

国家标准《LED 外延芯片用砷化镓衬底》 编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1、立项目的与意义

砷化镓是一种重要的III-V族化合物半导体材料，是LED外延芯片的关键衬底材料，在微电子、光电子等领域有非常明显的优势。我国较早就开展了LED外延芯片用砷化镓衬底材料的研究工作，在砷化镓衬底材料生长和性质方面的研究取得了很多成果，目前已经形成成熟的产品体系。

2014年制定了国家标准《GB/T 30856-2014 LED外延芯片用砷化镓衬底》，随着生产水平的提高，已经不能满足现有产品的需求，有必要对技术参数加以规范，进行修订、增加相关指标。形成新的统一标准后可作为砷化镓单晶行业今后组织生产、销售和接受质量监督的依据，以利于LED外延芯片用砷化镓衬底材料更好发展。。

2、任务来源

根据《国家标准化管理委员会关于下达(2023年)推荐性国家标准计划(修订)的通知》(国标委发[2023]58号，由大庆溢泰半导体材料有限公司(以下简称溢泰)负责修订《GB/T 30856-2014 LED外延芯片用砷化镓衬底》，计划编号为20200798-T-469。

3、承担单位概况

本项目承担单位大庆溢泰半导体材料有限公司，多年从事III-V族化合物半导体材料研制和生产，且重视标准化工作，是全国半导体器件标准化技术委员会秘书处依托单位，多年来一直在标准化领域开展了大量国内和国际标准化工作。

大庆溢泰半导体材料有限公司从事砷化镓材料制备工作已有20余年的历史，公司经营的范围包括半导体新材料的研发、生产、销售、技术服务等。公司运营、技术团队在半导体衬底材料领域有30多年从业经验，具有很强的技术开发能力和产业化生产，先后承担了多项国家，省里，市里的重大专项、重大预研、国产化等多种任务，了解和熟悉国内砷化镓材料的生产、使用和研制工作动态及技术水平。公司现已成为二代半导体衬底材料，全国TOP3供应商。

4、编制过程

大庆溢泰半导体材料有限公司于2023年1月成立编制组，负责本标准的调研和编写工作。2023年1月~7月之间，编制组根据任务落实会确定的起草原则，对国内外生产LED外延芯片用砷化镓衬底的相关企业进行调研和统计，并调研了下游客户的质量要求，按照产品标准的编制原则、框架要求和国家的法律法规，同时结合企业的一些技术指标和检验数据，起草了本标准的初稿。

二、标准编制原则和主要内容的确定依据

1、编制原则

本标准起草单位自接受起草任务后，成立了标准编制组负责收集生产统计、检验数据、市场需求及客户要求等信息，初步确定了《LED 外延芯片用砷化镓衬底》标准起草所遵循的基本原则和编制依据：

- 1) 按照 GB/T 1.1 产品标准编写示例的要求进行格式和结构编写；
- 2) 根据国内 LED 外延芯片用砷化镓衬底生产企业的具体情况，力求做到标准的合理性和实用性；
- 3) 根据技术发展水平及测试数据确定技术取值范围；
- 4) 查阅相关标准和国内外客户的相关技术要求；
- 5) 根据国内企业生产现状及技术发展的趋势。

2、标准主要内容和确定依据

a) 范围中本标准改为本文件，并重新定义本标准的适用范围；

本文件规定了LED外延芯片用砷化镓单晶衬底（以下简称“砷化镓衬底”）的技术要求、试验方法和检验规则、标志、标签，以及包装、运输、储存、质量证明书与订货单（或合同）内容。

