

AZ91D 镁合金在氯化胆碱 - 尿素离子液体中电镀 Zn 的研究

杨海燕^{1,2} 郭兴伍^{1,2} 吴国华^{1,2} 丁文江^{1,2}

(1. 上海交通大学 轻合金精密成型国家工程研究中心 上海 200240;

2. 上海交通大学 金属基复合材料国家重点实验室 上海 200240)

摘要: 采用价廉、环保和稳定性好的氯化胆碱 - 尿素离子液体作为溶剂, 在 AZ91D 镁合金上进行电镀 Zn 研究, 包括 AZ91D 基体的前处理机制及电流方式对镀层形貌及耐腐蚀性能的影响。结果表明, 经前处理的 AZ91D 镁合金在氯化胆碱 - 尿素离子液体中电镀可获得 Zn 镀层, 脉冲电镀比恒流电镀更利于获得致密均匀、与基体结合良好的 Zn 层; 脉冲电镀 Zn 层后, 基体 AZ91D 镁合金的开路电位 OCP 从 -1610 mV 正移至 -1072 mV, 腐蚀电流 I_{corr} 从 $14.9 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 降为 $6.9 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, 与纯 Zn(OCP=-1078 mV, $I_{\text{corr}}=6.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$) 相当。

关键词: AZ91D 镁合金 离子液体 电镀 腐蚀

中图分类号: TG174.441

文献标识码: A

文章编号: 1005-4537 (2010) 02-0155-06

1 前言

镁合金具有密度小、比强度高优异性能, 在航空工业、汽车工业、电子通讯和军事工业中有广泛的应用前景^[1,2]。但镁合金化学活性高和耐蚀性差的缺点又成为制约其发挥优势的主要因素。因此, 对镁合金进行适当的表面处理以增强其耐蚀性具有重要的现实意义。目前, 镁合金常用的防护方法有化学转换膜、阳极氧化及电镀等^[3]。电镀是一种很有前景的表面处理方法, 然而镁合金在传统的水溶液电镀液中存在着诸如: 镁合金在传统的水溶液电镀液中会发生严重腐蚀; 镁合金在水溶液中易形成置换层影响后续电镀过程; 镁合金表面会迅速形成 MgO 或 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 膜, 影响镀层结合力等很多困难^[4~6]。

近年来, 离子液体作为非水溶剂受到了越来越大的关注^[7~9]。就电沉积而言, 离子液体兼备了高温熔盐和水溶液的优点, 具有较宽的电化学窗口, 在室温下即可得到在高温熔盐中才能电沉积得到的金属和合金, 但没有高温熔盐那样的强腐蚀性; 同时, 在离子液体中还可电沉积得到大多数能在水溶液中得

到的金属, 且没有副反应, 因而得到的金属质量更好^[10]。离子液体中电沉积金属及其合金已有不少研究, 目前主要集中在惰性电极, 如 Pt、Au、W 等金属离子的电化学反应等基础理论研究, 对于镁合金上的电镀及其镀层性能的研究报道还较少。Chang 等^[11,12]以 $\text{AlCl}_3\text{-EMImCl}$ (氯化 1- 乙基 -3- 甲基咪唑鎓) 离子液体作为溶剂, 在 AZ91D 镁合金上进行电镀 Al 研究, 获得了致密和结合良好的 Al 镀层。但是 $\text{AlCl}_3\text{-EMImCl}$ 离子液体易吸水, 电镀需在惰性气体保护下进行。Bakkar 等^[13]采用可在大气环境中操作的离子液体氯化胆碱 - 尿素作为溶剂, 在镁合金上进行电镀 Zn 研究, 但只在不含 Al 的 Mg-Re 合金上获得了 Zn 层。

Mg-Al 系合金是镁合金中应用最广泛的一类, 值得进一步研究 Mg-Al 系合金的电镀。而氯化胆碱 - 尿素离子液体在大气环境中稳定, 且成本低和环保。本文采用氯化胆碱 - 尿素离子液体作为溶剂, AZ91D 镁合金作为电镀基体材料进行电镀 Zn 研究, 并探讨电镀前处理机理, 电化学测试 Zn 镀层的耐腐蚀性能。

