

# 行业标准《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》 编制说明（预审稿）

## 一、 工作简况

### 1. 标准立项目的和意义

半导体晶片包括硅单晶片、锗单晶片、砷化镓单晶片、磷化铟单晶片、碳化硅单晶片、蓝宝石单晶片等。半导体晶片中硅单晶片的占比最大，硅单晶片包括硅抛光片、硅外延片。硅抛光片、硅外延片等上述晶片表面的颗粒会影响后续加工器件的电学性能，所以晶片表面洁净度是硅抛光片和硅外延片的最为重要技术指标之一，而晶片包装片盒的表面颗粒洁净度又对硅抛光片和硅外延硅片表面颗粒数有关键性影响，洁净度较差的包装片盒在晶片库存、发运途中会污染晶片表面，导致晶片洁净度下降，甚至发生颗粒数超标。所以对晶片包装片盒表面洁净度需要进行严格的控制。

国内外对晶片包装片盒表面颗粒的测试没有明确的标准，国际上有 ISO14644，对应 GB/T 25915，其中第 2 部分《洁净室空气粒子浓度的监测》对洁净室环境空气粒子浓度提供了检测方法，但主要是应用于建筑环境测试，不涉及半导体包装材料；国际上有 ASTM F1620，对应 GB/T 19921 《硅抛光片表面颗粒测试方法》规定了抛光片、外延片等镜面晶片表面缺陷（含颗粒数）的测试方法，但不适用于晶片包装片盒表面颗粒的测试。

目前国内外晶片包装运输盒洁净度测试分为三个方面，一个方面是片盒制造商承担了片盒清洗工作，作为用户的晶片制造商使用前不再进行清洗，这种片盒行业内称为免洗片盒，片盒制造商要对其免洗包装片盒出货进行检验；第二个方面是晶片制造商对其所购买的免洗片盒进行入厂 IQC 抽检检验，判断所购商品是否达标、满足包装晶片的洁净度要求；第三个方面是晶片制造商对所购非免洗片盒进行自行清洗，需要进行测试对片盒清洗效果进行的日常监管。

上述三个方面的测试广泛采用液体颗粒计数法（LPC），本标准的建立拟在统一行业内各公司对硅片包装片盒 LPC 测试的方法，实现建立起不同公司、机构测试结果统一的依据，有利于片盒生产方和使用方的研发、生产和应用过程中产品质量的统一控制，有利于行业内的技术提升。

### 2 任务来源

根据《工业和信息化部办公厅关于印发 2022 年第一批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》（工信厅科函〔2022〕94 号）的要求，由麦斯克电子材料股份有限公司负责行业标准《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》的制定工作。计划编号为

2022-0111T-YS。

### 3 主要工作过程

#### 3.1 起草阶段

本项目在下达计划后，本标准的制定工作由麦斯克电子材料股份有限公司承担。起草单位组织了专门的标准编制小组，讨论制定了工作计划和任务分工。2023年4月，起草工作组完成《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》的讨论稿，并提交到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秘书处。

2023年4月13日，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在江苏省扬州市组织召开了《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》的讨论会，有研半导体硅材料股份公司、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司等10家单位的21名专家参加了会议，与会专家对标准的讨论稿认真地进行了逐字逐句的讨论，对本标准的技术要点内容和文本质量进行了充分的讨论，会议中专家对标准适用范围、术语、测试环境、样品、干扰因素、试验步骤等方面提出了修改意见，根据扬州会议的要求，编制组对讨论稿进行了修改和补充，于2023年7月完成了征求意见稿及编制说明。

#### 3.2、征求意见阶段

2023年\*月编制组将征求意见稿及编制说明，发函半导体材料的生产、使用、检测等相关单位广泛征求意见。结合征求的意见，编制组对标准整体进行梳理和修改。

### 4 项目承担单位概况及起草人所做的工作

麦斯克电子材料股份有限公司成立于1995年，是一家集直拉单晶硅、硅切磨片、硅抛光片以及与之相配套的技术研发、生产、检测为一体的综合性半导体硅材料专业生产企业。公司主要生产4、5、6、8英寸电路级单晶硅抛光片，生产规模大、技术水平先进。

公司通过智能工厂升级改造，建成国内外领先的数字化大规模集成电路硅基底材料智能制造工厂，使产品技术及性能指标达到国际领先水平，被工信部评为“智能制造试点示范企业”，带动行业传统制造模式的智能化升级。

