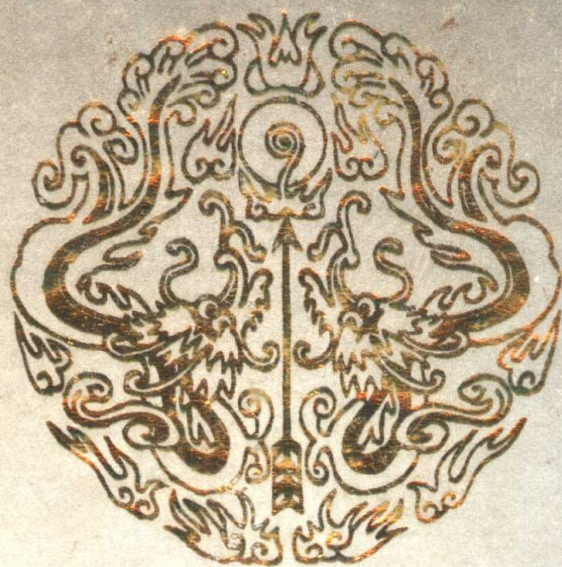


庆祝中国科学技术协会成立30周年

新材料研究

——第二届中国材料研讨会论文集

中国科协学会工作部



1988年10月

庆祝中国科学技术协会成立30周年

新材料研究

——第二届中国材料研讨会论文集

中国科协学会工作部

下 册

1988年10月

编者的话

材料是工业的基础,是当代新技术革命的重要支柱。回顾历史,由于电子用与核用等新材料的出现,给人类生活带来重大变革,把人类社会推向新的阶段。在科学日新月异发展的今天,高技术竞争与经济繁荣,为新材料科学与工程的发展开辟了更广阔的前景。

中国科协学会部组织的27个全国性学会召开的“第二届材料研讨会”是一次综合性、多学科的大型学术活动。这次会议以研究新材料、新工艺为主要目的,针对高技术发展的需要与经济建设中的关键问题,探讨材料科学与工程中的基本规律与应用。其中包括:高温超导材料的进展;复合材料的现状与前景;聚合物的强度与韧性;树脂基复合材料的现状与发展;半导体超薄微结构材料;材料的失效分析;生物材料中的新工艺等等。

会议有全国数百个部门的专家、学者共聚一堂,使研究、使用、管理材料的各界人士交流信息,共同提高。

本论文集选入277篇论文,作为此次会议主要成果之一,奉献给大家。在此感谢为本论文集出版付出了辛勤劳动的各学会、协会、研究会的有关同志。

由于时间紧、水平有限,难免出现错误,请各界原谅。

中国科协学会工作部

1988年9月

内 容 简 介

本论文集是“中国第二届材料研论会”的论文汇编。这次研讨会由中国科协学会部组织27个全国性学会召开的一次大规模综合性学术会议,会议涉及到我国材料专业的各个领域,集中展示了材料科研、生产、使用、教学的最新成果,以及进展和现状。经专家评审入选的论文共计277篇,分8个主题论述:

- (一) 杂质原子(微量元素)在材料中的行为;
- (二) 低维材料(0维、一维、二维)的制备、表征与性能;
- (三) 稀土在新材料中的应用及稀土元素的分离、提纯和分析方法;
- (四) 复合材料的制备、结构与性能;
- (五) 材料的失效机理、失效分析、控制和寿命预测;
- (六) 先进的近代物理实验方法在材料研究中的应用;
- (七) 当前新材料与材料科学前沿;
- (八) 材料设计与性能预测。

全书共分上、下册。

上册分两部分:

第一部分为特邀报告,由各学会请有关专家撰写,共有论文24篇。

第二部分为中心发言,按以上8个专题论述,共有论文17篇。

下册为专题论文,共有论文236篇。

该论文集对从事材料的科研、设计、生产、使用、教学等专业人员有重要参考价值。

目 录

一般交流

等电子掺杂Si—GaAs中的深中心及其补偿度的测定	徐寿定 (1)
铸造铝硅合金中共晶硅形态研究	徐建辉等 (3)
Nd—Fe—Co—Ga—B 合金的磁性和微结构关系的研究	李国保等 (7)
微量 Mg 在镍基合金中的相界偏析性质	朱 强等 (9)
微合金钢中 (Nb, V) CN粒子的应变诱导动力学研究	孙福玉等 (12)
高磷铸铁和低碳钢的复合构件——防渗碳内嵌钢背高磷铸铁闸瓦	宋子濂等 (15)
微量镓对液态共晶锡铅焊料抗氧化性的影响	吴申庆等 (16)
氢在亚稳奥氏体不锈钢中的一种渗透模型	孙秀魁等 (18)
氢锌偏聚与 7050 铝合金的应力腐蚀开裂	张嘉敏等 (22)
超纯奥氏体不锈钢00Cr25Ni22Mo2N非敏化态晶 间腐蚀与磷硅的晶界偏聚	方耀华等 (24)
硅单晶内吸除效应与杂质关系	黄大定等 (26)
四氯化硅—硅烷—氯化氢混合物外延的研究	杨 辉等 (28)
N型热电偶合金抗高温氧化性及其机理的研究	张 平等 (30)
La在NdFeB系永磁合金中的行为	周寿增等 (31)
氢在锆4合金管材加工过程中的行为	田振业等 (32)
7050 铝合金晶界偏析元素与氢交互作用产生氢脆的位错机制	宫 波等 (35)
Al—Li—Cu—Mg—Zr系合金的钠脆性与铋的中和作用	张伟斌等 (38)
40Cr钢回火脆范围内氢的作用	张国栋等 (39)
镓对磷在钢中晶界偏聚的影响研究	何泽福等 (43)
微量杂质在BGO晶体中的行为	范世骥 (48)
有机和无机杂质在KDP晶体中的行为	王耀水等 (50)
添加元素对Fe—Ni—Co系银焊脆性的影响	马昌生等 (52)
类金刚石碳膜的制备、特性和应用研究	王和照等 (55)
M—3共溅膜在星用轴承上的应用研究	朱昌铭等 (58)
气相沉积润滑和耐磨镀层的研究概况	徐锦芳等 (59)
一维准周期Nb—Cu超晶格研究概况	胡 安等 (61)
溅射 CoCrAlY 涂层结构	楼翰一等 (66)
激光制备超细粉的研究	梁 勇等 (71)
纳米复合多层膜微波吸收材料	闻立时等 (75)
薄膜生长及界面结构的计算机模拟	田民波等 (77)
RF 溅射碳化硅薄膜的结构研究	王英华等 (80)
关于聚变堆第一壁材料的离子溅射研究	王震遐等 (82)
溅射及稀土 (r) 对 CoCrAl 合金抗高温氧化性能的影响	王福会等 (85)

