



中华人民共和国国家标准

GB/T 8758—2006
代替 GB/T 8758—1988

砷化镓外延层厚度红外干涉测量方法

Measuring thickness of epitaxial layers of
gallium arsenide by infrared interference

2006-07-18 发布

2006-11-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
砷化镓外延层厚度红外干涉测量方法
GB/T 8758—2006

*

中国标准出版社出版发行
北京西城区复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

<http://www.spc.net.cn>

电话:(010)51299090、68522006

2006年10月第一版

*

书号:155066·1-28139

版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68522006

前 言

本标准是对 GB/T 8758—1988《砷化镓外延层厚度红外干涉测量方法》的修订。

本标准自实施之日起代替 GB/T 8758—1988。

本标准与 GB/T 8758—1988 相比主要变动如下：

- 原标准表述仪器要求的 3.1.3 条使用了波数表示法,为了和其他条款的表述一致,改为波长表示法。
- 原标准规定,为测定仪器的波长精度和重复性,要测量聚苯乙烯膜的吸收带十次。但未规定是按固定周期还是在每次测量前做这项工作,也没有规定如果在这十次测量结果中出现一次或几次不符合要求时应如何处理,不便于实际操作。修改后规定为每次打开仪器按仪器说明书的要求预热一定时间后,在正式测量前进行一次测量聚苯乙烯膜的吸收带的校准。

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:北京有色金属研究总院。

本标准主要起草人:王彤涵。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会负责解释。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 8758—1988。



砷化镓外延层厚度红外干涉测量方法

1 范围

本标准适用于砷化镓外延片外延层厚度的测量,测量厚度大于 $2\text{ }\mu\text{m}$ 。要求衬底材料的电阻率小于 $0.02\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$,外延层的电阻率大于 $0.1\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 。

2 原理

衬底材料与外延层的光学常数差别较大,当红外光入射到外延片表面时,在反射光谱中产生干涉条纹。根据干涉条纹的极大值或极小值的波长位置、衬底材料和外延层的光学常数以及光束的入射角,可计算出外延层的厚度。

3 仪器

3.1 双光束红外分光光度计或傅立叶红外光谱仪,波长范围为 $2.5\text{ }\mu\text{m}\sim 50\text{ }\mu\text{m}$,或波数范围为 $4\,000\text{ cm}^{-1}\sim 200\text{ cm}^{-1}$ 。

3.2 仪器的波长和波长重复性误差不大于 $0.05\text{ }\mu\text{m}$ 。在 $10\text{ }\mu\text{m}$ 处光谱分辨率为 $0.02\text{ }\mu\text{m}$ 或更好。

3.3 仪器应配有反射附件,入射角不大于 30° 。仪器应配有黑体材料制成的多种孔径的光阑。

4 样品

4.1 用于测量的样品应具有良好的光学表面,不应有大面积的钝化层。

4.2 衬底和外延层的导电类型及衬底的电阻率应是已知的。

5 测量过程

5.1 仪器校准

5.1.1 打开仪器,按说明书的要求进行预热。测量厚度为 $300\text{ }\mu\text{m}\sim 500\text{ }\mu\text{m}$ 的聚苯乙烯膜的吸收光谱,核对 $3.303\text{ }\mu\text{m}$ 吸收带,其结果应满足 3.2 的要求。

5.1.2 安装反射附件后测量 100% 线,其峰谷值差应小于 8%。

5.2 选择扫描速度

安装反射附件。选择衬底和外延层电阻率分别为 $0.008\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 和 $0.12\text{ }\Omega\cdot\text{cm}$ 并且在波长大于 $25\text{ }\mu\text{m}$ 处仍能观察到极值的外延片,使用最慢的扫描速度记录大于 $25\text{ }\mu\text{m}$ 处的极小值的波长位置。逐步提高扫描速度,观察极小值波长位置的变化,允许使用的最快扫描速度与最慢扫描速度得到的相应极小值波长之差应小于 $\pm 0.1\text{ }\mu\text{m}$ 。

