质可以为氯化钙也可以为以氯化钙为主的混合电解质,所述的混合电解质其他组分可以是LiCl、NaCl、KCl、BaCl<sub>2</sub>、CsCl、SrCl<sub>2</sub>中的一种或多种。

23. 如权利要求21所述的连续电解生产的方法,其特征在于:所述电解电压小于电解质理论分解电压,所述电解电流密度为100~3000A/m<sup>2</sup>,所需的电解时间为达到电解固态氧化物所需电量及以上所需时间,所述电解温度为600-1100℃。

## 一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置及方法,属于电解冶金行业。

### 背景技术

[0002] 固态氧化物直接电解还原工艺(FFC电解工艺)已经在实验室中成功应用到多个金属、非金属、合金及其混合物等直接电解制备领域中,如金属Ti、Fe-Ti合金、硅碳复合材料等。该工艺最大的特点是将固态氧化物或含固态氧化物的混合物直接作为阴极,在熔盐中通入直流电后即可发生还原得到对应的单质及混合物。

[0003] FFC电解工艺在实验室基础上取得了较大的成就,但就其技术而言基本上还处于半连续的分批生产工艺,还未能实现连续化的工业运行。由于采用的是固态氧化物作为阴极,在电解过程中阴极一直为固体状态,在电解前后均需放入/提出电解槽,因此难以直接应用铝电解、镁电解等工业的电解槽来实现连续化生产。现有的实验型固态氧化物电解槽大多为半连续式,难以实现其工业化生产。固态氧化物直接电解还原的连续工业化生产的设备与技术相关报道较少。如专利W02005038092、CN200480037265.3根据铝电解工业槽形式提出的固态氧化物TiO<sub>2</sub>连续电解方式,它将阳极石墨置于电解槽熔盐上部,阴极托盘置于熔盐下部并呈倾斜状,TiO<sub>2</sub>颗粒从其中一侧上方加入,在重力作用下与阴极托盘接触并在托盘的振动下向另一侧储槽中滑动。这种方式需靠固态氧化物的重力,难以保证电流的稳定连接,从而影响电解的连续稳定进行。中国专利CN201280007577.4提出的固体原料电解槽,是将阳极并排列于熔盐上方,固体原料采用托盘,从电解槽阳极底部移动通过熔盐,同时在阴极和阳极上施加电压,实现还原。该方法在一定程度上借鉴了铝电解槽技术,在阴极托盘运动的同时实现固体原料的电解。该方式存在的问题仍是浸没于熔盐中的固体原料的直流导电问题,由于熔盐具有一定浮力,固体原料在托盘中的导电难以保证,导致电解过程的稳定性难以确保。

[0004] 本发明提出利用阴极篮装载固态氧化物并为固态氧化物提供电连接,形成一体的阴极,进一步与阳极、阴阳极集流体、阴阳极汇流排、隔热板等形成电极组,在此基础上,提出连续化电解的工业电解槽槽型和固态氧化物连续化电解的方法,推动固态氧化物或含固态氧化物的混合物直接电解还原的工业化发展。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置,实现固态氧化物连续电解还原技术的工业化。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种采用所述工业电解装置连续电解还原固态氧化物或含有固态氧化物的混合物的方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明的主要内容如下:一种固态氧化物或含有固态氧化物的

混合物连续电解还原的工业电解装置,包括:电解槽体、熔盐添加系统、电极系统、传动系统、监测系统、气氛控制系统,其中电解槽体主要包括电解室、电极组进料置换仓、电极组出料置换仓,电极系统包括电极组及直流阴阳极母线,电极组不断通过进料置换仓进入电解室,接通阴阳极母线进行电解,同时在传动系统的作用下依次移动至出料置换仓处完成电解并依次取出,从而实现固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原。

