

【化学镀】

涤纶织物上化学镀银的晶体结构与性能

姜绶祥^{1,*}, 郭荣辉¹, 郑光洪²

(1. 香港理工大学, 香港; 2. 成都纺织高等专科学校, 四川 成都 611731)

摘要: 利用化学镀, 在涤纶织物上制备了金属银薄膜。化学镀银液配方及工艺条件为: 硝酸银 3.0 g/L, 氢氧化钠 2.0 g/L, 葡萄糖 2.0 g/L, 氨水适量, 温度 25 °C, pH = 11。采用扫描电镜和 X 射线衍射研究了薄膜的表面形貌和晶体结构, 采用紫外分光光度计和静电伏特计分析了镀银涤纶的抗紫外及抗静电特性。结果表明, 化学镀银后涤纶织物的抗紫外和抗静电性能有了很大提高。

关键词: 涤纶织物; 化学镀银; 抗紫外; 抗静电; 表面形貌; 晶体结构

中图分类号: TQ153

文献标志码: A

文章编号: 1004-227X(2009)07-0022-03

Crystal structure and properties of electroless silver plating on polyester fabric // JIANG Shou-xiang*, GUO Rong-hui, ZHENG Guang-hong

Abstract: A metallic silver coating was prepared on polyester fabric by electroless plating in a bath containing 3.0 g/L AgNO₃, 2.0 g/L NaOH, 2.0 g/L glucose and a required amount of NH₃·H₂O at temperature 25 °C and pH 11. The surface morphology and crystal structure of the silver coating were studied by scanning electron microscopy and X-ray diffraction, respectively. The anti-ultraviolet and anti-static properties of the silver-coated polyester fabric were analyzed by ultraviolet spectroscope and static voltmeter, respectively. The results showed that the anti-ultraviolet and anti-static properties of polyester fabric were remarkably improved by electroless silver plating.

Keywords: polyester fabric; electroless silver plating; anti-ultraviolet; anti-static; surface morphology; crystal structure

First-author's address: The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China

1 前言

金属化导电织物具有抗静电、电磁波、紫外和细菌等一系列优异性能, 因而在电磁屏蔽(EMI)、红外

隐身、服饰、医疗抗菌等领域具有广泛的应用^[1-3]。近年来, 金属化织物的结构、制备、性能和应用已经成为纺织新材料的研究热点之一。为了获得高质量、高性能的金属化织物, 各种薄膜制备技术如溅射、真空沉积、电镀以及化学镀等被广泛研究, 其中化学镀具有优良的均镀和深镀能力, 且设备简单, 操作方便, 是一种十分有效的表面处理方法。常见的织物化学镀覆金属主要有镍^[4-6]、铜^[7-9]、银^[10-11]以及 2 种不同金属^[12]。化学镀银织物因导电性好, 抗菌, 并且具有耀眼的外观而备受青睐。目前关于银导电织物的研究主要集中在抗菌、电磁屏蔽方面, 而对其微结构、抗紫外和静电性能报道较少。因此, 本文采用化学镀在涤纶织物表面镀银, 研究镀层表面形貌, 分析镀层结构及其抗紫外与静电性能。

2 实验

2.1 试验材料

选用 10 cm × 10 cm 涤纶平纹织物, 经、纬纱密度每 10 cm 为 470 根 × 400 根。化学试剂有硝酸银、氨水、葡萄糖、氢氧化钠、氯化亚锡、盐酸等(均为分析纯)。

2.2 涤纶织物化学镀银

2.2.1 工艺流程

水洗—敏化—水洗—化学镀银—水洗—烘干。

2.2.2 化学镀银方法及镀液配方

因涤纶纤维表面含有污物, 故必须对其进行预处理: (1)用 5%中性非离子洗涤剂在室温下洗涤 20 min; (2)在含 5 g/L SnCl₂ 和 5 mL/L 盐酸的溶液中, 室温条件下敏化处理 10 min; (3)敏化后的涤纶织物放入化学镀银溶液中处理 20 min。化学镀银液含 3.0 g/L 硝酸银、2.0 g/L 氢氧化钠、2.0 g/L 葡萄糖和适量氨水, 温度为 25 °C, pH 为 11。上述每一工序完成后都要用去离子水彻底冲洗至 pH = 7, 然后将还原好的织物浸入配制好的镀液中进行镀覆反应。

