



中华人民共和国国家标准

GB/T 15861—1995

离子束蚀刻机通用技术条件

Generic specification of ion beam etching system

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 15861—1995

离子束蚀刻机通用技术条件

Generic specification of ion beam etching system

1 主题内容与适用范围

本标准规定了离子束蚀刻机的术语、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则以及包装、运输、贮存等。

本标准适用于物理溅射腐蚀作用的通用离子束蚀刻机。其它专用离子束蚀刻机亦可参照执行。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

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

SJ 142 电子工业专用设备总技术要求

SJ 1224 真空蒸发设备通用技术条件

SJ/T 10152 集成电路主要工艺设备术语

3 术语

3.1 束能量 beam energy

表征离子束中离子的动能。单位以电子伏特(eV)计。

3.2 束流密度 beam current density

离子束某一指定截面上单位面积所通过的电流强度。

3.3 有效束径 effective beam diameter

打到靶上的束流密度均匀性在±5%以内的束直径范围。

3.4 束流均匀性 uniformity of beam current

离子束某一指定截面上各等距测试点间束流密度变化的最大与最小值之差与其之和的比的百分率。

3.5 束流稳定性 stability of beam current

规定时间内束流强度变化的均方根值与其平均值之比。

3.6 蚀刻均匀性 etch uniformity

被蚀刻材料表层不同点上的蚀刻速率的不一致性。

3.7 中和器 neutralizer

产生中和离子束中正电荷的电子发射源。

4 产品分类

按加工工件置放方式分：

a. 立式离子束蚀刻机(工件水平放置)；

国家技术监督局1995-12-22批准

1996-08-01实施

- b. 卧式离子束蚀刻机(工件竖直放置)。

5 技术要求

5.1 工作条件

- a. 环境温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$;
- b. 相对湿度: $< 60\%$;
- c. 具有空调, 一般净化房间;
- d. 电压: 三相四线制, 交流电压 $380\text{ V} \pm 10\%$, $220\text{ V} \pm 10\%$;
频率: $50\text{ Hz} \pm 1\%$,
波形: 正弦波,
供电功率大于 15 kW ;
- e. 氩气, 氧气纯度为 99.99% , 氮气为 99.9% ;
- f. 进水压强: $0.2\text{ MPa} \sim 0.3\text{ MPa}$;
- g. 进水温度: $10^{\circ}\text{C} \sim 26^{\circ}\text{C}$;
- h. 室内应设置排出废气地沟的标准尺寸接口;
- i. 室内应设置排出冷却水的地沟接口;
- j. 室内应安装有接地电阻小于 $4\ \Omega$ 的接线端子;
- k. 离子源供电接地参考点和主机接地点应一点接地;
- l. 机柜保护接地应与离子源供电参考点接地分开;
- m. 不能用电网电源的零线作接地地点。

5.2 外观要求

5.2.1 设备的外观布置应整齐、美观、平整, 表面不应有明显的凸起、凹陷、粗糙不平、划伤、锈蚀等缺陷。标牌安装牢固、字迹清晰、标注与内容一致。

5.2.2 油漆涂覆的零部件, 其漆层应平整清洁、牢固光滑、色泽一致, 不得有流挂、起泡、划痕等缺陷。

5.2.3 电镀及化学涂覆的零件, 其表面应光滑细致、无斑点、锈蚀、起泡、烧痕等缺陷。

5.2.4 紧固件连接牢固、无松动现象。

5.3 安全要求

5.3.1 设备应具有过载、短路、停电、停水等安全防护装置或报警装置。

5.3.2 离子源供电接线端子的绝缘电阻应大于 $20\text{ M}\Omega$ 。端子备有防护装置。

5.3.3 设备应设有避免误操作的安全联锁装置。

5.4 主要性能要求

5.4.1 束能量

蚀刻机的束能量应在具体产品标准中规定, 束能量值应在 $0\text{ eV} \sim 1\ 000\text{ eV}$ 范围内。

5.4.2 束流密度

束流密度的大小按表 1 规定的值在具体产品标准中给出。

表 1

束能量	束流密度
500 eV	0.5 mA/cm^2
1 000 eV	1 mA/cm^2

5.4.3 束流均匀性

在产品标准中应给出束流均匀性指标, 其指标值应不大于 $\pm 5\%$ 。

5.4.4 有效束径

蚀刻机的有效束径应在具体产品标准中规定,有效束径应在 $\phi 60$ 、 $\phi 80$ 、 $\phi 100$ 三种规格中任选一种。其误差不大于 $\pm 2\%$ 。

