

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2020.09.009

# 一例电镀镍故障的原因分析和排除

胡水莲\*, 皮志超

(国营芜湖机械厂, 安徽 芜湖 241007)

**摘要:** 针对一例镍镀层表面发黑、粗糙, 分散能力差故障进行了分析, 并提出了故障处理方法。通过赫尔槽试验, 确定了除杂剂的添加量; 通过双氧水氧化及活性炭过滤, 去除了槽液中的有机物; 通过电解去除了槽液中络合金属离子; 最后通过调整槽液成分含量于规定范围, 解决了试镀故障。

**关键词:** 镀镍; 发黑; 粗糙; 故障

**中图分类号:** TQ153.1+2      **文献标识码:** B

## An Analysis and Treatment of Malfunctions Occurred in Nickel Plating Solution

HU Shuilian\*, PI Zhichao

(State-owned Wuhu Machinery Factory, Wuhu 241007, China)

**Abstract:** In this paper, a trouble of poor scattered ability and the nickel plating with black and rough surface was analyzed, and fault processing methods are put forward. Through hall cell test, the content of removing impurity agent was confirmed. By adding hydrogen peroxide oxidation and activated carbon filter, the organic matter in the bath were removed. The complexation metal ions in bath were removed by electrolysis. Finally, the component content of bath was adjusted to the prescribed scope and the trouble of plating nickel was resolved.

**Keywords:** nickel plating; black; rough; fault

镍镀层具有良好的物理化学性能, 在空气中镍与氧作用生成极薄的钝化膜, 常温下能很好地抵抗大气、碱和一些酸的侵蚀<sup>[1]</sup>, 被广泛应用于航空和航天领域电子产品中。镍镀层即可作为装饰性镀层又可作为功能性镀层, 已成为电镀工业中应用最为重要的镀层之一<sup>[2]</sup>。

为提高零件导磁性、耐磨性, 铜、铁件螺钉、垫片一般表面处理方式为镀普通镍。普通镀镍也叫暗镍, 镀层为带淡黄色的银白色, 本文以普通镀镍槽液为研究对象, 分析了一起垫圈表面镍镀层发

黑, 分散能力差的故障, 并提出故障的处理方法。

### 1 故障特征

该零件基材为黄铜 H62, 电镀镍的主要工艺流程为: 装挂→除油→活化→氰化镀铜→普通镀镍→烘干, 要求镍镀层为带淡黄色调的银白色。生产现场反馈, 零件镀镍后, 表面存在很大的夹具印, 深孔处无镀层, 边角区域镀层粗糙、发黑(如图 1 所示), 且沉积速率为仅(5~6)  $\mu\text{m}/\text{h}$ , 远远低于正常镀速(12  $\mu\text{m}/\text{h}$ )。

收稿日期: 2019-12-03

修回日期: 2020-03-08

通信作者: 胡水莲, email: hushuilian333@163.com

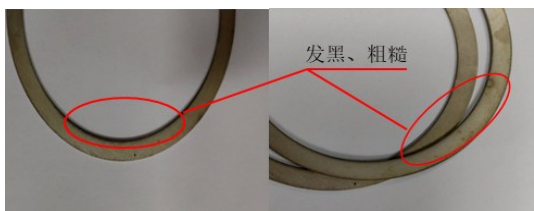


图1 垫圈镀镍后外观形貌图

Fig.1 Image of gasket after nickel plating

## 2 故障原因分析

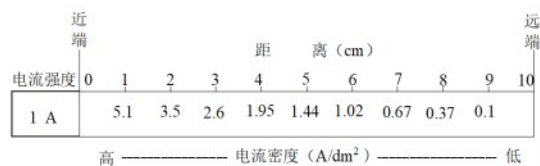
镀镍槽液主要成分为硫酸镍、硼酸、氯化钠、硫酸钠,电流密度为 $(1 \sim 2.5) \text{ A/dm}^2$ 。经化学分析,其中各组分的含量均处于工艺规定范围的中线。图2为电流在阴极上的分布情况及镀层状况符号。取过滤后的镀镍溶液250 mL置于267 mL 赫尔槽中进行赫尔槽试验,以尺寸为 $100 \text{ mm} \times 65 \text{ mm} \times 0.5 \text{ mm}$ 的H62为基体,在1 A下进行赫尔槽试验,施镀时间5 min,赫尔槽试片的镀层分布如图3所示,高电流密度区内镀层烧焦,低电流密度区镀层发黑,其他部位的镀层为灰白色(见图3)。

