



中华人民共和国国家标准

GB/T 15862—1995

离子注入机通用技术条件

Generic specification for ion implantation equipment

1995-12-22 发布

1996-08-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

GB/T 15862—1995

离子注入机通用技术条件

Generic specification for ion implantation equipment

1 主题内容与适用范围

本标准规定了离子注入机的术语、产品分类、技术要求、试验、检验规则和标志、包装、运输、贮存。本标准适用于半导体工艺用电能离子注入机。其他离子注入机亦可参照使用。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

GBn 193 出口机械、电工、仪器仪表产品包装通用技术条件

GB 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假定下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB 6388 运输包装收发货标志

SJ 142 电子工业专用设备总技术要求

SJ 1276 金属镀层和化学处理层质量检验技术要求

SJ 2573 涂料涂覆通用技术条件

3 术语

3.1 束能量 beam energy

到达靶上离子所具有的动能,单位为电子伏特(eV)。

3.2 靶束流 beam current on target

单位时间内靶上接收到的离子束电荷量,单位为安培(A)。

3.3 均匀性 uniformity

表征注入离子剂量不均匀的程度。用相对标准偏差表示。

3.4 重复性 repeatability

表征片间(或批间)在相同条件下注入离子剂量不重复的程度。用相对标准偏差表示。

3.5 真空度 vacuum

不引束条件下,离子注入机真空室所能达到的最低压强。

4 产品分类

4.1 离子注入机按能量高低分为:

- a. 低能离子注入机;
- b. 中能离子注入机;
- c. 高能离子注入机;
- d. 兆伏离子注入机。

4.2 离子注入机按束流大小分为:

国家技术监督局1995-12-22批准

1996-08-01实施

- a. 小束流离子注入机;
- b. 中束流离子注入机;
- c. 强流离子注入机;
- d. 超强流离子注入机。

5 技术要求

5.1 工作条件

- a. 气压:86~106 kPa;
- b. 环境温度:15~28℃;
- c. 相对湿度:<60%;
- d. 具有空调的净化间,洁净度由具体产品标准规定;
- e. 供电电压:三相四线制,交流电压 $380\text{ V} \pm 10\%$, $220\text{ V} \pm 10\%$;
频率:50 Hz $\pm 10\%$;
波形:正弦波。

5.2 一般要求

离子注入机的控制方式、主要装置、任选件、备件,应在具体产品标准和说明书中明确规定和说明。

5.3 外观要求

- 5.3.1 离子注入机的外观应符合 SJ 142 的要求。
- 5.3.2 油漆涂覆的零部件,其漆层应符合 SJ 2573 的要求。
- 5.3.3 电镀及化学涂覆的零部件,镀涂层质量应符合 SJ 1276 的规定。
- 5.3.4 面板上的文字符号和标志应清楚准确。

5.4 安全要求

- 5.4.1 离子注入机应有良好的射线防护设施,机器外表面的射线剂量应小于 0.25 mR/h。
- 5.4.2 在离子源送气管路,气源瓶柜,真空排气部分等机柜上方要设有标准尺寸的排风口,以便与用户厂房内的排气设施相连接。
- 5.4.3 高压区应隔离,进入高压区的门上应有安全联锁装置和放电装置。
- 5.4.4 机器应有保障人身安全和设备安全的高压放电、过载、短路、停电、停水、停气等故障的防护装置和报警装置。
- 5.4.5 离子注入机的三相电源入线口与机壳之间应耐 1 500 V 的交流电压 1 min 不被击穿和不产生放电,其漏电流不大于 1.0 mA。
- 5.4.6 机柜要有明显的接地标志,应有不大于 4 Ω 的接地装置。

5.5 主要性能要求

5.5.1 束能量

束能量范围应按表 1 规定的范围在具体产品标准中给出。

表 1 keV

类 别	能 量 范 围
低能离子注入机	<100
中能离子注入机	100~300
高能离子注入机	>300~1 000
兆伏离子注入机	>1 000

5.5.2 靶束流

靶束流大小按表 2 规定的范围在具体产品标准中给出。束流稳定性应不大于 10%/h。

表 2

类 别	束 流 范 围
小束流离子注入机	10~100 μA
中束流离子注入机	>100~2 000 μA
强流离子注入机	>2~30 mA
超强流离子注入机	>30 mA

