

Ni-P 化学镀层对工件表面粗糙度的影响

汪玉祥^{1,2}, 周苏闽², 潘成², 殷榕溶²

(1. 南京工业大学, 江苏 南京 210000; 2. 淮阴工学院, 江苏 淮安 223001)

[摘要] 表面粗糙度是影响工件性能的一个重要因素,适当减少表面粗糙度值可以改善工件表面的机械特性,为了掌握化学镀后工件表面粗糙度值的变化规律,在同一种 Ni-P 化学镀液中,对经测量具有不同表面粗糙度值的工件,镀上相同厚度的镀层,再测量工件表面粗糙度值,对比两次测量数据,结果发现化学镀后工件表面粗糙度值普遍减小,结合镀层表面微观形状图分析得知,在微观表面的波峰和波谷处存在沉积发生面的面积变化是工件表面粗糙度值普遍减小的原因,再经数学计算得出,表面粗糙度值的减小量随工件原表面粗糙度值增大而增大,减小幅度约为工件原表面粗糙度值的 11%。

[关键词] 化学镀层;表面粗糙度;影响因素

[中图分类号] TG174.4; TQ153.2

[文献标识码] B

[文章编号] 1001-3660(2007)03-0076-02

Effect of Electroless Ni-P Plating on the Surface Roughness of the Workpiece

WANG Yu-xiang^{1,2}, ZHOU Su-min², PAN Cheng², YIN Rong-rong²

(1. Nanjing University of Technology, Nanjing 210000, China;

2. Huaiyin Institute of Technology, Huaian 223001, China)

[Abstract] Surface roughness is an important factor that affects the function of the workpiece. Cutting down the workpiece's surface roughness degree can improve the mechanical function of the workpiece's surface. In order to master the regularity of the workpiece's surface roughness which is plated, in the same kind of the Ni-P plate liquid, we plate the same thickness to the workpieces which have the different surface roughness. By contrasting the data, we find the surface roughness decreased after plating. By analyzing the microomic shape of the electroless plating's surface, we find the reason of the surface roughness decreasing is that the sediment area of the wave through and wave crest is changed. After calculating, so we can conclude that the higher the original workpiece's surface roughness degree is, the more that reduction is. The range of the reduction is about 11 percent of the original workpiece's surface roughness degree.

[Key words] Electroless plating; Surface roughness; Influence factor

0 引言

化学镀是利用还原剂以化学反应的方式在工件表面得到镀层,镀层均匀,不改变被镀件表面宏观几何形状^[1]。从微观上看,适当减小表面粗糙度值可以改善工件的耐磨性,抗疲劳性^[2,3]。化学镀对被镀件表面微观几何形状(表面粗糙度)是否有影响?这一问题的研究,对于合理进行镀层设计和选定合适的工艺参数,都有一定的实用价值。

1 试验

1.1 试样制备

化学镀试样:普通低碳钢 30mm × 15mm × 1mm,施镀时间:2h。各试样的化学镀工艺参数完全一致,镀液配方采用如下 Ni-

P 镀液配方,其镀速可达 10μm/h 左右。

1.2 镀液成分及工艺条件^[4]

硫酸镍	20g/L
次亚磷酸钠	25g/L
无水乙酸钠	25g/L
复合络合剂	20mL/L
硝酸铅	1.0mg/L
pH 值	4.5 ~ 4.7
温度	(85 ± 1)℃

2 试验结果及分析

2.1 试验数据

用 JB-3C 粗糙度测试仪测得数据见表 1,并由此生成分析图,见图 1。

从图 1 和表 1 可知金属表面镀后表面粗糙度值普遍减小,

[收稿日期] 2006-10-31

[作者简介] 汪玉祥(1971-),男,江苏淮安人,讲师,在读硕士,主要从事化工机械研究。

减小量从 $0.030\mu\text{m}$ 到 $0.606\mu\text{m}$, 且呈镀前 Ra 值越大, 镀后 Ra 值的减小量越大的规律。

表1 镀前镀后工件表面粗糙度值

Table 1 The workpiece's surface roughness degree before and after plating

试件号	镀前 Ra 值/ μm	镀后 Ra 值/ μm	Ra 值的减小量/ μm
1	0.283	0.253	0.03
2	0.429	0.283	0.146
3	0.488	0.381	0.107
4	0.859	0.722	0.137
5	0.898	0.712	0.186
6	1.054	0.92	0.134
7	1.083	0.703	0.38
8	1.669	1.435	0.234
9	4.941	4.335	0.606

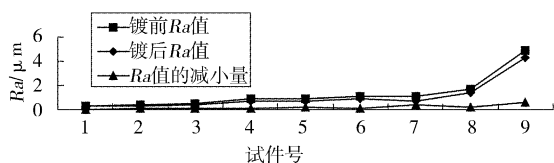


图1 化学镀对基材表面粗糙度的影响

Figure 1 The influence of electroless Ni-P plating on surface roughness degree of the workpiece

