

附录 A
(资料性附录)

半绝缘砷化镓单晶红外吸收系数与 EL2 浓度的关系

A.1 研究表明,砷化镓近红外吸收带完全由 EL2 光电离引起,因此波长为 λ 的红外吸收系数 α 可如式(A.1)表示为:

$$\alpha(\lambda) = N_{EL2} [f_n \delta_n(\lambda) + (1 - f_n) \delta_p(\lambda)] \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- α —— EL2 吸收系数,单位为每厘米(cm^{-1});
- N_{EL2} —— EL2 浓度,单位为原子数每立方厘米(atoms/cm^3);
- f_n —— 电子占据率;
- $\delta_n(\lambda)$ —— 波长 λ 处 EL2 的电子光电离截面;
- $\delta_p(\lambda)$ —— 波长 λ 处 EL2 的空穴光电离截面。

对于 n 型砷化镓,费米能级位于 EL2 能级之上,绝大部分 EL2 被电子占据,即 $f_n \approx 1$,故上式可简化为式(A.2):

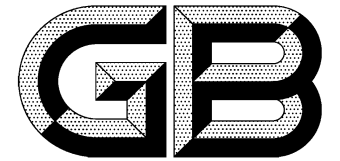
$$\alpha(\lambda) = N_{EL2} \delta_n(\lambda) \dots\dots\dots (A.2)$$

因此测出 $\alpha(\lambda)$ 和 N_{EL2} 可获得 N_{EL2} 和 $\alpha(\lambda)$ 间转换的标定因子 $\delta_n(\lambda)$ 。

A.2 本标准采用了 Martin 的 $\delta_n(1.097\ 2\lambda) = (1.25 \times 10^{16} \text{cm}^{-2})^{-1}$,使用该标定因子的前提是:

- a) $f_n = 1$;
- b) $\alpha(\lambda)$ 完全由 EL2 光电离引起。根据分析结果,大部分 n 型半绝缘砷化镓的 f_n 在 0.78~0.98 范围内。在 1.097 2 μm 处 EL2 电子和空穴光电离截面不同, $\delta_n(1.097\ 2\ \mu\text{m}) = 3\delta_p(1.097\ 2\ \mu\text{m})$,因此 f_n 较小,式(A.1)到式(A.2)的简化不能成立。随着电子占据率的减少,该方法可靠性降低。

GB/T 17170—2015



中华人民共和国国家标准

GB/T 17170—2015
代替 GB/T 17170—1997

半绝缘砷化镓单晶深施主 EL2 浓度红外吸收测试方法

Test method for the EL2 deep donor concentration in semi-insulating gallium arsenide single crystals by infrared absorption spectroscopy



GB/T 17170—2015

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-52428

定价: 14.00 元

2015-12-10 发布

2016-07-01 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

式中：

α ——EL2 吸收系数,单位为每厘米(cm^{-1})；

A_1 ——光谱图中 $1.097\ 2\ \mu\text{m}$ 处对应的吸光度值；

A_2 ——光谱图中 $2.000\ 0\ \mu\text{m}$ 处对应的吸光度值；

D ——测试样品厚度,单位为厘米(cm)。

EL2 浓度由式(2)计算：

$$N_{\text{EL}2} = 1.25 \times 10^{16} \alpha \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$N_{\text{EL}2}$ ——EL2 浓度,单位为原子数每立方厘米(atoms/cm^3)；

1.25×10^{16} ——标定因子,单位为每平方米 (cm^{-2})。

11 精密度

11.1 重复性

单一实验室同一试验人员,对同一测试样品同一位置重复测试 10 次,EL2 浓度的平均值为 $1.43 \times 10^{16} \text{atoms}/\text{cm}^3$,标准偏差为 $4.70 \times 10^{13} \text{atoms}/\text{cm}^3$,相对标准偏差为 0.33%。

11.2 再现性

同一测试样品,3 个实验室测试 EL2 浓度的平均值为 $1.43 \times 10^{16} \text{atoms}/\text{cm}^3$,标准偏差为 $3.27 \times 10^{14} \text{atoms}/\text{cm}^3$,相对标准偏差为 2.29%。

