

碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体

**High purity silicon carbide powder for silicon carbide ceramic boat
products**

编制说明

碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体

山东省新材料产业协会团体标准编制工作组

2025 年 1 月 20 日

编制说明

碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体

团体标准编制说明

一、目的和意义（正文采用宋体四号）

晶圆作为半导体产业的核心，晶圆制造技术不断取得突破，引领着电子工业的创新。随着微纳加工技术的飞速发展，晶圆的精度和集成度不断提升，推动了半导体器件的性能提升和成本降低。晶圆作为集成电路的基础载体，其制造工艺的进步不仅提高了生产效率，还为新一代电子产品的推出提供了技术支撑。

随着行业对更小、更快、更高效集成电路的不断追求，制造过程的精确度和技术复杂性也在不断增加，且每个步骤也都离不开高性能、高质量、高精度半导体设备。其中：氧化是将晶圆“置于”高温环境下，通过氧气在晶圆表面的流动形成氧化层，以保护晶圆不受化学杂质影响，避免漏电电流进入电路，预防离子植入过程中的扩散以及防止晶圆刻蚀时滑脱，在晶圆表面形成保护膜。该步骤使用设备为氧化炉，反应腔内零部件主要包含晶舟、底座、衬炉管、内炉管、隔热挡板等。由于操作温度较高，因此，对反应腔内零部件性能的要求也较高。

晶舟是用作晶圆传送及加工的承载工具，应具有集成度高、可靠性高、防静电、耐高温、耐磨损、不易变形、稳定性好、使用寿命长等优势。按照基材不同，可分为石英晶舟、碳化硅陶瓷晶舟等。由于

晶圆氧化温度约在 800℃~1300℃之间，且对环境中金属杂质含量要求极为严格，故而要求晶舟等关键零部件不仅要具有优异的热学、力学、化学性能，且必须有极低的金属杂质含量。

碳化硅陶瓷具备密度高、热传导率高、弯曲强度大、弹性模数大、抗腐蚀性强、耐高温等特性，不易产生弯曲应力变形和热应变，能够适应晶圆制造环节的强腐蚀性、超高温的恶劣反应环境，是晶舟的最佳选材。因此，碳化硅陶瓷晶舟成为市场的新兴产品。

碳化硅陶瓷晶舟制品是一种高性能的陶瓷材料制品，主要由高纯度的碳化硅粉体经过成型、烧结等工艺制成。它具有优异的耐高温、耐腐蚀、高强度和良好的热导率等特性，被广泛应用于半导体材料、光伏材料、磁性材料等领域，作为承载、传输和热处理等过程中的关键部件。

碳化硅陶瓷晶舟制品在制备过程中，对原材料的质量要求极高，特别是高纯度的碳化硅粉体。粉体的纯度、杂质元素、粒度分布、堆积密度、颗粒密度等性能直接影响晶舟制品的质量和效果。因此，确保碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的质量稳定性和可靠性至关重要。

我国碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体生产厂商虽多，但技术水平参差不齐，所产高纯碳化硅粉体性能、稳定性差异较大，且与美国、日本及欧洲等发达国家和地区的碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体尚存在较大差距，因而影响了后续碳化硅陶瓷晶舟制品的性能及质量。

针对我国碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体目前尚无国家标准、行业标准、团体标准和地方标准的情况，为进一步推广应用碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体产品，参与国际市场竞争，非常有必要在现有工作的基础上，确定其性能指标以及相应的测试方法，制定碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体团体标准，以尽快摆脱无标生产现状，满足应用需求。这对提高产品质量和制造技术水平，提升产品在国际市场上的竞争力，推动行业以及相关行业的可持续发展具有重要意义，经济价值显著。

二、工作简况（任务来源、编制和协作单位、工作过程）

1、任务来源

根据山东省新材料产业协会文件（鲁新材协字〔2024〕13 号）“关于《碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体》团体标准立项的通知”，标准计划编号为 LX SDAMA 0010—2024，由山东圣诺实业有限公司主要负责起草编制工作。标准归口管理单位为山东省新材料产业协会。

2、编制和协作单位

本标准主要编制单位：山东圣诺实业有限公司，主要协作单位：山东华美新材料科技股份有限公司、山东大学、山东依莱特硅业有限公司、潍坊新方精细微粉有限公司。

本标准工作组成员：高惠、周强、郝文虎、王明峰、王东、毕见强、马运志、赵雷、石金旺、祁丰才、石威、龚红宇、王伟礼、

孙国勋。

具体工作分工：山东圣诺实业有限公司主要负责标准总体方案制定工作及标准撰写，并与山东华美新材料科技股份有限公司、山东大学、山东依莱特硅业有限公司、潍坊新方精细微粉有限公司联合进行各项性能指标测试方法的研究确定、性能指标验证以及样品的收集等工作。

