

ICS 29.045

CCS H 82

T/NXCL

宁夏材料研究学会团体标准

T/NXCL 017—2022

300 mm 重掺磷直拉硅单晶抛光片

300 mm heavily phosphorus-doped single crystalline Czochralski silicon polished wafers

2022 - 12 - 2 发布

2022 - 12 - 2 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、倪浩然、王黎光、杨少林、马成、曹启刚、王飞、闫龙、熊欢、王忠宝、李小红、王飞、张兴茂、刘洁、高洪涛、顾燕滨、盛之林、黄柳青、范占军。

300 mm 重掺磷直拉硅单晶抛光片

1 范围

本文件规定了 300 mm 重掺磷直拉硅单晶抛光片的产品分类、技术要求、试验方法、检验规格以及标志、包装、运输、贮存、订货单（或合同）内容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 的重掺磷硅单晶抛光片。产品主要用于集成电路、分立器件用外延片的衬底。

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 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 2828.1 计数抽样检测程序 第一部分：按接受质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 4058 硅抛光片氧化诱生缺陷的检验方法
- GB/T 6616 半导体硅片电阻率及硅薄膜薄层电阻测试方法 非接触涡流法
- GB/T 6619 硅片弯曲度测试方法
- GB/T 6624 硅抛光片表面质量目测检验方法
- GB/T 11073 硅片径向电阻率变化的测量方法
- GB/T 12963—2014 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的红外吸收测量方法
- GB/T 14264 半导体材料术语
- GB/T 19921 硅抛光片表面颗粒测试方法
- GB/T 24578 硅片表面金属沾污的全反射X光荧光光谱测试方法
- 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 29508 300 mm硅单晶切割片和磨削片
- GB/T 32279 硅片订货单格式输入规范
- GB/T 32280 硅片翘曲度测试 自动非接触扫描法
- YS/T 26 硅片边缘轮廓检验方法
- YS/T 28 硅片包装
- YS/T 679 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 产品分类

本产品为N型直拉硅单晶抛光片，按照晶向分为常用的<100>、<111>两种规格。

5 技术要求

5.1 原材料

原材料多晶硅应满足GB/T 12963—2014第4.2条中电子级多晶硅2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
施主杂质浓度, 10^{-9}	≤ 0.25
受主杂质浓度, 10^{-9}	≤ 0.08
少数载流子寿命, μs	≥ 1000
碳浓度, 原子数/ cm^3	$< 1.0 \times 10^{16}$
氧浓度, 原子数/ cm^3	—
基底金属杂质浓度, 10^{-9}	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Na 总金属杂质含量: ≤ 1.5
表面金属杂质浓度, 10^{-9}	Fe、Cr、Ni、Cu、Zn、Al、K、Na 总金属杂质含量: ≤ 10.5

5.2 物理性能

5.2.1 硅抛光片的导电类型、掺杂元素、电阻率及其径向变化应符合表2的规定。

表2 硅抛光片物理性能参数

项目	指标要求
导电类型	N
掺杂元素	P
电阻率, $\Omega \cdot \text{cm}$	≤ 0.002
电阻率径向变化, %	≤ 10

5.2.2 硅抛光片的直径、晶向和切口的基准轴取向均应符合 GB/T 29508 的规定。

5.3 化学成分

5.3.1 氧含量

硅抛光片的间隙氧含量应不大于20 ppma，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。

5.3.2 碳含量

硅抛光片的碳含量应不大于0.5 ppma，或由供需双方商定。

5.3.3 金属含量

硅抛光片的表面金属（Cr、Fe、Ni、Cu）每种元素应不大于 1×10^{10} 原子数/ cm^3 ，表面金属（Na、K、Ca、Al、Zn）每种元素应不大于 5×10^{10} 原子数/ cm^3 ，体金属（铁）含量应不大于 5×10^{10} 原子数/ cm^3 ，或由供需双方商定。

