



中国电子学会论文集

第二届

全国半导体集成电路学术会议论文集
硅材料

摘要

中国电子学会 半导体与集成电路专业学会编
电子材料学



一九八一

十二

广州

目 录

第一部分 硅材料

一、硅单晶质量

- 提高大规模集成电路N型硅单晶质量的研究王大平(1)
- 区熔硅单晶在高压电镜中的加热动态观察巴群汝(1)
- 直拉硅单晶微缺陷组态的观察麦振洪 崔树范 林汝淦(2)
- P型直拉硅单晶中漩涡缺陷生成的研究万 群 秦 福(3)
- 热处理对硅单晶电学性能的影响刘倩如 李艳荣 高敬耀 李丽华(3)
- 370℃硅中氧沉积的红外吸收观测李光平 张兆英 朱玉霄(4)
- 直拉硅单晶碳沾污的研究梁骏吾 黄大定 汪光川 尹恩华 杨雷珍 王承运(5)
- 硅中氧化层错的成核与生长鲍希茂 嵇福权 黄信氏(5)
- 多晶硅激光退火的研究邹世昌 林成鲁 倪如山 王济身 徐静芳 陈建武(6)
- 硅中注硼的连续CO₂激光退火的研究邹世昌 林成鲁 林梓鑫 范宝华 吴恒显(7)
- 表面层无微缺陷的LSI硅片的获得万 群 杜茂云 吴岱智 肖治纲 秦 福 袁 隐(7)
- CZ硅单晶中的氧含量对微缺陷行为的影响张一心 程美乔 张泽华 刘淑琴(8)
- 热处理硅中的氧与碳许振嘉(8)
- 热处理硅中的氧碳沉淀许振嘉 蒋四南 孙伯康 刘江夏(9)
- 硅中碳的固溶度及单晶质量梁骏吾 邓礼生 郭钟光 郑红军 刘凤祥(10)
- 直拉法生长硅单晶时石英坩埚和石墨托坩之间的相互作用张维连 徐岳生(10)
- 重掺锑硅单晶电阻率均匀性和消除管道析出的研究施承启 陈育文 单春梅(11)
- 退火直拉硅单晶中漩涡缺陷的TEM观察钱家骢 范继文 林兰英(12)
- 直拉硅漩涡缺陷形成的初步探讨林汝淦 张金福 麦振洪 崔树范(12)
- SiCl₄氢化反应的探索——提高超纯硅实收率与纯度的途径刘凤伟 汪光裕(13)
- 汽相硅单晶生长斯崇奎 黄兆斌 杨传铮(14)

直拉硅单晶中氧条纹或漩涡分布图样的无缀饰X射线貌相观察	徐岳生 (14)
中子嬗变N型硅单晶在大功率晶体管中的应用	楼定占 孙淑玉等 (15)

二、硅材料物理性质

硅单晶退火工艺研究	张永达 (16)
多晶Si的激光辐照	王永瑜 (17)
用红外光弹性观测硅单晶中的应力	赵寿南 尹洪辉 周佐平 顾学甫 (17)
用氧化——沸腾腐蚀检测硅片中漩涡缺陷	
张家坚 王俊杰 李学博 严诗蕴 张永达 (18)	
“OS”法显示硅片漩涡时的雾状缺陷干扰及消除方法	
张家坚 王俊杰 李学博 严诗蕴 张永达 (19)	
双重吸杂机制的研究	叶以正 周士仁 钦万昌 周伟东 杨奎 高扬 (19)
国产多晶硅中的碳化硅微夹杂物和缺陷的电镜观察	高愈尊 万群 (20)
SiO ₂ 抛光损伤层厚度测量	朱景梅 (21)
硅单晶中漩涡缺陷显示的新方法	陈存礼 陈强 (21)
区熔硅单晶中的硅氢键及氢致缺陷	麦振洪 崔树范 (22)
TTL集成电路用(111)单晶硅片的晶向偏离试验	李祥轩 (23)
热处理硅中的新施主	许振嘉 孙伯康 王万年 张泽华 刘江夏 何广平 (23)
用光荧光法测定硅单晶中硼和磷的浓度	孟庆惠 于 鲲 李永康
许振嘉 陈廷杰 吴灵犀 徐寿定 (24)	
IMA分析中Si中B的离化率补偿曲线和Si中B的定量深度分析	李之仁 (25)
滚球机在测薄层厚度方面的应用	陈德英 庄庆德 郑其径 吴振婵 (25)
关于少子寿命测量中注入比的讨论	曹泽淳 滕志义 张正明 (26)
硅材料少子寿命分布的扫描测量技术——激光高频法	曹泽淳
滕志义 陈世正 黄国松 吴正纯 张正明 黄家美 吴兰珍 (27)	
高频光电导衰减法测硅单晶锭中少子寿命的计算公式	陈学全 (27)
扩展电阻法测量亚微米硅外延层载流子浓度分布	林树治 宋毅 魏广富 (29)
由MOS结构对线性电压扫描的瞬态响应测定产生寿命和表面产生速度	
张秀森 包宗明 苏九令 (29)	
用电子顺磁共振法测离子注入硅中的损伤缺陷	
王者福 张增佑 材料物理组 (30)	
中子辐照Si损伤的EER测量	钱佑华 陈良尧 (31)
用任意四点接触测量半导体薄层电阻率的表达式及其F数表	
孙毅之 张又立 徐维明 (31)	
绝缘边界对扩展电阻测量的影响	陈存礼 (32)

三、外延生长

绝缘衬底上CVD多晶硅薄膜的激光处理	石万全 姚德成 刘世祥
朱美芳 曹有祺 商作起 霍加峰 (33)	

