

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

电子封装用无氰电镀金层技术规范

Technical specification of cyanide-free electroplating gold layer for electronic packaging

(征求意见稿)

xxxx-xx-xx 发布

xxxx-xx-xx 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 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
4.1 镀液要求	1
4.2 镀层性能要求	1
5 环保与安全要求	2
5.1 环保指标	2
5.2 安全要求	2
6 试验方法	2
6.1 镀液要求试验	2
6.2 镀层性能测试	3
7 检验规则	4
7.1 检验分类	4
7.2 出厂检验	4
7.3 型式检验	4
7.4 抽样方案	4
7.5 判定规则	4
8 标志、包装、运输和贮存	5
8.1 标志	5
8.2 包装	5
8.3 运输	5
8.4 贮存	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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

电子封装用无氰电镀金层技术规范

1 范围

本文件规定了电子封装用无氰电镀金层的技术要求、环保与安全、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等内容。

本文件适用于电子封装用无氰电镀金层。

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/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 4340.1—2024 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 6462—2005 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法

GB/T 11378—2005 金属覆盖层覆盖层厚度测量轮廓仪法

GB 16297 大气污染物综合排放标准

GB/T 16921—2005 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱法

GB 21900—2008 电镀污染物排放标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无氰电镀金 cyanide-free gold plating

使用不含氰化物的镀液进行电镀的工艺过程，镀液主要成分为亚硫酸盐等无毒或低毒性物质。

4 技术要求

4.1 镀液要求

4.1.1 镀液成分

无氰镀金液应采用环保配方，主盐、络合剂、稳定剂、添加剂等。

4.1.2 镀液参数

4.1.2.1 pH值： ≥ 7.2 。

4.1.2.2 温度： $\leq 70^{\circ}\text{C}$ 。

4.1.2.3 电流密度： $0.05\sim 1.0\text{ A/dm}^2$ 。

4.2 镀层性能要求

4.2.1 厚度要求

镀金层厚度应根据应用场景确定，具体应符合表1要求。

表 1 电子封装用镀金层厚度要求

应用场景	厚度范围 (μm)	允许偏差	备注
高频通信元件	0.1~0.5	±5%	过厚会增加高频信号损耗
基础导电层	≥0.05	±8%	形成连续导电层
打线接合区域	≥0.05	±5%	保证结合强度
封装凸块	0.05~20	±3%	根据封装结构确定
特殊环境应用	≥3	±5%	需加厚处理

4.2.2 力学性能

力学性能应符合以下要求：

- 显微硬度：退火温度为 300℃，30 min，硬金：>90 Hv；中硬金 60 Hv~90 Hv；软金 40 Hv~60 Hv；
- 结合力：经胶带测试后无脱落现象；
- 延展性：镀层经 90° 弯曲试验无裂纹。

4.2.3 电学性能

电学性能应符合以下要求：

- 表面电阻：≤0.01 Ω；
- 导电性：满足高频信号传输要求；
- 接触阻抗：低且稳定，确保信号传输完整性。

4.2.4 表面质量

表面质量应符合以下要求：

- 外观：无颗粒、发黑、无色差等异常；
- 表面粗糙度 (Ra)：≤80 nm；
- 孔隙率：每平方厘米≤3 个孔隙；
- 污物：无灰尘、污物、腐蚀、油脂、指印等缺陷。

5 环保与安全要求

5.1 环保指标

- 5.1.1 废水排放：应符合 GB 21900—2008 中的一级要求。
- 5.1.2 废气排放：应符合 GB 16297 的要求。
- 5.1.3 重金属离子：经物理或化学沉淀去除，应符合 GB 21900 的规定。

5.2 安全要求

- 5.2.1 镀液无毒无害：不应含有氰化物等剧毒物质。
- 5.2.2 操作防护：无需特殊防护装备。
- 5.2.3 废物处理：镀液可循环利用，利用率应≥90%。

6 试验方法

6.1 镀液要求试验

6.1.1 镀液成分测定

金离子中主盐宜按照以下方法进行测定：

- 火试金法（基准法）：将一定量镀液灼烧后，用铝箔包裹并灰吹，称量所得金粒质量；

- b) 电感耦合等离子体发射光谱仪法（ICP-OES法）（常规法）：镀液经适当稀释后，使用电感耦合等离子体发射光谱仪在特定波长下测定金含量。

6.1.2 镀液参数测定

6.1.2.1 pH值测定

使用经标准缓冲液校准的精密pH计进行在线或离线测定。测定时，电极应充分浸入搅拌均匀的镀液中，待读数稳定后记录，精确至0.01。

6.1.2.2 温度测定

使用经检定合格、分度值不大于0.1℃的水银温度计或数显温度计进行测量。测温探头应置于镀液主体流动区域，避免靠近槽壁或加热器。

6.1.2.3 电流密度测定

使用经校准的直流电流表（精度不低于0.5级）和电压表，测量通过阴极的总电流。阴极电流密度（ASD）按公式（1）计算：

$$J = \frac{I}{S} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

J ——阴极电流密度，单位为安培每平方米（A/dm²，ASD）；

I ——通过阴极的总电流，单位为安培（A）；

S ——阴极有效面积，单位为平方分米（dm²）。

6.2 镀层性能测试

6.2.1 厚度测量

镀层厚度是衡量其性能的关键指标，应根据产品的应用场景、厚度范围及精度要求，按表2规定的方法进行测试。

表2 厚度测量

应用场景	测试方法	方法依据
高频通信元件	X射线荧光光谱法（XRF）	GB/T 16921
基础导电层	X射线荧光光谱法（XRF）	GB/T 16921
打线接合区域	扫描电显微镜（SEM）截面法	GB/T 6462
封装凸块	截面法	GB/T 6462
特殊环境应用	截面法	GB/T 6462