收稿日期: 2008-12-04 **修回日期:** 2009-01-10

作者简介: 姜绶祥(1963-), 男, 山东人, 博士, 研究方向为金属镀覆纺织材料及其在服饰设计中的应用。

作者联系方式: (E-mail) tckinor@inet.polyu.edu.hk.com.

2.3 性能测试

2.3.1 镀层质量和厚度测定

采用日本岛津公司的 BX300 型分析天平称量涤纶试样的增重, 采用 Hans Baer AG 的 CH-Zurich Telex 57767 型厚度测试仪测试涤纶试样的厚度。

2.3.2 纤维表面形态观察

用 JSM-6335F 场发射扫描电子显微镜观察镀层表面形貌和晶粒。

2.3.3 镀层结构分析

采用 Bruker D8 Discover X 射线衍射仪对镀层的结构进行分析。

2.3.4 抗紫外性能测定

根据澳大利亚/新西兰标准 AS/NZS 4339, 利用 Varian 公司的 Cary 300 Conc 型紫外分光光度计测定涤纶和镀银涤纶在不同波段(280 ~ 400 nm)下紫外线的透过率和紫外防护系数 UPF。

2.3.5 抗静电性能测试

采用 Static Voltmeter R-1020 静电感应测试仪, 在 20 °C、相对湿度 65% 的条件下测试织物经向和纬向的静电半衰期。

3 结果与讨论

3.1 化学镀银前后涤纶织物质量和厚度的变化

表 1 给出化学镀银前后涤纶质量和厚度的变化。从表 1 可以看出: 化学镀银后涤纶的质量从 0.72 g 增加到 0.84 g, 表明有金属银颗粒沉积到了原始涤纶上。比较镀银前后涤纶的厚度可以得知, 镀银薄膜的厚度约为 0.01 mm。

表 1 镀银前后涤纶质量和厚度的变化

Table 1 Changes of mass and thickness of polyesters before and after electroless silver plating

试样	m/g	δ/mm
原始涤纶	0.72	0.26
镀银涤纶	0.84	0.27

3.2 镀膜表面微观结构的分析

对原始涤纶和镀银涤纶的表面形貌进行比较, 如图 1 所示。从图 1a 和 b 可以清楚看出, 未经镀银的涤纶布纤维表面光滑。而经过化学镀银的涤纶, 表面均匀分散了沉积在纤维表面的银颗粒, 致密且颗粒尺寸较为均匀, 如图 1c 和 d 所示。由于纳米银颗粒的表面能较大, 因此出现了团聚现象, 故图 1d 中显示的银颗粒尺寸在 100 ~ 200 nm 之间。这表明化学镀银可以获得均匀、致密和平整的表面。

