



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103011347 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 05

(21) 申请号 201210182220. 1

C02F 103/16 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 06. 01

(56) 对比文件

(73) 专利权人 浙江师范大学

CN 101570372 A, 2009. 11. 04, 实施例 1.

地址 321004 浙江省金华市婺城区迎宾大道
688 号浙江师范大学化学与生命科学
学院学院

CN 101717134 A, 2010. 06. 02, 实施例 1.

CN 101717135 A, 2010. 06. 02, 实施例 1.

CN 101353795 A, 2009. 01. 28, 具体实施方式.

(72) 发明人 李小忠 吕妍 郜雪媒 蓝阳丰

式.

审查员 温媚

(74) 专利代理机构 金华科源专利事务所有限公
司 33103

代理人 胡杰平

(51) Int. Cl.

C02F 1/461 (2006. 01)

C02F 1/72 (2006. 01)

C02F 9/08 (2006. 01)

C25C 1/12 (2006. 01)

C02F 1/28 (2006. 01)

C02F 1/66 (2006. 01)

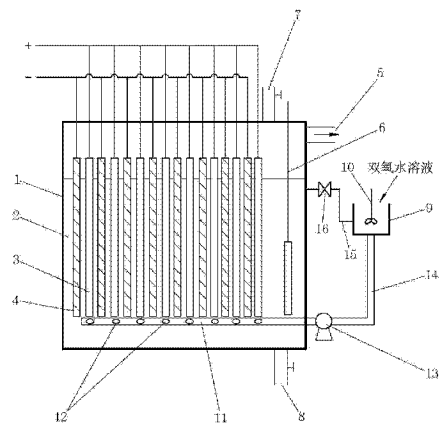
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法。本发明与现有的处理含铜电镀废水方法相比,具有工艺简单、易控制、无二次污染、去除率高、所沉积的铜可回收利用、出水可重复利用的优点。本发明是通过如下方式完成的,电解处理含铜电镀废水通过电解处理含铜电镀废水装置来进行,该装置包括电解槽和电解液搅拌装置,其中,电解处理含铜电镀废水的方法是:在含铜电镀废水中通过加入生石灰调节废水的 pH 值,去除含铜电镀废水中沉淀物得到电解液,在装有电解液的电解槽中加入一定量的 NaCl 和 KCl;电解过程中,向电解槽内缓慢加入适量双氧水溶液;当阴极析出铜后,对析出的铜加以回收利用。



1. 一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法, 电解处理含铜电镀废水是通过电解处理含铜电镀废水装置进行的, 电解处理含铜电镀废水装置包括电解槽和电解液搅拌装置, 电解液搅拌装置由搅拌器、输液管一、循环泵、输液管二、输液管三组成, 电解槽采用玻璃电解槽, 阳极和阴极分别采用钛基铂电极和铜电极, 阳极与阴极按单极并联方式交错布置, 其特征在于电解处理含铜电镀废水的方法是: 在含铜电镀废水中加入生石灰调节废水的 pH 值, 去除含铜电镀废水中沉淀物得到电解液, 在装有电解液的电解槽中按摩尔比 1:1 的比率分别加入 NaCl 和 KCl, 使电解液中的氯离子含量为铜离子含量的两倍; 电解过程中, 向电解槽内缓慢加入适量双氧水溶液; 当阴极析出铜后, 对析出的铜加以回收利用。

2. 根据权利要求 1 所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法, 其特征在于电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法包括以下步骤:

(1) 在含铜电镀废水中加入生石灰将废水的 pH 值调节至 6.0 ~ 7.0, 然后去除含铜电镀废水中的沉淀物得到电解液;

(2) 将步骤(1)中得到的电解液放入电解槽中, 然后在电解槽中按摩尔比 1:1 的比率分别加入 NaCl 和 KCl, 使电解液中的氯离子含量为铜离子含量的两倍;

(3) 电解过程中向电解槽缓慢加入双氧水溶液, 保持溶液中的双氧水浓度维持在 0.5 ~ 3%;

(4) 电解结束后, 在电解液出水中分别加入活性炭 20 ~ 80mg/L 和 Y 型沸石 100 ~ 500mg/L 吸附废水中剩余的重金属离子。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法, 其特征在于在电解过程中, 当阴极析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极析出的铜加以回收利用。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法, 其特征在于在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量, 确定回收阴极上析出铜的时间, 对阴极析出的铜加以回收利用。

