ICS 29.045

CCS H 82



中华人民共和国国家标准

GB/T 10118—XXXX

|  |
| --- |
| 代替GB/T 10118—2009 |

300mm硅外延片

300mm Silicon Epitaxial Wafer

|  |
| --- |
| （讨论稿） |
|  |

XXXX-XX-XX实施

XXXX - XX - XX实施

XXXX-XX-XX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》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/TC203）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/TC203/SC2）共同提出并归口。

本文件起草单位：浙江丽水中欣晶圆半导体科技有限公司、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司、山东有研艾斯半导体材料有限公司、中环领先半导体材料有限公司、杭州立昂微电子股份有限公司、南京国盛电子有限公司。

本文件主要起草人：

300mm硅外延片

1. 范围

本标准规定了300mm硅外延片的术语和定义、技术要求、产品分类、规格要求、检测方法及规则、标签、包装、运输、存储、质保书。

本标准适用于300mm P型和N型硅抛光片衬底上生长的硅外延片。

1. 规范性引用文件

下列文件的应用对于本文件是必不可少的。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；凡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 14264-2009 半导体材料术语](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7D142D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

GB/T 14844-2018 半导体材料牌号表示方法

GB/T 12964-2018 硅单晶抛光片

GB-T 29504-2013 300mm硅单晶

GB/T 29506-2013 300mm硅单晶抛光片

GB/T 14139-2019 硅外延片

GB/T 35310-2017 200mm硅外延片

GB/T 1550-2018 非本征半导体材料导电类型测试方法

GB/T 13389-2014 掺硼掺磷掺砷硅单晶电阻率与掺杂剂浓度换算规程

YS/T 679-2018 非本征半导体中少数载流子扩散长度的测试 表面光电压法

[GB/T 14847-2010 重掺杂衬底上轻掺杂硅外延层厚度的红外反射测量方法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7DB87D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

[GB/T 6617-2009 硅片电阻率测定 扩展电阻探针法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7D3D2D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

[GB/T 14142-2017 硅外延层晶体完整性检验方法 腐蚀法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D82216D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

[GB/T 24578-2015 硅片表面金属沾污的全反射X光荧光光谱测试方法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D80EE0D3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

[GB/T 6624-2009 硅抛光片表面质量目测检验方法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7D2EED3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

[GB/T 19921-2018 硅抛光片表面颗粒测试方法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=7E2903B0D63B5A63E05397BE0A0AF660" \t "_blank)

[GB 12463-2009 危险货物运输包装通用技术条件](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=71F772D7CDECD3A7E05397BE0A0AB82A" \t "_blank)

YS/T 28 硅片包装

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 39145 硅片表面金属元素含量的测定 电感耦合等离子体质谱法

GB/T 32280 硅片翘曲度和弯曲度测试 自动非接触扫描法

GB/T 29507 硅片平整度、厚度及总厚度变化测试 自动非接触扫描法

GB/T 6624 硅抛光片表面质量目测检验方法

GB/T 19921 硅抛光片表面颗粒测试方法

1. 术语和定义

GB/T 14264-2009界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

* 1. 300mm硅外延片

在直径为300mm的硅单晶抛光片衬底上，沿着衬底原有的晶向，生长一层或多层具有特定厚度电阻率单晶外延层的硅片。

1. 牌号及产品分类
	1. 牌号

300mm硅外延片的牌号表示应符合GB/T 14844

* 1. 产品分类

4.2.1 300mm硅外延片按照应用分类主要为Power,CIS,Logic。

4.2.2 300mm硅外延片按照导电类型分类为P型和N型。

4.2.3 300mm硅外延片按照外延晶向分类主要为<100>,<110>,<111>。

1. 技术要求
	1. 300mm硅外延片用衬底材料

不同应用对应的衬底除掺杂类型、掺杂剂、电阻率、RRG、氧含量、ORG、碳含量应符合表1规定以及与供方特殊商定参数外，其他参数应符合GT/B 29506的要求；

表1 衬底质量要求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 单晶特性 | Unit | Logic | CIS | Power |
| 28nm | 40nm | 65nm |
| 晶向 | degree | <100>±0.5 | <100>±0.5 | <100>±1 | <100>±0.5 | <100>±1 |
| 导电类型 | 　 | P | P | P | P | N |
| 掺杂剂 | 　 | Boron | Boron | Boron | Boron | Ph、AS、Sb |
| 电阻率 | Ohm·cm | 8~12 | 8~19 | 8~12 | 0.01~0.02 | GB/T 35310 |
| RRG | % | ≤8 | ≤10 | ≤10 | ≤8 |
| 氧含量 | ppma | 9~15 | 11~15 | 9~15 | 9~15 |
| ORG | % | ≤8 | ≤10 | ≤10 | ≤8 |
| 碳含量 | ppma | ≤0.2 | ≤0.2 | ≤0.2 | NA |

