



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 24581—2009

---

## 低温傅立叶变换红外光谱法测量硅单晶中 Ⅲ、Ⅴ族杂质含量的测试方法

Test method for low temperature FT-IR  
analysis of single crystal silicon for Ⅲ-V impurities

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

## 前 言

本标准等同采用 SEMI MF 1630-0704《低温傅立叶变换红外光谱法测量硅单晶中Ⅲ、V族杂质含量的测试方法》。

本标准与 SEMI MF 1630-0704 相比,主要有如下变化:

——用实际测量到的红外谱图代替 SEMI MF 1630-0704 标准中的图 2、图 3。

——用实验得到的单一实验室测试精密度代替 SEMI MF 1630-0704 中给出的单一实验室测试精密度。

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:四川新光硅业科技有限责任公司。

本标准主要起草人:梁洪、过惠芬、吴道荣。

# 低温傅立叶变换红外光谱法测量硅单晶中 Ⅲ、Ⅴ族杂质含量的测试方法

## 1 目的

- 1.1 电子级多晶硅生产者和使用者可采用 LTFT-IR 光谱来对多晶硅进行质量保证和研发目的的测量。
- 1.2 LTFT-IR 光谱能定性和定量分析 B、P、Al、As、In、Sb、Ga 等痕量元素。
- 1.3 LTFT-IR 可用于 FZ、CZ 及其他(掺杂或不掺杂的)单晶硅分析,其检测范围如 2.2 所述。
- 1.4 硅中碳含量可参照 SEMI MF 1391 的方法,在低温下进行测量。由于低温下双声子谱带减弱,透射光强增大,可以让更多信号到达检测器,使信噪比提高,因而在  $<15$  K 低温下可以测量比室温下更低的碳浓度。同时碳的吸收谱带变窄,低温下 FWHM 由  $5\text{ cm}^{-1}\sim 6\text{ cm}^{-1}$  降至  $2.5\text{ cm}^{-1}\sim 3.0\text{ cm}^{-1}$ 。

## 2 范围

- 2.1 本标准适用于检测硅单晶中的电活性元素硼(B)、磷(P)、砷(As)、铝(Al)、锑(Sb)和镓(Ga)的含量。
- 2.2 本标准所适用的硅中每一种电活性元素杂质或掺杂剂浓度范围为  $(0.01\times 10^{-9}\sim 5.0\times 10^{-9})\text{a}$ 。
- 2.3 每种杂质或掺杂剂的浓度可由比耳定律得到,并给出了对每个元素的校准因子。

## 3 局限性

- 3.1 样品必须冷却到低于 15 K 的低温下测量电活性元素。在将样品固定在冷头上时,须注意使样品和冷头之间保持良好的接触,以获得较高的热传导效率。氧在  $1\ 136\text{ cm}^{-1}$  和  $1\ 128\text{ cm}^{-1}$  的吸收谱带对温度十分灵敏,可用于检测样品温度。当样品温度高于 15 K 时,在  $1\ 136\text{ cm}^{-1}$  的吸收强度是  $1\ 128\text{ cm}^{-1}$  吸收强度的 3 倍,而低于 15 K 时,其比率将大于 3。
- 3.2 如果没有足量连续的白光,补偿的施主和受主将不产生吸收,故白光强度须足够强以完全抵消所有施主和受主的补偿。每台仪器系统的白炽灯的光强需要测定,使用者须增加光线强度,直到电活性杂质吸收峰的面积或高度不受光强增加的影响。
- 3.3 水蒸气吸收谱可干扰数个吸收谱的测量。所以,至少每天都要采集背景光谱。必须除去光路中(含样品室)的水汽。更换样品时,应保证样品室和光路中的其他部分不受水汽的影响。
- 3.4 CZ 单晶硅中氧含量较高时,将产生热施主吸收谱线。这些谱线在  $400\text{ cm}^{-1}\sim 500\text{ cm}^{-1}$  之间,影响 Al( $473\text{ cm}^{-1}$ )、Ga( $548\text{ cm}^{-1}$ )和 As( $382\text{ cm}^{-1}$ )的测量。氧的热施主可以通过退火的方法消除。
- 3.5 多级内部反射会产生次级干涉和基线偏离。通过改变样品厚度、表面处理方式或分辨率可以消除次级干涉和基线偏离。
- 3.6 较高的 Sb 的含量会影响 B( $320\text{ cm}^{-1}$ )的吸收谱带,Sb 的最强吸收谱线在  $293\text{ cm}^{-1}$ ,但次强吸收谱线则位于  $320\text{ cm}^{-1}$ 。

## 4 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。