



团 体 标 准

T/CASAS 068—2026

碳化硅晶片制造用各向同性多孔石墨

Isotropic porous graphite for silicon carbide wafer manufacturing

2026 - 05 - 06 发布

2026 - 05 - 06 实施

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 技术要求.....	1
4.3 纯度及杂质元素含量.....	2
5 试验方法.....	2
5.1 体积密度.....	2
5.2 气孔率.....	2
5.3 电阻率.....	2
5.4 抗折强度.....	2
5.5 耐压强度.....	2
5.6 热膨胀系数.....	3
5.7 热导率.....	3
5.8 各向同性度.....	3
5.9 纯度及杂质元素含量.....	3
6 检验规则.....	3
6.1 组批.....	3
6.2 抽样.....	3
6.3 取样.....	3
6.4 制样.....	3
6.5 产品检验.....	3
6.6 出厂检验与结果判定.....	3
7 标志、包装、运输和贮存.....	4
7.1 包装、标志、储存和运输.....	4
7.2 贮存条件.....	4
附录 A（资料性） 杂质元素总含量覆盖范围.....	5
参考文献.....	6

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。

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。

本文件由第三代半导体产业技术创新战略联盟（CASA）制定发布，版权归CASA所有，未经CASA许可不得随意复制；其他机构采用本文件的技术内容制定标准需经CASA允许；任何单位或个人引用本文件的内容需指明本文件的标准号。

本文件主要起草单位：赛迈科先进材料股份有限公司、北京北方华创真空技术有限公司、北京北方华创微电子装备有限公司、湖南三安半导体责任有限公司、山东天岳先进科技股份有限公司、山西烁科晶体有限公司、广州南砂晶圆半导体技术有限公司、杭州海乾半导体有限公司、浙江大学、北京第三代半导体产业技术战略创新联盟。

本文件主要起草人：屈睿航、周明、吴厚政、李贺、吴周礼、刘育恒、高玉强、宁秀秀、侯晓蕊、袁毅凯、孔令沂、徐嶺茂、张静、彭珍珍、高伟、张逊熙、徐瑞鹏。

引 言

碳化硅（SiC）作为第三代/宽禁带半导体的典型代表，具有更大的禁带宽度、更高的击穿场强、更高的热导率、更高的饱和电子迁移率等，在高温、高压、高频等应用方向具有明显优势。在新一代信息技术、新能源汽车、智能电网、人工智能、消费电子等需求带动下，SiC在射频功放、主驱逆变、电能转换、AR眼镜晶片等方面具有巨大的市场潜力。

多孔石墨是半导体制造，特别是碳化硅晶体生长（衬底、外延），不可或缺的关键基础材料。SiC晶体生长难度大、研发周期长、研发成本高，如何降低研发成本、提高晶体质量、扩大晶片尺寸是行业发展一直关注的话题。

衬底单晶生长方面，作为一种高孔隙率碳基材料，多孔石墨主要通过调控生长腔内的碳硅原子比率、优化温度梯度分布以及抑制杂质扩散等方式，提高晶体质量，支撑获得更大尺寸晶片。在晶体生长过程中，Si粉、C粉原料需要升华成气体再结晶，多孔石墨通过其孔隙结构，分流、混合、疏导、控制原料气体，提供额外的碳源，提高生长区域的C/Si比，按照需要的碳、硅比例实现可控释放，保证整个生长过程中物质流动的稳定性，从而有效减弱晶体边缘的多晶化效应，确保单一晶型生长。

同时，多孔石墨的热传导特性也有助于均匀化粉末区温度场，减少逆向蒸气传输和粉末表面再结晶现象，从而提高碳化硅源材料的利用率和晶体生长速率，并优化轴向电阻率分布，实现更均匀的电学性能等，尤其适用于大尺寸单晶的制备。在杂质过滤方面，多孔石墨的孔隙结构有效过滤微小杂质颗粒，减少生长过程中形成的包裹物，避免过高掺杂元素的浓度导致的沉淀物形成，从而提升大尺寸衬底的电学均匀性。通过调控孔隙类型并结合热场优化，多孔石墨还可抑制晶体边缘分解，促进直径扩展，改善整体生长稳定性。