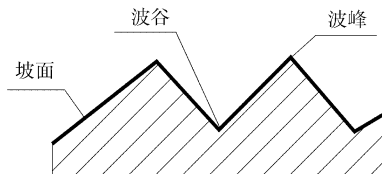


图2 基材表面微观几何形状

Figure 2 The microcosmic shape of the workpiece

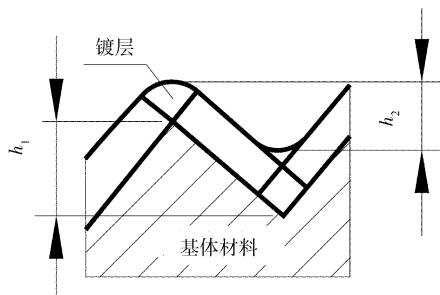


图3 微观表面镀层沉积

Figure 3 The sediment of the plating on the microcosmic surface

2.2 粗糙度数值变小的原因分析

经过加工的零件表面,总存在着许多高低不平的较小峰谷(波距小于 1mm)见图2所示,这些波峰、波谷及坡面都是化学镀镀层沉积的发生面,镀层在这些微观的波峰、波谷及坡面上法向均匀沉积见图3所示,在波谷处镀层交汇,造成镀层原子积聚多于坡面,但随镀层的交汇,波谷处沉积反应的发生面的面积在减少,此处的沉积反应也减少。所以在波谷处镀层沉积有所增厚,并渐渐形成圆角。在波峰处镀层背离,造成波峰处镀层原子积聚少于坡面,但随镀层的背离,波峰处沉积反应的发生面的面积在增加,此处的沉积反应也增加,在波峰处形成镀层并渐渐形成圆角。图4是镀层表面电镜图片,从图中可清晰地看到圆滑

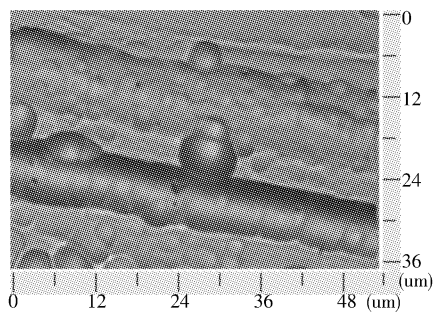


图4 镀层表面微观形状

Figure 4 The microcosmic shape of the electroless plating's surface

的波峰。在波谷处形成圆角说明谷深变小,在波峰处形成圆角说明峰高变小,经过一段时间的施镀,镀件表面波谷到波峰的距离将有所减小,即 $h_1 - h_2 = \Delta h$,见图3所示,所以镀后试样表面粗糙度值普遍降低,由分析可知镀后工件表面粗糙度值减小是由微观表面波峰和波谷处化学镀沉积发生表面的面积变化所引起的。因此,镀后工件表面粗糙度值减小量受工件镀前表面微观几何形状影响。

2.3 粗糙度数值的减小量分析

为便于分析镀前工件表面微观几何形状对镀后工件表面粗糙度值减小量的影响规律,以表1的试验数据为基础,找出这两个变量之间的函数关系的近似表达式-经验公式,通过经验公式对其进行理论分析。

设 y 为粗糙度 Ra 值的减小量, t 为镀前 Ra 值,则 $y = f(t)$, 根据图1中 Ra 值的减小量曲线接近于一条直线,于是可以认为 $y = f(t)$ 是线性函数,并设 $f(t) = at + b$

根据最小二乘法 $M = \sum_{i=1}^9 [y_i - (at_i + b)]^2$ 应为最小值,

$$\text{即} \begin{cases} M_a(a, b) = 0 \\ M_b(a, b) = 0 \end{cases} \quad \text{求得} \begin{cases} a = 0.11017 \\ b = 0.07451 \end{cases}$$

所以镀后工件表面粗糙度值减小量与工件镀前表面微观几何形状之间的经验公式为

$$y = f(t) = 0.11017t + 0.07451 \quad (1)$$

由公式(1)可知粗糙度数值的减小量随原表面粗糙度值增大而增加,减小幅度约为原表面粗糙度值的11%。

3 结论

1) 化学镀可以减小镀件的表面粗糙度值。所以镀后表面更加平整,更显光亮。

2) 化学镀后,表面粗糙度数值的减小量随原表面粗糙度值增大而增加,减小幅度约为原表面粗糙度值的11%。所以工件自身表面越光滑,镀后镀层越光亮。

[参考文献]

- [1] 李宁. 化学镀镍基金属理论与技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2000. 66-67
- [2] 张放, 段英贤. 化学镀在模具上的应用及修复[J]. 表面技术, 2003, 32(4): 63-67
- [3] 华戟云, 邵红红. 不锈钢球阀化学镀 Ni-P 合金镀层研究[J]. 表面技术, 2005, 24(11): 19-22
- [4] 胡文彬. 难镀基材的化学镀镍技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003. 22-23