

镁合金表面铝涂层研究新进展

张津,麻彦龙,黄福祥,肖锋

(重庆工学院材料科学与工程学院,重庆 400050)

[摘要] 对镁合金表面沉积铝涂层这一镁合金表面处理的新技术进行了总结,分析了传统镁合金表面处理的优缺点以及在镁合金表面沉积铝涂层的优势。最新的在镁合金表面沉积铝涂层的工艺主要有铝粉埋覆扩散法、铝粉刷涂埋覆扩散法、火焰喷涂热扩散法、电弧喷涂热压法、动态金属喷镀法。在对以上沉积原理的分析和理解的基础上,详细阐述了镁合金表面铝涂层的耐蚀机理,并指出了该技术的应用前景和制约其发展的主要因素。

[关键词] 镁合金; 铝涂层; 扩散; 热喷涂; 耐蚀性

[中图分类号] TG146.2

[文献标识码] A

[文章编号] 1001-3660(2007)05-0064-04

The Latest Researches of Aluminum Coating on Magnesium Alloys

ZHANG Jin, MA Yan-long, HUANG Fu-xiang, XIAO Feng

(College of Materials Science and Engineering, Chongqing Institute of Technology, Chongqing 400050, China)

[Abstract] A new stream of surface treatment technologies for magnesium alloys, depositing aluminum on magnesium alloy, is summarized on the basis of recent laboratory experiments. The strong points and weak point of traditional magnesium alloy surface treatment technologies were analyzed and the advantages of aluminum coating on magnesium alloy were explained. The latest aluminum coating depositing technologies on magnesium alloy varies from diffusion between aluminum powder and magnesium alloy matrix at high temperature to thermal spraying aluminum powder or thread materials with both traditional and advanced spraying equipments. Based on the understanding to different technologies, the corrosion-resistant mechanism of aluminum coating on magnesium alloys was further discussed. Finally, the application foreground of the technology in question was predicted and the major problems limiting its development were put forward.

[Key words] Magnesium alloy; Aluminum coating; Diffusion; Thermal spraying; Corrosion resistance

0 引言

镁合金具有轻质、高强、环保、易于加工回收等许多优点且镁在地壳中储量丰富,因而受到世界各国政府的关注和重视。然而,镁及其合金的耐蚀性能极差,大大限制了它的进一步应用。镁合金耐蚀性差的主要原因有两个:一是由第二相或杂质元素引起的电偶腐蚀;二是由于在 Mg 合金表面形成的氧化膜(MgO)的摩尔体积比纯 Mg 或 Mg 合金的摩尔体积小,即其 P-B 比(Pilling-Bedworth Ratio)小于 1^[1],所形成的氧化膜将处于拉应力状态,当膜厚度达到一定值时将产生断裂,不能形成致密的保护膜有效地保护基体。目前,控制镁合金腐蚀的途径也主要有两个:一是提高镁合金自身的耐腐蚀性能;二是通过表面改性提高镁合金的耐蚀性能。提高镁合金的纯度或开发出高耐蚀性能的新型镁合金往往成本高且效果有限,因此防止镁及镁合金腐蚀最有效、最简便的方法是对其进行表面涂层处理。镁合金所采用的表面涂层处理措施主要有化学转化、阳极氧化、微弧氧

