

16858

中国电子学会

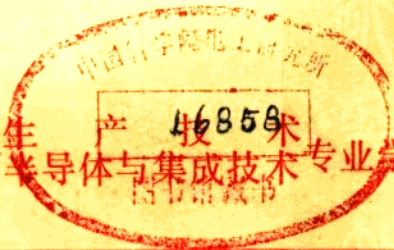


# 第四届

全国电子束离子束光子束学术年会

# 论文集

(摘要)



中国电子学会 <sup>生</sup>产 <sup>46858</sup> 半导体与集成技术专业学会编

1986.11 石家庄

# 特 邀 报 告

特—1

## 中国亚微米集成电路研究工作展望

航天工业部 黄 激

亚微米集成电路研究工作可分两类。一类是已有明确的应用效果的，一类是探讨性的。这两类工作的特点及技术途径都不相同。本文对两类工作进行比较，着重介绍第一类的工作。

亚微米集成电路研究工作的目标也有两个不同的方向。一个目标以增加集成度降低成本为主，另一个目标以改进性能为主。本文对这两个不同的目标也进行对比，着重介绍后一个目标的工作。

针对已有明确应用效果及以改进性能为主要目标的亚微米集成电路研究工作，本文将展望以下课题：

- (一) 器件模型及模拟
- (二) 集成电路的设计及模拟
- (三) 亚微米集成电路工艺技术
- (四) 亚微米集成电路的性能改进
- (五) 亚微米工艺专用设备的研究
- (六) 亚微米集成电路的材料研究

特—2

## 离子束科学技术的新进展

上海冶金所离子束开放实验室 邹世昌

1986年离子束材料改性与离子注入技术国际学术会议分别于今年7月在意大利卡塔尼亚及8月在美国加州布克莱举行。会议反映了二年来离子束科学技术领域的发展与新的成就。主要包括：

一、半导体方面：高能离子注入形成埋层及控制阈值电压；低能离子注入结合快速热退火形成浅结；高剂量注入形成埋层；无掩膜微离子束注入；杂质对硅化物形成过程的影响等。

二、非半导体方面：金属离子注入改善耐磨及抗腐蚀性能；非金属材料（陶瓷，玻璃，聚合物）的离子注入，离子束增加沉积等。

三、基础研究：射程分布；注入损伤及其消除；离子束混合；非稳定相的形成等。

四、技术装备：微波离子源；高压（M.e.v.）离子注入机；高生产效率离子注入机；快速热退火装置等。

特—3

## 束技术创造了多种微结构

电子工业部13研究所 邓先灿

随着超高真空技术、超精密加工技术和自动化测量和监控技术的进步，分子束、离子束、电子束和光子束技术都有了很大的发展。本文将讨论束技术中的某些理论模型、结构规律和问题，叙述应用束技术创造的一些微结构新材料、新器件、新元件和新集成电路（光）路，它们的特性和应用，以及怎样促进材料科学、微电子学和光电子学的发展。

特—4

## 光束技术在微加工中的地位

电子工业部45所 冯银宝

光束技术在集成电路发展中一直起着重要的作用，但伴随着集成电路技术的高度发展，对微细加工要求越来越高的今天，光束技术能否适应这一要求呢？本文将讨论光束技术的发展，光束技术的特点以及它在微细加工技术中的地位和当前集成电路技术发展的重要作用，并予测光束技术的发展前景。

特—5

## 离子束技术的主要发展趋势

长沙半导体设备研究所 杨洪普

本文详细地介绍了国外离子束技术主要的发展趋势，介绍了我所（长沙半导体设备研究所）在离子束技术上最新的研究进展，提出了在发展我国离子束技术上应注意的问题。

特—6

## 离子注入制备SOI结构和能束形成金属硅化物的研究进展

北京师范大学低能核物理研究所 王忠烈

离子注入 $O^+$  ( $N^+$ ) 已经发展成为制备SOI器件的重要方法。本文讨论了高剂量离子注入形成SOI结构材料的特性，并比较了 $O^+$ 和 $N^+$ 注入形成绝缘层的特点。

利用能束,即离子束及快速热退火形成金属硅化物是大规模和超大规模集成电路的关键技术。本文详细研究和评述了 $A_s^+$ 和惰性气体离子形成金属硅化物的相结构和电子性质及二者之间的关系,本文比较了金属硅化物的快速退火和常规热退火的特性。

特—7

## 要重视集成电路专用设备的国产化

中国科学院电工所 那兆凤

近二年来,国外专用设备发展很快,光学光刻设备进入了亚微米、聚焦离子束和电子束曝光设备进入了亚微米和毫微米,进口的电子束机对器件生产研制将起有益作用,七五规划和发展全国电子工业基地规划均已制订,在开放和引进的现实下,专用设备的研制和生产面临着要提高性能指标和竞争能力问题。国外很难将一流先进设备售于我国,从长计议还应重视专用设备的国产化问题。同行间更应加强横向联系,为发展我国电子工业作出贡献。

特—8

## 微区薄层加工的一些问题

中国科学院微电子中心 马俊如

集成技术所研究探讨的问题主要是器件和电路的设计、微区薄层结构及加工技术。今天探讨的内容已进入亚微米的领域。就加工技术而言,其中以微图形的形成、纵向掺杂和薄层材料生长技术的研究与开发最引人注目。

