
ICS 25.020
CCS C 309

团 体 标 准

T/CI XXXX—2025

半导体设备高分子材料零部件精密机械 加工工艺技术规范

Technical specification for precision machining of quartz
components for semiconductor equipment

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国电子节能技术协会 发布

目次

1	范围	4
2	规范性引用文件	4
3	术语和定义	4
4	产品工艺分类和标记	9
5	技术要求	11
6	检验规则	27
7	包装、运输和贮存	31

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020 《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。

本文件由北京亚泽中保集成技术服务有限公司提出。

本文件由中国电子节能技术协会归口。

本文件起草单位：XXXXXXX。

本文件主要起草人：XXXXXXX。

半导体设备高分子材料零部件精密机械加工工艺技术规范

1 范围

本文件规定了半导体设备用石英材料零部件精密机械加工工艺技术规范产品工艺的分类、相关产品加工技术要求、产品逆向开发设计流程、产品质量检验标准、原材料类别、包装、运输和贮存。

本文件适用于半导体设备用石英材料零部件精密机械加工，包括但不限于平磨、精研磨、加工中心作业、蚀刻、机械抛光、火抛光、喷砂、火焊接。

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 1031 产品几何技术规范(GPS)

GB/T 4122.4—2010《包装术语 第4部分：材料与容器》

GB/T 15757 产品几何量技术规范(GPS) 表面缺陷 术语、定义及参数

GB/T 25915.1-2021 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

GB 30000 化学品分类和标签规范

GB/T 42800-2023 高纯不透明石英玻璃

JC/T 181-2011 半导体用透明石英玻璃器件

JC/T 597-2011 半导体用透明石英玻璃管

JC/T 2064-2011 半导体用透明石英玻璃棒

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

石英玻璃零部件 quartz glass

主要成分是二氧化硅(SiO₂)，其微观结构由SiO₂四面体组成，具有高纯度、高透光性、高热稳定性、低膨胀系数和优良的化学稳定性。石英玻璃零部件用于半导体设备中的石英玻璃制品，包括但不限于石英管、石英舟、石英环、石英坩埚等。

3.2

高温区器件 high-temperature zone device

是指在半导体制造过程中用于高温工艺（如扩散、氧化等）的石英玻璃制品。

3.3

石英坩埚 quartz crucible

用于生长单晶硅的容器，有高纯度、耐高温、热稳定性好、不易变形的特性，且杂质含量低。

3.4

石英扩散管 quartz diffusion tube

用于半导体扩散工艺的石英玻璃管，有高纯度、抗高温变形性好的特性，其纯度和几何尺寸直接影响集成电路的质量。

3.5

石英舟及支架 Quartz Boat and Support

用于承载单晶硅片进行扩散、氧化、CVD 沉积等工艺的器具，有高纯度、耐高温、尺寸精度高的特性。

3.6

石英玻璃观察窗 quartz glass observation window

是一种由高纯度石英玻璃制成的光学元件，用于半导体设备或其他高温、高真空环境中的观察窗口，具有高透光性，高温耐受性，化学稳定性，和低热膨胀系数。

3.7

低温区器件 low-temperature zone device

指在半导体制造过程中用于低温工艺（如刻蚀、光刻、清洗等）的石英玻璃制品。

3.8

石英法兰 quartz flange

与石英玻璃扩散管配套使用，起连接作用，有良好的密封性和连接稳定性。

3.9

石英环 quartz ring

用于半导体硅片刻蚀工艺，保护腔体免受污染，有耐腐蚀、耐高温的特性。

3.10

石英清洗槽 quartz cleaning vessel

用于半导体器件的清洗工艺，有耐腐蚀、易于清洗、无污染的特性。

3.11

石英玻璃基片 Quartz Glass Substrate

作为半导体器件的基底材料。高纯度、平整度好、易于加工的特性。

3.12

石英钟罩 quartz bell jar

用于多晶硅还原或单晶硅延伸工艺的石英玻璃容器，高纯度、耐高温、尺寸稳定的特性。

3.13

精密机械研磨加工 precision mechanical grinding process

指通过高精度的设备、工具和工艺，对工件进行精细的切削、磨削等操作，以达到极高的尺寸精度、形状精度和表面质量。

3.14

平面研削作业 surface grinding operation

平面研削作业是一种高精度的表面加工技术，通过使用研磨工具（如砂轮或磨石）对工件表面进行切削，以达到高精度的平面度、平行度和表面粗糙度要求。

3.15

精研磨作业 precision lapping, LAP

指对高纯石英材料进行高精度表面加工的过程，以满足半导体制造中对零部件的严格要求。该工艺通过使用高精度研磨机和优化的研磨参数，利用研磨液和研磨机上下定盘对产品端面进行双面磨削确保石英材料表面达到极高的平面度、平行度和低表面粗糙度，它可以是抛光岗位的前道工序，也可以是对产品端面的精磨削。

3.16

精密切削加工 precision cutting

依靠高精度机床和精细刃磨的刀具，通过极低或极高的切削速度、小切深和小进给量去除工件表面极薄一层材料，使石英工件达到图纸要求规格和尺寸，显著提高零件的加工精度和表面质量。

3.17

加工中心（MC）机床切削作业 MC cutting operations

一种高度自动化的数控机床，具备自动换刀功能，能够完成多种切削操作，如铣削、钻孔、镗孔、攻丝、铰削等。它通过数控系统（CNC）控制刀具和工件的运动，实现对半导体用石英材料零部件高精度、高效率的加工。

3.18

车床切削作业 lathe cutting operations

指利用车床（Lathe）对石英材料进行旋转切削加工的过程。该工艺主要用于制造高精度的石英零部件，如石英管、石英棒、石英环等。车床加工通过旋转工件并使用刀具进行切削，能够实现高精度的外圆、内孔、端面等加工，同时保证尺寸精度和表面光洁度。石英材料的加工需要特别注意其脆性，因此加工过程中需要严格控制切削参数。

3.19

粘蜡作业 quartz product waxing process

指在石英产品加工过程中，通过将石英零部件通过蜡料与石英定盘结合，形成蜡模或固定石英部件的工艺。该工艺主要用于固定石英产品、便于后续加工 MC 机床加工，同时减少加工过程中的损伤。

3.20

煮沸洗净作业 boiling cleaning process

指通过将石英产品在高温液体（通常是去 80℃-100℃ 的去离子水，水中含有相应量的洗净粉）中煮沸 15mins，利用高温和液体的物理、化学作用去除表面杂质和污染物的清洗工艺。

3.21

刻蚀作业 etching process

指通过浓度为 20% 的氢氟酸溶液对石英零部件浸泡 40-50mins，使零件表面发生化学反应，用于去除表面围观层的石英破碎颗粒，保留由完整石英颗粒构造形成的产品表面。

3.22

机械抛光作业 mechanical polishing process

是指利用机械手段（如双面抛光机床、抛光液等）对石英材料表面进行加工，以去除表面缺陷、磨痕和亚表面损伤，最终获得高光洁度、低粗糙度的镜面或超镜面效果。

3.23

火抛光作业 fire polishing

指一种用于石英产品表面处理的技术，通过高温火焰使石英表面短暂熔化，利用表面张力的作用使表面变得光滑透明。这种工艺广泛应用于石英玻璃制品的加工中，用于去除表面的磨痕、划痕和亚表面损伤，从而提升表面质量和光学性能。

3.24

火焊接作业 fire welding operation

指一种利用火焰作为热源进行焊接的工艺，使用气体火焰（氢氧焰）将待焊接的母材石英零部件的局部熔化，利用高温熔融的石英焊棒填充焊缝，使两枚或多枚石英部品，连接在一起，最终形成石英零部件成品。

3.25

退火作业 annealing

指一种热处理工艺，通过将石英制品加热至特定温度并保持一段时间，随后缓慢冷却，以释放内部应力、消除缺陷、改善物理性能，从而降低断裂率和漏率。对于石英制品，退火过程通常在 1150°C 左右进行，这一温度在石英玻璃的应变点之上，保温一段时间可以消除加工过程中产生的内应力。

3.26

化学洗净作业 chemical washing process

指通过化学方法去除石英产品表面的污染物、金属离子、有机物和无机物残留的过程。化学洗净通常包括多个步骤，如预清洗、酸洗、螯合剂处理、超声波清洗和纯水漂洗等，以确保石英产品达到高洁净度要求。

3.27

纯水洗净 deionized water cleaning

指使用高纯度去离子水（Deionized Water, DI Water）对石英制品进行清洗的过程，其中包括漂洗和冲淋，旨在去除表面残留的有机物、无机物和微粒杂质，确保石英制品达到高洁净度要求。纯水洗净通常结合超声波技术使用，以增强清洗效果。

