

T/TMAC

团 体 标 准

T/TMAC XXXX—2025

ArF 光刻胶制备工艺技术要求

Technical requirements for preparation of ArF photoresist

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。

已授权的专利证明材料为专利证书复印件或扉页，已公开但尚未授权的专利申请证明材料为专利公开通知书复印件或扉页，未公开的专利申请的证明材料为专利申请号和申请日期。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国技术市场协会 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 基本要求 1

 4.1 生产企业 1

 4.2 设备要求 1

5 制备工艺流程 1

 5.1 工艺流程 1

 5.2 配料 2

 5.3 溶解 2

 5.4 混合 2

 5.5 过滤 3

 5.6 脱泡 3

 5.7 灌装 3

 5.8 过程记录与追溯 3

6 关键工艺参数 4

7 技术要求 4

 7.1 树脂 4

 7.2 光酸发生剂（PAG） 4

 7.3 溶剂 4

8 环境与安全要求 4

 8.1 洁净环境 4

 8.2 安全防护 4

9 质量控制与检测方法 4

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。

本文件由中国技术市场协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

ArF 光刻胶制备工艺技术要求

1 范围

本文件规定了ArF光刻胶（193 nm波长）的制备工艺基本要求、制备工艺流程、关键工艺参数、技术要求、环境与安全要求、质量控制与检测方法。

本文件适用于集成电路制造用ArF干法和ArF浸没式光刻胶制备工艺。

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 13306 标牌

GB/T19001 质量管理体系 要求

GB/T 25915.1 洁净室及相关受控环境 第1部分：按粒子浓度划分空气洁净度等级

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

ArF 光刻胶 ArF photoresist

以193 nm波长ArF准分子激光为曝光光源的光刻胶，由树脂、光致产酸剂、溶剂及添加剂组成，通过光化学反应实现图形转移。

3.2

光酸发生剂（PAG） photoacid generator

在193 nm光照下分解产生强酸（如磺酸），引发树脂化学变化的化合物。

4 基本要求

4.1 生产企业

4.1.1 应建立符合 GB/T 19001 的质量管理体系，具备完整的工艺文件、过程记录及追溯系统。

4.1.2 生产人员应经过半导体材料生产专项培训，熟悉光刻胶化学特性及安全操作规范。

4.2 设备要求

4.2.1 搅拌釜、过滤器、脱泡机等制备设备应采用惰性材料 316L 不锈钢、PTFE。

4.2.2 高精度天平、粒度仪等关键设备应定期校准，校准记录保存至少 3 年。

5 制备工艺流程

5.1 工艺流程

工艺流程应符合图1。

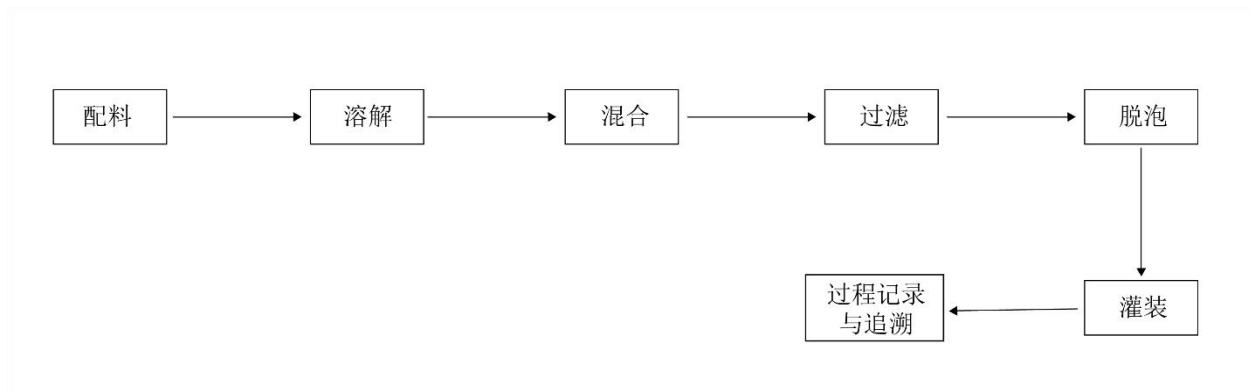


图 1 工艺流程图

5.2 配料

5.2.1 原材料预处理

5.2.1.1 树脂预处理：固态树脂应在真空干燥箱中于 60 ± 5 °C、真空度 100 Pa 条件下干燥 12 ± 2 h，干燥后水分含量不应超过 0.1%。