化、气相沉积、离子注入、化学镀及电镀等。然而,这些方法在处理条件、膜层结构、环境保护、经济成本等方面存在诸多缺陷^[2-6],那么寻找一种既经济环保又高效可行的镁合金表面涂层技术就是急需解决的问题了。镁合金表面铝涂层技术正是在这样的背景下应运而生的。镁合金表面铝涂层之所以是一种非常有应用前景的新技术,这是因为镁合金表面铝涂层具有许多其它涂层所不具有的优点:1)铝的氧化膜 Al_2O_3 致密坚硬,且在大气中有自修复性。2)铝是镁合金中常见的合金元素,它的加入不会增加镁合金回收利用的成本。3)铝与镁形成的金属间化合物可以作为一种较好的耐蚀和耐磨层。4)在常见金属中 Al 与 Mg 的化学位最接近,因此二者形成腐蚀原电池破坏性最小。5)提高含铝镁合金中的铝含量可以成倍甚至十几倍地增加镁合金的耐蚀性能,而镁合金表面的铝涂层在扩散过程中正好很大程度上提高了镁合金表面的铝含量,使表面的镁合金本身的耐蚀性能大大提高^[6-7]。基于镁合金表面铝涂层的以上优点,国内外致力于提高镁合金耐蚀性能的材料工作者纷纷展开了多种多样铝沉积工艺的研究,并取得了一定的成果。

1 镁合金表面铝涂层的制备方法

1.1 铝粉埋覆扩散法

20 世纪末,Shigemastu I 等人^[8]最早报道了 1 种镁合金表

[收稿日期] 2007-06-26

[基金项目] 重庆市科技攻关重点项目(CSTC2004AA4003-6);重庆市重点自然科学基金项目(CSTC200413A4002)

[作者简介] 张津(1963-),女,重庆人,教授,博士,主要从事表面工程领域的研究。

面铝涂层制备方法。该方法是用 Al 粉将 AZ91D 镁合金覆盖,并在惰性气氛下,450℃保温 1h 进行热处理,然后在炉内冷至 100℃以下,可在镁合金表面形成厚度为 750μm 的 Al-Mg 中间过渡层。铝在镁表面氧化为 Al_2O_3 ,由 X 射线分析可知,表面层主要由镁基体和 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 组成,镁合金表面的显微硬度由 60HV(镁合金)提高到 160HV(表面渗铝合金层)。由于热处理温度超过了 $Mg/Mg_{17}Al_{12}$ 的共熔温度(437℃),金属间化合物膜层的表面存在有裂纹,但是在镁合金基体与反应层之间的界面处没有微裂纹和孔隙。Zhang M X 等人对上述方法进行了改进。他们使用 Al、Zn 混合粉末代替纯 Al 粉末,二者的配比为 70% Al + 30% Zn。由于 Zn 的熔点更低,所以混合粉末比纯 Al 粉的熔点应该要低。然而实际上虽然热处理的温度降低至 430℃,但保温时间却延长至 12h。这样热处理的合金层内产生热裂纹的可能性减少,而添加的 Zn 能提高合金的硬度和对 Fe、Cu 和 Ni 的容量,从而降低腐蚀速度^[9]。

Shigemastu I 等人^[8]的研究开创了镁合金的表面防腐涂层研究的新思路。当然,从他们报道的研究结果来看,这种作为防腐涂层的渗铝层除了略微提高了镁合金的表面硬度外,并没有能够明显改善镁合金耐蚀性能的迹象,也许这也是为什么作者没有进行后续的耐蚀性能的测试的原因所在。

1.2 铝粉刷涂埋覆扩散法

在 Shigemastu I 等人^[8]的研究基础上,北京航空航天大学朱立群及澳大利亚昆士兰大学的宋光龄对铝粉埋覆扩散法进行了改进^[10],并全面和深入地研究了扩散涂层的形成温度、涂层的特性、涂层的耐蚀机理等问题。朱立群等人的创新之处在于,在埋覆铝粉之前,在经去离子水和丙酮清洗过的 AZ91D 镁合金的表面涂刷一层铝-乙二醇胶状物质。他们认为这种铝-乙二醇胶状物质比干的铝粉与镁基体有更好的接触,且镁对乙二醇是无活性的,在加热至 200℃时乙二醇便以蒸汽的形式蒸发出来,不会对涂层带来负面影响,从而降低扩散的温度或得到更加均匀的扩散铝涂层。经刷涂并埋覆的样品在 420℃保温 1.5h 再经过 48~72h 盐雾实验后出现蚀点,其耐蚀性远远优于未经处理的 AZ91D 镁合金。

