

团体标准

T/ZJ CX 0043—2024

等离子增强化学气相沉积设备用石墨舟

Graphite boat for plasma enhanced chemical vapor deposition equipment

2024 - 07 - 23 发布

2024 - 07 - 24 实施

浙江省企业技术创新协会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品结构与分类	2
5 技术要求	2
6 试验方法	5
7 检验规则	6
8 包装、标志、运输、贮存	8
9 其他	9

前 言

本文件按照 GB/T1.1—2020《标准化导则 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。

本文件由浙江省企业技术创新协会提出并归口。

本文件主要起草单位：浙江华熔科技有限公司。

本文件参与起草单位：合肥大恒智慧能源科技有限公司、赛瑞达智能电子装备（无锡）有限公司、润马光能科技（金华）有限公司、平顶山东方碳素股份有限公司、河南五星新材科技股份有限公司、浙江华照半导体材料有限公司、山西博翔汇良新材料有限公司、平顶山市博翔碳素有限公司、苏州兆恩精密仪器有限公司、宜兴市希羽陶瓷有限公司、浙江亿值旺新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：周志强、陆斌、王军、李祥、鲍宪钧、张力、何亮、蔡帅、李志恒、马二克、胡平安、林龙玉、魏延召、赵世梁、姜昌星、翟民、赵俊通、樊少璞、任帅许、翟茜、宋晓珂、张阳、卢彬、殷静。

等离子增强化学气相沉积设备用石墨舟

1 范围

本文件规定了光伏领域管式等离子增强化学气相沉积设备用石墨舟（简称石墨舟）的术语和定义、结构和分类、技术要求、检验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于等离子增强化学气相沉积设备（PECVD）用石墨舟。

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 191	包装储运图示标志
GB/T 1429	炭素材料灰分含量的测定方法
GB/T 3074.4	石墨电极热膨胀系数（CTE）测定方法
GB/T 3520	石墨细度试验方法
GB/T 13465.2	石墨材料抗弯强度试验方法
GB/T 24525	碳素电阻率测定方法
GB/T 24528	炭素材料体积密度测定方法
JB/T 8133.4	电炭制品物理化学性能试验方法 第4部分 肖氏硬度
YB/T 4379	等静压石墨

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石墨舟 graphite boat

本文件所指石墨舟，是以等静压石墨为原料，经切片、磨削、涂层、CNC雕刻等工艺制作而成的光伏用管式PECVD设备镀膜用工装载具。

3.2

表面粗糙度 surface roughness

本文件所指表面粗糙度，指加工后的零件表面上具有的较小间距和微小峰谷的不平度，通常以 μm 为单位。

3.3

抗折强度 flexural strength

本文件所指抗折强度，指石墨在弯曲过程中所能承受的最大弯曲应力，通常以MPa为单位。

3.4

石墨粒度 granularity

本文件所指的石墨粒度，指石墨中心颗粒的粒径大小，即中心颗粒的直径，通常以 μm 为单位。

4 结构与分类

4.1 结构

石墨舟整舟主要由舟片、舟脚、电极块、石墨隔块、舟片连接块、石墨螺母等组成。

4.2 分类

依据硅片型号分类，石墨舟分为125×125 mm、156×156 mm、158.75×158.75 mm、166×166 mm、182×182 mm、210×210 mm和182×210 mm等型号。不同规格下所含石墨舟片、硅片载片量等不同。

石墨舟具体的规格尺寸可根据客户要求定制。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 石墨舟须按规定程序设定的图样和技术文件制造。

5.1.2 石墨舟所有的原材料和外购件应有供应商的合格证明文件。

5.1.3 等静压石墨材料应符合 YB/T 4379 的规定。

5.1.4 石墨舟所采用的氧化铝陶瓷材料，其机械性能和物理性能指标应分别满足表 1 和表 2 的要求。

表 1 氧化铝陶瓷材料机械性能要求

序号	指标	参考值
1	抗折强度 (MPa)	≥ 300

2	抗压强度 (MPa)	≥ 3500
3	维氏硬度 (HVI)	≥ 1228.8
4	常温耐磨性 (g/cm^2)	≥ 0.75
5	泊松比	0.16 ~ 0.25
6	杨氏模量 (GPa)	315 ~ 425