本文将着重介绍我们在下列几方面所开展的工作

关于微图形光刻方法,提高图形转换精度以及一种刻蚀模型。

掺杂技术将介绍利用一种离子源获得多种离子注入的反冲技术、电子束掺杂技术。

薄层材料生长方面讨论了用离子注入形成难溶金属硅化物的新方法以及硅化物氧化过程中的有关问题。

特—9

## 第五届国际离子束材料改性会议浅析

山东大学物理系 王克明

1986年6月9日—13日在意大利卡塔尼亚召开了第五届国际离子束材料改性会议,简称IBMM86,会议主要涉及的内容有:

- (1) 能量淀积, 射程等
- (2) 离子注入半导体
- (3) 离子注入金属
- (4) 离子束非晶化
- (5) 离子束混合
- (6) 离子注入绝缘体
- (7) 反应离子刻蚀和离子束淀积

这次会议交流了各国在上述领域中的最新成果, 并指出了今后的方向。

# 目 录

## A (离子束设备)

- |      |                         |                                |
|------|-------------------------|--------------------------------|
| A-1  | 高能量、高分辨率全离子注入机的主要部件     | 梁亦桴 ( 1 )                      |
| A-2  | ZLZ-200型中束流离子注入机        | 张福慧 刘友光 杨自农 姚长生 ( 2 )          |
| A-3  | 与偏转电源共板的扫描电源            | 杨自农 ( 4 )                      |
| A-4  | 180kv高稳定直流电源            | 顾尚劲 朱秀中 冬晓平 傅增祐 ( 6 )          |
| A-5  | 中束流离子注入机用伯纳斯型离子源        | 姚长生 ( 8 )                      |
| A-6  | 电压比可调的双隙离子源引出——加速系统     | 郁庆长 陈鉴璞 ( 10 )                 |
| A-7  | 关于离子源供气气压稳定性的探讨         | 吴日光 ( 12 )                     |
| A-8  | 测量离子束流特性的几种装置           | 许文武 邓燕平 孙耀霖 傅新业 ( 15 )         |
| A-9  | 亚微米离子枪                  | 王克礼 田嘉禾 张化一 陈 同 高 杰 ( 16 )     |
| A-10 | 聚焦离子枪                   | 王克礼 张化一 渠志灿 杨兆燕 ( 18 )         |
| A-11 | 一台分辨率达到亚微米的扫描离子显微镜      | 张化一 刘 杰 刘小平 王克礼 ( 20 )         |
| A-12 | 一种新型的PIXE靶室             | 吕鸿才 朱 斑 夏 维 秦联华 阎忻水 陶 昆 ( 22 ) |
| A-13 | 加减速引出系统的一些实验结果          | 刘经之 ( 24 )                     |
| A-14 | 袖珍永磁交叉场分析器              | 于金祥 刘经之 宋执中 ( 26 )             |
| A-15 | 永磁双等离子体源                | 于金祥 宋执中 李认兴 ( 28 )             |
| A-16 | 宽能量离子束及其透镜系统            | 郭铸九 ( 29 )                     |
| A-17 | 高离子比强流Freeman离子源        | 林治洲 吴建华 王 戈 ( 31 )             |
| A-18 | 3 cm插件式考夫曼离子枪及其应用       | 尤大伟 田 丰 ( 32 )                 |
| A-19 | EXB宽离子束分析器              | 况园珠 沈国卿 杨松涛 ( 34 )             |
| A-20 | 反应溅射型高频固体元素离子源          | 程世昌 付德君 张 辉 ( 36 )             |
| A-21 | 一种离子束微冶金学研究用高低温靶        | 范湘军 郭怀喜 王叔琪 余全华 ( 38 )         |
| A-22 | 伯纳斯离子源束流的提高             | 吴玉珍 ( 40 )                     |
| A-23 | 长寿命、稳高定度液态金属离子源         | 王亦曼 张贻英 郑经祥 ( 41 )             |
| A-24 | 减速系统的研究和实验结果            | 张朝明 张荟星 张孝吉 ( 42 )             |
| A-25 | 400kev重离子注入机的改进         | 王文勋 陈如意 阙希文 张孝吉 ( 45 )         |
| A-26 | 用于无掩模离子注入的多元共晶合金液态金属离子源 | 何喜冠 黄煊实 尹秋琴 朱一心 杨建生 ( 46 )     |
| A-27 | 双束潘宁离子源                 | 颜亨迪 ( 48 )                     |
| A-28 | 60万伏重离子注入机高压端装置         |                                |

