

南京航空航天大学
论文集

(二〇〇五年) 第21册

材料科学与技术学院

(第1分册)

南京航空航天大学科技部编

二〇〇六年三月

材料科学与技术学院

061 系

062 系

063 系

序号	姓 名	职 称	单 位	论 文 题 目	刊物.会议名称	年、卷、期	类 别
1	王 蕾 吴光英	副高 副高	061 外单位	4Cr5MoV1Si 钢脉冲真空氮 碳共渗工艺探讨	热处理	2005.20.78	
2	郑 勇 于海军 卜海键	正高 硕士 硕士	061 061 061	Mechanism of growth control in Ti(C,N)-based Cermet during sintering	Transaction of Nonferrous Metal of Chain	2005.15..3	
3	郑 勇 汪胜祥 游 敏 谭红燕 熊伟浩	正高 硕士 正高 中级 正高	061 外单位 外单位 061 外单位	Fabrication of nanocomposite Ti(C,N)-based cermet by spark plasma sintering	Materials Chemistry and Physics	2005.92. .64-70	
4	刘仁培 董祖珏 潘永明	教授 教授 教授	061 外单位 外单位	The effect of solidification behaviour of austenitic stainless steel on the solidification cracking susceptibility	CHINA WELDING	2005.14.1.	
5	刘仁培 董祖珏 潘永明	教授 教授 教授	061 外单位 外单位	铝合金焊接凝固裂纹高温动 态开裂行为	焊接学报	2005.26.10.	
6	刘仁培 董祖珏 潘永明	教授 教授 教授	061 外单位 外单位	6082 和 ZL101 铝合金低熔共 晶测试与分析	焊接学报	2005.26.10.	
7	刘仁培 陈文华 施 政	教授 中级 工程师	061 061 061	模具钢堆焊金属的强度与变 形对热疲劳抗力的影响	南京航空航 天 大学学报	2005.37.5.	
8	董志波 魏艳红 刘仁培	博士 教授 教授	外单位 外单位 061	可调拘束实验测量的焊接凝 固裂纹阻力曲线的有限元修 整	金属学报	2005.41.7.	
9	徐 江 谢锡善 徐 重 刘文今	副教授 教授 教授 教授	061 外单位 061 外单位	Investigation on multi-element Ni-Cr-Mo-Cu alloying layer by double glow plasma alloying technique	MATERIALS CHEMISTRY AND PHYSICS	2005. 92 340—347	
10	徐 江 刘文今 董世运 徐滨士	副教授 教授 副教授 院士	061 外单位 外单位 外单位	High temperature tribology behaviors of brush plated Ni-W-Co/SiC composite coating	SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY	2005. 194. 10—15	
11	徐 江 刘文今	副教授 教授	061 外单位	The wear behavior of brush-plated Ni-W-Co/SiC composite layer with oil lubrication	SURFACE REVIEW AND LETTERS	2005.12. 4	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
12	徐江 阚义德 刘文今	副教授 博士生 教授	061 外单位 外单位	In-situ synthetic TiB ₂ particulate reinforced metal matrix composite coating on AA2024 aluminum alloy by laser cladding technology	SURFACE REVIEW AND LETTERS	2005.12.4	
13	徐江 刘文今 徐重	副教授 教授 教授	061 外单位 061	Prediction of the property of corrosion resistance of a surface alloyed layer by using artificial neural networks	SURFACE REVIEW AND LETTERS	2005.12.4	
14	王少刚 徐九华 王蕾 姜澄宇	副教授 教授 高工 教授	061 051 061 外单位	氩气保护下炉中钎焊铝基复合材料的可行性	稀有金属材料与工程	2005.34.6	
15	王少刚 徐九华 王蕾 姜澄宇	副教授 教授 高工 教授	061 052 061 外单位	合金诱发反应脉冲 TIG 焊接铝基复合材料	机械科学与技术	2005.24.4	
16	王少刚 向定汉 郑勇	副教授 教授 教授	061 061 061	含钎铝合金的钎焊工艺	焊接学报	2005.26.10	
17	向定汉 姚正军 温建萍	教授 副教授 副教授	061 061 061	Friction and wear behaviour of self-lubricating and heavily loaded metal-PTFE composites	Materials Letters	2005..59. 2352—2356	
18	向定汉 潘青林	教授 教授	061 外单位	Friction and wear behavior of high specific strength PTFE-Al alloy composite	Trans. Nonferrous Metals Society China	2005.15..6.	
19	单昆仑 向定汉	硕士生 教授	061 061	钢基镶嵌型自润滑材料的设计及性能	南京航空航天大学学报	2005..3..2.	
20	王春艳 向定汉 单昆仑 曾敏	硕士生 教授 硕士生 硕士生	061 061 061 061	重载自润滑材料的有限元设计及摩擦实验研究	润滑与密封	2005.5.3	
21	顾传锦 向定汉	硕士生 教授	061 061	纳米高岭土增强 PTFE 复合材料的摩擦磨损特性研究	南京航空航天大学学报	2005..37.5.	
22	温建萍 曾敏 甄明晖 向定汉	副教授 硕士生 硕士生 教授	061 061 061 061	TC4-PTFE 复合材料的结构设计及摩擦磨损性能	中国机械工程	2005.16.22	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
23	温建萍 温 涛 冯庆伟 卢 鑫	副教授 工程师 高工 工程师	061 外单位 外单位 外单位	螺栓断裂原因与抽检结果分析	理化检验(物理分册)	2005.41.4	
24	温建萍 康志强 顾大全	副教授 高工 高工	061 外单位 外单位	HP40 奥氏体耐热钢炉管长期高温时效的安全性分析	南京航空航天大学学报	2005.37.5	
25	王 芹 陶 杰 翁履谦 徐国跃 王秀华 王 函	初级教授 教授 教授 教授 硕士 硕士	061 061 062 062 062 062	氧化钛纳米管的水热法合成机理研究	南京航空航天大学学报	2005.37.1	
26	陈建康 齐俊伟 苏宏华	高工 高工 副教授	061 外单位 061	新型大型容器焊接去应力退火炉的研制	压力容器	2005.22. 2	
27	沈 凯 B. J. Duggan	中级教授	061 外单位	冷轧体心立方 IF 钢中剪切带的形成	南京航空航天大学学报	2005.37.5.	
28	沈 凯 B. J. Duggan	中级教授	061 外单位	MECHANISM OF MICROBAND FORMATION IN COLD ROLLED INTERSTITIAL-FREE STEEL	南京航空航天大学学报(英文版)	2005.22.4.	
29	傅仁利 陈克新 徐 鑫 José M. F. Ferreira.	正高 正高 博士 正高	061 外单位 外单位 外单位	Highly crystalline AlN particles synthesized by SHS method	Materials Letters	2005.59 2605-2609.	
30	徐 鑫 傅仁利 陈克新 José M. F. Ferreira.	博士 正高 正高 正高	外单位 061 外单位 外单位	Cost-effective fabrication of porous α' -SiAlON bonded β' -SiAlON ceramics	Materials Letters	2005.59 2601-2604.	
