

表面修饰镀金属碳纤维对8毫米波干扰研究*

赵 慧, 乔小晶, 郑秋雨, 王伟锋

(北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室, 北京 100081)

摘 要: 为了提高镀金属碳纤维作毫米波干扰剂时的分散性能, 采用在镀液中加入润湿剂和柔顺剂对其表面进行修饰, 结果表明用润湿剂和柔顺剂处理镀金属碳纤维均能改善其分散性, 使衰减时间增加; 采用扫描电子显微镜观察其形貌, 发现表面变光滑; 测试了其8mm波的干扰性能, 结果表明采用镀液中加入润湿剂的方法获得的样品效果最佳, 衰减率和衰减时间最大, 单程透射衰减最大可达10.69dB。

关键词: 碳纤维; 干扰; 毫米波; 化学镀; 表面修饰

中图分类号: TN972.4 文献标志码: A

Attenuation of Coated-metal Carbon Fibers by Surface Modified to Interfere 8 Millimeter Wave

ZHAO Hui, QIAO Xiaojing, ZHENG Qiuyu, WANG Weifeng

(State Key Laboratory of Explosion Science and Technology, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081, China)

Abstract: To increase the disperse capability of the coated-metal carbon fibers as interferent to 8 millimeter wave, wetting agent and softener are used to modify the carbon fibers surface. The results showed that the disperse capability of the coated-metal carbon fibers can be improved after dealing with wetting agent and softener, and both of the attenuation time is increased. The modified surface was observed by SEM, find the surface is smooth, and the attenuation to 8 mm wave was measured. The best is the samples dealing with wetting agent, the most of whose transmission attenuation one way reached to 10.69dB.

Keywords: carbon fiber; interfere; millimeter wave; electroless plate; surface modification

影响, 测试其对8毫米波的衰减。

0 引言

随着光电技术在现代战争中的广泛应用, 光电干扰技术的研究越来越受各国重视。光电干扰分为有源干扰和无源干扰。箔条干扰在无源干扰中是最早出现的, 是一种非常有效的干扰方式, 主要对雷达进行干扰。碳纤维由于比重轻, 刚性大, 镀金属后能很好的提高其电导率和磁导率, 是良好的毫米波干扰剂^[1-2]。但是目前镀金属碳纤维存在分散性欠佳, 易呈“鸟巢状”, 导致衰减率下降及留空时间减短的缺陷^[3], 故对此展开了镀金属碳纤维表面修饰研究, 利用表面活性剂的特性之一——在低浓度下也能显著降低水的表面张力, 在镀液中加入表面活性剂, 研究表明表面活性剂种类和用量表面修饰对其分散性能的

1 修饰原理

表面活性剂是具有在两种物之间的界面上易于聚集并能显著改变这两种物质间界面性质的物质, 它能显著降低溶剂表面张力和液-液界面张力, 可以防止镀层产生凹痕、麻点和针孔, 使镀层与基体结合力好^[4]。利用表面活性剂对镀金属表面进行修饰, 采用加润湿剂或柔顺剂的方法来改善镀金属碳纤维表面的光滑程度, 以提高其在作毫米波干扰剂时的分散性。润湿剂都是一些相对分子质量低于1500的界面活性剂, 主要作用是降低镀液体系的界面张力, 增加润湿效果, 使氢气泡在基体容易脱离, 防止针孔产生, 改善镀层的柔软性, 降低内应力, 减少硬度。柔顺

* 收稿日期: 2009-01-06

作者简介: 赵慧(1984-), 女, 河北人, 硕士研究生, 研究方向: 功能材料。

剂也是一些表面活性剂,经常使用的柔顺剂是阳离子型的季铵盐类、环状阳离子化合物(如咪唑啉型)、叔胺盐类等。这是因为阳离子柔顺剂本身带有正电荷,易和带负电的纤维吸附形成一层薄膜,降低纤维的摩擦系数,从而起到了使纤维顺滑的作用。

2 试验与分析

2.1 碳纤维镀金属

采用丙酮对碳纤维进行镀前预处理,去胶。用胶体钯活化液,使敏化、活化一次完成。将活化、敏化后的碳纤维投入解胶液中,静置 5min,然后用水清洗三遍即可。将经过处理的碳纤维放入镀液中,并进行搅拌,镀 30min 基本无气体放出,停止实验,取出纤维,用蒸馏水洗净,晾干,得到了表面光亮的灰色金属镀层,如图 1 和图 2 所示。