3、工作过程

收到山东省新材料产业协会标准立项通知后，山东圣诺实业有限公司联合有关专家成立了《碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体》团体标准制定工作组，研究确定了标准的制定原则、制定方案及制定工作计划。工作组通过查阅国内外相关产品的标准和技术资料，全面调研我国及国际碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的生产及应用现状，收集国内同行业企业产品样品，进行初步的性能检测分析等工作。在对调研结果进行收集、整理、比对分析的基础上，进一步进行了与标准内容相关的试验验证工作。

2025 年 1 月 20 日，标准制定工作组完成了征求意见稿的编制，并发出征求意见。

三、标准编制原则

（1）编制原则

本标准参照 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》和 GB/T 20001.10—2014 《标准编写规则第 10 部分：产品标准》的规定起草。符合国家现行法律、法规政

策文件要求。

（2）制定标准的原则

本标准的编制工作遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，在编制过程中，对产品标准内容的确定，主要遵循三大原则，确保产品的使用要求，起到引导产业发展的作用。

目的性原则:碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体作为碳化硅陶瓷晶舟的关键原材料，其质量和性能直接影响碳化硅陶瓷晶舟的可靠性和使用寿命。因此，在制定团体标准时，需要有针对性地选择纯度、杂质元素、粒度分布、堆积密度、颗粒密度等关键技术指标，确保高纯碳化硅粉体能够满足碳化硅陶瓷晶舟制品的制造要求。

经济适用原则:在制定团体标准时，充分考虑碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的生产成本和市场应用情况，确保标准的实施不会导致过高的成本负担。同时，标准中应引用现有的常规测试方法，降低检测成本，提高标准的可操作性和实用性。

可证实原则:标准中涉及的各项性能指标，规定相应的试验条件和测试评价方法，确保这些指标可以通过实验进行验证。此外，标准中的技术要求应尽可能定量化，避免使用抽象的、不确切的用语，以提高标准的准确性和可靠性。

符合法律法规和政策要求:在制定团体标准时，严格遵守国家现行法律、法规和政策文件的要求，确保标准的合法性和合规性。

标准编制工作组参考国内外相关标准，广泛调研国内外碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体生产企业和应用企业的实际情况，综合

碳化硅陶瓷制造生产特别是碳化硅陶瓷晶舟的发展水平与趋势，以确保碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的可靠应用为出发点，为推动碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体产业绿色、高质量发展，对碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体各项性能做出详细规定。

四、确定标准主要内容的论据

（1）主要内容说明

碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体，目前尚无系统、统一的国际和国内标准。本标准的编制主要依据产品市场应用情况，兼顾指标的合理性和先进性，结合实际工况而确定。

1) 范围

本文件规定了碳化硅陶瓷晶舟制品用碳化硅粉体的代号与标记、技术要求、试验方法、检验规则和包装、标志、运输、贮存。

本文件适用于碳化硅质量分数含量不小于 99.99% 的碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体。

2) 规范性引用文件

主要内容是标准引用的基础标准及试验方法标准。

3) 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4) 代号与标记

产品代号由高纯碳化硅粉体 H-SiC；一般工业用途碳化硅牌号 F；碳化硅粒度范围数字（240 和 1200）；标准编号组成。粒度范围数字前冠以牌号“F”。标记顺序为：H-SiC-F 粒度范围数字标准编号。

5) 技术要求

根据碳化硅陶瓷晶舟的制作、烧制及使用工况，本标准从碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体性能质量要求出发，对其纯度和主要杂质元素含量、粒度分布、堆积密度和颗粒密度进行了系统的研究，在此基础上确定了产品的性能指标参数和检测方法。

a) 纯度和主要杂质元素含量

原材料的纯度和主要杂质元素含量影响碳化硅陶瓷晶舟制品的化学成分及物理性能要求，对其纯度和杂质元素含量加以控制，以确保碳化硅陶瓷晶舟制品的质量。产品纯度如表 1 所示；产品主要杂质元素如表 2 所示。