5.2.1.2 溶剂纯化：溶剂使用前应经 $0.1 \mu\text{m}$ 滤芯过滤，并通入高纯氮气（纯度 $\geq 99.999\%$ ）鼓泡 30 min，去除溶解氧，残留氧含量不应大于 50 ppm。

5.2.2 称量操作

5.2.2.1 称量环境应符合 Class 5 洁净室要求，符合 GB/T 25915.1 的规定，操作台面应铺防静电橡胶垫，表面电阻 $10^6 \sim 10^9 \Omega$ 。

5.2.2.2 采用精度 0.001 mg 的电子天平进行称量，称量前用标准砝码校准。

5.2.2.3 各组分称量允许偏差：树脂不应大于 $\pm 0.2\%$ ，PAG 不应大于 $\pm 0.1\%$ ，添加剂不应大于 $\pm 0.05\%$ ，溶剂不应大于 $\pm 0.5\%$ 。

5.2.3 配料记录与核对

称量后应立即记录各组分名称、批号、理论用量、实际用量及偏差值，由双人复核并签字确认。

5.3 溶解

5.3.1 投料顺序与方式

5.3.1.1 应按“溶剂→树脂→PAG→添加剂”的顺序投料，树脂分 3 次加入，每次加入后搅拌 10 min 至初步分散。

5.3.1.2 投料过程中搅拌釜内应维持微正压（50~100 Pa），防止外部污染物吸入。

5.3.2 溶解参数控制

5.3.2.1 搅拌参数：初始搅拌速度 200 rpm，逐步提升至 400 ± 50 rpm，搅拌桨类型为锚式+分散盘组合。

5.3.2.2 温度控制：采用水浴加热，升温速率不应大于 2 °C/min，目标温度 25 ± 1 °C，温度波动幅度不应超过 ± 0.5 °C。

5.3.2.3 溶解时间：总溶解时间 2 ± 0.5 h，每隔 30 min 取样检测溶液浊度。

5.3.3 氮气保护系统

氮气流量控制在 $0.5 \sim 1$ L/min，经 $0.01 \mu\text{m}$ 过滤器过滤后通入搅拌釜气相空间，尾气通过活性炭吸附装置排放。

5.4 混合

5.4.1 PAG 与添加剂加入

- 5.4.1.1 PAG 应配制成 10%浓度的母液后滴加（滴加速度 5~10 mL/min），滴加完毕后继续搅拌 20 min。
- 5.4.1.2 添加剂按“先固体后液体”顺序加入，固体添加剂经玛瑙研钵研磨至粒径小于 5 μm 后加入。

5.4.2 混合均匀性验证

混合结束后，应在搅拌釜上、中、下三点取样，检测各点固含量偏差及紫外吸光度偏差。

5.5 过滤

5.5.1 过滤系统准备

- 5.5.1.1 滤芯使用前应经超纯水超声清洗，并进行完整性测试。
- 5.5.1.2 过滤管路采用 316L 不锈钢材质，接口处使用 VCR 密封，组装后进行氦检漏。

5.5.2 两级过滤工艺

- 5.5.2.1 初级过滤：0.45 μm PTFE 折叠滤芯，操作压力 0.1~0.2 MPa，滤速控制在 50~100 mL/min。
- 5.5.2.2 终端过滤：0.2 μm 金属烧结钛滤芯，过滤前用溶剂预润湿。

5.5.3 过滤后检测

每批次过滤后取样检测颗粒数：0.1 μm 及以上的颗粒不应大于 10 个/mL，金属离子总含量不应大于 5 ppb。

5.6 脱泡

5.6.1 真空-超声联合脱泡参数

- 5.6.1.1 真空系统：采用两级真空泵（前级机械泵+罗茨泵），极限真空度不应大于 10 Pa，抽真空速率不应大于 5 Pa/min（避免暴沸）。
- 5.6.1.2 超声参数：频率 40 ± 2 kHz，功率密度 1.0~1.5 W/cm²，超声探头浸入深度为液面以下 1/3 处，每 15 min 旋转 60° 以确保均匀性。

