

某装备光学镜筒局部着黑色工艺设计

李俊英, 彭刚

(中国电子科技集团公司 第二十七研究所, 河南 郑州 450047)

摘要:为解决某装备光学镜筒局部导电、局部硫酸阳极氧化着黑色的工艺技术难题,筛选出一套适合该装备光学镜筒局部表面处理的工艺方法,采用某涂覆液经3~5次涂覆成型,遮蔽层厚度为120 μm,固化温度为93 ℃,固化时间为35 min.通过遮蔽层对导电表面与硫酸阳极氧化溶液的有效隔离,实现了对光学镜筒导电表面进行保护的目的,满足了该装备光学镜筒局部导电、局部硫酸阳极氧化着黑色的特殊使用要求.

关键词:光学镜筒;着黑色;遮蔽层

中图分类号:TQ153 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.06.012

The process design on the partial blackening of equipment optical lens

LI Jun-ying, PENG Gang

(The 27th Research Institute, China Electronics Technology Group Corporation, Zhengzhou 450047, China)

Abstract: In order to solve technical problems about partial conduction on the surface of equipment optical lens, a series of process method which adapted to the partial surface of equipment optical lens was screened out, the paint category of shielding film coating process was determined, the thickness of shielding film was 120 μm, the curing temperature was 93 ℃, the curing time was 35 min. The shielding film could protect optical lens based on effective isolation between conductive surface and sulfuric acid anodic oxidation solution through shielding film. It could realize the purpose of protecting the conductive surface of optical lens, and satisfy the request of the particular use of partial conduction and partial blackening after sulfuric acid anodic oxidation on the surface of equipment optical lens.

Key words: optical lens; blackening; shielding film

0 引言

铝件经硫酸阳极氧化着黑色表面处理后,其基体表面具有多孔性^[1]、绝缘性强、硬度高、耐腐蚀性强、耐磨性好^[2]、结合强度高^[2]等优良特性,从而使铝件可满足多种使用要求.笔者参与研制的某装备光学镜筒表面处理要求特殊:其接触部位要求导电以满足设备电磁屏蔽、静电防护等使用要求;其余部位要求经硫酸阳极氧化着黑色以满足设备出光率、

三防等使用要求.该镜筒初期样件采用的局部阳极氧化着黑色工艺方法为:对需要局部导电的部位进行两次机械加工,第一次机械加工后,该部位尺寸预留余量,待整个光学镜筒全部阳极氧化着黑色后,第二次加工除去导电部位氧化发黑层,并加工余量使之达到要求尺寸.此加工方法会出现以下问题:本应一次加工到位的导电部位却被重复加工,从而增加工时,造成浪费,同时加大了周转、管理等难度;周转及二次机械加工过程中可能出现光学镜

筒划伤、表面沾染油污,影响产品的防护和外观装饰效果;二次机械加工造成的同轴度等形位公差增大、光路偏移也会给装配调试带来困难。

光学镜筒是该装备的一个关键部件,其作用是降低杂光对主要光源的干涉^[3],提高光的分辨率,加强光的发射强度.其表面处理质量直接影响产品的形位公差和设备出光率等性能指标,最终影响产品的信号输出.该光学镜筒基材为硬铝合金 2A12,其外观如图 1 所示。

