



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103334123 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201310315228. 5

(22) 申请日 2013. 07. 24

(73) 专利权人 阳谷祥光铜业有限公司

地址 252327 山东省聊城市阳谷县石佛镇祥光路 1 号

(72) 发明人 周松林 王亚民 杨家庭 潘霞 梁源 王志普

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 赵青朵 李玉秋

(51) Int. Cl.

G25C 1/12(2006. 01)

G25C 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203474910 U, 2014. 03. 12, 权利要求 1-8.

CN 201534880 U, 2010. 07. 28, 说明书第 3-4 页实施例, 附图 1-5.

CN 202808966 U, 2013. 03. 20, 说明书第 2-3

页具体实施方式, 附图 2.

US 2006021880 A1, 2006. 02. 02, 说明书第 39、77、82 段, 第 9 页实施例 1 中的方案 F, 表 1.

CN 201686754 U, 2010. 12. 29, 全文.

US 2013161091 A1, 2013. 06. 27, 全文.

JP 2006274293 A, 2006. 10. 12, 全文.

CN 102492965 A, 2012. 06. 13, 全文.

CN 102912375 A, 2013. 02. 06, 全文.

别良伟. 铜电解车间提高电流密度下的生产与实践. 《铜业工程》. 2013, (第 119 期), 第 22-24 页.

审查员 刘子立

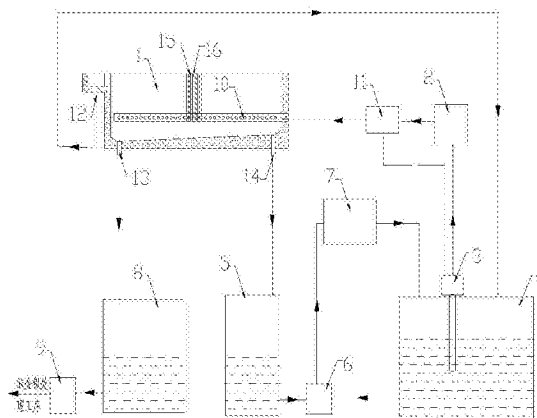
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种铜电解系统及运行方法

(57) 摘要

本发明提供了一种铜电解系统, 包括: 电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排, 所述电解槽的内侧壁设置有供液装置; 所述驱动装置的出口与所述冷却装置的入口相连接, 所述冷却装置的出口与所述供液装置的供液管道相连接, 所述电解槽的电解液排液口与电解液储槽的入口相连接, 所述电解液储槽的出口与所述驱动装置的入口相连接; 所述导电排设置在所述电解槽上沿, 阴极的导电棒与阳极的挂耳分别与所述导电排搭接。本发明的铜电解系统通过电解槽、冷却装置、驱动装置与导电排配合使用, 使铜电解过程中电流密度较高, 电解槽电压较低, 从而使铜的产率较高且耗能较低。



1. 一种铜电解系统,其特征在于,包括:电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排,所述电解槽的内侧壁设置有供液装置;所述驱动装置的出口与所述冷却装置的入口相连接,所述冷却装置的出口与所述供液装置的供液管道相连接,所述电解槽的电解液排液口与电解液储槽的入口相连接,所述电解液储槽的出口与所述驱动装置的入口相连接;

所述导电排设置在所述电解槽上沿,阴极的导电棒与阳极的挂耳分别与所述导电排搭接;

所述电解槽的底部还设置有阳极泥排液口与上清液排液口;所述铜电解系统还包括阳极泥储槽、上清液储槽、上清液泵、过滤装置与阳极泥泵;

所述上清液排液口与所述上清液储槽的入口相连接,所述上清液储槽的出口与上清液泵的入口相连接,所述上清液泵的出口与所述过滤装置的入口相连接,所述过滤装置的出口与所述电解液储槽的入口相连接;

所述阳极泥排液口与所述阳极泥储槽的入口相连接,所述阳极泥储槽的出口与所述阳极泥泵的入口相连接。

2. 根据权利要求1所述的铜电解系统,其特征在于,所述冷却装置与所述电解槽之间的供液管道上还设置有电解液流量检测装置。

3. 根据权利要求1或2所述的铜电解系统,其特征在于,所述驱动装置为变频泵。

4. 根据权利要求1或2所述的铜电解系统,其特征在于,所述冷却装置的冷却介质为水。

5. 根据权利要求1或2所述的铜电解系统,其特征在于,所述电解槽的阳极板与阴极板的中心距为80~100mm。

6. 根据权利要求1或2所述的铜电解系统,其特征在于,所述导电排设置有凹槽,所述凹槽的底面和两个侧面均为平面,且所述侧面与底面均具有夹角,所述凹槽的凹槽面与极板导电棒或挂耳接触。