另外,他们在对比实验中发现,当热扩散的温度低于 400℃时,所得的样品表面灰暗,而在 400℃以上热扩散的样品表面则光亮得多。研究者进一步指出,这种表面的色泽正好反应了扩散涂层是否形成。他们用实验证明 300℃以下根本没有形成任何扩散铝涂层;360℃时开始有扩散铝涂层出现,但不明显;400℃时涂层已经比较明显,但分布不均匀;410℃时形成了均匀的扩散铝涂层;而当温度提高到 420℃时表层微区有熔化迹象。

1.3 火焰喷涂热扩散法

重庆工学院的张津等人^[11-13]于 2002 年开始了镁合金防蚀铝扩散涂层研究。该方法是通过火焰热喷涂技术,在镁合金表面形成一层铝涂层,在不同的温度下进行热扩散,使 Mg、Al 原子在界面处发生扩散,以获得致密、均匀且与基体结合良好的涂层。研究者首先对 AZ91D 镁合金进行了脱脂、去油以及喷砂等预处理,然后在惰性气氛的保护下热喷铝,喷铝层的厚度约为 100~150μm,最后在 430~450℃保温 1h 进行热扩散。对喷涂加热扩散的样品进行显微组织观察、X 射线衍射及电子探针分析发现,在 AZ91D 镁合金的表面,形成了有 Al_2O_3 、Al、 $Mg_{17}Al_{12}$

和 Mg 等组成的冶金结合层。热震实验结果表明在各个温度(150~400℃,每隔 50℃连续加热和冷却)下涂层均未出现起皮现象,证明喷铝扩散层与基体结合牢固,且已大大超过标准规定的要求数值。从涂层至基体进行显微硬度测试发现,表面硬度相对基体硬度提高了 100HV 左右。而将具有铝熔融扩散的 AZ91D 试样表面封闭处理后按 ISO3786-1976 标准进行中性盐雾腐蚀性试验,结果 48h 中性盐雾试验后的样品表面完好。

为了进一步降低扩散温度,研究者尝试了首先在镁合金表面预喷涂 Zn 薄层,然后再进行常规的喷铝处理。结果得到了较为满意的实验结果:不仅扩散温度从 450℃降至 320℃,而且保温时间也没有象 Zhang M X 等人的实验结果那样有很大延长。扩散涂层截面的扫描电镜照片及能谱分析表明在扩散过程中 Mg、Al、Zn 三种元素发生了互扩散;经封闭处理的样品在 240h 中性盐雾试验后的表面完好,而这一耐蚀性能与工业中对镁合金耐蚀性能的要求已经非常接近了。兰州理工大学的梁永政等人^[14]继重庆工学院之后采取了相似的方法进行了研究。他们在 AZ91D 表面进行电弧喷涂铝、封闭并在 430℃保温 2h 进行扩散,实验得到的耐蚀涂层在 5% NaCl 溶液中浸泡 144h 后表面完好。

1.4 电弧喷涂热压法

台湾的 Liu Hochiu 等人^[2-3]于 2003 年在材料科学论坛上报道了通过电弧喷涂的方法在镁合金表面制备铝耐蚀涂层。研究者首先在预处理 AZ31 镁合金的表面用电弧喷涂的方法沉积一层铝涂层,并在 400℃保温 1~2h 进行热处理。结果发现电弧喷涂的铝涂层疏松多孔,当热处理后,铝涂层与 AZ31 镁合金基体之间由于膨胀系数的不同而产生了微裂纹,而且基本没有扩散层形成。电化学腐蚀实验的结果似乎更让人失望,因为经过喷涂和热处理的样品的腐蚀速度比未经处理的样品大 2 个数量级。研究者进一步分析认为,当电解质溶液通过多孔铝层渗透到基体界面时,在铝层界面与基体之间产生了原电池,以致喷铝 AZ31 镁合金的腐蚀加剧。