[0008] 在本发明中,电极组可以是单独的阴极和单独的阳极组,也可以是阴极和阳极组合的阴阳极组,在电解过程中阴极和阳极交替排布。电极组包括隔热板、阴阳极及其集流体等。所述的固态氧化物可以为Ti、Zr、Hf、Cr、Mo、W、V、Nb、Ta、Fe、Co、Ni、Mn、Cu、Zn、Si、Ge、Pb、Sn、Ag、Au、Pt、Pd、Rh、Ir、Ru、Os、Ga、In、Tl、Sc、U或者稀土元素中的一种或多种元素的氧化物。所述的含固态氧化物的混合物为所述氧化物之间混合或与导电金属或非金属单质的混合物。固态氧化物或含固态氧化物的混合物可压制成片状、颗粒状或块状中的一种或几种。可采用阴极篮装载固态氧化物或含固态氧化物的混合物,同时还通过压接等方式为其提供稳定的电连接,从而形成整体的阴极。在本发明中,电极组与直流阴阳极母线可以是运动连续导电,也可以是间断式导电。所述的运动连续导电可采用电刷或者滑轮式导电,电极组运动时电刷或者滑轮随着运动并实现导电。所述的间断式导电采用压紧连接、螺纹连接或法兰连接进行导电,所述的压紧连接的动力可以是气动、液压或者是重力中的一种或几种。电极组运动阴阳极汇流排和直流阴阳极母线导电接头脱开,电极组停止运动时导电接头接通实现导电进行电解。

[0009] 在本发明中,电解室可以是一个电极组大小为一个电解工位,分成多个电解工位,当电极组在传动系统作用下从第一个工位移动到最后一个工位时,电解完成,也可以是多个电极组为一个电解工位,当电解完成时,多个电极组同时移出电解室后再放入多个电极组开始下一轮电解。电解过程汇总多个电极组的隔热板共同形成电解室盖板,防止高温熔体对上部机械的热辐射。

[0010] 本发明的电解装置的传动系统可以为链式运送,也可以是脉冲式推动,电极组悬挂在链条上,依靠链条的驱动器向下一工位方向运动,也可以通过脉冲式推动器在导轨上运动。在本发明中,电极组进料置换仓和电极组出料置换仓内部设置有运送电极组的机械装置,用于电极组的进出。电极组进料置换仓和出料置换仓与电解室之间设置有闸板阀或者伸缩式隔板阀,用来保证电解室气氛。采用感应开关控制实现电极组进出电解室时的闸板阀或伸缩式隔板阀的开启和关闭,所述的感应开关可以是红外线感应开关、微波感应开关、电磁感应开关的一种或多种。电极组进料置换仓可实现抽气和惰性气体置换功能,保证电解室气氛可控,同时还具备加热功能,用于电极组的预热。电极组出料置换仓设有惰性气体喷淋装置,对电解后电极组进行冷却。本发明中的气氛控制系统包括进气口、出气口及控制器、尾气处理器,所述的进气口、出气口设置在槽体上,控制器通过控制进气量、抽气量来控制电解室中气体压力并快速排除电解中产生的废气和粉尘,并通过尾气处理器进行处理。

[0011] 本发明中的熔盐添加系统包括计量器、加料器,电解质通过计量器计量后再通过加料器从电解槽体的电解质进料口加入电解室中,加料器与电解槽体的电解质加料口相连接,加料动力可以是高位重力,也可以是熔体泵来提供。

[0012] 本发明中的电解槽体上设置有溢流口,用于将废液废渣排入废液槽,废液槽处于

电解装置保温层中,并可通过电解装置的侧门迅速移出和更换。

[0013] 本发明中的监测系统主要包含温度监控器、深度监测器、气体成分检测器、压力监测器,用于监测熔盐温度、深度及电解室气氛、压力,用于反馈控制电解槽加热保温元件、熔盐加料系统、气氛控制系统的工作状态。一种采用上述的工业电解装置进行固态氧化物或有固态氧化物的混合物连续电解生产的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:(1)通过熔盐添加系统将电解质加入电解室中,在电解槽体的加热保温作用下熔化;(2)将电极组推入电极组进料置换仓,开启阀门,在传动系统的作用下将电极组送入电解室第一个工位浸没在熔盐中;(3)根据所需电解时间,调节好传动系统运行速率,在一定的电解电压和电流密度下进行电解;(4)当电极组运行到最后一个工位时,停止电解,将电极组吊入电极组出料置换仓;(5)每从电解室取出一个或多个电极组,即可从电极组进料置换仓进入一个或多个电极组,实现连续电解。