5.5.3 注入元素

注入元素的种类和质量应在具体产品标准中给出。

5.5.4 均匀性

在产品标准中应给出均匀性指标,其指标等级应符合表 3 的规定。

表 3

等 级	1	2	3
硅片 σ	$\leq 0.50\%$	$\leq 0.75\%$	$\leq 1.00\%$

5.5.5 重复性

在产品标准中应规定重复性指标,其指标等级应符合表 4 的规定。

表 4

等 级	1	2	3
硅片 σ	$\leq 0.50\%$	$\leq 0.75\%$	$\leq 1.00\%$

5.5.6 生产率

在产品标准中应规定生产率指标,对 $\phi 100$ mm 晶片,30 s 注入时其生产率不得少于每小时 50 片;对 $\phi 150$ mm 晶片,30 s 注入时其生产率不得少于每小时 15 片。

5.5.7 真空度

靶室真空度应优于 8×10^{-4} Pa。

5.5.8 可靠性

产品平均无故障时间不少于 50 h,平均维修时间不多于 4 h。

5.6 包装运输要求

离子注入机部件的包装箱在运输过程中不得损坏和变形,应能保证设备完好。

6 试验方法

6.1 一般要求检查

按产品标准规定的要求检查。

6.2 外观检查

用目视法检查离子注入机外观和外表面。

6.3 安全试验

6.3.1 射线剂量

测试仪器: X 射线剂量仪, 该仪器对自然本底的指示应达指示刻度的 40% 左右。

测试条件: 在离子注入机的额定能量和额定束流下进行。

测试方法: 用 X 射线剂量仪探头接触离子注入机的外表面, 测量 X 射线剂量。

6.3.2 排气设施

目视检查排气设施。

6.3.3 安全联锁

检查高压区门的安全联锁装置。

6.3.4 防护和报警装置

高压放电、过载、停电、停水、停气等试验, 检查防护装置和报警装置。

6.3.5 耐压试验

用自动击穿装置测试耐压性能, 三相电源的入线口与机壳之间在 1 500 V 的交流电压下, 1 min 内是否被击穿与存在放电现象, 并从自动击穿装置上读出漏电流大小。

6.3.6 接地测试

用目视检查接地标志是否明显, 并用接地电阻测试仪, 测量接地电阻装置的阻值。

6.4 主要性能测试

6.4.1 束能量

采用 0.5 级静电高压表, 其量程应适用于离子注入机的加速电压。把静电高压表的一端接离子源, 另一端接大地。把注入机上的束能量(即电压)指示数值与静电高压表指示值比较, 其误差应小于 1%。然后用注入机上的束能量(即电压)指示器测试束能量。

高能 and 兆伏离子注入机能量采用核反应方法测试。

6.4.2 靶束流

离子注入机上的束流指示表头, 采用 0.5 级精密电流表校准, 其精度优于 1 级。离子注入机的靶上接收束流, 用电流表测量其数值, 并测出 1 h 靶束流的稳定性。

在测束流过程中, 应排除二次电子的影响。即从小到大调节抑制电压, 束流应由大变小, 当抑制电压调到某一值后, 束流不变, 此时测得的束流即是不计次级电子影响的真正离子束流。

6.4.3 注入元素

按图 1 接好线路, 由小到大调节磁分析器电流, 在 X-Y 函数记录仪上画出质谱图。并读出质谱图上各峰所对应的磁分析器电流。由磁场强度与磁分析器电流的关系曲线, 查出质谱图上各峰所对应的磁场强度。按公式(1)计算出质谱图上各峰所对应的质量数, 由质量数确定注入元素。

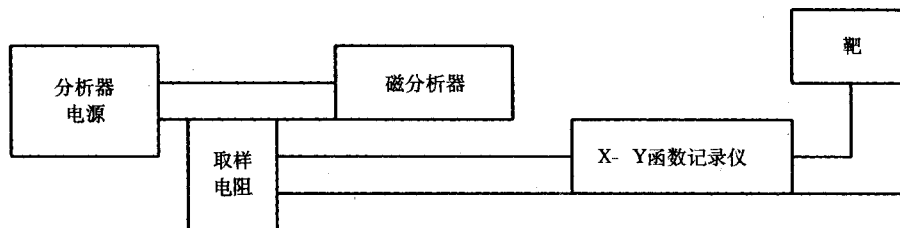


图 1

$$m = \frac{Q(HR/144)^2}{V} \dots\dots\dots (1)$$

式中: Q ——离子的电荷量, C;