3.28

喷砂作业 sandblasting operation

指一种表面处理工艺，通过使用压缩空气将喷砂粉高速喷射到工件表面，以实现石英零件表面砂洗处理及表面粗糙度处理。

4 产品工艺分类和标记

根据产品加工工艺要求对产品进行分类，并制定每个产品单独的生产工艺流程卡。

4.1 产品工艺分类流程图

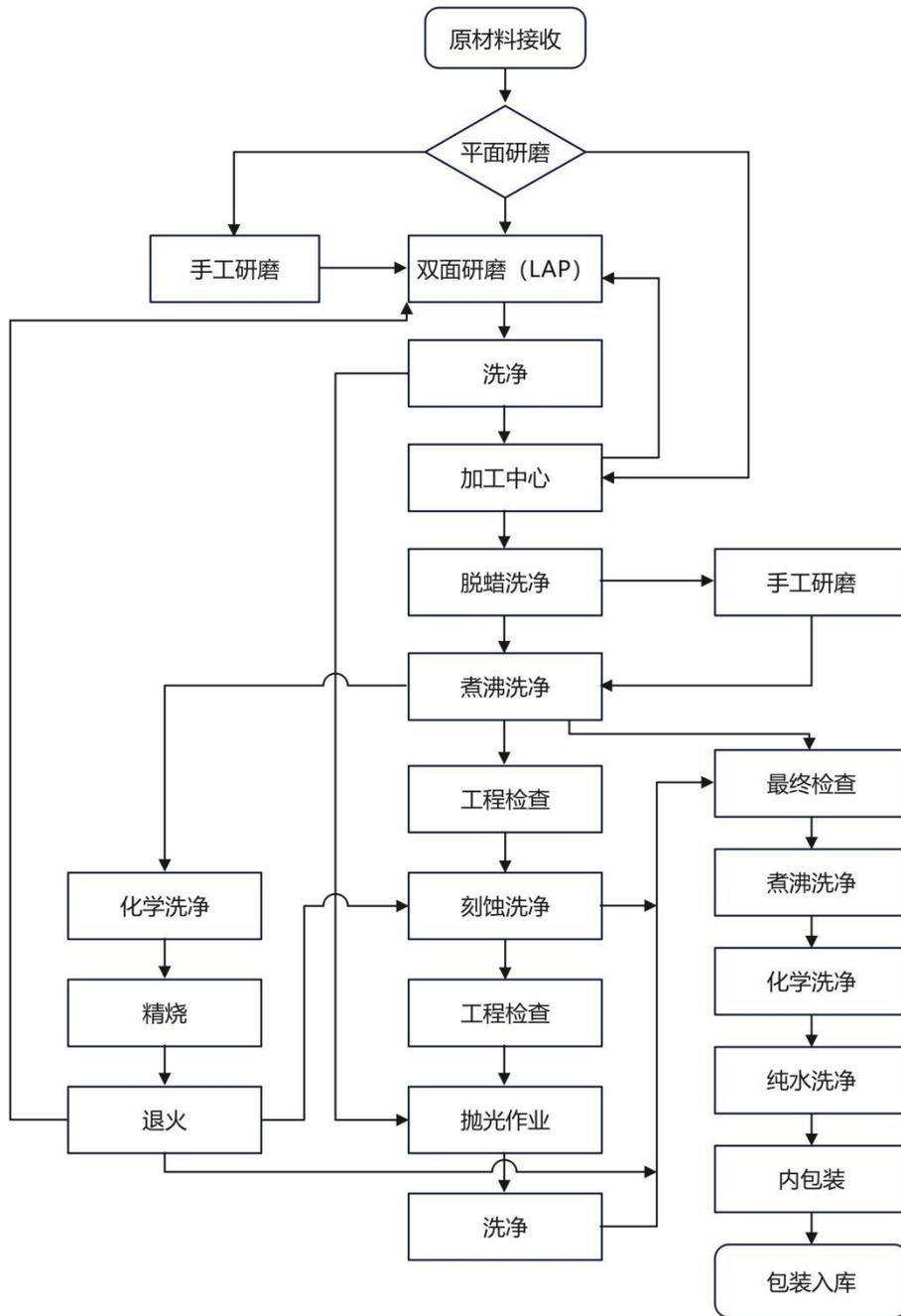


图 1 产品工艺分类流程图

4.2 制定产品的生产工艺流程卡 (POR)

生产工艺流程卡（POR），规定了石英零件在生产加工过程中的工序流程，设备使用，过程控制，检验方法，产品批次，各项参数控制，生产人员跟踪，时间日期等。用于零件加工过程中各工序的确认和流转，以及后期的产品追踪。

5 技术要求

技术要求规定了石英零部件生产过程中各工艺的相关技术标准，以及各项控制规程。

5.1 平面研削作业技术要求

5.1.1 设备与工具要求

- a) 使用平面研削机进行石英板材加工；
- b) 配备 H50.00mm 标准对刀块（材料不限）用于确认砂轮高度；
- c) 金刚砂轮需定期修正；
- d) 配备日常点检表和记录工具（如记录本、清洁工具等）。

5.1.2 操作前准备

- a) 每日开机前进行设备点检并记录；
- b) 使用标准对刀块确认砂轮高度，并在控制面板上设定基准高度；
- c) 根据加工产品厚度设置主轴上升高度，最大不超过 350mm；
- d) 每日清理分离机储渣罐并记录清理时间及次序。

5.1.3 加工过程要求如下：

- a) 产品装夹：板材非研削面必须保持洁净，固定要充分夹紧，防止加工过程中松动或甩出；
- b) 研削厚度设定：先设定第二定尺寸，再设定第一定尺寸（第一定尺寸比第二定尺寸大 0.1mm）；
- c) 砂轮下降控制：粗加工时，砂轮距离板 0.5mm；精加工时，砂轮距离板 0.3mm；
- d) 安全检查：砂轮下降后，用脚踏点动开关旋转工作平台至少一周，确认材料最高点与砂轮无接触；
- e) 加工参数设置：确保主轴运转电流稳定后，开始自动运转；
- f) 加工结束检查：机床加工结束后，确认产品加工状态，关闭电磁开关并取出产品。

5.1.4 设备维护与保养

- a) 每日按照点检表要求进行日常点检和保养；
- b) 加工结束后，清洁工作平台，保持干燥，防止生锈；
- c) 自检产品平行度，若超出 0.03mm，需及时调整机床主轴。

5.1.5 安全与质量要求

-
- a) 机床防护门在加工过程中必须关闭;
 - b) 加工结束后, 确保工作台面干燥, 防止生锈;
 - c) 产品加工后厚度均匀, 平行度控制在 0.03mm 以内。

5.2 精研磨作业技术要求

5.2.1 加工设备及工具

- a) 设备: 研磨机、搅拌机、水泵、超声波洗净机;
- b) 工具及耗材: 研磨粉 (1000#)、过滤网袋、数显螺旋千分尺、夹具齿轮、橡胶刮刀、洗净盒、防护手套等;
- c) 辅助设备: 洗净槽、HF 槽、计算器。

5.2.2 作业环境

- a) 空气清洁: 保持空气流畅, 无粉尘污染;
- b) 地面条件: 地面坚固平整, 保持室内干净。

5.2.3 人员资质

- a) 专业技能: 作业人员必须通过专业技能培训和安全培训, 考核合格后方可独立上岗作业;
- b) 指导作业: 未考核合格的员工作业必须在专人的指导下进行。

5.2.4 安全防护

防护用具: 作业时必须佩戴防酸面罩、防酸手套、防酸围裙。

5.2.5 作业前准备

设备点检: 对研磨机和超声波洗净机进行点检, 确保设备正常运行。

5.2.6 产品受入

- a) 文件检查: 检查图纸、POR (工艺流程表) 和现品票是否填写完整, 不完整则返回上道工序;
- b) 外观检查: 根据图纸要求检查产品缺口、裂纹、划伤等外观不良, 无法加工去除的返回上道工序;
- c) 尺寸检查: 测量产品尺寸, 确认是否有足够的加工余量。

5.2.7 产品加工

- a) 设备操作: 上定盘顺时针转动, 下定盘逆时针转动, 外齿圈及内齿圈均为逆时针转动。
- b) LAP 机参数设定: 主轴转速 35, 压力 100g/cm²。

c) 研磨液使用：使用前检查研磨粉/研磨油的外包装及原料状态，确认合格后使用，并填写《精研磨室研磨粉/研磨油点检表》。

5.2.8 清洗

超声波清洗：使用超声波洗净机，工作频率 28kHz，单个震子电流 1.8A。

5.2.9 产品送检

抽检要求：同一批加工的产品需送工程检查室进行抽检；打样品需送净空房检查室进行抽检。

5.2.10 作业结束

- a) 现场清理：对工作区域进行定置、定位、清洁、清扫；
- b) 交接班：将当班情况和下一个班所需作业内容与接班人员进行交接。

5.2.11 注意事项

- a) 研磨液检查：使用前检查研磨粉的目数、是否有坨块、是否漏粉；检查研磨油的包装桶及颜色；
- b) 点检周期：研磨粉/研磨油的点检周期为每天一次。

5.3 粘蜡作业技术要求

5.3.1 作业程序要点

5.3.1.1 作业前准备

- a) 定盘选择；
- b) 产品外形尺寸需小于定盘最大有效区域外形尺寸；
- c) 定盘平面度控制在 0.03mm 以内，通过加工中心机床及百分比机测定；
- d) 蜡选择：根据产品外形尺寸、机床切削液类型及加工时间选择蜡的种类，具体如下表：