5.4.5 束流稳定性

在产品标准中应给出束流稳定性指标,其指标值:

- a. 在 1 h 内应不大于 $\pm 1\%$;
- b. 在 4 h 内应不大于 $\pm 2\%$ 。

5.4.6 真空度

- a. 蚀刻机工作室的极限压力应不大于 6.7×10^{-4} Pa;
- b. 蚀刻机工作室的工作压力应不小于 4×10^{-2} Pa。

5.4.7 恢复真空时间

蚀刻机工作室暴露大气不超过 20 min,从大气抽到 4×10^{-2} Pa 时,所需时应不大于 20 min。

5.4.8 蚀刻台

蚀刻台的角度应可在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 范围内连续可调,转动为每分钟 6 转~10 转。

5.4.9 工件温升

蚀刻机加工工件时,工件表面的温升应不大于 70°C 。

5.4.10 蚀刻均匀性

对膜厚均匀性为 $\pm 5\%$ 的蚀刻样片进行蚀刻,其蚀刻均匀性应不大于 $\pm 5\%$ 。

5.4.11 离子束中和方式

蚀刻机的离子束采用热灯丝中和器。

5.5 可靠性要求

产品平均无故障工作时间应不少于 70 h,平均维修时间应不多于 3 h。

5.6 成套性要求

供货方供给离子束蚀刻机时,应包括主机、附件、易损件和随机技术文件及合同规定的其它要求。

附件、易损件和随机技术文件的种类、规格和数量应在具体产品标准及产品说明书中明确规定和说明。

5.7 包装运输要求

离子束蚀刻机部件的包装箱,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

试验用的计量器具均在计量检定有效期内。

6.1 外观检测

目测外观外形和油漆、电镀、化学涂覆质量。

6.2 安全检查

6.2.1 分别将屏栅电源,阳极电源,加速栅电源输出端入为瞬间为短路,观察过载保护装置是否动作。

6.2.2 采用 1.5 级,2 500 V 兆欧表,测量离子源接线端子对地绝缘电阻。

6.2.3 检查机械泵、扩散泵操作顺序的联锁装置。检查冷却水与扩散泵和设备其它冷却部件的联锁和报警装置。

6.3 主要性能检测

6.3.1 束能量检测

将屏栅电源正端与阳极电源负端相连,使用精度千分之一的数字电压表,分别测出屏栅电源,阳极电源输出电压,用下式计算。

$$E_b = e(V_s + V_A + V_{PC}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: E_b ——表征束能量, eV;

e ——电子电荷量;

V_s ——离子源屏栅电源电压, V;

V_A ——离子源阳极电源电压, V;

V_{PC} ——离子源中等离子体鞘层电位、理论值约 5 V。

6.3.2 束流密度检测

根据选配的离子源, 在规定测试条件下, 即 $V_A=50$ V, $V_s=500$ V, $V_a=-70$ V, 不加中和、靶到离子源出口距离 d 等, 按图 1 所示测试方法。法拉第筒探头面积为 1 cm^2 。在规定的距离 d 条件下, 径向移动探头, 用 1.5 级 3 mA 的毫安表测出的最大束流密度。

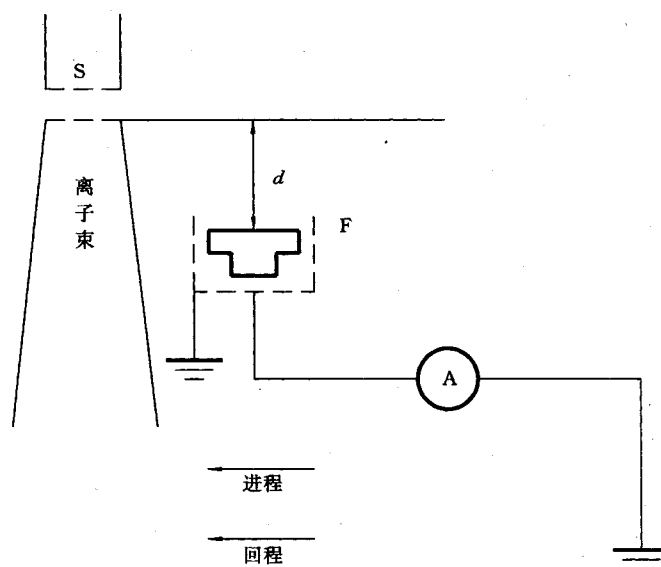


图 1 束流密度测试方法示意图

S—离子源; F—法拉第筒; A—毫安表;