5.3 测量

5.3.1 把待测样品放置于反射附件的窗口上,测量点对准窗口,记录反射光谱。扫描速度满足 5.2 的要求。

5.3.2 在低于极大值或高于极小值满刻度的约 3% 处作水平线,该线与反射光谱线两焦点的中点位置即为极值的波长位置。

5.3.3 如反射光谱线的峰值幅度与噪声幅度之比小于 5,则不能用于计算外延层厚度。

6 计算

6.1 由公式(1)确定各个极大值和极小值的级数。若 λ_n 为极大值,则 P_n 计算值取整数,若 λ_n 为极小

值,则 P_n 计算值取半整数。其余极值的级数是随波长增大而逐次减少。

$$P_n = \frac{m\lambda_1}{\lambda_1 - \lambda_n} + \frac{1}{2} - \frac{\phi_1\lambda_1 - \phi_n\lambda_n}{2\pi(\lambda_1 - \lambda_n)} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_n —— λ_n 处极值的级数;

λ_1, λ_n ——极值波长($\lambda_1 > \lambda_n$);

m ——从 λ_1 到 λ_n 之间极值的级数差;

ϕ_1, ϕ_n ——分别为 λ_1 和 λ_n 所对应的相移,见表 1。

表 1 GaAs 材料相移($\phi_n/2\pi$)

波长/ μm	衬底电阻率($\times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$)											
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	5.0	10
2	0.02	0.01	0.007	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.004	0.003	0	0
4	0.019	0.022	0.015	0.013	0.011	0.01	0.009	0.009	0.008	0.008	0	0
6	0.31	0.06	0.024	0.02	0.016	0.012	0.014	0.013	0.013	0.012	0	0
8	0.36	0.208	0.044	0.028	0.022	0.017	0.018	0.017	0.017	0.016	0.009	0.009
10	0.389	0.278	0.14	0.047	0.03	0.026	0.022	0.022	0.021	0.019	0.013	0.011
12	0.407	0.319	0.223	0.122	0.046	0.034	0.029	0.027	0.026	0.023	0.015	0.014
14	0.42	0.347	0.27	0.2	0.1	0.051	0.037	0.033	0.03	0.027	0.017	0.016
16	0.43	0.36	0.303	0.247	0.174	0.101	0.055	0.043	0.037	0.033	0.019	0.018
18	0.438	0.382	0.326	0.28	0.223	0.167	0.101	0.065	0.05	0.04	0.021	0.02
20	0.444	0.394	0.345	0.305	0.257	0.212	0.16	0.116	0.077	0.053	0.023	0.021
22	0.449	0.403	0.359	0.324	0.282	0.245	0.203	0.168	0.127	0.08	0.024	0.023
24	0.453	0.411	0.327	0.34	0.303	0.27	0.235	0.206	0.173	0.127	0.026	0.024
26	0.456	0.418	0.382	0.353	0.319	0.29	0.26	0.235	0.208	0.17	0.027	0.025
28	0.459	0.424	0.39	0.364	0.333	0.307	0.28	0.258	0.234	0.202	0.029	0.027
30	0.461	0.429	0.398	0.373	0.345	0.321	0.296	0.277	0.256	0.228	0.03	0.028
32	0.464	0.433	0.404	0.381	0.355	0.333	0.31	0.293	0.274	0.249	0.032	0.029
34	0.466	0.437	0.41	0.388	0.364	0.344	0.323	0.306	0.289	0.267	0.034	0.03
36	0.467	0.44	0.415	0.394	0.372	0.353	0.333	0.318	0.302	0.282	0.036	0.031
38	0.469	0.443	0.419	0.4	0.379	0.361	0.342	0.328	0.314	0.295	0.038	0.033
40	0.47	0.446	0.423	0.405	0.385	0.368	0.35	0.337	0.324	0.306	0.04	0.034

6.2 由公式(2)计算外延层的厚度:

$$T_n = \frac{\lambda_n(P_n - \frac{1}{2} + \frac{\phi_n}{2\pi})}{2(n^2 - \sin^2\theta)^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