SiCl ₄ 氢还原低压外延生长体系的热力学研究	徐宝琨 赵慕愚 (33)
选择外延工艺进展	崔 垠 朱忠伶 (34)
硅同型外延界面与电活性离子注入分布的显微观测	
	曾庆城 罗庆芳 朱向锋 王水凤 (35)
多晶硅薄膜淀积的核化和早期生长	郑其经 陈德英 庄庆德 吴振婵 (35)
硅烷热分解进行单晶/多晶同步淀积	庄庆德 陈德英 郑其经 吴振婵 (36)
异常高速生长的 硅晶塔及其动力学解释	黄一湘 (36)
硅微波大功率晶体管用的双层外延材料	石志曾 胡福兴 彭佳馨 张桂香 (37)
兰宝石上异质外延淀积条件的选择	何 林 (37)
对通隔离的集成电路外延片上的滑移和堆垛层错	顾毓洞 (38)
用于 p ⁺ -n-p ⁺ 型高速 I ² L 新结构的薄外延工艺	姜延玲 祁望春 (38)
SiCl ₄ 氢还原 低压硅外延生长的 研究	刘倩如 李艳荣 王云生
	刘明登 杨树人 许新民 李跃相 (39)
硅多层变浓度外延 研究	须 轮 陈宏毅 朱佩华 刁金珠 (39)
对以有机胺及NaOH为介质的SiO ₂ 胶体抛光机理与工艺的探讨	
	孙守志 朱家科 (40)
低压CVD系统动力学研究及其工艺条件的计算	丁成玉 (41)
硅外延层中铁沾污量对微缺陷形貌的影响	孙安纳 敖治有 (42)
硅(111)晶片外延后图形微畸变的研究	陈明琪 杨传铮 王广福 (42)
电路芯片 PN 结隔离外延	陈现应 (43)
P型硅外延三溴化硼掺杂工艺	安 策 (43)
冷冻纯三溴化硼作为外延掺杂源的探讨	戴玉玲 黄再兴 曹翰林 陈秀玲 (44)
激光法生长硅膜	刘洪庆 郭雅生 吴振球 (45)
硅外延衬底的位错	闵 靖 (45)
封闭技术在 P/P ⁺ 型外延中的应用及效果	姚家宁 (46)
SiH ₄ 的连续红外激光化学反应	吴振球 刘洪庆 (47)
硅外延翘边探讨	刘玉岭 (48)
P ⁺ πP 双面外延片的试制	张佩显 官瑞敏 纪金堂 (49)

第二部分 半导体集成电路

一、双极型集成电路

微米亚微米双极集成电路设计理论	佟慧茹 黄 敞 (50)
硅平面器件制造中诱生缺陷与发射区陷落效应	尹洪辉 孟福坤 许立宪 (51)
高精度低漂移集成运放KD207	陈金松 (51)
X63集成脉宽调制器	林如霭 高石林 龙绍周 (52)
1000MHz ECL超高速分频器	蒋宗树 牛庆昌 (52)
多元逻辑电路在多值逻辑系统应用中的新发展	郑启伦 黄贯光 (53)

用多元逻辑电路实现多值逻辑ROM和PLA·····	郑启伦 郑学仁 黄贯光 (162)
集成四象限模拟乘法器LE431的设计工艺与测试应用·····	余关松 郭應文 史载明 张瑞敏 (54)
影响双极型大规模集成电路成品率的因素·····	张 敏 (55)
TTL RAM 1024×1的研制·····	吴佛春 (56)
低电压低功耗按需型心脏起搏器集成电路·····	茅有福 (56)
一种减少TTL电路输入漏电流新结构的尝试·····	沈昭年 杨宝同 (57)
用多元胞自动布局方法设计LSI版图·····	沙 露 唐璞山 (57)
注入逻辑存储单元写电流分析·····	沈文正 邹务金 税有先 (58)
TTL小规模集成电路母片设计法·····	尹嘉祥 (59)
有源馈电多元逻辑线性与或门·····	王守觉 王玉雷 石 寅 谭茂恒 (59)
用双层逻辑电路构成中大规模集成电路的研究·····	林雨 魏书铭 勤学芝等 (60)
〈V052—2〉时钟发生器和驱动器电路的设计和工艺·····	王志强 李柏生 (61)
高速TTL电路输入交叉漏电流的试验研究·····	陈帮沂 (61)
集成双极晶体管厄莱电压的研究·····	秦世才 贾香鸾 王朝英 于本超 (62)
集成电路逻辑综合新算法·····	刘汉龙 (62)
单片十位/八位数模转换器 4E602 电路研制·····	鲍慧君 程君侠 洪远丰 王 煜 章倩苓 邵丙毓 (63)
横向扩散晶体管(TDT)·····	何民才 李润梅 (64)
用于集成多值逻辑DYL电路的阈值电路(MV-DYL阈值)·····	郑学仁 刘百勇 黄兆俊 曾绍洪 (64)
三值逻辑DYL的集成电路实现·····	刘百勇 黄兆俊 郑学仁 曾绍洪等 (65)
三值多元逻辑电路(TV-DYL)线性“与或”门的瞬态特性·····	刘百勇 郑学仁 黄兆俊 曾绍洪 (66)
单片模拟集成锁相环K D8041·····	谢家纯 赵天鹏 张鉴华 范传洲 (67)
用于集成电路的铂硅肖特基结·····	章定康 蔡俊莲 宗淑霞 (67)
高输入阻抗运算放大器的失调电压的内部调整·····	杨步仪 (68)
高速低功耗TTL电路的探研·····	复旦大学物理系 大规模集成电路研究室数字电路课题组 (68)
TTL256×1位RAM的设计研制和测试·····	蒋品荣 叶其蓉 陈鸿宾 管绍茂 (69)
厄莱电压测试仪·····	秦世才 贾香鸾 (69)
集成压阻式压力换能器电路·····	吴宪平 鲍敏杭 晋 琦 (70)
基于图形输入板的制版语言——ICMASK—709/D·····	万咸明 喻凤鸣 (70)
ICMASK—709/A 制版语言·····	万咸明 喻凤鸣 (71)
用母片工艺法试制达国际水平的TTLIC·····	黄顺华 (71)
TTL—256 随机存贮器的设计分析·····	叶治平 (72)
P ⁺ NP ⁺ 型高速注入逻辑字符编码器的设计及工艺控制·····	中国科学院计算技术研究所高速注入逻辑专题组 (72)
提高TTL集成电路的有效途径——甚高速电路系列研制报告·····	张吉华 (73)