多孔石墨在碳化硅外延工艺中发挥重要作用。在碳化硅外延炉局部位置使用多孔石墨，利用其独特的结构和导热特性，可以调节外延炉腔室内的温场分布。通过精准的温场调控，可以精确调控各个区域的外延层的沉积速率和掺杂效率，从而显著改善外延层的沉积厚度和掺杂浓度的均匀性。另一方面，良好的外延温场均匀性，在减少外延片因温度不均匀导致的翘曲或裂片的环节也可以发挥重要作用。

多孔石墨的质量是保证单晶生长质量控制的重要一环，具体体现在对其孔隙率、纯度、强度、抗腐蚀性、均匀性等多方面要求。本标准的制定结合了业内SiC晶片厂商对SiC晶片生长用多孔石墨的具体指标要求，以及积累的石墨材料检测方面的详细数据。本标准的制定填补了国内标准化领域空白，提升产业上下游协同创新能力，将有效支撑SiC产业的高质量发展，提高国际竞争力。

碳化硅晶片制造用各向同性多孔石墨

1 范围

本文件规定了碳化硅晶片制造用各向同性多孔石墨的技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存等。

本文件适用于纯度要求达到5 N 5（质量分数99.9995 %）以上的碳化硅单晶生长及外延用各向同性多孔石墨材料，以及用该材料制作的多孔石墨构件等。

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 1427 炭素材料取样方法
- GB/T 1431 炭素材料耐压强度测定方法
- GB/T 3074.1 炭素材料抗折强度测定方法
- GB/T 40408 高温气冷堆堆内构件用核级等静压石墨
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值表示和判定
- GB/T 8718 炭素材料术语
- GB/T 8719 炭素材料及其制品的包装、标志、储存、运输和质量证明书的一般规定
- GB/T 21650.1 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第一部分：压汞法
- GB/T 22588 闪光法测试热扩散系数或导热系数
- GB/T 24203 炭素材料体积密度、真密度、真气孔率、显气孔率的测定方法
- GB/T 24525 炭素材料电阻率测定方法
- YB/T 6046 等静压石墨热膨胀系数测定方法
- T/CASAS 036 碳化硅单晶生长用等静压石墨构件纯度测定方法 辉光放电质谱法

3 术语和定义

GB/T 8718界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

多孔石墨 porous-graphite

通过特定工艺（如混合、压制和热处理）制备的具有相互联通、均匀分布孔隙结构的石墨材料。

3.2

杂质含量 impurity content

石墨中所含非碳元素的质量百分数。

3.3

纯度 purity

石墨中所含碳元素的质量百分数。

4 技术要求

4.1

外观

在自然光或日光灯下观察多孔石墨表面，不允许有肉眼可见的裂纹、磕碰、油污、砂眼等表面缺陷。

4.2

性能

碳化硅晶片制造用各向同性多孔石墨的理化性能和力学性能指标要求见表1。

表1 理化性能和力学性能指标要求

项目	单位	指标值要求
体积密度	g/cm ³	≥1.15
气孔率	%	30~60
电阻率	μΩ·m	30~50
抗折强度	MPa	≥5
耐压强度	MPa	≥9.5
热膨胀系数(RT-600℃)	10 ⁻⁶ /K	3-7
热导率(RT)	W/(m·K)	30~50
各向同性度	/	<1.1