表 1 产品纯度

元素	单位	含量
SiC	%	≥99.99
Si	/	主元素
C	/	主元素

表 2 主要杂质元素

元素	单位	含量
Fe	mg/kg	<30
Al	mg/kg	<30
Na	mg/kg	<10
Mg	mg/kg	<10
Ca	mg/kg	<10

b) 粒度分布

产品的粒度分布影响碳化硅陶瓷晶舟制品的体积密度、显气孔率、弯曲强度等性能，对其粒度分布加以控制，以确保碳化硅陶瓷晶舟制品的质量。产品粒度分布如表3所示。

表 3 各牌号粒度分布

牌号	粒度/ μm		
	D10	D50	D90
F240	>25	48.0 ± 1	<90
F1200	>2	4.0 ± 0.5	<10

c)堆积密度和颗粒密度

产品的堆积密度和颗粒密度影响碳化硅陶瓷晶舟制品的体积密度、显气孔率、弯曲强度、导热系数等性能，对其堆积密度和颗粒密度加以控制，以确保碳化硅陶瓷晶舟制品的质量。产品堆积密度和颗粒密度如表4所示。

表 4 各牌号堆积密度和颗粒密度

牌号	堆积密度/ (g/cm^3)	颗粒密度/ (g/cm^3)
F240	≥ 1.50	≥ 3.12
F1200	≥ 0.75	≥ 3.12

在对不同碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体产品测试数据综合分析处理的基础上，对比收集到的国内外相关碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体性能指标，结合国内的技术水平，本着“技术先进、经济合理”的原则，确定了本标准的理化技术指标。其他性能指标，可根据用户的特殊要求进行检测，本标准未作统一规定

五、主要试验或验证结果

为了验证本标准中相关数据和试验方法的科学性和适用性，本标准编制工作组一是查阅有关厂家和研究机构撰写的大量相关标准、文献资料，搜集到许多重要的信息；二是对本产品生产及使用情况进行详细调研，遵循经济适用原则，确定了与产品使用密切相关的技术指标和相关试验方法；三是抽取不同时期、不同生产厂家、相同牌号规格的产品样品，按照本标准规定的试验方法，对纯度 SiC 含量；杂质元素含量包括 Fe、Al、Na、Mg、Ca；粒度分布包括 D10、D50、D90；堆积密度和颗粒密度等指标，进行大量的检验测试，最终确定了适用于本产品的各项质量指标参数和试验方法，确保产品质量评价的规范和合理有效。

验证过程中，根据产品的实际情况，本着既能准确反应产品性能，又易于制样和测试的原则，针对试样的制备也做出相应规定。

以下是选择 5 个不同时期、不同生产厂家、相同规格尺寸生产的产品样品，对本标准各项技术指标进行测试验证的数据和结果情况。

（1）验证项目

1）纯度和主要杂质元素含量

粉体的纯度、主要杂质元素含量按 ISO/TS 15338 规定的方法进行检验。

2）粒度分布

粉体的粒度分布按 GB/T 19077 规定的方法进行检验。

3）堆积密度和颗粒密度

a) 粉体的堆积密度按 GB/T 20316.2 规定进行检验。

b) 颗粒密度按 JB/T 11433 规定进行检验。

(2) 检测结果分析和标准指标确定

项目			单位	样品 1	样品 2	样品 3	样品 4	样品 5	标准要求
产 品 纯 度	F240	SiC	%	99.9910	99.9918	99.9918	99.9916	99.9907	≥99.99
		Si	/	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素
		C	/	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素
	F1200	SiC	%	99.9920	99.9916	99.9910	99.9917	99.9911	≥99.99
		Si	/	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素
		C	/	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素	主元素
主 要 杂 质 元 素 含 量	F240	Fe	mg/kg	28	26	25	27	29	<30
		Al	mg/kg	30	25	28	26	27	<30
		Na	mg/kg	7	8	6	7	9	<10
		Mg	mg/kg	8	10	8	9	11	<10
		Ca	mg/kg	9	6	7	7	10	<10
	F1200	Fe	mg/kg	26	29	27	28	29	<30
		Al	mg/kg	24	25	27	26	30	<30
		Na	mg/kg	9	8	7	7	6	<10
		Mg	mg/kg	9	8	10	5	6	<10
		Ca	mg/kg	8	6	7	9	8	<10
粒 度	F240	D10	um	24.14	26.89	27.54	27.05	27.83	>25
		D50	um	47.11	48.42	49.10	48.64	48.88	48.0±1
		D90	um	85.10	86.20	90.32	87.20	88.78	<90
	F1200	D10	um	2.42	2.20	2.38	2.24	2.10	>2
		D50	um	4.48	3.86	3.52	4.86	3.54	4.0±0.5
		D90	um	9.44	9.22	9.76	9.89	9.62	<10
堆积密度		F240	g/cm3	1.522	1.553	1.497	1.510	1.541	≥1.50
		F1200	g/cm3	0.756	0.750	0.760	0.755	0.753	≥0.75
颗粒密度		F240	g/cm3	3.15	3.14	3.12	3.13	3.14	≥3.12

