

ICS 29.045
H 80



中华人民共和国国家标准

GB/T 1551—2009

代替 GB/T 1551—1995、GB/T 1552—1995

GB/T 1551—2009

硅单晶电阻率测定方法

Test method for measuring resistivity of monocrystal silicon

中华人民共和国
国家标准
硅单晶电阻率测定方法
GB/T 1551—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 35 千字
2010年1月第一版 2010年1月第一次印刷

*

书号: 155066·1-39551 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 1551—2009

2009-10-30 发布

2010-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准修改采用 SEMI MF 84-1105《硅片电阻率测定四探针法》和 SEMI MF 397-1106《硅棒电阻率测定两探针法》。

本标准与 SEMI MF 84-1105 和 SEMI MF 397-1106 相比,主要变化如下:

——中厚度修正系数 $F(W/S)$ 表格范围增加;

——按中文格式分直排四探针法、直流两探针法进行编排。

本标准代替 GB/T 1551—1995《硅、锗单晶电阻率测定直流两探针法》和 GB/T 1552—1995《硅、锗单晶电阻率测定直排四探针法》。

本标准与 GB/T 1551—1995 和 GB/T 1552—1995 相比,主要有如下变化:

——删除了锗单晶测定的相关内容;

——用文字描述代替了原标准 GB/T 1551—1995 和 GB/T 1552—1995 中的若干记录测试数据的表格;

——修改了直排四探针法中计算公式;

——补充了干扰因素。

本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会提出。

本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分技术委员会归口。

本标准起草单位:信息产业部专用材料质量监督检验中心、中国电子科技集团公司第四十六研究所。

本标准主要起草人:李静、何秀坤、张继荣、段曙光。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 1552—1979、GB 1551—1979、GB 5251—1985、GB 5253—1985、GB 6615—1986;

——GB/T 1551—1995、GB/T 1552—1995。

$$R_f = V_f R_s / V_{sf} \dots\dots\dots (30)$$

$$R_r = V_r R_s / V_{sr}$$

式中:

- R_f ——正向电流时试样的电阻,单位为欧姆(Ω);
- R_r ——反向电流时试样的电阻,单位为欧姆(Ω);
- V_f ——正向电流时测得的试样上的电势差,单位为毫伏(mV);
- V_r ——反向电流时测得的试样上的电势差,单位为毫伏(mV);
- V_{sf} ——正向电流时标准电阻两端的电势差,单位为毫伏(mV);
- V_{sr} ——反向电流时标准电阻两端的电势差,单位为毫伏(mV);
- R_s ——标准电阻,单位为欧姆(Ω)。

若直接测量电流,则采用式(31)计算。

$$R_f = V_f / I_f \dots\dots\dots (31)$$

$$R_r = V_r / I_r$$

式中:

- I_f ——通过试样的正向电流,单位为毫安(mA);
 - I_r ——通过试样的反向电流,单位为毫安(mA)。
- 对于仲裁测量,每一对 R_f 和 R_r 的值必须满足两者之差小于其中较大值的 2%。

20.3.2 每个测量点每次测量的正、反向平均电阻 R_i 按式(32)计算:

$$R_i = (R_{fi} + R_{ri}) / 2 \dots\dots\dots (32)$$

式中:

- R_i ——每个测量点每次测量的正、反向平均电阻,单位为欧姆(Ω);
- R_{fi} ——每次测量求得的正向电阻,单位为欧姆(Ω);
- R_{ri} ——每次测量求得的反向电阻,单位为欧姆(Ω);
- i ——表示 5 组正、反向电阻中的一组, $i=1\sim 5$ 。

20.3.3 每个测量点的平均电阻 \bar{R} 按式(33)计算:

$$\bar{R} = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 R_i \dots\dots\dots (33)$$

式中:

- \bar{R} ——每个测量点的平均电阻,单位为欧姆(Ω);
- R_i ——每个测量点每次测量的正、反向平均电阻,单位为欧姆(Ω)。

20.3.4 每个测量点在温度 T 时的电阻率 ρ_T 按式(34)计算:

$$\rho_T = \bar{R} \times (\bar{A} / \bar{S}) \dots\dots\dots (34)$$

式中:

- ρ_T ——温度 T 时的电阻率,单位为欧姆厘米($\Omega \cdot \text{cm}$);
- \bar{R} ——每个测量点的平均电阻,单位为欧姆(Ω);
- \bar{A} ——试样的平均截面积,单位为平方厘米(cm^2);
- \bar{S} ——探针平均间距,单位为厘米(cm)。

20.3.5 硅单晶的电阻率温度系数从表 5 可查得,然后按式(35)计算温度修正因子 F_T :

$$F_T = 1 - G(T - 23) \dots\dots\dots (35)$$

式中:

- F_T ——温度修正因子;
- T ——温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- G ——电阻率的温度系数,单位为欧姆厘米每欧姆厘米摄氏度 [$\Omega \cdot \text{cm} / (\Omega \cdot \text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C})$]。

硅单晶电阻率测定方法

方法 1 直排四探针法

1 范围

本方法规定了用直排四探针法测量硅单晶电阻率的方法。

本方法适用于测量试样厚度和从试样边缘与任一探针端点的最近距离二者均大于探针间距的 4 倍的硅单晶电阻率以及测量直径大于探针间距 10 倍、厚度小于探针间距 4 倍的硅单晶圆片的电阻率。本方法可测定的硅单晶电阻率范围为 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm} \sim 3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

2 环境要求

环境温度为 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于 65%。

3 干扰因素

3.1 光照可能严重影响观察电阻率,特别是近似本征材料。因此,所有测试应在暗室进行,除非是待测样品对周围的光不敏感。

3.2 当仪器放置在高频干扰源附近时,测试回路中会引入虚假电流。因此仪器要有电磁屏蔽。

3.3 试样中电场强度不能过大,以避免少数载流子注入。如果使用的电流适当,则用该电流的两倍或一半时,引起电阻率的变化应小于 0.5%。

3.4 由于电阻率受温度影响,一般测试适用温度为 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

3.5 对于厚度对测试的影响,仲裁测量要求厚度按本方法的 6.3 规定测量,一般测量用户可以根据实际需要确定厚度的要求偏差。

3.6 由于探针压力对测量结果有影响,测量时应选择合适的探针压力。

3.7 仲裁测量时选择探针间距为 1.59 mm,非仲裁测量可选择其他探针间距。

4 方法提要

排列成一直线的四根探针垂直地压在距离边缘 6 mm 以上的平坦试样表面上,将直流电流 I 在两外探针间通入试样,测量内侧两探针间所产生的电势差 V ,根据测得的电流和电势差值,按式(1)计算电阻率。对圆片试样还应根据几何修正因子进行计算。测量示意图见图 1。

$$\rho = 2\pi S \frac{V}{I} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- ρ ——电阻率,单位为欧姆厘米($\Omega \cdot \text{cm}$);
- V ——测得的电势差,单位为毫伏(mV);
- I ——通入的电流,单位为毫安(mA);
- S ——探针间距,单位为厘米(cm)。