



中华人民共和国国家标准

GB/T 14847—2010
代替 GB/T 14847—1993

GB/T 14847—2010

附录 A (资料性附录)

FTIR 设备的多实验室测试重复性和再现性

A.1 制备的外延试样具有的标称厚度有 2.5 μm, 5 μm, 10 μm, 15 μm, 20 μm, 25 μm, 50 μm 和 120 μm。n 型外延层沉积在 p 型抛光衬底上, p 型衬底选用 0.01 ohm-cm 左右, 以控制外延到衬底的界面过渡区。

选取硅片的中心位置作为测量点, 以减少位置的变化对测试结果的影响。

试验要求 8 个试样中每片测量 3 天, 每天 3 次。完成后的数据库包含来自 4 台设备的总共 288 个测量值。

A.2 重复性(单设备): 9 次重复测量得到的以 2 倍标准差表示的重复性数据列于表 A.1 (R2S%), 可以发现数值和外延层厚度和设备相关, 单台设备的重复性有 91% 的测试结果好于 1% (R2S%), 所有的测试结果好于 2%。

A.3 再现性(多设备): 基于 4 台设备和 3 天中每天每台设备测量 8 个试样的分析, 多设备测量重复性的估计范围为 0.27%~15.44% (R2S%)。再现性数据列于表 A.2。该表表明最差的相对再现性 15.44% (R2S%) 是根据最薄的 (2.63 μm) 外延层得到的, 而最好的 0.27% (R2S%) 是根据最厚的 (118.36 μm) 外延层(试样 H-120)得到的。

表 A.1 重复测 9 次的单设备重复性

设备 编号	试 样							
	A-2.5	B-5	C-10	D-15	E-20	F-25	G-50	H-120
1	0.55%	0.95%	0.47%	0.93%	0.32%	0.74%	1.30%	1.92%
2	0.40%	0.49%	0.36%	0.56%	0.49%	0.24%	0.52%	1.25%
3	0.48%	0.39%	0.33%	0.30%	0.41%	0.56%	0.51%	0.71%
4	0.89%	0.57%	0.34%	0.38%	0.19%	0.30%	0.38%	0.57%

表 A.2 实验室间平均再现性

试样	A-2.5	B-5	C-10	D-15	E-20	F-25	G-50	H-120
均值	2.63	4.94	9.50	13.92	18.37	26.83	49.35	118.36
2S	0.41	0.18	0.25	0.30	0.25	0.35	0.22	0.32
R2S%	15.44	3.67	2.67	2.17	1.34	1.31	0.45	0.27

重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的 红外反射测量方法

Test method for thickness of lightly doped silicon epitaxial layers on
heavily doped silicon substrates by infrared reflectance



GB/T 14847—2010

版权专有 侵权必究

*

书号: 155066 · 1-42666

定价: 16.00 元

2011-01-10 发布

2011-10-01 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

10 测量精度和偏差

10.1 本方法进行了多个实验室间重复性和再现性分析,通过3个实验室4台设备的循环测量,单台设备的重复性有91%的测试结果好于1%(R2S%),所有的测试结果好于2%。多设备测量再现性的估计范围为0.27%~15.44%(R2S%),最差的相对再现性15.44%(R2S%)是根据最薄的(2.63 μm)外延层得到的,而最好的0.27%(R2S%)是根据最厚的(118.36 μm)外延层(试样 H-120)得到的。具体分析结果参见附录 A。

10.2 本方法对 P 型衬底上 N 型外延层进行了单个实验室测量分析,选取标称厚度为 0.9 μm 和 1.6 μm,2 个试样每片测量 3 天,每天测 3 次,2 台设备共收集 36 个测量值,其中单设备重复性好于 2.5%(R2S%),最差的相对再现性 9.26%(R2S%)是根据薄的(0.94 μm)外延层得到的。

11 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 实验室和操作人员名称;
- b) 测试日期;
- c) 测试硅片编号;
- d) 衬底导电类型;
- e) 衬底电阻率;
- f) 外延层导电类型;
- g) 外延层电阻率;
- h) 红外仪器的波数范围;
- i) 掩模孔径;
- j) 波数扫描速度;
- k) 试样图示测量位置;
- l) 所用的波长 λ_n ;
- m) 所用的极大值和极小值级数 P_n ;
- n) 计算出的厚度 T_n ;
- o) 平均厚度值 T 。

中华人民共和国
国家标准
重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的
红外反射测量方法

GB/T 14847—2010

*

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 17 千字

2011年8月第一版 2011年8月第一次印刷

*

书号:155066·1-42666 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

表 2 p 型 Si 相位移($\phi/2\pi$)

