

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102206835 A

(43) 申请公布日 2011. 10. 05

(21) 申请号 201110130675. 4

C25C 7/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2011. 05. 19

C23F 1/46 (2006. 01)

(71) 申请人 广州鸿葳科技股份有限公司

地址 510663 广东省广州市高新技术产业开发区科学城科研路6号

申请人 广州市二轻工业科学技术研究所

(72) 发明人 赵国鹏 钟洪胜 徐海清 陈力格

袁国伟 曾振欧 胡耀红

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有

限公司 44245

代理人 黄磊

(51) Int. Cl.

C25C 1/12 (2006. 01)

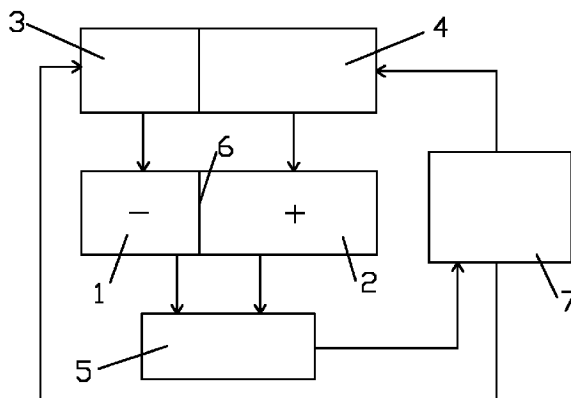
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

(54) 发明名称

酸性蚀刻液在线电解回收装置及蚀刻液再生方法

(57) 摘要

本发明公开了一种酸性蚀刻液在线电解回收装置及一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,先将酸性蚀刻液导入电解槽和调整槽,酸性蚀刻液经调整槽导入蚀刻机,将蚀刻废液导入阴、阳极液储存槽,电解槽阴极室电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室电解得到阳极液,电解槽阴、阳极室电解液则分别由阴、阳极液储存槽补充,调整槽内酸性蚀刻液用完后,将电解槽电解得到的阴极液与阳极液混合进入调整槽,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将电解铜剥落。本发明可以达到与蚀刻机对接在线的工作状态,形成闭路循环,大大节约蚀刻液成本又可以回收金属铜,铜离子再生电效≥98%,阴极沉积回收铜效率≥95%,铜纯度高于99%。



1. 酸性蚀刻液在线电解回收装置,其特征在于:所述装置包括电解槽、阴极液储存槽、阳极液储存槽、调整槽、蚀刻机,

所述的电解槽包括阴极室、阳极室和离子隔膜,离子隔膜将阴极室与阳极室隔开,阴极室内设置有阴极管,阳极室设置有阳极网,阴极管和阳极网分别与电流控制装置通过导线连接;

所述的阴极液储存槽与电解槽阴极室通过管道相连接,阳极液储存槽与电解槽阳极室通过管道相连接,电解槽阴极室、阳极室分别与调整槽通过管道相连接,阳极液储存槽、阴极液储存槽及调整槽分别与蚀刻机通过管道连接,所述的各个管道中设有阀门。

2. 根据权利要求1所述的酸性蚀刻液在线电解回收装置,其特征在于:所述的离子隔膜为阴离子交换膜。

3. 根据权利要求1所述的酸性蚀刻液在线电解回收装置,其特征在于:所述的阴极管为钛质材料制成的阴极管。

4. 根据权利要求1所述的酸性蚀刻液在线电解回收装置,其特征在于:所述的阳极网为 DSA 阳极。

5. 根据权利要求1所述的酸性蚀刻液在线电解回收装置,其特征在于:所述的电解槽为一个阳极室和多个阴极室,多个阴极室并联。

6. 利用权利要求1所述装置进行的一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,其特征在于包括以下操作步骤:

(1) 蚀刻开始前,将酸性蚀刻液导入电解槽和调整槽,酸性蚀刻液经调整槽导入蚀刻机;