2 实验方法

电镀采用三电极体系, 对电极为 $40 \text{ mm} \times 70 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$ 的纯 Zn 板, 参比电极为 $\phi 2 \text{ mm}$ 的纯 Zn 丝, 工作电极为 $\phi 11 \times 5 \text{ mm}$ 的 AZ91D 镁合金。名义成分为 9 mass%Al, 1 mass%Zn, 余量为 Mg。

按摩尔比为 1: 2 称取氯化胆碱 (99%, AR) 和尿素 (99%, AR), 将两者混合均匀, 置于控温磁力搅拌器上保持恒温 80°C 加热, 同时进行搅拌直至形成无

定稿日期: 2009-11-11

基金项目: 上海市优秀学科带头人计划项目 (08XD14020), 国家重点基础研究发展规划项目 (2007CB613701) 和中国航天科技集团公司航天科技创新基金项目 (0502) 资助

作者简介: 杨海燕, 女, 1981 年生, 博士生, 研究方向为离子液体中电沉积

通讯作者: 郭兴伍, E-mail: xingwuguo@sjtu.edu.cn

色透明液体^[14]。然后称取 68 g/L 的 ZnCl₂ 加入氯化胆碱 - 尿素离子液体中, 直至 ZnCl₂ 完全溶解待用。

电镀工艺流程为 AZ91D 镁合金 → 打磨 → 除油 → 酸洗 → 碱洗 → 活化 → 浸锌 → 电镀锌。每步工艺之间用去离子水洗, 电镀 Zn 前用热风将试样吹干, 整个工艺过程在大气中进行。工艺过程如表 1。

表面形貌、成份及横截面用场发射扫描电镜 (FE-SEM) 分析。电化学测试利用 PAR2273 电化学测试系统, 采用三电极体系, 对电极为石墨, 参比电极为饱和甘汞电极 (SCE), 扫描速度均为 1 mV/s, 腐蚀介质为 0.582 mass% 的 NaCl 溶液。在进行极化曲线测试之前, 所有试样都在 0.582 mass% NaCl 溶液中浸泡 30 min, 同时测试了开路电位。

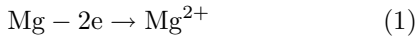
3 结果与讨论

3.1 前处理机理

镁合金电镀前处理工艺起着关键性的作用, 前处理得当与否将直接影响电镀的成败。AZ91D 镁合金一般采用铬酸酸洗 +HF 活化, 但铬酸及氟化物污染环境、危害人体健康, 且铬酸对镁合金腐蚀较严重, 影响镀层质量^[15,16]。本文采用 H₃PO₄+Na₂MoO₄·2H₂O 酸洗液, 并增加了碱洗以去除酸

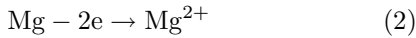
洗灰。

3.1.1 除油 除油是预处理工艺的第一步, 在碱性除油条件下, 除去样品表面的油污, 镁的表面 α 相作为局部阳极, 发生反应



氧化膜发生了转换, MgO 转变为 Mg(OH)₂, 使镁合金处于钝化区, 阻止了除油工序中镁合金的腐蚀。除油后镁合金表面没有明显变化。

3.1.2 酸洗 酸洗是为了去除镁合金表面的 MgO 和 Mg(OH)₂ 等自然保护膜, 以利于后续电镀, 提高镀层结合力。酸洗后 AZ91D 表面呈黑色, 附着有酸洗灰 (图 1a), 表面凹凸不平。这是由于 AZ91D 镁合金组织中存在着电位差很大的 α 相 (Mg) 和 β 相 (Mg₁₇Al₁₂), 分别为 -1.73 V 和 -1.0 V^[5], 在酸洗介质中, 两者之间形成电偶腐蚀, 导致 α 相腐蚀较快, β 相腐蚀较慢, 而相界处腐蚀最快。其腐蚀反应的过程为: α 相作为局部阳极, 发生反应