表 1 蜡的种类

项目	调制石蜡	进口石蜡	高强度石蜡
特性	粘性较低、抗腐蚀性较低	粘性较强、熔点较低	熔点高、粘性强、抗腐蚀性强
产品外形尺寸 (以环形产品为例)	内外径差在 \varnothing 40mm 以下	内外径差在 \varnothing 40mm 以下	内外径差在 \varnothing 20mm 以下
适用场合 (使用切削液类型)	水性切削液使用	油性切削液使用	水性切削液与油性切削液都适用

加工时间	长时间加工产品（超过 24H），选用进口石蜡		---
制作方法	厂内制作(具体见 3.3)	直接购买	直接购买
对产品厚度影响程度	对产品的厚度影响非常小，大概在 0.01 ~ 0.02mm 左右,可以忽略不计。	对产品的厚度影响非常小，大概在 0.01 ~ 0.02mm 左右,可以忽略不计。	对产品厚度有一定影响，大概在 0.03~0.05mm 左右，需考虑对产品厚度的影响。

e)清理加热平台：确保铁板表面卫生；

f)加热平台设置：打开电源，温度设定在 170°C±10°C，并在表面铺上干净纸。

5.3.2 作业步骤

a)清洁与检查：用无屑纱布沾酒精擦干净石英材料、定盘和玻璃需粘着的一面，要求无灰尘、油污；待加工品粘蜡前进行外观自检，确认无缺口、裂纹等不良；

b)标记涂蜡区域：用铅笔按产品形状在定盘上画印子；

c)加热：将擦拭干净的石英材料、定盘和玻璃放在加热平台上加热。

5.3.3 产品粘蜡方法：

a)使用玻璃粘蜡：在定盘铅笔印区域内涂石蜡，放上干净玻璃，按住来回小幅度移动按出气泡，再在玻璃上涂石蜡，放上产品，轻轻来回移动压出气泡，确保被加工区域无气泡，产品与玻璃上下整齐、形状吻合。；

b)不使用玻璃粘蜡：在定盘铅笔印区域内涂石蜡，放上需粘蜡面产品，按住产品轻轻来回移动压出气泡，确保加工区域无气泡；

c)涂蜡要求：根据产品粘着范围大小涂蜡，尽量减少蜡用量。

5.3.4 冷却与清理：

a)将粘有产品的定盘从加热平台取下，放在冷却平台冷却，用纱布或擦拭纸擦干净产品四周多余石蜡；

b)水冷却方法：待冷却产品较多或需尽快冷却时，可先用手轻推产品确认蜡凝固后，用冷水冲淋加快冷却速度。

5.3.5 “调制石蜡” 制作方法

a)配比：将日本产 135 度白石蜡与国产松香按重量比 2:1 放入干净不锈钢桶，一般用 5 公斤石蜡配 2.5 公斤松香。

b)加热：加热平台设置为 170°C，加热不锈钢桶，石蜡熔化后继续维持 170°C保温加热 10 小时；

c) 搅拌：加热完成后，加入 5 毫升食用麻油并搅拌均匀；

d) 冷却：从加热平台取下，放在地上自然冷却半小时，再倒入一次性纸杯中自然冷却成形。

5.3.6 注意事项

a) 作业者需戴干净白线手套，防止烫伤；

b) 双手向下压产品时，用力不可过猛；

c) 从加热平台往冷却平台移动时，注意产品不能移动，必要时用挡块靠牢；

d) 多枚产品叠粘蜡时，压好气泡后，用垂直治具将产品靠牢，保证平整。

e) 石墨定盘不能使用调制石蜡；

f) 调制石蜡易溶于油性切削液，不宜用于油性切削液设备，如使用，粘接面须大于内外径差 100mm 以上；进口石蜡微溶于油性切削液，不溶于水性切削液，但粘接强度相对较差，对于粘接面积小（内外径差小于 40mm）的产品，须用治具固定；高强度石蜡粘接强度高，但蜡层厚度难控制且难脱脂洗净，一般只用于粘接面积小的产品（内外径差 20mm 以下），脱蜡时不能用火枪烧或在加热平台上加热脱蜡，应直接放脱蜡槽用九重电气洗净粉脱蜡。

5.4 手工研磨作业技术要求

5.4.1 作业程序要点

1) 作业前准备：

a) 作业着装：按规定佩戴防尘口罩、眼镜、耳塞；作业过程中裸手不能直接接触产品，必须戴棉线手套；

b) 磨片准备：磨片品牌为 TD10015 - LLC，目数 120 目，磨片直径需超过 85mm。

底部螺母拧紧，防止磨片脱落。气枪金属头末端套塑料套，确保金属头不外露，防止末端碰撞产品。

5.4.2 作业步骤

a) 倒外径：产品与磨光机磨片呈 45°。严禁磨光机其他部位与产品表面接触；

b) 倒内径：产品与磨光机磨片呈 45°。严禁磨光机其他部位与产品表面接触，注意安全罩是否撞到产品。

5.4.3 清洁产品：使用气枪吹干净产品表面的石英粉末和石英颗粒残留。

自检：使用标准的 C/R 角规对倒角作业后的产品进行检查，C/R 角规作为标准鉴本。

5.4.4 注意事项

a) 作业者作业时必须戴上干净白线手套，防止手被磨光机划伤；

b) 进行倒角时，操作速度不应过快。

5.5 加工中心机加工作业技术要求

5.5.1 作业程序要点

5.5.2 作业前准备

- a) 机床点检：依据《加工中心日常点检表》进行点检，确保机床状态良好；
- b) 温度管理：按照《车间温度控制管理规定》对作业车间温度进行管控。

5.5.3 产品受入作业

- a) 文件检查：检查受入产品图纸、POR（工艺流程表）是否填写完整，不完整则退回上道工序补充；
- b) 外观检查：检查产品有无缺口、裂纹、划伤等外观不良，能加工去除的可继续加工，反之退回上道工序。

5.5.4 加工作业

- a) 产品和定盘固定：参照产品粘蜡作业标准，不用定盘时，用 3 - 4 块压块固定产品，直径小于 200mm 以下产品可用 2 块压块固定；
- b) 程序编辑、命名：遵循《加工中心岗位程序管理规定》进行操作；
- c) 刀具领用、登记：按照《加工中心岗位刀具管理规程》执行；
- d) 刀具选择：参考《加工中心岗位刀具选择作业指导书》挑选合适刀具；
- e) 刀具半径计测：粗加工刀具用游标卡尺测量，精加工刀具以试验结果为准；
- f) 产品打表：测定定盘平面度、产品平面度、内径，段差平面度原则上要求小于 0.03mm，精加工段差 0.01mm。

5.5.5 MC 设备作业

- a) 对刀操作，确定刀偏；
- b) 将计测量后各项数据输入到机床工件坐标系中，确认产品的加工初始坐标。

5.5.6 切削启动作业

- a) 作业编辑确认：作业编辑完毕后，加工中心正式起动前，按《加工中心日常点检表》逐一确认，正常品二次确认人可为同一人；
- b) 分离机点检：依据《AS - JL - MD - 035 - 2024 - 1 分离机点检表》对分离机进行点检，每三天确认分离机内储渣罐状态，确保石英渣在分离机罐体的 1/3 以下，超过时需清理；
- c) 启动操作检查：启动操作后，MC 操作人员必须确保程序运转一圈无异常后，才可进行其他作业。

5.5.7 作业完成

a)POR 填写与放置：产品开始加工时填写好 POR（工艺流程表），将图纸、POR 放到机床前面的文件袋里；

b)加工后处理：机床加工完成后确认 POR 是否填写好，取下产品后进行脱脂洗净；脱脂洗净后，填写 POR，需去除毛刺及修理的再处理，如程序已倒角不需去毛刺及修理的，产品连同图纸流入煮沸洗净；脱脂或修理后的产品，流入煮沸洗净，洗净后用无尘纸包好，放到干净纸板或周转箱，填写好 POR 后流入下道工序。

5.5.8 切削液的更换

根据设备切削油的类型定期更换，油性切削油更换周期为 1 年，水性切削油更换周期为半年，更换后在设备明显区域记录更换日期。

5.6 刻蚀作业技术要求

5.6.1 受入检查

a)检查环境：在黑色背景墙下完成；

b)检查项目：缺口、裂纹、划伤、异物、污迹等；

c)注意事项：在接受产品前需要冲洗手套；拿取时不得接触到最里面台阶处。

5.6.2 刻蚀工艺流程

a)纯水冲淋：纯水冲淋 3 遍，每遍至少 1 min，使用氮气吹干；

b)纯水浸泡：纯水浸泡 10 - 15 s；

c)产品刻蚀：刻蚀时间 40 mins，每 20 mins 翻转一次产品；

d)纯水浸泡：纯水浸泡 10 - 15 s；

e)TMC4 溶液洗净：浸泡时间 10 ± 1 min，中间不得触碰到产品；

f)纯水浸泡：纯水浸泡 10 - 15 s；

g)纯水漂洗：洗净时间大于 10 s，纯水槽保持持续溢流状态；

h)超声波清洗：超声波洗净槽纯水保持持续溢流状态，超声波洗净时间 20 ± 1 mins，每 10 mins 翻面一次；

i)最后纯水冲淋：冲淋至少 3 遍并且不少于 1 min，使用氮气吹干；

j)纯水漂洗：洗净时间大于 10 s，纯水槽保持持续溢流状态；

k)超声波清洗：超声波洗净槽纯水保持持续溢流状态，超声波洗净时间 20 ± 1 mins，每 10 mins 翻面一次，温度控制在 60°C ，电流为 4.5A；

