



苏州电讯
® SUZHOU TELECOMMUNICATION



百神科技
BAISHEN TECHNOLOGY

注意：敬请用户在操作使用SX1934B型数字式四探针测试仪之前，必须详细阅读使用说明书！并妥善保管。

SX1934B 型数字式四探针测试仪

执行标准 Q/320500 GQB 1030-2006

使用说明书



本企业已通过 ISO9001:2000 质量体系认证

苏 州 市 百 神 科 技 有 限 公 司

苏 州 电 讯 仪 器 厂

欢迎使用 **SX1934 B 型数字式四探针测试仪**！
由衷地感谢您加入本公司的用户队伍！

一、概述

SX1934B 型数字式四探针测试仪是运用四探针测量原理的多用途综合测量装置，它可以测量片状、块状半导体材料的径向和轴向电阻率，测量扩散层的薄层电阻（亦称方块电阻）。换上特制的四探针测试夹具，还可以对金属导体的低、中值电阻进行测量。

仪器由主机、测试探头（可选配测试台）等部分组成，测试结果由数字表头直接显示。主机主要由数控恒流源，高分辨率 **ADC**、嵌入式单片机系统组成，自动转换量程。测试探头采用宝石导向轴套和高耐磨碳化钨探针制成，故定位准确、游移率小、寿命长。

仪器具有测量精度高、灵敏度高、稳定性好、智能化程度高、测量简便、结构紧凑、使用方便等特点。

仪器适用于半导体材料厂、半导体器件厂、科研单位、高等院校对半导体材料的电阻性能的测试。特别适用于要求快速测量中低电阻率的场合。

本仪器工作条件为：

温 度： **$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$**

相对湿度： **$60\% \sim 70\%$**

工作室应无强电磁场干扰，不与高频设备共用电源。

二、技术参数

1. 测量范围

电 阻 率： **$10^{-2} \sim 10^2 \ \Omega \cdot \text{cm}$**

方块电阻： **$10^{-1} \sim 10^3 \ \Omega / \square$**

电 阻： **$10^{-3} \sim 9999 \ \Omega$**

2. 可测半导体材料尺寸

直 径： **$\Phi 15 \sim 100 \text{mm}$**

长（或高）度： **$\leq 400 \text{mm}$**

3. 测量方位

轴向、径向均可

4. 数字电压表：

- (1)量程: **2V**
- (2)误差: $\pm 0.1\% \text{FSB} \pm 2\text{LSB}$
- (3)最大分辨力: **10 μ V**
- (4)精度: **18 位 ADC (5 1/2 位)**
- 显示: **4 位数字显示**
- 小数点自动显示

5. 数控恒流源

- (1)电流输出: 直流电流 **2 μ A~2mA**, **2 μ A** 步进可调, 系统自动调整。
- (2)误差: $\pm 0.1\% \text{FSB} \pm 0.5\text{LSB}$

6. 四探针测试探头:

- (1)探 针 间 距: **1mm**
- (2)探针机械游移率: $\pm 1.0\%$
- (3)探 针: 碳化钨, $\Phi 0.5\text{mm}$
- (4)压 力: **0~2kg** 可调, 最大压力约 **2kg**

7. 电源:

DC4.5V~8V
功 耗: **<1W**
电源适配器: 输入:**220V $\pm 10\%$ 50Hz**
输出:**DC5V $\pm 10\%$**

8. 外形尺寸:

主机 **170mm (长) $\times$ 130 mm (宽) $\times$ 50mm (高)**

三、工作原理

1. 测试原理: 直流四探针法测试原理简介如下:

- (1)体电阻率测量:

