

涤纶织物铜-银双层化学镀研究

张辉, 刘荣立

(西安工程大学纺织与材料学院, 陕西 西安 710048)

[摘要] 采用化学镀技术, 实现了涤纶织物表面铜-银双层化学镀, 借助 SEM、EDX 和 TG 测试技术对镀层表面形貌、成分和热性能进行了分析, 并对化学镀织物电磁波屏蔽性能和拉伸性能进行了测试。结果表明: 涤纶织物经过化学镀铜-银后, 热起始分解温度有所下降; 镀层致密性和金属成分对电磁波屏蔽效能影响显著; 化学镀织物拉伸曲线同时具有金属和纤维的拉伸特性, 主要受金属镀层厚度的影响。

[关键词] 涤纶织物; 化学镀铜-银; 屏蔽效能; 拉伸性能

[中图分类号] TQ153.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2008)02-0021-02

Study on Electroless Copper and Silver Plating on PET Fabric

ZHANG Hui, LIU Rong-li

(School of Textile & Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

[Abstract] Electroless copper and silver plating on PET fabric was operated in the lab. The Cu-Ag-coated fabric was investigated by means of SEM, EDX and TG. The electromagnetic shielding performance and tensile properties were also measured. The results show that the decomposition temperature of Cu-Ag-coated fabric is smaller than that of PET fabric. The shielding effectiveness (*SE*) of electroless plating fabric is greatly influenced by the density of metal and its component. The tensile properties of electroless plating fabric are influenced by the thickness of coated metal.

[Key words] PET fabric; Electroless copper and silver plating; Shielding coefficient; Tensile property

0 引言

表面金属化织物不仅是一种良好的导电和电磁波屏蔽材料, 而且还具有一定的吸声能力, 此外还兼有织物所特有的透气和柔软特性^[1-3]。以往对单一化学镀镍、镀铜和镀银织物进行了较多的研究, 而有关双层化学镀的研究较少^[4-6]。双层化学镀织物无论是在导电还是在电磁波屏蔽方面, 都优于单层化学镀织物, 因此双层化学镀织物的研究十分必要。笔者在单一化学镀研究的基础上, 采用改进的化学镀配方, 在涤纶织物表面先镀铜后镀银, 主要研究铜-银双层化学镀涤纶织物的电磁波屏蔽性能和拉伸性能。

1 试验部分

1.1 试验材料

织物: 选用涤纶平纹织物, 经、纬纱线密度为 $8\text{tex} \times 8\text{tex}$, 经、纬纱密度每 10cm 为 380 根 \times 310 根。

化学试剂: 硝酸银、氨水、葡萄糖、氢氧化钠、酒石酸、无水乙

醇、硫酸镍、次亚磷酸钠、硼酸、硫酸铜、柠檬酸钠、盐酸等, 均为分析纯。

1.2 涤纶织物化学镀铜-银

1.2.1 工艺流程

涤纶织物化学镀铜-银工艺流程如下: 粗化→水洗→敏化、活化→水洗→解胶→水洗→还原处理→水洗→化学镀铜→水洗→烘干→化学镀银。

1.2.2 镀液配方

化学镀铜液配方: 20g/L 硫酸铜、75g/L 次亚磷酸钠、32g/L 柠檬酸钠、35g/L 硼酸、8g/L 硫酸镍, 温度 80°C , pH 值为 9。

化学镀银液配方: 3.5g/L 硝酸银、2.5g/L 氢氧化钠、4.5g/L 葡萄糖、0.4g/L 酒石酸, 无水乙醇 10mL, 氨水适量。

1.3 性能测试

1.3.1 纤维表面形态观察

用 JSM-6700F 型场发射扫描电子显微镜(日本电子株式会社)观察镀层表面形貌和晶粒, 并用该仪器配备的 X 射线能谱仪(Oxford INCA)对镀层元素进行分析。

1.3.2 热性能测试

用 TGA/SDTA851e 型热重/差热同步分析仪(METTLER TOLEDO)测试织物的热重曲线, 升温速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温范围: 常温 $\sim 1\,000^\circ\text{C}$ 。

1.3.3 电磁波屏蔽效能测试

用西安工程大学研制的防电磁辐射测试仪测定化学镀涤纶织物的电磁波屏蔽性能。该仪器采用矩形波导管和 PAN3610

[收稿日期] 2007-10-15

[基金项目] 陕西省教育厅专项自然科学基金资助项目(06JK299); 西安工程大学研究生创新基金资助项目(chx070505)