* 1. 外延层
		1. 电阻率及径向电阻率变化

300mm硅外延片的外延层电阻率及径向电阻率变化应符合表2规定

表2 300mm硅外延层电阻率及径向电阻率变化

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 应用类型 | 导电类型 | 掺杂剂 | 外延层电阻率/(Ω·cm) | 电阻率允许偏差 | 径向电阻率变化 RV |
| Logic | 28nm | P | Boron | 8~12 | ±5% | ≤5% |
| 40nm | P | Boron | 8~16.5 | ±5% | ≤8% |
| 65nm | P | Boron | 8~12 | ±8% | ≤8% |
| CIS | P | Boron | 10±1.5/13±2 | ±8% | ≤8% |
| Power | N | Ph、As、Sb | 0.01~100 | ±5% | ≤5% |



* + 1. 厚度及面内电阻率变化

300mm硅外延片的外延层厚度及径向厚度变化应符合表3规定

表3 300mm硅外延层膜厚及径向膜厚变化

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 应用类型 | 外延层厚度 | 厚度允许偏差 | 径向厚度变化 TV |
| Logic | 28nm | 4±0.2 | 5% | ≤3% |
| 40nm | 2~4 | 5% | ≤5% |
| 65nm | 2±0.1 | 5% | ≤5% |
| CIS | 4~5.4μm | 5% | ≤5% |
| Power | 1~130μm | 5% | ≤5% |



* + 1. 纵向电阻率分布及过渡区宽度
			1. 外延层的纵向电阻率分布由供需双方协商确定。
			2. 外延层的过渡区宽度应小于外延层厚度的15%，或由供需双方协商确定。
			3. 过渡区宽度一致性应与BSL相差≤10%。

过渡区宽度计算公式：

 W=W1-W2

式中：

W——外延层过渡区宽度；

W2——过渡区结束时厚度，即衬底片电阻率平均值\*115%对应的外延层厚度；

W1——过渡区开始时厚度，即外延层平坦区电阻率平均值\*85%对应的外延层厚度。

* + 1. 晶体完整性

外延层的位错和层错密度均应≤3ea/cm2。

* + 1. 几何参数

300mm硅外延片几何参数应符合表4的规定，具体测试条件与要求由供需双方协商确定。

表4 几何参数

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 要求 |
| Logic | CIS | Power |
| 28nm | 40nm | 65nm |
| 总厚度变化 TTV | μm | ≤0.7 | ≤1 | ≤1 | ≤1.5 | ≤3 |
| 总平整度TIR | μm | NA | NA | NA | NA | ≤2.1 |
| 局部平整度STIR | nm | ≤50（26\*8） | ≤80 EE2 26\*8 | ≤80 EE2 26\*8 | ≤70nm PUA 98% 26\*8 EE3 | ≤200 25\*25 |
| 弯曲度 | μm | ±30 | ±30 | ±30 | NA | ±20 |
| 翘曲度 | μm | ≤25 | ≤30 | ≤30 | ≤75 | ≤40 |
| 纳米形貌2\*2 | nm | ≤9 | ≤10 | ≤10 | ≤22 | ≤20 |
| 纳米形貌10\*10 | nm | ≤24 | ≤28 | ≤28 | ≤60 | ≤50 |
| 边缘局部平整度ESFQR | nm | MAX≤0.09 EE2 72 sectors,15mm length | MAX≤150 AVG≤100 72 sectors,15mm length | MAX≤150 AVG≤100 72 sectors,15mm length | NA | NA |
| Front ZDD@148mm | nm/mm2 | -60~10 | -70~15 | -70~15 | NA | NA |

* + 1. 表面金属

300mm硅外延片的表面金属应符合表5的规定

表5 表面金属

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 应用 | 项目 | 要求 atoms/cm2 |
| Logic | 包含但不限于Na、Al、Ca、K、Fe、Ni、Cu、Zn、Mn、Mo、Ti、V、Cr、Co、Mg | ≤1E9 |
| CIS | 包含但不限于Na、Al、Ca、K、Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Ti、Mg、Mn、Mo、V、Co | ≤5E9 |
| Power | 包含但不限于Na、Al、Ca、K、Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Ti、Mg、Mn、Mo、V、Co | ≤2.5E9 |

