



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113355562 B

(45) 授权公告日 2022.11.25

(21) 申请号 202110758439.0

(22) 申请日 2021.07.05

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113355562 A

(43) 申请公布日 2021.09.07

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 510665 广东省广州市天河区五山路
381号

专利权人 江苏国强镀锌实业有限公司

(72) 发明人 孔纲 梁国威 袁冲 车淳山
赖德林 朱更又 管绪龙 徐文斌

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限
公司 44224

专利代理师 李美

(51) Int.Cl.

G22C 18/00 (2006.01)

G22C 18/04 (2006.01)

G23C 2/06 (2006.01)

G23C 2/02 (2006.01)

审查员 刘春涛

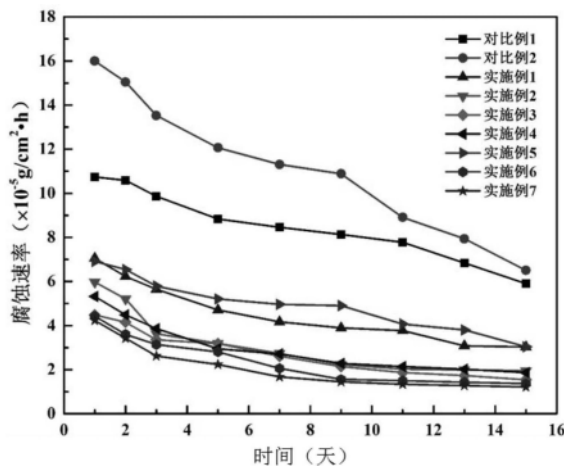
权利要求书2页 说明书20页 附图1页

(54) 发明名称

批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明涉及一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法和应用。按质量百分比计,上述批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括:≥97.54% Zn、0.05%~0.15%Al、0.05%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.01%~0.06%Ni、0.005%~0.25%Sr及总量为0.01%~0.5%的Be和Zr。上述批量热浸锌铝镁合金镀层的表面平整光滑,镀层耐腐蚀性较热镀锌层提高2~5倍,镀层厚度较常规热镀锌层降低40%~50%,厚度可控,兼具较薄的厚度和较好的耐腐蚀性效果。



1. 一种批量热浸锌铝镁合金镀层,其特征在于,按质量百分比计,所述批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括: $\geq 97.54\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.15\%$ Al、 $0.05\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.01\% \sim 0.06\%$ Ni、 $0.005\% \sim 0.25\%$ Sr及总量为 $0.01\% \sim 0.5\%$ 的Be和Zr;

所述批量热浸锌铝镁合金镀层通过批量热浸镀锌的工艺制备,包括如下步骤:

将待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理;

将所述待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中,以在表面形成一层批量热浸锌铝镁合金镀层;

所述批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度相对现有常规批量热镀锌镀层厚度减小 $40\% \sim 50\%$ 。

2. 根据权利要求1所述的批量热浸锌铝镁合金镀层,其特征在于,按质量百分比计,所述批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括: $\geq 97.75\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.1\%$ Al、 $0.1\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.02\% \sim 0.05\%$ Ni、 $0.02\% \sim 0.2\%$ Sr及总量为 $0.02\% \sim 0.4\%$ 的Be和Zr;及/或,所述稀土元素选自La、Ce、Nd及Pr中的至少一种。

3. 一种批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,通过批量热浸镀锌的工艺制备,包括如下步骤:

将待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理;

将所述待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中,以在表面形成一层批量热浸锌铝镁合金镀层,按质量百分比计,所述锌合金浴包括: $\geq 97.54\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.15\%$ Al、 $0.05\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.01\% \sim 0.06\%$ Ni、 $0.005\% \sim 0.25\%$ Sr及总量为 $0.01\% \sim 0.5\%$ 的Be和Zr;

所述批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度相对现有常规批量热镀锌镀层厚度减小 $40\% \sim 50\%$ 。

4. 根据权利要求3所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,所述将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,锌合金浴的温度为 $435^{\circ}\text{C} \sim 460^{\circ}\text{C}$ 。

5. 根据权利要求3或4所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,所述将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,浸入时间为 $60\text{s} \sim 300\text{s}$ 。

6. 根据权利要求5所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,按质量体积百分比计,所述助镀剂的组成包括: $10\% \sim 30\%$ ZnCl_2 、 $5\% \sim 20\%$ NH_4Cl 、 $5\% \sim 10\%$ NaF、 $10\% \sim 30\%$ KCl、 $5\% \sim 15\%$ SnCl_2 、 $0.1\% \sim 0.5\%$ 表面活性剂及水。

7. 根据权利要求6所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,所述表面活性剂选自N-十二烷基二甲基甜菜碱、脂肪醇聚氧乙烯醚、十二烷基硫酸钠及磷酸酯中的至少一种。

8. 根据权利要求5所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,在助镀处理的步骤中,助镀温度为 $60^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$,助镀时间为 $30\text{s} \sim 3\text{min}$ 。

9. 根据权利要求5所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,其特征在于,在将所述待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理的步骤之前,还包括:对所述待镀钢件依次进行脱脂、水洗、酸洗和水洗的步骤。

10. 权利要求1~2任一项所述的批量热浸锌铝镁合金镀层或由权利要求3~9任一项所述的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法制备的批量热浸锌铝镁合金镀层在制作高速公

路护栏、高速铁路、海洋钻井平台、光伏支架、特高压输电铁塔或通讯塔中的应用。

批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及钢铁表面防腐领域,特别是涉及一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 热浸镀锌技术是一种有效提高钢材耐大气腐蚀的方法之一,热镀锌产品广泛应用于电力、交通、通讯、建筑、家电等领域,如用作高速公路护栏、特高压输电铁塔、通讯塔、建筑钢结构等。常规热镀锌层的耐大气腐蚀性与镀锌层厚度成正比,但是在特殊环境下,常规热镀锌层已经不能满足防腐的要求,如海洋大气环境下(腐蚀级别:C5),厚度为86 μm 的热镀锌层预计使用寿命仅约为5年。

[0003] 研究表明,锌合金浴中含一定量的Al和Mg,可大幅提高镀锌层的耐腐蚀性。20世纪末,热浸镀Zn-Al-Mg镀层先后在新日铁、日新制钢、蒂森克虏伯等钢铁公司得到工业化生产和应用,比较典型的有ZAM(Zn-6%Al-3%Mg)、SuperZinc(Zn-4.5%Al-0.1%Mg)等镀层。其中ZAM镀层具有超强的耐蚀性,其耐蚀性能是纯Zn镀层的10倍~20倍,是Galfan镀层(95%Zn-5%Al)的5倍~8倍,可达到不锈钢的耐蚀性能。另外,含有一定量的Al和Mg的镀锌层还具有良好的耐磨性、切口自愈性、可涂装性和良好的焊接加工成型性能。

[0004] 传统技术涉及一种连续热镀钢板Zn-Al-Mg-Ni镀层方法,其镀浴成分为:1%~10%Al、0.2%~1.0%Mg、0.005%~0.01%Ni及Zn。所获得的镀层没有锌花,耐黑变。另有一种技术涉及一种连续热镀钢带的Zn-Al-Mg-Si-Cu-Sn-RE镀层方法,其镀浴成分为:1.5%~11%Al、1.0%~5.5%Mg、0.001%~0.04%Si、0.001%~0.04%Cu、0.001%~0.04%Sn、0.005%~0.04%RE及Zn,所获得的镀层耐高温性能好,钢带表面质量好。另有一种技术涉及一种连续热镀锌用Zn-Al-Mg镀层方法,其镀浴成分为:0.7%~4%Al,0.4%~2%Mg及Zn,所获得的镀层耐黑变。另有一种技术涉及一种连续热镀锌板Zn-Al-Mg镀层方法,其镀浴成分为:1.0%~2.5%Al、1.1%~2.8%Mg及Zn,Mg/Al=0.5~1.2,所获得镀层外观质量高,成型性和耐蚀性佳。另有一种技术涉及一种连续热镀钢丝Zn-Al-Mg镀层方法,其镀浴为:1%~10%Al、0.5%~3%Mg、0.01%~0.5%RE及Zn,所获得镀层表面质量好,厚度可控,附着力高。

