

ICS 77.040.10

CCS H22

# 团体标准

T/CMES XXXX—202X

## Ni-W-SiC 复合镀液技术规范

Technical specification for Ni-W-SiC composite electroplating solution

(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

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会标准化管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 4 座 11 层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语及定义 ..... 2

4 要求 ..... 3

    4.1 镀液成分要求 ..... 3

    4.2 SiC 颗粒要求 ..... 4

    4.3 镀液性能要求 ..... 4

    4.4 镀层要求 ..... 5

    4.5 镀液配制工艺要求 ..... 5

    4.5.3 复合镀液制备 ..... 6

    4.6 镀层制备工艺要求 ..... 6

5 试验方法 ..... 7

    5.1 安全提示 ..... 7

    5.2 一般规定 ..... 7

    5.3 硫酸镍含量的测定 ..... 7

    5.4 钨酸钠含量的测定 ..... 7

    5.5 镀液中 SiC 质量浓度的测定 ..... 7

    5.5.1 方法提要 ..... 7

    5.5.2 仪器、设备 ..... 7

    5.6 SiC 粒径测定 ..... 8

    5.7 SiC 纯度测定 ..... 8

    5.8 镀层中 SiC 含量的测定 ..... 8

    5.9 SiC 分布均匀性评价 ..... 8

    5.10 覆盖能力试验 ..... 9

    5.11 分散能力试验 ..... 9

    5.12 镀层外观 ..... 9

    5.13 镀层厚度 ..... 9

    5.14 镀层硬度 ..... 9

    5.15 镀层附着强度 ..... 9

    5.16 镀层耐蚀性 ..... 9

    5.17 镀层耐磨性 ..... 10

    5.18 有害物质含量测定 ..... 10

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 6 检验规则 .....          | 10 |
| 6.1 检验分类 .....        | 10 |
| 6.2 出厂检验 .....        | 10 |
| 6.3 型式检验 .....        | 10 |
| 6.4 组批与抽样 .....       | 10 |
| 6.5 复验与判定 .....       | 11 |
| 7 标志、标签 .....         | 11 |
| 8 包装、运输、贮存 .....      | 11 |
| 9 使用与补充 .....         | 11 |
| 10 环保、安全与职业健康要求 ..... | 12 |
| 10.1 环境管理要求 .....     | 12 |
| 10.2 职业健康安全要求 .....   | 12 |
| 10.3 应急处理要求 .....     | 12 |
| 11 废弃处置 .....         | 13 |

## 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。

本文件由中国机械工程学会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件首次制定。

中国机械工程学会标准征求意见稿

# 镍钨-碳化硅复合镀液技术规范

## 1 范围

本标准规定了镍钨-碳化硅复合镀液的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志、标签、包装、运输、贮存、使用与补充、环保安全和废弃处置要求。

本文件适用于以硫酸镍和钨酸钠为主要金属盐、以碳化硅微粒为分散相的镍钨-碳化硅复合镀液的生产、检验、交付和使用。

本文件规定的镀液主要用于制备具有耐磨、耐腐蚀等性能要求的镍钨-碳化硅复合镀层。

## 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 8978 污水综合排放标准
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 15258 化学品安全标签编写规定
- GB 18191 包装容器 危险品包装用塑料桶
- GB 18597 危险废物贮存污染控制标准
- GB 21900 电镀污染物排放标准
- GB 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求
- GB 2894 安全色和安全标志
- GB/T 191 包装储运图示标志
- GB/T 2480 普通磨料 碳化硅
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法
- GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述
- GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 6678 化工产品采样总则
- GB/T 6680 液体化工产品采样通则
- GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9790 金属覆盖层及其他有关覆盖层 维氏和努氏显微硬度试验
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 39560 电子电气产品中某些物质的测定