多元胞布局中自动布线的一种算法——快速最优通道布线算法 (FOCR).....

吴祖增 (73)

极高速多元逻辑电路 (DYL) 线性“与或”门的研究.....

王守觉 李致洁 刘训春 朱荣华 卢希尧 (74)

二、MOS型集成电路

052 微处理器.....中国科学院上海冶金研究所微处理器小组 (75)

一个小型机上的LSI CAD 系统的方案及其初步实施.....洪先龙 柳西玲 (76)

CHBL (高跨导复合管互补电路)的试制.....姚建楠 詹娟 茅盘松 (76)

512×320位面阵CCD摄像传感器和固体摄像机.....俞忠钰 王炳雪 于步云 (77)

短沟道MOS器件及1K静态高速RAM.....顾泰 王万业 李肇玲 (78)

单管单元随机存贮器的读出放大器的瞬态分析和设计.....

祝忠德 岑乐鼎 沈悌明 陈贤 (79)

半导体化学敏感器——离子敏感场效应晶体管.....

牛文成 丁世斌 于本超 王家华 任素梅 钱其璩 (79)

1μMESFET/SOS 集成电路制备及液氮温度下器件的工作特性.....

沈国雄 赵鹏程 (80)

8192 位可改编程序只读存储器.....中国科学院上海冶金所EPROM小组 (81)

八位CMOS 模——数转换器.....蒋培成 周沂祥 朱荣锦 (81)

CMOS 六施密特触发器——CH40106.....沈雷 孙仿凤 (82)

一种离子注入耗尽型 MOSFET 模型—— ϕ_s 模型.....但桑 张建人 (82)

一种高速低功耗N—MOS 静态 RAM.....刘书泽 申明 徐葭生 (83)

一台新研制的中大规模数字集成电路测试系统.....陈护勋等 (83)

16位 MOS 动态RAM电路设计.....仇玉林 陈朝枢 候秀芝

赵文元 和致经 王永桑 吴幼碧 金福林 芦胜林 滕学公 (84)

短沟道离子注入N沟E/D型 MAOS 集成电路研究.....刘鹿生 林惠建 (84)

LSI版图图形编辑软件系统ZB—792.....洪先龙 钟龙保 翁庆林 张文涛 (85)

单元电路的计算机终端编辑功能.....谢文广 (86)

77—I型微处理机的工艺研制.....夏西庭 孙吉伟 (86)

MOS大规模集成电路五位码字符号电路设计.....杨学昌 (87)

用多晶硅电阻负载的SRAM.....高保嘉 管洁 (87)

MOS电容电离辐照效应及加固方法研究.....宋钦岐 (88)

氧的本征吸除工艺探讨及其在表面器件中的应用.....

河北工学院自动化系半导体材料教研室 (89)

热壁低压多晶硅淀积与电荷耦合器件制造.....贾鸿智 张小林 (89)

MOS晶体管反型沟道中载流子的霍尔迁移率.....邵丙铤 鲍慧君 程君侠 (90)

潮气氛对PMOS 栅漏电的影响.....陈玉琴 (90)

双扩散VMOS阈电压简单分析.....刘可辛 罗升旭 苗庆海 梁本琪 (91)

转移效率的测试分析.....李厚福 (92)

半导体表面势阱中信号电荷的读取	朱以南 李为翰 李治芳	(93)
BiMOS集成电流跟随器	赵腊月 钱其璈	(94)
MOS反相器输入栅电容的取值问题	吉利之 沈梯明	(94)
高跨导10瓦复合NQS器件	秦世才 王朝英 贾香鸾	于本超 (95)
MOS场效应晶体管的温度特性	王家骅 刘永	丁世斌 (95)
无可控硅效应的CMOS八路交换子	蒋培成	张全保 (96)
短沟道n沟硅栅MOS器件——HMOS研制		
	许康 罗桂昌 史遵兰 王为林 邵海文 季美华	(96)
提高铝栅CMOS电路质量的探讨	刘远华 朱荣锦 周炳祥 蒋培成	(97)
CMOS256位随机存储器	蒋培成 朱荣锦 刘远华 周炳祥	(98)
单管动态RAM中S/R放大器的检测灵敏度分析	陈弘毅	杨之廉 (98)
自给衬偏电路的简单分析及设计	汪仁里 石乘学	岳振伍 (99)
MOS动态RAM设计中的测试分析		赵文元执笔 (99)
短沟道离子注入MASFET	林惠建 刘鹿生	(100)
大规模集成电路测试		王祥贵 (100)
高频C-V方法测量埋沟道电荷耦合器件的沟道电势		
	崔成烈 付志煌 吴瑞华	(101)
一种很有前途的MOS器件——VMOS管	孙彦卿	石广元 (102)
基础材料质量对LSI电路成品率的问题		江福来 (102)