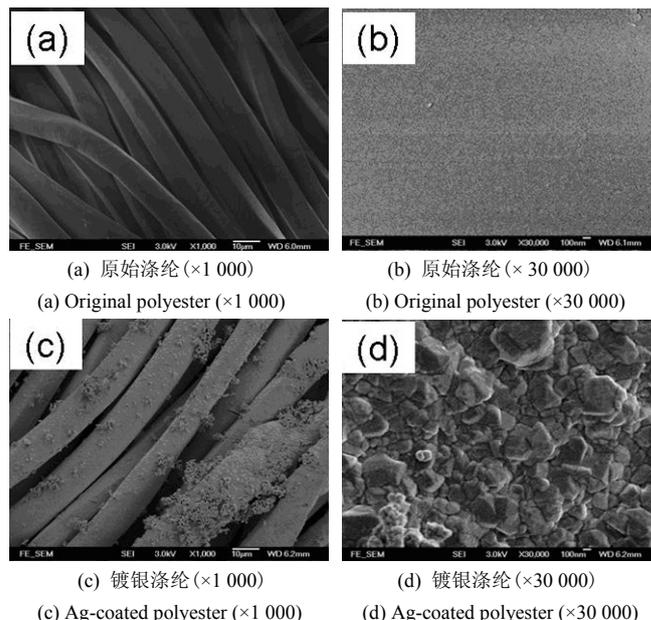


图 1 镀银前后涤纶表面的扫描电镜照片

Figure 1 SEM images of polyester surface before and after electroless silver plating

3.3 晶体结构分析

图 2 为镀膜前后样品的 XRD 谱。由图 2 可看出, 银镀后涤纶织物表面结构发生了明显改变, 具有了银的 (111)、(200)、(220) 和 (311) 衍射峰, 且峰型尖锐, 峰宽狭窄, 这表明晶粒结晶质量高。另外, 图中并无明显的第二相出现, 表明获得的银镀层纯度较高。

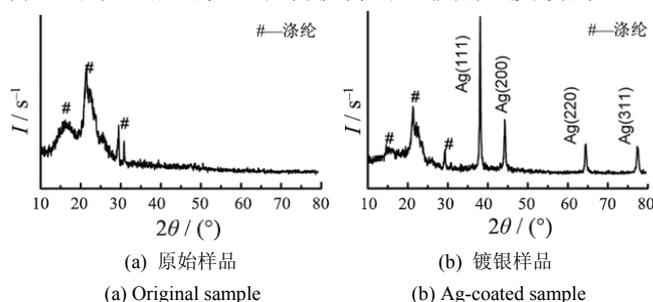


图 2 镀银前后涤纶的 X 射线衍射谱

Figure 2 XRD patterns of polyester before and after electroless silver plating

3.4 抗紫外及抗静电性能

表 2 给出了涤纶镀银前后的抗紫外指数 (UPF 值) 和抗静电时间 (半衰期)。

表 2 镀银前后涤纶的抗紫外和抗静电性能

Table 2 Anti-ultraviolet and anti-static properties of polyester before and after electroless silver plating

试样	UPF		t (抗静电) / s	
	计算值	等级	经向	纬向
原始涤纶	101.74	50+	694	712
镀银涤纶	488.38	50+	128	128

从表 2 可以看出: 镀银前后涤纶的 UPF 等级都达到了 50+, 说明两者都具有较好的抗紫外特性, 均可作

为“抗紫外线产品”，但是镀银之后其 UPF 值明显提高，说明化学镀银涤纶织物对抗紫外性能的作用明显而有效。抗紫外性能增强可能是如下原因：组成薄膜的纳米银颗粒尺寸与光波波长相当或甚至更小，纳米银膜的比表面积大、表面能高，由于这些特有的小尺寸效应和量子效应^[13]，使得光吸收作用显著增强，因而可吸收部分紫外线；此外，从 SEM 照片可以看出银颗粒聚集成薄膜，这对紫外线具有较强的反射作用。

参照国家标准，半衰期是指涤纶试样上静电电压衰减到原来 1/2 所需要的时间，因此静电电荷半衰期越短，涤纶试样中和表面电荷的能力越强，抗静电性越好。根据 ASTM D 1776-04 标准设定所有参数，实际温度(21 ± 1) °C，相对湿度 65% ± 2%。表 2 中数据为镀银前后涤纶试样 3 次测试的平均值。与原始涤纶相比，镀银涤纶的半衰期大大缩短，表明其抗静电性能大大提高，这是因为金属银颗粒具有优异的导电性能。当给涤纶试样施加电压后，镀银涤纶能使其上的静电荷快速溢散，从而达到非常优异的抗静电效果。