(2) 蚀刻进行时,酸性蚀刻液经过蚀刻机产生蚀刻废液,将蚀刻废液导入阳极液储存槽和阴极液储存槽,电解槽阴极室电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室电解得到阳极液,电解槽阴极室和阳极室电解液则分别由阴极液储存槽和阳极液储存槽补充,待调整槽内酸性蚀刻液用完后,将电解槽阴极室电解得到的阴极液与阳极室电解得到的阳极液混合进入调整槽,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将电解铜剥落。

7. 根据权利要求6所述的一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,其特征在于:所述的电解槽内电解过程分为2~6个阶段,每个阶段的阴极电流密度范围为 $100 \sim 1500\text{A}/\text{m}^2$,阳极电流密度范围为 $10 \sim 150\text{A}/\text{m}^2$ 。

8. 根据权利要求6所述的一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,其特征在于:所述的电解槽内电解液的流量为 $0.8 \sim 1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

9. 根据权利要求6所述的一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,其特征在于:所述的调整槽内比重范围控制在 $1.2 \sim 1.4\text{g}/\text{L}$,酸度范围控制在 $1.5 \sim 2.5\text{mol}/\text{L}$,氧化还原电位值范围控制在 $400 \sim 600\text{mV}$ 。

酸性蚀刻液在线电解回收装置及蚀刻液再生方法

技术领域

[0001] 本发明涉及原材料的回收循环利用领域,特别涉及一种印制电路板酸性蚀刻液在线电解回收铜装置及蚀刻液再生方法。

背景技术

[0002] 自从 2009 年开始,中国已成为全球最大的 PCB 生产国家。目前被广泛应用于生产 PCB 的蚀刻工艺的蚀刻液主要为碱性蚀刻液和酸性蚀刻液。随着多层版生产量的增加和多层版层数的增加,酸性蚀刻液的用量逐年增加,酸性蚀刻液的用量已经超过碱性蚀刻液。酸性氯化铜蚀刻液种类丰富,主要有 HCl/CuCl₂、HCl/NaCl/CuCl₂、HCl/NH₄Cl/CuCl₂ 等。在印制电路板生产过程中要经过蚀刻液的蚀刻工艺来生产电路板,每年这些企业都要排放大量的酸性蚀刻废液。因此,研究一种无任何污染排放的在线电解法再生酸性蚀刻废液,具有积极的环境效益和经济效益。

[0003] 酸性蚀刻液再生方法主要分为化学再生法和电化学再生法,化学再生法如氯气氧化法、氯酸钠氧化法、双氧水再生法等需加入氧化剂等物质,将 Cu⁺ 氧化再生为 Cu²⁺,但是总铜不断增加,最终需要对外排出一部分的酸性蚀刻废液以维持一定的总铜浓度,不仅污染环境,还会造成大量 Cu 和酸的浪费;电化学法(也叫电解法)再生酸性蚀刻废液,不仅可以再生蚀刻液,还可以回收金属铜,是目前再生回收酸性蚀刻废液的主要方法。

[0004] 目前,已公开披露的酸性蚀刻液电解再生方法主要有基于析出氯气的电解方法和基于不析出氯气的电解再生方法。

[0005] 中国专利 CN2861181Y 公开的是基于析出氯气的电解装置(实用新型专利),该装置由阴极电极板和阳极电极板以及介于两者之间的几块具有阴阳两极的电解板组成,这样就组成了多个电解槽,为了增强电解效果,在具有阴阳两极的电解板的阳极面包覆一层粘附有促进剂的纺织布匹,通过电化学反应可以在电解槽阴极提铜,电解后的剩余液导入搅拌装置,经调整得到再生子液。这种电解方法会排放大量的氯气和氢气,需要专门的废气处理器进行处理,增加了设备的安全要求。