三、半导体工艺

N沟硅栅工艺中沉积的二氧化硅层对光刻断铝的影响	宋良元	(103)
激光在线监控反应离子刻蚀技术	邹斯海 灶元成 李炳宗 王国兴	(103)
双层多晶硅工艺研究及在16K位RAM中的应用		
	海潮和 陈焕章 徐秋霞 户焕章	(104)
平板电极等离子刻蚀铝	王玉玲	(105)
采用聚酰亚胺的等平面多层布线	肖文	(105)
大规模集成电路工艺中的高纯水		
	闻瑞梅 朱章铨 董跃 崔惠国 余爱武	(106)
优质高产低成本的低压CVD氮化硅膜的研究		
	田国华 李荣英 谢淑萍 张淑兰 曹友琦	(107)
电子束蒸发铝的质量评价	武蕴忠 孙承龙	(108)
低压化学蒸汽淀积(LPCVD)氮化硅薄膜的均匀性及LPCVD计算机模拟通式		
	王季陶 沈兆友 付国治	(109)
离子注入Si片的连续CO ₂ 激光退火	郭建根 沈金萱 赵有源	
	何懋麟 高如芳 钱红声 屈逢源	(109)
脉冲激光使硼在硅中扩散	姚杰	(110)
薄SiO ₂ 层的研究	罗夷伦	(110)
表面沟CCD器件制造中Si-SiO ₂ 结构特性的改善与监控	范进先	(111)

低压化学汽相淀积多晶硅工艺	汪师俊 孙纪云 于庆江 叶惠珍 王桂霞 冀西庭 (112)
Si栅等平面CMOS工艺	骊山微电子公司 西车间CMOS工艺线 (112)
微电子测试图形在双极型集成电路工艺中的应用	高达源 朱华昌 孙月珍 陈卫平 (113)
微电子测试图形在MOS集成电路工艺中的应用	朱华昌 高达源
	赵向娅 付定候 李广根 岑乐丁 吕以金 冯国彦 (113)
浓硼微晶玻璃片状扩散源及微晶玻璃扩散机理的探讨	华良甫 (114)
大规模集成电路中的电子束蒸铝	吴大维 (115)
半导体清洗剂的示踪法优选与在半导体器件生产工艺中的应用	柴庭文 秦俊法 王学波 李洪田 (115)
低温化学汽相淀积 SiO_2 -PSG- SiO_2 钝化膜在集成电路表面保护工艺中的应用	蒋润富 佟世盐 (116)
对以有机铵及氢氧化钠为介质的 SiO_2 抛光机理与工艺探讨	朱家科 (117)
As离子注入和注入元素高温再分布讨论	郑宜钧 范才有 (117)
《 $\text{MoSi-Si}_3\text{N}_4\text{-Al}$ 》双层布线	黄国恩 (118)
片状磷微玻璃扩散源在Si中扩散	楼定占 (118)
减压CVD设备应用的扩充	潘桂忠 (119)
磷在亚微米多晶硅薄膜中的扩散特性	谢世忠 陈天鑫 (119)
非晶硅薄膜的钝化作用	何宇亮 杜家方 沈宗雍 李跃文 (120)
外延用兰宝石衬底抛光的研究	王缨 史月华 章熙康 (121)
反应离子刻蚀(RSE)在微细加工中的应用	严金龙 (121)
多晶硅在 I^2L 电路中的应用	朱小明 (122)
新型磷扩散源——片状磷微晶玻璃	黄德琦 林关涛 薛正镠 陈春仙 (123)
片状磷微晶玻璃扩散源在Si中扩散	楼定占 (123)
砷离子注入硅的研究	卢武星 宋永春 卢殿通 王大椿 吴瑜光 罗 晏 (124)
砷离子注入硅中电学激活性能的研究	卢殿通 宋永春 卢武星 王大椿 罗 晏 (124)
硅电化学掺砷的研究	陈声涛 陈宝琼 劳彩玲 (125)
二氧化硅的等离子体刻蚀	史佩枋 (126)
纯硅烷的再提纯	夏立生 (126)
化学汽相淀积掺砷多晶硅膜初探	夏立生 (127)
克服断铝的一种方法——磷硅玻璃回流	胡永清 (127)
用于ECL电路的高阻多晶硅隔离技术	张承基 骆爱连 (128)
用丝网漏印法在硅片上涂敷黑胶	顾宗祥 (129)
低压硅外延反应室内的温度分布	王英民 李星文 李宝通 (129)
集成电路中的多晶硅器件	白玉鑫 玉百年 沈文正 (130)