表面涂覆 CeO_2 和 Y_2O_3 改善310不锈钢与Ni—50Cr合金

- 高温抗氧化性能.....李铁藩等 (87)
- 多弧离子镀多元合金工艺研究.....王社管 (88)
- 离子镀涂层的结构与耐蚀性.....刘长清等 (93)
- 非晶硅薄膜特性, 界面、非晶须与光电传感.....林鸿溢 (98)
- N /N⁺ 硅外延片滑移位错的研究.....张国仁等 (100)
- LPCVD 硅烷分解淀积多晶硅动力学参数研究.....张伟等 (101)
- 彩色显象管用热双金属 I_2S 的试制.....何天荣 (104)
- 高聚物薄膜材料结构与“场”效应.....张子青等 (105)
- 金刚石薄膜的特性及其应用探讨.....林鸿溢 (109)
- 三极磁控溅射沉积氮化钛.....沈启贤等 (110)
- 聚合物网贮存老化寿命预估方法的研究Ⅲ等速形变拉伸断裂法.....胡桂贤等 (117)
- 在电场下研究高分子液晶共混膜的形态及其氧氮渗透性.....刘廷栋等 (119)
- 碳纤维表面化学改性及其表征的研究.....许嘉敏等 (124)
- 碳纤维刚性太阳能电池翼的研究.....沃西源等 (128)
- 含钛碳化硅纤维的研制.....宋永才等 (130)
- 超细陶瓷粉料中团聚结构的表征研究.....李懋强 (132)
- 混合稀土镍锰合金的贮氢性能及应用研究.....汪根时等 (137)
- 稀土—邻苯二甲酰异羟肟酸荧光固态配合物的合成及其性质.....刘光华 (140)
- Mg—Zn—Zr—RE系镁合金中稀土相的分析.....陶春虎等 (143)
- 稀土元素在电沉积铁基复合镀层中奇特作用的研究.....陈明贵等 (146)
- RE^{3+} (Y^{3+} , Gd^{3+} 等) 对Eu配合物发光增强作用.....李维丽等 (150)
- 稀土在航空材料中的应用.....赵普等 (151)
- 稀土铁合金在高碳当量铸铁中的行为.....盛达 (154)
- 钇稀土新型高速钢.....丁培道等 (157)
- 稀土元素提高铝锌镁合金的超塑性及其机制.....李世春 (160)
- 乙炔 (C_2H_2) 和乙烯 (C_2H_4) 在钆 (Gd) 氧化面上吸附的UPS研究——稀土元素在催化中应用的探讨.....王君容 (164)
- 硬脂酸稀土作为聚氯乙烯稳定剂及其稳定机理的研究.....刘光炜等 (167)
- 在Cu—Zn—Al合金中Re元素的作用.....刘萍等 (169)
- Ni—Ce—O、Ni—Ce—O—Cu、Ni—Ce—O—Mn和Ni—Ce—O—Fe熔体热力学研究.....郭伟等 (172)
- 时效处理对快速凝固Al—8.23Fe—3.62Ce合金结构与性能的影响.....吴越等 (176)
- 我国内燃机稀土镁球铁零件的材料工艺概述.....林华寿等 (179)
- 3Cr2W8V 钢硼—稀土涂层的研究.....王卫林等 (181)
- 稀土在我国铝合金中的应用.....潘复生等 (184)
- 稀土元素对铂强度和范性的影响.....何华春等 (186)

