



中华人民共和国国家标准

GB/T 30654—2014

GB/T 30654—2014

Ⅲ族氮化物外延片晶格常数测试方法

Test method for lattice constant of Ⅲ-nitride epitaxial layers

中华人民共和国
国家标准
Ⅲ族氮化物外延片晶格常数测试方法
GB/T 30654—2014

*

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)64275323 发行中心:(010)51780235
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

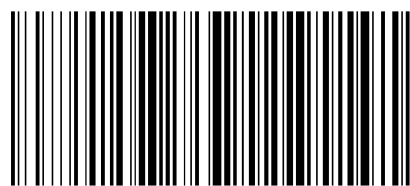
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 16 千字
2015年2月第一版 2015年2月第一次印刷

*

书号: 155066·1-51050 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)68510107



GB/T 30654—2014

2014-12-31 发布

2015-09-01 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

- b) 本标准编号；
- c) 选用的测试方法；
- d) 使用的仪器；
- e) 测试环境(温度、湿度等)；
- f) 试验结果；
- g) 测试日期、测试人员；
- h) 测试中观察到的异常现象。

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

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)和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:中国科学院半导体研究所。

本标准主要起草人:孙宝娟、赵丽霞、王军喜、曾一平、李晋闽。

7.3 绝对测量方法

7.3.1 同一晶面的不同级数方法

7.3.1.1 重复 7.2.1~7.2.3 步骤。

7.3.1.2 选择一组晶面(即一个晶面的不同衍射级数),并对衍射强度优化,选择合适的扫描范围,进行 $2\theta-\omega$ 联动扫描。根据式(2)求得零点误差 $\Delta\theta_0$,并求出衍射峰的位置,进而计算出面间距 d_1 。

7.3.1.3 重复 7.3.1.2 步骤 $n-1$ 次($n \geq 5$),得到 d_2, d_3, \dots, d_n 。取平均值得出面间距 d 。

7.3.1.4 选取不同组晶面可以得到不同的面间距,再结合面间距与晶格常数的关系,得到晶格常数 a 和 c 。

7.3.2 Bond 方法

7.3.2.1 重复 7.2.1~7.2.3 步骤。

7.3.2.2 对于同一晶面(hkl),把探测器固定在 $2\theta_B$ 位置,探测器前不加狭缝,样品做 ω 扫描,衍射峰为 ω_1 ;然后把探测器转到 $-2\theta_B$ 位置, ω 转到 $180^\circ-\theta_B$ 位置,样品做 ω 扫描,衍射峰为 ω_2 。

7.3.2.3 根据式(3)计算得布拉格衍射角 θ_{B1} ,将 θ_{B1} 代入 $d_{hkl} = \frac{\lambda}{2\sin\theta_B}$ 得到 d_{hkl1} 。

7.3.2.4 重复 7.3.2.2、7.3.2.3 步骤 $n-1$ 次($n \geq 5$),得到 $d_{hkl2}, d_{hkl3}, \dots, d_{hkln}$ 。

7.3.2.5 n 次结果求平均得到: $\overline{d_{hkl}} = \frac{d_{hkl1} + d_{hkl2} + \dots + d_{hkln}}{n}$

7.3.2.6 选取不同组晶面可以得到不同的面间距,再结合面间距与晶格常数的关系,得到晶格常数 a 和 c 。

8 测试结果的分析与表述

8.1 相对测量方法测试晶格常数

以在蓝宝石衬底上生长的六方 GaN/InGaN 周期量子阱结构为例,(0002) $\omega-2\theta$ 扫描结果如图 1 所示。GaN 的 c 方向晶格常数 $c=0.518\ 50\ \text{nm}$, $\theta_s=16.194^\circ$,"0"级峰与衬底峰的间距 $\Delta\omega=-350\ \text{arcsec}$,带入式(1) $c_e = \frac{\sin\theta_s}{\sin(\theta_s + \Delta\omega)}c_s = 0.521\ 5\ \text{nm}$,得出量子阱平均组分峰对应的晶格常数为 $0.521\ 5\ \text{nm}$ 。

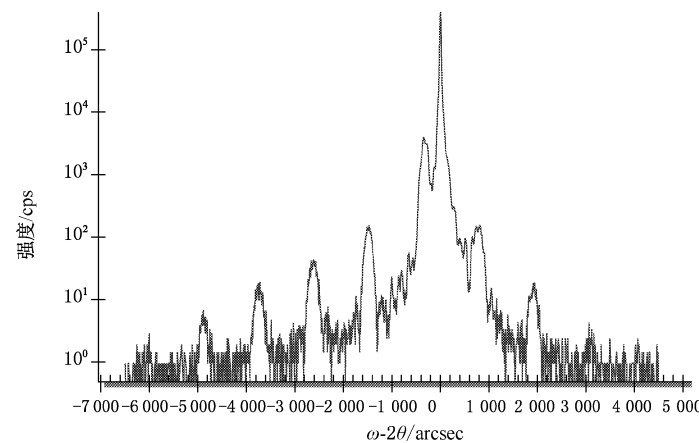


图 1 六方 GaN/InGaN 周期量子阱三轴晶(0002) $\omega-2\theta$ 扫描

Ⅲ族氮化物外延片晶格常数测试方法

1 范围

本标准规定了利用高分辨 X 射线衍射测试Ⅲ族氮化物外延片晶格常数的方法。

本标准适用于在氧化物衬底(Al_2O_3 、 ZnO 等)或半导体衬底(GaN 、 Si 、 GaAs 、 SiC 等)上外延生长的氮化物(Ga 、 In 、 Al)N 单层或多层异质外延片晶格常数的测量。其他异质外延片晶格常数的测量也可参考本标准。

2 符号

下列符号适用于本文件。

$FWHM$:半高宽,衍射峰高一半处衍射峰的全宽。

ω :入射光和样品表面之间的角度。

2θ :探测器与入射光之间的角度。

χ 轴:倾斜样品的轴,由样品表面和衍射平面相交而成。

χ 角:样品表面和衍射平面相交的角度。

$\omega-2\theta$ 扫描或 $2\theta-\omega$ 扫描:联动扫描,探测器以两倍于样品的速度扫描。

θ_B :X 射线产生衍射时入射光线与反射面之间的角度。

3 方法原理

3.1 总则

Ⅲ族氮化物半导体外延片相对结晶完整性较好,利用高分辨 X 射线衍射方法测量样品的晶格常数不但很方便,而且具有精度高、无损伤和无污染的特点。外延片晶格常数的测量方法有两大类:相对测量方法和绝对测量方法。

3.2 相对测量方法

根据外延峰相对于衬底峰的位置来确定外延膜的晶格常数。在此测量方法中,认为衬底不发生形变,处于完全弛豫状态,然后利用双晶衍射或者三轴晶衍射进行 $\omega-2\theta$ 扫描,从而得到外延膜衍射峰与衬底峰的峰间距 $\Delta\omega$ 。若外延峰在衬底峰的左侧,外延膜处于压应变状态, $\Delta\omega$ 为负;若外延峰在衬底峰的右侧,外延膜处于张应变状态, $\Delta\omega$ 为正。根据布拉格方程 $2d\sin\theta_B = n\lambda$,得到对应的晶面间的距离,即式(1):

$$d_e = \frac{\sin\theta_s}{\sin(\theta_s + \Delta\omega)}d_s \dots\dots\dots(1)$$

式中:

d_e ——外延膜晶面的面间距;

d_s ——衬底晶面的面间距;

θ_s ——衬底晶面的布拉格角。