* + 1. 体内金属污染及内吸杂

300mm硅外延片体内金属污染及内吸杂能力，应符合表6规定。

表6 体内金属污染及内吸杂

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Item | Method | 28nm | 40nm | 65nm |
| Bulk Fe Concentration(AVG) | SPV | 4E10(1E9~5.4E9) | 1.00E+10 | 1.00E+10 |
| Bulk Fe Concentration(MAX) | SPV | 5E10(1E9~5.4E9) | 5.00E+10 | 5.00E+10 |
| BMD(AVG) | LST-2500 | 1E8~6E9 | 5E8~1E10 | 2E8~1E10 |
| Bulk Cu Concentration | atoms/cm3 | ＞500℃时，≤5E11＜500℃时，≤5E9 | 　 | 　 |
| Bulk Ni Concentration | atoms/cm3 | ＞500℃时，≤8E10＜500℃时，≤5E9 | 　 | 　 |
| Lifetime | μs | AVG≥600 | 　 | 　 |

* + 1. 表面质量
			1. 正面质量

300mm硅外延片的正面质量应符合表7的规定

表7 正面质量

|  |  |
| --- | --- |
| 缺陷名称 | 要求 |
| Logic | CIS | Power |
| 28nm | 40nm | 65nm |
| 滑移线\Swirl\孪晶\Lineage\dislocation | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 凹坑 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 冠状边缘 | 　 | 　 | 　 | 　 | ≤1/3 EPI Thickness |
| 划痕 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 桔皮、波纹、裂纹、鸦爪 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 雾 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 崩边 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| 沾污 | 无 | 无 | 无 | 无 | 无 |
| Area Count | 350nm≤3ea | ≥0.3μm≤2ea | ≥0.3μm≤3ea | 　 | ≥0.4μm≤8 |
| ≥160nm | 　 | 　 | 　 | ≤20 | ≤30 |
| ≥120nm | 　 | ≤8 | ≤10 | 　 | ≤50 |
| ≥90nm | ≤20 | ≤10 | ≤15 | ≤50 | 　 |
| ≥65nm | ≤25 | ≤15 | ≤25 | 　 | 　 |
| ≥45nm | ≤30 | ≤20 | 60 | 　 | 　 |
| ≥37nm | ≤120 | 　 | 　 | 　 | 　 |
| DIC(SHE=5nm) | 　 | ≤5 | ≤6 | 　 | 　 |

* + - 1. 背面质量

300mm硅外延片的背面应无沾污、无凸起物、无划伤、无破损。

* + 1. 边缘

300mm硅外延片正反面边缘应光滑、无破损。

* + 1. 其他

需求方对300mm硅外延片有其他要求时，由供需双方协商并在合同中注明。

1. 试验方法
	1. 外延片的导电类型检验按照GB/T 1550的规定进行。
	2. 外延层晶向测定按照GB/T 1555的规定进行。
	3. 外延层电阻率测试按照GB/T 14141或GB/T14146的规定的方法测试。
	4. 测试载流子浓度后，电阻率和掺杂浓度换算按照GB/T 13389-2014的规定换算获得电阻率，其他测试方法可由供需双方协商确定。
	5. 外延层厚度测试按照GB/T 14847的规定进行，或按供需双方商定的方法进行。
	6. 外延层纵向扩散电阻率分布与外延层过渡区宽度的测试按照GB/T 6617的规定进行，或按供需双方商定的方法进行。
	7. 外延层晶体完整性按照GB/T 14142的规定进行。
	8. 外延片几何参数变化按照GB/T 32280或GB/T 29507的规定进行。
	9. 外延片表面金属沾污检测按照GB/T 39145或GB/T 24578的规定进行，仲裁检验按照GB/T 39145的方法进行。
	10. 外延片表面质量（除颗粒外）检验按照GB/T 6624的规定进行，或按供需双发协商决定。
	11. 外延片表面颗粒检验按照GB/T 19921的规定进行。
	12. 少数载流子和扩散长度的测试按照YS/T 679的规定进行。
2. 检验规则
	1. 检查和验收
		1. 每批产品应由供方技术质量监督部门进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单（或合同）规定，并填写产品质量证明书。
		2. 需求方可对收到的产品按照本文件的规定进行检验。如检验结果与本文件或订货单的规定不符，应在收到产品之日起3个月内，以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。
	2. 组批

