



中华人民共和国国家标准

GB/T 1551—2021

代替 GB/T 1551—2009

硅单晶电阻率的测定 直排四探针法和直流两探针法

Test method for measuring resistivity of monocrystal silicon—
In-line four-point probe and direct current two-point probe method

2021-05-21 发布

2021-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 1551—2009《硅单晶电阻率测定方法》，与 GB/T 1551—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了直排四探针法的适用范围(见第 1 章,2009 年版的第 1 章)；
- b) “范围”中增加了“硅单晶其他范围电阻率的测试可参照本文件进行”(见第 1 章)；
- c) 增加了规范性引用文件 GB/T 14264(见第 2 章)；
- d) 增加了“术语和定义”(见第 3 章)；
- e) 更改了测试环境温度的要求(见第 4 章,2009 年版的第 2 章、第 13 章)；
- f) 更改了“干扰因素”中光照对测试结果的影响(见 5.1,2009 年版的 3.1、14.1)；
- g) 增加了少数载流子注入对测试结果具体影响的干扰因素(见 5.3)；
- h) 更改了“干扰因素”中温度对测试结果的影响(见 5.4,2009 年版的 3.4、14.4)；
- i) 增加了探针振动、探针头类型对测试结果影响的干扰因素(见 5.5、5.6)；
- j) 增加了直排四探针法测试时样品发热、探针与样品接触的位置对测试结果影响的干扰因素[见 5.7a)、5.7c)]；
- k) 增加了直流两探针法测试时样品电阻率不均匀、存在轻微裂痕或其他机械损伤、导电类型不唯一对测试结果影响的干扰因素(见 5.8)；
- l) 删除了直流两探针法测试干扰因素中探针间距的内容(见 2009 年版的 14.6)；
- m) 更改了直排四探针法的测试原理(见 6.1,2009 年版的第 4 章)；
- n) 增加了直排四探针法中“试剂和材料”(见 6.2)；
- o) 更改了直排四探针法中对针尖形状和初始标称半径的要求[见 6.3.1a),2009 年版的 5.1.1]；
- p) 更改了直排四探针法中标准电阻的要求[见 6.3.2c)、2009 年版的 5.2.4]；
- q) 更改了直排四探针法中散热器的要求(见 6.3.4,2009 年版的 5.4)；
- r) 更改了直排四探针法中制样装置的要求(见 6.3.5,2009 年版的 5.5)；
- s) 更改了直排四探针法中厚度测试仪的要求(见 6.3.6,2009 年版的 5.6)；
- t) 删除了直排四探针法中超声波清洗器、化学实验室器具的要求(见 2009 年版的 5.13、5.14)；
- u) 更改了直排四探针法中样品表面处理的描述(见 6.4.1,2009 年版的 6.1)；
- v) 增加了电阻率大于 $3\ 000\ \Omega \cdot \text{cm}$ 样品对应的推荐圆片样品测试电流值(见表 2,2009 年版的表 2)；
- w) 删除了不同电阻率样品对应的测试电流(见 2009 年版的表 2)；
- x) 更改了直排四探针法中电学测试装置的要求(见 6.5.1.6,2009 年版的 7.1.6)；
- y) 更改了直排四探针法中确定探针间距用材料的要求(见 6.5.2.1,2009 年版的 7.2.1)；
- z) 删除了直排四探针法测试中样品清洗、干燥的过程(见 2009 年版的 7.3.1)；
- aa) 删除了直排四探针法测试中对于圆片试样的特殊要求(见 2009 年版的 7.3.2、7.3.3)；
- bb) 删除了直排四探针法测试圆片时探针阵列位置的要求(见 2009 年版的 7.3.4)；
- cc) 更改了直排四探针法测量组数的要求(见 6.5.3.7,2009 年版的 7.3.8)；
- dd) 更改了直排四探针法测试精密度的内容(见 6.7,2009 年版的第 9 章)；
- ee) 更改了直排四探针法的测试原理(见 7.1,2009 年版的第 15 章)；