l)最后纯水冲淋：冲淋至少 3 遍并且不少于 1 min，使用氮气吹干；

m)烘干：烘干温度 $100 \pm 20^{\circ}\text{C}$ ，烘干时间 20 ± 1 mins。

5.6.3 外观检查

a)检查环境：在 80-90ftc (1lm/ft²) 的漫射光下，背景是黑色背景，产品距离检查者视线 500-600mm 之间，距离黑背景 100-500mm 之间。在外观检查的标准环境状态条件下，用肉眼匀速地观察产品外观,对于发现的瑕疵，产品可以使用任何灯光，任何放大倍数，无论多长时间的检查。必要时在放大镜下检查该瑕疵。

b)检查项目：缺口、裂纹、划伤、异物、污迹等。

5.6.4 包装

a)内层包装：尼龙袋抽真空包装；

b)外层包装：PE 袋抽真空包装。

5.6.5 注意事项

a)作业过程中应严格遵守操作规程，确保产品质量和作业安全；

b)在进行超声波清洗时，注意控制好温度和电流，避免对产品造成损伤；

c)烘干过程中，注意温度和时间的控制，防止产品变形或损坏。

5.7 机械抛光品清洗作业要求

5.7.1 设备与工具

超声波洗净机、纯水洗净槽、HF、净槽、丁腈手套、纸板、无尘纸、黑屏灯（用于自检）

5.7.2 加工步骤见表 2

表 2 机械抛光作业加工步骤

步骤		说明	备注
产品洗净前准备工作	清洗超声波、换水	每天使用前对超声波槽进行清洗，并更换纯水。	清洗及换水时必须关闭超声波。
	配液	配液 溶液浓度：0.08±0.05%	HF 酸溶液更换周期：1 次/月。溶液浓度检测周期为 15 日/次。记录在《AS-JL-MD-008-2024-1 抛光室 HF 更换记录》中。
产品拿取	上定盘在高位		安全气缸未锁住上定盘前，严禁身体任何部位进入上下定盘之间。
	取拿产品		取拿产品动作轻缓，防止产品碰撞。

初期清洗	清洗产品	使用纯水反复冲淋产品表面、洗净残留的研磨粉。
HF 洗净	将产品放入 HF 槽中泡洗 5~30 秒	每次清洗，设置计时器时间 5-30 秒，每次只可放置一枚产 品，HF 为强酸，使用过程中 必须带好防护用具
超声波清洗	将 HF 洗净后的产品放入 超声波槽中清洗时间为 5~30 秒	每次清洗，设置计时器时间 5-30 秒，拿一枚产品，手持产 品外径，在超声波中轻轻晃动 清洗
自检	在黑屏灯下对产品外观进 行自检	目视无划伤，缺口等不良现 象
送检/流入下道工序	产品放置	四张洁净无尘纸四个方向包 裹产品产品不直接接触纸板

5.7.3 注意事项

a) HF 操作安全：HF 为强酸溶液，操作中必须小心仔细，规范使用防护用具（如丁腈手套、护目镜等）。如不慎伤及皮肤，应立即用清水冲洗，再使用专用药物处理，并向班组长汇报。HF 溶液必须统一存放，现场不得随意放置。

b) 纯水洗净槽维护：保持纯水洗净槽在洗净时为溢流状态，每天对纯水槽进行清理，确保水质清洁。

c) 个人防护：操作中须戴丁腈手套，避免直接接触 HF 和产品。在 HF 操作区域，必须佩戴防护面罩或护目镜。

d) 产品自检：产品洗净后必须进行自检，确保表面无划伤、缺口等不良现象。自检需在黑屏灯下完成，以便更清晰地观察产品表面。

e) 产品暂存：如果产品因其他原因不能及时洗净，应将产品存放在临时周转箱中，箱内需有水，确保产品完全浸没在水中，保持湿润。

f) 废液处理：HF 废液不得直接排放到下水道内，必须使用专用周转盒盛放，送至废酸液回收站统一处理。

g) 不合格品处理：出现不合格品时，参考《AS-CX-QC-11 不合格控制纠正措施管理程序》进行处理。

5.9 火加工焊接作业技术要求

5.9.1 加工设备

石英集合枪

0 号-7 号石英焊枪（根据焊枪口径大小确定）。

5.9.2 组立焊接前准备

- a) 图纸确认：确认产品图纸（包括尺寸公差、材质、注记等）；
- b) 部品检查：确认部品的规格、数量是否满足加工要求，需要研磨修理、倒角的部品先送研磨工序加工；
- c) 缺陷检查：确认部品上是否有相关缺陷，考虑产品加工可行性，在加工时重点注意；
- d) 清洁检查：火加工前产品必须洗净，保证产品清洁度。确认产品是否洗净，表面有无污渍，如有需重新洗净；
- e) 工具准备：根据待加工石英制品的特性准备好加工需要的用具，如石墨块、专用组立治具、量具、焊枪、防护眼镜等；
- f) 退火预约：对于加工危险较大的石英制品需要事先预约退火炉；
- g) 设备预热：将所需工作台和石墨块等用集合焊枪烘烤去除水分。

5.9.3 组立焊接步骤

5.9.3.1 组立（假接）

- a) 治具搭建：根据图纸要求在工作台上搭好组立治具，将准备好的部品放在治具上；
- b) 尺寸确认：确认相关组立尺寸是否满足要求，准备定位假接；
- c) 基准面调整：对于沟槽类产品，注意基准面的方向，保证假接的基准面始终保持在同一侧，同时调整硅片灵活度，一般要求两侧间隙 0.4-0.6mm；
- d) 假接方式：根据产品的加工强度要求，可分为点假接和小段焊接。一般选用 1 号-3 号焊枪进行点假接，4 号-6 号焊枪进行小段焊接；
- e) 假接要求：点假接时，假接点不能过大（一般 $\phi 1\text{mm}$ 左右），假接点要充分熔透，不可虚焊；小段焊接时，长度一般为 10-30mm，焊接处要充分熔透；
- f) 假接数量：假接点不能过多，一般在同一部品上 3-4 处，保证足够的定位连接强度即可。

5.9.3.2 尺寸确认调整

- a) 尺寸检查：假接后需确认尺寸，若部分尺寸利用现场量具无法自检时需检查室协助检查（三次元、投影仪等）；
- b) 调整方法：根据测量的实际尺寸和图纸要求判定是否需要调整。调整时将假接处火焰烘烤软化，调整组立部品使其满足要求，必要时可借助工治具支撑部品；
- c) 尺寸反弹检查：调整后注意尺寸反弹，等产品适当冷却后需要再次确认调整后实际尺寸。

5.9.3.3 焊接

- a) 尺寸确认：实际尺寸符合图纸要求时进行焊接加工；
- b) 焊枪选择：一般选用 2 号-5 号焊枪焊接，若需要可采用各种大小焊枪配合使用，同时需要根据焊缝大小选择合适的焊棒；
- c) 焊接方法：焊接时需考虑焊接变形，尽可能跳开焊接或对称焊接；
- d) 多人协作：加工危险性大的产品需要多人一同协助加工，注意产品的保温，防止裂开；