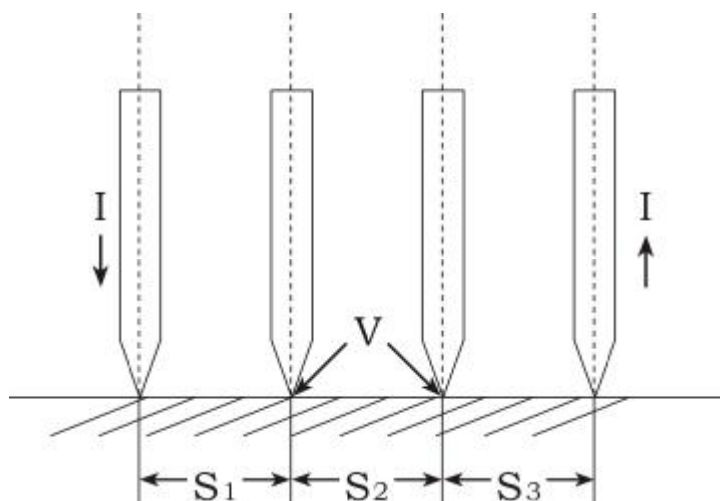


图 1 四探针法测量原理图

当 1、2、3、4 四根金属探针排成一直线时，并以一定压力压在半导体材料上时，在 1、4 两根探针间通过电流 I ，则在 2、3 探针间产生电位差 V 。

$$\text{材料电阻率} \quad \rho = C \frac{V}{I} \quad (\Omega \cdot \text{cm}) \quad (3-1)$$

式中 C 为探针修正系数，由探针的间距决定。

当试样电阻率分布均匀，试样尺寸满足半无穷大条件时

$$C = \frac{2\pi}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} - \frac{1}{S_1+S_2} - \frac{1}{S_2+S_3}} \quad (\text{cm}) \quad (3-2)$$

式中： S_1 、 S_2 、 S_3 分别为探针 1 与 2，2 与 3，3 与 4 之间的距离，探头系数由制造厂对探针间距进行测定后确定，并提供给用户。每个探头都有自己的系数。 $C \approx 6.28 \pm 0.05$ ，单位为 cm 。

若取电流值 $I=C$ 时，则 $\rho=V$ ，可由数字电压表直接读出。

(a) 块状或棒状样品电阻率测量：

由于块状或棒状样品外形尺寸远大于探针间距，符合半无穷大的边界条件，电阻率值可以直接由 (3—1) 式求出。

(b) 薄片电阻率测量

薄片样品因为其厚度与探针间距相近，不符合半无穷大边界条件，测量时要附加样品的厚度、形状和测量位置的修正系数。

其电阻率值可由下面公式得出：

$$\rho = C \frac{V}{I} G \left(\frac{W}{S} \right) D \left(\frac{d}{S} \right) = \rho_0 G \left(\frac{W}{S} \right) D \left(\frac{d}{S} \right) \quad (3-3)$$

式中： ρ_0 ——为块状体电阻率测量值

$G\left(\frac{W}{S}\right)$ ——为样品厚度修正函数，可由附录 1A 或附录 1B 查得。

W: 样品厚度 (μm); S: 探针间距 (mm)

$D\left(\frac{d}{S}\right)$ ——为样品形状与测量位置的修正函数，可由附录 2 查得。

当圆形硅片的厚度满足 $\frac{W}{S} < 0.5$ 条件时,电阻率为:

$$\rho = \rho_0 \frac{W}{S} \frac{1}{2 \ln 2} D\left(\frac{d}{S}\right) \quad (3-4)$$

式中 $\ln 2$ 为 2 的自然对数。

当忽略探针几何修正系数时，即认为 $C=2\pi S$ 时

$$\rho = \frac{\pi VW}{I \ln 2} D\left(\frac{d}{S}\right) = 4.53 \frac{VW}{I} D\left(\frac{d}{S}\right) \quad (3-5)$$

(c) 扩散层的方块电阻测量

当半导体薄层尺寸满足于半无穷大平面条件时:

$$R_0 = \frac{\pi}{\ln 2} \left(\frac{V}{I} \right) = 4.53 \frac{V}{I} \quad (3-6)$$

