

ICS 77.040.01
H 17



中华人民共和国国家标准

GB/T 11073—2007
代替 GB/T 11073—1989

GB/T 11073—2007

硅片径向电阻率变化的测量方法

Standard method for measuring radial resistivity variation on silicon slices

中华人民共和国
国家标准
硅片径向电阻率变化的测量方法
GB/T 11073—2007

*

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 字数 24 千字

2008年2月第一版 2008年2月第一次印刷

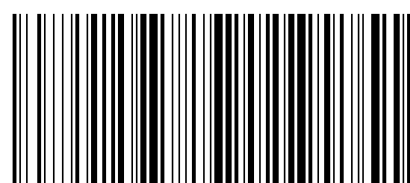
*

书号: 155066·1-30536 定价 16.00 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 11073—2007

2007-09-11 发布

2008-02-01 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

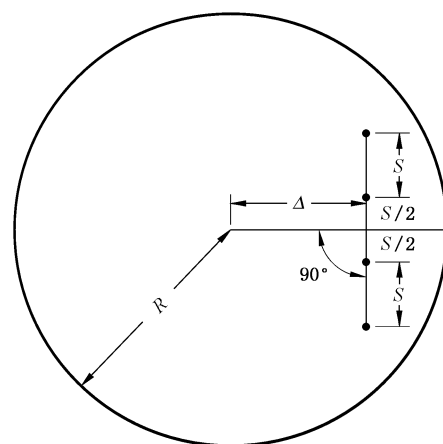
$$V_1 = \frac{1 - \left(\frac{\Delta}{R}\right)^2 - \left(\frac{9}{4}\right) \cdot \left(\frac{S}{R}\right)^2}{D_1};$$

$$V_2 = \frac{1 - \left(\frac{\Delta}{R}\right)^2 - \left(\frac{1}{4}\right) \cdot \left(\frac{S}{R}\right)^2}{D_2};$$

$$D_1 = \left(1 + \frac{\Delta}{R}\right)^2 + \left(\frac{9}{4}\right) \left(\frac{S}{R}\right)^2;$$

$$D_2 = \left(1 + \frac{\Delta}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right) \left(\frac{S}{R}\right)^2.$$

S、R、Δ 的表示如图 A.1 所示。



S——探针间距；

R——硅片半径；

Δ——探针至硅片中心距离。

图 A.1 S、R、Δ 的表示

表 A.2 由探针位置和直径的公差导致的电阻率最大误差

标称直径/mm	探针位置	选点方案	E ₁ A/% ^a	E ₂ B/% ^b	E ₃ C/% ^c
50.8	硅片中心	A、B、C、D	0.0	0.0	0.0
50.8	R/2	A、C	0.0	0.1	0.1
50.8	离边缘 6 mm	B、C	0.2	0.3	0.5
50.8	离中心 20 mm	D	0.3	0.4	0.7
50.8	离中心 22 mm	D	0.9	1.1	2.0
50.8	离中心 24 mm	D	3.8	4.9	8.8
76.2	硅片中心	A、B、C、D	0.0	0.0	0.0
76.2	R/2	A、C	0.0	0.0	0.0
76.2	离边缘 6 mm	B、C	0.2	0.4	0.7
76.2	离中心 32 mm	D	0.2	0.4	0.7
76.2	离中心 34 mm	D	0.5	1.2	1.8
76.2	离中心 36 mm	D	2.2	4.9	7.5
100.0	硅片中心	A、B、C、D	0.0	0.0	0.0

前 言

本标准是对 GB/T 11073—1989《硅片径向电阻率变化的测量方法》的修订。本标准修改采用了 ASTM F 81-01《硅片径向电阻率变化的测量方法》。

本标准与 ASTM F 81-01 的一致性程度为修改采用，主要差异如下：

——删去了 ASTM F 81-01 第 4 章“意义和用途”。

本标准与 GB/T 11073—1989 相比主要变化如下：

——因 GB/T 6615 已并入 GB/T 1552，本标准在修订时将硅片电阻率测试方法标准改为 GB/T 1552，并将第 2 章“规范性引用文件”中的“GB/T 6615”改为“GB/T 1552”；

——采用 ASTM F 81-01 第 8 章“计算”中的计算方法替代原 GB 11073—1989 中径向电阻率变化的计算方法；

——依据 GB/T 1552 将电阻率的测量上限由 $1 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 改为 $3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ ；

——将原 GB/T 11073—1989 中第 7 章“测量误差”改为第 4 章“干扰因素”，并对其后各章章号作了相应调整；

——删去了原 GB/T 11073—1989 中的表 1，采用 GB/T 12965 规定的直径偏差范围；

——将原 GB/T 11073—1989 中的表 2 改为表 1，并依据 GB/T 12965 中的规定，在本标准中删去 80.0 mm 标称直径规格，增加了 150.0 mm 和 200.0 mm 标称直径规格。

本标准的附录 A 是规范性附录。

本标准自实施之日起，同时代替 GB/T 11073—1989。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

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：峨嵋半导体材料厂。

本标准主要起草人：梁洪、覃锐兵、王炎。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 11073—1989。

用 $\sum(\rho)$ 表示各次电阻率测量值的相对标准偏差(百分率),则各次电阻率测量值的绝对标准偏差 $\sigma(\rho)$ 表示为:

$$\sigma(\rho) = \frac{\sum(\rho) \cdot \rho}{100} \approx \frac{\sum(\rho) \cdot \rho_i}{100} \quad \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

