



中华人民共和国国家标准

GB/T 6617—1995

硅片电阻率测定 扩展电阻探针法

Test method for measuring resistivity of silicon
wafers using spreading resistance probe

1995-04-18 发布

1995-12-01 实施

国家技术监督局 发布

(京)新登字 023 号

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
硅片电阻率测定 扩展电阻探针法
GB/T 6617—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:8522112
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 12 千字
1995 年 11 月第一版 1995 年 11 月第一次印刷
印数 1—2 500

*

书号: 155066·1-11907 定价 10.00 元

*

标 目 274—32

中华人民共和国国家标准

硅片电阻率测定 扩展电阻探针法

GB/T 6617—1995

Test method for measuring resistivity of silicon
wafers using spreading resistance probe

代替 6617—86

1 主题内容与适用范围

本标准规定了硅片电阻率的扩展电阻探针测量方法。

本标准适用于测量晶体取向与导电类型已知的硅片的电阻率和测量与衬底同型或反型的硅外延层的电阻率。测量范围： $10^{-3} \sim 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

2 引用标准

GB 1550 硅单晶导电类型测定方法

GB/T 1552 硅、锗单晶电阻率直排四探针测量方法

GB 1555 硅单晶晶向光图测量方法

GB 1556 硅单晶晶向 X 光衍射测量方法

GB/T 14847 重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的红外反射测量方法

YS/T 15 硅外延层和扩散层厚度测定磨角染色法

3 方法提要

扩展电阻法是一种实验比较法。该方法是先测量重复形成的点接触的扩展电阻,再用校准曲线来确定被测试样在探针接触点附近的电阻率。扩展电阻 R_s 是导电金属探针与硅片上一个参考点之间的电势降与流过探针的电流之比。

4 测量装置

4.1 机械装置

4.1.1 探针架:可采用单探针、两探针和三探针结构。探针架用作支承探针,使其以重复的速度和预定的压力将探针尖下降至试样表面,并可调节探针的接触点位置。

4.1.2 探针尖采用坚硬耐磨的良好导电材料如钨、碳化钨或钨-钽合金等制成。针尖曲率半径不大于 $25 \mu\text{m}$,夹角为 $30^\circ \sim 60^\circ$ 。针距为 $15 \sim 1\,000 \mu\text{m}$ 。

