ICS 29.045
H 21

中华人民共和国国家标准

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

Test method for deep level EL2 concentration of undoped semi-insulating monocrystal gallium arsenide by measurement infrared absorption method

1997-12-22 发布　　1998-08-01 实施

国家技术监督局 发布

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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
GB/T 17170—1997
*
中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045
电　　话:68522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
版权专有　不得翻印
*
开本 880×1230 1/16　印张 1/2　字数 9 千字
1998 年 6 月第一版　1998 年 6 月第一次印刷
印数 1—1 500
*
书号:155066·1-14931　定价 8.00 元
*
标 目 339—40

前　言

目前没有查阅到“半绝缘砷化镓深能级 EL2 浓度红外吸收测试方法”的国际标准和国外先进标准。

“半绝缘砷化镓 EL2 浓度红外吸收测试方法”曾制定了电子部行业标准—SJ3249.4—89。原标准测量时，要求试样厚度范围为 2mm～4mm，试样表面要求进行双面抛光。由于半导体工艺过程所使用的半绝缘砷化镓晶片厚度为 0.5mm 左右，故原标准规定的试样厚度已不能满足实际需要。本标准的制定，扩充了原电子部标准 SJ 3249.4—89 的内容，增加了半绝缘砷化镓薄片 EL2 浓度测量，解决了薄片试样微区分析的测量技术。本标准的制定具有很好的实用性。

本标准从 1998 年 8 月 1 日起实施。

本标准由中国有色金属工业总公司提出。

本标准由中国有色金属工业总公司标准计量研究所归口。

本标准由电子工业部第四十六研究所负责起草。

本标准主要起草人：李光平、汝琼娜、李静、段曙光、何秀坤。

本标准于 1997 年 12 月首次发布。

本标准实施之日起，原电子部行业标准 SJ 3249.4—89 作废。

中华人民共和国国家标准

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

GB/T 17170—1997

Test method for deep level EL2 concentration of undoped semi-insulating monocrystal gallium arsenide by measurement infrared absorption method

1 范围

本标准规定了非掺杂半绝缘砷化镓单晶及其晶片深能级 EL2 浓度红外吸收测试方法。

本标准适用于电阻率大于 $10^7\Omega \cdot cm$ 的非掺杂半绝缘砷化镓单晶及其晶片深能级 EL2 浓度的测定。

本标准不适用于掺铬半绝缘砷化镓试样深能级 EL2 浓度测定。

2 方法原理

非掺杂半绝缘砷化镓中 EL2 浓度深电子陷阱的红外吸收系数 α 与 EL2 浓度具有对应关系，测量 1.097 2μm 处的红外吸收系数并由经验校准公式可计算出 EL2 浓度(红外吸收系数与 EL2 浓度的关系详见附录 A)。

3 测量仪器

3.1 分光光度计：能在 0.8μm～2.5μm 范围扫描且零线吸光度起伏不大于±0.002。

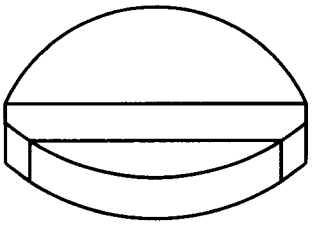
3.2 样品架：具有可调功能，对于厚度为 2mm～4mm 的试样，使用光栏孔径为 1mm×6mm 的样品架；对于厚度为 0.4mm～0.6mm 的试样，使用光栏孔径为(0.3～0.5)mm×6mm 的可调样品架。

3.3 厚度测量仪：精度为 10μm。

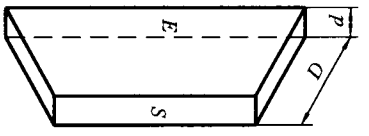
4 试样制备

4.1 厚度为 2mm～4mm 的试样，研磨后双面抛光，使两表面呈光学镜面。

4.2 厚度为 0.4mm～0.6mm 的试样，用解理法将试样平行解理成一窄条，窄条宽度为被测试样所需厚度；厚度为 2mm～4mm 试样，长度大于 6mm(见图 1)。解理面应呈镜面，满足测量要求。



