

文章编号: 1001-3849(2009)11-0011-03

# 镁合金化学镀 Ni-P合金工艺研究

李敏娇, 李志源, 张述林, 熊苗

(四川理工学院材料与化学工程学院, 四川自贡 643000)

**摘要:** 采用硫酸镍为主盐在 AZ31D 镁合金表面直接化学镀 Ni-P 合金, 优化了工艺条件, 讨论了镀液 pH、施镀温度、主盐、次磷酸钠及柠檬酸等因素对化学镀 Ni-P 合金的影响, 利用金相显微镜等对镀层进行了测试。结果表明所得镀层光滑、致密、均匀, 耐腐蚀性较好。

**关键词:** 镁合金; 直接化学镀 Ni-P 合金; 耐腐蚀性

**中图分类号:** TQ53.2      **文献标识码:** A

## Technological Study on Ni-P Alloy Electroless Plating on Magnesium Alloys

LIMin jiao, LI Zhi Yuan, ZHANG Shu lin, XIONG Miao

(School of Materials and Chemical Engineering, Sichuan University of Science &amp; Engineering, Zigong 643000, China)

**Abstract:** Ni-P alloy electroless plating on magnesium alloy AZ31D was studied. The process was optimized. The main influencing factors, such as bath pH, plating temperature, the main salt, the sodium hypophosphite, the citric acid, were discussed. The plating pieces were analyzed by metallographic microscope. The results indicate that the coating is uniform and dense and its corrosion resistance is better. **Keywords:** magnesium alloy; direct Ni-P alloy electroless plating; corrosion resistance

### 引言

镁合金为轻质合金材料, 具有良好的阻尼性、尺寸稳定性、抗冲击和抗压缩能力, 优良的切削加工性能, 密度小, 比强度及比刚度高等特点。但镁合金具有很高的化学活泼性, 在酸性、弱碱性和中性溶液中极易受到化学腐蚀<sup>[1-3]</sup>, 这一不足严重限制了它在工业中的广泛应用。目前主要是通过各种表面处理来提高镁合金的耐腐蚀性能, 如化学转化膜<sup>[4]</sup>、阳极氧化和微弧氧化<sup>[5-6]</sup>及镀覆金属镀层等。其中, 化学镀 Ni-P 合金以其工艺简单及镀层与基体结

合好<sup>[7]</sup>, 能够使镁合金零件在腐蚀或磨损等恶劣环境中使用, 延长其使用寿命<sup>[8]</sup>等优点而备受关注。

本文采用以硫酸镍为主盐直接化学镀 Ni-P 合金, 优化了镀液配方和施镀工艺, 并对镀层的性能进行了测试。

### 1 实验

#### 1.1 实验仪器与药品

试验材料: AZ31D 镁合金试片尺寸为 20 mm×10 mm×5 mm。AZ31D 镁合金组成(均为质量分数)为: 2.500%~3.500% Al, 0.600%~1.400% Zn

收稿日期: 2009-06-01      修回日期: 2009-07-01

作者简介: 李敏娇(1965-)女, 江西九江人, 四川理工学院材料与化学工程学院副教授。

Al 200% ~1.000% Mn ≤ 0.050% Si ≤ 0.002% Fe ≤ 0.010% Cu ≤ 0.001% N 及 ≤ 0.040% C, a 余量为 Mg

仪器: EPIPHOT200金相显微镜, IK2005C电化学工作站

药品: 三氧化铬、次磷酸钠、硫酸镍、柠檬酸、硫脲、十二烷基磺酸钠及 OP-10乳化剂。

1.2 预处理

镁合金在化学镀镍前的预处理是十分重要的,它对化学镀镍的成功与否起着决定性的作用。本实验采取的工艺步骤如下:用 280 号相砂纸将镁合金表面的氧化物以及其它附着物打磨掉,并磨掉其凸出部分,再用 400 号相砂纸细细打磨,使其表面光亮平整,最后用 1200 号相砂纸打磨到表面看不到划痕为止,以保证基底具有均匀并且光滑的表面,用去离子水洗净。经打磨后的试样依次经过碱洗、酸洗及活化后,置于干燥箱内备用。碱洗、酸洗及活化工艺条件如下:

碱洗

|  |           |
|--|-----------|
| NaOH   | 25 g/L    |
| Na <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> · 12H <sub>2</sub> O | 30 g/L    |
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                      | 40 g/L    |
| θ  | 75 ~ 80℃  |
| t  | 5 ~ 7 min |

酸洗

|                  |         |
|------------------|---------|
| CrO <sub>3</sub> | 250 g/L |
| HNO <sub>3</sub> | 10 mL/L |
| θ                | 室温      |
| t                | 60 s    |

活化

|           |          |
|-----------|----------|
| HF(w=40%) | 375 mL/L |
| t         | 10 min   |

基体处理前后的表面形貌如图 1 所示。

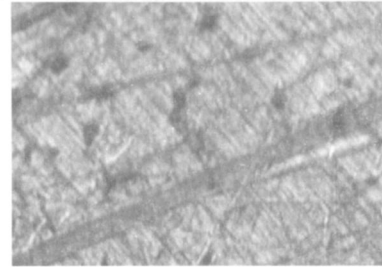
对比图 1(a)和 (b)可以看出,经过前处理的基体划痕明显减少,附着物基本消除,表面较为光滑平整。

1.3 最佳镀液组成的确定

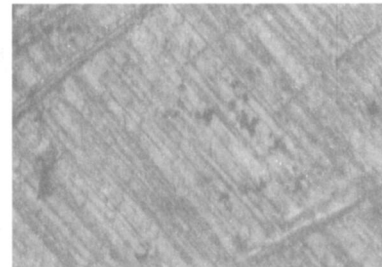
实验确定化学镀 Ni-P合金镀液组成中主要影响因素为: NiSO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O NaH<sub>2</sub>PO<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O 柠檬酸及施镀温度,进行四因素三水平的正交试验,以确定最佳工艺条件。实验所得最佳镀液组成如下:

|                                       |        |
|---------------------------------------|--------|
| NiSO <sub>4</sub> · 6H <sub>2</sub> O | 20 g/L |
|---------------------------------------|--------|

|   |         |
|---|---------|
| NaH <sub>2</sub> PO <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O             | 20 g/L  |
| C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> · H <sub>2</sub> O | 2.5 g/L |
| NH <sub>4</sub> HF <sub>2</sub>                                 | 10 g/L  |
| HF  | 12 mL/L |
| H <sub>2</sub> NCSNH <sub>2</sub>                               | 1mg/L   |



(a) 未经处理的表面



(b) 处理后的表面

图 1 AZ31D 镁合金表面处理前后的 SEM 照片

1.4 镀层的性能检测

用目测法观察镀层的外观颜色、光泽度及均匀度,用金相电子显微镜观察镀 Ni-P合金层的表面形貌,用 IK2005C 电化学工作站测量极化曲线并求出 φ<sub>corr</sub>,用淬火工艺检验镀层与基体的结合力。

2 结果与讨论

2.1 镀层表面形貌

用金相电子显微镜分别测其放大 200、500 倍 Ni-P合金镀层的表面形态,如图 2 所示。

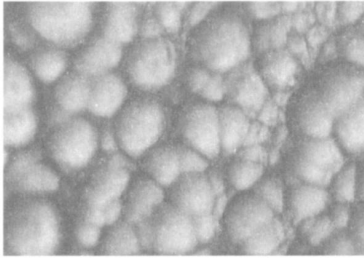
从图 2 中可以看出,镀层表面平整、光滑。

2.2 耐蚀性的测定

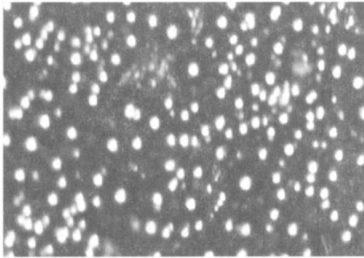
试样面积为 1 cm<sup>2</sup>,在 3.5%的 NaCl 溶液中,以饱和甘汞电极做参比电极,铂电极做辅助电极,在 -1.6~0.3 V 范围内扫描,分别测量镁合金化学镀前和镀后的极化曲线,如图 3 所示。

