



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

激光器外延芯片用砷化镓衬底

Gallium arsenide substrates for laser epitaxial chips

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件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技术委员会（SAC/TC 203/SC2）共同提出并归口。

本文件起草单位：广东先导微电子科技有限公司等。

本文件主要起草人：

激光器外延芯片用砷化镓衬底

1 范围

本文件规定了激光器外延芯片用砷化镓衬底（以下简称“衬底片”）的分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、随行文件及订货单内容。

本文件适用于激光器用砷化镓衬底片，用于传感器、光通信等领域衬底片的生产、检验与质量评价。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1555 半导体单晶晶向测定方法
- GB/T 2828.1-2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 4326 非本征半导体单晶霍尔迁移率和霍尔系数测量方法
- GB/T 6618 硅片厚度和总厚度变化测试方法
- GB/T 6619 硅片弯曲度测试方法
- GB/T 6620 硅片翘曲度非接触式测试方法
- GB/T 6621 硅片表面平整度测试方法
- GB/T 6624 硅抛光片表面质量目测检验方法
- GB/T 8760 砷化镓单晶位错密度的测量方法
- GB/T 13387 硅及其他电子材料晶片参考面长度测量方法
- GB/T 13388 硅片参考面结晶学取向X射线测试方法
- GB/T 14140 硅片直径测量方法
- GB/T 14264 半导体材料术语
- GB/T 14844 半导体材料牌号表示方法
- GB/T 19921 硅抛光片表面颗粒测试方法
- GB/T 26067 硅片切口尺寸测试方法
- GB/T 29505 硅片平坦表面的表面粗糙度测量方法

3 术语和定义

GB/T 14264界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和牌号

4.1 分类

4.1.1 按导电类型分类分为：n型、p型、半绝缘型。

4.1.2 按直径分为：50.8mm、76.2mm、100.0mm、150.0mm、200.0mm。

4.1.3 参考面取向分为：V型槽、燕尾槽。

4.2 牌号

衬底片的牌号表示按GB/T 14844的规定执行。

5 技术要求

5.1 电学性能

衬底片的电学性能应符合表1的规定。

表 1 电学性能

项目	要求		
	n型	p型	半绝缘型
电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$	$>1 \times 10^{-3}, \leq 5.5 \times 10^{-3}$	/	$>1 \times 10^7, \leq 40 \times 10^7$
电阻率不均匀性 %	≤ 15	≤ 15	≤ 15
载流子浓度 cm^3	$>0.8 \times 10^{18}, \leq 4.0 \times 10^{18}$	$>5 \times 10^{18}, \leq 50 \times 10^{18}$	/
载流子浓度不均匀性 %	≤ 15	≤ 15	≤ 15
霍尔迁移率 $\text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$	≥ 1000	$\geq 50, \leq 120$	≥ 4000

5.2 表面晶向及晶向偏离

衬底的表面晶向为（100）晶面，其晶向偏离应符合表 2 的规定：

表 2 表面晶向及晶向偏离

项目		要求		
		n型	p型	半绝缘型
(100)	偏<111>	$2^\circ、6^\circ、10^\circ、15^\circ \pm 0.5^\circ$	$6^\circ、9^\circ、15^\circ \pm 0.5^\circ$	$2^\circ \pm 0.5^\circ$
	偏<110>	$2^\circ \pm 0.5^\circ$	$2^\circ \pm 0.5^\circ$	$2^\circ \pm 0.5^\circ$
	无偏转	$0^\circ \pm 0.5$	$0^\circ \pm 0.5$	$0^\circ \pm 0.5$

5.3 位错密度

衬底片的平均位错密度级别及要求应符合表3的规定。

表 3 位错密度

项目	要求 cm^{-2}		
	n 型	p 型	半绝缘型
50.8mm	≤ 300	≤ 1000	≤ 1000
76.2mm	≤ 300	≤ 1000	≤ 1000
100.0mm	≤ 500	≤ 3000	≤ 3000
150.0mm	≤ 1000	≤ 5000	≤ 5000
200.0mm	≤ 3000	≤ 10000	≤ 10000