β 相作为局部阴极, 使溶液中的 H⁺ 接受来自阳极的电子



Table 1 Process and operation condition of electrodeposition on AZ91D

Process	Chemical reagent	Operation condition	
degreasing	NaOH	40 g/L	60~70 ℃
	Na ₂ CO ₃	20 g/L	8~10 min
	Na ₃ PO ₄	30 g/L	
acid etching	H ₃ PO ₄ (85%)	200 mL /L	40~45 ℃
	Na ₂ MoO ₄ ·2H ₂ O	1 g/L	10~15 s
alkaline etching	Na ₄ P ₂ O ₇	80 g/L	70~80 ℃
	Na ₂ CO ₃	20 g/L	8~10 min
	NaNO ₃	30 g/L	
activation			room temperature
	HF(40%)	375 mL /L	5~10 min
Zn immersion	ZnSO ₄ ·7H ₂ O	30 g/L	70~80 ℃
	Na ₄ P ₂ O ₇	120 g/L	8~10 min
	NaF	5 g/L	
	Na ₂ CO ₃	6 g/L	
electrodepositon of Zn	Choline chloride:Urea	1:2(mol%)	60~80 ℃
			60 min
	ZnCl ₂	68 g/L	total passed charge = 18 C/cm ²



3.1.3 碱洗 增加碱洗去除酸洗灰, 同时进一步去处镁合金表面的 MgO 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 通过 $[\text{P}_2\text{O}_7]^{4-}$ 离子的络合作用, 使合金表面的 $\text{MgO}/\text{Mg}(\text{OH})_2$ 转化为可溶性的 $[\text{Mg}(\text{P}_2\text{O}_7)]^{2-}$, 使“新鲜”的合金表面暴露在溶液中。另外, 可使合金中 Al 含量高达 44% 的 β 相在碱性溶液中遭受腐蚀, 使镁合金表面更趋

于平整。碱洗后镁合金表面变得光亮 (图 1b)。

3.1.4 活化 HF 活化的原理为



MgF_2 极难溶于水, 沉积在合金表面, 可有效地抑制基体在浸锌液中的腐蚀。

活化时间需要控制, 活化时间过短, 生成的氟化膜不致密, AZ91D 基体在后续的浸锌液中腐蚀严重得不到致密的浸锌层; 活化时间过长, 则影响浸锌速度。本实验确定为 5 min 为宜。图 1c 为活化 5 min 后镁合金表面的形貌, 表面平整, 局部呈鳞片状 (图 1c 中 A 处)。对鳞片状 A 处及平整处 B 处分别进行 EDS 分析 (表 2), 可知 B 处主要由 Mg、Al、F 元素构成, A 处除了 Mg、Al、F 元素外, 还含有一定的 O 元素; 还可以发现 A 处 Mg/Al 质量比明显高于 B 处, 由此可推断 A 处对应 β 相, B 处对应为 α 相。主要原因可能是腐蚀较快的 α 相 (B 处) 露出了较多的新鲜 Mg, 活化时与 HF 反应会更充分, 得到的氟化膜也更致密。而相界面处由于凹凸不平 HF 反应生成的氟化膜难以达到均匀, 还可能会由于应力不均产生微裂纹, 此处基体被氧化生成少量的 MgO 和 Al_2O_3 。

3.1.5 浸锌 浸锌是预处理工艺中最重要的一步, 良好的浸锌层能与基体镁及后续的镀锌层结合良好, 且能掩盖镁基体表面缺陷, 有助于获得理想的镀层 [17]。浸锌时, 活化后表面鳞片状处的 MgO 率先溶解并露出基体 Mg, 从而发生置换反应沉积 Zn 颗粒, Zn 颗粒作为活性中心, 进一步引发催化 Zn 的沉积, 直至连续成片完全覆盖基体。浸锌后镁合金表面形貌如图 1d 所示, 细小颗粒完全覆盖基体, 隐约可见基体凹凸不平。放大后可见, 浸 Zn 层由多边形片状物组成, 如图 1d 中插图。完全覆盖基体的浸 Zn 层使 AZ91D 镁合金表面电位趋于均匀, 并为后续的电镀 Zn 提供活性中心, 为获得质量良好的电镀 Zn 层提供了基础。

