1 实 验

在真空感应炉内熔炼了4种成分的合金:Cu-15Fe(编号为合金1),Cu-14Fe-1Cr(编号为合金2),Cu-13Fe-2Cr(编号为合金3),Cu-11Fe-4Cr(编号为合金4)。熔炼温度约为1 550 ℃,将熔炼的合金浇注到置于真空炉内的水冷钢模中,铸锭是直径为80 mm的圆柱体。在800～900 ℃热锻拔长至直径为30 mm,用热锻棒料机加工剥皮后,热轧成直径为15 mm的圆棒。最后,逐步拉拔成线材,最小直径为0.36 mm。

实验中:变形量 $\eta=\ln(A_0/A_1)$,A_0 和 A_1 分别为冷拔起始和冷拔后线材的横截面面积;采用质量分数为65%的浓硝酸水溶液将铜基体腐蚀[5],再经清洗、干燥得到Fe-Cr纤维;采用扫描电镜观察复合线材和纤维的微观形貌,并对纤维进行X射线能谱分析;利用VSM绘制线材和纤维的磁滞回线,所加磁场强度为 7.96×10^5 A·m^{-1}。

2 结果与分析

2.1 复合线材和纤维的微观形貌

图1是拉拔变形量 $\eta=7.46$ 时合金4中纤维的扫描电镜(SEM)照片。由图1可以看出,纤维的横截面大都呈片状卷曲形态,这是具有体心立方晶体结构的Fe-Cr相在拉拔过程中沿拔制方向形成<110>织构所致。

因为合金1不含铬,生成的铁纤维在浓硝酸中全部溶解,所以不能获得纤维。对合金2、合金3、合金4分别采用化学方法将铜基体腐蚀,从而得到纤维。图2为同一变形量($\eta=7.46$)下,不同成分纤维的微观形貌。对从合金2—合金4中提取的纤维(分别为2号纤维、3号纤维、4号纤维)进行X射线衍射分析,结果表明Fe-Cr纤维为铁素体纤维[6～9]。

2.2 复合线材的磁性

以合金4为例说明磁各向异性。图3为变形量 $\eta=1.61$ 和 $\eta=7.46$ 时复合线材在2个方向(平行于线材和垂直于线材)上测得的磁滞回线。由图3可见,线材轴向平行或垂直于外磁场方向的磁滞回线并不重合,表现出磁各向异性,而且随着变形量的增大,磁各向异性更加显著。由平行于线材方向的磁滞回线可见,在最大磁场作用下,复合线材磁化强度均可达到饱和,且随着变形量的增大,复合线材可在较小的外磁场作用下达到饱和。而观察垂直于线材方向的磁滞回线可以看出,在施加的最大外磁场作用下,复合线材的磁化强度并未达到饱和,随着变形量的增大,原位复合线材的比饱和磁化强度 M_s 值基本保持在23 emu·g^{-1}左右。M_s 值的波动主要与复合

图1 Cu-11Fe-4Cr中纤维的SEM照片

Fig. 1 SEM photograph of fibers in Cu-11Fe-4Cr

图2 不同成分线材提取的纤维的微观形貌

Fig. 2 SEM microphotographs of fibers extracted from different wires

线材中纤维含量的波动有关。

图 3　Cu-11Fe-4Cr 的磁滞回线

Fig. 3　Hysteresis loops of Cu-11Fe-4Cr wires

分析表明，为了降低退磁能，大块材料要分为磁畴。交换作用要求磁畴内磁矩平行排列，磁各向异性使得磁矩沿易磁化方向排列。由图 3 b)可知，沿着线材轴向即纤维长度方向磁化时，饱和场有一定的剩磁 M_r 和矫顽力 H_c，表明纤维的易磁化轴与其织构＜110＞方向平行。比较图 3 a)和图 3 b)发现，由于纤维的织构是随着变形量的增大而逐渐形成和发展的，故变形量增大，纤维长度方向与＜110＞方向的偏差变小，易于磁化，而且饱和场逐渐减小[10]。