一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及含重金属离子废水处理领域,采用电解法去除电镀废水中的铜离子,特别是一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法。

技术背景

[0002] 重金属在环境中难以生物降解且易积累,能对环境及人体健康产生长远的不良影响。如何彻底消除重金属污染,同时回收含重金属废水中的水和重金属资源,成为了致力环保研究的学者们所关注的焦点。处理含重金属离子废水的方法一般分为四类:第一类是根据溶度积原理,使重金属生成难溶于水的化合物,达到固液分离的目的,包括中和沉淀法、硫化物沉淀法、钡盐沉淀法和铁氧体法。第二类是在不改变废水中的重金属离子的化学形态条件下进行吸附、浓缩和分离的方法,包括木质素吸附、活性炭吸附、溶剂萃取法、CO₂-SFE 流体萃取法、离子交换法等;第三类是电解法,利用金属的电化学性质,在直流电的作用下,重金属化合物在阳极离解成金属离子,在阴极还原成金属,从而除去废水中的重金属离子;第四类是通过生物有机体或其代谢产物与重金属离子之间的相互作用达到处理废水中重金属离子的目的,包括生物絮凝法、生物吸附法、植物整治法等。

[0003] 目前,含铜废水处理一般包括化学沉淀法、离子交换法、萃取法以及吸附法。

[0004] 1. 化学沉淀法

[0005] 在化学沉淀法中,以中和沉淀法应用最广泛,此方法的处理实质是调节废水 pH 值,而由于各种金属最佳沉淀的 pH 值不同,使得去除效果不好;且对既含铜又含其它重金属及络合物的混合电镀废水,铜的去除效果不好,往往达不到排放标准。再者如果废水中含有氰、铵等络合离子,与铜离子形成络合物,铜离子不易离解,使得铜离子不能达标排放。特别是对含有氰的含铜混合废水经处理后,铜离子的浓度和 CN 的浓度几乎成正比,只要废水中的 CN 存在,出水中的铜离子浓度就不会达标。这就使得利用中和沉淀法处理含铜混合废水的出水效果不好,特别是对于铜的去除效果不佳。而硫化物沉淀法由于硫化物沉淀细小,不易沉降,限制了它的应用。

[0006] 2. 离子交换法

[0007] 离子交换是靠交换剂本身所带的能自由移动的离子与被处理的溶液中的离子通过离子扩散来实现的。与沉淀法相比,其在低浓度废水处理方面具有一定的优势,但该方法受树脂的吸附容量、废水中杂质的影响以及交换剂品种、产量的限制,且对废水的预处理要求较高,离子交换树脂的再生及再生液的处理也是一个难以解决的问题。且由于这些螯合树脂价格昂贵,生产成本较高,因此此方法大多停留在试验阶段,较少在工业中大规模应用。

[0008] 3、溶剂萃取法

[0009] 溶剂萃取法是将不溶于水而能溶解水中某种物质(称溶质或萃取物)的溶剂投入废水中,使溶质充分溶解在溶剂内,进而从废水中分离除去或回收。萃取过程主要包括混合、分离和回收 3 个工序。溶剂萃取法处理废水的关键是要使用有较高选择性的萃取剂。由于溶剂在萃取过程中的流失和再生过程中能源消耗大,此法的应用受到了很大的限制。

[0010] 4. 吸附法

[0011] 吸附法是利用吸附剂的独特结构去除重金属离子的一种方法。传统吸附剂有活性炭、腐植酸、聚糖树脂、渣藻土等。实践证明,使用不同吸附剂的吸附法,不同程度地存在投资大,运行费用高,污泥产生量大等问题,处理后的水难于达标排放。

[0012] 综上所述,现有的处理含铜离子电镀废水的技术存在着工艺复杂、不易控制、具有二次污染、去除率低、超标排放、出水难以重新再利用等不足之处。

发明内容

[0013] 本发明的目的是针对现有的处理含铜电镀废水方法所存在的工艺复杂、不易控制、二次污染、去除率低的不足之处,提供一种具有工艺简单、易控制、无二次污染、去除率高、所沉积的铜可回收利用、出水可重复利用等优点的电镀废水处理技术。