[0014] 本发明所述的熔盐电解质可以为氯化钙也可以为以氯化钙为主的混合电解质,所述的混合电解质其他组分可以是LiCl、NaCl、KCl、BaCl<sub>2</sub>、CsCl、SrCl<sub>2</sub>中的一种或多种。所述的固态氧化物可以为Ti、Zr、Hf、Cr、Mo、W、V、Nb、Ta、Fe、Co、Ni、Mn、Cu、Zn、Si、Ge、Pb、Sn、Ag、Au、Pt、Pd、Rh、Ir、Ru、Os、Ga、In、Tl、Sc、U或者稀土元素中的一种或多种,所述的含固态氧化物的混合物为上述氧化物之间混合或与导电金属或非金属单质的混合物。所述的电解电压小于电解质理论分解电压,所述的电解电流密度为100~3000A/m<sup>2</sup>,所需的电解时间为达到电解固态氧化物所需电量及以上所需时间,所述的电解温度保持为600~1100℃。

[0015] 本发明的优点在于多个电极组连续进入电解室电解,并依次移动至出料置换仓冷却完成电解,实现固态氧化物电极组的连续电解,有利于推进固态氧化物电解技术的工业化连续生产。

[0016] 下面将进一步结合附图和实施例对本发明进行描述。这些描述只是为了进一步对本发明进行说明,而不是对本发明进行限制。

## 附图说明

[0017] 图1本发明固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装置示意图

[0018] 图2本发明所述的组合的阴阳极电极组局部放大图

[0019] 图3本发明链式运送系统工业电解装置示意图

[0020] 图4本发明脉冲式推动系统工业电解装置示意图

[0021] 图5非连续式工业电解装置示意图

[0022] 1-电解槽体加热保温部件,2-熔盐电解质,3-直流阴阳极母线,4-电解质加料口,5-进气口,6-电极组进料置换仓,7-电极组,8-传动系统,9-惰性气体喷淋器,10-电极组出料置换仓,11-闸板阀或隔板阀,12-尾气处理器,13-出气口,14-监测系统,15-溢流口,16-废液槽,17-阳极,18-阴极篮,19-固态氧化物阴极,20-隔热板,21-阳极汇流排,22-阴极汇流排,23-链条驱动轴,24-链条,25-脉冲推动器

## 具体实施方式

[0023] 本发明提供的固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原的工业电解装

置包括电解槽体、熔盐添加系统、电极系统、传动系统8、监测系统、气氛控制系统。图1是本发明的工业电解装置示意图,熔盐电解质2通过电解装置熔盐添加系统从熔盐加料口4加入电解室中并在加热保温部件1作用下保持熔化状态。电极组7通过左侧电极组进料置换仓6进入电解室中,连接在传动系统8上,同时电极组阴阳极汇流排与直流阴阳极母线3连接后开始电解。在电解的过程中,传动系统8带动电极组7往电极组出料置换仓10方向移动。以一个电极组尺寸为一个工位,电极组7每移动一个工位,电极组进料置换仓6放入一个新电极组进行电解,同时电极组出料置换仓10提起一个电解完毕的电极组,置于惰性气体喷淋器9下冷却后取出。电极组进料置换仓和出料置换仓与电解室之间设置有闸板阀或者伸缩式隔板阀11,用来保证电解室气氛。该工业连续电解装置设有气氛控制系统,通过控制进气流量和废气抽气流量来稳定电解室的气氛,气体从进气口5进入,从出气口13流出,同时设有尾气处理装置12,处理抽出的废气中的颗粒物和有害气体。该工业连续电解装置设有监测系统14,通过测试探头深入电解室及熔盐内部,测量熔盐温度、深度、组分及电解室气氛和压力,用于反馈给熔盐加料系统、气氛控制系统和电解槽体对各组分进行控制。工业连续电解装置右侧设有溢流口15和废液槽16,电解过程产生的废液废渣在电极移动过程中往溢流口15富集并排入废液槽16中,利于电解质的更新。