该型号垫圈采用新配镀液,按工艺流程进行镀镍,镀层外观符合外观要求。同时,采用该新配槽液进行赫尔槽试验,结果显示,高电流密度区存在烧焦现象(见图4)。故排除电镀工序引起镀层发黑的原因。结合生产现场各工序及赫尔槽试验结果可知析,故障的可能原因如下:

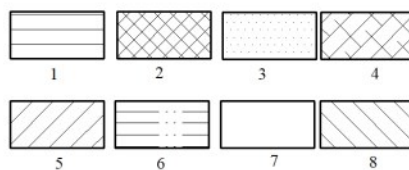
(1)槽液中铜、锌离子杂质过量。一方面,电镀镍槽液对铜、锌离子较敏感,极少量都可能使镀层产生黑色、褐色条纹甚至全部变黑;另一方面槽液被铜、锌杂质污染后,镀件与挂具的接触处镀不上镍,产生明显的挂具印子,挂具印子增大且发黑<sup>[3]</sup>。铜、锌来源于主要有以下几方面:一是零件挂入镀镍槽液pH为 $(4 \sim 5)$ 槽中未及及时通电,导致部分铜打底层溶解于镀槽中;二是生产现场中掉入槽中的黄铜基体零件未及被打捞出来;三是配制镀液所用的工业级硫酸镍中含有一定的锌离子。

(2)生产过程中槽液中会积累一定量的有机杂质,其中部分杂质具有阴极极化作用,当其含量超过一定值时会使阴极极化增强,导致电流效率下降<sup>[4-5]</sup>,甚至使镀层发黑<sup>[6]</sup>。

(3)槽液中含有一定量的固体颗粒。槽液的日常维护中电解时间较长,电解板上易沉积一层疏松



(a) 电流在阴极上分布情况



(b) 镀层状况符号

图2 电流在阴极上的分布及镀层状况符号,1-银白色,2-烧焦,3-银白有气孔,4-黑色,5-灰白色,6-光亮有气孔,7-光亮,8-灰色

Fig.2 The current distribution on the cathode and coating condition symbol, 1-silver, 2-scorch, 3-silver white and porous, 4-black, 5-offwhite, 6-bright and porous, 7-bright, 8-gray

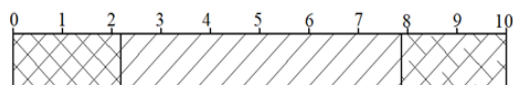


图3 故障槽液赫尔槽试片图

Fig.3 Hull tank test piece diagram of faulty bath solution

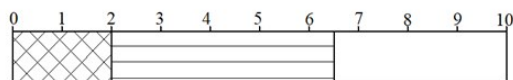


图4 新配置后槽液赫尔槽试片图

Fig.4 Hull tank test piece diagram of newly prepared bath solution

的铜、镍小颗粒,采用空气搅拌的同时易将电解板上的小颗粒冲刷到镀槽中。当固体颗粒含量大于 $10 \text{ mg/L}$ 时,镀层易粗糙,甚至有明显的毛刺<sup>[7]</sup>。

## 3 故障排除

处理槽液中的铜、锌、铁杂质一般先添加除杂剂,后采用双氧水加活性炭处理法<sup>[6-9]</sup>。分别向5 L 镀液中先加入1、2、3和4 mL/L 某公司生产的FK-380 镀镍高效除杂剂除杂剂,然后加入30%的双氧水1 mL/L、活性炭 $1 \sim 2 \text{ g/L}$ ,搅拌30 min后过滤,调整pH至工艺范围。取经不同含量除杂剂处理后的槽液进行赫尔槽试验,其结果如图5所示。结果表

明随着除杂剂量的增加,镀层的光亮区逐渐增大;当除杂剂添加量为4 mL/L,镀层表面存在气孔。对比图4新配置槽液赫尔槽片与图5故障处理后的赫尔槽试片从而确定最佳除杂剂含量为3 mL/L。