2. 电气原理

SX1934B 型数字式四探针测试仪电气部分原理方框图如图 2 所示。

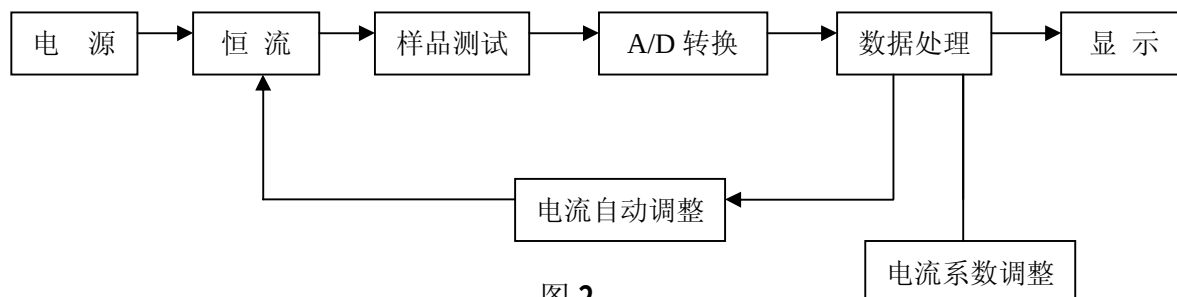


图 2

四、结构特征

仪器根据测试需要，可安放在一般工作台上或者手持。探头经过精密加工，探针为耐磨材料碳化钨所制成，配用宝石导套，使测量误差大为减少，且可以提高寿命。探头内有弹簧压力装置，测试架内还有高度粗调、细调及压力自锁装置。

主机为仪器主要电气部分所在，在其面板结构如图 3 所示。

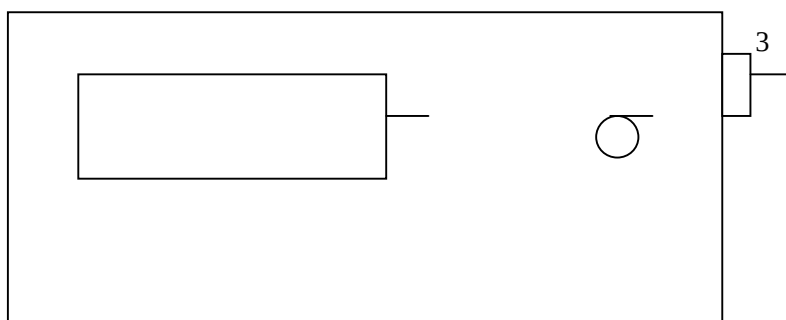


图 3 面板示意图

1、数字显示； 2、修正系数调节； 3、探头插座

主机后盖板设有交流 220V 电源插座和保险丝座。如图 4 所示。

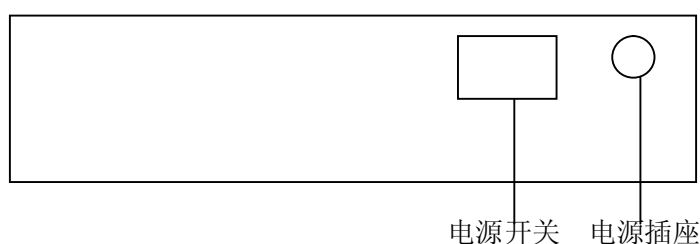


图 4 主机后盖板示意图

五、使用方法

SX1934B 型数字式四探针测试仪能够测量普通电阻器的电阻、体电阻率、薄片电阻率、扩散层的方块电阻，测量时需调整相应的修正系数(修正系数调节见注意事项)。

本产品提供了电阻率测量直接的厚度修正，用户只需要选择样品厚度就可以直接读出电阻率，不需要查表计算厚度修正系数，极大的方便了用户。如果需要，可以再进行形状修正，位置修正（通常对于精度要求不高的情况下，可以不进行修正，具体修正见附录），显示的电阻率直接乘以修正系数即可。

1. 操作概述：

(1)测试准备：将电源插头插入电源插座，电源开关置于断开位置，。

将测试探头的插头与主机的输入插座连接起来，测试样品应进行喷砂和清洁处理，（选配测试台的将样品放在样品架上），调节室内温度使之达到要求的测试条件。将电源开关置于开启位置，数字显示亮。