于是研究者又在喷涂并热处理的基础上实施了热挤压处理,即在 150℃、25kg/cm²、80kg/cm² 和 185kg/cm² 三种压力下保持 10min。实验结果表明,当压力大于 80kg/cm² 时,喷涂层中的孔洞基本消失,但与此同时如果压力过大,会在涂层与基体表面出现应力,甚至还有微裂纹产生,而在 80kg/cm² 的压力时正好可以得到致密无裂纹的涂层。经热压处理的样品的耐蚀性能得到明显改善,腐蚀速率比未热压的样品小 3 个数量级,比未经任何处理的样品小 1 个数量级。为了进一步改善涂层的耐蚀性能,研究者又在热挤压处理的基础上增加了阳极氧化处理,使腐蚀速率再次下降 1 个数量级。

1.5 动态金属喷镀法(Kinetic Metallization)

由 Inovati 公司研究的 Kinetic Metallization (KM) 是一种新型的金属涂层制备方法。该方法利用一种特制的设备,将金属粉末在惰性气体流的作用下流态化,以接近音速从喷嘴喷射到基体表面。高速喷出的金属粉末流以扁平的层状在基体表面形成一个连续的金属涂层。由于喷射速度高,所以涂层和基体形成牢固的界面结合。KM 法具有涂层沉积温度低(约 260~538℃),喷涂前无喷砂处理,涂层的厚度可以灵活控制等许多优点。Inovati 公司在 ZE41A-T6 镁合金表面使用 KM 技术成功制

备了一层铝涂层。该涂层经过 168h 盐雾实验而不发生破坏。澳大利亚海军军方使用 KM 在镁合金上实施了喷镀铝,该喷镀层的耐盐雾实验性能与 Inovati 公司的实验结果一致。

2 镁合金表面铝涂层耐蚀机理

从 Al-Mg 二元相图^[15]可以看出,在 200 ~ 462℃ 的一个很大范围内,都存在 $Mg_{17}Al_{12}$ 中间化合物。因此,不难想象,如果在这一温度范围内进行热扩散时,在随后的空冷过程会有 $Mg_{17}Al_{12}$ 析出,而许多报道都已经证实了 $Mg_{17}Al_{12}$ 的存在可以成为一种腐蚀的阻碍层,大大降低腐蚀速率^[16-17]。

Guangling Song 等人^[18]研究了时效 AZ91D 镁合金中 $Mg_{17}Al_{12}$ 相与其耐蚀性能之间的关系,研究发现在时效初期,随着时效时间的延长,晶界析出的细小 $Mg_{17}Al_{12}$ 相作为腐蚀的阻挡,使腐蚀速率明显下降;但在时效后期,随着时效时间的延长, $Mg_{17}Al_{12}$ 相不仅在晶界析出,而且在晶内开始析出,此时, $Mg_{17}Al_{12}$ 促进耐蚀性能的效果并没有显著的增加甚至下降。研究者进一步指出,这是由于,晶内析出的 $Mg_{17}Al_{12}$ 降低了基体中的 Al 含量,使基体的耐蚀性能下降从而抵消了 $Mg_{17}Al_{12}$ 对耐蚀性能的贡献。张津等人^[12]在喷铝的 AZ91D 镁合金表面的扩散区发现, $Mg_{17}Al_{12}$ 相沿 Mg 晶界呈块状和条状分布,试样经 4% 的硝酸酒精溶液浸蚀后呈凸起的块状浮雕。中性盐雾实验证实,这种形态的 $Mg_{17}Al_{12}$ 对 AZ91D 镁合金的耐腐蚀性有很大贡献。S. Mathieu 等人^[19]研究了铁模铸造和半固态铸造的 AZ91D 镁合金的腐蚀行为,研究发现后者的耐蚀性能优于前者,并分析指出这种腐蚀性能的提高并不是非连续析出的 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 的贡献,而是由于与 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 共晶析出的 α 相中的铝含量明显提高的缘故。北京航空航天大学朱立群等人^[10]在研究 AZ91D 镁合金表面渗铝时指出,晶界连续析出的 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 相以及连续的富铝区域均对镁合金的耐蚀性能有贡献;他们还从电偶腐蚀的角度指出,当镁合金表面的铝涂层发生破坏的区域下方正好是基体中的富铝区域时,电偶腐蚀可以大大减少。这是因为,理论上讲 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 是阴极,而镁基体是阳极,因此发生电偶腐蚀时镁基体优先腐蚀,但实际上由于 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 周围的富铝区域的存在阻断了这种电偶腐蚀而使晶界不发生腐蚀,只有当 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ 相引起的电偶腐蚀非常严重时,晶体中心才发生电偶腐蚀。同样的道理,在铝涂层破坏区,铝涂层-富铝区组成的原电池就象 $\beta(Mg_{17}Al_{12})$ -富铝区组成的原电池一样使电偶腐蚀发生的倾向降低。