[0006] 中国专利 CN 101532136A 公开的是基于不析出氯气的电解再生方法,以加入 0.05-0.5mol/L 抑制剂的酸性蚀刻废液为阳极液,以稀释的铜的质量浓度为 15-40g/L 的蚀刻废液为阴极液,通过电解在阴极析出铜粉,电解结束后将阴阳极液按一定比例混合即可成为再生蚀刻液,但是此发明专利没有在阴极阳极之间设置隔膜,且电解过程中阴极析出铜粉,还需通过过滤阴极液回收铜,操作难度加大。另一方面,阴极液需加大量水稀释,电解过程中无法与蚀刻机对接在线连续工作,电解再生后需要排放部分废液。

[0007] 中国专利 CN 101748430A 公开的也是一种酸性蚀刻液电解再生方法,该法采用阳离子交换膜将阴阳极室隔开,酸性蚀刻废液经过滤除杂后导入电解槽,以酸性蚀刻废液为阳极液,以酸性蚀刻废液中 Cu⁺ 高于 Cu²⁺ 为阴极液,通过电解反应后,在阴极室内沉积铜粉,经过阴阳极液的混合得到再生液。但是,该方法采用阳离子膜使阴极析铜困难,且电解过程中阴极析出铜粉,需要专门配置固液分离装置,回收铜操作难度加大,且进入电解槽前的蚀

刻废液还要过滤除杂工序。另外此发明专利没有防止阳极析氯的措施和方法。

发明内容

[0008] 本发明的第一个目的在于克服现有技术的不足,提供一种酸性蚀刻液在线电解回收装置。

[0009] 本发明的第二个目的在于提供一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,可以将蚀刻槽排放的废液再生回用的同时又沉积回收金属铜,使 PCB 生产成本大大降低。且电解再生过程中不析出氯气和氢气,无废液排放,是一种“环境友好型”工艺方法。

[0010] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0011] 酸性蚀刻液在线电解回收装置,该装置包括电解槽、阴极液储存槽、阳极液储存槽、调整槽、蚀刻机,

[0012] 所述的电解槽包括阴极室、阳极室和离子隔膜,离子隔膜将阴极室与阳极室隔开,阴极室内设置有阴极管,阳极室设置有阳极网,阴极管和阳极网分别与电流控制装置通过导线连接;

[0013] 所述的阴极液储存槽与电解槽阴极室通过管道相连接,阳极液储存槽与电解槽阳极室通过管道相连接,电解槽阴极室、阳极室分别与调整槽通过管道相连接,阳极液储存槽、阴极液储存槽及调整槽分别与蚀刻机通过管道连接,所述的各个管道中设有阀门。

[0014] 所述的离子隔膜为阴离子交换膜,选用阴离子交换膜可以阻止铜离子从阳极室迁入阴极室,提高阴极沉积效率。

[0015] 所述的阴极管为耐蚀刻液腐蚀及导电性好的钛质材料制成。

[0016] 所述的阳极网为 DSA 阳极,可以提高析氯电位,能有效防止电解过程中析出氯气。

[0017] 所述的电解槽为一个阳极室和多个阴极室,多个阴极室并联。采用一个阳极对多阴极,可以提高阴极沉积回收金属铜的产能效率。

[0018] 本发明还提供一种酸性蚀刻液在线电解再生方法,包括以下操作步骤:

[0019] (1) 蚀刻开始前,将酸性蚀刻液导入电解槽和调整槽,酸性蚀刻液经调整槽导入蚀刻机;

[0020] (2) 蚀刻进行时,酸性蚀刻液经过蚀刻机产生蚀刻废液,将蚀刻废液导入阳极液储存槽和阴极液储存槽,电解槽阴极室电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室电解得到阳极液,电解槽阴极室和阳极室电解液则分别由阴极液储存槽和阳极液储存槽补充,待调整槽内酸性蚀刻液用完后,将电解槽阴极室电解得到的阴极液与阳极室电解得到的阳极液混合进入调整槽,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将电解铜剥落。