7. 根据权利要求3所述的铜电解系统,其特征在于,所述驱动装置依据所述电解液流量检测装置输出的信号调节输出功率。

8. 利用权利要求1~7任一项所述的铜电解系统的铜电解运行方法,其特征在于,包括以下步骤:

电解液储槽中的电解液在驱动装置的带动下经冷却装置进入电解槽,然后所述电解液经供液装置沿电解槽的阴极板两侧喷出;

所述电解液在槽电压的作用下进行铜电解,所述铜电解过程中电解液的温度为56~68℃,电解液流量为80~120L/min,电流密度为400~500A/m²,铜离子浓度为40~60g/l,游离酸浓度为160~180g/l;

所述铜电解经一个阳极周期后还包括:

将所述阳极、阴极同时从所述电解槽中取出;

将上清液经所述上清液排液口进入上清液储槽;将阳极泥经所述阳极泥排液口进入阳极泥储槽;

所述上清液在上清液泵的作用下进入过滤装置过滤后进入电解液储槽;

所述阳极泥经阳极泥泵泵至阳极泥处理工序进行有价金属的提炼。

一种铜电解系统及运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铜电解技术领域,尤其涉及一种铜电解系统及运行方法。

背景技术

[0002] 电解精炼是有色金属冶炼特别是铜冶炼过程中的主要手段。在有色金属中,铜、铅、锌与镍的电解或电积过程均基于电化学原理。铜电解精炼的过程具体为:将阴极、阳极置于电解槽中,在通电情况下发生电化学反应,金属铜在阴极上不断析出成为阴极铜,阳极不断溶解,铜以离子状态进入电解液。

[0003] 随着社会经济的高速发展,世界各国都在扩大电解铜生产的规模,改造铜电解精炼技术,以提高电解铜的产率并降低电耗。金属铜的产量可直接通过式①得到,由式①可以得出:要提高铜的生产能力,在不增加额外投入的情况下,只能提高电流密度;根据式②可以得到:降低电耗的方法主要从降低槽电压和提高电流效率两方面考虑,但是电流效率基本在 95%~99% 之间,可提升的空间较小,对降低电耗的作用不大;而槽电压最低的 0.2V,最高的 0.4V,甚至更高达到 0.48V,因此如果能降低槽电压,则可有效降低电耗。

[0004] $m = (M \cdot i \cdot A \cdot t) / (z \cdot F)$ ①;

[0005] $W = (1000V) / (1.186U_i)$ ②;

[0006] $V = R \cdot I$ ③;

[0007] 式①中, m 为生产的铜质量, M 为铜的摩尔质量, i 为电流密度, A 为电极面积, t 为时间, z 为参加反应离子的化合价, F 为法拉第常数;

[0008] 式②中, W 为电耗, V 为槽电压, U_i 为电流效率;

[0009] 式③中, V 为槽电压, R 为电解电阻, I 为电流强度。

[0010] 从式①、②和③可以看出,如果要提高铜电解产量,就需要提高电流密度 i ,即提高电流强度 I 。但在电解条件不变的情况下,若电解电阻不变,随着电流强度的提高,槽电压也随之升高,相应的电耗也随之提高。现有技术中 $330A/m^2$ 的高电流密度直流电耗一般在 $330 \sim 380kwh/t \cdot 铜$,如果按照现有生产情况再提高电流密度,其电解直流电耗将进一步提高。因此电流密度的提高在为铜冶炼企业带来高产能的同时也带来了高电耗的困扰,使现有的铜冶炼企业处于两种生产现状:要么是低电流密度低产能,获得较低的生产成本,要么采用高电流密度高产能,承担高的生产成本。

[0011] 现有技术铜电解系统包括电解槽、电解液循环槽、电解液循环泵、板式换热器、高位槽与分液器,其中电解槽的出口与电解液循环槽的入口相连接,电解液循环槽的出口与电解液循环泵的入口相连接,电解液循环泵的出口与板式换热器的入口相连接,板式换热器的出口与高位槽的入口相连接,高位槽的出口与分液器的入口相连接,分液器的出口与电解槽的入口相连接,该电解系统适合于电流密度 $330A/m^2$ 以下的生产。因此,提供一种高效、节能的铜电解系统及其运行方法成为本行业技术人员关注的重点。