[0014] 本发明一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法,电解处理含铜电镀废水是通过电解处理含铜电镀废水装置进行的,电解处理含铜电镀废水装置包括电解槽和电解液搅拌装置,电解液搅拌装置由搅拌器、输液管一、循环泵、输液管二、输液管三组成,电解槽采用玻璃电解槽,阳极和阴极分别采用钛基铂电极和铜电极,阳极与阴极按单极并联方式交错布置;其中,电解处理含铜电镀废水的方法是:在含铜电镀废水中通过加入生石灰调节废水的 pH 值,去除含铜电镀废水中沉淀物得到电解液,在装有电解液的电解槽中加入一定量的 NaCl 和 KCl;电解过程中,向电解槽内缓慢加入适量双氧水溶液;当阴极析出铜后,对析出的铜加以回收利用。

[0015] 在所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法中,电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法包括以下步骤:

[0016] (1)在含铜电镀废水中加入生石灰将废水的 pH 值调节至 6.0~7.0,然后去除含铜电镀废水中的沉淀物得到电解液;

[0017] (2)将步骤(1)中得到的电解液放入电解槽中,然后在电解槽中按摩尔比 1:1 的比率分别加入 NaCl 和 KCl,使电解液中的氯离子含量为铜离子含量的两倍;

[0018] (3)电解过程中向电解槽缓慢加入双氧水溶液,保持溶液中的双氧水浓度维持在 0.5~3%;

[0019] (4)电解结束后,在电解液出水中分别加入活性炭 20~80mg/L 和 Y 型沸石 100~500mg/L 吸附废水中剩余的重金属离子。

[0020] 在所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法中,在电解过程中,当阴极析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时,对阴极析出的铜加以回收利用。

[0021] 在所述的一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法中,在电解过程中,可通过计量电镀废水的电荷累积量,确定回收阴极上析出铜的时间,对阴极析出的铜加以回收利用。

[0022] 在本发明一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法中,通直流电电解时,阴极和阳极分别进行析铜和析氧反应,其电化学反应原理如下:

[0023] 阴极的反应为: $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Cu} \downarrow$

[0024] 阳极的反应为: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2 \uparrow$

[0025] $3\text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{ClO}^- + 2\text{Cl}^- + 8\text{H}^+$

[0026] $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

[0027] 在电解过程中,双氧水在 Cu^{2+} 催化和电解作用下分解为 H_2O ,同时利用阳极析出的氯气,溶于水生成具有强氧化性的 HClO ,其与 H_2O 共同作为氧化剂将电解液中 CN^- 、 NH_4^+ 和有机络合剂等氧化分解为 CO_2 和 H_2O ,与络合剂形成配合物的 Cu^{2+} 得以释放到电解液中参与电解而得以去除。

[0028] 电解结束后,分别加入适量的活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。本发明具有工艺流程简单、无二次污染,且所沉积的重金属铜可直接回收利用,经济效益高等优点。含铜废水经该工艺处理后铜的去除率高达 99.5 ~ 99.99%、出水中铜离子的残留量小于 0.05mg/L,远低于国家一级排放标准,出水可以重复利用。

[0029] 本发明与现有的净化含铜电镀废水的方法相比,本发明的特点是:

[0030] 1、在电解处理前,加入适量的生石灰,既可以将废水的 pH 值调节至 6.0 ~ 7.0,又可以将电镀废水中部分游离的 Cu^{2+} 反应生成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀得以过滤去除,从而降低电解工艺的 Cu^{2+} 负荷。

[0031] 2、按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl ,使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍,使得电解时阴极析出铜的同时,阳极析出氯气,使电解液始终维持在中性,这样避免了阳极析出氧气导致溶液的 pH 值快速降低而不能达标排放。同时 Cl_2 溶于水生成具有强氧化性的 HClO ,氧化分解 CN^- 、 NH_4^+ 和有机络合剂,与络合剂形成配合物的 Cu^{2+} 得以释放到电解液中参与电解而得以去除。

