

四探针测试-双电测测量原理

双电测四探针测试仪测量原理通过采用四探针双位组合测量技术，将范德堡测量方法推广应用到直线四探针上。利用电流探针和电压探针的组合变换，进行两次电测量，其最后计算结果能自动消除由样品几何尺寸、边界效应以及探针不等距和机械游移等因素所引起的，对测量结果的不利影响。因而在测试过程中，在满足基本条件下可以不考虑探针间距、样品尺寸及探针在样品表面上的位置等因素。这种动态地对以上不利因素的自动修正，显著降低了其对测试结果的影响，从而提高了测量结果的准确度。其优点是目前广泛使用的常规四探针测量方法根本办不到的。

使用本仪器时，由于不需要人为进行几何边界条件和探针间距的修正，因而对各种形状的薄膜材料及片状材料有广泛的适用性。

双电测组合四探针法采用了以下二种组合的测量模式（见图1）。

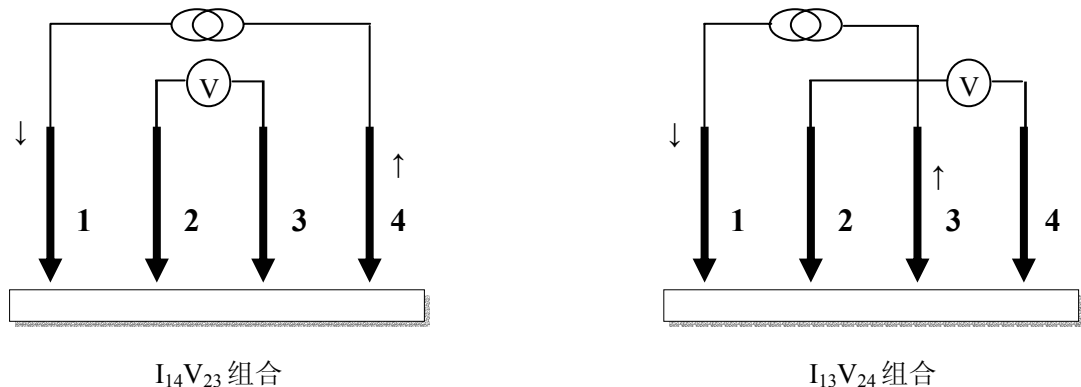


图 1

将直线四探针垂直压在被测样品表面上分别进行 $I_{14}V_{23}$ 和 $I_{13}V_{24}$ 组合测量，测量过程如下：

1. 进行 $I_{14}V_{23}$ 组合测量：

电流 I 从 1 针 → 4 针，从 2、3 针测得电压 V_{23+} ；

电流换向， I 从 4 针 → 1 针，从 2、3 针测得电压 V_{23-} ；

计算正反向测量平均值： $V_{23} = (V_{23+} + V_{23-}) / 2$ ；

2. 进行 $I_{13}V_{24}$ 组合测量：

电流 I 从 1 针 → 3 针，从 2、4 针测得电压 V_{24+} ；

电流换向， I 从 3 针 → 1 针，从 2、4 针测得电压 V_{24-} ；

计算正反向测量平均值： $V_{24} = (V_{24+} + V_{24-}) / 2$ ；

3. 计算 (V_{23} / V_{24}) 值；

（以上 V_{23} 、 V_{24} 均以 mV 为单位）；

4. 按以下两公式计算几何修正因子 K ：

若 $1.18 < (V_{23} / V_{24}) \leq 1.38$ 时；

$$K = -14.696 + 25.173(V_{23} / V_{24}) - 7.872(V_{23} / V_{24})^2 ; \quad \dots(1)$$

若 $1.10 \leq (V_{23} / V_{24}) \leq 1.18$ 时;

$$K = -15.85 + 26.15(V_{23} / V_{24}) - 7.872(V_{23} / V_{24})^2 ; \quad \dots(2)$$

5. 计算方块电阻 R_{\square} :

$$R_{\square} = K \cdot (V_{23} / I) \quad (\text{单位: } \Omega / \square) ; \quad \dots(3)$$

其中: I 为测试电流, 单位: mA ;

V_{23} 为从 2、3 针测得电压 V_{23+} 和 V_{23-} 的平均值, 单位: mV ;

6. 若已知样品厚度 W , 可按下式计算样品体电阻率 ρ :

$$\rho = R_{\square} \cdot W \cdot F(W/S) / 10 \quad (\text{单位: } \Omega \cdot \text{cm}); \quad \dots(4)$$

其中: R_{\square} 为方块电阻值, 单位: Ω / \square ;

W 为样片厚度, 单位: mm ($W \leq 3\text{mm}$);

S 为探针平均间距, 单位: mm ;

$F(W/S)$ 为厚度修正系数;