31	傅仁利 陈克新 徐 鑫 José M. F. Ferreira.	正高 正高 博士 正高	061 外单位 外单位 外单位	Combustion synthesis β -SiAlON whiskers	Key Engineering Materials	2005.280-283 :1241-1244	
32	杨克涛 陈光辉	硕士 硕士	061 061	AlN 薄膜的研究进展	山东陶瓷	2005.28.1	
33	杨克涛 傅仁利	硕士 正高	061 061	铝基板阳极氧化成膜温度与膜层结构	电子元件与材料	2005.24.9	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
34	傅仁利, 杨克涛 李淑琴 韩艳春	正高 硕士 中级 硕士	061 061 061 061	BN 纤维/Nylon1010 复合电子 基板材料的制备与性能	南京航空航天大 学学报	2005.37.5	
35	傅仁利 陈克新 J.Ferreira S.Agathopo ulos M.C. Ferro D.U.Tulyag anov	正高 正高 正高 博士 博士 正高	061 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位	Migration of Liquid Phase in Low-temperature Sintering of AlN	Journal of Materials Science	2005.40 2425-2429	
36	傅仁利 周和平 陈克新 José M. F. Ferreira.	正高 正高 正高 正高	061 外单位 外单位 外单位	Thermodynamics and kinetic considerations behind the growth of AlN whiskers synthesized by carbothermal reduction.	Key Engineering Materials	2005.280-283 1403-1408	
37	傅仁利 José M. F. Ferreira. 杨克涛 陈克新	正高 正高 硕士 正高	061 外单位 061 外单位	Formation and dispersal of rod-like α -SiAlON seed crystals synthesized by combustion method. Trans.	Nonferrous Met. Soc. China	2005.15.s3	
38	王经文 沈群东 杨昌正	中级 副教授 教授	061 外单位 外单位	P(VD F-TrFE)和铜酞菁齐聚 物的接枝与表征	南京航空航天大 学学报	2005.37.5	
39	陈照峰 李彩香 黄迪民	副高 副高 正高	061 外单位 外单位	扎根西北热土 献身国防事业	中国科技奖励	2005.4 50-53	
40	陈照峰 李世波 刘子利	副高 副高 副高	061 外单位 061	Morphology and growth mechanism of CVD alumina-silica	Ceramics International	2005.31. 1103-1107	
41	陈照峰 赵保荣 朱秀荣 严波 李聪	副高 正高 副高 硕士 硕士	061 外单位 外单位 061 061	Phase and Microstructure of CVD Alumina-Silica Coating Deposited at Relative Low Temperature	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.3	
42	陈照峰 陶杰 刘子利 潘蕾 戴瑜	副高 正高 副高 博后 硕士	061 061 061 061 061	用化学气相渗透法制备莫来 石陶瓷基复合材料工艺研究	南京航空航天大 学学报	2005.37.5	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
43	陈照峰 成来飞 张立同 严波 李聪	副高 正高 院士 硕士 硕士	061 外单位 外单位 061 061	CVDAI ₂ O ₃ ·SiO ₂ 涂层的莫来石化行为	航空材料学报	2005.25.5	
44	陈照峰 张立同 成来飞 肖鹏	副高 院士 正高 正高	061 外单位 外单位 外单位	Novel method of adding seeds for preparation of mullite	Journal of Materials Processing Technology	2005.166 183 - 187	
45	陈照峰 张立同 成来飞 徐永东	副高 院士 正高 正高	061 外单位 外单位 外单位	Properties and microstructure of Nextel 720/SiC composites	Ceramics International	2005.31. 573-575	
46	潘育松 徐永东 陈照峰 成来飞 张立同 熊党生	博士 正高 副高 正高 院士 正高	外单位 外单位 061 外单位 外单位 外单位	固体火箭发动机用 C/SiC 导流管烧蚀性能研究	宇航学报	2005.26.6	
47	华云峰 陈照峰 张立同 成来飞	博士 副高 院士 正高	外单位 061 外单位 外单位	MOCVD Ir 薄膜的制备与沉积效果分析	稀有金属材料与工程	2005.34.1	
48	吴守军 成来飞 张立同 徐永东 陈照峰	博士 正高 院士 正高 副高	外单位 外单位 外单位 外单位 061	CVD SiC 涂层对 3D C/SiC 氧化行为的影响	无机材料学报	2005.20.1	
49	骆心怡 左敦稳 王珉 李顺林 常华	副教授 教授 教授 教授 硕士生	061 050 050 061 061	Preparation and hot-dipgalvanizing application of CeO ₂ /Znnanocomposite	Trans.Nonferrous Met.Soc.China	2005.15.3	
50	刘子利, 潘青林, 陈照峰 陶杰	副高 正高 副高 正高	061 外单位 061 061	Sb 对 AE41 镁合金组织和性能的影响	航空材料学报	2005. 25. 6	
51	刘子利, 潘青林 陈照峰 陶杰	副高 正高 副高 正高	061 外单位 061 061	Al-Ti 和 Al-Ti-C 中间合金对消失模铸造 AZ91 镁合金显微组织的影响	机械科学与技术	2005.24.11	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
52	于 华 刘子利 张雪凤 陈照峰 陶 杰	硕士 副高 硕士 副高 正高	061 061 061 061 061	硅溶胶对钙基膨润土性能影响	南京航空航天大学学报	2005.37.5	
53	于 华 刘子利 张雪凤 陈照峰 陶 杰	硕士 副高 硕士 副高 正高	061 061 061 061 061	硅溶胶改性膨润土的研究	硅酸盐通报	2005.4	
54	戴 瑜 刘希琴 刘子利 陈照峰 孙国佩	硕士 副高 副高 副高 硕士	061 063 061 061 061	Microstructures and tensile properties of AZ31 magnesium alloy thin sheet	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.3	
55	吴国华 刘子利 樊 笠 丁文江 朱燕萍	正高 副高 硕士 正高 正高	外单位 061 外单位 外单位 外单位	消失模铸造 AZ91 镁合金组织及耐蚀性研究	铸造	2005.54.8	
56	薛松柏 禹胜林 王旭艳 刘 琳 胡永芳 姚立华	正高 高工 硕士 硕士 硕士 硕士	061 外单位 061 061 061 061	Effects of rare earth element Ce on solderabilities of micron-powdered Sn-Ag-Cu solder	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.6	
57	薛松柏 王 慧 胡永芳	正高 硕士 硕士	061 061 061	Effects of thermal cycling on soldering joints' shear strength of laminar ceramic resistor	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.S3	