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

AQ 5202 电镀生产安全操作规程

HG/T 3696.1 无机化工产品 化学分析用标准溶液、试剂及制品的制备 第1部分：标准滴定溶液的制备

HG/T 3696.2 无机化工产品 化学分析用标准溶液、试剂及制品的制备 第2部分：杂质标准溶液的制备

HG/T 3696.3 无机化工产品 化学分析用标准溶液、试剂及制品的制备 第3部分：试剂及制品的制备

HG/T 4318 镍钨合金电镀液

JB/T 7704.2 电镀溶液试验方法 覆盖能力试验

JB/T 7704.4 电镀溶液试验方法 分散能力试验

JB/T 7901 金属材料实验室 均匀腐蚀全浸试验方法

WS 721 电镀工艺防尘防毒技术规范

### 3 术语及定义

#### 3.1

**镍钨-碳化硅复合镀液 Ni-W-SiC composite electroplating solution**

以镍盐和钨盐为主盐，在络合剂、缓冲剂等作用下，含有碳化硅颗粒并用于电沉积复合镀层的电镀工作液。

#### 3.2

**复合电镀 composite electroplating**

在电沉积过程中，使固体颗粒与金属基体共同沉积形成复合镀层的电镀过程。

#### 3.3

**碳化硅颗粒 silicon carbide particles**

分散于镀液中并参与共沉积的碳化硅固体颗粒。

#### 3.4

**镀液中 SiC 质量浓度 SiC mass concentration in the plating solution**

单位体积镀液中悬浮 SiC 颗粒的质量，以 g/L 表示。

#### 3.5

**镀层中 SiC 含量 SiC content in the coating**

镀层中 SiC 颗粒的质量分数，以%表示。

#### 3.6

**SiC 悬浮稳定性 SiC suspension stability**

在规定条件下，镀液中 SiC 颗粒保持分散状态的能力，以规定时间内的沉降率表征。

## 3.7

**覆盖能力 covering ability**

在规定条件下，镀液在低电流密度区域形成连续镀层的能力。

## 3.8

**分散能力 throwing ability**

在规定条件下，镀液在不同电流密度区域获得较均匀镀层厚度的能力。

## 3.9

**镀层附着强度 adhesion strength of coating**

镀层与基体之间结合牢固程度的表征。

## 3.10

**镀层耐蚀性 corrosion resistance of coating**

镀层在规定腐蚀条件下抵抗腐蚀作用的能力。

## 3.11

**镀层耐磨性 wear resistance of coating**

镀层在规定摩擦或磨损条件下抵抗材料损失的能力。

## 3.12

**复合镀液配制 preparation of composite plating solution**

按照规定工艺条件，将基础镀液与碳化硅颗粒混合并形成均匀分散体系的过程。

## 4 要求

## 4.1 镀液成分要求

镍钨-碳化硅复合镀液的主要成分和 pH 值应符合表 1 的规定。光亮剂为可选组分；采用光亮剂时，应确保其不影响本文件规定的镀液和镀层性能。

表 1 镍钨-碳化硅复合镀液的成分要求

| 项目                                                             | 指标       | 备注 |
|----------------------------------------------------------------|----------|----|
| 硫酸镍 ( $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) w/%          | 10~18    | -  |
| 钨酸钠 ( $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) w/% | 4~10     | -  |
| 络合剂 (柠檬酸和/或酒石酸钾钠) w/%                                          | 8~15     | -  |
| 缓冲剂 (硼酸) w/%                                                   | 2~5      | -  |
| 光亮剂 (可选) w/%                                                   | 0.05~0.2 | -  |
| 碳化硅 (SiC) 浓度/(g/L)                                             | 10~50    | -  |
| pH 值                                                           | 7.0~9.0  | -  |

| RoHS 管控有害物质限量               |          |                           |
|-----------------------------|----------|---------------------------|
| 铅 (Pb) w/%                  | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 镉 (Cd) w/%                  | ≤ 0.01   | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 汞 (Hg) w/%                  | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 六价铬 (Cr <sup>6+</sup> ) w/% | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 多溴联苯 (PBB) w/%              | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 多溴二苯醚 (PBDE) w/%            | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯 (DEHP) w/%   | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 邻苯二甲酸丁基苯酯 (BBP) w/%         | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 邻苯二甲酸二正丁酯 (DBP) w/%         | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP) w/%        | ≤ 0.1    | GB 26572-2025、欧盟 RoHS 3.0 |
| 砷 (As) w/%                  | ≤ 0.0005 | 中国 RoHS 附加要求              |