5.4 几何参数

硅抛光片的几何参数应符合表3的规定，表3未包含参数或对表3中参数有其他要求时，由供需双方协商确定。

表3 硅抛光片几何参数

项目	指标要求
硅片直径, mm	301
直径允许偏差, mm	± 0.2
切口 (Notch) 深度, mm	1.2
切口 (Notch) 深度偏差, mm	± 0.1
硅片厚度, 中心点, μm	875
厚度允许偏差, μm	± 15
总厚度变化 (TTV), μm	≤ 20
弯曲度 (WARP), μm	≤ 30
	≤ 60 (背面为多晶加背封)

项目	指标要求
翘曲度 (BOW), μm	≤ 40
	≤ 60 (背面为多晶加背封)
总平整度 (TIR), μm	≤ 2
局部平整度 (SFQR, 边缘扩展, PUA100%), μm	(25 mm \times 25 mm) ≤ 0.25

5.5 氧化诱生缺陷

氧化诱生缺陷不大于10个/cm²。

5.6 表面质量

硅抛光片表面质量应符合表4的规定，其中对颗粒的要求可由供需双方协商确定。

表4 抛光片表面质量目检要求

序号	项目		指标要求	
正表面	1	划伤	无	
	2	蚀坑	无	
	3	雾	无	
	4	局部光散射体 (颗粒) 个/片	局部光散射直径	$\geq 0.16 \mu\text{m}$
				$\geq 0.2 \mu\text{m}$
				$\geq 0.3 \mu\text{m}$
				$\geq 0.5 \mu\text{m}$
	5	区域沾污	≤ 100	
	6	崩边	≤ 15	
	7	裂纹, 鸦爪	≤ 7	
	8	凹坑	≤ 1	
	9	沟 (槽)	无	
10	小丘	无		
11	桔皮, 波纹	无		
背表面	12	线痕	无	
	13	崩边	无	
	14	裂纹, 鸦爪	无	
	15	区域沾污	无	
	16	线痕	无	
17	背表面处理		酸或碱腐蚀, 外吸除、背封等处理或由供需双方商定	

5.7 边缘轮廓

硅片经边缘倒角及边缘抛光，抛光处理后的边缘轮廓应符合YS/T 26的要求，特殊要求可由供需双方协商确定。

5.8 其他

硅抛光片的激光刻号、边缘抛光等其它要求，由供需双方协商确定

6 试验方法

- 6.1 硅抛光片导电类型测量按照 GB/T 1550 进行。
- 6.2 硅抛光片电阻率测量按照 GB/T 6616 进行。
- 6.3 硅抛光片径向电阻率变化的测量按照 GB/T 11073 进行。
- 6.4 硅抛光片间隙氧含量测量按照 GB/T 1557 进行。
- 6.5 硅抛光片径向氧含量变化的测量按照 GB/T 14144 进行。
- 6.6 硅抛光片碳含量测量按 GB/T 1558 进行。
- 6.7 硅抛光片表面金属含量测量按 GB/T 24578 进行，或按供需双方协商的方法进行。

- 6.8 硅抛光片体内金属（铁）含量测量按 YS/T 679 进行，或按供需双方协商的方法进行。
- 6.9 硅抛光片直径的测量按照 GB/T 14140 进行。
- 6.10 硅抛光片晶向及晶向偏离度的测量按照 GB/T 1555 进行。
- 6.11 硅抛光片厚度和总厚度变化的测量按照 GB/T 29507 进行。
- 6.12 硅抛光片弯曲度测量按照 GB/T 6619 进行。
- 6.13 硅抛光片翘曲度测量按照 GB/T 32280 进行。
- 6.14 硅抛光片平整度和局部平整度测量按照 GB/T 29507 进行。
- 6.15 硅抛光片氧化诱生缺陷检验按照 GB/T 4058 进行。
- 6.16 硅抛光片表面质量检验按照 GB/T 6624 进行。
- 6.17 硅抛光片局部光散射体（微小颗粒沾污）检验按照 GB/T 19921 进行。
- 6.18 硅抛光片边缘轮廓测量按 YS/T 26 进行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 组批