公司建有省级企业技术中心，专职研发人员达到86人，其中高级工程师7人，中级工程师50人，硕博士36人。公司技术和管理团队核心人员均有数十年的行业从业经验，有着丰富的理论和实践经验，曾制定、修订了多项半导体硅材料测试标准，有着丰富的制定、修订标准的经验。

本文件的主要起草单位为麦斯克电子材料股份有限公司、义柏科技（深圳）有限公司等，其中麦斯克电子材料股份有限公司为牵头单位，组织了标准起草和试验工作，义柏科

技（深圳）有限公司参与对标准各环节的稿件进行了审查修改。

熊诚雷、胡平等组织协调标准起草，起草人均从事硅抛光片制造行业或晶片包装盒制造多年，有丰富的片盒生产和使用经验。起草人的工作包括收集和整理相关文献资料，开展平行试验工作，参与标准文本质量的审查、修改和意见反馈等。

## 二、标准编制原则及确定主要内容的确定依据

### 1、编制原则

1) 本文件编制主要依据 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》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则第4部分：试验方法标准》的原则进行起草。

2) 本文件编制考虑了用户的当前使用要求及以后技术发展的潜在使用要求。

### 2 确定标准主要内容的依据

依据会议的修改意见和征求意见稿的反馈意见，更改了测试方法的范围、方法原理、规范性引用文件、干扰因素等内容，以下对此次标准编制过程中的主要技术内容进行说明。

#### 2.1 范围

本方法修改测试范围为：适用于直径 100 毫米、125 毫米、150 毫米、200 毫米、300 毫米的硅抛光片、硅外延片、及其他材质的半导体晶片（包括锗单晶片、砷化镓单晶片、磷化铟单晶片、碳化硅单晶片、蓝宝石单晶片等）包装片盒颗粒洁净度的测试。

#### 2.2 规范性引用文件

本标准将下列直接引用到的文件列入了标准第二章，增加了空气洁净度等级引用文件。

GB/T 14264 半导体材料术语

GB/T 29024.2-2016 粒度分析 单颗粒的光学测量方法 第2部分：液体颗粒计数器光散射法

GB/T 25915.1-2021 洁净室及相关受控环境-1：空气洁净度等级

#### 2.3 术语和定义

本标准增加了晶片包装片盒的术语定义。

#### 2.4 测试原理

增加制样和测试的过程来描述原理，具体修改为：

使用纯水对片盒盒盖内表面、盒芯内外表面、盒底内表面进行淋洗，片盒表面的颗粒被收集到浸取液中，通过液体颗粒计数器测试浸取液中的颗粒来计算片盒表面的颗粒含

量。

## 2.5 干扰因素

根据测试原理和实践，本标准给出了干扰因素，以提示标准的使用者。其中洁净室环境等级修改为引用国标GB25915等级，对纯水出水口的内径由要求修改为建议，具体如下：

2.5.1 检测结果受到检测房间洁净等级的影响，要求洁净等级等同或优于 GB/T 25915.1-2021 空气洁净度等级 5 级。

2.5.1 检测结果受到洁净室环境和检测人员操作动作细节的影响。

2.5.3 检测过程受纯水洁净度和烧杯洁净度影响，洁净度不好，不易满足测试背景的要求，需保证纯水和烧杯的洁净度。

2.5.4 检测结果受仪器稳定性的影响，定期对仪器进行校准。

2.5.5 检测结果受到纯水冲洗力度的影响，建议纯水出水口是内径为 3/32 英寸的四氟软管，软管纯水流速为  $135 \pm 5$  毫升/分钟。

2.5.6 取样方法不同时，测量结果可能有差异。

## 2.6 仪器设备

本方法主要采用液体颗粒计数器进行检测，增加了对纯水的水质标准的要求，说明如下：

2.6.1 液体颗粒计数器测试建议流量：60 毫升/分钟；

2.6.2 液体颗粒计数器测试粒径：要求包含  $\geq 0.2$  微米， $\geq 0.3$  微米， $\geq 0.5$  微米测试通道。

## 2.7 试验步骤

修改内容为：总计用水量改为 10% 的公差，片盒的尺寸由英寸规格改为毫米规格，增加 300 毫米片盒的测试用水量。

## 3、试验情况

本试验样品选用同一台片盒清洗同一个周期内清洗的包装片盒共计 15 个，编号后随机在不同实验室按本方法测试片盒表面颗粒数。本标准参加平行测试的厂家有：义柏科技

（深圳）有限公司、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司、南京国盛电子有限公司、江苏华兴激光。实验中发现不同实验室液体颗粒计数器的精度不尽相同，如杭州中欣晶圆半导体股份有限公司仪器精度高， $\geq 0.2$  微米为最大粒径测试通道（无  $\geq 0.3$  微米， $\geq 0.5$  微米测试通道）；而江苏华兴激光  $\geq 0.3$  微米为最小粒径测试通道（无  $\geq 0.2$  微米测试通道）。考虑