铝件的硫酸阳极氧化是在硫酸溶液中,将铝件作为阳极,在外加电流的作用下进行电解反应,使铝件表面沉积一层氧化膜^[4].硫酸溶液通电后,阳极反应为: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$, $2\text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} + [\text{O}]$, $2\text{Al} + 3[\text{O}] \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$,在铝件表面生成氧化膜的同时,由于溶液中硫酸的作用,膜又不断地被溶解: $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$;阴极反应为: $2\text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{H}_2 \uparrow$.如果在铝件与硫酸阳极氧化溶液之间涂覆一层具有特殊性能的绝缘遮蔽层^[5],就可以阻断电解反应,实现铝件表面局部导电、局部硫酸阳极氧化着黑色.裴钧^[6]介绍了金属局部电镀件绝缘方法,包括倒置工艺程序绝缘法、圆形件端头帽套式绝缘法、镀硬铬件孔眼内部绝缘法、涂料绝缘法、仿形夹具法.王洪奎^[7]研究了可剥塑料胶在不锈钢餐具局部镀金工艺中的应用.同时,需考虑工件基材型号、结构复杂程度、表面处理类型等因素对局部表面处理工艺的影响.鉴于此,本文拟通过工艺试验设计一套适合该装备光学镜筒局部表面处理的工艺方法,同时选择合适的遮蔽层涂覆液,以解决该光学镜筒局部导电、局部硫酸阳极氧化着黑色的工艺难题。

1 材料与方法

1.1 试剂与仪器

试剂: H_2SO_4 ,乙酸钴,均为分析纯,北京化工厂产;NaOH(分析纯),天津市西尔斯化工有限公司

产; HNO_3 (分析纯),郑州派尼化学试剂厂产;硫化铵(分析纯),台山市粤侨试剂塑料有限公司产。

仪器:GDJS 型可编程高低温湿热试验箱,上海林频科技发展有限公司产;QND-4C 型黏度计,天津市精科材料试验机厂产;MPORL 涂层测厚仪,德国菲希尔公司产。

1.2 方法

1.2.1 工艺流程 表面前处理→涂覆遮蔽层→遮蔽层干燥固化→硫酸阳极氧化→染色→剥离遮蔽层

1.2.2 表面前处理 用汽油将光学镜筒表面油污清洗干净,于 20%~25% 的 NaOH 溶液中,在 85~90 °C 下,腐蚀掉光学镜筒表面氧化物,用去离子水清洗干净,于 30% HNO_3 中出光,用去离子水清洗干净.将光学镜筒放入烘箱于 (90 ± 2) °C 干燥 10 min^[8-9].

1.2.3 涂覆遮蔽层 将光学镜筒需要导电的表面经涂覆遮蔽层进行保护,待其余表面经硫酸阳极氧化处理后再将其剥离去除.为筛选出适合该装备光学镜筒局部着黑色工艺使用的涂覆液,对可剥阻镀漆、阻镀漆、XXX 保护膜 3 种涂覆液分别进行涂覆试验.涂覆液用专用溶剂调整涂覆黏度为 30~40 s(采用涂-4 杯测试),测试时涂覆液试样温度为 (25 ± 1) °C,必须在第 1 次刷涂遮蔽层干燥后才可进行第 2 次刷涂^[8],刷涂 3~5 次涂覆成型。

1.2.4 遮蔽层干燥固化 遮蔽层涂覆完成后于室温下晾置 12 min,以手指按压遮蔽层无指纹、不起皱为准,每次刷涂时间间隔约 15~20 min.待遮蔽层表面干燥后,将光学镜筒放入烘箱.遮蔽层固化完成后,观察遮蔽层表面是否有针孔、气泡和划伤等缺陷,若有缺陷用涂覆液修补,多余涂覆液可用专用溶剂擦除干净.用磁性测厚仪测量遮蔽层厚度。

1.2.5 硫酸阳极氧化着黑色 将光学镜筒置于 90 mL/L H_2SO_4 ($d = 1.84 \text{ g/cm}^3$) 溶液中,21~25 °C,电流密度、电压分别为 1.6 A/dm^2 和 21~25 V 条件下,阳极氧化处理 30~60 min.然后将其置