- 桑和康 唐金凤 周志明 桩建敏 李 钧 陈行尧 ( 51 )
- A-29 钛电极—95%氧化铝陶瓷环封加速管的性能测试和运行  
田永青 张乐平 赵维忠 蒋新元 ( 53 )
- A-30 820重离子源的应用与完善 耿海阳 杜建敏 倪振元 关安民 ( 55 )
- A-31 差别抽气法在束流引出系统中的应用  
孙义林 关安民 倪振元 耿海阳 ( 57 )
- A-32 600keV研究用重离子注入机 蒋新元 关安民 ( 59 )
- A-33 六十万伏重离子注入机束流监测控制系统  
陈行尧 倪振元 桑和康 徐文炯 ( 62 )
- A-34 HDS离子源电源 阎秀英 ( 64 )
- A-35 一种弧放电离子源 白桂彬 ( 66 )
- A-36 指数式离子剂量计数显示器 于万生 侯金虎 ( 68 )
- A-37 金属离子注入技术及T51200/zk型金属离子注入机介绍 梁应芳 ( 71 )
- A-38 WKS-600注入和分析两用机离子光学物理设计 彭友贵 王叔琪 ( 73 )
- B ( 离子束应用 )
- B-1 氮离子注入人工关节的临床应用 张效忠 刘剑强 郭兴唐 ( 75 )
- B-2 离子在非晶固体中射程和损伤分布的计算机模拟 李文治 ( 77 )
- B-3 Ti-Al Fe-Al离子束混合作用的相形成  
程国安 潘金生 柳百新 刘 淳 ( 78 )
- B-4 氮离子注入的新应用——无“鸟嘴”工艺 李维中 王 勇 林玉凤 ( 81 )
- B-5 离子注入对光刻胶的影响  
林玉凤 李维中 王 勇 周育诚 马树兰 ( 84 )
- B-6 有关氮离子注入硅中形成实用SOI结构的几个工艺技术问题  
李维中 张继盛 林玉凤 王 勇 杨景铭 罗宜恒 ( 87 )
- B-7 AS<sup>+</sup>注入Ti/Si所产生的混合效应  
张敬平 殷士瑞 吴春武 林惠旺 叶 敏 钱佩信 ( 89 )
- B-8 低能离子注入红外瞬态退火高浓度浅结特性研究 ( I ) —BF<sub>2</sub><sup>+</sup>注入  
P<sup>+</sup>-N浅结 钱佩信 徐 立 聂春雷 王海涵 赵 远 ( 91 )
- B-9 用Rutherford背散射构造分析技术和X射线方法研究硅中注氮及表面  
硅层的再结晶 朱 班 夏 维 秦联华 吕鸿才  
阎忻水 刘家瑞 杨 峰 殷士瑞 ( 94 )
- B-10 离子束混合与金属玻璃的形成能力  
柳百新 李 健 黄立基 马 恩 ( 96 )
- B-11 计算离子束在固体中射程的SARIS程序 虞福春 徐小慧 ( 98 )
- B-12 砷离子束感生硅化铂与硅的接触特性  
刘伊犁 王忠烈 胡仁元 杨福佳 ( 10 )
- B-13 单元素靶溅射角分布OVER-COSINE形状的机制研究

- 郑里平 王震遐 陶振兰 陶良 钟毅 (101)
- B-14 用光电容法研究Er离子注入ZnSe中的深能级 田华 范希武 (103)
- B-15  $\text{Eu}^{2+}$ 在氟化钙晶体中的发光 蔡举新 李仪 郝志然 (104)
- B-16 动态反冲混合制备氮化钛膜 田丰 尤大伟 沈国卿 (106)
- B-17 镱离子注入硅单晶中的电激活性能和剩余缺陷  
卢殿通 卢武星 苏颖 (108)
- B-18 宽带化合物半导体发光材料的离子注入  
林振金 杨锡震 吴柳 喀蔚波 王世润 刘玉梁 (111)
- B-19 无质量分析低能离子束沉积形成的a-c膜 张辉 程世昌 (112)
- B-20 低能氢离子束对多晶硅太阳电池的纯化作用  
徐在贵 杨业智 夏白桦 (114)
- B-21 用离子束辅助沉积 (IVD) 的方法设备Ag/Si薄膜的研究  
潘显政 何新明 潘锋 叶明生 (115)
- B-22 Fe/石英的离子束着色研究 柳襄怀 方芳 郑志宏 王纓 (117)
- B-23 离子束技术在非晶态半导体研究中的应用 柳襄怀 (119)
- B-24 注入 $\text{P}^+$ 和 $\text{Si}^+$ 对硅中缺陷影响的X射线研究 阎宁新 徐景阳 许顺生 (121)
- B-25 离子在多元化合物靶中的射程公式 陈国梁 任琮欣 (123)
- B-26 高能硫离子注入GaAs的行为研究  
关安民 夏冠群 杨悦非 耿海阳 李钧 王渭源 (126)
- B-27 Si, Be双层离子注入工艺及在GaAs PB-MESFET中的应用  
李晓明 忻尚衡 史常忻 (128)
- B-28 离子注入调整MOS电路阈值电压的计算机模拟  
张廷庆 刘家璐 王方 卫晓妮 魏万利 (13)
- B-29 砷注入硅的电激活浓度的理论描述 卢志恒 (131)
- B-30 半导体化合物靶中射程参数的分子轨道法处理 王德宁 王渭源 (133)
- B-31 红外探测器钝化膜中氢的浓度分布  
刘世杰 谢葆珍 吴越 吴佩莲 李春英 耿晓敏 (136)
- B-32 用质子弹性散射法对氮化钛薄膜的分析  
章其初 高文玉 刘家瑞 邹定国 王福贞 (138)
- B-33 温度对 $\text{Ar}^+$ 诱导Au-Si界面原子混合的影响  
刘家瑞 章其初 周俊思 李玉璞 陈坚 (141)
- B-34 C离子的弹性反冲法分析固体中H的深度分布  
李大万 刘家瑞 朱沛然 封爱国 (142)
- B-35 层状材料中离子注入的计算机模拟 崔福斋 郑里平 (145)
- B-36 用离子注入制造微波功率GaAs FET 罗海云 (147)
- B-37 用核反应技术测定 $^{19}\text{F}^+$ 离子注入 $\text{P}_{0.1-x}\text{S}_{0.9+x}\text{T}$ 和Si中氟的深度分布  
夏日源 谭春雨 胡燮荣 陈立信 王宜华 郑宗爽 章其初 刘家瑞 (149)