将本标准液体颗粒计数器测试粒径由要求改为建议。

该标准为破坏性测试，客观上测试过程降低了片盒表面的颗粒数，不具有重复测试条件，从片盒样品的选择上已经尽量接近一致，但毕竟不是相同的样品，在衡量标准偏差时要考虑到该因素。

### 三、标准水平分析

本标准的制定填补了 4 英寸、5 英寸、6 英寸、8 英寸晶片包装片盒洁净度的监控测试依据。标准中主要内容，特别是干扰因素、测试过程等都是编制组在多年的实践中积累的经验。本标准测试方法简单、快捷、准确，促进半导体晶片材料的发展。

### 四、与现行法律、法规和强制性国家标准协调配套情况

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

在本标准编制过程中，没有出现重大分歧意见。

### 六、作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准是目前直接测试片盒洁净度的主流测试方法，建议将本标准作为推荐性行业标准发布实施。

### 七、贯彻标准的要求和措施建议

本标准发布后，建议由归口单位、主编单位组织标准宣贯会，对标准文本进行解读促进标准的有效实施。

### 八、废止现行有关标准的建议

由于国家标准体系中以前没有此类标准，所以本标准颁布后，无需废止任何现行有关标准。

### 九、其他应予说明的事项

本标准的制定将有利于 4 英寸、5 英寸、6 英寸、8 英寸晶片包装片盒的洁净度测试规范，有利于晶片制造和晶片包装盒制造行业的统一和对产品质量的把控，本标准作为推荐性行业标准供大家使用，若对结果有疑义，以供需双方商议的测试方法为准。。

附件:行标标准《晶片包装片盒表面颗粒的测试液体颗粒计数法》试验报告。

标准编制组

2023年7月

## 行业标准《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》试验报告

### 一、实验目的

根据《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》标准讨论会会议精神，由麦斯克电子材料股份有限公司组织《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》实验室间比对，评价晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法的实验室内相对标准偏差和实验室间相对标准偏差，作为标准文本中精密度要求。

### 二、比对项目及执行标准

#### 1、比对项目

晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法。

#### 2、执行标准

《晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法》2023 预审稿。

### 三、样片的选取

样品由麦斯克电子材料股份有限公司提供，本次实验设计样品选用同一台片盒清洗同一个周期内清洗的包装片盒共计 15 个，样品编号为 1#-15#，样品随机在不同实验室按本方法测试片盒表面颗粒数。本标准参加平行测试的厂家有：义柏科技（深圳）有限公司、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司、南京国盛电子有限公司、江苏华兴激光。样品编号及测试单位请见表 1。

表 1 样品编号

编号	测试单位
2#	义柏科技（深圳）有限公司
8#	义柏科技（深圳）有限公司
14#	义柏科技（深圳）有限公司
1#	南京国盛电子有限公司
4#	南京国盛电子有限公司
10#	南京国盛电子有限公司
11#	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司
12#	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司
15#	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司
3#	江苏华兴激光
5#	江苏华兴激光
9#	江苏华兴激光

### 四、测试要求

每个样品测试 3 次，填写包装片盒表面颗粒的测试有关参数，包括设备信息、测试环境、测试结果。

### 五、主要试验的分析

#### 1、参与单位情况

参加晶片包装片盒表面颗粒的测试 液体颗粒计数法平行实验测试的厂家有 4 家，分别为义柏科技（深圳）有限公司、杭州中欣晶圆半导体股份有限公司、南京国盛电子有限公司、江苏华兴激光（以下分别简称：深圳义柏、杭州中欣、南京国盛、华兴激光）。

#### 2、测试样品情况

参与对比的 4 家单位均给出了测试结果，每个样品测试 3 次。

实验中发现不同实验室液体颗粒计数器的测试粒径不尽相同，如杭州中欣晶圆半导体股份有限公司仪器精度精密， $\geq 0.2$  微米为最大粒径测试通道（无 $\geq 0.3$  微米， $\geq 0.5$  微米测试通道）；而江苏华兴激光 $\geq 0.3$  微米为最小粒径测试通道（无 $\geq 0.2$  微米测试通道）。