二氧化锡薄膜的不等温离子体蚀刻	张华民 叶麦荣 (130)
重掺杂衬底的热氧化规律	郑增钰 程君侠 张国权 (131)
刻蚀铬版时用等离子体控制光刻图形正负性的工艺方法	马元龙 (131)
等离子化学汽相淀积氮化硅设备与工艺	钱福元 郑仰化 王怡德 (132)
硅器件电泳涂漆工艺总结	罗福新 丁成玉 (133)
Nb-约瑟夫森结的制造工艺	杨大炎 刘佑宝 张太峰 刘在琴 杨永坤 (133)
低压化学汽相淀积氧化硅	汪师俊 叶惠珍 孙纪云 于庆红 (134)
低压化学汽相淀积氮化硅薄膜技术及其在MOS大规模集成电路中的应用	吕以金 (134)
多晶硅在集成电路中的应用	白玉鑫 王百年 沈文正 (135)
半导体器件的稳定性可靠性与表面钝化及 SiO_2 , P_2O_5 , SiO_2 低温淀积工艺	丛 众 (135)
反应离子铣及其应用	金维新 孟宪光 尤大伟 胥兴才 (136)
一种新的钝化膜——半绝缘多晶硅(SIPOS)	万家训 (137)
露点法检测腐蚀接触孔的质量	吴德馨 徐秋霞 户焕章 (137)
CVD多晶硅“发乌”现象的研究——表面处理对多晶硅膜表面粒度大小的影响	赵玉玮 柴淑敏 高文方 刘淑珍 (138)
812洗涤剂在场效应管清洗工艺中的应用	祁金亮 (139)
四、工艺监控与测量	
用PDP-11LIS型计算机对VDP测试结进行自动测试和数据处理	郑木财 张 翼 (140)
微电子测试图形在集成电路工艺中的应用	朱华昌 高达源
赵向娅 付定候 李广根 岑乐丁 吕以金 冯国彦 (140)	
激光退火对多晶硅结构和电学特性的影响	王阳元 张国炳 徐 瑶 李宝环 (141)
集成电路工艺中的扫描电镜分析	张 明 刘永宽 刘学如 肖化明 (142)
测定离子注入损伤层和光吸收膜的椭圆偏振光谱法	莫 党 陈树光 叶贤京 林树汉 (142)
一种快速测定MOS系统界面态密度分布的方法	梁国芹 (143)
硼离子注入硅剖面分布的研究	李国辉 张通和 王兴民 (144)
软x射线辐照在 SiO_2 中引入的中性陷阱	郑有料 吴凤美 (145)
注入样品激光退火杂质再分布效应的SIMS测定	邹世昌 柳襄怀 林成鲁 陆东元 阮 刚 (145)
“全息”SIMS	陆东元 (146)
用MOS恒流瞬态谱线研究Si-SiO ₂ 系统中可动离子的能量分布	谭长华 许铭真 李树栋 (146)

中大规模电路芯片剖面结构的显微分析.....	曾庆城 倪 敏 朱向峰 罗庆芳 王水凤 (147)
干法腐蚀过程中腐蚀速率和终点检测(He-Ne激光方式).....	杜元成 王国兴 邹斯洵 周正利 (148)
集成电路工艺模拟程序SUPREM-2的移植及初步检验.....	阮 剡 周正利 (148)
三角波扫描C-V法快速确定少子寿命和表面产生速度的实验技术.....	陈伟秀 石仲斌 (149)
大功耗双列直插外壳结构设计及热阻测试.....	方立明 叶曾达 (149)
硼离子注入硅再扩散的研究.....	王新民 卢志恒 李国辉 张通和 (150)
MOS器件沟道迁移率的测量.....	秦世才 贾香鸾 于本超 王朝英 (151)
可动氢离子引起的MOS结构不稳定性.....	郑有科 吴凤美 江若连 周光能 (151)
用DLTS技术测定和分析半导体器件中的深能级杂质.....	孙勤生 (152)
硅衬底上SiO ₂ 薄膜介质层的击穿特性研究.....	王为林 何德湛 翁建华 许 康 (153)
用光导仪测量热生长SiO ₂ 中的陷阱.....	王为林 (153)
栅氧化工艺监控中“MOS-O”结构的C-V特性.....	何德湛 (154)
脉冲C-T法及其在MOS工艺监控中的一些应用.....	何德湛 (154)
从MOS非稳态I-V特性测量硅体陷阱参数.....	吴凤美 (155)
砷注入硅的射程分布的测量与计算.....	戴仁之 邹世昌 (155)
场控P-N结击穿特性.....	刘玉书 (157)
气泡法显示针孔的原理及应用.....	童清云 杨文勇 张 兵 邝 野 (158)
适用于工艺流程中检测透明介质薄膜质量的椭圆偏振光测试法.....	王守武 金才政 刘 璐 (159)
硅片上磷硅玻璃薄膜中高磷的分析.....	高金玺 (159)
半导体器件的两维计算机模拟有限元法.....	谈根林 梁民基 武云健 (160)
一个面向集成电路的分析程序ADIC-1.....	谈根林 马玉良 梁建湘
刘燕军 刘凤先 汤 平 刘秀芝 (160)	
利用计算机进行范德堡自动测试和数据处理以检验半导体掺杂工艺的均匀性 和重复性.....	曾文通 郑木财 刘玉书 (161)

第三部分 半导体专用设备

TDR-60型大直径直拉硅单晶炉(样机)的研制.....	朱黎辉 石观雨 (163)
电子束投影曝光装置研制的新进展.....	张祥龄 (164)
光刻设备中自动对准技术的研究.....	阮 玉 白驹衍 游立德 邵 娟 (164)
投影光束微细加工技术的研究.....	赵立人 (165)
LK-1离子束刻蚀机.....	1448所离子束刻蚀组 (165)
超 高纯氢的获得与制取设备.....	李治昌 (166)

关于扩散炉温度控制精度和长期稳定性研究.....	施广大 范宝山 (167)
离子成象注入机的研究.....	
张立宝 马祥彬 陈春华 李金荣 王 纯 凌仲珪 孙宝银 (167)	
国内外光刻机研制状况.....	徐鑫培 沈建森 (168)
激光干涉仪在精缩机中的应用.....	凌天仁 (169)
氮气终端化装置的研制.....	吴彦敏 于广洲 闵仁福 周继芝 (169)

第一部分 硅 材 料

一、硅单晶质量

提高大规模集成电路用N型硅单晶质量的研究

王大平

(有色金属研究总院)

