

团 体 标 准

T/CASMES 427—2024

光伏电池晶体硅镀膜用石墨舟

Graphite boat for crystal silicon coating of photovoltaic cells

2024-11-25 发布

2024-12-01 实施

中国中小企业协会 发布

目 录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	1
5 技术要求	2
5.1 外观	2
5.2 装配	2
5.3 尺寸偏差	2
5.4 石墨物理特性	3
5.5 陶瓷物理特性	3
6 试验方法	3
6.1 外观	3
6.2 装配	3
6.3 尺寸偏差	4
6.4 物理特性	5
7 检验规则	5
7.1 检验分类	5
7.2 出厂检验	5
7.3 型式检验	5
7.4 组批	5
7.5 抽样	6
7.6 判定规则	6
8 标志、包装、运输和贮存	6
8.1 标志	6
8.2 包装	6
8.3 运输	6
8.4 贮存	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。

本文件由深圳市石金科技股份有限公司提出。

本文件由中国中小企业协会归口。

本文件起草单位：深圳市石金科技股份有限公司、西安隆基光伏科技股份有限公司、深圳大学材料学院、美尔森石墨工业(重庆)有限公司、石金(西安)应用材料有限责任公司、广东工业大学。

本文件主要起草人：孙海龙、隗柯、李文红、黎晓华、吴汪兵、王成勇。

光伏电池晶体硅镀膜用石墨舟

1 范围

本文件规定了光伏电池晶体硅镀膜用石墨舟的要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于光伏电池晶体硅镀膜用石墨舟。

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 1427 碳素材料取样方法
- GB/T 2828.1 技术抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批抽样检验计划
- GB/T 3074.1 炭素材料抗折强度测定方法
- GB/T 3074.4 石墨电极热膨胀系数（CTE）测定方法
- GB/T 4741 陶瓷材料抗弯曲强度试验方法
- GB/T 6062 轮廓法触针式表面粗糙度测量仪轮廓记录仪及中线制轮廓计
- GB/T 8722 炭素材料导热系数测定方法
- GB/T 24525 炭素材料电阻率测定方法
- GB/T 24528 炭素材料体积密度测定方法
- GB/T 39535 炭素材料肖氏硬度测定方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光伏电池晶体硅镀膜用石墨舟 Graphite boat for crystal silicon coating of photovoltaic cells