[0024] 图2给出的是阴阳极组合的阴阳极组实例,该电极组有阳极块17、阳极汇流21排、阴极篮18、固态氧化物阴极19、阴极汇流22排、隔热板20组成,隔热板大小与电解工位大小一致,多个电极组盖板连接共同形成电解室的防热盖板。

[0025] 图3是本发明的工业连续电解装置的一种传动系统8为链式运送的结构示意图,如图3所示,运送系统主要包括链条24和链条驱动轴23,电极组7在电极组进料置换仓6中机械吊入置换仓后,在机械装置作用下接入链式运送的链条24上,随着链条24的运行往电解室中移动。电极组7进入电解室后,电极组阴阳极汇流排与直流阴阳极母线相连接,即可开始电解。随着电解的进行,链式传动系统带着电极组缓慢往电极组出料置换仓10运行,到达出料置换仓10时,电解停止,电极组7在出料置换仓10中的机械协助下脱开链条,进入出料置换仓10,并在惰性气体喷淋下冷却后取出。每取出一个电极组7,从电极组进料置换仓放入一个电极组,从而实现固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原。

[0026] 图4是本发明的工业连续电解装置的一种脉冲推动式运送的结构示意图,如图4所示,运送系统主要为电极组进料仓方向的脉冲推动器25,推动器一个冲程为电极组一个工位。电极组7在电极组进料置换仓6中机械吊入置换仓后,在机械装置作用下进入电解室中,连接在运动轨道上,该运动轨道可以是直流阴阳极母线3,也可以是与直流阴阳极母线平行的轨道。电极组阴阳极汇流排的电刷或者滑轮与直流阴阳极母线3相连接后,即可开始电解。在电解的同时,脉冲推动器25按照设定频率推动电极组7往电极组出料置换仓10运行,将电极组7每推动一个工位后,脉冲推动器25缩回,待到电极组进料置换仓6进入一个新电极组后、继续进行脉冲推进。到达电极组出料置换仓10的电极组7与直流阴阳极母线3脱开后,在出料置换仓中机械操作下进入出料置换仓,通过惰性气体喷淋冷却后取出,实现固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续电解还原。

[0027] 采用本发明的工业电解装置进行固态氧化物或含固态氧化物的混合物连续熔盐电解方法的具体操作过程为:

[0028] 1.工业电解槽中预先为每个工位布置一个不含电极的电极组,关闭置换仓与电解

室的盖板。

[0029] 2. 开启气氛控制系统, 根据电解室气氛控制进气量和抽气量, 保证电解室气氛稳定。

[0030] 3. 从熔盐添加系统加入适量熔盐, 在工业电解装置的加热保温层作用下保持电解所需温度。

[0031] 4. 开启熔盐监测系统, 通过熔盐监测系统的探头测定熔盐组分、温度、深度、气氛组成、压力等, 并反馈给各路控制系统进行调整。

[0032] 5. 将固态氧化物或含固态氧化物的混合物压制成片状或者颗粒状与阴极篮装载成阴极, 同时与阳极、阴阳极汇流排、隔热板共同形成电极组。将电极组置于进料置换仓, 打开置换仓与电解室之间的隔板, 在置换仓中机械的作用下与传动系统的链条或轨道连接上, 随后在电解室内连接上直流阴阳极母线, 开启电解。

[0033] 6. 根据电解控制要求, 确定电解电流密度和电量, 设置合适的传动速度和频率, 使得每个电极组从第一个工位开始电解, 到达最后一个工位时电解结束。

[0034] 7. 电极组到达最后一个工位时, 出料置换仓与电解室的隔板开启, 电极组阴阳极汇流排和直流阴阳极母线脱开, 在出料置换仓中的机械装置作用下与传动系统脱开, 进入出料置换仓。此时出料置换仓与电解室隔板关闭, 开启惰性气体喷淋冷却装置, 将电极组迅速冷却至 $200^{\circ}\text{C}$ 以下后取出。