注：如产品需满足 RoHS 或其他市场准入要求，应依据适用法规、标准或客户技术协议进行符合性评价；本文件不将电子电气产品 RoHS 限量作为镀液通用质量指标。

#### 4.2 SiC 颗粒要求

用于配制镍钨-碳化硅复合镀液的 SiC 颗粒应符合表 2 要求。表面预处理方法按 4.5.2 执行。

表 2 SiC 颗粒的技术要求

| 项目                 | 指标          |
|--------------------|-------------|
| 碳化硅 (SiC) 纯度 w/%   | ≥ 98.5      |
| 粒径 D50/μm          | 0.5~5.0     |
| 粒径分布 (D90-D10) /μm | ≤ 5         |
| 颗粒形貌               | 多角状或块状，无长针状 |

#### 4.3 镀液性能要求

镍钨-碳化硅复合镀液按第 5 章规定的方法检验时，应符合表 3 要求。

表 3 镍钨-碳化硅复合镀液的电镀能力要求

| 项目 | 指标 |
|----|----|
|----|----|

|                        |      |
|------------------------|------|
| 覆盖能力试验/%               | ≥ 90 |
| 分散能力试验/%               | ≥ 55 |
| SiC 悬浮稳定性（静置 2h 沉降率）/% | ≤ 10 |

#### 4.4 镀层要求

镍钨-碳化硅复合镀层按第 5 章规定的方法检验时，应符合表 4 要求。镀层厚度应在合同、技术协议或产品图样中明确；未明确时，本文件不以厚度作为单独合格判据。

表 4 镍钨-碳化硅复合镀层的技术要求

| 项目                   | 指标                                                             |
|----------------------|----------------------------------------------------------------|
| 镀层外观                 | 均匀、致密，呈光亮、半光亮或无光泽，不应有麻点、裂纹、气泡、分层或结瘤等缺陷                         |
| 镀层厚度/ $\mu\text{m}$  | 供需双方协商确定                                                       |
| 镀层硬度 HV 0.2          | ≥650                                                           |
| 镀层中 SiC 含量 w/%       | 5~35                                                           |
| SiC 分布均匀性            | 无明显团聚，分布均匀（金相照片法评价）                                            |
| 镀层附着强度               | 镀层不应起泡、脱落或分层                                                   |
| 镀层耐蚀性（按 GB/T 10125）  | NSS 300 h 后按 GB/T 6461 评级，保护评级应达到合同或技术协议规定的等级；无规定时，按本文件判定要求执行。 |
| 镀层耐磨性（相对磨损率，对比 45#钢） | 相对磨损率≤0.2（试验条件按 5.17 规定）                                       |

#### 4.5 镀液配制工艺要求

##### 4.5.1 基础镀液配制

基础镍钨镀液的配制宜参照 HG/T 4318 的规定，可参考以下步骤进行：

- 可取计量体积的去离子水，建议加热至 60 °C~70 °C；
- 可依次加入计量的硼酸、络合剂，搅拌至完全溶解；
- 可加入计量的硫酸镍，搅拌溶解后加入计量的钨酸钠，建议继续搅拌 15 min；
- 宜用 20%氢氧化钠溶液或 10%硫酸溶液调节 pH 值至 7.0~9.0。

##### 4.5.2 SiC 颗粒预处理

SiC 颗粒添加可进行以下预处理：

- a) 碱洗：可用 10%氢氧化钠溶液浸泡 SiC 颗粒 30 min，建议加热至 80 °C，去除表面油污，过滤后用去离子水洗涤至中性；
- b) 酸洗：可用 10%硝酸溶液浸泡 30 min，去除表面金属杂质，过滤后用去离子水洗涤至中性；
- c) 亲水化处理：可将洗涤后的 SiC 颗粒加入到含 0.5 g/L 十二烷基硫酸钠的水溶液中，宜超声分散 30 min，过滤后于 105 °C 烘干备用。