以石墨和陶瓷为主材，加工制造的零配件装配而成，在电池片镀膜工序中，用于沉积氧化铝薄膜、氮化硅薄膜及晶体硅薄膜的石墨舟。

4 要求

零部件与石墨舟关系，可参照图 1。

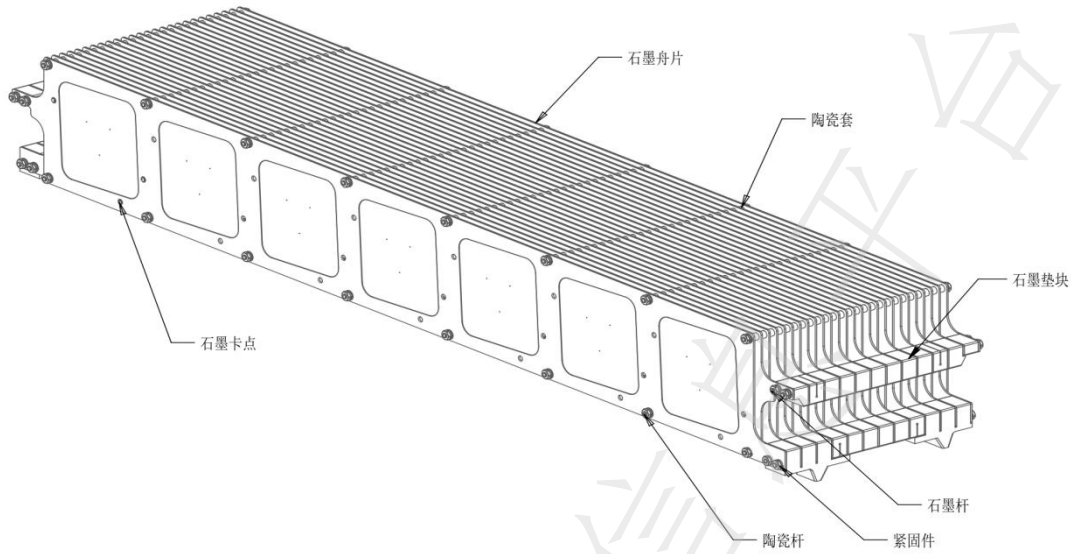


图 1 零部件与石墨舟关系图

5 技术要求

5.1 外观

外观应符合下列规定：

- a) 应无崩缺、裂纹、划伤，孔洞；
- b) 表面应无脏污、油污，发白；
- c) 上边缘及内框倒角应均匀、无漏倒、无过切台阶。

5.2 装配

装配应符合表1的规定。

表1 装配

项目	要求
装配	卡点：卡点装配无漏装，且装配表面不得超过舟片表面。
	陶瓷套：陶瓷套无装多、装错、漏装的情况发生。
	紧固件：安装种类及顺序正确，且锁紧力达到0.4N。
	垫块：石墨垫块安装位置保持正确。

5.3 尺寸偏差

石墨舟及零部件尺寸偏差应符合表2的规定。

表2 石墨舟及零部件尺寸偏差

项目	尺寸偏差
尺寸偏差	1. 石墨舟装配宽度公差 $W_0^{+0.2}$ mm; 2. 石墨舟片工作表面平面度小于0.2mm, 直线度小于0.2mm, 宽高面垂直度小于0.2mm; 3. 石墨舟片厚度公差 $T \pm 0.01$ mm; 4. 石墨舟片装配间距公差 $S \pm 0.005$ mm; 5. 卡点&卡点孔-过盈配合: 卡点外径 $D^{+0.015}_{+0.005}$ mm, 卡点孔 $D^0_{-0.015}$ mm; 6. 石墨舟片: 工作面粗糙度 $Ra0.8 \sim Ra1.6$ 。

5.4 石墨物理特性

石墨物理特性应符合表3的规定。

表3 石墨物理特性

特性	单位	要求
密度	g/cm ³	≥1.82
电阻率	μ. Ω . m	≤13
热导率 (100℃)	W/m° C	≥100
抗折强度	M Pa	≥58
肖氏硬度	HSD	≥68
热膨胀系数 (400℃~500℃)	10 ⁻⁶ /° C	≤5.9

5.5 陶瓷物理特性

陶瓷物理特性应符合表4的规定。

表4 陶瓷物理特性

特性	单位	要求
抗弯强度	M Pa	≥210

6 试验方法

6.1 外观

外观检查, 可参照产品说明书采用目测方法。

6.2 装配

装配检查，可参照图纸要求采用目测方法。

6.3 尺寸偏差

平面度、直线度、宽高面垂直度、石墨舟片装配间距、粗糙度的试验按照以下方法进行。

6.3.1 平面度

使用打表法检测，原理：使用百分表或千分表来测量被测平面各点相对于基准平面的高度差。

操作步骤：

- a) 准备一块精度较高的平板作为基准平面，将被测平面放置在平板上。
- b) 把百分表或千分表固定在支架上，使表头垂直于被测平面。
- c) 移动表头，使其在被测平面上按一定的网格路径（如纵横交错的路线）进行测量。记录每个测量点表头的读数。通过对这些读数的分析，计算出平面度。例如，如果测量点的最大读数与最小读数之差为 Δh ，测量点的间距为 L ，平面度误差可以用 $\Delta h/L$ 来近似表示。

6.3.2 直线度

使用打表法检测，原理：与平面度测量中的打表法类似，将被测直线的一端固定在基准平台上，通过百分表或千分表测量被测直线上各点相对于基准平台的高度变化来评估直线度。

操作步骤：

- a) 把被测直线工件的一端固定在精度较高的 V 形块或其他定位装置上，使其能够绕固定点旋转一定角度。
- b) 将百分表或千分表固定在支架上，表头垂直于被测直线。
- c) 缓慢旋转被测直线，使表头沿着被测直线移动，记录表头在各个位置的读数。通过分析读数的变化，计算直线度误差，例如，采用两点法（测量直线两端点和中间点的读数）或多点法（按一定间隔测量多个点的读数），计算读数的最大差值作为直线度误差。