图 4 为复合线材的剩磁、矫顽力与变形量的关系。由图 4 可见，随着变形量的增大，合金 4 的剩磁和矫顽力均增加。变形量的增大使得纤维的纵横比增大，其内应力和内部缺陷(如位错)增多，畴壁移动困难，从而导致矫顽力的增大。另外，对于长纤维(长度约为 100 μm)，纤维长度比磁畴长到一定程度后，交换作用不能保持所有的磁矩按一个方向反转，导致形成多畴结构，垂直纤维长度方向的畴壁可减小静磁能和磁晶各向异性能，这些多畴结构的出现可以解释剩磁和矫顽力随变形量的增大而增大的原因。

图 4　Cu-11Fe-4Cr 原位复合线材的剩磁、矫顽力与变形量的关系

Fig. 4　Relations between M_r, H_c and amounts of deformation of Cu-11Fe-4Cr in-situ composite wires

2.3　Fe-Cr 纤维的磁性

采用化学方法提取直径为 0.36 mm、编号为 2—4 的合金中的纤维，得到 3 种不同成分的纤维。由 X 射线能谱分析结果可知，3 种纤维的成分有所不同：2 号纤维中，Cr 为 9.84%(质量分数，下同)，Fe 为 87.03%，Cu 为 3.13%；3 号纤维中，Cr 为 18.33%，Fe 为 67.51%，Cu 为 14.16%；4 号纤维中，Cr 为 32.18%，Fe 为 67.27%，Cu 为 0.55%。所得纤维的成分不同除了跟线材的成分有关外，与纤维的提取工艺也有一定关系。2 号纤维是将反应后的混合溶液全部倒掉后加入自来水清洗的，3 号纤维是在反应后混合溶液中直接加入自来水清洗的，4 号纤维是利用吸铁石将纤维吸在烧杯底部用自来水反复清洗的。

图 5 是 2—4 号纤维的磁滞回线。测试时纤维处于无序分布状态，宏观上不再表现出磁各向异性。由图 5 可知，2—4 号纤维的比饱和磁化强度 M_s 依次减小，这是由于纤维的含铁量不同造成的。铁是铁磁性物

(下转第 238 页)

文章编号:1008-1542(2006)03-0224-03

电沉积-热解法制备 Ce_2O_3 薄膜的抗氧化性能研究

马　静[1],陈维视[1],何业东[2]

(1. 河北科技大学材料科学与工程学院,河北石家庄　050054;2. 北京科技大学北京市腐蚀、磨蚀与表面技术重点实验室,北京　100083)

摘　要:采用电沉积-热解法在 1Cr18Ni9Ti 合金表面沉积氧化铈陶瓷薄膜,经过 900 ℃下 100 h 的高温氧化实验及金相分析发现,氧化铈薄膜可显著降低合金的氧化增重和氧化膜剥落量,促进试样表面形成致密均匀的氧化膜,大大提高了合金的抗高温氧化性能,电沉积参数为 25 V,60 s 时,沉积的薄膜抗高温氧化性能略佳。

关键词:薄膜;抗氧化性能;活性元素效应

中图分类号:TG174　　**文献标识码**:A

Effects of thin Ce_2O_3 coating on the oxidation resistance

MA Jing[1], CHEN Wei-shi[1], HE Ye-dong[2]

(1. College of Material Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050054, China; 2. Beijing Key Laboratory for Corrosion, Erosion and Surface Technology, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083, China)

Abstract: Thin Ce_2O_3 film deposition was applied to 1Cr18Ni9Ti stainless steel. The effects of this treatment on the selective oxidation behaviour at 900 ℃ for 100 h have been studied. The experimental results and metallographic analysis show that thin Ce_2O_3 film significantly reduces the mass gain and spallation of the oxide scales and promotes the formation of a uniform and dense oxide scales, thus improves the high-temperature oxidation resistance of the stainless steel greatly. The effect of film deposited under 25 V and 60 s is a little better.

