

### 论文

在优化 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 电解液制备的镁合金陶瓷膜的防护性能

张慧霞<sup>1</sup>, 张伟<sup>1</sup>, 李月洁<sup>2</sup>, 杜克勤<sup>3</sup>, 严川伟<sup>1</sup>

1 中国科学院金属研究所 金属腐蚀与防护国家重点实验室, 沈阳 110016; 2 海军装备部驻沈阳地区军事代表局, 沈阳 110031; 3 大连交通大学 环境科学与工程学院, 大连 116028

摘要:

优化镁合金微弧氧化常用的 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 电解液并制备了白色陶瓷质微弧氧化膜, 采用动电位极化曲线和电化学交流阻抗(EIS)等方法研究其防护性能. 结果表明, 与常用的 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 电解液制备的试样相比, 优化的 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 电解液所制备试样的自腐蚀电流降低了3个数量级, 并表现出较高的阻抗值; 在3.5% NaCl溶液中浸泡发生点蚀的时间从24 h延长到240 h. SEM和XRD分析结果表明, 在优化的 $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ 电解液中制备的AZ91D的陶瓷膜层孔隙减少, 孔径也较小, 且增加了低溶解度的 $\text{Mg}_5\text{F}_2(\text{SiO}_4)_2$ 相和起钝化作用的 $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 相.

关键词: 镁合金 微弧氧化 防护性能  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  电解液

CORROSION PERFORMANCE OF CERAMIC FILMS FABRICATED ON AZ91D MAGNESIUM ALLOY BY PLASMA ELECTROLYTIC OXIDATION IN AN OPTIMIZED  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  CONTAINING SOLUTION

ZHANG Hui-xia<sup>1</sup>, ZHANG Wei<sup>1</sup>, LI Yue-jie<sup>2</sup>, DU Ke-qin<sup>3</sup>, YAN Chuan-wei<sup>1</sup>

1 State Key Lab. for Corrosion and Protection, Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016; 2 Military Representative Bureau, Department of Equipment of Naval to Shenyang Military Region, Shenyang 110031; 3 College of Environmental Science and Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian 116028

Abstract:

Plasma electrolytic oxidation of AZ91D magnesium alloy was studied in an optimized solution mainly containing  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ . The microstructure, phase constituents and elemental distribution of ceramic films were investigated by using scanning electron microscopy (SEM) and X ray diffraction (XRD). The corrosion resistance of the magnesium alloy with ceramic films were evaluated by potentiodynamic polarization curves and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). The results indicated that  $I_{\text{corr}}$  of the magnesium alloy oxidized in the optimized solution was decreased by three orders of magnitude compared with that oxidized in the conventional solution. The polarization resistance of the magnesium alloy oxidized in the optimized solution was higher than that oxidized in the conventional solution, and the time for appearance of obvious corrosion pits during immersion in 3.5% NaCl solution was increased from 24 h for the sample oxidized in the conventional solution to 240 h for that oxidized in the optimized solution. The better corrosion resistance of the magnesium alloy oxidized in the optimized solution results from fewer defects, fewer pores, as well as higher content of the phase of  $\text{Mg}_5\text{F}_2(\text{SiO}_4)_2$  with lower dissolubility and the  $\text{MgAl}_2\text{O}_4$  with better passivity in the oxide film.

Keywords: magnesium alloy plasma electrolytic oxidation corrosion resistance  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  solution

收稿日期 2007-03-19 修回日期 2007-04-28 网络版发布日期 2009-06-16

DOI:

基金项目:

通讯作者: 张伟 Email: weizhang@imr.ac.cn

作者简介: 张慧霞 (1981-), 女, 硕士, 助理工程师, 从事镁合金表面腐蚀与防护研究

### 参考文献:

[1] J E Gray, B Luan. Protection coatings on magnesium and its alloys—a critical review [J]. Journal of Alloys and Compounds, 2002, 336(1): 88.

[2] A Zozulin, D Bartak. Anodized coatings for magnesium alloys [J]. Metal Finishing, 1994, 92(2): 39.

[3] 李瑛, 余刚, 刘跃龙, 等. 镁合金的表面处理及其发展趋势 [J]. 表面技术, 2003, 32 (2) : 1.