由于硅单晶中漩涡缺陷和径向电阻率不均匀会直接影响集成电路的成品率,因此消除漩涡缺陷和改善均匀性成为硅材料研究的重要课题。本文在调研国内外情报的基础上认为:在CZ单晶中回熔是产生漩涡缺陷的重要条件,而回熔是由微观生长速度波动引起的。我们采用增大固液界面过冷度和晶体冷却速度以及减弱熔体中的热对流的方法来消除漩涡缺陷。为改善径向电阻率均匀性,采用了较凹的生长界面以消除小平面对应,并配合适当的热处理方法来消除原生单晶中的氧施主效应。实验是在TDK-36AZ炉上进行的。采用减压拉晶工艺,氩气流量为5升/分,炉内真空保持在15托左右。使用 $\phi 114$ 毫米石英坩埚。装料800克,拉制 $\phi 35\sim 40$ 毫米单晶。用两套热场作对比,测试了热场静态温度分布,并进行了各种拉晶参数实验和坩埚形状对比实验。初步结论是:(1)快拉速和快晶转可增大固液界面过冷度以减少回熔,是消除漩涡缺陷的重要条件;(2)使用平底坩埚可减弱熔体中的热对流,有利于消除漩涡缺陷;(3)采用纵向温度梯度大的矮罩热场拉晶增大了晶体的冷却速度,使B缺陷来不及长大崩塌成为A缺陷;(4)N型 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 单晶的无漩涡率大于75%;(5)用热处理方法消除氧施主效应后,N型单晶的径向电阻率不均匀率 $\leq 12\%$,其中70%的单晶 $\leq 10\%$;(6)在我们的拉晶条件下A漩涡的出现与碳含量之间没有明显的对应关系。

参加本工作的还有刘玉华,杨锦霞,王晔来和翟福义等检测组同志

区熔硅单晶在高压电镜中的加热动态观察

巴群汝

(有色金属研究总院)

氧碳含量低($[O]$ 、 $[C] < 10^{16}$ 厘米 $^{-3}$)的区熔硅单晶在热处理过程中容易发生翘曲。

为了弄清翘曲的原因,我们将低氧、低碳的真空区熔单晶和氩气区熔单晶制成电镜试样,在JEM-1000型超高压透射电镜中作了加热动态观察,并与直拉单晶的加热动态观察作了比较。此外,在普通拉力实验机上进行了氩气保护的高温拉伸试验。

从高压电镜原位加热观察可以看到,低氧、低碳的真空区熔单晶、氩气区熔单晶,在以较快速度加热时,容易产生滑移位错。在观察的区域,由于热应力较大,产生位错的现象比较明显,有时还观察到位错滑移所留下的滑移线。例如氩气区熔单晶Ar-81.3以 $45 \pm 5^\circ\text{C}/\text{分}$ 的速度加热到 680°C 时出现了三组互成 60° 角的位错。根据迹线分析和象消失条件,确定它们是躺在三组(111)向上、沿 $[\bar{1}10]$ 方向排列的刃型位错,位错的柏氏矢量为 $b = \frac{a}{2}[\bar{1}10]$ 型。

又如真空区熔单晶VF80-9-5快速加热到 600°C 时出现位错线和滑移线。根据迹线分析求出与滑移线对应的滑移面均为(111)型。在原位观察过程中不断出现新的位错线,并有一部分位错线消失。

高氧含量($[\text{O}] \geq 1 \times 10^{18} \text{厘米}^{-3}$)的直拉单晶,在相同电镜加热条件下原位观察,没有发现变化,直到 800°C 左右发生氧化,无位错滑移现象。

我们认为,直拉单晶比区熔单晶更能经受热应力的考验,不容易发生范性形变。在 850°C 于普通拉力实验机上进行的氩气保护的高温拉伸中发现,直拉单晶有明显的屈服现象,而真空区熔单晶的屈服现象不明显。这可能与氧碳杂质原子的对位错的钉扎有关;也可以用来说明电镜中的加热动态观察。

直拉硅单晶微缺陷组态的观察

麦振洪 崔树范

(中国科学院物理研究所)

林汝金

(中国科学院半导体研究所)

对沿 $[100]$ 和 $[111]$ 方向生长的直拉硅单晶进行了X射线形貌术,择优腐蚀以及电镜观察。观察到两种类型不同的微缺陷。同时,首次用X射线形貌术直接观察到直拉硅单晶的原生微缺陷。

(一)两种不同类型的微缺陷

对 $[100]$ 和 $[111]$ 方向生长的微缺陷观察到两种尺度,类别不同的微缺陷。较大的缺陷一般分布在中部、密度较小;而尺度较小的缺陷分布在周边。其横截面貌相对 $[100]$ 生长的晶体呈园环状或云雾状,而对 $[111]$ 生长的晶体呈园环状。X射线形貌图和择优腐蚀法表明它们呈微粒状。它们的组态和分布与文献报导的A、B团极为相似。X射线截面形貌图揭示,两者具有不同的缺陷性质。进一步的实验正在进行。

对沿 $[111]$ 方向生长的单晶,我们还观察到一种特殊的六角形缺陷,它们在 $[111]$ 面呈六边形,在 $[112]$ 面主要衍衬沿 $[\bar{1}10]$ 方向,有些缺陷在另两组 $[\bar{1}10]$ 方向有弱衍衬,形成“雪

花”状缺陷，这些缺陷组合成缺陷条纹。

完整的晶体用X射线形貌术、择优腐蚀、氧化等方法均观察不到微缺陷。

(二)生长条件对微缺陷的影响

对一个晶体在生长过程中坩埚突然打转，其他条件保持不变，可看到由于坩埚打转，温度变化，强迫对流减弱，缺陷条纹由凸变平。可以清楚地看到三部分缺陷：上中部缺陷条纹成凸形，缺陷尺度较大，能为X射线形貌术和择优腐蚀所显示；上部边缘为尺度小的缺陷，择优腐蚀不能显示；下部缺陷条纹变平，能被腐蚀显示。正电子湮灭实验表明，这三部分空位浓度不一样。从形貌图还可以清楚地看到生长界面突变，可计算出临界半径。