- B-38 溴离子在多元靶—玻璃中的射程分布  
王克明 王富华 谭春雨 刘吉田 刘希举 时伯荣 (151)
- B-39 在高耐压CMOS模拟开关电路中高性能P阱及高击穿MOS器件的研究  
赵元富 贾淑文 黄 敏 (152)
- B-40 用于改善超高速CMOS (CMOS/SOS) A/D转换器失调电压的离子注入均匀性技术  
王 方 武 平 郭进良 黄 敏 (155)
- B-41 用两次离子注入优化短沟MOSFET特性  
李荫波 王庆丰 (156)
- B-42 CMOS/SOS的全离子注入工艺  
石涌泉 孙纪芸 张秀珍 (157)
- B-43 自对准LDD CMOS电路的刻蚀及离子注入技术  
王 方 李荫波 赵元富 刘 杰 (159)
- B-44 硅中硼离子注入分布的新模型及其计算机模拟  
张伯旭 吴金平 邓先灿 (160)
- B-45 液氮温度离子束混合AlSi合金的超导电性  
郝小星 冉启泽 刘家瑞 管惟炎 (162)
- C (退火)
- C-1 红外瞬态退火对样品性能的影响 候东彦 白 勇 陈必贤 钱佩信 (163)
- C-2 As通过SiO<sub>2</sub>注入和热瞬态退火形成浅结的研究  
张通和 罗 晏 吴瑜光 王文勋 (165)
- C-3 快速热退火设备及工艺的实验研究  
贺令渝 张通和 阎凤章 李国辉 (167)
- C-4 硅中离子注入层的钨灯辐照RTA退火 范永平 罗晋生 邹望杰 (170)
- C-5 硅片中氧化层错的CO<sub>2</sub>激光自动选择退火  
丁乐礼 于 玲 付汝廉 开桂云 (172)
- C-6 离子注入硅红外扫描快速退火 曹家驹 罗益民 (174)
- C-7 Cr-SiO<sub>2</sub>薄膜淀积与激光退火 潘家齐 马 龙 高向岭 (175)
- C-8 P<sup>+</sup>、P<sub>2</sub><sup>+</sup>注入硅快速热退火时的扩散研究 方子韦 林成鲁 邹世昌 (177)
- C-9 BF<sub>2</sub><sup>+</sup>注入单晶硅与多晶硅的快速热退火研究  
林成鲁 方子韦 陈莉芝 邹世昌 (179)
- C-10 Al-Si接触的离子束混合和快速热退火研究 方 芳 陈莉芝 (181)
- C-11 As<sup>+</sup>注入SOI的快速热退火研究 林成鲁 邹世昌 (184)
- C-12 砷在铁—硅化物形成过程中的再分布  
於 宁 周祖尧 周 伟 邹世昌 朱德彩 (186)
- C-13 注硅InP的封装与无封装热退火 江若珪 夏 鑫 郑有焯 (188)
- C-14 Si离子注入GaAs的红外辐照退火 忻尚衡 史常怀 李晓明 陈 茵 (189)
- C-15 BF<sub>2</sub><sup>+</sup>注入单晶硅的退火行为 李金华 (191)
- C-16 离子注入增强退火效应改善光电二极管电学性能  
朱锦良 程东方 王 良 蔡仁康 (193)