(a) 厚度为 0.4mm～0.6mm 试样



(b) 切割的窄条试样

E 和 *S*—两平行解理面；*d*—原始试样厚度；*D*—试样测量厚度

图 1 窄条试样剖面图

国家技术监督局 1997-12-22 批准　　1998-08-01 实施

需要全本请访问 www.ertongbook.com

5 测试步骤

5.1 厚度 2mm～4mm 试样。

5.1.1 将光栏孔径为 1mm×6mm 的空样品架置于光路上。

5.1.2 以吸收方法进行扫描，作零线校准，仔细调整仪器，使得在 0.8μm～2.5μm 范围零线吸光度波动不大于±0.002。

5.1.3 将双面研磨抛光的试样置于光路，使光束对准测量位置。

5.1.4 在 0.8μm～2.5μm 范围测量试样吸收光谱，得到吸光度 A——波长 λ 曲线(见图 2)。

5.1.5 按所选择的试样，重复测量三次，计算吸光度的平均值。

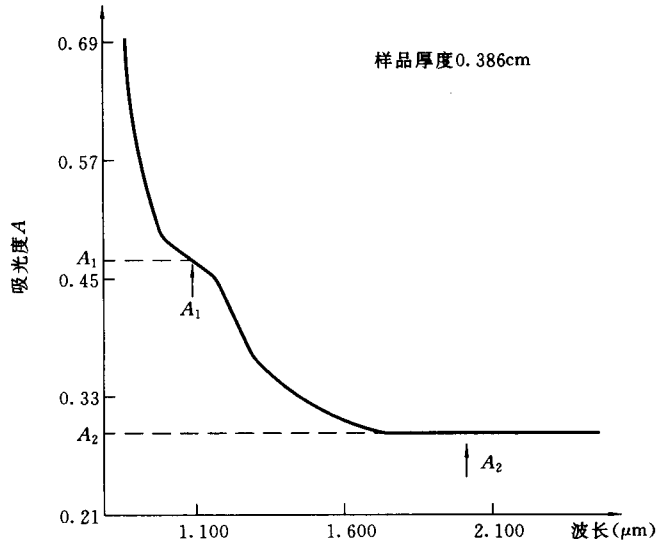


图 2 典型半绝缘砷化镓试样的吸收光谱

5.2 厚度 0.4mm～0.6mm 试样。

5.2.1 将光栏孔径为(0.3mm～0.5mm)×6mm 的可调样品架置于样品光路上，使得通过样品架上光栏的光束能量不低于未加光栏时开孔能量的 15%。

5.2.2 仪器零线校准按 5.1.2 进行。

5.2.3 将解理的窄条试样放 λ 可调样品架，然后置于试样光路中，使光束对准测量位置，测量光路如图 3 所示。

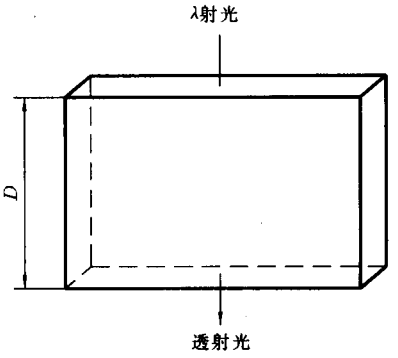


图 3 窄条试样测量光路图

5.2.4 按 5.1.4 记录吸光度 A 与波长 λ 曲线。

5.2.5 按所选择的试样，重复测量三次，计算吸光度的平均值。

6 测量结果计算

6.1 深能级 EL2 浓度计算

根据分光光度计记录的试样吸收光谱图，由公式(1)计算出 EL2 浓度：

$$N_{EL2}=1.25\times10^{16}\alpha \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：N_{EL2}——EL2 浓度，cm^{-3}；

α——EL2 吸收系数，cm^{-1}；

1.25×10^{16}——标定因子，cm^{-2}。

α 由公式(2)计算：

$$\alpha=\frac{A_1-A_2}{D}\times\ln10 \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：D——试样厚度，cm；