**注：**4.5.2 为推荐预处理路线。生产企业采用其他经验证的 SiC 预处理方法时，应保证处理后颗粒满足表 2 及表 3 要求。

#### 4.5.3 复合镀液制备

可将预处理后的 SiC 颗粒按计量加入少量基础镀液中，调成均匀浆状，建议超声分散 20 min；在搅拌条件下，宜将 SiC 浆料缓慢加入基础镀液中，可继续搅拌 30 min；可根据需要加入计量的光亮剂，搅拌均匀后即可进行试镀（或宜在搅拌均匀后进行试镀）。基础镍钨镀液的配制应符合 HG/T 4318-2012 的规定，按以下步骤进行：

- a) 取计量体积的去离子水，加热至 60°C~70°C；
- b) 依次加入计量的硼酸、络合剂，搅拌至完全溶解；
- c) 加入计量的硫酸镍，搅拌溶解后加入计量的钨酸钠，继续搅拌 15min；
- d) 用 20%氢氧化钠溶液或 10%硫酸溶液调节 pH 值至 7.0~9.0。

#### 4.6 镀层制备工艺要求

##### 4.6.1 镀前处理

4.6.1.1 待镀工件应进行除油和活化处理，处理后表面应洁净，无可见油污、氧化物及其他影响结合的污染物。

4.6.1.2 可采用 10%硫酸溶液活化 30 s~60 s；活化后应充分水洗并及时入槽电镀。

##### 4.6.2 电镀工艺参数

电镀过程应控制以下参数：

- a) 镀液温度：50°C~70°C；
- b) 电流密度：1A/dm<sup>2</sup>~5A/dm<sup>2</sup>；
- c) 搅拌方式：机械搅拌（转速 300r/min~600r/min）或压缩空气搅拌，搅拌强度以无 SiC 沉降为准；
- d) 阳极：纯镍板（镍含量≥99.9%），阳极与阴极面积比为（1.5~2）:1；
- e) 极距：80mm~150mm。

##### 4.6.3 镀后处理

电镀后工件应进行以下处理：

- a) 电镀后应采用流动水充分清洗，去除表面残留镀液；
- b) 可进行 50℃~60℃热水封闭处理约 10 min，或按产品要求进行钝化处理；
- c) 烘干温度原则上不超过 150℃；具体温度应根据基体和镀层状态确定。

## 5 试验方法

### 5.1 安全提示

试验涉及酸、碱、含镍盐及其他化学试剂。试验人员应按试剂安全技术说明书（SDS）及实验室安全管理规定操作，在通风条件良好的场所进行，并佩戴适当的防护手套、护目镜和防护服。发生皮肤或眼睛接触时，应立即用大量流动清水冲洗，并根据 SDS 采取进一步措施；发生吸入或误食时，不应自行催吐，应立即就医并携带相关化学品 SDS。

### 5.2 一般规定

本标准所用试剂和水，在没有注明其他要求时，均指分析纯试剂和 GB/T 6682—2008 中规定的三级水。试验中所用标准滴定溶液、杂质标准溶液、制剂及制品，在没有注明其他要求时，均按 HG/T 3696.1、HG/T 3696.2、HG/T 3696.3 的规定制备。

### 5.3 硫酸镍含量的测定

硫酸镍含量按照 HG/T 4318 中 5.3 的规定进行测定。

### 5.4 钨酸钠含量的测定

钨酸钠含量按照 HG/T 4318 中 5.4 的规定进行测定。

### 5.5 镀液中 SiC 质量浓度的测定

#### 5.5.1 方法提要

取一定体积的复合镀液，过滤分离出 SiC 颗粒，经洗涤、干燥、称重，计算镀液中 SiC 的质量浓度。

#### 5.5.2 仪器、设备

5.5.2.1 过滤装置需采用经方法适用性验证的过滤介质，其有效孔径应能够定量截留本文件规定粒径范围内的 SiC 颗粒。当 SiC 粒径小于过滤介质有效截留范围时，不应直接采用称量法。

5.5.2.2 电热恒温干燥箱：控制温度  $105\text{℃} \pm 2\text{℃}$ 。

5.5.2.3 抽滤装置。

### 5.5.3 分析步骤

量取不少于 100 mL 经充分搅拌均匀的镀液试样进行测定。过滤、洗涤、干燥和称量过程中应采取措施避免 SiC 颗粒损失。过滤介质的空白质量和重复性应预先验证。

### 5.5.4 结果计算

镀液中 SiC 含量以质量浓度  $\rho$  (g/L) 计, 按式 (1) 计算:

$$\rho = (m_1 - m_0) / V \times 1000 \quad \text{..... (1)}$$

式中:

$m_1$  —— 玻璃砂坩埚与滤渣质量的数值, 单位为克 (g);

$m_0$  —— 玻璃砂坩埚质量的数值, 单位为克 (g);

$V$  —— 所取镀液体积的数值, 单位为毫升 (mL)。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果, 两次平行测定结果的绝对差值不大于 2.0 g/L。

### 5.6 SiC 粒径测定

按 GB/T 19077 采用激光衍射法测定粒径分布。分散介质、超声时间和折射率等参数应在检测报告中注明, 并保持同批次检测条件一致。

### 5.7 SiC 纯度测定

按照 GB/T 2480 中规定的方法测定。

### 5.8 镀层中 SiC 含量的测定

方法提要: 取具有代表性的镀层试样, 在不损失 SiC 颗粒的条件下去除金属基体, 过滤、洗涤、干燥并称量残留 SiC, 计算其质量分数。

分析步骤: 取一定面积的镀层试样, 精确称量质量 ( $m_0$ )。采用经方法验证的溶解体系溶解 Ni-W 金属基体, 过滤分离固体残留物, 洗涤至中性, 于 105 °C ± 2 °C 干燥至恒重, 称量残留物质量  $m_1$ 。

结果计算: 镀层中 SiC 含量以质量分数  $w$  计, 按式 (2) 计算:

$$w = m_1 / m_0 \times 100 \quad \text{..... (2)}$$

式中:

$m_1$  —— 滤渣质量的数值, 单位为克 (g);

$m_0$  —— 镀层试样质量的数值, 单位为克 (g)。

取平行测定结果的算术平均值为测定结果, 两次平行测定结果的绝对差值不大于 2.0%。

### 5.9 SiC 分布均匀性评价

将镀层试样截面镶嵌、磨抛后采用金相显微镜观察。随机选取不少于 5 个具有代表性的视场，放大倍数原则上为 500×；应同时记录 SiC 颗粒分布、团聚和偏析情况。判定以不出现明显团聚、连续偏析或大面积富集为合格。对存在争议样品，应采用图像分析方法进行定量复核，并记录视场位置、放大倍数和评价结果。

#### 5.10 覆盖能力试验

按 JB/T 7704.2 规定的 直角阴极法进行测定，并计算覆盖能力。

#### 5.11 分散能力试验

按 JB/T 7704.4 规定的 远近阴极法进行测定，并进行判定。

#### 5.12 镀层外观

镀层的外观可为光亮、半光亮或无光泽的。目视检查时，表面均匀，不允许存在麻点、裂纹、气泡、分层或结瘤等缺陷。

镀层的外观取决于基体的光亮度和平整度，镀前基体金属上存在的缺陷包括隐蔽缺陷，可能在镀层上重现。

镀后热处理，镀层可能产生斑点和变色。经有关各方协商同意，允许镀层热处理后产生斑点和变色。

#### 5.13 镀层厚度

镀层厚度优先采用磁性法或显微镜法测定。磁性法按 GB/T 4956 执行，显微镜法按 GB/T 6462 执行。采用电镀前后尺寸差减法时，仅用于工程过程控制，不作为本文件规定的仲裁方法。

#### 5.14 镀层硬度

按 GB/T 9790 测定维氏显微硬度。采用 HV0.2 试验力时，压痕应避开 SiC 颗粒、大团聚区、孔洞及边缘；测量点数和取值规则按 GB/T 9790 执行。

#### 5.15 镀层附着强度

按 GB/T 5270-2024 选择与基体及镀层结构相适应的附着强度试验方法。除合同或技术协议另有规定外，以划线/划格试验作为常规评价方法；对争议样品，可采用拉力试验或其他适用方法进行复核。