4.1.3 样品台:绝缘真空吸盘或其他能将硅片固定的装置,能在互相垂直的两个方向上实现 $5 \sim 500 \mu\text{m}$ 步距的位移。

4.1.4 绝缘性,探针之间及任一探针与机座之间的直流绝缘电阻大于 $1 \text{ G}\Omega$ 。

4.2 电学测量装置

可采用恒压法、恒流法和对数比较器法,其电路图见图 1、图 2 和图 3。

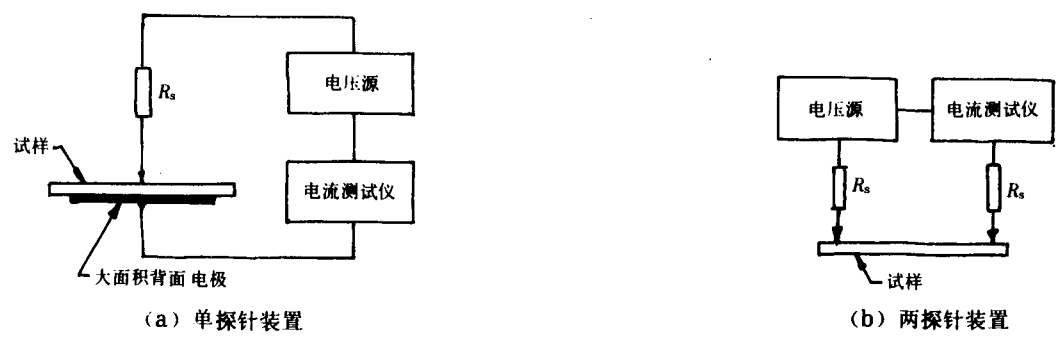


图 1 恒压法电路

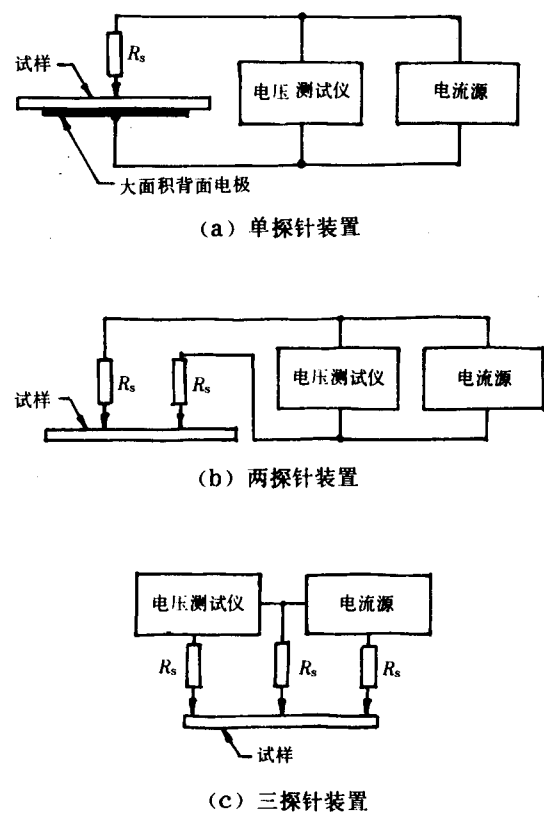


图 2 恒流法电路图

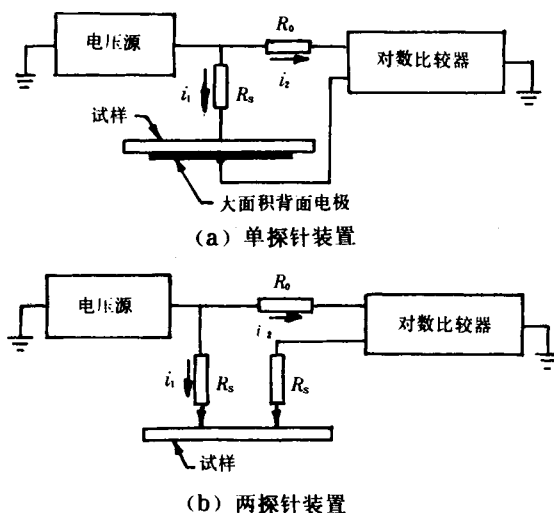


图3 对数比较器电路

4.2.1 直流电压源,恒压法用。具有 $1\sim 20\text{ mV}$ 的可调恒定电压输出。当负载在 $1\ \Omega\sim 10\text{ M}\Omega$ 范围内变化时,电压输出变化在 $\pm 0.1\%$ 以内。

4.2.2 直流电压源,比较器法用。恒定输出 $1\sim 20\text{ mV}$ 。

4.2.3 可调直流电流源,恒流法用。电流范围 $10\text{ nA}\sim 10\text{ mA}$,精度在 $\pm 0.1\%$ 以内。

4.2.4 直流电压测试仪,恒流法用。线性范围 $1\sim 100\text{ mV}$,精度在 $\pm 0.1\%$ 以内,输入阻抗不小于 $500\text{ M}\Omega$ 。

4.2.5 直流电流测试仪,恒压法用。 $1\text{ nA}\sim 10\text{ mA}$,精确度在 $\pm 0.1\%$ 以内。

4.2.6 对数比较器,比较器法用。输出电压与两个电流之比的对数成正比,当带有精密电阻 R_0 时,能测量 $1\ \Omega\sim 10\text{ M}\Omega$ 电阻,偏离线性不超过 $\pm 1\%$ 。

4.2.7 精密电阻,比较器法用。 $10\text{ k}\Omega$,精密度优于 $\pm 0.1\%$ 。

4.3 观测显微镜

放大倍数不小于400倍。

4.4 温度计

温度范围 $0\sim 40^\circ\text{C}$,分度值 0.1°C 。

4.5 消震台

用于支承探针架。

5 测量程序

5.1 测量环境

5.1.1 测量环境温度为 $23\pm 2^\circ\text{C}$,相对湿度不大于65%。

5.1.2 在漫射光或黑暗条件下进行测量。

5.1.3 必要时应进行电磁屏蔽。

5.1.4 探针架置于消震台上。

5.1.5 为保证小讯号测量条件,应使探针电势不大于 20 mV 。

5.1.6 应避免试样表面上存在 OH^- 和 F^- 离子。如果试样在制备或清洗中使用了含水溶剂或材料,测量前可将试样在 $140\pm 20^\circ\text{C}$ 条件下于空气中热处理 $10\sim 15\text{ min}$ 。

5.2 仪器准备

5.2.1 如果使用多探针装置,调节探针间距到期望值,记录探针间距。

5.2.2 选择探针负荷为 0.1~1 N,在多探针装置中,每一探针应使用相同负荷。

5.2.3 根据探针负荷,确定探针下降到试样上的速度。当负荷等于 0.4 N 时,比较合适的探针下降速度为 1 mm/s。

5.2.4 将探针在用 5 μm 粒度研磨膏研磨过的硅片表面步进压触 500 次以上,或用 8 000~12 000 号的砂布或砂纸非常轻地修整探针尖,使针尖老化。

5.2.5 将针尖进行清洁处理。按 5.4.3 至 5.4.7 步骤测量 $1\ \Omega\cdot\text{cm}$ 均匀 P 型硅单晶样品扩展电阻。如果多次测量的扩展电阻值的相对标准偏差在 $\pm 10\%$ 以内,并且平均值是在正常的扩展电阻值范围内,可认为针尖是良好的,否则该探针尖应重新老化或使用新探针尖。