58	薛松柏 史益平 胡永芳	正高 硕士 硕士	061 061 061	Fracture mechanism analysis of QFP micro-joints soldered with Sn-Pb and SnAgCu solders	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.S3	
59	胡永芳 薛松柏 吴玉秀	硕士 正高 硕士	061 061 061	FEM analysis of stress and strain and evaluation on the reliability of soldered CBGA joints under thermal cycling	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15.S3	
60	薛松柏 陈 燕 吕晓春	正高 硕士 硕士	061 外单位 外单位	Sn-Ce-Me 无铅钎料合金活度相互作用系数的计算及应用	焊接学报	2005.26.4	
61	沈鸿烈	正高	061	Si/Co/Cu/Co 多层膜中巨磁电阻效应及其与微结构的关系	南京航空航天大学	2005.37.5	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
62	薛松柏 陈燕 吕晓春	正高 硕士 硕士	061 外单位 外单位	Sn-Ag-Cu-Ce 无铅钎料合金体系的热力学计算及预测	焊接学报	2005.26.5	
63	薛松柏 陈燕 吕晓春 廖永平	正高 硕士 硕士 学士	061 外单位 外单位 外单位	稀土元素 Ce 对锡银铜无铅钎料润湿性及钎缝力学性能的影响	焊接学报	2005.26.10	
64	薛松柏 刘琳 代永峰 姚立华	正高 硕士 学士 硕士	061 061 外单位 061	微量稀土元素铈对 Sn-Ag-Cu 无铅钎料物理性能和焊点抗拉强度的影响	焊接学报	2005.26.10	
65	薛松柏 胡永芳 禹胜林	正高 硕士 高工	061 061 外单位	BGA 封装器件焊点抗剪强度的试验	焊接学报	2005.26.10	
66	薛松柏 胡永芳 禹胜林	正高 硕士 高工	061 061 外单位	CBGA 焊点热循环条件下的可靠性	焊接学报	2005.26.10	
67	王旭艳 薛松柏 王海松 禹胜林	硕士 正高 学士 高工	061 061 外单位 外单位	Sn-Ag-Cu 表面贴装元件的水清洗技术	焊接学报	2005.26.10	
68	王旭艳 薛松柏 禹胜林 朱小军	硕士 正高 高工 学士	061 061 外单位 外单位	温度与镀层对 Sn-Ag-Cu 无铅钎料润湿性的影响	焊接学报	2005.26.10	
69	胡永芳 薛松柏 史益平 禹胜林	硕士 正高 硕士 高工	061 061 061 外单位	无铅钎料对不同引脚数 QFP 微焊点抗拉强度的影响	焊接学报	2005.26.10	
70	胡永芳 薛松柏 禹胜林	硕士 正高 高工	061 061 外单位	QFP 结构微焊点强度的试验	焊接学报	2005.26.10	
71	胡永芳 薛松柏 禹胜林	硕士 正高 高工	061 061 外单位	CBGA 不同尺寸焊点热循环载荷下应力应变的有限元模拟	焊接学报	2005.26.10	
72	刘琳 薛松柏 许文达 姚立华	硕士 正高 学生 硕士	061 061 061 061	N ₂ 对 Sn-Ag-Cu 钎料与元器件引线无铅镀层润湿性的影响	焊接学报	2005.26.10	
73	吴玉秀 薛松柏 胡永芳	硕士 正高 硕士	061 061 061	引线尺寸对 CPGA 翼形引线焊点可靠性的影响	焊接学报	2005.26.10	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
74	姚立华 薛松柏 王 鹏 刘 琳	硕士 正高 学士 硕士	061 061 061 061	半导体激光钎焊工艺参数对 QFP 器件微焊点强度的影响	焊接学报	2005.26.10	
75	薛松柏 王旭艳 禹胜林	正高 硕士 高工	061 061 外单位	SnAgCu/Cu 和 SnAgCu/Au/Ni/Cu 表面贴装元 件焊点的高温贮存试验研究	焊接学报	2005.26.12	
76	薛松柏 姚立华 韩宗杰 刘 琳	正高 硕士 硕士 硕士	061 061 061 061	半导体激光工艺参数对 Sn-Ag-Cu 钎料润湿性影响的 研究	焊接学报	2005.26.12	
77	吴玉秀 薛松柏 胡永芳	硕士 正高 硕士	061 061 061	J 形引线焊点可靠性有限元分 析	焊接学报	2005.26.12	
78	姚立华 薛松柏 刘 琳	硕士 正高 硕士	061 061 061	半导体激光焊接系统的特点 及其在无铅软钎焊中的应用	焊接	2005.8	
79	刘 琳 薛松柏 姚立华	硕士 正高 硕士	061 061 061	电子元器件引线表面镀层的 无铅化发展及展望	焊接	2005.9	
80	胡永芳 徐 玮 禹胜林 薛松柏	硕士 初级 高工 正高	061 外单位 外单位 061	BGA 封装器件焊点缺陷 X-射 线检测法	电子工艺技术	2005.26.6	
81	苏新清 乔金梁 华幼卿 刘轶群 张晓红 东为富 高建明	中级 教授 教授 高工 高工 博士生 高工	061 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位	聚丙烯/超细丁苯胶粉/纳米碳 酸钙三元复合材料的制备与 性能	合成橡胶工业	2005.28.2	
82	苏新清 乔金梁 华幼卿 刘轶群 张晓红 高建明 谭邦会 宋志海	中级 教授 教授 高工 高工 高工 高工 高工	061 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位 外单位	具有包场结构的三元聚丙烯 纳米复合材料结构与性能关 系的研究	高分子学报	2005.1.2	
83	沈鸿烈 李冠雄	正高 博士生	061 外单位	Spin-valve magnetoresistance in Co/Si/(Co/Cu/Co) multilayers	Trans. Nonferrous Met. Soc. China	2005. 15 .6	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
84	姚正军 黄 斌 王红杰	副高 硕士 硕士	061 061 061	材料变形过程的虚拟仿真	南京航空航天大学学报	2005.37.6	
85	董伟峰 肖 军 李 勇 吴海桥 张立泉	博士 教授 副教授 讲师 高工	061 061 061 061 外单位	2.5 维编织复合材料弹性性能的理论研究	南京航空航天大学学报	2005.37.5	
86	高 峰 李 勇 肖 军 张旭坡 张 钟 张建宝	硕士 副教授 教授 硕士 硕士 硕士	061 061 061 061 061 061	M46J/BMP-316 复合材料的成型工艺及其性能	纤维复合材料	2005.22.4	
87	苏宏华 徐鸿钧 傅玉灿 肖 冰	副高 教授 副高 副高	061 052 052 052	多层烧结超硬磨料工具现状综述与未来发展构想	机械工程学报	2005.41.3	
88	王寅岗 李子全	教授 教授	061 061	Physical origin of decrease in exchange coupling in Ga ⁺ ion irradiated CoFe/IrMn films	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15. 3	
89	姚正军 汤嘉立 苏宏华 王红杰 黄 斌	副高 硕士 副高 硕士 硕士	061 061 061 061 061	基于 VRML 的金属材料与热处理虚拟实验系统	金属热处理	2005 .30.2	
90	汤嘉立 姚正军 苏宏华 王红杰 黄 斌	硕士 副高 副高 硕士 硕士	061 061 061 061 061	用 Director 开发金属热处理多媒体教学软件	实验室研究与探索	2005. 24. 3	
91	王红杰 姚正军 汤嘉立 黄 斌	硕士 副高 硕士 硕士	061 061 061 061	基于B/S模式的燃料管理信息系统的设计与实现	计算机应用研究	2005. 22 增刊	
92	黄 斌 姚正军 王红杰 汤嘉立	硕士 副高 硕士 硕士	061 061 061 061	虚拟拉伸实验的设计和实现	计算机与应用化学	2005. 22. 11	
93	杨和梅 姚正军	硕士 副高	061 061	衬底温度对 Al ₂ O ₃ 薄膜微观组织和电阻率的影响	江苏冶金	2005. 33. 6	