镁合金基体化学镀 Ni-P合金镀层均匀致密时,其对基体的保护性能良好。由图 3 极化曲线求出:镁合金基体的 φ<sub>corr</sub>为 -1.29 V( vs SCE),经化学镀后 φ<sub>corr</sub>正移至 -0.51 V( vs SCE),这说明镁合金化

学镀 Ni-P合金后化学活性降低,耐腐蚀性能大幅度提高了<sup>[9]</sup>。

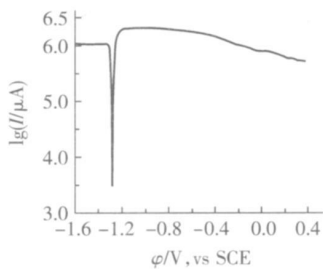


(a) ×200

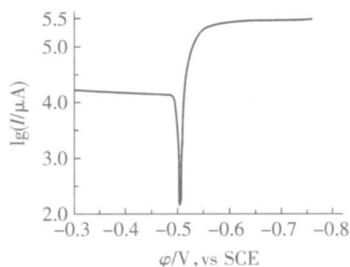


(b) ×500

图2 Ni-P合金镀层的SEM照片



(a) AZ31D 镁合金



(b) Ni-P 合金

图3 极化曲线

## 2.3 结合力检测

将样品在 250℃的条件下保温 2 h 然后取出立即放入冷水中, 1 min 后取出, 观察其表面, 发现镀层表面无起皮脱落现象, 说明其结合力良好<sup>[10]</sup>。

## 3 结论

采用直接化学镀工艺镁合金基体上可以得到完整的 Ni-P合金镀层, 镀层与基体的结合力较好, 耐腐蚀性得到改善。

## 参考文献

- [1] 张津, 章宗和. 镁合金及应用 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2004: 7.
- [2] 张清, 李全安, 文九巴, 等. 稀土在镁合金腐蚀防护中的应用 [J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007, 119(2): 119-121.
- [3] Ahun H, Sen S. The effect of PVD coatings on the corrosion behaviour of AZ91 magnesium alloy [J]. Materials and Design, 2006, 27: 1174-1179.
- [4] 张华云, 李华伦, 郭伊娜. 镁合金化学转化膜的耐腐蚀性研究 [J]. 材料保护, 2007, 40(1): 10-12.
- [5] 吴向清, 谢发勤, 胡宗纯. 微弧氧化和化学氧化镁合金的耐蚀性研究 [J]. 电镀与环保, 2007, 27(2): 22-24.
- [6] 李建忠, 田彦文, 崔作兴. 镁合金微弧氧化化学镀的研究 [J]. 稀有金属材料与工程, 2007, 36(3): 528-532.
- [7] 霍宏伟, 李明升, 尹红生, 等. AZ91D 镁合金化学镀镍前处理工艺及腐蚀行为研究 [J]. 表面技术, 2006, 35(5): 40-42, 59.
- [8] Chen Juejing, Gang Yu, Bonian Hu, et al. A zinc transition layer in electrodeless nickel plating [J]. Surface & Coatings Technology, 2005, 201(3-4): 686-690.
- [9] 邵会良. 镁合金表面化学镀 Ni-P 工艺研究 [J]. 电镀与精饰, 2005, 15(4): 31-32.
- [10] 张道军, 邵红红, 蒋小燕. AZ91D 镁合金化学镀镍磷研究 [J]. 腐蚀与防护, 2007, 10(26): 532-533.

## 书讯

## 《电镀添加剂技术问答》

由刘仁志编写的《电镀添加剂技术问答》一书已经由化学工业出版社于 2009年 2月出版发行。

书号: 978-7-122-04114-2 开本: 32 页数, 288 页, 定价 28 元。从化学工业出版社网站或科技金书网上订购, 可以打折 (至少 8 折)。