[0021] 所述的电解槽内电解过程根据蚀刻液的组分浓度不同可分为 2~6 个阶段不等,每个阶段的阴极电流密度根据蚀刻液的组分浓度变化而调节,其调节的阴极电流密度范围为 $100 \sim 1500\text{A}/\text{m}^2$,阳极电流密度范围为 $10 \sim 150\text{A}/\text{m}^2$ 。既可以提高阴极沉积回收铜的效率,降低电耗,又能有效的避免氢气的析出。

[0022] 所述的电解槽内电解液的流量为 $0.8 \sim 1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0023] 所述的调整槽内比重范围控制在 $1.2 \sim 1.4\text{g}/\text{L}$,酸度范围控制在 $1.5 \sim 2.5\text{mol}/\text{L}$,氧化还原电位值范围控制在 $400 \sim 600\text{mV}$ 。

[0024] 本发明的原理在于:要达到在线生产过程,需要解决的技术难题就是整个系统的

物料平衡,即保持铜、 H^+ 、 Cl^- 的平衡,只要电解过程中不析出氯气和氢气,即可保持 H^+ 和 Cl^- 的平衡,铜平衡则需要求电解阴极沉积回收的金属铜与蚀刻机蚀刻的铜平衡。本发明采用耐蚀刻液腐蚀及导电性好的钛质材料制成的阴极管作为阴极,采用 DSA 阳极,提高析氯电位,并将蚀刻机产生的 Cu^+ 离子导入电解槽阳极室,控制阳极电流密度范围在 $10 \sim 150A/m^2$ 之间,并通过循环泵流量大小来控制溶液传质,可以防止氯离子放电产生氯气;在阴极室,采取特殊的分步电解法,通过阴极电流密度的控制,同时通过循环泵流量大小来控制溶液的传质,选取适当的离子膜,阻止 Cu^+ 和 Cu^{2+} 由阳极区迁入阴极区,使铜在阴极沉积粗化、生成电解铜,同时可以避免阴极析出氢气。阳极室内发生阳极反应为: $Cu^+ \rightarrow Cu^{2+}+e$;阴极反应为 $Cu^{2+}+e \rightarrow Cu^+$; $Cu^++e \rightarrow Cu$ 。

[0025] 将阴极液和阳极液混匀即可得到再生蚀刻液,可以保持整个蚀刻液体系的物料平衡,开始新一轮的工作循环,再生蚀刻液,在电解工作 $0 \sim 8h$ 内满足蚀刻液工作指标范围,即 $Cu^{2+}120 \sim 180g/L$, $Cu^+0 \sim 8g/L$, $H^+1.5 \sim 2.5mol/L$, $Cl^-210 \sim 300g/L$ 。

[0026] 酸性蚀刻液在线电解回收铜装置及蚀刻液再生方法,可以将系统与蚀刻机对接形成闭路循环在线工作,蚀刻机工作后蚀刻液进入电解再生系统,再生后蚀刻液又进入蚀刻机工作,可以循环利用蚀刻液,同时回收金属铜,且电解过程中不排出废气、废液,属于“环境友好型”生产工艺。

[0027] 使用本发明装置及再生方法,具有以下优势:

[0028] (1) 可以达到与蚀刻机对接在线的工作状态,形成闭路循环,大大节约蚀刻液成本又可以回收金属铜,铜离子再生电效 $\geq 98\%$,阴极沉积回收铜效率 $\geq 95\%$,铜纯度(质量百分比)高于 99% ;

[0029] (2) 工艺流程简单,且工艺过程无“三废”排放,属于“环境友好型”和“资源节约型”的生产工艺;

[0030] (3) 除一次性设备投资外,几乎不消耗其他化学试剂,无需补加盐酸和蚀刻液等,生产成本低;