5.4 参考面的取向、形状和尺寸

5.4.1 以主副参考面为标准时，衬底片参考面的取向、形状和长度应符合表 4 的要求。

表 4 参考面的取向、形状和尺寸

项目	要求			
	50.8mm	76.2mm	100.0mm	150.0mm
参考面选择	V型槽		燕尾槽	
主参考面取向 。	[0 1 -1] ± 0.02 (EEL)、 ± 0.5 (VCSEL) 属于1个砷面， 主参考面垂直于V型槽		[0-1-1] ± 0.02 (EEL)、 ± 0.5 (VCSEL) 属于1个镓面， 主参考面垂直于燕尾槽	
副参考面取向 。	主面朝上时，从主参考面逆时针转 90 ± 0.5 (对应的参考面晶向为[011] ± 0.5)		从主参考面顺时针转 90 ± 0.5 (对应的参考面晶向为[0-11] ± 0.5)	
主参考面长度 mm	16 ± 1	22 ± 1	32.5 ± 1	47.5 ± 2.5
副参考面长度 mm	8 ± 1	11 ± 1	18 ± 1	30 ± 2

5.4.2 以V型切口(Notch)为标准时，衬底片参考面的取向、形状和尺寸应符合表 5 的规定。

表 5 参考面的取向、形状和尺寸

项目	要求	
	150.0mm	200.0mm
取向	[010] ± 2	[010] ± 2
深度 mm	1+0.25 0	90+5 -1
开角	1+0.25 0	90+5 -1

5.5 外形几何尺寸

衬底片的外形几何尺寸应符合表 6 的要求。

表 6 外形几何尺寸

项目	要求									
	50.8mm		76.2mm		100.0mm		150.0mm		200.0mm	
直径及允许偏差 mm	50.8±0.2		76.2±0.2		100.0±0.2		150.0±0.2		200.0±0.2	
厚度及允许偏差 μm	(350~500)±25		(350~600)±25		(375~675)±25		(525~675)±25		675±25	
抛光加工形式	P-E	P-P	P-E	P-P	P-E	P-P	P-E	P-P	P-E	P-P
总厚度变化 (TTV) μm	≤8	≤6	≤10	≤6	≤10	≤8	≤10	≤8	≤15	≤10
总指示读数 (TIR) μm	≤6	≤6	≤8	≤6	≤10	≤8	≤10	≤8	≤15	≤10
弯曲度 (Bow) μm	0±10	0±6	0±10	0±6	0±10	0±6	0±10	0±6	0±15	0±10
翘曲度 (Warp) μm	≤10	≤6	≤10	≤6	≤10	≤8	≤10	≤8	≤15	≤10

5.6 表面质量

衬底片的表面质量应符合表7的要求。

表 7 表面质量

项目		要求				
		50.8mm	76.2mm	100.0mm	150.0mm	200.0mm
正表面	雾 (Haze) ppm	≤3				
	平均粗糙度 (Ra) nm	≤0.3				
	划伤	无				
	浅蚀坑	无				
	空洞/孔隙	无				
	表面沾污	无				
	局部光散射体 (LLS) 数量 (Φ ≥ 0.3 μm) 个/片	≤50	≤50	≤100	≤100	≤150
	崩边和缺口	无				
	裂纹	无				
	凹坑	无				
	镓夹杂/沉淀	无				
	橘皮	无				
	线痕	无				
	条纹	无				
	孪晶	无				

项目		要求
背表面	线痕	无
	裂纹	无
	孪晶	无
	镓夹杂/沉淀	无
	崩边和缺口	无
注：各尺寸衬底边缘去除区统一为3 mm.		

5.7 其他

需方如对衬底片的技术指标有其他要求，由供需双方协商确定，并在订货单中注明。

6 试验方法

6.1 电学性能

6.1.1 电阻率

衬底片的电阻率检测按 GB/T 4326 规定的方法进行。

6.1.2 电阻率不均匀性

衬底片电阻率不均匀性应测试样本的电阻率，电阻率测试点在单晶横截面沿直径方向均匀取 5 点，即中心取 1 点，左右各取 2 点。

衬底片电阻率不均匀性按公式（1）计算。

$$\rho_d = \frac{\rho_{max}-\rho_{min}}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^n \rho_i} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ρ_d ——电阻率不均匀性；
- ρ_{max} ——电阻率最大值，单位为欧姆厘米(Ω·cm)；
- ρ_{min} ——电阻率最小值，单位为欧姆厘米(Ω·cm)；
- ρ_i ——第*i*个测量点电阻率，单位为欧姆厘米(Ω·cm)；
- i* ——测试点，i=1~5；
- n* ——测试点总数，n=5；