e) 焊接质量：焊接时焊接部必须烧干净，焊接时边焊边检查，防止不良的产生。焊接处尽可能光滑过渡，减少凹凸不平。

f) 尺寸复查：焊接后再次确认相关尺寸变化，不良时根据情况进行调整修理。对于危险性大的产品应先退火后再处理，保证产品作业安全；

g) 退火处理：作业完成后进行退火处理。

5.9.4 注意事项

a) 图纸确认：图纸尺寸等确认时如有不明确点，在加工前需要与相关人员进行确认；

b) 加工疑问：加工中如有疑问应马上与现场技术员联络确认；

c) 安全防护：作业过程中要注意安全，特别多人一同作业时须防止烧伤；

d) 退火预约：对于焊接后需要立即退火的产品，加工前需要计算好加工时间并预约退火炉；

e) 及时退火：焊接完成后应尽可能早退火，若不能退火应用干净无尘纸盖牢，防止失透等不良产生。

5.10 火加工退火工艺

5.11 喷砂作业技术要求

5.11.1 使用设备

喷砂机、喷砂枪、除尘器。

5.11.2 使用工具及耗材

喷砂粉、胶带、手套、防尘服、防尘口罩等。

5.11.3 喷砂前准备

a) 外观检查：检查制品喷砂表面是否有开口泡、凹凸、异物等不良外观，如有应去除；

b) 包扎保护：全面喷砂的产品不需包扎；局部喷砂处理应先对产品进行局部包扎或用专用治具保护；

c) 个人防护：根据喷砂环境要求穿好防尘服，戴好手套、口罩；

d) 研磨砂选择：根据产品图纸表面处理要求选择所需喷砂粉，装入喷砂壶；

e) 气压调节：根据产品图纸的工艺要求将喷砂枪气压调至规定范围，一般气枪压力在 0.2 - 0.7MPa 之间；

f) 除尘器启动：打开除尘器开关，确保其处于运转状态；

g) 出砂量调整：将喷枪的出砂量调到最佳。

5.11.4 喷砂操作

a) 产品拿取：喷砂时要考虑拿取产品的安全性，尽可能采用安全可靠的拿取方法；

b) 喷砂姿势：一般用左手拿住待喷砂产品，右手紧握喷砂枪，作业时尽可能在除尘罩口处进行，减少沙尘飞扬；

c) 喷砂角度：喷砂时枪头应与产品表面成 45° 角；

d) 喷砂距离：喷砂表面与喷砂枪嘴的距离保持在 5 - 15cm；

e) 喷砂移动：开动喷砂枪，保持产品静止，右手对产品进行有次序的均匀移动；

f) 大型产品处理：若产品过大无法手拿，应将产品固定在除尘器工作台上喷砂；

g) 喷砂方向：喷砂面积较大时，根据枪头喷出砂形成的扇形方向确定喷砂方向，减少色差；

h) 外观检查：喷砂结束后，将产品喷砂表面平行于灯光，目视检查外观，如有异物、漏喷现象应重新喷砂；如有气泡，需先磨掉再喷砂；

i) 环境清理：一批产品喷砂结束后，打扫周围环境并关闭除尘器开关。

5.11.5 喷砂机作业程序

a) 喷砂粉装填：根据设备要求，装入一定量的喷砂粉，启动喷砂机。记录喷砂时间，累积到 220 - 250mins 时，重新装入喷砂粉；

b) 气压确认：确认喷砂机使用的空气压力在 0.5 - 0.7MPa 之间；

c) 个人防护：戴上防护眼镜、长塑料手套、防尘口罩；

d) 产品放置：将产品放入喷砂机内并关上门；

e) 喷砂操作：双手从门的两个入口伸入，左手拿产品，右手拿喷嘴，用右脚启动喷砂开关；

f) 喷砂细节：注意右手移动速度及喷砂嘴与产品的距离；

g) 喷砂结束：用气枪吹净产品表面砂子，自检是否有遗漏、斑点、异物，对照标准判断表面质量是否符合图纸要求，如有问题需重喷；

h) 喷砂顺序：先喷产品内部与外部边缘，再喷外部；

i) 设备清理：产品自检合格后，清扫喷砂机卫生。

5.11.6 研磨砂更换方法

a) 清理旧砂：用气枪将喷砂机里的砂子吹干净，使其落到下方储蓄罐；

b) 旧砂排出：旋开机器下方储砂罐的接头，放出用过的砂并清理储蓄罐；

c) 新砂装填：用容器取出定量新砂，从喷砂处倒入储砂罐；

d) 喷砂粉型号：1 号喷砂机使用 W28 号或 SIC100 号喷砂粉，2 号喷砂机使用 W20 号喷砂粉，并在喷砂机外标识当前使用的喷砂粉型号；

e) 旧砂处理：使用后的砂子统一标示、放置、处理。

5.11.7 注意事项

a) 喷砂粉储存：各类喷砂粉必须分开用专用容器储存，标识明确，防止交叉污染；

b) 扎带拆取：产品拆取扎带时，一边用水冲洗，一边拆取，防止透明部位砂粒划伤；

-
- c)产品取拿：喷砂后，产品切勿用裸手取拿，不能用酒精擦拭表面；
 - d)机器门关闭：喷砂过程中不得打开喷砂机门，防止砂粒溅出伤人；
 - e)窗口清洁：喷砂机窗口看不清时，应及时更换贴在窗口的塑料薄膜；
 - f)异常处理：出现异常情况时，应停止作业并联系责任者；
 - g)粗糙度检查：有粗糙度要求的批量产品，先喷砂 1 - 2 件检查合格后，再批量进行；
 - h)设备点检：车间喷砂机日常点检参照《研磨岗位喷砂机日常点检表》；
 - i)喷嘴存放：喷砂作业完成后，将喷嘴挂于喷砂机上；
- 以上技术要求旨在规范喷砂作业流程，确保产品质量和生产安全。

5.12 洗净作业技术要求

5.12.1 人员要求

5.12.1.1 资质要求：

- a)洗净岗位人员必须通过专业技能培训，考核合格后方可独立上岗作业；
- b)未考核合格的员工作业必须在专人的指导下进行。

5.12.1.2 防护用品：

- a)作业人员必须佩戴工作帽、防尘口罩，穿戴防酸围裙、防酸长靴、防酸手套、防酸面罩。使用前需检查防护用品是否完好无损，若有破损需及时更换；
- b)非本岗位人员若需作业，需征得洗净岗位人员同意，并穿戴好五防（防尘口罩、防酸手套、防酸面罩、防酸围裙、防酸长靴），在专业人员指导下操作；
- c)严禁未戴工作帽、口罩、未穿工作鞋的人员进入洗净现场；
- d)严禁用裸手在酸槽和纯水槽中作业；
- e)任何情况下，任何人员不能用裸手触摸石英制品。

5.12.2 设备与材料

5.12.2.1 设备：

- a) HF 洗净槽、纯水槽，材质要求为 PP。
- b)防酸面罩、防酸手套、乳胶手套、防酸围裙、防酸长靴等防护用具、周转盒、清洁塑料篮。

5.12.2.2 材料：

- 4. 5%-5% HF、9%-10% HNO₃、10MΩ 以上纯水、脱脂白布。

5.12.3 产品分类

5.12.6.1 根据产品特性和洗净要求，将制品分为以下五大类：

- a)机加工研削品：包括 MC 部品、车床类部品、沟切类部品、研磨圆筒加工品等；
- b)火加工工程品：包括管类品、棒类品、角槽品、旋盘大型管类、小型管类（如喷射管）等；
- c)研磨喷砂品：包括研磨品、喷砂品；

d)精烧最终品：包括精烧后送检前产品、检查合格后一次包装前产品；

e)外来修理品：从客户处过来修理的制品。

5.12.4 准备工作

a)酸液槽检查：确认洗净岗位各个酸溶液槽的使用状态，酸液槽内溶液较少时适当添加要求比例的酸液至酸槽内高度的 80%；

b)纯水槽检查：确认各类纯水槽的状况，应注满纯水，并且保持流水状态；

c)防护用品穿戴：在洗净作业前应先打开排气通风装置，再穿戴好五防（防酸口罩、防酸手套、防护面罩、防酸围裙、防酸长靴）。

5.12.5 洗净方法和过程

5.12.5.1 机加工研削品的洗净过程

a)状态确认：根据制品安装机台规格分 8 英寸及以上制品、8 英寸以下制品；

b)脱脂处理：对所有机加工研削品进行脱脂处理，去除制品表面油污，并用纯水冲洗干净；

c)酸液浸泡：8 英寸及以上制品放入 HNO_3 中（部品专用槽）浸泡 30mins，从 HNO_3 槽中取出后，移动至 1#纯水槽漂洗，再移至 HF 槽中浸泡 50-60mins。8 英寸以下制品（不含）不进行 HNO_3 洗净，直接放入 HF 槽中浸泡 5-10mins；

d)漂洗与擦洗：浸泡结束后，将制品从 HF 槽中取出，移至 1#纯水槽中用海绵擦洗，再移至 2#纯水中浸泡 20mins，取出后用纯水反复冲洗 1min 以上，确保无残留 HF；

e)存放：将洗净的制品放置在叠有清洁白布的周转篮里，并盖上清洁白布，存放在专用货架或指定场所。

5.12.5.2 舟类工程品的洗净过程

a)状态确认：确认舟类制品处于假接后、焊接后、精烧前等状态，与制品送洗人员确认有无退火、是否有应力存在；

b)HF 浸泡：将制品放入 HF 溶液中，浸泡 5-10mins，注意沟齿朝下放置；

c)漂洗与擦洗：浸泡结束后，将产品从 HF 中取出，移至 1#纯水槽中洗净，必要时使用牙刷去除锉沟齿部位，再移至 2#纯水槽中漂洗；

d)冲洗：将产品放置于垫白布的篮子上，在冲洗槽反复冲洗 1min 以上，确保无残留 HF；

e)存放：将冲洗干净的产品放置于垫有干净白布的周转篮上，并盖上清洁白布，移至专用货架或指定场所。

5.12.5.3 角槽类制品洗净过程

5.12.5.3.1 精烧前角槽板洗净方法

a)脱脂处理：对板进行脱脂洗净，去除表面粉尘和油污，然后用纯水冲洗干净；

b)HF 浸泡：将制品放入 HF 溶液中，不得叠放在一起，浸泡 5-10mins；

c)漂洗与擦洗：浸泡时间结束后，将制品从 HF 槽中取出，移至 1#纯水槽中用海绵反复擦洗 1-2mins，再移至 2#纯水槽中漂洗；

d)超声波洗净：将漂洗好的板移至超声波洗净 8-10mins；

e) 冲洗与吹干：取出超声波洗好的板，用纯水冲洗干净后，使用气枪吹干处理，确保板面上无水迹；

f) 存放：将吹干的板放置在垫有干净纱布的周转篮里，存放在专用货架或指定区域；

5.12.5.3.2 角槽工程品洗净方法

a) 状态确认：确认制品所处状态，并与制品送洗人员确认制品是否退火，是否有应力存在；

b) 纯水冲洗与酸液浸泡：用纯水将产品内外表面冲洗一遍，放入 HF 溶液槽中，确保产品完全浸泡，浸泡 3-5mins；

c) 漂洗与擦洗：将漂洗好的制品移到冲洗旋转台上，使用干净的海绵对制品内外全面擦洗，之后使用纯水反复对产品冲洗；

d) 存放：将冲洗干净的制品放置于垫有干净白布的专用篮中，然后用清洁白布盖好，存放于专用货架或指定区域。

5.12.5.3.3 角槽最终品的洗净过程

a) 纯水冲洗：用纯水将产品表面、内外冲洗一遍；

b) HF 浸泡：将制品小心移到角槽专用 HF 槽中，浸泡 30-60 秒，并保证产品完全浸没于 HF 溶液中；

c) 漂洗与擦洗：将制品从 HF 槽中移动到角槽专用纯水槽中漂洗，然后移至冲洗旋转台上，用干净的无尘纱布对制品内、外整体全面擦洗，之后使用大量的纯水反复冲洗干净；