发明内容

[0012] 本发明解决的技术问题在于提供一种生产成本较低且铜电解生产效率高的铜电解系统与运行方法。

[0013] 有鉴于此,本发明提供了一种铜电解系统,包括:电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排,所述电解槽的内侧壁设置有供液装置;所述驱动装置的出口与所述冷却装置的入口相连接,所述冷却装置的出口与所述供液装置的供液管道相连接,所述电解槽的电解液排液口与电解液储槽的入口相连接,所述电解液储槽的出口与所述驱动装置的入口相连接;

[0014] 所述导电排设置在所述电解槽上沿,阴极的导电棒与阳极的挂耳分别与所述导电排搭接。

[0015] 优选的,所述电解槽的底部还设置有阳极泥排液口与上清液排液口;所述铜电解系统还包括阴极泥储槽、上清液储槽、上清液泵、过滤装置与阳极泥泵;

[0016] 所述上清液排液口与所述上清液储槽的入口相连接,所述上清液储槽的出口与上清液泵的入口相连接,所述上清液泵的出口与所述过滤装置的入口相连接,所述过滤装置的出口与所述电解液储槽的入口相连接;

[0017] 所述阳极泥排液口与所述阳极泥储槽的入口相连接,所述阳极泥储槽的出口与所述阳极泥泵的入口相连接。

[0018] 优选的,所述冷却装置与所述电解槽之间的供液管道上还设置有电解液流量检测装置。

[0019] 优选的,所述驱动装置为变频泵。

[0020] 优选的,所述冷却装置的冷却介质为水。

[0021] 优选的,所述电解槽的阳极板与阴极板的中心距为 80 ~ 100mm。

[0022] 优选的,所述导电排设置有凹槽,所述凹槽的底面和两个侧面均为平面,且所述侧面与底面均具有夹角,所述凹槽的凹槽面与极板导电棒或挂耳接触。

[0023] 优选的,所述驱动装置依据所述电解液流量检测装置输出的信号调节输出功率。

[0024] 本发明还提供了所述的铜电解系统的铜电解运行方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0025] 电解液储槽中的电解液在驱动装置的带动下经冷却装置进入电解槽,然后所述电解液经供液装置沿电解槽的阴极板两侧喷出;

[0026] 所述电解液在槽电压的作用下进行铜电解,所述铜电解过程中电解液的温度为 56 ~ 68℃,电解液流量为 80 ~ 120L/min,电流密度为 400 ~ 500A/m²,铜离子浓度为 40 ~ 60g/l,游离酸浓度为 160 ~ 180g/l。

[0027] 优选的,所述铜电解经一个阳极周期后还包括:

[0028] 将所述阳极、阴极同时从所述电解槽中取出;

[0029] 将上清液经所述上清液排液口进入上清液储槽;将阳极泥经所述阳极泥排液口进入阳极泥储槽;

[0030] 所述上清液在上清液泵的作用下进入过滤装置过滤后进入电解液储槽;

[0031] 所述阳极泥经阳极泥泵泵至阳极泥处理工序进行有价金属的提炼。

[0032] 与现有技术相比,本发明提供了一种铜电解系统,所述铜电解系统包括电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排。本发明通过设置驱动装置、冷却装置与电解槽供

液装置,提高了电解液循环速度,稳定了电解液的温度,使电解液通过供液装置沿阴极板两侧喷射,以保证铜电解过程中阴极板附近铜离子浓度,防止阴极附近因铜离子急速析出造成的浓差极化,使铜电解过程在高电流密度下顺利进行;同时铜电解系统中设置的导电排,不仅对极板定位起到一定的作用,同时通过增加导电排和极板挂耳或导电棒的接触面积,有效降低接触电势差,即降低了电解槽电压,使铜电解过程电耗较低,从而降低了铜电解的生产成本;另外,该导电排对极板定位和减少员工劳动强度具有积极作用,同时有效减少极板放置不正造成的极板短路而影响电流效率,即提高电流效率降低电解过程电耗。