序号	姓名	职称	单位	论文题目	刊物.会议名称	年、卷、期	类别
94	沈鸿烈	正高	061	Fabrication of iron disilicide from multilayer by helicon plasma sputtering	Trans. Nonferrous Met. Soc. China	2005. 15.3	
	杨颖	副高	061				
	Sakamoto	副高	外单位				
	Isao,						
	Koike	副高	外单位				
95	Masaki,			High temperature brazing of diamond tools	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005. 15. 6	
	Makita	副高	外单位				
	Yunosuke,						
96	Qian Li	副高	外单位	利用汽车聚丙烯废弃物制造复合板材的工艺研究	汽车工艺与材料	2005.6	
	姚正军	副高	061				
	苏宏华	副高	061				
	傅玉灿	副高	051				
	徐鸿钧	正高	051				
97	张 静	硕士	061	材料力学性能检测虚拟实验的设计和开发	实验力学	2005.20. 4	
	姚正军	副高	061				
	李建萍	硕士	061				
	邱 宁	硕士	061				
	吴晓波	工程师	外单位				
98	陈江彪	工程师	外单位	热处理清洗含油废液的方法研究	江苏冶金	2005.33.5	
	沈晓东	工程师	外单位				
	张 英	工程师	外单位				
	黄 斌	硕士	061				
	姚正军	副高	061				
99	王红杰	硕士	061	“材料科学基础”立体化教材建设构想	南京航空航天大学学报(社科版)	2005.7.2	
	李 超	硕士	061				
	陶 杰	正高	061				
100	沈以赴	副教授	061	Microstructural evolution during direct laser sintering of multi-component Cu-based metal powder	Transactions of Nonferrous Metals Society of China	2005.15. 6	
	顾冬冬	博士生	061				
	吴 鹏	硕士生	061				
	杨家林	工程师	外单位				
	王 洋	研究员	外单位				
101	沈以赴	副教授	061	直接金属粉末激光烧结成形过程温度场模拟	中国机械工程	2005. 16. 1	
	顾冬冬	博士生	061				
	余承业	教授	052				
	杨家林	工程师	外单位				
	王 洋	研究员	外单位				