3.2 离子液体中电镀 Zn 研究

将浸锌处理的 AZ91D 在氯化胆碱-尿素离子液体中进行电镀 Zn, 获得的 Zn 层形貌及横截面如图 2 所示。图 2a 为恒流电镀 Zn 层的表面形貌, 电流密

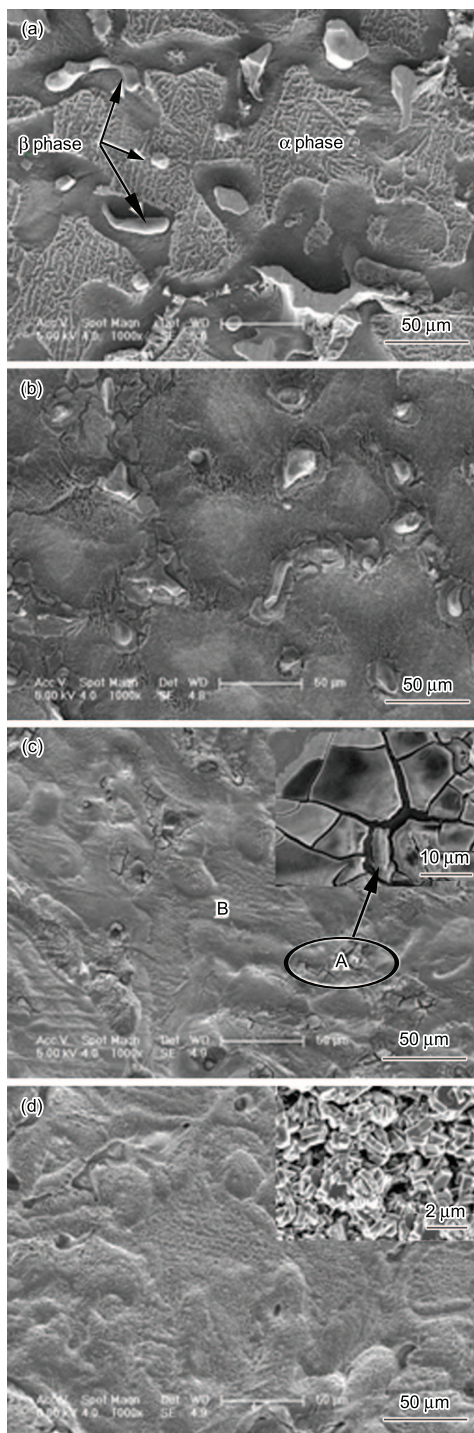


Fig.1 Morphologies of AZ91D after pre-treatment
(a) acid etching, (b) alkaline etching,
(c) activation, (d) Zn immersion

Table 2 Composition of activation surface of AZ91D (mass%)

Site	O	F	Mg	Al	Zn
A	4.08	18.78	72.32	4.82	-
B	-	1.67	93.01	5.31	-

Note: element content is so low that beyond the detection limit of the instrument.

度为 5 mA/cm^2 ; 图 2b 为对应的镀层横截面。可以看到镀层表面由多边形块体组成, 表面高低不平、粗糙; 从横截面看, 镀层较疏松, 且厚度不均, 使镀层有效厚度降低, 这都不利于镀层提供有效的防护性能。