d) 存放：将冲洗好的制品放置于垫有干净白布的专用篮中，产品上面盖上干净的无尘纱布，存放在专用货架或指定区域。

5.12.5.4 旋盘大型管类制品的洗净过程

5.12.5.4.1 直径大于 200mm 的制品洗净过程

a) 状态确认：确认制品是否经过研磨圆筒作业；

b) 脱脂处理：若制品进行研磨圆筒作业，需用海绵沾脱脂液对其擦洗一遍，用纯水反复冲洗；若未经过研磨圆筒作业，直接浸泡于 HF 槽中；

c) 酸液浸泡与漂洗：在 HF 溶液中浸泡 3-5mins，先移到 1#纯水槽中漂洗，然后移到 2#纯水槽中漂洗；

d) 冲洗与存放：将制品从 2#纯水槽中移到工作台上，用纯水反复冲洗，冲洗好后，将其放置于指定场所。

5.12.5.4.2 直径小于 200mm 的制品洗净过程

a) 状态确认：确认制品是否经过研磨圆筒作业；

b) 脱脂处理：若制品进行研磨圆筒作业，需用海绵沾脱脂液对其擦洗一遍，用纯水反复冲洗；若未经过研磨圆筒作业，直接浸泡于 HF 槽中；

c) 酸液浸泡与漂洗：在 HF 溶液中浸泡 3-5mins，先移到 1#纯水槽中漂洗，然后移到 2#纯水槽中漂洗，漂洗后将其放置于指定场所。

5.12.5.5 小型管类（如喷射管）制品的洗净过程

a) 状态确认：确认制品上是否有激光机打的小孔，若有应特别小心，防止折断；

b) 酸液浸泡与漂洗：将制品小心放入 HF 槽中浸泡 2-3mins，然后从酸槽取出，放入 1# 纯水槽中漂洗，接着放入 2# 纯水槽中漂洗，最后用纯水冲洗干净。这一过程必须小心，特别是在酸液和纯水槽中应慢慢放入或取出；

c) 存放：将冲洗干净的制品放置于垫有干净白布的周转篮上，并在上面盖上清洁的白布，移至专用货架或指定场所。

5.12.5.6 一般火加工工程品洗净过程

a) 酸液浸泡与漂洗：将制品移到 HF 溶液中浸泡 5-10mins，取出移到 1# 纯水槽漂洗，再移到 2# 纯水槽中浸泡 10mins，然后用纯水冲洗干净；

b) 存放：将漂洗干净的制品放置于垫有干净白布的周转篮上，并在上面盖上清洁的白布，移至专用货架或指定场所。

5.12.5.7 工程内最终品洗净过程

5.12.5.7.1 送检前最终品洗净过程

a) 酸液浸泡与漂洗：将制品移到 HF 溶液中浸泡 1-3mins，取出移到 1# 纯水槽漂洗，再移到 2# 纯水槽中漂洗；

b) 冲洗与存放：将制品移到垫有白布的周转篮上或工作台上，反复冲洗干净后，放置于垫有干净白布的周转篮上，放置指定场所。

5.12.5.7.2 最终品一次捆包前洗净过程

a) HNO₃ 浸泡：产品移到 HNO₃ 槽中，浸泡 30mins，防止划伤产品下面应垫物；

b) 漂洗：浸泡时间结束后，取出移到纯水槽中漂洗；

c) HF 浸泡：将漂洗好的产品移到 HF 溶液中，浸泡 10mins 以内，大型制品应两人协作完成；

d) 漂洗与存放：将 HF 洗净完毕的制品移到 1# 纯水槽中漂洗，再移到 2# 纯水槽中浸泡 10mins。将漂洗好的制品反复冲洗，并放置于垫有干净白布的周转篮中。将洗好的制品移到一次捆包室，再次纯水洗净。

5.12.5.8 外来修理品洗净过程

a) 外观确认：确认外来制品的外观，若制品表面存在大量异物，需上报课长是否继续洗净，防止污染洗净槽；

b) 脱脂处理：用海绵沾脱脂液将制品擦洗一遍，然后用大量纯水冲洗干净；

c) 参照洗净：然后参照上述火加工工程品洗净方法进行洗净。

5.12.6 注意事项

5.12.6.1 安全注意事项

a) 洗净作业过程中，应小心操作，轻拿轻放，并根据不同产品形状、加工状态选择洗净方法；

b) HNO₃、HF 是强腐蚀性物品，操作时应严格按照规定操作，作业时必须按标准着装规范穿戴好防护用具才能允许作业；

c) 一旦 HNO₃、HF 碰到皮肤或溅到眼睛，立即用清水冲洗 15mins 以上，并结合使用敌腐特灵和六腐灵清洗，严重时立即上医院治疗。

5.12.6.2 作业过程中注意事项

a) 如果角槽上有油性笔迹，请勿用酒精喷洒，将带有油性笔字迹的产品直接浸泡 HF 溶液中，预防水迹产生；

b) 大型管类制品在 HF 溶液中浸泡时，制品下应使用专用洗净轮架起制品；

c) 送检前最终产品在洗净过程中，不得用海绵擦洗，防止划伤，在 HF 溶液中不得超过 1min；

d) 在洗净小管类制品（如喷射管）不得对制品进行擦洗，防止折断；

e) 周转篮每次盛放产品时都必须对篮子进行清洗，确保篮子表面干净，无破损。

6 检验规则

6.1 石英产品检查作业方法

6.1.1 检验环境

温度：20±3℃

湿度：75%以下

照明：光线充足明亮，背景为黑色

6.1.2 检验工具

千分尺、游标卡尺、各种检规及设备，放大镜，手套，检查桌铺设防静电软材料。

6.1.3 检验人员要求

(1) 检验人员必须经过培训合格后方可独立上岗作业。

(2) 检验人员在检验过程中必须佩戴手套，保证产品清洁。

6.1.4 检验流程

6.1.4.1 检验前准备

a) 确认图号、版本号、产品数量、工艺流程表与实物对应；

b) 根据测量仪器的泡泡原图以及检查基准书要求，选取适当的测定器以及校准器；

c) 根据检验策划选用适合的量具进行测量。

6.1.4.2 产品检验

6.1.7.2.1 将待测产品整齐排列于检查桌面指定待检位置处，确认产品表面是否干净无油污。

1) 具有详细检查作业基准书时：

a) 检查人员必须仔细阅读图纸，明确有关研发要求；

b) 按照原图、检查基准书，对产品进行检查作业，内容包括材质检查、外观检查、尺寸检查。

(2) 对于没有检查基准书的产品：

a) 检查人员仔细阅读图纸，明确有关研发要求；

b) 外观参照客户外观要求进行检查，尺寸参照《半导体石英产品外观检验标准》的要求进行检查；

c) 将原图作检查项目作成泡泡图，按照泡泡原图，对产品进行检查作业；

d) 检查作业完成后，对照图纸、检查结果表进行确认，确保所有检查项目全部完成。

6.1.4.3 记录

填写检查记录内容，包括检验人员在检查过程中的数据记录、过程检查数据记录等。记录必须字迹工整，不得出现模棱两可的数据字样。在检查过程中，如果发现不合格项目，在进行记录的同时，用彩笔于不合格记录处进行标识；将返修后的合格数据记录在旁边空栏处。检查员在测量过程中对巡检结果进行确认，确认担当栏已经签字的检查结果表内容正确无误后，在确认栏签字；然后上交管理人员，管理人员在承认栏签字。当天的《产品检验记录登记表》上交班长和管理人员确认。

6.1.4.4 清洁与包装

检查合格后产品必须再次对外观进行确认，同时使用异丙醇及无尘纸（无尘布）对产品进行整体清洁，特别检查位置无检测残留的脏污，必要时重新流洗净再次清洗。产品清洁完成后进行产品的内包装，包装方法参照《一般通用包装作业指导书》进行作业。完成内包装的合格产品流入成品产品仓库进行存储及外包装作业。