Key words: thin film; oxidation resistance; REE

高温氧化是金属及其合金材料在高温环境下工作失效的主要原因,合金的抗高温氧化性能主要取决于合金表面生成氧化膜的性质,只有生成选择性的氧化铝、氧化铬、氧化硅等氧化膜,合金才有可能获得保护[1]。涂覆氧化物陶瓷薄膜综合了整体陶瓷材料的优点,不仅具有硬度高、抗磨性好、耐热和抗高温氧化腐蚀性能高的优点,而且陶瓷涂层又与基体金属材料的高韧性、塑性和导电率等互为补充,形成了一类性能优异的复合材料[2]。金属表面涂覆活性元素的氧化物涂层还可以起到活性元素作用,提高涂层的附着性能,这 2 种方法均可以促使合金发生选择氧化,因此越来越受到人们的重视。

电沉积-热解法是一种廉价而高效的技术,生成薄膜的成分、厚度和结构可以通过调节电化学参数控制,沉积不受工件形状的限制,可在较低温度下快速获得高纯度的沉积层,方法经济、简便[3~5]。本研究的目的在于研究不同电沉积工艺参数下沉积氧化铈(Ce_2O_3)薄膜对 1Cr18Ni9Ti 合金抗高温氧化性能的影响。

收稿日期:2006-02-21;修回日期:2006-03-18;责任编辑:张士莹
基金项目:教育部博士点基金资助项目(2000000815);河北科技大学科研启动基金资助项目(QD200510)
作者简介:马　静(1973-),女,河北深泽人,副教授,博士,主要从事材料表面技术及腐蚀与防护方面的研究。

文章编号:1008-1542(2006)03-0227-03

新型逆变式高压脉冲引弧器的研制

王　军,胡云岩,王会霞,刘丽敏

(河北科技大学材料科学与工程学院,河北石家庄　050054)

摘　要:针对微机控制的钨极脉冲氩弧焊在引弧时控制系统容易受到干扰的问题,研制了一种新型高压脉冲引弧装置。在主电路拓扑结构上采用特殊的输出变压器构成逆变升压电路,在控制电路上实现了单脉冲引弧,改变了传统的高压脉冲中叠加高频成分的设计,这样既保证了可靠引弧,又减少了对微机控制系统的干扰,使引弧装置的体积和成本大大降低。在 50 m 加长电缆的工作条件下,引弧距离可达 10～12 mm,同时也能实现微机控制系统的可靠工作。

关键词:钨极脉冲氩弧焊;高压脉冲;引弧

中图分类号:TG434.1　　**文献标识码**:A

Study on the new inverter-type high-voltage pulse arc ignition device

WANG Jun, HU Yun-yan, WANG Hui-xia, LIU Li-min

(College of Material Science and Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang Hebei 050054, China)

Abstract: For pulsed TIG power source controlled by microcomputer, the electromagnetic disturbance occurred frequently during arc ignition. In order to suppress the disturbance, a new high-voltage pulse arc ignition device is discussed in this paper. By using a special output transformer, a new inverter topology is designed; thus the lower cost and smaller volume are realized. Under the working condition of 50 m cable, are ignition distance can reach 10 to 12 mm and the microcomputer control system works reliably.

Key words: pulse TIG; high-voltage pulse; arc ignition

钨极脉冲氩弧焊具有电弧线能量低、便于精确控制电弧能量及其分布、适合难焊金属材料的焊接等优点,已在生产中广泛应用[1]。随着计算机技术的发展,微机控制的钨极脉冲氩弧焊电源的应用日益广泛。传统的电源采用高频振荡器,其存在以下缺点:1)工作可靠性差,引弧比较困难;2)高频信号的交变频率为 150～260 kHz,对电网或其他电器设备产生严重的电磁干扰[1,2],给微机控制的钨极脉冲氩弧焊电源的可靠性和稳定性带来严重影响。为了解决上述问题,笔者设计了逆变式高压脉冲引弧装置,采用单一高压脉冲,使电极间产生火花放电来引燃电弧,可以保证控制系统可靠工作及满足引弧工艺要求。

1　高压脉冲引弧电路的设计与分析

1.1　高压脉冲引弧原理

高压脉冲引弧器的构成框图见图 1。

收稿日期:2005-10-19;修回日期:2006-01-05;责任编辑:陈书欣

作者简介:王　军(1968-),男,河北香河人,副教授,博士,主要从事焊接电源方面的研究。