本文件适用于砷化镓衬底的生产、测试、检验分析及质量评价。LD外延芯片用砷化镓衬底可参照执行。

b) 增加“Φ200 mm”直径规格砷化镓衬底（见4.1，2014年版的4.3）；

4.1.2 LED 外延用的砷化镓衬底直径规格需要增加“200 mm”

c) 电学性能需要增加n型和p掺杂剂及截面电阻率均匀性（见5.1，2014年版的4.1和4.4）；

表 1 砷化镓衬底的电学性能

序号	项目	要求	
		n	p
1	电阻率 $\Omega \cdot \text{cm}$	$1 \times 10^{-2} \sim 1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-1} \sim 1 \times 10^{-3}$
2	迁移率 $\text{cm}^2/(\text{V} \cdot \text{s})$	≥ 1000	≥ 40
3	载流子浓度 cm^{-3}	$1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{18}$	$1 \times 10^{17} \sim 5 \times 10^{19}$
4	截面电阻率不均匀性	$< 15\%$	$< 15\%$
注	n型掺杂剂包括：Si、Te、S、Se、Sn；p型掺杂剂包括：Zn、Cd、Be、Mn、Fe、Co、Mg；		
注	截面电阻均匀性偏差 = $(\rho_{\max} - \rho_{\min}) / \bar{\rho} \times 100\%$ ，其中， $\bar{\rho} = (\rho_{\max} + \rho_{\min}) / 2$ 。		

d) 增加表面要求的具体内容及不同尺寸对应的允许范围，增加表2；

表 2 砷化镓衬底的表面质量

单位为毫米

序号	规格	近边缘区域径向尺寸	要求	
			近边缘区域	合格质量区
1	Φ 50.8	≤0.2	无崩边	划痕、桔皮、裂缝、凹坑
2	Φ 76.2	≤0.2		
3	Φ 100.0	≤0.5		
4	Φ 150.0	≤0.5		
5	Φ 200.0	≤0.8		
注： 砷化镓衬底整个表面无沾污、溶剂残留物、蜡残留物。				

e) 增加4寸和6寸副边的新规定，增加“Φ 200 mm”直径规格参考面的取向、形状和尺寸（见5.3, 2014年版的4.8）

表 3 砷化镓衬底参考面的取向、形状和长度

单位为毫米

序号	参数项目	参考面选择	规格	要求
1	主参考面取向	V型槽	-	[011] ± 0.5° 属于 1 个砷面， 主参考面垂直于V型槽
		燕尾槽	-	[011] ± 0.5° 属于 1 个镓面， 主参考面垂直于燕尾槽
2	副参考面取向	V型槽	-	[011] ± 0.5°
		燕尾槽	-	[011] ± 0.5°
3	主参考面长度	-	Φ 50.8	16 ± 1
		-	Φ 76.2	22 ± 1
		-	Φ 100.0	32 ± 1
		-	Φ 150.0	48 ± 1
4	副参考面长度	-	Φ 50.8	8 ± 1
		-	Φ 76.2	11 ± 1
		-	Φ 100.0	(18 ± 1) / (0)
		-	Φ 150.0	(28 ± 1) / (0)

表 4 砷化镓衬底切口的取向、深度和开角

序号	项目	规格	要求
1	取向	Φ 150.0	[010] ± 2°
		Φ 200.0	
2	深度 mm	Φ 150.0	1 ₀ ^{+0.25}
		Φ 200.0	
3	开角 °	Φ 150.0	90 ₋₁ ⁺⁵
		Φ 200.0	

f) 晶向及晶向偏离角，增加常规的标准化产品角度表5（见5.4, 2014年版的4.5）；

表 5 常见的晶向及晶向偏离

晶向	角度	主边	偏向	偏角
<100>	2°	[011]	[011]	180°
<100>	6°	[011]	[011]	180°
<100>	15°	[011]	[011]	180°
<100>	15°	[011]	[011]	90°

g) 增加“Φ 200 mm”规格的外形尺寸, 修改厚度范围、修改TIR、TTV、Warp值(见5.5, 2014年版本的4.9);

表 6 砷化镓衬底的几何尺寸

序号	项目	要求				
		Φ 50.8 mm	Φ 76.2 mm	Φ 100.0 mm	Φ 150.0 mm	Φ 200.0 mm
1	直径及允许偏差 mm	50.8±0.2	76.2±0.2	100±0.2	150±0.3	200±0.3
2	厚度及允许偏差 μ m	(275~650) ±20	(275~650) ±20	(300~650) ±25	(400~675) ±25	(500~750) ±25
3	总厚度变化 TTV/ μ m	≤12	≤12	≤15	≤15	≤20
4	平整度 TIR/ μ m	≤6	≤6	≤8	≤10	≤15
5	翘曲度 Warp/ μ m	≤12	≤15	≤60	≤60	≤60

h) 增加不同直径不同等级的位错密度(见5.6, 2014年版的4.6);

