

铸铝导体镀银工艺改进

马利民

(西安交通大学材料科学与工程学院, 陕西 西安 710049)

Study on Silver Electroplating Technology of Cast Aluminum Alloy Conductor

MA Li-min

(School of Material Science and Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, china)

摘要:介绍了一种铸铝合金电镀工艺,在前处理时,采用中性除油及酸性预镀铜工艺,应用在高压电器产品铸铝导体镀银工艺中,提高了铸铝合金导体镀银合格率。

关键词:铸铝合金; 中性除油; 酸性镀铜; 镀银

中图分类号: TM51; TQ153.1+6 **文献标志码:** B

Abstract: A process of cast aluminum alloy electroplating was introduced in this paper. The technologies of neutral degreaser and acid copper electroplating were adopted, instead of alkaline cyanide copper electroplating and alkaline degreaser, as the pretreatment. The result shows that the electroplating efficiency of the cast aluminum alloy conductor is improved greatly.

Key words: cast aluminum alloy; neutral degreaser; acid copper electroplating; silver electroplating

0 引言

高压电器产品中,导体连接部位一般都要求镀银,用来减少接触电阻。应用较多的则是铝合金镀银,尤其是铸铝合金镀银。其优点是重量轻、导电性好、铸造成型成本低、便于加工。但是,铸铝合金零件镀银由于种种原因,造成镀银层结合力不良,形成镀层与基体间隙缺陷,造成电阻增大,影响导体导电率。所以,研究铸铝合金镀银的镀层结合力,在高压电器行业有着重要的意义。传统的铝合金电镀工艺中,最主要是铝合金电镀前处理,前处理工艺一般采用碱除油、酸洗、两次浸锌或浸锌镍合金等,然后碱性氰化镀铜,进一步做其他电镀。笔者通过工艺对比实验,制定了一套新的前处理工艺,采用中性除油剂,活化、酸洗,两次浸锌,酸性镀铜,然后镀银。实践证明该工艺应用在铸铝合金零件镀银中效果良好。

1 铸铝合金零件电镀分析

1.1 铸铝合金电镀的特点

铸铝合金由于所含的元素种类和含量不同,涉

及多相组织的铸铝合金,表面的化学均一性差异很大,在宏观或微观的化学和物理性能不均一,因而表面镀前活化处理需要区别对待处理。而且由于铸造工艺常常存在化学成分的偏析和非金属的加杂,铸造表面存在结晶粗大,组织内部的气孔、沙眼、疏松多孔等不可避免的缺陷,这些缺陷经过电镀过程处理后,往往会出现吸附残留镀液等现象,造成的电镀层起皮、起泡等。

1.2 铸铝合金电镀前处理工艺方案

铸铝合金电镀前处理的工艺流程(其中省略各工序之间的水洗):其中方案1为传统方法,方案2为制定的新工艺。

方案1: ①碱液除油→②化学碱腐蚀→③酸腐蚀→④一次浸锌→⑤退锌→⑥二次浸锌→⑦氰化预镀铜→转电镀银。

方案2: ①中性清洗剂除油→②化学碱腐蚀→③酸腐蚀→④一次浸锌→⑤退锌→⑥二次浸锌→⑦氰化预镀铜→⑧酸性镀铜→转电镀银。

2 铸铝合金零件电镀工艺要点分析

2.1 除油→化学碱腐蚀

通常铸铝合金存在气孔、沙眼、疏松多孔等缺陷,在电镀过程中吸附残留电解液,影响镀层质量,应对办法多采用多次水洗或喷淋处理。

对于微观的铸造缩孔等气孔、沙眼、疏松等缺陷,由于毛细现象,孔内部残留的渗透液随着时间的推移,会腐蚀周围的金属介质,渗透到表面镀层结合部位,与金属铝、锌等发生反应,形成氢气等造成镀层鼓泡、起皮、脱落等缺陷。水洗在一定程度上可以降低镀层表面的残留电解液,而对于微观孔隙,水洗几乎没有什么作用。

针对该缺陷制定相应的应对措施,在铸造铝合

金电镀时,通常采取封闭方法或填充方式阻止微孔溶液向外渗透。

方案2选择中性清洗剂,属于有机类物质,应用在铸铝合金电镀之前,代替强碱性除油,既可以减缓对基体的纵深腐蚀,起到除油作用,还能够在一定程度上起到填充作用,对铸造铝合金缺陷进行补偿。

2.2 化学碱腐蚀→酸腐蚀

该工艺过程,方案2选用低浓度碱溶液氢氧化钠30~50 g/L进行活化,然后进行硝酸和氢氟酸混酸除黑膜(因为铸铝合金含硅量高,经过活化后表面发黑),露出金属底色。

2.3 化学浸锌

采用二元合金,锌铁合金,属于高浓度碱性电镀溶液。经过两次处理,达到一定的膜层厚度要求。

2.4 预镀铜

酸性镀铜工艺:硫酸铜(CuSO_4)180~220 g/L;硫酸(H_2SO_4)60~70 g/L;盐酸(HCl 10%体积比)1 mL;添加剂4 mL;电流密度4 A/dm²;温度15~40℃。