波长/ μm	衬底电阻率/ $(\Omega \cdot \text{cm})$															
	0.001	0.0015	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.012	0.014	0.016	0.018	0.020
2	0.036	0.034	0.033	0.033	0.033	0.034	0.034	0.033	0.032	0.031	0.030	0.028	0.027	0.025	0.024	0.024
4	0.067	0.060	0.057	0.055	0.055	0.055	0.055	0.054	0.052	0.050	0.049	0.045	0.043	0.040	0.038	0.037
6	0.119	0.091	0.082	0.076	0.074	0.073	0.072	0.071	0.068	0.066	0.064	0.059	0.056	0.053	0.050	0.049
8	0.200	0.140	0.114	0.099	0.094	0.091	0.089	0.086	0.083	0.080	0.077	0.072	0.067	0.064	0.060	0.059
10	0.261	0.199	0.158	0.127	0.115	0.110	0.105	0.102	0.097	0.093	0.089	0.083	0.078	0.073	0.070	0.068
12	0.300	0.247	0.205	0.160	0.140	0.130	0.123	0.117	0.111	0.106	0.101	0.094	0.088	0.083	0.078	0.076
14	0.327	0.282	0.244	0.194	0.167	0.152	0.141	0.133	0.126	0.119	0.113	0.104	0.097	0.091	0.087	0.084
16	0.346	0.307	0.274	0.226	0.195	0.175	0.161	0.151	0.141	0.132	0.126	0.115	0.106	0.100	0.094	0.091
18	0.361	0.327	0.297	0.253	0.221	0.198	0.182	0.168	0.157	0.146	0.138	0.125	0.116	0.108	0.102	0.099
20	0.373	0.342	0.315	0.274	0.243	0.220	0.202	0.186	0.173	0.160	0.151	0.136	0.125	0.117	0.100	0.106
22	0.383	0.354	0.330	0.292	0.263	0.240	0.220	0.204	0.188	0.175	0.164	0.147	0.134	0.125	0.117	0.113
24	0.391	0.365	0.342	0.307	0.279	0.257	0.238	0.220	0.204	0.189	0.177	0.158	0.144	0.133	0.125	0.120
26	0.398	0.374	0.352	0.320	0.294	0.272	0.253	0.236	0.219	0.203	0.190	0.169	0.153	0.142	0.132	0.127
28	0.404	0.381	0.361	0.331	0.306	0.285	0.267	0.250	0.233	0.217	0.203	0.180	0.163	0.150	0.140	0.134
30	0.409	0.387	0.369	0.340	0.316	0.297	0.279	0.262	0.245	0.229	0.215	0.191	0.173	0.159	0.148	0.141
32	0.414	0.393	0.376	0.348	0.326	0.307	0.290	0.273	0.257	0.241	0.227	0.202	0.182	0.167	0.155	0.148
34	0.418	0.398	0.381	0.355	0.334	0.316	0.299	0.284	0.268	0.252	0.238	0.213	0.192	0.176	0.163	0.155
36	0.421	0.403	0.387	0.362	0.341	0.324	0.308	0.293	0.277	0.262	0.248	0.223	0.201	0.185	0.171	0.162
38	0.425	0.407	0.391	0.368	0.348	0.331	0.316	0.301	0.286	0.271	0.258	0.232	0.211	0.193	0.178	0.169
40	0.428	0.410	0.396	0.373	0.354	0.338	0.323	0.309	0.294	0.280	0.266	0.241	0.219	0.201	0.186	0.176

9.3 对图 2 所示典型 n/n⁺-Si 试样反射光谱数据计算如下:

9.3.1 取 λ_1 和 λ_2 分别为 15.66 μm 和 10.30 μm , $m=3.5$, 衬底电阻率 $\rho_s=0.005 \Omega \cdot \text{cm}$, $\theta=30^\circ$ 。

9.3.2 由 λ_1 和 λ_2 及 ρ_s 和表 1 知 $\phi_{21}/2\pi=0.141$, $\phi_{22}/2\pi=0.092$, 算得 $P_2=10.5$, $T_2=15.36 \mu\text{m}$ 。

9.3.3 同理可得其他极值所对应的有关数据, 如表 3 所示。

表 3 典型 n/n⁺-Si 试样外延层厚度计算结果

计算参数				
极值序号	$\lambda_n/\mu\text{m}$	$\phi_{2n}/2\pi$	P_n	$T_n/\mu\text{m}$
1	15.66	0.141	7.0	15.37
2	14.58	0.130	7.5	15.36
3	13.63	0.121	8.0	15.35
4	12.81	0.113	8.5	15.36
5	12.08	0.107	9.0	15.37
6	11.41	0.101	9.5	15.34
7	10.82	0.097	10.0	15.34
8	10.30	0.092	10.5	15.36
平均厚度/ μm			15.36	

前 言

本标准代替 GB/T 14847—1993《重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的红外反射测量方法》。

本标准与 GB/T 14847—1993 相比, 主要技术内容变化如下:

- 修改原标准“1 主题内容与适用范围”中衬底和外延层室温电阻率明确为在 23 $^\circ\text{C}$ 下电阻率, 增加在降低精度情况下, 该方法原则上也适用于测试 0.5 μm ~2 μm 之间的 N 型和 P 型外延层厚度;
- 修改原标准“2 引用标准”为“规范性引用文件”, 增加有关的引用标准;
- 增加“3 术语和定义”部分;
- 补充和完善“4 测试方法原理内容”;
- 增加“5 干扰因素部分”;
- 原标准 5 改为 7, 删除“5.1 衬底和外延层导电类型及衬底电阻率应是已知的”内容, 增加防止试样表面大面积晶格不完整以及要求测试前表面进行清洁处理的内容;
- 原标准 6 改为 8, 对选取试样的外延厚度的要求改为对衬底电阻率和谱图波数位置的要求, 并增加 8.3.5 采用 GB/T 1552 中规定的方法在对应的反面位置测试衬底电阻率;
- 原标准 7 改为 9, 增加极值波数和波长的转换公式。删除原 7.2 经验算法内容;
- 原标准 8 改为 10, 增加多个实验室更广范围的测试数据分析结果;
- 原标准 9 改为 11, 试验报告中要求增加红外仪器的波数范围、掩模孔径、波数扫描速度、波长和极值级数等内容。

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(SAC/TC 203/SC 2)归口。

本标准起草单位: 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: 李慎重、何良恩、许峰、刘培东、何秀坤。

本部分所代替的历次版本标准发布情况为:

- GB/T 14847—1993。