表 7 砷化镓衬底的位错密度

序号	项目	等级	要求				
			Φ 50.8	Φ 76.2	Φ 100.0	Φ 150.0	Φ 200.0
1	位错密度 个/cm ²	I	≤1×10 ²	≤1×10 ²	≤1×10 ²	≤3×10 ²	≤5×10 ²
2		II	≤3×10 ²	≤3×10 ²	≤3×10 ²	≤5×10 ²	≤3×10 ³
3		III	≤5×10 ²	≤5×10 ²	≤1×10 ³	≤1×10 ³	≤1×10 ³
4		IV	≤1×10 ³	≤3×10 ³	≤5×10 ³	≤5×10 ³	≤5×10 ³

i) 修改切口的引用规范由SEMI标准改为GB/T标准(见6.5, 2014年版的5.5);

砷化镓衬底的参考面切口形状测试按 GB/T 11093 规定的测量方法进行。

j) 修改检验条件(见7.1, 2014版的6.1);

除另有规定外, 应在下列条件下进行检验:

a) 温度: 23℃ ±5℃;

b) 相对湿度: 35%~70%;

a) 洁净度: GB/T 25915.1—2021 表 1 中规定的 IS05 级;

k) 修改检验和验收, 对验收组批和验收时效性进行规定 (见7.2, 2014版的6.2);

产品应由供方进行检验, 保证产品质量符合本标准的规定, 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。若发现产品质量不符合本标准的要求时, 应在保质期内使用产品, 并且使用之后起1个月内向供方提出, 或由供需双方协商解决。

l) 重新定义组批 (见7.3, 见2014版的6.3);

砷化镓衬底应成批提交验收, 每组批应由同一砷化镓单晶加工而成的具有相同几何参数的产品组成。

m) 检验项目由每根砷化镓单晶改为每组批所需砷化镓单晶 (见7.4.1, 2014年版的6.4.1)

7.4.1 首先在每批所需要的砷化镓单晶锭头和锭尾各切2片衬底, 然后进行电学性能参数、表面晶向及晶向偏离和位错密度的检验, 砷化镓单晶切割后, 每组批需要1片进行复测表面晶向和晶向偏离。

n) 删除条款号具体内容分条款, 仅需要引用具体条款号即可 (见7.4.1, 2014年版的6.4.1);

o) 检验项目中增加复测检验晶向及晶向偏移度 (见7.4.1, 2014年版的6.4.1);

表8 电学性能检验项目、规则及判据

序号	检验项目	要求条款号	检验方法	检验规则	允许不合格数
1	电阻率	5.1	6.1.1	4块 (指由1根晶锭头和锭尾所切1晶片的中心点和边缘到1/3位置之间所取的共4片测试样块)	0
2	迁移率		6.1.2		
3	载流子浓度		6.1.3		
4	表面晶向及晶向偏离	5.4	6.2	2块 (指由1根晶锭头和锭尾所切的、进行电性能测试后晶片剩余部分所取的测试样块), 切割后取1片复测表面晶向和晶向偏离度	0
5	位错密度	5.6	6.3	2片 (指由1根晶锭头和锭尾所切的另外各1整片晶片)	0

p) 删除条款号具体内容分条款, 仅需要引用具体条款号即可 (见7.4.2, 2014年版的6.4.2)

q) 增加晶向偏离度砷化镓衬底的条款和检验方法 (见7.4.2, 2014版的6.4.2);

表9 检验项目、规则及判据

序号	检验项目	要求条款号	检验方法	检验规则	允许不合格数
1	电阻率	5.1	6.1.1	2片 (指由1根晶锭头和锭尾所切的另外各1整片晶片)	0
2	迁移率		6.1.2		
3	载流子浓度		6.1.3		
4	表面晶向及晶向偏离	5.4	6.2	2块 (指由1根晶锭头和锭尾所切的、进行电性能测试后晶片剩余部分所取的测试样块) 切割后取1片复测表面晶向和晶向偏离度	0
5	位错密度	5.6	6.3	2片 (指由1根晶锭头和锭尾所切的另外各1整片晶片)	0

r) 修改包装盒标志内容 (见8.1.2, 2014年版的7.1.2);