[0005] 然而上述传统技术均只适用于连续热浸镀锌,其合金浴中的Al、Mg成分更高,无法在批量热浸镀锌领域中应用,其原因在于:(1)连续热镀锌在待镀钢件出锌合金浴时对待镀钢件表面会进行气体吹抹处理,可将锌合金浴表面因铝高而产生的浮渣或因镁高而产生的氧化物从待镀钢件表面吹去,从而避免了批量热镀锌待镀钢件表面颗粒严重的问题;(2)连续热镀锌件防腐要求低,镀层本身就薄;(3)连续热镀锌通常采用陶瓷锌锅,不会因锌合金浴中铝或镁含量高而加剧对锌锅的腐蚀。

[0006] 因此,批量热浸镀锌的工艺难度更大,得到耐腐蚀性高、表面质量好且镀层厚度相对较薄的批量热浸锌铝镁合金镀层具有重要意义。

发明内容

[0007] 基于此,有必要提供一种通过批量热镀工艺制备的且耐腐蚀性高、表面质量好且镀层厚度相对较薄的批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0008] 一种批量热浸锌铝镁合金镀层,按质量百分比计,所述批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括: $\geq 97.54\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.15\%$ Al、 $0.05\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.01\% \sim 0.06\%$ Ni、 $0.005\% \sim 0.25\%$ Sr及总量为 $0.01\% \sim 0.5\%$ 的Be和Zr;

[0009] 所述批量热浸锌铝镁合金镀层通过批量热浸镀锌的工艺制备。

[0010] 在其中一个实施例中,按质量百分比计,所述批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括: $\geq 97.75\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.1\%$ Al、 $0.1\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.02\% \sim 0.05\%$ Ni、 $0.02\% \sim 0.2\%$ Sr及总量为 $0.02\% \sim 0.4\%$ 的Be和Zr。

[0011] 在其中一个实施例中,所述稀土元素选自La、Ce、Nd及Pr中的至少一种。

[0012] 一种批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,通过批量热浸镀锌的工艺制备,包括如下步骤:

[0013] 将所述待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中,以在表面形成一层批量热浸锌铝镁合金镀层,按质量百分比计,所述锌合金浴包括: $\geq 97.54\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.15\%$ Al、 $0.05\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.01\% \sim 0.06\%$ Ni、 $0.005\% \sim 0.25\%$ Sr及总量为 $0.01\% \sim 0.5\%$ 的Be和Zr。

[0014] 在其中一个实施例中,所述将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,锌合金浴的温度为 $435^{\circ}\text{C} \sim 460^{\circ}\text{C}$;及/或,

[0015] 所述将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,浸入时间为 $60\text{s} \sim 300\text{s}$ 。

[0016] 在其中一个实施例中,在将所述待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤之前,还包括:将所述待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理的步骤。

[0017] 在其中一个实施例中,按质量体积百分比计,所述助镀剂的组成包括: $10\% \sim 30\%$ ZnCl₂、 $5\% \sim 20\%$ NH₄Cl、 $5\% \sim 10\%$ NaF、 $10\% \sim 30\%$ KCl、 $5\% \sim 15\%$ SnCl₂、 $0.1\% \sim 0.5\%$ 表面活性剂及水。

[0018] 在其中一个实施例中,所述表面活性剂选自N-十二烷基二甲基甜菜碱(BS-12)、脂肪醇聚氧乙烯醚(AE09)、十二烷基硫酸钠及磷酸酯中的至少一种。

[0019] 在其中一个实施例中,在所述助镀处理的步骤中,温度为 $60^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$,助镀时间为 $30\text{s} \sim 3\text{min}$ 。

[0020] 在其中一个实施例中,在将所述待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理的步骤之前,还包括:对所述待镀钢件依次进行脱脂、水洗、酸洗和水洗的步骤。

[0021] 在其中一个实施例中,在脱脂的步骤中,采用质量百分浓度为 $10\% \sim 15\%$ 的氢氧化钠水溶液为脱脂液,脱脂的温度为 $70^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$,脱脂的时间为 $10\text{min} \sim 15\text{min}$;及/或,

[0022] 在酸洗的步骤中,采用质量百分浓度为 $10\% \sim 20\%$ 的盐酸水溶液为酸洗液,酸洗的温度 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$,酸洗的时间 $10\text{min} \sim 60\text{min}$ 。

[0023] 上述的批量热浸锌铝镁合金镀层或由上述的批量热浸锌铝镁合金镀层制备方法制备的批量热浸锌铝镁合金镀层在制作高速公路护栏、高速铁路、海洋钻井平台、光伏支架、特高压输电铁塔或通讯塔中的应用。

[0024] 上述批量热浸锌铝镁合金镀层通过调整各组分的含量及配比,使得批量热浸锌铝

镁合金镀层表面平整光滑,镀层耐蚀性较热镀锌层提高2~5倍,镀层厚度较常规热镀锌层降低40%~50%,厚度可控,兼具较薄的厚度和较好的耐腐蚀性效果。

附图说明

[0025] 图1为实施例1所得批量热浸锌铝镁合金镀层的表面外观图;

[0026] 图2为实施例1-7和对比例1-2所得批量热浸锌铝镁合金镀层的中性盐雾腐蚀失重变化曲线图。

具体实施方式

[0027] 为了便于理解本发明,下面将结合具体实施方式对本发明进行更全面的描述。具体实施方式中给出了本发明的较佳的实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。

[0028] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体地实施例的目的,不是旨在于限制本发明。

[0029] 在本文中,RE表示稀土元素。

[0030] 本发明提供一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,镀浴中铝和镁含量低,易于维护,所获得锌铝镁合金镀层表面平整光滑,镀层耐蚀性较热镀锌层提高2~5倍,镀层厚度较常规热镀锌层降低40%~50%,厚度可控。本发明工艺除助镀剂成分需要调整外,与常规批量热镀锌工艺基本相同,且无需改变原有热镀锌设备,具有广阔的市场前景。

[0031] 具体地,一实施方式的批量热浸锌铝镁合金镀层,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括: $\geq 97.54\%$ Zn、 $0.05\% \sim 0.15\%$ Al、 $0.05\% \sim 1\%$ Mg、 $0.05\% \sim 0.5\%$ 稀土元素、 $0.01\% \sim 0.06\%$ Ni、 $0.005\% \sim 0.25\%$ Sr、总量为 $0.01\% \sim 0.5\%$ 的Be和Zr。上述批量热浸锌铝镁合金镀层通过批量热浸镀锌的工艺制备。

[0032] 具体地,在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,Al的质量百分比为 $0.05\% \sim 0.15\%$,例如Al的质量百分比为 0.05% 、 0.08% 、 0.1% 、 0.12% 或 0.15% 。在其中一个实施例中,Al的质量百分比为 $0.05\% \sim 0.08\%$ 、 $0.08\% \sim 0.1\%$ 、 $0.1\% \sim 0.12\%$ 或 $0.12\% \sim 0.15\%$ 。优选地,Al的质量百分比为 $0.05\% \sim 0.1\%$ 。更优选地,Al的质量百分比为 $0.06\% \sim 0.1\%$ 。

