



## 如何使用 IT2800 源表测量半导体材料表面电阻率

电子器件的许多重要参数与电阻率及其分布的均匀性有密切的关系, 例如二极管的反向饱和电流, 晶体管的饱和压降和放大倍数  $\beta$  等, 都直接与硅单晶的电阻率有关。因此器件的电阻率测试已经成为芯片加工中的重要工序, 对其均匀性的控制和准确的测量直接关系将来能否制造出性能更优功率器件。

不同于使用万用表测量常规导体电阻, 半导体硅单晶电阻率以及微电子领域的其他金属薄膜电阻率的测量属于微区薄层电阻测试, 需要利用微小信号供电以及高精密的量测设备, 包括测试接线方式上, 也需要利用四线制的接法来提升测量结果的准确性, 行业内称为四探针测试法。

### 什么是四探针测试法?

四探针技术可测试对象主要有: 晶圆片和薄层电阻, 例如硅衬底片、研磨片、外延片, 离子注入片、退火硅片、金属膜和涂层等。利用探针分析可检测整个芯片表面薄层电阻均匀性, 进而判断离子注入片和注入工艺中存在的问题。

四探针法按测量形状可分为直线四探针法和方形四探针法。

### 1) 直线四探针法

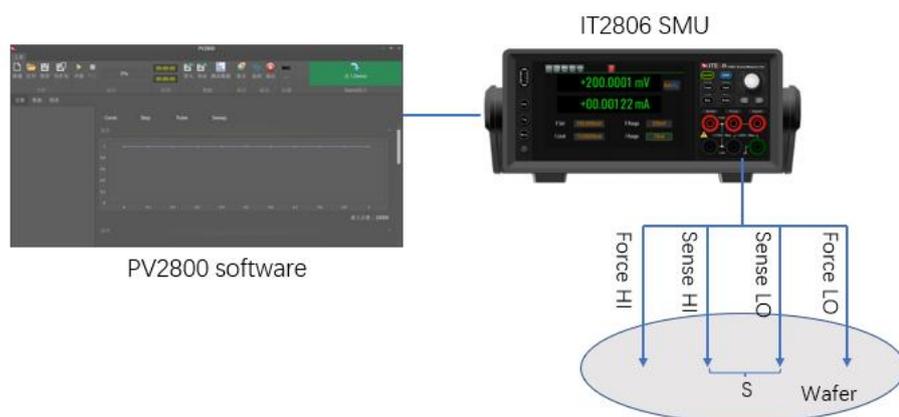
直线四探针测试法的原理是用针距为 1mm 的四根探针同时压在样品的平整表面上, 利用恒流源给外面的两个探针通以微小电流, 然后在中间两个探针上用高精度数字万用表测量电压, 最后根据理论公式计算出样品的电阻率, 电阻率计算公式:

$$\rho = \frac{V_{34}}{I} 2\pi S$$
, S 代表探针间距。

直线四探针法能测出超过其探针间距三倍以上大小区域的不均匀性。

**测试设备:** 不同探针间距探针台+IT2806 高精密源表+上位机软件 PV2800

IT2806 高精密源表(简称 SMU): 集六种设备功能于一体(恒流源、恒压源、脉冲发生器、6.5 位 DVM、电池模拟器, 电子负载)。在电阻率的测试中, 可将 IT2806 高精密源表切换至恒流源模式, 在输出电流同时量测中间两探针之间的微小压降, 并搭配免费的 PV2800 上位机软件, 自动得出电阻率的测量结果。



### 利用 IT2800 系列高精密源表测量电阻率的优势:

**测试便捷:** ITECH IT2800 系列高精密源/测量单元标配免费的上位机 PV2800 软件, 并可选配不同直线探针间距的探针台, 利用软件内置的公式, 即可直接得出电阻率的测试结果。



**测试精度高:** 高达 100nV/10fA 分辨率, 电流量测精度最高可达 0.1%+50pA, 电压量测精度最高可达 0.015%+300uV; 提供正向/反向电流连续变化测试, 提高测试精度。

## 2) 方形四探针法 (如范德堡法)

范德堡法适用于扁平, 厚度均匀, 任意形状且不含有任何隔离孔的样品材料测试。相比较直线型四探针法, 对样品形状没有要求。测试中, 四个探针接触点必须位于样品的边缘位置, 测试接线方式也是在其中两个探针点提供恒定电流, 另外两个点量测电压。围绕样品进行 8 次测量, 对这些读数进行数学组合来决定样品的平均电阻率。详细测试方法可参见 ASTM 标准 F76。



**总结:** 利用 IT2800 系列高精密度源/测量单元可以精准实现半导体薄层电阻的电阻率测试, 为半导体制造工艺的改进提供数据依据。IT2800 SMU 因其高精度测量和丰富的探针台治具优势, 为行业提供专业的测试解决方案。