[0031] (4) 设备整体结构紧凑,占地面积非常小,处理量可根据蚀刻工作量调整,易于推广应用。

附图说明

[0032] 图 1 为本发明实施的回收装置平面结构示意图,

[0033] 1. 阴极室 2. 阳极室 3. 阴极液储存槽 4. 阳极液储存槽 5. 调整槽 6. 电解槽 7. 蚀刻机。

具体实施方式

[0034] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0035] 如图 1 所示,其是本发明实施的回收装置平面结构示意图,提供一种酸性蚀刻液在线电解回收铜及蚀刻液再生系统,该装置包括电解槽 6、阴极液储存槽 3 与阳极液储存槽 4,调整槽 5、蚀刻机 7,电解槽 6 包括阴极室 1、阳极室 2 和离子隔膜,离子隔膜将阴极室与阳极室隔开,阴极室内设置有阴极管和阳极室设置有阳极网,阴极管和阳极网分别与电流控

制装置通过导线连接。阴极液储存槽 3、阳极液储存槽 4 分别与电解槽阴极室 1 和阳极室 2 通过管道相连接,电解槽阴极室 1 与阳极室 2 又与调整槽 5 通过管道相连接,阳极液储存槽 4、阴极液储存槽 3 及调整槽 5 与蚀刻机 7 通过管道连接,整个系统组成一个闭路循环,各个管道中设有阀门。离子隔膜采用均相阴离子交换膜,具有选择透过性,可以阻止 Cu^{2+} 、 Cu^+ 迁移到阴极区,使阴极沉积铜电效提高;阴极管为钛质材料制成;阳极网为 DSA 阳极。

[0036] 用以下实施例对本发明的酸性蚀刻液电解再生方法进行描述。

[0037] 实施例 1

[0038] 配制含总铜为 175g/L(Cu^+ 2g/L)、氯 270g/L、氢 2.0g/L 的酸性蚀刻液,用于蚀刻机工作,如图 1 所示,

[0039] (1) 蚀刻开始前,将酸性蚀刻液导入电解槽 6 和调整槽 5,酸性蚀刻液经调整槽 5 导入蚀刻机;

[0040] (2) 蚀刻进行时,酸性蚀刻液经过蚀刻机产生蚀刻废液,将蚀刻废液导入阳极液储存槽 4 和阴极液储存槽 3,电解槽阴极室 1 电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室 2 电解得到阳极液,电解槽阴极室 1 和阳极室 2 电解液则分别由阴极液储存槽 3 和阳极液储存槽 4 补充,待调整槽 5 内酸性蚀刻液用完后,将电解槽 6 阴极室 1 电解得到的阴极液与阳极室 2 电解得到的阳极液混合进入调整槽 5,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将金属铜剥落。每 4h 完成一个电解循环,取出阴极,将阴极液与阳极液导入调整槽混合均匀即可得到再生蚀刻液,保持整个蚀刻液体系的物料平衡,即可开始新一轮的在线工作。

[0041] 电解槽电解过程分 6 个时段控制电流,每个时段电解 4 小时,阴极电流密度分别为 $1500\text{A}/\text{m}^2$ 、 $1200\text{A}/\text{m}^2$ 、 $900\text{A}/\text{m}^2$ 、 $600\text{A}/\text{m}^2$ 、 $300\text{A}/\text{m}^2$ 、 $100\text{A}/\text{m}^2$,相对应的阳极电流密度分别为 $150\text{A}/\text{m}^2$ 、 $120\text{A}/\text{m}^2$ 、 $90\text{A}/\text{m}^2$ 、 $60\text{A}/\text{m}^2$ 、 $30\text{A}/\text{m}^2$ 、 $10\text{A}/\text{m}^2$ 。电解槽内电解液的流量为 $1.5\text{m}^3/\text{h}$,调整槽内比重范围控制在 $1.2 \sim 1.4\text{g}/\text{L}$,酸度范围控制在 $1.5 \sim 2.5\text{mol}/\text{L}$,氧化还原电位值范围控制在 $400 \sim 600\text{mV}$ 。