[0033] 在锌合金浴中,铝的含量太低,对镀层的减薄效果及耐蚀性能的提高均更差。而铝的含量过高,如当锌合金浴中铝含量超过 0.15% 后,制备批量热浸锌铝镁合金镀层时会存在以下问题:(1)原先在锌合金浴底部的Fe-Zn底渣会全部转变为Fe-Zn-Al浮渣,粘附于待镀钢件表面,影响外观质量;(2)锌锅腐蚀加快,不能采用常规铁制锌锅;(3)常规助镀剂容易失效,而发生大量漏镀;(4)批量热浸锌铝镁合金镀层因为锌合金浴中较高铝的作用而大幅减薄,其厚度不能满足结构件防腐要求。因此,在本实施方式中,通过优化批量热浸锌铝镁合金镀层中铝的质量百分比,避免了上述问题产生。

[0034] 在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,Mg的质量百分比为 $0.05\% \sim 1\%$ 。例如,Mg的质量百分比为 0.05% 、 0.1% 、 0.2% 、 0.3% 、 0.4% 、 0.5% 、 0.6% 、 0.7% 、 0.8% 、 0.9% 或

1%。在其中一个实施例中,Mg的质量百分比为0.05%~0.1%、0.1%~0.4%、0.4%~0.7%或0.7%~1%。优选地,Mg的质量百分比为0.1%~1%。更优选地,Mg的质量百分比为0.5%~1%。

[0035] 在锌合金浴中,镁含量过低,对镀层的减薄效果及耐蚀性能的提高均更差。镁含量过高,锌合金浴表面氧化快,所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层的质量差。在本实施方式中,合理控制镁的含量,减少了合金浴表面因为镁的优先氧化而形成的氧化膜层。

[0036] 在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,稀土元素的质量百分比为0.05%~0.5%。例如,稀土元素的质量百分比为0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%或0.5%。在其中一个实施例中,稀土元素的质量百分比为0.05%~0.1%、0.1%~0.2%、0.2%~0.3%、0.3%~0.4%或0.4%~0.5%。优选地,稀土元素的质量百分比为0.1%~0.5%。更优选地,稀土元素的质量百分比为0.3%~0.5%。

[0037] 由于稀土元素较铝、镁更容易在合金浴表面被氧化,可以进一步抑制铝、镁在合金浴表面的氧化。稀土元素的含量过低,对抑制铝、镁的氧化效果较差,从而所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层的质量差。另外,稀土元素的含量过高,会导致所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层表面颗粒物增多;其次由于稀土元素的价格较高,会大幅增加成本。

[0038] 具体地,稀土元素选自La、Ce、Nd及Pr中的至少一种。

[0039] 在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,镍的质量百分比为0.01%~0.06%。例如,镍的质量百分比为0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%或0.06%。在其中一个实施例中,镍的质量百分比为0.01%~0.02%、0.02%~0.05%或0.05%~0.06%。优选地,镍的质量百分比为0.02%~0.05%。更优选地,镍的质量百分比为0.04%~0.05%。

[0040] 在锌合金浴中,镍的添加一方面可以抑制活性钢镀层的生长,另一方面可以提高锌合金浴的流动性,使镀层均匀光滑、厚度适宜,锌耗减少而降低成本。镍的含量过低,对活性钢镀层过厚生长抑制不明显,无法有效提高锌合金浴的流动性;镍的含量过高,会产生Fe-Zn-Ni三元 Γ_2 相浮渣,可能附着于镀层表面而使镀件表面出现颗粒。

[0041] 在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,锆的质量百分比为0.005%~0.25%。例如,锆的质量百分比为0.005%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.08%、0.1%、0.15%、0.2%或0.25%。在其中一个实施例中,锆的质量百分比为0.005%~0.02%、0.02%~0.05%、0.05%~0.1%、0.1%~0.25%。优选地,锆的质量百分比为0.01%~0.2%。更优选地,锆的质量百分比为0.02%~0.2%。

[0042] 在锌合金浴中的锆可以在镀层生长时在固液界面前沿形成锆的吸附膜,减缓晶粒生长速度,使镀层更均匀致密。锆的含量过低,对锌合金浴表面氧化的抑制作用不明显,增加锌耗;锆的含量过高,则对锌合金浴表面氧化抑制作用过饱和,同时产生锌渣,增加生产成本。

[0043] 在批量热浸锌铝镁合金镀层的组成中,铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.5%。例如,铍和锆的总质量百分比为0.01%、0.02%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%或0.5%。在其中一个实施例中,铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.02%、0.02%~0.4%或0.4%~0.5%。优选地,铍和锆的总质量百分比为0.02%~0.4%。更优选地,铍和锆的总质量百分比为0.1%~0.4%。更优选地,铍和锆的总质量百分比为0.1%~0.3%。

[0044] 进一步地,在批量热浸锌铝镁合金镀层中,可以仅含有铍,也可以仅含有锆,或者

同时含有铍和锆,只需铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.5%即可。

[0045] 在锌合金浴中,铍和锆的添加可以进一步抑制锌合金浴中铝和镁的氧化,同时抑制Fe-Zn合金层的生长。铍和锆的总质量百分比过低,对锌合金浴表面氧化的抑制作用不明显;铍和锆的总质量百分比过高,易在锌合金浴表面形成厚的氧化产物膜,影响镀件质量。

[0046] 进一步地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成由Zn、0.05%~0.15%Al、0.05%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.01%~0.06%Ni、0.005%~0.25% Sr、总量为0.01%~0.5%的Be和Zr和不可避免的杂质组成。

[0047] 优选地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。更优选地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.1%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。进一步地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的化学成分由Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.1%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr和不可避免的杂质组成。

[0048] 更优选地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。或者,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的化学成分包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。或者,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的化学成分包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。

[0049] 进一步地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的化学成分包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。

[0050] 更优选地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的化学成分包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.04%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.1%~0.4%的Be和Zr。

[0051] 进一步地,上述批量热浸锌铝镁合金镀层通过批量热镀锌的工艺制备得到。批量热镀锌与连续热镀锌工艺的区别在于:(1)连续热镀锌前处理过程中对待镀钢件表面处理采用的是气体还原法,而批量热镀锌工艺前处理采用的助镀剂助镀的方式,存在因助镀剂失效而产生大量漏镀的情况;(2)连续热镀锌在待镀钢件出锌合金浴时对待镀钢件表面会进行气体吹抹处理,可将锌合金浴表面因铝高而产生的浮渣或因镁高而产生的氧化物从待镀钢件表面吹去,从而避免了批量热镀锌待镀钢件表面颗粒严重的问题;(3)连续热镀锌件防腐蚀要求低,镀层本身就薄,锌合金浴中铝含量远高于常规热镀锌;(4)连续热镀锌通常采用陶瓷锌锅,不会因锌合金浴中铝或镁含量高而加剧对锌锅的腐蚀。因此,批量热镀锌的工艺难度更大,得到耐腐蚀性高、表面质量好且镀层厚度相对较薄的批量热浸锌铝镁合金镀层具有重要意义。

[0052] 传统技术中公开了一种批量热镀Zn-Al-Mg-Ce镀层方法,其镀浴成分为:0.03%~0.05%Al、0.02%~0.04%Mg、0.03%~0.06%Ce及余量的Zn。所获得的镀层厚度较纯锌层减薄10%,耐蚀性能提高1倍。然而该方法对镀层的减薄效果及耐蚀性能的提高均更差。

