

ICS 29.045

CCS H82

T/NXCL

宁夏材料研究学会团体标准

T/NXCL 30—2024

300 mm 低氧含量直拉硅单晶

300 mm low oxygen content single crystalline Czochralski silicon

2024 - 2 - 6 发布

2024 - 2 - 6 实施

宁夏材料研究学会 发布

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。

本文件由宁夏材料研究学会提出。

本文件由宁夏材料研究学会归口。

本文件起草单位：宁夏中欣晶圆半导体科技有限公司、北方民族大学、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司、厦门大学、宁夏盾源聚芯半导体科技股份有限公司、宁夏高创特能源科技有限公司。

本文件主要起草人：芮阳、商润龙、王黎光、杨少林、陈亚、赵泽慧、白圆、马成、曹启刚、王忠保、熊欢、李聪、王云峰、李长苏、顾燕滨、盛之林、黄柳青、盛旺。

300 mm 低氧含量直拉硅单晶

1 范围

本文件规定了 300 mm 低氧含量直拉硅单晶的技术要求、试验方法、检验规格以及标志、包装、运输、贮存、质量证明书和质量承诺等方面的内容。

本文件适用于以电子级多晶硅为主要原材料，采用直拉法制备的直径为 300 mm 的低氧含量硅单晶。产品主要用于绝缘栅双极晶体管（IGBT）等功率器件的衬底。

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 1550 非本征半导体材料导电类型测试方法
- GB/T 1551 硅单晶电阻率测定方法
- GB/T 1554 硅晶体完整性化学择优腐蚀检验方法
- GB/T 1555 半导体单晶晶向测定方法
- GB/T 1557 硅晶体中间隙氧含量的红外吸收测量方法
- GB/T 1558 硅中代位碳原子含量红外吸收测量方法
- GB/T 11073 硅片径向电阻率变化的测量方法
- GB/T 12963—2022 电子级多晶硅
- GB/T 14140 硅片直径测量法方法
- GB/T 14144 硅晶体中间隙氧含量径向变化测量方法
- GB/T 14264 半导体材料术语
- GB/T 29504 300 mm 硅单晶
- GB/T 37049 电子级多晶硅中基体金属杂质含量的测定 电感耦合等离子体质谱法
- YS/T 769 非本征半导体中少数载流子扩散长度的稳态表面光电压测试方法

3 术语和定义

GB/T 14264 界定的术语及定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 原材料

原材料电子多晶硅应满足 GB/T 12963—2022 第 5.1 条中多晶硅电子 1 级要求，具体指标见表1。

表1 多晶硅主要性能要求

| 项目 | 指标要求 |
|---|---------------------------|
| 施主杂质含量（P、As、Sb 总含量，以原子数计）， cm^{-3} | $\leq 2.5 \times 10^{12}$ |
| 受主杂质含量（B、Al 总含量，以原子数计）， cm^{-3} | $\leq 1.5 \times 10^{12}$ |
| 碳含量（以原子数计）， cm^{-3} | $\leq 2.5 \times 10^{15}$ |
| 基体金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总含量）， ng/g （ppbw） | ≤ 0.3 |
| 表面金属杂质含量（Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na、Ti、Mo、W、Co 总含量）， ng/g （ppbw） | ≤ 0.5 |

4.2 直径及允许偏差

硅单晶直径及直径允许偏差符合 GB/T 29504 的规定。

4.3 电学参数

硅单晶的导电类型、掺杂元素、电阻率及其径向变化应符合表 2 的规定。

表2 硅单晶电学参数

| 项目 | 指标要求 |
|-------------------------------|-----------|
| 导电类型 | N |
| 掺杂元素 | 磷 |
| 电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$ | 23-175 |
| 电阻率径向变化, % | ≤ 10 |