[0042] 沉积的铜附着在阴极上,化学分析表明(GB/T5246-2007),铜的纯度为 99.3%,阴极沉积铜效率为 95%,经电解前后蚀刻液测试对比结果, H^+ 和 Cl^- 基本守恒,所以没有氢气和氯气析出,铜离子再生电效为 98%。

[0043] 此再生液为含铜 173g/L(Cu^+ 3g/L)、氯 267g/L、氢 1.9g/L 的酸性蚀刻液。满足蚀刻要求。

[0044] 实施例 2

[0045] 配制含总铜 155g/L(Cu^+ 2g/L)、氯 260g/L、氢 1.9g/L 的酸性蚀刻液用于蚀刻机工作,如图 1 所示,

[0046] (1) 蚀刻开始前,将酸性蚀刻液导入电解槽 6 和调整槽 5,酸性蚀刻液经调整槽 5 导入蚀刻机;

[0047] (2) 蚀刻进行时,酸性蚀刻液经过蚀刻机产生蚀刻废液,将蚀刻废液导入阳极液储存槽 4 和阴极液储存槽 3,电解槽阴极室 1 电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室 2 电解得到阳极液,电解槽阴极室 1 和阳极室 2 电解液则分别由阴极液储存槽 3 和阳极液储存槽 4 补充,待调整槽 5 内酸性蚀刻液用完后,将电解槽 6 阴极室 1 电解得到的阴极液与阳极室 2 电解得到的阳极液混合进入调整槽 5,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将金属铜剥落。每 6h 完成一个电解循环,取出阴极,将阴极液与阳极液导入调整槽混合均

匀即可得到再生蚀刻液,保持整个蚀刻液体体系的物料平衡,即可开始新一轮的在线工作。

[0048] 电解槽电解过程分4个时段控制电流,每个时段电解6小时,阴极电流密度分别为 $1200\text{A}/\text{m}^2$ 、 $800\text{A}/\text{m}^2$ 、 $400\text{A}/\text{m}^2$ 、 $200\text{A}/\text{m}^2$,相对应的阳极电流密度分别为 $120\text{A}/\text{m}^2$ 、 $80\text{A}/\text{m}^2$ 、 $40\text{A}/\text{m}^2$ 、 $20\text{A}/\text{m}^2$ 。电解槽内电解液的流量为 $1.0\text{m}^3/\text{h}$,调整槽内比重范围控制在 $1.2\sim 1.4\text{g}/\text{L}$,酸度范围控制在 $1.5\sim 2.5\text{mol}/\text{L}$,氧化还原电位值范围控制在 $400\sim 600\text{mV}$ 。

[0049] 沉积的铜附着在阴极上,化学分析表明(GB/T5246-2007),铜的纯度为99.5%,阴极沉积铜效率为96%,经电解前后蚀刻液测试对比结果, H^+ 和 Cl^- 基本守恒,所以没有氢气和氯气析出,铜离子再生电效为98%。

[0050] 此再生液为含铜 $157\text{g}/\text{L}$ ($\text{Cu}^+3\text{g}/\text{L}$)、氯 $256\text{g}/\text{L}$ 、氢 $1.8\text{g}/\text{L}$ 的酸性蚀刻液。满足蚀刻要求。

[0051] 实施例3

[0052] 配制含总铜 $130\text{g}/\text{L}$ ($\text{Cu}^+2\text{g}/\text{L}$)、氯 $250\text{g}/\text{L}$ 、氢 $1.8\text{g}/\text{L}$ 的酸性蚀刻液用于蚀刻机工作,如图1所示,

[0053] (1) 蚀刻开始前,将酸性蚀刻液导入电解槽6和调整槽5,酸性蚀刻液经调整槽5导入蚀刻机;