稀土在军事技术上应用现状与展望·····	蒋 凡 (190)
碳纤维/环氧树脂复合材料动态力学性能研究·····	杜灵玄等 (195)
层内混杂碳纤维、玻璃纤维复合材料的拉伸性能·····	危春阳等 (197)
电沉积法制备碳纤维增强铜复合材料·····	王玉林等 (198)
碳纤维增强铅基复合材料用于铅酸蓄电池管式正极板栅的制造 ·····	钟少平等 (201)
竹纤维增强复合材料力学性能及微观结构分析·····	冼杏娟等 (201)
C/E加筋壳体材料和工艺的研究简介·····	朱达通等 (203)
碳/环氧等网格加筋圆筒壳整体成形工艺研究·····	陆集平等 (204)
玻璃钢 C 型夹层天线罩·····	杨洪昌等 (208)
软化汽车仪表板表皮材料的研制与应用·····	李 福 (209)
复合阻尼钢板成型技术的探讨·····	计伟志等 (210)
单向凝固制备亚共晶成份InSb—NiSb共晶复合材料·····	萧宜雍等 (213)
非晶态合金粉末和复合材料的制备及其腐蚀性能·····	孙中子等 (214)
合金元素对碳/铝复合材料强韧性的影响·····	陈 荣等 (217)
BC树脂及玻璃布层压板的性能·····	顾 宜等 (219)
耐高温聚合物及其高性能复合材料·····	江璐霞等 (221)
以双马来酰亚胺为基础的聚合物及其复合材料的研究·····	蔡兴贤等 (224)
热塑性树脂基复合材料的研究——制备条件及界面形态特征·····	曲桂杰等 (226)
高乙烯基聚丁二烯橡胶与顺丁橡胶共混的研究·····	黄宝琛等 (229)
聚碳酸酯—聚苯乙烯共混物的相容性与性能·····	蔡琼英等 (232)
双马来酰亚胺型APC基体树脂的特性及发展·····	刘润山 (234)
油页岩灰—高分子复合材料的研究·····	金日光等 (240)
复合界面间分子相互作用初探 论及其应用·····	张福田 (241)
基体混杂复合材料——研制多功能复合材料的新途径·····	林德春等 (243)
酚醛型高分子——MgO——金属(Al, Fe)共混体系烧成合金 的亚微形态和机械强度关系的研究·····	姜 谦等 (245)
[0/90] ₂ 层合板双轴载荷强度特性研究·····	王兴业等 (247)
复合工艺对三向碳/碳复合材料断裂特性影响的研究·····	姜东华等 (247)
急冷凝固Cu—4.3Wt%Be超过饱和固溶体的时效析出·····	李春福等 (248)
复合概念的进一步拓广——金属、非金属超混杂复合材料·····	苏 波等 (248)
复合材料强度理论研究的最新进展·····	王兴业等 (249)
复合材料制造技术的机械化·····	赵渠森 (249)
粉煤灰复合AF减水剂的微观作用机理研究·····	张光玉 (251)
新型铁路篷布——一种阻燃型塑料化纤复合高分子材料·····	刘绍松 (253)
聚丙烯酸酯——碱金属盐系高分子快离子导体的结构与性能·····	夏笃祚等 (255)
上海粉煤灰材料研究技术进步的述评·····	沈旦申 (259)
纤维杂交复合增强高强水泥基材阻裂效应的研究·····	孙 伟等 (260)

结构钢的低温脆断机制、判据及其预防·····	鄢文彬等 (267)
飞机起落架断裂失效分析·····	钱友荣等 (268)
高强度模具钢动态断裂性能的研究·····	孙国芳等 (271)
大截面压力机热锻模失效分析及其提高寿命的研究·····	施占华等 (274)
200 MW 汽轮机高中压转子联轴节螺栓断裂原因分析·····	李俊崑等 (274)
零件表层材料的塑性变形行为和接触疲劳·····	程家祥 (275)
冲击性能和断裂性能的比较·····	余 刚等 (276)
低合金高强度焊接结构钢及其焊接接头断裂韧性各向异性特征研究·····	姚健安等 (278)
高应变率下材料拉伸性能的测试及其变形与断裂机理的研究·····	于 捷等 (281)
650吨/时亚临界直流锅炉导汽管断裂原因分析·····	田继丰等 (285)
从BJ212差速器偏心螺栓的断裂看ML35材料的冶金行为·····	向东等 (285)
汽车发动机排汽阀断裂分析及预防·····	郭家增 (287)
三向碳/碳材料断裂损毁判据·····	刘文川等 (289)
J _R 阻力曲线方法在研究裂纹慢稳定扩展上的应用·····	刘 毅等 (291)
韧性断裂裂纹尖端的物理特征和力学行为·····	叶裕恭等 (295)
有关以J1340HDPE为主的石油管道防腐材料应力开裂性能考察 ·····	金日光等 (297)
(I + II) 复合型氢致开裂的研究·····	高 桦等 (299)
表面微裂纹对高强螺栓延迟断裂及疲劳断裂的影响·····	吕永华等 (301)
位错密度对氢脆抗力的影响·····	王明洪等 (302)
划伤对钠钙硅玻璃强度的影响·····	罗 劼等 (306)
表面压应力对钢化玻璃力学性能的影响·····	金宗哲等 (309)
Ni-Nb-Fe-S系合金磨擦学特性之研究·····	吴 波等 (310)
宏细观相结合的材料力学性能研究的一些基本方法和问题·····	徐冠水 (312)
关于S147铝合金形变时效强化研究·····	李 杰等 (313)
CLW—1高含铅标准轴瓦研制中问题的探讨·····	田 敏等 (318)
低温下金属材料的疲劳裂纹扩展·····	吕宝桐等 (322)
疲劳失效件有效载荷谱的断口反推·····	武淮生等 (324)
具有切向裂纹中板轧机飞轮轴的复合疲劳断裂寿命的研究·····	陈天雄 (327)
疲劳寿命预测中的能量概念·····	童小燕等 (328)
GCr15轴承钢接触疲劳寿命与硫含量及接触应力的关系·····	马常祥等 (329)
典型零件材料的随机疲劳强度研究·····	凌树森 (333)
由控制显微组织提高钢件疲劳寿命·····	张树松等 (334)
磨削量对20CrMnTi钢碳氮共渗接触疲劳性能的影响·····	马茂元等 (338)
低周疲劳寿命预测的损伤理论方法·····	高路彬 (342)
体心立方金属低周疲劳位错组态·····	丁 军等 (346)
GH33A合金循环变温持久性能分析及寿命估算·····	勇 平等 (351)
疲劳/蠕变交互作用下裂纹扩展特性研究·····	田长生等 (355)
纤维复合材料层合板三点弯曲蠕变研究·····	张双寅等 (358)