d —靶到离子源出口的距离

6.3.3 束流均匀性检测

按照 6.2.2 选定的测试条件, 设备运行 15 min 预热。按图 1 所示方法。法拉第筒沿束径向方向, 进程、回程各测三次。每次每 0.25 cm 等距移动, 测出对应点相应束流, 分别计算出进、回程各点三次测试值的平均值。然后, 由进程算术平均值和回程算术平均值求出进、回程各点的算术平均值。从该平均值中确定最大和最小束流密度值, 代入下式计算。

$$\Delta I = \pm \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: ΔI ——为束流密度均匀性;

$I_{\max}$ ——进程和回程平均值中的最大束流密度值;

$I_{\min}$ ——进程和回程平均值中的最小束流密度值。

6.3.4 有效束径检测

根据 6.3.3 测出的数据, 按照(2)式计算, 求出满足 $\pm 5\%$ 束流密度均匀性的最大束径范围。

6.3.5 束流稳定性检测

采用图 2 所示方法,从总束流经过精度为万分之一的精密电阻取样,由精度千分之一的数字电压表读数,每 3 min 读数一次。测 1 h 和 4 h 所得数据,分别代入下式计算。即

$$I_0 = \pm \frac{\sqrt{\frac{\sum (I_i - I)^2}{n-1}}}{I} \dots\dots\dots (3)$$

其中: $I = \frac{\sum I_i}{n}$ ($i=1, 2, \dots, n$)

I_0 ——束流稳定性;

n ——读数次数;

I ——测量次数内的束流算术平均值。

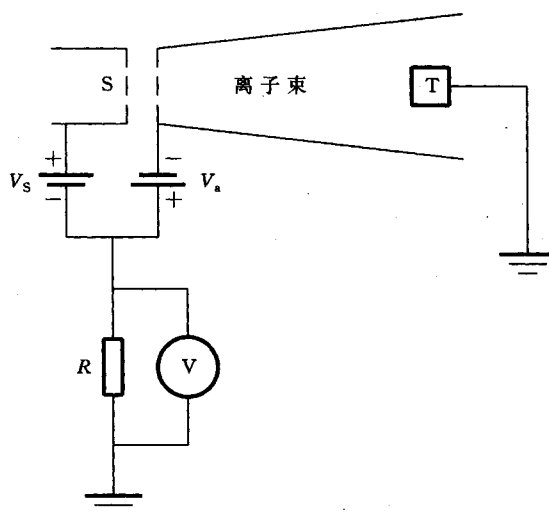


图 2 束流稳定性测试示意图

S—离子源;T—靶; V_a —加速栅电源; V_s —屏栅电源; V —数字电压表; R —线绕电阻

6.3.6 真空度测试

采用随机配置的真空计进行测量。

a. 设备在 3 h 连续排气条件下,或者设备蚀刻运行后,测量设备的极限压强。

b. 选定阳极电压 50,控制送气系统,使压强从 4×10^{-2} Pa 开始降低,调整灯丝电源,测出能产生稳定放电的最高压强;

6.3.7 恢复真空时间测试

用时钟测量,在打开真空室 20 min 后,从大气压抽到 4×10^{-2} Pa 时所需时间。

6.3.8 蚀刻台检查

用目测法检查蚀刻台的倾斜角度是否连续可调和每分钟的旋转圈数。

6.3.9 工件温升检查

在束功率(即束流与屏栅电压的乘积)小于 0.5 W 条件下,用热电偶测工件温度与时间关系曲线,曲线饱和部分对应的温度减去室温即蚀刻台工件的最高温升。

6.3.10 蚀刻均匀性检测

取一膜厚均匀性为 $\pm 5\%$ 蚀刻样片。在该样品上,确定以 70% 离子源束径的直径的圆周上成 90° 分布的四点和圆心共五个测试点。用干涉显微镜测得各点的蚀刻深度,将测得的数据按(4)式计算。

$$\Delta h = \pm \frac{h_{\max} - h_{\min}}{h_{\max} + h_{\min}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: Δh ——蚀刻均匀性;