(三)原生缺陷的X射线形貌术直接观察

硅单晶中微缺陷应力场很小，一般采用缀饰法、择优腐蚀法或电镜等方法观察，这些方法的一个共同缺点是样品要经过处理，很难反映体状态的原生微缺陷情况。我们用厚样品首次直接拍摄到原生缺陷的X射线投影和截面形貌图，揭示了它们的组态，其结果与缀铜样品一致。虽然，目前分辨率还比较低，但它却反映了晶体原生缺陷，可望为硅单晶原生微缺陷的观察提供一种崭新的方法。

P型直拉硅单晶中漩涡缺陷生成的研究

万群 秦福

(冶金工业部有色金属研究总院)

本文研究了P型直拉硅单晶漩涡缺陷生成与氧碳含量和工艺条件等的关系，並在此基础上探讨了影响漩涡缺陷生成的主要因素。拉制单晶的直径为40~50mm，晶向为 $\langle 111 \rangle$ 和 $\langle 100 \rangle$ 。试验结果表明， $[\text{O}_2] = (0.5 - 1.7) \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ ， $[\text{C}] = (0.1 - 1.9) \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 范围内，氧碳含量对漩涡缺陷生成无明显影响。晶体的纵剖面分析表明，漩涡缺陷多出现在放肩部位，而且从轴向附近开始，又在轴向附近逐渐消失。在工艺条件中对漩涡缺陷生成影响最明显的因素是拉速，在本试验条件下，当拉速提高到1.7~2.0mm/分时，漩涡缺陷能够很好地得到控制。还研究了偏心8mm拉晶时，回熔对漩涡缺陷生成的影响。发现在该条件下，回熔发生比较严重，但当采用较快的拉速时，同样可以获得无漩涡缺陷单晶。因此可以认为晶体冷却速度是影响漩涡缺陷生成的决定因素。

热处理对硅单晶电学性能的影响

刘倩如 李艳荣 高敬媛 李丽华

(锦州无线电器材厂)

本文研究了氧在硅晶体中的分布、组态以及氧对硅单晶电学性能的影响，并对其机理进

行讨论。

本工作对不同电阻率范围的N型 $\langle 111 \rangle$ 、 $\langle 100 \rangle$ 硅单晶进行了450℃~1250℃热处理。结果表明：在450℃、950℃、1218℃下分别产生三种类型的氧施主，认为这三种氧施主可能是 SiO_4^+ 、 SiO_2 和 O^{++} 。这几种施主导致N型硅单晶电阻率下降，当升温接近这几个温度值时，随着温度的升高，施主产生速率增大。当温度分别高于450℃、950℃、1218℃时，施主逐渐解体；进行了1000℃热处理实验，电阻率变化率随电阻率值的升高呈线性变化。进行600~800℃下的热处理，晶体径向电阻率不均匀度明显下降；450℃热处理时，由于生成 SiO_4^+ 对具有高复合中心的金属杂质起屏蔽作用，使寿命测试值增加。当高于450℃时，电活泼氧逐渐消失，屏蔽作用也随之消失，因而寿命不断下降；温度升至1090℃时，寿命值趋于零；1250℃热处理时，红外吸收峰升高，但仍未恢复到原始峰值，这可能是由于硅晶体中一部分自由填隙氧 O^{++} 又恢复到两个硅原子间束缚位置，而另一部分氧则以间隙型存在，使红外透过率下降，若使红外吸收峰恢复到原始峰值，至少要加热到1300℃以上。

870℃硅中氧沉积的红外吸收观测

李光平 张兆英 朱玉霄

(1446所)

含氧硅晶体经一定温度热处理，可以产生硅氧沉积物。它对材料的稳定性和器件的质量都有很大影响。本文采用室温和78°K下的红外吸收测量法，研究870℃下热处理硅中氧沉积的形成。

文中对各种氧，碳含量的P型和N型直拉硅单晶片进行了一系列热处理实验。给出了室温和78°K下，红外吸收测量峰值吸收系数随热处理时间的变化曲线。实验证实，870℃热处理硅中间隙氧吸收峰的连续下降和由此而出现的硅氧沉积吸收带明显增加。发现，即使经相当长时间（甚至长达66小时）热处理的样品，其电阻率和电导型号均无变化。通过78°K和室温红外线测量，若扣除了叠加在氧峰上的二氧化硅吸收值时，两种温度下测得的氧吸收系数仍有确定的比值为2.0。这和以前在原生晶体上测得的数据一致。

基于本实验数据，得出硅氧沉积物的产生随热处理时间的增加而增加，与硅中氧含量有密切关系，也与碳含量有关。似乎氧含量 $\approx 1 \times 10^{18}/\text{cm}^3$ 和碳含量 $\approx 5 \times 10^{16}/\text{cm}^3$ 是决定硅氧沉积产生的临界值，超过此值，氧、碳含量略有增加则可引起相当数量硅氧沉积物产生。根据间隙氧原子的变化全部形成了硅氧沉积物的事实，文中提出用红外吸收法估测热处理硅氧沉积数的可能性。

直拉硅单晶碳沾污的研究

梁骏吾 黄大定 汪光川

尹恩华 杨雪珍 王承运

(中国科学院半导体研究所)

为了提高硅单晶质量,必需降低有害杂质碳对直拉单晶的沾污。为了研究直拉硅单晶碳沾污机理,我们用气相色谱法定量分析了:(1)石英和石墨反应的生成物-CO蒸汽压 P_{CO} ;(2)拉晶条件下,石英坩埚和石墨托之间反应的 P_{CO} ;(3)拉晶过程中,从熔硅到拉晶各个阶段的 P_{CO} 。