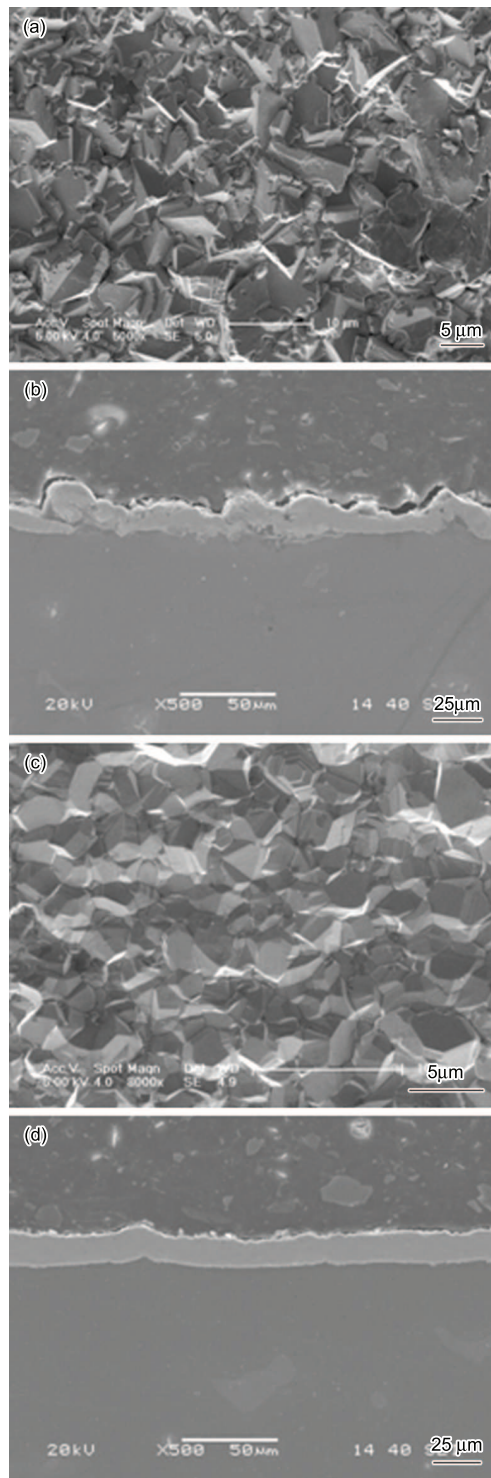


Fig.2 Morphologies and profiles of cross-section of the Zn coatings on AZ91D
(a) galvanostatic deposition, (b) profile of cross-section in Fig.2a, (c) pulsed deposition, (d) profile of cross-section in Fig.2b

而脉冲电镀由于沉积时形核速度快, 可以细化晶粒, 使镀层更加致密、均匀^[18]。本文也尝试采用脉冲电镀以改善镀层质量, 所采用的电流波形为: 脉冲周期为 3 s , 占空比为 $2/3$, 导通电流密度为 5 mA/cm^2 。图 2c 为脉冲电镀 Zn 层的表面形貌, 也由多边形组成, 但表面比直流电镀层均匀、平整, 多边形细小均匀, 相互之间结合紧密。从横截面可以看到镀层致密均匀, 与基体结合良好 (图 2d), 这保证了镀层良好的耐腐蚀性能。恒流电镀和脉冲电镀 Zn 层的成份典型图谱见图 3, 均为纯 Zn。

3.3 镀 Zn 层的电化学生物研究

镀 Zn 层的耐腐蚀性采用电化学测试。为了比较, 同时测试了基体 AZ91D、恒流电镀 Zn、脉冲电镀 Zn 及纯 Zn 的电化学行为。图 4 给出了 AZ91D 基体、电镀 Zn 及纯 Zn 试样在 $0.582 \text{ mass\%}$ 的 NaCl 溶液中浸泡 30 min 的开路电位曲线, 图 5 为相应的动电位极化曲线, 相关的电化学参数如表 3。从图 4 可以看到, AZ91D 基体与纯 Zn 的开路电位 OCP 变化趋势相同: 电位先正移然后达到稳定, 这是因为“新鲜”的 AZ91D 镁合金或者纯 Zn 置于 $0.582 \text{ mass\%}$ 的 NaCl 溶液中, 在表面生成了氢氧化物保护膜, 使得电位正移, 当这层膜完全覆盖基体时, 电位变化缓慢达到稳定, 分别为 -1491 mV 和 -1071 mV 。而恒流电镀 Zn 层刚浸入溶液时电位稍有正移, 很快达到稳定, 但在 1000 s 左右时, 电位开始负移, 说明此时镀 Zn 层遭到了腐蚀破坏, 之后电位发生波动, 整体呈负移趋势。这说明镀 Zn 层刚开始的腐蚀是个活化-钝化的反复过程, 镀层最后的开路电位 OCP 为 -1428 mV , 应为镀层与基体的混合电位。脉冲电镀 Zn 层的开路电位相对较稳定, 整体呈非常缓慢下降趋势, 最后稳定在 -1072 mV , 与纯 Zn 接近。可以看到电镀 Zn 层使基体 AZ91D 的开路电位 OCP 发生了正移, 而脉冲电镀 Zn 层比直流电镀 Zn 层稳定。从热力学的角度讲, 开路电位 OCP 的正移减少了材料发生电偶腐蚀的倾向。从图 5 可以看到, 除了恒流电镀 Zn 层外, 所有试样的极化曲线具有相同的形状, 阴极区的主要反应都可归于析氢反应, 当电位正于腐蚀电位后, 进入阳极区, 腐蚀电流迅速增大, 随后进入钝化区, 电流密度 I_{corr} 稳定在某一恒定值, 当电位超过一定值后, 发生过钝化, 电流又迅速增大。而恒流电镀 Zn 层没有发生钝化, 进入阳极区后电流密度 I_{corr} 呈单向上升趋势。从表 3 可以看到, AZ91D 基体腐蚀电位 E_{corr} 为 -1696 mV , 电流密度 I_{corr} 为 $14.9 \mu\text{A/cm}^2$; 恒流电镀 Zn 层后腐蚀电位 E_{corr} 正移至 -1482 mV , 但电流密度 I_{corr} 却明显升高至 $21.6 \mu\text{A/cm}^2$; 而脉冲电镀 Zn 层后腐蚀电位 E_{corr} 正移至 -1072 mV , 电流密度 I_{corr} 降为 $6.9 \mu\text{A/cm}^2$,