图 1 镀金属碳纤维照片

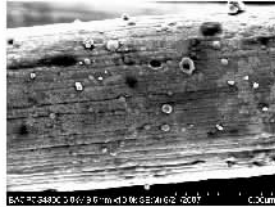


图 2 镀金属碳纤维 SEM 照片

2.2 润湿剂处理

镀覆时,在镀液中加入润湿剂^[5],约 15min 后,随着反应速度减小,泡沫逐渐减少,至 30min 后,反应基本结束。文中研究了镀液中润湿剂含量在 0.5~3.5 g/250mL 变化时的情况,结果表明当润湿剂浓度为 2.5 g/250mL 时效果最佳,其照片见图 3 和图 4。



图 3 镀液中加入润湿剂后的碳纤维照片

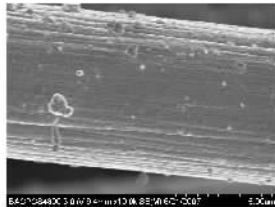
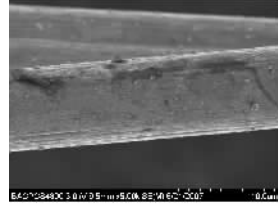


图 4 加入润湿剂后的镀金属碳纤维表面 SEM 照片

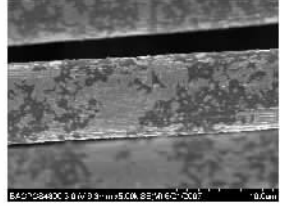
2.3 柔顺剂处理

将镀金属后的碳纤维分别用两种柔顺剂^[6]

K1 和 K2 进行表面修饰。取一定量的柔顺剂 K1、K2 分别溶于 200mL 水中(柔顺剂的浓度为 2.5g/L),搅拌,将已经镀金属的碳纤维分成 2 份,分别浸入含 K1、K2 的溶液中,间歇搅动,浸泡 10min 时间后取出,晾干。经柔顺剂处理的镀金属碳纤维如图 5 所示。



(a) 经 K1 处理



(b) 经 K2 处理

图 5 柔顺剂处理后的镀金属碳纤维 SEM 照片

2.4 结果分析

比较图 1 和图 3 可见,经润湿剂处理的镀金属碳纤维呈蓬松状,未作处理的纤维束较为紧密;二者的 SEM 照片也存在差异(见图 2 和图 4);可以看出加入润湿剂后,有效减少了镀金属碳纤维表面的针孔和条纹,使碳纤维表面光滑,从而分散性得到明显改善。由图 5 可见,用柔顺剂对镀金属碳纤维进行修饰之后,柔顺剂能在碳纤维表层形成一层薄膜,遮盖镀层的针孔和条纹,使碳纤维表面光滑,其分散性得到改善。柔顺剂 K1 的效果比柔顺剂 K2 好,形成的薄膜连续性较好。

3 8mm 波衰减性能测试

3.1 测试原理

当电磁波通过烟幕后由于吸收、散射等而受到衰减,测量毫米波通过前后的功率可得衰减率曲线,由此可衡量毫米波干扰材料的干扰性能。毫米波衰减的分贝数 L 按下式计算:

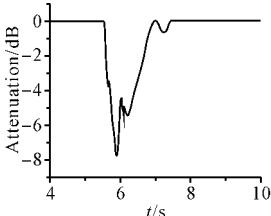
$$L = 10 \lg \frac{P}{P_0}$$

其中 P_0 和 P 分别为电磁波通过烟幕前后的功率,单位为瓦(W)。

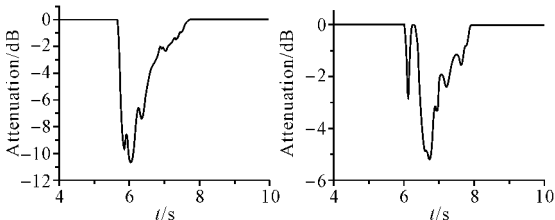
3.2 衰减性能测试结果

将经表面修饰的镀金属碳纤维制成半波长偶极子并分散成烟雾,在 8 毫米波衰减率测试系统中测试它们对 8 毫米波的衰减,并与未作处理的镀金属碳纤维比较,测试结果见图 7 和表 1。由测试结果可见,在镀液中加入润湿剂的样品的衰减率和衰减时间均最佳,分析原因为经处理后