6.1.5 不合格处理

6.1.5.1 标识：首先将不合格品进行标识。

6.1.5.2 隔离：检查完成并经确认的不合格品，应及时放置于“不合格品区”。

6.1.5.3 评价

a) 当不合格品能够通过返工作业而成为合格品时，该部品称为可返工品；

b) 当不合格品无法通过返工作业时，该部品称为报废品；

c) 当不合格品在不影响产品性能前提下，经客户认可，并按照有关程序审批批准后可以使用的部品称为特采品；

d) 通常情况下，检查人员负责对返工品进行评价；品质部管理人员负责报废品、特采品、大批量返工品的评价。

6.1.5.4 处理

a) 返工处理：检验人员根据不合格情况，填写《产品不良通报书》，与不合格品一同返回到现场，放置在指定场所，通知制造部相关人员，由制造部安排返工；

b) 报废处理：经过确认的报废品，填写《产品报废申请单》，按照有关报废管理规程进行报废处理；

c) 特采处理：当不合格品符合以下情况时可提出特采申请：初步判定不合格项目对产品性能不会产生影响时；无法进行返工作业时。由不合格发生人员填写《特别采用申请书》，根据有关特采规程办理特采手续，《特别采用申请书》由制造、研发、品质、生管签字后最后统一返回品质部保管。

6.1.6 注意事项

检验过程中，一旦遇到极限尺寸或外观无法准确判定时，应该及时向上级报告，以便进行进一步确认；如果仍然无法进行判定，应立即向上级主管报告，由上级主管进行处理。

检验人员必须经培训合格后方可独立上岗作业。

对成品执行 100%全检

6.2 石英产品外观检测合格判定标准

6.2.1 程序要点

6.2.1.1 目视检查环境

外观检查在 80-90 烛光英尺的漫射光下进行，背景为黑色，产品距离检查者视线 500-600mm，距离黑背景 100-500mm。

6.2.1.2 外观检查步骤

刻蚀产品分为三步检查，非刻蚀产品执行前两步，必要时进行第三步。

第一步：在标准环境条件下，用肉眼匀速观察产品外观，不使用放大镜。

第二步：仔细查看第一步发现的瑕疵，评价是否在可接受范围内，可使用任何灯光和放大倍数。

第三步：必要时在放大镜下检查瑕疵，判断是否合格。

6.2.2 产品微观状态的检查

第一步是在外观检查的标准环境状态条件下，用肉眼按表 5 的时间匀速地观察产品外观，不需要使用放大镜。整个产品应匀速地检查，而不应该在知道或怀疑有瑕疵的部位花费额外的时间检查。第二步仔细地查看第一步发现的瑕疵，评价瑕疵是否在表 5 的瑕疵可接受的范围内。产品可以使用任何灯光，任何放大倍数，无论多长时间的检查。必要时在放大镜下检查该瑕疵，如果这个瑕疵在表 5---7 中规定的可接受的瑕疵范围内，产品就算合格，否则就是不合格。

表 4 每个产品的观察时间

产品尺寸	检查时间(S)	例如
≤381mm	15	Injector 和 Ring
>381mm	30	TCP window

6.2.3 表面等级定义

6.2.3.1 AA 级面（密封面）：要求几乎无瑕疵。

6.2.3.2 A 级表面（直接影响性能的真真空面）：直接对着晶片或影响产品性能的表面。

6.2.3.3 B 级表面（一定程度上影响设备性能的真真空面）：不显著影响产品性能的表面。

6.2.3.4 C 级表面（对性能影响较小的非真真空面）：对设备性能影响较小的非真真空面。

6.2.4 外观瑕疵接收标准

6.2.4.1 瑕疵位于产品表面且影响设备性能的需重视，内部瑕疵一般不关注，除非很大或离表面距离小于 3.175mm。

6.2.4.2 瑕疵密度至少相隔 25mm。

6.2.4.3 装夹痕迹不算在总瑕疵内，但不能超过外径表面积的 20%。

6.2.4.4 产品脏污视为不合格。

6.2.4.5 在表 4 中规定了一般产品的表面可接受瑕疵的尺寸大小和数量；表 5 规定了一般产品 B 级表面允许的瑕疵数量。表 6 规定了 HPQ 产品的表面瑕疵允许的尺寸大小和数量，同时还规定了“极限尺寸”，极限尺寸指在某些等级的表面，如瑕疵尺寸在该范围内，此瑕疵可以忽略，不计做瑕疵总数；

表 5 一般产品的表面可接受瑕疵的尺寸大小和数量

不良项目	项目	极限尺寸	A 级表面	B 级表面	TCP Windows
裂纹	长度	不允许	不允许	不允许	不允许
缺口、凹坑、气泡、内含物	直径 深度	直径小于 0.25 深度小于 0.12	直径小于 0.25 深度小于 0.12	直径小于 0.50mm 深度小于 0.25mm	直径小于 0.50 深度小于 0.25
色差	面积	0.25	不允许	最多 3 处，每处小于面积的 5%，或者直径的 1/20	同 B 级表面
C 形裂纹	直径	0.25	3.17	3.17	0.50
划伤	长度 深度	长：1.0mm 深：0.127	长：0.25mm 深：0.127	长度 6.35mm 深度 0.12mm	长度 6.35mm 深度 0.12mm
最多允许瑕疵	数量	不允许	3	见表 5.3	见表 5.3

普通产品可接受的表面瑕疵类型（单位 mm）

产品 B 级表面最多允许瑕疵数，见表 6。

表 6 产品 B 级表面最多允许瑕疵数

直径/表面尺寸	总允许瑕疵数
<101.6mm	1
101.6mm ~ 152.4mm	2
152.4mm ~ 203.2mm	3
203.2mm ~ 279.4mm	4
279.4mm ~ 330.2mm	5
330.2mm ~ 381.0mm	6

381.0mm ~ 457.2mm	7
457.2mm ~ 558.8mm	8

表 7 刻蚀产品可接受瑕疵的最大尺寸和允许瑕疵数

不良项目	要求项目	极限尺寸	AA级表面	A级表面	B级表面	C级表面
C形裂纹在 Injector 上	长	0.127mm	不允许	0.25mm	0.25mm	3.17mm
	深	0.127mm		0.25mm	0.25mm	3.17mm
	数量	N/A		2	3	3
Edge Ring C形裂纹	长	0.254mm	不允许	3.17mm	3.17mm	3.17mm
	深	0.25mm		3.17mm	3.17mm	3.17mm
	数量	N/A		2	3	3
C形裂纹 (WINDOWS)	长	0.127mm	不允许	0.5mm	0.5mm	3.17mm
	深	0.127mm		0.5mm	0.5mm	3.17mm
	数量	N/A		3	3	3
缺口	直径	0.25mm	不允许	0.50mm	1.00mm	3.17mm
内含物	直径	0.25mm	不允许	不允许	1.00mm	1.50mm
凹坑和气泡	直径	0.25mm	不允许	0.50mm	1.00mm	1.50mm
划伤	长度	0.25mm	不允许	50mm 和 1/4 等直径	50mm 和 1/4 等直径	50mm 和 1/4 等直径
	数量	N/A		3	3	3
设备痕迹 (包括装夹)	面积	N/A	不允许	不允许	20%	20%
最多允许瑕疵	数量	N/A	不允许	3	3	见表 5.3
<p>注：四分之一等直径计算公式：$\frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{\text{外径}^2 - \text{内径}^2}{4}} \geq 16\text{mm}$ 以上；</p> <p>1. Edge Ring 的 A 级表面，C；$\frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{\text{外径}^2 - \text{内径}^2}{4}} \geq 16\text{mm}$ 以上；</p> <p>2. 除表中规定的 C 形裂纹外，不允许有其它裂纹；</p> <p>刻蚀品在 A、B 级面上符合 3.10 定义的 Lap 划伤可允许 100mm；</p>						

7 包装、运输和贮存

7.1 产品内包装作业标准

7.1.1 工序物料及工具

PE 袋、黑色背景幕布、白炽灯、真空包装机

7.1.2 操作步骤

检查 PE 袋外观→检查产品外观→产品装入 PE 袋内袋→抽真空操作→检查 PE 袋封闭口
→观察封闭口状态→装入 PE 袋外袋→抽真空操作→检查 PE 袋封闭口→观察封闭口状态→转
入仓库包装

7.1.3 操作描述

检查 PE 袋（内袋）外观是否有破损现象，包装袋应无破损异常。（图 2）



图 2 检查 PE 袋

检查产品外观，产品表面应无裂纹、无磕伤、无划伤、无脏污等缺陷。（图 3）



图 3 检查产品外观

将产品居中装入到 PE 袋内（内袋）。



图 4 产品装袋

将包装产品的 PE 袋（内袋）的开口处对齐平放在真空包装机焊接口处，真空袋开口位置应保留约 5cm 左右，水平对齐，PE 袋封口焊接时间：10 秒。（图 5）



图 5 封口焊接

焊接封闭口后，目视检查封闭位置是否焊实，是否存在漏气现象。（图 6）



图 6 检查漏气

以同样方法检查 PE 袋（外袋）外观，将装有产品的内袋产品装入外袋中，并抽真空操作，流程及确认方法如内袋包装方式一致。

外袋抽真空后，将包装好的产品放置转交窗口位置，30mins 后观察是否存在漏气问题，如有及时更换包装。

7.1.4 管理要素

表 8 管理要素

管理要素	类型	管理方案	周期	异常处理
PE 袋	外观	外观检查	每件	外观异常及时更换
真空包装机	性能	性能确认	每件	设备异常时及时修复，不能修复的联系厂家维修