[0053] 另有一种传统技术公开了一种输电线路钢构件Zn-Al-Mg合金镀层及其制备工艺,其镀浴成分为:0.01-2%Al,0.01-3%Mg,0.02-3%RE;所获得的镀层较热浸镀纯锌镀层提高1倍以上。但该成分范围仍不能适于包括输电线路钢构件的批量热镀锌,这是因为:(1)当锌浴中铝含量超过0.15%后,批量热镀锌会存在以下问题:a、原先在锌浴底部的Fe-Zn底渣会全部转变为Fe-Zn-Al浮渣,粘附于镀件表面,影响外观质量;b、锌锅腐蚀加快,不能采用常规铁制锌锅;c、常规助镀剂容易失效,而发生大量漏镀;d、镀层因为锌浴中较高铝的作用而大幅减薄,其厚度不能满足结构件防腐蚀要求;(2)镁含量过高,锌浴表面氧化快,所获镀层质量差。

[0054] 而本实施方式的上述批量热浸锌铝镁合金镀层至少具有以下优点:

[0055] 上述批量热浸锌铝镁合金镀层通过调整锌合金浴中各组分的含量及配比,使得批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑,镀层耐蚀性较热镀锌层提高2~5倍,镀层厚度较常规热镀锌层降低40%~50%,厚度可控,兼具较薄的厚度和较好的耐腐蚀性效果。

[0056] 一实施方式的批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法,批量热浸锌铝镁合金镀层通过批量热浸镀锌的工艺制备,包括如下步骤:

[0057] 将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中,以在表面形成一层批量热浸锌铝镁合金镀层,按质量百分比计,锌合金浴包括: $\geq 97.54\%$ Zn、0.05%~0.15%Al、0.05%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.01%~0.06%Ni、0.005%~0.25%Sr、总量为0.01%~0.5%的Be和Zr。

[0058] 其中,待镀钢件可以为各种类型的钢结构件。例如,待镀钢件为普通碳素钢、高强度钢及铸钢中的一种。

[0059] 具体地,在锌合金浴中,Al的质量百分比为0.05%~0.15%,例如Al的质量百分比为0.05%、0.08%、0.1%、0.12%或0.15%。在其中一个实施例中,Al的质量百分比为0.05%~0.08%、0.08%~0.1%、0.1%~0.12%或0.12%~0.15%。优选地,Al的质量百分比为0.05%~0.1%。更优选地,Al的质量百分比为0.06%~0.1%。

[0060] 在锌合金浴中,铝的含量太低,对镀层的减薄效果及耐蚀性能的提高均更差。而铝的含量过高,如当锌合金浴中铝含量超过0.15%后,制备批量热浸锌铝镁合金镀层时会存在以下问题:(1)原先在锌合金浴底部的Fe-Zn底渣会全部转变为Fe-Zn-Al浮渣,粘附于待镀钢件表面,影响外观质量;(2)锌锅腐蚀加快,不能采用常规铁制锌锅;(3)常规助镀剂容易失效,而发生大量漏镀;(4)批量热浸锌铝镁合金镀层因为锌合金浴中较高铝的作用而大幅减薄,其厚度不能满足结构件防腐蚀要求。因此,在本实施方式中,通过优化批量热浸锌铝镁合金镀层中铝的质量百分比,避免了上述问题产生。

[0061] 在锌合金浴中,Mg的质量百分比为0.05%~1%。例如,Mg的质量百分比为0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%、0.7%、0.8%、0.9%或1%。在其中一个实施例中,Mg的质量百分比为0.05%~0.1%、0.1%~0.4%、0.4%~0.7%或0.7%~1%。优选地,Mg的质量百分比为0.1%~1%。更优选地,Mg的质量百分比为0.5%~1%。

[0062] 在锌合金浴中,镁含量过低,对镀层的减薄效果及耐蚀性能的提高均更差。镁含量

过高,锌合金浴表面氧化快,所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层的质量差。在本实施方式中,合理控制镁的含量,减少了合金浴表面因为镁的优先氧化而形成的氧化膜层。

[0063] 在锌合金浴中,稀土元素的质量百分比为0.05%~0.5%。例如,稀土元素的质量百分比为0.05%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%或0.5%。在其中一个实施例中,稀土元素的质量百分比为0.05%~0.1%、0.1%~0.2%、0.2%~0.3%、0.3%~0.4%或0.4%~0.5%。优选地,稀土元素的质量百分比为0.1%~0.5%。更优选地,稀土元素的质量百分比为0.3%~0.5%。

[0064] 由于稀土元素较铝、镁更容易在合金浴表面被氧化,可以进一步抑制铝、镁在合金浴表面的氧化。稀土元素的含量过低,对抑制铝、镁的氧化效果较差,从而所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层的质量差。另外,稀土元素的含量过高,会导致所制备的批量热浸锌铝镁合金镀层表面颗粒物增多;其次由于稀土元素的价格较高,会大幅增加成本。

[0065] 具体地,稀土元素选自La、Ce、Nd及Pr中的至少一种。

[0066] 在锌合金浴中,镍的质量百分比为0.01%~0.06%。例如,镍的质量百分比为0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%或0.06%。在其中一个实施例中,镍的质量百分比为0.01%~0.02%、0.02%~0.05%或0.05%~0.06%。优选地,镍的质量百分比为0.02%~0.05%。更优选地,镍的质量百分比为0.04%~0.05%。

[0067] 在锌合金浴中,镍的添加一方面可以抑制活性钢镀层的生长,另一方面可以提高锌合金浴的流动性,使镀层均匀光滑、厚度适宜,锌耗减少而降低成本。镍的含量过低,对活性钢镀层过厚生长抑制不明显,无法有效提高锌合金浴的流动性;镍的含量过高,会产生Fe-Zn-Ni三元 Γ_2 相浮渣,可能附着于镀层表面而使镀件表面出现颗粒。

[0068] 在锌合金浴中,锆的质量百分比为0.005%~0.25%。例如,锆的质量百分比为0.005%、0.01%、0.02%、0.03%、0.04%、0.05%、0.08%、0.1%、0.15%、0.2%或0.25%。在其中一个实施例中,锆的质量百分比为0.005%~0.02%、0.02%~0.05%、0.05%~0.1%、0.1%~0.25%。优选地,锆的质量百分比为0.01%~0.2%。更优选地,锆的质量百分比为0.02%~0.2%。

[0069] 在锌合金浴中的锆可以在镀层生长时在固液界面前沿形成锆的吸附膜,减缓晶粒生长速度,使镀层更均匀致密。锆的含量过低,对锌合金浴表面氧化的抑制作用不明显,增加锌耗;锆的含量过高,则对锌合金浴表面氧化抑制作用过饱和,同时产生锌渣,增加生产成本。

[0070] 在锌合金浴中,铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.5%。例如,铍和锆的总质量百分比为0.01%、0.02%、0.1%、0.2%、0.3%、0.4%或0.5%。在其中一个实施例中,铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.02%、0.02%~0.4%或0.4%~0.5%。优选地,铍和锆的总质量百分比为0.02%~0.4%。更优选地,铍和锆的总质量百分比为0.1%~0.4%。更优选地,铍和锆的总质量百分比为0.1%~0.3%。

[0071] 进一步地,在批量热浸锌铝镁合金镀层中,可以仅含有铍,也可以仅含有锆,或者同时含有铍和锆,只需铍和锆的总质量百分比为0.01%~0.5%即可。

[0072] 在锌合金浴中,铍和锆的添加可以进一步抑制锌合金浴中铝和镁的氧化,同时抑制Fe-Zn合金层的生长。铍和锆的总质量百分比过低,对锌合金浴表面氧化的抑制作用不明显;铍和锆的总质量百分比过高,易在锌合金浴表面形成厚的氧化产物膜,影响镀件质量。