A_1 和 A_2——光谱图中 1.097 2μm 和 2.0μm 处所对应的吸光度值。

6.2 典型试样 EL2 浓度的计算示例

6.2.1 已知试样厚度为 0.386cm。

6.2.2 如图 2 查得 A_1 和 A_2 分别为 0.487 和 0.293。

6.2.3 将 A_1 和 A_2 值代入公式(2)，计算 α 值。

$$\alpha=\frac{0.487-0.293}{0.386}\times\ln10$$

$$=1.16(cm^{-1})$$

6.2.4 试样 EL2 浓度为：

$$N_{EL2}=1.25\times10^{16}\times1.16$$

$$=1.45\times10^{16}(cm^{-3})$$

7 精密度

本方法单个实验室测量精密度为±10%。

8 实验报告

8.1 实验报告应包括如下内容：

a) 试样来源及编号；

b) 图示试样解理面及测量位置；

c) 测试仪器型号、选用参数和测量光孔；

d) 吸收系数和 EL2 浓度；

e) 本标准编号；

f) 操作者和测试单位；

g) 测试日期。

6 测量结果计算

6.1 深能级 EL2 浓度计算

根据分光光度计记录的试样吸收光谱图，由公式(1)计算出 EL2 浓度：

$$N_{EL2}=1.25\times10^{16}\alpha \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：N_{EL2}——EL2 浓度，cm^{-3}；

α——EL2 吸收系数，cm^{-1}；

1.25×10^{16}——标定因子，cm^{-2}。

α 由公式(2)计算：

$$\alpha=\frac{A_1-A_2}{D}\times\ln10 \quad \cdots\cdots (2)$$

式中：D——试样厚度，cm；

A_1 和 A_2——光谱图中 1.097 2μm 和 2.0μm 处所对应的吸光度值。

6.2 典型试样 EL2 浓度的计算示例

6.2.1 已知试样厚度为 0.386cm。

6.2.2 如图 2 查得 A_1 和 A_2 分别为 0.487 和 0.293。

6.2.3 将 A_1 和 A_2 值代入公式(2)，计算 α 值。

$$\alpha=\frac{0.487-0.293}{0.386}\times\ln10$$
$$=1.16(cm^{-1})$$

6.2.4 试样 EL2 浓度为：

$$N_{EL2}=1.25\times10^{16}\times1.16$$
$$=1.45\times10^{16}(cm^{-3})$$

7 精密度

本方法单个实验室测量精密度为±10%。

8 实验报告

8.1 实验报告应包括如下内容：

a) 试样来源及编号；

b) 图示试样解理面及测量位置；

c) 测试仪器型号、选用参数和测量光孔；

d) 吸收系数和 EL2 浓度；

e) 本标准编号；

f) 操作者和测试单位；

g) 测试日期。

附 录 A
（标准的附录）
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 补充说明

A1 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 $\alpha(\lambda)$ 可表示为：

$$\alpha(\lambda)=N_{EL2}[f_n\delta_n(\lambda)+(1-f_n)\delta_p(\lambda)] \quad \cdots\cdots (A1)$$

式中：α——EL2 吸收系数，cm^{-1}；

N_{EL2}——EL2 浓度，cm^{-3}；

f_n——电子占据率；

$\delta_n(\lambda)$和 $\delta_p(\lambda)$分别是波长 λ 处 EL2 的电子和空穴光电离截面。

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 $f_n\approx1$，故上式可简化为：

$$\alpha(\lambda)=N_{EL2}\delta_n(\lambda) \quad \cdots\cdots (A2)$$

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 $\delta_n(\lambda)$。

A2 本标准采用了 Martin 的 $\delta_n(1.097\ 2\lambda)=(1.25\times10^{16}cm^{-2})^{-1}$。使用该标定因子的前提是：(1)$f_n=1$；(2)$\alpha(\lambda)$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 2μm 处 EL2 电子和空穴光电离截面不同，$\delta_n(1.097\ 2\mu m)=3\delta_p(1.097\ 2\mu m)$，因此 f_n 较小，(A1)到(A2)式的简化不能成立。随着电子占据率的减少，该方法可靠性降低。

版权专有 不得翻印

*
书号：155066·1-14931
定价：8.00 元
*
标 目 339—40

需要全本请访问 www.ertongbook.com