6.2.2 力学性能试验

6.2.2.1 显微硬度测定：应按照 GB/T 4340.1—2024 中规定，针对镀层硬度，应采用显微维氏硬度计，在 5gf 试验力下测定硬度。

6.2.2.2 结合力试验：应采用胶带测试法，在镀层表面划出规定尺寸的方格，粘贴高强度压敏胶带并快速撕下，检查镀层是否有脱落。

6.2.2.3 延展性测试：应进行弯曲试验，将带镀层的试样围绕一定直径的心轴弯曲 90°，检查弯曲外侧是否有裂纹。

6.2.3 电学性能试验

6.2.3.1 表面电阻试验：应采用四探针法，用四根等间距排列的探针与镀层表面接触，通入恒流，测量内侧两探针间的电压，计算得到方块电阻。

6.2.3.2 导电性试验：通过测量镀层在特定高频下的表面电阻或插入损耗，间接评估其高频导电性。

6.2.3.3 接触阻抗试验：应采用低电阻测试仪，模拟实际使用条件，测量一对镀金接触件在闭合状态下的电阻。

6.2.4 表面质量检验

- 6.2.4.1 外观检验：在规定的日照条件下，由视力正常的检验人员目视检查。
- 6.2.4.2 表面粗糙度（Ra）测量：使用接触式表面轮廓仪或非接触式光学轮廓仪，沿评定长度测量轮廓偏差，计算算术平均偏差 Ra。
- 6.2.4.3 孔隙率测定：采用图形法，通过检测贯穿至基底金属的孔隙数量来评定。
- 6.2.4.4 污物检验：结合目视检查与溶剂擦拭法。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验，检验项目见表3。

表3 检验项目

检验项目	出厂检验	型式检验
外观	√	√
厚度	√	√
结合力	√	√
表面粗糙度（Ra）	—	√
孔隙率	—	√
显微硬度	—	—
延展性	—	√
表面电阻	—	√
注：“√”表示需进行检验的项目，“—”表示不需进行检验的项目。		

7.2 出厂检验

- 7.2.1 每批产品出厂前，应由生产方质量检验部门按表3的规定进行出厂检验。
- 7.2.2 检验项目应由供需双方协商确定。
- 7.2.3 经检验合格的产品，应附有产品质量合格证，方可出厂。

7.3 型式检验

- 7.3.1 型式检验项目见表3，在下列情况之一时应进行型式检验：
- 新产品投产或老产品转产的试制定型鉴定；
 - 正式生产后，如原料、配方、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
 - 正常生产时，应定期进行一次；
 - 产品长期停产后，恢复生产时；
 - 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
 - 国家质量监督机构或客户提出型式检验要求时。
- 7.3.2 型式检验的样品应从经出厂检验合格的产品中抽取。

7.4 抽样方案

- 7.4.1 组批规则：以同一配方、同一工艺、稳定连续生产的一定数量的产品为一个检验批。
- 7.4.2 抽样方法：应按照 GB/T 2828.1—2012 的要求，采用随机抽样方法。
- 7.4.3 取样应在洁净环境下进行，样品应立即密封保存，并做好标识。

7.5 判定规则

- 7.5.1 出厂检验和型式检验的所有项目均符合本文件要求时，则判定该批产品为合格品。
- 7.5.2 检验结果中如有不合格项，允许从同批产品中加倍取样对不合格项进行复检。若复检结果符合要求，则仍判定该批产品为合格品；若复检结果仍不合格，则判定该批产品为不合格品。

7.5.3 对于型式检验，若环境保护、安全等指标有一项不合格，则判定该次型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

每个包装单元应清晰标明以下信息：

- a) 产品名称、规格型号；
- b) 镀金层厚度、批号；
- c) 生产日期、保质期；
- d) 生产厂家名称、地址；
- e) 环保标志及无氰镀金标识。

8.2 包装

镀金元器件应采用防静电、防潮包装材料，避免相互碰撞和摩擦。精密元件应使用专用载具固定。

8.3 运输

运输过程中应防止剧烈震动、潮湿、腐蚀性气体和机械损伤。不得与化学药品混装运输。

8.4 贮存

- 8.4.1 环境条件：温度 15℃～35℃，相对湿度<70%。
- 8.4.2 贮存场所：清洁、干燥、无腐蚀性气体。
- 8.4.3 贮存期限：自生产之日起一般不超过 12 个月。

参 考 文 献

- [1] 焦玉, 李哲, 任长友, 等. 应用于封装凸块的亚硫酸盐无氰电镀金工艺[J]. 电镀与涂饰, 2024, 43(05): 39-45.
 - [2] 张宁, 李哲, 任长友等. 亚硫酸盐无氰体系电镀金凸块性能的影响因素[J]. 电镀与涂饰, 2024, 43(11): 1-7.
 - [3] 杨澜燕, 杨富国, 郭颖健, 等. 无氰镀金工艺的研究进展[C]//中国表面工程协会转化膜专业委员会. 2021'全国转化膜及表面精饰技术论坛论文集. 佛山科学技术学院环境与化学工程学院;, 2021: 81-83.
 - [4] 杨潇薇. 无氰电镀金的研究进展[J]. 电镀与精饰, 2018, 40(05): 19-25.
 - [5] 刘仁志. 镀金与无氰镀金应用述评[J]. 电镀与精饰, 2013, 35(05): 23-26.
-