[0032] 3、在电解过程中,缓慢加入适量双氧水溶液。双氧水在 Cu^{2+} 催化和电解双重作用下分解为氧化性更强的羟基自由基,其与 HClO 共同将电解液中 CN^- 、 NH_4^+ 和有机络合剂等氧化分解为 CO_2 和 H_2O ,这样可以杜绝由于 Cu^{2+} 与络合剂形成配合物而难以被电解去除的现象,大幅度地提高电解去除废水中的 Cu^{2+} 能力。

[0033] 4、电解结束后,分别加入适量的活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子,不但使出水中铜离子的残留量小于 0.05mg/L,远低于国家一级排放标准,而且出水可以重复利用。

[0034] 5、设备及工艺流程简单,阴极采用铜电极,电解过程中阴极板上无铜之外的杂质析出,从而保证回收铜的高纯度。含铜电镀废水经该工艺处理后,铜的去除率高达 99.5 ~ 99.99%。且铜离子以单质的形式在阴极板析出,方便收集、回收利用,避免了二次污染,完全符合“变废为宝、废物资源化”原则。属于环境友好型的处理含铜离子电镀废水的工艺流程,符合我国当前的战略发展要求,极具推广应用价值。

附图说明

[0035] 图 1 为电解处理含铜电镀废水装置的结构示意图。

[0036] 在附图 1 中,1 表示电解槽;2 表示电解液;3 表示阳极;4 表示阴极;5 表示排气口;6 表示 pH 计;7 表示进料口;8 表示出料口;9 表示调节槽;10 表示搅拌器;11 表示输液管一;12 表示出液孔;13 表示循环泵;14 表示输液管二;15 表示输液管三;16 表示节流阀。

具体实施方式

[0037] 本发明采用电解法净化含铜电镀废水,其实施应用范围较广,在此仅通过以下实

施例对本发明作进一步说明。

[0038] 实施例 1：

[0039] 参照附图 1, 一种电解处理含铜电镀废水并回收铜的方法, 电解处理含铜电镀废水是通过电解处理含铜电镀废水装置进行的, 电解处理含铜电镀废水装置包括电解槽 1 和电解液搅拌装置, 电解槽 1 采用玻璃电解槽, 阳极 3 采用钛基铂电极, 阴极 4 采用铜电极, 阳极 3 与阴极 4 按单极并联方式交错布置, 在电解槽 1 顶部设有排气口 5 和进料口 7, 在进料口 7 上设有阀门, 在电解槽 1 内设有 pH 计 6, 在电解槽 1 底部设有出料口 8, 在出料口 8 上设有阀门; 电解液搅拌装置由调节槽 9、搅拌器 10、输液管一 11、循环泵 13、输液管二 14、输液管三 15 组成, 循环泵 13 分别与输液管一 11 和输液管二 14 的一端相接, 输液管一 11 一段设在电解槽 1 内的阳极 3 与阴极 4 的下方, 位于阳极 3 下方的输液管一 11 上开有出液孔 12, 输液管二 14 的另一端与 pH 调节槽 9 的底部出液口相接, 输液管三 15 的一端与 pH 调节槽 9 的进液口相接, 输液管三 15 的另一端与电解槽 1 的高液位处的出液口相接, 在输液管三 15 上设有节流阀 16。

[0040] 电解处理含铜电镀废水的方法是: 电解处理前, 在浓度为 10.9mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰, 调节废水的 pH 值至 6.0, 并过滤去除沉淀物; 将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2, 再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl, 使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍, 阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 8mm; 电解时, 通 1.0V 直流电, 在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内, 通过电解液搅拌装置的输液管一 11 上的出液孔 12, 在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 0.5%, 电解析出的气体从排气管 5 排出, 电解时间为 0.5 小时; 在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间, 当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极 4 析出的铜加以回收利用; 电解结束后将水从排水管 8 排出, 并在电解出水中分别加入 20mg/L 和 100mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.04mg/L, 从而得出铜离子的去除率为 99.63%。