300mm硅外延片应成批提交验收，每批应由供需双方一致确认的相同技术指标的产品组成。

* 1. 检验项目
		1. 每批300mm硅外延片应对外延层的导电类型、晶向、电阻率、径向电阻率变化、厚度、径向厚度变化、晶体完整性、几何参数、表面金属、表面质量进行检验。
		2. 每批300mm硅外延片的外延层纵向电阻率分布及过渡区宽度是否检验由供需双方协商确定。
		3. 每批300mm硅外延片是否需要对体金属，少子寿命进行检验由供需双方协商确定。
	2. 取样及制样
		1. 300mm硅外延片非破坏性检验项目的取样按GB/T 2828.1一般检验水平Ⅱ，正常检验一次抽样方案进行，也可按供需双方协商确定的抽样方案进行。
		2. 硅外延片破坏性检验项目的取样按GB/T 2828.1中特殊检验水平S-2，正常检验一次抽样方案进行，也可按照供需双方协商确定的抽样方案进行。
		3. 硅外延片的外延层纵向电阻率分布及过渡区宽度的取样有供需双方协商确定。
		4. 体金属、少子寿命的抽样由供需双方协商确定。
	3. 检验结果的判定
		1. 导电类型、晶向检验若有一片不合格，则该批产品为不合格 。
		2. 外延片纵向电阻率分布及过渡区宽度检验结果的判定由供需双方协商确定。
		3. 其他检验项目的只收质量限（AQL）应符合表8的规定。

表8 检测项目及接受质量限

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 合格质量水平AQL |
|  | 外延层电阻率 | 1.0 |
|  | 外延层径向电阻率变化 | 1.0 |
|  | 外延层厚度 | 1.0 |
|  | 外延层径向厚度变化 | 1.0 |
|  | 晶体完整性 | 外延层位错密度 | 1.0 |
|  | 外延层层错密度 | 1.0 |
|  | 几何参数 | 总厚度变化 | 1.0 |
| 总平整度 | 1.0 |
| 局部平整度 | 1.0 |
| 弯曲度 | 1.0 |
| 翘曲度 | 1.0 |
| 累计 | 2.5 |
|  | 表面金属 | 1.0 |
|  | 正表面质量 | 滑移线 | 1.0 |
| 颗粒（局部光散射体） | 1.0 |
| 凹坑 | 1.0 |
| 冠状边缘 | 1.0 |
| 划痕 | 1.0 |
| 桔皮、波纹、裂纹、鸦爪 | 1.0 |
| 雾 | 1.0 |
| 崩边 | 1.0 |
| 沾污 | 1.0 |
| 累计 | 2.5 |
|  | 背表面质量 | 1.0 |
|  | 边缘 | 1.0 |

* + 1. 非破坏性检验项目的结果不合格的产品，供方可对不合格项进行珠片检验，除去不合格品后，合格品可以重新组批。
1. 标志、包装、运输、贮存和随行文件

8.1标志和包装

8.1.1 300mm硅外延片的包装按YS/T 28的规定进行，也可由供需双方协商确定。

8.1.2 包装箱内应有装箱单，外侧应有“小心轻放”“防腐防潮”“易碎”字样或标记，并注明：

a) 供方名称；

b) 需方名称；

c) 产品名称或牌号；

d) 产品数量；

e) 产品尺寸。

8.2 运输和贮存

8.2.1 300mm硅外延片在运输过程中应轻装轻卸，勿挤勿压，并有防震措施。

8.2.2 硅外延片应贮存在洁净干燥的环境中。

8.3 质量证明书

每批产品应附随行文件，其上注明：

1. 供方名称；
2. 产品名称和产品规格；
3. 硅片型号
4. 产品批号；
5. 产品数量；
6. 产品晶向；
7. 掺杂剂；
8. 电阻率；
9. 厚度；
10. 直径；
11. 衬底片生产厂家及主要技术参数；
12. 各项检验结果及检验部门印记；
13. 检验和审核人员的签字；
14. 生产日期；
15. 本标准编号。

8.6 其他

产品包装、运输、贮存应符合GB 12463的要求。

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，列出以下内容：

1. 产品名称；
2. 产品规格；
3. 产品数量；
4. 本文件编号；
5. 其他。