	王 洋	研究员	外单位				
102	张翔 李子全	硕士 教授	061 061	助镀工艺对锌基热镀层耐蚀性的影响	南京科技学术年会	2005.11	
103	杨宝亮 李子全 陈可 汪涛 胡孝昀 周衡志	硕士 教授 博士 副教授 助工 博士	061 061 061 061 061 061	Effect of Ce-rich mish metals and electromagnetic stirring on microstructure of AZ91D magnesium alloy	Transactions of nonferrous metals society of china	200515S3	
104	欧阳密 李子全 周衡志	硕士 教授 博士	061 061 061	聚丙烯交联改性技术进展	塑料科技	20050002	
105	王利敏 李子全	硕士 教授	061 061	镁合金阳极氧化及其耐腐蚀性研究	材料开发与应用	20052006	
106	周衡志 李子全 杨继年	博士 教授 硕士	061 061 061	纳米 CeO ₂ /Galfan 复合材料的制备工艺研究	南京航空航天大学学报	20053705	
107	郑天航 李子全	硕士 教授	061 061	The present status of Si/SiO ₂ superlattice research into optoelectronic application	Superlattices and microstructures	20053704	

热处理 2005年第2期 26卷 78期

~ 工 艺 ~

4Cr5MoV1Si 钢脉冲真空氮碳共渗工艺探讨

王 蕾¹, 吴光英²

(1. 南京航空航天大学, 江苏 南京 210016

2. 南京光英炉业有限公司, 江苏 南京 211135)

摘 要: 采用氨气加少量二氧化碳进行脉冲气体氮碳共渗, 分析了在固定的共渗温度、时间和脉冲幅度下, 不同的保压时间对4Cr5MoV1Si钢渗层的影响, 以及渗后显微硬度分布。结果表明, 在共渗温度时间一定的情况下, 随着保压时间的延长, 化合物层(白亮层)逐渐减少, 直至消失, 有效控制化合物层的厚度, 满足材料的使用要求。