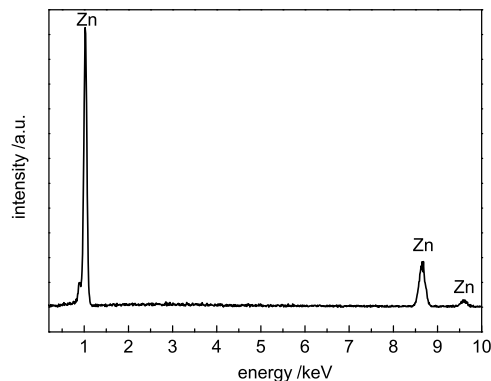


Fig.3 Composition of Zn coating on AZ91D by electrodeposition

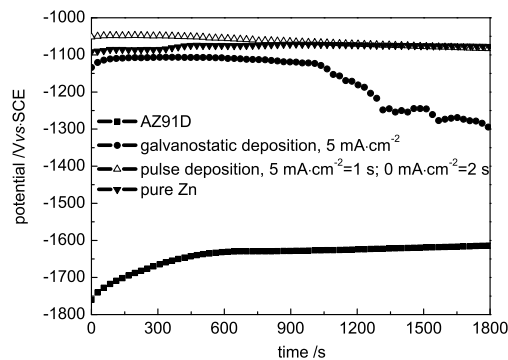


Fig.4 OPCS of the AZ91D, Zn coatings and pure Zn in 0.582 mass% NaCl solution for 30 min

Table 3 Electrochemical parameters of AZ91D, Zn coatings and pure Zn in 0.582 mass% NaCl solution

Specimens	OPC	E_{corr}	I_{corr}	over-passivation potential
	/mV vs.SCE	/mV vs.SCE	$/\mu\text{A}\cdot\text{cm}^{-2}$	/mV vs.SCE
AZ91D substrate	-1610	-1696	14.9	-1400
Zn coating on AZ91D by galvanostatic deposition	-1482	-1543	21.6	-
Zn coating on AZ91D by pulse electrodeposition	-1072	-1349	6.9	-960
pure Zn	-1078	-1299	6.6	-970

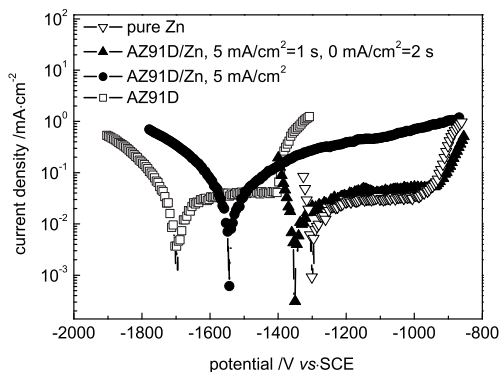


Fig.5 Potentiodynamic polarisation curves of the AZ91D, Zn coatings and pure Zn in 0.582 mass% NaCl solution