[0041] 实施例 2：

[0042] 参照附图 1, 电解法净化含铜离子电镀废水的电解处理含铜电镀废水装置与实例 1 相同。电解处理含铜电镀废水的方法是: 电解处理前, 在浓度为 15.8mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰, 调节废水的 pH 值至 6.9, 并过滤去除沉淀物; 将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2, 再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl, 使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍, 阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 4.5mm; 电解时, 通 5.0V 直流电, 在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内, 通过电解液搅拌装置的输液管一 11 上的出液孔 12, 在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 1.5%, 电解析出的气体从排气管 5 排出, 电解时间为 1.0 小时; 在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间, 当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极 4 析出的铜加以回收利用; 电解结束后将水从排水管 8 排出, 并在电解出水中分别加入 30mg/L 和 200mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.03mg/L, 从而得出铜离子的去除率为 99.81%。

[0043] 实施例 3 :

[0044] 参照附图 1, 电解法净化含铜离子电镀废水的电解处理含铜电镀废水装置与实例 1 相同。电解处理含铜电镀废水的方法是: 电解处理前, 在浓度为 384mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰, 调节废水的 pH 值至 7.0, 并过滤去除沉淀物; 将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2, 再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl, 使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍, 阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 15mm; 电解时, 通 16.0V 直流电, 在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内, 通过电解液搅拌装置的输液管 11 上的出液孔 12, 在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 3%, 电解析出的气体从排气管 5 排出, 电解时间为 4.0 小时; 在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间, 当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极 4 析出的铜加以回收利用; 电解结束后将水从排水管 8 排出, 并在电解出水中分别加入 50mg/L 和 400mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.04mg/L, 从而得出铜离子的去除率为 99.99%。

[0045] 实施例 4 :

[0046] 参照附图 1, 电解法净化含铜离子电镀废水的电解处理含铜电镀废水装置与实例 1 相同。电解处理含铜电镀废水的方法是: 电解处理前, 在浓度为 82.5mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰, 调节废水的 pH 值至 6.8, 并过滤去除沉淀物; 将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2, 再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl, 使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍, 阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 12mm; 电解时, 通 10.0V 直流电, 在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内, 通过电解液搅拌装置的输液管 11 上的出液孔 12, 在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 0.5%, 电解析出的气体从排气管 5 排出, 电解时间为 3 小时; 在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间, 当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极 4 析出的铜加以回收利用; 电解结束后将水从排水管 8 排出, 并在电解出水中分别加入 40mg/L 和 300mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.02mg/L, 从而得出铜离子的去除率为 99.98%。

[0047] 实施例 5 :

[0048] 参照附图 1, 电解法净化含铜离子电镀废水的电解处理含铜电镀废水装置与实例 1 相同。电解处理含铜电镀废水的方法是: 电解处理前, 在浓度为 671mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰, 调节废水的 pH 值至 7.0, 并过滤去除沉淀物; 将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2, 再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl, 使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍, 阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 12mm; 电解时, 通 16.0V 直流电, 在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内, 通过电解液搅拌装置的输液管 11 上的出液孔 12, 在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 3%, 电解析出的气体从排气管 5 排出, 电解时间为 4 小时; 在电解过程中, 通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间, 当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时, 对阴极 4 析出的铜加以回收利用; 电解结束后

将水从排水管 8 排出,并在电解出水中分别加入 80mg/L 和 500mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.05mg/L,从而得出铜离子的去除率为 99.99%。

[0049] 实施例 6:

[0050] 参照附图 1,电解法净化含铜离子电镀废水的电解处理含铜电镀废水装置与实例 1 相同。电解处理含铜电镀废水的方法是:电解处理前,在浓度为 215mg/L 的电镀含铜废水中加入适量的生石灰,调节废水的 pH 值至 6.5,并过滤去除沉淀物;将滤液通过进料口 7 进入电解槽 1 内作为电解液 2,再在电解液 2 中按摩尔比 1:1 的比率分别加入适量的 NaCl 和 KCl,使得溶液中氯离子含量为铜离子含量的两倍,阳极 3 与阴极 4 之间的间距为 10mm;电解时,通 8.0V 直流电,在阳极缓慢加入 30% 双氧水溶液加入电解液搅拌装置的调节槽 9 内,通过电解液搅拌装置的输液管 11 上的出液孔 12,在阳极 3 下方缓慢加入 30% 双氧水溶液使废水中双氧水浓度维持在 1.5%,电解析出的气体从排气管 5 排出,电解时间为 2 小时;在电解过程中,通过计量电镀废水的电荷累积量确定回收阴极 4 上析出铜的间隔时间,当阴极 4 析出铜的平均厚度达 1/2 极板间距时,对阴极 4 析出的铜加以回收利用;电解结束后将水从排水管 8 排出,并在电解出水中分别加入 40mg/L 和 200mg/L 活性炭和 Y 型沸石吸附废水中剩余的极微量重金属离子。测定经处理的电镀废水中铜离子的残留量为 0.04mg/L,从而得出铜离子的去除率为 99.98%。