[4] C Blawert, W Dietzel, E Ghal, et al. Anodizing treatments for magnesium alloys and their effect on corrosion resistance in various environments [J]. Advanced Engineering Materials, 2006, 8(2): 511.

[5] Y Zhang, C Yan. Development of anodic film on Mg alloy AZ91D [J]. Surface and Coatings Technology, 2006, 201(6): 2381.

[6] A J Zozulin, Bartak D E. Anodized coatings for magnesium alloys [J]. Metal Finish, 1994, 92(3): 39.

### 扩展功能

#### 本文信息

Supporting info

PDF (1133KB)

[HTML全文]

参考文献

#### 服务与反馈

把本文推荐给朋友

加入我的书架

加入引用管理器

引用本文

Email Alert

文章反馈

浏览反馈信息

#### 本文关键词相关文章

▶ 镁合金

▶ 微弧氧化

▶ 防护性能

▶  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  电解液

#### 本文作者相关文章

▶ 张慧霞

▶ 张伟

▶ 李月洁

▶ 杜克勤

▶ 严川伟

#### PubMed

Article by Zhang, H. X.

Article by Zhang, W.

Article by Li, R. J.

Article by Du, K. Q.

Article by Yan, C. W.

[7] E Bartak Duane,Anodic Oxidation of Magnesium Alloys [P] .美国专利: US5470664,1995.

[8] 郭洪飞, 安茂忠.镁及镁合金阳极氧化技术 [J] .轻合金加工技术, 2003, 31(12):1.

[9] Y Zhang, C Yan, F Wang.Study on the environmentally friendly anodizing of AZ91D magnesium alloy [J] .Surface and Coatings Technology,2002,161(1):36.

[10] 蒋百灵, 吴国建.镁合金微弧氧化陶瓷层生长过程及微观结构的研究 [J] .材料热处理学报, 2002, 23(3): 5. [11] 蒋百灵, 张淑芬, 吴国建, 等.镁合金微弧氧化陶瓷层显微缺陷与相组成及其耐蚀性 [J] .中国有色金属学报, 2002, 12(3):454.

[12] 龚巍巍, 张乐, 吴晓玲, 等.镁合金等离子体微弧氧化过程控制的研究 [J] .材料热处理学报, 2005, 26(2):77.

[13] H Hsiao,H Tsung,W Tsai.Anodization of AZ91D magnesium alloy in silicate containing electrolytes [J] .Surface and Coatings Technology,2005,199(2):127.

[14] H.Guo,M.An.Growth of ceramic coatings on AZ91D magnesium alloys by micro arc oxidation in aluminate fluoride solutions and evaluation of corrosion resistance [J] .Applied Surface Science,2005,246: 229.

[15] J Liang,B Guo,J Tian,et al.Effect of potassium fluoride in electrolytic solution on the structure and properties of micro arc oxidation coatings on magnesium alloy [J] .Applied Surface Science,2005,252(2):345. [16] 赵旭辉, 左禹, 赵景茂.铝阳极氧化膜在NaCl溶液中的电化学特性 [J] .中国有色金属学报, 2004, 14(4):562.

[17] 曹楚南, 张鉴清.电化学阻抗谱导论 [M] .北京: 科学出版社, 2002, 158.

[18] Q Cai,L Wang,B Wei,et al.Electrochemical performance of micro arc oxidation films formed on AZ91D magnesium alloy in silicate and phosphate electrolytes [J] .Surface and Coatings Technology,2006,200(12-13):3727.

[19] A Vijn.Mechanism of anodic spark deposition [J] .Corrosion Science,1971,11(6):411.

[20] G.Song,A Atrens,X Wu.Corrosion behavior of AZ21, AZ501 and AZ91D in sodium chloride [J] .Corrosion Science,1998,40(10):1769