3 结 语

虽然镁合金表面铝涂层的研究起步较晚,但是在镁合金等轻合金材料迅速发展的需求推动下,以镁合金表面铝涂层为代表的新型镁合金表面耐蚀涂层的研究受到了一定的关注。然而,从公开的报道来看,国内外在这方面的研究投入力度还比较小,要取得突破性的进展还需要深入和广泛的研究。笔者认为急需解决的突出问题主要有以下三个方面:

1) 降低镁合金表面渗铝温度或热喷涂铝后的扩散温度。

研究表明^[20] AM 和 AZ 系列镁合金在高于 150℃ 时强度会明显下降,因此如果渗铝或扩散温度远远高于 150℃ 的话,在得到良好涂层的同时,却降低了基体材料的机械性能,这无疑会影响该技术的应用。降低扩散温度的方向一是基体表面超细晶化^[21-22],二是使用稀土等催化元素来提高扩散速率^[1],进而在同等时间达到同等扩散深度的前提下降低扩散温度。

2) 提高涂层与基体的结合强度。在保证渗铝或扩散温度足够低的同时,要想方设法提高涂层与基体的结合强度。渗铝本身就是建立在扩散融合的基础之上的,因此要提高渗铝层与基体的结合强度必须从表面预处理入手,比如预沉过渡膜等;而喷铝则可以从多方面进行入手:表面预处理是一个方面,扩散融合是一个方面,热喷涂工艺又是一个方面。在考虑到扩散温度的不良影响的时候,热喷涂工艺成为最重要的一个提高结合强度的手段。

3) 研制最佳的涂层封闭剂。国内外的各种报道都一致认为单一的渗铝或喷铝层由于有较多空隙而不能达到良好的耐蚀效果,而选择合适的封闭剂则可使渗铝或喷铝层的耐蚀效果大幅度提高。洪都航空集团^[23]以及成都飞机工业公司^[24]分别在飞机用复合材料的表面喷铝后使用了自行研制的封闭剂,获得了极大成功。

[参 考 文 献]