- C-17 离子注入硅的电子束退火研究 孙慧龄 王培大 李秀琼 林 达 (195)
- C-18 用 $As^+$ 束混合Ti/Si和红外瞬态退火制备浅PN结及其欧姆接触  
叶 敏 林惠旺 钱佩信 费圭甫 侯东彦 张敬平 殷士瑞 (197)
- C-19 以高频感应热石墨条为红外辐射源的SOI再结晶研究  
卢正浩 钱佩信 贾英敏 陈金龙 张宗铭 (199)
- C-20 三维沟槽CMOS集成技术研究 马腾阁 林惠旺 陈必贤 赵 巍  
王登峰 钱佩信 (201)
- C-21 GaAs的离子注入与脉冲激光退火 刘世杰 (204)
- C-22 硅离子注入退火GaAs FET IC研究 杨耀中 郭文樵 李炳辉 (205)
- C-23 高剂量的Ar离子注入硅热退火行为的研究  
谭春雨 夏日源 王豫生 郑胜男 阎建华 (208)
- C-24 离子注入GaAs无包封层热退火的实验研究  
周树兴 李道成 阎淑兰 张降洪 (209)
- C-25 硅离子注入Si-InP的快速热退火 李炳辉 邓先灿 (211)
- C-26 低能离子注入红外瞬态退火高浓度浅结特性研究(1)—— $As^+$ 离子  
注入 $N^+$ -P浅结 徐 立 钱佩信 赵 远 王海涵 (213)
- C-27 红外瞬态退火硅浅 $N^+$ P结的瞬态深能级谱研究  
赵晓军 钱佩信 李志坚 (215)
- C-28  $Si^+$ 离子注入GaAs红外快速退火的研究  
李遵威 阎淑兰 周树兴 刁石京 宋马成 (217)
- D (电子束设备及应用)**
- D-1 16位微机控制的电子束图形发生实验装置 刘伯强 张玉林 王建琨 (219)
- D-2 电子束曝光机多极静电偏转系统设计 蒋欣荣 那兆凤 (221)
- D-3 残压极小的电子束高速束闸线路 张 明 (223)
- D-4 集成电路版图图形的分割 王绍钧 (224)
- D-5 PDP11/23计算机控制电子束曝光机的接口电路 张玉林 (226)
- D-6 电子束透镜系统电源研制中关键技术的处理 陈仲伟 姚作宾 (228)
- D-7 可变矩形电子束曝光机高速数据传输子系统的研制  
万遇良 刘祖京 杨正林 马彦苓 李 明 (231)
- D-8 可变矩形电子束曝光机的图形发生器 童忠德 郑玉兰 (232)
- D-9 用程控电源调整和修正电子束作图位置的模型研究 计家敏 曹岳阳 (234)
- D-10  $N^+$ 重叠注入GCr15钢的电子能谱法研究 罗应明 李 望 展振宗 (236)
- D-11 一种新型电子束退火及辐照用电子枪的设计 屠聿善 (238)
- D-12 高斯圆形束曝光系统电子光柱性能的实验测定 刘晗瑛 孙荣富  
史启太 吴桂君 唐文剑 王学彬 那兆凤 (240)
- D-13 高斯圆形束曝光机光闸及磁偏转器结构设计  
史启太 刘晗瑛 周力为 唐文剑 王学彬 (242)

- D-14 3 # 扫描电子束曝光机自动定位实验 武丰煜 张福安 (244)
- D-15 电子束曝光机场畸变的测试和校正技术 张福安 武丰煜 (246)
- D-16 电子束扫描图形场分割软件 向钟慧 (249)
- D-17 JBY-ZB781数据变换软件 刘炬 (252)
- D-18 低象差大场偏转的象差分析 何福民 王理明 顾光一 (254)
- D-19 测试场图形发生器 马腾蛟 (256)
- D-20 电子束描画的微光栅研制 金国良 许政权 沈荣桂 徐秦瑶 陈益新 (258)
- D-21 电子束机杂散场的测量与屏蔽 李光林 裘培勇 (259)
- D-22 电磁复合物镜的研究及计算机优化设计 张涛 裘培勇 (261)
- D-23 利用电子辐照效应有效地将硅外延PNP晶体管改造为开关晶体管  
王忠安 高玉秀 郭世民 (263)
- D-24 关于P(MMA-MAA)的工艺应用研究 江泽流 王育忠 罗四维 (266)
- D-25 静电多极偏转器的计算 李志能 曹睿颖 王家斌 (268)
- D-26 电子束数据处理程序EBMT 张海平 (270)

#### E (光子束设备及应用)

- E-1 精细孔膜的激光束强化 周昌焜 (273)
- E-2 MOS结构抗 $\gamma$ 光子辐照特性  
马腾阁 雷工 李维中 张继盛 唐掌雄 (275)
- E-3 激光再结晶SOI层中应力的Raman光谱测量  
冷静民 钱佑华 林成鲁 方芳 (277)
- E-4 大面积氮化硅X光掩膜衬底的制备 董清云 张连魁 邓弼兴  
陈梦真 孙宝银 王玉玲 葛和平 (279)
- E-5 激光辅助CVD淀积多晶硅膜 李星文 王英民 李宝通 (280)
- E-6 影响SOI结构激光再结晶性质的因素  
陈坚 黄信凡 鲍希茂 文俊 (282)
- E-7 激光再结晶多晶硅的剖面TEM分析  
黄信凡 鲍希茂 文婧 梁美龙 文俊 (284)
- E-8 X光斑强度分布的在线检测 唐鄂生 崔明启 (286)
- E-9 一种用于精细图形制作的高精度光刻/铬掩膜复印两用机  
崔秀兰 臧树才 董京辉 (288)
- E-10 光学曝光加工亚微米主掩膜技术研究摘要 郝金明 (289)
- E-11 高均匀性聚光系统的研究 郝春华 (291)

#### F (刻蚀及其它)

- F-1  $\text{LiNbO}_3$ 的反应离子束刻蚀特性研究 任琮欣 杨洁  
郑延芳 陈莉芝 陈国良 邹世昌 (293)
- F-2 钼金属硅化物的氧化 阎江 马俊如 (295)
- F-3 反应离子刻蚀 $\text{TaSi}_2$ 的研究 阎江 韩阶平 马俊如 (297)