[作者简介] 张辉(1968-), 男, 陕西西安人, 教授, 博士, 主要从事功能性纺织材料与产品的研究。

型网络分析仪(南京普纳科技设备公司),测试范围为 2 250 ~ 2 650MHz,试样尺寸为 10.7cm × 6.4cm。电磁波屏蔽效能 SE (dB)计算方法见(1)式:

$$SE/dB = 20 \times \lg \left| \frac{E_0}{E_1} \right| = 20 \times \lg \left| \frac{H_0}{H_1} \right| = 10 \times \lg \left| \frac{W_0}{W_1} \right| \quad (1)$$

式中, E_0 和 E_1 表示入射和透射的电场强度; H_0 和 H_1 表示入射和透射的磁场强度; W_0 和 W_1 表示入射和透射的功率。

1.3.4 拉伸性能测试

采用 INSTRON 5565 型万能强力机 (INSTRON CORPORATION) 测试织物的拉伸强力,拉伸速度为 30mm/min,预加张力为 1N。

2 结果与讨论

2.1 镀层表面形貌及成分分析

图 1 是涤纶织物化学镀铜-银的 SEM 照片。可以看出,化学镀铜-银层表面由一些细小的凸起颗粒组成,同时还能够分辨出纤维在碱减量处理过程中留下的刻蚀痕迹。由于铜元素活性比银元素好,镀铜层在镀银过程中起了金属钎的作用,在还原剂的还原下将银离子还原沉积在铜层表面,形成了铜-银双层镀层。图 2 是化学镀铜-银织物的 EDX 能谱,可以看出,镀层的主要成分为铜和银元素,其中,铜元素的质量分数为 22.85%,原子数分数为 33.46%;银元素的质量分数为 77.15%,原子数分数为 66.54%。

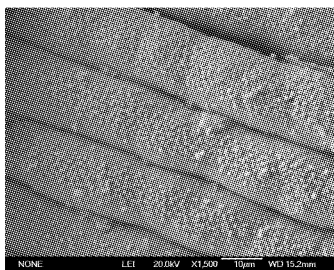


图 1 化学镀铜-银涤纶织物 SEM 照片

Figure 1 SEM images of electroless copper and silver plating on PET fabric

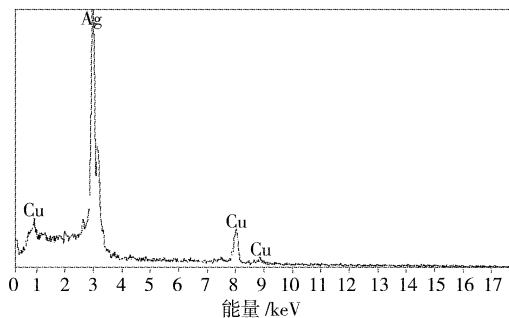


图 2 化学镀铜-银涤纶织物 EDX 能谱

Figure 2 The energy dispersive spectrography of electroless copper and silver plating on PET fabric

2.2 织物热性能分析

图 3 是普通涤纶织物和化学镀铜-银涤纶织物的热重曲线。可以看出,涤纶织物的热起始分解温度为 393.79℃,终止分解温度为 438.22℃,分解率为 84.59%;而镀铜-银涤纶织物的热

起始分解温度为 378.78℃,终止分解温度为 418.13℃,分解率为 53.73%。和涤纶织物相比,镀铜-银织物的热起始温度和终止分解温度都有所降低,这主要是因为纤维表面包覆金属镀层之后,纤维吸热能力明显得到增强,加速了纤维的热分解过程。实际测得镀铜-银织物的增重率为 48.76%,与热重测试的结果 (46.37%) 基本接近。

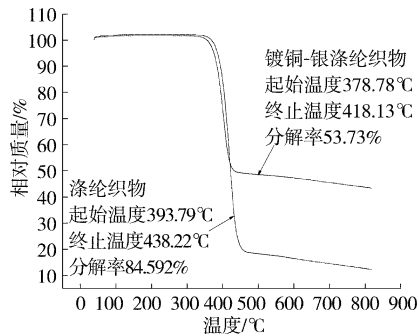


图 3 织物 TG 曲线

Figure 3 Thermogravimetry curves of PET fabric before and after electroless plating