[0073] 进一步地,按质量百分比计,锌合金浴由Zn、0.05%~0.15%Al、0.05%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.01%~0.06%Ni、0.005%~0.25%Sr、总量为0.01%~0.5%的Be和Zr和不可避免的杂质组成。

[0074] 优选地,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。更优选地,按质量百分比计,批量热浸锌铝镁合金镀层的组成包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.1%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。进一步地,按质量百分比计,锌合金浴由Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.1%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr和不可避免的杂质组成。

[0075] 更优选地,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。或者,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.05%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。或者,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.05%~0.1%Al、0.1%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。

[0076] 进一步地,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.02%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.02%~0.4%的Be和Zr。

[0077] 更优选地,按质量百分比计,锌合金浴包括:≥97.75%Zn、0.06%~0.1%Al、0.5%~1%Mg、0.3%~0.5%稀土元素、0.04%~0.05%Ni、0.02%~0.2%Sr、总量为0.1%~0.4%的Be和Zr。

[0078] 具体地,在将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,锌合金浴的温度为435℃~460℃。例如,锌合金浴的温度为435℃、440℃、450℃或460℃。

[0079] 在将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤中,浸入时间为60s~300s。例如,浸入时间为60s、120s、150s、180s、240s或300s。在实际过程中,还可以通过选择不同硅含量成分的钢材以及控制浸入时间来获得不同厚度要求的批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0080] 在将待镀钢件浸入熔融的锌合金浴中的步骤之前,还包括将待镀钢件浸入助镀剂中进行助镀处理的步骤。

[0081] 助镀处理的作用是保证待镀钢件在后续浸锌时,其表面的铁基体在短时间内与锌合金浴反应,生成一层Zn-Fe合金相层。待镀钢件在经过脱脂、酸洗、水洗操作后,表面仍会残余铁盐、残酸等,在这些残余杂质的作用下,还可能与空气进行反应生成氧化膜,因此,在浸锌之前,需要进行助镀处理。

[0082] 按质量体积百分比计,助镀剂的组成包括:10%~30%ZnCl₂、5%~20%NH₄Cl、5%~10%NaF、10%~30%KCl、5%~15%SnCl₂、0.1%~0.5%表面活性剂及水。进一步地,按质量体积百分比计,助镀剂由10%~30%ZnCl₂、5%~20%NH₄Cl、5%~10%NaF、10%~30%KCl、5%~15%SnCl₂、0.1%~0.5%表面活性剂及余量的水组成。

[0083] 其中,表面活性剂选自N-十二烷基二甲基甜菜碱(BS-12)、脂肪醇聚氧乙烯醚

(AE09)、十二烷基硫酸钠及磷酸酯中的至少一种。

[0084] 传统的助镀剂通常为氯化锌和氯化铵的混合物,本实施方式的助镀剂在传统氯化锌和氯化铵助镀剂的基础上,添加了NaF、KCl、SnCl₂及表面活性剂等成分,并调整各自配比。其中,NH₄Cl的作用是通过分解产物净化锌合金浴和活化待镀钢件基体表面;ZnCl₂主要是与氯化铵共同作用,起到净化锌合金浴和清洁待镀钢件基体,防止基体二次氧化;NaF的加入可以消除锌合金浴表面氧化膜对铁锌反应的影响,提高锌合金浴对待镀钢件的润湿性;KCl的加入可与锌合金浴中铝反应,改善锌合金浴与待镀钢件基体的浸润性,提高锌合金浴的流动性;SnCl₂的作用是通过Sn与基体Fe发生置换反应,在基体表面形成薄Sn膜,降低锌合金浴和待镀钢件基体之间的张力;表面活性剂具有润湿、表面改性、发泡、清洁、乳化等作用,可以改善助镀剂的润湿性和流动性,提高助镀后待镀钢件表面附着的助镀盐膜的均匀性。通过上述助镀剂成分及浓度的调配,有效地解决了批量镀锌时待镀钢件在锌合金浴中的漏镀问题。

[0085] 在助镀处理的步骤中,助镀温度为60℃~80℃,助镀时间为30s~3min。例如,助镀温度为60℃、70℃或80℃。助镀时间为30s、60s、90s、120s、150s或180s。

[0086] 进一步地,在助镀处理的步骤之前,还包括对待镀钢件依次进行脱脂、水洗、酸洗和水洗的步骤。

[0087] 具体地,在脱脂的步骤中,采用质量百分浓度为10%~15%的氢氧化钠水溶液为脱脂液,脱脂的温度为70℃~80℃,脱脂的时间为10min~15min。

[0088] 在酸洗的步骤中,采用质量百分浓度为10%~20%的盐酸水溶液为酸洗液,酸洗的温度20℃~30℃,酸洗的时间10min~60min。

[0089] 在水洗的步骤中,温度为室温,例如10℃~30℃。

[0090] 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法适用于批量热镀锌。与现有技术相比,上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法具有如下优点和有益效果:

[0091] (1) 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法通过优化锌合金浴中铝的含量,避免了锌合金浴中浮渣的大量产生;合理控制镁的含量,减少了锌合金浴表面因为镁的优先氧化而形成的氧化膜层;由于稀土较铝、镁更容易在锌合金浴表面被氧化,可以进一步抑制镁在锌合金浴表面的氧化;镍的添加一方面可以抑制待镀钢件浸镀时的铁锌反应,另一方面可以提高锌合金浴的流动性;锌合金浴中的锆可以在镀层生长时在固液界面前沿形成锆的吸附膜,减缓晶粒生长速度,使镀层更均匀致密;铍和锆的添加可以进一步抑制锌合金浴中镁的氧化。通过合理调配锌合金浴中的成分及浓度范围,可以有效解决锌铝镁合金镀层工艺难以应用在批量热镀锌领域的问题,制备工艺简单,锌合金浴成分可控,满足批量热浸镀要求。

[0092] (2) 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法中对助镀剂进行了改进,在传统氯化锌和氯化铵助镀剂的基础上,添加了NaF、KCl、SnCl₂及表面活性剂等成分。NH₄Cl的作用是通过分解产物净化锌合金浴和活化待镀钢件基体表面;ZnCl₂主要是与氯化铵共同作用,起到净化锌合金浴和清洁待镀钢件基体,防止基体二次氧化;NaF的加入可以消除锌合金浴表面氧化膜对铁锌反应的影响,提高锌合金浴对待镀钢件的润湿性;KCl的加入可与锌合金浴中铝反应,改善锌合金浴与待镀钢件基体的浸润性,提高锌合金浴的流动性;SnCl₂的作用是通过Sn与基体Fe发生置换反应,在基体表面形成薄Sn膜,降低锌合金浴和待镀钢件基体

之间的张力;表面活性剂具有润湿、表面改性、发泡、清洁、乳化等作用,可以改善助镀剂的润湿性和流动性,提高助镀后待镀钢件表面附着的助镀盐膜的均匀性。通过上述助镀剂成分及浓度的调配,有效地解决了批量镀锌时待镀钢件在锌合金浴中的漏镀问题。

[0093] (3) 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层的表面平整外观好,镀层与基底附着力好,适用于包括但不限于高强度钢、普通碳素钢或铸钢等各种类型结构件,批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度相对现有常规批量热镀锌层厚度减小40%~50%,并可通过选择不同硅含量成分的钢材以及控制浸锌时间来获得不同厚度要求的镀层。