[0035] 8. 电极组每移动一个工位, 电极组进料置换仓按照步骤5进入一个电极组, 使得电解室中每个工位上都有一个电极组在电解。同时, 电解室根据监测系统的测试结果反馈控制电解室气氛及电解质的物性参数, 及时从溢流口排除废弃残渣。

[0036] 对比实施例:

[0037] 为了更清楚的了解本工业连续电解装置所带来的优势, 这里将申请人前期的非连续式电解槽进行对比。非连续式电解槽的示意图如图5所示, 为方便对比, 非连续式电解槽所有构件与本发明连续式电解装置基本一致, 包含了电解槽体、熔盐添加系统、电极系统、监测系统、气氛控制系统五个部分。在操作过程中, 每次只能将一个电极组模块通过置换仓置于电解室中电解, 电解完成后在置换仓中冷却后取出, 重新放入一个电极组重复电解。相比之下, 非连续式电解装置每次只能电解1个电极组模块, 但所需要的各个组件均不能少, 若以其作为一个基本单元复制进行工业化, 所需的操作量大, 占地面积广, 其效率远远低于连续式电解槽。

[0038] 本发明还可有其它多种实施例, 在不背离本发明及其实质的情况下, 本领域的技术人员根据发明作出相应的改变和变形, 但这些相应的改变和变形都应属于本发明权利要求的保护范围。