[0033] 同时本发明在进行铜电解的过程中,通过采用本发明的铜电解系统并采用低铜高酸的电解液,降低了电解槽中电解液的电阻,即降低了电解过程中电解槽中的电解液电势降,从而实现高电流密度下铜电解过程生产成本低、生产效率高的目的。

附图说明

[0034] 图1为本发明铜电解系统的示意图;

[0035] 图2为本发明铜电解系统中导电排的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明优选实施方案进行描述,但是应当理解,这些描述只是为进一步说明本发明的特征和优点,而不是对本发明权利要求的限制。

[0037] 本发明实施例公开了一种铜电解系统,所述铜电解系统包括电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排,所述电解槽的内侧壁设置有供液装置;所述驱动装置的出口与所述冷却装置的入口相连接,所述冷却装置的出口与所述供液装置的供液管道相连接,所述电解槽的电解液排液口与电解液储槽的入口相连接,所述电解液储槽的出口与所述驱动装置的入口相连接;

[0038] 所述导电排设置在电解槽上沿,阴极的导电棒与阳极的挂耳分别与所述导电排搭接。

[0039] 如图1与图2所示,图1为本发明铜电解系统的示意图,图2为本发明导电排的结构示意图;图1中1为电解槽,2为冷却装置,3为驱动装置,4为电解液储槽,5为上清液储槽,6为上清液泵,7为过滤装置,8为阳极泥储槽,9为阳极泥泵,10为供液装置,11为电解液流量检测装置,12为电解液排液口,13为阳极泥排液口,14为上清液排液口,15为阴极板,16为阳极板;图2中17为导电排,18为凹槽。

[0040] 本发明中,电解槽1为铜电解发生的场所,其由侧壁、端壁与底部组成,所述电解槽的内侧壁上设置有供液装置10。本发明所述电解槽及电解槽内侧壁设置的供液装置为本领域技术人员熟知的设备。本发明所述供液装置10由电解槽1的槽体内侧壁、面板和两者之间的封闭空腔构成。所述面板上设置有电解液喷射装置。所述电解液喷射装置具有喷射电解液的作用,其与水平的夹角优选为 $0 \sim 30^\circ$ 。电解液喷射装置优选设置在距槽体底部较高的一端300mm~500mm处,并采用与水平呈 $0 \sim 30^\circ$ 夹角的方式,使电解液在每块阴极板两侧形成平行且靠近于阴极板的喷射流。本发明优选在所述电解槽1的一个内侧壁上设置所述供液装置10。

[0041] 本领域技术人员熟知的,在铜电解过程中电流密度升高时,在阴极上析出金属的速度加快,则会造成阴极附近的金属离子浓度降低而产生浓差极化和阳极钝化,使阳极溶剂速度降低,阴极杂质金属的析出,影响电流效率和阴极铜的质量。为了避免由于高电流密度下浓差极化问题的发生,本发明所述电解槽 1 中设置的供液装置 10 能够实现电解液在高压力的作用下,沿阴极板 15 两侧喷射出,确保每槽电解液以 80 ~ 120L/min 的流量进行循环,喷射出的电解液在阴极板 15 与阳极板 16 之间形成折流,在阴极板 15 附近形成向上的流动方式,在阳极板 16 附近形成向下流动的方式,避免了浓差极化的问题且有利于阳极泥的沉降。

[0042] 按照本发明,为了保证铜电解过程在高电流密度下进行,则需要电解液具有高的循环速度,高循环速度的电解液则需要较高的电解液驱动力,因此本发明电解液通过驱动装置 3 进入电解槽 1,所述驱动装置 3 优选为变频泵,采用变频泵能够保证本发明所要求的 80 ~ 120L/min 高电解液循环所需要的 0.2 ~ 0.3MPa 的高电解液压力。在高的循环速度下通过电解槽 1 的供液装置,保证了高电流密度下阴极板附近金属离子的浓度,防止阴极附近因铜离子急速析出造成的浓差极化,从而保证了铜电解过程的顺利进行。

[0043] 本发明在电解槽 1 与驱动装置 3 之间设置了冷却装置 2,所述冷却装置 2 的冷却介质优选为水。本领域技术人员熟知的,若电流密度较高则在铜电解过程中电解液温度升高,引起电解液的波动,从而使铜电解过程不稳定,进而影响电解铜的品质。因此为了确保电解槽 1 中电解液的温度维持在 56 ~ 68℃,在电解液循环过程中增加了对电解液的冷却,因此本发明设置了冷却装置 2。