5.6.2 脱泡终点判定

- 5.6.2.1 脱泡 30 min 后，取样在相差显微镜（400 $\times$ ）下观察，视野内（0.1 mm²）气泡数量不应超过 1 个，且单个气泡直径不应超过 0.5 μm 。
- 5.6.2.2 脱泡后溶液应立即进行粘度检测（与目标值偏差不应大于 $\pm 3\%$ ），防止静置过程中二次起泡。

5.7 灌装

5.7.1 容器预处理

- 5.7.1.1 石英瓶内壁应经电抛光，并依次用 10% HF 溶液浸泡 30 min、超纯水冲洗至 pH 6.5~7.5，最后在 121 $^{\circ}\text{C}$ 饱和蒸汽灭菌 30 min。
- 5.7.1.2 瓶盖密封圈采用全氟醚橡胶（硬度 70 ± 5 Shore A），使用前经 γ 射线灭菌。

5.7.2 灌装工艺控制

- 5.7.2.1 采用蠕动泵灌装，流速控制在 10~20 mL/min，灌装量精度为目标值的 $\pm 0.2\%$ 。
- 5.7.2.2 灌装针头应距离瓶底 2~3 cm，避免产生湍流，灌装后立即通入高纯氮气，压力 0.05 MPa，时间 10 s，置换顶空氧气。

5.7.3 密封与标识

- 5.7.3.1 瓶盖旋紧扭矩控制在 0.8~1.2 N·m，旋紧后进行氦气泄漏测试，泄漏率不应大于 5×10^{-6} Pa·m³/s。
- 5.7.3.2 标签应包含唯一追溯码，采用激光打标，字符高度不应小于 2 mm，清晰度等级不应小于 GB/T 13306 规定的 2 级。

5.8 过程记录与追溯

- 5.8.1 各工艺步骤应实时记录温度、压力、时间等关键参数，数据采集频率不应超过 1 次/min，记录

保存期限不少于 5 年。

5.8.2 每批次产品应生成工艺追溯报告，包含原材料信息、设备运行曲线、检测结果及异常处理记录，随产品交付客户。

6 关键工艺参数

关键工艺参数控制要求应符合表1的规定。

表 1 工艺参数

序号	工艺步骤	控制参数	允许范围	监测频率
1	溶解	搅拌速度	200~500 rpm	每批次
2	溶解	温度	25±2 ℃	连续监测
3	过滤	终端过滤压差	≤0.3 MPa	每小时
4	脱泡	真空度	≤50 Pa	连续监测
5	灌装	环境洁净度	Class 5	每日

7 技术要求

7.1 树脂

7.1.1 纯度不应小于 99.9%，分子量分布（Mw/Mn）1.2~1.5，玻璃化温度（Tg）不应小于 120 ℃。

7.1.2 金属离子含量（Na⁺、K⁺、Fe³⁺）：每元素不应大于 1 ppm；颗粒度（≥0.5 μm）不应大于 10 个/mL。

7.2 光酸发生剂（PAG）

7.2.1 纯度不应小于 99.5%，在 193 nm 处摩尔消光系数 ε =500~1500 L/(mol·cm)。

7.2.2 热分解温度不应低于 180 ℃。

7.3 溶剂

溶剂（如丙二醇甲醚醋酸酯）纯度不应小于99.9%，水分含量不应大于50 ppm，金属离子总含量不应大于5 ppm。

8 环境与安全要求

8.1 洁净环境

8.1.1 生产区洁净度等级：

a) 配料、灌装区：Class 5；

b) 仓储区：Class 7。

8.1.2 温湿度控制：温度 23±2 ℃，相对湿度 45±5%，波动幅度不应大于±1 ℃/h、±5%/h。

8.2 安全防护

8.2.1 操作人员应佩戴耐酸碱手套、护目镜及防静电服，接触 PAG 时应额外配备防尘面具。

8.2.2 生产区应设置有毒气体检测报警装置，废气经焚烧+活性炭吸附处理后排放。

9 质量控制与检测方法

常规检测项目应符合表2的规定。

表 2

检测项目	检测方法	指标要求
粘度（25 ℃）	旋转粘度计	10~50 mPa·s
固含量	热重分析法（150 ℃，30 min）	15±0.5%

检测项目	检测方法	指标要求
金属杂质	ICP-MS（GB/T 37864）	总金属≤0.1 μg/kg
光刻性能	193 nm曝光机测试	线宽分辨率≤32 nm