

# T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

## 碳化硅晶体长晶用碳化钽涂层产品技术规范

Tantalum carbide coating product technical requirements

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国中小商业企业协会 发 布

目 次

前言 ..... II

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 ..... 2

5 试验方法 ..... 3

6 检验规则 ..... 4

7 质量检验报告 ..... 5

8 标志、包装、运输和贮存 ..... 5

## 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××××提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：×××、×××、×××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××。

# 碳化硅晶体长晶用碳化钽涂层产品技术规范

## 1 范围

本文件规定了碳化硅晶体长晶用碳化钽（TaC）涂层产品的技术要求、试验方法、检验规则、质量检验报告及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于碳化硅晶体生长用途的碳化钽涂层产品，其制备工艺包含物理气相沉积或化学气相沉积、等离子喷涂等方法。

## 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 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 16534 精细陶瓷室温硬度试验方法
- GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法
- GB/T 16535 精细陶瓷线热膨胀系数试验方法 顶杆法
- GB/T 31563 金属覆盖层 厚度测量 扫描电镜法
- GB/T 37246 精细陶瓷抗热震性能试验方法
- ISO/TS 15338: 2025 表面化学分析 辉光放电质谱 操作程序（Surface chemical analysis — Glow discharge mass spectrometry — Operating procedures）
- ISO 19618: 2025 精细陶瓷（先进陶瓷、先进陶瓷技术） 利用FTIR光谱仪参考黑体的法向光谱辐射率测量方法（Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) — Measurement method for normal spectral emissivity using blackbody reference with an FTIR spectrometer）
- ASTM D4541-02 用手提式粘合试验仪测定涂层脱落强度的标准试验方法（Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**碳化硅晶体** silicon carbide crystal

由碳（C）和硅（Si）元素以化学键结合形成的晶体结构材料，具体指半导体碳化硅衬底和芯片制作所需的碳化硅单晶材料。

### 3.2

**碳化钽涂层** tantalum carbide coating

由碳（C）和钽（Ta）元素以化学键结合形成的碳化钽材料，通常采用物理气相沉积或化学气相沉积、等离子喷涂等方法在零件表面制备的碳化钽陶瓷涂层。

### 3.3

**体密度** bulk density

每单位体积物质的质量，陶瓷样品的质量与外观体积之比。

### 3.4

**抗热震性** thermal shock resistance

陶瓷材料在快速温度变化条件下，抵抗因热应力引起的破坏的能力。它反映了材料在热冲击作用下保持结构完整性的能力。

3.5

**结合强度** coating bonding strength  
涂层与基体之间结合的牢固程度，反映了涂层在外部作用力下保持与基体结合的能力。

3.6

**堵孔不良** pore blockage defect  
涂层将基材表面小孔堵塞的一种不良现象。

3.7

**关键面** key surfaces  
在涂层使用过程中，对涂层使用性能或PVT长晶SiC产品可产生较大影响的面域，定义为关键面；TaC涂层环状产品可分为内、外表面，以及上、下表面，产品关键面以应用端确认为准。

4 技术要求

4.1 涂层基体

- 4.1.1 碳化硅晶体长晶用 TaC 涂层一般采用等静压石墨为基体，基体原料应满足表 1 的内容。  
4.1.2 基体石墨原料应经过纯化处理，纯化后经 GDMS 检测杂质含量应小于 5ppm。

表 1 石墨基体的性能要求

项目	控制值
密度（g/cm <sup>3</sup> ）	1.75~1.95
开口气孔率（%）	9~15
抗折强度（MPa）	≥50
膨胀系数（10 <sup>-6</sup> /℃）	4.2~7.0
导热系数（W/mk）	≥85
杂质含量（ppm）	<5

4.2 纯度与杂质含量

涂层的纯度与杂质含量由需求双方商定。

4.3 涂层厚度

- 4.3.1 石墨基体表面 TaC 涂层厚度为 30 μm~40 μm，涂层厚度根据客户要求应可调整。  
4.3.2 TaC 涂层厚度均匀性控制±10 μm。

4.4 外观

- 4.4.1 TaC 涂层颜色为淡黄色或金黄色。  
4.4.2 TaC 涂层产品表面应光滑平整，无肉眼可见裂纹、划痕、分层气泡等现象；其他外观要求应满足表 2 的内容。

表 2 TaC 涂层产品外观要求

序号	项目	检测方法	外观标准
1	颗粒状凸起	目视/标准片	颗粒尺寸小于0.2mm
2	色差	目视/标准片	允许表面<10%区域轻微异色
3	基体缺损	目视	仅在非关键面位置基体缺损长度允许少于2mm，涂层制备后不可露基体
4	划痕	目视/标准片	仅在非关键面位置允许划痕长度小于2cm，宽度0.5mm，少于2个，不可露石墨
5	堵孔不良	目视	不允许
6	涂层脱落	目视	不允许