[0094] (4) 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层在保证厚度和表面质量的前提下,其耐腐蚀性能相对传统批量热浸镀锌层提升2~5倍。

[0095] (5) 上述批量热浸锌铝镁合金镀层的制备方法 with 常规热镀锌工艺基本相同,且无需改变原有热镀锌设备,具有广阔的市场应用前景。

[0096] 本发明还提供一实施方式的批量热浸锌铝镁合金镀层在制作高速公路护栏、高速铁路、海洋钻井平台、光伏支架、特高压输电铁塔或通讯塔中的应用。

[0097] 以下为具体实施例部分:

[0098] 实施例1

[0099] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0100] (1) 前处理:先将Q235 ($\text{Si}\% \leq 0.03$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为10%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为20min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中进行助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的成分为:10% ZnCl_2 、5% NH_4Cl 、5% NaF 、10% KCl 、5% SnCl_2 、0.1% AE09 ,其余为水。助镀温度为60℃,助镀时间为3min。

[0101] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.05% Al 、0.1% Mg 、0.05% $\text{RE}(\text{La})$ 、0.02% Ni 、0.02% Sr 、0.05% Be 及余量的 Zn ,浸锌温度为435℃,浸锌时间为60s,浸锌结束后水冷得到批量热浸锌铝镁合金镀层(如图1所示)。

[0102] 由图1可见,批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。采用磁性测厚仪测试批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度,得到本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度为30.6 μm ,相比常规热镀锌层减薄约44 μm ,如表1所示。

[0103] 在清除热批量热浸锌铝镁合金镀层的腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看到,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌和 $\text{Zn}-0.1\% \text{Al}$ 制件,约是纯锌层的1/2,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌层提升约2倍左右。

[0104] 实施例2

[0105] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0106] (1) 前处理:先将Q235 ($\text{Si}\% = 0.12$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为15%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在75℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为30min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:15% ZnCl_2 、10% NH_4Cl 、6% NaF、30% KCl、10% SnCl_2 、0.1% BS-2,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为2min。

[0107] (2) 热浸镀锌:将制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.05% Al、0.5% Mg、0.1% RE (Ce)、0.03% Ni、0.1% Sr、0.1% Be、0.1% Zr及余量的Zn。浸锌温度为440℃,浸锌时间为180s,浸锌结束后水冷得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0108] 本实施例所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。镀层厚度为48.7 μm ,相比纯Zn镀层减薄约26 μm (如表1所示)。

[0109] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌层的1/3,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌层提升约3.1倍左右。

[0110] 实施例3

[0111] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0112] (1) 前处理:先将Q420 ($\text{Si}\% \leq 0.03$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为15%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在75℃,碱洗时间为15min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为20%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为30℃,酸洗时间为10min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:20% ZnCl_2 、10% NH_4Cl 、8% NaF、15% KCl、10% SnCl_2 、0.1% AE09、0.2% BS-2,其余为水。助镀温度为75℃,助镀时间为2min。

[0113] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.06% Al、1% Mg、0.5% RE (0.2% La、0.3% Ce)、0.05% Ni、0.2% Sr、0.1% Be、0.3% Zr及余量的Zn。浸锌温度为445℃,浸锌时间为60s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0114] 本实施例所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度为29.4 μm ,相比纯Zn镀层减薄约45 μm (如表1所示)。

[0115] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌层的1/4,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌层提升约4倍左右。

[0116] 实施例4

[0117] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0118] (1) 前处理:先将Q345 ($\text{Si}\% = 0.12$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为40min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:20% ZnCl_2 、15% NH_4Cl 、10% NaF 、20% KCl 、8% SnCl_2 、0.2% AE09、0.1% 磷酸酯,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为1min。

[0119] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.08%Al、0.5%Mg、0.3%RE(Nd)、0.04%Ni、0.02%Sr、0.2%Zr及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0120] 本实施例所获得的镀层表面平整光滑、无漏镀。镀层厚度为25.6 μm ,相比纯Zn镀层减薄约49 μm (如表1)。

[0121] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1%Al合金镀层,约是纯锌镀层的1/3,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约3.2倍左右。

[0122] 实施例5

[0123] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0124] (1) 前处理:先将Q235 ($\text{Si}\% = 0.3$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为15%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在80℃,碱洗时间为15min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为20%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为30℃,酸洗时间为60min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:25% ZnCl_2 、10% NH_4Cl 、5% NaF 、10% KCl 、10% SnCl_2 、0.2% AE09、0.2% 十二烷基磺酸钠,其余为水。助镀温度为80℃,助镀时间为2min。

[0125] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.1%Al、0.1%Mg、0.05%RE(Pr)、0.02%Ni、0.04%Sr、0.1%Be及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为300s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0126] 本实施例所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。镀层厚度为63.4 μm ,相比纯Zn镀层减薄约11 μm (如表1)。

[0127] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1%Al合金镀层,约是纯锌镀层的1/2,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约2倍左右。

[0128] 实施例6

[0129] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0130] (1) 前处理:先将Q345 ($\text{Si}\% \leq 0.03$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓

度为15%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在75℃,碱洗时间为15min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为20%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为30min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:20% $ZnCl_2$ 、15% NH_4Cl 、8% NaF、15% KCl、10% $SnCl_2$ 、0.3% AE09,其余为水。助镀温度为75℃,助镀时间为2min。

[0131] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.1% Al、0.8% Mg、0.3% RE (0.15% La、0.15% Nd)、0.04% Ni、0.15% Sr、0.15% Be、0.15% Zr及余量的Zn。浸锌温度为455℃,浸锌时间为180s,浸锌结束后,水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0132] 本实施例所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。镀层厚度为54.7 μm ,相比纯Zn镀层减薄约20 μm (如表1)。

[0133] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌镀层的5/22,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约4.4倍左右。

[0134] 实施例7

[0135] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0136] (1) 前处理:先将Q420 (Si%=0.3) 钢板制件(10cm×5cm×2mm)浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为10%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为30min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:30% $ZnCl_2$ 、20% NH_4Cl 、10% NaF、10% KCl、15% $SnCl_2$ 、0.5% BS-2,其余为水。助镀温度为60℃,助镀时间为1min。

[0137] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.1% Al、1% Mg、0.5% RE (0.15% La、0.15% Ce、0.1% Nd、0.1% Pr)、0.05% Ni、0.02% Sr、0.2% Be、0.2% Zr及余量的Zn。浸锌温度为460℃,浸锌时间为180s,浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0138] 本实施例所获得的批量热浸锌铝镁合金镀层表面平整光滑、无漏镀。镀层厚度为49.9 μm ,相比纯Zn镀层减薄约25 μm (如表1)。

[0139] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌镀层的1/5,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约5倍左右。

[0140] 实施例8

[0141] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0142] (1) 前处理:先将Q345 ($\text{Si}\% = 0.12$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为40min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:20% ZnCl_2 、15% NH_4Cl 、10% NaF、20% KCl 、8% SnCl_2 、0.2% AE09、0.1% 磷酸酯,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为1min。

[0143] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.12% Al、0.5% Mg、0.3% RE (Nd)、0.04% Ni、0.02% Sr、0.2% Zr及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0144] 本实施例所获得的镀层无漏镀,但镀层表面存在些许较小颗粒,较为光滑平整。镀层厚度为24.9 μm ,相比纯Zn镀层减薄约50 μm (如表1)。在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化。本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌镀层的3/10,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约3.3倍左右。