#### 5.16 镀层耐蚀性

优先按照 GB/T 10125 中的中性盐雾试验（NSS 试验）试验 300 h，并按照 GB/T 6461

进行评级。

如合同、技术协议或产品用途明确要求耐硫化物腐蚀，可采用硫化钠溶液浸泡试验。试验条件可按原稿规定采用 50 g/L 硫化钠溶液、25 °C、200 h，并按 JB/T 7901 进行；试验结果应明确腐蚀速率计算方法和判定等级。无明确应用需求时，不将该项目列为出厂检验项目。

#### 5.17 镀层耐磨性

按 GB/T 1768 规定的方法进行磨耗试验。试验前应在合同、技术协议或试验报告中明确磨轮型号、载荷、转速或往复速度、试验时间或距离、磨损量测量方法及终止判据。与 45 号钢试样比较时，基体状态、硬度和表面状态应一致或在报告中注明。相对磨损率按双方约定的统一计算方法计算。

#### 5.18 有害物质含量测定

镀液中铅、镉、汞、六价铬、多溴联苯、多溴二苯醚及邻苯二甲酸酯等受限物质按 GB/T 39560 规定的方法测定；其他受限物质按适用法规或标准规定的方法测定。若产品声明适用于特定 RoHS 法规版本，应在质量证明文件中注明适用版本。

### 6 检验规则

#### 6.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。出厂检验用于批次放行；型式检验用于验证产品是否持续符合本文件的全部技术要求。

#### 6.2 出厂检验

出厂检验项目至少包括表 1 中的主要成分和 pH、表 3 中的 SiC 悬浮稳定性，以及表 4 中的外观、硬度和 SiC 含量等适合批次快速判定的项目。覆盖能力、分散能力、耐蚀性、耐磨性等长周期或破坏性项目不宜全部作为每批出厂检验项目，可按型式检验或质量保证计划执行。

#### 6.3 型式检验

有下列情况之一时，应进行型式检验：新产品定型；原材料、配方或关键工艺发生可能影响性能的变化；停产后恢复生产；正常生产时按质量保证计划规定的周期；出厂检验结果与上次型式检验有明显差异；国家或行业质量监督机构提出要求。型式检验应覆盖本文件规定的适用项目。

#### 6.4 组批与抽样

采用相同原材料、相同配方和基本相同生产条件连续生产或同一生产批次的产品为一批，每批质量不宜超过 3 t。采样按 GB/T 6678 或 GB/T 6680 执行。取样前应使包装内产品充分均匀，取样应具有代表性。

## 6.5 复验与判定

检验结果如有项目不符合本文件要求，应按规定重新取样复验。复验结果如仍有任一项目不符合要求，则该批产品判为不合格。数值指标按 GB/T 8170 进行修约和判定。对于方法适用性存在争议的项目，应以双方确认的仲裁方法为准。

## 7 标志、标签

7.1 包装容器应有牢固、清晰的标志，至少包括生产厂名、厂址、产品名称、规格或型号、净含量、批号或生产日期、SiC 质量浓度范围、pH 值、危险性说明、必要的防护措施、本文件编号及适用的包装储运图示标志。

7.2 每批产品应附质量证明书和 SDS；如作 RoHS 等合规声明，应同时提供相应声明或检测报告。质量证明书至少包括产品名称、批号、净含量、主要检验结果、检验日期、检验结论和本文件编号。危险化学品标签应符合适用的现行法规和标准要求。

## 8 包装、运输、贮存

8.1 产品应采用与镀液化学性质相容、具有足够机械强度和密封性能的包装容器。原稿采用 45 kg 高密度聚乙烯桶的，可继续使用；实际包装规格也可根据用户要求确定。包装材料应符合 GB 18191 及适用运输法规要求。

8.2 运输过程中应防止雨淋、曝晒、倒置和剧烈撞击，并保持包装完整。

8.3 产品应贮存在通风、阴凉、干燥的场所，推荐贮存温度为 5℃~40℃；不应与可能发生危险反应的物质混存。贮存场所应设置防泄漏设施和必要的应急冲洗、洗眼及个人防护设施。

8.4 产品保质期应依据稳定性试验确定。原稿规定的 15 d 属于过短且缺乏依据，本修改稿不直接规定固定保质期；生产企业应在标签或质量证明文件中给出经验证的保质期。超过保质期的产品应重新检验，合格后方可使用。