H ——磁场强度, A/m;
 R ——磁分析器的偏转半径, cm;
 V ——离子的加速电压, V;
 m ——离子的质量数。

假定某元素单电荷的峰值位置是 I_1 , 则该元素多电荷的位置由表 5 确定。

表 5

电荷个数	1	2	3	4
多电荷位置	I_1	$0.707I_1$	$0.577I_1$	$0.500I_1$

6.4.4 均匀性

6.4.4.1 测量条件

硅片:	(111)晶向
硅片电阻率:	n-型 $5 \sim 9 \Omega \cdot \text{cm}$
硅片尺寸:	$\phi 75 \text{ mm}$
二氧化硅层厚度:	$105 \pm 5 \text{ nm}$
离子种类:	B^+
能量:	150 keV
剂量:	$5 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$
注入角:	7°
退火条件:	950°C , 通干氮, 30 min
测量方法:	薄层方块电阻法
测量手段:	四探针, 相对标准偏差 $\leq \pm 0.2\%$
每片测试点数:	100 个点

6.4.4.2 测量方法

由工艺人员提供一层 $105 \pm 5 \text{ nm}$ 厚的热生长二氧化硅层的硅片, 在标定的剂量、能量、注入角下注入 B^+ , 然后在干氮气中退火。随后用氢氟酸去掉二氧化硅层。用精密四探针装置对注入片上 100 个均匀分布的测试点测量薄层电阻率 R_s 值。按公式(2)计算出 σ 值。

$$\sigma = \pm \frac{\left\{ 1/(N_w - 1) \sum_{i=1}^{N_w} [(R_s)_i - \bar{R}_s]^2 \right\}^{1/2}}{\bar{R}_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: σ ——相对标准偏差;

$(R_s)_i$ ——第 i 个点测得的薄层电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$;

$$\bar{R}_s = \frac{1}{N_w} \sum_{i=1}^{N_w} (R_s)_i, \Omega \cdot \text{cm};$$

N_w ——剔除奇异点后所保留的测量点数。

6.4.5 重复性测量

测量条件同 6.4.4。

测量方法: 由工艺人员提供晶片条件一致的硅片 10 片, 每次注一片。用精密四探针装置对注入片上 100 个均匀分布的测试点测量薄层电阻率 R_s 值, 按 6.4.4 条计算出 R_s , 再按公式(3)算出 σ 值。

$$\sigma = \pm \frac{\left\{ \frac{1}{(N-1)} \sum_{i=1}^N [(\bar{R}_s)_i - \bar{R}_s]^2 \right\}^{1/2}}{\bar{R}_s} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: $(\bar{R}_s)_i$ ——第 i 片(或批)的薄层电阻率测量平均值, $\Omega \cdot \text{cm}$;

$\bar{R}_s$ —— N 片(批)测得薄层电阻率的平均值, $\Omega \cdot \text{cm}$;

$$\bar{R}_s = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\bar{R}_s)_i$$

N ——片数(或批数)。

6.4.6 生产率

按具体产品标准规定的参数,测定一小时内的注片数。

6.4.7 真空度

用设备本身配置的超高真空计现场测试。

6.4.8 可靠性验证

采用 GB 5080.7 提供的 4:7 概率比序贯截尾试验方案进行验证。

6.5 包装运输试验

按包装箱上的标记,将离子注入机固定于振动试验台上,振动频率 4 Hz,振幅 0.35 mm,持续时间 2 h,试验结束后,检验包装箱应完好无损,开机测试产品是否符合技术要求。

7 检验规则

离子注入机的检验分定型检验、交收检验和例行检验。

7.1 定型检验

7.1.1 定型检验由生产单位质量检验部门负责进行。

7.1.2 有下列情况之一应进行定型检验:

- a. 新品研制;
- b. 改进设计或主要工艺,或更换主要元器件及材料时;
- c. 国家质量监督机构提出定型检验的要求时。

7.1.3 定型检验项目见表 6。

表 6

序号	试验项目	技术要求 条款	测试方法 条款	定型检验	交收检验	例行检验
1	一般要求	5.2	6.1	○	○	
2	外观要求	5.3	6.2	○	○	
3	安全要求	5.4	6.3	○	○	
4	束能量	5.5.1	6.4.1	○	○	
5	靶束流	5.5.2	6.4.2	○	○	
6	注入元素	5.5.3	6.4.3	○	○	
7	均匀性	5.5.4	6.4.4	○	○	
8	重复性	5.5.5	6.4.5	○	○	

续表 6

序号	试验项目	技术要求 条款	测试方法 条款	定型检验	交收检验	例行检验
9	生产率	5.5.6	6.4.6	○	○	
10	真空度	5.5.7	6.4.7	○	○	
11	可靠性	5.5.8	6.4.8	○		○
12	包装运输	5.6	6.5	○		○

注：“○”表示在该类检验中应进行的检验项目。

7.1.4 检验中任一项出现故障时,应停止检验,查出故障原因,排除故障后,重新进行交收检验。

重新检验中若再次出现故障,则该机判为不合格,但允许进行一次返修后,再次交验。

7.2 交收检验

7.2.1 交收检验由生产单位质量检验部门负责进行。

7.2.2 每台离子注入机出厂前应逐台通过交收检验。

7.2.3 交收检验项目及顺序见表 6。

7.2.4 检验中任一项出现故障时,应停止检验,查出故障原因,排除故障后,重新进行交收检验。

重新检验中若再次出现故障,则该机判为不合格,但允许进行一次返修后,再次交验。

7.3 例行检验

7.3.1 例行检验由生产单位质量检验部门负责进行。

7.3.2 正式生产的离子注入机,累计生产 5 台以上,或每满三年进行一次例行检验。

7.3.3 例行检验项目见表 6。

7.3.4 例行检验的样机从交收检验合格的产品中抽取,抽样数量每 5 台抽一台,10 台以上抽 2 台。

7.3.5 当例行检验有不合格项目时,应加倍抽样,对不合格项目重新检验,若仍出现不合格项目,则该批产品判为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 离子注入机应有字迹清晰的标牌,标牌应固定在明显的部位上。

8.1.2 标牌应有下列内容:

- a. 名称;
- b. 型号;
- c. 制造单位;
- d. 编号
- e. 制造日期。

8.1.3 包装箱箱面上应按 GB 6388 的规定,至少有下列标志:

- a. 机器型号、名称;
- b. 到站;
- c. 收货单位;
- d. 发货地点;
- e. 发货单位;
- f. 箱号及件数;
- g. 总重;

h. 净重;

i. 箱体尺寸:长×宽×高(mm)。

8.1.4 包装运输作业标志

按 GB 191 的规定,在包装箱的明显部位上注明“小心轻放”、“怕湿”、“向上”和“易碎”、“重心”、“吊装”等标志。

8.2 包装

8.2.1 离子注入机的包装应符合 GBn 193 中 3.1 条“箱装”,3.8.2 条“防潮包装”及 3.5.5 条“防震包装”的规定。

8.2.2 包装箱内应附有产品合格证,使用说明书和装箱清单。

8.2.3 包装必须牢固可靠。

8.3 运输

包装好的产品能适应各类工具装车运输。装车和运输过程中应有防止跌落的紧固措施。

8.4 贮存

所有包装好的离子注入机,应集中存放在环境温度 $-5\sim 40^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 75%的清洁、通风良好的库房内。

附加说明:

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准由电子工业部第四十八研究所负责起草。

本标准起草人颜亨迪、廖温初。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
离子注入机通用技术条件
GB/T 15862—1995

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
版权专有 不得翻印

*

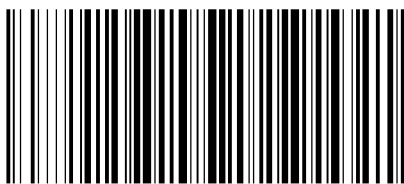
开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 15 千字
1996年8月第一版 1996年8月第一次印刷
印数 1—1 500

*

书号: 155066·1-12715 定价 10.00 元

*

标 目 293—039



GB/T 15862—1995