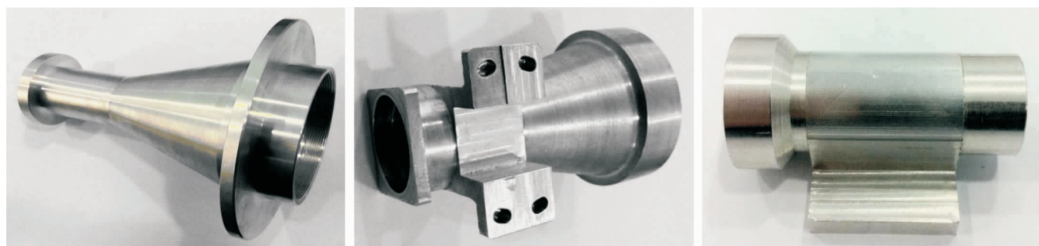


图 1 光学镜筒图

于 150 ~ 300 g/L 乙酸钴溶液中浸泡 15 min, 用去离子水将其清洗干净, 在 20 ~ 40 g/L 硫化铵溶液中浸 10 min, 用去离子水清洗干净^[9].

2 结果与分析

光学镜筒表面油污会使遮蔽层的附着力降低, 导致漏蚀甚至遮蔽层脱落; 表面氧化物则会使遮蔽层附着力过高, 导致剥离困难. 为了保证遮蔽层对光学镜筒附着的均匀性, 使光学镜筒的表面状态一致, 对光学镜筒表面进行适当的前处理是必要的, 前处理质量是遮蔽层涂覆和剥离的关键因素之一.

2.1 涂覆液种类的确定

在硫酸阳极氧化过程中, 遮蔽层需均匀、牢固地附着在铝件需要导电的表面上, 以保证硫酸阳极氧化过程中遮蔽层既不漏蚀, 又能在阳极氧化后易被剥离去除, 即遮蔽层的耐酸性和可剥离性都要好. 为筛选出适合该装备光学镜筒局部着黑色工艺使用的涂覆液, 分别对可剥阻镀漆、阻镀漆、XXX 保护膜 3 种涂覆液进行试验. 3 种涂覆液局部着黑色结果见表 1.

表 1 不同涂覆液局部着黑色结果

种类	硫酸阳极氧化状态	遮蔽效果	槽液状态	可剥离性
可剥阻镀漆	正常	遮蔽层下无氧化膜产生	无变化	易于去除
阻镀漆	正常	遮蔽层下无氧化膜产生	无变化	难以去除
XXX 保护膜	正常	漏蚀	无变化	易于去除

由表 1 可知, 阻镀漆作为遮蔽层涂覆液局部着黑表面处理后, 遮蔽层难以去除; XXX 保护膜作为遮蔽层涂覆液局部着黑表面处理后, 有漏蚀现象产生; 可剥阻镀漆作为遮蔽层涂覆液局部着黑表面处理效果最好, 既起到了局部保护的作用, 又不影响局部硫酸阳极氧化着黑色处理. 综合考虑, 选用可剥阻镀漆涂覆液对光学镜筒需要导电部位进行涂覆保护. 涂覆遮蔽层时需注意: 涂覆液黏度过高时, 涂刷不便, 涂层过厚, 溶剂挥发不完全, 加热干燥固化时会引起遮蔽层起泡; 涂覆液黏度过低, 则涂刷时容易引起流挂; 若采用涂刷 1 次成型, 遮蔽层过厚则附着

力差, 容易引起遮蔽层脱落, 故采用 3 ~ 5 次涂覆成型. 该装备光学镜筒遮蔽层成型后如图 2 所示.

2.2 可剥阻镀漆遮蔽层厚度、固化温度、固化时间的确定

基于对局部着黑色表面处理工艺的分析, 选取可剥阻镀漆遮蔽层厚度、固化温度、固化时间 3 个因素进行水平正交试验. 选用 $L_9(3^4)$ 表安排本批试验, 正交试验结果见表 2.

由表 2 可知, 合格率最高的为 6 号试验, 其合格率为 98.4%, 组合为 $A_3B_2C_1$. 将各列比较可知, 对于可剥阻镀漆遮蔽层厚度, 三位级最好; 固化温度, 二位级最好; 固化时间, 一位级最好, 故其最佳组合为 $A_3B_2C_1$. 按照极差 R 的大小, 把各因素的主次顺序及选用的位级进行排列, 结果也为 $A_3B_2C_1$.

