

维生素 C 和味精化学镀铜实验探究

廖朝粒* 陆定超

(福建省厦门市第三中学 361006)

摘要 经实验探究,提出一种绿色环保的简易化学镀铜方法。首先利用葡萄糖银镜反应在洁净试管内壁附上一层活性物质,在此基础上采用维生素 C(即抗坏血酸)、味精(即谷氨酸一钠)和硫酸铜等物质按一定工艺操作,在试管壁上镀上一层光亮的铜镜。本实验适合作为中学化学兴趣实验。

关键词 维生素 C 味精 化学镀铜

DOI: 10.13884/j.1003-3807hxjy.2013120003

化学镀铜是工业上尤其是电路板制作中非常重要的工艺。工业上化学镀铜常采用甲醛作还原剂。甲醛是一种强致癌物,用于中学化学镀铜实验不利于师生身体健康。那么,有无绿色环保、原料易得、操作简便、现象明显且便于在中学开展的化学镀铜方法呢?针对这一问题,尝试利用维生素 C(即抗坏血酸)还原硫酸铜生成铜沉淀^[1-2]原理进行化学镀铜实验研究,成功地在试管壁上镀上光亮的铜镜。该实验集科学性、趣味性、实用性、安全性、有效性等特点于一体,有助于激发学生的实验探究兴趣,很适合作为中学化学兴趣实验。

1 实验药品和仪器

药品:5% AgNO₃ 溶液、浓氨水、5% NaOH 溶液、10% 葡萄糖溶液、95% 乙醇溶液、维生素 C 溶液、5% CuSO₄ 溶液、味精固体(不含食盐且谷氨酸一钠含量≥99%的味精)、硝酸银柠檬酸三钠溶液、聚乙烯醇溶液、蒸馏水或纯净水。

仪器:洁净的试管、试管夹、酒精灯、火柴、烧杯、玻璃棒、研钵、漏斗、滤纸、10 mL 量筒、100 mL 量筒、洗瓶、铁架台、铁圈、试管架。

2 实验准备

(1) 维生素 C 溶液:取 1 瓶维生素 C(每瓶 100 片,每片维生素 C 含量为 0.1 g),研成粉末后用 60 mL 蒸馏水溶解,过滤,滤液待用。

(2) 硝酸银柠檬酸三钠溶液:用胶头滴管取 1 滴 2% AgNO₃ 溶液加到 40 mL 5% 柠檬酸三钠溶液中搅拌而得。

(3) 聚乙烯醇溶液:用胶头滴管取 1 滴普通的 5020 胶水(主要成份:PVAL 即聚乙烯醇)于 100 mL 蒸馏水中搅拌而得。

3 实验步骤

(1) 取 2 mL 5% AgNO₃ 溶液于洁净的试管 1 中,滴加 0.5 mL 浓氨水,振荡至沉淀溶解,再加约 0.5 mL 5% NaOH 溶液。

(2) 在试管 2 中加入 2 mL 10% 葡萄糖溶液与 1.5 mL 95% 乙醇溶液,振荡混匀。

(3) 将试管 2 中液体倒入试管 1 中,不断振荡,直至溶液由无色慢慢变为棕黄色,倒掉溶液,迅速往试管中倒入 4 mL 蒸馏水并不断振荡试管,试管中的蒸馏水又慢慢变为黄色,倒掉变黄色的蒸馏水,此时试管内壁呈淡黄色。再用蒸馏水荡洗试管 2 次,除去残液,试管 1 待用。处理过的试管呈均匀、透明、淡黄色状,则镀铜效果最佳。

(4) 在试管 3 中加入 2 mL 5% CuSO₄ 溶液,再加入 2 g 味精固体,然后往溶液中分别滴加 1 滴硝酸银柠檬酸三钠溶液和 1 滴聚乙烯醇溶液。振荡试管并加热至味精完全溶解,溶液待用,此时溶液由蓝色变为深蓝色。

(5) 取维生素 C 溶液 3 mL 于步骤(3)中已附上银颗粒的试管 1 中加热至接近沸腾,将步骤(4)配制的试管 3 中的混合液迅速倒入该试管中,立即振荡试管,使液体混合均匀,此时溶液呈墨绿色并可见试管壁上慢慢析出铜。再均匀加热液体,很快就可看见试管壁上镀上一层光亮的铜,见图 1。

4 实验注意事项及有关操作说明

(1) 实验步骤(1)中若硝酸银溶液浓度过大(如 10% 硝酸银溶液)则银镜反应太快,易在试管上直接生成银镜而不易得到“淡黄色活性物质”,若硝酸银溶液浓度过小(如 0.1% 硝酸银溶液)则银镜反应较慢,十几分钟才生成“淡黄色活性物质”,且“淡黄色活性物质”层较薄。经反复实验,以 5% 硝酸银溶液银镜反应速度较适宜。加过量氨水及氢氧化钠溶液的目的是防止葡萄糖银镜反应直接生成银镜而无颜色变化过程,便于得到中间产物“淡黄色活性物质”。浓氨水用量越多,银镜反应速度越慢,出现淡黄色物质时间越长。