[0044] 为了保证进入电解槽中电解液流量为 80 ~ 120L/min,本发明在电解槽 1 与冷却装置 2 之间优选设置了电解液流量检测装置 11。所述电解液流量检测装置 11 通过检测流向电解槽 1 中的电解液流量来控制驱动装置 3 的工作,以确保进入电解槽 1 的电解液流量控制在 80 ~ 120L/min。

[0045] 本发明在电解槽的上沿设置了导电排 17,使电解槽中阴极板的导电棒与阳极板的挂耳分别与所述导电排搭接。导电排在所述电解槽中作为导体使电流通过。所述导电排 17 在电解槽中的位置为本领域技术人员熟知的,本发明不作特别的限制。

[0046] 为了增加阴极导电棒或阳极挂耳与导电排 17 的接触面积,本发明优选设置了导电排的形状,如图 2 所示,图 2 为导电排 17 的结构示意图,图中 18 为导电排的凹槽。若将若干个电解槽串联在一起进行工业化的铜电解,则通过导电排 17 将两个电解槽的电极连接在一起,使每组电解槽形成串联,每组两端的电解槽 1 上的导电排 17 与电源连接,导电排 17 起到电解槽之间电路导线的作用。电解电流通过所述导电排 17 传导到电解槽,在电流的作用下电解槽内的阴、阳极板之间发生电化学反应。

[0047] 本领域技术人员熟知的,电解液电压降一般占电解降的 70% ~ 80%,约 0.2 ~ 0.35V,如果能有效降低电解液电阻将能降低电解液电压降。极板与导电排接触点的电压降占到电解液电压降的 20% ~ 30%,约 0.05 ~ 0.15V。本发明优选采用设置有凹槽 18 的导电排 17,且凹槽 18 的底面和两个侧面为平面,且所述侧面与底面均具有夹角,优选为 90 ~ 150°,使凹槽面与极板导电棒或挂耳表面紧密接触。通过增加导电棒或挂耳与导电排的接触面积,有效降低导体电阻,减少接触电势差 5 ~ 8%。同时导电排 17 凹槽的存在,确保在装槽时极板有效定位,使阴极板与阳极板的极距保持在 80 ~ 100mm,减少或者避免电解过程

中的极板的短路损失电能；另外，也可以减少作业人员极板定位的作业，降低劳动强度。

[0048] 本发明中电解槽 1 的供液装置 10 与电解液供液管路连接，电解液供液管路将电解槽 1、冷却装置 2、驱动装置 3 和电解液储槽 4 串联在一起；电解液排液管路将电解槽 1 和电解液储槽 4 串联在一起，电解液供液管路和电解液排液管路形成循环管路，电解液在这个密封的管路内不断循环。

[0049] 另外，在阴极、阳极同时出槽时需要将电解槽进行清理，则在电解槽 1 的底部优选设置上清液排放口 14 和阳极泥排放口 13。采用本领域技术人员熟知的设备对电解槽内的上清液和阳极泥进行清理。上清液排放口 14 通过上清液排放管路与上清液储槽 5 连接，阳极泥排放口 13 通过阳极泥排放管路与阳极泥储槽 8 连接。

[0050] 为保证电解液的清洁，减少如漂浮阳极泥等对阴极铜质量的影响，本发明优选对上清液进行过滤，以除去上清液或电解液中的杂质。

[0051] 为了有效回收阳极泥中如金、银等有色金属，将阳极泥通过阳极泥泵 9 泵至阳极泥处理工序回收金银，该方式可以减少阳极泥转运过程中的损失风险。

[0052] 本发明提供了一种铜电解系统，所述铜电解系统包括电解槽、冷却装置、驱动装置、电解液储槽与导电排。本发明通过设置驱动装置、冷却装置与电解槽供液装置，提高了电解液循环速度，稳定了电解液的温度，使电解液通过供液装置沿阴极板两侧喷射，以保证铜电解过程中阴极板附近金属铜离子浓度，防止阴极附近因铜离子急速析出造成的浓差极化，使铜电解过程在高电流密度下顺利进行；同时铜电解系统中设置的导电排，不仅对极板定位起到一定的作用，同时通过增加导电排和极板挂耳或导电棒的接触面积，有效降低接触电势差，即降低了电解槽电压，使铜电解过程电耗较低，从而降低了铜电解的生产成本；另外，该导电排对极板定位和减少员工劳动强度具有积极作用，同时有效减少极板放置不正造成的极板短路而影响电流效率，即提高电流效率降低电解过程电耗。