关键词: 保压时间; 脉冲氮碳共渗; 化合物层

中图分类号: TG154.1

文献标识码: B

文章编号: 1008-1690 (2005) 02-0029-004

Pulse Vacuum Nitrocarburizing for 4Cr5MoV1Si Steel

WANG Lei¹, WU Guang-ying²

(1. Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing Jiangsu 210016; 2. Nanjing Guangying Stove Company, Nanjing Jiangsu 211135)

Abstract: Ammonia and a small amount of carbon dioxide are used for the pulse nitrocarburizing. When temperature and time of the nitrocarburizing as well as pulse frequency are not changed effect of pressure-holding time on the nitrocarburized layer of 4Cr5MoV1Si steel and hardness gradient in the layer were analyzed. The results show that the compound layer (white layer) will reduce with the extension of the pressure-holding time until it disappears. The thickness of the compound layer has been effectively controlled thus to meet the need for operation of die of 4Cr5MoV1Si steel.

Key Words: pressure-holding time; pulse vacuum nitrocarburizing; compound layer

引言

H13 (4Cr5MoV1Si) 是目前国际上广泛应用的空冷硬化模具钢, 它既可作压铸模, 又可作热锻模, 是一种强韧兼备质优价廉的钢种^[1]。而渗氮和氮碳共渗可显著提高零件的疲劳强度、耐磨性、抗擦伤性和抗咬合性^[2]。

脉冲氮碳共渗是在低真空和一定的脉冲幅度下, 保压一定的时间进行气体化学热处理而兴起的一门先进工艺。它解决了小孔(微孔), 深孔, 盲孔零件渗层不均匀的问题, 以及增加了装载量和缩短了生产周期, 日益受到机械行业工厂的重视, 为越来越多的机械设计师和热处理工作者认可^[3]。

真空脉冲气体氮碳共渗由抽气、充气和保压构成, 抽气和充气的时间相对固定, 所以常用调节保

压时间来调节渗氮能力。本文的目的就是探讨在固定的温度、时间和脉冲幅度下, 不同的保压时间对氮碳共渗层的影响, 有效控制化合物层的深度, 满足材料的使用要求。

1 脉冲氮碳共渗机理

本试验进行脉冲氮碳共渗是在NH₃和CO₂气体组成的气氛中, 在570℃温度下, 每隔一段时间完成抽气—充气—保压一个循环周期, 如此反复进行。其机理是NH₃在已被加热的钢铁表面分解而生成原子状态的N, 和CO₂分解并释放出活性C, 同时在工件上被吸附和扩散。其化学表达式如下:



收稿日期: 2004 - 12 - 31

作者简介: 王蕾 (1960.7 -), 女, 江苏常州人, 高级工程师, 主要从事化学热处理方面的研究, 发表论文 10 余篇。联系电话: 025-84892910

氮在钢表面的固溶度则由下列平衡式确定:

$$[N]=K P_{NH_3}/P_{H_2}^{3/2} \quad (4)$$

式中 $[N]$ 为固溶于钢中的氮原子, K 为给定浓度下的平衡常数, P_{NH_3} 为氨气的分压, P_{H_2} 为氢气的分压。根据氨和氢的分压, 用式(4)即能算出 $[N]$ 值。 $P_{NH_3}/P_{H_2}^{3/2}$ 就是气氛的氮势^[4]。氢的分压越大, 渗氮能力越小。故而 CO_2 的加入与 H_2 发生水煤气反应, 减少 H_2 的分压, 增加渗N能力。氨的分解率随着温度的升高而升高。在其它条件相同的情况下, 氨气流量增大, 氨的分解率减少, 在炉气中, 氢分子与氨分子数量的多少影响 $P_{NH_3}/P_{H_2}^{3/2}$ 值, 从而影响氮势。低真空的作用, 在炉内真空状态下, 气体分子具有更多的运动机会, 而且, 平均自由程增加, 所以扩散速度加快^[5]。同时, 由于脉冲式抽气与充气, 使得钢件中常能与新鲜气氛接触, 避免了滞留气氛的出现, 这在很大程度上强化了工艺效果, 提高了渗层组织的均匀性^[6]。

渗氮过程是一个反应和扩散过程, 随着渗层氮浓度的增加, 相继形成 γ' 相及 ϵ 相。扩散层深度的增加服从抛物线规律, 并与钢的化学成分、晶格类型有密切关系^[7]。

2 试验材料和方法

2.1 试验材料

表1 4Cr5MoV1Si钢的化学成分(wt%)

Table 1 Chemical composition of 4Cr5MoV1Si steel (wt%)

成分	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
含量	0.44	1.03	0.32	4.94	1.4	1.01	≤0.030	≤0.030

表2 不同保压时间对渗层的影响

Table 2 Effect of pressure-holding time on nitrocarburized layer

保压时间(s)	化合物层(μm)	扩散层(μm)	表层硬度(HV0.1)	脆性级别
30	10.5	98	1198	1级
90	9.0	95	980	1级
240	8.4	92	976	1级
480	5.6	91	959	1级
A方案	3.2	75	760	1级
B方案	无白亮层	131	740	1级

