|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 29.045 |
| CCS | H 83 |

中华人民共和国国家标准

GB/T 30856—202X

代替GB/T 30856—2014



LED外延芯片用砷化镓衬底

GaAs substrates for LED epitaxial chips

送审前征求意见稿

（本草案完成时间：2024年9月27日）

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

1. 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。

本文件代替GB/T 30856—2014《LED外延芯片用砷化镓衬底》，与GB/T 30856—2014相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

1. 范围中本标准改为本文件，并重新定义本标准的适用范围；
2. 增加“Φ200mm”直径规格砷化镓衬底（见4.2，2014年版的4.3）；
3. 电学性能需要增加n型和p掺杂剂及截面电阻率不均匀性（见5.1，2014年版的4.1和4.4）；
4. 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；
5. 增加4寸和6寸副边的新规定，增加“Φ200mm”直径规格参考面的取向、形状和尺寸（见5.3，2014年版的4.8）；
6. 晶向及晶向偏离，增加常规的标准化产品角度表5（见5.4，2014年版的4.5）；
7. 增加“Φ200mm”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）；
8. 增加不同直径不同等级的位错密度（见5.6，2014年版的4.6）；
9. 删除电阻率按照附录A规定的方法（见6.1，2014年版的4.6）；
10. 删除载流子浓度和迁移率按照附录 B 规定的方法（见6.1，2014年版的4.6）；
11. 增加截面电阻率不均匀性的计算方法（见6.1.4）
12. 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）；
13. 修改检验条件（见7.1，2014版的6.1）；
14. 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）；
15. 重新定义组批（见7.3，见2014版的6.3）；
16. 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）
17. 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）；
18. 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）；
19. 晶向偏离度、位错密度和电参数进行分类表述 （见7.4.1，2014年版的6.4.1）；
20. 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）
21. 增加晶向偏离砷化镓衬底的条款和检验方法（见7.4.2，2014版的6.4.2）；
22. 修改包装盒标志内容（见8.1.2，2014年版的7.1.2）；
23. 增加25片卡塞包装（见8.2，2014年版的7.2）；
24. 质量保证书上增加生产日期和保质期（见8.4，2014版的7.4）；
25. 删除附录 A 和附录 B ；

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：南京集溢半导体科技有限公司、中山德华芯片技术有限公司、全磊光电股份有限公司、云南鑫耀半导体材料有限公司、江苏华兴激光科技有限公司、北京大学东莞光电研究院、中科晶宇芯源大庆半导体材料有限公司、大庆溢泰半导体材料有限公司、中国科学院半导体研究所

本文件主要起草人：赵中阳、冯家峰、赵春峰、刘建庆、张双翔、林作亮、宁振动、刘强、于会永、郑红军、赵有文。

LED外延芯片用砷化镓衬底

* 1. 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，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。

* 1. 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 191　包装储运图示标志

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 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 11093　液封直拉法砷化镓单晶及切割片

GB/T 13387　硅及其电子材料晶片参考面长度测试方法

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 20228　砷化镓单晶

GB/T 25915.1—2021　洁净室及相关受控环境　第1部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

* 1. 术语和定义

GB/T 14264界定的术语和定义适用于本文件。

* 1. 分类和牌号
     1. 分类

砷化镓衬底按导电类型分为n型和p型；

砷化镓衬底按直径分为Ф50.8mm (Ф2")、Ф76.2mm (Ф3")、Ф100.0mm (Ф4")、Ф150.0mm (Ф6")、Ф200.0mm (Ф8")五种规格。

* + 1. 牌号

砷化镓衬底牌号表示按GB/T 14844的规定。

* 1. 要求
     1. 电学性能

砷化镓衬底的电学性能符合表1的规定。

1. 砷化镓衬底的电学性能

| 序号 | 项目 | 要求 | |
| --- | --- | --- | --- |
| n | p |
| 1 | 电阻率  Ω·cm | 1×10-2～1×10-3 | 1×10-1～1×10-3 |
| 2 | 迁移率  cm2/(V·s) | ≥1000 | ≥40 |
| 3 | 载流子浓度  cm-3 | 1×1017～5×1018 | 1×1017～5×1019 |
| 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。 | | | |

* + 1. 表面质量

砷化镓衬底的表面质量符合表2的规定。

1. 砷化镓衬底的表面质量

单位：mm

| 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 | Ф50.8 | ≤0.2 | 无崩边 | 无划痕、桔皮、裂缝、凹坑 |
| 2 | Ф76.2 | ≤0.2 |
| 3 | Ф100.0 | ≤0.5 |
| 4 | Ф150.0 | ≤0.5 |
| 5 | Ф200.0 | ≤0.8 |
| 1. 砷化镓衬底整个表面无沾污、溶剂残留物、蜡残留物。 | | | | |