4 结论

- (1) 采用化学镀，成功地在涤纶上获得了致密均匀的纯银薄膜。
- (2) 化学镀银涤纶的抗紫外性能获得很大提高，薄膜的抗静电性能也得到改善。
- (3) 本研究中化学镀银薄膜的方法，为改善涤纶织物的舒适性和保护性能提供了有效的技术手段。
- (4) 由于化学镀银溶液稳定性不够，故需将银盐

和还原剂分开配制，使用前再混合。为提高效率，镀覆溶液应考虑加入适量的稳定剂。

参考文献:

- [1] 张宝林. 金属镀层织物研究[J]. 山东纺织科技, 1998 (4): 8-9.
- [2] 周菊先, 赵峰. 金属化纺织材料的研制与应用[J]. 上海纺织科技, 2001, 29 (1): 47-48.
- [3] SCHOLZ J, NOCKE G, HOLLSTEIN F, et al. Investigations on fabrics coated with precious metals using the magnetron sputter technique with regard to their anti-microbial properties [J]. Surface and Coatings Technology, 2005, 192 (2/3): 252-256.
- [4] 曾炜, 谭松庭. PET 纤维表面化学镀镍工艺及其性能研究[J]. 表面技术, 2004, 33 (1): 56-58.
- [5] JIANG S Q, KAN C W, YUEN C W M, et al. Electroless nickel plating of polyester fiber [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 108 (4): 2630-2637.
- [6] YUEN C W M, JIANG S Q, KAN C W, et al. Influence of surface treatment on the electroless nickel plating of textile fabric [J]. Applied Surface Science, 2007, 253 (12): 5250-5257.
- [7] 林一帆. 织物化学镀金属研究[J]. 上海工程技术大学学报, 1997, 11 (1): 24-30.
- [8] HAN E G, KIM E A, OH K W. Electromagnetic interference shielding effectiveness of electroless Cu-plated PET fabrics [J]. Synthetic Metals, 2001, 123 (3): 469-476.
- [9] GAN X P, WU Y T, LIU L, et al. Electroless copper plating on PET fabrics using hypophosphite as reducing agent [J]. Surface and Coatings Technology, 2007, 201 (16/17): 7018-7023.
- [10] JIANG S Q, NEWTON E, YUEN C W M, et al. Chemical silver plating on polyester/cotton blended fabric [J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 100 (6): 4383-4387.
- [11] JIANG S Q, NEWTON E, YUEN C W M, et al. Chemical silver plating on cotton and polyester fabrics and its application on fabric design [J]. Textile Research Journal, 2006, 76 (1): 57-65.
- [12] 张辉, 刘荣立. 涤纶织物铜-银双层化学镀研究[J]. 表面技术, 2008, 37 (2): 21-22, 39.
- [13] 徐滨士. 纳米表面工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 15-16.

[编辑: 吴杰]

(上接第 21 页)

- (2) 甩除法。每工序完毕后，甩动容易积聚溶液的镀件，将积聚在盲孔(盲槽)中的溶液甩出，达到清洗效果。该方法适合于体积大、盲孔(盲槽)多的镀件。
- (3) 中和法。镀件出槽后，砂眼中的镀液较难洗去，此时可采取中和法予以解决。如碱性镀锡后，可采用 4% ~ 6% 的稀硫酸进行中和，镀镍后的零件后可采用 3% ~ 5% 的稀碳酸钠溶液进行中和，或采用防锈水浸渍处理。
- (4) 超声法。利用超声波振荡的机械性能，使脱脂液中产生数以万计的小气泡，这些小气泡在形成、生长、闭合时产生强大的机械力，使黏附的油脂、污

垢迅速脱离，从而达到清洗效果。该方法适合于几何形状复杂(如螺纹、盲孔、凹槽、狭缝)的镀件及清洁度要求高的精密零部件。

3 结语

电镀过程中，针对不同工序，不同零件，不同镀种，应采用不同温度、不同水质、不同方法进行清洗，另外细节管理也非常重要。只有把握好以上几点，才能保证镀覆层的质量，为生产服务。

[编辑: 吴定彦]