

直拉单晶硅国标相关知识汇总

参考标准:

硅单晶 GB/T12962-2005
硅片径向电阻率变化测定方法 GB/T11073
硅单晶电阻率的测量 GB/T1551-2009
代位碳原子含量红外吸收测量方法 GB/T1558-2009
光电衰减法测硅和锗体内少子寿命测定 GB/T1553-2009
红外吸收光谱测量硅晶体中间隙氧 GB/T1557-2006
非本征半导体材料导电类型测试方法 GB/T1550

1. 径向电阻率变化

1) 定义: 晶片中心点与偏离中心的某一点或若干对称分布的设定点(晶片半径的 1/2 处或靠晶片边缘处)的电阻率之间的差值。差值与中心值的百分数即为径向电阻率变化。

2) 测量方法: GB/T11073 规定径向电阻率变化的测量方法为: 用四探针法测量硅片中心点和设定点的电阻率。按以下公式计算: $R_V = (\rho_M - \rho_C) / \rho_M \times 100\%$

其中: ρ_M 为硅片中心点处测得的两次电阻率的平均值。

ρ_C 为硅片半径中点或距边缘 6mm 处, 90° 间隔 4 点电阻率的平均值。

3) 国标对径向电阻率变化的要求: GB/T12962-2005 规定掺杂硼元素的 P 型单晶(直径为 200mm 的) 电阻率范围为: 0.0025~60Ω·cm。

其径向电阻率变化为: $0.0025 \sim 0.1 \Omega \cdot \text{cm} \leq 12\%$
 $0.1 \sim 60 \Omega \cdot \text{cm} \leq 5\%$

2. O、C 含量

GB/T12962-2005 规定直拉硅单晶的间隙氧含量应小于 $1.8 \times 10^{18} \text{a/cm}^3$ (36ppma), 具体指标应根据客户要求而定。其测定的依据标准为: GB/T1557-2006。

替位碳含量应小于 $5.0 \times 10^{16} \text{a/cm}^3$ (1ppma), 其测定的依据标准为: GB/T1558-2009

利用红外吸收光谱测量间隙氧的有效范围从 $1.0 \times 10^{16} \text{a/cm}^3$ 到硅中间隙氧的最大固溶度。

3. 少子寿命

GB/T1553-2009 规定用光电导衰减法不能测量硅单晶抛光片的少子寿命。本方法测量硅单晶的少子寿命单个实验室测量的精密度为 $\pm 20\%$ 。

本方法可以测的最低寿命值为 $10 \mu \text{s}$, 而最高可测寿命值主要取决于试样的尺寸和抛光的表面。所要求的试样尺寸和最高可测寿命值如下:

表 1 少子寿命分析试样标准尺寸类型

试样尺寸类型	长度	宽度	厚度
A	15.0mm	2.5mm	2.5mm
B	25.0mm	5.0mm	5.0mm
C	25.0mm	10.0mm	10.0mm

表 2 光电导衰减法可测的最高寿命值

材料类型	最高可测寿命值		
	A	B	C
P 型硅	90 μ s	350 μ s	1300 μ s

4. 晶棒直径

GB/T12962-2005 规定硅单晶直径及其允许的偏差为：200 \pm 0.3mm（指加工后的硅片标称直径，未经滚圆的单晶棒的直径和允许的偏差由供需双方商定）

5. 抽样方案：

1) GB/T12962-2005 中规定对单晶棒抽样方案为：每批产品随机抽取 20% 的试样。5 根~9 根晶棒/锭抽取两个试样，5 根以下抽取一个试样。

2) 导电类型、晶向和外形尺寸 3 项为全检项目，若有一项不合格即为不合格。

3) 检验氧含量时应在晶棒头部切取试样，检验碳时应在尾部取样。当不能区分晶棒的头尾或分析别的参数时可随机取样。

4) 国标中作出规定的单晶硅的相关参数还有：晶向偏离、晶体完整性等。

6. 四探针法测硅单晶的电阻率

GB/T1551-2009 中规定用四探针法测硅单晶的电阻率有效范围为 $1.0 \times 10^{-3} \sim 3.0 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

试样要求：试样厚度和从试样边缘与任一探针端间距应大于探针间距的 4 倍。四探针法也可以测量直径大于探针间距 10 倍、厚度小于探针间距 4 的硅单晶圆片。环境要求：温度为 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 65\%$ 。