

硅片径向电阻率变化的测量方法

GB 11073—89

Standard method for measuring radial resistivity variation on silicon slices

1 主题内容与适用范围

本标准规定了用直排四探针方法测量硅单晶片径向电阻率变化的方法。

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

2 引用标准

GB 2828 逐批检查计数抽样程序及抽样表（适用于连续批的检查）

GB 6615 硅片电阻率的直排四探针测试方法

3 方法提要

使用GB 6615方法，根据要求，选择四种选点方案中的一种进行测量，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 仪器设备

4.1 GB 6615规定的仪器设备装置。探针间距为1.00mm或1.59mm。

4.2 样品架应具有平移和旋转360°功能。平移精度为 $\pm 0.15\text{mm}$ ；旋转精度为 $\pm 5^\circ$ 。

5 试验样品

5.1 从一批硅片中按GB 2828计数抽样方案或商定的方案抽取样品。

5.2 按GB 6615的4.2条~4.3条制备样品。

5.3 如果硅片没有主参考面，则必需在硅片背面圆周上作一参考标记，以便测量时对硅片定位。如果是仲裁测量，并且硅片只有一个参考面，则需在硅片背面参考面边缘的中点作一参考标记。

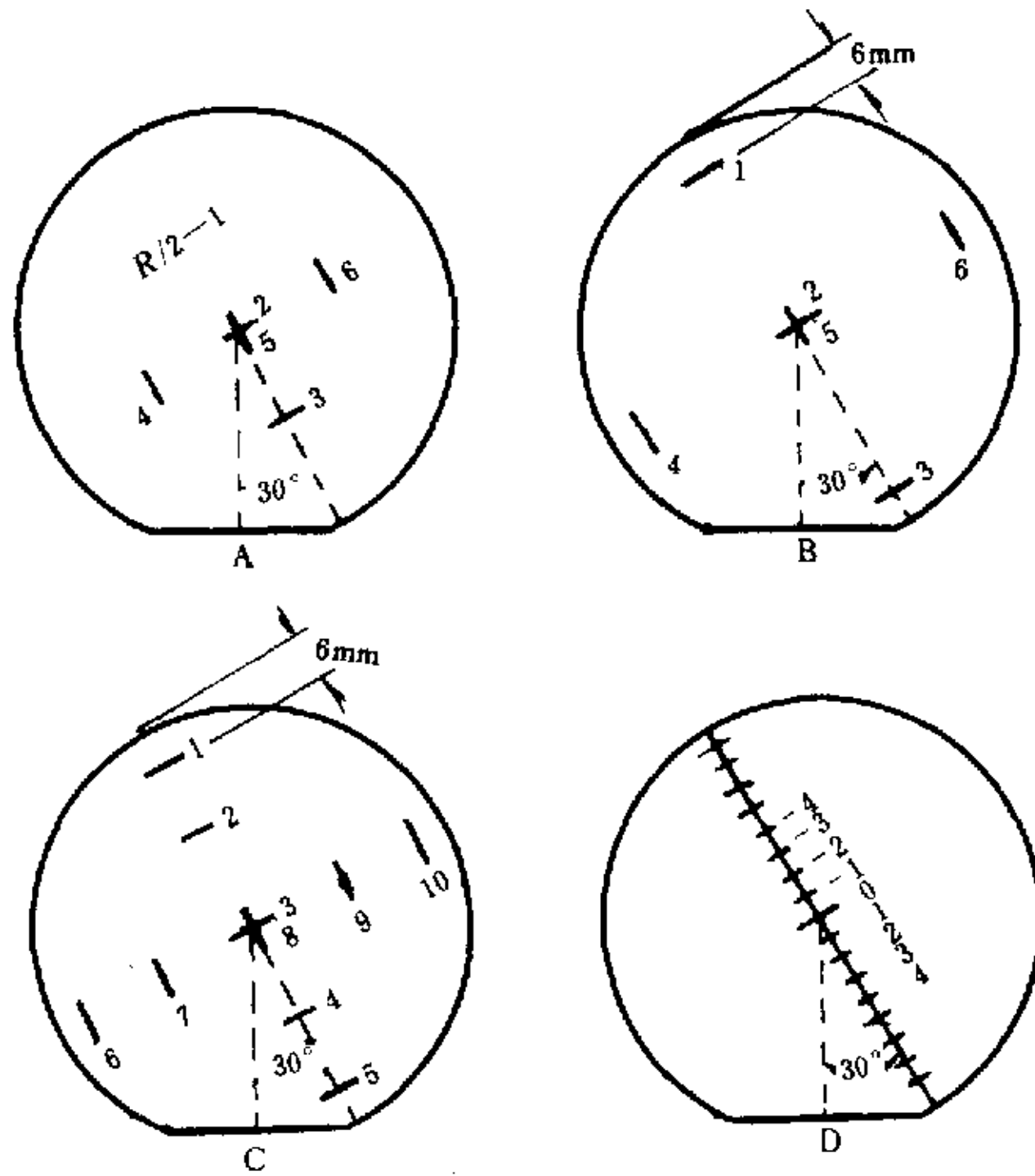
5.4 找出任意三条相交45°且不与硅片参考面相交的直径，测量并记下该样品直径，如果这三条直径长度都在表1规定的直径偏差范围以内，则以标称直径为直径值。否则以三个测量的平均值为直径值。