探针未与测试样品接触时显示的是修正系数。利用修正系数调节电位器将修正系数调到适合的值（方法见“注意事项”）

(2)测量：

将探针与样品良好接触，注意压力要适中，即可由数字显示板直接读出测量值。

2. 注意事项:

(1)棒状、块状样品电阻率测量:修正系数调至“ $\square$ 3.50”即电位器的最右端。显示的读数即为所测样品厚度修正后的电阻率 (单位 $\Omega \cdot \text{cm}$)

(2)薄片电阻率测量:

当薄片厚度 $>3.5\text{mm}$ 时,将修正系数调至“ $\square$ 3.50”即电位器的最右端。显示的读数即为所测样品厚度修正后的电阻率 (单位 $\Omega \cdot \text{cm}$)。

当薄片厚度 $<3.5\text{mm}$ 时,将修正系数调至与样品厚度相等,显示的读数即为所测样品厚度修正后的电阻率 (单位 $\Omega \cdot \text{cm}$)。

(3)方块电阻测量:将修正系数调至显示图案“ $\square$ ”,即电位器最左端,显示的读数即为所测样品的方块电阻 (单位 $\Omega / \square$)。

(4)电阻测量,用四端子测量线作输入线,按图 5 所示夹持好样品,将修正系数调至图案“ Π ”, 显示的读数即为所测样品的电阻值 (单位 Ω)。

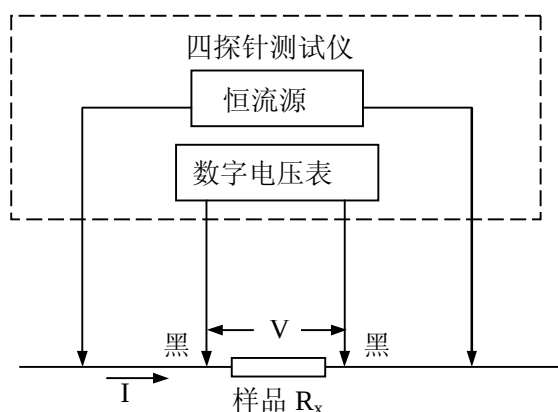


图 5 电阻测量

附录 样品形状和测量位置的修正系数 $D \left(\frac{d}{S} \right)$

(1) 圆形薄片

表 7

直径 d (mm)	探 针 位 置					
	距圆心位置		距边缘位置			
	0mm	1/4 d	5 mm	4 mm	3 mm	2 mm
20	0.9788	0.9633	0.9633	0.9508	0.9263	0.8702
23	0.9839	0.9719	0.9662	0.9538	0.9295	0.8739
25	0.9863	0.9761	0.9677	0.9553	0.9312	0.8758
27	0.9882	0.9794	0.9688	0.9565	0.9325	0.8773
30	0.9904	0.9832	0.9702	0.9580	0.9342	0.8793
32	0.9916	0.9852	0.9709	0.9588	0.9351	0.8804
35	0.9929	0.9876	0.9718	0.9598	0.9362	0.8817
38	0.9940	0.9894	0.9725	0.9606	0.9371	0.8829
40	0.9946	0.9904	0.9729	0.9610	0.9377	0.8835
42	0.9951	0.9913	0.9733	0.9614	0.9382	0.8841
45	0.9957	0.9924	0.9738	0.9620	0.9488	0.8849
50	0.9965	0.9938	0.9744	0.9627	0.9497	0.8859
55	0.9971	0.9919	0.9749	0.9633	0.9403	0.8868
57	0.9973	0.9952	0.9751	0.9635	0.9406	0.8871
60	0.9976	0.9957	0.9752	0.9638	0.9409	0.8875
63	0.9978	0.9961	0.9755	0.9640	0.9412	0.8879
65	0.9979	0.9963	0.9757	0.9641	0.9414	0.8881
70	0.9982	0.9968	0.9760	0.9645	0.9418	0.8886
75	0.9985	0.9972	0.9762	0.9648	0.9421	0.8891
80	0.9986	0.9976	0.9764	0.9650	0.9424	0.8895
90	0.9989	0.9981	0.9768	0.9654	0.9429	0.8901
100	0.9991	0.9984	0.9770	0.9657	0.9433	0.8904

