



中华人民共和国国家标准

GB/T 6616—1995

半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层 电阻测定 非接触涡流法

Test method for measuring resistivity of semiconductor
silicon or sheet resistance of semiconductor
films with a noncontact eddy-current gage

1995-04-18 发布

1995-12-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层 电阻测定 非接触涡流法

GB/T 6616—1995

Test method for measuring resistivity of semiconductor
silicon or sheet resistance of semiconductor
films with a noncontact eddy-current gage

代替 6616—86

1 主题内容与适用范围

本标准规定了硅片体电阻率和硅薄膜薄层电阻的非接触涡流测量方法。

本标准适用于测量直径或边长大于 30 mm、厚度为 0.1~1 mm 的硅单晶切割片、研磨片和抛光片(简称硅片)的电阻率及硅薄膜的薄层电阻。测量薄膜薄层电阻时,衬底的有效薄层电阻至少应为薄膜薄层电阻的 1 000 倍。

硅片体电阻率和硅薄膜薄层电阻测量范围分别为 $1.0 \times 10^{-3} \sim 2 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ 和 $2 \sim 3 \times 10^3 \Omega/\square$ 。

2 方法提要

将硅片试样平插入一对共轴涡流探头(传感器)之间的固定间隙内,与振荡回路相连接的两个涡流探头之间的交变磁场在硅片上感应产生涡流。为使高频振荡器的电压保持不变,需要增加激励电流,而增加的激励电流值是硅片电导的函数。通过测量激励电流的变化即可测得试样的电导。当试样厚度已知时,便可计算出试样的电阻率。

$$\rho = \frac{t}{G} = tR \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: ρ ——试样的电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$;

G ——试样的薄层电导, S;

R ——试样的薄层电阻, Ω ;

t ——试样中心的厚度(测薄膜时厚度取 0.050 8 cm), cm。

3 测量装置

3.1 电学测量装置

3.1.1 涡流传感器组件。由可供硅片插入的具有固定间隙的一对共轴线探头,放置硅片的支架(需保证硅片与探头轴线垂直),硅片对中装置及激励探头的高频振荡器等组成。传感器可提供与硅片电导成正比的输出信号。涡流传感器组件的结构见图 1。

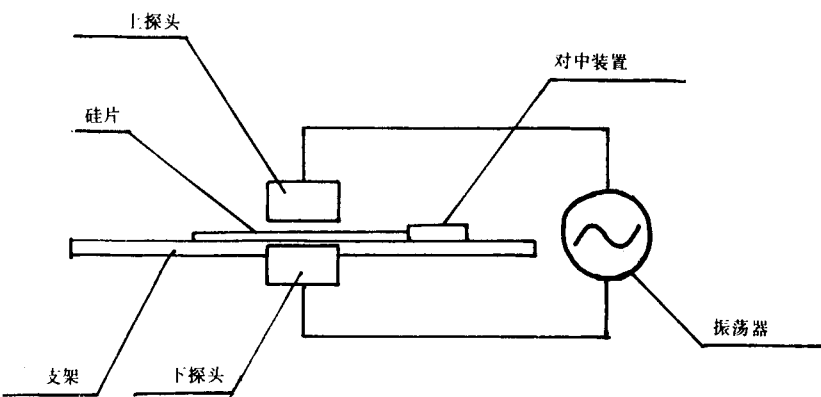


图 1 涡流传感器组件示意图

3.1.2 信号处理器。用模拟电路或数字电路进行电学转换,把薄层电导信号转换成薄层电阻值。当被测试样为硅片时,通过硅片的厚度再转换为电阻率。处理器应具有显示薄层电阻或电阻率的功能。当试样未插入时应具有电导清零的功能。

3.2 标准片和参考片

3.2.1 标准片。电阻率标准片的标称值分别为 0.01,0.1,1,10,25,75 和 180 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。选择合适的电阻率标准片用于校正测量设备,并需定期检定。电阻率标准片与待测片的厚度偏差应小于 $\pm 25\%$ 。

3.2.2 参考片。用于检查测量仪器的线性。参考片电阻率的值与表 1 指定值之偏差应小于 $\pm 10\%$ 。其厚度与硅片试样的厚度偏差应小于 $\pm 25\%$ 。

表 1 检查仪器线性的参考片的电阻率值

测量范围 $\Omega \cdot \text{cm}$	参考片的电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$
0.001~0.999	0.01
	0.03
	0.10
	0.30
	0.90
0.1~99.9	0.90
	3
	10
	30
	90

3.2.3 标准片和参考片至少应各有 5 片,数值范围应跨越仪器的全量程。如试样的电阻率或薄层电阻范围比较狭窄时,标准片和参考片的数值范围至少应大于试样的范围。

3.3 测厚仪与温度计

3.3.1 非接触式硅片厚度测量仪或其他测厚装置。

3.3.2 温度计,准确到 0.1℃。

4 测量程序

4.1 测量环境

- 4.1.1 环境温度保持在 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 。
- 4.1.2 环境相对湿度保持在 70% 以下。
- 4.1.3 测量环境应有电磁屏蔽。
- 4.1.4 电源应有滤波,防止高频干扰。
- 4.1.5 环境应有一定的清洁度。
- 4.1.6 仪器按规定时间预热,待标准片、参考片及硅片试样温度与环境温度平衡后方可进行测量。