2.3 电磁波屏蔽效能分析

材料的电磁波屏蔽性能主要取决于屏蔽体对电磁波的吸收和反射能力。研究表明,反射效能不仅和材料表面阻抗有关,而且还受辐射源类型、屏蔽体与辐射源的距离影响;而吸收效能除与屏蔽材料电导率和磁导率有关外,还受镀层厚度的影响^[7]。本试验测试了不同增重率的镀铜-银涤纶织物和镀铜涤纶织物的电磁波屏蔽效能,其结果如图 4 所示。可以看出,随着增重率的增加,电磁波屏蔽效能逐渐增大。当增重率基本接近时,镀铜-银织物的电磁波屏蔽效能明显大于镀铜织物的电磁波屏蔽效能。这是因为镀铜-银织物经过 2 次施镀,镀层的致密性比较好,而且银的导电性能明显优于铜元素。

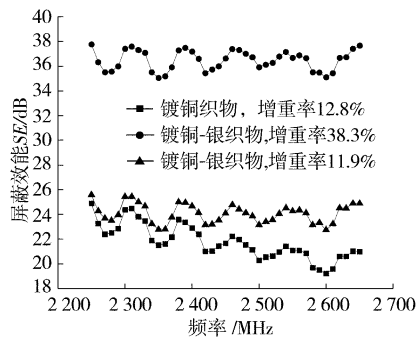


图 4 化学镀涤纶织物电磁波屏蔽效能

Figure 4 The electromagnetic shielding coefficient of electroless plating PET fabric

2.4 拉伸性能分析

图 5 是织物拉伸性能测试结果。可以看出,涤纶织物的初始模量为 25.93MPa,拉伸应变为 48.81%,镀铜-银织物(增重率 106.8%)的初始模量为 126.125MPa,拉伸应变为 24.34%。涤纶织物经过化学镀铜-银后,初始模量增大,应变明显减小。这是因为在拉伸起始阶段,主要是金属镀层受外力作用,当镀层断裂后,内部纤维才承受应力,当外力大于纤维的断裂应力时,织

(下转第 39 页)

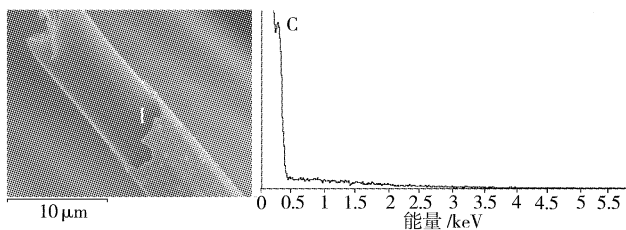


图 2 原始纤维的扫描以及 I 处的能谱分析图

Figure 2 EDS analysis of naked carbon fiber

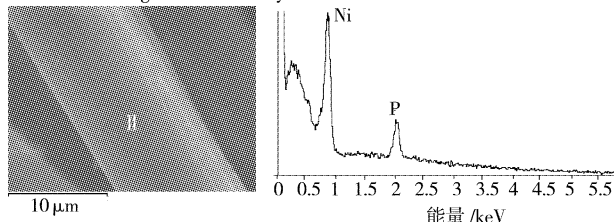


图 3 施镀后碳纤维表面扫描以及 II 处能谱分析图

Figure 3 EDS analysis of carbon fiber with Ni-P after electroless plating

(上接第 22 页)

物瞬间断裂。而且化学镀织物的拉伸性能主要受镀层厚度的影响。镀铜织物(增重率 130.4%)的初始模量为 374.494 MPa, 拉伸应变为 28.52%, 比镀银织物相应指标明显增大, 主要是因为镀层厚度增加的缘故。