氰化镀铜工艺:氰化亚铜(Cu_2SO_4)180~220 g/L;氰化钠(NaCN)60~70 g/L;添加剂20 g/L;电流密度2 A/dm²;温度15~40℃。

方案1则采用碱性氰化预镀铜工艺,电流密度3 A/dm²,时间3 min,镀铜厚度约为5 μm,能起到封闭作用。方案2采用酸性镀铜工艺,先进行氰化预镀铜,然后酸性镀铜加厚到5 μm左右。从理论上分析,酸性镀铜工艺其中间过渡层具有其一定的优势,酸性介质对Zn和Al的腐蚀比碱性物质轻,Al、Zn作为两性金属,Zn与OH⁻作用速度大于与H⁺反应速度,而Zn层是铝合金电镀表面处理的第1道中间过渡层,Zn²⁺与Al基体发生置换反应形成一层薄的Zn膜,但氰化预镀属于碱性镀液,其成分具有强碱性,容易在反应过程溶解Zn层,破坏中间Zn层,从而氧化基体Al,进而导致镀层脱落。酸性镀铜过程,在铜金属沉积过程中,与H⁺溶解Zn发生反应的速度比与OH⁻反应的速度慢,反应析出氢受到酸性介质抑制,更加减慢了Zn溶解反应速度。有机物会在Zn层

迅速覆盖一层铜层,形成封闭体系,效果良好。

3 工艺实验

3.1 试样

选用同样材质铸铝样板(经过机械加工的圆盘工件18件和有深腔的工件18件),材料成分分析见表1。

表1 材料成分分析

合金牌号	合金代号	主要元素(质量分数)						
		Si	Cu	Mg	Mn	Ti	其他	Al
ZAlSi7Mg	ZL101	6.5~7.5	-	0.25~0.45	-	-	-	余量

3.2 技术要求

整体镀银20 μm。

3.3 试验结果

测试方法镀层结合力检测按照ASTM.B 571-1979,铝合金电镀层结合力检验方法。工件加热到(220±10)℃,然后放入室温的水中,冷却,检查是否有起泡。合格率统计(各18件)见表2。

表2 合格率统计

	外观检查		合格率/%
	圆盘各9件	内腔各9件	
方案1	银白色,有3件起泡	银白色,有4件起泡(无规律)	61
方案2	光亮银白色	银白色,有1件起泡(腔体内)	94

从统计结果看,方案2效果明显,合格率高。内腔导体样件有一个起泡,分散部位在腔体内部较深。查看起泡缺陷发现为铜层与锌层脱离,分析原因为镀层在预镀铜时酸性镀铜深镀能力不良,但对于外表面的铸铝合金电镀效果良好,可以应用。

4 结语

(1)方案2针对高压电气铸铝导体镀银,尤其外表面镀银,效果良好。

(2)方案2采用的中性清洗剂,减少了对基体腐蚀,而且不污染环境,适合铸铝导体电镀前处理工艺。

(3)方案2鉴于酸性镀铜工艺深镀能力较弱,导致铸铝导体深腔镀银缺陷,需要进一步研究,改善酸性镀铜工艺深镀能力,完善方案2。

(上接第395页)

and Diagnostics of Metal Oxide Surge Arrester Based on an Accurate Mode[J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 2005, 20(2): 751-756.

- [3] MASAHIRO K. Apparatus for Detecting Degradation of an Arrester [P]. European Patent Specification NO. 0 228 153 B1, 1991.
- [4] QIN Song-lin. Then Application of the Mathematical Method for Measurement of the Resistive Current of ZnO [C]// 9th International Symposium on High Voltage Engineering, Graz, Austria, 1995: 4475-1~4475-4.
- [5] Monitoring Equipment for the Gas-insulated Power Apparatus [J]. Fuji Electric Review, 1994, 40(2): 106-109.
- [6] SHIRAKAWA, ENDO F, KITAJIMA H, et al. Maintenance

of Surge Arrester by a Portal Leakage Currents of Metal-oxide Surge Arresters in Service[J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1988(3): 998-1 003.

- [7] Maintenance Devices for Surge Arresters [J]. Meiden Review, 1989(3): 73-78.
- [8] COFFEEN L T, MCBRIDE J E. High Voltage AC Resistive Current Measurements Using a Computer Based Digital Watts Technique [J]. IEEE Trans. on Power Delivery, 1991, 6(2): 550-556.
- [9] 王秉钧. 金属氧化物避雷器 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1993.
- [10] 熊泰昌. 电力避雷器的原理试验与维修 [M]. 北京: 水利电力出版社, 1993.