F-4	分子束——表面散射装置的研究	分子束——表面课题组 (294)
F-5	用于FWI型分子束处延装置的样品交接真空锁系统	石生亮 邹克钧 胡文波 (299)
F-6	二元化合物总原子溅射率的计算公式	陈国梁 (301)
F-7	N <sub>2</sub> 在反应离子刻蚀中的作用	张耀贵 (302)
F-8	干法刻蚀铝亚微米图形工艺研究	高士平 程秀玲 (304)
F-9	反应离子刻蚀中纯化层的作用	李建中 (306)
F-10	高选择比等离子刻蚀的研究与应用	刘玉贵 佟继良 (37)

## 高能、高分辨率全离子注入机的主要部件(摘要)

科学院上海冶金所C-600机研制组 梁亦博执笔

### 摘 要

本文对我所为主研制的并通过中国科学院院级鉴定的600千电子伏重离子注入机的技术指标,各主要部件的性能作了详细的介绍。

#### 一、引 言

600千电子伏重离子注入机(简称C-600机)。它能应用于硅和砷化镓大规模集成电路、光电子器件、SOI技术和金属及其它非半导体材料表面改性等方面。它还可以用于重元素同位素离子注入机和能量稳定度要求比较高的物理研究和核测量等工作。它是目前我国能量最高、稳定度好的全离子注入机,达到国际上现有同类型全离子注入机的先进水平。

#### 二、主要技术指导

(1) 能量范围: 200~630Kev, 连续可调。(2) 靶流:  $Ar^+200\mu A, P^+105\mu A, Mg^+75\mu A, Ca^+65\mu A$ , (3) 质量数范围: 1~210AMV (4) 质量分辨率:  $M/\Delta M=208$  (5) 束斑: 一般为 $\varnothing 7\sim\varnothing 9\text{ mm}$ ,  $<10\text{ mm}$  (在注入靶) (6) 注入均匀性: 一般为 $\pm 2\%$ , 优于 $3\%$ , (7) 靶流稳定性: 优于 $\pm 4\%$ 一小时。(8) 束流传输效率:  $\frac{I_{靶}}{I_{加速}} > 80\%$   $I_{靶}$ : 靶流  $I_{加速}$ : 加速管出口束流 (9) 系统真空度: 动态优于 $3 \times 10^{-6}$ , 静态为 $1 \times 10^{-6}$

#### 三、C-600机主要部件

本机系用先加速后分析, 对称双聚焦分析磁铁、磁开关后多分管道的方案。整机从600KV直流稳定高压电源开始, 经高压端、离子源、加速管、三单元四级电透镜、导向器、前缝、束流测量观察仪, 相图仪, 分析磁铁, 后缝、真空机组、开关磁铁、扫描器、靶室等主要部件, 总长约27米。

##### 1、600KV直流稳定高压电源:

直流稳定高压电源达到的技术指标是: (1) 满载工作电压 $>600\text{KV}$  (2) 满载工作电流 $10\text{mA}$  (3) 600KV时电压稳定度: a. 漂移 $1 \times 10^{-4}/\text{小时}$  b. 负载变化 $1.23 \times 10^{-4}/\text{小时}$  c. 纹波电压峰值经补偿后175伏。达到当前国际上同类型商品的水平。

##### 2、600KV高压端

高压屏蔽壳体由高压舱、三个均压罩和一个地面屏蔽罩组成, 总尺寸为高6656 mm, 长3450mm, 宽2980mm。由四组灌油封装的高压电容器瓷筒绝缘支撑, 由二台中频发电机组和一台工频发电机组供电。用聚砜轴绝缘、传动, 总标称功率为13.5KW, 正常运转时整个高压端的振幅为 $2\sim 4\mu$ , 高压端由40路光纤装置在地电位控制台上进行遥控和遥测, 可控制调节处于高压端电位和离子源电位(对高压端 $\pm 30\text{KV}$ )上20个

部件的动作，并可同时观察处于上述二个电位上的40个电参数。

### 3、820型重离子源

820型重离子源是全离子化的、轴向端部引束的热电子发射、电子振荡、蒸汽放电型离子源。可用气态、液态和固态工作物质。它的工作性能达到了国外同类型Danfysik910型离子源的水平。

### 4、加速管：

总长1760mm由4个工艺段组成的大口径碟形电极—95%氧化铝陶瓷环真空纤焊加速管系国内首创。每段长度为440mm，该加速管在空载时曾通过850KV的耐压试验及试验件的冷热循环试验，封接强度的弯曲试验。在目前主机运行中可不须锻炼迅速升至600KV。

### 5、分析磁铁：

R 1200mm高强度、高分辨率分析磁铁系对称双聚焦型磁铁、气隙 $g$ 为40mm，在磁极中心处的中心平面上最大磁感应强度达18600高斯，偏转角度 $90^\circ$ ，采用H型结构，由矩形紫铜空心导线制成线圈，强制水内冷，磁极两侧及进出口边界均采用罗夫斯基近似边界。经测量在磁场强度低于11562高斯时，半径方向75~80mm宽度内的磁场均匀度可达 $4 \times 10^{-4}$ 。边缘磁场分布的测试表明，当磁屏蔽盒处于磁极进出口前后1.75g、1.8g、1.85g、2g和 $\infty$ 时，不同磁场强度（4—15KGS）下等效边界 $S$ 。和聚焦修正因子 $I_1$ 、 $I_2$ 的值变化很小，它所达到的高磁场强度和高分辨率等指标在国内属先进水平。