Inconel 718合金的稳态蠕变速率方程·····	韩雅芳 (361)
加镁微合金化变形高温合金的蠕变行为·····	马培立等 (363)
阳极溶解对金属塑性应变的影响·····	罗丙清等 (367)
预报拟合法及其在材料强度预测和耐久性预报中的应用·····	闵华玲等 (369)
几种含PEO的液态聚合物的电导弛豫·····	薛荣坚 (373)
聚合物老化寿命推算公式的理论及其计算机程序·····	王吉成 (377)
复合固体推进剂寿命预估模型·····	周建平 (380)
聚甲醛的热降解与寿命估算·····	金荣福等 (383)
付里叶变换红外光谱法研究涂料老化·····	金晓英等 (387)
热重法快速评定复印油墨热老化寿命·····	刘金香等 (389)
热塑型聚氨脂弹性体网络结构同力学性能间相关性的研究·····	宋明实等 (393)
辉光放电等离子体处理硅橡胶角膜眼镜·····	郑昌琼等 (395)
外科植入不锈钢的环境敏感断裂研究·····	俞健等 (397)
国产植入金属材料的检测与评价·····	唐农轩等 (398)
人工细胞膜材料的质量输运过程的研究·····	顾汉卿等 (399)
多嵌段聚酯—聚醚共混物的微相结构与血液相容性研究·····	李学芬等 (400)
用光泽失效法对铝箔搪瓷耐酸、耐碱性能的分析·····	郑光平等 (402)
金属断裂表面的分形维数与断裂韧性的关系·····	龙期威等 (405)
水泥混凝土结构物剩余疲劳强度的预测·····	吴科如等 (408)
克尔—法拉弟磁光效应联合测定仪的研制及对Gd—Fe非晶薄膜 磁光效应的测定结果·····	孟昭富等 (413)
分子束张弛谱一种研究材料表面特性的近代方法·····	席光康 (414)
电子显微镜在ZTA陶瓷研究中的应用·····	李永洪等 (417)
商用Zr—4合金中的两种沉淀相·····	张廷杰等 (421)
高压电子显微镜在钢材辐照肿胀行为研究中的应用·····	钱家溥等 (422)
Al—Cu—Mg合金中S相时效序列的HRTEM研究·····	金延等 (424)
混合稀土—镍系多元氢压缩材料表面状态的XPS研究·····	赵国珍等 (427)
微衍射、微分析、点阵象——高空间分辨率的信息的获得·····	朱静 (429)
现代分析方法在复合分离膜结构分析中的应用·····	朱鹤孙等 (431)
“埃林瓦”合金微结构的原子探针研究·····	刘治国等 (435)
中子散射研究C-Ti ₂ CuH _{1.03} 和α-Ti ₂ CuH _{1.23} 的氢原子振动·····	曹明中等 (436)
质子X—光荧光法分析混合稀土氧化物·····	武文洁等 (438)
小角X—射线散射 (SAXS) 技术在材料科学中应用及进展·····	陆亚林 (442)
以稀土为基质的电子束X射线和灯用荧光粉的最近发展·····	刘行仁 (445)
不同数学模型在Nd ₂ O ₃ 、Sm ₂ O ₃ 的X射线荧光光谱分析中的应用·····	陆少兰等 (449)
Kissinger方法存在的问题与改进——非晶态合金晶化激活能测 定方法探讨·····	曹兴国等 (452)
高纯稀土中非稀土杂质分析方法研究Ⅲ、APDC/AC分离富集 ——ICP光谱法·····	廖振环等 (452)