## 9 使用与补充

9.1 镀液使用前应充分搅拌，使 SiC 颗粒重新均匀悬浮；必要时可采用超声辅助分散。电镀过程中应保持连续或间歇搅拌，防止明显沉降。

9.2 SiC 颗粒因共沉积进入镀层以及过滤、带出等原因,可能使镀液中悬浮 SiC 质量浓度逐渐降低。应根据实际检测结果进行补充。

$$m = (C_0 - C) \times V/P \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$m$  —— 需补加 SiC 的质量,单位为克(g);

$C_0$  —— 镀液初始设定的 SiC 质量浓度,单位为克每升(g/L);

$C$  —— 补加前实测镀液 SiC 质量浓度,单位为克每升(g/L);

$V$  —— 镀液体积,单位为升(L)。

$P$  —— 补加 SiC 原料的质量分数(纯度),以小数表示。

9.3 补加 SiC 前应按 4.5.2 进行必要的预处理,并采用少量镀液或去离子水调制成浆料,在搅拌条件下缓慢加入;加入后继续搅拌不少于 30 min,并复测 SiC 质量浓度和 pH 值。

9.4 推荐机械搅拌转速为 200 r/min~500 r/min;具体搅拌强度应以不发生明显沉降且不产生影响镀层质量的剧烈涡流为原则。

## 10 环保、安全与职业健康要求

### 10.1 环境管理要求

10.1.1 生产和使用企业应建立与其活动相适应的环境管理制度。废水、废液、污泥、过滤残渣等应分类收集和处理,排放应符合适用的国家和地方污染物排放要求。涉及电镀污染物的,应执行 GB 21900 及所在地现行排放要求。

10.1.2 生产和使用过程中产生的酸雾、碱雾或其他废气应采取密闭、收集和净化措施,排放应符合适用的现行污染物排放标准。厂界噪声应符合 GB 12348。

### 10.2 职业健康安全要求

10.2.1 企业应建立职业健康安全管理制,对人员进行化学品安全、电镀操作、应急处置和个人防护培训。作业场所应设置有效的通风和净化设施。涉及镍及其化合物的职业接触限值应以现行职业卫生标准为准,不宜在本文件中固化未经核验的数值。

10.2.2 操作人员应根据风险评估和 SDS 佩戴耐化学品手套、护目镜或面屏、防护服等个人防护用品。作业场所不应饮食、吸烟。

10.2.3 在可能发生化学品飞溅的区域,应设置便于到达的洗眼器和应急冲洗设施,具体设置位置和性能应符合适用的安全规范。

### 10.3 应急处理要求

10.3.1 企业应制定化学品泄漏、人员暴露、火灾及其他适用事故的应急处置程序,并配备相应应急物资。

10.3.2 发生镀液泄漏时，应在确保人员安全的前提下控制泄漏源，使用适宜的惰性吸附材料围堵和收集，防止进入下水道、水体和土壤；收集物及污染材料应按其危险特性和适用法规处置。是否采用中和剂及其种类，应依据具体产品 SDS 和现场风险评估确定。

10.3.3 皮肤接触：立即脱去污染衣物，用大量流动清水充分冲洗，并根据 SDS 和暴露程度就医。眼睛接触：立即用大量流动清水或生理盐水持续冲洗，并尽快就医。吸入：立即转移至空气新鲜处，保持呼吸通畅；出现不适或呼吸困难时立即就医。误食：漱口并立即寻求医疗帮助；不应自行催吐或实施洗胃、导泻等处理，具体按 SDS 和医疗人员指示执行。

## 11 废弃处置

11.1 过期、失效镀液、废槽液、过滤残渣、废水处理污泥及被污染的包装材料，应依据其实际危险特性和适用法规进行分类、收集、贮存和处置。

11.2 属于危险废物的，应按照适用的危险废物管理要求进行包装、标识、贮存、转移和处置，并委托具有相应资质的单位处理。

11.3 废弃包装容器未经确认安全前不得作为普通废物处置。清洗废液应进入相应废水处理系统，不得直接排放。

11.4 本文件未规定的环保、安全和废弃物管理事项，应执行国家和地方现行法律法规、强制性标准及产品 SDS 的规定。