3 试验结果及分析

3.1 不同保压时间对渗层的影响

从表2可以看出, 随着保压时间的延长, 白亮层厚度逐渐减少, 表层硬度逐渐减小。由以上结果我们可以看到, 在相同的共渗温度、保温时间和脉冲幅度下, 随着保压时间的延长, 试件的白亮层逐渐减小。这是因为脉冲周期由抽气、充气和保压时间构成, 其中抽气和充气的时间相对稳定, 所以当

本试验所用材料为H13(4Cr5MoV1Si)钢, 为减少基体组织和硬度高低对渗氮层的影响, 所有试样均为供货态。H13钢的化学成分见表1, 其原始组织为索氏体和碳化物。

2.2 试验方法

氮碳共渗在南京光英炉业有限公司RN5-30-6KM井式脉冲渗氮炉中进行。真空井式脉冲渗氮炉主要由井式电阻炉, 抽真空装置(旋片式真空泵)、炉压及真空控制系统组成, 另配有气体冷却罐, 炉气压力缓冲罐等装置; 温度控制采用可控硅智能高精度控制器, 料筐尺寸 $\Phi 450mm \times 650mm$ 。采用通95%氨气+5% CO_2 气体进行氮碳共渗, 探索脉冲工艺参数——保压时间对渗层的影响。

工艺为:

1) $570^\circ C \pm 2^\circ C \times 4h$, 脉冲幅度固定为 $+0.02Mpa \sim -0.04Mpa$, 保压时间为: 30s、90s、240s、480s, 出炉空冷。

2) $570^\circ C \pm 2^\circ C \times 4h$, 脉冲幅度为 $+0.02 \sim -0.04Mpa$, 先脉冲保压20min后停脉冲, 后在炉中保温3h40min, 出炉空冷——记为A方案。

3) $570^\circ C \pm 2^\circ C$, 先脉冲3次共6min, 然后每隔1h, 脉冲1次, 共计3次脉冲后, 在炉中保温总计时间为4h30min, 出炉空冷——记为B方案。

所有试样共渗前需用90号汽油清洗, 吹干, 共渗后出炉空冷。在HX-1000型显微硬度计上测表面硬度和渗层厚度, 在MM6显微镜上拍摄金相照片, 相分析采用日本理学公司D/MAX-rC转靶X射线衍射仪, Cu靶, 管电压40KV。

保压时间延长后, 脉冲周期也会随之增加, 导致通入的氨气量减少, 渗氮能力减弱, 从而使试件的白亮层减小, 扩散层减少。

3.2 金相组织

合金钢氮碳共渗后金相组织由最外层(白亮的化合物层, 主要是 ϵ 相和 γ' 相)及次外层(扩散层)和基体组织组成。对于含有Cr、Mo、V、Al、Ti等元素的合金钢, 除白色化合物中存在合金元素的

氮化物外,在扩散层还有许多呈弥散分布的合金氮化物(AlN 、 VN 、 MoN 、 TiN 等)存在,它们起弥散硬化作用,能显著提高白色化合物层和扩散层的硬度;但同时也阻碍氮原子的扩散,从而降低了氮化速度^[8]。

图1和图2是 $570^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C} \times 4\text{h}$,在固定的脉冲幅度 $+0.02\text{Mpa} \sim -0.04\text{Mpa}$ 下,保压时间分别为30s和480s,脉冲20min后保压3h40min,以及脉冲3次共6min然后每小时脉冲1次保压4h30min氮碳共渗金相组织。从照片上可以看到,随着保压时间的延长,白亮层厚度逐渐减少,而脉冲3次共6min然后每小时脉冲1次保压4h30min,渗层未见白亮层,只有扩散层。这是由于炉内每小时脉冲次数减少,导致炉内氮势下降,使氮在试样表面的浓度达不到 γ'

或 ε 相平衡的浓度,因此试样表面不能形成白亮层。

图3和图4分别为按方案A和方案B氮碳共渗的渗层金相组织。

3.3 显微硬度

对 $570^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C} \times 4\text{h}$,脉冲幅度在 $+0.02\text{Mpa} \sim -0.04\text{Mpa}$ 下,保压时间为30s、480s,无化合物层,图5是显微硬度梯度测试结果。

3.4 渗层的相组成

对有化合物层和无化合物层的H13钢试样表面分别进行了X衍射物相分析,从测试结果可以看出,化合物层中存在的相为 ε 和 γ' ,另有少量的 Fe_2O_3 ,主要存在于表面(图6);而无化合物层的试样中无 ε 和 γ' 相,主要是 VN 、 Mo_2N 、 CrN 合金氮化物相,另有少量的 Fe_2O_3 ,主要存在于表面(图7)。



图1 H13钢保压30s时渗层组织 $\times 200$
Fig.1 Microstructure of nitrocarburized layer of H13 steel under pressure-holding for 30s



图2 H13钢保压480s时渗层组织 $\times 200$
Fig.2 Microstructure of nitrocarburized layer of H13 steel under pressure-holding for 480s



图3 H13钢按方案A氮碳共渗的渗层组织 $\times 200$
Fig.3 Microstructure of case of H13 steel nitrocarburized as per A plan



图4 H13钢按方案B氮碳共渗的渗层组织 $\times 200$
Fig.4 Microstructure of case of H13 steel nitrocarburized as per B plan