* + 1. 参考面的取向、形状和长度/切口

Ф50.8mm、Ф76.2mm、Ф100.mm砷化镓衬底参考面的取向、形状和长度符合表3的规定。

1. 砷化镓衬底参考面的取向、形状和长度

单位：mm

| 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 | - | [01]±0.5°属于1个砷面，  主参考面垂直于V型槽 |
| 燕尾槽 | - | [0]±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 | - | [01]±0.5° |
| 3 | 主参考面长度 | - | Ф50.8 | 16±1 |
| - | Ф76.2 | 22±1 |
| - | Ф100.0 | 32±1 |
| 4 | 副参考面长度 | - | Ф50.8 | 8±1 |
| - | Ф76.2 | 11±1 |
| - | Ф100.0 | （18±1）/（0） |

φ150mm砷化镓衬底参考面的取向、形状和长度符合表4的规定，φ150mm砷化镓衬底切口的取向、深度和开角符合表5的规定。

1. 砷化镓衬底参考面的取向、形状和长度

单位：mm

| 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 | - | [01]±0.5°属于1个砷面，  主参考面垂直于V型槽 |
| 燕尾槽 | - | [0]±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 | - | [01]±0.5° |
| 3 | 主参考面长度 | - | Ф150.0 | 48±1 |
| 4 | 副参考面长度 | - | Ф150.0 | 28±1 /（0）） |

1. 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 | Ф150.0 | [010]±2° |
| 2 | 深度  mm | 1+0.25 0 |
| 3 | 开角  ° | 90+5 -1 |

Φ200mm砷化镓衬底切口的取向、深度和开角符合表6的规定。

1. 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 | Ф200.0 | [010]±2° |
| 2 | 深度  mm | 1+0.25 0 |
| 3 | 开角  ° | 90+5 -1 |

* + 1. 表面晶向及晶向偏离

砷化镓衬底的表面晶向为<100>，晶向偏离不大于0.5°，常见LED砷化镓衬底表面晶向为2°、6°和15°，晶向偏离不大于0.5°，常见的晶向及晶向偏离见表7。

1. 常见的晶向及晶向偏离

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 晶向 | 角度 | 主边 | 偏向 | 偏角 |
| <100> | 2° | [0] | [011] | 180° |
| <100> | 6° | [0] | [011] | 180° |
| <100> | 15° | [0] | [011] | 180° |
| <100> | 15° | [01] | [0] | 90° |

* + 1. 几何尺寸

砷化镓衬底几何尺寸符合表8的规定。

1. 砷化镓衬底的几何尺寸

| 序号 | 项目 | 要求 | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Φ50.8mm | Φ76.2mm | Φ100.0mm | Φ150.0mm | Φ200.0mm |
| 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  μm | （275～650）±20 | （275～650）±20 | （300～650）±25 | （400～675）±25 | （500～750）±25 |
| 3 | 总厚度变化TTV  μm | ≤12 | ≤12 | ≤15 | ≤15 | ≤20 |
| 4 | 平整度TIR  μm | ≤6 | ≤6 | ≤8 | ≤10 | ≤15 |
| 5 | 翘曲度Warp  μm | ≤12 | ≤15 | ≤60 | ≤60 | ≤60 |

* + 1. 位错密度

砷化镓衬底位错密度符合表9的规定。

1. 砷化镓衬底的位错密度

| 序号 | 项目 | 等级 | 要求 | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ф50.8 mm | Ф76.2 mm | Ф100.0 mm | Ф150.0 mm | Ф200.0 mm |
| 1 | 位错密度  个/cm2 | Ⅰ | ≤1×102 | ≤1×102 | ≤1×102 | ≤3×102 | ≤3×102 |
| 2 | Ⅱ | ≤3×102 | ≤3×102 | ≤3×102 | ≤5×102 | ≤5×102 |
| 3 | Ⅲ | ≤5×102 | ≤5×102 | ≤1×103 | ≤3×103 | ≤3×103 |
| 4 | Ⅳ | ≤1×103 | ≤3×103 | ≤5×103 | ≤5×103 | ≤5×103 |

* 1. 试验方法
     1. 电学性能
        1. 电阻率

砷化镓衬底的电阻率检测按GB/T 4326的规定进行。

* + - 1. 迁移率

砷化镓衬底的迁移率检测按GB/T 4326的规定进行。

* + - 1. 载流子浓度

砷化镓衬底的载流子浓度检测按GB/T 4326的规定进行。

* + - 1. 截面电阻率不均匀性

砷化镓衬底的截面电阻率不均匀性计算按照GB/T 20228 的规定进行。

* + 1. 表面质量

砷化镓衬底的表面质量按GB/T 6624 的规定进行。

* + 1. 参考面的取向、形状和长度

砷化镓衬底的参考面取向的测试按GB/T 13388的规定进行。

砷化镓衬底的参考面切口形状的测试按GB/T 11093规定进行。

砷化镓衬底的参考面长度的测试按GB/T 13387的规定进行。

* + 1. 表面晶向及晶向偏离

砷化镓衬底的表面晶向及晶向偏离检测按照GB/T 1555 的规定进行。

* + 1. 几何尺寸

砷化镓衬底的直径及允许偏差按GB/T 14140的规定进行。

砷化镓衬底的厚度及允许偏差和总厚度变化按GB/T 6618的规定进行。

砷化镓衬底的平整度按GB/T 6621的规定进行。

砷化镓衬底的翘曲度按GB/T 6620的规定进行。

* + 1. 位错密度

砷化镓衬底的位错密度按GB/T 8760 的规定进行。

* 1. 检验规则
     1. 检验条件

除另有规定外，应在下列条件下进行检验：

1. 温度：21℃±3℃；
2. 相对湿度：35%～70%；
3. 洁净度：GB/T 25915.1—2021表1中规定的ISO-5级；
   * 1. 检验和验收