12 试验报告

试验报告应包括以下内容：

- a) 测试样品来源；
- b) 测试样品编号；
- c) 测试仪器名称,型号；
- d) 光阑孔径；
- e) 吸收系数和 EL2 浓度；
- f) 本标准编号；
- g) 测试者姓名,测试单位；
- h) 测试日期。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
半绝缘砷化镓单晶深施主 EL2
浓度红外吸收测试方法
GB/T 17170—2015

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
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 0.5 字数 10 千字
2015 年 11 月第一版 2015 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-52428 定价 14.00 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)68510107

7 测试环境

除另有规定外,应在下列环境中进行测试:

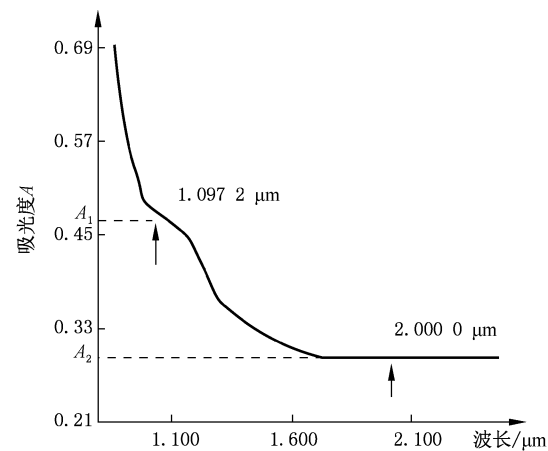
- a) 环境温度为 24 ℃±1 ℃;
- b) 相对湿度小于 70%;
- c) 测试室应无机械冲击、振动和电磁干扰。

8 测试样品

测试样品厚度为 0.200 0 cm~0.400 0 cm,双面研磨、抛光,使其两表面呈光学镜面。

9 测试步骤

- 9.1 用千分尺测量测试样品的厚度,测量 3~5 个点,取平均值,结果保留 4 位有效数字。
- 9.2 将光阑孔径为 $\phi 10$ mm 的空样品架置于光路上。
- 9.3 以吸收方式进行扫描,做零线校准,仔细调整仪器,使得在 0.8 μm ~2.5 μm 范围零线吸光度波动不大于±0.002。
- 9.4 将测试样品置于光路,使光束对准测试位置。
- 9.5 在 0.8 μm ~2.5 μm 范围内扫描,获得测试样品的吸收光谱,得到吸光度 A-波长 λ 曲线,如图 1 所示。
- 9.6 重复测试 3 次,计算吸光度的平均值。



注: 样品厚度 0.386 cm。

图 1 典型半绝缘砷化镓单晶测试样品的吸收光谱

10 测试结果的计算

根据分光光度计记录的测试样品的吸收光谱图,由式(1)计算 EL2 吸收系数 α :

$$\alpha = \frac{\ln 10 \times [(A_1 - A_2)]}{D} \dots\dots\dots (1)$$

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。
 本标准代替 GB/T 17170—1997《非掺杂半绝缘砷化镓单晶深能级 EL2 浓度红外吸收测试方法》。
 本标准与 GB/T 17170—1997 相比,主要有以下变化:
 ——修改了标准名称;
 ——增加了“规范性引用文件”“术语和定义”“干扰因素”和“测试环境”等章;
 ——扩展了半绝缘砷化镓单晶电阻率范围,将电阻率大于 $10^7 \Omega \cdot \text{cm}$ 修改为大于 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$;
 ——将范围由“非掺杂半绝缘砷化镓单晶”修改为“非掺杂和碳掺杂半绝缘砷化镓单晶”;
 ——删除了 0.4 mm~2 mm 厚度测试样品的解理制样方法。
 本标准由全国半导体设备和材料标准化技术委员会(SAC/TC 203)与全国半导体设备和材料标准化技术委员会材料分会(SAC/TC 203/SC 2)共同提出并归口。
 本标准起草单位:信息产业专用材料质量监督检验中心、天津市环欧半导体材料技术有限公司、中国电子材料行业协会。
 本标准主要起草人:何秀坤、李静、张雪囡。
 本标准所代替标准的历次版本发布情况为:
 ——GB/T 17170—1997。