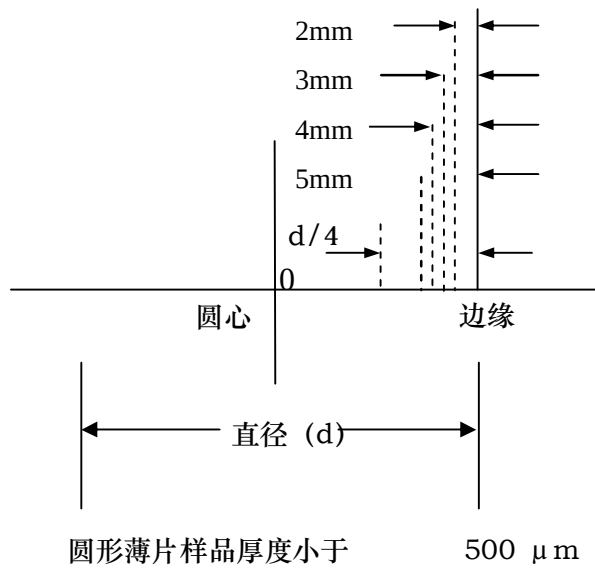


图 9 圆形薄片测量位置示意图

(2) 矩形薄片

表 8

	正 方 形	矩 形		
d/s	a/d=1	a/d=2	a/d=3	a/d $\geq$ 4
1.0			0.2204	0.2205
1.25			0.2751	0.2702
1.5		0.3263	0.3286	0.3286
1.75		0.3794	0.3803	0.3803
2.0		0.4301	0.4297	0.4297
2.5		0.5192	0.5194	0.5194
3.0	0.5422	0.5957	0.5958	0.5958
4.0	0.6870	0.7115	0.7115	0.7115
5.0	0.7744	0.7887	0.7888	0.7888
7.5	0.8846	0.8905	0.8905	0.8905
10.0	0.9312	0.9345	0.9345	0.9345
15.0	0.9682	0.9696	0.9696	0.9696
20.0	0.9788	0.9830	0.9830	0.9830
40.0	0.9955	0.9957	0.9957	0.9957
100	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

d: 短边长度

a: 长边长度

s: 探针间距

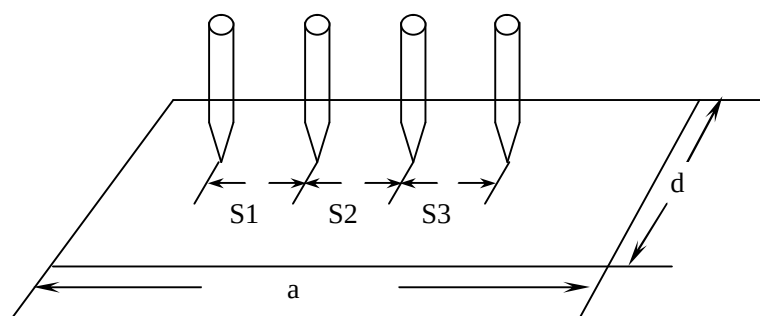
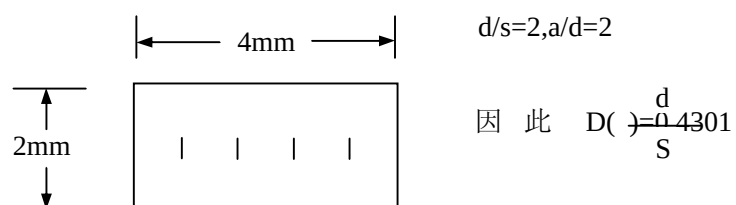


图 10 矩形薄片形状示意图

例 在探针平均间距为 **1mm** 时，测量矩形薄片样品如下图所示





苏州电讯仪器厂
苏州市洁净技术研究所

地址：苏州市工业园区通园路企鸿路 31 号

邮政编码：215006

电话：+86-512-62522538

传真：+86-512-62522938

<http://www.baishen.com>

[E-mail:clean@baishen.com](mailto:clean@baishen.com)