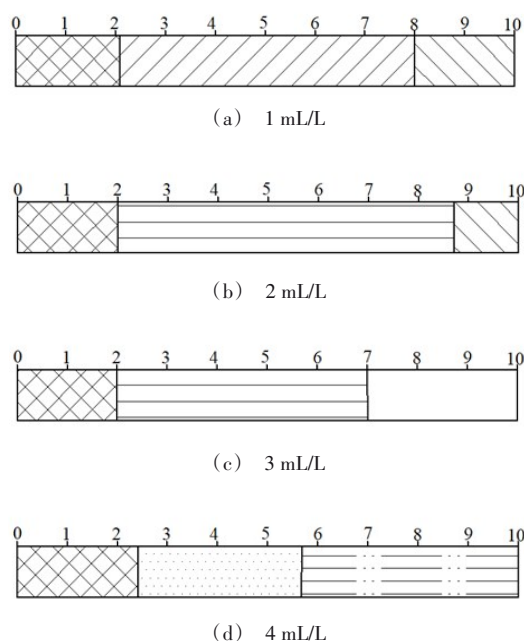


图5 加入不同含量除杂剂后赫尔槽试片图样

Fig.5 Hull cell test piece pattern after adding different content of impurity remover

在电流密度 $0.1 \text{ A/dm}^2$ 下对除杂剂处理过的镀液电解24 h,以去除活性炭带入的微量金属杂质及被除杂剂络合的金属离子。电解完毕后,分析、调整槽液各组分含量、pH至工艺范围。进行试镀,镍镀层外观合格(见图6),可见故障解决。



图6 故障槽液处理后试镀试片

Fig.6 Image of the test plate obtained after treatment of faulty bath solution

## 4 结语

加强镀液维护和定期采用活性炭过滤槽液,是

防止此类故障发生的有效方法。对一例镀镍故障进行了分析,提出了切实可行的修复措施,为电镀生产提供了参考,提高了电镀企业的效益。

## 参考文献

- [1] 程秀云. 电镀技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [2] 刘德鑫, 彭晓杰, 赵桂兰, 等. 氨基磺酸盐电镀镍层内应力的影响因素研究[J]. 电镀与精饰, 2017, 39(8): 10-14.  
Liu D X, Peng X J, Zhao G L, et al. Study on influence factors of internal stress of nickel coatings electroplated using aminosulfonate [J]. Plating and Finishing, 2017, 39(8): 10-14 (in Chinese).
- [3] 郭崇武, 向思杰. 一次电镀装饰铬故障的排除[J]. 电镀与精饰, 2010, 32(2): 24-26.  
Guo C W, Xiang S J. Elimination of a decorative chromium plating malfunction [J]. Plating and Finishing, 2010, 32(2): 24-26 (in Chinese).
- [4] 郭崇武, 王小东. 氯化钾无氰镀镉故障分析与处理[J]. 电镀与涂饰, 2017, 36(23): 1271-1272.  
Guo C W, Wang X D. Analysis and treatment of malfunctions occurred in cyanide-free potassium chloride cadmium electroplating [J]. Electroplating & Finishing, 2017, 36(23): 1271-1272 (in Chinese).
- [5] 郭崇武. 镀镍槽糖精钠过量引起的质量事故分析[J]. 电镀与涂饰, 2014, 33(3): 118-119.  
Guo C W. Analysis on a plating quality accident caused by excessive sodium saccharin in nickel plating bath [J]. Electroplating & Finishing, 2014, 33(3): 118-119 (in Chinese).
- [6] 张允诚, 胡如南, 向荣, 等. 电镀手册(上册)[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997: 317-319.
- [7] 张业明, 陈志量, 郝龙, 等. 硫酸盐镀铜的故障分析及修复[J]. 材料保护, 2007, 40(7): 67-69.  
Zhang Y M, Chen Z L, Hao L, et al. Trouble-shooting technology for copper electroplating from sulfate bath [J]. Materials Protection, 2007, 40(7): 67-69 (in Chinese).
- [8] 袁诗璞, 李铭华, 黄渭澄, 等. 电镀技术[M]. 成都: 四川人民出版社, 1982.
- [9] 奚兵. 电镀脱皮故障的原因分析[J]. 电镀与涂饰, 2009, 28(12): 23-24.  
Xi B. Cause analysis on peeling in electroplating [J]. Electroplating & Finishing, 2009, 28(12): 23-24 (in Chinese).