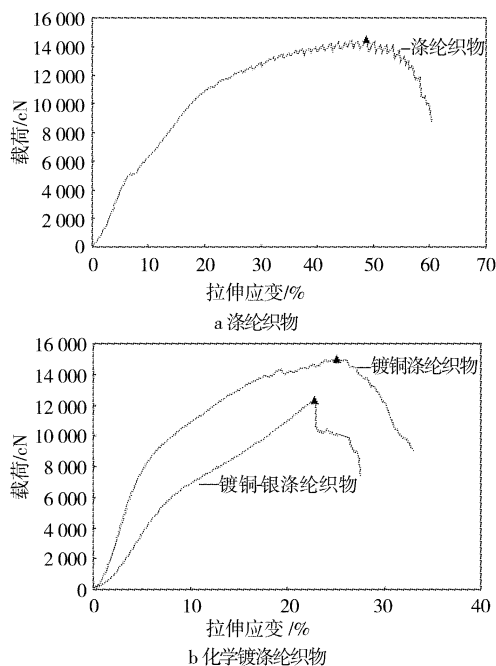


图 5 织物拉伸曲线

Figure 5 The relationship between stress and elongation of fabric

3 结 论

1) 涤纶织物化学镀铜-银后, 热分解温度有所下降, 镀层所占质量分数和实测织物的增重率基本接近。

2) 当增重率相同时, 镀铜-银织物的电磁波屏蔽效能明显好于镀铜织物; 镀层的致密性和金属成分对电磁波屏蔽效能影

[参 考 文 献]

- [1] 邓龙江, 周佩珩, 翁小龙. 磁性电磁吸波材料的研究现状与进展 [A]. 功能材料学术会论 [C]. 2005. 3 007-3 011
- [2] The National Academy of Science. Material Research to Meet 21st Century Defense Needs [M]. Washington DC, USA: The National Academies Press, 2003. 24-26
- [3] 易沛, 甘永学. 镀金属碳纤维吸波涂层添加剂的初探 [J]. 航空学报, 1991, 12(12): 655-657
- [4] 罗发, 周万城, 焦桓, 等. 高温吸波材料研究现状 [J]. 宇航材料工艺, 2002, 32(1): 8-11
- [5] 赵九蓬, 吴佩莲. 新型吸波材料研究动态 [J]. 材料科学与工艺, 2002, 10(2): 220-222
- [6] 曹婷. 碳纤维(碳毡)/环氧吸波复合材料的制备及性能研究 [D]. 天津: 天津大学, 2002. 48-60
- [7] 赵东林, 沈曾民, 迟伟东. 碳纤维及其复合材料的吸波性能和吸波机理 [J]. 新型碳材料, 2001, 16(2): 66-70

响显著。

3) 化学镀涤纶织物的拉伸曲线兼有金属和纤维的拉伸特性。在拉伸起始阶段主要表现出金属的拉伸特性, 在拉伸后期才表现出纤维的受力特征。镀层厚度对拉伸性能影响显著。

[参 考 文 献]

- [1] 张翼, 宣天鹏. 电磁屏蔽材料的研究现状及进展 [J]. 安全与电磁兼容, 2006, (6): 77-81
- [2] 高玲, 尚福亮. 吸声材料的研究与应用 [J]. 化工时刊, 2007, 21(2): 63-69
- [3] 苑改红, 王宪成. 吸声材料研究现状与展望 [J]. 机械工程师, 2006, (6): 17-19
- [4] 詹建朝, 张辉, 沈兰萍. 增重率对化学镀铜涤纶针织物防电磁波性能的影响 [J]. 针织工业, 2005, (12): 44-46
- [5] 詹建朝, 张辉, 沈兰萍. 不同增重率的化学镀镍电磁屏蔽织物的研究 [J]. 产业用纺织品, 2006, (8): 26-29
- [6] 张辉, 沈兰萍, 詹建朝. 涤纶织物不同还原剂化学镀银及电磁波屏蔽性能 [J]. 材料工程, 2007, (5): 31-35
- [7] 孙润军, 来侃, 张建春. 服装用纺织品防电磁辐射测试方法的研讨 [J]. 西安工程科技学院学报, 2003, 17(2): 100-103

专利名称: 电弧蒸发装置

专利申请号: 02815378.2 公开号: CN1539154

申请日: 2002-06-04 公开日: 2004-10-20

申请人: 瑞士-普拉斯股份有限公司; 赫伯特 M·加百利

本发明的电弧蒸发装置包括一个阳极、一个起阴极作用的靶、一个连接在该阳极和阳极上的用来在靶表面产生电弧斑点的电压源, 以及一个设置在靶下面的包括内、外环形线圈的磁性装置, 用来产生一个影响靶表面上电弧运动的磁场。为了电弧在规定的轨道上可在靶表面的大部分区域运动, 建议磁性装置的至少一个环形线圈配置一个在靶表面的区域内影响该环形线圈磁场的高相对磁导率($\mu_r \gg 1$)的元件。