- [1] 范才河,陈刚,严红革,等. 稀土在镁及镁合金中的应用[J]. 材料导报,2005, 19(7):61-63,68
- [2] Liu Hochiu, Hsing Anlin, Chen Chunchin, et al. Effect of aluminum coating on corrosion properties of AZ31 magnesium alloy[J]. Materials Science Forum, 2003, 419-422:909-914
- [3] Liu HoChiu, Chen ChunChin, Yang ChihFu. Improvement of corrosion properties in an aluminum-sprayed AZ31 magnesium alloy by a post-hot pressing and anodizing treatment [J]. Surface & Coating Technology, 2005, 191:181-187
- [4] 韦春贝,张春霞,田修波,等. 镁合金表面耐蚀改性技术[J]. 轻合金加工技术,2004,32(6):6-11
- [5] 李卫平,朱力群. 镁及其合金表面防护性涂层国外研究进展[J]. Materials Protection, 2005, 38(2):41-46
- [6] Song Guangling. Corrosion and protection of magnesium alloys; an overview of research undertaken by CAST[J]. Materials Science Forum, 2005, 488-489(6):649
- [7] Ch Christoglou. Deposition of aluminum on magnesium by a CVD process[J]. Surface and Coatings Technology, 2004, 184:149-155
- [8] Shigematsu I, Nakamura M, Siatou N, et al. Surface treatment of AZ91D magnesium alloy by aluminum diffusion coating[J]. J Mater Sci Lett, 2000, (19): 473-475
- [9] Zhang M X, Kelly P M. Surface alloying of AZ91D by diffusion coating[J]. J Mater Rec, 2002, 17(10):2477-2479
- [10] Zhu Liqun, Song Guangling. Improved corrosion resistance of AZ91D magnesium alloy by an aluminium-alloyed coating[J]. Surface & Coatings Technology, 2006, 200:2834-2840
- [11] 张津,孙智富. AZ91D 镁合金表面热喷铝涂层研究[J]. 中国机械工程, 2002, 13(23):2057-2058
- [12] 张津,孙智富,叶宏. 镁合金表面喷铝防腐涂层的微观组织分析

- [J]. 材料保护, 2003, 36(6): 17-18
- [13] 张津, 孙智富, 汪菽扬, 等. 镁合金表面热喷涂工艺及防腐性研究[J]. 表面技术, 2003, 32(3): 8-9, 37
- [14] 梁永政. 镁合金 AZ91D 表面电弧喷铝的工艺研究[J]. 机械工程材料, 2005, 29(3): 29-31
- [15] 长崎诚三. 二元合金相图[M]. 刘安生译. 北京: 冶金工业出版社, 2004. 250-251
- [16] Tue T M, Wang A H, Man H C. Improvement in the corrosion resistance of magnesium ZK60SiC composite by excimer laser surface treatment [J]. Scripta Mater, 1998, 38(2): 191-198
- [17] Song Guangling. Influence of microstructure on the corrosion of die-cast AZ80D[J]. Corrosion Science, 1999, 41: 249-273
- [18] Song Guangling. Corrosion resistance of aged die cast magnesium alloy AZ91D[J]. Materials Science and Engineering, 2004, A366: 74-86

- [19] Mathieu. Corrosion behavior of high pressure die-cast and semi-solid cast AZ91D alloys [J]. Corrosion Science, 2002, 44: 2737-2756
- [20] 朱元右. 镁合金压铸技术的几个主要问题及其应用前景[EB/OL]. <http://www.cmpi.com.cn>, 2006-11-15
- [21] Alex J Z, Duane E B. Anodized coatings for magnesium alloys[J]. Metal Finishing, 1994, 92(3): 138-153
- [22] Gu J F, Bei D H, Pan J S. Improved nitrogen transport in surface nanocrystallized low-carbon steels during gaseous nitridation[J]. Materials Letters, 2002, 55: 340-343
- [23] 严旭. 复合材料零件表面喷涂铝涂层工艺[J]. 洪都科技, 1999, (4): 6-12
- [24] 陈志. 火焰喷涂技术在碳纤维/复合材料飞机机件上的应用[J]. 表面技术, 1998, 27(5): 31-33

(上接第49页)

96%以上, 可见射流电沉积下, 由于电流密度很大, 虽然极大地增加了 Ni^{2+} 的传输过程, 仍然存在浓差极化。

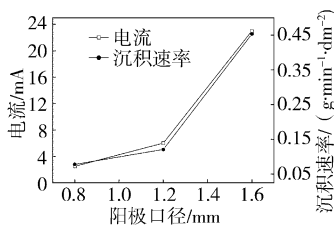


图10 阳极喷嘴口径与
电流、沉积速率关系
($U=45\text{V}$, $T=50^\circ\text{C}$,
 $V=1\text{m/s}$, $L=17\text{mm}$)