利用直流电位法和红外热图技术进行铝的J—R断裂韧性试验·····	黄毅等 (456)
离子束分析、示踪技术研究金属阳极氧化机理·····	陈鹤鸣等 (461)
生物材料中的新工艺离子束技术·····	张效忠 (464)
天然胶原材料的生物学实验研究·····	张其清等 (467)
GY-131医用硅橡胶生物学实验研究·····	朱明华等 (468)
辐照交联聚甲基乙烯基硅氧烷的ESR谱研究·····	吴俊怀等 (469)
一种处理氢扩散及陷井效应的简化模型·····	杨柯等 (470)
Mn—V热处理双相钢中的Bauschinger效应·····	马鸣图等 (473)
CuZnAl形状记忆合金贝氏体相变内耗及贝氏体相变·····	赵增祺等 (473)
受控凝固过程中固液界面的实时振动检测·····	朱正华等 (477)
微波吸收材料中电磁参数的测量·····	倪尔瑚等 (478)
相似原理指导热固性树脂工艺制度研究·····	欧阳国恩等 (482)
环氧树脂——玻璃界面层的残余应力·····	何平笙等 (482)
55Si Mn VB弹簧钢的研究·····	王致复 (485)
YBa ₂ Cu ₃ O _{7-y} 超导体中添加剂的作用·····	任玉芳等 (491)
PMGn-LiCF ₃ SO ₃ 系高分子锂离子导体·····	万国祥等 (493)
液氮超导材料的氧活动与结构·····	张志焜等 (496)
超导材料显微组织的研究·····	刘玉梅等 (498)
太阳能级多晶硅中的晶体缺陷及其控制·····	王武等 (501)
氧化物单晶光纤的生长·····	陈继勤等 (504)
晶体红外光纤·····	曹元等 (506)
非晶态半导体周期、准周期超晶格·····	陈坤基等 (507)
SiC晶须对高韧性Y-TZP陶瓷材料的补强·····	张五峰等 (510)
聚片畴畴LiNbO ₃ 晶体的超声效应·····	朱永元等 (510)
分形与非晶材料·····	黄立基等 (512)
锂铈铁氧体单晶及其磁性能·····	张守业等 (513)
切变流动中金属晶体的生长·····	王楠等 (517)
晶界理论和晶界性质研究·····	周自强 (521)
新型电色显示材料PSHMA-m-PXV分子复合物研究·····	万国祥等 (524)
低温烧结压电陶瓷的结构与性能·····	桂治轮等 (525)
炮钢的激光热处理和合金化处理研究·····	王毓麟等 (527)
新型空冷贝氏体钢的研究·····	方鸿生等 (529)
激光相变热处理工艺参数的研究·····	刘纯鹏等 (531)
新型隔热降温装饰材料高光泽度铝箔搪瓷的探讨和研究·····	赖毅 (535)
Ce ³⁺ 和Mn ²⁺ 共激活的偏硅酸钙的发光性质和能量传递·····	张晓等 (538)
MDF高强水泥的研究·····	职任涛等 (540)
从几个实例看新型材料研究的某些特点·····	周本濂等 (544)
非晶态Ni-Si-B系合金的强度与高类金属含量的关系及其微观机理探讨·····	刘让苏等 (547)

稀土在新材料中的应用——稀土铜电解触头材料·····	陈国瑜等 (550)
铁铬铝钼合金研制·····	李碚等 (553)
稀土 Eu^{2+} 、 $\text{Ce}^{3+}\beta''-\text{Al}_2\text{O}_3$ 陶瓷的制备和性能·····	温兆银等 (554)
聚片多畴 LiNbO_3 及 LiTaO_3 形成机制的研究·····	陈 峻等 (555)
宇航用高温高强结构件的快速凝固喷射成形技术·····	田世藩等 (558)
Cr12 钢激光表面熔凝产生的一种新组织·····	朱 捷等 (560)
锌—5%铝—混合稀土合金镀层材料的研究·····	李懋华等 (561)
铝锂合金——新型航空航天结构材料·····	陈昌麒 (562)
某些氧离子固体电解质的合成和电导研究·····	孟广耀等 (563)
NdFeB 永磁体 HCD 法防蚀涂层·····	张学华等 (565)
蒙脱石为基的快离子导体·····	俞文海 (569)
影响磁性液体稳定性的一些因素·····	何远辉 (572)
电子聚合物材料·····	杨大本等 (575)
As^+Si^+ 双注入GaAs常规热退火的行为·····	范伟栋等 (578)
磁控离子溅射1Cr18Ni9Ti 不锈钢微晶的耐局部腐蚀性能研究·····	刘大成等 (581)
ZrO_2 相变对ZTA陶瓷高温强度作用机理的研究·····	赵 宏等 (586)
高强度水凝胶弹性体·····	朴东旭等 (588)
TM-1型医用乳胶吸附型剂·····	陆莱珠等 (589)
CO_2 脉冲激光辐照的LiF 晶体中位错的产生和运动·····	邓佩珍等 (590)
电子计算机在合金设计中的应用·····	王桂金等 (597)
电瓷材料强度控制性因素·····	谢清云 (598)
晶粒尺寸对Cr—Ni—Mo—V 系合金钢的 ΔK_{th} 的影响·····	赵宝荣 (600)

等电子掺杂Si—GaAs的深中心 及其补偿度的测定

徐寿定

(中国科学院半导体研究所)

众所周知,等电子掺杂(例如In元素)Si—GaAs晶体对研制高速集成电路和FET器件来说是非常重要的。因为晶体中掺入等电子掺杂可以降低位错,提高晶体的完整性是有利的。可是等电子掺杂到底对Si—GaAs中的深中心和补偿机理有没有影响,还不清楚。一般来说,等电子掺杂对电学性能没有影响。因此,我们采用光瞬态电流谱和变温Hall效应联合研究说明等电子掺杂对深中心和补偿度有何影响,现分别叙述一下两种方法的简单测量原理和主要实验结果。

一、光瞬态电流谱原理及其主要实验结果

用Ar⁺离子或He-Ne激光器经斩波器切割成脉冲光,也可用可见光发光管作为脉冲光源瞬态电流经5002前置放大器放大讯号经Boxcar平均器取样输出,由X-y记录仪记录测温热偶用校正过的铜-镍铜热偶。取样时间从0.02ms到5ms范围内可变,因此速率窗口可以变化三个数量级。一般测量采用 $t_1=5\text{ms}$, $t_2=45\sim 50\text{ms}$ 的取样时间。首先假设光照期间,光产生的非平衡载流子填充到陷阱中去,同时忽略载流子的发射,所以电子的俘获就等於空穴的俘获。当脉冲光除去后,由於热激发把陷阱中的载流子激发到导带中去,在外场作用下,扫出样品,形成光瞬态电流谱(简称O.T.C.S.)。假设一种载流子(例如电子)发射时。瞬态电流为:

$$\delta i(t) = C \times N_T \times e_n \times \exp(-e_n t) \dots\dots\dots (1)$$