6.1.3 载流子浓度

衬底片载流子浓度检测按 GB/T 4326 规定的方法进行测定。

6.1.4 载流子浓度不均匀性

衬底片载流子浓度不均匀性应通过测量样本的载流子浓度，载流子浓度测试点在单晶横截面沿直径方向均匀取5点，即中心取1点，左右各取两点。

衬底片载流子浓度不均匀性按公式（2）计算。

$$c_d = \frac{c_{max} - c_{min}}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n c_i} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

c_d ——载流子浓度不均匀性；

c_{max} ——载流子浓度最大值，单位为个每平方厘米（ cm^{-3} ）；

c_{min} ——载流子浓度最小值，单位为个每平方厘米（ cm^{-3} ）；

c_i ——第*i*个测量点载流子浓度，单位为个每平方厘米（ cm^{-3} ）；

i ——测试点， $i=1\sim 5$ ；

n ——测试点总数， $n=5$ ；

6.1.5 霍尔迁移率

衬底片的霍尔迁移率检测按 GB/T 4326 规定的方法进行测定。

6.2 表面晶向和晶向偏离

衬底片表面晶向和晶向偏离按GB/T 1555规定的方法进行测量。

6.3 位错密度

衬底片的位错密度检测按GB/T 8760规定的方法进行测量。

6.4 参考面取向、形状和尺寸

6.4.1 衬底片的主、副参考面取向的检测按 GB/T 13388 规定的测量方法进行测量。

6.4.2 衬底片的参考面长度测量按 GB/T 13387 规定的方法测量。

6.4.3 衬底片的参考面 V 型切口（Notch）形状检测按 GB/T 26067 规定的方法进行测量。

6.5 外形几何尺寸

6.5.1 衬底片的直径及允许偏差按 GB/T 14140 规定的方法进行测量。

6.5.2 衬底片的厚度及允许偏差按 GB/T 6618 规定的方法进行测量。

6.5.3 衬底片的总厚度变化（TTV）按 GB/T 6618 规定的方法进行测量。

6.5.4 衬底片的总指示读数（TIR）按 GB/T 6621 规定的方法进行测量。

6.5.5 衬底片的弯曲度(Bow)按 GB/T 6619 规定的方法进行测量。

6.5.6 衬底片的翘曲度(Warp)按 GB/T 6620 规定的方法进行测量。

6.5.7 衬底片的平均粗糙度(Ra)按 GB/T 29505 规定的方法进行测量。

6.6 表面质量

- 6.6.1 衬底片的表面质量检测按 GB/T 6624 规定的方法测量。
- 6.6.2 衬底片的局部光散射体数量按 GB/T 19921 规定的方法测量。
- 6.6.3 衬底片的雾按 GB/T 19921 规定的方法测量。