6.3.3 宽高面垂直度

使用水平仪和直角尺组合法检测，原理：利用水平仪测量平面的水平度，再结合直角尺来确定垂直度。

操作步骤：

- a) 将水平仪放置在被测工件的一个平面上，调整工件使该平面达到水平状态，记录水平仪的读数。
- b) 把直角尺的一边靠在已经调平的平面上，另一边与被测的垂直平面贴合。使用塞尺检查直角尺与垂直平面之间的间隙，或者使用百分表测量垂直平面相对于直角尺的偏差。根据测量结果计算垂直度误差。例如，在直角尺长度 L 上，塞尺的最大塞入厚度为 Δh ，则垂直度误差为 $\Delta h/L$ 。

6.3.4 两平面装配间距

使用卡尺测量法，原理：直接使用卡尺来测量两平面之间的距离。

操作步骤：

- a) 选择合适量程的卡尺，如游标卡尺或数显卡尺。
- b) 将卡尺的量爪分别放置在两个平面上，确保量爪与平面垂直且接触良好。
- c) 读取卡尺的数值，即为两平面之间的装配间距。如果需要多次测量取平均值，可以在不同位置进行测量，然后计算平均值来提高测量精度。

6.3.5 粗糙度

粗糙度检测应按GB/T 6062的规定执行。

6.4 物理特性

6.4.1 石墨密度

石墨密度检测应按GB/T 24528的规定执行。

6.4.2 石墨电阻率

石墨电阻率检测应按GB/T 24525的规定执行。

6.4.3 石墨导热性

石墨导热性检测应按GB/T 8722-2019的规定执行。

6.4.4 石墨抗折强度

石墨抗折强度检测应按GB/T 3074.1的规定执行。

6.4.5 石墨肖氏硬度

石墨肖氏硬度检测应按GB/T 39535的规定执行。

6.4.6 石墨热膨胀系数

石墨热膨胀系数检测应按GB/T 3074.4的规定执行。

6.4.7 陶瓷抗弯强度

陶瓷抗弯强度试验，应按GB/T 4741的规定执行。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验应分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

每批产品应经质量部门检验合格后，方可出厂。出厂检验项目应包括外观、尺寸偏差。

7.3 型式检验

型式检验项目应包括本文件第5章的全部内容。有下列条件之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 正常生产时，每年至少检验一次；
- c) 材料、工艺改变，可能影响产品性能时；
- d) 停产1年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果和上次型式检验结果有较大差异时。

7.4 组批

同一图纸，材料安排生产的样品，每100套应为一批，同一订单不足100套的也应按一批计。

7.5 抽样

外观、尺寸偏差应全数检验。检测取样，每批次应按GB/T 2828.1、GB/T 1427的规定进行抽样和取样。

7.6 判定规则

检验结果均符合本文件第5章规定时，应判为合格。有一项以上指标不符合规定，应判为不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

标志应符合下列规定：

- a) 产品应附有品质合格证书；
- b) 内包装上应标注产品名称、产品规格、生产日期、制造商名称，地址；
- c) 外包装应有“防潮”“防火”“小心轻放”“禁止侧放倒放”等标志；
- d) 标志应符合GB/T191的规定。

8.2 包装

包装应满足下列要求：

- a) 石墨舟应用纸箱包装，外套PE膜，六面用泡沫板内衬；
- b) 产品与箱体之间应避免碰撞。

8.3 运输

运输应满足下列要求：

- a) 运输过程中应摆放稳实；
- b) 装卸及运输中应防止碰撞，严禁抛掷及倒置。

8.4 贮存

贮存应满足下列要求：

- a) 产品应贮藏在阴凉、通风、干燥的仓库中；
- b) 不得靠近水源、热源及电源；
- c) 不得倒置。