[0145] 实施例9

[0146] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0147] (1) 前处理:先将Q345 ($\text{Si}\% = 0.12$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为40min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:20% ZnCl_2 、15% NH_4Cl 、10% NaF、20% KCl 、8% SnCl_2 、0.2% AE09、0.1% 磷酸酯,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为1min。

[0148] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.15% Al、0.5% Mg、0.3% RE (Nd)、0.04% Ni、0.02% Sr、0.2% Zr及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0149] 本实施例所获得的镀层无漏镀,但镀层表面存在些许较小颗粒,较为光滑平整。镀层厚度为24.3 μm ,相比纯Zn镀层减薄约50 μm (如表1)。在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化。本实施例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1% Al合金镀层,约是纯锌镀层的1/3,说明该批量热浸锌铝镁合金镀层具有更好耐腐蚀性,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约3.1倍左右。

[0150] 实施例10

[0151] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0152] (1) 前处理:先将Q235 ($\text{Si}\% \leq 0.03$) 钢板制件 ($10\text{cm} \times 5\text{cm} \times 2\text{mm}$) 浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为10%的HCl酸洗液中进行

酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为20min,取出用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中进行助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的成分为:10% $ZnCl_2$ 、15% NH_4Cl ,其余为水。助镀温度为60℃,助镀时间为3min。

[0153] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.05%Al、0.1%Mg、0.05%RE(La)、0.02%Ni、0.02%Sr、0.05%Be及余量的Zn,浸锌温度为435℃,浸锌时间为60s,浸锌结束后水冷得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0154] 本实施例所得镀层漏镀较为严重,镀件质量较差,镀层不平整,不满足生产要求。

[0155] 实施例11

[0156] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0157] (1) 前处理:先将Q345($Si\%=0.12$)钢板制件(10cm×5cm×2mm)浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为40min,取出用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:10% $ZnCl_2$ 、15% NH_4Cl ,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为1min。

[0158] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.08%Al、0.5%Mg、0.3%RE(Nd)、0.04%Ni、0.02%Sr、0.2%Zr及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s。浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0159] 所得镀层漏镀较为严重,镀件质量较差,镀层不平整,不满足生产要求。

[0160] 实施例12

[0161] 本实施例提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0162] (1) 前处理:先将Q420($Si\%=0.3$)钢板制件(10cm×5cm×2mm)浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为10%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为30min,取出用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:10% $ZnCl_2$ 、15% NH_4Cl ,其余为水。助镀温度为60℃,助镀时间为1min。

[0163] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中进行热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.1%Al、1%Mg、0.5%RE(0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1%Pr)、0.05%Ni、0.02%Sr、0.2%Be、0.2%Zr及余量的Zn。浸锌温度为460℃,浸锌时间为180s,浸锌结束后水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层。

[0164] 所得镀层漏镀较为严重,镀件质量较差,镀层不平整,不满足生产要求。

[0165] 对比例1

[0166] 对比例1提供了一种批量热浸纯锌镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0167] (1) 前处理:前处理:先将Q235($Si\%\leq 0.03$)钢板制件(10cm×5cm×2mm)浸入质量百分浓度为10%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在70℃,碱洗时间为10min,取出用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为10%的HCl酸洗液

中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为20min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入特殊助镀剂中进行助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的成分为:10%ZnCl₂、15%NH₄Cl,其余为水。助镀温度为60℃,助镀时间为3min。

[0168] (2) 热浸镀锌:将钢板制件浸入纯Zn浴中热浸镀,浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s,水冷后得到批量热浸纯Zn镀层。

[0169] 对比例1所获得的批量热浸纯Zn镀层表面平整光滑、无漏镀,镀层厚度为74.7μm,如表1所示。

[0170] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。

[0171] 对比例2

[0172] 对比例2提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,具体包括如下步骤:

[0173] (1) 前处理:①将Q235 (Si%≤0.03) 钢板制件 (10cm×5cm×2mm) 浸入质量百分浓度为15%的NaOH溶液中进行碱洗脱脂处理,碱洗温度在75℃,碱洗时间为10min,取出后用清水冲洗表面。再将碱洗脱脂后的钢板制件浸入质量百分浓度为15%的HCl酸洗液中进行酸洗除锈处理,酸洗温度为25℃,酸洗时间为30min,取出后用清水冲洗干净。最后将酸洗后的钢板制件浸入助镀剂中助镀处理,按质量体积百分比计,助镀剂的组成为:25%ZnCl₂、10%NH₄Cl、5%NaF、10%KCl、10%SnCl₂、0.2%AE09、0.2%十二烷基磺酸钠,其余为水。助镀温度为70℃,助镀时间为3min。

[0174] (4) 热浸镀锌:将钢板制件浸入锌合金浴中热浸镀,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.1%Al及余量的Zn。浸锌温度为450℃,浸锌时间为60s,水冷后得到批量热浸锌铝镁合金镀层,记为热浸镀Zn-0.1%Al镀层。

[0175] 对比例2所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,表面质量优异,镀层厚度为29.5μm,相比纯Zn镀层减薄约45μm,如表1所示。

[0176] 在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,得到如图2所示的曲线。从图2中可以看出,热浸镀Zn-0.1%Al镀层的耐腐蚀性能与纯Zn镀层接近甚至更差。

[0177] 对比例3

[0178] 对比例3提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例3与实施例1的区别在于,对比例3中锌合金浴的组成不同,对比例3中,按质量百分比计,锌合金浴的组成为:0.03%Al、0.1%Mg、0.05%RE (La)、0.02%Ni、0.02%Sr、0.05%Be及余量的Zn。

[0179] 对比例3所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,镀层表面光亮度降低,镀层厚度为36.9μm,相比纯Zn镀层减薄约38μm,如表1所示。在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,本对比例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1%Al合金镀层。约是纯锌镀层的5/6,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约1.2倍左右,耐腐蚀性提升幅度较小。

[0180] 对比例4

[0181] 对比例4提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例4与实施例7的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例4中,锌合金浴的组成为:0.2%Al、1%Mg、0.5%RE (0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1%Pr)、0.05%Ni、0.02%Sr、0.2%

Be、0.2%Zr及余量的Zn。

[0182] 对比例4所获得的镀层表面无漏镀,但颗粒较多且存在麻面,表面质量较差,镀层厚度为42.7 μm ,相比纯Zn镀层减薄约32 μm ,如表1所示。

[0183] 对比例5

[0184] 对比例5提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例5与实施例1的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例5中,锌合金浴的组成为:0.05%Al、0.03%Mg、0.05%RE(La)、0.02%Ni、0.02%Sr、0.05%Be及余量的Zn。

[0185] 对比例5所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,表面质量优异,镀层厚度为41.3 μm ,相比纯Zn镀层减薄约33 μm ,如表1所示。在清除镀层腐蚀产物后,统计15个中性盐雾实验周期内的平均腐蚀失重变化,本对比例的批量热浸锌铝镁合金镀层的平均腐蚀失重小于纯锌镀层和热浸镀Zn-0.1%Al合金镀层。约是纯锌镀层的5/6,耐腐蚀性较纯锌镀层提升约1.2倍左右,耐腐蚀性提升幅度较小。

[0186] 对比例6

[0187] 对比例6提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例6与实施例7的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例6中,锌合金浴的组成为:0.1%Al、1.5%Mg、0.5%RE(0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1%Pr)、0.05%Ni、0.02%Sr、0.2%Be、0.2%Zr及余量的Zn。

[0188] 对比例6所获得的镀层表面无漏镀,但镀层颗粒较多且有麻面,且镀层发灰,色泽发暗,表面质量较差。镀层厚度为47.3 μm ,相比纯Zn镀层减薄约27 μm ,如表1所示。