* 通信联系人, E-mail: chaoliliao@sina.com

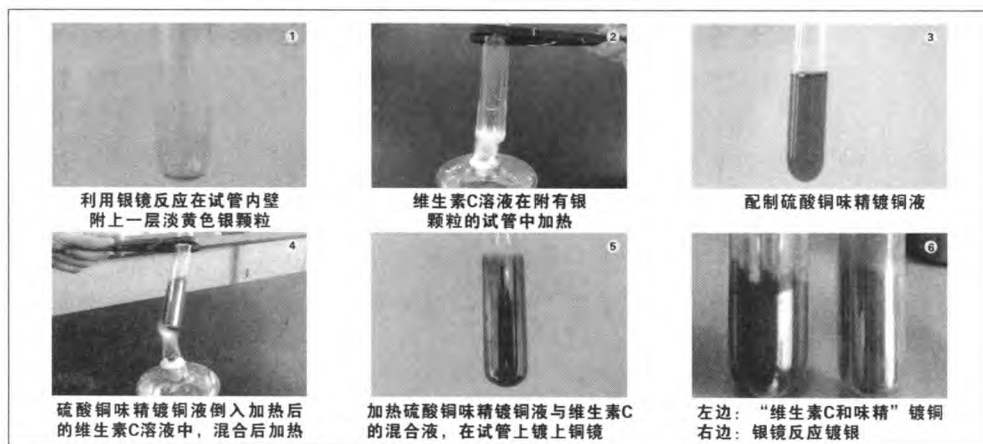


图 1 银催化下维生素 C 和味精化学镀铜流程

(2) 加入 95% 乙醇溶液作用是调节银镜反应速度和使获得的“淡黄色活性物质”更均匀、效果更好。用无水乙醇代替 95% 乙醇溶液, 用量不变的情况下, 银镜反应出现“淡黄色活性物质”时间有所变化, 但所得“淡黄色活性物质”镀铜效果更好。

(3) 实验步骤 (3) 中掌握好溶液颜色变化十分关键。溶液变为棕黄色时要及时倒掉溶液, 并迅速倒入 3~5 mL 蒸馏水, 不断振荡试管, 直至溶液呈黄色而不浑浊。此时试管内壁附上“淡黄色活性物质”。倒掉黄色液体后, 再用蒸馏水荡洗试管, 除去残液。否则时间稍长就会在试管内壁形成银镜。若溶液呈淡黄色就倒掉, 则银析出少, 镀铜效果差。若溶液呈灰黑色或试管已镀上一层乳白色的银 (包括银镀层呈雾状) 才倒掉溶液, 则析出的银颗粒大, 镀层不牢固, 加热易脱落, 镀铜效果也差。荡洗试管时, 不能用试管刷刷洗, 否则会把试管内壁附着的含银颗粒除去。试管呈均匀、透明、淡黄色状, 镀铜效果最佳。此步骤的目的是在试管内壁附上一层均匀含银颗粒作活性基体物质。该物质对维生素 C 镀铜起着关键作用。

(4) CuSO_4 溶液浓度过大时 (如 10% CuSO_4 溶液) 所镀铜镜较厚但不够光亮和牢固, 加热时间久了又会脱落溶解。过稀则铜镀层较薄。经反复实验, 以 5% CuSO_4 溶液镀铜效果最佳。“味精”主要成分是谷氨酸一钠, 这里是替代酒石酸钾钠作为硫酸铜络合剂^[3]。采用味精固体比用 10% 味精溶液镀铜效果要好很多。但味精过量时, 加热铜镀层会起泡、脱落。本实验条件下以 2 g 味精为宜, 所用味精谷氨酸一钠含量 $\geq 99\%$ 。聚乙烯醇溶液采用 5020 文具胶水配制而成。用量为 1~2 滴, 过多铜镀层加热易起泡。

(5) 用附有淡黄色活性物质的试管加热维生素 C, 应边加热边转动试管, 使维生素 C 覆盖到含银颗粒的地方。加热至接近沸腾时, 倒入味精和硫酸铜镀铜液后, 要及时振荡试管 1~2 次, 再均匀加

热。振荡次数太多或时间太长也会影响镀层效果。为防止沸腾时产生的气体使铜镀层溶解脱落, 应采用文火加热, 且不能加热至沸腾, 更不宜使溶液暴沸。先将维生素 C 在有淡黄色活性物质的试管中加热, 再和味精硫酸铜镀铜液混合加热, 要比维生素 C 直接和味精硫酸铜镀铜液混合加热镀铜效果更好。

(6) 镀层的质量很大程度上取决于含银颗粒的大小及分布是否均匀、附着是否牢固等。同时, 各反应物的浓度、温度及 pH 对反应效果也有较大影响。

5 实验分析

抗坏血酸 (即维生素 C) 有较强的还原性, 在一定条件下可将硫酸铜还原成铜。维生素 C 滴加到硫酸铜溶液中, 溶液马上变成绿色, 说明 Cu^{2+} 可与维生素 C 的多羟基结构络合形成络合物。加热该溶液, 有少量红色物质析出。那么, 如何让析出的铜附着在试管壁上形成铜镜呢? 考虑到化学镀原理, 化学镀是一种在具有催化活性的基体表面上进行的自催化氧化还原反应, 又称自催化镀。即当还原剂在催化活性基体物质表面上被氧化时, 会产生游离电子, 这些游离电子可在催化表面还原溶液中的金属离子, 只要沉积出的金属层对于还原剂具有催化活性就可以不断地沉积出金属^[4]。因此, 利用葡萄糖银镜反应先在试管内壁附上一层活性物质 (淡黄色物质), 用维生素 C 作还原剂, 味精作络合剂, 聚乙烯醇作稳定剂, 硝酸银柠檬酸三钠溶液 (含极少量 Ag^+) 作催化剂, 成功地在试管壁上镀上光亮的铜镜。

参 考 文 献

- [1] 刘志杰, 赵斌, 张宗涛, 等. 华东理工大学学报, 1996, 22 (5): 548—553
- [2] 余丽琼, 文丰玉, 周勇, 等. 太原师范学院学报: 自然科学版, 2005 (3): 79—81
- [3] 廖朝粒. 化学教学, 1999 (3): 48
- [4] 马青山, 宣天鹏. 综合评述, 2007, 26 (8): 10—14