### 6、静电三单元四极电透镜：

采用凹圆电极结构，内径70mm，中间长电极物理长度为160mm，两侧短电极的物理长度为80mm，长短电极均由钛制成，电极安装在95%氧化铝陶瓷筒上，真空中耐压28KV，该透镜使用方便，垂直和水平方向的放大率基本相同，由于采取很好的屏蔽，其中一台累计运行时间超过1000小时，性能仍未察觉衰退。

其他为：束流剖面分析和快速相图仪，开关磁铁，XY导向器，静电扫描器，靶室，真空机组等。

A—2

## ZLz—200型中束流离子注入机

机械部北京自动化所 张福慧 刘友光 杨自农 姚长生等

### 一、主要技术指标

本离子注入机于1985年通过机械部仪表局组织的鉴定。它是为制造半导体集成电路而设计的，并兼顾材料改性方面的要求。机器达到的主要技术指标如下：

①能量：25~200千电子伏

②束流： $I^+$ ~280微安， $P^+$ ~120微安

- ③元素质量数： $\leq 121$
- ④分辨率： $M/\Delta M \geq 146$
- ⑤扫描面积： $80 \times 80$ 毫米<sup>2</sup>
- ⑥注入均匀性： $\sigma \leq 1.5\%$ （7°注入时）
- ⑦极限真空度：均优于  $8 \times 10^{-7}$ 托
- ⑧抽气时间：暴露在氮气中5分钟。从760托抽到  $5 \times 10^{-6}$ 托  $\leq 6$ 分钟。

## 二、主要特点

1、主机是正体柜式结构。高压仓内装有良好的通风排气系统；采用干式隔离变压器；采用去离子水循环系统对离子源和分析磁铁进行冷却；采用快装卸式水接头，装卸水接头时间不超过2秒钟。

2、离子光学系统。采用先分析后加速方案。

①离子源：采用贝尔纳斯离子源。用环形永久磁铁代替了离子源的辅助磁铁。离子源发射缝为  $1 \times 15$ 毫米<sup>2</sup>。采用三电极引出系统，它可以三维调节。

②分析磁铁：气隙36毫米。偏转半径250毫米，采用90°偏转对称双聚焦方案。在象缝处可得到细长形束象，以利于提高分辨率。

③加速管：采用胶粘式等梯度加速管，用可卸式内电极。电极上束流通导孔为短圆柱段，以增强屏蔽。加速管的出口端装有负势井，抑制慢电子被反向加速，从而大大减小了X射线强度。

④采用三单元静电四极透镜。

⑤垂直方向扫描板和消除中性束的7°偏转板合为一体，缩短了光路尺寸。

⑥采用负势井办法保护束流中的空间电荷中和效应。减小了束发散，提高了束流传输效率。

### 3、电控系统

①采用三台干式隔离变压器对高压仓电源分别供电，减小了互相之间的干扰，该变压器体积小运行可靠。

②用束控光栏改变束流，束流稳定调节方便。

③高压仓电源与去离子水及头部真空连锁，主高压电源与加速区真空连锁，冷却水与真空系统连锁。

④灯丝电源采用开关电路。扫描电源与偏转电源采用串联共板方式。

⑤主高压电源及吸极电源都采用缓冲起动，大打火时自行截止，运行安全可靠。

⑥分析磁铁采用异步触发，动态特性好精度高。

⑦所有关键部件都采用高稳定度电源，如吸极、磁铁、电荷积分仪精度都在 $10^{-4}$ 数量级。

### 4、真空系统

共用三套真空系统，配置在离子源区、光路区和靶室。采用KT-200型凸腔式油扩散泵，它体积小抽速大极限真空度高。全部采用电气动阀门，当突然停电时，所有阀门可立即关闭，在控制台上真空模拟板。

### 5、稳定可靠性

本离子注入机是生产用机器，因此特别强调运行的稳定可靠性和实用性。除了上面提到的外，我们还采取了下列措施。

①离子注入机的X射线源主要来自慢电子注入加速管反向加速，撞击分析缝，我们采用抑制慢电子进入加速管的措施。同时在高压仓内内壁镀铅皮，防止X射线外溢。

②在离子源区的绝缘抽气管道上负电极端装有屏蔽帽，抑制冷发射电子，在正电极端加有屏蔽网防止慢电子进入绝缘管。在加速管的电极外缘装有防晕圈。

③高压仓内电参数的调节，是通过处于地电位的电机带动绝缘杆进行的，安全可靠。

④机器正常工作时遇紧急停电，所有真空阀门可立即自动关闭。再给电时，真空系统及所有电控系统可立即恢复工作。

### 三、调试结果

经过近半年的调试，机器全面性能均已达到和超过原设计技术指标，超过了到目前为止国产的半导体集成电路生产用同类型离子注入机水平。达到了国际上七十年代中期水平，除束流外，部份指标达到了国际八十年代初期水平。