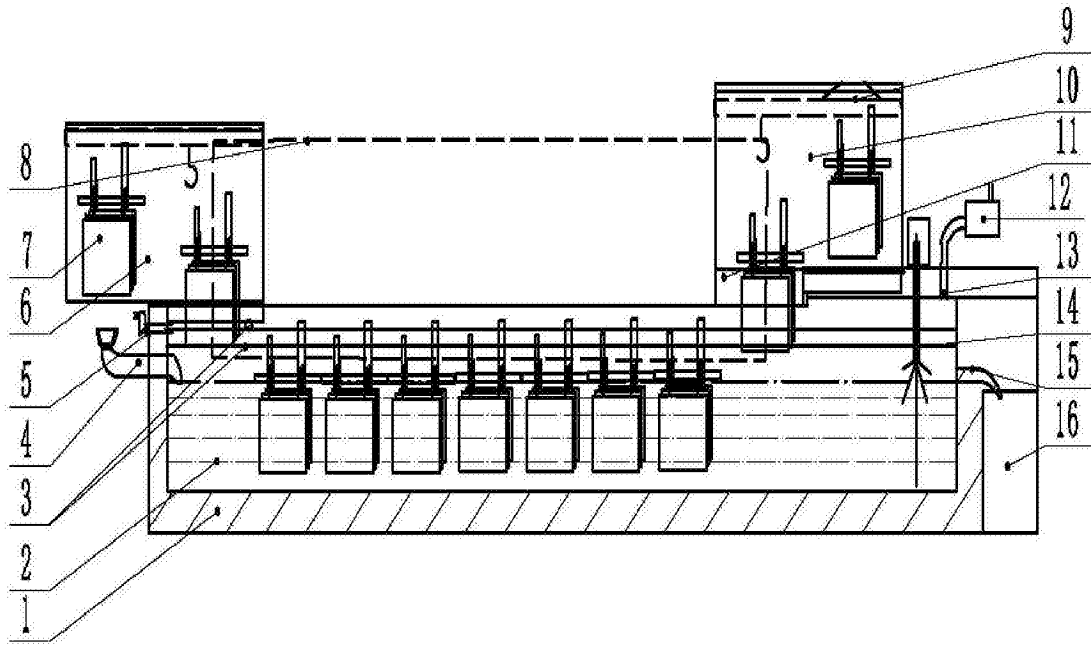


图1

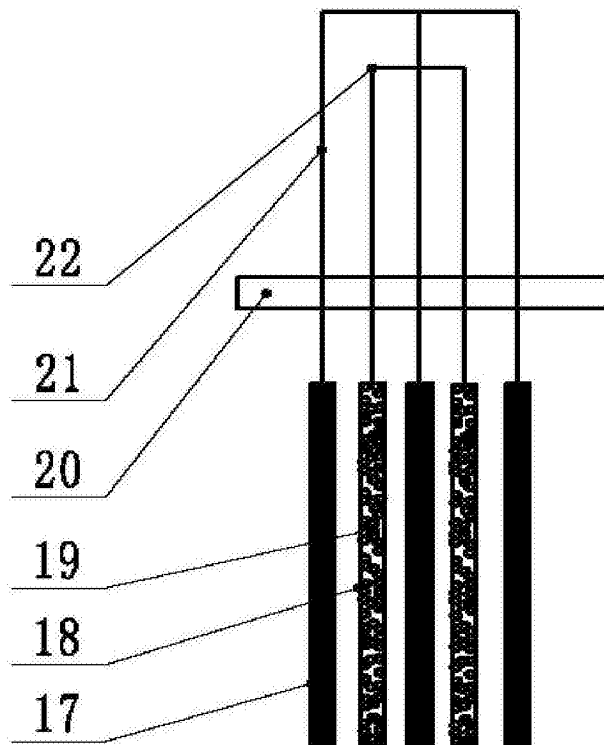


图2

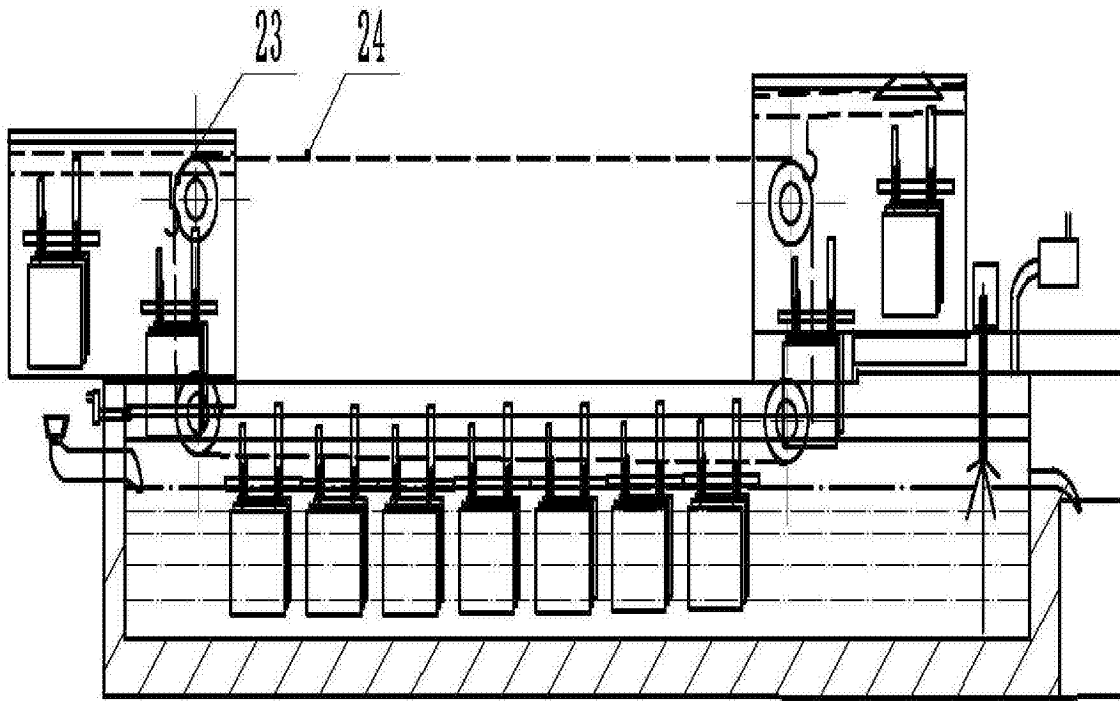