表 2 氧化铝陶瓷材料物理性能要求

序号	指标	参考值
1	吸水率 (%)	≤ 0.5
2	密度 (g/cm^3)	≥ 3.80
3	气孔率 (%)	0

5.2 外观质量要求

5.2.1 石墨舟片外观应无肉眼可见的裂纹、凹陷、破损，表面无粉尘粒。

5.2.2 单个石墨舟片划伤 ($R_t \leq 20$ ，长度 $\leq 20\text{mm}$ ，深度 $\leq 0.03\text{mm}$) 应不超过 3 条。

5.2.3 石墨螺母和螺杆在拧紧状态下无松动。

5.2.4 电极孔下部石墨舟片与连接块应平整连接，舟片不应高出石墨隔块，高度差应小于 0.2 mm。

5.2.5 石墨舟片间隔整体误差应 $\leq 0.02\text{mm}$ 。

5.3 尺寸要求

5.3.1 石墨舟的具体规格尺寸不尽相同，允许供需双方合同另行约定。

5.3.2 尺寸偏差要求应符合表 3 的规定。

表 3 尺寸偏差值

单位: mm

名称	控制公差
舟片厚度	± 0.02
降面深度	± 0.1
舟片宽度	-0.15

舟片长度	-0.2
内框宽度	±0.1
卡点孔径	+0.005/-0.015
装配孔径	±0.1
孔间距	±0.05
整舟宽度	±0.15
整舟长度	±0.3
整舟高度	±0.3
整舟舟脚内宽	±0.3
陶瓷圈高度	±0.008

5.4 表面粗糙度

表面粗糙度应为Ra 1.6 ~ Ra 2.3。

5.5 粒度

粒度应不大于10 μm。

5.6 密度

密度应不小于1.8 g/cm³。

5.7 肖氏硬度

肖氏硬度（HSD）应为60 ~ 80。

5.8 灰分

灰分应不大于200 ppm。

5.9 电阻率

电阻率在常温条件下应为12 μΩ·m ~ 15 μΩ·m。

5.10 抗折强度

抗折强度应不小于50 MPa。

5.11 热膨胀系数

热膨胀系数应不大于 $5.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。

6 试验方法

6.1 检验设备要求

检验仪器和量具应经计量检定合格后方可使用，其中，精度的选择应与被检验部件的技术要求相匹配，各类常用量具的测量误差不应大于表4中的规定值。

表 4 计量器具精度要求

量具名称	塞尺	数显千分尺	数显深度仪	游标卡尺
允许误差	0.01mm	0.001mm	0.001mm	0.01mm

量具名称	止通棒	表面粗糙度仪	钢卷尺	扭力扳手
允许误差	0.002mm	0.001 μ m	0.2mm	/

6.2 外观质量

6.2.1 石墨舟片外观通过目测等检查。

6.2.2 石墨舟片划伤通过目测检验。

6.2.3 石墨螺母和螺杆的紧度通过扭力扳手检验。

6.2.4 石墨舟片与连接块的平整度通过卡尺检验。

6.2.5 石墨舟片间隔通过塞尺检验。

6.3 尺寸要求

6.3.1 舟片厚度、陶瓷圈高度采用数显千分尺检测。

6.3.2 降面深度采用数显深度仪检测。

6.3.3 舟片宽度、内框宽度、装配孔径、孔间距、整舟宽度、整舟高度和整舟舟脚内宽采用游标卡尺检测。

6.3.4 卡点孔径采用止通棒检测。

6.3.5 整舟长度、舟片长度采用钢卷尺检测。

6.4 表面粗糙度

表面粗糙度采用表面粗糙度仪检测。

6.5 粒径

粒径的检测方法按GB/T3520的规定执行。

6.6 密度

密度的检测方法按GB/T 24528的规定执行。

6.7 肖氏硬度

肖氏硬度的检测方法按 JB/T 8133.4的规定执行。

6.8 灰分

灰分的检测方法按GB/T 1429的规定执行。

6.9 电阻率

电阻率的检测方法按GB/T 24525的规定执行。

6.10 抗折弯强度

抗折弯强度的检测方法按GB/T 13465.2的规定执行。

6.11 热膨胀系数

热膨胀系数的检测方法按GB/T 3074.4的规定执行。

7 检验规则

7.1 检验分类

石墨舟的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 组批

同一图纸结构尺寸、同一批材料生产的产品为一批。

7.3 出厂检验

7.3.1 抽样方案见表 5。

表 5 出厂检验抽样方案

批数量	1	2~15	16~25	26~90	91~150
抽样数量	1	2	3	5	6
批数量	151~280	281~500	501~1200	1200~3200	3200 以上
抽样数量	7	9	11	13	15