[0053] 本发明还提供了利用上述铜电解系统进行铜电解的运行方法，包括以下步骤：

[0054] 电解液储槽中的电解液在驱动装置的带动下经冷却装置进入电解槽，然后所述电解液经供液装置沿电解槽的阴极板两侧喷出；

[0055] 电解液在槽电压的作用下进行铜电解；所述铜电解过程中电解液的温度为 $56 \sim 68^{\circ}\text{C}$ ，流量为 $80 \sim 120\text{L}/\text{min}$ ，电流密度为 $400 \sim 500\text{A}/\text{m}^2$ ，铜离子浓度为 $40 \sim 60\text{g}/\text{l}$ ，游离酸浓度为 $160 \sim 180\text{g}/\text{l}$ 。

[0056] 本发明通过采用上述提供的铜电解系统，保证了在铜电解过程中电流密度可达 $400 \sim 500\text{A}/\text{m}^2$ ；同时由于上述电解系统，保证了铜电解在高电流密度下，铜离子浓度稳定为 $40 \sim 60\text{g}/\text{l}$ ，游离酸的浓度稳定为 $160 \sim 180\text{g}/\text{l}$ ，使铜电解过程顺利进行且直流电耗降低 $8\% \sim 12\%$ 。本发明的电流效率为 $96 \sim 99.5\%$ ，直流电耗为 $380 \sim 450\text{kwh}/\text{t} \cdot \text{铜}$ 。

[0057] 按照本发明，在通电一个阴极周期后，将阴极板取出，然后重新放入不锈钢阴极片。按照上述步骤，经过一个阳极周期，将阴、阳极板全部取出，首先将上清液经上清液排放口 14 排入上清液储槽 5；阳极泥经阳极泥排放口 13 排入阳极泥储槽 8。上清液经过滤返回电解液循环系统；阳极泥经阳极泥泵 9 泵至阳极泥处理工序提炼金银等有色金属。

[0058] 本发明在进行铜电解的过程中，通过采用本发明提供的铜电解系统与低铜高酸的电解液，降低了电解槽中电解液的电阻，即降低了电解过程中电解槽中的电解液电势降，从而实现高电流密度下铜电解过程生产成本低、生产效率高的目的。

[0059] 为了进一步理解本发明,下面结合实施例对本发明提供的铜电解系统及铜电解运行方法进行详细说明,本发明的保护范围不受以下实施例的限制。

[0060] 实施例 1

[0061] 在电解槽中间隔放置 54 块粗铜阳极板和 53 块纯铜阴极板,以 Cu^{2+} 浓度为 45g/l,游离酸浓度 180g/l 为电解液,启动变频泵,将电解液通过电解液供液管路输送到电解槽,电解液通过供液装置,向其供给电解液,电解液沿靠近于阴极板方向喷出,然后,喷出的电解液通过极板与槽体侧壁之间的空腔、极板与槽体底部之间的空腔向槽体两端运动,最后从槽体两端的溢流口返回电解液循环系统。

[0062] 电解的工艺参数如下:电解液的流量为 110L/min,电解液的压力为 0.3MPa,电解的温度为 58℃,电流密度为 410A/m²,电流效率为 99%,电解直流电耗为 395kwh/t·铜。在上述电解过程中,电流通过导电排传到各电解槽上的阴、阳极板,阴极板和阳极板在通电的条件下发生电化学反应,在阴极板上析出合格的铜产品。

[0063] 实施例 2

[0064] 在电解槽中间隔放置 54 块粗铜阳极板和 53 块纯铜阴极板,以 Cu^{2+} 浓度为 58g/l,游离酸浓度 165g/l 为电解液,启动变频泵,将电解液通过电解液供液管路输送到电解槽,电解液通过供液装置,向其供给电解液,电解液沿靠近于阴极板方向喷出,然后,喷出的电解液通过极板与槽体侧壁之间的空腔、极板与槽体底部之间的空腔向槽体两端运动,最后从槽体两端的溢流口返回电解液循环系统。