分散性大为提高,增加了偶极子的数量使衰减率提高,避免了“鸟巢”现象,使衰减时间增加;用柔顺剂 K1 处理样品能使衰减时间增加,但衰减率下降;分析原因是经处理后分散性得到改善使衰减时间增加,但镀覆后再用柔顺剂处理会在镀覆金属表面形成一层膜,改变其对电磁波的反射和吸收,从而导致衰减率下降。



(a) 未处理



(b) 加入润湿剂后

(c) 柔顺剂K1处理后

图 6 镀金属碳纤维对 8mm 波衰减性能曲线

表 1 衰减性能测试结果

样品	结果	
	最大衰减率/dB	衰减时间/s
未处理	7.77	1.45
加入润湿剂	10.69	2.03
柔顺剂处理	5.26	1.85

4 结论

采用在化学镀金属溶液中加入润湿剂和镀覆

(上接第 213 页)

的临界值而进行调整来控制调节比较电压,使系统满足准确定线形光源位置的要求。当 CCD 检测系统高速工作时,通常入射光强的改变相对系统的工作频率可视作较缓慢的连续变化,因而可以近似的认为在一两个时间周期范围内入射光强改变很小,几乎不存在时间上的延迟误差^[3]。

4 结论

采用 1024 像元 NEC 公司的 μ PD3575D 芯片作为 CCD 线阵探测器,通过单片机可编程器件产生 CCD 驱动信号,并由上位机控制测量过程与结果分析,省去了复杂的外围电路器件,具

后用柔顺剂处理的方法对镀金属碳纤维进行了表面修饰。目测及样品的 SEM 照片表明:加润湿剂后镀金属表面的条纹和针孔减少,表面光滑,纤维束呈蓬松状,分散性得到明显改善,研究获得了润湿剂在镀液中的较佳浓度为 2.5 g/250mL;用柔顺剂处理镀金属碳纤维可在表面形成一层膜,改善光滑程度,尤其是用柔顺剂 K1 处理可获得连续性较好的薄膜,并明显改善其分散性。对 8 毫米波衰减率测试表明:用润湿剂和柔顺剂处理镀金属碳纤维均能改善其分散性,使衰减时间增加,但经柔顺剂处理后的样品衰减率下降;采用在镀液中加入润湿剂的方法获得的样品衰减效果最好,不仅衰减时间长,衰减率也最大,单程透射衰减最大可达 10.69dB。

参考文献:

- [1] Rouse William G, et al. Method of assembly of compacted fibers and explosive charge for effective dissemination[P]. US5659147, 1997.
- [2] 乔小晶. 烟幕干扰红外和毫米波技术研究[D]. 北京:北京理工大学,2000.
- [3] 赵彩琴. 新型箔条材料的现状及发展趋势[J]. 材料开发与应用,2002,17(5): 45-46.
- [4] 方景礼. 电镀添加剂理论与应用[M]. 北京:国防工业出版社,2006.
- [5] 黄应钦,成晓玲,白晓军,等. 表面活性剂在超细粉体制备和分散中的应用[J]. 活性剂日用化学工业,2006,36(1):30-33.
- [6] PIETSCH Karl-Heinz. Dispersion coating with PTFE[J]. Products Finishing, 1999, 63(2): 34-39.

有系统测量速度快、体积小、结构简单、性能可靠、硬件、软件代价均较低且系统成本预算低廉等特点,解决了传统实弹教学的诸多问题,为末制导反舰弹教学培训提供了一种实用可靠的手段。

参考文献:

- [1] 张俊谟. SoC 单片机原理与应用——基于 C8051F 系列[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 潘琢金. C8051F02x 单片机数据手册[M]. 深圳:新华龙电子有限公司,2005.
- [3] 黄智伟. 全国大学生电子设计竞赛系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.