其中C是常数, N_T 为陷阱浓度, e_n 为电子的发射率,把(1)式改写成瞬态电流谱函数 $S(\tau)$ 的形式,表达式为: $S(\tau) = C \cdot N_T \cdot \tau^{-1} \cdot \exp(-t/\tau) \dots\dots\dots (2)$

当温度扫到陷阱能级上时发射载流子最多,换句话说,谱函数变化最大,对谱函数求极值得到

$$\frac{(B-1)}{B} \cdot \exp(-1/B) = \left(\frac{B-A}{B} \right) \cdot \exp\left(-\frac{A}{B}\right) \dots\dots (3)$$

其中, $A=t_2/t_1$, $B=\tau_{\max}/t_1$, 利用计算机求解得到 $A\sim B$ 关系曲线,利用率窗 t_1, t_2 , 可以确定 $\tau_{\max}$, 一般取 $t_2 \geq 9t_1$ 时, $\tau^{-1}=t_1$, 利用 $\ln(T^2/e_n) \sim 1/\tau$ 关系、得到杂质激活能 E_i , 从斜率的截距可以求得俘获截面 σ_n 或 σ_p 值。

各种掺In样品和原生Si—GaAs的深能级行为的图和表如下: (图附在后面)

表1 各种Si-GaAs中深中心峰强弱比较

NO	0.24ev	0.33ev	0.54ev	0.60ev	(EL ₂) ~0.8ev	处理条件
84-21a	有, 强	有, 弱	有, 强	有, 弱	有, 弱	掺In~0.46%
85-2a	有, 强	"	有, 甚强	有, 中等	"	掺In~3.1% As 900°C(热处理)
85-23b ₃	有, 强	"	有, 较强	"	有	掺In~1.12%
84-19	有, 强	"	弱, 宽峰	弱	有, 中等	原生
85-20a ₄	"	"	弱, 宽峰	微弱	弱	N ₂ , 1000°C, 热处理
87-7b ₄	"	"	"	微弱	有强	原生
85-20a ₄	"	"	有, 最强	有, 中等	有, 中强	As, 900°C
85-20A ₅	"	"	有, 弱	有, 弱	有, 强	原生
84-14H ₂	"	"	无	有, 弱	有, 很强	原生
84-6b _{3,1}	无	弱,	无	有, 强	有, 强	热稳定性好

从表1中对各种条件下生长的Si—GaAs样品中深中心的分布来看, 存在以下几种情况:

1, 0.24ev的峰, 除了热稳定性能好的84-6b31样品和84-9A高阻P-型样品外, 所有被测样品都有此峰, 可能与热稳定性存在一定依赖关系。

2, 0.33ev峰, 所有被测样品都存在此峰, 而且很弱。

3, 0.54ev峰, 在掺In样品和As压下热处理, 此峰很强, 在N₂气氛1000°C热处理及原生样品此峰, 一般很弱, 可能与V_{As}, 某种络合物有关。(P-型84'9A样品, 通过Hall测量也得到0.54ev的峰)

4, 0.6ev峰, 在各种情况下热处理都存在此峰。

5, 对EL₂能级的看法, 在原生样品中, 此峰强, 在等电子掺In-Si-GaAs中, 此峰很弱, 即浓度比原生样品要低一些, 这一点在Hall变温实验中得到证实。

二、Si—GaAs的变温Hall效应测量

利用已建立的高阻变温Hall效应实验, 测量了原生和掺IniGaAs样品的 $n_H \sim 1/T$ 关系。在三能级高阻补偿模型中, 由电中性方程得到:

$$n + N_A^i = p + N_D^i + N_T^i \dots\dots\dots(4)$$

经过简化后, 并利用深中心的费米分布函数

$$f = \left\{ 1 + g \cdot \exp \left[\frac{(E_c - E_F) - E_F - E_T}{KT} \right] \right\}^{-1} \quad (5)$$

可以得到导带的电子浓度 n 为:

$$n = \frac{N_T \cdot N_c \cdot \exp [-(E_c - E_T)/kT]}{n^{(1/g)} + N_c \cdot \exp [-(E_c - E_T)/kT]} - (N_A - N_D) \dots\dots\dots (6)$$

当 $n \ll (N_A - N_D)$ 时, 可简化上述方程得:

$$n = \left[N_T / (N_A - N_D) \right]^{-1} \times N_c \times \exp [-E'(N_T)/kT] \dots\dots\dots (7)$$

其中深中心的温度系数 $E'(N_T) = EL_2 - 2.37 \times 10^{-4}$

通过变温Hall测量得到的 $n_H \sim 1/T$ 关系, 从理论上拟合了实验曲线, 得到 $N_T(EL_2)/(N_A - N_D)$, 下面列出了各被测SI—GaAs的样品的补偿度。

表2 Si-GaAs的补偿度 $N_T(EL_2)/(N_A - N_D)$

No.	$N_T(EL_2)/(N_A - N_D)$	条 件
N85—3bc	0.455	掺In~3.99%
84—6B ₃₂	0.627	热稳定性好
84—76 ₁	0.50	
84—9B ₁	0.89	As/Ga=1.0144
84—6B ₃	0.77	As/Ga=1.036
84—7b ₄	0.57	As/Ga=1.0195