各温度下测得在不同载气Ar流速下的 P_{CO} ,然后外推至零流速下的 P^0_{CO} 数值,由此求得了1512°K-1660°K范围内 SiO_2 -C反应产生的CO平衡蒸汽压 P^0_{CO} 。所得结果可用下式代表:

$$\lg P^0_{CO}(\text{托}) = 17.615 - 2.727 \times 10^4/T \quad (1512^\circ K < T < 1660^\circ K)$$

将此结果与其它现有的热力学数据进行分析 and 比较,可以推出在此温度范围内, SiO_2 -C系的主要反应是: $C + SiO_2 \longrightarrow SiO + CO$ (1)。但如果继续升高温度则趋于反应: $3C + SiO_2 \longrightarrow SiC + 3CO$ (2)。反应速度也相应迅速上升。

模拟拉晶工艺,在工艺温度($1696^\circ K \leq T \leq 2000^\circ K$)范围内测量了CO生成量,按反应(1)计算的石英坩埚损耗量与实测的石英坩埚损耗量进行比较,二者在数量级范围内相符合。

用钼片隔开石墨托与石英坩埚,发现在拉晶过程中 P_{CO} 减少了2-3倍,单晶头部50%以上碳含量降到 $1 \times 10^{18}/\text{Cm}^3$ 以下。

进入熔硅的CO量与氩气气流图以及氩气流量有密切关系,系取合适的氩气气流图可以减少 SiO_2 -C反应产生的CO和熔硅的接触,从而减少碳的沾污。本工作设计了炉内气体导向装置,拉制的单晶锭条头部碳含量降至红外测量灵敏度以下($< 1 \times 10^{18}/\text{Cm}^3$)。

从提供研制N沟-18KRAM集成电路的四十几根单晶质量检验结果统计,凡适合于电路工艺要求,体缺陷(主要是体层错)密度较低的单晶,其碳含量也较低。在采取防止工艺过程中碳沾污的适当措施后,原材料中的碳的影响就显得重要了。

综上所述,碳是影响直拉单晶质量的有害杂质之一,石英坩埚与石墨的热化学反应是直拉硅单晶中碳沾污的主要来源,在防止工艺过程中CO沾污的同时,还要注意降低多晶硅中的碳含量。

硅中氧化层错的成核与生长

鲍希茂 嵇福权 黄信氏

(南京大学物理系)

把硅中氧化层错分为成核和生长的两个阶段来研究。

一. 成核实验: 采用高氧含量的直拉硅单晶和低氧含量的真空区熔硅单晶, 作氧或硼离子注入, 经热氧化和氮气退火等热处理, 研究了氧化层错成核条件: 要具备成核中心, 如缺陷、损伤和污沾等; 氧的存在是成核必备条件; 成核温度要高于900℃。

二. 氧化层错生长驱动力: 氧化层错成核后只要能向它提供硅间隙原子, 它就能不断生长。

1. 热氧化中Si-SiO₂界面硅不完全氧化产生过剩硅间隙原子, 驱动氧化层错生长。

2. 高含氧量的硅退火时氧沉淀氧化物排挤硅晶格产生过剩硅间隙原子, 驱动氧化层错生长。

3. 氧化与硼扩散同时进行氧化层错生长加快。硼是以推填子式扩散, 硼的扩散可以促进过剩硅间隙原子扩散, 加快了氧化层错的生长。

4. 低氧真空区熔单晶(氧含量 $2 \times 10^{16} \text{cm}^{-3}$) 用热氧化使氧化层错成核, 然后在纯氮中退火, 发现氧化层错能迅速生长, 其生长速度可超过湿氧氧化时的生长速度。这种驱动力可能来源之一是, 旋涡缺陷(非本征全位错环)向氧化层错(非本征不全位错)提供硅间隙原子。

基于上述对氧化层错成核与生长的认识, 可以认为, 在器件工艺过程中控制氧化层错的方法不应当是单一的, 而是应当从防止成核和阻止生长两方面的各个环节加以控制, 如, 消除成核中心, 避开成核条件, 不提供生长驱动力等。

多晶硅激光退火的研究

邹世昌 林成鲁 倪如山

(中国科学院上海冶金所)

王济身 徐静芳 陈建武

(上海华东师范大学)

本文报告了利用激光退火改善多晶硅材料结构和电学性能的实验结果, 探索应用于器件上的可能性。

在单晶硅衬底上热生长约1500埃的氧化膜, 用低压化学汽相沉积0.5微米左右的多晶硅, 随后分别以热扩散与离子注入技术掺入硼、磷、砷。用不同波长和不同类型激光对多晶硅薄膜进行退火, 并与热退火作了比较。不同退火条件的多晶硅的电学性能测量结果表明, 只要选择恰当的退火条件, 激光退火后多晶硅的薄层电阻均比相同样品在热退火后的薄层电阻要降低一倍至数倍, 载流子浓度与迁移率也有相应的变化。多晶硅的晶粒度用透射电子显微镜观察分析, 退火前多晶硅晶粒直径只有几百埃, 热退火只能使晶粒稍微增大, 而激光退火能使晶粒明显增大, 选择恰当条件, 能使晶粒增大到直径为几个微米, 甚至更大。我们还利用了背散射技术分析了多晶硅注砷样品在退火前以及不同温度热退火、不同条件激光退火后砷分布的变化。原始注入砷为高斯型分布, 在高于900℃的温度下退火半小时, 杂质砷分布明显拉平。与热退火比较, 随着激光功率密度的增大, 杂质分布从基本上保持高斯分布, 到杂质平均分布, 然而激光退火后砷的浓度均比1000℃下热退火半小时后的浓度要高。

本文对上述结果进行了分析与讨论。