7 检验规则

7.1 检查和验收

产品应由供方质量监督部门进行检验，保证产品质量符合本标准和订货单的规定，并填写产品质量证明书。

需方可对收到的产品按本标准的规定进行检验，若检验结果与本标准或订货单的规定不符时，应在收到产品之日起 3 个月内向供方提出，由供需双方协商解决。

7.2 组批

衬底片应成批提交验收，每批应由同一根砷化镓单晶晶锭加工而成的、具有相同技术要求的产品组成。

7.3 检验项目及规则

7.3.1 衬底片的电学性能、表面晶向及晶向偏离、位错密度应符合表 8 的要求。

表 8 检验项目及规则

检验项目	抽样方法	技术要求条款号	检验方法条款号
电阻率	由 1 根晶锭头和尾部所切各 1 片，晶片的圆心点、1/2 半径点和 1/3 半径点共取 6 个样片，头尾片分别检测。	5.1	6.1.1
电阻率不均匀性	由 1 根晶锭头和尾部所切各 1 片，在单晶横截面沿直径方向均匀取 5 点，头尾片分别检测	5.1	6.1.2
载流子浓度	由 1 根晶锭头和尾部所切各 1 片，晶片的圆心点、1/2 半径点和 1/3 半径点共取 6 个样片，头尾片分别检测。	5.1	6.1.3
载流子浓度不均匀性	由 1 根晶锭头和尾部所切各 1 片，在单晶横截面沿直径方向均匀取 5 点，头尾片分别检测	5.1	6.1.4
霍尔迁移率	由 1 根晶锭头和尾部所切各 1 片，晶片的圆心点、1/2 半径点和 1/3 半径点共取 6 个样片，头尾片分别检测。	5.1	6.1.5
表面晶向及晶向偏离	2 片（由 1 根晶锭头部所切的、进行电性能测量后，晶片剩余部分所取的测试样片）	5.2	6.2
位错密度	头尾片各 1 片	5.3	6.3

7.3.2 每个检验批衬底片的参考面取向、形状和尺寸及外形几何尺寸、表面质量、平均粗糙度的检验项目及规则应符合表 9 的规定，或由供需双方协商确定。

表 9 检验项目及规则

检验项目	抽样方法	要求条款号	检验方法
参考面取向、形状和尺寸	GB/T 2828.1-2012 IL=II AQL=1.0	5.4.1、5.4.2	6.4.1、6.4.2
直径及允许偏差		5.5	6.5.1
厚度及允许偏差		5.5	6.5.2
总厚度变化（TTV）		5.5	6.5.3
总指示读数（TIR）		5.5	6.5.4
弯曲度（Bow）		5.5	6.5.5
翘曲度（Warp）		5.5	6.5.6
表面质量		5.6	6.6
平均粗糙度	每批2片	5.5	6.5.7

7.4 检验结果的判定

若表 8 中的电学性能、表面晶向及晶向偏离、位错密度检验中有一项检验不合格，则判定该检验批不合格。

表 9 中的项目参考面取向、形状和尺寸及外形几何尺寸、表面质量、平均粗糙度，如其中有任何一项检验不合格，供方可对非破坏性检验项目中的不合格项进行逐片检验，除去不合格品后，合格品可以重新组批。

8 标志、包装、运输、贮存和随行文件

8.1 标志

8.1.1 检验合格的衬底外包装袋上应粘贴标签，其上注明：

- a) 产品名称、规格；
- b) 产品批号；
- c) 产品数量；
- d) 生产日期。

8.1.2 衬底片的外包装箱上应至少有如下标志：

- a) 供方名称、地址、电话；
- b) 产品名称、规格；
- c) 产品数量和净重；
- d) “小心轻放”“防潮”“易碎”“堆叠层数”标志或字样。

8.2 包装

8.2.1 单片圆盒

检验合格的衬底片应放置在专用的单片圆盒内。单片圆盒由聚丙烯（PP）、聚碳酸酯（PC）材料制成。衬底片清洗干净后，正表面朝下放入专用单片圆盒内，每盒1片，放置压环合盖后用塑料袋、铝箔

袋分别抽真空充高纯氮气($\geq 5N$)密封。

8.2.2 多片盒

检验合格的衬底片亦可放置在专用的多片盒内,每个卡塞放置多片清洗干净的衬底(根据客户需求,一般放置 25 片)。卡塞盒由聚丙烯(PP)制成。衬底清洗干净后,正表面朝U端,背面朝H端,合盖后用塑料袋、铝箔袋分别抽真空充高纯氮气($\geq 5N$)密封。

8.2.3 外包装箱

将完成真空包装的单片圆盒或多片盒成品放入四周有珍珠棉或海绵防护的包装箱中封箱。

8.3 运输

产品在运输过程中应轻装轻卸,勿压勿挤,并采取防震、防潮措施。

8.4 贮存

产品应贮存在清洁、干燥的环境中。

8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件,内容至少包括:

- a) 产品质量证明书:
 - 产品名称、规格;
 - 产品的主要性能及技术参数 ;
 - 产品特点;
 - 产品批号;
 - 产品各项参数检验结果和检验员印章及检验日期。
- b) 出厂日期。

9 订货单内容

需方可根据自身的需要,在订购本文件所列产品的订货单内,列出至少以下内容:

- a) 产品名称;
 - b) 产品技术要求;
 - c) 产品数量;
 - d) 本文件编号;
 - e) 本文件中要求在订货单中注明的内容。
-