通过正交试验确定最优工艺参数为: 可剥阻镀漆遮蔽层厚度 120 μm , 固化温度 93 $^\circ\text{C}$, 固化时间 35 min.

2.3 可剥阻镀漆遮蔽层局部着黑色效果

将可剥阻镀漆涂覆在该装备光学镜筒要求导电部位表面后, 可形成一层耐水、耐油、耐腐蚀、耐高温和绝缘性较强的可剥离遮蔽层, 通过该遮蔽层对导电表面与硫酸阳极氧化溶液的有效隔离, 实现了光学镜筒局部导电、局部氧化着黑色的特殊要求. 选用可剥阻镀漆作为遮蔽层涂覆液对光学镜筒进行局部着黑色处理, 其效果如图 3 所示. 由图 3 可看出, 光学镜筒表面有氧化膜部位和无氧化膜部位交界整齐、清晰, 着黑色处理部位和着黑色处理后的表面导电部位颜色黑白分明.

3 结论

采用可剥阻镀漆作为遮蔽层涂覆液, 有效解决了该装备光学镜筒局部导电、局部硫酸阳极氧化着黑色表面处理的工艺难题, 提高了该课题产品防护及外观装饰效果, 保证了装备的形位公差和出光率等性能指标. 通过正交试验确定了最优工艺参数:



图 2 遮蔽层成型图

表2 正交试验结果

试验号	可剥阻镀漆遮蔽层厚度 A	固化温度 B	固化时间 C	合格率/%
1	1(100 μm)	1(90 °C)	3(40 min)	95.7
2	2(110 μm)	1	1(35 min)	96.5
3	3(120 μm)	1	2(37 min)	97.1
4	1	2(93 °C)	2	95.9
5	2	2	3	97.7
6	3	2	1	98.4
7	1	3(95 °C)	1	96.5
8	2	3	2	97.7
9	3	3	3	97.1
K_1	288.1	289.3	291.4	
K_2	291.9	292.0	290.7	
K_3	292.6	291.3	290.5	
极差 R	4.5	2.7	0.9	

可剥阻镀漆遮蔽层厚度 120 μm,固化温度 93 °C,固化时间 35 min. 该装备交付使用后,跟踪检查发现,光学镜筒的功能层完好如初,着黑色处理部位无发黑膜失色现象,这充分证明了遮蔽层既起到了局部保护的作用,又不影响局部硫酸阳极氧化着黑色处理. 此局部着黑色表面处理工艺技术的应用,确保了该产品的质量和性能.

参考文献:

- [1] 姜家亮,李子威,许勤芳,等. 多孔阳极氧化铝膜形成机理的研究[J]. 新疆大学学报:自然科学版,2009,26(2):178.
- [2] 王振林,唐丽文,杨惠. 铝的阳极氧化工艺与氧化膜性能[J]. 轻合金加工技术,2010,38(2):45.
- [3] 苗健宇,张立平,吴清文,等. 测绘相机光学镜筒设计、加工及装配[J]. 光学精密工程,2008,16(9):1648.
- [4] 许旋,林国辉,陈子超,等. 影响铝合金阳极氧化膜质量因素的研究[J]. 电镀与涂饰,2005,24(2):7.
- [5] 郑瑞庭. 局部电镀件的绝缘[J]. 电镀与涂饰,2002,21(3):59.
- [6] 裘钧. 局部电镀件绝缘工艺及方法初探[J]. 中国新技术新产品,2011(13):118.
- [7] 王洪奎. 不锈钢餐具局部镀金工艺[J]. 电镀与精饰,2005,27(5):35.
- [8] 叶扬祥,潘肇基. 涂装技术使用手册[M]. 2版. 北京:机械工业出版社,2003.
- [9] 孙春文,唐致远,郭鹤桐,等. 铝件黑色处理新工艺[J]. 新技术新工艺,1999(4):39.



图3 光学镜筒局部着黑色处理效果图