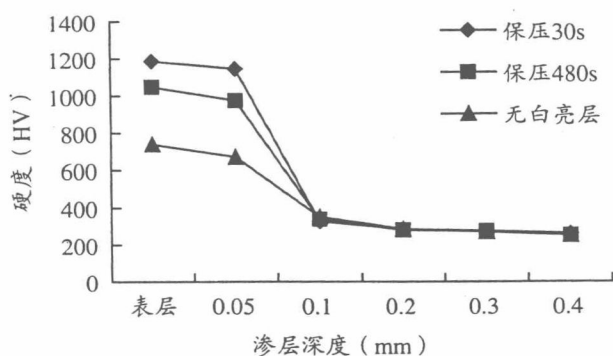


图5 渗层的硬度梯度

Fig.5 Hardness profile in nitrocarburized layer

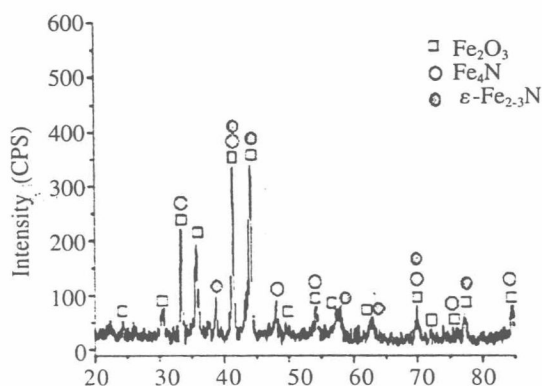


图6 H13钢表面化合物层的X射线衍射图

Fig.6 XRD pattern of compound layer of nitrocarburized H13 steel

4 结论

(1) 在固定脉冲幅度的情况下, 白亮层的表层硬度与深度随着保压时间的延长而减小; 扩散层的厚度随着保压时间的延长而减少, 且保压时间越短, 白亮层的厚度越厚。

(2) 可以通过改变工艺参数, 来控制渗层质量, 调节和控制白亮层的厚度。

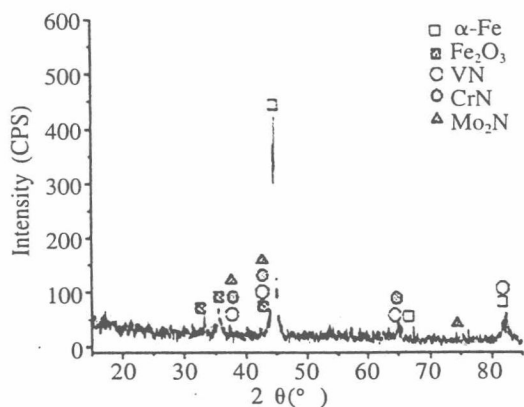


图7 H13钢表层无化合物层的氮碳共渗层的X射线衍射图

Fig.7 XRD pattern of nitrocarburized layer without compound layer for H13 steel

(3) 对H13钢采用脉冲氮碳共渗可获得化合物层薄、无明显疏松和脆性小的渗层。

(4) 采用氨气加二氧化碳脉冲氮碳共渗工艺, 设备简单, 投资小, 操作易行, 无污染, 可满足绿色热处理的要求。

参 考 文 献

- [1] 楼芬丽, 张开等. H13钢的表面处理技术[J]. 金属热处理, 2002, (6): 28-29
- [2] 上海交通大学主编. 金相分析[M]. 国防工业出版社, 1982: 305-317
- [3] 吴光英. 脉冲真空化学热处理炉[J]. 金属热处理, 2002, (4): 29-31
- [4] 机械工业部机电研究所主编. 钢铁材料渗氮层及金相组织图谱[M]. 北京: 机械工业出版社, 1986
- [5] 吴季恂. 钢的氮化译文集[C]. 机械工业出版社, 1975: 32-34.
- [6] 黄元盛, 皱敢锋, 袁叔贵. Q235钢氨气加二氧化碳氮碳共渗工艺的研究[J]. 金属热处理, 2000, (3): 30-40
- [7] 张华. 结构钢的低真空氮碳共渗工艺研究[J]. 金属热处理, 1991, (8): 30-33
- [8] 陈仁悟, 林建生编著. 化学热处理原理[M]. 上海: 1988: 158-196

〈行业快讯〉

2005年金属材料理化检验学术交流暨理化测试仪器展示订货会于2005年5月22日~26日在浙江省东阳市横店镇召开。会议由上海市机械制造工艺研究所、上海市机械工程学会热处理专业委员会、上海理化仪器公司和《热处理》杂志共同主办, 由上海市理协工程材料技术中心承办。来自北京、天津、重庆、广东、广西、湖南、山东、江苏、浙江以及上海的70余名代表参加了会议。会议期间, 作了“试

验机技术发展趋势综述”、“金相显微数字化照相系统”、“显微镜产品技术介绍”、“高频红外碳硫分析仪”、“硬度试验标准修订概述”和“里氏硬度计的发展及其正确选型和正确使用”等10个专题报告和产品介绍, 以及“合金元素在高碳轴承钢中的作用及检测方法”等3篇论文作了大会交流发言, 受到了与会代表的欢迎。会议收到了预期的效果。

· 石江龙 ·