4.4 晶向及偏离度

4.4.1 硅单晶的晶向为 $\langle 100 \rangle$ 。

4.4.2 硅单晶的晶向偏离度应不大于 0.5° 。

4.5 化学成分

4.5.1 氧含量

硅单晶的间隙氧含量应不大于 2.5×10^{17} 原子数/ cm^3 ，氧含量的径向变化具体指标应不大于 10%，或由供需双方商定。

4.5.2 碳含量

硅单晶的碳含量应不大于 5×10^{16} 原子数/ cm^3 ，或由供需双方商定。

4.5.3 体金属含量

硅单晶的体铁含量应不大于 5×10^{13} 原子数/ cm^3 ，其他体金属每种元素含量应不大于 5×10^{11} 原子数/ cm^3 ，或由供需双方商定。

4.6 完整性

4.6.1 硅单晶无孔洞、裂纹、划伤、蚀坑等。

4.6.2 硅单晶位错密度不大于 10 个/ cm^2 ，位错尺寸不大于 $20 \mu\text{m}$ 。

4.6.3 硅单晶的其他允许缺陷由供需双方协定。

4.7 头尾区分

硅单晶应有明确的头尾标记，一般以 H 代表头部，T 代表尾部，如有特殊要求，由供需双方协定标记。

4.8 其他

硅单晶的激光刻号等其他要求，由供需双方协商确定。

5 试验方法

5.1 硅单晶的直径的测量按照 GB/T 14140 进行。

5.2 硅单晶的导电类型测量按照 GB/T 1550 进行。

5.3 硅单晶的电阻率测量按照 GB/T 1151 进行。

5.4 硅单晶的径向电阻率变化的测量按照 GB/T 11073 进行。

5.5 硅单晶的晶向及偏离度的测量按照 GB/T 1555 进行。

5.6 硅单晶的间隙氧含量测量按照 GB/T 1557 进行。

5.7 硅单晶的径向氧含量变化的测量按照 GB/T 14144 进行。

5.8 硅单晶的碳含量测量按 GB/T 1558 进行。

5.9 硅单晶体的体铁含量测量按 YS/T 679 进行，其他体金属含量测量按 GB/T 37049 进行，或按供需双方协商的方法进行。

5.10 硅单晶的晶体完整性按照 GB/T 1554 进行

5.11 硅单晶的头尾标记按照目视进行检测。

6 检验规则

6.1 检验

6.1.1 产品应由供方的品质部门进行检验，保证产品符合本文件规定，并向需方提供产品质量证明书及检验结果。

6.1.2 需方可在收到产品后按照本文件规定进行检测，若检测结果与本文件（或订货合同）不符，可立即向供方反馈，并由供需双方协定解决问题。

6.2 组批

硅单晶以呈批的形式提交验收，每批应由需方要求的同一规格的硅单晶锭组成。

6.3 检验项目

关于硅单晶的取样位置及数量的规定见表3。

表3 硅单晶的取样规定

| 检验项目 | 取样位置 | 取样数量 | 要求的章条号 | 检验方法的章条号 |
|---------|-------|---|--------|----------|
| 直径 | 任意 | 每根 | 4.2 | 5.1 |
| 导电类型 | 任意 | 每根 | 4.3 | 5.2 |
| 电阻率 | 硅单晶头尾 | 每批产品随机抽取 20% 的试样， 5 根~9 根晶锭抽取 2 个试样，5 根晶锭以下抽取 1 个试样 | 4.3 | 5.3 |
| 电阻率径向变化 | 硅单晶头尾 | | 4.3 | 5.4 |
| 晶向 | 任意 | 每根 | 4.4 | 5.5 |
| 氧含量 | 硅单晶头尾 | 每批产品随机抽取 20% 的试样， 5 根~9 根晶锭抽取 2 个试样，5 根晶锭以下抽取 1 个试样 | 4.5.1 | 5.6 |
| 氧含量径向变化 | 硅单晶头尾 | | 4.5.1 | 5.7 |
| 碳含量 | 硅单晶头尾 | | 4.5.2 | 5.8 |
| 体金属含量 | 硅单晶头尾 | | 4.5.3 | 5.9 |
| 晶体完整性 | 硅单晶头尾 | | 4.6 | 5.10 |
| 头尾标记 | 任意 | 每根 | 4.7 | 5.11 |

6.4 检验结果的判定

6.4.1 直径、晶向、导电类型、头尾标记中某一项不合格，则该硅单晶判定为不合格。

6.4.2 电阻率、电阻率径向变化、氧含量、氧含量径向变化、碳含量、体金属含量、晶体完整性中有一项不合格，则该批产品判定为不合格。

7 标志、包装、运输与贮存

7.1 标志

硅单晶包装箱内应有装箱单，外侧应有“小心轻放”、“防潮”、“易碎”、“防腐”等标识，并标明：

- a) 供方名称；
- b) 产品名称；
- c) 规格；
- d) 产品件数或数量。

7.2 包装

硅单晶使用聚苯烯逐根包装，包装后放入装满填充物的包装箱内，防止运输过程中晶棒晃动。

7.3 运输与贮存

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，产品应贮存在清洁、干燥的环境中。

7.4 其他

需方对硅单晶的标志、包装、运输与贮存有特殊要求时，由供需双方商定。

8 质量证明书

每批产品出厂时应附质量证明书，其上注明：

- a) 供方名称；
- b) 产品名称；
- c) 规格；
- d) 产品批号；
- e) 产品数量；
- f) 各项参数检验结果和检验部门的印记；
- g) 出厂日期。

9 质量承诺

- 9.1 在本文件的包装方式条件，以及在上述要求的储存环境条件下，质保期为 12 个月，质保期内，在正常使用情况下如出现质量问题，提供免费换货服务。
 - 9.2 对客户提出的咨询或投诉，在 24 h 内作出响应；在 48 h 内为客户提供合理范围内的服务或解决方案。
 - 9.3 出货后 3 年内，客户有任何相关资料需求，承诺 3 个工作日内回复相关资料。
-