4.3 纯度及杂质元素含量

碳化硅晶片制造用各向同性多孔石墨的纯度要求≥5N5（质量分数99.9995%），杂质元素总含量覆盖范围参见附录A，个别杂质元素含量应受控，具体要求见表2。

表2 受控杂质元素及其含量要求

单位：ppm

受控元素	指标要求
B	≤0.01
Al	≤0.01
P	≤0.10
Ti	≤0.05
V	≤0.05

5 试验方法

5.1 体积密度

按照GB/T 24203的规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.2 气孔率

按照GB/T 21650.1的规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.3 电阻率

按照GB/T 24525规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.4 抗折强度

按照GB/T 3074.1规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.5 耐压强度

按照GB/T 1431规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.6 热膨胀系数

按照YB/T 6046规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.7 热导率

按照GB/T 22588规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.8 各向同性度

按照GB/T 40408 6.4条规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

5.9 纯度及杂质元素含量

按照T/CASAS 036规定执行，数值修约按GB/T 8170规定执行。

6 检验规则

6.1 组批

由同一批次原料按照相同的配方和工艺，在同一炉内一次性生产出的多孔石墨材料为一个批次。对于多孔石墨构件，应以采用同一批次石墨材料加工出的相同规格的多孔石墨构件为一个批次。

6.2 抽样

每批次抽取样品量不低于3块/件，当同一批次石墨块或石墨构件数量大于30块/件时，抽样数量不低于同批次石墨块或构件总数的10%。

6.3 取样

按GB/T 1427第5章（石墨块）的规定在抽取的样品上取样，试样应均匀且具有代表性。

6.4 制样

试样制备尺寸满足对应测试标准要求的几何形状和大小，试样待测表面应平整清洁，并使用吹尘枪吹去表面残留粉末。

6.5 产品检验

多孔石墨产品检验分为出厂检验，检验项目按表3规定。

表3 出厂检验项目

检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验
体积密度	4.2	5.1	√
气孔率	4.2	5.2	√
电阻率	4.2	5.3	-
抗折强度	4.2	5.4	√
耐压强度	4.2	5.5	-
热膨胀系数	4.2	5.6	-
热导率	4.2	5.7	-
各向同性度	4.2	5.8	-
纯度及杂质元素含量	4.3	5.9	√

6.6 出厂检验与结果判定

T/CASAS 068—2026

按照表3规定的出厂检验项目进行检测，结果全部合格时，判定为合格；结果不合格时，允许从该批次中双倍取样，对不合格项目进行复验。复验结果全部合格时，判为批次合格；复验时结果出现不合格，则判定该批产品为不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 包装、标志、储存和运输

按GB/T 8719的规定执行。

7.2 贮存条件

洁净仓库应至少满足以下条件：

- a) 环境温度：20℃~26℃；
- b) 湿度控制：40%~70%。

附 录 A

(资料性)

杂质元素总含量覆盖范围

杂质元素总含量覆盖范围如表A.1所示。

表A.1 杂质元素总含量覆盖范围

序号	元素	序号	元素
1	Li	38	Ag
2	Be	39	Cd
3	B	40	In
4	F	41	Sn
5	Na	42	Sb
6	Mg	43	Te
7	Al	44	I
8	Si	45	Cs
9	P	46	Ba
10	S	47	La
11	Cl	48	Ce
12	K	49	Pr
13	Ca	50	Nd
14	Sc	51	Sm
15	Ti	52	Eu
16	V	53	Gd
17	Cr	54	Tb
18	Mn	55	Dy
19	Fe	56	Ho
20	Co	57	Er
21	Ni	58	Tm
22	Cu	59	Yb
23	Zn	60	Lu
24	Ga	61	Hf
25	Ge	62	Ta
26	As	63	W
27	Se	64	Re
28	Br	65	Os
29	Rb	66	Ir
30	Sr	67	Pt
31	Y	68	Au
32	Zr	69	Hg
33	Nb	70	Tl
34	Mo	71	Pb
35	Ru	72	Bi
36	Rh	73	Th

参 考 文 献

- [1] ISO/TS 15338 表面化学元素分析 辉光放电质谱法 操作规程