与纯 Zn(-1078 mV, $6.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$) 相当。AZ91D 基体过钝化电位为 -1400 mV, 脉冲电镀 Zn 后正移至 -960 mV, 与纯 Zn=-970 mV 接近。上述分析表明恒流电镀 Zn 层虽使腐蚀电位 E_{corr} 发生了正移, 但却加速了基体 AZ91D 的腐蚀, 这可能是由于恒流电镀 Zn 层疏松, 有效厚度薄, 浸泡一段时间后发生了穿透性点蚀, 镀层与基体形成腐蚀电偶, 反而加速了基体的腐蚀。而脉冲电镀 Zn 层的腐蚀行为与纯 Zn 相似, 说明致密、结合良好的脉冲电镀 Zn 层具有良好的耐腐蚀性能, 可为 AZ91D 镁合金提供很好的防护作用。

4 结论

(1) AZ91D 镁合金在氯化胆碱-尿素离子液体中电镀可获得 Zn 镀层, 脉冲电镀比恒流电镀更利于获得致密均匀、与基体结合良好的 Zn 层;

(2) 脉冲电镀 Zn 层表面致密、厚度均匀、与基体结合良好, 电化学测试结果表明, 脉冲电镀 Zn 层腐蚀行为与纯 Zn 相似, 可为 AZ91D 镁合金基体提供良好的防护作用。

参考文献

- [1] Peng T, Wang Q D, Lin J B. Microstructure and mechanical properties of Mg-10Gd-2Y-0.5Zr alloy recycled by cyclic extrusion compression [J]. Mater. Sci. Eng., 2009, A516(1-2): 23-30
- [2] Wang Q D, Ding W J. Trends and development of magnesium alloys and their forming technology [J]. World Sci. Technol. R&D, 2004, 26(3): 39-46
(王渠东, 丁文江. 镁合金及其成形技术的国内外动态与发展 [J]. 世界科技研究与发展, 2004, 26(3): 39-46)
- [3] Ambat R, Zhou W. Electroless nickel-plating on AZ91D magnesium alloy: Effect of substrate microstructure and plating parameters [J]. Surf. Coat. Technol., 2004, 179(2-3): 124-134
- [4] Jiang Y F, Guo X W, Wei Y H, et al. Corrosion protection of polypyrrole electrodeposited on AZ91 magnesium alloys in alkaline solutions [J]. Synth. Met., 2003, 139(2):