- ff) 删除了直流两探针法“试剂”中的丙酮、乙醇(见 2009 年版的 16.2、16.3);
- gg) 更改了直流两探针法中欧姆接触材料和磨料的要求(见 7.2.2、7.2.3,2009 年版的 16.4、16.5);
- hh) 增加了直流两探针法中显微镜放大倍数的要求(见 7.3.5);
- ii) 删除了直流两探针法中的化学实验室设备(见 2009 年版的 17.7);
- jj) 删除了直流两探针法“试样制备”中对晶体导电类型的要求(见 2009 年版中的 18.1);
- kk) 更改了直流两探针法在第二测量道上测试的条件(见 7.4.2、7.5.3.10,2009 年版的 18.2、19.3.10);
- ll) 更改了直流两探针法中样品表面处理的描述(见 7.4.3、7.4.4,2009 年版的 18.3、18.4);
- mm) 更改了直流两探针法测试设备适用性检查中模拟电阻平均值 $\overline{R_a}$ 的要求(见 7.5.2.2,2009 年版的 19.2.2.3);
- nn) 更改了直流两探针法测试精密度的内容(见 7.7,2009 年版的第 21 章)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国半导体设备与材料标准化技术委员会(SAC/TC 203)和全国半导体设备与材料标准化技术委员会材料分技术委员会(SAC/TC 203/SC2)共同提出并归口。

本文件起草单位:中国电子科技集团公司第四十六研究所、有色金属技术经济研究院有限责任公司、有研半导体材料有限公司、广州市昆德科技有限公司、青海芯测科技有限公司、浙江海纳半导体有限公司、乐山市产品质量监督检验所、中国计量科学研究院、亚洲硅业(青海)股份有限公司、浙江金瑞泓科技股份有限公司、开化县检验检测研究院、南京国盛电子有限公司、青海黄河上游水电开发有限责任公司新能源分公司、义乌力迈新材料有限公司。

本文件主要起草人:刘立娜、刘兆枫、何焯坤、刘刚、杨素心、孙燕、高英、王昕、梁洪、潘金平、楼春兰、宗冰、李慎重、潘文宾、蔡丽艳、王志强、皮坤林。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

- 1979 年首次发布为 GB 1551—1979;
- 1995 年第一次修订时,并入了 GB 5253—1985《锗单晶电阻率直流两探针测量方法》的内容;
- 2009 年第二次修订时,并入了 GB/T 1552—1995《硅、锗单晶电阻率测定直排四探针法》的内容(GB/T 1552—1995 的历次版本发布情况为:GB 1552—1979《硅单晶电阻率直流四探针测量方法》、GB/T 1552—1995《硅、锗单晶电阻率测定直排四探针法》,其中 GB/T 1552—1995 代替 GB 1552—1979、GB 5251—1985、GB 6615—1986),并删除了锗单晶电阻率测试方法的内容;
- 本次为第三次修订。

硅单晶电阻率的测定

直排四探针法和直流两探针法

1 范围

本文件规定了用直排四探针法和直流两探针法测试硅单晶电阻率的方法。

本文件适用于硅单晶电阻率的测试,其中直排四探针法可测试的 p 型硅单晶电阻率范围为 $7 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm} \sim 8 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$, n 型硅单晶电阻率范围为 $7 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1.5 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$; 直流两探针法适用于测试截面均匀的圆形、方形或矩形硅单晶的电阻率,测试范围为 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm} \sim 1 \times 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$, 样品长度与截面最大尺寸之比不小于 3:1。硅单晶其他范围电阻率的测试可参照本文件进行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1550 非本征半导体材料导电类型测试方法

GB/T 14264 半导体材料术语

3 术语和定义

GB/T 14264 界定的术语和定义适用于本文件。

4 试验条件

环境温度为 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 相对湿度不大于 65%。

5 干扰因素

5.1 光照可能影响电阻率测试结果,因此,除非是待测样品对周围的光不敏感,否则测试宜尽量在光线较暗的环境或遮光罩中进行。

注:对于电阻率大于 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 的样品,光照的影响更显著。

5.2 当测试仪器放置在高频干扰源附近时,有可能导致样品内交流干扰产生杂散电流,引起电阻率测试结果的误差,此时仪器应有电磁屏蔽。

5.3 样品中电场强度不宜过大,以避免少数载流子注入。对于高电阻率、长寿命的样品,少数载流子注入可能导致电阻率减小。少数载流子注入对电阻率的影响可以通过低电流下重复测试获得,重复测试电阻率不发生变化,说明少数载流子注入的影响很小。如果使用的电流适当,用该电流的 2 倍或 1/2 倍进行测试时,引起电阻率的变化应不超过 $\pm 0.5\%$ 。

5.4 电阻率测试受温度影响,因此需要保持测试过程中测试环境的温度稳定。测试基准温度为