

ICS 29.045
H 80



中华人民共和国国家标准

GB/T 14146—2009
代替 GB/T 14146—1993

GB/T 14146—2009

硅外延层载流子浓度测定 汞探针电容-电压法

Silicon epitaxial layers-determination of
carrier concentration-mercury probe voltages-capacitance method

中华人民共和国
国家标准
硅外延层载流子浓度测定
汞探针电容-电压法
GB/T 14146—2009

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 0.75 字数 13 千字
2010年1月第一版 2010年1月第一次印刷

书号: 155066·1-39566 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 14146-2009

2009-10-30 发布

2010-06-01 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

A_{eff} ——汞探针的接触面积,单位为平方厘米(cm^2);

$\frac{\Delta J_r}{\Delta V}$ ——电流密度随反向偏压增长的速率;

J_{r_i} ——电压 V_i 下的电流密度,单位为毫安每平方米(mA/cm^2);

$J_{r(i+1)}$ ——电压 $V_{(i+1)}$ 下的电流密度,单位为毫安每平方米(mA/cm^2)。

前 言

本标准代替 GB/T 14146—1993《硅外延载流子浓度测定 汞探针电容-电压法》。

本标准与 GB/T 14146—1993 相比,主要有如下变动:

- 测量范围由原 $10^{13} \text{ cm}^{-3} \sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 改为 $4 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3} \sim 8 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$,并增加了对外延层厚度的测试要求和抛光片的测试适用性;
- 增加了引用标准;
- 增加了干扰因素;
- 试剂中氢氟酸($\rho 1.15 \text{ g/mL}$)改为氢氟酸(分析纯),删除硝酸($\rho 1.4 \text{ g/mL}$),增加双氧水(分析纯),去离子水电阻率由大于 $2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 改为大于 $10 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$;
- 对“测量仪器及环境”,“样品处理”,“仪器校准”,“测量步骤”的内容进行了全面修改;
- 删除“测量结果的计算”;
- 增加了重复性和再现性;
- 增加了附录“硅片接触良好测试”的判定指标。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会提出。

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:南京国盛电子有限公司、宁波立立电子股份有限公司、信息产业部专用材料质量监督检验中心。

本标准主要起草人:马林宝、唐有青、刘培东、李静、金龙、吕立平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 14146—1993。

9.6 测量结果须满足如下三个条件,见附录 A:

- 串联电阻 R_s 小于 1 k Ω ;
- 相角 θ 范围 $-87^\circ \sim -90^\circ$;
- 反向漏电流密度 J_r 小于 3 mA \cdot cm $^{-2}$ 。

10 精密度

本方法的精密度经过三个试验室巡回测试得到,使用浓度 1×10^{14} cm $^{-3}$ \sim 1×10^{16} cm $^{-3}$ 的 n 型硅片样品共 6 片,测试前经表面处理。

- 单实验室测定重复性:小于 0.5%;
- 多实验室测定再现性:小于 $\pm 5\%$ 。

11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 试样编号;
- b) 硅外延片载流子浓度测量点位置或测量图;
- c) 硅外延片对应于测试点位置的载流子浓度;
- d) 汞探针与硅外延片接触时的有效接触面积;
- e) 本标准编号;
- f) 检测单位,检测者和检测时间。

硅外延层载流子浓度测定 汞探针电容-电压法

1 范围

本标准规定了硅外延层载流子浓度汞探针电容-电压测量方法。
 本标准适用于同质的硅外延层载流子浓度测量。测量范围为: 4×10^{13} cm $^{-3}$ \sim 8×10^{16} cm $^{-3}$ 。
 本标准测试的硅外延层的厚度必须大于测试偏压下耗尽层的深度。
 本标准也可适用于硅抛光片的载流子浓度测量。

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 1550 非本征半导体材料导电类型测试方法
- GB/T 1552 硅、锗单晶电阻率测定 直排四探针法
- GB/T 14847 重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的红外反射测量方法

3 方法原理

汞探针与硅外延片表面接触,形成一个肖特基势垒。在汞探针与硅外延片之间加一反向偏压,结的势垒宽度向外延层中扩展。结的势垒电容(C)及其电压(V)的变化率(dC/dV)与势垒扩展宽度(x)及其相应的载流子浓度[N(x)]有如式(1)和式(2)关系:

$$N(x) = \frac{C^3}{\epsilon \epsilon_0 e A^2} \times \frac{1}{\left(-\frac{dC}{dV}\right)} \dots\dots\dots(1)$$

$$x = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot A / C \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- x ——势垒扩展宽度,单位为厘米(cm);
- $N(x)$ ——载流子浓度,单位为每立方厘米(cm $^{-3}$);
- C ——势垒电容,单位为法(F);
- e ——电子电荷, 1.602×10^{-19} ,单位为库仑(C);
- ϵ ——相对介电常数,其值为 11.75;
- ϵ_0 ——真空介电常数,其值为 8.859×10^{-14} ,单位为法每厘米(F/cm);
- A ——汞-硅接触面积,单位为平方厘米(cm 2)。

只要测得 $C, dC/dV$ 和 A ,便可由式(1)和式(2)计算得到势垒扩展宽度 x 处的 $N(x)$ 。

4 干扰因素

- 4.1 硅片表面和汞的沾污,毛细管的沾污或损伤会造成测试误差和测试不良。
- 4.2 C-V 汞探针测量中的肖特基接触不良,常表现为漏电流大。不良的肖特基接触虽可得到载流子浓度,但会产生较大的测试误差。
- 4.3 在电容测试中,测试的交流信号大于 0.05 V $_{rms}$ 可能会导致误差。