[0065] 电解的工艺参数如下:电解液的流量为 90L/min,电解液的压力为 0.25MPa,电解的温度为 66℃,电流密度为 490A/m²,电流效率为 97%,电解直流电耗为 420kwh/t·铜。在上述电解过程中,电流通过导电排传到各电解槽上的阴、阳极板,阴极板和阳极板在通电的条件下发生电化学反应,在阴极板上析出合格的铜产品。

[0066] 以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干改进和修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0067] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

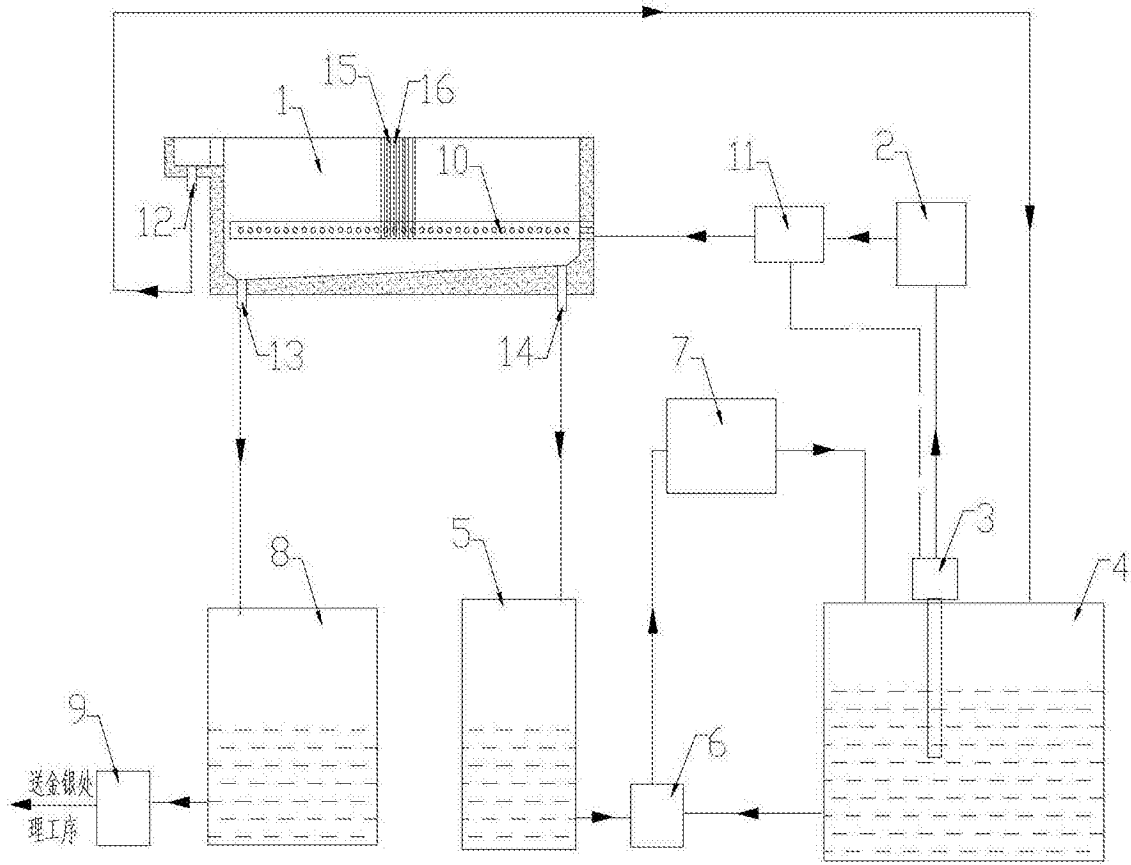


图 1

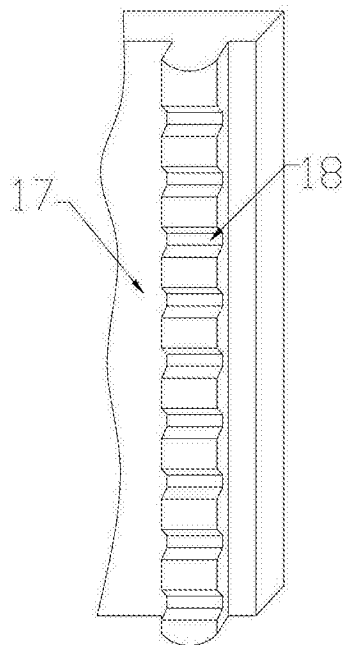


图 2