注: P 型单晶样品背面应具有大面积欧姆接触。

5.2.6 如果使用两探针装置,使两个针分别以单探针结构在 $1\ \Omega\cdot\text{cm}$ 的 P 型单晶样品上测量扩展电阻,以证实两根针测得的扩展电阻是相等的(偏离在 10% 以内)。如果用相等的探针负荷和下降速度不能得到相等的阻值,则需再次老化或使用新探针尖。

5.2.7 在至少放大 400 倍的显微镜下检查探针压痕的重复性。如果一给定探针得到的压痕不全部相似,应重新老化或使用新探针尖。

5.2.8 连接合适的电路(见图 1、图 2 和图 3)。

5.3 校准

5.3.1 在本方法电阻率测量范围内选择与被测试样相同晶向和导电类型的各种电阻率的校准样品,每一数量级至少 3 块。

5.3.2 如果以前没有测量过校准样品的电阻率,按 GB/T 1552 测量每块校准样品的电阻率,记录测量结果。

5.3.3 采用与被测试样相同的材料与工艺,制备校准样品。如果是用四探针测量电阻率后第一次制备样品,应至少除去 25 μm 厚的样品表面。将校准样品清洗干净。

5.3.4 对每一校准样品,在四探针测量过的区域至少做 20 次扩展电阻测量,测量的长度大约等于四探针的两外探针之间的距离。

5.3.5 计算每个校准样品测得的扩展电阻的平均值和标准偏差。当标准偏差小于平均值的 10% 时方可选作为校准样品。

5.3.6 利用每个合格的校准样品的电阻率值和对应的扩展电阻平均值拟合得到 $R_s-\rho$ 校准曲线,绘制在双对数坐标纸上。

5.4 测量

5.4.1 按 GB 1550 确定试样的导电类型,按 GB 1555 或 GB 1556 测定试样晶向;若试样为外延片,按 GB/T 14847 或 YS/T 15 测定试样的外延层厚度,记录测定结果。

5.4.2 选用合适的材料与工艺制备试样表面,清除表面损伤和沾污,以便获得稳定的电学测量表面。将试样清洗干净。外延片则不需制备表面。

5.4.3 用真空吸盘或其他方法将试样固定在样品台上。调节试样或探针位置,使探针能降到试样上的预定测量位置。

5.4.4 降下探针,使探针与试样接触。调节电压或电流到预定值的 $\pm 0.1\%$ 以内(除了用比较器法)。记录所加的电压、电流或电阻 R_0 值。

5.4.5 等待适当的稳定时间,测量和记录 I, mA (恒压法);电势差 V, mV (恒流法);或对数比较器输出, $\log(i_1/i_2)$ (对数比较器法)。

5.4.6 提起探针。移动试样或探针至下一测量位置,最小步进距离应保证探针在试样表面产生的压痕不发生重叠,记录步距。

5.4.7 重复 5.4.4~5.4.6 步骤,直至完成预定的测量数。

6 测量结果计算

6.1 计算每次测量的扩展电阻 R_s, Ω 。

6.1.1 恒压法

$$R_s = \frac{V}{I} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: V ——外加电势差, mV;

I ——测得的电流, mA。

6.1.2 恒流法

$$R_s = \frac{V}{I} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: V ——测得的电势差, mV;

I ——外加的电流, mA。

6.1.3 比较器法

$$R_s = R_0 \log(i_1/i_2) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: R_0 ——精密电阻阻值, Ω ;

$\log(i_1/i_2)$ ——对数比较器输出。

6.2 计算扩展电阻平均值 $\bar{R}_s, \Omega$ 。

6.3 根据扩展电阻平均值, 在 $R_s-\rho$ 校准曲线上查得对应的电阻率值。

6.4 如果测量的是外延层, 计算探针有效电接触半径 a, cm 。

$$a = \frac{n\rho}{4R_s} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: n ——测定电势差时所包含的载流探针数。对单探针和三探针, $n=1$; 对两探针, $n=2$;

ρ ——试样的电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$;

R_s ——测得的扩展电阻, Ω 。

如果外延层厚度大于 20 倍 a 时, 得到的电阻率值可不必进行修正。

7 精密度

本方法多实验室测量精密度优于 $\pm 80\%$ (R3S)。

8 试验报告

8.1 试验报告应包括以下内容:

- a. 试样编号;
- b. 试样的导电类型、晶体取向, 若是外延片, 还应有外延层厚度及其测量方法;
- c. 试样表面的制备条件;
- d. 环境温度;
- e. 探针间距、步距和探针负荷;
- f. 测量区域的平均电阻率值, 如有必要, 还应给出电阻率分布;
- g. 本标准编号;
- h. 测量者;
- i. 测量日期。

附加说明：

本标准由中国有色金属工业总公司提出。

本标准由上海有色金属研究所负责起草。

本标准主要起草人施海青、张建宇、夏锦禄。

本标准等效采用美国材料与试验协会标准 ASTM F525—88《硅片电阻率测定 扩展电阻探针法》。



GB/T 6617—1995

版权专有 不得翻印

*

书号：155066·1-11907

定价： 10.00 元

*

标 目 274—32