包装后产品	外观	外观检查	每件	外观异常及时更换
-------	----	------	----	----------

7.2 一般通用石英产品包装标准

7.2.1 程序要点

7.2.1.1 包装用具

- a) PE袋：用于内包装，确保产品与外界环境隔离；
- b) 封口机：用于封口PE袋，确保包装的密封性；
- c) 胶带：用于固定标签和封口；
- d) 纸板箱：用于外包装，提供基本的保护；
- e) 珍珠棉：用于缓冲，防止产品在运输过程中受到冲击；
- f) 气泡膜：用于缓冲，防止产品在运输过程中受到冲击；
- g) 其他填充物：如泡沫颗粒等，用于填充空隙，提供额外的缓冲；
- h) 乳胶手套：用于操作人员在包装过程中佩戴，防止产品被污染。

7.2.1.2 包装前准备

- a) 佩戴手套：操作人员在包装前必须佩戴乳胶手套，避免清洁干净的产品被污染；
- b) 确认产品外观：在内包装前再次确认产品的外观，保证产品无破损、碰撞，产品清洁干燥。如发现异常应处理合格后进行包装，无法处理的退回上道工序进行处理；
- c) 包装地点：产品内包装在检查岗位进行，外包装在成品仓库进行。

7.2.1.3 一般产品包装

①内包装:将清洁干净且烘干后的产品使用PE袋装好，单层包装。用封口机封上PE袋。在PE袋正中心贴上零件标签，标签内容包括：PN、品名、订单号、供应商代码、序列号、数量等。

②外包装:使用纸板箱作为外包装。纸箱四周需使用珍珠棉和气泡片进行缓冲，确保产品在包装箱内得到有效固定。根据产品特点在外包装箱上粘贴产品标签，标签内容包括：PN、品名、订单号、供应商代码、序列号、数量等。在外包装箱上粘贴各种警示标签，如“保持干燥”、“易碎”、“小心搬运”、“此面朝上”等。

7.2.1.4 特殊产品包装要求

8.2.3.4.1 石英炉管等大管道产品：

- a) 将洗干净且吹干后的产品用PE袋装好，单层包装，一端封口，一端系口。
- b) 在PE袋正中心位置上贴上零件标签，标签内容包括：PN、品名、订单号、供应商代码、序列号、数量等。
- c) 外包装使用木箱，以保证包装有足够强度保证产品的安全性。
- d) 木箱四周需使用珍珠棉和气泡片进行缓冲，内衬应使用合适的防护垫，必要时设计专用防护垫使产品在包装箱内得到有效固定。

e) 根据产品特点在外包装箱上粘贴产品标签, 标签内容包括: PN、品名、订单号、供应商代码、序列号、数量等。

f) 在外包装箱上粘贴各种警示标签, 如“保持干燥”、“易碎”、“小心搬运”、“此面朝上”等。

7.2.2 包材使用规格对照详见表 9

表 9 包材使用规格对照表

包材名称	规格	适用产品类型
PE 袋	6506500.1	一般石英产品
PE 袋	6006000.1	一般石英产品
PE 袋	500*0.1	石英炉管等大管道产品
纸板箱	标准尺寸	一般石英产品
木箱	标准尺寸	石英炉管等大管道产品
珍珠棉	厚度 5mm	一般石英产品
气泡膜	厚度 5mm	一般石英产品

7.2.3 注意事项

内层包装材料: 所有内层包装材料不允许重复使用, 避免产生污染。

手套使用: 所有产品进行包装作业时都必须戴手套作业, 乳胶手套为一次性使用, 脏污后必须及时更换。

7.3 易碎品包装作业标准

7.3.1 程序要点

包装材料选择:

a) 飞机盒: 选用厚度适中、抗压强度高、大小适用于包装产品尺寸的飞机盒, 确保在运输过程中不易变形或破损;

b) 气泡膜、气泡袋: 具有良好的缓冲作用, 可减少对易碎品的冲击和振动;

c) 珍珠棉: 质地柔软, 能有效地分散冲击力, 适用于包装精细易碎品;

d) 垫板、托盘: 针对于直径大厚度薄的石英环制定符合产品尺寸的垫板在包装时衬托产品;

e) 胶带: 选择粘性良好、不易断裂的胶带, 确保包装密封性。

7.3.2 包装流程及要求

7.3.2.1 产品入库时检查易碎品内包装是否完好产品是否有质量异常，如有损坏应及时退回品质部。

7.3.2.2 对于易碎品要轻拿轻放。

7.3.2.3 根据易碎品的特点选择具有良好缓冲性能的包装材料，对易碎品进行包裹和固定，确保易碎品在箱体内稳定不晃动，并在易碎品周围填充足够的防震材料以减少振动和冲击。

7.3.2.4 封箱并使用胶带固定，确保包装密封性良好。

7.3.2.5 在包装外部贴上“易碎品”标识。

7.3.2.6 根据客户需求粘贴企业识别。

7.4 半导体设备用石英零部件贮存、运输、防护及交付标准

7.4.1 搬运

7.4.1.1 **生产管理部**：采用适当的工具搬运物品，防止因振动、撞击、挤压、磨损而损坏，必要时采取适当的警告标记。

7.4.1.2 **设备部**：负责大型产品的搬运指导和实施。搬运工具/设备：叉车、手扶车、平板车、各种流转用塑料盒、塑料托盘等。

7.4.1.3 **石英产品搬运**：

- a) 保持稳定，必要时用箱子、胶带捆束牢靠，防止因振动导致外观缺陷；
- b) 保持清洁，防止因颗粒物或其他杂质与产品表面接触而产生划痕等缺陷；
- c) 保护好产品标识及有关检验和试验状态标识；
- d) 做好防护措施，防止粉尘污染。

7.4.1.4 **物品堆放**：正确堆放，高度合适，防止倾斜倒塌造成物品受损及人员伤害。

7.4.2 包装

7.4.2.1 **仓库**：制定产品标准或客户要求的包装方法，确保包装后的产品在搬运、贮存和发货交付过程中不破损、不污染。

7.4.2.2 **成品库包装人员**：严格按包装技术条件及包装设计规定，认真做好包装工作，确保物项规格、数量正确，与装箱单相符，包装定位牢固可靠，外包装唛头标志齐全、清晰，符合合同规定要求。

7.4.3 存储

7.4.3.1 **库房条件**：

清洁、干燥、通风良好，库房内部整洁，门窗严密，顶棚、墙壁无脱落物，地面平整光洁。

配备符合消防安全要求的照明设施，必要时配备货架。

7.4.3.2 **物料存放**：

- a) 分批、分类别码放，符合产品自身存放要求，标识明显；

-
- b) 成品区、不合格品区、来料区、物料储存区和废品区明确标示;
 - c) 待检区、合格品区、不合格品区规划合理, 便于有效检查和收发;
 - d) 入库物料及成品检查合格后, 贴上合格标贴, 存放至固定储位;
 - e) 客供资料存放在特定区域, 库存物料一批物料存放一个库位, 库位上注明名称、规格、供货商名称和入库日期。

7.4.3.3 防护设备和设施:

- a) 防尘、防潮、防霉变、防虫、防鼠、防盗、防污染。
- b) 根据产品特性, 采取适当的贮存方法, 如干燥通风、防雨防潮等。

7.4.3.4 贮存记录: 保管人员须妥善保管贮存记录, 保证其完整准确、信息及时可靠。

7.4.3.5 关键物料: 放在指定区域, 做好相应标识, 避免混料混用, 做好防潮、防尘、防污染、防震措施。

7.4.3.6 盘点频次:

- a) 原材料、半成品、成品每月一次。
- b) 辅料、工装夹具每季度盘点一次, 做好记录, 发现数量、质量问题及时汇报, 查找原因, 采取对策。

7.4.3.7 温湿度要求:

- a) 仓库温度保持在 $25\pm 3^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 当温度高过 38°C 或低于 0°C , 仓库管理员在一个小时内采取措施调整。
- c) 当湿度超过 85%, 仓库管理员在一个小时内采取措施保持正常湿度。
- d) 在仓库外设置干湿度表, 每日观测、记录, 定期分析, 掌握物品保管的主动权。
- e) 采用密封、通风和吸潮相结合的方法, 控制和调解库内温湿度。

参考文献

- 【1】ISO 7000 设备用图形符号 (Graphical Symbols For Use On Equipment)
 - 【2】SEMI S2: 《半导体制造设备的安全卫生及环保标准》(Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment)
 - 【3】SEMI F14: 《气源设备箱体设计规范》(Guide for the Design of Gas Source Equipment Enclosures)
 - 【4】SEMI F47: 《半导体制程设备电压跌落抗扰度的测试规格》(SPECIFICATION FOR SEMICONDUCTOR PROCESSING EQUIPMENT VOLTAGE SAG IMMUNITY)
 - 【5】IEST-RP-CC004.3 用于洁净室及其他受控环境的擦拭材料评价 (Evaluating Wiping Materials Used in Cleanrooms and Other Controlled Environments)
 - 【6】IEST-RP-CC005.3 用于洁净室及其他受控环境的手套和指套 (Gloves and Finger Cots Used in Cleanrooms and Other Controlled Environments)
 - 【7】IEST-STD-CC1246 产品洁净度水平和污染控制计划 (Product Cleanliness Level and Contamination Control Program)
-