[0054] (2) 蚀刻进行时,酸性蚀刻液经过蚀刻机产生蚀刻废液,将蚀刻废液导入阳极液储存槽4和阴极液储存槽3,电解槽阴极室1电解得到阴极液及附着在阴极管上的金属铜,阳极室2电解得到阳极液,电解槽阴极室1和阳极室2电解液则分别由阴极液储存槽3和阳极液储存槽4补充,待调整槽5内酸性蚀刻液用完后,将电解槽6阴极室1电解得到的阴极液与阳极室2电解得到的阳极液混合进入调整槽5,继续用于蚀刻机工作,并取出阴极管,将金属铜剥落。每10小时完成一个电解循环,取出阴极,将阴极液与阳极液导入调整槽混合均匀即可得到再生蚀刻液,保持整个蚀刻液体体系的物料平衡,即可开始新一轮的在线工作。

[0055] 电解槽电解过程分2个时段控制电流,每个时段电解10小时,阴极电流密度分别为 $600\text{A}/\text{m}^2$ 、 $200\text{A}/\text{m}^2$,相对应的阳极电流密度分别为 $60\text{A}/\text{m}^2$ 、 $20\text{A}/\text{m}^2$ 。电解槽内电解液的流量为 $0.8\text{m}^3/\text{h}$,调整槽内比重范围控制在 $1.2\sim 1.4\text{g}/\text{L}$,酸度范围控制在 $1.5\sim 2.5\text{mol}/\text{L}$,氧化还原电位值范围控制在 $400\sim 600\text{mV}$ 。

[0056] 沉积的铜附着在阴极上,化学分析表明(GB/T5246-2007),铜的纯度为99.7%,阴极沉积铜效率为97%,经电解前后蚀刻液测试对比结果, H^+ 和 Cl^- 基本守恒,所以没有氢气和氯气析出,铜离子再生电效为99%。

[0057] 此再生液为含铜 $132\text{g}/\text{L}$ ($\text{Cu}^+2\text{g}/\text{L}$)、氯 $248\text{g}/\text{L}$ 、氢 $1.7\text{g}/\text{L}$ 的酸性蚀刻液。满足蚀刻要求。

[0058] 上述所述的阴极室上沉积的金属铜附着在阴极管上,将阴极取出,可容易的将电解铜剥落下来,沉积回收的铜纯度高于99%,成型致密均匀,无枝晶,不会刺破隔膜,方法可靠性高。

[0059] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

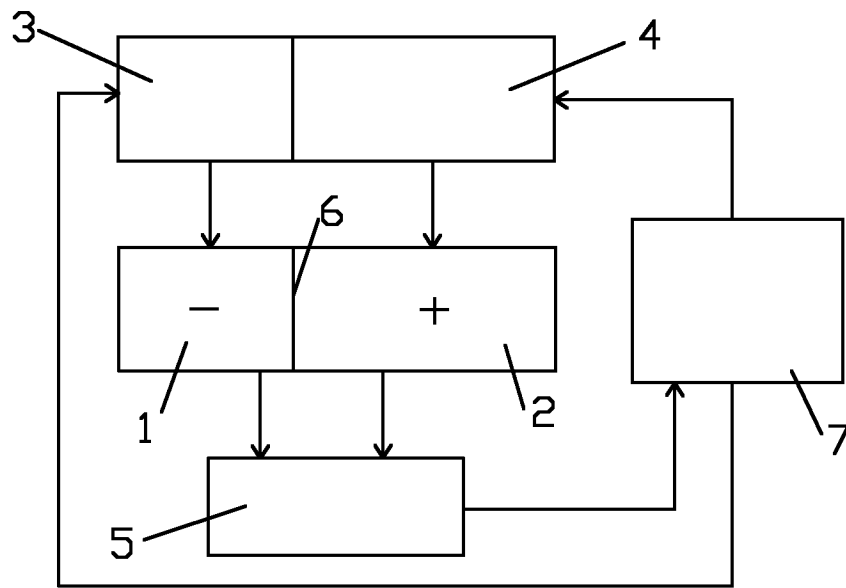


图 1