



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 30653—2014

GB/T 30653—2014

## Ⅲ族氮化物外延片结晶质量测试方法

Test method for crystal quality of Ⅲ-nitride epitaxial layers

中华人民共和国  
国家标准  
Ⅲ族氮化物外延片结晶质量测试方法  
GB/T 30653—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 12 千字  
2015年2月第一版 2015年2月第一次印刷

\*  
书号: 155066·1-51049 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 30653-2014

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

## 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)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: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。

8.3.2 对于斜对称衍射,若样品的衍射晶面( $hkl$ )与表面的夹角为 $\chi$ ,首先将样品倾斜旋转,即 $\chi$ 轴旋转一个角度 $\chi$ ,然后将样品面内旋转即 $\phi$ 轴旋转,寻峰,并优化 $\phi$ 轴,直到获得最强衍射强度。优化 $\chi$ 轴和 $\omega$ 轴,直到获得最强的衍射。

8.3.3 在8.1.3基础上,小范围调整 $\omega$ 轴或 $2\theta$ 轴,优化 $\omega$ 轴和 $2\theta$ 轴,直到获得最强的衍射。

#### 8.4 测量摇摆曲线

8.4.1 探测器前不加狭缝,通过改变 $\omega$ 轴进行扫描,即摇摆曲线测量。

8.4.2 步长应不大于 $FWHM$ 的 $1/7$ ,典型的 $\omega$ 轴的步长是 $5 \text{ arcsec} \sim 10 \text{ arcsec}$ ,可根据实际情况选取步长。

8.4.3 计数时间取决于观测到衍射峰的强度,在扫描中强度的动态范围应至少覆盖3个数量级,计数时间通常为 $0.1 \text{ s} \sim 2 \text{ s}$ 。

8.4.4 通过微机采集扫描数据,得到摇摆曲线及其 $FWHM$ 。

### 9 测试结果的分析

以H-GaN/ $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ (0001)异质外延系统为例,具体分析材料的位错密度,氮化镓样品(0002)面和 $10\bar{1}2$ 面摇摆曲线的 $FWHM$ 测量结果分别为 $250 \text{ arcsec}$ 和 $330 \text{ arcsec}$ 。

c型螺位错的位错矢量 $\vec{l}$ 平行于c轴,其Burgers矢量 $\vec{b} = \langle 0001 \rangle$ 平行于 $\vec{l}$ ,Burgers矢量的模 $b = c = 0.5185 \text{ nm}$ 。a型刃位错的线矢量 $\vec{l}$ 也平行于c轴,其Burgers矢量 $\vec{b} = \frac{1}{3} \langle 11\bar{2}0 \rangle$ ,与 $\vec{l}$ 垂直,Burgers

矢量的模 $b = \frac{\sqrt{2}}{3} a = 0.1503 \text{ nm}$ 。对于(0002)面, $\chi = 0$ ,带入式(1)得螺位错造成基面倾斜 $\beta_i =$

$0.0012 \text{ rad}$ ,带入式(2)得螺位错位错密度为 $2 \times 10^8 \text{ cm}^{-2}$ 。对于 $10\bar{1}2$ 面 $\chi = 43.189^\circ$ ,带入式(1)得刃位错造成柱面扭转 $\alpha = 0.0019 \text{ rad}$ ,带入式(2)得刃位错位错密度为 $4 \times 10^9 \text{ cm}^{-2}$ 。

### 10 精密度

单个实验室的摇摆曲线半高宽测量重复性在5%以内,不同实验室的摇摆曲线半高宽测量再现性在10%以内。

### 11 测试报告

测试报告应包括下列内容:

- 样品名称、标识等信息;
- 本标准编号;
- 使用的仪器;
- 测试环境(温度、湿度等);
- 试验结果;
- 测试日期、测试人员;
- 测试中观察到的异常现象。

## III 族氮化物外延片结晶质量测试方法

### 1 范围

本标准规定了利用高分辨X射线衍射仪测试III族氮化物外延片结晶质量的方法。

本标准适用于在氧化物衬底( $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 等)或半导体衬底( $\text{GaN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{SiC}$ 等)上外延生长的氮化物( $\text{Ga}$ 、 $\text{In}$ 、 $\text{Al}$ )N单层或多层异质外延片结晶质量的测试。其他异质外延片结晶质量的测试也可参考本标准。

### 2 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 2.1

**对称衍射 symmetric diffraction**

入射束和反射束相对于样品晶面法线处于对称位置,入射角与反射角相等时发生的衍射。

#### 2.2

**非对称衍射 asymmetric diffraction**

若衍射晶面与样品表面有个夹角 $\chi$ ,入射束和反射束相对于样品晶面法线处于非对称位置,入射角与反射角不相等时发生的衍射。

#### 2.3

**斜对称衍射 skew diffraction**

入射束和反射束相对于样品表面法线处于对称位置,而衍射晶面相对于样品表面有个倾斜角 $\chi$ ,此时发生的衍射为斜对称衍射。

#### 2.4

**螺型位错 screw dislocation**

一个晶体的某一部分相对于其余部分发生滑移,原子平面沿着一根轴线盘旋上升,每绕轴线一周,原子面上升一个晶面间距。在中央轴线处即为一螺型位错。

#### 2.5

**刃型位错 edge dislocation**

晶体在切应力的作用下,一部分相对于另一部分沿一定的晶面(滑移面)和晶向(滑移方向)产生位移,从而形成多余半原子面,也就形成了刃型位错。

#### 2.6

**摇摆曲线 rocking curve**

把探测器固定在样品( $hkl$ )晶面的 $2\theta_B$ 位置,探测器前不加狭缝,试样在衍射位置附近以 $\Delta\theta$ 角度摇摆,衍射强度会随着角度而发生变化,记录得到的衍射强度与 $\omega$ 的关系曲线。

### 3 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。