T_n ——外延层的厚度,单位 μm ;

n ——外延层的折射率;

θ ——入射角,单位度;

其他符号与公式(1)中的相同。

7 精密度

根据多个实验室的结果,对于厚度大于 $2\text{ }\mu\text{m}$ 的砷化镓外延层,本测量方法的测量精密度为 $0.018\text{ }T\pm 0.25\text{ }\mu\text{m}$, T 为外延层的平均厚度,单位 μm 。

8 测量报告

测量报告应包括以下内容:

- a) 所使用的仪器;
- b) 样品的材料、编号;
- c) 衬底和外延层的导电类型及衬底的电阻率;
- d) 各个极值所对应的计算厚度 T_n ;
- e) 平均厚度 T ;
- f) 图示样品的测量部位。



附录 A
(资料性附录)
计算实例

A.1 计算步骤

按图 A.1 所示的 GaAs 外延片样品反射光谱图计算外延层厚度。GaAs 材料的折射率 $n=3.34$, 样品的衬底电阻率为 $0.001\ \Omega\cdot\text{cm}$ 。反射附件的入射角 $\theta=10^\circ$ 。

A.1.1 确定第一个和最后一个极值波长: $\lambda_1=14.85\ \mu\text{m}$, $\lambda_6=8.08\ \mu\text{m}$;

由表 1 得出相移: $\phi_1/2\pi=0.03$, $\phi_6/2\pi=0.016$;

从图 A.1 可看出极值级数差: $m=5$;

将以上数据代入公式(1)得: $P_6=11.43$, 取 $P_6=11.5$;

将 P_6 代入公式(2)得: $T_6=13.32$ 。

A.2 计算结果

样品厚度计算结果如表 A.1:

表 A.1

n	$\lambda_n/\mu\text{m}$	$\phi_n/2\pi$	P_n	$T_n/\mu\text{m}$
1	14.85	0.03	6.5	13.41
2	12.76	0.025	7.5	13.42
3	11.11	0.021	8.5	13.34
4	9.87	0.019	9.5	13.33
5	8.89	0.017	10.5	13.33
6	8.08	0.016	11.5	13.32
平均	—	—	—	13.36

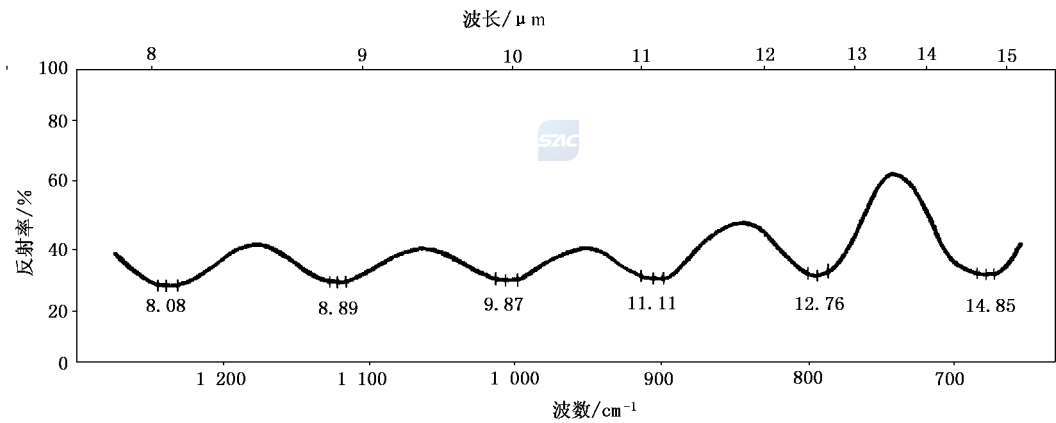
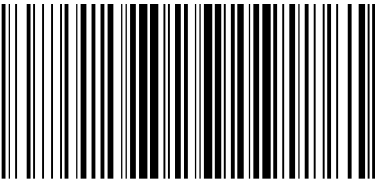


图 A.1 GaAs 外延片样品反射光谱图



GB/T 8758-2006

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-28139