下面将鉴定时的几个主要结论叙述一下

①质谱图特别清晰，用科学方法测定分辨率 $M/\Delta M = 146$ 。

②在3"硅片上做了1000多个范德堡图形用计算机计算均匀性按国际标准去边缘10毫米为1.18%（去5毫米为1.76%）。

③系统真空度高，极限真空度均达 $10^{-7}$ 数量级，晶片污染少。

④工作稳定，连续工作四小时束流表不动，数字高压表一个字不翻转。突然停电复电后真空系统、整机工作正常。

⑤高压系统运行理想，从调试以来所有低压部件未因打火有过一次损坏。

A—3

## 与偏转电源共板的扫描电源

机械部北京自动化所 杨自农

我所去年研制成功了ZLZ—200型中束流离子注入机。其中的扫描电源是与偏转电源共板的扫描电源，包括Y扫描电源和X扫描电源。两者技术指标有些不同，但其技术要求和作用原理均相同。现将这种扫描电源介绍如下：

### 一、技术性能

X、Y扫描电源的输出电压均为三角波电压；其输出电压的幅值分别为 $\pm 3.3\text{KV}$ 、 $\pm 2.4\text{KV}$ ；共调节范围分别为 $\pm 0.3 \sim 3.3\text{KV}$ 、 $\pm 0.2 \sim 2.4\text{KV}$ ；输出电流幅值均为 $5\text{mA}$ ；线性度 $< 1\%$ ；其输出电压频率分别为134赫、1350赫。

要求X、Y扫描电源的输出电压分别能和X平移电源的输出电压（ $\pm 2\text{KV}$ 直流电压）



Y偏转电源的输出电压 ( $\pm 6.7\text{KV}$  直流电压) 串联加到X、Y扫描偏转板上。称这种要求为共板要求。还要求它们具有手动和联动两种调节方式。手动调节是用手调节扫描电压; 而联动调节是自动地跟随高压的大小成正比地调节扫描电压。

上述指标和要求是相当高的。特别是既要线性度好, 又要求共板。共板式扫描电源国内过去还没有。它的优点是缩短光路, 从而缩小了离子注入机的尺寸。联动调节, 简化操作。

## 二、工作原理

我们用图一来说明本扫描电源的工作原理。 $u_{\lambda}$ 是从高压取样, 经电控部分转换所得的输入直流信号电压。其幅值的变化范围是  $0 \sim 6\text{V}$ ,  $0\text{V}$  对应高压为额定值; 而  $6\text{V}$  则对应高压为  $0\text{V}$ , 高压与  $u_{\lambda}$  成反比关系。当开关  $K_1$  处于联动位置时, 调联动调节电位器  $W_2$  使  $u_0$  达到  $-6\text{V}$ 。此时  $u_1$  与高压成正比关系。这就是反相器所起的作用。当开关  $K_1$  处于手动位置时, 调手动调节电位器  $W_1$ , 可改变  $u_1$  的大小。

方波电压发生器是带有RC电路的环形多谐振荡器。它产生一方波电压  $u_{\text{方}}$ , 其频率为输出的扫描电压所需的频率。

调制器的核心部分是一晶体管。与  $u_1$  成正比的电压加到它的集电极,  $u_{\text{方}}$  加到它的基极和发射极之间, 而从它的发射极得到一方波电压  $u_{\text{调}}$ 。其幅值正比于  $u_1$ , 频率等于  $u_{\text{方}}$  的频率, 即扫描电压所需的频率。这样通过调制器解决了扫描电压的频率问题。

三角波电压发生器是由线性组件组成的积分电路。当  $u_{\text{调}}$  经过阻容耦合到它的输入端时, 便能在其输出端得到小的三角波电压  $u_{\text{小}\Delta}$ 。

在三角波电压发生器之后, 分成两路。这两路基本上相同, 均由放大器、功放、高压变压器和负反馈回路等所组成; 其唯一的差异是有一路多一倒相器。倒相器和放大器均由线性组件所组成。功放线路是OCL准互补推挽功率放大线路。 $u_{\text{小}\Delta}$  通过这两路后, 可得幅值相同, 极性相反的两组三角波电压  $u_{\Delta 1}$  和  $u_{\Delta 2}$ 。它们的幅值正比于  $u_1$  或高压, 达到了手动和联动调节的目的。其频率与  $u_{\text{方}}$  的频率相同, 即为扫描电压所需的频率。 $u_{\Delta 1}$  和  $u_{\Delta 2}$  与偏转电源或平移电源是串联加到扫描转板上, 满足了共板的要求。

## 三、研制结论

本扫描电源基本上达到了以上所述的指标和要求。其线性度未精确测试。但用示波器测量, 三角波电压还是比较好的。另外还测得与扫描电源有密切关系的两个数据, 一个是与扫描电压的线性度有关的注入均匀性, 另一个是扫描面积, 都很令人满意。用ZLZ-200型中束流离子注入机在  $3''$  ( $75\text{mm}$ ) 的硅片上, 做一千多个范德堡图形, 得到的均匀性  $< 1.5\%$  (设计指标为  $2\%$ ); 测得的扫描面积为  $80 \times 80$  毫米<sup>2</sup> (设计指标为  $75 \times 75$  毫米<sup>2</sup>)。

总之, 本扫描电源基本上满足了中束流离子注入机的要求。