图3

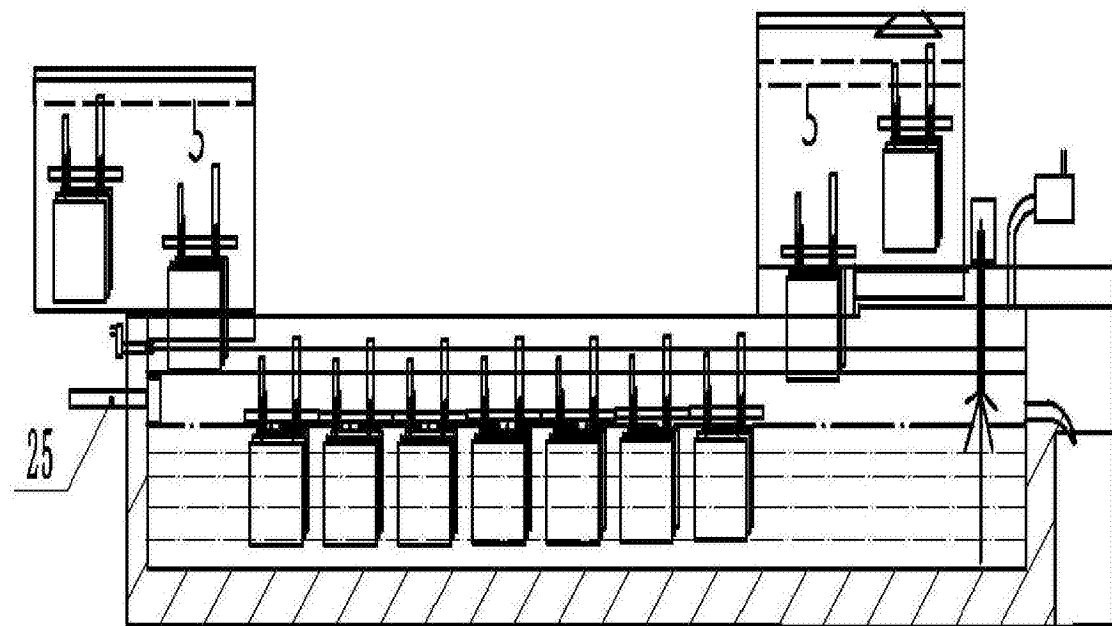


图4

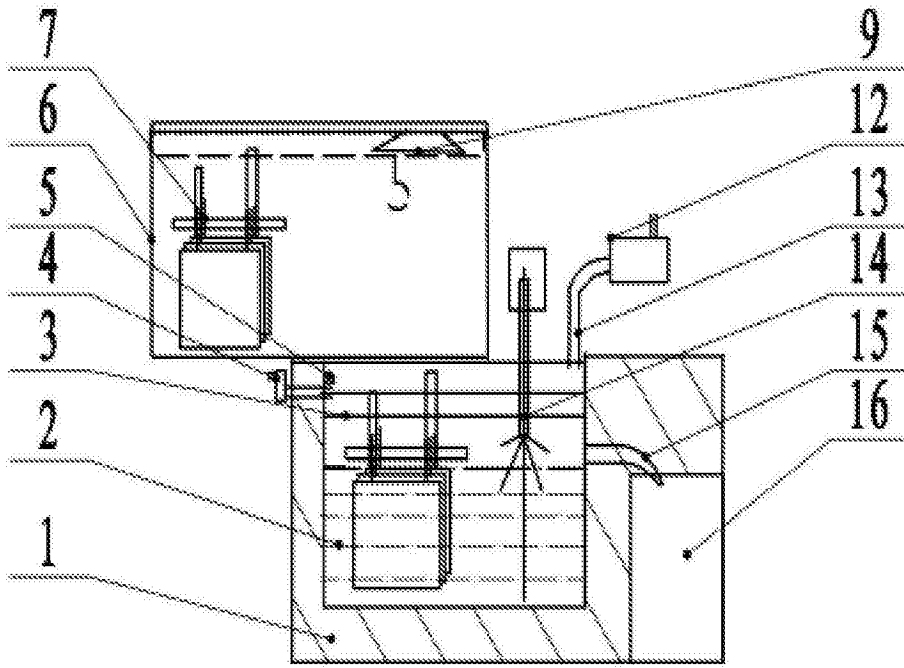


图5