4.2 仪器的校正

- 4.2.1 测量环境温度 T ,精确到 0.1°C 。
- 4.2.2 输入一片电阻率标准片的厚度值。
- 4.2.3 按公式(2)将电阻率标准片 23°C 时的标定值 $\rho(23)$ 换算成温度 T 时的电阻率值 $\rho(T)$ 。

$$\rho(T) = \rho(23)[1 + C_T(T - 23)] \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: T ——环境温度, $^\circ\text{C}$;

C_T ——硅单晶电阻率温度系数,见 GB/T 1552 中的表 9, $\Omega \cdot \text{cm}/\Omega \cdot \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}$;

$\rho(23)$ —— 23°C 时的电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$;

$\rho(T)$ ——环境温度 T 时的电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$ 。

- 4.2.4 将标准片正面向上放在支架上,插入上下两探头之间。硅片中心偏离探头轴线不大于 2 mm。按 $\rho(T)$ 值对仪器进行校正。

- 4.2.5 采用其他电阻率标准片按 4.2.2~4.2.4 步骤继续校正仪器,直至符合要求。

4.3 仪器线性检查

- 4.3.1 根据试样电阻率的范围选择一组(5 块)电阻率参考片(见表 1)。每块参考片在输入厚度后,由支架插入上下探头之间,其中心偏离探头轴线不大于 2 mm,依次测量每块参考片在环境温度下的电阻率值。

- 4.3.2 按(3)式将每块参考片在环境温度 T 时测得的电阻率值 $\rho(T)$ 换算成 23°C 时的电阻率值 $\rho(23)$ 。

$$\rho(23) = \rho(T)[1 - C_T(T - 23)] \quad \dots\dots\dots(3)$$

- 4.3.3 选择适当的比例,作出电阻率测量值与标定值的关系图,在图中标上 5 个参考片的数据点,见图 2。

- 4.3.4 分别按式(4)、式(5)计算出各参考片的电阻率允许偏差范围的最大值和最小值。在图 2 中画出 2 条直线分别对应于各参考片电阻率的最大值和最小值。

$$\text{最大值} = \text{标定值} + 5\% \text{ 标定值} + 1 \text{ 个数字} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{最小值} = \text{标定值} - 5\% \text{ 标定值} - 1 \text{ 个数字} \quad \dots\dots\dots(5)$$

- 4.3.5 线性检查步骤如下:

- 4.3.5.1 如果 5 个数据点全部位于两条直线之间,那么仪器在全量程范围内达到线性要求,可进行测量。

- 4.3.5.2 如果位于两条直线之间的数据不足 3 点,应对设备重新调整和校正,并重复 4.2 条步骤,以满足测量的线性要求。

- 4.3.5.3 如果只有 3 个或 4 个数据点位于两条直线之间,则在由这些相邻的最高点和最低点所限定的量程范围内,仪器可以使用。

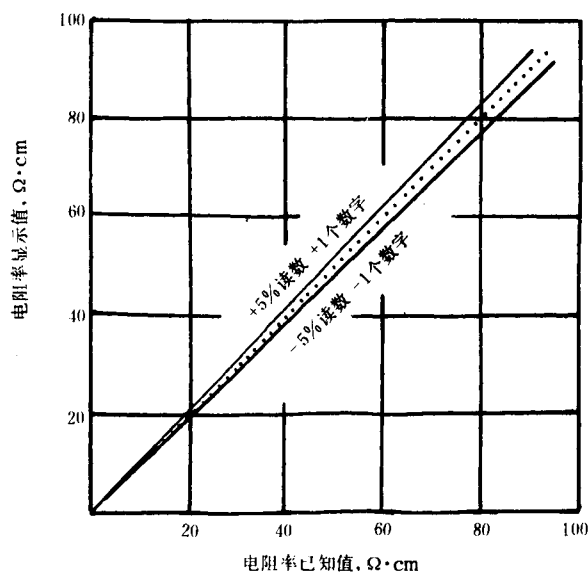


图 2 线性检查图

4.4 测量

4.4.1 输入硅片试样的厚度值,如果测量薄膜的薄层电阻,可输入薄膜加上衬底的总厚度。

4.4.2 将硅片试样正面向上放在支架上,插入上下两探头之间。硅片中心离探头轴线偏差不大于 2 mm,记录电阻率显示值。

4.4.3 需根据公式(3)将显示值换算成 $\rho(23)$ 。

4.4.4 为避免涡流在硅片上造成温升,测量时间应小于 1 s。

5 精密度

采用电阻率小于 $120 \Omega \cdot \text{cm}$ 的 9 个试样在 7 个实验室 8 台仪器上进行了循环试验,得到本方法多实验室精密度为 $\pm 12\% (R3S)$ 。

6 试验报告

6.1 试验报告应包括以下内容:

- a. 试样编号;
- b. 电阻率标准片及参考片代号;
- c. 环境温度;
- d. 试样电阻率 $\rho(T), \Omega \cdot \text{cm}$;
- e. 温度修正后的电阻率 $\rho(23), \Omega \cdot \text{cm}$;
- f. 本标准编号;
- g. 测量者;
- h. 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。

本标准主要起草人林敏敏、张玉芬、夏锦禄。

本标准等效采用美国材料与试验协会标准 ASTM F673—90《半导体晶片电阻率及半导体薄膜薄层电阻测定 非接触涡流法》。

(京)新登字 023 号

GB/T 6616—1995

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层
电阻测定 非接触涡流法
GB/T 6616--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 1/2 字数 9 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 · 1-11906 定价 8.00 元

*

标 目 274—31



GB/T 6616-1995