表1 硅片的几何参数

标称直径	直径偏差	中心点厚度，最小	总厚度变化
mm		μm	
50.8	±0.4	254	13
76.2	±0.6	356	25
80	±1	375	40
100	±1	600	50
125	±1	600	65

5.5 按GB 6615的3.1规定的厚度仪, 在选点方案C(见图中C)的九个点测量并记录各点厚度。

5.6 根据器件用途、晶体生长工艺、掺杂剂种类以及所要求的电阻率数据, 确定四种选点方案中的一种方案来测量硅片径向电阻率变化(见下图)。



四探针测量径向电阻率变化的选点方案

注: ① 各图的底部平面表示主参考面(见6.1条)。

② 每条短线段表示直排四探针测量点位置, 且垂直于硅片直径, 并用数字表示其四探针测量顺序。

5.6.1 选点方案A

小面积十字型, 测量六点: 在硅片中心点测两次, 在两条垂直直径的半径中点($R/2$)处各测量一点。

5.6.2 选点方案B

大面积十字型, 测量六点: 在硅片中心点测量两次, 在两条垂直直径距硅片边缘6mm处各测量一点。

5.6.3 选点方案C

小面积及大面积十字型, 测量十点: 在硅片中心点测量两次, 在两条垂直直径的半径中点($R/2$)处各测量一点, 距硅片边缘6mm处各测量一点。

5.6.4 选点方案D

一条直径上的高分辨型: 在硅片中心点以及中心与直径两端的距离之间, 以2mm间隔在尽可能多的位置上进行测量。

6 测量步骤

6.1 调整样品,使第一次测量的直径位于与主参考面垂直的直径或通过参考标记的直径,沿逆时针方向旋转 30° 的位置上(见5.3条和上图)。仲裁测量时,要记下相对参考面和参考标记的各测量点位置。

6.2 选定一种选点方案(见5.6条和上图)。

6.3 如果需要电阻率的绝对值,则应测量并记录样品的温度。

6.4 按选定的选点方案进行测量。

6.4.1 将四探针置于被测样品表面,使四探针的排列直线垂直于经过测量点的半径,四探针直线的中点在测量点 $\pm 0.15\text{ mm}$ 范围以内。

6.4.2 按GB 6615的6.4条和6.5条要求,测量正向和反向电阻率。

6.4.3 如果硅片是非标称直径,则需记录样品中心到四探针直线中点的距离 A 。

7 测量误差

7.1 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。

7.2 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。这个值受到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有关。

7.3 当探针位置靠近硅片边缘时,对所测出的电压与电流比有明显的影响。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章给出探针间距为 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。对各种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。

7.4 与硅片的几何形状有关的误差

7.4.1 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。

7.4.2 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。

7.4.3 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表1允许的最大值或 $13\mu\text{ m}$ 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。

7.4.4 在抛光面上测量,一般也能得到符合要求的结果。由于抛光面导电或表面复合速率低,可能造成误差。仲裁时必需在研磨面上测量。

8 测量结果的计算

8.1 电阻率的计算

8.1.1 按GB 6615的7.1条和7.2条计算并记下电阻率的平均值。

8.1.2 对标称直径硅片(见5.4条),则根据表2确定修正因子 F_2 的值。