[0189] 对比例7

[0190] 对比例7提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例7与实施例2的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例7中,锌合金浴的组成为:0.05%Al、0.5%Mg、0.1%RE(Ce)、0.03%Ni、0.1%Zr、0.1%Be及余量的Zn。

[0191] 对比例7锌合金浴氧化速度较快,锌耗增加,所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,但镀层发灰,影响表面质量,不满足生产需求。镀层厚度为29.1 μm ,相比纯Zn镀层减薄约46 μm ,如表1所示。

[0192] 对比例8

[0193] 对比例8提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例8与实施例2的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例8中,锌合金浴的组成为:0.05%Al、0.5%Mg、0.1%RE(Ce)、0.03%Ni、0.1%Sr及余量的Zn。

[0194] 对比例8锌合金浴氧化速度较快,锌耗增加,所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,但镀层发灰,影响表面质量,不满足生产需求。镀层厚度为31.2 μm ,相比纯Zn镀层减薄约43.5 μm ,如表1所示。

[0195] 对比例9

[0196] 对比例9提供了一种批量热浸锌铝镁合金镀层及其制备方法,对比例9与实施例2的区别在于,锌合金浴的组成不同。按质量百分比计,对比例9中,锌合金浴的组成为:0.05%Al、0.5%Mg、0.1%RE(Ce)、0.1%Sr、0.1%Zr、0.1%Be及余量的Zn。

[0197] 对比例9锌合金浴流动相相对较差,所获得的镀层表面平整光滑,无漏镀麻面产生,表面质量优异,镀层厚度为73.4 μm ,与纯Zn镀层厚度相近,相比实施例2所获得的镀层厚

度增加约25 μm ,如表1所示。

[0198] 表1实施例和对比例所得批量热浸锌铝镁合金镀层的厚度及耐腐蚀性数据

编号	镀层成分	钢板制件 Si 含量/%	浸锌时 间/s	镀层厚 度/ μm	稳定腐蚀速率 / $\text{g}/\text{cm}^2\cdot\text{h} \times 10^{-5}$
实施例 1	0.05% Al、0.1% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Ni、0.02% Sr、0.05% Be 及余量的 Zn	≤ 0.03	60	30.6	3.03
[0199] 实施例 2	0.05% Al、0.5% Mg、0.1% RE (Ce)、0.03% Ni、0.1% Sr、0.1% Be、0.1% Zr 及余量的 Zn	0.12	180	48.7	1.94
实施例 3	0.06% Al、1% Mg、0.5% RE (0.2% La、0.3% Ce)、0.05% Ni、0.2% Sr、0.1% Be、0.3% Zr 及余量的 Zn	≤ 0.03	60	29.4	1.54

[0200]

实施例 4	0.08% Al、0.5% Mg、0.3% RE (Nd)、0.04% Ni、0.02% Sr、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.12	60	25.6	1.86
实施例 5	0.1% Al、0.1% Mg、0.05% RE (Pr)、0.02% Ni、0.04% Sr、0.1% Be 及余量的 Zn	0.3	300	63.4	3.04
实施例 6	0.1% Al、0.8% Mg、0.3% RE (0.15%La、0.15%Nd)、0.04% Ni、0.15% Sr、0.15% Be、0.15% Zr 及余量的 Zn	≤0.03	180	54.7	1.37
实施例 7	0.1% Al、1% Mg、0.5% RE (0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1Pr)、0.05% Ni、0.02% Sr、0.2% Be、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.3	180	49.9	1.21
实施例 8	0.12% Al、0.5% Mg、0.3% RE (Nd)、0.04% Ni、0.02% Sr、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.12	60	24.9	1.79
实施例 9	0.15% Al、0.5% Mg、0.3% RE (Nd)、0.04% Ni、0.02% Sr、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.12	60	24.3	1.91
对比例 1	Zn	≤0.03	60	74.7	6.01
对比例 2	0.1%Al 及余量的 Zn	≤0.03	60	29.5	6.50
对比例 3	0.03% Al、0.1% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Ni、0.02%Sr、0.05%Be 及余量的 Zn	≤0.03	60	36.9	4.81
对比例 4	0.2% Al、1% Mg、0.5% RE (0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1Pr)、0.05% Ni、0.02% Sr、0.2% Be、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.3	180	42.7	/
对比例 5	0.05% Al、0.03% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Ni、0.02%Sr、0.05%Be 及余量的 Zn	≤0.03	60	41.3	4.94
对比例 6	0.1% Al、1.5% Mg、0.5% RE (0.15%La、0.15%Ce、0.1%Nd、0.1Pr)、0.05% Ni、0.02% Sr、0.2% Be、0.2% Zr 及余量的 Zn	0.3	180	47.3	/
对比例 7	0.05% Al、0.1% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Ni、0.05%Be 及余量的 Zn	≤0.03	60	29.1	/

[0201]

对比例 8	0.05% Al、0.1% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Ni、0.02% Sr 及余量的 Zn	≤ 0.03	60	31.2	/
对比例 9	0.05% Al、0.1% Mg、0.05% RE (La)、0.02% Sr、0.05% Be 及余量的 Zn	≤ 0.03	60	73.4	/

[0202] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0203] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,便于具体和详细地理解本发明的技术方案,但并不能因此而理解为对发明专利保护范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。应当理解,本领域技术人员在本发明提供的技术方案的基础上,通过合乎逻辑的分析、推理或有限的试验得到的技术方案,均在本发明所附权利要求的保护范围内。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求的内容为准,说明书及附图可以用于解释权利要求的内容。



图1

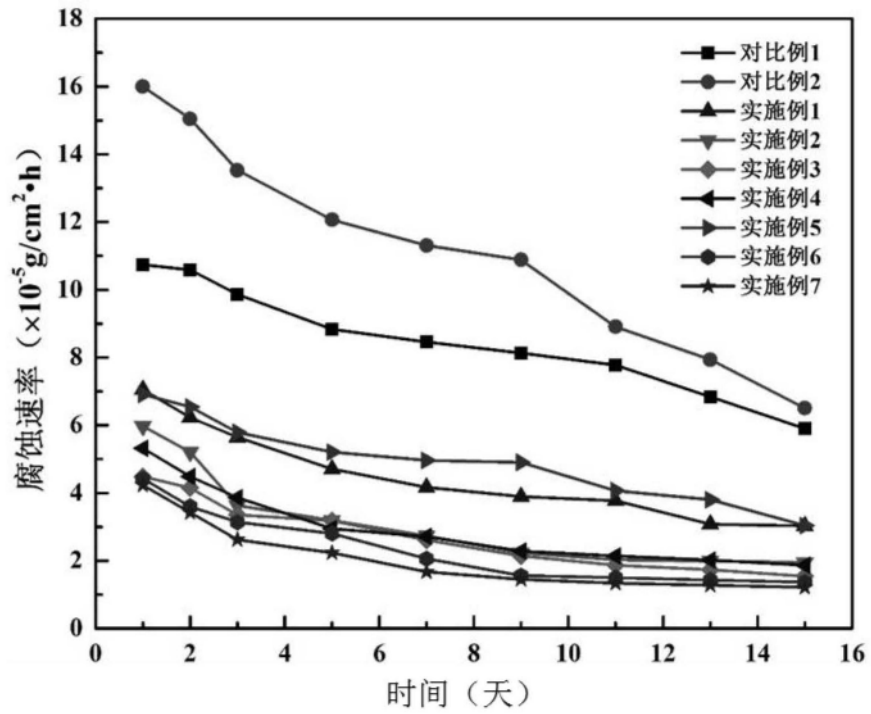


图2