- 335-339
- [5] Song G L, Atrens A. Corrosion mechanisms of magnesium alloys [J]. *Adv. Eng. Mater.* 1999, 1(1): 11-33
- [6] Song G. Recent progress in corrosion and protection of magnesium alloys [J]. *Adv. Eng. Mater.*, 2005, 7(7) 563-586
- [7] Liu Q X, El Abedin S Z, Endres F. Electroplating of mild steel by aluminium in a first generation ionic liquid: a green alternative to commercial Al plating in organic solvents [J]. *Surf. Coat. Technol.*, 2006, 201(3-4): 1352-1356
- [8] Tai C C, Su F Y, Sun I W. Electrodeposition of palladium-silver in a Lewis basic 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride-tetrafluoroborate ionic liquid [J]. *Electrochim. Acta*, 2005, 50(28): 5504-5509
- [9] Hsiu S I, Tai C C, Sun I W. Electrodeposition of palladium-indium from 1-ethyl-3-methylimidazolium chloride tetrafluoroborate ionic liquid [J]. *Electrochim. Acta.*, 2006, 51(13): 2607-2613
- [10] Yang H Y, Guo X Y, Wu G H, et al. Research progress of electrodeposition in ionic liquids [J]. *Mater. Rev.*, 2009, 23(3): 17-21
(杨海燕, 郭兴伍, 吴国华等. 离子液体中电沉积的研究进展 [J]. *材料导报*, 2009, 23(3): 17-21)
- [11] Chang J K, Chen S Y, Tsai W T, et al. Electrodeposition of aluminum on magnesium alloy in aluminum chloride (AlCl_3)-1-ethyl-3-methylimidazolium chloride (EMIC) ionic liquid and its corrosion behavior [J]. *Electrochem. Comm.*, 2007, 9: 1602-1606
- [12] Chang J K, Chen S Y, Tsai W T. et al. Improved corrosion resistance of magnesium alloy with a surface aluminum coating electrodeposited in ionic liquid [J]. *J. Electrochem. Soc.*, 2008, 155(3): C112-C116
- [13] Bakkar A, Neubert V. Electrodeposition onto magnesium in air and water stable ionic liquids: From corrosion to successful plating [J]. *Electrochem. Comm.*, 2007, (9): 2428-2435
- [14] Abbott A P, Davies D L, Capper G, et al. Ionic liquids and their use as solvents [P]. World Intellectual Property Organization (WIPO) WO0226701, 2002
- [15] Liu Y F, Qian J G, Huang W. Effect of pretreatment process on electroless nickel plating of AZ91D magnesium alloy [J]. *Mater. Prot.*, 2008, 41(6): 33-36
(刘玉芬, 钱建刚, 黄巍. AZ91D 镁合金前处理工艺对化学镀镍的影响 [J]. *材料保护*, 2008, 41(6): 33-36)
- [16] Yang H Y, Wei Y H, Bi H C, et al. Electroless plating of Ni-P on mobile telephone's inner component made of die-cast AZ91D [J]. *Rare Met. Mater. Eng.*, 2005, 34(12): 1978-1981
(杨海燕, 卫英慧, 毕虎才等. 压铸镁合金 AZ91D 手机内构件的 Ni-P 化学镀. *稀有金属材料与工程*. 2005, 34(12): 1978-1981)
- [17] Yang H Y, Wu G H, Ding W J. Present research status of process of electroless Ni-P alloy plating on magnesium alloys [J]. *Plat. Finish.*, 2008, 30(3): 16-20
(杨海燕, 吴国华, 丁文江. 镁合金化学镀 Ni-P 合金工艺研究现状 [J]. *电镀与精饰*, 2008, 30(3): 16-20)
- [18] Jiang Y F, Liu L F, Zhai C Q, et al. Corrosion behavior of pulse-plated Zn-Ni alloy coating on AZ91 magnesium in alkaline solutions [J]. *Thin Solid Films*, 2005, 484(1-2): 232-237

ELECTRODEPOSITION OF Zn ON AZ91D IN CHOLINE CHLORIDE-2UREA IONIC LIQUID

YANG Haiyan^{1,2}, GUO Xingwu^{1,2}, WU Guohua^{1,2}, DING Wenjiang^{1,2}

(1. National Engineering Research Center of Light Alloy Net Forming, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240;

2. State Key Laboratory of Metal Matrix Composites, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200240)

Abstract: In aqueous electrolytes, electrodeposition on Mg alloys is still a challenge because Mg has high chemical reactivity. The process becomes more complicated in aqueous electrolytes owing to the hydrogen evolution. Ionic liquids as non-aqueous electrolytes in electrodeposition have received much attention from researchers. In present study, choline chloride-urea ionic liquid, which is sustainable, biodegradable and stable in air and water, was used as the solvent and the electrodeposition of Zn on AZ91D magnesium alloy was investigated. The pretreatment mechanism of the AZ91D substrate and the effect of current mode on the Zn coatings were studied by scanning electron microscope (SEM/EDX). The corrosion resistance of the deposited Zn coatings were studied by electrochemical testing. The results show, Zn coatings could be electrodeposited on pretreated AZ91D substrate from choline chloride-urea ionic liquid. Application of pulse deposition was superior to galvanostatic deposition in producing dense, uniform and cohesive Zn coating. By pulse deposition Zn coatings, the OCP of AZ91D substrate moves in positive direction from -1610 mV to -1072 mV and the corrosion current density I_{corr} decreases from $14.9 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ to $6.9 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, comparable to those of pure Zn (OCP=-1078 mV, $I_{\text{corr}}=6.6 \mu\text{A}/\text{cm}^2$).

Key words: AZ91D magnesium alloy, ionic liquid, electrodeposition, corrosion