从表2初步结果看, In杂质对EL₂的浓度有一定影响, 由于In原子占据了Ga空位位置, 使得As原子占据Ga空位位置要少一些, 这点看法还有待进一步的实验得到证实。

铸造铝硅合金中共晶硅形态研究*

徐建辉 邓克明 方立高 张绍兴

(南昌航空工业学院)

弄清各种变质剂对铝硅合金变质处理后共晶硅形态及差异, 是揭示铝硅合金变质机理的必要条件。但以往的研究方法却未鲜明地做到这一点。本研究用透射电镜观察单束共晶硅投影, 在这方面起到了很好的作用。

*本课题得到航空部科学研究基金赞助

试验用高纯铝及纯硅配制成铝硅二元合金, 用2*石墨坩埚在箱式电阻炉内熔化, 并进行变质处理, 金属型浇注 $\phi 12\text{mm}$ 棒型试样, 冷却速度约为 $180^{\circ}\text{C}/\text{min}$, 作横截面金相观察(0.5% HF浸蚀), 从金相组织看, 合金都达到了文献介绍的各种变质剂变质处理的最佳效果; 20% HCl深腐蚀使共晶硅凸出, 进行扫描电镜观察。1:1的HCl水溶液全腐蚀试样扫描电镜观察。用电火花线切割机横切0.3mm厚的试样, 经初磨后利用离子束轰击法使试样减薄穿孔, 然后用透射电镜观察硅相中的孪晶。在保证共晶硅枝不受损伤前提下萃取出共晶硅, 并放在透射电镜下观察单束共晶硅投影, 在EPM810型电子探针下测得其确属纯硅相。

在获得经多种变质剂对铝硅合金变质处理后的共晶硅形态的同时, 结果还表明、变质处理后的共晶硅一般情况下并不呈大角度分枝, 如图1图2常观察到小角度分枝机制(分裂或重叠)生长。Hellawell等人指出, 所谓分裂机制是说: 小角度分枝是起源于共晶硅片上的无规则台阶。由于这种层状台阶长大的不稳定性, 逐渐以很小的角度偏离硅片基体原长大方向, 并演变成一个新的硅片分枝。而重叠是指共晶硅片的一部分在长大过程中产生很小的弯曲、以致逐渐偏离原长大方向, 重叠在母晶体上, 并产生小角度分枝。

图3非常鲜明地表明了这两种生长机制的共同作用。

从共晶硅投影图案上看, 有两种机制可以为铝硅合金中共晶硅结晶提供丰富的核心, 即枝晶熔断机制和硅枝连接。由于变质剂原子在铝和硅原子中的溶解度很小, 结晶时要排出大量变质剂原子, 它们在已长出的硅枝根部富集造成根部熔点降低, 产生缩颈并熔断, 形成新的晶核。图3就是刚长出的硅枝即产生缩颈现象。另外, 共晶硅片或变质处理后的硅枝将共晶团之间连接起来, 可使共晶结晶所需的核心大大减少, 也就类似于提供了大量的结晶核心, 如图1(b)和图4。

在本试验条件下, 经钠盐、铝镧中间合金、铝铈中间合金及铝混合稀土中间合金变质等多种变质剂分别对铝硅合金进行变质处理都使共晶硅分枝密集, 但从薄片试样透射电镜观察来看。虽然经Na和Sr变质的共晶硅有大量的孪晶存在, 如图5, 但对经铈变质和混合稀土变质的共晶硅中却未发现或只有少量孪晶存在。

因此, 我们认为: 孪晶凹角机制是使共晶硅分枝细化的重要途径, 孪晶多有利于分枝细化。但无孪晶存在的硅晶体仍可产生分枝密集结构。

通过实验和分析, 得出如下结论:

1. 用透射电镜观察单束共晶硅投影是研究铝硅合金共晶硅形态的很好手段。
2. 共晶硅投影观察表明: 未变质时的共晶硅呈层片状, 经钠盐变质处理的共晶硅是密集分枝的根瘤状, 镧变质的共晶硅呈短片状和羽毛状。富镧、富铈混合稀土变质处理的共晶硅呈互相连接的枝条状和扭曲的短片状, 富钇混合稀土变质处理的共晶硅呈水草状。
3. 铝硅合金凝固时, 枝晶熔断和共晶团间硅枝连接可以为共晶凝固提供丰富的结晶核心。
4. 共晶硅的大角度分枝及小角度分枝(分裂和重叠)不仅在未变质时存在, 而且在经各种变质剂变质处理后的共晶硅结晶时仍是分枝细化的重要途径。
5. 经钠和镧变质处理的共晶硅内孪晶密度很高, 但经铈变质处理的共晶内孪晶很少, 混合稀土变质处理的共晶硅内未见孪晶存在。
6. 孪晶凹角机制是使共晶硅分枝细化的重要途径, 但硅晶体中无孪晶存在时, 仍可生产分枝密集的变质共晶硅结构。



(a)



(b)