#### 本刊中的类似文章

1. 刘元刚, 张巍, 李久青, 周云 .汽车发动机冷却液中镁合金缓蚀剂的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(2): 83-86
2. 张先锋, 蒋百灵 .能量参数对镁合金微弧氧化陶瓷层耐蚀性的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(3): 141-143
3. 高瑾, 涂运骅, 李久青 .镁合金涂装保护体系 失效特性及铬酸盐转化膜的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2005,17(3): 169-171
4. 雍止一, 刘娅莉, 李智 .咪唑啉自组装单分子膜在镁合金AZ91D表面的防腐蚀研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(2): 79-82
5. 宋曰海, 郭忠诚, 樊爱民, 龙晋明 .牺牲阳极材料的研究现状[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(1): 24-28
6. 李淑华, 程金生, 尹玉军等 .LY12Al合金微弧氧化过程中电流和电压变化规律[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2001,13(6): 362-364
7. 何积铨, 王湛, 张巍, 姜佳男, 杨振波, 李久青 .模拟大气环境中加速镁合金电偶腐蚀的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(3): 141-143
8. 陈长军, 王茂才, 刘一鸣 .镁合金表面改性新技术[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(4): 215-217
9. 李建中, 邵忠财, 田彦文, 康凤娣, 翟玉春 .微弧氧化技术在Al、Mg、Ti及其合金中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2004,16(4): 218-221
10. 刘树勋 , 李培杰, 吴振宁 .HDM钢在AZ91DMg合金液中的腐蚀行为[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2003,15(2): 72-74
11. 吴丽蓉, 胡学文, 许崇武 .用EIS快速评估有机涂层防护性能的方法[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2000,12(3): 182-184
12. 黄巍, 李获, 郑天亮 .镁合金水基金属耐蚀涂层的研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2006,18(5): 337-340
13. 崔秀芳, 李庆芬 .镁合金表面植酸转化膜研究 II .pH值对镁合金植酸转化膜的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(4): 275-277
14. 宋广飞, 许树勤 .镁合金回收用坩埚失效原因分析[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(6): 457-459
15. 徐卫军, 马颖, 吕维玲, 陈体军, 李元东, 郝远 .触变成型镁合金AZ91D在兰州城市大气中的腐蚀行为研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(1): 31-34
16. 王卫锋, 蒋百灵, 时惠英 .镁合金微弧氧化深色陶瓷膜制备及耐蚀性研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(1): 51-53
17. 张清, 李全安, 文九巴, 张兴渊 .稀土在镁合金腐蚀防护中的应用[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2007,19(2): 119-212
18. 方世杰, 刘耀辉, 佟国栋, 王强, 蒋磊, 于思荣 .镁合金与其它金属的微生物腐蚀行为比较[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(2): 100-104
19. 张道军, 邵红红 .AZ91D镁合金直接化学电镀工艺研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2008,20(2): 146-148
20. 王天旭 李子全.恒压阳极氧化对镁合金氧化膜的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(1): 11-14
21. 陈崇木 张涛 邵亚薇 孟国哲 王福会.AZ91D镁合金在NaCl溶液中腐蚀过程的电化学噪声分析[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(1): 15-19
22. 刘文娟 曹发和 张昭 张鉴清.稀土元素Ce和La合金化对AM60镁合金腐蚀行为的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 82-84
23. 周学华 张娅 卫中领 徐乃欣 陈秋荣.添加稀土元素对AZ91D镁合金腐蚀性能的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 85-87
24. 常建卫 郭兴伍 彭立明 丁文江 彭颖红.250℃下时效时间对Mg-10Gd-3Y-0.4Zr稀土镁合金腐蚀行为的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 88-90
25. 文强 曹发和 张昭 张鉴清.脉冲方波对镁合金AZ91D阳极氧化的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 182-184
26. 彭淑合 贾飞 唐毅 王周成.镁合金直接化学镀Ni-B镀层的腐蚀电化学行为研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 191-193
27. 朱艳萍 余刚 雷细平 何晓梅 张俊 易海波 陈云.AM60镁合金活化及对电镀效果的影响[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 203-205
28. 宋晓敏 余刚 何晓梅 胡波年 陈云 张俊 易海波.AM60镁合金化学抛光的工艺及机理研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 206-208
29. 李春梅 卫中领 沈钰 王增辉 陈秋荣.镁合金AZ31化学成膜及其耐蚀性研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(2): 185-187
30. 孙硕 刘建国 张伟 严川伟 王福会.镁合金无铬无氟前处理直接化学电镀镍研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(3): 277-280
31. 王洪涛 贾鹏 林晓娉 张建军 李贝 陈森.镁合金表面电弧喷涂金属耐蚀涂层性能研究[J]. 腐蚀科学与防护技术, 2009,21(3): 323-326

文章评论

反馈人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反馈标题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text" value="9312"/>
	<input type="text"/>		