	F1200	g/cm3	3. 12	3. 13	3. 18	3. 14	3. 14	≥3. 12
--	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------

通过对样品测试数据进行整理分析，测试结果能够达到本标准规定的质量指标要求，各项技术指标也反映了国内主要生产厂家的先进技术水平。因此，本标准中所确定的各项参数要求和测试方法是合理的，标准所确定的指标是适宜的，作为团体标准的依据也是可行的。

（3）检验规则

检验规则对产品的检验作了较为具体的规定。

六、与国内、外同类标准水平对比情况

本标准无国际标准、国外先进标准以及国家标准、行业标准、团体标准和地方标准，故无法与国内、外同类标准水平情况做出比对。

七、预期达到的社会效益、对产业的发展作用等情况。

在社会效益方面

本标准的制定与实施，将摆脱目前碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体无标生产现状。该标准的制定与实施将确保碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体产品质量的稳定性和一致性，有效提高产品质量和制造技术水平，提升产品在国际市场上的竞争力。标准的建立将激励企业在生产过程中追求技术创新，旨在提高碳化硅粉体的纯度和性能，进而促进整个行业的技术革新。明确的质量标准将使用户能够更清楚地认识到产品的性能和品质，从而更好地保护消费者的利益。

对于产业发展的作用

标准化的碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体生产将推动碳

化硅陶瓷晶舟制品行业的技术、品质升级，增强整个产业链的市场竞争力。随着碳化硅陶瓷晶舟制品性能的增强，其应用领域也将得到进一步拓展，例如在半导体、新能源汽车、光伏等行业的应用，进而促进相关产业的繁荣。制定与国际标准接轨的团体标准，将有助于提升我国碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体和碳化硅陶瓷晶舟制品在国际市场上的竞争力，促进产品出口和国际贸易的增长。

八、与有关现行法律、法规和强制性标准的关系

（1）与有关的现行法律、法规和规章制度的符合性，特别是与强制性国家标准的协调性

本标准符合现行法律、法规及规章要求，与现行有效的相关标准为相互补充关系。

（2）与同类标准和标准体系中其他标准的协调性说明

本标准编制过程中未查询到的标准。

九、重大分歧意见的处理经过和依据

目前我国没有碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体相关标准，此团体标准为行业发展急需，属于碳化硅粉体新产品，为碳化硅粉体在碳化硅陶瓷领域的应用。

十、知识产权情况说明

经查询，本标准的内容没有涉及专利及知识产权的情况。

十一、贯彻标准的要求和措施建议

建议在本标准正式出台后，各生产企业依据本标准中的相关规定，规范控制和提升产品质量；应用企业根据本标准的内容，结合自有设

备要求，参考选用合适的碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体；科研单位、检测机构以及地方管理部门能够依据本标准中的相关规定对碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的质量进行监督测试。具体实施措施建议如下：

（1）加大标准宣传力度，提高认知度，在碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体生产领域以及下游设备的设计和应用企业加强宣传普及，扩大标准的应用范围。

（2）标准归口单位进行贯标指导，组织标准宣贯培训班，由标准编制人员主讲，组织生产企业技术人员、检测机构技术人员，为贯标企业提供技术指导和支持；组织生产企业、下游用户、检测机构技术人员积极参加行业协会组织的各项活动，培训班等，及时跟踪碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体的技术发展情况，做好标准的落实，确保标准正确使用。

（3）鼓励行业相关企业成立标准贯彻实施小组，组员由标准化技术人员、产品主管设计人员、工艺主管设计人员、质量检验人员、车间技术人员等工作人员组成，进行明确的分工合作，适时组织标准宣贯会，使企业能够顺利执行标准，科学开展碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体标准的使用。

（4）标准化技术人员全面负责贯标实施工作，跟踪服务对贯标中出现的技术问题协调处理，作好贯标记录，并进行长期行业技术发展水平跟踪和评价，对标准在应用过程中存在的技术问题，及时向标准归口管理部门反馈，确保标准的先进性和适用性。

十二、代替或废止现行有关标准的建议

无

十三、其他应予说明的事项

在标准编制期间，工作组得到了许多专家和相关企业的大力支持和帮助，在此一并表示衷心地感谢！

团体标准《碳化硅陶瓷晶舟制品用高纯碳化硅粉体》编制工作组

2025 年 1 月 20 日