图1 AL—9%Si合金共晶硅投影像，加0.075%Sr变质
(a) $\times 16,00$ (b) $\times 3000$

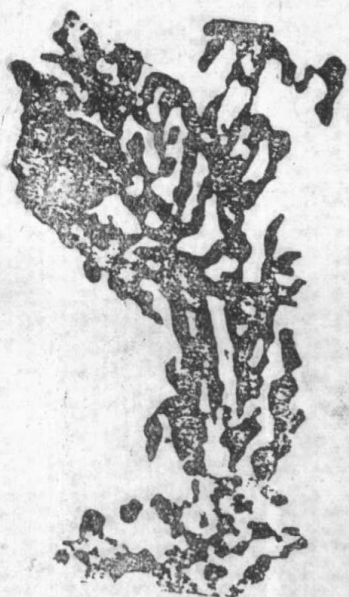


图2 AL—9%Si合金共晶硅投
影像，钠盐变质 $\times 5,700$

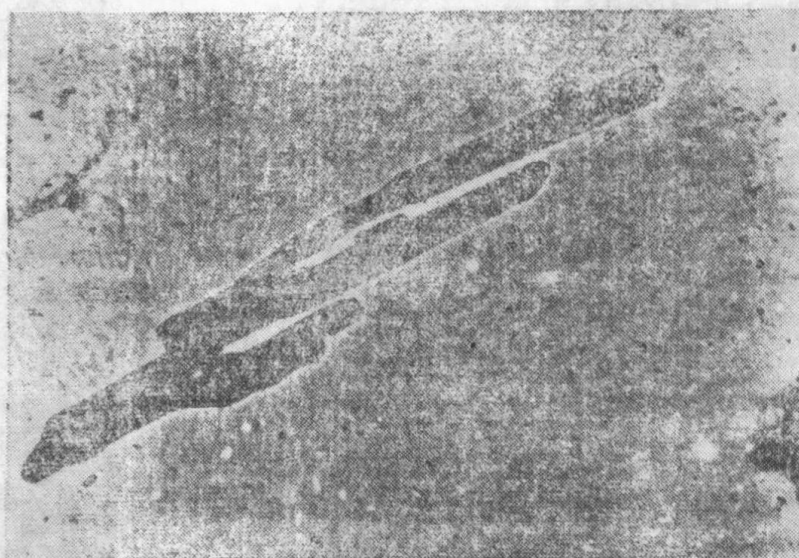


图3 AL—11%Si合金共晶硅投影像，加
0.5%富钇混合稀土变质 $\times 10,000$

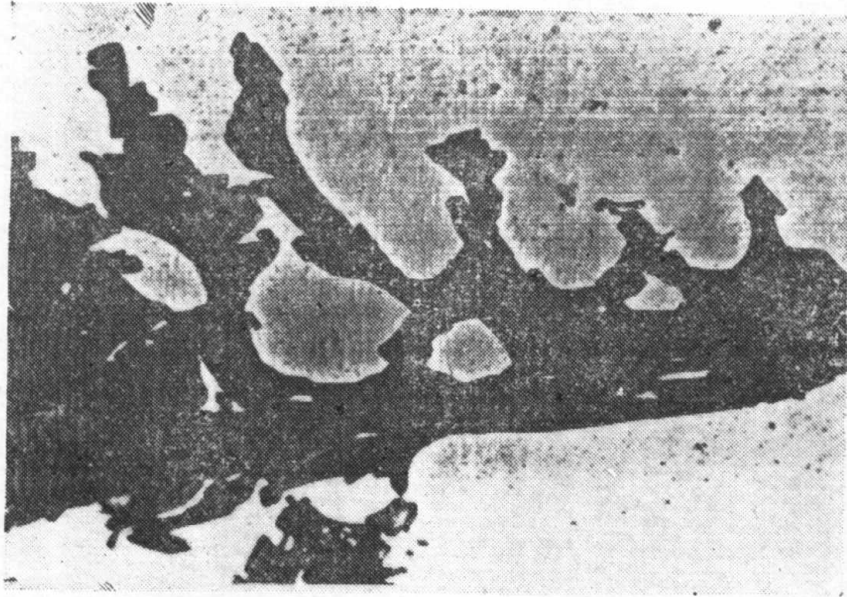
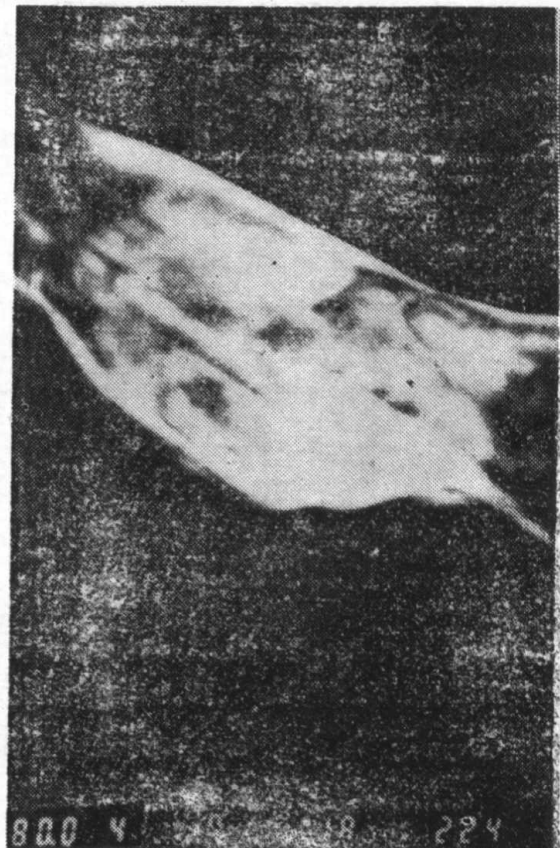


图4 AL—11%Si合金共晶硅投影像 未变质 $\times 2,000$



(a)



(b)

图5 AL—9%Si合金透射电镜照片, 加0.075% Sr变质
(a) 明场像 $\times 80,000$ (b) 暗场像 $\times 80,000$