$h_{\max}$ ——最大蚀刻深度;

$h_{\min}$ ——最小蚀刻深度。

6.3.11 束中和方式检查

直观检查热灯丝阴极中和器装置。

6.4 可靠性检测

按 GB 5080.7 规定的 4:7 概率比序贯截尾法试验方案进行检验。

6.5 成套性检查

按使用说明书,供货合同,检查产品成套性。

6.6 包装运输试验

按包装箱上的标记,将离子束镀膜机的包装件固定于试验台上,振动频率 4 Hz,振幅 0.35 mm,持续时间 2 h,试验结束后,检查包装箱应完好无损,开机测试产品应符合技术要求。

7 检验规则

离子束蚀刻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或上级检测部门负责进行。

7.1.2 有下列情况之一应进行定型检验

- a. 新产品研制;
- b. 改进设计或主要工艺,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 定型检验的项目及顺序按表 2 的规定。

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。

表 2

序号	检验项目	技术要求条号	试验方法条号	定型检验	交收检验	例行检验
1	外观要求	5.2	6.1	○	○	
2	安全要求	5.3	6.2	○	○	
3	束能量	5.4.1	6.3.1	○	○	
4	束流密度	5.4.2	6.3.2	○	○	
5	束流均匀性	5.4.3	6.3.3	○	○	
6	有效束径	5.4.4	6.3.4	○	○	
7	束流稳定性	5.4.5	6.3.5	○	○	

续表 2

序号	检验项目	技术要求条号	试验方法条号	定型检验	交收检验	例行检验
8	真空度	5.4.6	6.3.6	○	○	
9	恢复真空时间	5.4.7	6.3.7	○	○	
10	蚀刻台	5.4.8	6.3.8	○	○	
11	工作温升	5.4.9	6.3.9	○	○	
12	蚀刻均匀性	5.4.10	6.3.10	○	○	
13	离子束中和方式	5.4.11	6.3.11	○	○	
14	可靠性要求	5.5	6.4	○		○
15	成套性要求	5.6	6.5	○	○	
16	包装运输试验	5.7	6.6	○		○

注：“○”表示在该类检验中应进行的检验项目。

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 每台离子束蚀刻机出厂前应逐台通过交收检验,合格产品应有合格证明书。

7.2.3 交收检验项目及顺序按表 2 规定。

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 正式生产的离子束蚀刻机,累计生产 5 台以上,或每满三年进行一次例行检验。

7.3.3 例行检验项目按表 2 规定。

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,则该批产品判定不合格。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 离子束蚀刻机设备上应有产品名称、型号、出厂编号、制造单位、商标等标志。

8.1.2 包装箱上应有产品名称,收、发货单位,到站、发站、总件数和编号等标志。

8.1.3 按 GB 191 的规定,在包装箱上明显部位注明“小心轻放”“怕湿”“向上”和“易碎”等标志。

8.2 包装

8.2.1 离子束蚀刻机按主机、电源柜、电源部件、离子源、附件等分箱包装。先用塑料袋包装,再装入包装箱内,箱内用硬塑料泡沫牢靠固定。木质包装箱应有防雨措施。

8.2.2 包装箱内应有产品合格证书、使用说明书、装箱清单、备件等。

8.2.3 包装箱牢固封闭,边角用扎带紧固,防止开裂。

8.3 运输

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

8.4 贮存

离子束蚀刻机设备的所有包装箱应集中存放、置放于防晒、防淋、防潮及通风场所。

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长沙半导体工艺设备研究所负责起草。

本标准起草人安志超、廖温初。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
离子束蚀刻机通用技术条件
GB/T 15861—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

*

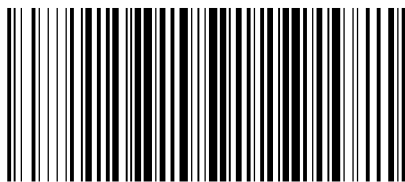
开本 880×1230 1/16 印张 3/4 字数 15 千字
1996年8月第一版 1996年8月第一次印刷
印数 1—1 500

*

书号: 155066·1-12714 定价 10.00 元

*

标 目 293—038



GB/T 15861—1995