产品以呈批的形式提交验收，每批应由同一批号、相同规格的硅抛光片组成，每批硅抛光片应不少于25片。

7.2.2 检验项目

7.2.2.1 每批产品应对电阻率、厚度、总厚度变化、弯曲度、翘曲度、总平整度、表面质量（除局部光散射体外）进行检验。

7.2.2.2 导电类型、径向电阻率变化、局部平整度、氧化诱生缺陷、表面金属、边缘轮廓、局部光散射体（颗粒）是否检验有供需双方协商确定。

7.2.3 取样

7.2.3.1 非破坏性检验项目的检验取样按 GB/T 2828.1 一般检查水平 II、正常检查一次抽样方案进行，或由供需双方协商确定抽样方案。

7.2.3.2 破坏性检验项目的检验取样按 GB/T 2828.1 特殊检查水平 S-2、正常检查一次抽样方案进行，或由供需双方协商确定抽样方案。

7.2.4 检验结果的判定

7.2.4.1 导电类型检验若有一片不合格，则该批产品为不合格，其它检验项目的接受质量限（AQL）见表 5。

表 5 接收质量限

序号	项目	接受质量限（AQL）	
1	电阻率	1.0	
2	径向电阻率变化	1.0	
3	厚度	1.0	
4	总厚度变化	1.0	
5	弯曲度	1.0	
6	翘曲度	1.0	
7	总平整度	1.0	
8	局部平整度	1.0	
9	表面质量	区域沾污	1.0
		划伤，蚀坑	1.0

序号	项目	接受质量限 (AQL)
	崩边, 裂纹, 鸭爪	累计1.0
	凹坑, 沟(槽), 小丘, 桔皮, 波纹	累计1.0
	线痕	累计1.0
	累计	2.0

7.2.4.2 氧化诱生缺陷、表面金属、边缘轮廓、局部光散射体(颗粒)、雾、背表面处理的检验结果判定由供需双方协商确定。

7.2.4.3 抽检不合格的产品, 供方可对不合格项进行全数检验, 除去不合格品后, 合格品可以重新组批。

7.3 型式检验

7.3.1 条件

有下列情况之一时, 必须进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产试制的定型鉴定;
- 产品结构、工艺、原材料有重大改变并可能影响到产品性能时;
- 产品停产半年以上, 重新恢复生产时;
- 出厂检验结果和最近一次型式检验结果有较大差异时;
- 质量监督机构提出型式检验要求时。

7.3.2 项目

型式检验的项目为本标准第5章的全部要求。

7.3.3 条件

型式检验的样本:

- 针对电阻率范围、径向电阻率变化、厚度、总厚度变化、弯曲度、翘曲度、总平整度、目检表面质量、局部平整度、局部光散射体(颗粒)等项目, 应从出厂检验合格的产品中抽取, 每次随机抽取样品总量的5%, 单次抽样不小于25片;
- 针对直径、晶向及晶向偏离度、参考面位置和晶向、切口尺寸、边缘轮廓、导电类型、氧化诱生缺陷、表面金属含量等项目, 应从出厂检验合格的产品中每次随机抽取, 1片/加工批次。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

硅抛光片的包装箱内应有装箱单, 外侧应有“小心轻放”、“防潮”、“防腐”等标识, 并标明:

- 供方名称;
- 产品名称;
- 规格;
- 产品件数或数量。

8.2 包装

硅抛光片的包装按YS/T 28的相关内容执行或由供需双方协商。

8.3 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。

8.4 其他

需方对硅抛光片的标志、包装、运输与贮存有特殊要求时, 由供需双方商定。

8.5 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) 产品片数（盒数）；
- f) 各项参数检验结果和检验部门的印记；
- g) 出厂日期。

9 订货单（或合同）内容

本文件所列产品的订货单（或合同）可参照GB/T 32279规定，或由供需双方协商确定。

10 质量承诺

10.1 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。

10.2 对客户提出的咨询或投诉，在 24 h 内做出响应；在 48 h 内为客户提供合理范围内的服务或解决方案。

10.3 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。