4.5 尺寸及允许偏差

TaC涂层产品的尺寸及允许偏差由供需双方商定；对于没有指定公差尺寸，其尺寸偏差按GB/T 1804中的精密等级执行。

4.6 表面粗糙度

表面粗糙度应不大于1.6Ra。

4.7 物理性能

- 4.7.1 涂层表观密度：TaC涂层的理论体密度为14.3g/cm<sup>3</sup>（室温）。
- 4.7.2 热膨胀系数：TaC材料的热膨胀系数值6.0×10<sup>-6</sup>℃<sup>-1</sup>~6.5×10<sup>-6</sup>℃<sup>-1</sup>（室温）。
- 4.7.3 维氏硬度：1000HV~2000HV（室温）。
- 4.7.4 辐射率：0.4~0.5（室温~600℃）。

4.8 涂层结合强度

TaC涂层与石墨基体的结合强度应不小于5MPa。

4.9 涂层抗热震性能

在冷水急冷循环测试过程中以TaC涂层产品表面出现开裂、崩缺或涂层脱落判定失效，并记录耐受次数，抗热震次数应不小于3次，测试温度为360℃。

5 试验方法

5.1 纯度与杂质检测

TaC涂层的纯度和杂质检测应按ISO/TS 15338：2025的规定进行。

5.2 涂层厚度

5.2.1 扫描电镜法

扫描电镜观察法为破坏性测量方法，取具有代表性的涂层样品来制作截面测量试样，按GB/T 31563的相关规定进行。

5.2.2 重量计算法

用电子天平（精度分度值为0.01g）称量出基体石墨的质量（m<sub>1</sub>），并称取制备TaC涂层后的产品整体质量（m<sub>2</sub>）；根据基体的尺寸计算其理论外表面积（s），按式（1）计算出涂层的厚度（t）。

$$t = \frac{m_2 - m_1}{s} \dots\dots\dots (1)$$

式中：  
m<sub>1</sub>——基体石墨质量，单位为克（g）；  
m<sub>2</sub>——涂层和基体的质量，单位为克（g）；  
s——基体外表面积，单位为平方米（m<sup>2</sup>）；  
t——涂层厚度，单位为微米（μm）；

5.3 外观

目视检测。

5.4 尺寸及允许偏差

使用游标卡尺、三坐标测量仪等工具检测。尺寸允许偏差由图纸确定，图纸中没有指定偏差的尺寸，其尺寸偏差按GB/T 1804中的精密等级执行。

5.5 表面粗糙度

使用触针式表面粗糙度仪测量，按GB/T 10610的规定进行。

5.6 物理性能

5.6.1 涂层产品热膨胀系数

按GB/T 16535的规定进行。

5.6.2 维氏硬度

按GB/T 16534的规定进行。

5.6.3 辐射率

按ISO 19618:2025的规定进行。

5.7 涂层结合强度

按ASTM D4541-02的规定进行。

5.8 涂层抗热震性能

按GB/T 37246的规定进行。

6 检验规则

6.1 组批

以同一工艺、同一原辅料生产的同一规格、同炉次产品为一组批。

6.2 检验项目

6.2.1 产品出厂检验的检验项目应符合表 3 规定。

6.2.2 每批产品应对产品表面质量、外观尺寸和平均涂层厚度进行检测。

6.2.3 每批产品涂层的纯度与杂质含量、电镜法测量涂层厚度等项目是否检验由供需双方协商确定。

表 3 TaC 涂层产品的检测项目

序号	项目	检测方法	检验频度
1	颗粒凸起	目视/标准片	全检
2	色差	目视/标准片	全检
3	基体缺损	目视	全检
4	划痕	目视/标准片	全检
5	堵孔不良	目视	全检
6	涂层脱落	目视	全检
7	尺寸	三坐标、卡尺等	全检
8	涂层厚度	重量法	全检

6.3 检验设备

主要检测设备包括：三坐标测量仪、二次元影像测量仪、激光三维扫描仪等。

6.4 抽样规则

6.4.1 产品以每一炉为一批，同一批的产品应由同批次原料、相同工艺，并在同一生产周期内生产。

6.4.2 每批产品随炉测试的样品数应不少于 3 件，尺寸不小于 30mm×30mm×10mm，随机抽取 1 件用于破坏性检测。

6.5 结果判定

6.5.1 产品采取逐项考核，按项判定。产品如需方抽检有任一片不合格,判该批产品为不合格

6.5.2 抽检不合格的产品,可对不合格项进行逐片检验,除去不合格品后,合格品可重新组批。

## 7 质量检验报告

质量检验报告应包含以下内容：

- a) 供方名称、商标；
- b) 报告编号；
- c) 产品名称、产品规格、产品编号；
- d) 检测日期；
- e) 产品数量；
- f) 检测结果和合格标识。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

在产品外包装箱上应注明以下内容：

- a) 制造厂名称、厂址；
- b) 产品名称、数量；
- c) 产品编号；
- d) 合格标志。

### 8.2 包装

每件TaC涂层件要在洁净环境下采用真空包装，包装盒内应放置相应的减震材料，避免运输过程中破损。

### 8.3 运输和贮存

8.3.1 运输过程中应防震、防压，卸货过程应轻拿轻放、防止磕碰摔伤。

8.3.2 TaC 涂层产品应真空包装后储存在相对湿度低于 60% 的库房。

注：对TaC涂层产品的标志、包装、储存、运输和品质有特殊要求时，由供需双方确认。

---