- a) 生产日期和保质期;
- b) 砷化镓衬底牌号;
- c) 砷化镓衬底编号;
- d) 砷化镓衬底角度;
- e) 砷化镓衬底数量;
- s) 增加25片卡塞包装(见8.2, 2014年版的7.2) ;

经过清洗干净的衬底片放入特制的聚乙烯圆形包装盒里, 每盒一片或者25片卡塞包装, 大片包装要求主面朝下, 放上压环, 用塑料袋充氮气密封, 25片卡塞包装要求衬底片放入25片卡塞, 抛光面统一朝前或朝后, 主参考边统一朝下或者朝上, 用包装袋充氮气包装, 再使用铝箔或者镀铝包装袋进行二次包装, 然后连同合格证、质量保证书一起装入装有专用塑料泡沫或含有防冲击材料的包装箱内, 最后用胶带封好。

- t) 质量保证书上增加生产日期和保质期(见8.4, 2014版的7.4) ;
- 每批产品应附有质量证明书, 其上注明:

- a) 供方名称;
- b) 合同号;
- c) 产品名称、牌号;
- d) 产品检验批号和构成检验所有的衬底及其晶锭编号;
- e) 各项参数检验结果和检验员印章及检验日期;
- f) 生产日期和保质期;
- h) 检验部门印章;

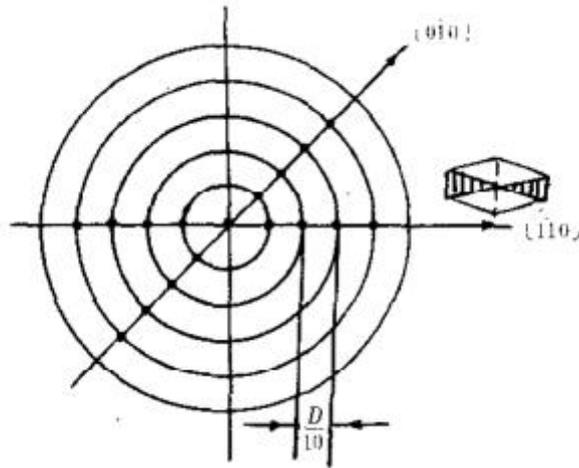
- u) 改变附录 A 和附录 B 中对测试环条件的描述;

除另有规定外, 应在下列条件下进行检验:

- a) 温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: 35%~70%;
- c) 洁净度: GB/T 25915.1—2021 表 1 中规定的 ISO 7 级。

- v) 增加附录 A 对测点的描述, 并附图17点的测试图。

根据衬底的尺寸, 以衬底中心点为圆心, 半径为4/5衬底半径的圆形区域作为有效测试区域。测试点数为17个~33个, 其分布以衬底中心为圆心, 呈径向均匀放射形状, 对常规的(100)面的砷化镓衬底一般依照 $[0\bar{1}0]$ 和 $[\bar{1}10]$ 两个方向, 依照直径的1/10进行逐步的进行测点, 测试点数为17个, 或者增加 $[00\bar{1}]$ 和 $[\bar{1}\bar{1}0]$ 两个方向, 同样依照直径的1/10进行逐步的进行测点, 测试点数为33个。



三、标准水平分析

本标准拟代替 GB/T 30856-2014《LED 外延芯片用砷化镓衬底》，为推荐性国家标准，达到国内领先水平。

四、与我国有关的现行法律、法规和相关强制性标准的关系

本标准与国家现行法律、法规和相关强制性标准不存在相违背和抵触的地方。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无

六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准作为推荐性国家标准发布实施。

七、代替或废止现行有关标准的建议

本标准修订后，将代替 GB/T 30856--2014《LED 外延芯片用砷化镓衬底》

八、其他需要说明的事项

无

九、预期效果