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，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。

* + 1. 组批

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。

* + 1. 检验项目、规则及判据

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。采用GB/T 1555和GB/T 8760分别进行表面晶向及晶向偏离和位错密度检验时，检验规则及合格判据符合表10的规定。

1. 表面晶向及晶向偏离和位错密度检验项目、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 | 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 | 0 |
| 2 | 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 |

采用GB/T 4326 进行电学性能参数检验时，检验规则及合格判据符合表11的规定。

1. 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 | 截面积电阻率不均匀性 | 6.1.3 |

每个检验批砷化镓衬底的表面质量、晶向及晶向偏离、参考面取向和参考面或切口位置、尺寸及外形几何尺寸检验项目的检验规则及合格判据符合表12的规定，抽样方案按GB/T 2828.1—2012的一次正常抽样方法进行；IL＝Ⅱ，AQL＝6.5。

1. 检验项目、规则及抽样原则

| 序号 | 检验项目 | 要求条款号 | 检验方法 | GB/T 2828.1—2012 | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| IL | AQL |
| 1 | 表面质量 | 5.2 | 6.4 | Ⅱ | 6.5 |
| 2 | 参考面取向、形状和尺寸 | 5.3 | 6.5 |
| 3 | 直径及允许偏差 | 5.5 | 6.6.1 |
| 4 | 厚度和允许偏差及总厚度变化 | 5.5 | 6.6.2 |
| 5 | 平整度 | 5.5 | 6.6.3 |
| 6 | 翘曲度 | 5.5 | 6.6.4 |
| 7 | 晶向及晶向偏离 | 5.4 | 6.2 |

* + 1. 检验结果的判定

每组批砷化镓衬底的电阻率、迁移率、载流子浓度、表面晶向及晶向偏离、位错密度的检验中有任何一项检验不合格，判该组批检验批不合格，该组批所有的砷化镓衬底不得进入该产品检验批继续进行后续检验和交付。

每组批砷化镓衬底的表面质量、参考面取向、形状和尺寸、直径及允许偏差、厚度和允许偏差及总厚度变化、平整度、晶向及晶向偏离检验中有任何一项检验不合格，判该批产品不合格。

* + 1. 不合格品处置

如果一个检验批被拒收，生产方应将该批次产品取回进行分析。若产品不合格是因为砷化镓衬底的表面质量、参考面取向、形状、尺寸或者几何尺寸等可通过返工重新使之合格的问题所造成，则产品可经返工并经加严检验合格后标明“重新检验批”予以重新交付。如果是因为砷化镓衬底的电学性能、位错及晶向达不到产品文件或者合同协议的要求，则该批产品将被拒收，不能重新交付，应由生产方重新提供另外批次检验合格的砷化镓衬底。

* 1. 标志、包装、储存和质量证明书
     1. 标志

晶片要做成器件，仅允许在边缘附近进行刻字，不允许做其他标识。

包装盒标志应至少包括以下内容:

1. 生产日期和保质期；
2. 砷化镓衬底牌号；
3. 砷化镓衬底编号；
4. 砷化镓衬底角度；
5. 砷化镓衬底数量；

包装箱标志应至少包括以下内容 ：

1. 产品名称、牌号、数量；
2. 生产方名称、地址、电话；
3. 防潮、防撞、防腐蚀等包装储运图示标志，符合GB/T 191 的规定。
   * 1. 包装

经过清洗干净的砷化镓衬底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，单片包装要求主面朝下，放上压环，用塑料袋充氮气密封，25片卡塞包装要求砷化镓衬底放入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。

* + 1. 运输及贮存

产品在运输过程中应防止挤压、碰撞并采取防震、防潮等措施。

产品应存放在清洁、干燥、无化学腐蚀的环境中。

* + 1. 质量证明书

每批产品应附有质量证明书，其上注明：

1. 供方名称；
2. 合同号；
3. 产品名称、牌号；
4. 产品检验批号和构成检验所有的砷化镓衬底及其晶锭编号；
5. 各项参数检验结果和检验员印章及检验日期；
6. 生产日期和保质期；
7. 检验部门印章。
   1. 订货单（或合同）内容

订购本文件所规定的产品的订货单（或合同）应至少包括以下内容：

1. 产品名称、牌号;
2. 产品所依据的文件名称和编号；
3. 产品数量；
4. 使用的包装要求；
5. 特殊要求。