### 3、试验条件汇总

各实验室测试晶片包装片盒表面颗粒的试验条件见表 2。

表 2 晶片包装片盒表面颗粒的试验条件

测试单位	设备品牌	设备型号	测试通道	测试日期
深圳义柏	莱特浩斯	LS-60	$\geq 0.2\mu\text{m}$ 、 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 、 $\geq 0.5\mu\text{m}$	2023.6.20
杭州中欣	RION	KS-18F	$\geq 0.2\mu\text{m}$	2023.6.20
南京国盛	RION	KS-42B	$\geq 0.2\mu\text{m}$ 、 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 、 $\geq 0.5\mu\text{m}$	2023.7.5
华兴激光	莱特浩斯	LS-60	$\geq 0.3\mu\text{m}$ 、 $\geq 0.5\mu\text{m}$	2023.7.6

### 4、测试数据汇总

各实验室测试晶片包装片盒表面颗粒的试验数据见表 3。

表 3 晶片包装片盒表面颗粒的试验数据

测试单位	义柏科技（深圳）有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
2#	248	53	24
	299	57	23
	288	43	21
8#	444	54	22
	500	86	24
	405	62	19
14#	346	68	21
	380	73	29
	352	65	17
测试单位	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
11#	85	/	/
	90	/	/
	110	/	/
12#	100	/	/
	147	/	/
	137	/	/
15#	143	/	/
	140	/	/



	117	/	/
测试单位	南京国盛电子有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
1#	136	43	25
	151	50	32
	175	46	27
4#	181	44	29
	164	36	33
	206	54	41
10#	187	70	48
	218	86	51
	231	96	59
测试单位	江苏华兴激光		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
3#	/	86	26
	/	100	24
	/	100	25
5#	/	108	32
	/	113	34
	/	99	30
9#	/	66	13
	/	60	15
	/	60	17

## 5、各实验室测试晶片包装片盒表面颗粒的试验数据分析

5.1 计算单个实验室对每个样品测试 3 次的表面颗粒平均值，单个实验室对每个样品测试的平均值结果见表 4。

表 4 单个实验室对每个样品测试的平均值

测试单位	义柏科技（深圳）有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
2#	278	51	23
8#	450	67	22
14#	359	69	22
平均	362	62	22
测试单位	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL

11#	95	/	/
12#	128	/	/
15#	133	/	/
平均	119		
测试单位	南京国盛电子有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
1#	154	46	28
4#	183	45	34
10#	212	84	53
平均	183	58	38
测试单位	江苏华兴激光		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
3#	/	95	25
5#	/	107	32
9#	/	62	15
平均		88	24

5.2 计算单个实验室对每个样品测试 3 次的表面颗粒的相对标准偏差，单个实验室对每个样品测试的相对标准偏差结果见表 5。

表 5 单个实验室对每个样品测试表面颗粒的相对标准偏差

测试单位	义柏科技		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
2#	9.65%	14.14%	4.55%
8#	10.61%	24.86%	11.44%
14#	5.06%	5.86%	27.77%
测试单位	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
11#	13.93%	/	/
12#	19.34%	/	/
15#	10.70%	/	/

测试单位	南京国盛电子有限公司		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
1#	12.77%	7.58%	12.88%
4#	11.50%	20.19%	17.80%
10#	10.66%	15.61%	10.80%
测试单位	江苏华兴激光		
样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
3#	/	8.48%	4.00%
5#	/	6.65%	6.25%
9#	/	5.59%	13.33%

5.3 利用单个实验室提供的测试数据，计算不同实验室的测试相对标准偏差，计算结果见表6。

表6 不同实验室的测试相对标准偏差

样品编号	$\geq 0.2$ 个/10mL	$\geq 0.3$ 个/10mL	$\geq 0.5$ 个/10mL
测试单位	义柏科技（深圳）有限公司		
平均	362	62	21
测试单位	杭州中欣晶圆半导体股份有限公司		
平均	119		
测试单位	南京国盛电子有限公司		
平均	183	58	38
测试单位	江苏华兴激光		
平均		88	24
相对标准偏差	57.05 %	23.14 %	31.69 %

本标准制定过程中，由表5-表6可以看出：

$\geq 0.2\mu\text{m}$  颗粒数实验室内相对标准偏差为 19.34%，实验室间相对标准偏差为 57.05%；

$\geq 0.3\mu\text{m}$  颗粒数实验室内相对标准偏差为 24.86%，实验室间相对标准偏差为 23.14%；

$\geq 0.5\mu\text{m}$  颗粒数实验室内相对标准偏差为 27.77%，实验室间相对标准偏差为 31.69%。