7.3.2 检验项目

检验项目见表6。

7.4 型式检验

7.4.1 有下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品或产品转厂生产的试制定型时；
- b) 正式生产后，产品在结构、材料、工艺等有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 长期停产1年以上，恢复生产时；
- d) 正常生产，每一年进行一次；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出进行型式检验要求时；
- g) 用户提出进行型式检验要求时。

7.4.2 抽样方案

同一批次中，从出厂检验合格产品中随机抽取数量不少于2台进行检验。

7.4.3 检验项目

检验项目见表6。

表6 检验项目

序号	项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法	
1	外观质量	√	√	5.2	6.2	
2	尺寸	舟片厚度	—	√	5.3	6.3
		降面深度	—	√	5.3	6.3
		舟片宽度	—	√	5.3	6.3
		舟片长度	—	√	5.3	6.3
		内框宽度	—	√	5.3	6.3
		卡点孔径	—	√	5.3	6.3
		装配孔径	—	√	5.3	6.3
		孔间距		√	5.3	6.3
		整舟宽度	√	√	5.3	6.3
		整舟长度	√	√	5.3	6.3
		整舟高度	√	√	5.3	6.3
整舟舟脚内宽	√	√	5.3	6.3		

		陶瓷圈高度	√	√	5.3	6.3
3	表面粗糙度		—	√	5.4	6.4
4	粒度		—	√	5.5	6.5
5	密度		—	√	5.6	6.6
6	肖氏硬度		—	√	5.7	6.7
7	灰分		—	√	5.8	6.8
8	电阻率		—	√	5.9	6.9
9	抗折强度		—	√	5.10	6.10
10	热膨胀系数		—	√	5.11	6.11

7.5 判定规则

7.5.1 所有检验项目的检验结果均符合本文件要求，则判该批产品为合格。

7.5.2 产品出厂检验有一项不符合本文件规定，应加倍抽样复检，如仍有不合格项，则判定该产品不合格。型式检验有 1 项不合格，则判定整批产品不合格，不得复检。

8 包装、标志、运输、贮存

8.1 包装、标志

8.1.1 包装应符合 GB/T 191 规定。

8.1.2 应使用专用包装箱包装，并在包装箱内可靠固定，确保产品在包装箱内不可移动。

8.1.3 应在包装外表面明显部位标明生产厂厂名、产品牌号、型号、规格、执行标准、品级、数量、毛重、净重等。

8.1.4 每件产品应附有合格证或合格标志。

8.2 运输、贮存

8.2.1 应使用盖或带有布的车（船）运输，装车（船）前应将车（船）底及接触部位清扫干净。

8.2.2 产品散装运输时应轻起轻放，码放整齐。运输工具底部应铺软料并使用气泡膜、珍珠棉等软料填充固定，防止滑动造成产品撞击、碰损。

8.2.3 需要多层堆垛运输时，硬质包装应以塑料绕膜包裹，可将纸箱与托盘用塑料打包带一体扎加固。

8.2.4 石墨舟应按类别、品种和规格，分别放置于清洁干燥仓库内，码放整齐，码放高度应避免产品变形和垮塌，并应防止受潮和受外界沾污。

8.2.5 运输、贮存过程中应注意防水、防火、防重压。

9 其他

每批产品出厂应附有产品质量证明书。质量证明书中应至少包括以下项目：

- a) 生产厂名、地址；
 - b) 产品名称、型号、规格、品级；
 - c) 重量和件数；
 - d) 技术指标检测结果；
 - e) 生产厂质量监督部门印记；
 - f) 产品执行标准；
 - g) 发货日期。
-