Figure 10 Relational curve of anode caliber and current, deposition rate

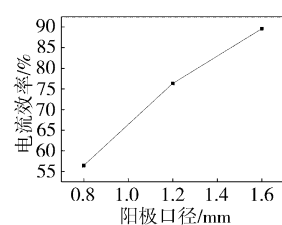


图11 阳极口径与电流
效率关系
($U=45\text{V}$, $T=50^\circ\text{C}$,
 $V=1\text{m/s}$, $L=17\text{mm}$)

Figure 11 Relational curve of anode caliber and current efficiency

3 结论

1) 电压的增大可以使得沉积电流、沉积速率、电流效率增大, 当电压增大到 45V 后, 电流效率不再增大, 而是趋于平稳, 电压增大到 55V 后, 沉积层烧焦。

2) 沉积电流、沉积速率、电流效率都随着温度的增加而增加, 当温度达到 50℃ 后, 电流效率随着温度的增加而减小, 当温度达到 70℃ 后, 沉积层开始烧焦。

3) 流速的增大使沉积电流、沉积速率、电流效率都增大, 本实验下流速是越大越好, 阳极喷嘴口径对沉积电流、沉积速率、电流效率的影响与流速类似。

4) 在浓度较低时, 沉积电流、沉积速率、电流效率随着主盐浓度的增大而增大, 当主盐浓度增大到一定程度时, 沉积电流、沉积速率和电流效率都随浓度增大而减小, 本实验中 $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 浓度为 280g/L 时效果最好。

[参 考 文 献]

- [1] 安茂忠. 电镀理论与技术[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2004. 122

- [2] 陈祝平. 特种电镀技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004. 78
- [3] Alkire R C, Chen Tan jen. High-speed selective electro-plating with single circular jets[J]. Electrochem. Soc, 1982, 129: 2424-2432
- [4] Karakus C, Chin D T. Metal distribution in jet plating[J]. Electrochem Soc, 1994, 141(3): 691-697

专利名称: 热喷涂粉和用这种热喷涂粉制备热喷涂层的方法

专利申请号: 200410034216.6 公开号: CN1540028

申请日: 2004-03-30

公开日: 2004-10-27

申请人: 日本福吉米株式会社

本发明涉及一种能够使得一种热喷涂层获取可靠的优越性能的热喷涂粉。根据本发明第一实施方式的热喷涂粉含有预定量的钼、硼、钴和铬。热喷涂层中钼、硼、钴和铬的总含量不低于 95% 重量。热喷涂粉的初生结晶相是含有钼、硼和钴、铬中至少一种的多元素陶瓷。根据本发明第二实施方式的热喷涂粉含有预定量的钼、硼、镍和铬。热喷涂层中钼、硼、镍和铬的总含量不低于 95% 重量。热喷涂粉的初生结晶相是含有钼、硼和镍、铬中至少一种的多元素陶瓷。

专利名称: 镀锌弥散钝化工艺

专利申请号: 200310111294.7 公开号: CN1540034

申请日: 2003-10-27

公开日: 2004-10-27

申请人: 东风汽车有限公司

本发明属于电化学工程领域, 涉及一种镀锌弥散钝化工艺, 是将小于 10mm 的固体微粒夹杂到镀锌钝化膜中, 形成复合层。该工艺将固体微粒夹杂到镀锌钝化膜中, 形成复合层, 使其性能发生重大变化, 提高了镀锌钝化膜的耐热性和耐腐蚀性; 而且采用水溶液, 不使用易燃品, 工序简单, 成本低, 而且没有了钝化膜摩擦应力大的缺陷, 散热器密封不严而漏水问题彻底解决。