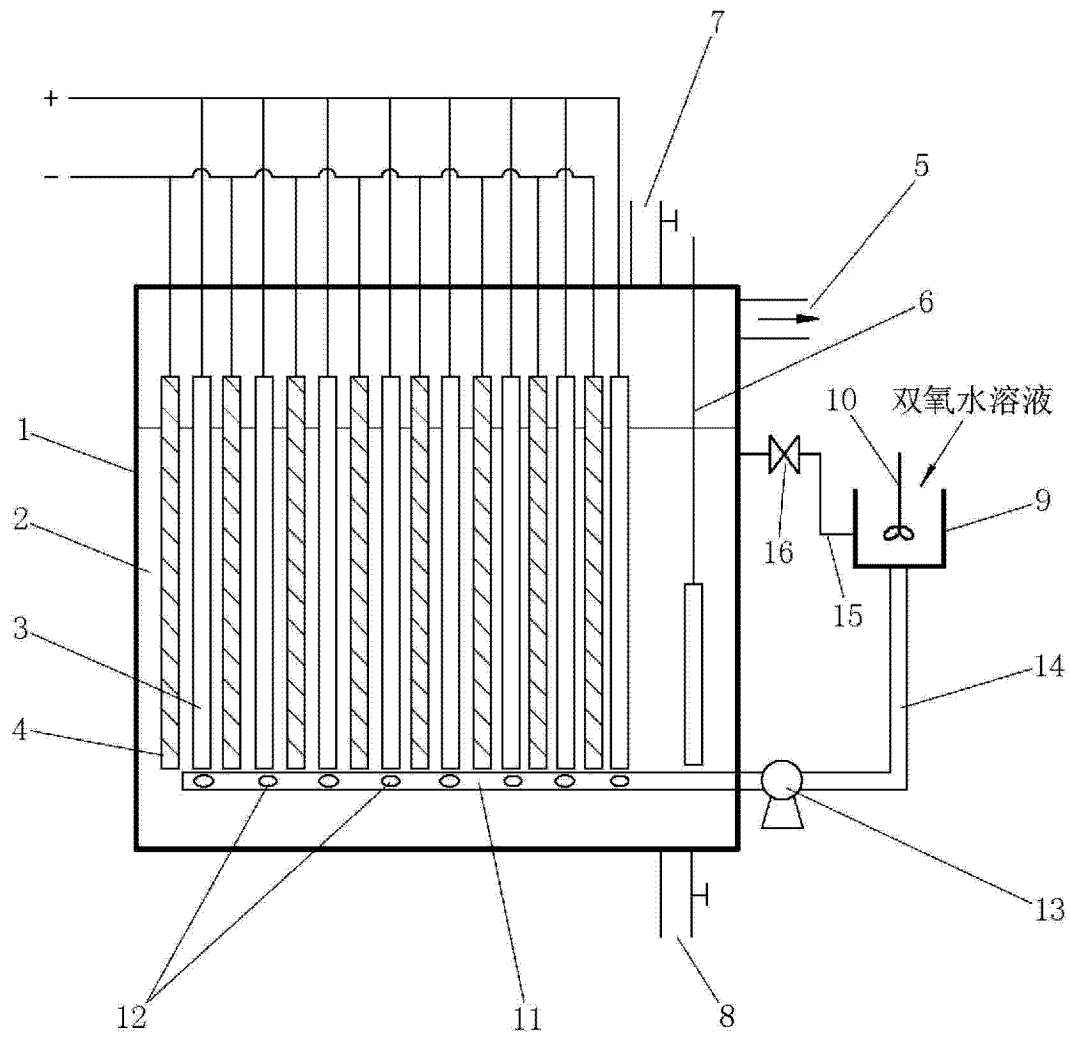


图 1