为了消去样品本身电阻率的影响,式(A.4)可以改写为式(A.6):

$$\sigma^2(Y) = \left[\left(\frac{\sum(\rho)}{100} \right)^2 \right] \cdot \left(\frac{1}{j} + \frac{r^2}{k} \right) \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

A.1.3 径向电阻率变化测量的结果的完整表达式,由所计算的径向电阻率变化结合它在 95% 置信度及 2σ 值表示为式(A.7),单位为%:

$$[Y \pm 2\sigma(Y)] \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{A.7})$$

A.1.4 硅片径向电阻率变化偏差的计算示例

示例 1:

设在同一实验室内,在一硅片上用 A 或 B 方案选点,测得 ρ_1 和 ρ_2 间的电阻率差值为 25%,各次电阻率测量的相对偏差 $\sum(\rho)$ 为 0.5%,即:

$Y=0.25$;
 $r=1.25$;
 $\sum(\rho) = \pm 0.5\%$;
 $j=4$;
 $k=2$ 。

将这些数值代入式(A.6),得到:

$$\begin{aligned} \sigma^2(Y) &= [(0.5/100)^2] \cdot \{ (1/4) + [(1.25)^2/2] \} \\ \sigma(Y) &= \pm 0.00508 \\ 2\sigma(Y) &= \pm 0.0102 \end{aligned}$$

式中:

$\sigma(Y)$ ——径向电阻率变化测量的标准偏差估计值。

于是,标明了不确定性的电阻率变化最终表示为:

$$\{ [Y \pm 2\sigma(Y)] \times 100 \} \% = (25 \pm 1.02) \%$$

示例 2:

设样品的相对径向电阻率变化为 $Y=0.01$,而 $\sum(\rho)$ 、 j 、 k 值都与例 1 相同,由公式(A.6)得:

$$\begin{aligned} \sigma^2(Y) &= [(0.5/100)^2] \cdot \{ (1/4) + [(1.0)^2/2] \} \\ \sigma(Y) &= \pm 0.00436 \\ 2\sigma(Y) &= \pm 0.00872 \end{aligned}$$

于是,径向电阻率变化的最终表达式为:

$$\{ [Y \pm 2\sigma(Y)] \times 100 \} \% = (1 \pm 0.87) \%$$

A.1.5 在各次电阻率测量中,作为独立参数标出被测量值的不确定性或标准偏差与百分数来表示其不确定性是等效的,但从表 A.1 中可以看出:在相对电阻率变化 Y 值小时,对电阻率测量的某一标准偏差,其径向变化的绝对标准偏差近似为一与电阻率径向变化量无关的常数。但是,用径向变化百分数来表示的相对标准偏差却表明测试的质量在降低。这种情况下,把径向电阻率变化的不确定性表示为径向变化的百分数是不恰当的。

硅片径向电阻率变化的测量方法

1 范围

本标准规定了用直排四探针法测量硅单晶片径向电阻率变化的方法。

本标准适用于厚度小于探针平均间距、直径大于 15 mm、电阻率为 $1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm} \sim 3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 硅单晶圆片径向电阻率变化的测量。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 1552 硅、锗单晶电阻率测定直排四探针法
 GB/T 2828(所有部分) 计数抽样检验程序
 GB/T 6618—1995 硅片厚度和总厚度变化测试方法
 GB/T 12965 硅单晶切割片和研磨片

3 方法提要

根据要求选择四种选点方案中的一种,按 GB/T 1552 的方法进行测量,并利用几何修正因子计算出硅片电阻率及径向电阻率变化。

本标准提供四种测量选点方案。采用不同的选点方案能测得不同的径向电阻率变化值。

4 干扰因素

4.1 四探针间距小于本标准规定的探针间距或测量高寿命样品时,应找出适当的电流范围用作电阻率测量。

4.2 掺杂浓度的局部变化也会引起沿晶体生长方向上的电阻率变化,而四探针测量的是局部电阻率平均值,这个值受样品纵向电阻率变化的影响;所以在硅片正面和背面测量电阻率变化的结果可能不同。这种影响程度也与探针间距相关。

4.3 当探针位置靠近硅片边缘时,对测出的电压与电流比有明显的影晌。根据电压与电流比和几何修正因子来计算局部电阻率。附录 A 中第 A.2 章提供了探针间距为 1.59 mm、测量点向硅片边缘移动 0.15 mm 时的局部电阻率误差量。对不同尺寸的硅片和测量点来说,这些误差量随着探针间距的减小而减小。

4.4 与硅片的几何形状有关的误差。

4.4.1 在靠近硅片参考面位置上测量或在硅片背面及其周围导电的情况下测量均会产生误差。

4.4.2 没有按硅片实际直径计算修正因子,则会增加几何修正因子的误差。当测量时探针距边缘 6 mm 以上,采用标称直径引起的误差可以忽略不计。

4.4.3 硅片厚度直接影响所测的电阻率。当硅片的局部厚度偏差为 GB/T 12965 允许的最大值或 13 μm 时,附录 A 中第 A.2 章给出了局部电阻率的误差量。如果要精确地测量局部电阻率,则应测量每个测量位置的厚度并计算该位置的电阻率,或使用厚度变化较小的硅片,或采用较厚的硅片。